



*Dr Stevan Savić, MSc Milica Vasić, Dr Lazar Lazić*

# STVARANJE ENERGETSKIH I EKOLOŠKIH USLOVA ZA ZELENIJE I ODRŽIVE GRADOVE U REGIONU





Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet  
DEPARTMAN ZA GEOGRAFIJU, TURIZAM I HOTELIJERSTVO

## **STVARANJE ENERGETSKIH I EKOLOŠKIH USLOVA ZA ZELENIJE I ODRŽIVE GRADOVE U REGIONU**

ISBN

### **Autori**

*Dr Stevan Savić, redovni profesor,*

*Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija*

*MSc Milica Vasić, istraživač-pripravnik,*

*Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija*

*Dr Lazar Lazić, redovni profesor,*

*Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija*

### **Izdavač publikacije**

*Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet,*

*Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija*

### **Informacije o CREATEGREEN projektu**

Naslov projekta:	STVARANJE ENERGETSKIH I EKOLOŠKIH USLOVA ZA ZELENIJE I ODRŽIV PREKOGRANIČNI PROSTOR IZMEĐU HRVATSKE I SRBIJE
Akronim:	CREATEGREEN
Kod projekta:	HR-RS00158
Rukovodilac projekta:	Naučni institut za veterinarstvo "Novi Sad" (NIV)
Partneri:	Grad Sombor (SOMBOR) Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet (UNSPMF) Grad Osijek (OSIJEK) Preduzetnički inkubator BIOS d.o.o. Osijek (BIOS)
Trajanje projekta:	Jun 2024. – Jun 2026.
Ukupan budžet:	2,203,296.00 €
EU finansiranje:	1,872,801.60 €
Kontakt:	markopajic@niv.ns.ac.rs (Marko Pajić, rukovodilac projekta)
Veb stranica programa:	<a href="http://www.interreg-croatia-serbia.eu">www.interreg-croatia-serbia.eu</a>
Info stranica projekta:	<a href="https://www.nsucl.com/projects">https://www.nsucl.com/projects</a>



## SADRŽAJ

IDEJA I CILJ CREATEGREEN PROJEKTA .....	1
Koncept projekta .....	4
Implementacija sistema obnovljive energije sa mikro-meteorološkim senzorima .....	5
Sistem za praćenje efikasnosti solarne energije na mikro-skali (višeslojna platforma) .....	5
Održivost projekta .....	6
Prenosivost .....	7
Kako projekat doprinosi širim strategijama i politikama? .....	7
Kakva je povezanost ovog projekta sa prethodnim ili trenutnim projektima ili inicijativama u EU? .....	8
Zelena energija i obnovljivi resursi .....	10
ZNAČAJ SOLARNIH ELEKTRANA KAO KONCEPTA ZELENE ENERGIJE .....	10
Solarne elektrane i njihova primena .....	12
Korisnost solarne energije .....	13
Solarne elektrane – dobri primeri .....	13
KORIŠĆENA LITERATURA I IZVORI .....	20

**Napomena**

*“Ova publikacija je izrađena uz podršku Evropske unije. Sadržaj ove publikacije je isključivo odgovornost Univerziteta u Novom Sadu, Prirodno-matematičkog fakulteta (UNSPMF) i ne odražava zvanično mišljenje Evropske unije”.*

**Disclaimer**

*“This publication has been produced with the assistance of the European Union. The contents of this publication are the sole responsibility of the University of Novi Sad Faculty of Sciences (UNSPMF) and can in no way be taken to reflect the views of the European Union”.*



## IDEJA I CILJ CREATEGREEN PROJEKTA

### Koncept projekta

Pogranična regija Hrvatske i Srbije suočava se s nekoliko teritorijalnih izazova, posebno u promociji i korišćenju obnovljivih izvora energije. Jedan značajan problem je nedovoljna svest i promocija dostupnih opcija obnovljive energije, posebno solarne energije. Iako su napretci u tehnologiji učinili solarne sisteme pristupačnijim nego u prethodnim decenijama, javno razumevanje njihovih prednosti i potencijala ostaje nisko. Ovaj nedostatak svesti može ometati usvajanje rešenja obnovljive energije u regionu. Rešavanje ovih izazova biće ključno za unapređenje energetske održivosti i podsticanje javnog angažovanja u inicijativama obnovljive energije.

Sveobuhvatan cilj projekta je promocija proizvodnje i korišćenja održivih i čistih energetski rešenja korišćenjem solarnih elektrana u pograničnom regionu. Pored toga, mikro-meteorološki senzori, zajedno sa informacijama o instaliranim solarnim elektranama, pružiće stanovništvu pograničnog regiona konkretno znanje o stvarnoj efikasnoj upotrebi solarne energije i osnažiti dostupne globalne informacije o mogućnostima i efikasnosti proizvodnje solarne energije, povećavajući ih stvarnim mikro-klimatskim proračunima za određene lokacije.

Glavni rezultati projekta su:

1. Razvoj sistema proizvodnje zelene energije u Novom Sadu, Somboru i Osijeku. Instalacija solarnih elektrana u Novom Sadu (0,15 MW), Somboru (0,25 MW + 0,04 MW, tj. ukupno 0,29 MW) i Osijeku (0,35 MW i 0,05 MW, tj. ukupno 0,40 MW) sa ciljem povećanja upotrebe zelene energije i promocije obnovljivih izvora energije; i
2. Kreiranje sistema za praćenje efikasnosti solarne energije na mikro-skali kao alata za proračun efikasnosti proizvodnje solarne energije u pograničnom regionu kao zajedničkog rešenja, što će doprineti efikasnijoj upotrebi solarne energije od strane privrede, institucija i građana u regionu.

Direktnu korist imaju građani Novog Sada, Sombora i Osijeka. Pored toga, koristiće i zainteresovane strane, lokalne i regionalne vlasti (kao donosioci odluka), sektorske, obrazovne i istraživačke institucije, nevladine organizacije koje se bave obnovljivim izvorima energije, politikama klimatskih promena, strategijama prilagođavanja klimatskim i ekološkim uslovima, akcijama otpornosti i javnim zdravljem. Poslovne kompanije i mala i srednja preduzeća koja se bave proizvodnjom i razvojem solarnih elektrana takođe će imati korist od povećanih saznanja o budućem radu na sistemima obnovljive energije.

Uzimajući u obzir da pogranični region ima iste ili veoma slične geografske i klimatološke karakteristike koje određuju stvarnu efikasnost solarne energije, zajednički pristup partnera iz Srbije i Hrvatske donosiće snažniji transfer znanja i promociju pouzdanih informacija o efikasnosti solarne energije na mikro-skali.

Projekt donosi nov i inovativan pristup tako što:

1. implementira sistem obnovljive energije zajedno sa mikro-meteorološkim senzorima koji će pružiti potrebne podatke za izračunavanje efikasnosti proizvodnje solarne energije u pograničnom regionu; i
2. razvija i implementira inovativni sistem za praćenje efikasnosti solarne energije na mikro-skali (višeslojna platforma) kao zajedničko rešenje za stanovništvo u pograničnom regionu, pružajući vredne informacije o najisplativijem rešenju efikasnosti solarne energije.

Pored toga, mikro-meteorološki senzori, zajedno sa informacijama o instaliranim solarnim elektranama, pružiće stanovništvu pograničnog regiona široko znanje o stvarnoj efikasnoj upotrebi solarne energije i osnažiti dostupne globalne informacije o mogućnostima proizvodnje solarne energije uz stvarne mikro-klimatske uslove za određene lokacije.

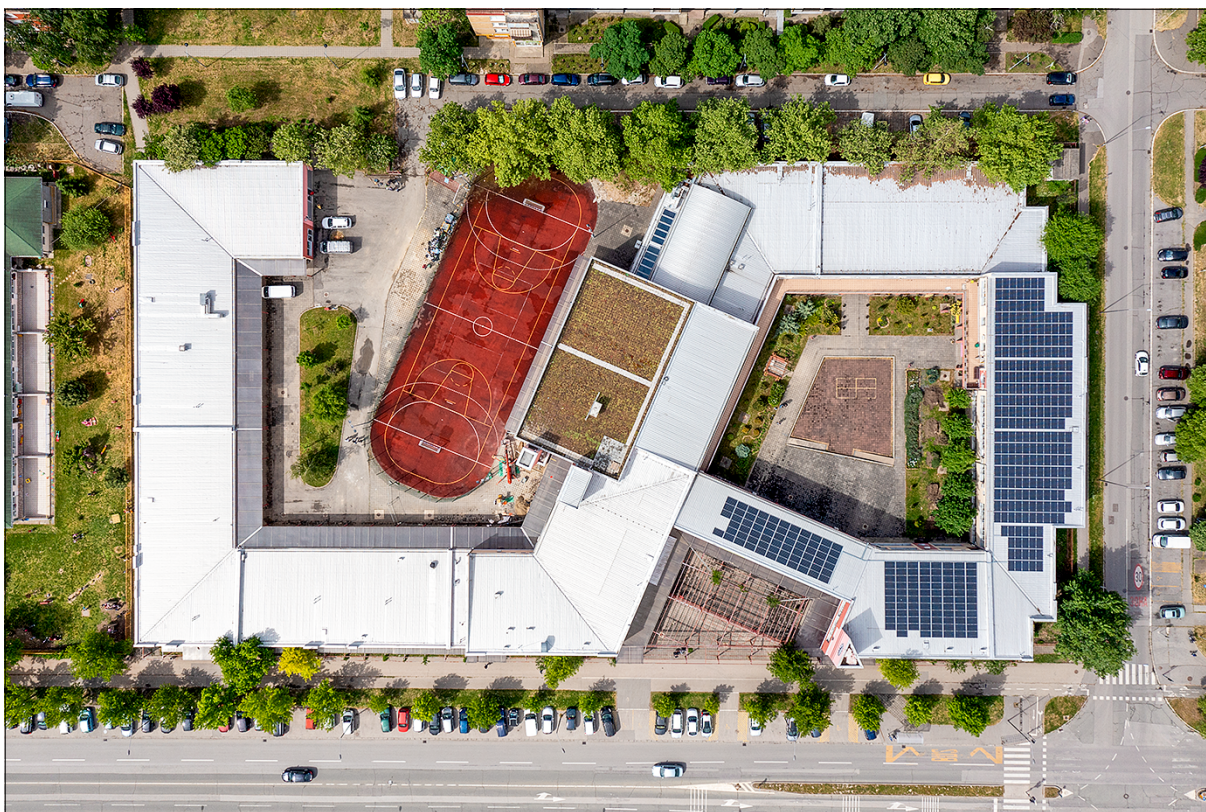




## Implementacija sistema obnovljive energije sa mikro-meteorološkim senzorima

Razvoj i implementacija sistema proizvodnje obnovljive energije u Novom Sadu, Somboru i Osijeku, kao rešenje za zeleniju pograničnu regiju, kao i otporniju na klimatske promene, je bazična aktivnost ovog projekta. Implementacija sistema obnovljive energije smanjiće potrošnju energije iz neobnovljivih izvora i promovisati

proizvodnju zelene energije, a zajedno sa mikro-meteorološkim senzorima pružiće potrebne podatke za izračunavanje efikasnosti proizvodnje solarne energije u pograničnom regionu. Ovo će povećati svest među građanima o korišćenju zelene energije i doprineti boljem razumevanju efikasnosti proizvodnje solarne energije.



➤ **Prilog 1.** Instalirana solarna elektrana snage 120 kW na zgradi SOŠO "Milan Petrović" u Novom Sadu u okviru GREENERGY projekta.

## Sistem za praćenje efikasnosti solarne energije na mikro-skali (višeslojna platforma)

Kako bismo bolje razumeli klimatske uslove koji utiču na efikasnost proizvodnje solarne energije u pograničnom regionu, razvijaće se inovativno pilot rešenje pod nazivom 'Sistem za praćenje efikasnosti solarne energije na mikro-skali', kao kombinovani sistem, od strane UNSPMF i BIOS-a. Da bi se postiglo ovo zajedničko pilot rešenje, 'Sistem za praćenje efikasnosti solarne

energije na mikro-skali' biće razvijen kao modularno rešenje sa dva segmenta: MLP-1 smešten na infrastrukturi kojom upravlja BIOS; MLP-2 smešten na infrastrukturi UNSPMF, koji prikuplja podatke sa svih solarnih elektrana i mikro-meteoroloških senzora, vrši izračunavanja i obezbeđuje konačnu analizu o efikasnosti solarne energije.



## CREATEGREEN



Povećanje korišćenja solarne energije razvojem i implementacijom novog sistema praćenja kao zajedničkog rešenja za stanovništvo u pograničnom regionu, pružiće vredne informacije o najisplativijem rešenju efikasnosti solarne energije. Zajedničko rešenje biće usvojeno od strane projektnih partnera, Grada Osijeka. Pored toga, ovo rešenje biće integrisano u

„Akcijski plan energetske efikasnosti Grada Osijeka za period 2025-2027“.

Dalje, ovo će biti dobar primer kako se zajedničko rešenje može implementirati i koristiti od strane lokalne samouprave, a u budućnosti, Grad Sombor i Grad Novi Sad mogli bi delovati na sličan način.

## Održivost projekta

Dugoročna održivost i trajnost rezultata projekta biće obezbeđene u nekoliko aspekata. Operativna održivost i trajnost solarnih elektrana obezbeđena je činjenicom da će implementiranu infrastrukturu održavati NIV u Gradu Novom Sadu, SOMBOR u Gradu Somboru,

OSIJEK i BIOS u Gradu Osijeku. NIV je istraživačka organizacija sa javnim pravnim statusom, a solarna elektrana biće instalirana na lokacijama koje su u vlasništvu NIV-a, a odabrana lokacija neće biti namenjena drugim intervencijama.



➦ **Prilog 2.** Instalirana solarna elektrana snage 93 kW na zgradi Srednjeskolskog igrališta u Osijeku u okviru GReENERGY projekta.

## CREATEGREEN



SOMBOR i OSIJEK su lokalne samouprave, a solarne elektrane biće smeštene na lokacijama koje su pod njihovom jurisdikcijom i stoga odabrane lokacije neće biti namenjene drugim intervencijama.

Mikro-meteorološki senzori u Novom Sadu i Osijeku predstavljaju poznatu visokokvalitetnu opremu koja se već dugo koristi u mnogim institucijama. Od ove vrste sistema se očekuje da budu operativne do 10 godina uz pravilno održavanje koje će obezbediti UNSPMF i BIOS. To će osigurati dugoročno pružanje podataka o različitim meteorološkim i ekološkim parametrima koji će biti dostupni istraživačima,

preduzećima, studentima i široj javnosti putem onlajn platforme.

Višeslojna platforma MLP-1 kojom će upravljati i koju će održavati BIOS i višeslojna platforma MLP-2 kojom će upravljati i koju će održavati UNSPMF takođe će biti javno dostupne svima i pružiće razne vrste informacija o korišćenju solarne energije i uticaju klimatskih promena na efikasnu upotrebu solarne energije u pograničnom regionu Hrvatska-Srbija. UNSPMF će obezbediti javni domen za platformu, kako bi ostala dostupna svim zainteresovanim građanima i zainteresovanim stranama.

### Prenosivost

Projekat će osigurati da su njegovi rezultati primenljivi i replicirajući od strane drugih, jer će partneri obezbediti sve potrebne podatke, metode i informacije u obliku e-publikacija, e-brošura i drugog promotivnog materijala koji će biti slobodno dostupni na dva jezika (hrvatski i srpski). Pored toga, partneri u projektu će organizovati radionice sa ciljem predstavljanja rezultata projekta i pružanja svih informacija o metodama implementacije zainteresovanoj publici. Na ovim događajima biće predstavljene sve relevantne informacije o rezultatima projekta, a nakon toga će uslediti "Diskusiona sesija" na kojoj će članovi projekta biti spremni da odgovore na pitanja učesnika. Sistem za praćenje efikasnosti mikro-solarne energije takođe će biti važan izvor informacija za sve. Uzimajući u obzir da su rezultati projekta usmereni na povećanje kori-

šćenja održivih i čistih izvora energije i jačanje znanja o aktuelnoj efikasnoj upotrebi solarne energije, oni se mogu implementirati u drugim gradovima, opštinama i regijama. Važno je prilagoditi rešenja lokalnim uslovima, što je implicirano u svim aktivnostima ovog projekta. Sve projektne aktivnosti biće promovisane putem različitih medijskih kanala: veb-sajt, društvene mreže (Facebook, Instagram, YouTube, X), press konferencije, e-promotivni materijali, video klipovi i promotivni proizvodi. U blizini svake lokacije gde će biti instalirane solarne elektrane i mikro-meteorološki senzori, takođe će biti postavljene trajne informativne table sa osnovnim informacijama o projektu, programu i sistemima obnovljivih izvora energije (solarnoj elektrani) koje će pružati informacije dugo nakon završetka projekta svim ciljnim grupama.

