

# Instaliranje fotonaponskih sustava

## Praktične smjernice za instalatere



## Instalateri fotonaponskih sustava u Europi

Europska energetska politika zajedno s povoljnim nacionalnim zakonodavnim okvirima zemalja članica EU-a rezultirala je rastom tržišta fotonaponskih elektrana, čiji je ukupni instalirani kapacitet dosegao 39 600 MW na kraju 2010. godine. Proizvođači fotonaponske opreme očekuju da će do 2030. godine biti instalirano preko 600 GW fotonaponskih sustava u Europi.

Primjena fotonaponske tehnologije zahtjeva visoko kvalificirane tehničare za instalaciju, održavanje i popravak sustava. Do sada dostupnost kvalificirane radne snage nije odgovarajuće pratila rast tržišta. Nedostatak stručnih instalatera može ugroziti primjenu fotonaponskih sustava i ugled fotonaponske industrije. Kako bi se zadovoljili zahtjevi tržišta, potrebno je razviti odgovarajući program obrazovanja i obuke te certifikacijsku shemu, koji će potvrditi kompetentnost instalatera radi osiguranja učinkovite instalacije i ispravnog rada fotonaponskog sustava.

Certifikacijske sheme će osigurati da instalater posjeduje određene kompetencije (u pogledu organizacije, vještina, znanja i rukovanja opremu) za pouzdanu i učinkovitu instalaciju fotonaponskog sustava. U tome smislu, Direktiva Europske unije o promociji korištenja obnovljivih izvora (2009/28/EC) postavlja zahtjeve za međudržavno prepoznavanje certifikacijske sheme. Kod zainteresirane strane (proizvođači opreme, nositelji projekata, investitori) se javlja potreba za osiguravanjem kvalitete u svim fazama razvoja projekta fotonaponskog sustava (projektiranje, instaliranje i održavanje).



## Inicijativa projekta PVTRIN

Projekt PVTRIN je usmjeren na razvoj odgovarajućeg programa obuke i certifikacijske sheme za tehničare i instalatere aktivne u području instaliranja i održavanja malih fotonaponskih sustava te uspostavljanja osnove za prihvaćanje zajednički priznate certifikacijske sheme u Europskoj uniji. Prolaskom kroz program obuke i certifikacijske sheme projekta PVTRIN instalateri će usvojiti nova znanja i vještine, što će poduprijeti nastojanja europske fotonaponske industrije za stvaranjem kvalificirane radne snage. Ovaj program će prvotno biti implementiran u šest država: Grčka, Bugarska, Cipar, Hrvatska, Rumunjska i Španjolska te će biti usklađen s nacionalnim zakonodavnim okvirom, potrebama tržišta i zahtjevima industrije. Program obuke i certifikacijska shema oslonit će se na kriterije postavljene u Direktivi 2009/28/EC u pogledu zahtjeva za certificiranim tečajevima obuke i nositeljima tečaja. Sukladno tome, projekt PVTRIN će biti instrument potpore državama članicama u implementaciji obaveza za uspostavljanje sustava certificiranja instalatera do kraja 2012. godine. Predstavnici ključnih dionika tržišta uključeni su u aktivnosti projekta radi zadovoljavanja stvarnih potreba tržišta, postizanja konsenzusa oko važnih pitanja i osiguranja što šire podrške projektu.

## Koristi za instalatere, industriju fotonapona i cjelokupno društvo

- Stvaranjem kvalificiranih instalatera projekt PVTRIN podupire **industriju fotonapona** u potrebi za stručnom radnom snagom. Povećano povjerenje investitora u FN sustave dovesti će do rasta tržišta.
- Certificirani **instalateri fotonaponskih sustava** povećat će svoju konkurentnost i poboljšati svoja tehnička znanja i vještine. Certifikacija će im osigurati "putovnicu" za europsko tržište rada.
- Postojanje kvalificiranih instalatera koristit će **razvojnim inženjerima i projektantima**. Uključivanje instalatera u njihove projekte značit će učinkovitu instalaciju, manje tehničkih pogrešaka i zadovoljne korisnike.
- **Nositelji projekata i korisnici FN sustava** bit će sigurni u razinu kvalitete prilikom instalacije i održavanja njihovog FN sustava.
- Osiguravanje instrumenta potpore **državnim institucijama** za ispunjenje obveza za implementaciju certifikacijske sheme za instalatere svih sustava OIE.
- **Cjelokupno društvo** će imati koristi budući da će povećanje korištenja FN sustava smanjiti emisije stakleničkih plinova te na taj način povećati razinu kvalitete života.



## SADRŽAJ

---

1. Uvod: Tržište fotonapona i evaluacija tehnologija	4
2. Fotonaponski sustav – više od jednostavne električne instalacije	5
3. Osnove tehnologije	6
4. Mogućnosti instaliranja	7
5. Fotonaponski sustavi u zgradama	8
5.1 Fotonaponski sustavi na krovovima (BAPV - Building Adapted Photovoltaic Systems)	8
5.2 FN sustavi integrirani u zgrade (BIPV Building Integrated Photovoltaic Systems)	8
5.3 Brže i jednostavnije instaliranje fotonaponskih sustava integriranih u zgrade	9
6. Životni ciklus: Projektiranje - Instalacija - Pogon - Održavanje - Recikliranje	10
6.1 Projektiranje	11
6.2 Montaža sustava	12
6.3 Pogon i održavanje	13
6.4 Recikliranje	14
7. Primjeri fotonaponskih sustava u zgradama (BIPV i BAPV)	15
8. Politika i zakonodavstvo EU-a	17
Zahvale	19
Literatura	19

## Opseg i ciljevi publikacije

---

Ova publikacija, razvijena u okviru europskog projekta PVTRIN, daje pregled osnova fotonaponske tehnologije i upoznaje čitatelja s glavnim fazama života tipičnog fotonaponskog sustava. Publikacija, također, daje pregled primjera uspješnih realizacija malih fotonaponskih sustava u Europi, a osmišljena je kako bi pružila informacija ne samo instalaterima, već i lokalnim vlastima, inženjerima, nositeljima projekata i krajnjim korisnicima sustava. Njezin cilj je motivirati instalatere fotonaponskih sustava za kontinuirano unapređenje svojih tehničkih znanja i vještina, prema posljednjim dosezima tehnologije te ukazati na nužnost stjecanja i održavanja priznatog certificiranja. Priznati certifikat omogućit će instalateru da na jednostavan način predstavi svoju sposobnost potencijalnim klijentima te mu omogućiti konkurentnost na tržištu.



# 1. Uvod: Tržište fotonaponskih sustava i evolucija tehnologije

Fotonaponska tehnologija koristi Sunčevu energiju, besplatan i neiscrpan izvor energije. Ukupna količina Sunčeve energije koja dođe do zemljine površine je oko 2 000 puta veća nego ukupna godišnja potrošnja energije u cijelom svijetu. Sunčeva energija, zajedno s ostalim oblicima obnovljivih izvora energije – vjetar, biomasa, energija vodotoka kao i geotermalna energija može doprinijeti pouzdanoj i sigurnoj opskrbi energije iz čistih, zelenih izvora.

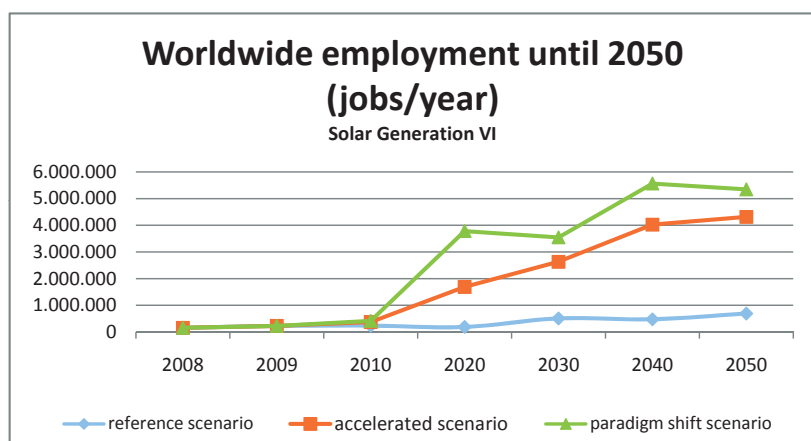
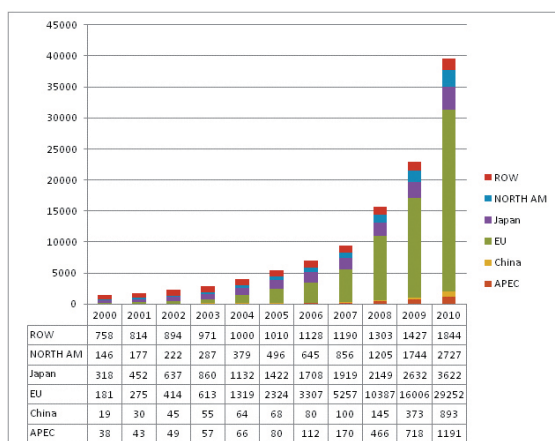
**Fotonaponski efekt**, odnosno generiranje istosmjerne električne struje u poluvodičkom materijalu prilikom izlaganju svjetlosti otkrio je Becquerel 1893. godine. Ovo otkriće je osnova današnjem korištenju fotonaponskih sustava i proizvodnji električne energije iz energije Sunčevog zračenja.

