

Vjeran Piršić

# MOJA ENERGIJA, MOJA SLOBODA

Kako najjednostavnije napraviti  
malu fotonaponsku elektranu

Zaklada Friedrich Ebert u Hrvatskoj djeluje već 25 godina i u suradnji s partnerima radi i na projektima socijalno ekološke transformacije u čijem kontekstu je nastao i ovaj priručnik. Ovim priručnikom želimo prenijeti osnovne informacije vezane za postavljanja fotonaponskih panela na vlastiti krov te ponuditi odgovore na brojna pitanja koja muče buduće vlasnike. Svjesni činjenice da svi možemo dati manji ili veći doprinos suzbijanju posljedica klimatskih promjena, nadamo se da ćete nakon ove kratke lektire biti motivirani za akciju. U ovom priručniku će Vjeran Piršić, ekološki aktivist i vlasnik jedne solarne fotonaponske elektrane, iznijeti svoja iskustva koja je stjecao godinama, a koja su usko vezana uz izgradnju njegove fotonaponske elektrane na kući na otoku Krku.



Vjeran Piršić

Ovaj priručnik nastao je iz potrebe kako bih odgovorio na sve brojnije upite mnogih građana i gospodarstvenika zainteresiranih za izgradnju vlastite male fotonaponske elektrane (u daljnjem tekstu FNE) i dostizanje skoro energetske neovisnosti vlastite obitelji i/ili vlastitoga gospodarskog subjekta.

Namjera mi je iznijeti osobno iskustvo koje sam stekao u posljednjih 15-ak mjeseci koristeći vlastitu fotonaponsku elektranu (priključenu na elektrodistribucijsku mrežu) i vlastiti baterijski sustav za pohranu električne energije te u dugogodišnjim stalnim naporima (još od 2009. g.) na promociji korištenja Sunčeve energije.

Pretpostavljam kako je interes čitatelja ovog priručnika različit, kako po kvantiteti, tako i po kvaliteti informacija pa sam ga stoga odlučio podijeliti u tri dijela.

U **prvom dijelu** iznijet ću najkraće (taksativno) sve radnje potrebne za realizaciju projekta postavljanja fotonaponske elektrane na krov.

U **drugom dijelu** nastojat ću dati sve potrebne dodatne informacije sa svim (potrebним i nepotrebним) detaljima,

dok ću u **trećem dijelu** (koji je namijenjen prvenstveno motiviranijim čitateljstvu) nastojati dati što više dodatnih informacija o temi energetske neovisnosti.

Ovaj priručnik posvećujem svojim sinovima kao mali pokušaj da im ovaj prekrasan planet ostane kao dom, iako su ga moja generacija i generacija mojih roditelja zamalo nepovratno uništile.

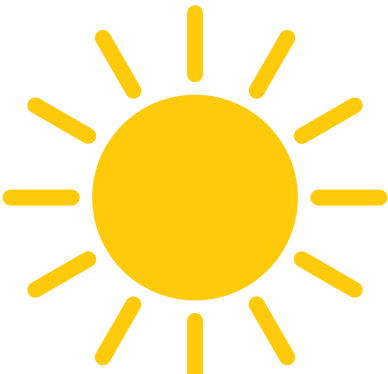
### **Koji su sve obnovljivi izvori energije (OIE) te koje od njih možemo koristiti u domaćinstvu i malom poduzetništvu?**

**Obnovljivi izvori energije su: Sunce, vjetar, biomasa, geotermalna energija i energija vode (hidroenergija). S današnjim razvojem tehnologije (i cijenama) optimalno je za osobnu energetiku koristiti energiju Sunca i biomase.**

### **Kako se sve može koristiti energija Sunca?**

**Na tri načina, od toga dva pogodna za osobnu energetiku. Kao prvo, možemo pripremiti potrošnu toplu vodu (zagrijavati toplu vodu), tada govorimo o toplinskim kolektorima (u Hrvatskoj ih proizvodi Tehnomont), kao drugo - možemo proizvoditi električnu energiju (tada govorimo o fotonaponskim panelima, u Hrvatskoj ih proizvodi Solvis) i kao treće možemo napraviti pravu pravcaču klasičnu termoelektranu na solarno "gorivo", ali to zahtijeva jako puno prostora, to rade samo u pustinjama (za sada).**





## 10 KORAKA

do projektiranja, izgradnje i spajanja na mrežu vlastite male fotonaponske elektrane, bez vlastitog baterijskog sustava za pohranu iz nje dobivene električne energije

### 1. PREDUVJETI ZA INSTALACIJU VAŠE FOTONAPONSKE ELEKTRANE

Kako procijeniti jeste li uopće u mogućnosti instalirati na vlastiti poslovni ili stambeni objekt malu fotonaponsku elektranu i/ili ima li to uopće smisla?

- Dio stambenih i poslovnih objekata nalazi se u zaštićenim urbanim jezgrama i konzervatori NE dopuštaju postavljanje fotonaponskih panela na krov takvih građevina (o mogućnosti postavljanja kolektora, molimo vas, informirajte se u lokalnom konzervatorskom uredu ili uredu državne uprave).
- Dio objekata nalazi se u nepovoljnom položaju s obzirom na prividno "gibanje" Sunca. Konkretno, možda se veći dio dana krov na koji želite instalirati fotonaponsku elektranu nalazi u sjeni nekog prirodnog (npr. brdo, visoka vegetacija) ili ljudskom rukom napravljenog objekta (npr. neboder). Na takvom krovu nije preporučljivo instalirati fotonaponsku elektranu, ali je preporučljivo provjeriti je li moguće ugraditi fotonaponske panele na fasadu objekta ili pored objekta.
- Također, treba provjeriti kako je orijentiran sam krov jer, ako je većina njegove površine okrenuta prema sjeveru, imate znatno manju mogućnost proizvodnje električne energije iz fotonaponskih panela.

### 2. ISPLATIVOST VAŠE FOTONAPONSKE ELEKTRANE

Ako su prethodni uvjeti zadovoljeni (tj. vaš objekt nije u zaštićenoj gradskoj jezgri, niti u sjeni nebodera te i vaš krov nije orijentiran prema sjeveru), savjetujem vam da provjerite kolika je vaša dosadašnja godišnja potrošnja električne energije (u kWh) i pokušajte promisliti (sami ili uz nečiju pomoć) hoće li se ona i koliko povećavati. Na internetu možete pronaći brojne kalkulatora koji bi vam trebali pomoći pri izračunu, no budite pažljivi s ovima jer često nisu dovoljno pouzdani. Stoga je preporučljivo obratiti se zadruzi ili nekom drugom stručnjaku koji će vam pomoći pri izračunu vaše potrošnje.

- Kada pak govorimo o povećanju potrošnje vaše obitelji (ili vaše tvrtke), onda prije svega mislimo na očekivanu skorašnju nabavku elektrovozila (automobila, bicikla ili romobila), instalaciju dizalica topline (tj. "prebacivanja" grijanja vaših objekata s fosilnih goriva na korištenje energije Sunca radi dobivanja toplinske i električne energije) i slično. Neka su dosadašnja (ne baš brojna) iskustva pokazala da se u tim slučajevima godišnja potrošnja električne energije kumulativno poveća do 50%.
- Kad govorimo o smanjenju, možete uzeti u obzir mjere uštede energije (zamjena žarulja, zamjena neupotrebljivih perilica rublja energetski učinkovitim modelom, promjena ponašanja potrošnje energije), ali i članove obitelji koji se mogu iseliti u sljedećih nekoliko godina.
- Informaciju o vašoj potrošnji električne energije možete pronaći na računima HEP-a (ili drugog opskrbljivača) koje svaki mjesec dobivate. Potrebno je zbrojiti 12 mjesečnih računa za godišnju potrošnju, a poželjno je staviti ih u Excel tablicu s razdvojenom višom i nižom tarifom. Tako ćete dobiti 12 brojki za nižu tarifu i 12 za višu tarifu električne energije koju plaćate. Dakle, ukupno 24 brojke i trebate napraviti njihov ukupan zbroj.

