# Projektiranje ugradnje solarnih panela na obiteljskoj kući

**Kuhanec, Matija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:816703

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

*Repository / Repozitorij:*

University North Digital Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Sjever

**2020**

# Projektiranje ugradnje solarnih panela na obiteljskoj kući

**Matija Kuhanec, 1480/336**

Varaždin, rujan 2020. godine

Sveučilište
Sjever
**Odjel za Elektrotehniku**

**Završni rad br. 467/EL/2020**

# Projektiranje ugradnje solarnih panela na obiteljskoj kući

**Student**

Matija Kuhanec, 1480/336

**Mentor**

doc. dr. sc. Dunja Srpak, dipl. ing. el.

Varaždin, rujan 2020. godine

**Sveučilište Sjever**
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR–42000 Varaždin

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za elektrotehniku

STUDIJ preddiplomski stručni studij Elektrotehnika

PRISTUPNIK Matija Kuhanec | MATIČNI BROJ 1480/336

DATUM 21.07.2020 | KOLEGIJ Uređaji energetske elektronike

NASLOV RADA Projektiranje ugradnje solarnih panela na obiteljskoj kući

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Designing the incorporation of solar panels on a family house

MENTOR doc.dr.sc. Dunja Srpak dipl.ing.el. | ZVANJE docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. mr.sc. Ivan Šumiga dipl.ing.el., viši predavač
2. doc.dr.sc. Dunja Srpak dipl.ing.el.
3. Josip Srpak dipl.ing.el., predavač
4. Miroslav Horvatić dipl.ing.el., predavač, rezervni član
5. 

## Zadatak završnog rada

BROJ 467/EL/2020

OPIS

U završnom radu je potrebno opisati primjenu obnovljivih izvora za dobivanje električne energije, s naglaskom na problematiku postavljanja solarnih panela na krov obiteljske kuće, dozvole i kriterije koje kuća mora zadovoljavati za ugradnju takvih panela. Opisati i postupak odabira modula, izmjenjivača, te njihove ugradnje. Osim toga, razmotriti i isplativost samog projekta.

U radu je potrebno:
- opisati primjenu obnovljivih izvora energije,
- opisati postupak pribavljanja dozvola potrebnih za ugradnju solarnih panela na krov kuće,
- objasniti postupak odabira komponenti sustava (solarni paneli, izmjenjivač, zaštite, pribor...),
- prikazati osnovne elemente bitne za održavanje solarnih panela nakon ugradnje,
- na konkretnom primjeru izračunati isplativost investicije.

REPUBLIKA HRVATSKA KOPRIVNICA SVEUČILIŠTE SJEVER

ZADATAK URUČEN 22.09.2020. | POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE SJEVER

# Predgovor

Zahvaljujem se mentorici, doc. dr. sc. Dunji Srpak na uloženom trudu i radu prilikom izrade završnog rada. Također se zahvaljujem i svima profesorima koji su mi prenijeli znanje i vještine kroz školovanje na Sveučilištu Sjever. Posebno se želim zahvaliti obitelji koji su mi uvijek bili potpora i omogućili školovanje na Sveučilištu Sjever. Zahvalio bih se još i kolegama koji su mi uvelike pomogli kroz ovo školovanje.

# Sažetak

U ovom završnom radu opisuje se projektiranje solarnih panela na obiteljskoj kući. Državno sufinanciranje fotonaponskih modula iskorištava sve više ljudi jer se investicija vraća u kratkom roku.

U prvom djelu završnoga rada biti će opisani obnovljivi izvori, a nadalje problematika postavljanja fotonaponski modul na krov kuće, te koje sve dozvole i kriterije kuća mora zadovoljavati za ugradnju takvih modul. Opisan će biti i postupak odabira fotonaponskih modula, izmjenjivača, te njihova ugradnja.

U drugom djelu analizira se isplativost samog projekta, kao i potrošnja i održavanje fotonaponskog sustava.



**KLJUČNE RIJEČI**: Fotonaposnki moduli, obnovljivi izvori, solarna elektrana, izmjenjivač



# Abstract

In this final work, it will be described projecting solar panel on the family house. State funding of photovoltaic module is used by more and more people because the investment returns in a short period of time.

In the first part of final work there will be description of renewable energy, then the problems of constructing photovoltaic module on the rooftop of the house, and all the permits and criteria house has to satisfy to construct this panel. It will also be described selection of photovoltaic module, inverters and their installation.

In the second part there will be analyse of cost-effectiveness of the project, as well as consumption and maintenance of solar systems.



**KEY WORDS:** Photovoltaic module, renewable energy, solar power plant, inverter

# Popis korištenih kratica

| | |
|---|---|
| **$CO_2$** | Ugljikov dioksid |
| **Tzv.** | Takozvano |
| **Pr. Kr.** | Prije Krista |
| **St.** | Stoljeće |
| **Sl.** | Slično |
| **El.** | Električne |
| **RH** | Republika Hrvatska |
| **Max.** | Maksimalno |
| **Temp**. | Temperatura |
| **HEP** | Hrvatska Elektroprivreda |
| **PWM** | Pulse-width modulation (Modulacija širine impulsa) |
| **MPPT** | Maximum power point tracking ( Maksimalna snaga točke za praćenje) |

# Sadržaj


1. Uvod ..... 1
2. Općenito o obnovljivim izvorima ..... 2
   2.1. Energija vode ..... 2
   2.2. Energija vjetra ..... 3
   2.3. Biomasa ..... 3
   2.4. Geotermalna energija ..... 4
   2.5. Energija plime i oseke ..... 5
   2.6. Energija valova ..... 5
   2.7. Solarna energija ..... 6
3. Sufinanciranje energetske obnove obiteljskih kuća od strane države ..... 7
4. Dozvole za projektiranje ugradnje solarnih panela ..... 8
   4.1. Građevinska dozvola ..... 8
   4.2. Dokaz vlasništva ..... 9
   4.3. Izvješće o energetskom pregledu i energetski certifikat ..... 9
   4.4. Lokacijska dozvola ..... 9
5. Lokacija ..... 10
   5.1. Lokacija solarnih panela na krovu kuće ..... 10
6. Vrste solarnih sustava ..... 13
   6.1. Mrežni fotonaponski sustav ..... 13
   6.2. Otočni fotonaponski sustavi ..... 14
7. Proračun snage solarnih panela ..... 15
   7.1. Odabir fotonaponskih modula ..... 15
   7.2. Spajanje fotonaponskih modula ..... 17
   7.3. Odabir izmjenjivača ..... 19
   7.4. Ostala oprema ..... 21
      *7.4.1. Kablovi ..... 21*
      *7.4.2. Montažne šine ..... 21*
      *7.4.3. Digitalni brojač ..... 22*
8. Održavanje solarnih panela ..... 23
9. Potrošnja električne energije ..... 24
10. Isplativost projekta ..... 25
11. Zaključak ..... 27

Literatura ..... 29
Popis slika ..... 33
Popis tablica ..... 34
Prilozi ..... 35

# 1. Uvod

U moderno doba sve se više investira u obnovljive izvore energije. Oni su neiscrpni i ne štete okolišu, kao što je slučaj kod neobnovljivih izvora.

Sve se više stavlja naglasak na globalno zagrijavanje Zemljine površine koje je uzrokovano efektom staklenika.

Globalne emisije CO2 danas dostižu brojku od oko 37 giga-tona. Suvremene globalne emisije CO2 čovječanstva iznose oko 37 giga-tona, godišnje što podrazumijeva više od 10 giga-tona spaljenog ugljika (giga-tona je milijarda tona). Većina država u svijetu (192 države) danas smatra da to treba drastično reducirati u cilju smanjenja rastućeg globalnog zatopljenja i njegovih posljedica. No, čak i uz snažno smanjenje tih emisija, u atmosferi će ostati dovoljno CO2 da i nadalje uzrokuje stanovito, mada ne i prekomjerno zagrijavanje. Procjenjuje se da u zemljinom omotaču treba smanjiti najmanje 700 giga-tona CO2 da bi se globalno zatopljenje održavalo unutar zadovoljavajućeg ograničenja. [1]

Smatra se da bi se do 2100. godine temp. zraka povećala za 1.5 do 5.8°C. Kao rezultat povećanja temp. zraka je topljenje ledenjaka i snježnog pokrivača, te podizanje razine mora, koje bi poplavilo mnoga obalna naseljena područja. [2]

Oko 60% od ukupnog utjecaja na globalno zagrijavanje ima CO2, slijede metan, oksidi.. Glavni resurs emisije ugljikovih oksida je izgaranje fosilnih goriva (ugljen, nafta i prirodni plin). Najzastupljeniji sektor globalnih emisija je energetski sektor na koji otpada 67%, slijedi poljoprivredni sektor s 14%, devastacija zemljanih i vodenih površina s 12%, preradbena industrija s 4% te otpad i ostalo s 3%. [1]

Uz to što štete atmosferi neobnovljivi izvori energije iskapanjem ugljena ili izlijevanjem nafte iz tankera mogu ujedno i uvelike naštetiti prirodi, te može doći do prirodne katastrofe.

Kao protuteža porastu stakleničkih plinova je uvođenje obnovljivih izvora energije u opskrbi el. energijom. Za razliku od neobnovljivih izvora, oni kod proizvodnje el. energije ne ispuštaju stakleničke plinove u atmosferu. [3]

# 2. Općenito o obnovljivim izvorima

Obnovljivi izvori energije su dobili naziv po tome da se ne mogu potrošiti, odnosno oni se „obnove“. Pod tim se podrazumijeva da oni ne mogu nestati, za razliku od neobnovljivih koji će u nekoj dalekoj budućnosti nestati. Zato je potrebno svakodnevno usavršavati načine upotrebe obnovljivih izvora te se pripremiti za nestanak fosilnih goriva, odnosno neobnovljivih izvora energije. Neobnovljivi izvori se dobivaju iz uginulih životinja i biljaka koji su u zemlji više milijuna godina.