Tijekom osamdesetih godina prošlog stoljeća počelo je prvo korištenje fotonaponskih sustava za **kućne sunčane sustave**, koji su služili za opskrbu manjih količina električne energije u zemljama u razvoju. Iako su ovi sustavi bili društveno značajan čimbenik u to doba, njihova primjena je bila ograničena.

Tržište fotonaponskih sustava značajnije se razvija tijekom devedesetih godina prošlog stoljeća, ponajviše zahvaljujući korištenju **mrežno vezanih fotonaponskih sustava** u razvijenim zemljama. Povećana potražnja fotonaponskih sustava dovela je do povećanja proizvodnje te poboljšala „krivulju učenja“ fotonaponske tehnologije, što je dovelo do smanjenja cijena. Ovakvo kretanje je potpomognuto i povećanjem svijesti među vladama o važnosti obnovljivih izvora energije u borbi protiv klimatskih promjena, ali i rastućem entuzijazmu pojedinaca i tvrtki prema korištenju fotonaponskih sustava, usprkos još uvijek nekonkurentnoj cijeni tako proizvedene električne energije. Elektroprivrede su počele prihvaćati da tok energije ne mora biti nužno samo u "jednom smjeru" te su omogućile korisnicima da uz potrošače postanu i proizvođači. Ovakva proizvodnja je dodatno stimulirana povoljnim tarifama otkupa, koje su mnoge zemlje uvele kao osnovni mehanizam poticanja razvoja tržišta fotonaponskih sustava.



Očekivani visok rast instaliranih kapaciteta sustava OIE zahtijevat će značajan broj educiranog osoblja. Procjene industrije kreću se oko 30 novih radnih mjesta po instaliranom megavatu, od čega 15 radnih mjesta u proizvodnji, a 15 u procesu instaliranja sustava. U 2010. godini, preko 150 000 ljudi je bilo zaposleno izravno u fotonaponskoj industriji u EU. Prema scenariju s mjerama, do 2030. se očekuje stvaranje 3,5 milijuna novih radnih mjesta koja će biti povezana s razvojem korištenja energije Sunčevog zračenja diljem svijeta, a od toga će više od pola otpadati na poslove instaliranja i promocije sustava. U 2015. godini bi 465 tisuća ljudi moglo biti zaposleno u fotonaponskom sektoru u Europi, uključujući i instalatere. Taj broj bi trebao narasti na 900 tisuća do 2020. godine te oko milijun ljudi do 2040. godine.



Svjetsko tržište fotonaponskih sustava 2000-2010. Izvor: EPIA

## 2. Fotonaponski sustav – više od jednostavne električne instalacije

### TEHNOLOGIJA



Fotonaponska tehnologija koristi Sunčevu energiju za proizvodnju električne energije, koju je moguće predati u mrežu ili koristiti izravno na mjestu proizvodnje. Najbrže rastući segment fotonaponskih sustava su mrežno vezani sustavi, zbog svoje fleksibilnosti, visokog stupnja dostupnosti elektroenergetske mreže i generalno nižih troškova izgradnje.

### PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Količina proizvedene električne energije u fotonaponskom sustavu ovisi o nizu čimbenika poput lokacije, orijentacije i nagiba modula, temperaturi okoline te zasjenjenjima na lokaciji. Ispravno dimenzioniran sustav uzet će u obzir sve navedene čimbenike.



### KVALITETA I SIGURNOST

Fotonaponski sustav mora biti siguran, s gledišta opreme i instalatera, tijekom montaže, rada i uporabe. Sigurnost se mora uzeti u obzir od faze projektiranja do faze montaže i rada sustava.

### EKONOMIJA: Učinkovit i profitabilan

Izbor najboljih komponenti rezultirat će sustavom visokih performansi te će se, uz pravilno održavanje sustava, postići njegov ispravan rad i isplativost ulaganja.

### ESTETIKA – INTEGRACIJA

Integracija fotonaponskih modula u gradskim sredinama može imati i iznenađujuće pozitivne vizualne učinke, koji se povećavaju kada su moduli integrirani u strukturu zgrade.



Umjetnička instalacija "Pozdrav Suncu", Zadar (Hrvatska)

Zbog raznih boja izvedbe sunčanih ćelija, integracija fotonaponskih modula u zgrade kao arhitektonskog elementa (krovovi, ostakljeni krovovi, fasade, nadstrešnice, brisoleji) čini svaku zgradu jedinstvenom te omogućuje arhitektima ili isticanje ili pak prikrivanje korištenja fotonapona. Fotonaponski modul moguće je koristiti prilikom obnove zgrada, čak i u zaštićenim područjima.



"Paul-Horn. Arena" Tübingen (Njemačka) / Ökotec zgrada u Berlinu (Njemačka)

### ZAŠTITA OKOLIŠA

Zbog činjenice da tijekom rada ne proizvodi štetne plinove niti buku fotonaponski modul je dio današnjeg rješenja za proizvodnju čiste energije i zaštitu okoliša. Energija iz fotonaponskih sustava može pridonijeti smanjenju potrošnje fosilnih goriva, kao i značajnijem smanjenju emisija stakleničkih plinova iz elektroenergetskog sektora.





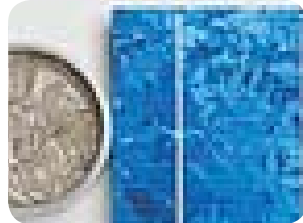
### 3. Osnove tehnologije: tehnologije proizvodnje sunčanih ćelija

Najčešće korišteni materijali za proizvodnju sunčanih ćelija su **monokristalni silicij, polikristalni silicij i tanko slojni materijali.**

**Sunčane ćelije u tehnologiji kristaličnog silicija** sastoje se od dva sloja poluvodičkog materijala, s tiskanim metalnim vezama koje služe za prikupljanje generiranih nositelja naboja (električne struje). Generirani napon jedne ćelije iznosi oko 0,5 V pa se ćelije spajaju serijski unutar zaštitnog „sendviča“ od kaljenog prizornog stakla i plastike u fotonaponski modul.

Fotonaponski moduli s kristaličnim silicijskim ćelijama dominiraju tržištem, budući da imaju visoku učinkovitost i dugi vijek trajanja. Iako su ovi fotonaponski moduli uglavnom tamno-plavi, promjenom debljine antirefleksirajućeg premaza moguće je dobiti široku paletu boja modula. Monokristalični moduli su uglavnom tamno-plavi, dok polikristalične ćelije imaju nepravilnu strukturu kristala silicija.

**Tankoslojni moduli** izvode se deponiranjem (taloženjem) tankog sloja poluvodičkog materijala na glatku homogenu površinu (staklo, metal, čak i fleksibilne plastike). Proces deponiranja daje tankoslojnim modulima gladak crni izgled. Iako tankoslojni moduli imaju nižu učinkovitost od kristaličnih ćelija, njihova proizvodnja zahtjeva manje materijala te su generalno gledajući jeftiniji. Tankoslojni moduli se posebno dobro uklapaju u fasade i krovove industrijskih zgrada, kao i na druga mjesta gdje moraju biti pokrivene velike površine.



Tanki film NREL

#### Tehnologije sunčanih ćelija

##### Prva generacija

- monokristalični silicij (c-Si)

##### Druga generacija

- Amorfni silicij (a-Si)
- Polikristalični silicij (poly-Si)
- Kadmij-telurid (CdTe)
- Bakar-indij-galij selenid (CIGS)

##### Treća generacija

- Nanokristalične sunčane ćelije
- Fotoelektrokemijske (PEC) ćelije - Grätzelove ćelije
- Polimerske sunčane ćelije
- Sunčane ćelije sintetizirane u premazu (DSSC)

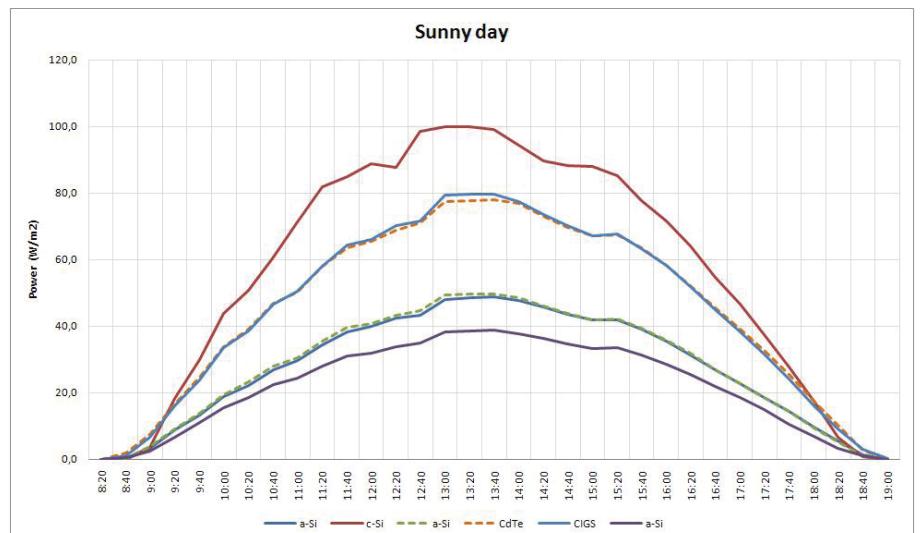
##### Četvrta generacija

- Hibridne – anorganske sunčane ćelije s polimerskom matricom

Technology	Commercial Module Efficiency							
	First generation: Crystalline Silicon		Second generation: Thin Film				Third generation PV	
	Mono	Multi	a-Si	CdTe	Cl(G)S	a-Si μc-Si	CPV	DSSC/OPV
Cell efficiency	16-22%	14-18%	5.4-7.7%	9-11.1%	7.3-12.7%	7.5-9.8%	30-38%	2-4%
Module efficiency	13-19.7%	11-15%					~25%	
Area Needed per kW (for modules)	~7m <sup>2</sup>	~8m <sup>2</sup>	~15 m <sup>2</sup>	~10m <sup>2</sup>	~10m <sup>2</sup>	~12m <sup>2</sup>		

Source: Strategic Research Agenda (2011), Photon international (February 2011), EPIA analysis  
Efficiency based on Standard Test Conditions (STC).

