

15. rujan 2022



Kako dovesti solarnu energiju u vaš grad



Solar Adria Projekat

Vodič za promicanje integracije solarnih fotonaponskih sustava kroz urbano prostorno planiranje

Ovaj **Vodič** pripremljen je u sklopu projekta SOLAR ADRIA kao dio Europske klimatske inicijative (njem. *Europäische Klimaschutzinitiative*, EUKI), a financiralo ga je Savezno ministarstvo za gospodarstvo i klimatsku akciju Savezne Republike Njemačke. Međunarodni tim, predvođen Energetskim institutom Hrvoje Požar (Hrvatska), ovim projektom nastoji ubrzati razvoj solarne energije u općinama jadranskog priobalja. Ciljevi projekta obuhvaćaju istraživanje načina na koji dionici na općinskoj razini shvaćaju i doprinose energetskej tranziciji kroz solarni razvoj, izradu karata solarnog potencijala za ciljane općine i stvaranje platforme za povezivanje zainteresiranih ulagača s jedne strane i općinske uprave i ostalih dionika s druge. Projekt je proveden u Hrvatskoj, Sloveniji i Crnoj Gori.

Autori

Ana Kojaković (SLAK, obrt za poslovne i znanstvene usluge)

Ioannis Vaskalis (SLAK, obrt za poslovne i znanstvene usluge)

Projektни partneri

Energetski institut Hrvoje Požar, Hrvatska

The Nature Conservancy in Europe gGmbH, Njemačka

Sveučilište u Ljubljani (Biotehnički fakultet), Slovenia

Environment Programme, Crna Gora

Univerza v Ljubljani



Sadržaj

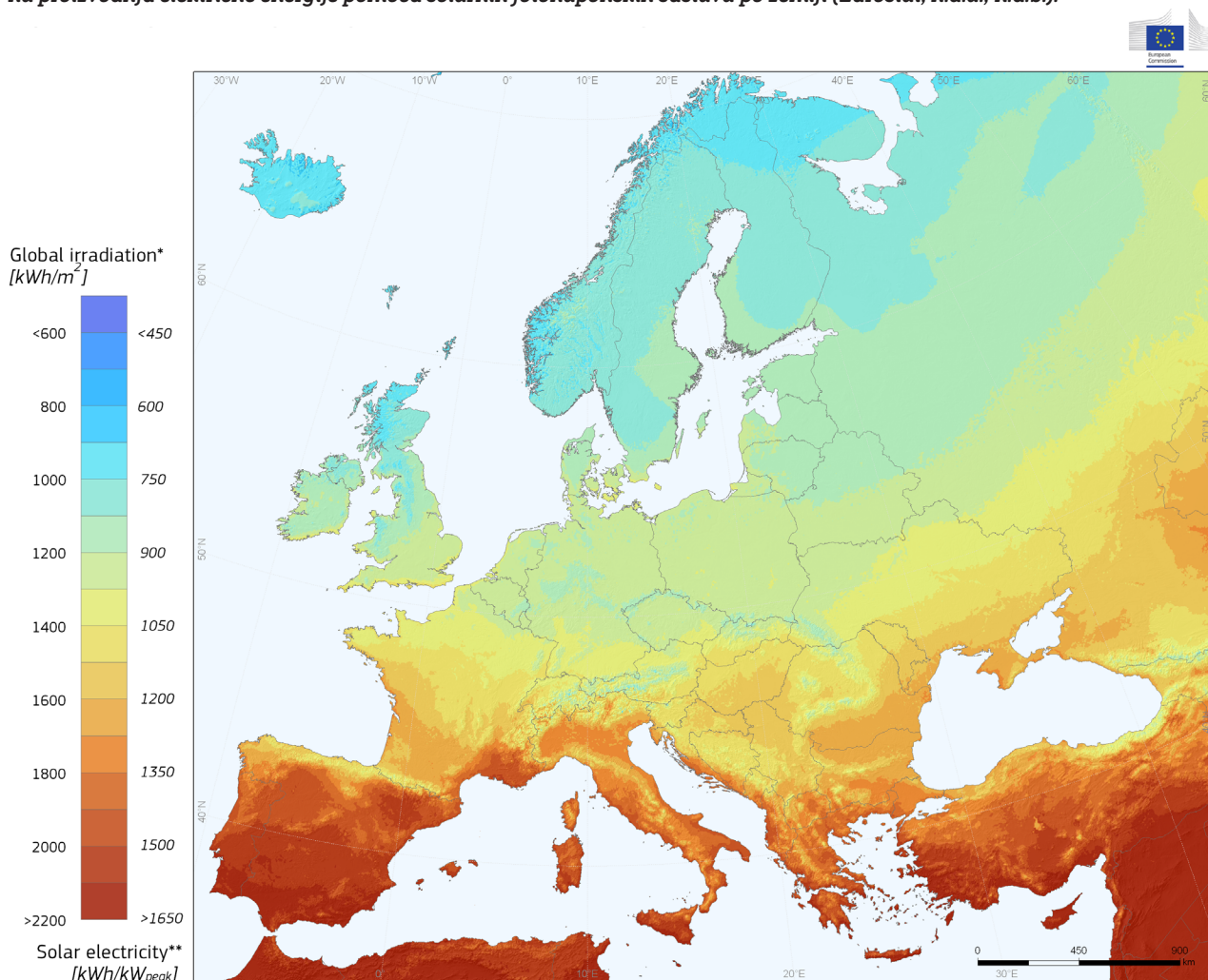
<u>PREDGOVOR</u>	2
<u>UVOD</u>	5
Zašto je pripremljen ovaj <i>Vodič</i> ?	5
Kome je ovaj <i>Vodič</i> namijenjen?	6
Što smo naučili tijekom projekta SOLAR ADRIA	7
Kako čitati ovaj <i>Vodič</i> ?	8
<u>Integrirani krovni fotonaponski sustavi</u>	9
Što su fotonaponski paneli i kako funkcioniraju?	9
Koliko su fleksibilni fotonaponski sustavi?	11
Koji elementi čine krovni fotonaponski sustav?	12
Što je potrebno uzeti u obzir kod ugradnje krovnog solarnog fotonaponskog sustava?	14
<u>Razvoj fotonaponskog projekta</u>	15
Koji su to ključni koraci u razvoju fotonaponskog projekta?	15
Što je uključeno u projekt i studiju izvedivosti?	17
Koji su poslovni modeli uobičajeni u jadranskoj regiji?	19
<u>Participativno planiranje</u>	22
Što je participativno urbano planiranje?	22
Lokalna samouprava može olakšati razmještanje fotonaponskih sustava u jadranskoj regiji!	23
Kako osmisliti i pokrenuti participativno planiranje?	24
Metode za uključivanje dionika u planiranje fotonaponskih sustava	24
<u>Razmještanje fotonaponskih sustava u lokalnoj zajednici</u>	27
Kako općine mogu promicati solarnu energiju?	27
Kartiranje solarnog potencijala	28
Sastajalište za dionike u području solarne energije	32
Promicanje energetske zajednice	33
Instalacija fotonaponskih sustava u javnom prostoru	35

Uvod

Zašto je pripremljen ovaj Vodič?

Jadranska regija ima veliki solarni potencijal, ali je u usporedbi s nekim drugim europskim regijama, koje često imaju bitno manji solarni potencijal, iskorištenost tog potencijala za proizvodnju električne energije u urbanim sredinama još uvijek ograničena. Na Slici 1. vidljivo je da Slovenija, Hrvatska i Crna Gora zaostaju za sjevernijim europskim zemljama (desno), iako je njihov solarni fotonaponski potencijal znatno veći. Činjenica da je tehnologija fotonaponskih sustava lako dostupna na međunarodnom tržištu i da se, štoviše, njezina cijena u zadnjih deset godina osjetno smanjila navodi na zaključak da problem ne leži u solarnom potencijalu, već u mobilizaciji same tehnologije. Iz anketa provedenih među dionicima u projektu Solar Adria proizlazi da su ključni problemi manjak svijesti i znanja o korištenju solarne energije i manjak truda koji se na lokalnoj razini ulaže u promicanje njezina razvoja. U ovom se Vodiču nalaze naši pristupi i metode koji mogu poslužiti za otklanjanje tih poteškoća.

Slika 1. Mapa solarnog fotonaponskog potencijala u europskim zemljama (Europska komisija, 2020.) i usporedba s obzirom na proizvodnju električne energije pomoću solarnih fotonaponskih sustava po zemlji (Eurostat, n.d.a.; n.d.b.).



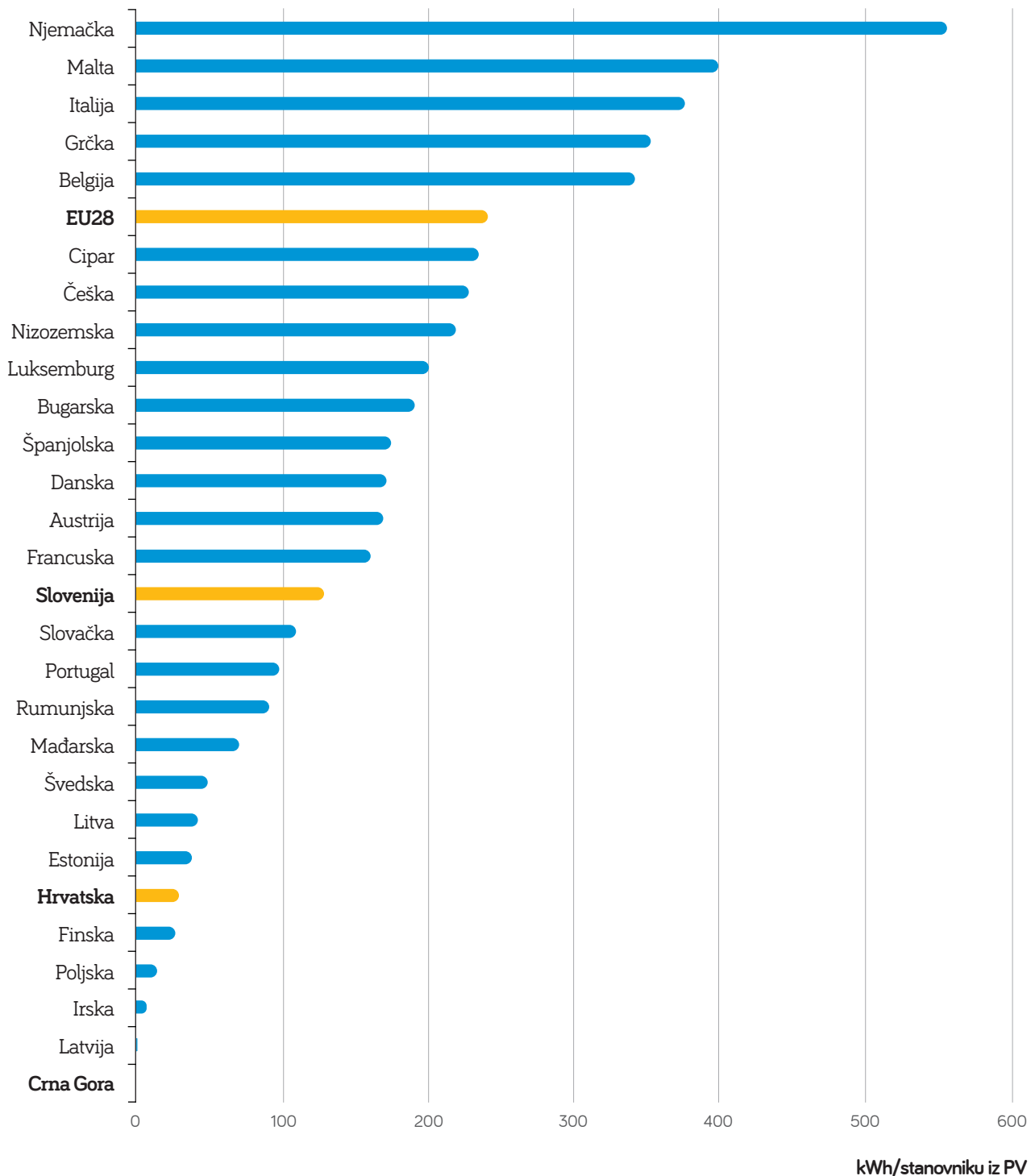
* Yearly sum of global irradiation incident on optimally-inclined south-oriented photovoltaic modules

**Yearly sum of solar electricity generated by optimally-inclined 1kW_p system with a performance ratio of 0.75

© European Union, 2012
PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua
EC - Joint Research Centre
In collaboration with: CM SAF, www.cmsaf.eu

Legal notice: Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication.



Kome je ovaj *Vodič* namijenjen?

Ovaj je dokument prvenstveno namijenjen liderima lokalnih zajednica, što uključuje donositelje odluka i tehničko osoblje u općinama jadranske regije. Ovaj bi *Vodič*, međutim, mogao zanimati i obične građane, predstavnike organizacija civilnoga društva, poduzetnike i učitelje/nastavnike te sve ostale osobe koje zanima bolje iskorištavanje solarne energije u urbanim sredinama.

Ovaj se dokument temelji na iskustvima i lekcijama iz provedbe projekta SOLAR ADRIA. U zadnje su dvije godine (od 2020. do 2022.) u sklopu projekta prikupljene i analizirane informacije o stanju iskorištenosti solarne energije u Hrvatskoj, Sloveniji i Crnoj Gori; prikupljena i procijenjena stajališta i mišljenja dionika u području solarne energije u Kopru (Slovenija) i Starigrad-Paklenici (Hrvatska); te pokrenute akcije u bliskoj suradnji s lokalnom samoupravom kroz osiguranje tehničkih alata, smjernice i studije izvedivosti na temelju najbolje prakse.

Što smo naučili tijekom projekta SOLAR ADRIA

U projektu SOLAR ADRIA naučili smo da postoje različite etape u razvoju tržišta solarne energije, svaka sa svojim specifičnim problemima. Na samom početku, u ranim etapama razvoja tržišta, ključni je problem informirati građane o solarnoj energiji i fotonaponskoj tehnologiji te potaknuti njihov interes za ostvarivanje potencijalnih prednosti korištenja solarne energije. To bi pak trebalo biti popraćeno informacijama o načinu pripreme projekata o fotonaponskom sustavu, načinu njihove provedbe, kao i postojećim opcijama financiranja. Kao drugo, regulatorni okvir mora biti osmišljen na način koji omogućuje jednostavan i brz razmještaj fotonaponske tehnologije. To postaje osobito važno s rastom broja interesenata. No, kako bi „tranzicija” na ovu novu tehnologiju bila pravedna, propisi i pravila moraju biti jasno postavljeni i priopćeni potencijalnim korisnicima. To može uključivati informacije o sposobnosti distribucijske mreže za preuzimanje novih sustava, ograničenjima fotonaponskih instalacija u urbanim sredinama koje predstavljaju kulturno nasljeđe ili pak mogućnostima instalacije fotonaponskih sustava na višestambenim zgradama.