Obnovljivi izvori su alternativna zamjena fosilnim gorivima na području proizvodnje električne energije. Iako još uvijek prevladavaju neobnovljivi izvori energije, sve se više pokušava razviti efikasnije iskorištavanje obnovljivih izvora. Sami obnovljivi izvori nisu direktno štetni za okoliš, ali ponekad izgradnja takvih objekata šteti ekosustavu. [4]

Vrsta obnovljivih izvora energije:

- Energija vode
- Energija Sunca
- Energija vjetra
- Energija zemlje (geotermalna energija)
- Energija plime i oseke
- Energija valova
- Biomasa

## 2.1. Energija vode

Kroz povijest energija vode se iskorištavala na mlinovima za mljevenje kukuruza, a prvi koji je spominju su Grci i Rimljani i to 100. godina pr. Kr. Danas se koriste na hidroelektranama za proizvodnju električne energije.

Ovakva vrsta obnovljivih izvora je najzastupljenija na svijetu. Razlog tome je da se postrojenja mogu graditi na svim većim rijekama, za razliku od solarnih ili vjetro elektrana za koje nema toliko pogodnih prostora za gradnju i iskoristivost.

Takva postrojenja se nazivaju hidroelektrane, a rade na principu pretvorbe potencijalne energije vode u mehaničku preko turbine, a zatim na generatoru u električnu energiju.

Postoje različite hidroelektrane, pa se one dijele ovisno o visini pada, vrsti akumulacijskog jezera, smještaju strojnice. Neka opća podjela je na male i velike hidroelektrane, pri tome da su male do 10MW snage, a velike nadalje. Iako je to vrlo učinkovita pretvorba energije uvelike zaostaje za nuklearnom i termalnom pretvorbom energije. Razlog tome je da se hidroelektrane ipak mogu graditi samo na određenim lokacijama; na rijeci (gradnja akumulacijskih jezera i brane). Hrvatska još uvijek nije iskoristila puni potencijal u iskorištavanju takve „čiste" pretvorbe energije. Kina prednjači u proizvodnji električne energije putem hidroenergije i to sa 585.2 TWs godišnje. [5]

## 2.2. Energija vjetra

Vjetar se možemo opisati kao strujanje zračnih masa koje nastaje uslijed razlike tlakova.
Kroz povijesti se energija vjetra koristila na vjetrenjačama. Prve tzv. vjetrenjače su se koristile još u starome Egiptu također i u Perziji, te Kini. U Europi su se koristile u 19.st i to za mljevenje pšenice u brašno ili kao vodene crpke.
U današnje doba energiju vjetra koristimo putem vjetroelektrane. Uglavnom je to više vjetroagregata spojeni na jednu mrežu. Osnovni princip rada je da vjetar vrti lopatice koje su spojene preko osovine na turbinu, a zatim turbina na generator. Osnovni nedostatak vjetroelektrana je lokacija, jer nema puno mjesta koja su pogodna za gradnju. Također proizvedena energija ovisi o brzini i količini vjetra. Neke vjetroelektrane imaju ugrađene senzore koji okreću kućište prema smjeru vjetra. [6], [7]

Podjela vjetroagregata s obzirom na izvedbu osovine: [8]

- vjetroagregat s horizontalnom osovinom
- vjetroagregat s vertikalnom osovinom.

## 2.3. Biomasa

Biomasu kao gorivo nastaje preradom sirovina iz životinjskog ili biljnog podrijetla. Koristi se kao gorivo (za grijanje) ili se može koristiti prerađeno kao biogorivo i bioplin. Dakle za biomasu se koristi piljevina, izmet, ostaci masti… Biomasa se može pronaći svugdje pa je to jedna od većih prednosti, a uz to ne šteti okolišu jer izgaranjem biomase ne ispušta se velika količina ugljičnog

dioksida u zrak kao što je to slučaj kod fosilnih goriva. Naravno šteta okolišu može biti stvorena prevelikom sječom drva. [9]

Podjela biomase:

- Drvnu biomasu
- Životinjski otpad
- Biomasa iz otpada
- Poljoprivredni ostaci

Za grijanje na biomasu najviše se koriste peleti[1], koji se dobivaju mljevenjem drveta, a koriste se i kao biogorivo, koje nije štetno za atmosferu kao što su fosilna goriva. Gorivo se naziva bioetanol koji je zamjena za benzin i biodizel koji je zamjena dizelu. Najčešće se dobije iz kukuruza, suncokreta i sl.

Glavni nedostatak biogoriva je njegova prerada koja je za sada jako skupa, ali zbog velikog potencija u budućnosti možda neće imati takvu cijenu.

Uz biogoriva se proizvodi i bioplin koji preradom iz biomase ima karakteristike skoro iste kao i prirodan plin, a također se koristi za grijanje, za razna vozila, za dobivanje el. energije… Dakle biomasa je jedna od mogućih zamjena za fosilna goriva u budućnosti. [10]

## 2.4. Geotermalna energija

Geotermalna energija podrazumijeva energiju koja je uskladištena u zemlji. Sama riječ dolazi iz grčke i označava *geo* zemlju, a *thereme* toplinu. Što je veća dubina zemlje, veća je temperatura, pa je tako na 100 km temperatura 1200°C.

Glavni izvor geotermalne energije je tzv. „Geotermalno ležište“ što je u principu vruća voda u zemlji.

Geotermalna ležišta se mogu podijeliti na:.

- Ležište vruće vode
- Ležište suhe vodene pare

[1] Peleti su biogorivo koje se koristi za dobivanje toplinske energije.

- Vruće i suhe stijene
- Ležište pod tlakom [11]

Koristi se za proizvodnju el. energije i to tako da para pokreće turbinu koja vrti generator te on proizvodi el. energiju. Ne šteti okolišu jer para sama po sebi nije štetna kao što je to slučaj kod termoelektrana koje ispuštaju u zrak ugljikov dioksid. Kao što slučaj i sa ostalim obnovljivim izvorima i tu je najveći problem lokacija jer nema puno takvih geotermalnih izvora.

U Hrvatskoj se prošle godine otvorila prva takva geotermalna elektrana i to u Bjelovaru, a u realizaciji projekta je i Geotermalna elektrana u Draškovcu.

## 2.5. Energija plime i oseke

Energija plime i oseke se može koristiti kada se događaju mjesečeve mijene koje stvaraju plimu ili oseku na moru. Ovakva vrsta pretvorbe ima svoje mane, a to je lokacija. Potrebno je pronaći mjesto gdje je razlika između plime i oseke vrlo velika, pa ima potencijala biti iskorištena na tim mjestima. Također može biti pouzdanija pretvorba jer su mjesečeve mijene predvidljive od npr. brzine i smjera vjetra. Iako takve elektrane nisu isplative uz tehnološki napredak moguće je da se više koriste u skoroj budućnosti. [12]

## 2.6. Energija valova

Valovi se stvaraju zbog vjetra, visina valova ovisi o brzini vjetra, plimi i oseci, te morskim strujama. Također i ovdje je najveći problem lokacija. Uz postoji opasnost oštećenja od oluja i prejakih valova, slanih voda. Jedna od uspješnijih takvih elektrana nalazi se u Škotskoj snage 500kW.

Postoje dvije vrste takvih elektrana, a to su:

- Elektrane na obali
- Plutajuće sisteme.

Neke prednosti elektrana na obali su laka pristupačnost samome objektu, a time i lakše održavanje, naravno i lakša izgradnja jer se gradi sa obale. Kod plutajućih sistema je pak prednost da pokriva veću površinu kroz koju protječu valovi. Obzirom da nije lako dostupna za održavanje, potrebno je veće financiranje. Potencijal u svijetu se procjenjuje na 2-3 milijuna MW. [13]

## 2.7. Solarna energija

Uz hidro i vjetro energiju, uz solarnu energiju je povezano on najviše investicija primjene solarne energije. Nedostatak je što sunce ne sija cijeli dan, a ovisi i o izboru lokacije. Zavisno o toplinskom pojasu varira broj sunčanih sati. Sunčeva energija se može koristit u elektranama kao na slici 2.7. ali i u kućanstvu. Može se grijati stambeni prostori  i topla voda pomoću solarnih toplo-vodnih sustava, a proizvoditi električna energija pomoću fotonaponskih sustava. [14]



Slika 2.7. Solarna elektrana

# 3. Sufinanciranje energetske obnove obiteljskih kuća od strane države

Svake godine Republika Hrvatska točnije fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost, objavljuje javni natječaj na koji se mogu javiti svi državljani RH koji zadovoljavaju uvjete:

- Treba imati više od 50% bruto podne površine namijenjeno za stanovanje
- Te treba zadovoljiti jedan od dva ponuđena uvjeta: ima najviše tri stambene jedinice ili ima građevinsku bruto površinu manju ili jednaku 600 $m^2$

Sufinanciranje energetske obnove obiteljskih kuća se provodi prema tablici (Tablica 3.) gdje je vidljivo da je max. sufinanciranje do 60% bespovratnih sredstva. Prijave se zapremljuju elektronski i to preko e-građana, a uputstva se mogu pronaći na stranici fonda. Za projekat će nam biti potrebno sufinanciranje troškova fotonaponskih sustava. [15]