- Ako je vaša godišnja potrošnja veća od 5000 kWh, po sadašnjim cijenama električne energije i opreme za fotonaponsku elektranu (i baterijske sustave), investicija se u svakom slučaju isplati. Ako je pak vaša godišnja potrošnja manja od 5000 kWh, financijska isplativost projekta je manja, ali i dalje ostaju kako društvena, tako i ekološka korist.
- Istina je da neki od naših građana imaju iznimno malu godišnju potrošnju električne energije te se njima investicija u vlastitu fotonaponsku elektranu financijski ne isplati (predug je period povrata investicije), iako i za te slučajeve možda treba realizirati projekt zbog sigurnosti opskrbe električnom energijom (i energetske neovisnosti), a zasigurno se isplati svima iz ekoloških razloga jer tako ćemo pomoći u borbi za spas planeta i ublažavanju posljedica već sada razornih klimatskih promjena.
- Zaključno, preliminarni financijski izračun (o kojem ću malo kasnije opširnije govoriti) dat će vam osnovu za racionalnu odluku o pokretanju projekta.



### 3. SNAGA VAŠE FOTONAPONSKE ELEKTRANE

Ako ispunjavate uvjete za instalaciju vlastite fotonaponske elektrane i ako vaša trenutna i buduća potrošnja opravdavaju takvu investiciju (slučajeve kada ulazite u projekt iz drugih razloga kasnije ćemo razmotriti), potrebno je u sljedećem koraku razmotriti koje će snage biti vaša elektrana.

- Da biste to izračunali, potrebno je imati podatak koliko se u dijelu Hrvatske u kojemu stanujete može dobiti električne energije od 1 kW instalirane snage fotonaponskih panela. Za potrebe ovog kratkog razmatranja uzet ću podatak s otoka Krka (koji je negdje u hrvatskom prosjeku), na kojem od 1 kW fotonaponskih panela dobijemo oko 1300 kWh električne energije godišnje. Ako je vaša trenutna godišnja potrošnja na primjer oko 6500 kWh, jednostavnom računicom ( $6500 \text{ kWh} / 1300 \text{ kWh}$ ) dobijemo podatak da nam je potrebno oko 5 kW instalirane snage za vašu godišnju potrošnju (što možete utvrditi po vlastitim računima).



### 4. PREDNOSTI PRIKLJUČKA VAŠE FOTONAPONSKE ELEKTRANE NA MREŽU

Sada kada imamo izračun potrebne snage vaše buduće fotonaponske elektrane, vrijeme je da se počnete pripremati i za priključak na mrežu.

- Naime, u ovom uvodnom dijelu pretpostavit ćemo da već imate priključak na elektrodistribucijsku mrežu i da ćete se s budućom FNE spojiti na nju (kasnije ćemo razmatrati slučajeve kada to ne želite). Postoji više prednosti takvog rješenja; kao prvo moći ćete viškove vlastite proizvodnje "pohranjivati" u mrežu i "povlačiti" ih kada nemate dovoljno vlastite proizvodnje (ili pohrane u vlastitim baterijskim sustavima), naprimjer noću. A kao drugo, vaš će se sustav moći udružiti u energetska zajednicu, s čime ćete ostvariti brojne benefite, o čemu ćemo kasnije opširnije govoriti.
- Da biste spoznali možete li vašu fotonaponsku elektranu priključiti na mrežu, trebate potražiti vaš postojeći ugovor s HEP-ODS-om jer temeljem njega već imate zakupljenu određenu snagu. Kod nas na otoku Krku to je najčešće 13,8 kW za trofazni priključak, što je za planiranu FNE od 5 kW i više nego dovoljno.
- Ako ne uspijevate u vlastitoj dokumentaciji pronaći ugovor s operaterom električne energije u kojem je navedeno koju snagu već sada imate zakupljenu, obratite se HEP-ODS-u koji je jedini operater distribucijskog sustava nacionalne mreže u Republici Hrvatskoj kako biste saznali taj podatak i ujedno zatražite od njih suglasnost za izgradnju i spajanje FNE na vašem objektu.



## 5. PRIKLJUČAK VAŠE ELEKTRANE NA MREŽU

Kada dobijete suglasnost od operatera električne energije (što ne bi trebao biti problem), vrijeme je da se pristupi izradi projekta FNE.

- Za to je potrebno odabrati ovlaštenog projektanta i preporuka je da se za to obratite najbližoj energetskej zadruzi (i zbog cijene, i zbog sigurnost u kvalitetu rada vašeg odabira). Trenutno u Hrvatskoj ima dovoljno ovlaštenih projekatana i oni su u principu dostupni, osim kada Fond za zaštitu okoliša i energetskeu učinkovitost ([www.fzoeu.hr](http://www.fzoeu.hr)) raspiše natječaj za dodjeljivanje potpora za FNE jer tada svi žele žurno angažirati projektante. Stoga je preporuka da, čim donesete odluku o gradnji vaše FNE, kontaktirate najbližu energetskeu zadrugu ili zajednicu te po njihovoj preporuci odaberite projektanta i dogovorite s njime izradu projekta.



## 6. SUFINANCIRANJE FNE OD STRANE FONDA ZA ZAŠTITU OKOLIŠA

Kada imate suglasnost od HEP-ODS-a i projekt izrađen od ovlaštenog projektanta, trebate donijeti odluku o početku instalacije vaše fotonaponske elektrane.

- Većina građana i gospodarstvenika tu odluku donosi tek nakon što dobiju ugovor s Fondom za zaštitu okoliša i energetskeu učinkovitost, koji je do sada investitorima u FNE vraćao značajna sredstva (na područjima posebne državne skrbi 80%, na otocima 60% i ostalim dijelovima 40 %). Fond je do sada raspisivao natječaje jednom godišnje i uvijek je redovno izvršavao svoje obveze, ako ste mu na vrijeme dostavili svu potrebnu dokumentaciju.



## 7. NAJBOLJE VRIJEME ZA POKRETANJE PROJEKTA

- Proljeće je najpogodnije doba za izgradnju vlastite FNE jer tako da imate uspješnu "žetvu sunca" već iste godine. Stoga je proces pripreme važno pokrenuti u prosjeku tri mjeseca ranije (ovisno o vašem osobnom angažmanu, brzini obrađivanja projektne dokumentacije od strane državne administracije i brzini rada odabranog projektanta).



## 8. ODABIR OPREME I IZVOĐAČA RADOVA

Kada (tj. ako) već imate ugovor s Fondom, od ovlaštenog projektanta izrađen projekt i suglasnost HEP-ODS-a, vrijeme je za izabrati opremu i izvođača radova.

U tu svrhu vam opet preporučujemo savjetovanje s najbližom energetskeom zadrugom ili zajednicom jer oni zasigurno imaju dovoljno vlastitog iskustva i mogu vas prikladno savjetovati. Načelno, preporučujem kupovinu domaće opreme i odabir izvođača s referencama baš s vašeg područja. U slučaju reklamacija ili dodatnih pitanja imat ćete savjetnika u blizini.

- Najčešća ponuda izvođača je tzv. "ključ u ruke" model, što u praksi znači da će vam ista tvrtka prodati svu potrebnu opremu i instalirati je na vaš krov, a to se ujedno u praksi pokazalo i kao optimalno rješenje.
- Pored izvođača radova poželjno je (a u slučaju ugovora s Fondom i neophodno) angažirati i tvrtku za stručni nadzor pri izgradnji FNE. O ovome se također možete posavjetovati sa zadrugom, odnosno tvrtkom koja vam je izradila projekt.
- Za sve navedeno predlažem, poučen vlastitim iskustvom, da prikupite barem tri ponude (iako to nije obveza).