Učinkovitosti komercijalno dostupnih modula. (izvor EPIA)



Proizvodnja električne energije s različitim tehnologijama FN modula u Valenciji, Španjolska (izvor ATERSA)

## 4. Mogućnosti instaliranja

Fotonaponski sustavi mogu se klasificirati na razne načine ovisno o raznim značajkama:

### Priključak na mrežu

#### · Autonomni FN sustavi:

Namjena autonomnih fotonaponskih sustava najčešće je opskrba električnom energijom potrošača udaljenih od električne mreže. Kako fotonaponski moduli proizvode električnu energiju isključivo tijekom dana, u ovome slučaju je potrebno koristiti akumulatorske baterije za pohranu energije i opskrbu tijekom noći i oblačnih razdoblja. Prilikom dimenzioniranja autonomnih fotonaponskih sustava bitno je ispravno utvrditi potrošnju energije, procijeniti mogućnost proizvodnje i odrediti kapacitet akumulatorske banke.



#### · Mrežno spojeni FN sustavi

Osnovna namjena mrežno spojenih FN sustava je proizvodnja i predaja električne energije u mrežu. U tom smislu, ovakvi sustavi se dimenzioniraju tako da ostave najveću moguću proizvodnju energije, u skladu s prostornim i financijskim mogućnostima.

Izvedba ovisi o lokalnom zakonodavnom okviru:

Izvedba ovisi o lokalnom zakonodavnom okviru:

- Cjelokupna proizvedena energije se predaje u mrežu, najčešće po definiranoj povlaštenoj cijeni (tzv. feed-in tarifa) koja je veća od uobičajene tarifne cijene
- Korištenje električne energije za vlastite potrebe zgrade te predaja samo viška proizvedene električne energije



### Način postavljanja fotonaponskih modula

#### · Sustavi s fiksnim nagibom



#### · Sustavi za praćenje kretanja Sunca (jednoosni, dvoosni)



### Mjesto postavljanja



#### · Fotonaponski sustav na tlu

#### · Fotonaponski sustav na zgradi

Instaliranje fotonaponskog sustava na površinama objekata kombinira se proizvodnja električne energije s drugim funkcionalnostima. Električna energija se proizvodi na mjestu potrošnje, čime se smanjuju gubici električne energije u prijenosu i distribuciji, te trošak izgradnje i održavanja mreže.



#### · Fotonaponski sustav u transportu





## 5. Fotonaponski sustav u zgradama

Instaliranje fotonaponskih sustava na zgrade nudi niz prednosti pa je na ovakav način moguće ostvariti profitabilno ulaganje. Vlasnik zgrade smanjuje svoj ugljični otisak te u isto vrijeme zarađuje novac. U današnje vrijeme, korištenje fotonaponskih modula nije ograničeno samo na krovove i isključivo proizvodnju energije, već se oni mogu koristiti kao elementi fasade, pružajući zaštitu od buke, Sunca i vremenskih uvjeta te toplinsku izolaciju. Koristeći fotonaponske module kao građevini materijal ostvaruje se ušteda na osnovnim, tradicionalnim građevinskim materijalima.

Snaga fotonaponskog sustava u zgradama kreće se između 5 i 200 kWp, s ponekim iznimkama čije instalirane snage dosežu do 2 MWp. Instalirana snaga u stambenom sektoru (obiteljske kuće) najčešće se kreće do 10 kWp, dok se kod primjene u komercijalnom sektoru kreće između 10 kWp i 100 kWp.

### 5.1 Fotonaponski sustavi na krovovima (BAPV - Building Adapted Photovoltaic Systems)

Fotonaponski moduli postavljaju se preko ili na postojeće građevinske elemente, poput ravnih i kosih krovova. Fotonaponski moduli se postavljaju paralelno s krovom (kosi krov) ili na ravni krov na nosače koji omogućuju postavljanje pod optimalnim kutom.



### 5.2 FN sustavi integrirani u zgrade (BIPV - Building Integrated Photovoltaic Systems)

Sa strane **električnog gledanja**, BIPV označava integraciju fotonaponskog sustava u zgradu za proizvodnju električne energije.

S arhitektonske točke gledanja BIPV se koristi kao zamjena tradicionalnih građevnih elemenata zgrade s fotonaponskim modulima te se oni koriste i u druge namjene. U ovome slučaju, uštede zbog zamjene materijala mogu biti značajne.

Postoji mnogo načina na koji se može integrirati fotonaponski sustav u zgradu, a postoje četiri dijela zgrade u koje se mogu jednostavno i lagano uklopiti:



#### · krov

Krovovi su idealna mjesta za integraciju fotonaponskih modula, budući da pružaju velike, najčešće neiskorištene površine te su zasjenjenja manja nego na razini tla.

#### · stakleni krov ili krovni prozori

Strukture staklenih krovova su obično jedno od najinteresantnijih mjesta za primjenu fotonaponskih

modula. U ovom slučaju se kombinira prednost difuzne rasvjete sa slobodnim površinama za instalaciju fotonaponskih elemenata.

U ovoj primjeni, fotonaponski elementi omogućuju proizvodnju električne energije i prirodno osvjetljenje zgrade. Razne strukture, koje se mogu doimati



nezanimljive izvana, pružaju spektakularne svjetlosne učinke u hodnicima, prolazima i šetalštima te potiču arhitektonski dizajn u smislu igre svjetla i sjene.

#### · fasade



Za fasade postoji nekoliko mogućnosti gdje i kako koristiti fotonaponske module, kao što su staklene zavjese, ventilirana fasada, bukobran i slično.

#### · zasjenjenja na prozorima (briseleji):

Rastuća potreba za pažljivo projektiranim sustavima zasjenjenja postoji zbog tendencija prema uporabi velikih prozorskih otvora u današnjoj arhitekturi. FN moduli različitih oblika mogu se koristiti kao elementi zasjenjenja iznad prozora ili kao dio nadzemne strukture stakla. Budući da mnoge zgrade već imaju neke vrste strukture zasjenjenja prozora, korištenje FN elementa ne bi trebalo predstavljati dodatni teret za izgradnju strukture. Iskorištavanje sinergijskog učinka smanjuje ukupne troškove takvih postrojenja i stvara dodanu vrijednost za fotonaponske module, kao i zgrade i njezine sustave zasjenjenja. Fotonaponski sustavi također mogu koristiti i jednoosne sustave za praćenje kretanja Sunca, kako bi povećali proizvodnju energije i pružili promjenjivi stupanj zasjenjenja.





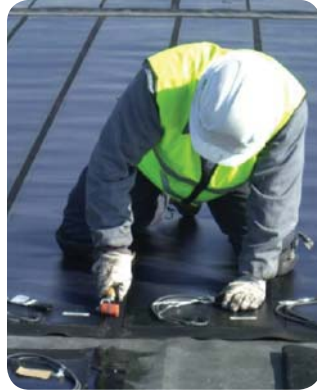
### 5.3 Brže i jednostavnije instaliranje fotonaponskih sustava integriranih u zgrade

U današnje vrijeme na tržištu postoji cijeli niz različitih fotonaponskih proizvoda koji omogućavaju bržu i jednostavniju instalaciju fotonaponskih sustava.