Tablica 3. Sufinanciranje energetske obnove obiteljskih kuća

| Aktivnost energetske obnove | Maksimalno dozvoljena jedinična cijena [kn/m$^2$] | | Maksimalni iznos opravdanog troška [kn] | Stopa sufinanciranja [%] | Maksimalni iznos sufinanciranja po javnom pozivu [kn] |
|---|---|---|---|---|---|
| **Toplinska izolacija vanjske ovojnice** | Vanjski zid | 350,00 | 100.000,00 | 60% | 60.000,00 |
| | Ravni krov | 500,00 | | | |
| | Izolacija stropa prema negrijanom tavanu | 140,00 | | | |
| | Kosi krov | 500,00 | | | |
| | Pod | 500,00 | | | |
| **Zamjena vanjske stolarije** | 2.500,00 | | 100.000,00 | 60% | 60.000,00 |
| **Sunčani toplinski sustavi** | / | | 36.250,00 | 60% (u kombinaciji s barem jednom mjerom na vanjskoj ovojnici) | 21.750,00 |
| **Kotlovi na sječku/pelete** | / | | 36.250,00 | | 21.750,00 |
| **Dizalice topline** | / | | 48.750,00 | | 29.250,00 |
| **Fotonaponski sustavi** | / | | 91.250,00 | | 54.750,00 |

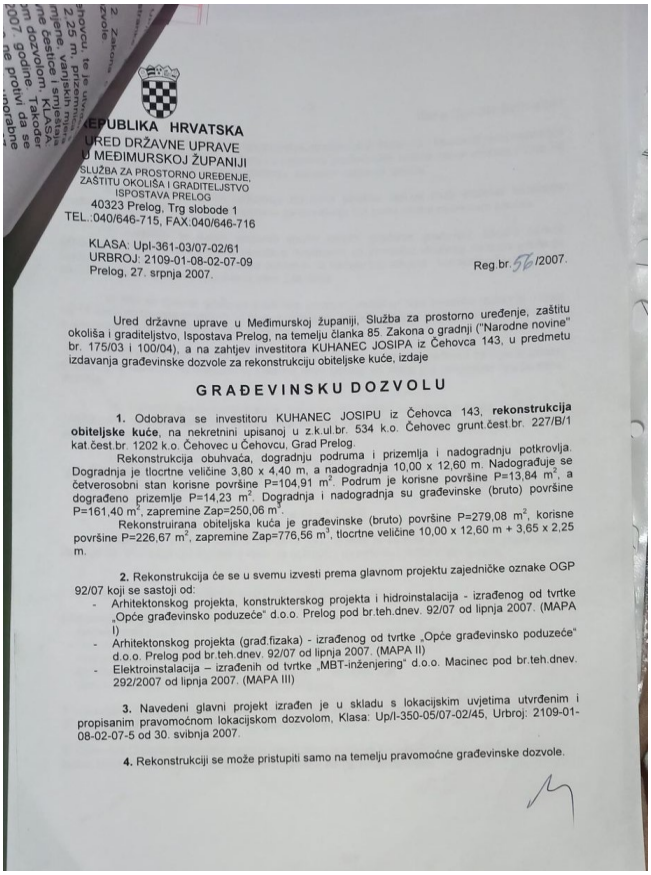
# 4. Dozvole za projektiranje ugradnje solarnih panela

Kako bi se moglo početi sa izgradnjom solarnih panela potrebno je prijaviti se na natječaj i započeti realizaciju projekta. Za prijavu su potrebe dozvole, kao i energetski certifikat koje ćemo dobiti ako zadovoljavamo uvjete.

Sljedeće je potrebno potvrditi svoj identitet preko broja osobne iskaznice, odnosno davanjem svojega osobnog identifikacijskog broja (OIB). Također je potreba ponuda izvođača radova.

## 4.1. Građevinska dozvola

Građevinska dozvola je neophodna za nadogradnju na postojeći objekt ili rekonstrukciju. Izdaje ju upravni odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša. U njoj se opisuje planirani zahvat, u ovom slučaju ugradnja solarnih panela na krov kuće. Za dobivanje građevinske dozvole potrebno je zadovoljiti nekoliko uvjeta, odnosno ishoditi još neke dozvole, npr. lokacijska dozvola, dokaz prava gradnje. Izgled građevinske dozvole prikazuje slika 4.1.



REPUBLIKA HRVATSKA
UREDA DRŽAVNE UPRAVE
U MEĐIMURSKOJ ŽUPANIJI
SLUŽBA ZA PROSTORNO UREĐENJE, ZAŠTITU OKOLIŠA I GRADITELJSTVO
ISPOSTAVA PRELOG
40323 Prelog, Trg slobode 1
TEL.:040/646-715, FAX:040/646-716

KLASA: Upl-361-03/07-02/61
URBROJ: 2109-01-08-02-07-09
Prelog, 27. srpnja 2007.

Reg.br. 56 /2007.

Ured državne uprave u Međimurskoj županiji, Služba za prostorno uređenje, zaštitu okoliša i graditeljstvo, Ispostava Prelog, na temelju članka 85. Zakona o gradnji ("Narodne novine" br. 175/03 i 100/04), a na zahtjev investitora KUHANEC JOSIPA iz Čehovca 143, u predmetu izdavanja građevinske dozvole za rekonstrukciju obiteljske kuće, izdaje

**GRAĐEVINSKU DOZVOLU**

**1.** Odobrava se investitoru KUHANEC JOSIPU iz Čehovca 143, **rekonstrukcija obiteljske kuće**, na nekretnini upisanoj u z.k.ul.br. 534 k.o. Čehovec grunt.čest.br. 227/B/1 kat.čest.br. 1202 k.o. Čehovec u Čehovcu, Grad Prelog.

Rekonstrukcija obuhvaća, dogradnju podruma i prizemlja i nadogradnju potkrovlja. Dogradnja je tlocrtne veličine 3,80 x 4,40 m, a nadogradnja 10,00 x 12,60 m. Nadograđuje se četverosobni stan korisne površine P=104,91 $m^2$. Podrum je korisne površine P=13,84 $m^2$, a dograđeno prizemlje P=14,23 $m^2$. Dogradnja i nadogradnja su građevinske (bruto) površine P=161,40 $m^2$, zapremine Zap=250,06 $m^3$.

Rekonstruirana obiteljska kuća je građevinske (bruto) površine P=279,08 $m^2$, korisne površine P=226,67 $m^2$, zapremine Zap=776,56 $m^3$, tlocrtne veličine 10,00 x 12,60 m + 3,65 x 2,25 m.

**2.** Rekonstrukcija će se u svemu izvesti prema glavnom projektu zajedničke oznake OGP 92/07 koji se sastoji od:

- Arhitektonskog projekta, konstrukterskog projekta i hidroinstalacija - izrađenog od tvrtke „Opće građevinsko poduzeće" d.o.o. Prelog pod br.teh.dnev. 92/07 od lipnja 2007. (MAPA I)
- Arhitektonskog projekta (građ.fizaka) - izrađenog od tvrtke „Opće građevinsko poduzeće" d.o.o. Prelog pod br.teh.dnev. 92/07 od lipnja 2007. (MAPA II)
- Elektroinstalacija – izrađenih od tvrtke „MBT-inženjering" d.o.o. Macinec pod br.teh.dnev. 292/2007 od lipnja 2007. (MAPA III)

**3.** Navedeni glavni projekt izrađen je u skladu s lokacijskim uvjetima utvrđenim i propisanim pravomoćnom lokacijskom dozvolom, Klasa: Up/I-350-05/07-02/45, Urbroj: 2109-01-08-02-07-5 od 30. svibnja 2007.

**4.** Rekonstrukciji se može pristupiti samo na temelju pravomoćne građevinske dozvole.

Slika 4.1. Građevinska dozvola

## 4.2. Dokaz vlasništva

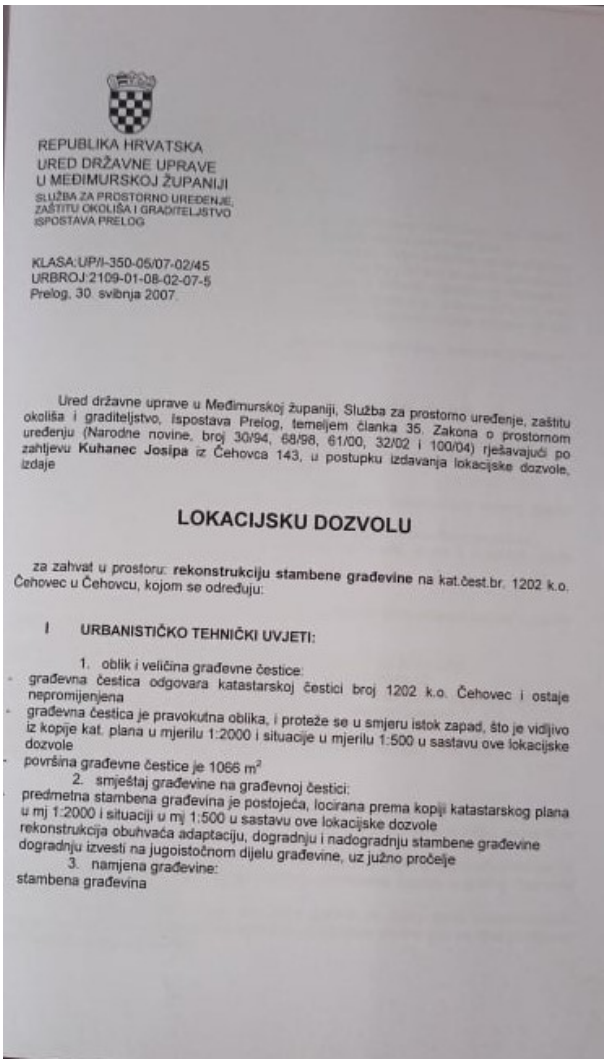
Za dokazivanje vlasništva potrebno je dostaviti izvadak iz zemljišne knjige u koji je kao vlasnik nekretnine upisana osoba koja traži obnovu

## 4.3. Izvješće o energetskom pregledu i energetski certifikat

Ovo izvješće može izraditi samo ovlaštena osoba koja će pogledati kuću te na temelju procjene izdati energetski certifikat.