## 9. REALIZACIJA INSTALACIJE VAŠE FOTONAPONSKE ELEKTRANE

Kada smo odabrali opremu, izvođača radova i nadzor te se s njima dogovorili o datumu početku radova, možemo pristupiti realizaciji projekta.

- Razumno je prije toga provjeriti imate li na vlastitom krovu azbestne ploče (tzv. "salonitke") i ako ih imate, trebat ćete ih prvo pažljivo ukloniti i zbrinuti na odgovarajući način jer su azbestna vlakna veoma kancerogena. Konkretno, u nekim gradovima i općinama postoje programi zbrinjavanja materijala koji sadrži azbest, stoga se treba informirati u gradu, općini, udruzi ili komunalnom poduzeću.

Nakon završetka instalacije (i dobivanja potvrde o tome od nadzornog organa) potrebno je od HEP-ODS-a zatražiti promjenu vašeg statusa (do sada samo) potrošača u status kućanstva s vlastitom proizvodnjom te uplatiti naknadu za priključenje temeljem koje se dobiva i novo digitalno dvosmjerno brojilo (trenutačna cijena za kućanstva s vlastitom proizvodnjom iznosi do 3.000 kuna plus PDV).



## 10. ZARADA KROZ VAŠU FOTONAPONSKU ELEKTRANU

Ako ste se već u ranijim koracima odlučili i postali proizvođač električne energije uz pomoć vaše fotonaponske elektrane, sada vam preostaje još odabrati opskrbljivača električne energije s kojim želite poslovati (to i dalje može biti postojeći). Ako ste ranije dobili ugovor s Fondom za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti, zatražite od istoga povrat određenog postotka cjelokupne investicije na vaš račun (do sada je to bilo: min. 40% u svim dijelovima RH, osim na otocima 60% i 80% na područjima posebne državne skrbi).

Ovisno o vještini investitora - cijeli proces od početka do kraja realizacije instalacije fotonaponske elektrane u pravilu traje od tri tjedna do tri mjeseca.



## DETALJNIJI OPIS izgradnje male fotonaponske elektrane

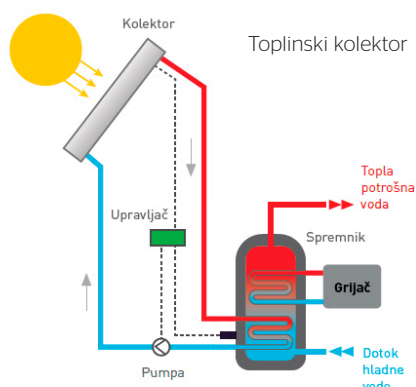
Fotonaponski panel



U ovom dijelu pokušat ću (za čitatelje koje to zanima) detaljnije objasniti logiku cijelog procesa, uz pretpostavku da korisnik ovog priručnika nema puno tehničkog predznanja. Dakle, govorit ću o korištenju Sunčeve energije u kontekstu kućanstava, malog gospodarstva (SME) i transporta.

**Sunčevu energiju** (koja je za sada potpuno besplatna) možemo koristiti na dva načina; **za proizvodnju električne energije** i **za zagrijavanje vode** za sanitarnu ili neku drugu upotrebu. Kada Sunčevu energiju koristimo za proizvodnju električne energije, koristimo **fotonaponske panele**, a kada je koristimo za zagrijavanje vode, koristimo **toplinske kolektore**.

Odmah možemo reći da je preporuka koristiti i jedne i druge, tj. da se nepotrebno ne gubi na pretvaranju Sunčeve energije u električnu pa iz nje ponovno u toplinsku (npr. u klasičnom kupaonskom ili kuhinjskom bojleru).



Većinu tako dobivene energije možemo odmah i potrošiti na rad raznih kućanskih uređaja, ali dio treba i pohraniti, kako zbog povremenih viškova, tako i zbog korištenja kada nema proizvodnje, na primjer noću. Kada govorimo o pohrani, imamo dva osnovna načina. Prvi je predavanje (ne nužno i prodavanje) trenutnih viškova električne energije u elektrodistribucijsku mrežu (ODS-u), a drugi je pohrana u vlastiti baterijski sustav, što zahtijeva nemalu financijsku investiciju.

**Predaja u elektrodistribucijsku mrežu** definirana je tarifnim sustavom te ona direktno i indirektno također ima svoju cijenu (ne dobiva se jednostavno kWh za svaki predani kWh, već u konačnici predajete znatno veću vrijednost nego što je "povlačite" iz mreže), tako da je osnovna preporuka odmah potrošiti vlastitu proizvedenu energiju kada je ima (pokrenuti perlice, napuniti baterije elektrovozila,...), a samo trenutno neiskoristive viškove predati ("pohraniti") u elektrodistributivnu mrežu.

**Korištenje vlastitih baterijskih sustava** toplo se preporučuje, ali ako, i samo ako, investitor u instalaciju trenutno ima slobodna financijska sredstva i dovoljno slobodnog prostora (naprimjer u podrumu ili garaži, odnosno prostoriji koja nije vlažna) za smještaj vlastitog baterijskog sustava za pohranu električne energije. Kratkoročno gledajući, to nije brzo isplativa investicija, ali dugoročno (s razvojem tržišta i dolaskom novih tarifnih modela) očekuje se visoka isplativost baš tog dijela cjelokupne investicije.

Pojednostavljeno rečeno, sugovornicima često kažem: Ako imate trenutno "slobodnih" oko 75.000 kuna, svakako napravite vlastitu fotonaponsku elektranu, ali ako imate trenutno "slobodnih" oko 150.000 kuna, napravite uz nju odmah i vlastiti baterijski sustav za pohranu električne energije.

**Zaključno, idealno postavljen sustav sastojao bi se od toplinskih kolektora za pripremu potrošnje tople vode, fotonaponskih panela za proizvodnju električne energije i baterijskog sustava za pohranu** (možete imati i samo jednu od tih komponenti, sa dovoljno velikim benefitima za vašu obitelj i/ili vašu tvrtku).

Sljedeće pitanje se odnosi na potrošnju vaših potrošača, tj. uređaja koji koriste električnu energiju. Razumno je predložiti da po isteku trajanja postojećih uređaja (tj. zbog učestalih kvarova) da iste zamijenite s energetski što učinkovitijim uređajima (pri čemu ponekad ne treba i pretjerivati) jer time smanjujete troškove njihova korištenja i sudjelujete u ublažavanju posljedica klimatskih promjena (manja potrošnja energije, znači manje onečišćenja). Isto tako, poželjno je i modificirati vaše navike tako da povećavate potrošnju kada imate viška energije (uključite perilice) i smanjujete je kada imate manjkove ili je uopće nemate iz vlastite proizvodnje (večernji sati i/ili periodi bez Sunčeve svjetlosti). Za takvu regulaciju možete koristiti i pametne utičnice, ali nekada je dovoljna i samo disciplina.

Po pitanju grijanja i hlađenja vaših objekata preporučljivo je i korištenje **dizalica topline**, kao trenutno (uz vlastitu proizvodnju električne energije) najisplativije tehnologije. Za to vam je potreban pažljivi proračun (preporučujemo iskusnog projektanta) i kvalitetna harmonizacija cijelog sustava, što tehnički gledano nije nikakav problem. Dizalice topline omogućit će vam znatno **jeftinije rashlađivanje** vaših prostorija ljeti (od cijene korištenja postojećih klimatizacijskih uređaja) i ekološki prihvatljivije (bez korištenja fosilnih goriva) te **grijanje** zimi, uz sasvim izvjesne financijske uštede, pogotovo nakon povrata cijele investicije.

Prije instalacija dizalica topline (ili još bolje paralelno) potrebno je i povećati **energetsku učinkovitost vlastitoga objekta**, za što je isto moguće dobiti značajne potpore Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost. Konkretno, radi se o postavljanju dodatne **toplinske izolacije** (npr. 10 cm kamene vune) na fasadu vlastitoga objekta, promjeni postojećih prozora i vrata (tzv. vanjske stolarije) s energetski efikasnijim rješenjima i sličnom. Bez tih izuzetno važnih investicija (za potrebu kojih postoji širok društveni konsenzus, kao u RH, tako i u EU) nećete u svoj punini osjetiti pogodnosti svih do sada navedenih investicija.