Situacija u Crnoj Gori, Hrvatskoj i Sloveniji

Crna Gora, Hrvatska i Slovenija ostvarile su različit stupanj usklađenosti sa zakonodavstvom EU-a o okviru za uporabu obnovljivih izvora energije, a usvojile su i različite propise i mjere podrške malim projektima za iskorištavanje tehnologije za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora. To je također vidljivo iz stupnja realizacije razmještaja fotonaponskih sustava.

Crna Gora se još uvijek nalazi u početnoj fazi uporabe obnovljivih izvora energije i u ovoj je etapi neophodno raditi na informiranju građana o potencijalnim prednostima i jačanju njihovog interesa za razvoj solarnih projekata. Informiranjem o regulatornim postupcima i financijskim opcijama osnažit će se njihovo povjerenje u tehnologiju i sustav upravljanja te potaknuti „predvodnike” na pokretanje projekata.

U **Hrvatskoj** je svijest građana o solarnoj energiji i fotonaponskoj tehnologiji već na visokoj razini, ali često ne znaju kako postaviti fotonaponski sustav na krov i što je potrebno kako bi postali „proizvođači” ili „prozumenti” električne energije. Drugim riječima, ne postoji dovoljno informacija i razumijevanja o administrativnim postupcima, nadležnim tijelima i pružateljima usluge. To često dovodi do određenog stupnja nepovjerenja u tehničku ispravnost opreme i administrativna tijela. Tim se izazovima može doskočiti ciljanom edukacijom i raspravama, promocijom (reklamiranjem) uspješnih primjera iz prakse i zajedničkim prostorom za umrežavanje.

Konačno, **Slovenija** ima najrazvijenije tržište integracije fotonaponskih sustava. Građani su vrlo zainteresirani za krovnu instalaciju fotonaponskih sustava. Zajednice su sada pak suočene sa suprotnim problemom velike gustoće fotonaponskih sustava koja može utjecati na stabilnost prijenosa u elektroenergetsku mrežu ili vizualni identitet urbane sredine odnosno kulturnog nasljeđa. Zato bi se u Sloveniji općine trebale usmjeriti na razvoj alata za naprednije planiranje energetske zajednice i optimalnu uporabu iskoristivih krovnih površina u svrhu unaprjeđenja dobrobiti zajednice.

Iako se dijelom ovakvi problemi obično rješavaju na nacionalnoj razini, općine mogu odigrati ključnu ulogu u olakšavanju praktične provedbe i posljedično razmjешtanju fotonaponskih sustava. Naravno, različiti problemi iziskuju različite metode i pristupe rješavanju. Zato je s jedne strane potrebno imati u vidu nacionalnu politiku i propise, a s druge etapu razvoja tržišta i postojeće urbane, društvene i okolišne uvjete u zajednici. Prilikom izrade svojih nacrti strategija i planova razvoja, općine moraju svoje klimatske ciljeve i ciljeve vezane za obnovljive izvore energije temeljiti na dokazima. Solarne karte mogu poslužiti za procjenu potencijalne iskoristivosti krovova za instalaciju fotonaponskih sustava i tako pomoći u definiranju realnih ciljeva.

Općine bi trebale preispitati svoje prostorne planove u svrhu utvrđivanja i revizije pravila koja bi mogla ometati solarni razvoj. Prostornim planovima također se može poticati (ili zahtijevati) uporaba solarnih sustava na novim zgradama. S ciljem dobrog upravljanja i pružanja visokokvalitetnih usluga građanima, djelatnici općinske uprave moraju biti izvrsno educirani, dok cjelokupna uprava mora razumjeti i imati zajedničke ciljeve vezane za energiju. Time će se smanjiti vjerojatnost propuštenih prilika (primjerice, za instalaciju fotonaponskih sustava kao dio obnove javnih zgrada). Općine također mogu djelovati u svojstvu posrednika i promicatelja energetske zajednice povezivanjem svojih građana i olakšavanjem rasprava i postupaka potrebnih za osnivanje solarne zajednice.

Općine također mogu iskoristiti osobe koje su među prvima prigrlile novu tehnologiju ili „lokalne predvodnike” za dijeljenje iskustva ili pomoć u razvoju novih projekata. Primjerice, osobe koje su već ugradile solarne panele na svojim zgradama mogu podijeliti svoje iskustvo na tematskim internetskim stranicama, radionicama ili platformama za umrežavanje. Općine također mogu učiti kroz međusobnu suradnju, kao i suradnju s ostalim organizacijama (npr. postojećim energetske zadrugama).

Kako čitati ovaj Vodič?

Ovaj je *Vodič* podijeljen u četiri dijela. Svaki se dio bavi određenim aspektom promocije fotonaponskih sustava u urbanoj sredini.

Prvi dio – Integrirani krovni fotonaponski sustavi sadrži opis fotonaponske tehnologije i elemente koje valja uzeti u obzir prilikom instalacije sustava. Za čitanje ovog dijela, ići na stranicu [9](#).

U Drugom dijelu – Razvoj fotonaponskog projekta utvrđuju se ključni koraci za razvoj fotonaponskog projekta te opisuju elementi projekta i studije izvedivosti. U ovom se dijelu također nalazi opis i obilježja najčešćih poslovnih modela u jadranskoj regiji. Za čitanje ovog dijela, ići na stranicu [15](#).

U Trećem dijelu – Participativno planiranje daju se pozadinske informacije o participativnom urbanom planiranju i metodama kojima se općine mogu poslužiti za uključivanje dionika u razvoj općinskih prostornih planova i akcija vezanih za solarnu energiju. Za čitanje ovog dijela, ići na stranicu [22](#).

Četvrti dio – Razmjешtanje fotonaponskih sustava u lokalnoj zajednici uključuje skup primjera projekata koje su lokalne zajednice u jadranskoj regiji i drugim zemljama EU-a pokrenule s ciljem promicanja uporabe solarne energije na svojem području. Za čitanje ovog dijela, ići na stranicu [27](#).

U cijelom dokumentu nalaze se reference i poveznice na dodatne materijale s iscrpnijim informacijama o odnosnim temama.

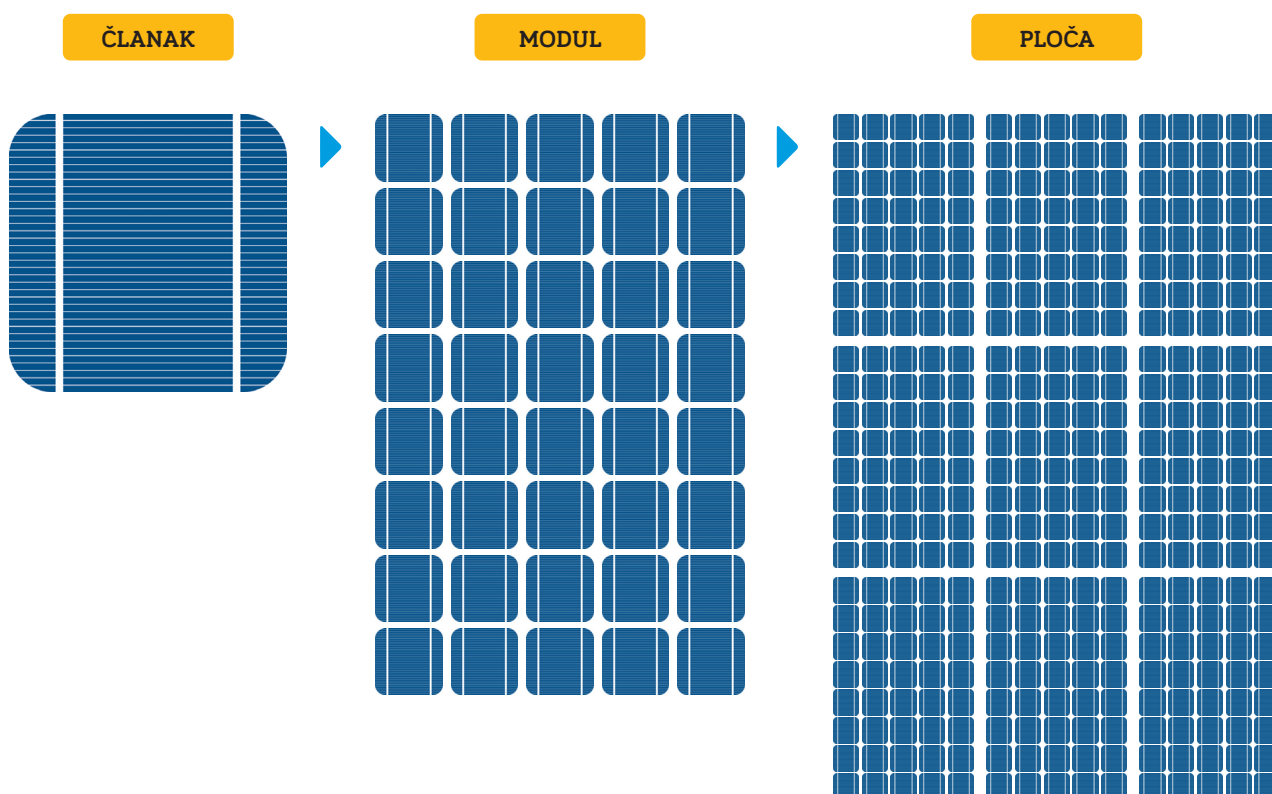
Integrirani krovni fotonaponski sustavi

Što su fotonaponski paneli i kako funkcioniraju?

Uređaje koji sunčevu svjetlost izravno pretvaraju u električnu energiju zovemo **fotonaponski (FN) ili solarni članci/čelije**. Njihovi su rezultati optimalni za sunčanih dana; kada je oblačno ili tijekom noći, proizvodnja je svedena na minimum.

Solarni su članci obično maleni (1-2 vata), pa se za veću proizvodnju električne energije povezuju u veće jedinice koje zovemo **fotonaponski paneli ili moduli**. Cijeli sklop opreme za proizvodnju električne energije zove se **fotonaponska ploča** i sastoji se od određenog broja fotonaponskih panela.

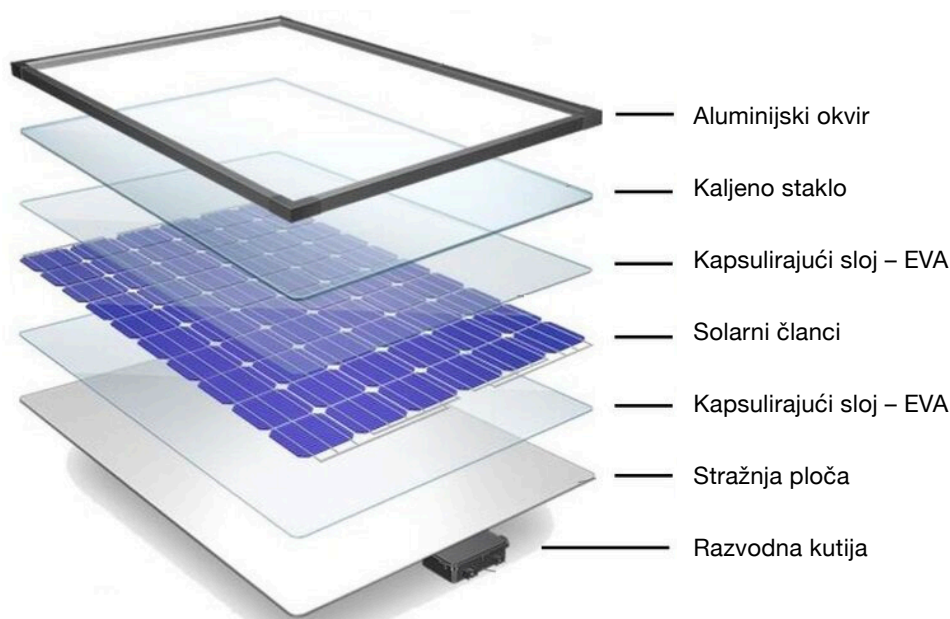
Slika 2. Solarni članak, modul i ploča ⁽¹⁾



¹ <https://www.energy.gov/eere/solar/articles/pv-cells-101-primer-solar-photovoltaic-cell>

Fotonaponski članci napravljeni su od raznih **poluvodičkih** materijala; trenutno se na tržištu uglavnom rabi **kristalni silicij** (otprilike 95 %). Kod silicijskih se solarnih panela vrlo tanke silicijske pločice – jedna pozitivna, jedna negativna – obostrano obrađuju u svrhu razdvajanja električnih naboja i nastanka diode, koja električnu struju propušta u jednom smjeru. Diodi se zatim obostrano dodaje **metalni kontakt** koji omogućuje strujanje električne energije iz članka. Solarni članci zatim se polažu između **visoko transparentnih, antirefleksijskih prevlaka** koje mogu izdržati visoke temperature i vlažnost i tako osigurati dug životni vijek opreme. **Prednja staklena ploča** štiti fotonaponske članke od vremenskih prilika i udara tuče ili otpada u zraku. **Stražnja ploča panela** izrađuje se od izuzetno izdržljivog materijala koji panel štiti od štete koju bi mogla prouzročiti vlaga, ali služi i kao mehanička zaštita i električna izolacija. Na kraju se dodaje **fotonaponska razvodna kutija** za povezivanje unutar modula.

Slika 3. Glavni dijelovi fotonaponskog panela ⁽²⁾



Fotonaponski paneli tipično imaju **životni vijek od 25 do 30 godina** i nije im potrebno prečesto održavanje. Učinkovitost ⁽³⁾ kristalnih silicijskih panela kreće se u rasponu od **18 do 22 %**, uz maksimalnu teoretsku vrijednost od 32 %. Međutim, izvedba modula s vremenom opada po godišnjoj stopi od 0,3 do 1 %, ovisno o tipu modula i lokalnim uvjetima.

Uz kristalne silicijske panele, zadnjih godina sve više pažnje posvećuje se još jednoj fotonaponskoj tehnologiji. Solarnim člancima koji su proizvedeni tehnikom tankog filma, tzv. **tankim solarnim člancima**, nije potreban okvir, a ujedno su lakši i proizvodni je proces jednostavniji. Međutim, valja primijetiti da se usprkos fleksibilnosti i nižoj cijeni njihova učinkovitost obično kreće u rasponu od 7 do 18 % i niža je u usporedbi s panelima od kristalnog silicija. Postoje tri kategorije tankih solarnih članaka ovisno o materijalu: kadmij telurij (CdTe), amorfni silicij (a-Si) ili bakar indij galij selenid (CIGS).