## 4.4. Lokacijska dozvola

Iz lokacijske dozvole su vidljivi podaci o obliku i veličini čestice, gdje je smještena sama kuća, kao i veličina i površina građevine. Slika 4.4. pokazuje izgled lokacijske dozvole.



REPUBLIKA HRVATSKA
UREDDRŽAVNE UPRAVE
U MEĐIMURSKOJ ŽUPANIJI
SLUŽBA ZA PROSTORNO UREĐENJE, ZAŠTITU OKOLIŠA I GRADITELJSTVO
ISPOSTAVA PRELOG

KLASA:UP/I-350-05/07-02/45
URBROJ:2109-01-08-02-07-5
Prelog, 30. svibnja 2007.

Ured državne uprave u Međimurskoj županiji, Služba za prostorno uređenje, zaštitu okoliša i graditeljstvo, ispostava Prelog, temeljem članka 35. Zakona o prostornom uređenju (Narodne novine, broj 30/94, 68/98, 61/00, 32/02 i 100/04) rješavajući po zahtjevu **Kuhanec Josipa** iz Čehovca 143, u postupku izdavanja lokacijske dozvole, izdaje

**LOKACIJSKU DOZVOLU**

za zahvat u prostoru: **rekonstrukciju stambene građevine** na kat.čest.br. 1202 k.o. Čehovec u Čehovcu, kojom se određuju:

I URBANISTIČKO TEHNIČKI UVJETI:

1. oblik i veličina građevne čestice:
- građevna čestica odgovara katastarskoj čestici broj 1202 k.o. Čehovec i ostaje nepromijenjena
- građevna čestica je pravokutna oblika, i proteže se u smjeru istok zapad, što je vidljivo iz kopije kat. plana u mjerilu 1:2000 i situacije u mjerilu 1:500 u sastavu ove lokacijske dozvole
- površina građevne čestice je 1066 $m^2$

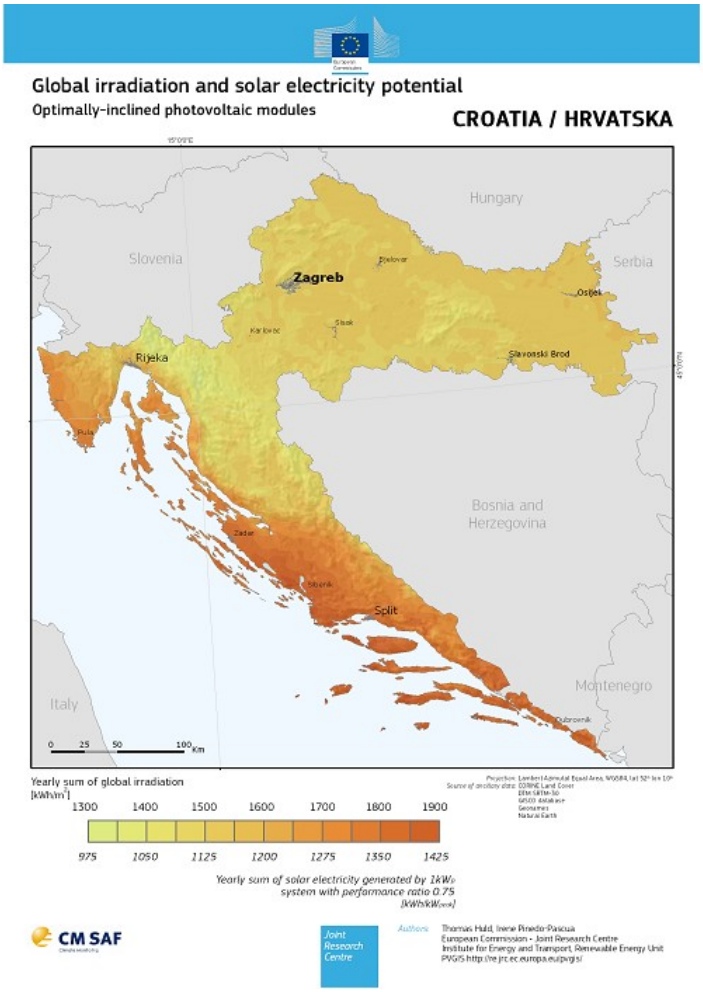
2. smještaj građevine na građevnoj čestici:
predmetna stambena građevina je postojeća, locirana prema kopiji katastarskog plana u mj 1:2000 i situaciji u mj 1:500 u sastavu ove lokacijske dozvole
rekonstrukcija obuhvaća adaptaciju, dogradnju i nadogradnju stambene građevine dogradnju izvesti na jugoistočnom dijelu građevine, uz južno pročelje

3. namjena građevine:
stambena građevina

Slika 4.4. Lokacijska dozvola

# 5. Lokacija

Obiteljska kuća koja je namjena za ovaj projekat nalazi se na sjeverozapadu hrvatske. Iako to nije najsunčaniji dio Hrvatske upravo na ovim prostorima se dosta često koristi solarna energija. Na slici 6 vidi se koje područje će ima najveći potencijal za iskorištavanje solarne energije. Odnosno da zapravo Dalmacija i Istra imaju najveći potencijal. Unatoč velikom potencijalu za proizvodnju električne energije pomoću solarnih elektrana Hrvatska je iskoristila manje od 1 posto. Iako planirana lokacija nije idealna, očekuje se dovoljno dobra iskoristivost [16]




Slika 5. Sunčevo zračenje u Hrvatskoj

## 5.1. Lokacija solarnih panela na krovu kuće

Uz kalkulator koji nam omogućuje tvrtka „E.ON“ na svojim internet stranicama moguće je izračunati solarni potencijal svoje kuće, te površinu krova koju će zauzimati fotonaposnki moduli. Fotonaposki moduli će biti postavljeni na južnoj strani krova, što je i logično jer se sunce kroz cijeli dan nalazi na toj strani. [17]

U tablici 5.1. prikazana je jačina sunca po mjesecu, kao i srednja mjesečna temp. zraka. Površina krova koju takvi fotonaponski sustavi zauzimaju je 11.2 $m^2$, to znači da površina krova nije premala za izgradnju, jer ona iznos sa 60$m^2$ kao što je prikazano na slici 5.1.

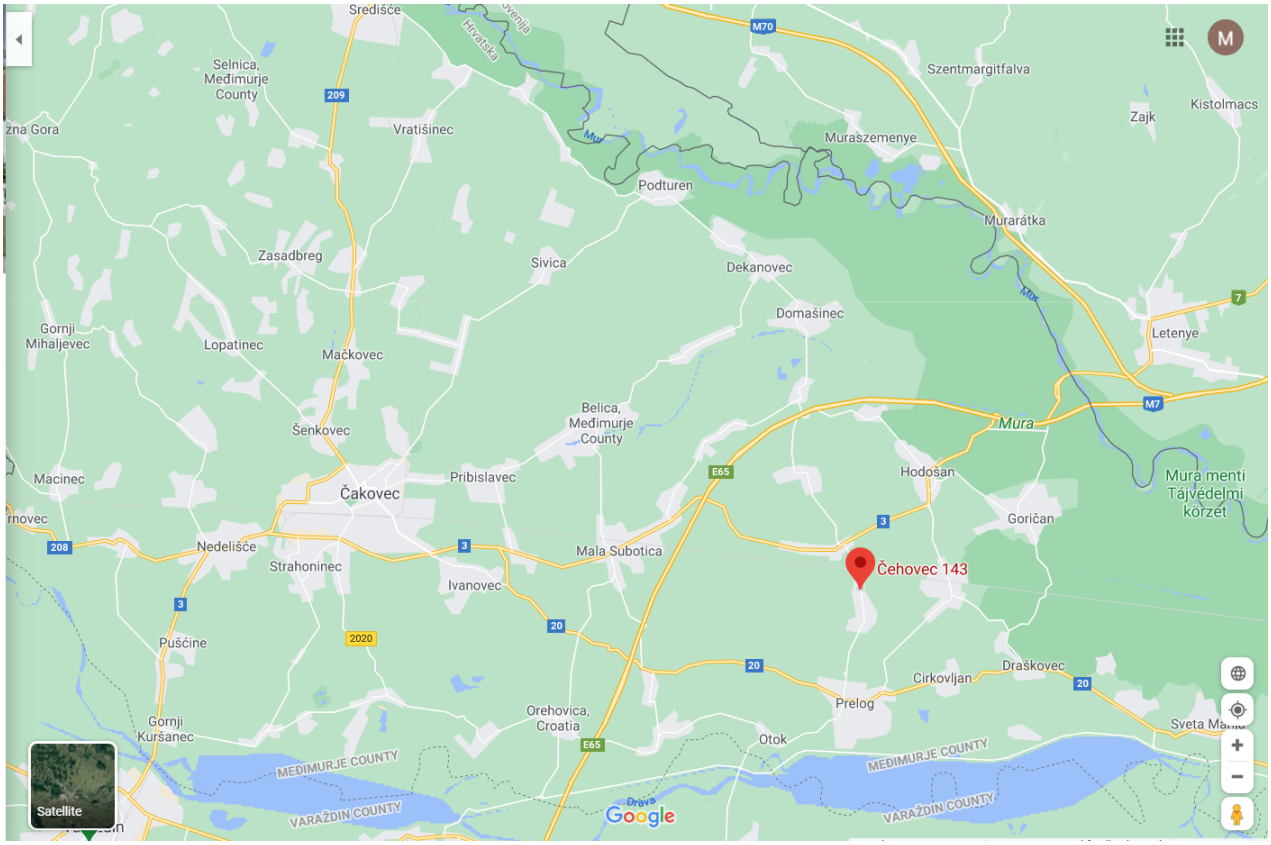
Još jedan faktor koji treba provjeriti pri projektiranju fotonaponskih sustavu je nosivost krova, odnosno hoće li krov izdržati masu fotonaponskih modula koja u ovom slučaju iznosi 147.5 kg. Naime, krov kuće nije klasičan crijep već lim, koji je 6 puta manje mase od crijepa, pa nosivost krova neće biti problem kod ovog projekta. Sama lokacija kuće je na Sjeverozapadu Hrvatske, u Međimurskoj županiji kao što je prikazano na slici 5.2.