Kada je pak (osobni) promet u pitanju, nesporno je da će se on već u skoroj budućnosti odvijati pretežito električnim vozilima, pri čemu tu mislimo na automobile, motorkotače, bicikle, pa i romobile. Za sve njih razumno je isplanirati **kapacitete fotonaponske elektrane** i **vlastitu punionicu**, što je za iskusne projektante veoma jednostavan zadatak.

**Realizacija svega toga (proizvodnja i pohrana vlastite energije, energetska efikasnost uređaja i vlastitog objekta te prelazak prometa na električna vozila) čini vašu energetsku tranziciju potpunom.**

## Energetske zadruge i zajednice

Sada je vrijeme da se počnemo baviti (i) udruživanjem nas malih potrošača/proizvođača električne energije (engl. *prosumera*).

Nesporno je da se cijela, u prethodnom poglavlju predstavljena, energetska tranzicija može realizirati samostalno (bez suradnje s drugim sličnim subjektima), ali iz iskustva nam je dobro poznato da se udruživanje u raznim oblicima itekako isplati.

Dva su osnovna oblika udruživanja; energetska zadruga i energetska zajednica.

**Energetska zadruga** je standardni oblik udruživanja gospodarstvenika i građana koji namjeravaju u predstojećem (kraćem ili dužem) razdoblju napraviti nove vlastite investicije u obnovljive izvore energije (OIE) ili proširiti postojeće instalacije. Kroz sudjelovanje u radu zadruge moguće je:

- pravovremeno dobiti sve relevantne informacije za donošenje optimalnih odluka
- povoljnije (jeftinije) platiti sve projekte i sav potreban nadzor
- znatno povoljnije nabaviti svu potrebnu opremu
- postići niže cijene instalatera i održavanje opreme.



Nova pravna regulativa (koja se upravo uvodi i u hrvatsko zakonodavstvo) omogućuje nam stvaranje (i) **energetskih zajednica**. Za razliku od energetskih zadruga (koje nam primarno omogućuju zajedničko povoljnije nabavljanje opreme i usluga), energetske zajednice omogućit će nam i interno trgovanje s (iz obnovljivih izvora proizvedenom) električnom energijom te zajedničku pohranu iste. Pojednostavljeno rečeno, u nekom naselju (npr. na moru) škola ljeti proizvodi električnu energiju, ali je ne troši. Potpuno suprotno, lokalni hotel ljeti troši iznimno puno električne energije, ali zimi (kada je isto proizvodi, ali značajno manje) skoro je uopće ne troši. Logično je da oni interno harmoniziraju proizvodnju, pohranu i potrošnju električne energije. Slično je i s lokalnom industrijom (koja najčešće troši energiju radnim danom) i vlasnicima kuća za odmor (tzv. vikendica) koji najčešće troše energiju u doba vikenda. Stvaranje lokalnog energetskog tržišta putem energetskih zajednica proces je koji EU snažno podržava (pa i zaziva), primarno s ciljem smanjenja opterećenja i povećanja robusnosti elektroenergetskog sustava, ali i demokratizacije cijelog sektora. To je sasvim izvjesno tema mog sljedećeg uratka.

### **Ako se odlučim i za zagrijavanje tople vode i za proizvodnju električne energije, mogu li imati instalaciju na istom objektu?**

Moguće je imati na istom objektu instalacije za toplu vodu i proizvodnju električne energije. Adekvatan primjer Solarne kuće Špansko je na fotografiji. To je i preporuka struke.

Obiteljska kuća u naselju Špansko u Zagrebu.

Vidljive su tri tehnologije: fiksni paneli na krovu, paneli za grijanje tople vode i "solarni suncokret".



Primjer pustinjske elektrane na Sunčevu energiju.

Riječ je o fokusiranju Sunčeve svjetlosti zrcalima prema sredini u kojoj se nalazi stup. U stupu se tekućina pretvara u paru te daljnji proces postrojenje funkcioniše kao termoelektrana (pogonjena Suncem).



# KAKO ZAPOČETI?

Prije upuštanja u razvoj projekta, razumno je izraditi **studiju izvodljivosti**, dokument koji uzima u obzir potrebe korisnika i tip instalacije te obrađuje sljedeće teme:

- **analizira energetske potrebe i interese korisnika** kako bi projektant odredio odgovarajuću veličinu sustava i njegove karakteristike
- **određuje potencijal energije** Sunčevoga zračenja i razinu proizvodnosti fotonaponskog sustava na lokaciji kako bi se odredila isplativost ulaganja u fotonaponski sustav
- **predlaže optimalnu veličinu fotonaponskog sustava** u skladu s potrebama i interesima korisnika.

Zaključno, konačna studija bit će tehnička i ekonomska studija predloženoga sustava dovoljna za razmatranje ulaganja.

Za izradu preliminarne studije preporučujemo energetska zadrugu, a ako (i samo ako), studija daje zadovoljavajuće odgovore, treba potražiti ovlaštenoga projektanta.

**Standardna pitanja na koja projektant najčešće treba odgovoriti investitoru prije početka izrade projekta** (a odgovori su uglavnom individualni) su sljedeća:

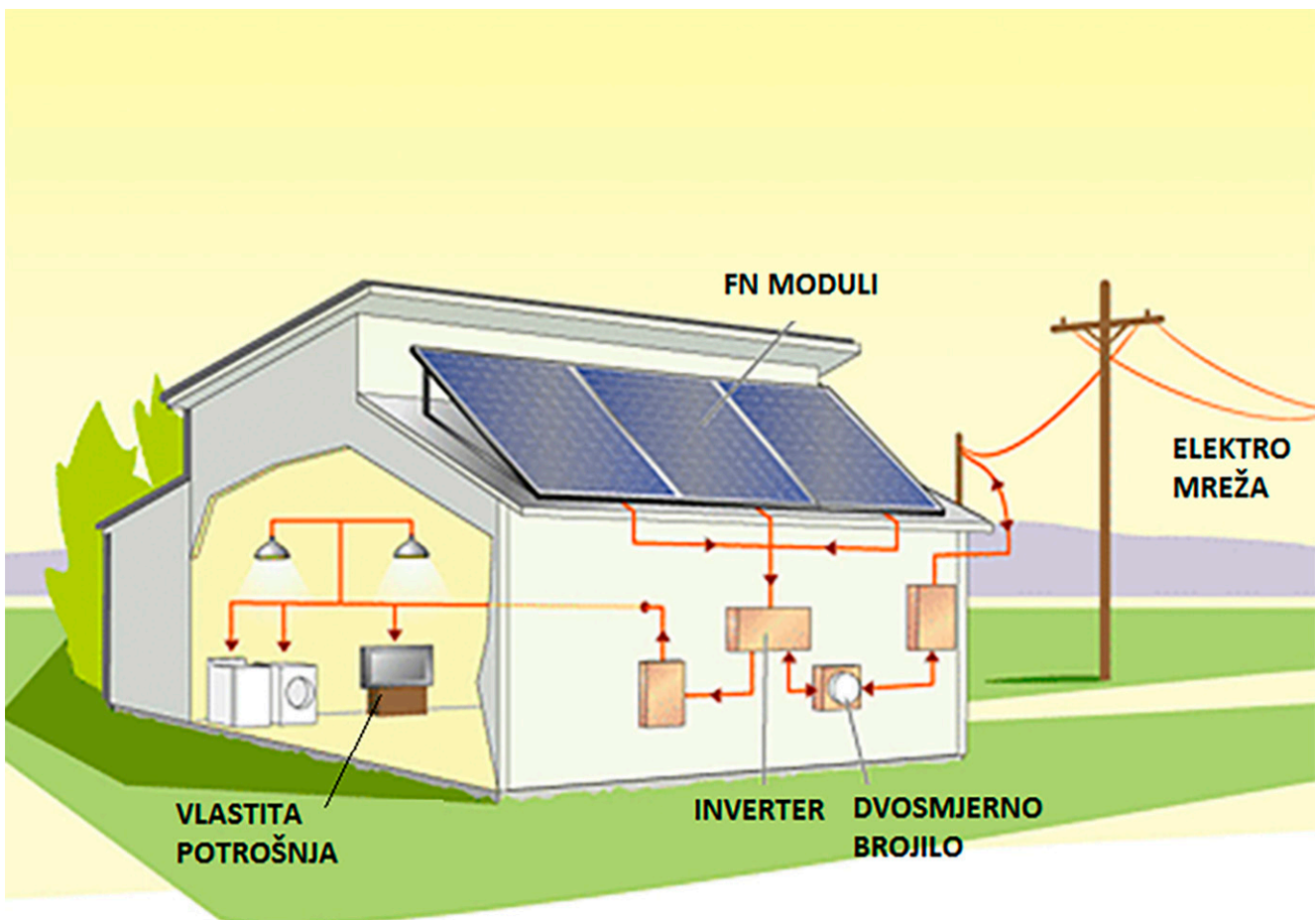
- Koje su prednosti i nedostaci predloženog projekta fotonaponskog sustava?
- Je li odabrani krov/lokacija pogodan za fotonaponski sustav?
- Koji je očekivani životni vijek fotonaponskog sustava?
- Koliko će se električne energije proizvesti godišnje?
- Što se događa sa sustavom tijekom oblačnih dana?
- Ima li fotonaponski sustav povećane troškove rada tijekom vremena?
- Postoje li poticaji za instaliranje fotonaponskog sustava?
- Koje je razdoblje povrata investicije?
- Kako se vrši obračun predane i preuzete električne energije s odabranim opskrbljivačem?