### Kako projekat doprinosi širim strategijama i politikama?

#### ***EU Strategija za Dunavski Region***

EU Strategija za Dunavski Region (EUSDR) ima za cilj da unapredi saradnju i razvoj među zemljama duž Dunava, kao i da promoviše ekonomski rast, povezanost, ekološku održivost i kulturnu razmenu u regionu kako bi se adresirali zajednički izazovi i prilike. Dva ključna elementa EUSDR-a su obuhvaćena implementaci-

jom projekta CREATEGREEN. Prvi ključni element - Povezivanje regiona - biće adresiran zajedničkim razvojem i implementacijom sistema za praćenje efikasnosti solarne energije. Drugi ključni element - Zaštita životne sredine - biće adresiran implementacijom solarnih elektrana (u Novom Sadu, Somboru i Osijeku) i promocijom korišćenja zelenih izvora energije u pre-



## CREATEGREEN



kograničnom regionu. Pored toga, saradnja različitih institucija (viših obrazovnih i istraživačkih ustanova, organizacija za podršku biznisu i lokalnih samouprava) na ovom projektu odgovara EUSDR-u koji podstiče deljenje stručnosti, najboljih praksi i resursa kako bi se rešavali zajednički izazovi kao što su ekonomske razlike, degradacija životne sredine i socijalna kohezija.

### **Evropski Zeleni Dogovor**

Evropski Zeleni Dogovor predlaže glavni cilj transformacije EU u klimatski neutralnu i održivu ekonomiju do 2050. godine, nudeći putokaz za rešavanje hitnih izazova klimatskih promena, degradacije životne sredine, kao i promovisanje održivog ekonomskog rasta i socijalnog blagostanja. Uključuje saradnju između različitih sektora, vlada, industrija i civilnog društva kako bi se pokrenule neophodne promene za održivu budućnost. Projekat CREATEGREEN doprinosi postizanju ciljeva Evropskog Zelenog Dogovora zajedničkom saradnjom institucija iz EU i van EU, promovisući obnovljive izvore energije kroz cilj razvoja i implementacije solarnih elektrana i sistema za praćenje efikasnosti solarne energije. Sa ovim ciljem, projekat će promovisati proizvodnju i korišćenje održivih i čistih energetske rešenja korišćenjem solarnih elektrana u projektnom području, a uz pomoć mikro-meteoroloških senzora će pružiti stanovništvu u prekograničnom regionu konkretno znanje o aktuelnoj efikasnoj upotrebi solarne energije u mikro regionu. Sa pomenutim ciljevima, ovaj

projekat promoviše prenos znanja i veština koje prevazilaze granice EU, adresirajući ekološke, klimatske, socijalne i ekonomske izazove i na taj način doprinosi ciljevima Evropskog Zelenog Dogovora.

### **Novi Evropski Bauhaus**

Novi Evropski Bauhaus (NEB) je inicijativa Evropske unije koja ima za cilj da okupi svet umetnosti, kulture, nauke i tehnologije kako bi se stvorila održivija, inkluzivnija i estetski privlačnija životna okruženja. Teži da adresira savremene izazove kao što su klimatske promene, iscrpljivanje resursa i urbanizacija kroz inovativni i prirodom inspirisani dizajn i interdisciplinarnu saradnju između dizajnera, arhitekata, naučnika, donosioca politika i građana kako bi razmenili ideje, podelili najbolje prakse i saradivali na projektima koji prikazuju potencijal kombinovanja održivosti i estetike. Inicijativa se fokusira na tri glavna principa: održivost, estetika i inkluzivnost. Podstiče integraciju ekoloških i socijalnih razmatranja u arhitektonske i dizajnerske projekte, sa ciljem stvaranja prostora koji su ekološki prihvatljivi, vizuelno privlačni i dostupni svima. Rezultati našeg projekta su direktno povezani sa glavnim principima NEB inicijative. Razvoj solarnih elektrana sa mikro-meteorološkim senzorima i promocija proizvodnje obnovljive energije predstavljaju održiva rešenja za smanjenje konvencionalnih izvora energije i jačanje klimatski otpornog uticaja u prekograničnom području.

## **Kakva je povezanost ovog projekta sa prethodnim ili trenutnim projektima ili inicijativama u EU?**

### **Interreg IPA CBC Hrvatska-Srbija**

Ozelenjavanje gradova – Razvoj i promocija energetske efikasnosti i održivog urbanog okruženja u gradovima prekograničnog regiona Hrvatska-Srbija (GRENERGY). Rukovodilac projekta: UNSPMF; Partneri: GREEN, GRAFOS, OSIJEK. Projekat je doprineo rešavanju zajedničkih izazova vezanih za povećanu potrošnju energije u javnim zgradama, nedovoljnu energetske efikasnost, slabu upotrebu obnovljivih izvora energije i nedostatak znanja o energetske efikasnosti

i obnovljivim izvorima energije među vlastima i opštom javnošću. Projekat je potsticao zajednički razvoj i implementaciju zelenih krovova i zidova, kao i solarnih panela na odabranim javnim zgradama u Osijeku i Novom Sadu (po jedna zgrada u svakom gradu), uz promotivne i obrazovne aktivnostima vezane za teme energetske efikasnosti. Takođe, ovaj projekat je bio jedan od prvih koji je razvijao određene vrste rešenja zasnovanih na prirodi za javne zgrade. Uspeh ovog projekta podstakao je članove projekta uključene u



## CREATEGREEN



CREATEGREEN da nastave sa razvojem korišćenja rešenja za zelenu energiju, ali ovaj put sa mogućnostima da ih koristi šira javnost. Takođe, uspešna koordinacija i komunikacija između članova projekta rezultirala je novim predlogom projekta. Link prema GReENERGY projektu: [www.greenenergy.rs](http://www.greenenergy.rs).

### **Interreg IPA CBC Hrvatska-Srbija**

Ozelenjavanje gradova 2.0 – Razvoj i promocija energetske efikasnosti i održivog urbanog okruženja u gradovima prekograničnog regiona Hrvatska-Srbija (GReENERGY2.0). Rukovodilac projekta: UNSPMF; Partneri: GRAFOS i OSIJEK. Ovaj projekat predstavlja nastavak projekta GReENERGY, a glavni rezultat je instalacija rešenja zasnovanih na prirodi za unutrašnje okruženje, koja obuhvata 70 m<sup>2</sup> unutrašnjeg zelenog zida, postavljenog u zgradi UNSPMF u Novom

Sadu. Ova intervencija NBS poboljšava kvalitet vazduha u zatvorenom, termalnu udobnost, kontrolu buke i energetske efikasnost, što je korisno za studente i osoblje Fakulteta. Takođe služi kao poligon za demonstraciju inovativnih pristupa postizanju prijatnih klimatskih uslova. S druge strane, u Osijeku je postavljena mala solarna elektrana koja obezbeđuje dodatnu solarno energiju (0,15 MW; godišnja proizvodnja od 187,5 MW). Projekat CREATEGREEN nastavlja sa razvojem pametnih i inovativnih rešenja za korišćenje obnovljivih izvora energije, unapređujući trenutnu proizvodnju solarne energije na bolji nivo razumevanja njene efikasnosti razvojem sistema za praćenje efikasnosti solarne energije. Projekat radi na unapređenju saradnje između građana i naučnika, kao i javnog i privatnog sektora. Link prema GReENERGY2.0 projektu: <http://www.greenenergy.rs/index.php?p=7&s=0&l=0&c=0&h=1&r=1>.



## ZNAČAJ SOLARNIH ELEKTRANA KAO KONCEPTA ZELENE ENERGIJE

U poslednjih 10 godina objavljeni su radovi mnogih istraživanja u vezi sa zelenom energijom. Usvojen je niz sporazuma, strategija, raznih dogovora, kao i važnih zakona na međunarodnom nivou koja se tiču obnovljivih i zelenih izvora energije, mnogih akcija za

borbu protiv klimatskih promena, emisija gasova sa efektom staklene bašte i održivog razvoja. Naučna istraživanja i nova tehnologija tokom poslednje decenije otkrile su razlike između zelenih, čistih i obnovljivih izvora energije.

### Zelena energija i obnovljivi resursi

Zelena energija je energija proizvedena korišćenjem prirodnih resursa koji se konstantno ili ciklično obnavljaju, odnosno obnovljivi prirodni resursi. Zelena energija se definiše kao izvor energije koji ima nulti ili minimalni uticaj na životnu sredinu, koji je ekološki prihvatljiviji, održiviji i proizvodi se iz solarne energije, hidroenergije, biomase, energije vetra, geotermalne energije. Kada se zelena energija i obnovljiva energija, poput solarne i energije vetra, kombinuju, rezultat je čista energija. Zelena energija predstavlja jedno od ključnih stavki u očuvanju životne sredine, smanjenju ugljen-dioksida, povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije, zaustavljanju ili ograničenom korišćenju neobnovljivih izvora energije (nafta, gas i ugalj).

Svi negativni efekti na industrijski, tehnološki, sektorski i društveni razvoj delimično ili potpuno opadaju tokom prelaska na korišćenje zelene energije i tehnologija, kada se preferiraju i primenjuju održive energetske strategije. Na taj način, održive energetske strategije mogu značajno doprineti ekonomijama zemalja u kojima se zelena energija (npr. energija vetra, solarne energija, energija plime, biomasa) proizvodi u velikim količinama. Stoga, ulaganje u snabdevanje zelenom energijom i njen razvoj treba podsticati od strane vlada i drugih nadležnih tela kako bi se fosilna goriva zamenila zelenom energijom, za ekološki prihvatljiviju i održiviju budućnost.

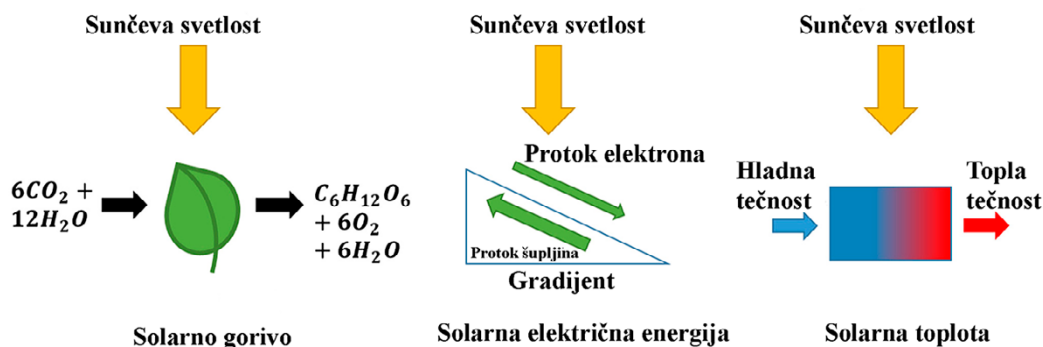
Stoga, može se reći da zelena energija i tehnologije, koje su obilno dostupne, mogu pomoći u:

- obezbeđivanju ekološki prihvatljivije i održivije budućnosti,
- povećanju energetske sigurnosti,
- podsticanju razvoja novih, čistih tehnologija,
- smanjenju zagađenja vazduha, vode i zemljišta, kao i gubitka šuma,
- smanjenju energetski povezanih bolesti i smrtnosti,
- smanjenju ili zaustavljanju sukoba među zemljama u vezi sa energetskim resursima, itd.

U poslednje vreme, obnovljivi izvori energije stekli su veliku važnost zahvaljujući njihovom globalnom društvenom prihvatanju i sposobnosti da obezbede održivu proizvodnju energije koja zadovoljava svetske potrebe za električnom energijom. Na osnovu nedavnih tehnoloških inovacija i obimnih istraživačkih inicijativa naučnika širom sveta, prirodno dostupna solarna energija pokazala je ogroman potencijal za ispunjavanje budućih svetskih energetskih potreba.

Solarna energija predstavlja primarni izvor energije na Zemlji, kako u smislu toplotne energije, tako i električne, pa važi i za prenosnika hemijske energije. Sunce obezbeđuje  $1,7 \times 10^{22}$  J energije u roku od 1,5 dana. Ova količina energije je ekvivalentna ukupnoj energiji koja se može dobiti iz 3 triliona barela nafte,

## CREATEGREEN



- **Prilog 3.** Tri načina pretvaranja solarne energije u druge oblike energije: (a) proizvodnja hemijskog goriva putem veštačke fotosinteze, (b) generisanje električne energije pobuđivanjem elektrona u solarnoj ćeliji, (c) koncentrisanje sunčeve svetlosti za proizvodnju toplote.

Izvor: Hayat i saradnici 2019

koliko ukupno i ima na Zemlji. Ukupna godišnja energija koju ljudi potroše tokom jedne godine iznosi  $4,6 \times 10^{20}$  J, a Sunce tu energiju obezbedi za samo 1 sat. Zbog toga je energija Sunca, kao što je spomenuto primarni izvor energije i više je nego dovoljna da sama ispuni sve energetske potrebe čovečanstva. Ova impresivna količina energije dolazi uz dodatnu prednost, odnosno njenu svestranost.

Solarna energija može se pretvoriti u toplotu, električnu energiju ili solarna goriva. Na primer, solarna energija se prirodno može pretvoriti u solarno gorivo putem procesa *fotosinteze*. Fotosinteza je hemijski proces tokom kojeg biljke čuvaju energiju sa sunca u obliku ugljenih hidrata koji predstavljaju gorivo. Štaviše, protoni i elektroni proizvedeni tokom procesa fotosinteze mogu se dalje metabolizovati za proizvodnju  $H_2$  i  $CH_4$ . Otprilike 11% solarne energije koristi se u prirodnoj fotosintezi biomase, što je najveća primena solarne energije. Međutim, samo 100 TW ove energije se pretvara u fotosintezu, što je suviše malo za ljudsku potrošnju energije. Iako je energetska efikasnost suviše niska, postoje poznati načini za poboljšanje efikasnosti proizvodnje solarnih goriva, poput manipulacije bržeg rasta biljaka pomoću genetskog inženjeringa kako bi se olakšala proizvodnja biomase ili proizvodnju goriva iz vode i ugljen-dioksida i drugo.

Sve u svemu, trenutna upotreba solarne energije je vrlo minimalna, jer se 0,015% koristi za proizvod-

nju električne energije, 0,3% za grejanje, a 11% solarne energije koristi se u prirodnoj fotosintezi biomase. S druge strane, otprilike 80% do 85% globalnih energetskih potreba zadovoljava se korišćenjem fosilnih goriva. Problem sa fosilnim gorivima je što su njihovi rezervoari iscrpni i neprijateljski su za životnu sredinu zbog emisije  $CO_2$ . Na primer, za svaku tonu sagorelog uglja oslobađa se jedna tona ugljen-dioksida u atmosferu. Ova emisija ugljen-dioksida je veoma toksična za životnu sredinu i jedan je od uzroka globalnog zagrevanja, efekta staklene bašte, klimatskih promena i smanjenja ozonskog omotača.

Stoga je neophodno da čovečanstvo pronade alternativne energetske izvore za čistiju i održivu budućnost. U tom pogledu, solarna energija nudi najbolje rešenje među svim alternativnim obnovljivim izvorima energije zbog svog ogromnog obima, široke dostupnosti, svestranosti i ekološki prihvatljive prirode. Kao što je ranije spomenuto, solarna energija se može koristiti za proizvodnju toplote i električne energije; stoga ima ogroman potencijal za primenu u različitim industrijskim sektorima. Toplota proizvedena iz solarnih termalnih izvora koristi se za grejanje prostora, hemijsku preradu, preradu hrane i tekstilnu industriju. Električna energija proizvedena solarno koristi se u telekomunikacijama, transportu, grejanju vode, tretmanu vode, poljoprivredi i građevinskoj industriji.