Tablica 5.1. Sunčevo zračenje

| | Srednja mjesečna | | Globalno sunčevo zračenje ($MJ/m^2$) Orijentacija | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mjesec | Temp. zraka (°C) | Vlažnost zraka (%) | Horizontalno | Nagib | S | I | Z | J |
| Siječanj | -1,3 | 0,86 | 123 | 90 | 51 | 59 | 187 | 94 |
| Veljača | 1,3 | 0,84 | 1887 | 90 | 72 | 141 | 242 | 141 |
| Ožujak | 5,3 | 0,8 | 341 | 90 | 124 | 244 | 319 | 244 |
| Travannj | 10,3 | 0,77 | 464 | 90 | 163 | 315 | 308 | 315 |
| Svibanj | 15,2 | 0,76 | 578 | 90 | 205 | 376 | 305 | 376 |
| Lipanj | 18,5 | 0,77 | 613 | 90 | 213 | 393 | 293 | 393 |
| Srpanj | 20,1 | 0,75 | 637 | 90 | 213 | 413 | 315 | 413 |
| Kolovoz | 19,2 | 0,78 | 551 | 90 | 185 | 371 | 331 | 371 |
| Rujan | 15,4 | 0,82 | 419 | 90 | 134 | 300 | 357 | 300 |
| Listopad | 10 | 0,85 | 266 | 90 | 94 | 200 | 324 | 200 |
| Studeni | 4,8 | 0,87 | 134 | 90 | 56 | 102 | 194 | 102 |
| Prosinac | 0,4 | 0,88 | 95 | 90 | 42 | 71 | 145 | 71 |



Slika 5.1. Krov kuće




Slika 5.2. Lokacija kuće u Republici Hrvatskoj

# 6. Vrste solarnih sustava

Podjela fotonaposkog sustava se bazira na njihovoj primjeni te mogućnostima izvedbe.

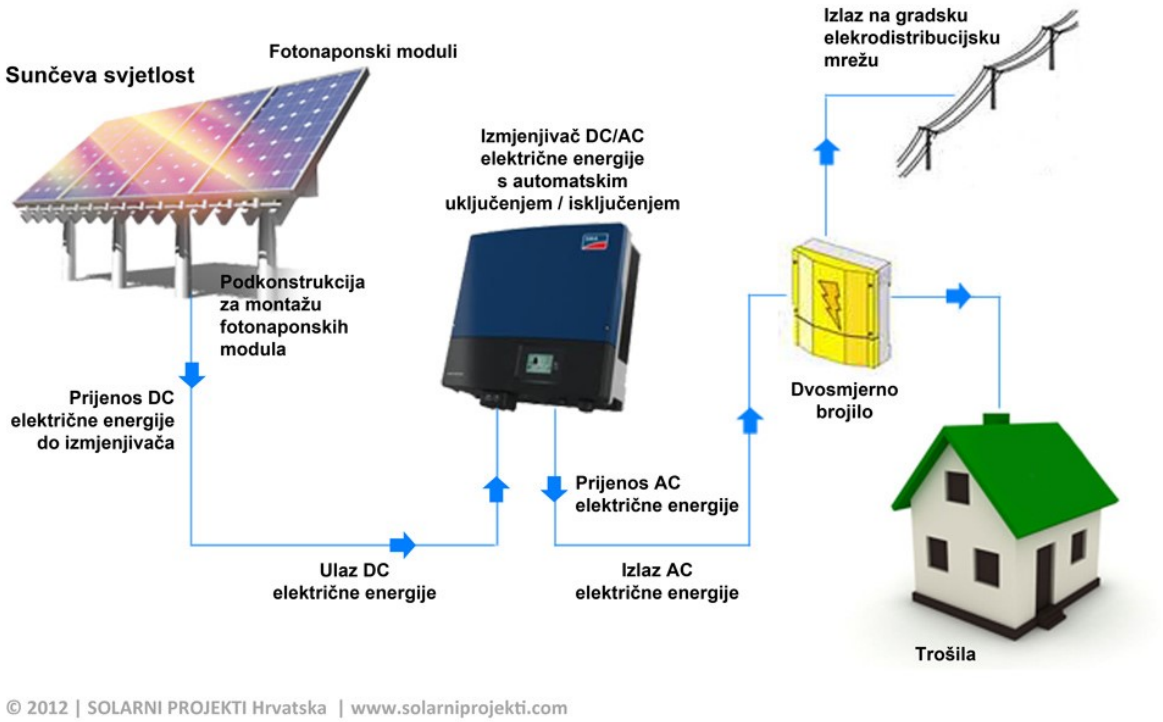
Opća podjela solarnih sustava:

- Mrežne fotonaponske sustave
- Otočne fotonaposnke sustave

Najveća razlika između ovakva dva načina izvedbe je u njihovoj povezanosti sa distributivnoj mreži.

## 6.1. Mrežni fotonaponski sustav

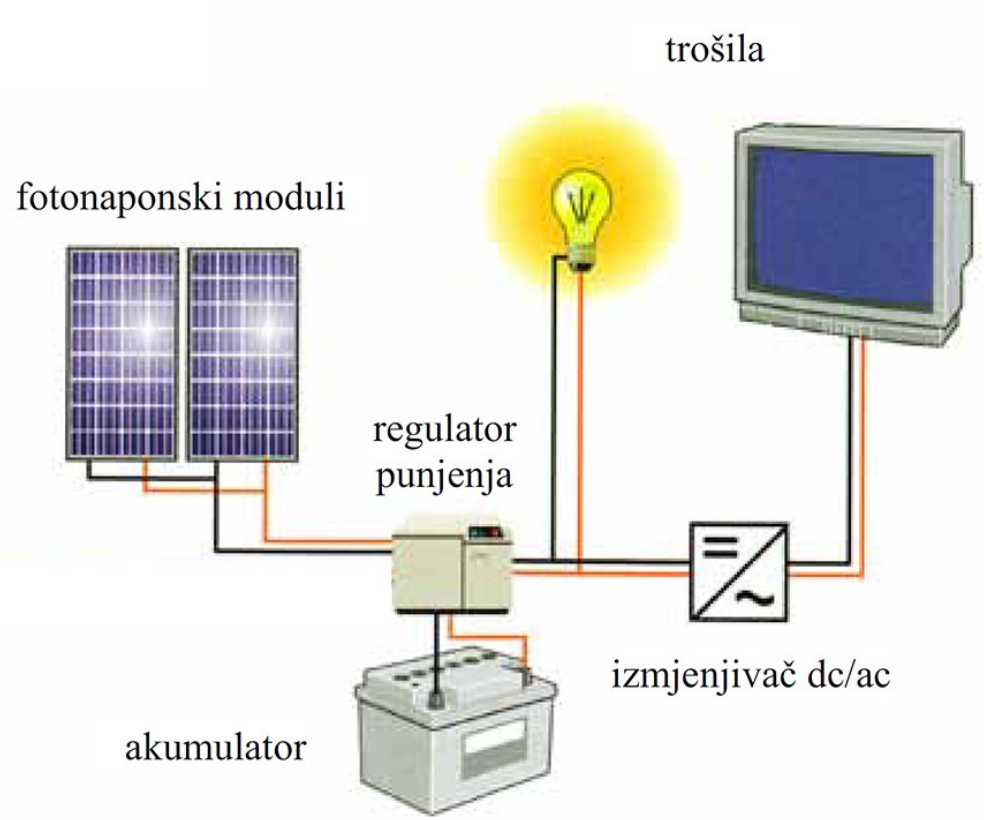
Još se naziva i „ongrid“ sustav koji je direktno povezan sa elektrodistributivnom mrežom kao što je prikazano na slici 6.1. Za mrežni sustav nije potreban akumulator koji bi spremio višak proizvedene električne energije, već se ta energija daje u mrežu, a ako bi bilo manjka energije onda se uzima iz iste. [18]




Slika 6.1. Mrežni fotonaposnki sustav

## 6.2. Otočni fotonaponski sustavi

Ovakav tip sustava se još naziva i „offgrid“ sustav. Projektiraju se tamo gdje nije dostupna elektrodistributivna mreža. Obično su to vikendice ili otoci i mjesta gdje el. energija nije stalna ili nedostupna. Dakle neovisan je o elektrodistributivnoj mreži pa ju zato trebamo koristiti kako se proizvodi, a ono što ne možemo iskoristit trenutačno spremiti u akumulatore da bi se moglo koristi kasnije. Uz akumulatore, ovdje je potrebna i regulacija punjenja, koja onemogućava prepunjene ili potpuno pražnjenje akumulatora. Na slici 6.2. je prikazan blok dijagram „offgrid“ sustava.[19]




Slika 6.2. Otočni fotonaponski sustav

# 7. Proračun snage solarnih panela

Prije odabira uređaja za projektirani sustav potrebno je izračunati snagu koja će zadovoljiti napajanje kućanskih uređaja. Preko E.ON solarnog kalkulatora je izračunato da bi trebalo ugraditi elektranu od približno 1.3kW. U ovom slučaju godišnja potrošnja el. energije koju dobavlja HEP sa viskom i niskom tarifom iznosi 2764 kWh. Kad se podijeli sa brojem dana, to je 7.573 kW po danu. Sunce najjače sija u prosjeku 7 h kada se uzme u obzir oblačno vrijeme i broj sunčevih sati u zimi i ljetu. Računajući i gubitke na pretvaraču oko 20% i zbog vremenskih uvjeta, potrebna snaga je 1.298 kW. S obzirom da će se neki aparati u budućnosti možda češće koristiti ili će se ugraditi još neki novi uređaj ukupnu snagu modula se procjenjuje na 1,92 kW. [20]

## 7.1. Odabir fotonaponskih modula

Solarni modul ili solarni panel se sastoji od grupe članaka. Solarni članak tzv. fotonaponski članak je poluvodički uređaj koji pretvara solarnu energiju u električnu preko fotoelektričnog efekta[2]. [21]

Na odabir fotonaposnkih modula utječe više faktora. Dva najvažnija su cijena i iskoristivost. Najzastupljeniji fotonaponski moduli su polikristalni i monokristalani.