#### Pokrivanje: gumeni pokrovi s amorfnim silicijem



Gissosa-Firestone



#### Integracija u krov: fotonaponski crjepovi



Lumeta Inc



Sol Sureste



#### Pokrivanje: samoljepljive ploče

Lumeta Inc



#### Pokrivanje: fleksibilni moduli

BIOSOL PV Plate de BIOHOUSE

#### FN moduli za fasade i krovne prozore:

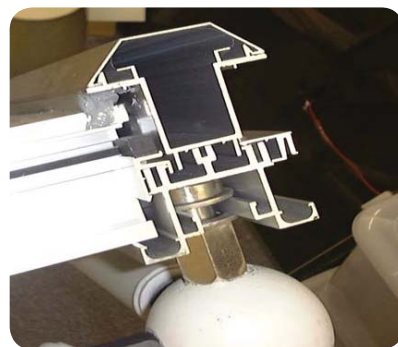


OPTISOL



OPTISOL

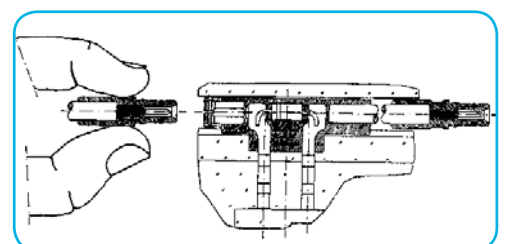
Moduli izvedeni od dvostrukog stakla za fasade i krovne prozore obično su jednostavni za rukovanje i povezivanje u električni sustav. S ovakvom izvedbom električnih konektora moguće je prikriti kablove unutar podloge te postići jednolik, estetski prihvatljiv izgled bez vidljivih vodova.



PHOTOVOL GLASS (MSK)



Scheuten Solar



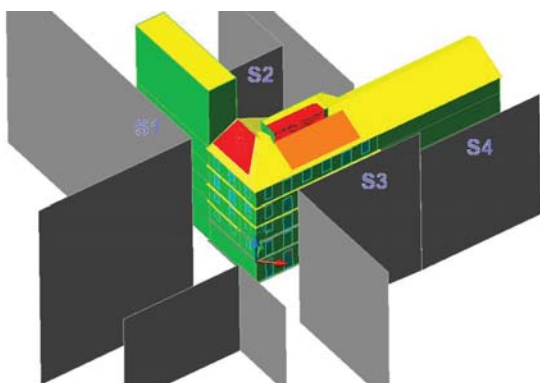


## 6. Životni ciklus: Projektiranje - Instalacija - Pogon - Održavanje - Recikliranje

Projektiranje fotonaponskog sustava određuje njegov cijeli životni vijek. Fotonaponski sustav mora biti pažljivo projektiran uzimajući u obzir sve utjecajne čimbenike radi ostvarenja najboljih karakteristika s dostupnim resursom i mogućim sustavnim gubicima te postigne isplativost investicije. Ovakav rezultat može se postići na više načina, ali najbolji način je odabir odgovarajućih komponenti sustava (npr. izborom učinkovitog izmjenjivača može se postići do 2% veća proizvodnja) te tehnika instaliranja.

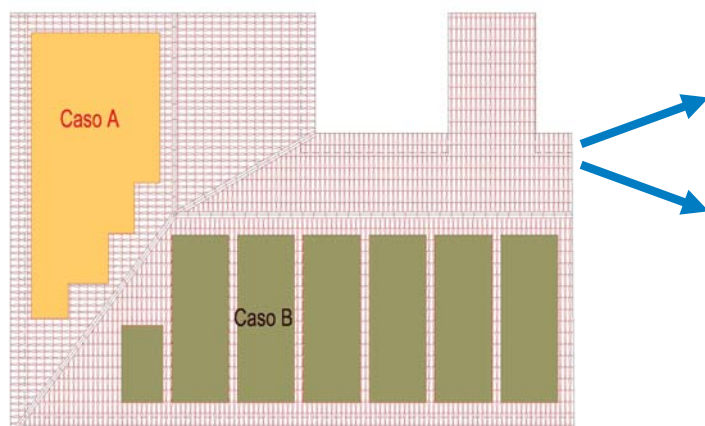
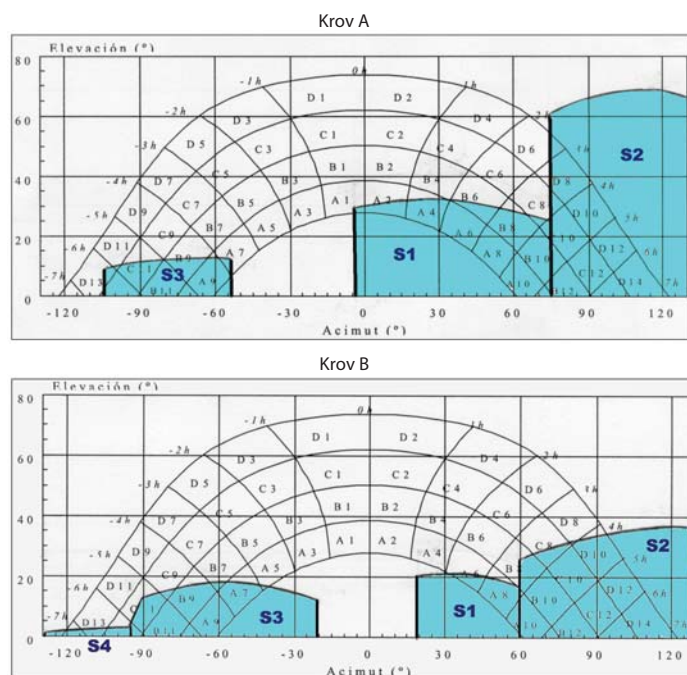
Zahtjevi i proces instaliranja moraju biti jasno i detaljno opisani kako bi se postigla željena razina kvalitete sustava. Osim toga, potrebno je već u fazi projektiranja sastaviti plan održavanja sustava, čak i ako se očekuje da će on u kasnijim fazama biti prilagođen zahtjevima specifične instalacije.

Lokacije zasjenjenja (prepreka) koje je potrebno uzeti u obzir



Krov objekta u razmatranju

Dijagram kretanja Sunca po nebu i proračun zasjenjenja



Tijekom **faze instaliranja** potrebno je zadovoljiti postavljene uvjete u projektnoj dokumentaciji gdje god je moguće te raditi u skladu s propisima i normama na snazi kako bi se ostvarila najveća moguća proizvodnja električne energije te smanjili gubici unutar sustava.

Pravilan **pogon i održavanje** sustava omogućit će učinkovit rad sustava i najveću moguću proizvodnju energije. Svaki sustav, pa tako i fotonaponski potrebno je održavati. Posebice je potrebno pažljivo održavati i provjeravati kritične točke sustava koji su izloženi ekstremnim vremenskim uvjetima, mogućnosti krađe i vandalizma kao i ostalim opasnostima kojima se smanjuju operativni troškovi rada sustava.



Izvor: DEMOHOUSE projekt (TECNALIA)



## 6.1 Projektiranje

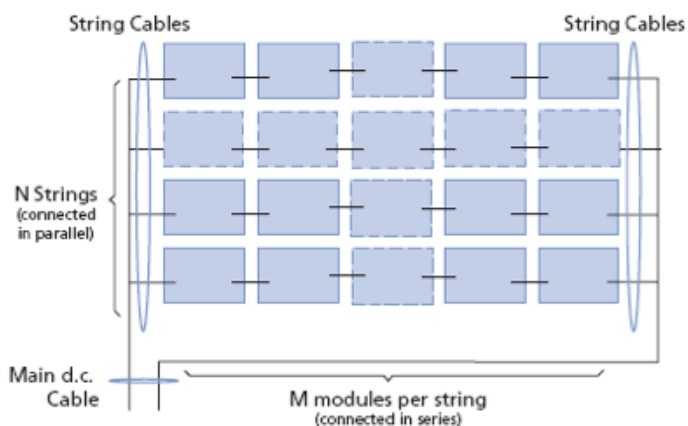
Komponente fotonaponskog sustava (fotonaponski moduli, izmjenjivači i ostala oprema) moraju biti pažljivo odabrane i uparene jedne s drugim, kako bi se izbjegli gubici gdje god je moguće i smanjili gdje su oni neizbježni. Ovaj dokument ne predstavlja sveobuhvatna načela projektiranja fotonaponskih sustava, već daje neke korisne smjernice za projektante, kao i za ostale zainteresirane koji žele upoznati s važnim značajkama projektiranja fotonaponskih sustava.

### · Odabir fotonaponskih modula - tehnologija

Projektant mora uzeti u obzir učinkovitost i prosječnu specifičnu cijenu (kn/Wp) za različite tehnologije proizvodnje FN modula, kao i sve električne parametre te troškove instaliranja i održavanja. Projekt bi trebao predstaviti vlasniku fotonaponskog sustava različite scenarije, kako bi se on odlučio za njemu prihvatljivo rješenje. Rješenje s najnižom cijenom u fazi instaliranja ne mora u konačnici predstavljati i najbolje rješenje, budući da se zbog neočekivanih povećanja troškova održavanja ili smanjenja proizvodnje može ugroziti isplativost ulaganja.

### · Fotonaponski nizovi jednake snage

Fotonaponski moduli su serijski spojeni u niz. Nekoliko nizova se spaja paralelno u polje te se na taj način povećava njihova ukupna snaga. Fotonaponski nizovi moraju biti jednake snage kako bi se osigurao ispravan i učinkovit rad cijelog FN polja.



### · Spajanje kablova

Svi kablovi iz pojedinog niza međusobno su povezani u razvodnoj kutiji. Odgovarajuća zaštitna oprema mora biti odabrana zbog sigurnosti pogona i osoblja: osigurači, RCD zaštita, sklopke.