Solarni paneli na kraju svojeg životnoga vijeka mogu postati izvor opasnog otpada i uzrokovati probleme u okolišu u slučaju neispravnog odlaganja. S obzirom na rastući broj fotonaponskih instalacija u svijetu, upravljanje fotonaponskim panelima na kraju životnoga vijeka već je sada važna tema.

² <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/solar-panel-components-construction>

³ Učinkovitost pretvorbe energije: omjer između izlazne električne energije sustava i stvarne ulazne energije

Upravljanje fotonaponskim panelima na kraju životnoga vijeka odnosi se na postupanje s fotonaponskim panelima i ostalim komponentama sustava nakon što su povučeni iz uporabe. To omogućuje oporabu vrijednih materijala, čime se smanjuje utjecaj na okoliš i promiče učinkovitost resursa. Oporabljeni materijali mogu se ponovno iskoristiti za proizvodnju novih fotonaponskih panela ili prodavati kao sirovina na tržištu. Recikliranje je također od presudne važnosti za dugoročno upravljanje metalima ograničene dostupnosti kojima se koristimo u proizvodnji fotonaponskih panela.

Specifični procesi za recikliranje silicija i tankih fotonaponskih panela su različiti. **Proces za recikliranje fotonaponskih panela na bazi silicija** uključuje rastavljanje panela u svrhu odvajanja aluminijskih i staklenih komponenti. Čak 95 % staklenog materijala može biti oporabljeno, dok se vanjskim metalnim dijelovima koristimo za proizvodnju novih panela. Daljnja toplinska i kemijska obrada rabi se za oporabu silicijskih ćelija, uz stopu recikliranja od 85 % za silicijski materijal. **Recikliranjem tankih fotonaponskih panela** omogućuje se ponovna upotreba otprilike 95 % poluvodičkog materijala, dok 90 % staklenih elemenata također može biti iskorišteno za ponovnu proizvodnju.

Koliko su fleksibilni fotonaponski sustavi?

Proizvodnja električne energije pomoću fotonaponskih sustava predstavlja vrlo **fleksibilnu tehnologiju** u kojoj veličina i specifikacije instalacije u velikoj mjeri ovise o energetske zahtjevima i primjeni.

Sustave razlikujemo prema nekoliko kriterija:

„Mrežni” i „samostalni” fotonaponski sustavi

Mrežni sustav priključen je na elektroenergetsku mrežu (distribucijska ili prijenosna mreža) koju opskrbljuje proizvedenom električnom energijom. Na drugoj se strani nalazi **samostalni ili vanmrežni sustav**; on nije priključen na elektroenergetsku mrežu već radi autonomno, odnosno povezan je samo s potrošačima energije i/ili sustavima pohrane (primjerice, baterijama).

Zašto je za „samostalne” sustave potrebna pohrana energije?

Budući da se raspoloživost sunčeve energije mijenja tijekom dana i godine, proizvodnja električne energije iz fotonaponskih panela izuzetno je varijabilna. To znači da u određenim vremenskim razdobljima nije moguće proizvesti dovoljno električne energije da bi se zadovoljila potražnja. Osim toga, po danu fotonaponski paneli mogu potencijalno proizvesti više električne energije nego što je potrebno, koja u tom slučaju propada. Kao rješenje ovog problema uglavnom je neophodna **pohrana energije**, tj. baterije. U tom se slučaju višak električne energije proizvedene tijekom dana pohranjuje i koristi kada proizvodnja nije moguća (primjerice, u tijeku noći ili za oblačnog dana). Pohrana energije **ključna je za pouzdanu opskrbu električnom energijom**, osobito u slučaju samostalnih sustava.

Iako je tek u nastajanju, kao inovativno rješenje za pohranu energije u kombinaciji s fotonaponskim panelima, pojavila se tehnologija „**od vozila do mreže**” (engl. *vehicle-to-grid*), u kojoj se kao sustavi pohrane koriste **električna vozila (EV)**. U toj konfiguraciji, električna vozila koja su parkirana i spojena na punionicu mogu pohranjivati električnu energiju u vrijeme vršne proizvodnje (tj. sunčani dio dana kada postoji višak energije). Zatim se, kada je fotonaponski izlaz nizak, električna energija može prodati i vratiti u elektroenergetsku mrežu, čime se doprinosi uravnoteženju sustava, a ujedno vlasnici vozila ostvaruju prihod.

„Zemljani” i „integrirani” fotonaponski sustavi

Kod **zemljanih ili neintegriranih sustava** fotonaponski paneli nalaze se u okviru kućišta s čeličnom stupastom podkonstrukcijom. **Integrirani sustavi** pak imaju solarni okvir kućišta koji se instalira na zgradu ili drugu konstrukciju te svrhe. Takvi se sustavi obično zovu krovni sustavi jer se najčešće instaliraju na krovovima stambenih, poslovnih ili javnih zgrada. Međutim, fotonaponski paneli mogu biti postavljeni na bilo koju konstrukciju koja je izložena sunčevoj svjetlosti. Oni, primjerice, mogu biti postavljeni na konzolnim nadstrešnicama za parkirališta i tako proizvoditi električnu energiju koja se zatim predaje u elektroenergetsku mrežu ili se koristi za napajanje obližnjih zgrada. Električna energija proizvedena na taj način također bi se mogla koristiti za napajanje punionica za električna vozila na parkiralištima. Najnoviju inovaciju predstavljaju fotonaponski sustavi integrirani u vanjsku ovojnici zgrade, koji tako obnašaju dvostruku funkciju elementa dizajna i elektrane za proizvodnju električne energije.

Veličina fotonaponskog sustava: „krovni” i „industrijski” sustavi

Fotonaponske panele dijelimo u kategorije prema njihovom izlaznom naponu, odnosno snazi u vatima, a ona obično ima raspon od 150 do 400 W, ovisno o veličini panela i njegovoj učinkovitosti. Veličina fotonaponskog sustava ovisi o energetskej potražnji i primjeni. Tipični solarni sustav na **krovnoj površini stambene zgrade** ima snagu 5–10 kW i sastoji se od otprilike 30 panela. Solarne energetske instalacije mogu imati snagu koja se mjeri od stotina kW u slučaju **primjene u komercijalne svrhe** do stotina MW u slučaju primjene kod **solarnih elektrana u industrijske svrhe** (solarne farme). Tipične dimenzije stambenog fotonaponskog panela snage 250 W iznose 165x100 cm, dok komercijalni panel snage 330 W ima dimenzije 196x100 cm.

Koji elementi čine krovni fotonaponski sustav?

Krovni fotonaponski sustav sastoji se od mnogo različitih dijelova, a njegova složenost ovisi o veličini i specifičnoj primjeni. Tipični krovni fotonaponski sustav prikazan je niže u tekstu, zajedno sa svojim glavnim komponentama i njihovim osnovnim operativnim načelima.

Slika 4. Integrirani fotonaponski sustav ⁽⁴⁾



⁴ <https://solargyaan.com/expected-life-of-rooftop-pv-plant-components/>

Komponente krovne fotonaponske instalacije

- 1. Fotonaponski paneli**

Fotonaponski paneli proizvode električnu energiju upijanjem sunčeve svjetlosti koju zatim pretvaraju u istosmjernu struju (engl. *direct current*, DC).
- 2. Pretvarači**

Solarni pretvarači koriste se za **pretvaranje varijabilne istosmjerne struje** (DC) koju proizvode fotonaponski paneli u **izmjeničnu struju** (engl. *alternating current*, AC) koja ima frekvenciju kojom se koriste naša trošila, a koja može biti puštena u komercijalnu mrežu ili iskorištena za izravno napajanje kućanstva ili poslovne zgrade. Fotonaponski sustavi imaju jedan pretvarač za sve panele ili mikropretvarače koji su pričvršćeni za svaki pojedini modul. Pretvarač će najvjerojatnije biti potrebno zamijeniti barem jednom u životnom vijeku fotonaponskog sustava.
- 3. Montažna konstrukcija**

Fotonaponska ploča ugrađuje se na konstrukciju koja mora biti **stabilna i izdržljiva** kako bi nosila težinu opreme i odolijevala utjecaju vjetrova, kiše, snijega, tuče i korozije. Danas se fotonaponska ploča najčešće postavlja pomoću **sustava nosača** zbog njihove čvrstoće, svestranosti, kao i jednostavnog građenja i instalacije. Posebne karakteristike montažne konstrukcije za krovne fotonaponske instalacije ovise o tipu krova i konstrukcijskim obilježjima zgrade.

U slučaju **ravnog krova**, obično se koristi balastni sustav za koji u većini slučajeva nije potrebno zadiranje u krov. Sustav se sastoji od unaprijed pripremljene konstrukcije kojoj skup balastnih blokova služi kao potpora za instalaciju, dok se fotonaponski paneli pričvršćuju za montažnu konstrukciju pomoću stezaljki ili kopči.

Kod **krovova s nagibom**, koji su najčešći kod stambenih objekata, postoje tri konfiguracije i za sve tri potrebno je zadiranje i pričvršćivanje za krov. Kod najtipičnijeg stambenog sustava, tj. **sustava poprečnih greda**, poprečne grede (šine) pričvršćuju se za krov. Paneli se postavljaju na poprečne grede koje se za krov pričvršćuju vijcima. Kod **sustava bez poprečnih greda** one nisu potrebne i zato se fotonaponski paneli pričvršćuju izravno za krov pomoću vijaka. Za ovu vrstu konfiguracije, troškovi su niži, a instalacija jednostavnija. Konačno, postoje i **sustavi sa zajedničkom središnjom gredom za dva susjedna reda panela** koji funkcioniraju po istom principu kao sustavi s poprečnim gredama. Međutim, kod sustava poprečnih greda rabe se četiri za dva reda fotonaponskih panela, dok se kod sustava sa zajedničkom središnjom gredom za dva susjedna reda fotonaponskih panela rabe samo tri.

Odabirom **odgovarajućeg dizajna** montažne konstrukcije, **proizvodnja električne energije može biti optimizirana**, a gubici uslijed zasjenjenosti svedeni na najmanju moguću mjeru s obzirom da se paneli postavljaju na odgovarajuće mjesto, uz optimalnu orijentaciju i kut nagiba.
- 4. Kabeli**

Za **prijenos električne energije proizvedene u modulima** do pretvarača, a zatim do zgrade ili prijenosne mreže koriste se kabeli. Fotonaponski kabeli moraju biti vrlo izdržljivi s obzirom da su stalno izloženi vremenskim uvjetima; oni bez propadanja moraju izdržati utjecaj ultraljubičaste svjetlosti, topline i kiše. Dužina kabela također utječe na rad i isplativost sustava. Skraćivanje dužine kabela što je više moguće rezultira u manjim gubicima i nižim troškovima investicije.
- 5. Sustav pohrane – baterije**

U slučaju viška proizvodnje, **solarnu energiju pohranjuje se** pomoću baterija; što daje energiju po noći ili kada vremenski uvjeti onemogućuju prodiranje sunčeve svjetlosti do fotonaponskih panela. Kod samostalnih sustava, za pouzdanu opskrbu električnom energijom potreban je sustav pohrane. Za regulaciju napona i strujanja električne energije koja teče iz fotonaponskog sustava do akumulatora potreban je **regulator napona** (engl. *battery charge controller*, BCC). On je potreban za sprječavanje štete na sustavu pohrane energije uslijed prenapunjenosti ili prevelikog pražnjenja.
- 6. Brojilo**

Brojila se koriste za mjerenje električne energije koju proizvodi fotonaponski sustav, kao i električne energije koja je predana u elektroenergetsku mrežu ili koja je iz nje preuzeta (za mrežne instalacije).

Što je potrebno uzeti u obzir kod ugradnje krovnog solarnog fotonaponskog sustava?

Prilikom donošenja odluke o ugradnji krovnog fotonaponskog sustava valja uzeti u obzir nekoliko parametara, a potrebno je i pažljivo planiranje kako bi se osigurao optimalan i siguran rad sustava. Parametri su kako slijedi:

Insolacija (osunčanost)

Najpovoljnije su lokacije s **puno sunčeve svjetlosti** tijekom cijele godine jer imaju veliki potencijal za proizvodnju električne energije. Trajanje insolacije mijenja se u tijeku dana i ovisi o godišnjem dobu, a na osunčavanje također utječu **obilježja odabrane lokacije** (geografska širina, nadmorska visina, lokalni krajolik i vremenski uvjeti).

Zasjenjenost

Susjedne zgrade, drveće ili prirodna obilježja, kao i česta prisutnost oblaka mogu dovesti do **velike zasjenjenosti** panela i na taj način drastično **smanjiti proizvodnju električne energije** sustava. Osim toga, na ravnim krovovima može doći do međusobnog zasjenjivanja fotonaponskih panela, što opet smanjuje izlazni napon. To se zove **samozasjenjenost između redova**. Krovni sustavi imaju važnu prednost pred zemljanim konfiguracijama jer je ispravnim projektiranjem sustava moguće potpuno izbjeći zasjenjenost.

Orijentacija i nagib

Orijentacija i kut nagiba fotonaponskog panela predstavljaju još jednu važnu varijablu koju je potrebno uzeti u obzir s obzirom da je izvedba optimalna kada su sunčeve zrake **pod kutem od 90° u odnosu na površinu modula**.

Građevne karakteristike i sigurnost

Prije instalacije krovnog fotonaponskog sustava potrebno je procijeniti strukturni integritet zgrade kako oprema ne bi prouzročila štetu zbog premašivanja maksimalnog dopuštenog opterećenja. To je vrlo važno, osobito u starijim zgradama. Tijekom faze projektiranja i instalacije fotonaponskog sustava u obzir valja uzeti njegovu **pristupačnost** s obzirom da se time omogućuje jednostavno održavanje, ali i ne sprječava pristup u slučaju nužde (tj. požara).

Mrežna konfiguracija

Višak električne energiju koju je proizveo mrežni fotonaponski sustav na krovu isporučuje se u mrežu, a kada izlazni napon nije dostatan (npr. noću) potražnju kućanstva za energijom može se zadovoljiti preuzimanjem električne energije iz distribucijske mreže. Vlasnici krovnih fotonaponskih sustava pomoću mehanizma koji se zove **neto mjerenje** mogu ostvariti kreditne bodove za predaju viška električne energiju u distribucijsku mrežu i zatim ih iskoristiti za preuzimanje električne energije iz mreže.

Samostalni sustavi/samopotrošnja

Krovni fotonaponski paneli također mogu biti autonomni i električnom energijom opskrbljivati samo zgradu na kojoj se nalaze. U tom je slučaju važno priključiti fotonaponski sustav na bateriju kako bi bila omogućena pouzdana i stalna opskrba električnom energijom.

Razvoj fotonaponskog projekta

Koji su to ključni koraci u razvoju fotonaponskog projekta?