## Solarne elektrane i njihova primena

Solarne elektrane predstavljaju postrojenja namenjena za pretvaranje direktnog Sunčevog zračenja u električnu energiju. Solarna energija se može pretvoriti u električnu energiju na različite načine, pretežno kroz fotonaponske/fotovoltaične (PV) ćelije i sisteme za koncentrisanu solarnu energiju (CSP). Fotonaponske ćelije funkcionišu na principu fotovoltaičkog efekta, što je proces stvaranja napona kada svetlost apsorbuje poluprovodnički materijal. Ovaj proces se odvija na spoju materijala sa različitim električnim svojstvima što omogućava protok električne struje.

Prva generacija solarnih fotonaponskih ćelija se pravi od kristalnog silicijuma, i to monokristalnog ili polikristalnog. Monokristalne ćelije imaju visoku efikasnost (oko 25%) zbog svoje čistoće i ujednačene kristalne strukture, što ih čini efikasnijim u pretvaranju solarne energije, ali su skuplje za proizvodnju. Polikristalne ćelije, sa nešto nižom efikasnošću (oko 20,4%), jeftinije su i imaju manje defekata u strukturi, što ih čini povoljnijim za proizvodnju. Prva generacija ćelija ima prednost u visokoj efikasnosti pri nižim temperaturama i manjoj potrebnoj površini za proizvodnju energije, ali se njihova efikasnost smanjuje pri višim temperaturama.

Tankoslojne ćelije se smatraju solarnim fotonaponskim ćelijama druge generacije. One su jeftinije od ćelija prve generacije jer zahtevaju manju količinu silicijuma, ali imaju i manji udeo na tržištu zbog svoje niže efikasnosti. Postoji nekoliko vrsta tankoslojnih ćelija. Među njima su amorfne silicijumske solarne ćelije, koje se izrađuju taloženjem na podlogu putem raspadanja SiH<sub>4</sub> u reaktoru. Ovaj tip ćelije ima potencijal da bude vrlo isplativ zbog male potrošnje materijala i mogućnosti proizvodnje u obliku kontinuiranih traka. Prednost ovih ćelija je niska cena materijala i mogućnost serijske proizvodnje, ali njihova efikasnost (oko 10,1%) i dugoročna stabilnost predstavljaju izazov.

Treća generacija fotonaponskih ćelija je naprednija verzija sa ciljem povećanja efikasnosti i smanjenja

negativnog uticaja na životnu sredinu. Njihova glavna prednost je niska cena, a cilj im je smanjenje troškova energije za 50% do 80% u poređenju sa ćelijama druge generacije.

Ova klasifikacija pruža okvir za dalji razvoj fotonaponskih tehnologija sa fokusom na održivost i troškovnu efikasnost.

Sistemi za koncentrisanu solarnu energiju se razlikuju od fotonaponskih ćelija jer indirektno pretvaraju sunčevu svetlost u električnu energiju. Ovi sistemi koriste ogledala ili sočiva za koncentrisanje svetlosti na prijemnik koji zagreva tečnost. Ova toplotna energija se koristi za proizvodnju pare, koja pokreće turbinu i električni generator. Ovi sistemi su efikasni za veliku proizvodnju energije i mogu da skladište energiju za upotrebu i kada nije sunčano, što ih čini fleksibilnijim u odnosu na fotonaponske ćelije koje zavise od dnevne svetlosti.

Fotonaponske ćelije i sistemi za koncentrisanu solarnu energiju predstavljaju vrste dobijanja električne energije koristeći solarnu energiju. U velikom broju slučajeva solarne elektrane često moraju biti potpomognute u proizvodnji električne energije i to prelaskom na hibridne solarne elektrane. Osim toga, u poslednje vreme sve je češća primena solarnih panela integracijom istih u zgrade, krovove, zidove i slično prilikom čega nastaju delimično ili potpuno integrisani sistemi. Još neki od primera *jesu plutajuće solarne elektrane* koje imaju višestruku aplikativnost, s obzirom da postavljanjem panela na vodene površine dovodi do uštede prostora neke regije, ali i sama voda omogućava prirodno hlađenje. Niže temperature povećavaju efikasnost fotonaponskih ćelija, što znači da proizvode više električne energije u odnosu na panele postavljene na kopnu, posebno u toplim klimama. Osim toga, javlja se i manje prašine, što dovodi do poboljšanja i dugoročnosti efikasnosti ovih panela. Dodatno, postoje i solarne *elektrane van mreže*, kao i *solarne elektrane sa energetske skladištenjem*, što predstavlja izuzetno važne vrste solarnih elektrana.





## Korisnost solarne energije

Solarna energija se koristi ne samo za proizvodnju električne energije već i u mnoge druge svrhe.

Neki od direktnih načina korišćenja solarne energije uključuju sledeće:

**Poljoprivreda.** U sušnim područjima gde voda nije lako dostupna za poljoprivredu, proces solarne desalinizacije koristi se za pretvaranje slane vode u svežu vodu pogodnu za upotrebu u poljoprivredi. Prvi pogon za solarnu desalinizaciju izgrađen je 1972. godine u severnom Čileu. Takođe, solarne pumpe pokretane foto-naponskim ćelijama uspešno su korišćene u Sahari u Alžiru za navodnjavanje useva poput pšenice, krompira i paradajza.

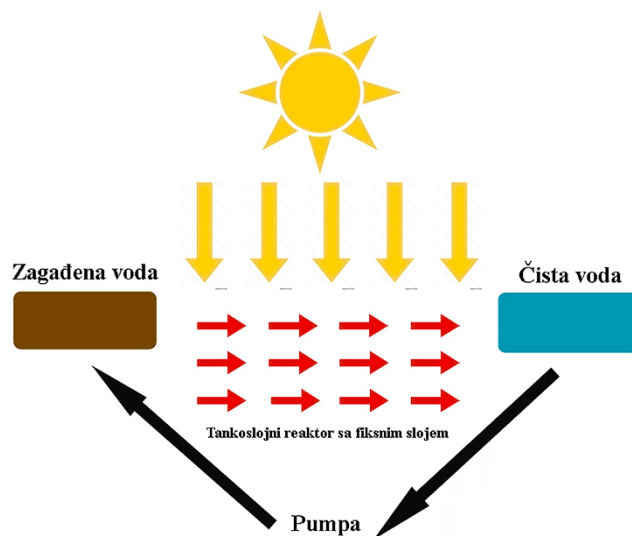
**Solarni automobili.** Istraživanja se intenzivno sprovode na razvoju vozila na solarni pogon, čiji je cilj smanjenje uticaja fosilnih goriva na životnu sredinu. Iako trenutno postoje ograničenja poput visokih troškova i niske efikasnosti (oko 17%), napredak u foto-naponskim tehnologijama čini budućnost ovih vozila obećavajućom.

**Kuvarski sistemi na solarnu energiju.** U mnogim zemljama, kao što su Indija i afričke države, solarno kuvanje može značajno doprineti očuvanju šuma, jer se drvo često koristi kao gorivo za kuvanje. Solarni sistemi za kuvanje koriste kolektore i reflektore za prikupljanje i prenos toplote potrebne za pripremu hrane.

**Tretman vode.** Solarni reaktori koriste se za fotokatalitičko uklanjanje organskih zagađivača iz vode (Prilog 4). Ova tehnologija pokazala je veliki potencijal, ali se suočava sa izazovima kao što su tehničke prepreke u oporavku katalizatora nakon tretmana vode.

**Proizvodnja goriva.** Solarna energija može se pretvoriti u vodonik ili hemijsko gorivo putem fotokatalitičkih reakcija. Iako obećavajuće, ove metode su-

očavaju se sa ekonomskim izazovima i potrebom za povećanjem efikasnosti.



➤ **Prilog 4.** Dijagram toka za sistem tankoslojnog fiksnog reaktora za prečišćavanje vode, regenerisan prema Bahnemann D49.

Izvor: Hayat i saradnici 2019.

**Solarni energetske sistemi u svemiru.** Solarna energija u svemiru koristi se za izgradnju satelitskih elektrana koje prikupljaju sunčevu energiju, pretvaraju je u električnu, a zatim u mikrovalni snop. Ovaj snop se prenosi do prijemne antene na Zemlji gde se ponovo pretvara u električnu energiju. Iako koncept obećava globalnu dostupnost energije, finansijska isplativost još uvek je pod znakom pitanja.

Solarna energija ima ogroman potencijal u različitim sektorima, ali je dalji tehnološki napredak ključan za ostvarenje njene pune primene.

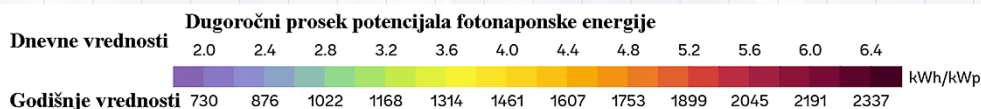
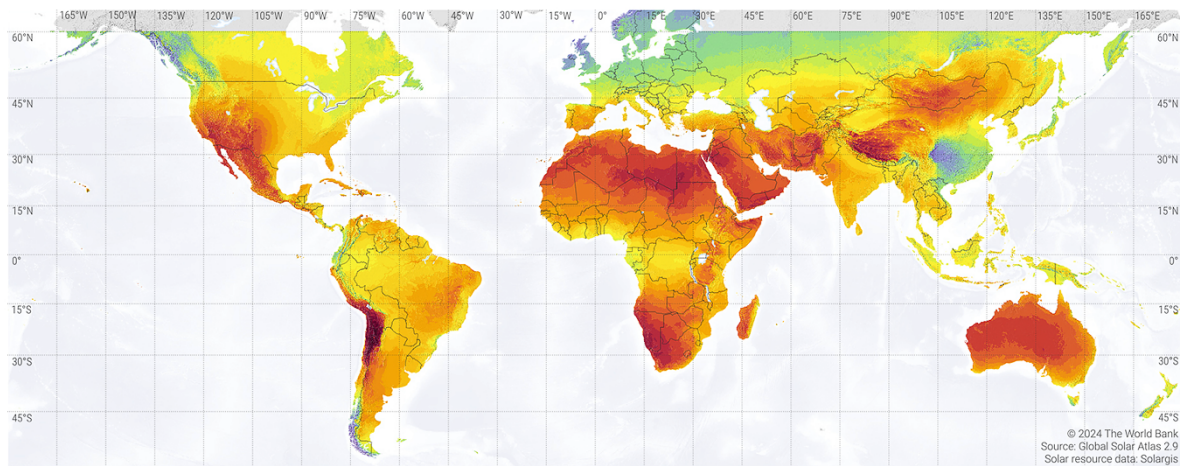
## Solarne elektrane – dobri primeri

Potencijal fotonaponske energije neposredno zavisi od direktnog normalnog zračenja (DNI) i globalnog horizontalnog zračenja (GHI), odnosno na kojim mestima je u zavisnosti od jačine Sunčevog zračenja najbolje postaviti elektranu. Prema prilogu 5. može se primeti-

ti da države u severnom i južnom delu Afrike, zapadni delovi Severne i Južne Amerike, jugozapadni i istočni delovi Azije, kao i veći deo Australije imaju najveći potencijal za proizvodnju električne energije koristeći solarne elektrane, dok na primer Evropa ima manji



## Potencijal fotonaponske energije



This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit <http://globalsolaratlas.info>.

### Prilog 5. Potencijal fotonaponske energije u svetu.

Izvor: <https://solargis.com/resources/free-maps-and-gis-data>

potencijal za proizvodnju. Svakako, postavljanje solar-  
nih elektrana na predelima koji primaju manje zrače-  
nja je i dalje izvodljivo i koristi se sve učestalije.

Solarne elektrane se razlikuju po svrsi korišćenja,  
načinu postavljanja, kapacitetu i površini. U nastav-  
ku nalazi se nekoliko primera solarnih elektrana koje  
predstavljaju markantne prizore u državama u kojima  
su pozicionirane. Neke od njih jesu:

U Ujedinjenim Arapskim Emiratima nalazi se so-  
larna elektrana „Noor Abu Dhabi“. Noor, što na arap-  
skom znači „svetlost“, najveća je solarna elektrana  
na jednoj lokaciji u Abu Dabiju, u oblasti Sweihan, sa  
3,2 miliona solarnih panela. Elektrana pruža obnov-  
ljivu energiju za 90.000 ljudi u Abu Dabiju. Paneli se  
čiste robotskim sistemom koji ne koristi vodu, prela-  
zeći 1600km svakog dana. Elektranom upravlja Swei-  
han Power Company, podružnica Abu Dhabi National  
Energy Company. Projekat je rezultat partnerstva iz-  
među vlade Abu Dabija, kineske kompanije Jinko Solar  
Holding i japanske kompanije Marubeni Corporation.

**Solarna elektrana Al Dhafra (Ujedinjeni Arapski Emirati)**  
nalazi se oko 35km od Abu Dabija i snabdevaće električ-  
nom energijom kompaniju „Emirates Water and Ele-

ctricity Company“. Jačina solarne elektrane jeste 2GW.  
Kada bude operativna, solarna elektrana Al Dhafra IPP  
koristiće preko 4 miliona solarnih panela kako bi obez-  
bedila dovoljno električne energije za skoro 160.000 do-



### Prilog 6. Solarna elektrana Al Dhafra (Ujedinjeni Arapski Emirati).

Izvor: <https://www.power-technology.com/projects/al-dhafra-solar-project-abu-dhabi/?cf-view&cf-closed>



## CREATEGREEN



mova širom UAE, čineći je najvećom solarnom elektranom na jednoj lokaciji na svetu. Smanjiće emisiju ugljen-dioksida za 2,4 miliona tona godišnje. Objekat koristi najnoviju kristalnu bifacijalnu solarnu tehnologiju, koja omogućava proizvodnju energije visoke efikasnosti iskorišćavanjem i prednje i zadnje strane panela.

**Solarna elektrana Solar Star** (Sjedinjene Američke Države) se nalazi u Kaliforniji, SAD, i jedna je od najvećih solarnih elektrana na svetu. Kompleks Solar Star ima ukupni kapacitet od 579 MW, što je čini ključnim projektom u oblasti proizvodnje solarne energije. Ova elektrana se sastoji od dve glavne jedinice, poznate kao Solar Star 1 i Solar Star 2, koje su zajedno izgrađene kako bi stvorile impozantnu infrastrukturu za proizvodnju električne energije. Elektrana se prostire na površini od približno 13.000 hektara, što je omogućilo instalaciju više od 1.7 miliona solarnih panela. Ovi paneli su raspoređeni tako da maksimalno iskoriste sunčevu energiju tokom celog dana, što doprinosi visokom nivou proizvodnje električne energije. Godišnja proizvodnja Solar Star-a se procenjuje na više od 1.7 teravat-sati (TWh), što može snabdevati energijom oko 255.000 domaćinstava. Instalacija Solar Star-a je značajno doprinela smanjenju emisije CO<sub>2</sub> i potpomogla Kaliforniji da ostane lider u prelasku na čistije oblike energije. Jedan od važnih aspekata Solar Star projekta je i njegov uticaj na lokalnu ekonomiju i zapošljavanje. Tokom faze izgradnje, projekat je stvorio značajan broj radnih mesta, a kasnije je pružio trajne poslove za ope-



Prilog 8. Postavka solarne elektrane „Solar Star“.

Izvor: <https://integrarack.com/utility-scale-solar>

rativno i održavanje elektrane. Dugoročno, Solar Star predstavlja primer napredne primene solarne energije na velikim razmerama i pokazuje potencijal solarnih elektrana da igraju ključnu ulogu u globalnom prelasku na održive energetske sisteme.