### · Dimenzioniranje (odabir) kablova

Presjek i duljina kablova mora biti odabran na temelju dva čimbenika:

- Maksimalni dozvoljeni pad napona na vodu mora biti u skladu s nacionalnom regulativom
- Maksimalna dozvoljena struja određuje se na temelju:
  1. Temperature kratkog spoja
  2. Temperature normalnog pogona koja se temelji na karakteristikama kabela i njegovom izlaganju vanjskim utjecajima

### · Zasjećenja

Zasjećenja imaju velik utjecaj na proizvodnju električne energije iz fotonaponskog sustava. Čak i djelomično zasjenjenje djela modula značajno utječe na cjelokupnu izlaznu snagu polja. Zasjećenja utječu na učinkovit rad sustava pa ih je potrebno razmotriti već u fazi projektiranja sustava – fotonaponsko polje je potrebno smjestiti na pažljivo odabranu lokaciju, pazeći da eventualna zasjenjenje utječu samo na jedan niz.



### · Temperatura modula

Povećanje temperature modula rezultira smanjenjem njegove izlazne snage (oko 0,5 % po 1 °C za kristalini silicij). Odgovarajuća ventilacija za hlađenje trebala bi biti osigurana sa stražnje strane FN polja (obično najmanje 25 mm zračnog raspora sa stražnje strane). Kod sustava integriranih u zgrade to se obično rješava ventiliranim prostorom iza modula. Na uobičajenim kosim krovovima protok zraka se postiže razmakom između nosača modula poviše krova i otvora s gornje i donje strane polja.

### · Ventilacija izmjenjivača

Izmjenjivači disipiraju određenu količinu topline te se moraju hladiti na određeni način. Izmjenjivače je potrebno postaviti na određeni razmak, prema uputama proizvođača, što je najčešće i naglašeno u priručniku za instaliranje i održavanje. Nepridržavanje ovih uputa može dovesti do smanjenja učinkovitosti pretvarača i njegovog ubrzanog starenja. Posebne oznake „Ne blokiraj ventilaciju izmjenjivača“ treba postaviti pored izmjenjivača.

### · U slučaju autonomnih sustava

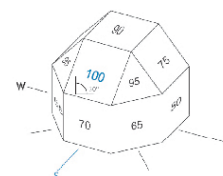
projektant mora: odrediti potrebnu energiju za potrošače, procijeniti mogućnosti proizvodnje električne energije (uzimajući u obzir Sunčevo zračenje na lokaciji, gubitke zbog orijentacije, nagiba i zasjenjenja) te odrediti kapacitet akumulatorske banke.

### · U slučaju BIPV

#### · Odabir povoljnih fasada i dijelova krova

Proizvodnja električne energije ovisi o orijentaciji i nagibu fasade ili krova:

- Optimalna orijentacija = Jug
- Optimalan kut nagiba = Zemljopisna širina(°) – 10°



(Izvor:  
Landesgewerbeamt  
Badenwürttemberg)

- Moduli koji su smješteni na površine s različitim nagibom i azimutom moraju se spojiti u odvojene nizove
- Stabilnost krova (težina, kondenzacija...)

## 6.2 Montaža sustava

Kvaliteta instalacije sustava ima snažan utjecaj na budući pogon sustava, postizanje očekivanog životnog vijeka sustava i očekivane proizvodnje električne energije. Posebno je važno obratiti pozornost na:

### · Kvalifikacije, iskustvo i obuku instalatera:

Instalateri fotonaponskih sustava moraju biti iskusni i obučeni za rad s takvim sustavim, te potpuno upoznati s električnim (ne)prilikama prilikom instalacije. Osim stalnog usavršavanja svojih tehničkih znanja i vještina moraju se stalno upoznavati s novim proizvodima i pratiti promjene u zakonodavstvu vezane uz FN sustave.

### · Praćenje uputa danih u projektu:

Faza instalacije i puštanje u pogon moraju se temeljiti na dobroj i uhodanoj praksi.

### · Praćenje uputa proizvođača:

Nakon odabira odgovarajućih komponenata fotonaponskog sustava, važno je da su oni instalirani u skladu s upustvima i preporukama proizvođača, posebice u pogledu učvršćenja, ventilacije, umjeravanja, dozvoljenog temperaturnog opsega i sigurnosti. Nepriдрžavanje određenih radnih uvjeta može dovesti do lošeg rada sustava, smanjenja životnog vijeka sustava te u krajnjem slučaju i do kvarova sustava.



Ekain taldea, Španjolska



INEL, Španjolska

### · Sigurnost pri radu:



Cristal Tower MARTIFER SOLAR SA



Demonstration Building KUBIC -TECNALIA

### · Odabir fotonaponskih modula s jednakim ili sličnim karakteristikama:

najslabija karika u fotonaponskom sustavu. U slučaju BIPV sustava, potrebno je razmotriti sljedeće parametre:

### · Provjeriti stabilnost krova i vodonepropusnost instalacije

Potrebno je izraditi studiju izvodljivosti ili statički proračun krova kako bi se odredilo ima li postojeći krov zadovoljavajuće statičke parametre i može li podnijeti težinu FN modula. Istovremeno, važno je izbjeći bušenje krova kako se ne bi utjecalo na njegovu vodonepropusnost i izbjeglo curenje.



BIOHOUSE

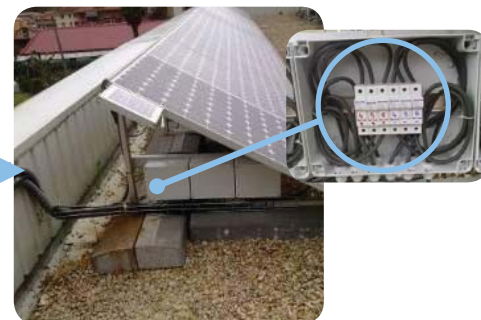
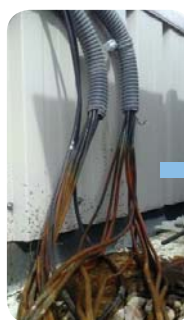
### · Nosачi fotonaponskih modula, opterećenje i sidrišta



Ekain taldea, Španjolska

### · Raspored kablova (ne prelabavi, ali niti prenategnuti)

Potrebno je posvetiti pozornost smanjenju duljine kablova i posebice, ispravnom spajanju kablova i zaštiti spojnih mjesta. Ožičenje fotonaponskog polja treba biti smješteno unutar zaštitnih kanalica kako bi se izbjeglo skupljanje vode i prljavštine te hrđanje. Ovi parametri ne utječu na početne karakteristike sustava, ali slabi spojevi s vremenom dovode do dugoročnog smanjenja izvedbi sustava.



ZUBIGUNE

### · Uzemljenje i zaštita

Spajanje dijelova fotonaponskog sustava na uzemljenje dovodi do:

- rizika strujnog udara u blizini postrojenja
- rizika pojave požara u trenutku kvara
- pojave naponskih šiljaka kod udara munje
- elektromagnetskih smetnji



### 6.3 Pogon i održavanje

Uz pretpostavku da je uvažena dobra praksa projektiranja te da su u procesima instalacije i puštanja u pogon primijenjene odgovarajuće procedure, na početku svog rada fotonaponski sustav bi trebao ostvariti visoku razinu izvedbe. Međutim, važno je da se ta razina održava tijekom cijelog životnog vijeka fotonaponskog sustava kako bi se ostvarila maksimalna korist. Ovo poglavlje se bavi preporukama vezanim uz procedure pogona i održavanja.

#### Održavanje:

- Vizualni pregled
  - Opće stanje opreme: moduli, kabeli, razvodne kutije, izmjenjivači i uzemljenje
  - Pozicija modula: zasjenjenja, udaljenosti, pravilna orijentacija i nagib
  - Struktura: postojanost i hrđa (češće u područjima uz more i korozivnim okolinama)
- Mjerenje vanjskih karakteristika

Mjerenje ozračenja G i temperature zraka Tc postavljanjem osjetnika (piranometar, termometar) u nagib i orijentaciju fotonaponskog polja te na jednakoj temperaturi (potrebno postaviti jedan sat prije)
- Električna mjerenja

Sljedeći parametri se mjere istovremeno na izlazu pretvarača UMPP i IMPP (točka maksimalne snage), fazni pomak (jednofazni ili trofazni analizator), G i Tc. Ovi podaci omogućuju nam izravno određivanje stupnja učinkovitosti izmjenjivača.

#### Čišćenje FN modula

Povremeno čišćenje s vodom i neabrazivnim elementima poboljšava karakteristike instalacije. U području s većim brojem ptica trebalo bi postaviti sredstvo zastrašivanja kako bi ih se spriječilo prljanje modula.