### Koje su komponente male fotonaponske elektrane (FNE)?

FNE se sastoji od fotonaponskih panela, invertera, baterijskog sustava za pohranu (kao opcije) i priključka na elektrodistribucijsku mrežu koji sadži digitalno dvosmjerno brojilo.

Osnova svakog fotonaponskog panela su solarne ćelije koje generiraju električnu energiju kada se izlože izvoru svjetla (ne mora nužno biti izravna Sunčeva zraka iako je ona najizdašnija, već proizvode energiju i kada je oblačno te u zoru). Svaka ćelija sastoji se od slojeva poluvodičkog materijala. Prilikom obasjavanja ćelije, između dvaju slojeva se stvara električno polje te se generira električna energija, ovisno o intenzitetu svjetlosti.

Shema mrežno vezane elektrane za vlastitu potrošnju







Postavljanje na montažnu šinu



Postavljanje na nosače



Postavljanje na tlo



Postavljanje na rotirajuću metalnu konstrukciju "solarni suncokret"

## Na koje je načine moguće instalirati fotonaponske panele?

Moguće je na nekoliko načina:

- 1) Na montažnu šinu** (najčešće) - U ovoj opciji fotonaponski moduli uokvireni su u metalni okvir koji omogućuje jednostavno pričvršćivanje modula. U većini slučajeva moduli se postavljaju paralelno s površinom krova. Sustav za montažu se obično nudi s FN modulima.
- 2) Postavljanje na nosače** - Moduli se postavljaju na prethodno izrađene metalne nosače, npr. na krovu objekta. Razlika u odnosu na montažnu šinu je što je moguće podesiti kut nagiba nosača, tj. zimi su više uspravljeni, a ljeti više položeni (pri čemu treba paziti na samozasjenjenja).
- 3) Postavljanje na tlo** - Fotonaponski moduli se postavljaju na čeličnu ili aluminijsku nosivu konstrukciju, učvršćenu na tlo preko betonskog temelja. Najčešće rješenje za velike kapacitete (preko pola MW). Takve fotonaponske elektrane zovemo neintegrirane.
- 4) Postavljanje na rotirajuću metalnu konstrukciju** (solarni tracker), koja se okreće prema Suncu (kao suncokret). Veliki problem u primorskim krajevima su nagli udari vjetrova, pogotovo bure.

Dva su tipa sustava za praćenje kretanja Sunca: jednoosno praćenje i dvoosno praćenje.

**Jednoosno praćenje:** FN polje je nagnuto na fiksni nagib prema vodoravnoj površini te se zakreće od istoka prema zapadu (po azimutu). U ovome slučaju proizvodnja se povećava za oko 20% u odnosu na fiksno postavljene.

**Dvoosno praćenje:** praćenje kretanja Sunca u smjeru istok-zapad (po azimutu) te po nagibu (odnosno po visini Sunca ili elevaciji). Proizvodnja energije je veća 40-45% u usporedbi s fiksnim sustavima.

Napomena: kod svih *trackera* mehaničke pokretne komponente sustava zahtijevaju neznatno povećano održavanje te povećavaju rizik od kvara i potencijalno troškove povezane s njim.

## Kako optimalno postaviti cijeli sustav?

Za optimizaciju sustava potrebno je prethodno prikupljanje podataka i terenski obilazak lokacije.

Tijekom terenskoga obilaska potrebno je spoznati sve potrebno o **dostupnoj površini** za fotonaponske panele (najčešće krova), svim potencijalnim lokacijama za smještaj panela, trasama za vodove, eventualnim zasjenjenjima, lokacijama za smještaj popratne opreme, karakteristikama zemljišta (samo za fotonaponske sustave postavljene na tlu, npr. na parkiralištu) te orijentaciji i eventualnom nagibu krova objekta.

Isto tako, potrebno je ocijeniti trenutne (i procijeniti buduće) **potrebe korisnika** za električnom energijom. Također, ključna je jasna predodžba o potrebama i mogućnostima korisnika te treba s njime raspraviti sva važna pitanja, uključujući i trenutno prihvatljivu visinu investicije.

Također, bitni su nam i **klimatološki podaci** jer proizvodnja električne energije iz fotonaponskog sustava ovisi u prvom redu o prikupljenoj Sunčevoj energiji, a za to je lokacija sustava od presudne važnosti.





Primjer dobre pozicije

**Zasjenjenja** su jedan od osnovnih parametara koji utječu na gubitke fotonaponskog sustava i stoga treba detaljno razmotriti okolicu lokacije FNE-a, posebice od 8 sati do 17 sati jer je za efikasan rad fotonaponskog sustava potrebno minimalno 6 sati bez zasjenjenja (a bolje je ako je to još više sati).

Vrste mogućih zasjenjenja su: povremena kao posljedica lokacije, samozasjenjenja (kada jedan panel u nekom dobu godine zasjenjuje drugi) i kao posljedica susjednih zgrada.

Povremena zasjenjenja su lišće, prašina, prljavština, snijeg, a gubici su od 2% do 5%. Načini izbjegavanja su ispravan nagib i povezivanje FN modula te čišćenje modula.

Zasjenjenja uzrokovana objektima koji okružuju lokaciju mogu biti od građevina i/ili od vegetacije, stoga moramo prepoznati potencijalne izvore zasjenjenja i pokušati ih izbjeći - drukčijim smještajem FN modula ili uklanjanjem izvora zasjenjenja (npr. rezanje vegetacije).

Pri analiziranju zasjenjenja od okoline potrebno je razmotriti:

- razdoblja s niskom visinom Sunca (zima, izlasci i zalasci Sunca)
- rast stabala
- planirati buduću izgradnju na tome području.

Kako bi se izbjeglo zasjenjenje od objekata na krovu, potrebno je analizirati geometriju građevine i objekte na krovu, poput:

- satelitskih antena
- dimnjaka i odvoda
- krovnih prozora.