**Solarni park Bhadla** je jedan od najvećih solarnih parkova na svetu, a nalazi se u okrugu Jodhpur, u saveznoj državi Radžastan, Indija. Ova impresivna solarna elektrana ima instalirani kapacitet od 2.245 megavata (MW), što je čini najvećim solarno električnim parkom u Indiji i jednim od najvećih na globalnom nivou. Bhadla je ključna za postizanje ciljeva Indije u pogledu obnovljive energije i smanjenja emisije CO<sub>2</sub>. Izgradnja solarnog parka Bhadla započela je 2015. godine i završena je u nekoliko faza tokom 2019. i 2020. godine. Solarni park je smešten u pustinjskoj regiji, što je idealno za solarnu energiju zbog visokog broja sunčanih dana tokom godine. Procenjuje se da Bhadla može proizvesti oko 4,3 teravat-sata (TWh) električne energije godišnje, što je dovoljno za snabdevanje miliona domaćinstava. Na svim lokacijama je instalirano više od 10 miliona solarnih panela koji se čiste robotima. Solarni park Bhadla je značajan ne samo po svojoj veličini, već i po tehnološkom napretku i ekonomskom uticaju. Na njegovom razvoju je radilo više od 20 različitih kompanija, uključujući domaće i međunarodne investitore. S obzirom na obim projekta, Bhadla je stvorila veliki broj radnih mesta tokom izgradnje i doprinosila lokalnoj ekonomiji, kao i ekonomiji zemlje u celini. Indija se, kroz projekte poput Bhadle, obavezala da će do 2030. godine povećati kapacitet solarnih elektrana na 300 GW, što je ključna strategija za smanjenje zavisnosti od fosilnih goriva i smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte. Bhadla je simbol ambicija Indije da postane glo-



Prilog 7. Lokacija solarne elektrane „Solar Star“ u Sjedinjenim Američkim Državama.

Izvor: <https://www.mapsofworld.com/usa/>

CREATEGREEN



Prilog 9. Solarni park Bhadla.  
Izvor: <https://www.unthinkablebuild.com/bhadla-solar-park-worlds-biggest-solar-farm-in-india/>

balni lider u oblasti solarne energije i da doprinosi borbi protiv klimatskih promena.

Solarni park Longyangxia Dam nalazi se u kineskoj provinciji Qingtai, u oblasti koja je poznata po svojoj suvoj i sunčanoj klimi, što je idealno za primenu solarne tehnologije. Ova elektrana je jedna od najvećih solarnih elektrana na svetu i predstavlja impresivan spoj solarne energije i hidroelektrane. Longyangxia Dam

solar park ima instalirani kapacitet od 2.2 gigavata (GW), što ga čini jednim od najvećih solarnih parkova u Kini i na globalnom nivou. Ovaj solarni park je izgrađen tako da se proteže na površini od oko 27 kvadratnih kilometara, a panele je moguće videti raspoređene na delu jezera koje se nalazi pored Longyangxia brane. Ova lokacija omogućava kombinovanu proizvodnju električne energije iz solarnih panela i hidroelektrane, što doprinosi stabilnosti i efikasnosti u proizvodnji energije. Solarni park Longyangxia Dam je počeo sa radom 2017. godine i od tada je postao simbol napore Kine da poveća udeo obnovljivih izvora energije i smanji emisiju gasova sa efektom staklene bašte. Kineska vlada ima ambiciju da do 2030. godine postane globalni lider u oblasti solarne energije, a ovakvi projekti su ključni za ostvarenje tog cilja. U praksi, solarni park Longyangxia Dam može proizvesti više od 3 teravat-sata (TWh) električne energije godišnje, što je dovoljno za snabdevanje miliona domaćinstava.

Jedna od najvećih i najznačajnijih elektrana koje se javljaju u Evropi, jeste svakako solarna elektrana u Španiji, koja se nalazi u regionu Ekstremadura, blizu grada Usagre. Elektrana nosi naziv *Núñez de Balboa*.



Prilog 10. Lokacija solarne elektrane Núñez de Balboa.  
Izvor: <https://www.freeworldmaps.net/europe/iberian-peninsula/map.html>



## CREATEGREEN

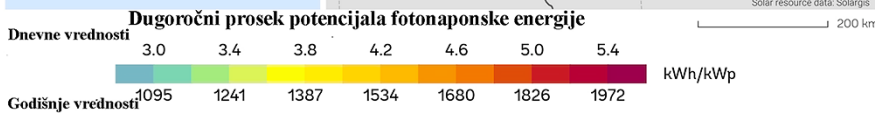
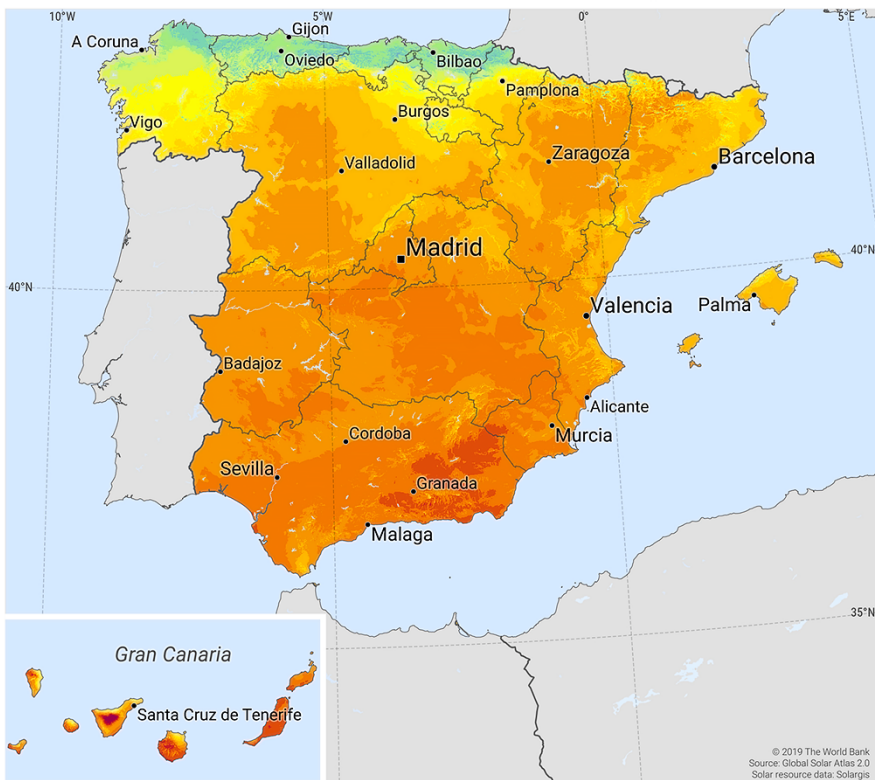


Elektrana je trenutno najveća u Evropi po instaliranom kapacitetu i površini. Prostire se na preko 1000 hektara i uključuje više od 1,4 miliona solarnih panela. Projektovana je da koristi savremenu tehnologiju i omogućava maksimalnu iskorišćenost sunčeve energije. Elektrana radi na principu fotonaponske tehnologije, odnosno fotonaponski paneli pretvaraju sunčevu energiju u električnu energiju. Energija proizvedena na panelima se prenosi do invertera koji je pretvaraju u naizmeničnu struju pogodnu za mrežu. Sistem se automatski prilagođava uslovima osvetljenja kako bi maksimizovao proizvodnju energije. Elektrana ima kapacitet od 500 MW (megavata). Godišnja proizvodnja je procenjena na 832 GWh (gigavat-sati), što

je dovoljno za snabdevanje oko 250.000 domaćinstava. Služi za snabdevanje električnom energijom velikog broja domaćinstava i industrijskih objekata. Dopri nosi smanjenju zavisnosti od fosilnih goriva i ubrzava energetske prelaz ka obnovljivim izvorima energije. Projektovana je da radi 25 godina, sa minimalnim troškovima održavanja. Tokom izgradnje angažovano je više od 1.200 radnika, čime je značajno podignut nivo zaposlenosti u regionu. Elektrana je deo ambicioznog plana Španije da do 2030. godine poveća udeo obnovljivih izvora na 74% ukupne potrošnje energije.

U poslednjih 20 godina Nemačka je postala jedna od vodećih zemalja u korišćenju obnovljivih izvora energije u cilju smanjenja upotrebe neobnovljivih izvora i

### Potencijal fotonaponske energije u Španiji



This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit: <http://globalsolaratlas.info>.

➤ **Prilog 11.** Potencijal fotonaponske energije u Španiji.

Izvor: <https://solargis.com/resources/free-maps-and-gis-data?locality=spain>

## CREATEGREEN



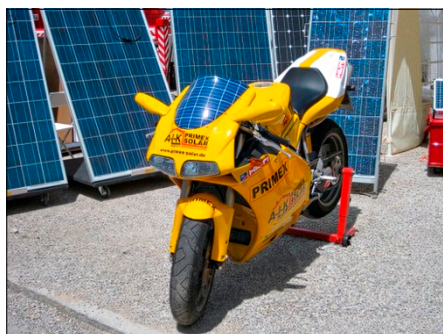
zagađenja. Najvažnija stavka što se tiče stanovništva i ekonomije, osim same električne energije, jeste i veliki broj mesta za zapošljavanje, gde je u prethodnih 10 godina posao dobilo 110.000 ljudi, a smatra se da će do kraja 2030. godine taj broj biti utrostručen. Neke od elektrana koje su vrlo poznate u Nemačkoj jesu solarne elektrane, i to fotonaponske, koje konvertuju sunčevu svetlost u struju i to bez korišćenja gasa ili bilo kakvih zvukova. Ova konverzija se vrši koristeći solarne panele, koji konvertuju svetlost u struju kroz fotonaponski efekat, gde „foto“ znači svetlost, a „volt“ predstavlja jedinicu za merenje električnog potencijala na određenoj tački. Većina solarnih panela napravljena je od silicijuma i to monokristalnih i polikristalnih. Oni su raspoređeni i povezani u module koji su zaštićeni staklenim pokrivačem. Druge vrste fotonaponskih ćelija su tankoslojne ćelije napravljene od vrlo tankih slojeva fotoosetljivih materijala postavljenih na jeftinu podlogu kao što su staklo, nerđajući čelik ili plastika. Korišćenje tankoslojne tehnologije je povećano tokom poslednjih godina zbog njihove visoke fleksibilnosti, lakog instaliranja, efikasnosti pod difuznom svetlošću od približno 12% i životnog veka od 25 godina.

Fotonaponska solarna tehnologija može se koristiti kao samostalni sistem ili kao instalacija povezane sa mrežom. Prva opcija se obično koristi u udaljenim područjima gde ne postoji elektroenergetska mreža; ovo omogućava napajanje jednostavne televizije ili druge kućne opreme ili transportnog vozila (Prilog 12), pa čak i napajanje cele kuće ili zgrade (Prilog 13). U tom slučaju, proizvodnja energije solarnih modula mora biti usklađena sa energetske zahtevima pomoću

skladištenja energije ili korišćenjem hibridnog sistema. Sa druge strane, integrisani fotonaponski sistemi su moduli koji se estetski integrišu u krovove i fasade kako bi proizvodili energiju. Uopšteno, fotonaponski paneli postavljeni na vrh krova ili građevinskog materijala smatraju se za građevinske integrisane fotonaponske tehnologije (Prilog 14). Trenutno, neke zemlje, poput Francuske, smatraju ove sisteme jedinim modulima koji mogu zameniti građevinski materijal bilo na krovu ili fasadi; na primer, mogu zameniti prozor ili nadstrešnicu. Ovi sistemi se nazivaju „potpuno integrisani sistemi“ i danas su veoma popularni među dizajnerima jer je vlada primenila najvišu tarifnu stopu za ovakve sisteme, što znači da će ljudi dobijati više novca za električnu energiju proizvedenu „potpuno integrisanim“ fotonaponskim sistemom nego za običan fotonaponski sistem.

Holandija se tokom čitavog svog postojanja suočava s najvećim protivnikom – vodom. Međutim, građani su odlučili da to iskoriste i razviju na svojoj teritoriji i plutajuće solarne elektrane. Sa 6.150 panela na irigacionom bazenu, solarni park Lingewaard (Holandija) je najveći plutajući solarni park na kopnenom delu Evrope. Ovaj solarni park svake godine proizvodi zelenu električnu energiju za više od 600 porodica (preko 1,8 GWh godišnje). Park je inicijativa opštine Lingewaard sa ciljem lokalne i održive proizvodnje električne energije i postao je jedno od najboljih mesta za razvoj tehnologija plutajućih solarnih sistema.

Pre nekoliko godina, grupa entuzijastičnih građana došla je na ideju da Lingewaard proizvodi sopstvenu obnovljivu energiju i postane potpuno samoodr-



Prilog 12. Primeri fotonaponskih panela u Nemačkoj – mogocikl.  
Izvor: Mundo-Hernández i sar., 2014.



Prilog 13. Primeri fotonaponskih panela u Nemačkoj – na kući.  
Izvor: Mundo-Hernández i sar., 2014.



Prilog 14. Primeri fotonaponskih panela u Nemačkoj – na krovu.  
Izvor: Mundo-Hernández i sar., 2014.

## CREATEGREEN



➤ **Prilog 15.** Plutajući solarni paneli u opštini Lingewaard, Holandija.

Izvor: Moon, 2019



➤ **Prilog 16.** Plutajući solarni paneli u opštini Lingewaard, Holandija.

Izvor: Moon, 2019

živ. Jedna od prednosti postavljanja solarnih panela na zatvorenu vodenu površinu je efikasno korišćenje prostora, jer je poljoprivredno zemljište u Holandiji previše dragoceno da bi bilo prekriveno hiljadama solarnih panela. Studija je pokazala da bi vodeni rezervoar, koji lokalni proizvođači u plastenicima koriste za zalivanje useva, bio pogodno mesto za izgradnju plutajućeg solarnog parka na komunalnom nivou.

Rezervoar, veličine oko pet fudbalskih terena, bio bi dovoljno velik da primi 6.000 solarnih panela, čineći Lingewaard prvim plutajućim solarnim parkom u Holandiji i najvećim u Evropi, isključujući Veliku Britaniju. Najstariji plutajući solarni parkovi imaju četiri ili pet godina i nemaju javno dostupne baze podataka sa dovoljno operativnih podataka. S površinom od 3,25 hektara, irigacioni bazen Lingewaard pokazao se idealnim za realizaciju takvog projekta, pružajući održivu energiju za okolinu i istovremeno smanjujući isparavanje vode.

Zaključno, solarne elektrane predstavljaju izvanredan korak ka održivoj budućnosti i imaju ogroman potencijal da zadovolje rastuće svetske potrebe za električnom energijom. Sunce je najobilniji izvor energije na planeti, a energija koja dospe na površinu Zemlje u samo jednom danu može zadovoljiti globalne energetske potrebe za više od 20 godina. Solarne elektrane nude brojne dugoročne prednosti, uključujući veću energetske sigurnost, smanjenje zavisnosti od uvoza, minimalne ekološke rizike i niže troškove energije.

Ipak, neophodno je uzeti u obzir i negativne strane. Različite solarne tehnologije imaju svoje prednosti i nedostatke, a njihova primena zavisi od specifičnih uslova i potreba. Osim toga, iako solarna energija predstavlja stabilan i konzistentno dostupan izvor, izgradnja i održavanje solarnih elektrana zahteva pažljivo planiranje kako bi se izbegli negativni uticaji, kao što su degradacija zemljišta, uticaj na biodiverzitet i izazovi skladištenja energije.

Stoga, dok solarne elektrane nesumnjivo predstavljaju ključnu komponentu energetske tranzicije, njihova implementacija mora biti odgovorna i usmerena ka maksimalnom iskorišćenju prednosti, uz minimizaciju potencijalnih nedostataka. Samo na taj način solarna energija može doprineti održivoj i energetske sigurnoj budućnosti.





## KORIŠĆENA LITERATURA I IZVORI

- AlMallahi, M. N., Al Swailmeen, Y., Abdelkareem, M. A., Olabi, A. G., & Elgendi, M. (2024). A path to sustainable development goals: A case study on the thirteen largest photovoltaic power plants. *Energy Conversion and Management: X*, 22, 100553.
- Chu, Y., & Meisen, P. (2011). Review and comparison of different solar energy technologies. *Global Energy Network Institute (GENI)*, San Diego, CA, 1, 1-52.
- Chu, Y. Review and comparison of different solar energy technologies. *Research Associate Global Energy Network Institute (GENI)*, vol. 619; 2011, p. 595-0139.
- Midilli, A., Dincer, I., & Ay, M. (2006). Green energy strategies for sustainable development. *Energy policy*, 34(18), 3623-3633. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.08.003>
- Khan, J., & Arsalan, M. H. (2016). Solar power technologies for sustainable electricity generation—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 414-425. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.135>
- Moon, H. (2019). Tradeoffs of 1GW solar PV on various landscapes in the Netherlands (Master's thesis).
- Mundo-Hernández, J., de Celis Alonso, B., Hernández-Álvarez, J., & de Celis-Carrillo, B. (2014). An overview of solar photovoltaic energy in Mexico and Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 639-649.