#### Spriječavanje i izbjegavanje novih sjena

zbog stabala, ulične rasvjete ili antena iznad FN modula



#### Sustav mjerenja i praćenje

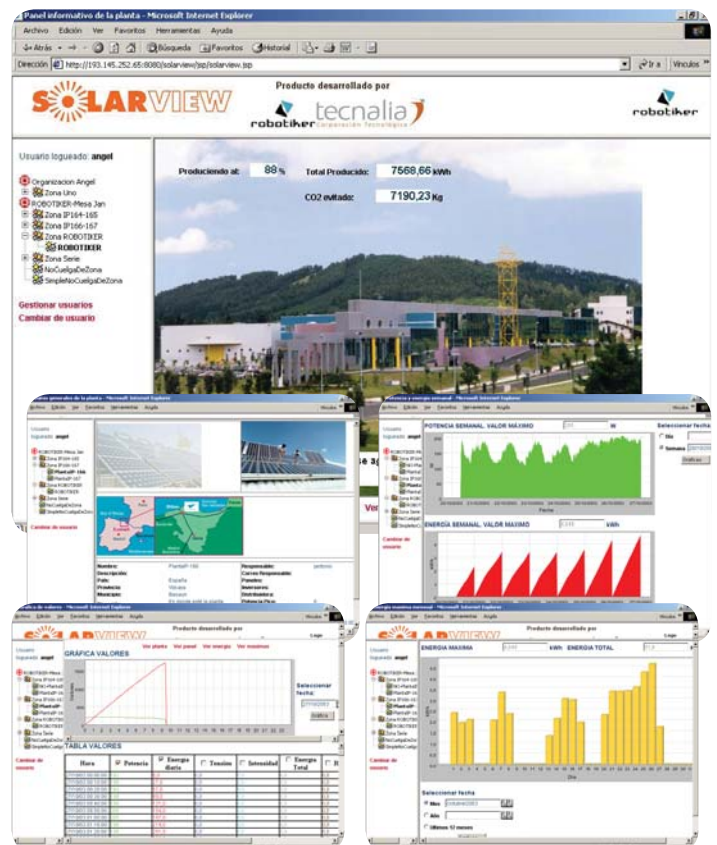
##### Praćenje relevantnih podataka FN sustava:

- **lokalno uz pomoć LED-a i displeja**
  - temperatura okoline i temperatura FN modula (°C)
  - Sunčevo zračenje (W/m<sup>2</sup>)
  - trenutna snaga u W
  - ukupna proizvedena energija u kWh
  - uštede u emisiji štetnih plinova (procjena prema proizvedenoj energiji, u ekvivalentnim kg CO<sub>2</sub>)
- **daljinsko praćenje računalnom aplikacijom**



lokalno ili daljinsko praćenje kako bi se dobile informacije, bilježilo i analiziralo proizvodnju FN sustava, s funkcijama kao što su:

- trenutno praćenje FN sustava
- povijesni registar podataka u bazi podataka
- dijagrami proizvedene energije i snage dnevno, tjedno i mjesečno
- dnevne tablice s praćenim vrijednostima
- usporedba proizvodnje između različitih FN sustava
- pojedinačno izdavanje računa FN sustava
- prilagodba potrebama svakog kupca u smislu konfiguracije



TECNALIA

## Preventivno održavanje

Preventivno održavanje uključuje analizu podataka fotonaponskog sustava (mjereno obično po nizu ili po modulu) uz algoritme za predviđanje ponašanja FN sustava i predviđanje mogućih kvarova ili neispravnosti rada sustava. Na ovaj je način moguće i identificirati specifične nepravilnosti te upozoriti osoblje i predložiti proceduru otklanjanja kvara. Moguće funkcije praćenja sustava su:

- praćenje smanjenja izlaznih karakteristika FN modula
- procjenjivanje utjecaja stalnih sjena
- otkrivanje nepravilnosti: učinak vrućih točki (hot spots), prljavština i dr.

Učinkovitost elektrane (FN modula) će se poboljšati rješavanjem problema prije nego se pojavi te smanjenjem troškova održavanja lociranjem točne točke kvara (sunčanu ćeliju ili neki drugi element). Preventivno održavanje je posebno važno u BIPV-u.



## 6.4 Recikliranje

Fotonaponski moduli sadrže materijale koji se mogu reciklirati i ponovo koristiti u novim proizvodima. Industrijski procesi recikliranja postoje i za tankoslojne i za silicijske module. Materijali kao što su staklo, aluminij, kao i niz poluvodičkih materijala su vrijedni kada se recikliraju. Recikliranjem se ne smanjuje samo količina otpada, nego se također smanjuje i potreban količina energije, a time i troškovi i utjecaj na okoliš tijekom proizvodnje modula.

Fotonaponski moduli se koriste za proizvodnju čiste, obnovljive energije već više od 25 godina. Kako su prve značajnije instalacije bile u ranim devedesetima, potpuno recikliranje zbog kraja životnog vijeka dogodit će se tek za 10-15 godina. Ipak fotonaponska industrija radi na stvaranju rješenja istinske održive energije koja uzima u obzir utjecaj na okoliš svih faza životnog vijeka proizvoda, od izvora sirovine pa sve do kraja životnog vijeka i recikliranja. Vodeći proizvođači prihvaćaju odgovornost te zajedno dobrovoljno provode programe povrata i recikliranja: PV CYCLE.

### MALE KOLIČINE < 30-40 MODULA



### VELIKE KOLIČINE > 30-40 MODULA



Izvor: PV CYCLE

Više o PV CYCLE na internetskoj stranici: <http://www.pvcycle.org/>

Više o globalnim aktivnosti vezanim za recikliranje FN sustava na stranici: <http://www.iea-pvps-task12.org/13.0.html>



## 7. Primjeri fotonaponskih sustava u zgradama (BIPV i BAPV)

### Integracija u fasade. Obnova zaštićenih objekata



Turistički ured Alès, Gard, France. Izvor: TENESOL

Ostaci crkve iz 11. stoljeća u francuskom gradu Alès u pokrajini Gard preuređeni su u turistički centar. Za južnu fasadu je korišteno dvostruka izolirana fasada s transparentnim fotonaponskim modulima radi optimiziranja potrošnje energije u zgradi.

Tri višeslojna prozora povećala su iskoristiv prostor unutar turističkog centra. Svaka od ovih struktura je izvedena s dvostrukim izo-staklom s fotonaponskim ćelijama, s razmakom od 11 cm između polutransparentnih FN modula i ostakljenih površina. Zrak unutar te praznine zagrijan na Suncu, koristit će se za grijanje zgrade zimi te za ventilaciju u ljetnim mjesecima.

Cilj projektanta (Yves Jautard) ovog sustava bio je ostvariti aktivnu južnu fasadu zgrade koja će optimizirati energetske i klimatsku bilancu zgrade. Zbog vizualnih utjecaja, moduli su izvedeni u polutransparentnom staklu s smeđe/crnim antirefleksirajućim premazom.

Orijentacija ove fasade je 38° od juga prema zapadu, a svaka od fasada sastoji se od 70 Photowattovih modula snage po 46 Wp (ukupna snaga sustava iznosi 9,6 kWp). Fotonaponsko polje je spojeno s tri izmjenjivača SMA 25000 na elektroenergetsku mrežu preko trofaznog priključka. Proizvodnja i potrošnja energije u zgradi mjeri se s dva odvojena električna brojila.

### Integracija u fasadu

Projektiran na osnovi štednje resursa i sprječavanja nepovoljnog utjecaja na okoliš, Metro Mall u Ateni kombinira karakteristike bioklimatske zgrade s niskom potrošnjom energije. Fotonaponski moduli proizvođača SOLAR CELL HELLAS SA pokrivaju 400 m<sup>2</sup> južne strane zgrade i postižu smanjenje potrošnje energije za 5 posto.

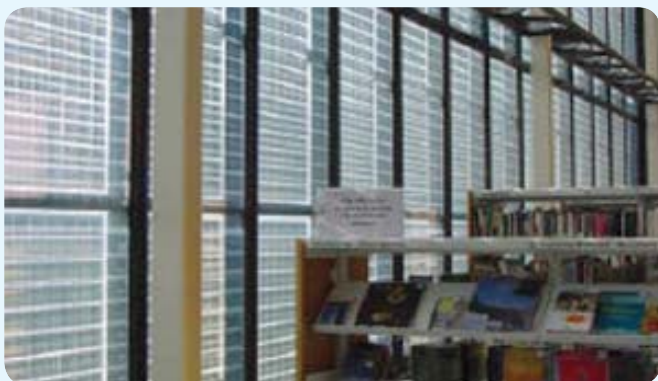
Ovaj fotonaponski sustav integriran u zgradu sastoji se od dvije fasade s južne strane trgovačkog centra.

Sustav snage 51 kWp predaje proizvedenu električnu energiju u mrežu (visina poticajne tarife 0,394 €/kWh). Prema procjenama ovaj sustav će proizvoditi oko 39,9 MWh godišnje te se očekuje povrat investicije u roku od oko devet godina. Godišnje će se spriječiti emisija od 23 940 kg CO<sub>2</sub> u atmosferu.



Metro Mall, Atena, Grčka. Izvor: Solar Cells

### Integracija FN u fasadu kao prefabricirani element



Knjižnica Pompeu Fabra u Mataróu projektirana je s dvostrukom namjenom – proizvodnjom električne i toplinske energije iz energije Sunčevog zračenja i ostvarivanje maksimalnog komfora. Ovaj sustav se sastoji od prefabriciranih elemenata s modulima u tehnologiji polikristalnog silicija, što utječe na ukupni dojam objekta.