Prilikom izbjegavanja zasjenjenja, može se predvidjeti korištenje praznog FN modula ili prenosnice za zasjenjena područja.

### Smještaj ostalih komponenti

Neke od komponenti je potrebno instalirati u **vodonepropusnim kućištima**. Projektant treba tijekom pripreme projekta odrediti dimenzije potrebnog prostora, izbjeći lokacije izložene izravnom Sunčevom zračenju i vjetru te odabrati mjesto zaštićeno od kiše i vlage. Ako FNE sadrži i baterijski sustav, morate izbjeći njegovo izlaganje hladnoći. Idealno mjesto za smještaj izmjenjivača su hladnija i suha mjesta bez prašine u neposrednoj blizini fotonaponskoga polja (podrum).

### Autonomni fotonaponski sustavi

Ovaj tip instalacije se koristi u udaljenim i nedostupnim područjima gdje je ekonomski neisplativo dovesti elektroenergetsku mrežu.

#### **Kako se određuje potrošnja za autonomni sustav (koji NIJE spojen na elektrodistribucijsku mrežu)?**

Prilikom dimenzioniranja autonomnih sustava potrebno je detaljno poznavati sve potrošače i profil potrošnje. U suprotnom, sustav možda neće moći pokriti sve potrebe. Dakle, malo matematike.

Autonomni fotonaponski sustavi postoje u DC i AC izvedbi:

**Istosmjerni (DC) autonomni FN sustavi** - za napajanje potrošača niske potrošnje, nazivnog napona 12, 24 ili 48 V.

**Izmjenični (AC) autonomni FN sustavi** - za napajanje potrošača veće potrošnje, napon se transformira na izmjenični 230 V/50 Hz zbog smanjenja gubitaka u vodovima.

### **Kako procijeniti optimum instalirane snage i očekivane proizvodnje? Kako se procjenjuje visina investicije u FNE, s ili bez baterijskog sustava?**

U principu, sve to prepustite projektantu, cijena na mrežu vezane FNE (bez baterijskog sustava) iznosi oko 10.000 kuna po kWp, za manje fotonaponske sustave do 10 kW.

Prilikom ulaganja u FN sustave, potrebno je predvidjeti prihode i rashode tijekom očekivanoga životnog vijeka koji je 20-25 godina te treba uzeti u obzir starenje modula i smanjenje izlazne snage, npr. 90% nazivne snage nakon 12 godina i 80% nazivne snage nakon 25 godina. Isto tako i očekivani kvar izmjenjivača (prosječni životni vijek 12-15 godina) oko 8-10% vrijednosti sustava.

Već smo vidjeli da je potrebno procijeniti postojeću i **planiranu potrošnju**:

10 m<sup>2</sup> površine krova je više nego dovoljno za 1 kWp FN sustava.

Također je bitna procjena godišnje **ozračenosti na fotonaponsku ploču**. Mjesec koji se koristi za dimenzioniranje sustava je onaj mjesec s najmanjom prosječnom dnevnom količinom Sunčevog zračenja tijekom razdoblja rada sustava. Ako se sustav koristi tijekom cijele godine, onda je to prosinac.

Godišnja ozračenost vodoravne plohe je oko 1,20 MWh/m<sup>2</sup>, a optimalno nagnute oko 1,4 MWh/m<sup>2</sup>.

Važan je i **utjecaj temperature** jer temperatura sunčane ćelije je određena temperaturom okoline, količinom dozračenosti energije i brzinom vjetra.

Povećanje temperature smanjuje napon modula, što dovodi do smanjenja izlazne snage. Na niskim pak temperaturama raste napon modula pa treba paziti da, ako je **izmjenjivač** isključen tijekom sunčanoga zimskog dana, može doći do prevelikog napona praznog hoda pri ponovnom uključanju, što bi moglo oštetiti izmjenjivač.

Temperatura zraka (prosječna, prilikom proizvodnje) je oko 10 °C u siječnju i oko 30 °C u srpnju.

### **Je li neophodno instalirati (i) vlastite baterijske sustave za pohranu električne energije?**

Ne, ali je preporučljivo iz najmanje tri razloga:

- **osiguravamo si vlastitu energiju** kada je nema i/ili kada je (u mreži) veoma skupa,
- **podržavamo izgradnju mreže nove generacije** (*smart grid*), s velikim udjelom energije iz OIE-a,
- **omogućit će nam dodatne prihode** kada se razvije tržište (i virtualne elektrane).

Najkraće, ako (i samo ako) imate dovoljno slobodnoga vlastitog kapitala i dovoljno prostora, npr. u vlastitom podrumu, uložite ga u baterijski sustav odmah, a ako ne, veoma je vjerojatno da ćete to napraviti u budućnosti.

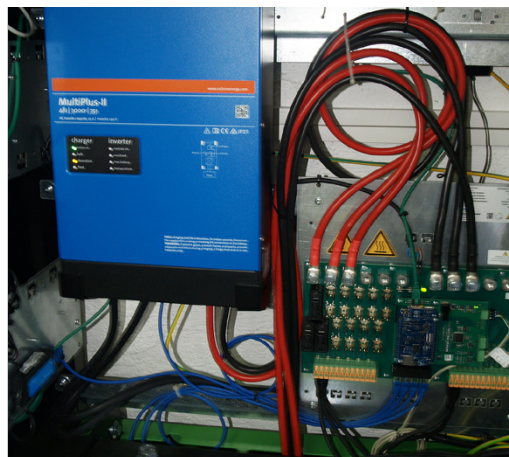
NAPOMENA: Ako planirate FNE koja NIJE spojena na elektrodistribucijsku mrežu, baterijski sustav vam je neophodan.

## Koji su tipovi baterijskih sustava?

Najčešći tip baterije je (suhi) **olovni akumulator** jer je jeftin, pouzdan i jer ima relativno povoljnu gustoću pohrane energije. Opasnosti su prije svega smrzavanje koje se kod olovnih akumulatora javlja kada je baterija prazna jer kiselina postaje „vodenastija“ pa se točka smrzavanja podiže, što može prouzročiti ozbiljne probleme ako baterija radi na temperaturama ispod 0°C. Isto tako, problemi su i sulfatacija te raslojavanje (stratifikacija). Vrlo dobri olovni akumulatori mogu raditi i do 4500 ciklusa uz 70%-tnu dubinu pražnjenja, što je ekvivalent životnom vijeku od 20 godina.

Pored njih danas su popularni i **baterijski sustavi na bazi litija** koji su rizični u slučaju požara te koji su kontroverzni po načinu dobivanja (zbog izrabljivanja rudara i ekološkog onečišćenja). Također postoje **baterijski sustavi na bazi slane vode** koji su iz ekoloških razloga jako prihvatljivi.

Baterije na bazi slane vode, bez korištenja litija i ostalih rijetkih metala



Baterije se uglavnom instaliraju u **izoliranom i odvojenom kućištu**, odvojene od ostalih komponenata FN sustava koje možda imaju mehanizme grijanja/hlađenja. Kućište treba biti projektirano i da zaštiti od izravnog Sunčevoga zračenja. Uz manje temperaturne promjene, baterijski sustav će bolje raditi, imati dulji vijek trajanja i bit će potrebno manje održavanja.

Lokacija instalacije je u **zatvorenim prostorijama**, zaštićene od vanjskih utjecaja i izravnog Sunčevoga svjetla.

Ako tekući elektrolit nije hermetički zatvoren u baterijama, prostoriju u kojoj se nalaze baterije **potrebno je prozračivati** zbog stvaranja štetnih i opasnih plinova.

U prostoriji se ne bi smjeli nalaziti uređaji koji mogu izazvati požar ili iskrenje, a posebna **podnožja za smještaj** osiguravaju stabilnost baterija i štite baterije od moguće vlage, korozije ili doticaja s različitim tekućinama koje se mogu nalaziti na podu.