Radnje koje su potrebne za razvoj integriranog fotonaponskog sustava dijele se u pet glavnih koraka, od kojih se svaki sastoji od nekoliko aktivnosti:

PRVI KORAK: Pripremne odluke o projektu

1. Odluka o tome tko će razvijati projekt:

- vlasnik zgrade/investitor ili
- stručnjak za solarnu energiju (društvo za konzalting/inženjering).

2. Pripremna procjena krovne površine, u sklopu koje je potrebno odgovoriti na sljedeća pitanja:

- Prema kojoj strani svijeta je usmjeren krov (južna je optimalna, sjeverna nije povoljna)?
- Postoji li *dovoljno sunčeve svjetlosti* u tijeku dana za osiguranje dobre izvedbe sustava?
- Je li krov pogodan za ugradnju ili je potrebna zamjena/obnova (stabilnost i materijali krova)?

3. Prikupljanje pravne i tehničke dokumentacije:

- građevna dozvola, uporabna dozvola i ostali pravni dokumenti za zgradu,
- tehnička dokumentacija o priključku na elektroenergetsku mrežu i potrošnji električne energije za barem jednu godinu (mjesečni računi za struju),
- za višestambene zgrade – suglasnost suvlasnika za razvoj projekta.

4. Prikupljanje ostalih relevantnih informacija kao što su:

- status zgrade u odnosu na posebno zakonsko uređenje (primjerice, status s obzirom na kulturno nasljeđe),
- ostale pravne obveze, ugovori i/ili vlasnička prava koja mogu ugroziti ili prolongirati razvoj projekta.

DRUGI KORAK: Projektiranje

1. Razvoj tehničkog koncepta projekta i pripremna studija izvedivosti, koji će predstavljati osnovu za:

- odlučivanje o optimalnom poslovnom modelu,
- ocjenu mogućnosti mrežnog priključka,
- osiguranje financijskih sredstava od trećih (primjerice, kredit banke).

2. Pokretanje rasprave, vjerojatno s operatorom distribucijskog sustava, te dobivanje njegova mišljenja i tehničkih preduvjeta za mrežni priključak.

3. Priprema projektne dokumentacije kojom će biti:

- definirana veličina, nosači, električne i ostale instalacije sustava itd.,
- pripremljena tehnička osnova za dobivanje dozvola i kasnije nabavu opreme i/ili pripremu ponude za usluge ugradnje fotonaponskog sustava.

TREĆI KORAK: Dobivanje potrebnih dozvola za ugradnju fotonaponskog sustava

Dozvole potrebne za gradnju i upravljanje integriranim fotonaponskim sustavom i tijela nadležna za izdavanje dozvola mogu se razlikovati od zemlje do zemlje. Međutim, u pravilu uključuju:

1. Dozvolu za proizvodnju električne energije (ako će sustav biti priključen na elektroenergetsku mrežu), koju izdaje tijelo nadležno za energetske sektor na državnoj/regionalnoj/lokalnoj razini (primjerice, ministarstvo za energetiku),
2. Građevnu suglasnost ili građevnu dozvolu koju izdaju lokalna/regionalna/nacionalna tijela (to može uključivati mišljenje tijela nadležnog za kulturno nasljeđe, ako je primjenjivo). U slučaju manjeg fotonaponskog sustava, suglasnosti se obično izdaju na lokalnoj razini,
3. Suglasnost za mrežni priključak koju izdaje operator distribucijskog sustava, kojom se potvrđuje da su projekti u skladu s predviđenim tehničkim normama i da sadrže informacije o načinu na koji će proizvodnja utjecati na mrežu,
4. Ostale dozvole ili ugovori kao što je:
 - ugovor s vlasnikom zgrade kojim se potvrđuje pristup krovu/lokaciji fotonaponske instalacije ako vlasnik nije razvojni partner u projektu.

ČETVRTI KORAK: Gradnja elektrane i priključivanje na mrežu

1. Priprema izvedbenog projekta koji sadrži detaljni plan instalacije sustava
2. Instalacija fotonaponskog sustava i priključak na elektroenergetsku mrežu, što uključuje gradnju fotonaponskog sustava i sve električne radove na zgradi
3. Potpisivanje ugovora o kupoprodaji električne energije u skladu s primijenjenim poslovnim modelom (primjerice, ugovor o samopotrošnji (prozument) s opskrbljivačem električne energije/operatorom distribucijskog sustava; ugovor o kupoprodaji snage s potrošačem električne energije)
4. Potpisivanje ugovora o priključku na mrežu s operatorom distribucijskog sustava
5. Tehnički pregled i probni rad
6. Spajanje na distribucijsku mrežu: mrežni priključak

PETI KORAK: Nadzor i upravljanje

1. Nadzor izvedbe
2. Održavanje sustava – čišćenje
3. Inspekcija sustava
4. Postupanje u skladu s jamstvom ako je neki dio sustava potrebno zamijeniti
5. Poboľšanje sustava za bolju izvedbu

Što je uključeno u projekt i studiju izvedivosti?

U svrhu osiguranja tehničke izvedivosti i financijske isplativosti integrirane fotonaponske instalacije, potrebno je provesti **studiju izvedivosti** za projekt. Potpuna i dobro pripremljena studija izvedivosti mora sadržavati sljedeće dijelove:

1. Idejni projekt solarne elektrane

U ovom dijelu studije izvedivosti definiraju se i opisuju glavni elementi sustava, njihove karakteristike i konfiguracija.

Odabir i dimenzije osnovnih elemenata: Odabir konkretne opreme za gradnju krovnog fotonaponskog sustava ovisi o nekoliko čimbenika. Najvažniji su *cijena opreme* i *očekivana proizvodnja električne energije*, ali postoje i drugi čimbenici koji u nekim slučajevima također imaju presudan utjecaj na odabir. To su, *primjerice, prikladnost tehničkog rješenja, tržišna raspoloživost, pouzdanost i iskustvo* proizvođača i dobavljača opreme. S obzirom na relativno velik broj proizvođača fotonaponske opreme, različite raspoložive modele fotonaponskih panela, kao i stalni tehnološki napredak, jasno je da se u *idejnom projektu može predložiti samo jedno od mogućih konačnih rješenja*. U ranoj fazi projekta, važno je naznačiti moguće tehničko rješenje, potencijalnu proizvodnju električne energije i veličinu ulaganja. Iskustvo nam govori da se cijene za sličnu konfiguraciju različitih proizvođača i/ili dobavljača opreme mogu razlikovati i do 20 %. Do konkretnog odabira opreme za gradnju elektrane dolazi u kasnijim etapama projekta, netom prije početka gradnje elektrane.

Smještaj sustava na krovu: Neophodno je odrediti *potrebnu površinu sustava* kako bi se postigao željeni izlazni napon. Vrlo je važan i raspored elemenata sustava, osobito u slučaju manjih krovova na kojima se nalaze objekti koji zauzimaju dio raspoložive površine.

Konfiguracija električnog sustava: U ovom koraku važno je odrediti *priključke za električne komponente* sustava kao što su pretvarači i fotonaponski moduli.

2. Procjena proizvodnje električne energije

Osnovni parametar kojim se opisuje **potencijal sunčeva zračenja** na određenoj lokaciji je sunčevo zračenje na vodoravnu plohu, dok je dozračena energija na koso postavljenu plohu važniji parametar za energetske uporabu sunčeva zračenja. Procjena energetskeg potencijala sunčeva zračenja mora se temeljiti na *dugoročnim mjerenjima sunčeva zračenja* i primjeni dobro prihvaćenih metoda. Podaci o sunčevom zračenju raspoloživi su u raznim *publikacijama, bazama podataka i javno dostupnim internetskim alatima*. Oni se uglavnom dobivaju *mjerenjem, satelitskim praćenjem ili procjenama*.

U nastavku su objašnjeni neki izvori podataka o sunčevom zračenju:

- **Baza podataka Meteororm:** Ona sadrži deklarativne podatke na temelju *mjerenja na više od 8000 meteoroloških postaja*, pet geostacionarnih satelita, kao i globalno kalibrirane aerosolne klimatologije. Dostupni su i *prosječni podaci, kao i skupovi višegodišnjih podataka*. Također postoji *alat za interpolaciju podataka specifičnih za lokaciju*, koji se temelji na raspoloživim podacima s lokacija za koje su dostupni podaci.
- **Fotonaponski geografski informacijski sustav (engl. Photovoltaic Geographical Information System, PVGIS):** radi se o *javno dostupnom alatu za procjenu vrijednosti sunčeva zračenja i produktivnosti fotonaponskog sustava* za Europu, Afriku i jugozapadnu Aziju. Alat se temelji na međunarodnim bazama podataka i sadrži otvorene podatke i softversku arhitekturu te klimatske i geografske podatke visoke rezolucije koji su integrirani u geografski informacijski sustav (GIS).

Izračun **proizvodnje električne energije** fotonaponske elektrane temelji se na **simulaciji** ponašanja odabranog fotonaponskog sustava pomoću simulacijskog računalnog alata za *određivanje veličine, izračun proizvodnje i ekonomičnosti fotonaponskih sustava na temelju prosječnih klimatoloških podataka*. Računalni alat sadrži bazu podataka o komponentama fotonaponskog sustava (fotonaponski moduli i pretvarači), s karakteristikama pojedinačnih komponenti, u svrhu ispravne simulacije rada sustava. Primjer ovog tipa simulacijskog softvera je **alat PV* Sol 2022**.

Uz procjenu proizvodnje električne energije, simulacijom se može dobiti cijeli niz **raznih klimatoloških i tehničkih podataka**, kao što su vrijednosti zračenja površine fotonaponskih modula, temperatura modula, učinkovitost pretvarača, ukupna učinkovitost sustava itd. Osim toga, prilikom dugoročne procjene proizvodnje električne energije tijekom cijelog života elektrane, potrebno je uzeti u obzir **starenje (degradaciju) fotonaponskih modula**, koje se manifestira smanjenjem ocijenjene snage fotonaponskih modula i posljedično padom proizvodnje električne energije.

3. Ekonomska i financijska analiza projekta

Profitabilnost krovnog fotonaponskog sustava određuje se na temelju pregleda cijelog ulaganja i operativnih troškova, fotonaponske proizvodnje i potrošnje zgrade, kao i izračuna određenih financijskih pokazatelja.

Procjena ulaganja

Kod ulaganja u manju fotonaponsku elektranu pažnja je uglavnom usmjerena na *opremu*, tj. fotonaponske module, pretvarače, kabele, nosače i ostale dijelove fotonaponskih sustava, ali troškovi *priključka na mrežu, radova, projektne dokumentacije* i ostali troškovi također su dio troškova ulaganja.

Procjena operativnih troškova

Procjenjuje se da na operativne troškove otpada otprilike 1 % ukupnih troškova ulaganja.

Financijska analiza

Na temelju podataka o fotonaponskoj proizvodnji, potrošnji električne energije zgrade, odabranog poslovnog modela, troškova ulaganja i operativnih troškova, kao i troškova pripadajuće energije, moguće je provesti *financijsku analizu za određivanje isplativosti sustava*.

Svi ostvareni prihodi i operativni troškovi procjenjuju se tijekom cijelog životnog vijeka fotonaponske elektrane. U izračunu ekonomičnosti računaju se sljedeći *pokazatelji*:

- Čista sadašnja vrijednost (engl. *Net Present Value*, NPV)
- Interna stopa profitabilnosti (engl. *Internal Rate of Return*, IRR)
- Razdoblje povrata (engl. *Pay-back Period*, PBP)

Analizom ekonomičnosti ne procjenjuju se *financijski i računovodstveni aspekti* projekta (kao što su financijski troškovi, amortizacijski troškovi i porezne obveze) jer oni podliježu zakonskim propisima i pravilima trgovačkog društva. Cilj je proračuna ekonomičnosti projekta odrediti ostvaruje li se projektom dostatna akumulacija sredstava kojom se mogu opravdati uložena sredstva.

Primjeri studija izvedivosti fotonaponskih elektrana na četiri javne zgrade u Starigradu i Kopru dostupne su na internetskoj stranici projekta SOLAR ADRIA, a možete ih preuzeti na adresi: <https://solaradria.eu/dokumenti-1>

Koji su poslovni modeli uobičajeni u jadranskoj regiji?

Postoje različiti poslovni modeli za integrirane fotonaponske sustave, a njihova primjenjivost ovisi o nekoliko čimbenika: tipu i karakteristikama korisnika i investitora, veličini projekta i opcijama financiranja. Točni parametri svakog poslovnog modela mijenjaju se ovisno o zemlji u kojoj se primjenjuju. Dalje u tekstu nalazi se jednostavan pregled glavnih poslovnih modela, njihove primjenjivosti i financijskih odabira.

1. Prozument (proizvođač–konzument)

U ovom poslovnom modelu električna energija proizvedena u integriranom fotonaponskom sustavu **troši se na mjestu** za pokrivanje zahtjeva zgrade, dok se **višak električne energije predaje u mrežu**. Slično tome, električna energija iz mreže predaje se u zgradu kada je proizvodnja integriranog sustava manja od potražnje. Određivanje ispravne veličine fotonaponskog sustava od presudne je važnosti za financijsku održivost projekta i učinkovito upravljanje sustavom jer se time izbjegava prevelika proizvodnja i postiže maksimalno pokriće energetske potreba korisnika uz minimalni višak proizvedene električne energije i utjecaj na mrežu. Vlasnici krovnih fotonaponskih sustava pomoću mehanizma **neto mjerenja** mogu ostvariti kreditne bodove za predaju viška električne energije u distribucijsku mrežu i na temelju prijeba ih zatim iskoristiti za preuzimanje električne energije iz mreže, čime bitno smanjuju svoj račun za struju. Neto mjerenje uglavnom je definirano ugovorom između prozumenta i opskrbljivača električne energije (odnosno operatora distribucijske mreže). Ovaj je model isplativ za prozumente ako su troškovi proizvodnje integriranog fotonaponskog sustava niži od cijene električne energije opskrbljivača električne energije.

Krovne fotonaponske sustave u modelu samopotrošnje obično financiraju korisnici, ali u mnogim zemljama postoji javna financijska podrška u obliku bespovratnih sredstava i/ili potpore za tu vrstu ulaganja. Ovaj tip financijske podrške osmišljen je kako bi se ubrzao proces razmještanja fotonaponske tehnologije i unaprijedila energetska potrošnja zgrada i kućanstava.