Tri prefabricirana elementa izvedena su s matiranim monokristalnim sunčanim ćelijama.

Površina: 603 m<sup>2</sup>

Godišnja proizvodnja energije: 50 MWh

Integracija fotonaponskog sustava u fasadu. Knjižnica Pompeu Fabra, Mataró, Španjolska. Izvor: TFM

## Ugradnja u pročelje zgrade. Obnova više stambene zgrade

U početku 2000-tih, Općina Tavros (dio područja Atene) odlučila se na nadogradnju dvije pilot energetske učinkovite zgrade na svome području. Cilj ovog projekta bio je razviti i primijeniti inovativne energetske koncepte i sunčane sustave u društvenim stambenim zgradama. Projekt je uključen u program Europske komisije pod nazivom Joule-Thermie.

Stambena deseterokatnica sa solidnom konstrukcijom i centraliziranim sustavom grijanja sagrađena je oko 1960. godine. Različite tehnologije OIE i pasivni sustav korišteni su za povećanje energetske učinkovitosti zgrade.

Fotonaponski moduli ugrađeni su u južno pročelje zgrade. Glavni cilj je bio pokrivanje energetske potreba za rasvjetom u zajedničkim prostorima te javnom rasvjetom oko zgrade. Ovaj sustav se također koristi za pregrijavanje unutrašnjih područja tijekom zime.

Ukupna instalirana snaga FN sustava je 10 kW, a područje obuhvaćeno je oko 100 m<sup>2</sup>.



Obnova pročelja višestambene zgrade ugradnjom FN modula, Tavros, Atena.  
Izvor: SOURSOS

## Polutransparentni moduli na kosom krovu



Krovni prozori, odnosno staklarnici su jedno od najinteresantnijim mjesta za primjenu fotonapona. Na njih je moguće postaviti fotonaponske module ili laminare bez zasjenjenja kakvo se može očekivati na nižim etažama te istovremeno ostvariti difuzna rasvjeta unutar prostora. Zgrada Instituta za istraživanje okoliša Zuckerman (ZICER) je dom Sveučilišta za zaštitu okoliša East Anglia, koji između ostalih projekata radi i na projektu smanjenja emisije CO<sub>2</sub> „Community carbon reduction project“. Fotonaponski sustav je ugrađen poviše atrija, između dva sloja stakla. Osmišljen je kako bi se demonstrirala funkcionalnost fotonaponskog sustava postavljenog na vertikalne i lagano nagnute krovne površine. Laminati staklo/staklo su odabrani radi postizanja transparentnosti i prolaska svjetlosti u atrij.

Instalacija in zgradi ZICER. Sveučilište East Anglia, Norwich, UK . Izvor: BP Solar

## Staklarnik: polutransparentni FN moduli

Centar zajednice Ludessch u Austriji je ekološka građevina s fotonaponskim sustavom na krovu koji je trenutno najveći fotonaponski sustav s transparentnim ćelijama u Austriji. Masivni krov površine 350 m<sup>2</sup> sastoji se od 120 visoko učinkovitih modula s transparentnim ćelijama proizvođača Sunways Solar Cells koji nudi cijeli niz pogodnosti: uz proizvodnju električne energije (16.000 kWh čiste energije godišnje), štiti i seoski trg od kiše i sunca. Prozirni fotonaponski moduli propuštaju tek oko 18 posto sunčevih zraka, čime je osigurano optimalno osvjetljenje radne okoline u samom središtu mjesta s dnevnim svjetlom.

Ludessch Community Centre, Austrija. Izvor: SUNWAYS





## 8. Politika i zakonodavstvo EU-a

Europa se krenula intenzivnije baviti s velikim energetske pitanjima kao što su promjena klime, rastuća ovisnost o uvozu energije, nestabilne cijene nafte i plina i sve veća potrošnja energije. Europska energetska politika građena je na održivosti, konkurentnosti i sigurnosti opskrbe kroz niz mjera koje uključuju i mjere promocije obnovljivih izvora i energetske učinkovitosti.

Čelnici Europske unije su 2007. godine usuglasili su integralni pristup energetske politici i borbi protiv klimatskih promjena te prijelazu Europe u visokoučinkovito gospodarstvo s niskom emisijom štetnih plinova. Obvezatno je smanjenje emisije stakleničkih plinova za 20 posto do 2020. te je postavljen niz zahtjevnih ciljeva koje je potrebno ispuniti na razini EU-a do 2020. godine:

- Ušteda potrošnje energije od 20 posto zbog povećanja energetske učinkovitosti
- Udjel obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji energije od 20 posto.

Paket „Energetika i klimatske promjene“ koji predlaže implementaciju „cilja 20-20-20“ usvojen je kao zakon u lipnju 2009.



Europska unija je sa svojom politikom najveći promotor korištenje obnovljivih izvora i fotonaponskih sustava u Europi. U ovome sektoru su najvažnije Direktiva o energetske svojstvima zgrada, tzv. EPBD (2011/31/EU) i Direktiva o promociji OIE (2009/28/EC).

**Revidirana Direktiva o energetske svojstvima zgrada, 2010/31/EC** propisuje da bi sve zgrade od 2020. godine trebale biti blizu nul-kategorije energetske zgrade, kako bi se primijenili visoki standardi energetske svojstava te koristili obnovljivi izvori u opskrbi energijom. Javne zgrade će trebati zadovoljiti ove zahtjeve već do kraja 2018. Nadalje, svaka članica EU mora promicati energetske obnovu starijih zgrada kako bi poboljšala energetske svojstava takvih zgrada te koristili obnovljivi izvori. Svaka od zemalja definirat će svoje mjere i standarde.

### Europska zakonodavna politika

- Akcijski plan za energetske učinkovitost: Ostvarivanje potencijala, COM(2006)545
- Paket „Energetika i klimatske promjene“, usvojen od strane Europske komisije 12. prosinca 2008.
- Direktiva 2009/28/EC usvojena od strane Europskog parlamenta i Vijeća od 23. travnja 2009 o promociji korištenja energije iz obnovljivih izvora
- Direktiva 2010/31/EC usvojena od strane Europskog parlamenta i Vijeća od 19. svibnja 2010 o energetske svojstvima zgrada
- Strategija za kompetentan i održivi razvoj energetike COM/2010/0639
- Plan energetske učinkovitosti 2011, COM/2011/0109

**Direktiva o promociji obnovljivih izvora, 2009/28/EC**, sadržava niz elemenata potrebnih da bi se stvorio zakonodavni okvir za ostvarenje cilja prema udjelu obnovljivih izvora od 20 posto. Svaka zemlja članica mora prilagoditi svoje nacionalne akcijske planove koji će postaviti specifične ciljeve nad udjelima energije iz obnovljivih izvora u prometu, električkoj energiji i toplinskoj energiji u 2020. godini te prihvate mjere kojima će se postići ti ciljevi.



Direktiva 2009/28/EC, između ostaloga, obvezuje članice da razviju međusobno priznatu certifikacijsku ili ekvivalentnu kvalifikacijsku shemu za instalatere malih sustava obnovljivih izvora (peći i kotlovi na biomasu, fotonaponski sustavi, sunčani toplinski sustavi, plitki geotermalni sustavi i dizalice topline) do kraja 2012. godine (članak 14, točka 3). Direktiva, čiji je cilj stvaranje kvalificirane i stručne radne snage navodi:

- „zemlje članice moraju osigurati da certifikacijske ili ekvivalentne kvalifikacijske sheme budu na snazi do 31. prosinca 2012. godine“
- „zemlje članice moraju informacije o certifikacijskim ili ekvivalentnim kvalifikacijskim shemama učiniti dostupnima javnosti, mogu i objaviti popis instalatera koji su kvalificirani ili certificirani u skladu s primijenjenom shemom.“
- „Svaka zemlja članica mora priznati certifikat koji se dodjeljuje u nekoj drugoj zemlji članici koji je u skladu s kriterijima opisanim u Aneksu IV“

Prema zahtjevima iz Direktive:

- Program obuke koji će omogućiti certifikaciju ili kvalifikaciju instalatera mora sadržavati i teoretski i praktični dio obuke te završni ispit, uključujući i ocjenu praktičnog rada instalacije fotonaponskog sustava
- Akreditacija programa obuke i ustanove mora biti provedena od strane zemlje članici ili tijela koje ona odredi
- Valjanost certifikata mora biti vremenski ograničena, tako da daljnja stručna usavršavanja budu potrebna za produženje valjanosti certifikata
- Na kraju programa obuke, instalater mora usvojiti vještine potrebe za instaliranje relevantne opreme i sustava kako bi se zadovoljile očekivane performanse i učinkovitost rada sustava. Također, rad instalatera mora zadovoljiti određenu kvalitetu izrade te poštivati sve važenje norme i pravilnike.