## Kako na odabranom objektu odabrati točnu poziciju panela?



Proizvodnja FNE-a (odnosno efikasnost) ovisi o sljedećim faktorima :

- količini Sunčevoga zračenja
- orijentaciji i nagibu modula
- karakteristikama modula i izmjenjivača
- konfiguraciji ukupnog sustava.

**Najkraće, optimalna orijentacija je jug, a optimalan nagib je zemljopisna širina grada u kojem živite** (u mom slučaju Krk  $45^\circ - 10^\circ =$  oko  $35^\circ$ . Drugi primjeri su Čakovec  $46^\circ - 10^\circ = 36^\circ$ ; i Dubrovnik  $42^\circ - 10^\circ = 32^\circ$ .)

U područjima s većom količinom snijega kut nagiba modula bi trebao biti barem 45°, ali ne ispod 30°. Površina fotonaponskog polja treba biti neprekinuta i glatka kako bi se omogućilo prirodno klizanje snijega po modulima.

Najveća izlazna snaga postiže se kada je FN modul postavljen okomito na Sunčeve zrake.

### **Koji su sve načini instalacije fotonaponskih sustava na građevinama?**



Primjer ravnog krova

Najčešći primjer korištenja fotonaponskih sustava u građevinama je instaliranje fotonaponskih modula na krovove postojećih građevina, kako ravne tako i zakošene.

FN moduli na ravnim krovovima mogu biti postavljeni u optimalan položaj (orijentirani na jug i postavljeni pod optimalnim kutom). Prilikom **instalacije fotonaponskih modula na ravni krov** u obzir treba uzeti:

- nosivost i strukturu krova
- objekte na krovu, poput dimnjaka, otvora za izlaz, antena i slično
- orijentaciju zgrade
- materijal pokrova zgrade.

Prilikom instalacije fotonaponskih modula u novim građevinama, statika krova se računa uzimajući u obzir i težinu fotonaponskih modula i nosača.

Međutim, prilikom instaliranja na postojeće građevine, potrebno je primarno provjeriti **statiku krova**. U određenim slučajevima bit će potrebno povećati nosivost krova dodatnim ojačanjima.

**Vodonepropusni sloj** na krovu zgrade potrebno je sačuvati prilikom postavljanja metalnih ili plastičnih nosača. Učvršćenja nosača na krovu trebaju biti izvedena s vodonepropusnim materijalima i metodama.

Prilikom planiranja instaliranja sustava, treba uzeti u obzir raspored ostalih elemenata na krovu kako fotonaponski moduli ne bi bili smješteni u blizini dimnjaka, izlaza na krov ili prolaza.

FN module je potrebno instalirati sa zračnim rasporom između modula i krova kako bi se osigurala prirodna ventilacija i hlađenje modula.

Druga opcija je **FN montirani na (najčešće vertikalnu) fasadu**.

Prilikom ispitivanja mogućnost instalacije fotonaponskog sustava na fasadi, treba uzeti u obzir da će **produktivnost ovih sustava biti barem 30% niža** u odnosu na optimalni postav modula.

Kod takvih sustava olakšano je hlađenje modula zbog zračnog raspora između modula i zida.

**Nema potrebe za izolacijom** ili ukrasnom žbukom iza fotonaponskih modula.

**Jednostavnije je održavanje i zamjena**, a fotonaponski moduli mogu poslužiti kao dodatna toplinska izolacija.



PRVA FOTONAPONSKA FASADA  
U HRVATSKOJ

Investitor:  
tvrtka MERKANT d.o.o., na lokaciji  
Vukomerec 23, Zagreb

Projektant:  
Prof. dr.sc. Ljubomir Majdandžić, dipl.ing.



Fotonaponske elemente moguće je integrirati u zgrade kao tople fasade. U ovome slučaju elementi se integriraju u strukturu fasade ili kao dio zida. Fotonaponski elementi su učvršćeni između dvije staklene stijene i uključeni u strukturu fasade. Fasadni elementi mogu biti sastavljeni od stakla sa sunčanim ćelijama i sendvič-modula s toplinskom izolacijom, ili od dvoslojnog stakla punjenog argonom i s toplinskim premazom.

- FNE-a može biti izvedena i kao integracija u hladnu fasadu
- Moduli su učvršćeni na dodatnu strukturu sa zračnim rasporom između modula i fasade
- Hladne fasade su skuplje jer su potrebni dodatni elementi za ugradnju modula.
- Rješenje s hladnim pročeljem eliminira problem hlađenja modula
- Moduli djeluju kao učinkovita dodatna toplinska izolacija.
- Nije potrebno predvidjeti dodatne elemente za zasjenjenje prostora.

Fotonaponski sustavi na fasadama trebaju zadovoljiti sljedeće **sigurnosne zahtjeve i preporuke za ispravan rad:**

- prilikom postavljanja fotonaponskih modula na postojeće zgrade potrebno je provjeriti **nosivost strukture fasade**
- module je potrebno učvrstiti uzimajući u obzir **otpornost na vremenske uvjete** - vjetar, tuča i snijeg,
- spojevi toplih fasada moraju osigurati **nemogućnost propuštanja zraka i vode**. Za ove namjene postoje specijalni moduli koji zadovoljavaju postavljene kriterije, ali je potrebno slijediti upute proizvođača
- **potrebno je ograničiti instalaciju modula u prizemlju**, u blizini staza i drugih javno dostupnih mjesta kako bi se izbjegla eventualna šteta od vandalizma.

FNE-a može biti i integralni dio gradskog okoliša, instalirana na sjenila, na čekaonicama autobusa i tramvaja, parkiralištima, itd.



Instalacija u tijeku

### Kako se odvija instalacija na odabranoj lokaciji?

Proces instaliranja odvija se u sljedećim koracima:

- postavljanje nosača i podkonstrukcije
- postavljanje fotonaponskih modula
- spajanje fotonaponskih modula
- postavljanje spojnih i razvodnih kutija
- postavljanje kanalica i kabela
- spajanje komponenata
- puštanje u pogon i ispitivanje sustava.

### Kakav je ekološki otisak cijeloga projekta?

Kritičari fotonaponskih elektrana smatraju da je CO<sub>2</sub>, potreban za proizvodnju fotonaponske elektrane, veći od uštede CO<sub>2</sub> kroz proizvodnju energije kroz fotonaponsku elektranu. Međutim, to nije točno jer ušteda CO<sub>2</sub> daleko je veća kroz proizvodnju energije na ovakav način. Stoga je **energetska amortizacija** (EPBT) projekta jako povoljna.

EPBT je vrijeme za koje se energija potrošena tijekom životnog ciklusa FN sustava (proizvodnja, ugradnja, rastavljanje i recikliranje) nadoknadi električnom energijom proizvedenom pomoću FN sustava.

$EPBT = \text{Einput} / \text{Esaved}$ , pri čemu je Einput energija utrošena tijekom životnog ciklusa sustava, a Esaved godišnje energetske uštede, tj. godišnja proizvodnja električne energije u FNE-u.

Također,  **smanjuju se emisije stakleničkih plinova** tijekom cijeloga životnog vijeka, a pravilnom razgradnjom i recikliranjem FN modula osiguravamo da se potencijalno štetni materijali ne ispuštaju u okoliš; također je smanjena potreba za čistim sirovinama. Tehnologije recikliranja postoje za gotovo sve vrste fotonaponskih proizvoda i većina proizvođača je uključena u aktivnosti recikliranja.

### Udari groma u FNE-u i moguće posljedice?

Male FNE-e na zgradama s gromobranskom zaštitom mogu biti potpuno zaštićene s postojećim sustavom gromobranske zaštite.

### Treba li izraditi program održavanja FNE-a?

U principu, samo za **uklanjanje prašine i prljavštine** jer najčešći zadatak održavanja je čišćenje površine stakla fotonaponskih modula. Module je potrebno čistiti kada temperatura nije visoka, obično u jutarnjim ili kasnim poslijepodnevničkim satima. Slojevi prašine i prljavštine s modula mogu se oprati vodom pod pritiskom (miniwash). U većini slučajeva čišćenje je potrebno samo tijekom dugih sušnih razdoblja (kada nema kiše koja osigurava prirodno čišćenje) i (za naše krajeve sve češće) nakon kiše s juga, pomiješane s pijeskom iz Sahare.