Prozumentski model **primjenjiv je** na privatne i javne zgrade i relativno je jednostavan za provedbu. Međutim, njegova izvedivost ovisi o „veličini” korisnika jer računovodstveno razdoblje nije jednako za kućanstva i vlasnike većih privatnih/javnih zgrada. U **komercijalnoj** primjeni sustavi obično imaju od 30 kW do 1 MW, ali većina je ispod 300 kW, i to u nižem dijelu raspona (ispod 50 kW). Integrirani sustavi na **javnim** zgradama obično imaju instalirani kapacitet od 50 do 500 kW, koji može biti viši ovisno o veličini krova i potrošnji. U **kućanstvima**, fotonaponski sustavi veći su od 3 kW jer manji sustavi nisu pretjerano isplativi.

2. Najam krova sa ili bez ugovora o kupoprodaji električne energije

Ovaj model uključuje financijski **ugovor između vlasnika zgrade i investitora/razvojnog partnera**, s tim da je potonji odgovoran za projektiranje, dobivanje dozvola, financiranje, instalaciju i upravljanje na imovini klijenta. **Razvojni partner** vlasnik je fotonaponskog sustava koji **električnu energiju** koju je proizveo sustav **prodaje vlasniku zgrade** po unaprijed utvrđenoj cijeni koja je u većini slučajeva niža od maloprodajne cijene operatora distribucijskog sustava. U ovom primjeru, vlasnik zgrade može smanjiti iznos svojeg računa za struju. Međutim, postoje i druge opcije poput **ugovora o najmu površine krova** uz fiksnu godišnju najamninu ili honorar tijekom razdoblja najma. Prema tome, razvojni partner kupcu plaća najamninu i zatim može **prodati električnu energiju** koju je proizveo fotonaponski sustav **u mrežu**.

Ugovor o kupoprodaji električne energije obično traje od 10 do 25 godina i u tom je vremenskom okviru razvojni partner odgovoran za upravljanje, nadzor i održavanje sustava. Vlasnik zgrade nakon prestanka ugovora može produljiti ugovor, ukloniti fotonaponski sustav ili kupiti sustav od razvojnog partnera.

Točni uvjeti ugovora o kupoprodaji električne energije, što uključuje trajanje, prodajnu cijenu električne energije itd., detaljno su definirani ugovorom.

Ovaj se poslovni model može primijeniti na poslovne, privatne i javne zgrade, ali model je relativno nov i zato je češći u **poslovnim zgradama**. Primjeri ovog modela u javnim zgradama u Hrvatskoj i Sloveniji još uvijek su vrlo rijetki jer javnoj upravi često nedostaje iskustva u pripremi javnih natječaja i/ili smatraju da je postupak presložen za provedbu. S druge strane, u zgradama u kojima živi više obitelji postizanje dogovora između svih suvlasnika o uključivanju u projekt može predstavljati izazov, dok je pak kod obiteljskih kuća površina krova često ograničavajući čimbenik.

Tipični sustavi u ovom poslovnom modelu obično su veći od 500 kW. Ovaj je model primjenjiv na velikim poslovnim i javnim zgradama poput bolnica, istraživačkih centara itd. Model je primjenjiv i u kućanstvima ako je dostupna velika krovna površina.

3. Premijski model / otkupna tarifa

Model otkupne tarife (engl. *feed-in tariff*, FiT) predstavlja politiku opskrbe energijom čiji je cilj podupiranje razvoja novih projekata s obnovljivom energijom kroz osiguranje zajamčenih cijena koje su više od tržišnih za električnu energiju koju u mrežu predaju proizvođači, uključujući kućevlasnike, poduzetnike, privatne investitore itd. Ovom su shemom predviđeni dugoročni kupoprodajni ugovori za prodaju električne energije iz obnovljivih izvora s uobičajenim ugovornim razdobljem od 10 do 25 godina; produljuju se za svaki proizvedeni kilovatsat električne energije. Iznos plaćanja po kilovatsatu ovisi o tipu tehnologije, veličini instalacije i lokaciji projekta, ali neovisan je o fluktuacijama tržišnih cijena. Dugoročni ugovori i zajamčene cijene štite proizvođače od nekih rizika povezanih s proizvodnjom obnovljive energije čime se ohrabruju ulaganja i razvoj sektora. Moguće je da će cijena u otkupnoj tarifi postepeno padati te tako pratiti i poticati smanjenje troškova tehnologije. Otkupne tarife trenutno su u procesu prijelaza na model otkupne premije, koji je više usmjeren na tržište.

U modelu **otkupne premije** (engl. *feed-in premium*, FiP), cijena za prihvatljive proizvođače električne energije temelji se na premiji koja se plaća na cijenu električne energije koja je ostvarena na tržištu. Premija može biti stalna ili promjenjiva na temelju klizne ljestvice. U ovoj shemi proizvođači mogu imati značajnih koristi u slučaju porasta tržišnih cijena, ali izloženi su i odgovarajućem riziku u slučaju pada cijena na tržištu. Za dodjelu premije obično se organiziraju javni natječaji kojima se definiraju kvote za električnu energiju i referentna cijena za različite tipove proizvodnih instalacija. Referentna cijena je maksimalna cijena za kupnju električne energije tako da se među ponudama odabiru ponuditelji s najnižom proizvodnom cijenom. Prihvatljivi proizvođači električne energije zatim sklapaju ugovor o kupoprodaji električne energije s ovlaštenim sudionicima na tržištu.

U Hrvatskoj se investitori u fotonaponske elektrane kapaciteta od 50 do 500 kW mogu nadmetati za zajamčenu kupoprodajnu cijenu kroz natječaj za najpovoljnije ponude povlaštenih proizvođača električne energije (sličnije otkupnim tarifama). S druge strane, velike/komercijalne fotonaponske elektrane kapaciteta većeg od 500 kW natječu se za premije putem natječaja s najpovoljnijim ponudama povlaštenih proizvođača električne energije.

4. Ostali poslovni modeli i opcije financiranja

Zadružni model i masovno financiranje. **Zadružni energetska** model nudi alternativu velikim energetska kompanijama jer **građanima omogućuje suvlasništvo i sudjelovanje** u projektima s obnovljivom energijom. Članovi zadruge mogu steći udio, aktivno sudjelovati na tržištu i ravnopravno sudjelovati u dobiti projekta. Primjerice, vlasnici integriranih solarnih sustava koji su članovi zadruge mogli bi potencijalno ostvariti veću prodajnu cijenu električne energije u usporedbi s pojedinačnim proizvođačima.



Druga opcija je **masovno financiranje** (engl. *crowdfunding*), odnosno **javni poziv za ulaganja** koji se objavljuje na internetu, za podršku instalaciji energetskeg sustava (fotonaponskog sustava). Primjerice, čak i kada neki građanin nema potreban prostor za ugradnju solarnog energetskeg sustava moguće je ulaganje u instalaciju na drugim zgradama i ostvarivanje koristi od njegova rada.

Model energetske zajednice. Shemama energetske zajednice nastoji se ubrzati ulaganja u obnovljivu energiju kroz uključivanje šire javnosti koja tako može **ulagati u projekt u svojstvu dionika** i ostvarivati **korist** od prihoda. U ovom se konceptu fizičke osobe, javna tijela i trgovačka društva pozivaju na sudjelovanje u energetskom sektoru kroz kolektivne energetske akcije.

Model ESCO (akronim od engl. *Energy Service Company*: trgovačko društvo za pružanje energetskeg usluga), u kojem je društvo ESCO **investitor** u elektranu, a ujedno **održava, osigurava i upravlja** elektranom tijekom projekta. Dakle, društvo ESCO „jamči” da će korisnik energetskeg usluga smanjiti svoje energetske troškove ako se koristi solarnim fotonaponskim sustavom. Društvo ESCO dužno je **izvijestiti o ostvarenim uštedama i sniziti cijenu** energetske usluge ako ciljevi nisu postignuti. Radi se o dugoročnim ugovorima s **velikim potrošačima** (obično se radi o velikim trgovačkim društvima) koji energiju troše sami na licu mjesta.

Dodatne informacije nalaze se u izvješćima projekta SOLAR ADRIA:

Poslovni modeli, administrativni zahtjevi i izvori financiranja za razvoj integriranih solarnih sustava i Predložci ugovora za najam površina za instalaciju malih solarnih elektrana

Izvješća su dostupna na adresi:

https://solaradria.azurewebsites.net/media/Business_models.pdf

https://solaradria.azurewebsites.net/media/Business_models_contract_templates.pdf

Participativno planiranje

Što je participativno urbano planiranje?

„Participacija” pretpostavlja aktivno uključivanje i određeni stupanj utjecaja zainteresiranih strana u procesu donošenja odluka. To znači da svaki sudionik doprinosi procesu kroz izražavanje svojega mišljenja i razloga za zabrinutost, koji se zatim analiziraju i postaju dijelom procesa planiranja.

Urbano planiranje provodi lokalna samouprava, dok na građane, skupine civilnoga društva, poduzetnike i ostale dionike na lokalnoj i nacionalnoj razini utječu rezultati razvoja pa stoga mogu biti zainteresirane strane u procesu planiranja. Kada su uključene u proces, zainteresirane strane mogu doprinijeti održivom i društveno prihvatljivom urbanom razvoju iznošenjem svojih očekivanja te dijeljenjem znanja i iskustva. To je osobito važno za izgradnju konsenzusa kada su mogući neslaganje i sukobi između različitih dionika, ali posljedično i za jačanje povjerenja građana u lokalnu samoupravu, što naposljetku osnažuje njezinu legitimnost.

Kod participativnog planiranja potrebno je uložiti vrijeme i trud u informiranje zainteresiranih strana o novim inicijativama i njihovo uključivanje u proces planiranja. Iako to kratkoročno može dovesti do nešto duljeg i skupljeg procesa planiranja u usporedbi s tradicionalnim pristupom (odozgo nadalje), postoji nekoliko dugoročnih **prednosti koje primjenu participativnog planiranja čine isplativom:**

- pravovremena identifikacija potencijalnih pitanja i prepreka razvoju i provedbi plana,
- uvažavanje stajališta i vrijednosti različitih dionika,
- identifikacija i zadovoljavanje potreba lokalne zajednice,
- mogućnost rješavanja nesuglasica i izbjegavanja/ublažavanja potencijalnih sukoba tijekom faza planiranja i provedbe,
- dugoročna učinkovitost procesa planiranja i provedbe.

U svrhu stvaranja učinkovitog procesa i definiranja modela participacije, važno je utvrditi **potrebe i ciljeve participativnog urbanog planiranja, što može uključivati:**

- učinkovit razvoj i provedbu novih inicijativa i planova,
- transparentni proces planiranja bez dvosmislenosti,
- objedinjavanje različitih perspektiva i ostvarivanje konsenzusa kroz suradnju,
- jačanje međusobnog učenja kroz razmjenu informacija, iskustva i podataka,
- jačanje sposobnosti civilnoga sektora i uključivanje svih relevantnih aktera,
- poboljšanje društvene kohezije,
- jačanje javne podrške i povjerenja u lokalne ustanove,
- osiguranje kvalitetnog i demokratskoga upravljanja.

Lokalna samouprava može olakšati razmještanje fotonaponskih sustava u jadranskoj regiji!

Jadranska regija ima veliki solarni potencijal, ali je u usporedbi s nekim drugim europskim regijama, koje često imaju bitno manji solarni potencijal, iskorištenost tog potencijala za proizvodnju električne energije u urbanim sredinama vrlo ograničena. Razmještanje integriranih krovnih fotonaponskih sustava može imati višestruke prednosti: kućanstva i trgovačka društva mogu proizvoditi električnu energiju za svoje potrebe i tako smanjiti račun za struju, dok se povećanom proizvodnjom obnovljive električne energije može smanjiti ovisnost o fosilnim gorivima i tako doprinijeti lokalnim, nacionalnim i međunarodnim ciljevima za smanjenje emisije stakleničkih plinova.

Uspješna integracija fotonaponske tehnologije u urbanoj sredini predstavlja složeni proces koji iziskuje razmatranje tehničkog, urbanog i društveno-ekonomskog aspekta, koji su često lokacijski specifični. Primjerice, oni mogu uključivati sposobnost distribucijske mreže za integraciju novonastalih fotonaponskih sustava; arhitektonske i urbane značajke područja, kao što je kulturno nasljeđe, u svrhu integracije novih elemenata u krajolik; vlasničku strukturu stambenih, poslovnih i javnih zgrada itd. Osim toga, važno je također uzeti u obzir stavove ljudi prema novinama i promjenama u sredini u kojoj žive.

Zato bi lokalna samouprava, u svrhu pronalaska odgovora na pitanje „**Što može i što treba biti učinjeno za jačanje prisutnosti fotonaponskih sustava u mojoj zajednici?**“, trebala početi s nekoliko ključnih pitanja:

- *Kakvo je stanje u odnosu na razmještanje krovnih fotonaponskih sustava u našoj zemlji? Kakva je situacija u našoj općini?*
- *Koji su koraci potrebni za ugradnju i razmještanje integriranog krovnog fotonaponskog sustava?*
- *Kako možemo inspirirati i ohrabriti naše građane, trgovačka društva i poduzetnike da se uključe u razmještanje krovnih fotonaponskih sustava?*
- *S kakvim se ključnim preprekama ljudi suočavaju tijekom razvoja krovnog fotonaponskog projekta? Što možemo učiniti kako bismo te prepreke prevladali?*
- *Koji je najbolji način za uključivanje lokalnih dionika?*

Ova se pitanja mogu rješavati kroz aktivno uključivanje općina (lokalna samouprava), dobro osmišljeno participativno planiranje, davanje informacija i alata građanima i ostalim dionicima i uključivanje smjernica u prostorne planove i ostalu plansku dokumentaciju.

Kako osmisliti i pokrenuti participativno planiranje?

Na samom je početku procesa planiranja važno osmisliti strategiju za uključivanje dionika u proces planiranja. Strategija mora sadržavati ciljeve za razinu uključenosti kroz cijeli proces, kao i etape i metode kojima će biti osigurana predviđena razina participacije. Stoga vrijeme svake participativne etape mora biti usklađeno s fazama procesa planiranja.

U praksi je participacija dionika poželjna u svim etapama procesa planiranja: od pokretanja procesa planiranja, kroz razradu plana, do nadzora i evaluacije njegove provedbe. Participacija dionika obično ima nekoliko etapa: počinje s informiranjem i konzultacijama, zatim prolazi kroz uključivanje i suradnju te završava potpunim osnaživanjem i uključenosti u proces planiranja (Slika 5.).

Slika 5. Etape participativnog planiranja



Metode za uključivanje dionika u planiranje fotonaponskih sustava

Za učinkovito uključivanje dionika može se iskoristiti cijeli niz strategija. Odabir strategije i primijenjene metode ovisi o karakteristikama razmatranoga plana, veličini i strukturi zajednice, kao i predviđenoj razini uključivanja dionika.

U početnoj fazi planiranja, cilj je informiranje i edukacija široke lepeze dionika, tj. pojedinaca ili skupina osoba koje mogu imati interes ili ulogu u procesu planiranja ili na koje on može utjecati.