Monokristalni fotonaposki modul se može prepoznati po crnoj boji te po karakterističnom rombu koji se nalazi na uglovima ćelije . Ćelije su napravljene od čistog silikona, prednost im je velika iskoristivost, a glavni nedostatak cijena. Uz to i ima veću izdržljivost pa samim time i vijek trajanja. Polikristalni paneli imaju slabiju toleranciju na visoke temperature od monokristalnih. Slika 7.1. prikazuje izgled monokristalanog fotonaposnkog modula.

[2] Fotoelektrični efekt je fizikalna pojava kod koje djelovanjem elektromagnetnog zračenja dovoljno kratke valne duljine dolazi do izbijanja elektrona iz obasjanog materijala



Slika 7.1. Monokristlani fotonaponski modul

Polikristalni fotonaposnki modul se može prepoznati po plavim kockama. Ovakva vrsta modula se radi tako da se rastope dijelovi silicija i prelij u kalupe. Kao rezultat toga se dobije manja iskoristivost, ali zbog lakše proizvodnje samog modela i manja cijena. Izgled polikristalnog fotonaponskog modula može se vidjeti na slici 7.2.



Slika 7.2. Polikristalni fotonaponski modul

Za ovaj projekt odabira se monokristalni fotonaponski modul iako je cijena viša, ali zbog navedenih prednosti je i isplativije. Dakle, koristit će se monokristalni fotonaponski moduli sa izlaznom snagom od 320 W.

Odabire se 6 takvih modula jer proračunom potrošnje više i niže godišnje tarife potrebna bi bila elektrana od 1.3 kW, a sa 6 modula od 320 W se dobiva željena snaga 1.92 kW.

Karakteristike odabranih modula Maysun Monokristalni solarni panel su:

Dimenzije: 164 x 99.2 x 3.5 cm

Nominalna snaga: 320 Wp

Odstupanje izlazne snage: 0/+5 Wp

Nominalni napon: 34.19 V

Nominalna jakost struje: 9.36 A

Napon otvorenog kruga: 40.5 V

Struja kratkog spoja: 9.97 A

Učinkovitost modula: 19.7%

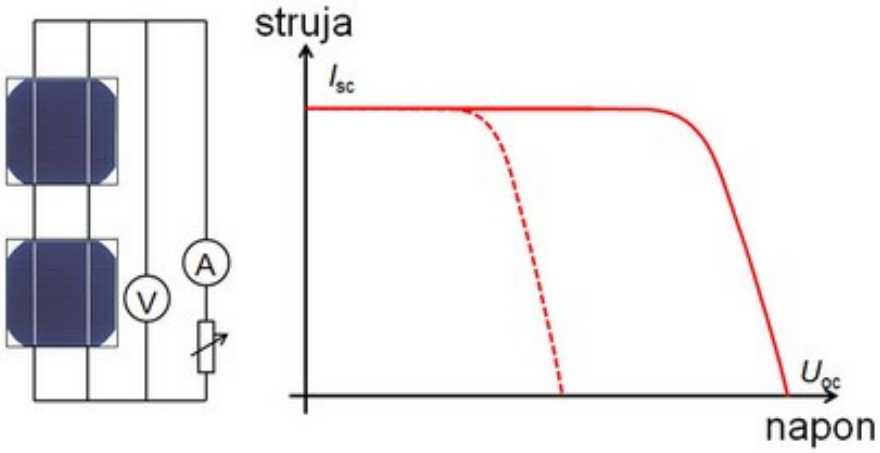
Na ovaj modul vrijedi i jamstveni rok od 12 godina, a pravilnim održavanjem se može i produljiti vijek trajanja modula. [22]

## 7.2. Spajanje fotonaponskih modula

Nakon odabira modula, potrebno je odrediti i način spajanja samih modula. Postoje dvije vrste spajanja, serijski i paralelno. Iako je najveća iskorištenost snage kombinacija serijskog i paralelnog spajanja za ovakvu malu elektranu to nema toliko utjecaja.

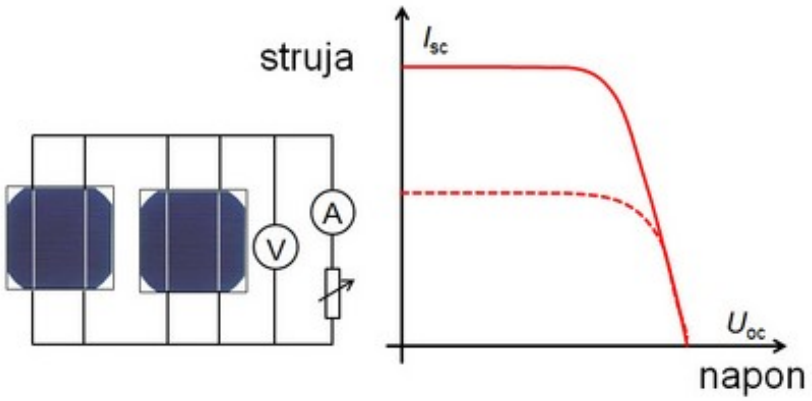
Kod serijskog spajanja modula rasti će napon stringa[3], dok se struja neće promijeniti kao što je prikazano na slici 7.3.

[3] String – više spojenih fotonaposnkih modula




Slika 7.3. serijsko spajanje fotonaposnkog modula

Kod paralelnog spajanja modula će biti veća struja, dok će napon ostati nepromijenjen. Slika 7.4. nam prikazuje paralelno spajanje fotonaposnkog sustava.[23]




Slika 7.4. Paralelno spajanje fotopnaponskog modula

Svi fotonaposnki moduli ovog sustava će biti spojeni u seriju. Postavljaju se  tako da budu 3 gore i 3 dole, jer je krov premalen za montažu svih modula u istoj visini.

## 7.3. Odabir izmjenjivača

Uređaji koji pretvaraju ulazne veličine u željene izlazne veličine struje i napona.

Izmjenjivači se dijele na:

- DC-DC
- DC-AC
- AC-DC
- AC-AC

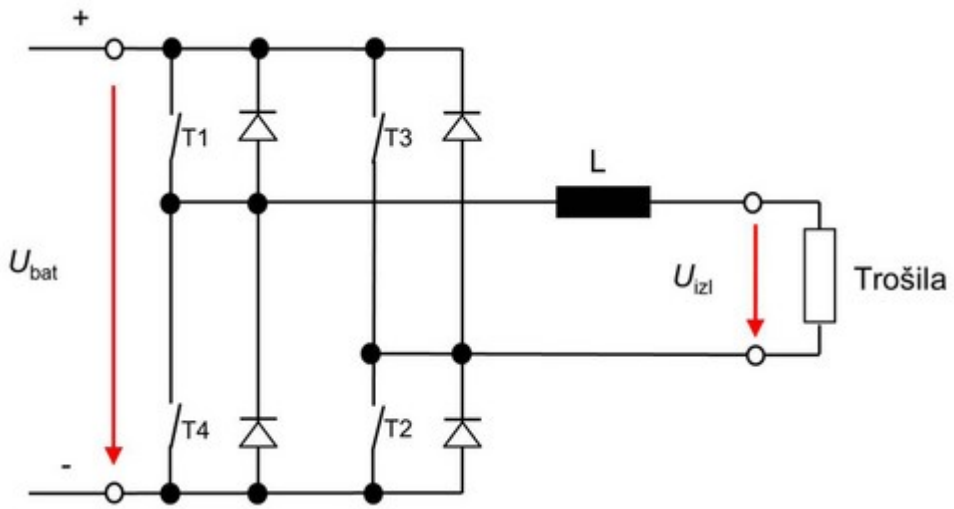
DC-DC izmjenjivači pretvaraju istosmjernu struju ulaznih karakteristika u istosmjernu struju željenih izlaznih karakteristika

DC-AC izmjenjivač pretvara istosmjernu el. energiju (12V, 24V, 48V) u izmjeničnu, sa naponom od 230V i frekvencije 50 Hz

AC-DC izmjenjivači poznatiji pod nazivom ispravljači su uređaji koji pretvaraju izmjeničnu struju u istosmjernu.