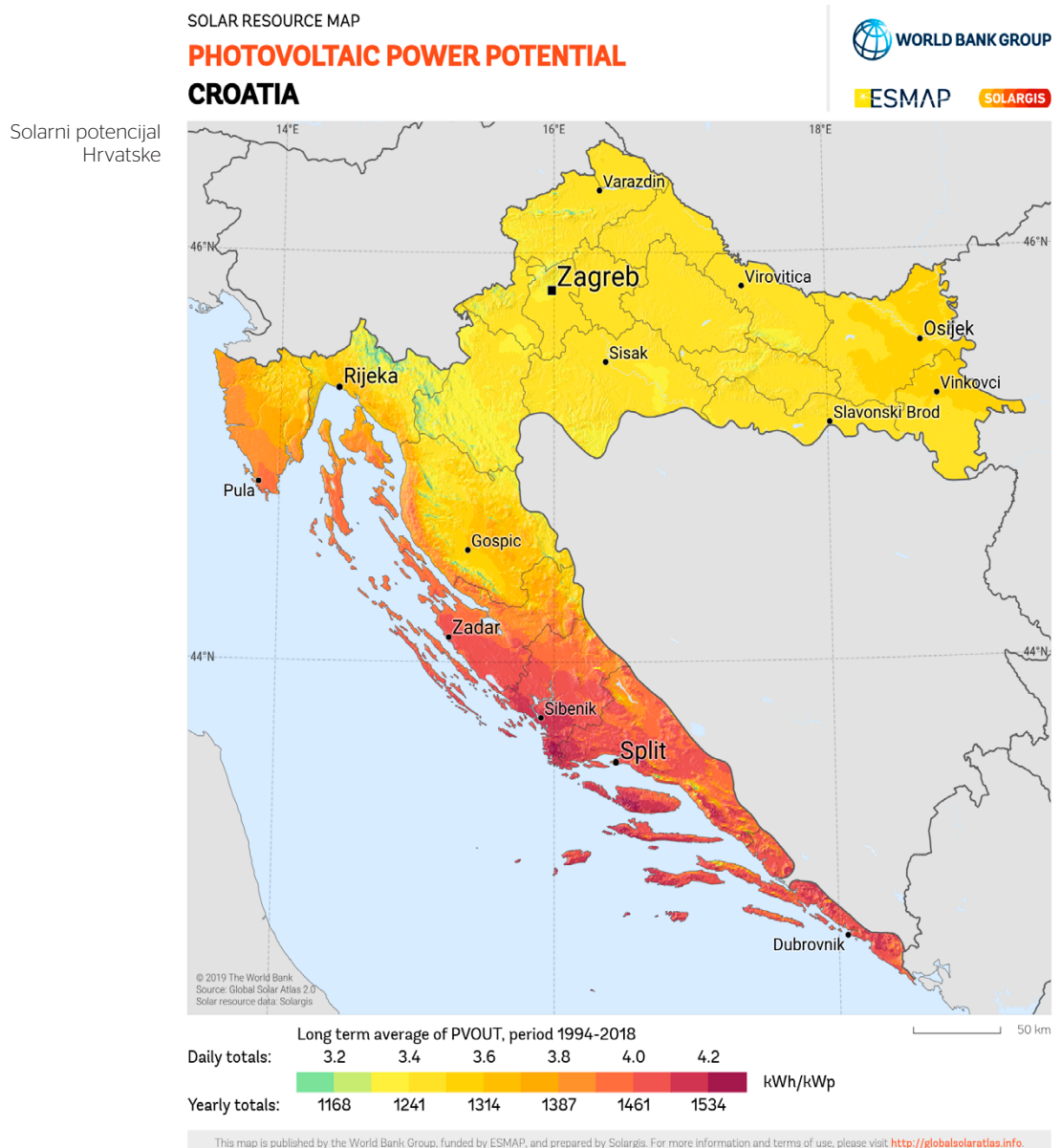
### Koji su najčešći kvarovi FNE-a?

Čak dvije trećine kvarova na FNE-i su (prema mnogim istraživanjima) kvarovi izmjenjivača. Razlozi kvarova izmjenjivača su prenaponi uzrokovani vremenskim poremećajima i/ili slabostima mreže, klasično starenje i toplinska preopterećenja.

Kod fotonaponskih panela, tipične greške (pogotovo kod ugradnje sustava na krovu) su nepostojanje prijelaznih spojeva između modula ili premalo krovnih kuka koje omogućuju dovoljno otpornost na opterećenje vjetrovom.

Ostali kvarovi klasični su kvarovi raznih elektroničkih komponenata uređaja.

Kvaliteta izvedbe FN sustava od ključne je važnosti za budući rad sustava i proizvodnju električne energije tijekom životnoga vijeka.



IZVOR: © 2020 The World Bank, Source: Global Solar Atlas 2.0, Solar resource data: Solargis.





Moj omiljeni bend TBF ima stih „...i neće biti ironije za kraj...“. Dugo sam se spremao (i pripremao) napisati ovaj kratki (ali nadam se korisni) priručnik za nas, obične male ljude koji želimo ne samo energetske osamostaliti vlastitu obitelj, već i sudjelovati u sprečavanju daljnje devastacije planeta Zemlje, jedinog staništa naše vrste. Najveći izazov u pisanju bilo mi je, s jedne strane, ne dati previše informacija (da ne "rastjeram" tehnički manje obrazovane građane i gospodarstvenike), a s druge da se ispuni osnovni cilj - pripremiti ih za prvi razgovor s projektantom i izgradnju vlastite fotonaponske elektrane. U pisanje priručnika uložio sam svo svoje znanje i iskustvo prikupljeno tijekom 12 godina praktički permanentnog bavljenja ovom temom. Znam da priručnik nije savršen, ali nadam se da je ipak dovoljno dobar kako biste krenuli putem kojim je krenula i moja obitelj. Putem prema vlastitoj energetskej neovisnosti koja, vjerujte mi, osim financijske dobrobiti donosi i tako veliko osobno zadovoljstvo, tako dobar osjećaj slobode.

### Impresum

Izdavač:  
Friedrich-Ebert-Stiftung,  
Regionalni ured za Hrvatsku i Sloveniju,  
Praška 8 | HR 10000 Zagreb | Croatia  
[www.fes.hr](http://www.fes.hr)

Za izdavača:  
Dr. Sonja Schirmbeck  
[sonja.schirmbeck@fes.de](mailto:sonja.schirmbeck@fes.de)

Kontakt:  
Vjeran Piršić  
Udruga Eko Kvarner  
Primorska cesta 10, Njivice, Krk  
[ekokvarner@ekokvarner.hr](mailto:ekokvarner@ekokvarner.hr)  
[www.ekokvarner.hr](http://www.ekokvarner.hr)

Fotografije: SOLVIS d.o.o., privatni album Vjeran Piršić, privatni album Ljubomir Majdandžić,  
[pixabay.com](http://pixabay.com), [shutterstock.com](http://shutterstock.com)  
Recenzent: Prof. dr.sc. Ljubomir Majdandžić  
Dizajn: Vesna Ibrišimović  
Lektura: Meri Šimara  
Godina: 2021.

ISBN: 978-953-8376-07-8

Stavovi objavljeni u ovoj publikaciji izraz su mišljenja autora i ne moraju se podudarati sa stavovima FES-a ili organizacije u kojoj autor radi.  
Komersijalna upotreba svih medija koje izdaje Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) nije dopuštena bez prethodne suglasnosti FES-a.



European  
Climate Initiative  
EUKI

Ovaj projekt podržava Europska klimatska inicijativa (EUKI).