Angažiranje široke lepeze dionika važno je zato što predstavlja temelje za široku bazu podrške. Preširoki pristup, međutim, može ugroziti učinkovitost procesa. Zato je važno utvrditi ključne skupine dionika i ciljati ih u kasnijim etapama procesa planiranja. Odabir pravih participativnih metoda mora se temeljiti na karakteristikama i ulogama dionika.

Ključni dionici mogu dati korisne informacije o lokalnom kontekstu i pomoći u procesu utvrđivanja postojećih prepreka, kao i olakšati razradu ideja za njihovo svladavanje. Tablica 1. sadrži primjere metoda koje se mogu iskoristiti u različitim etapama participativnog planiranja.

Tablica 1. Metode u participativnom planiranju

Cilj	Metoda
<p>Informiranje i educiranje dionika o fotonaponskoj tehnologiji, kao i njezinim mogućnostima i prednostima s ciljem podizanja razine znanja i interesa u javnosti.</p>	<p>Dijeljenje brošura i okružnica o uvođenju i promicanju krovnih fotonaponskih sustava. Isto se može postići putem reklama, izložaba ili posjeta predloženoj ili već izgrađenoj lokaciji. Svrha je ovih metoda čitateljima dati jednostavne i osnovne informacije.</p>
<p>Konzultacije i uključivanje u svrhu prikupljanja informacija o očekivanjima i potrebama različitih dionika, kao i učenja o njihovom iskustvu i utvrđivanja prepreka razmještaju fotonaponskih sustava.</p>	<p>Otvaranje internetske stranice ili telefonskih linija u svrhu boljeg informiranja i prikupljanja povratnih informacija. Slanje upitnika ili anketa za prikupljanje i analizu odgovora. To su ekonomične metode za izlaganje procesa i prikupljanje mišljenja šireg segmenta populacije. Intervjui, javni sastanci ili izložbe s osobljem predstavljaju još jedan izravniji način prikupljanja dodatnih povratnih informacija.</p>
<p>Planiranje i osmišljavanje programa, smjernica i ostalih podupirućih akcija (primjerice, pilot-projekti) kojima će se olakšati provedba fotonaponskih projekata kroz suradnju s dionicima, koje se na taj način osnažuje.</p>	<p>Participativna radionica može biti dobra prilika za razgovor o konkretnim pitanjima i planiranim aktivnostima. Radionice predstavljaju priliku za javni dijalog o mitovima, krivim predodžbama i lokalnim razlozima za zabrinutost. Konsenzus omogućuje generiranje ideja, rješavanje problema i definiranje ciljeva. Ovom se tehnikom od skupina dionika i javnosti mogu prikupiti korisne informacije. Također je moguće organizirati seriju radionica, u sklopu kojih se prvo uvodi i dublje istražuje određeno pitanje, a zatim se u naknadnim sesijama vodi rasprava i napokon postiže konsenzus. Ovisno o ulozi dionika, razini znanja i spremnosti za uključivanje, moguće je organizirati različite modele participativnih radionica.</p> <p>Primjerice, World Café održava se u neformalnom i ugodnom okruženju u kojem sudionici raspravljaju o određenoj temi u malim skupinama koje sjede za stolom. Rasprava se ponavlja u nekoliko sesija koje traju 15-30 minuta, nakon čega se razmjenjuju saznanja.</p> <p>Fokus-skupina predstavlja organiziranu i potpomognutu raspravu male skupine dionika (4-12 osoba). Moguće je prikupiti i zatim raspravljati o informacijama u vezi mišljenja i vrijednosti raznih dionika. Strukturirana rasprava interaktivne skupine dionika olakšana je u civiliziranom i neprijetećem okruženju. Fokus-skupine čest su odabir za uvođenje ključnih dionika u proces planiranja te odabir lidera i predstavnika radnih skupina.</p> <p>Može se upotrijebiti i oblik naziva „planiranje za stvarno”, koji se temelji na 3D modelu kojim se replicira lokalno urbano područje. Sudionici rabe model za izražavanje svojih mišljenja o snagama i slabostima područja i davanje vlastitih prijedloga za daljnji razvoj zajednice.</p>

Identifikacija i konzultacije s dionicima za krovne fotonaponske sustave u Starigradu i Kopru

U projektu SOLAR ADRIA, participativno planiranje fotonaponskih sustava u općinama Starigrad (Hrvatska) i Koper (Slovenija) pokrenuto je kroz kartiranje i konzultacije s dionicima.

Prvo su identificirane tri ključne skupine dionika:

1. **DONOSITELJI ODLUKA:** općinska uprava (zaposlenici, gradonačelnici, članovi vijeća), Lokalna energetska agencija GOLEA (Koper), Agencija za razvoj Zadarske županije NOVA (Starigrad),
2. **RAZVOJNI PARTNERI (DEVELOPERI):** postojeći i potencijalni investitori, poduzetnici, predstavnici solarne industrije,
3. **JAVNOST:** stanovnici Starigrada i Kopera.

Nakon stolne analize svake skupine definirana je odgovarajuća konzultacijska metodologija. S donositeljima odluka i razvojnim partnerima održani su intervjui na temelju djelomično strukturiranog upitnika. To je pomoglo da razgovor bude usredotočen na zajedničku temu, a ujedno je omogućen određeni stupanj fleksibilnosti. S druge strane, u svrhu doseganja široke publike, javnost je anketirana pomoću internetskog upitnika (po jedan za stanovnike svake općine).

Intervjui s **općinama** bili su usredotočeni na njihov interes za razvoj integriranih fotonaponskih sustava, kao i na njihovu potencijalnu ulogu regulatora i promicatelja solarne tehnologije za građane i razvojne partnere. Intervjui s **energetskim i razvojnim agencijama** bili su usredotočeni na interese i djelovanje županija i općina, zakonodavne okvire i ulogu agencija u razvoju projekata i politika.

Intervjui s **investitorima** prvenstveno su bili usredotočeni na njihovu motivaciju, iskustvo i viđenje procesa ulaganja u fotonaponske sustave i njihovo razmještanje. **Osiguravateljima tehnologije** prvenstveno su postavljana pitanja o stanju na solarnom tržištu, njihovim zapažanjima o kupcima, kao i o procesu za izdavanje dozvola te suradnji s javnim sektorom.

Upitnici za **stanovnike Kopera i Starigrada** podijeljeni su u tri dijela. Prvi je bio usredotočen na odgovore ispitanika o poznavanju tehničkih i administrativnih postupaka i njihovom interesu za ugradnju fotonaponskog sustava. U drugom dijelu ocjenjivali su se stavovi, uvjerenja i stereotipi o solarnoj energiji, dok su se u trećem prikupljali demografski podaci. Intervjuima i upitnicima razotkriveni su ključni razlozi za zabrinutost u odnosu na integrirane fotonaponske sustave i potencijalne prepreke za njihovo šire prihvaćanje u urbanoj zajednici.

Informacije o veličini uzorka, sadržaju intervjua i upitnika, detaljni opis ishoda konzultacija, kao i glavne prepreke razmještanju fotonaponskih sustava mogu se pronaći u izvješću o projektu SOLAR ADRIA: „Osnovna analiza sadržaja i Izvješće o uključivanju dionika“ (engl. Baseline context analysis & Stakeholder engagement report).

Izvješće je dostupno na adresi:

https://solaradria.azurewebsites.net/media/Baseline_and_stakeholder_engagement.pdf

Razmještanje fotonaponskih sustava u lokalnoj zajednici

Kako općine mogu promicati solarnu energiju?

Lokalna samouprava, tj. općine, snose odgovornost za gospodarski i društveni razvoj svojih zajednica, što uključuje brojne aspekte poput osiguranja infrastrukturnog, industrijskog i poduzetničkog razvoja, kao i pružanje socijalnih usluga i zaštitu okoliša. Osim toga, općine imaju zadatak omogućiti provedbu nacionalnih i regionalnih razvojnih ciljeva na lokalnoj razini. To se formalno postiže integracijom nacionalnih/regionalnih ciljeva u lokalne prostorne i/ili razvojne planove.

Iako su krovni ciljevi za obnovljivu energiju i postupci kojima se uređuje razmještanje fotonaponskih sustava propisani na nacionalnoj razini, općine mogu učiniti dosta na promociji solarne energije, ohrabrivanju svojih građana i poduzetnika na ulaganje u fotonaponske sustave i premošćivanju prepreka s kojima se mogu suočiti u procesu. Spomenute radnje mogu uključivati:

1. Odredbe o integriranim fotonaponskim sustavima u prostornim/urbanizacijskim planovima

- Detaljan i jasan opis zahtjeva i ograničenja (tehničkih i u vezi okoliša) koji se primjenjuju na ugradnju fotonaponskih sustava
- Određivanje javnih prostora i površina gdje je ugradnja integriranih fotonaponskih sustava dopuštena, uz naznaku prostora gdje su fotonaponski sustavi poželjni, kao i onih gdje nisu
- Detaljne i jasne smjernice o postupcima za dobivanje dozvola i izdavanje odobrenja koji su pod nadležnošću lokalnih tijela

2. Podrška razvojnim partnerima u praćenju lokalnih postupaka i dobivanju potrebnih odobrenja

- Dobro educirano i organizirano općinsko osoblje
- Pribavljanje lako razumljivih informativnih materijala
- Djelovanje u svojstvu žarišne točke za razvojne partnere i sva tijela koja su uključena u postupke za izdavanje dozvola, odnosno usvajanje standardnog komunikacijskog protokola
- Organizacija povremenih sastanaka s predstavnicima administrativnih tijela koja su otvorena svim dionicima

3. Priprema studija trenutnog stanja i pribavljanje alata pristupačnih svima

- Provedba solarnog kartiranja područja općine
- Otvaranje info-točaka odnosno sastajališta za dionike u području solarne energije
- Organizacija edukativnih radionica ili pružanje podrške organizacijama civilnoga društva u području solarne energije

4. Instalacija fotonaponskih sustava u javnom prostoru i/ili javnim zgradama

- Integracija fotonaponskih sustava kao dio obnove javnih zgrada kroz izravna ulaganja ili javno financiranje/sredstva EU-a
- Najam krovova i/ili ostalih javnih zgrada razvojnim partnerima iz privatnoga sektora
- Promocija fotonaponskih projekata na poslovnim zgradama kroz smanjenje lokalnih poreza ili prioritizaciju postupaka za izdavanje odobrenja

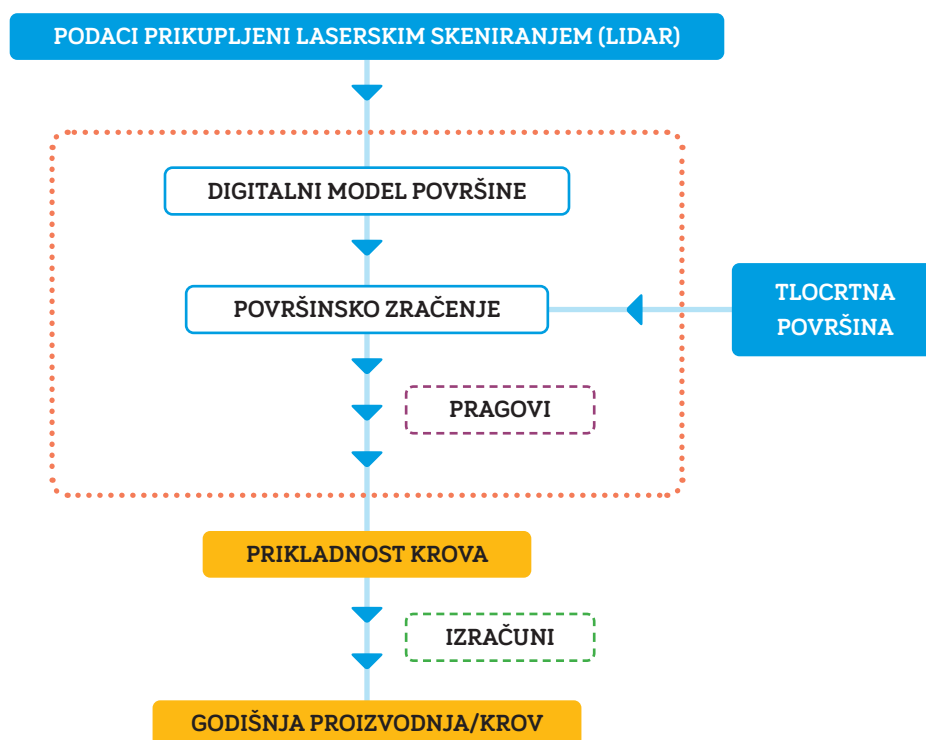
U nastavku se opisuje način kartiranja solarnog potencijala u urbanoj sredini i nekoliko različitih pristupa koje su prigrllile općine u jadranskoj regiji i diljem Europe u svrhu promocije integriranih solarnih sustava na svojem području.

Kartiranje solarnog potencijala

Solarni se potencijal uglavnom prikazuje na 2D kartama, 2,5D ili 3D urbanim modelima, a u mnogim se slučajevima predstavlja i na internetskim platformama. Solarne karte sadrže specifične informacije za određenu lokaciju. Informacije obično uključuju sunčevo zračenje, predviđenu veličinu fotonaponskog sustava i predviđenu proizvodnju električne energije. Informacije koje bi također trebale biti dostupne krajnjem korisniku kako bi ovaj imao koristi od karte jesu troškovi fotonaponskog sustava i potencijalne uštede u slučaju zamjene nekog drugog izvora električne energije.

Razvoj solarnih karata može biti sažet u pet glavnih koraka na način kako je prikazano dolje.

Slika 6. Hodogram za kartiranje solarnog potencijala



PRVI KORAK: Prikupljanje podataka

Za razvoj karata solarnog potencijala potrebne su dvije osnovne skupine podataka:

Podaci prikupljeni laserskim skeniranjem (LIDAR) ili drugim topografskim model područja. LIDAR (akronim od engl. *Light Detection and Ranging*: otkrivanje i određivanje udaljenosti svjetlošću), koji se prvenstveno koristi u aplikacijama za lasersko kartiranje iz zraka, predstavlja novu ekonomičnu alternativu tradicionalnim tehnikama za snimanje terena poput fotogrametrije. LIDAR je tehnologija aktivnog daljinskog očitavanja koja bilježi površinsku topografiju uz visoki stupanj detalja, a može se koristiti za precizne automatske procjene sunčeva zračenja. Primjena LIDAR-a za modeliranje solarnog potencijala u širokoj je primjeni u urbanim sredinama. Podaci dobiveni laserskim skeniranjem nalaze se u digitalnom obliku i zatim moraju biti obrađeni u GIS-okruženju.