### Internet izvori:

- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/er.4252>
- <https://solargis.com/resources/free-maps-and-gis-data>
- <https://www.power-technology.com/projects/al-dhafra-solar-project-abu-dhabi/?cf-view&cf-closed>
- <https://www.mapsofworld.com/usa/>
- <https://www.unthinkablebuild.com/bhadla-solar-park-worlds-biggest-solar-farm-in-india/>
- <https://solargis.com/resources/free-maps-and-gis-data?locality=spain>



Interreg



Co-funded by  
the European Union

IPA Croatia – Serbia

CREATEGREEN



*Dr Stevan Savić, MSc Milica Vasić, Dr Lazar Lazić*

# STVARANJE ENERGETSKIH I EKOLOŠKIH UVJETA ZA ZELENIJE I ODRŽIVE GRADOVE U REGIONU



Novi Sad (Srbija), 2024

[www.interreg-croatia-serbia.eu](http://www.interreg-croatia-serbia.eu); <https://www.nsucl.com/projects>

## CREATEGREEN



Sveučilište u Novom Sadu, Prirodoslovno-matematički fakultet  
ODSIJEK ZA GEOGRAFIJU, TURIZAM I HOTELIJERSTVO

## STVARANJE ENERGETSKIH I EKOLOŠKIH UVJETA ZA ZELENIJE I ODRŽIVE GRADOVE U REGIONU

ISBN

### Autori

*Dr Stevan Savić, redovni profesor,*

*Sveučilište u Novom Sadu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija*

*MSc Milica Vasić, istraživač-pripravnik,*

*Sveučilište u Novom Sadu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija*

*Dr Lazar Lazić, redovni profesor,*

*Sveučilište u Novom Sadu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija*

### Izdavač publikacije

*Sveučilište u Novom Sadu, Prirodoslovno-matematički fakultet,  
Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija*

### Informacije o CREATEGREEN projektu

Naslov projekta:	STVARANJE ENERGETSKIH I EKOLOŠKIH UVJETA ZA ZELENIJI I ODRŽIV PREKOGRANIČNI PROSTOR IZMEĐU HRVATSKE I SRBIJE
Akronim:	CREATEGREEN
Kod projekta:	HR-RS00158
Nositelj projekta:	Znanstveni institut za veterinarstvo "Novi Sad" (NIV)
Partneri:	Grad Sombor (SOMBOR) Sveučilište u Novom Sadu, Prirodoslovno-matematički fakultet (UNSPMF) Grad Osijek (OSIJEK) Poduzetnički inkubator BIOS d.o.o. Osijek (BIOS)
Razdoblje provedbe:	Lipanj 2024. – Lipanj 2026.
Ukupan proračun:	2,203,296.00 €
EU financiranje:	1,872,801.60 €
Kontakt:	markopajic@niv.ns.ac.rs (Marko Pajić, voditelj projekta)
Veb stranica programa:	<a href="http://www.interreg-croatia-serbia.eu">www.interreg-croatia-serbia.eu</a>
Info stranica projekta:	<a href="https://www.nsucl.com/projects">https://www.nsucl.com/projects</a>



## SADRŽAJ

IDEJA I CILJ PROJEKTA CREATEGREEN .....	4
Koncept projekta .....	4
Implementacija sustava obnovljive energije s mikro-meteorološkim senzorima .....	5
Sustav za praćenje efikasnosti solarne energije na mikro-skali (višeslojna platforma) .....	5
Održivost projekta .....	6
Prenosivost .....	7
Kako projekt doprinosi širim strategijama i politikama? .....	7
Kakva je povezanost ovog projekta sa prethodnim ili trenutnim projektima ili inicijativama u EU? .....	8
Zelena energija i obnovljivi resursi .....	10
ZNAČAJ SOLARNIH ELEKTRANA KAO KONCEPTA ZELENE ENERGIJE .....	10
Solarne elektrane i njihova primjena .....	12
Korisnost sunčeve energije .....	13
Solarne elektrane – dobri primjeri .....	13
KORIŠTENA LITERATURA I IZVORI .....	20

**Napomena**

*“Ova publikacija je proizvedena uz pomoć Europske unije. Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Sveučilišta u Novom Sadu, Prirodoslovno-matematički fakultet (UNSPMF) i ni u kojem slučaju se ne može smatrati odrazom stajališta Europske unije”.*

**Disclaimer**

*“This publication has been produced with the assistance of the European Union. The contents of this publication are the sole responsibility of the University of Novi Sad Faculty of Sciences (UNSPMF) and can in no way be taken to reflect the views of the European Union”.*



## IDEJA I CILJ PROJEKTA CREATEGREEN

### Koncept projekta

Pogranična regija Hrvatske i Srbije suočava se s nekoliko teritorijalnih izazova, posebno u promociji i korištenju obnovljivih izvora energije. Jedan značajan problem je nedovoljna svijest i promocija dostupnih opcija obnovljive energije, posebno solarne energije. Iako su napretci u tehnologiji učinili solarne sustave pristupačnijima nego u prethodnim desetljećima, javno razumijevanje njihovih prednosti i potencijala ostaje nisko. Ovaj nedostatak svijesti može ometati usvajanje rješenja obnovljive energije u regiji. Rješavanje ovih izazova bit će ključno za unapređenje energetske održivosti i poticanje javnog angažmana u inicijativama obnovljive energije.

Sveobuhvatan cilj projekta je promocija proizvodnje i korištenja održivih i čistih energetske rješenja korištenjem solarnih elektrana u pograničnom području. Pored toga, mikro-meteorološki senzori, zajedno s informacijama o instaliranim solarnim elektranama, pružit će stanovništvu pograničnog područja konkretno znanje o stvarnoj efikasnoj uporabi solarne energije i osnažiti dostupne globalne informacije o mogućnostima i efikasnosti proizvodnje solarne energije, povećavajući ih stvarnim mikro-klimatskim proračunima za određene lokacije.

Glavni rezultati projekta su:

1. Razvoj sustava proizvodnje zelene energije u Novom Sadu, Somboru i Osijeku. Instalacija solarnih elektrana u Novom Sadu (0,15 MW), Somboru (0,25 MW + 0,04 MW, tj. ukupno 0,29 MW) i Osijeku (0,35 MW i 0,05 MW, tj. ukupno 0,40 MW) s ciljem povećanja uporabe zelene energije i promocije obnovljivih izvora energije; i
2. Kreiranje sustava za praćenje efikasnosti solarne energije na mikro-skali kao alata za proračun efikasnosti proizvodnje solarne energije u pograničnom području kao zajedničkog rješenja, što će doprinijeti efikasnijoj uporabi solarne energije od strane gospodarstva, institucija i građana u regiji.

Direktnu korist imat će građani Novog Sada, Sombora i Osijeka. Pored toga, koristi će imati i zainteresirane strane, lokalne i regionalne vlasti (kao donosioci odluka), sektorske, obrazovne i istraživačke institucije, nevladine organizacije koje se bave obnovljivim izvorima energije, politikama klimatskih promjena, strategijama prilagođavanja klimatskim i ekološkim uvjetima, akcijama otpornosti i javnim zdravljem. Poslovne kompanije i mala i srednja poduzeća koja se bave proizvodnjom i razvojem solarnih elektrana također će imati korist od povećanih saznanja o budućem radu na sustavima obnovljive energije.

Uzimajući u obzir da pogranični region ima iste ili vrlo slične geografske i klimatološke karakteristike koje određuju stvarnu efikasnost solarne energije, zajednički pristup partnera iz Srbije i Hrvatske donosit će jači transfer znanja i promociju pouzdanih informacija o efikasnosti solarne energije na mikro-skali.

Projekt donosi nov i inovativan pristup tako što:

1. implementira sustav obnovljive energije zajedno s mikro-meteorološkim senzorima koji će pružiti potrebne podatke za izračunavanje efikasnosti proizvodnje solarne energije u pograničnom području; i
2. razvija i implementira inovativni sustav za praćenje efikasnosti solarne energije na mikro-skali (višeslojna platforma) kao zajedničko rješenje za stanovništvo u pograničnom području, pružajući vrijedne informacije o najisplativijem rješenju efikasnosti solarne energije.

Pored toga, mikro-meteorološki senzori, zajedno s informacijama o instaliranim solarnim elektranama, pružit će stanovništvu pograničnog područja široko znanje o stvarnoj efikasnoj uporabi solarne energije i osnažiti dostupne globalne informacije o mogućnostima proizvodnje solarne energije uz stvarne mikro-klimatske uvjete za određene lokacije.

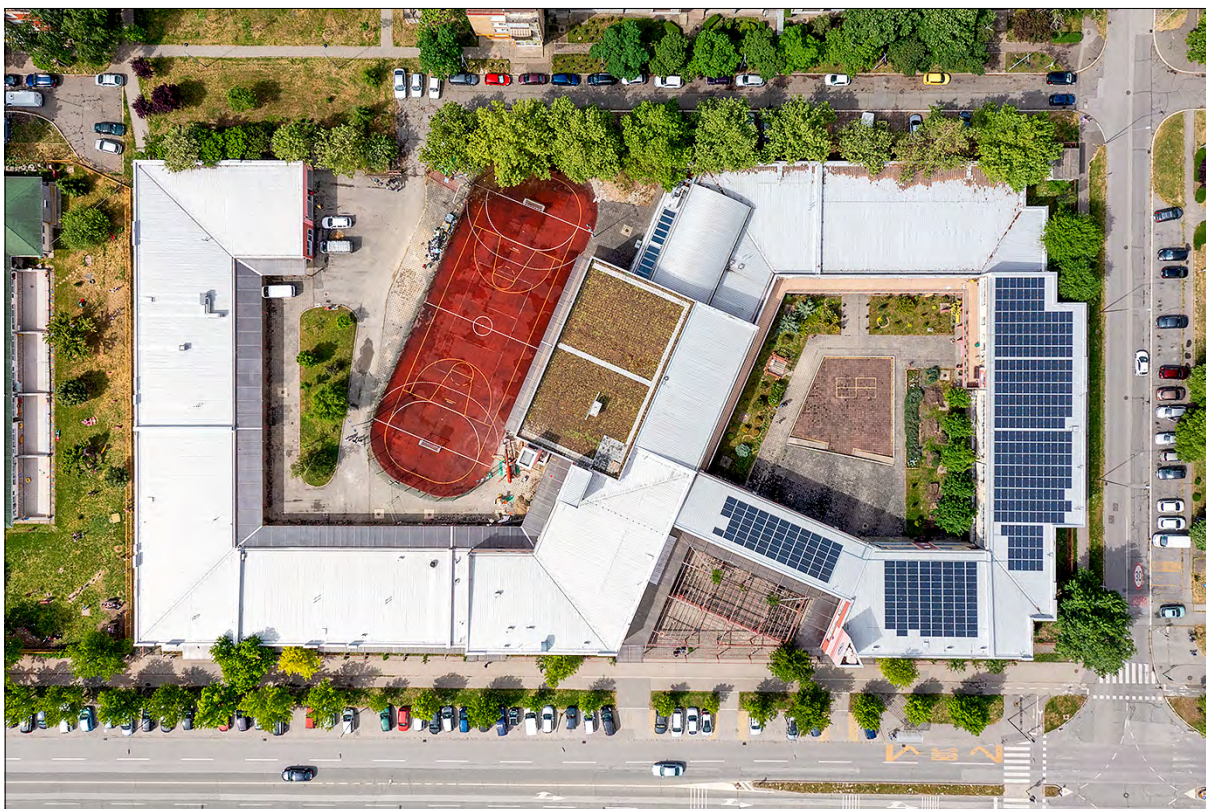




## Implementacija sustava obnovljive energije s mikro-meteorološkim sensorima

Razvoj i implementacija sustava proizvodnje obnovljive energije u Novom Sadu, Somboru i Osijeku, kao rješenje za zeleniju pograničnu regiju, kao i otporniju na klimatske promjene, osnovna je aktivnost ovog projekta. Implementacija sustava obnovljive energije smanjit će potrošnju energije iz neobnovljivih izvora i promovirati proizvodnju zelene energije, a zajedno

s mikro-meteorološkim sensorima pružit će potrebne podatke za izračunavanje efikasnosti proizvodnje solarne energije u pograničnom području. Ovo će povećati svijest među građanima o korištenju zelene energije i doprinijeti boljem razumijevanju efikasnosti proizvodnje solarne energije.



➤ **Dodatak 1.** Instalirana solarna elektrana snage 120 kW na zgradi SOŠO "Milan Petrović" u Novom Sadu u okviru projekta GReENERGY.

## Sustav za praćenje efikasnosti solarne energije na mikro-skali (višeslojna platforma)

Kako bismo bolje razumjeli klimatske uvjete koji utječu na efikasnost proizvodnje solarne energije u pograničnom području, razvijat će se inovativno pilot rješenje pod nazivom 'Sustav za praćenje efikasnosti solarne energije na mikro-skali', kao kombinirani sustav, od strane UNSPMF-a i BIOS-a. Da bi se postiglo ovo zajedničko pilot rješenje, 'Sustav za praćenje efika-

snosti solarne energije na mikro-skali' bit će razvijen kao modularno rješenje s dva segmenta: MLP-1 smješten na infrastrukturi kojom upravlja BIOS; MLP-2 smješten na infrastrukturi UNSPMF-a, koji prikuplja podatke sa svih solarnih elektrana i mikro-meteoroloških senzora, vrši izračunavanja i osigurava konačnu analizu o efikasnosti solarne energije.



## CREATEGREEN



Povećanje korištenja solarne energije razvojem i implementacijom novog sustava praćenja kao zajedničkog rješenja za stanovništvo u pograničnom području pružit će vrijedne informacije o najisplativijem rješenju efikasnosti solarne energije. Zajedničko rješenje bit će usvojeno od strane projektnog partnera, Grada Osijeka. Pored toga, ovo rješenje bit će inte-

grirano u „Akcijski plan energetske efikasnosti Grada Osijeka za razdoblje 2025–2027“.

Dalje, ovo će biti dobar primjer kako se zajedničko rješenje može implementirati i koristiti od strane lokalne samouprave, a u budućnosti, Grad Sombor i Grad Novi Sad mogli bi djelovati na sličan način.

## Održivost projekta

Dugoročna održivost i trajnost rezultata projekta bit će osigurane u nekoliko aspekata. Operativna održivost i trajnost solarnih elektrana osigurana je činjenicom da će implementiranu infrastrukturu održavati NIV u Gradu Novom Sadu, SOMBOR u Gradu Somboru,

OSIJEK i BIOS u Gradu Osijeku. NIV je istraživačka organizacija s javnim pravnim statusom, a solarne elektrane bit će instalirane na lokacijama koje su u vlasništvu NIV-a, a odabrana lokacija neće biti namijenjena drugim intervencijama. SOMBOR i OSIJEK su



📍 **Dodatak 2.** Instalirana solarne elektrane snage 93 kW na zgradi Srednjike u Osijeku u okviru projekta GReENERGY.

## CREATEGREEN



lokalne samouprave, a solarne elektrane bit će smještene na lokacijama koje su pod njihovom jurisdikcijom i stoga odabrane lokacije neće biti namijenjene drugim intervencijama.

Mikro-meteorološki senzori u Novom Sadu i Osijeku predstavljaju poznatu visokokvalitetnu opremu koja se već dugo koristi u mnogim institucijama. Od ove vrste sustava se očekuje da budu operativni do 10 godina uz pravilno održavanje koje će osigurati UNSPMF i BIOS. To će osigurati dugoročno pružanje podataka o različitim meteorološkim i ekološkim parametrima koji će biti dostupni istraživačima,

poduzećima, studentima i široj javnosti putem online platforme.

Višeslojna platforma MLP-1 kojom će upravljati i koju će održavati BIOS i višeslojna platforma MLP-2 kojom će upravljati i koju će održavati UNSPMF također će biti javno dostupne svima i pružit će razne vrste informacija o korištenju solarne energije i utjecaju klimatskih promjena na učinkovitu upotrebu solarne energije u pograničnom području Hrvatska-Srbija. UNSPMF će osigurati javni domen za platformu, kako bi ostala dostupna svim zainteresiranim građanima i zainteresiranim stranama.