AC-AC izmjenjivači su uređaji koji pretvaraju izmjenični napon i struju ulaznih karakteristika u izmjenični napon i struju izlaznih karakteristika

Fotonaposnki sustav u ovom projektu će trebati DC-AC izmjenjivač, jer solarni moduli proizvode istosmjernu struju, a kućanski uređaji koriste izmjeničnu struju.. Slika 7.5. prikazuje strukturu DC-AC izmjenjivača. [24]




Slika 7.5. Struktura DC-AC izmjenjivača

Kod odabira izmjenjivača treba obratiti pažnju na ulazne veličine, odnosno odabrati takav izmjenjivač koji će zadovoljiti izlazne veličine iz solarnih modula. Također može se birati između PWM i MPPT regulator punjenja. Razlika između ta dva načina reguliranja je u njihovoj iskoristivosti. MPPT su skuplji od PWM ali im je iskoristivost i do 30% veća. Stoga je odabran za Deye monofazni mrežni inverter od 3 kW koji koristi MPPT regulator punjenja, sa ugrađenom prenaponsku zaštitu koji nema ugrađeni transformator, sa životnim vijekom od 25. godina i jamstvenim rokom od 5 godina. Uz ovakav inverter nije potreban poseban kontroler sustava jer to inverter ima već ugrađeno. Slika 7.6. prikazuje izgled invertera.

Karakteristike izmjenjivača su:

Ulazne karakteristike:

Izvor energije: Fotonaponski inverter za spajanje na elektroenergetsku mrežu

Max. DC snaga: 3.3 kW

Max DX ulazni napon: 600 V

Startni ulazni napon: 120 V

MPPT radni raspon: 100-550 V

Max. DC ulazna jakost struje: 10A

Izlazne specifikacije:

Nominalna izlazna snaga: 3 kW

Max. radna snaga: 3.3 kW

AC mrežni napon: 220 V

AC mrežna frekvencija: 50/60 Hz

AC izlazna jakost struje: 13.6 A

Max. učinkovitost 97.5% [25]




Slika 7.6. Deye monofazni mrežni inverter od 3 kW

## 7.4. Ostala oprema

### 7.4.1. Kablovi

Za elektranu osim modula, te izmjenjivača su potrebni i kabeli za spajanje fotonaponskih modula sa inverterom te sa vanjskim ormarom.

Za spajanje modula sa inverterom koristit će se dva jednožilna kabela, jedan crvene boje koji označava + pol i jedan crne boje koji označava – pol. Potrebno će biti 20 m kabela presjeka 6 $mm^2$.

Osim jednožilnog kabela bit će potreban i višežilni kabel koji se spaja na izlazu iz invertera te na vanjski ormar. Za ovaj projekat trebat ćemo 30 m kabela presjeka 4 $mm^2$.

### 7.4.2. Montažne šine

Koriste za pričvršćivanje module za krov. Postoji puno različitih opcija, a cijene se uglavnom puno ne razlikuju, pa su tako odabrane šine tvrtke „HOP“.

### 7.4.3. Digitalni brojač

Ugrađuje ga HEP u vanjski ormar koji se nalazi na kući. On služi da se može vidjeti koliko se kWh prodaje HEP-u, odnosno koliko se kupuje od njega. Također na taj način HEP lakše može pratiti i očitavati proizvodnju/potrošnju bez da mora poslati nekoga na očitavanje.

# 8. Održavanje solarnih panela

Održavanje fotonaponskih modula je jedan od bitnijih uvjeta za efikasnost sustava, naime ako se pravilno ne održavaju i u određenim vremenskim rokovima, (koji su u pravilu jednom godišnje zbog krutih čestica, kao i prašine) može doći do smanjenja proizvodnje el. energije modula do 20%. Iako vremenske pojave kao što su kiša i snijeg pomažu kod čišćenja, to nije dovoljno. Postoje različite usluge i proizvodi koji pomažu kod samog čišćenja modula. Jedna od mogućnosti je unajmiti profesionalnu pomoć koja svojim uređajima može na siguran i brz način očistit sve module. Ako korisnik želi to učiniti sam mora se dobro pripremiti, uz pravilnu zaštitu na radu jer se ipak radi o radu na visini. Za takvo čišćenje je potrebno sigurnosno uže, kao i zaštitna kaciga i rukavice. Kao sredstvo za čišćenje modula može se koristit proizvod „Shny solar“ od proizvođača „Ray tech“, koji garantira da neće oštetiti panele. Nadalje jednom godišnje bi trebalo i provjeriti vijke koji drže panele za krov jer ako se otpuste postoji mogućnost pada modula. Dobro bi bilo provjeriti kablove. [26]

Naravno ukoliko se nalazimo na području gdje se više prljavštine nakuplja na panele potrebno ih je održavati više puta godišnje. Postoji šansa da zbog leda i tuče pukne solarni panel, ali se to rijetko događa jer su paneli jako čvrsti. Ako pak dođe do puknuća solarnog panela potrebna je zamjena, jer su fotonaponski članci povezani serijski.

# 9. Potrošnja električne energije

Potrošnja el. energije znatno ovisi o godišnjim dobima u kojoj se nalazimo. Ljeti su dani duži te se manje el. energije troši na rasvjetu. Ako korisnici više vremena provode vani i nemaju ugrađene klima uređaje, potrošnja je također manja. Također ako kućanstvu koriste i monofazni motori za bavljenje poljoprivredom i to se ljeti najviše koriste za raznorazne gospodarske poslove. U zimi su korisnici više kod kuće, u ovom primjeru troše više el. energije, uz to je i manje sunčanih sati. Prosječna mjesečna potrošnja u ovom primjeru je 227.2 kWh, planirana elektrana će na mjesec proizvoditi prosječno 403.2 kWh, naravno, taj će broj varirati iz mjeseca u mjesec. Stoga je dobro da je projektirana tzv. „ongrid“ elektrana koja će višak energije vraćati HEP-u koji će razliku isplatit već po dogovorenoj cijeni.

# 10. Isplativost projekta

Ovakva vrsta proizvodnje el. energije se ne isplati momentalno, već će se isplativost vidjeti nakon nekoliko godina. U ovom slučaju to će biti za 5 godina kao što se vidi u tablici 11. Naravno, uz subvenciju države odnosno ako Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost odobri sufinanciranje od 60% na ukupan iznos projekta isplativost samog projekta smanjuje se na samo 2 i pol godine. Uz to višak energije će se prodavati HEP-u, a uglavnom neće trebati kupovati el. energiju iz HEP-a jer je snaga elektrane više nego dovoljna za potrošnju ovog kućanstva. Troškovi za izgradnju elektrane su prikazani na tablici 10.

Tablica 10. Troškovi projekta

| IME ARTIKLA | KOLIČINA | CIJENA (Kn) | IZNOS (Kn) |
|---|---|---|---|
| Maysun Monokristlani solarni panel | 6 | 789 | 4736 |
| Deye monofazni mrežni inverter 3 kW | 1 | 3.299 | 3299 |
| Nosač HOP Rail | 3 | 248 | 744 |
| Nosači HOP srednji | 8 | 11.60 | 92.8 |
| Nosači HOP rubni | 4 | 10.20 | 40.8 |
| Kabel 6 $mm^2$ 1m | 30 | 6.58 | 197.4 |
| Zaštitni ormar | 1 | 1589 | 1589 |
| Montaža, ispitivanje | 1 | 3500 | 3500 |
| | | | 14199 |

Tablica 11. Isplativost projekta

| Mjeseci | Plaćanje HEP-u (Kn) | Sa sufinanciranjem od 60% (Kn) | Bez sufinanciranja od 60% (Kn) |
|---|---|---|---|
| Siječanj | 241,54 | 709,95 | 1183,25 |
| Veljača | 241,54 | 709,95 | 1183,25 |
| Ožujak | 241,54 | 709,95 | 1183,25 |
| Travanj | 241,54 | 709,95 | 1183,25 |
| Svibanj | 217,80 | 709,95 | 1183,25 |
| Lipanj | 211,35 | 709,95 | 1183,25 |
| Srpanj | 234,36 | 709,95 | 1183,25 |
| Kolovoz | 234,36 | 709,95 | 1183,25 |
| Rujan | 234,36 | 709,95 | 1183,25 |
| Listopad | 234,36 | 709,95 | 1183,25 |
| Studeni | 104,69 | 709,95 | 1183,25 |
| Prosinac | 241,54 | 709,95 | 1183,25 |
| Ukupno (Kn) | 2695,54 | 8519,4 | 14199 |

# 11. Zaključak

Ovakva vrsta investicije se uvelike isplati i bez sufinanciranja države. Ali obzirom da država svake godine sufinancira i potiče građane na korištenje energetske obnove kuće vrijedi ju pokušati iskoristiti da se investicija duplo brže isplati. A kako sunce neće nestati, uz pravilno održavanje može se koristiti besplatnu energiju još puno godina. Iako za sada troškovi električne energije nisu skupi, uvijek postoji mogućnost rasta cijene električne energije. Može se očekivati da će u budućnosti puno građana RH, a i šire prepoznati ovakvu vrstu investicije i da će biti puno više ovakvih malih solarnih elektrana po krovovima kuća. Također ovaj projekat je tek prva stepenica u iskorištavanju obnovljivih izvora energije, u budućnosti se može iskoristiti solarna energija i za grijanje kuće i tople vode, jer i cijena plina nije mala i vjerojatno će cijena i rasti.

U Varaždinu, 19.10.2020.

Matija Kuhanec

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, **Matija Kuhanec** *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/~~diplomskog~~ (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom **Projektiranje ugradnje solarnih panela na obiteljskoj kući** *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
*(upisati ime i prezime)*
Matija Kuhanec
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, **Matija Kuhanec** *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/~~na~~ s javnom objavom završnog/~~diplomskog~~ (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom **Projektiranje ugradnje solarnih panela na obiteljskoj kući** *(upisati naslov)* čiji sam autor/~~ica~~.

Student/ica:
*(upisati ime i prezime)*
Matija Kuhanec
(vlastoručni potpis)

# Literatura

[1] I. Billegen, Konverzacija $CO_2$ u goriva – doprinos indetificiranju i smanjenju utjecaja emisija $CO_2$ iz industrijskih pogona, *Nafta i Plin*, Vol. 38. No. 153., 2018.