Podaci koji za željeno područje nisu dostupni mogu se prikupiti pomoću bespilotnih letjelica (engl. *Unmanned Aerial Vehicle*, UAV). Mnoge kompanije danas nude uslugu laserskog skeniranja iz zraka pomoću bespilotnih letjelica.

Tlocrtna površina zgrade. Ako podaci nisu dostupni na nacionalnoj razini (primjerice, katastar), postoji mogućnost upotrebe tlocrtna površine zgrade na temelju otvorene, digitalne karte svijeta (engl. *OpenStreetMap*, OSM). Vrlo je vjerojatno da neke zgrade neće biti na karti, dok kod drugih površina neće biti ispravna. Točnost se može poboljšati ručnim korekcijama. To je razuman korak u slučaju manjih naselja, ali za veća bi ručne korekcije tlocrtna površine zahtijevale previše vremena i radne snage.

DRUGI KORAK: Obrada podataka prikupljenih laserskim skeniranjem u → dsm

Podaci prikupljeni laserskim skeniranjem obrađuju se u GIS-okruženju u svrhu kreiranja digitalnog modela površine (engl. *Digital Surface Model*, DSM), odnosno 2D-rasterskog zemljovida s podacima o nadmorskoj visini za sve objekte i obilježja tla, uključujući zgrade i stabla.

Alati kao što su Solar Analyst u softveru ArcGIS ili r.sun na platformi otvorenoga izvora GRASS-GIS upotrijebljeni su za izradu velikog broja katastara fotonaponskih i solarno-toplinskih sustava na lokacijama u cijelom svijetu. Alati služe za izračun teoretskog potencijala sunčeva zračenja na temelju geografskih i geometrijskih parametara poput geografske širine i dužine, nadmorske visine, usmjerenja i nagiba površine i ostalih osnovnih parametara kojima se uzima u obzir atmosfera. Ovaj teoretski izračun odgovara sunčevom zračenju u uvjetima vedroga neba. Za izračun procjene sunčeva zračenja u uvjetima stvarnoga neba, alati imaju mogućnost integracije izmjerenih podataka kako bi se neizravno uzeli u obzir oblaci i poboljšalo predviđanje sunčeva zračenja. Moguć je i izračun utjecaja zasjenjenosti od strane objekata u blizini i daljini pomoću digitalnog visinskog modela (engl. *Digital Elevation Model*, DEM), što ujedno predstavlja jednu od glavnih prednosti metoda izračuna na temelju GIS-a u usporedbi s istraživanjima koja se temelje isključivo na satelitskim slikama, osobito u slučaju planinskih područja ili urbanih sredina.

TREĆI KORAK: Izrezivanje karte prema tlocrtnoj površini

Slaj tlocrtna površine učitava se u GIS-okruženje, a digitalni model površine i karte zračenja izrezuju se prema tlocrtnoj površini. Rezultat je karta s podacima koji su ograničeni isključivo na krovnu površinu. Ona prikazuje informacije o raspoloživoj solarnoj energiji na određenom krovu tijekom godine.

ČETVRTI KORAK: Primjena pragova

Za određivanje prikladnosti krova za ugradnju fotonaponskog sustava primjenjuju se određeni pragovi u odnosu na zasjenjenost (nagib, azimut iz digitalnog modela površine), minimalno zračenje (900 kWh/m²/godina), krovni nagib (ravni krov = < 13,5°), minimalnu veličinu krova (20 m² za ravni i 40 m² za kosi) itd.

Rezultat je isključenje krovova s nepovoljnim karakteristikama, dok se preostali krovovi raspoređuju u tri kategorije ovisno o razredu prikladnosti.

Mogu se primijeniti dodatni filtri, npr. zgrade koje predstavljaju kulturno nasljeđe.

PETI KORAK: Izračun godišnje proizvodnje električne energije krova

Primjenom spomenutih parametara moguće je odrediti dostupnu površinu za instalaciju fotonaponskih panela i godišnje zračenje na površini te tako izračunati približni instalirani kapacitet za krov, kao i godišnju proizvodnju električne energije i potencijalne uštede stakleničkih plinova, uzimajući u obzir učinkovitost tehnologije.

Za ovaj su izračun potrebni sljedeći koraci:

- izračun prosječnog sunčeva zračenja preostalih članaka (iznad 900 kWh/m²) po zgradi,
- izračun korisne površine za fotonaponski sustav množenjem ukupne površine prikladnih članaka s 0,8 kako bi se uzelo u obzir nepodudaranje između površine i geometrije fotonaponskog modula i potrebe za dodatnom infrastrukturom (električni vodovi, servisne staze...),
- izračun kapaciteta koji je moguće instalirati množenjem površine povoljnog zračenja s faktorima (150 W/m² za kose, 80 W/m² za ravne krovove),
- izračun električne energije koju bi mogao proizvesti teoretski fotonaponski sustav,
- izračun udjela godišnje potrošnje električne energije u kućanstvu koji bi se mogao pokriti fotonaponskim sustavom,
- izračun mogućih ušteda ugljika množenjem električne energije koju je moguće proizvesti s javno dostupnim faktorima emisije CO₂.

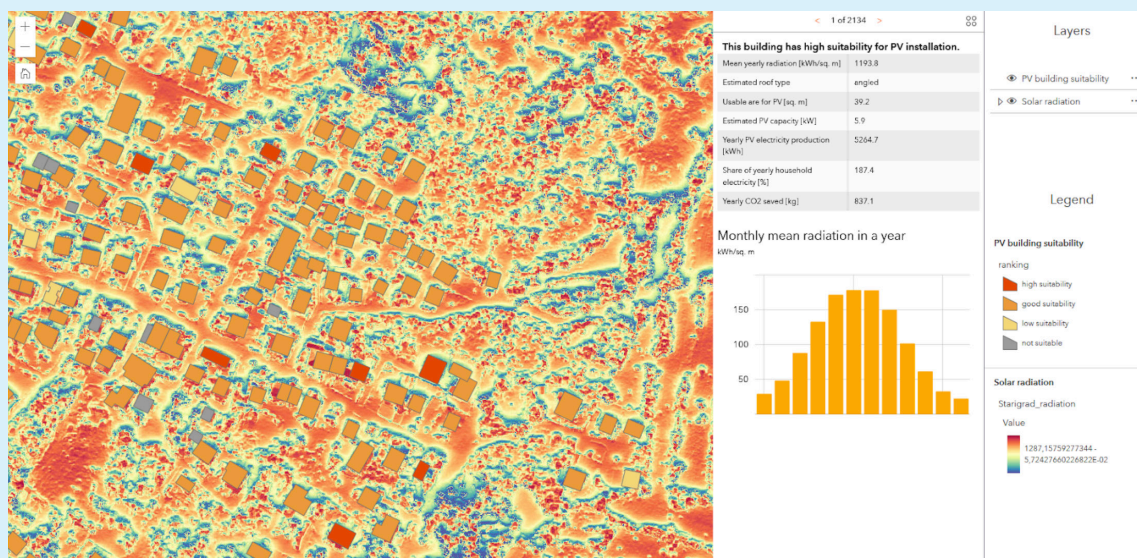


Solarno kartiranje u Starigradu i Kopru

U sklopu projekta SOLAR ADRIA organizirano je solarno kartiranje u Starigradu i Kopru u svrhu stvaranja tehničke osnove za potrebe planiranja, informiranja građana i potencijalnih dionika o solarnom potencijalu u njihovoj općini i olakšavanja postupka ugradnje fotonaponskih sustava.

Ishod solarnog kartiranja su internetske solarne karte kroz koje se lagano kreće i koje korisniku omogućuju istraživanje područja općine i prikupljanje ključnih informacija o solarnom potencijalu svake zgrade. Informacije o sunčevom zračenju, prikladnosti zgrade za fotonaponski sustav i zonama kulturnog naslijeđa predstavljene su u tri različita sloja. Pojedinačni slojevi mogu biti uključeni i isključeni, a postoji i opcija promjene njihove transparentnosti.

Slika 7. Isječak iz solarne karte za Starigrad koji prikazuje sunčevo zračenje i prikladnost zgrade za fotonaponski sustav.

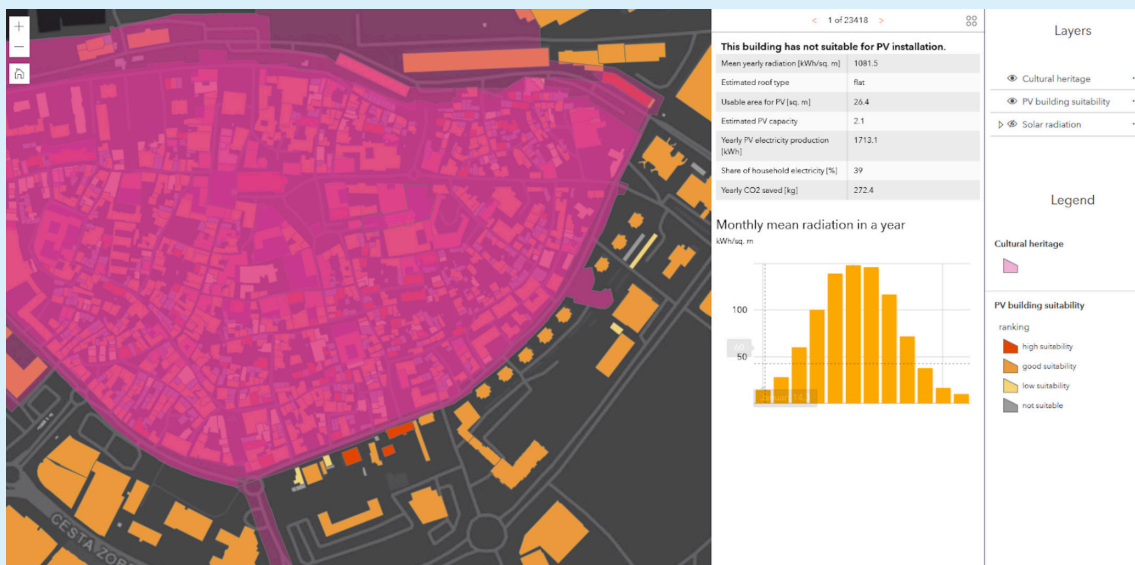


Informacije o fotonaponskoj prikladnosti zgrade dobivaju se odabirom zgrade na karti i razvrstavanjem u jedan od četiri razreda, od „neprikladno” do „izuzetno prikladno” za ugradnju fotonaponskog sustava. Razredi prikladnosti prikazani su različitim bojama i jednostavno ih je identificirati na karti. Sunčevo zračenje prikazano je pomoću spektra boja, od hladnih do toplih, što predstavlja niže i više vrijednosti sunčeva zračenja, kao što je prikazano na Slici 7.

Prilikom odabira pojedine zgrade na karti prikazuje se graf sa srednjim vrijednostima zračenja za svaki mjesec u godini, kao i srednja vrijednost godišnjeg zračenja u tablici iznad. Odabirom zgrade prikazuje se tablica s podacima o korisnoj krovnoj površini, procijenjenom kapacitetu fotonaponskog sustava i godišnjoj proizvodnji električne energije.

Sloj sa zonama kulturnog naslijeđa dodaje se kao pokazatelj mogućih ograničenja. On označuje površine gdje bi razvoj fotonaponskih sustava mogao biti otežan uslijed očuvanja izvorne arhitekture zgrade, što uključuje njezin krov. Zona kulturnog naslijeđa u Kopru vidljiva je na Slici 8, a obuhvaća uglavnom najstariji dio grada.

Slika 8. Isječak iz solarne karte za Kopar koji prikazuje prikladnost zgrade za ugradnju fotonaponskog sustava i zonu kulturnog nasljeđa.



Detaljan opis metodologije solarnog kartiranja i rezultati kartiranja nalaze se u Izvješću projekta SOLAR ADRIA Mapiranje solarnog potencijala u pilot-općinama.

Izvješće je dostupno na adresi:

https://solaradria.azurewebsites.net/media/DII.1_Models_Final.pdf

Solarna karta Kopra dostupna je na adresi:

<https://experience.arcgis.com/experience/d82a5297696840bcb907756482da895b>

Solarna karta Starigrada dostupna je na adresi:

<https://experience.arcgis.com/experience/128fe14264e348cbaa9668c90a04b62b>

Sastajalište za dionike u području solarne energije

Gradani i trgovačka društva često su zainteresirani za ugradnju fotonaponskog sustava na zgradi, ali ne znaju kako početi i gdje pronaći informacije, koliko bi projekt koštao, odnosno je li isplativ, tko ga može izgraditi i/ili kasnije održavati. S druge strane, pružatelji usluga, potencijalni investitori i tehnološki razvojni partneri nisu svjesni postojanja potencijalnih klijenata ako ih ovi ne kontaktiraju direktno. Zato postojanje prostora, bez obzira radi li se o fizičkom ili virtualnom mjestu, može potaknuti umrežavanje i unaprijediti suradnju, što će posljedično dovesti do bržeg razvoja tržišta.

U sklopu projekta SOLAR ADRIA kao ogledni primjer stvorena je virtualna **platforma za povezivanje dionika u razvoju solarnih projekata u urbanoj sredini** (engl. *match-making platform*) i **kalkulator za izračun troškova razvoja i implementacije fotonaponskih projekata**.

Platforma za povezivanje i kalkulator iz projekta SOLAR ADRIA

Platforma za povezivanje osmišljena je za povezivanje vlasnikā objekata i pružateljā raznih usluga, bez obzira radi li se o projektantima, investitorima, distributerima opreme itd. Korištenje platforme vrlo je jednostavno i intuitivno te ne iziskuje prethodno znanje.

Karte na platformi za povezivanje dostupne su svim korisnicima, ali ako neki korisnik poželi ostvariti suradnju, tj. označiti svoj krov kao potencijalnu lokaciju projekta ili ponuditi svoje usluge, potrebna je registracija pomoću adrese e-pošte i lozinke.

Nakon otvaranja platforme za povezivanje, korisnik odabire jedan od ponuđenih gradova koji se nalaze na platformi (u ovom trenutku Kopar i Starigrad, ali mogu se dodati druge općine). Nakon odabira općine, platforma nudi opcije za filtriranje krovova prema raspoloživoj površini za ugradnju fotonaponske elektrane i prema stupnju izloženosti krovne površine suncu (četiri kategorije prikladnosti).

Nakon odabira kriterija na interaktivnoj karti prikazuju se prihvatljivi krovovi. Krovovi su označeni krugovima koji odgovaraju relativnoj krovnoj površini i mijenjaju se zumiranjem na ciljnu površinu na karti.