## Zakonodavni okvir u Hrvatskoj

Osnova za širu primjenu obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj, pa tako i fotonaponskih sustava, postavljena je Zakonom o energiji iz 2001. godine (izmjene i nadopune 2004., 2007. i 2008.) te Zakonom o tržištu električne energije iz 2004. godine (izmjene i nadopune 2007. i 2008. godine). Ipak, komercijalno korištenje obnovljivih izvora za proizvodnje električne energije omogućeno je tek 2007. godine donošenjem paket od pet podzakonskih akata koji su definirali korištenje obnovljivih izvora, grupe postrojenja, način prikupljanja i raspodjele poticaja, administrativnu proceduru stjecanja statusa povlaštenog proizvođača, visine naknada i tarifa otkupa proizvedene električne energije. Osnovna prepreka većem razvoju sektora obnovljivih izvora je svakako komplicirana i

## Certifikacijska shema projekta PVTRIN omogućit će:

### Instalaterima

- Stručnost
- Prepoznatljivost
- Mobilnost
- Želju za napredovanjem
- Mogućnost zapošljavanja

### Investitorima u FN sustave

- Povjerenje
- Ispravan rad sustava
- Smanjene rizike kvarova

### Proizvođačima opreme

- Učinkovitu i stručnu radnu snagu
- Zadovoljne korisnike
- Niže operativne troškove
- Vjerodostojnost



nedorečena administrativna procedura koju svaki povlaštenu proizvođač mora proći, bez obzira bio on mala fotonaponska elektrana na krovu kuće ili velika vjetroelektrana.

Kod postavljanja fotonaponskih sustava na postojeće objekte, značajnu ulogu pri pojednostavljenju administrativne procedure odigralo je tumačenje Pravilnika o jednostavnim građevinama koje je izdalo nadležno Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, u kojemu je proširen termin „solarnog kolektora“ i na fotonaponske module te je time i s pravne strane omogućeno postavljanje fotonaponskih sustava u zgradama bez izmjene lokacijske dozvole ili ishoda akta kojime se odobrava građenje. Međutim, još uvijek postoje nesuglasnosti oko procedure priključka kod operatora distribucijskog sustava, budući da nisu najjasnije definirani kriteriji i određene procedure kod priključenja manjih sustava na elektroenergetsku mrežu. Zakonodavni okvir za obnovljive izvore u Hrvatskoj je izrađen na temelju Direktive EU 77/2001/EC, te on ne daje zakonsku osnovu za uvođenje sustava certifikacije instalatera malih OIE. Očekuje se da će novi Zakon o obnovljivim izvorima, koji će implementirati Direktivu 28/2009/EC u hrvatsko zakonodavstvo uvesti i zakonsku osnovu za uspostavljanjem certifikacijske sheme.

Trenutačno (kraj 2011. godine) u Hrvatskoj ne postoji certifikacijska shema koja prepoznaje instalatere malih sustava OIE, ali je razvijeno nekoliko edukacijskih programa instalatera (ponajprije sunčanih toplinskih sustava) koji su odobreni od strane Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa te je omogućen upis zvanja u radnu knjižicu.

Očekivano, kvalificiranim instalaterima fotonaponskih sustava smatraju se instalateri elektroinstalacija u zgradama koji imaju Suglasnost za rad od strane Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i gradnje (H.12 – elektroinstalacijski i komunikacijski radovi ili I.14).



## Zahvale

Ovaj vodič je objavljen u okviru projekta PVTRIN, podržanog i financiranog programom Intelligent Energy – Europe (IEE)

Članovi Upravnog odbora projekta su:

Dr.sc. Theocharis Tsoutsos (TUC/ENV, GR), Dr.sc. Eduardo Román (TECNALIA, ES), Dave Richardson (zamjena: John Holden) (BRE, UK)

Eleni Despotou (EPIA, EU-BE), Dr.sc. Goran Granić (EIHP, HR), Christos Maxoulis (ETEK, CY), Ing. Camelia Rata (ABMEE, RO), Antonis Pittaridakis (TEE, GR) i Violetta Groseva (SEC, BU).

Autori i cijeli konzorcij projekta duboko su zahvalni svima onima koji su svojim radom u pripremi, pisanju i pregledavanju pridonijeli objavljivanju ove publikacije. Nadalje, željeli bismo izraziti našu zahvalnost Izvršnoj agenciji za konkurentnost i inovacije (EACI) na njihovoj podršci.

**AUTORI:** Ana Huidobro i Dr. Eduardo Román (TECNALIA), Dr. Theocharis Tsoutsos, Stavroula Tournaki, Zacharias Gkouskos (ENV/TUC), Mr.Pieterjan Vanbuggenhout (EPIA)

PRIJEVOD I PRILAGODBA NACIONALNE VERZIJE: Andro Bačan, Nikola Matijašević (EIHP)

**FOTOGRAFIJE:** Europska komisija, Rob Baxter, BP Solar, First Solar Inc, ChrisRudge, SolarWorld AG, Juwi Solar GmbH, Ersol Solar Energy AG, BOSCH Erfurt, Concentrix Solar GmbH, MARTIFER SOLAR SA, Thyssen Solartec, NREL, SOLON SE, Abengoa Solar, Schott Solar, Fotonapon, OPTISOL®, ,Scheuten-Solar, -SMA, Gisscosa-Firestone, Lumeta Inc, BIOHOUSE, Sol Sureste, MSK, EKAIN TALDEA, ZUBIGUNE, Soursos, Tenesol, TFM, Sunways, Landesgewerbeamt Badenwürt, TECNALIA, ReSEL/TUC, EPIA, BRE, ETEK, EIHP, ABMEE, SEC

Više dodatnih informacija o projektu PVTRIN dostupno je na internetskoj stranici projekta: [www.pvtrin.eu](http://www.pvtrin.eu) . Ako imate nekih komentara ili pitanja molimo kontaktirajte koordinatora projekta. Htjeli bismo dobiti vašu povratnu informaciju o publikaciji.

## Literatura:

- Europska komisija, Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources, Official Journal of the European Union, 2009
- European Union Law: <http://eur-lex.europa.eu>
- European Photovoltaic Industry Association (EPIA), Global Market Outlook 2015, 2011.
- European Photovoltaic Industry Association (EPIA), Greenpeace International, Solar Generation 6-Solar photovoltaic electricity empowering the world, Feb 2011.
- R.Alonso, E. Román (TECNALIA), T.Tsoutsos, Z. Gkouskos (ENV/TUC), O. Zabala, J.R. López (EVE), "Potential and Benefits of BIPV", Intelligent Energy Europe (2009).
- Tsoutsos, S.Tournaki, Z.Gkouskos, "PV systems-Training and certification of installers in Europe", Building, Architecture and Technology, (June 2010)
- T. Tsoutsos, S. Tournaki, Z. Gkouskos, E. Despotou, G. Masson, John Holden, "Certification and Qualification of PV Installers in Europe. Development of the PVTRIN Certification Scheme", 26th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Hamburg, Germany, 5-8 Sep., 2011.
- Photovoltaic in Buildings DTI/PUB URN 06/1972
- Common concept and construction errors in commercial PV projects- 3E SERENE – Salerno 2nd July 2010
- Building integrated photovoltaics. A new design opportunity for architects SUNRISE
- Building integrated photovoltaics. PREDAC
- Instalaciones de Energía Fotovoltaica. Ed. Garceta. 2010. Narciso Moreno, Lorena García Diaz
- DOMESTIC PHOTOVOLTAIC FIELD TRIALS Good Practice Guide: Part I Project management and installation issues (S/P2/00409,URN 06/795
- DOMESTIC PHOTOVOLTAIC FIELD TRIALS Good Practice Guide: Part II System Performance Issues (S/P2/00409,URN 06/2219

## Projekti:

PV CYCLE, SUNRISE, PREDAC, PURE, DEMOHOUSE

## Konzorcij projekta PVTRIN



Technical University of Crete  
Environmental Engineering Dpt.  
Renewable and Sustainable Energy Systems Lab  
**PROJECT COORDINATOR**  
Greece  
[www.tuc.gr](http://www.tuc.gr)



Agency of Brasov for the Management  
of Energy and Environment  
Romania  
[www.abmee.ro](http://www.abmee.ro)



Building Research Establishment Ltd  
UK  
[www.bre.co.uk](http://www.bre.co.uk)



Energy Institute Hrvoje Požar  
Croatia  
[www.eihp.hr](http://www.eihp.hr)



European Photovoltaic Industry Association  
EU/ Belgium  
[www.epia.org](http://www.epia.org)



Scientific and Technical Chamber of Cyprus  
Cyprus  
[www.etek.org.c](http://www.etek.org.c)



Sofia Energy Centre  
Bulgaria  
[www.sec.bg](http://www.sec.bg)



Tecnia  
Spain  
[www.tecnalia.com](http://www.tecnalia.com)



Technical Chamber of Greece  
Branch of Western Crete  
Greece  
[www.teetdk.gr](http://www.teetdk.gr)

[www.pvtrin.eu](http://www.pvtrin.eu)  
[info@pvtrin.eu](mailto:info@pvtrin.eu)

Za više informacija obratite se nacionalnom partneru:



Energetski institut Hrvoje Požar  
Savska cesta 163, 10001 Zagreb,  
[www.eihp.hr](http://www.eihp.hr)  
Kontakt osoba: Andro Bačan  
E-mail: [abacan@eihp.hr](mailto:abacan@eihp.hr)