[2] Globalno zagrijavanje. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Pristupljeno 24.08.2020.
<https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=22331>

[3] M. Kennedy, Z. Stanić, ULOGA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U BUDUĆOJ OPSKRBI ELEKTRIČNOM ENERGIJOM, *Energija*, Vol. 55 No. 3, 2006.

[4] Internet, preuzeto 24.08.2020.

https://www.fzoeu.hr/hr/energetska_ucinkovitost/obnovljivi_izvori_energije/

[5] Internet, preuzeto 24.08.2020.

https://www.obnovljivi.com/energija-vode

[6] Internet, preuzeto 24.08.2020.

https://hr.wikipedia.org/wiki/Vjetroelektrana

[7] Internet, preuzeto 24.08.2020.

https://www.vjetroelektrane.com/energija-vjetra

[8] L. Havaš, J. Srpak, A. Šumiga, S. Skok, DEVELOPING AND TESTING WIND TURBINE MODLES AT UNIVERSITY NORTH, EDULERN20 *Proceedings, 12th International Conference on Education and New Learning Technologies*
*Spain, 6-7 July, 2020*

[9] Internet, preuzeto 24.08.2020.

https://regulator.hr/zanimljivosti/sto-je-biomasa-i-kako-se-koristi/

[10] D. Sinčić, Kemijsko - inženjerski aspekti proizvodnje biodizela. I. Biogoriva, svojstvo biodizela i osnove proizvodne tehnologije, *Kemija u industriji : Časopis kemičara i kemijskih inženjera Hrvatske,* Vol. 63 No. 1-2, 2014.

[11] Internet, preuzeto 24.08.2020.

https://www.obnovljivi.com/geotermalna-energija/67-iskoristavanje-geotermalne-energije-u-energetici?showall=1

[12] Internet, preuzeto 24.08.2020.

https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektrane_na_plimu_i_oseku

[13] Internet, preuzeto 24.08.2020.

https://sites.google.com/site/brankobalog/obnovljivi-izvori-energije-kao-buducnost-svjetskog-koristenja-energije/energija-valova

[14] D. Srpak, S. Stijančić, I. Šumiga, Izgradnja sunčane elektrane na studenskom restoranu u Varaždinu, *Tehnički glasnik,* Vol. 8 No. 4, 2014.

[15] Internet, preuzeto 24.08.2020.

https://www.fzoeu.hr/hr/energetska_ucinkovitost/enu_u_zgradarstvu/energetska_obnova_obiteljskih_kuca/

[16] Internet, preuzeto 24.08.2020.

http://www.solarne-elektrane.hr/izracunajte-solarni-potencijal-svog-krova-uz-rwe-solarni-kalkulator/

[17] Internet, preuzeto 24.08.2020.

http://www.solarne-elektrane.hr/kalkulator/

[18] Internet preuzeto 11.09.2020.

https://enerco-solar.hr/vrste-fotonaponskih-sustava/

[19] Internet preuzeto 11.09.2020.

https://www.solarno.hr/katalog/proizvod/OFF-GRID-S/off-grid-solarni-sustavi

[20] Internet, preuzeto 24.08.2020.

http://www.solarne-elektrane.hr/kalkulator/

[21] Internet preuzeto 11.09.2020.

https://hr.wikipedia.org/wiki/Solarni_članak

[22] Internet, preuzeto 24.08.2020.

https://hoora.hr/2018/12/18/monokristalni-ili-polikristalni-paneli/

[23] Internet, preuzeto 03.09.2020.

https://www.schrack.hr/know-how/alternativni-izvori/osnove-o-fn-celiji-i-modulu/

[24] Internet, preuzeto 30.08.2020.

https://www.schrack.hr/know-how/alternativni-izvori/elektromobilnost/autonomni-izmjenjivac/

[25] Internet, preuzeto 30.08.2020.

https://hoora.hr/product/deye-monofazni-mrezni-inverter-1-5-3-kw/

[26] Internet, preuzeto 30.08.2020.

http://www.bazgin.hr/images/slike/sadrzaj/shiny/odrzavanje_modula1.pdf

# Popis slika

Slika 2.7. Solarna elektrana Izvor: https://novac.jutarnji.hr/novi-svijet/zelite-postati-suvlasnik-solarne-elektrane-to-sada-mozete-vec-za-jedan-dolar/7874631/

Slika 4.1. Građevinska dozvola Izvor: Opće građevinski poduzeće d.o.o.; glavni projektant Goran Podrebarac, dipl.ing.arh.

Slika 4.4. Lokacijska dozvola Izvor: Opće građevinski poduzeće d.o.o.; glavni projektant Goran Podrebarac, dipl.ing.arh.

Slika 5. Sunčevo zračenje u Hrvatskoj

Slika 5.1. Krov kuće

Slika 6.2. Lokacija kuće u Republici Hrvatskoj

Slika 6.1. mrežni fotonaposnki sustav Izvor: http://www.solarniprojekti.hr/fotonaponski-sustavi.html

Slika 6.2 Otočni fotonaponski sustav Izvor https://eko-sustav.hr/strucni-clanci/fotonaponski-sustavi/

Slika 7.1. Monokristlani fotonaponski modul

Slika 7.2. Polikristalni fotonaponski modul

Slika 7.3. Serijsko spajanje fotonaposnkog modula

Slika 7.4. Paralelno spajanje fotopnaponskog modula

Slika 7.5. Struktura DC-AC izmjenjivača

Slika 7.6. Deye monofazni mrežni inverter od 3 kW

# Popis tablica

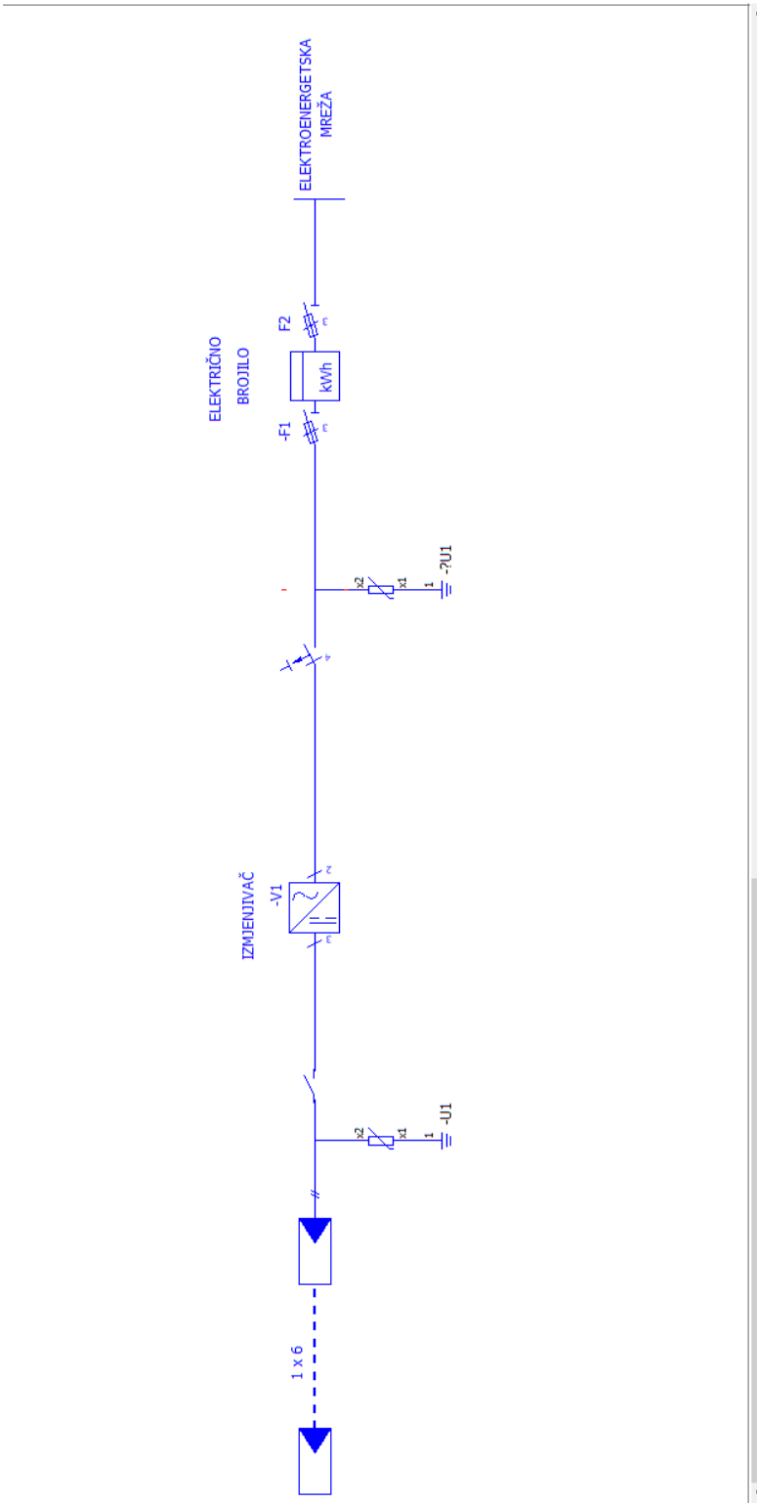
Tablica 3. Sufinanciranje energetske obnove obiteljskih kuća

Tablica 5.1. Sunčevo zračenje Izvor: Opće građevinski poduzeće d.o.o.; glavni projektant Goran Podrebarac, dipl.ing.arh.

Tablica 10. Troškovi projekta

Tablica 11. Isplativost projekta

# Prilozi




Prilog 1. Jedopolna shema fotonaponskog sustava