## Prenosivost

Projekt će osigurati da su njegovi rezultati primjenjivi i replicirajući od strane drugih, jer će partneri osigurati sve potrebne podatke, metode i informacije u obliku e-publikacija, e-brošura i drugog promotivnog materijala koji će biti slobodno dostupni na dva jezika (hrvatski i srpski). Pored toga, partneri u projektu organizirat će radionice s ciljem predavljanja rezultata projekta i pružanja svih informacija o metodama implementacije zainteresiranoj publici. Na ovim događajima bit će predstavljene sve relevantne informacije o rezultatima projekta, a nakon toga će uslijediti "Diskusijska sesija" na kojoj će članovi projekta biti spremni odgovoriti na pitanja sudionika. Sustav za praćenje učinkovitosti mikro-solarne energije također će biti važan izvor informacija za sve. Uzimajući u obzir da su rezultati projekta usmjereni na povećanje kori-

štenja održivih i čistih izvora energije te jačanje znanja o aktualnoj učinkovitoj upotrebi solarne energije, oni se mogu implementirati u drugim gradovima, općinama i regijama. Važno je prilagoditi rješenja lokalnim uvjetima, što je implicirano u svim aktivnostima ovog projekta. Sve projektne aktivnosti bit će promovirane putem različitih medijskih kanala: web-stranica, društvene mreže (Facebook, Instagram, YouTube, X), press konferencije, e-promotivni materijali, video isječci i promotivni proizvodi. U blizini svake lokacije gdje će biti instalirane solarne elektrane i mikro-meteorološki senzori, također će biti postavljene trajne informativne table s osnovnim informacijama o projektu, programu i sustavima obnovljivih izvora energije (solarnoj elektrani) koje će pružati informacije dugo nakon završetka projekta svim ciljnim skupinama.

## Kako projekt doprinosi širim strategijama i politikama?

### **EU Strategija za Dunavski Region**

EU Strategija za Dunavski Region (EUSDR) ima za cilj unaprijediti suradnju i razvoj među zemljama duž Dunava, kao i promovirati ekonomski rast, povezanost, ekološku održivost i kulturnu razmjenu u regiji kako bi se adresirali zajednički izazovi i prilike. Dva ključna elementa EUSDR-a obuhvaćena su implementaci-

jom projekta CREATEGREEN. Prvi ključni element - Povezivanje regije - bit će adresiran zajedničkim razvojem i implementacijom sustava za praćenje učinkovitosti solarne energije. Drugi ključni element - Zaštita životne sredine - bit će adresiran implementacijom solarnih elektrana (u Novom Sadu, Somboru i Osijeku) i promocijom korištenja zelenih izvora energije u pre-

## CREATEGREEN



kograničnom području. Pored toga, suradnja različitih institucija (viših obrazovnih i istraživačkih ustanova, organizacija za podršku biznisu i lokalnih samouprava) na ovom projektu odgovara EUSDR-u koji potiče dijeljenje stručnosti, najboljih praksi i resursa kako bi se rješavali zajednički izazovi kao što su ekonomske razlike, degradacija životne sredine i socijalna kohezija.

### **Europski Zeleni Dogovor**

Europski Zeleni Dogovor predlaže glavni cilj transformacije EU u klimatski neutralnu i održivu ekonomiju do 2050. godine, nudeći putokaz za rješavanje hitnih izazova klimatskih promjena, degradacije životne sredine, kao i promicanje održivog ekonomskog rasta i socijalnog blagostanja. Uključuje suradnju između različitih sektora, vlada, industrija i civilnog društva kako bi se pokrenule nužne promjene za održivu budućnost. Projekt CREATEGREEN doprinosi postizanju ciljeva Europskog Zelenog Dogovora zajedničkom suradnjom institucija iz EU i izvan EU, promičući obnovljive izvore energije kroz cilj razvoja i implementacije solarnih elektrana i sustava za praćenje učinkovitosti solarne energije. S ovim ciljem, projekt će promovirati proizvodnju i korištenje održivih i čistih energetske rješenja korištenjem solarnih elektrana u projektnom području, a uz pomoć mikro-meteoroloških senzora će pružiti stanovništvu u prekograničnom području konkretno znanje o aktualnoj učinkovitoj upotrebi solarne energije u mikro regiji. S navedenim ciljevima, ovaj projekt promiče pri-

jenos znanja i vještina koje nadilaze granice EU, adresirajući ekološke, klimatske, socijalne i ekonomske izazove i na taj način doprinosi ciljevima Europskog Zelenog Dogovora.

### **Novi Europski Bauhaus**

Novi Europski Bauhaus (NEB) je inicijativa Europske unije koja ima za cilj okupiti svijet umjetnosti, kulture, znanosti i tehnologije kako bi se stvorila održivija, inkluzivnija i estetski privlačnija životna okruženja. Teži adresiranju suvremenih izazova kao što su klimatske promjene, iscrpljivanje resursa i urbanizacija kroz inovativni i prirodom inspirirani dizajn te interdisciplinarnu suradnju između dizajnera, arhitekata, znanstvenika, donosioca politika i građana kako bi razmijenili ideje, podijelili najbolje prakse i surađivali na projektima koji prikazuju potencijal kombiniranja održivosti i estetike. Inicijativa se fokusira na tri glavna principa: održivost, estetika i inkluzivnost. Potpomaže integraciju ekoloških i socijalnih razmatranja u arhitektonske i dizajnerske projekte, s ciljem stvaranja prostora koji su ekološki prihvatljivi, vizualno privlačni i dostupni svima. Rezultati našeg projekta izravno su povezani s glavnim principima NEB inicijative. Razvoj solarnih elektrana s mikro-meteorološkim sensorima i promocija proizvodnje obnovljive energije predstavljaju održiva rješenja za smanjenje konvencionalnih izvora energije i jačanje klimatski otpornog utjecaja u prekograničnom prostoru.

## **Kakva je povezanost ovog projekta sa prethodnim ili trenutnim projektima ili inicijativama u EU?**

### **Interreg IPA CBC Hrvatska-Srbija**

Ozelenjavanje gradova – Razvoj i promocija energetske učinkovitosti i održivog urbanog okruženja u gradovima prekograničnog regiona Hrvatska-Srbija (GReENERGY). Voditelj projekta: UNSPMF; Partneri: GREEN, GRAFOS, OSIJEK. Projekt je doprinio rješavanju zajedničkih izazova vezanih uz povećanu potrošnju energije u javnim zgradama, nedovoljnu energetske efikasnost, slabu upotrebu obnovljivih izvora energije i nedostatak znanja o energetskej efikasno-

sti i obnovljivim izvorima energije među vlastima i općom javnošću. Projekt je poticao zajednički razvoj i implementaciju zelenih krovova i zidova, kao i solarnih panela na odabranim javnim zgradama u Osijeku i Novom Sadu (po jedna zgrada u svakom gradu), uz promotivne i obrazovne aktivnosti vezane za teme energetske efikasnosti. Također, ovaj projekt je bio jedan od prvih koji je razvijao određene vrste rješenja zasnovanih na prirodi za javne zgrade. Uspjeh ovog projekta potaknuo je članove projekta uključene u



## CREATEGREEN



CREATEGREEN da nastave s razvojem korištenja rješenja za zelenu energiju, ali ovaj put s mogućnostima da ih koristi šira javnost. Također, uspješna koordinacija i komunikacija između članova projekta rezultirala je novim prijedlogom projekta. Link prema projektu GReENERGY: [www.greenenergy.rs](http://www.greenenergy.rs).

### **Interreg IPA CBC Hrvatska-Srbija**

Ozelenjavanje gradova 2.0 – Razvoj i promocija energetske učinkovitosti i održivog urbanog okruženja u gradovima prekograničnog regiona Hrvatska-Srbija (GReENERGY2.0). Voditelj projekta: UNSPMF; Partneri: GRAFOS i OSIJEK. Ovaj projekt predstavlja nastavak projekta GReENERGY, a glavni rezultat je instalacija rješenja zasnovanih na prirodi za unutrašnje okruženje, koja obuhvaća 70 m<sup>2</sup> unutrašnjeg zelenog zida, postavljenog u zgradi UNSPMF u Novom Sadu.

Ova intervencija NBS poboljšava kvalitet zraka u zatvorenom, termalnu udobnost, kontrolu buke i energetske efikasnost, što je korisno za studente i osoblje Fakulteta. Također služi kao poligon za demonstraciju inovativnih pristupa postizanju ugodnih klimatskih uvjeta. S druge strane, u Osijeku je postavljena mala solarna elektrana koja osigurava dodatnu solarnu energiju (0,15 MW; godišnja proizvodnja od 187,5 MW). Projekt CREATEGREEN nastavlja s razvojem pametnih i inovativnih rješenja za korištenje obnovljivih izvora energije, unapređujući trenutnu proizvodnju solarne energije na bolji nivo razumijevanja njene efikasnosti razvojem sustava za praćenje efikasnosti solarne energije. Projekt radi na unapređenju suradnje između građana i znanstvenika, kao i javnog i privatnog sektora. Link prema projektu GReENERGY2.0: <http://www.greenenergy.rs/index.php?p=7&s=0&l=0&c=0&h=1&r=1>.



## ZNAČAJ SOLARNIH ELEKTRANA KAO KONCEPTA ZELENE ENERGIJE

U posljednjih 10 godina objavljeni su radovi mnogih istraživanja u vezi sa zelenom energijom. Usvojen je niz sporazuma, strategija, raznih dogovora, kao i važnih zakona na međunarodnoj razini koji se tiču obnovljivih i zelenih izvora energije, mnogih akcija za borbu

protiv klimatskih promjena, emisija plinova s učinkom staklenika i održivog razvoja. Naučna istraživanja i nova tehnologija tijekom posljednjeg desetljeća otkrile su razlike između zelenih, čistih i obnovljivih izvora energije.

### Zelena energija i obnovljivi resursi

Zelena energija je energija proizvedena korištenjem prirodnih resursa koji se konstantno ili ciklično obnavljaju, odnosno obnovljivih prirodnih resursa. Zelena energija se definira kao izvor energije koji ima nulti ili minimalni utjecaj na okoliš, koji je ekološki prihvatljiviji, održiviji i proizvodi se iz solarne energije, hidroenergije, biomase, energije vjetra i geotermalne energije. Kada se zelena energija i obnovljiva energija, poput solarne i energije vjetra, kombiniraju, rezultat je čista energija. Zelena energija predstavlja jedan od ključnih stavki u očuvanju okoliša, smanjenju ugljikovog dioksida, povećanju korištenja obnovljivih izvora energije, zaustavljanju ili ograničenom korištenju neobnovljivih izvora energije (nafta, plin i ugljen).

Svi negativni efekti na industrijski, tehnološki, sektorski i društveni razvoj djelomično ili potpuno opadaju tijekom prelaska na korištenje zelene energije i tehnologija, kada se preferiraju i primjenjuju održive energetske strategije. Na taj način, održive energetske strategije mogu značajno doprinijeti ekonomijama zemalja u kojima se zelena energija (npr. energija vjetra, solarna energija, energija plime, biomasa) proizvodi u velikim količinama. Stoga, ulaganje u opskrbu zelenom energijom i njen razvoj treba poticati od strane vlada i drugih nadležnih tijela kako bi se fosilna goriva zamijenila zelenom energijom za ekološki prihvatljiviju i održiviju budućnost.

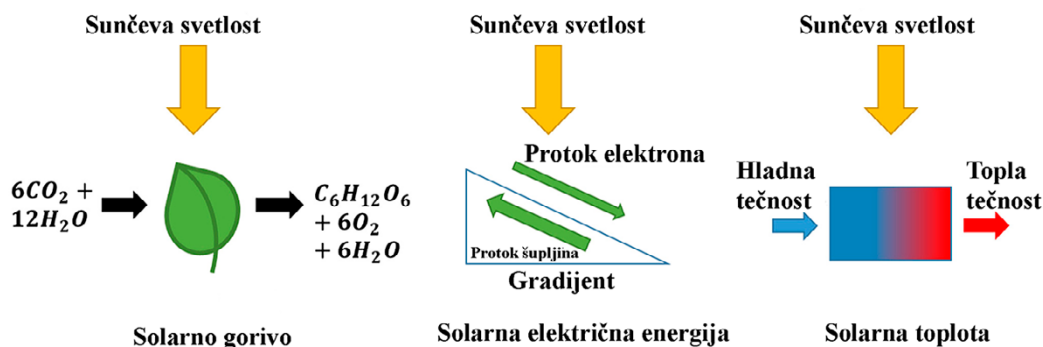
Stoga, može se reći da zelena energija i tehnologije, koje su obilato dostupne, mogu pomoći u:

- omogućavanju ekološki prihvatljivije i održivije budućnosti,
- povećanju energetske sigurnosti,
- podsticanju razvoja novih, čistih tehnologija,
- smanjenju zagađenja zraka, vode i tla, kao i gubitka šuma,
- smanjenju energetski povezanih bolesti i smrtnosti,
- smanjenju ili zaustavljanju sukoba među zemljama u vezi s energetske resursima, itd.

U posljednje vrijeme, obnovljivi izvori energije stekli su veliku važnost zahvaljujući njihovom globalnom društvenom prihvaćanju i sposobnosti da osiguraju održivu proizvodnju energije koja zadovoljava svjetske potrebe za električnom energijom. Na temelju nedavnih tehnoloških inovacija i opsežnih istraživačkih inicijativa znanstvenika širom svijeta, prirodno dostupna solarna energija pokazala je ogroman potencijal za ispunjavanje budućih svjetskih energetske potreba.

Solarna energija predstavlja primarni izvor energije na Zemlji, kako u smislu toplinske energije, tako i električne, te se smatra i prenosnikom kemijske energije. Sunce osigurava  $1,7 \times 10^{22}$  J energije u razdoblju od 1,5 dana. Ova količina energije ekvivalentna je ukupnoj energiji koja se može dobiti iz 3 trilijuna barela

## CREATEGREEN



- ⬢ **Dodatak 3.** Tri načina pretvaranja sunčeve energije u druge oblike energije: (a) proizvodnja kemijskog goriva umjetnom fotosintezom, (b) proizvodnja električne energije pobuđivanjem elektrona u solarnoj ćeliji, (c) koncentracija sunčeve svjetlosti za proizvodnju topline.

Izvor: Hayat i saradnici 2019

nafta, koliko ukupno i ima na Zemlji. Ukupna godišnja energija koju ljudi potroše tijekom jedne godine iznosi  $4,6 \times 10^{20}$  J, a Sunce tu energiju osigurava za samo 1 sat. Zbog toga je energija Sunca, kao što je spomenuto, primarni izvor energije i više nego dovoljna da sama ispunji sve energetske potrebe čovječanstva. Ova impresivna količina energije dolazi uz dodatnu prednost, odnosno njenu svestranost.

Solarna energija može se pretvoriti u toplinu, električnu energiju ili solarna goriva. Na primjer, solarna energija se prirodno može pretvoriti u solarno gorivo putem procesa fotosinteze. Fotosinteza je kemijski proces tijekom kojeg biljke čuvaju energiju sa Sunca u obliku ugljikohidrata koji predstavljaju gorivo. Štoviše, protoni i elektroni proizvedeni tijekom procesa fotosinteze mogu se dalje metabolizirati za proizvodnju  $\text{H}_2$  i  $\text{CH}_4$ . Otprilike 11% solarne energije koristi se u prirodnoj fotosintezi biomase, što je najveća primjena solarne energije. Međutim, samo 100 TW ove energije pretvara se u fotosintezu, što je suviše malo za ljudsku potrošnju energije. Iako je energetska učinkovitost suviše niska, postoje poznati načini za poboljšanje učinkovitosti proizvodnje solarnih goriva, poput manipulacije bržeg rasta biljaka pomoću genetskog inženjeringa kako bi se olakšala proizvodnja biomase ili proizvodnja goriva iz vode i ugljikova dioksida i drugo.

Sve u svemu, trenutna upotreba solarne energije je vrlo minimalna, jer se 0,015% koristi za proizvod-

nju električne energije, 0,3% za grijanje, a 11% solarne energije koristi se u prirodnoj fotosintezi biomase. S druge strane, otprilike 80% do 85% globalnih energetskih potreba zadovoljava se korištenjem fosilnih goriva. Problem s fosilnim gorivima je što su njihovi rezervoari iscrpni i neprijateljski su prema okolišu zbog emisije  $\text{CO}_2$ . Na primjer, za svaku tonu sagorenog ugljena oslobađa se jedna tona ugljikova dioksida u atmosferu. Ova emisija ugljikova dioksida je vrlo toksična za okoliš i jedan je od uzroka globalnog zagrijavanja, efekta staklenika, klimatskih promjena i smanjenja ozonskog omotača.