Klikom na krug (krov) otvaraju se informacije o krovnoj površini i prikladnosti za ugradnju fotonaponske elektrane. Korisnik može označiti odabrani krov kao vlastiti ili izraziti svoj interes kao investitor/projektant/građevinar. Ako su obje strane zainteresirane za razvoj projekta na određenom krovu, odnosno ako vlasnik označi krov kao svoje vlasništvo i ostavi kontakt-informacije, a potencijalni investitor/projektant/građevinar ostavi svoje informacije, sustav će kontakt-informacije učiniti vidljivima i omogućiti komunikaciju.

Mrežni kalkulator može se upotrijebiti za procjenu ulaganja u fotonaponske elektrane u urbanoj sredini. Kalkulator korisniku daje jednostavnu i grafičku povratnu informaciju o opcijama ulaganja prema njegovim potrebama i isplativosti ulaganja.

Na temelju osnovnih podataka koje je korisnik unio u sustav (npr. godišnja potrošnja objekta na kojem bi se instalirao fotonaponski sustav), mrežni kalkulator daje pregled relevantnih tehničkih podataka za solarnu elektranu, kao što su potrebna instalirana snaga fotonaponskog sustava koja će zadovoljiti potrebe korisničkog objekta i procijenjena godišnja proizvodnja sustava. Kalkulator uz tehničke podatke daje ključne ekonomske pokazatelje izvedivosti projekta: procjenu troškova ulaganja, razdoblje povrata, internu stopu profitabilnosti i trajanje projekta.

Platforma za povezivanje i kalkulator iz projekta SOLAR ADRIA dostupni su na adresi:

<https://solaradria.eu/solars>

Promicanje energetske zajednice

Energetske zajednice (engl. *Energy Communities*) obuhvaćaju razne energetske potrošače, pojedince i organizacije koji se osnivaju s ciljem proizvodnje energije iz obnovljivih izvora i koji energiju zatim dijele među članovima zajednice – potrošačima i/ili članovima proizvodnog pogona. One mogu značajno doprinijeti prijelazu na čistu energiju promicanjem energetske učinkovitosti i korištenjem obnovljivih izvora energije u lokalnoj zajednici, dok također građanima omogućuju aktivno sudjelovanje.

U tom smislu energetske zajednice mogu unaprijediti lokalnu socijalnu skrb borbom protiv energetske siromaštva, smanjenjem troškova električne energije i stvaranjem novih prilika za posao za članove zajednice. Osim toga, one igraju značajnu ulogu u razmještanju obnovljivih izvora energije s obzirom da mogu unaprijediti njihovo prihvaćanje u društvu, a istovremeno mogu stvarati pogodno okruženje za privlačenje privatnih ulaganja i unaprjeđenje lokalnog razvoja. Energetske zajednice u konačnici ohrabruju inovacije u energetske sektoru promicanjem održivosti i energetske učinkovitosti za decentraliziranu proizvodnju električne energije.

Europska klimatska inicijativa (EUKI) pokrenula je nekoliko projekata čiji je cilj podrška oživljavanju energetske zajednice kroz poticanje razmjene znanja i izgradnju sposobnosti, kao i davanje smjernica za razvoj i upravljanje energetske zajednicama. Neki su implementirani u jadranskoj regiji, pa ostali mogu učiti iz njihova iskustva!

Energetske zajednice na grčkim otocima

Cilj projekta ECOISM sastoji se od podrške i poticanja osnivanja i upravljanja energetske zajednicama na grčkim otocima. Cilj će se postići informiranjem i jačanjem sposobnosti lokalnih vlasti, poduzetnika i javnosti u odnosu na prednosti energetske zajednice za lokalno gospodarstvo i razvoj.

Lokalne otočne zajednice će u sklopu projekta biti informirane o mogućnostima koje su nastale nakon nedavno objavljenog pravnog okvira za energetske zajednice, koji uključuje poticaje i subvencije za njihovo osnivanje. Osim toga, u svrhu poticanja razvoja energetske zajednice, cilj je projekta omogućiti dijalog između donositelja politike i pravila, kao i ostalih relevantnih dionika, uz istovremeni razvoj smjernica za proces razvoja i provedbe projekta energetske zajednice na otocima.

U svrhu realizacije navedenih ciljeva, Mreža održivih grčkih otoka DAFNI će radi podizanja razine svijesti organizirati nekoliko događaja: 11 radionica na najvećim otocima s najvećim brojem stanovnika i 31 lokalni sastanak na ostalim otocima članovima. Štoviše, tijekom cijelog projekta će se za svaki otok procjenjivati potencijal različitih tipova obnovljivih izvora energije, stvarajući time bazen prikladnih projekata za svaki otok, koje će dalje razvijati energetske zajednice. Konačno, projekt ECOISM bit će odgovoran za pružanje tehničke i financijske podrške pet odabranih otočnih općina u svrhu osnivanja energetske zajednice.

Kao dio projekta pripremljena je publikacija „Participativni alati za energetske zajednice“ (engl. *Participatory Toolbox for Energy Communities*). Ona sadrži različite instrumente podrške pokretačima projekata energetske zajednice u svrhu uključivanja novih dionika u projekt.

Ovaj se projekt provodio tijekom dvogodišnjeg razdoblja (od listopada 2019. do ožujka 2021.); ukupni proračun iznosio je 185.362 EUR. Veći dio sredstava osigurala je Europska klimatska inicijativa (EUKI) njemačkog Saveznog ministarstva za okoliš, zaštitu prirode i nuklearnu sigurnost (njem. *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit*, BMU).

Informacije o projektu dostupne su na sljedećoj adresi:

<https://www.euki.de/en/euki-projects/energy-communities-greece/>

ENCREMenco – „Unaprjeđivanje sposobnosti regija i općina za sudjelovanje u energetske zajednicama” (akronim od engl. *Enhancing the Capabilities of Regions and Municipalities to Participate in Energy Communities*), Grčka

Cilj projekta ENCREMenco pružanje je podrške razvoju energetske zajednice u Grčkoj kroz izgradnju sposobnosti lokalnih dionika na svim razinama i u svim sektorima. Glavni je cilj projekta promoviranje korištenja obnovljivih izvora energije u grčkim općinama, rješavajući pritom pitanje energetske siromaštva i doprinoseći smanjenju emisija stakleničkih plinova. Projektom će općinama i lokalnim donositeljima odluka biti omogućeno stjecanje znanja i pristup informacijama o energetske zajednicama kako bi mogli provoditi nedavno usvojeno zakonodavstvo o energetske zajednicama, koje grčkim općinama omogućuje sudjelovanje u energetske zajednicama kroz proizvodnju, skladištenje, distribuciju i opskrbu vlastitom energijom iz obnovljivih izvora energije.

U sklopu projekta bit će organizirano devet regionalnih kampanja diljem Grčke, koje će biti usredotočene na razmjenu znanja i izgradnju sposobnosti između grčkih i njemačkih dionika.

Projekt je pokrenut u rujnu 2018. i završen u svibnju 2021. Ukupni proračun projekta bio je 256.645 EUR, a podržavala ga je Europska klimatska inicijativa (EUKI) njemačkog Saveznog ministarstva za okoliš, zaštitu prirode i nuklearnu sigurnost (BMU).

Informacije o projektu dostupne su na sljedećoj adresi:

<https://www.euki.de/en/euki-projects/encremenco/>

Balkanski solarni krovovi

Cilj projekta poticati je participativnu urbanu solarnu energiju i toplinu u Poreču (Hrvatska), Kragujevcu (Srbija) i Mostaru (Bosna i Hercegovina). U tu će svrhu biti organizirano nekoliko aktivnosti. Kao prvo, multidisciplinarnе skupine zaposlenika općina sudjelovat će u procesu suradnje u kojem će razmjenjivati i stjecati znanja o različitim oblicima i prednostima solarne energije u urbanim zajednicama. Osim toga će biti pripremljen lokalni energetski hodogram, čiji je cilj usmjeravanje općina, energetske skupina u zajednici, malih i srednjih poduzetnika i građana kroz sve korake i radnje za razvoj i ugradnju novih solarnih projekata u zajednici. Bit će organizirana i komunikacijska radionica na kojoj će članovi skupine biti informirani o učinkovitoj komunikaciji o potencijalnim koristima participativne urbane solarne energije i topline.

U projektu će dalje biti pripremljena kampanja za mobilizaciju građana i malih i srednjih poduzetnikā za proizvodnju energije u vlasništvu zajednice. Također će biti osigurana razmjena iskustva i znanja izvan pilot-gradova kroz poticanje drugih općina da slijede primjer sudionica projekta i kontaktiranje donositeljā politike kako bi se nacionalnim okvirima sigurno podupirale slične inicijative.

Ovaj projekt još uvijek traje. Provedba je počela u kolovozu 2021. godine, a dovršetak se očekuje u studenome 2023. Veći dio proračuna (394.443 EUR) osigurala je Europska klimatska inicijativa (EUKI) njemačkog Saveznog ministarstva za okoliš, zaštitu prirode i nuklearnu sigurnost (BMU).

Informacije o projektu dostupne su na sljedećoj adresi:

<https://www.euki.de/en/euki-projects/solar-roofs/>

Instalacija fotonaponskih sustava u javnom prostoru

Instalacijom fotonaponskih sustava u javnom prostoru u obliku javnih, privatnih ili javno-privatnih ulaganja općine mogu predstaviti primjere dobre prakse, čime se može podići razina svijesti i interes među građanima. Primjerice, na javnim se zgradama mogu ugraditi fotonaponski sustavi kojima će se pokriti dio potražnje za energijom i ostvariti uštede, a tako uštedena sredstva mogu biti preusmjerena u neke druge svrhe. Fotonaponski sustavi također mogu biti opremljeni punionicama za električna vozila. Korisnicima može biti ponuđeno punjenje električnih vozila, besplatno ili po sniženoj cijeni, pa tako općine također promiču elektromobilnost. Uključivanjem fotonaponskih sustava u prostorne planove i prioritizacijom zelenih ulaganja kroz pojednostavljene postupke za izdavanje dozvola na razini općine poduzetnici i vlasnici tvrtki potiču se na ulaganja u razvoj proizvodnje solarne energije.

Takvi projekti često dobivaju podršku kroz sredstva EU-a i mnoge su općine već iskoristile ovu mogućnost. Ostale općine mogu učiti od onih s iskustvom!

Projekt INCIRCLE u Retimnu, Kreta, Grčka

Retimno je grad na otoku Kreti u Grčkoj. Općina se prostire na površini od 396,3 km² te ima 55.525 stanovnika. Općina Retimno je 2020. uspješno dovršila prvi demonstracijski projekt u sklopu projekta INCIRCLE, kojim se promiču obnovljivi izvori energije i elektromobilnost. U fokusu je bila ugradnja fotonaponskih panela na parkiralištu u svrhu osiguranja energije za punjenje električnih vozila. Instalirane su dvije solarne punionice s fotonaponskim sustavom priključenim na mrežu. Ugrađeni kapacitet fotonaponskih sustava je 10 kW i 20 kW. Također su izgrađene tri punionice za šest električnih vozila i pet mikropunionica za 20 e-bicikala i e-romobila.



Proračun/ulaganje u ovaj projekt iznosilo je 85.000 EUR. Projekt je sufinanciran iz sredstava Europskog fonda za regionalni razvoj i nacionalnih sredstava.

Više informacija o projektu dostupno je na sljedećoj adresi:

<https://incircle.interreg-med.eu/no-cache/news-events/news/detail/actualites/pilot-demonstrator-in-rethymno/>

Ugradnja fotonaponskog sustava na Sportskom kompleksu De Meent, Nizozemska

Alkmaar je općina sa 109.895 stanovnika u pokrajini Sjeverna Holandija, Nizozemska. De Meent je klizalište poluotvorenog tipa dugo 400 m u Alkmaaru. Sagrađeno je 1972.; u vlasništvu je i njime upravlja općina.

Općina je pokrenula projekt POCITYF s ciljem uvođenja fotonaponskih panela za proizvodnju električne energije u Sportskom kompleksu De Meent. Nad parkirnim mjestima na južnoj strani klizališta De Meent instalirano je ukupno 940 fotonaponskih panela, koji imaju potencijal za proizvodnju otprilike 300 MWh električne energije godišnje. Također je instalirano 16 punionica za električna vozila i 20 punionica za električne bicikle. Fotonaponski sustav proizvodi dovoljno električne energije za oboje: sportski kompleks i punionice električnih vozila.

Tijekom obnove klizališta u Alkmaaru pokrenut je još jedan projekt: Sunprojects. Njegov je cilj ugradnja fotonaponskih panela na krov klizališta. Na klizalište je ugrađeno ukupno više od 1100, a na sportsku dvoranu 600 fotonaponskih panela. S ukupnim instaliranim kapacitetom koji premašuje 500 kW, ovaj fotonaponski sustav proizvodi otprilike 400 MWh godišnje.

Ova dva sustava mogu pokriti dobar dio godišnje potrošnje kompleksa.



Dodatne informacije o projektu dostupne su na adresi:

<https://pocityf.eu/news/sun-carport-off-at-de-meent-car-park/>

<https://sun-projects.nl/eng/project/de-meent-alkmaar-ijsbaan-sportal>

Ugradnja fotonaponskog sustava na krov garaže Zračne luke u Ljubljani

Ljubljana je najveći grad, a ujedno i glavni grad Slovenije. Zračna luka Ljubljana nalazi se 24 km sjeverozapadno od Ljubljane i najveća je zračna luka u zemlji. Ugradnju fotonaponskih panela na krov garaže i uredskog aneksa Zračne luke Ljubljana vodili su Fraport Slovenija i Resalta. Cilj projekta bila je čista električna energija iz fotonaponskog sustava kojom bi se pokrio dio energetske potražnje zračne luke.

Projektne partneri bili su odgovorni za ugradnju 1347 fotonaponskih panela na krov zračne luke, s ukupnim instaliranim kapacitetom od 500 kW. Procjenjuje se da ovaj fotonaponski sustav može proizvesti otprilike 530 MWh električne energije godišnje i pokriti predviđenih 7 % godišnje potrošnje električne energije u zračnoj luci. Zračnoj luci će omogućiti smanjenje operativnih troškova, dok će istovremeno emisije CO₂ biti smanjene za otprilike 200 tona godišnje.

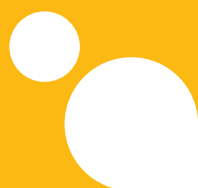


Ulaganje u vrijednosti od 350.000 EUR financirali su Fraport Slovenija i Resalta.

Dodatne informacije o projektu dostupne su na:

<https://www.fraport-slovenija.si/content/raport-company-slovenija/en/newsroom/news/2021/a-solar-power-plant-on-the-roof-of-the-ljubljana-airports-parking-garage.html>

15. rujan 2022



SOLAR ADRIA

Vodič za promicanje integracije solarnih fotonaponskih
sustava kroz urbano prostorno planiranje