Stoga je neophodno da čovječanstvo pronade alternativne energetske izvore za čistiju i održivu budućnost. U tom pogledu, solarna energija nudi najbolje rješenje među svim alternativnim obnovljivim izvorima energije zbog svog ogromnog obima, široke dostupnosti, svestranosti i ekološki prihvatljive prirode. Kao što je ranije spomenuto, solarna energija može se koristiti za proizvodnju topline i električne energije; stoga ima ogroman potencijal za primjenu u različitim industrijskim sektorima. Toplina proizvedena iz solarnih termalnih izvora koristi se za grijanje prostora, kemijsku preradu, preradu hrane i tekstilnu industriju. Električna energija proizvedena solarno koristi se u telekomunikacijama, transportu, grijanju vode, tretmanu vode, poljoprivredi i građevinskoj industriji.





## Solarne elektrane i njihova primjena

Solarne elektrane predstavljaju postrojenja namijenjena za pretvaranje direktnog Sunčevog zračenja u električnu energiju. Solarna energija se može pretvoriti u električnu energiju na različite načine, pretežno kroz fotonaponske/fotovoltaične (PV) ćelije i sustave za koncentriranu solarnu energiju (CSP). Fotonaponske ćelije funkcioniraju na principu fotovoltaičkog efekta, što je proces stvaranja napona kada svjetlost apsorbira poluprovodnički materijal. Ovaj proces se odvija na spoju materijala s različitim električnim svojstvima, što omogućava protok električne struje.

Prva generacija solarnih fotonaponskih ćelija izrađuje se od kristalnog silicija, i to monokristalnog ili polikristalnog. Monokristalne ćelije imaju visoku efikasnost (oko 25%) zbog svoje čistoće i ujednačene kristalne strukture, što ih čini efikasnijima u pretvaranju solarne energije, ali su skuplje za proizvodnju. Polikristalne ćelije, sa nešto nižom efikasnošću (oko 20,4%), jeftinije su i imaju manje defekata u strukturi, što ih čini povoljnijima za proizvodnju. Prva generacija ćelija ima prednost u visokoj efikasnosti pri nižim temperaturama i manjoj potrebnoj površini za proizvodnju energije, ali se njihova efikasnost smanjuje pri višim temperaturama.

Tankoslojne ćelije smatraju se solarnim fotonaponskim ćelijama druge generacije. One su jeftinije od ćelija prve generacije jer zahtijevaju manju količinu silicija, ali imaju i manji udio na tržištu zbog svoje niže efikasnosti. Postoji nekoliko vrsta tankoslojnih ćelija. Među njima su amorfnе silicijske solarne ćelije, koje se izrađuju taloženjem na podlogu putem raspadanja SiH<sub>4</sub> u reaktoru. Ovaj tip ćelije ima potencijal da bude vrlo isplativ zbog male potrošnje materijala i mogućnosti proizvodnje u obliku kontinuiranih traka. Prednost ovih ćelija je niska cijena materijala i mogućnost serijske proizvodnje, ali njihova efikasnost (oko 10,1%) i dugoročna stabilnost predstavljaju izazov.

Treća generacija fotonaponskih ćelija je naprednija verzija s ciljem povećanja efikasnosti i smanjenja

negativnog utjecaja na okoliš. Njihova glavna prednost je niska cijena, a cilj im je smanjenje troškova energije za 50% do 80% u usporedbi s ćelijama druge generacije.

Ova klasifikacija pruža okvir za daljnji razvoj fotonaponskih tehnologija s fokusom na održivost i troškovnu efikasnost. Sustavi za koncentriranu solarnu energiju razlikuju se od fotonaponskih ćelija jer indirektno pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju. Ovi sustavi koriste ogledala ili leće za koncentriranje svjetlosti na prijemnik koji zagrijava tekućinu. Ova toplinska energija se koristi za proizvodnju pare, koja pokreće turbinu i električni generator. Ovi sustavi su efikasni za veliku proizvodnju energije i mogu skladištiti energiju za upotrebu kada nije sunčano, što ih čini fleksibilnijima u odnosu na fotonaponske ćelije koje ovise o dnevnoj svjetlosti.

Fotonaponske ćelije i sustavi za koncentriranu solarnu energiju predstavljaju vrste dobivanja električne energije koristeći solarnu energiju. U velikom broju slučajeva solarne elektrane često moraju biti potpomognute u proizvodnji električne energije prelaskom na hibridne solarne elektrane. Osim toga, u posljednje vrijeme sve je češća primjena solarnih panela integracijom istih u zgrade, krovove, zidove i slično, pri čemu nastaju djelomično ili potpuno integrirani sustavi. Još neki od primjera jesu plutajuće solarne elektrane koje imaju višestruku primjenu, s obzirom da postavljanjem panela na vodene površine dolazi do uštede prostora neke regije, ali i sama voda omogućava prirodno hlađenje. Niže temperature povećavaju efikasnost fotonaponskih ćelija, što znači da proizvode više električne energije u odnosu na panele postavljene na kopnu, posebno u toplim klimama. Osim toga, javlja se i manje prašine, što vodi do poboljšanja i dugoročnosti efikasnosti ovih panela. Dodatno, postoje i solarne elektrane izvan mreže, kao i solarne elektrane s energetske skladištenjem, što predstavlja izuzetno važne vrste solarnih elektrana.



## Korisnost sunčeve energije

Sunčeva energija se koristi ne samo za proizvodnju električne energije, već i u mnoge druge svrhe.

Neki od direktnih načina korištenja sunčeve energije uključuju sljedeće:

**Poljoprivreda.** U sušnim područjima gdje voda nije lako dostupna za poljoprivredu, proces solarne desalinizacije koristi se za pretvaranje slane vode u svježiu vodu pogodnu za upotrebu u poljoprivredi. Prvi pogon za solarnu desalinizaciju izgrađen je 1972. godine u sjevernom Čileu. Također, solarne pumpe pokretane fotonaponskim ćelijama uspješno su korištene u Sahari u Alžiru za navodnjavanje usjeva poput pšenice, krumpira i rajčice.

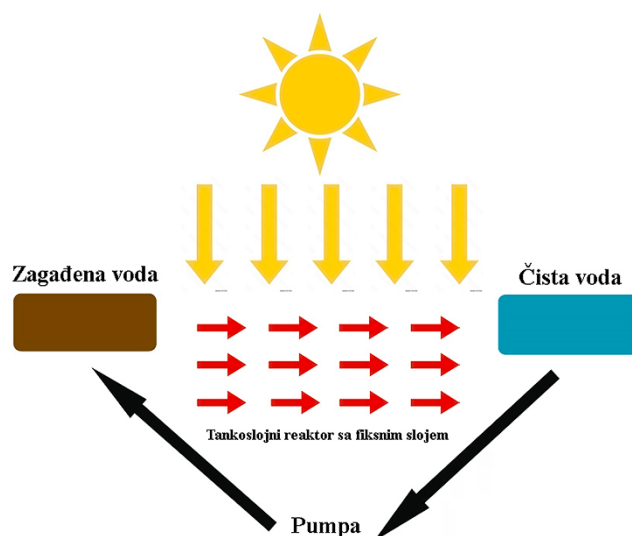
**Solarni automobili.** Istraživanja se intenzivno provode na razvoju vozila na solarni pogon, čiji je cilj smanjenje utjecaja fosilnih goriva na okoliš. Iako trenutno postoje ograničenja poput visokih troškova i niske efikasnosti (oko 17%), napredak u fotonaponskim tehnologijama čini budućnost ovih vozila obećavajućom.

**Kuvarski sistemi na solarnu energiju.** U mnogim zemljama, kao što su Indija i afričke države, solarno kuhanje može značajno doprinijeti očuvanju šuma, jer se drvo često koristi kao gorivo za kuhanje. Solarni sustavi za kuhanje koriste kolektore i reflektore za prikupljanje i prijenos topline potrebne za pripremu hrane.

**Tretman vode.** Solarni reaktori koriste se za fotokatalitičko uklanjanje organskih zagađivača iz vode (Dodatak 3). Ova tehnologija pokazala je veliki potencijal, ali se suočava s izazovima kao što su tehničke prepreke u oporavku katalizatora nakon tretmana vode.

**Proizvodnja goriva.** Solarna energija može se pretvoriti u vodik ili kemijsko gorivo putem fotokatalitičkih reakcija. Iako obećavajuće, ove metode suoča-

vaju se s ekonomskim izazovima i potrebom za povećanjem učinkovitosti.



➤ **Prilog 4.** Dijagram toka za sistem tankoslojnog fiksnog reaktora za prečišćavanje vode, regenerisan prema Bahnemann D49.

Izvor: Hayat i saradnici 2019.

**Solarni energetska sistemi u svemiru.** Solarna energija u svemiru koristi se za izgradnju satelitskih elektrana koje prikupljaju sunčevu energiju, pretvaraju je u električnu, a zatim u mikrovalni snop. Ovaj snop se prenosi do prijemne antene na Zemlji gdje se ponovo pretvara u električnu energiju. Iako koncept obećava globalnu dostupnost energije, financijska isplativost još uvijek je pod znakom pitanja.

Solarna energija ima ogroman potencijal u različitim sektorima, ali je daljnji tehnološki napredak ključan za ostvarenje njezine pune primjene.

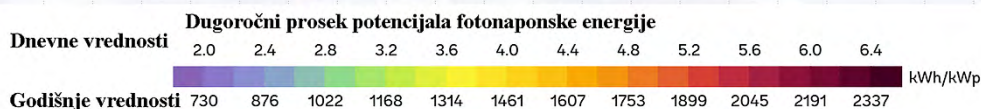
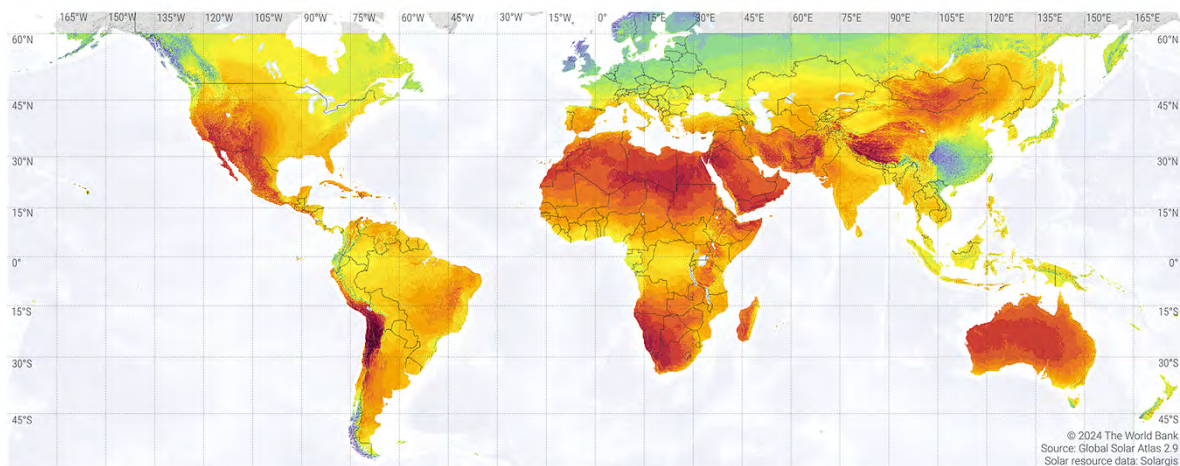
## Solarne elektrane – dobri primjeri

Potencijal fotonaponske energije neposredno ovisi o direktnom normalnom zračenju (DNI) i globalnom horizontalnom zračenju (GHI), odnosno na kojim mjestima je u zavisnosti od jačine Sunčevog zračenja najbolje postaviti elektranu. Prema prilogu 5. može se primijeti

da države u sjevernom i južnom dijelu Afrike, zapadni dijelovi Sjeverne i Južne Amerike, jugozapadni i istočni dijelovi Azije, kao i veći dio Australije imaju najveći potencijal za proizvodnju električne energije koristeći solarne elektrane, dok, na primjer, Europa



## Potencijal fotonaponske energije



This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit <http://globalsolaratlas.info>.

### ➤ Dodatak 5. Potencijal fotonaponske energije u svijetu.

Izvor: <https://solargis.com/resources/free-maps-and-gis-data>

ima manji potencijal za proizvodnju. Svakako, postavljanje solarnih elektrana na područjima koja primaju manje zračenja je i dalje izvedivo i koristi se sve učestalije.

Solarne elektrane se razlikuju po svrsi korištenja, načinu postavljanja, kapacitetu i površini. U nastavku se nalaze neki primjeri solarnih elektrana koje predstavljaju upečatljive prizore u državama u kojima su smještene. Neki od njih su:

U Ujedinjenim Arapskim Emiratima nalazi se solar na elektrana „Noor Abu Dhabi“. Noor, što na arapskom znači „svjetlost“, najveća je solar na elektrana na jednoj lokaciji u Abu Dhabiju, u području Sweihan, s 3,2 milijuna solarnih panela. Elektrana pruža obnovljivu energiju za 90.000 ljudi u Abu Dhabiju. Paneli se čiste robotskim sustavom koji ne koristi vodu, prelazeći 1600 km svaki dan. Elektranom upravlja Sweihan Power Company, podružnica Abu Dhabi National Energy Company. Projekt je rezultat partnerstva između vlade Abu Dhabija, kineske kompanije Jinko Solar Holding i japanske kompanije Marubeni Corporation.

**Solar na elektrana Al Dhafra** (Ujedinjeni Arapski Emirati) nalazi se oko 35 km od Abu Dhabija i opskrbljivat će

električnom energijom kompaniju „Emirates Water and Electricity Company“. Jačina solarne elektrane iznosi 2 GW. Kada bude operativna, solar na elektrana Al Dhafra IPP koristit će preko 4 milijuna solarnih panela kako bi



### ➤ Dodatak 6. Solar na elektrana Al Dhafra (Ujedinjeni Arapski Emirati).

Izvor: <https://www.power-technology.com/projects/al-dhafra-solar-project-abu-dhabi/?cf-view&cf-closed>



## CREATEGREEN



osigurala dovoljno električne energije za skoro 160.000 domaćinstava širom UAE, čineći je najvećom solarnom elektranom na jednoj lokaciji na svijetu. Smanjit će emisiju ugljikovog dioksida za 2,4 milijuna tona godišnje. Objekt koristi najnoviju kristalnu bifacijalnu solarnu tehnologiju, koja omogućava proizvodnju energije visoke efikasnosti iskorištavanjem i prednje i stražnje strane panela.

**Solarna elektrana Solar Star (Sjedinjene Američke Države)** nalazi se u Kaliforniji i jedna je od najvećih solarnih elektrana na svijetu. Kompleks Solar Star ima ukupni kapacitet od 579 MW, što ga čini ključnim projektom u području proizvodnje solarne energije. Ova elektrana se sastoji od dvije glavne jedinice, poznate kao Solar Star 1 i Solar Star 2, koje su zajedno izgrađene kako bi stvorile impozantnu infrastrukturu za proizvodnju električne energije. Elektrana se prostire na površini od približno 13.000 hektara, što je omogućilo instalaciju više od 1,7 milijuna solarnih panela. Ovi paneli su raspoređeni tako da maksimalno iskoriste sunčevu energiju tijekom cijelog dana, što doprinosi visokom nivou proizvodnje električne energije. Godišnja proizvodnja Solar Star-a procjenjuje se na više od 1,7 teravat-sati (TWh), što može opskrbiti energijom oko 255.000 domaćinstava.

Instalacija Solar Star-a značajno je doprinijela smanjenju emisije CO<sub>2</sub> i pomogla Kaliforniji da ostane lider u prijelazu na čistije oblike energije. Jedan od važnih aspekata Solar Star projekta je i njegov utjecaj



➤ **Dodatak 8.** Postavka solarne elektrane „Solar Star“.

Izvor: <https://integrarack.com/utility-scale-solar>

na lokalnu ekonomiju i zapošljavanje. Tijekom faze izgradnje, projekt je stvorio značajan broj radnih mjesta, a kasnije je pružio trajne poslove za operativno i održavanje elektrane. Dugoročno, Solar Star predstavlja primjer napredne primjene solarne energije na velikim razmjerama i pokazuje potencijal solarnih elektrana da igraju ključnu ulogu u globalnom prijelazu na održive energetske sustave.

**Solarni park Bhadla** jedan je od najvećih solarnih parkova na svijetu, a nalazi se u okrugu Jodhpur, u saveznoj državi Radžastan, Indija. Ova impresivna solarna elektrana ima instalirani kapacitet od 2.245 megavata (MW), što je čini najvećim solarno električnim parkom u Indiji i jednim od najvećih na globalnoj razini. Bhadla je ključna za postizanje ciljeva Indije u pogledu obnovljive energije i smanjenja emisije CO<sub>2</sub>. Izgradnja solarnog parka Bhadla započela je 2015. godine i završena je u nekoliko faza tijekom 2019. i 2020. godine. Solarni park smješten je u pustinjском području, što je idealno za solarnu energiju zbog visokog broja sunčanih dana tijekom godine. Procjenjuje se da Bhadla može proizvesti oko 4,3 teravat-sata (TWh) električne energije godišnje, što je dovoljno za opskrbu milijuna domaćinstava. Na svim lokacijama instalirano je više od 10 milijuna solarnih panela koji se čiste robotima. Solarni park Bhadla značajan je ne samo po svojoj veličini, već i po tehnološkom napretku i ekonomskom utjecaju. Na njegovom razvoju radilo je više od 20 različitih kompanija, uključujući domaće i međunarodne investitore. S obzirom na opseg projekta, Bhadla je stvorila veliki broj radnih mjesta tijekom izgradnje i doprinijela lokalnoj ekonomiji, kao i ekonomiji zemlje u cjelini. Indija se, kroz projekte poput Bhadle, obvezala da će do 2030. godine povećati kapacitet solarnih elektrana na 300 GW, što je



➤ **Dodatak 7.** Lokacija solarne elektrane „Solar Star“ u Sjedinjenim Američkim Državama.

Izvor: <https://www.mapsofworld.com/usa/>

CREATEGREEN



➤ **Dodatak 9.** Solarni park Bhadla.  
Izvor: <https://www.unthinkablebuild.com/bhadla-solar-park-worlds-biggest-solar-farm-in-india/>

ključna strategija za smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima i smanjenje emisije plinova s učinkom staklenika. Bhadla je simbol ambicija Indije da postane globalni lider u području solarne energije i da doprinosi borbi protiv klimatskih promjena.

**Solarni park Longyangxia brane** nalazi se u kineskoj provinciji Qingtai, u području koje je poznato po svojoj suhoj i sunčanoj klimi, što je idealno za pri-

mjenu solarnih tehnologija. Ova elektrana je jedna od najvećih solarnih elektrana na svijetu i predstavlja impresivan spoj solarne energije i hidroelektrane. Longyangxia brana solarni park ima instalirani kapacitet od 2,2 gigavata (GW), što ga čini jednim od najvećih solarnih parkova u Kini i na globalnoj razini. Ovaj solarni park izgrađen je tako da se proteže na površini od oko 27 četvornih kilometara, a panele je moguće vidjeti raspoređene na dijelu jezera koje se nalazi pored Longyangxia brane. Ova lokacija omogućava kombiniranu proizvodnju električne energije iz solarnih panela i hidroelektrane, što doprinosi stabilnosti i učinkovitosti u proizvodnji energije. Solarni park Longyangxia brane počeo je s radom 2017. godine i od tada je postao simbol napora Kine da poveća udio obnovljivih izvora energije i smanji emisiju plinova s učinkom staklenika. Kineska vlada ima ambiciju da do 2030. godine postane globalni lider u području solarne energije, a ovakvi projekti ključni su za ostvarenje tog cilja. U praksi, solarni park Longyangxia brane može proizvesti više od 3 teravatsata (TWh) električne energije godišnje, što je dovoljno za opskrbu milijuna domaćinstava.



➤ **Dodatak 10.** Lokacija solarne elektrane Nunez de Balboa.  
Izvor: <https://www.freeworldmaps.net/europe/iberian-peninsula/map.html>



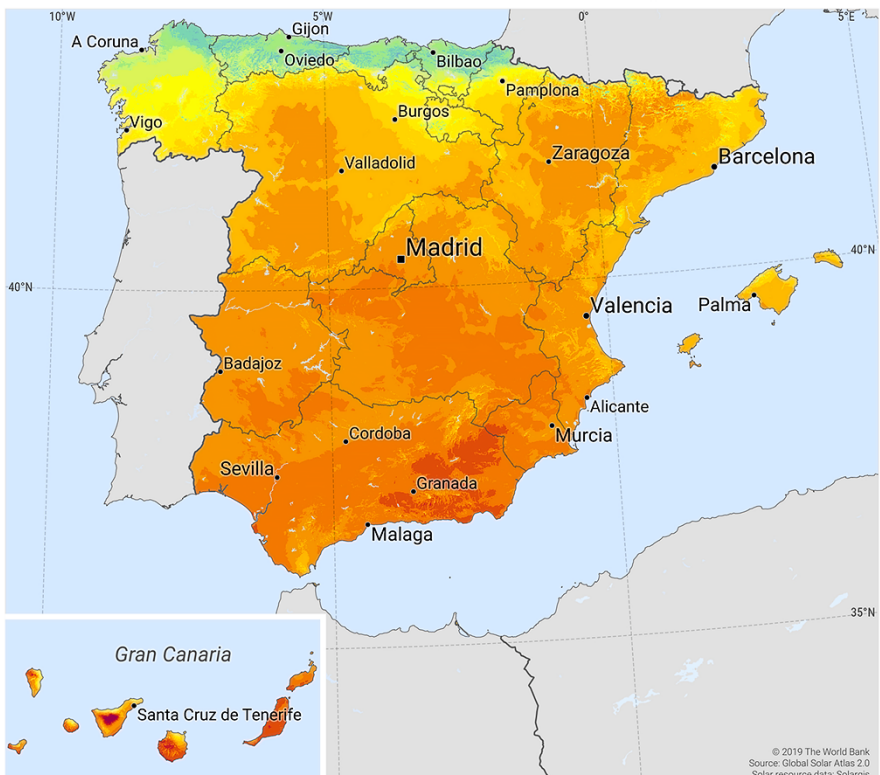
CREATEGREEN



Jedna od najvećih i najznačajnijih elektrana koja se javlja u Europi svakako je solarna elektrana u Španjolskoj, koja se nalazi u regiji Ekstremadura, blizu grada Usagre. Elektrana nosi naziv *Núñez de Balboa*. Elektrana je trenutno najveća u Europi po instaliranom kapacitetu i površini. Prostire se na preko 1000 hektara i uključuje više od 1,4 milijuna solarnih panela. Projektirana je da koristi suvremenu tehnologiju i omogućava maksimalno iskorištenje sunčeve energije. Elektrana radi na principu fotonaponske tehnologije, odnosno fotonaponski paneli pretvaraju sunčevu energiju u električnu energiju. Energija proizvedena na panelima prenosi se do invertera koji je pretvara u naizmjeničnu struju pogodnu za mrežu. Sustav se automatski prilagođava uvjetima

osvjetljenja kako bi maksimizirao proizvodnju energije. Elektrana ima kapacitet od 500 MW (megavata). Godišnja proizvodnja procijenjena je na 832 GWh (gigavatsati), što je dovoljno za opskrbu oko 250.000 domaćinstava. Služi za opskrbu električnom energijom velikog broja domaćinstava i industrijskih objekata. Doprinosi smanjenju ovisnosti o fosilnim gorivima i ubrzava energetske prijelaz prema obnovljivim izvorima energije. Projektirana je da radi 25 godina, s minimalnim troškovima održavanja. Tijekom izgradnje angažirano je više od 1.200 radnika, čime je značajno podignut nivo zaposlenosti u regiji. Elektrana je dio ambicioznog plana Španjolske da do 2030. godine poveća udio obnovljivih izvora na 74% ukupne potrošnje energije.

Potencijal fotonaponske energije u Španiji



**Dugoročni prosjek potencijala fotonaponske energije**

Dnevne vrednosti	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.0	5.4
Godišnje vrednosti	1095	1241	1387	1534	1680	1826	1972

Unit: kWh/kWp

This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit: <http://globalsolaratlas.info>.

➔ **Dodatak 11.** Potencijal fotonaponske energije u Španjolskoj.  
Izvor: <https://solargis.com/resources/free-maps-and-gis-data?locality=spain>



## CREATEGREEN



U posljednjih 20 godina Njemačka je postala jedna od vodećih zemalja u korištenju obnovljivih izvora energije s ciljem smanjenja upotrebe neobnovljivih izvora i zagađenja. Najvažnija stavka što se tiče stanovništva i ekonomije, osim same električne energije, jest i veliki broj radnih mjesta, gdje je u prethodnih 10 godina posao dobilo 110.000 ljudi, a smatra se da će do kraja 2030. godine taj broj biti utrostručen. Neke od elektrana koje su vrlo poznate u Njemačkoj su solarne elektrane, i to fotonaponske, koje konvertiraju sunčevu svjetlost u struju i to bez korištenja plina ili bilo kakvih zvukova. Ova konverzija se vrši koristeći solarne panele, koji konvertiraju svjetlost u struju kroz fotonaponski efekt, gdje “foto” znači svjetlost, a “volt” predstavlja jedinicu za mjerenje električnog potencijala na određenoj točki. Većina solarnih panela napravljena je od silicija, i to monokristalnih i polikristalnih. Oni su raspoređeni i povezani u module koji su zaštićeni staklenim pokrivačem. Druge vrste fotonaponskih ćelija su tankoslojne ćelije napravljene od vrlo tankih slojeva fotoosjetljivih materijala postavljenih na jeftinu podlogu poput stakla, nehrđajućeg čelika ili plastike. Korištenje tankoslojne tehnologije je povećano tijekom posljednjih godina zbog njihove visoke fleksibilnosti, lakog instaliranja, efikasnosti pod difuznom svjetlošću od približno 12% i životnog vijeka od 25 godina.

Fotonaponska solarna tehnologija može se koristiti kao samostalni sustav ili kao instalacija povezana s mrežom. Prva opcija obično se koristi u udaljenim područjima gdje ne postoji elektroenergetska mreža; ovo omogućava napajanje jednostavne televizije ili druge kućne opreme ili transportnog vozi-

la, pa čak i napajanje cijele kuće ili zgrade. U tom slučaju, proizvodnja energije solarnih modula mora biti usklađena s energetske zahtjevima pomoću skladištenja energije ili korištenjem hibridnog sustava. S druge strane, integrirani fotonaponski sustavi su moduli koji se estetski integriraju u krovove i fasade kako bi proizvodili energiju. Općenito, fotonaponski paneli postavljeni na vrh krova ili građevinskog materijala smatraju se građevinski integriranim fotonaponskim tehnologijama. Trenutno, neke zemlje, poput Francuske, smatraju ove sustave jednim modulima koji mogu zamijeniti građevinski materijal bilo na krovu ili fasadi; na primjer, mogu zamijeniti prozor ili nadstrešnicu. Ovi sustavi se nazivaju “potpuno integrirani sustavi” i danas su vrlo popularni među dizajnerima jer je vlada primijenila najvišu tarifnu stopu za ovakve sustave, što znači da će ljudi dobivati više novca za električnu energiju proizvedenu “potpuno integriranim” fotonaponskim sustavom nego za običan fotonaponski sustav.

Nizozemska se tijekom cijelog svog postojanja suočava s najvećim protivnikom – vodom. Međutim, građani su odlučili to iskoristiti i razviti na svojoj teritoriji plutajuće solarne elektrane. S 6.150 panela na irigacijskom bazenu, solarni park Lingewaard (Nizozemska) najveći je plutajući solarni park na kopnenom dijelu Europe. Ovaj solarni park svake godine proizvodi zelenu električnu energiju za više od 600 obitelji (preko 1,8 GWh godišnje). Park je inicijativa općine Lingewaard s ciljem lokalne i održive proizvodnje električne energije i postao je jedno od najboljih mjesta za razvoj tehnologija plutajućih solarnih sustava.



📍 **Dodatak 12.** Primjeri fotonaponskih panela u Njemačkoj – motocikl.  
*Izvor: Mundo-Hernández i sar., 2014.*



📍 **Dodatak 13.** Primjeri fotonaponskih panela u Njemačkoj – na kući.  
*Izvor: Mundo-Hernández i sar., 2014.*



📍 **Dodatak 14.** Primjeri fotonaponskih panela u Njemačkoj – na krovu.  
*Izvor: Mundo-Hernández i sar., 2014.*

## CREATEGREEN



➤ **Dodatak 15.** Plutajući solarni paneli u općini Lingewaard, Nizozemska.

Izvor: Moon, 2019



➤ **Dodatak 16.** Plutajući solarni paneli u općini Lingewaard, Nizozemska

Izvor: Moon, 2019

Prije nekoliko godina, grupa entuzijastičnih građana došla je na ideju da Lingewaard proizvodi vlastitu obnovljivu energiju i postane potpuno samoodrživ. Jedna od prednosti postavljanja solarnih panela na zatvorenu vodenu površinu je efikasno korištenje prostora, jer je poljoprivredno zemljište u Nizozemskoj previše dragocjeno da bi bilo prekriveno hiljadama solarnih panela. Studija je pokazala da bi vodeni rezervoar, koji lokalni proizvođači u plastenicima koriste za navodnjavanje usjeva, bio pogodno mjesto

za izgradnju plutajućeg solarnog parka na komunalnoj razini. Rezervoar, veličine oko pet nogometnih terena, bio bi dovoljno velik da primi 6.000 solarnih panela, čineći Lingewaard prvim plutajućim solarnim parkom u Nizozemskoj i najvećim u Europi, isključujući Veliku Britaniju. Najstariji plutajući solarni parkovi imaju četiri ili pet godina i nemaju javno dostupne baze podataka s dovoljno operativnih podataka. S površinom od 3,25 hektara, irigacijski bazen Lingewaard pokazao se idealnim za realizaciju takvog projekta, pružajući održivu energiju za okolinu i istovremeno smanjujući isparavanje vode.

Zaključno, solarne elektrane predstavljaju izvanredan korak ka održivoj budućnosti i imaju ogroman potencijal da zadovolje rastuće svjetske potrebe za električnom energijom. Sunce je najobilniji izvor energije na planeti, a energija koja dospije na površinu Zemlje u samo jednom danu može zadovoljiti globalne energetske potrebe za više od 20 godina. Solarne elektrane nude brojne dugoročne prednosti, uključujući veću energetske sigurnost, smanjenje ovisnosti od uvoza, minimalne ekološke rizike i niže troškove energije.

Ipak, neophodno je uzeti u obzir i negativne strane. Različite solarne tehnologije imaju svoje prednosti i nedostatke, a njihova primjena ovisi o specifičnim uvjetima i potrebama. Osim toga, iako solarna energija predstavlja stabilan i konzistentno dostupan izvor, izgradnja i održavanje solarnih elektrana zahtijeva pažljivo planiranje kako bi se izbjegli negativni utjecaji, kao što su degradacija zemljišta, utjecaj na biodiverzitet i izazovi skladištenja energije.

Stoga, dok solarne elektrane nesumnjivo predstavljaju ključnu komponentu energetske tranzicije, njihova implementacija mora biti odgovorna i usmjerena ka maksimalnom iskorištavanju prednosti, uz minimizaciju potencijalnih nedostataka. Samo na taj način solarna energija može pridonijeti održivoj i energetske sigurnoj budućnosti.



## KORIŠTENNA LITERATURA I IZVORI

- AlMallahi, M. N., Al Swailmeen, Y., Abdelkareem, M. A., Olabi, A. G., & Elgendi, M. (2024). A path to sustainable development goals: A case study on the thirteen largest photovoltaic power plants. *Energy Conversion and Management: X*, 22, 100553.
- Chu, Y., & Meisen, P. (2011). Review and comparison of different solar energy technologies. *Global Energy Network Institute (GENI)*, San Diego, CA, 1, 1-52.
- Chu, Y. Review and comparison of different solar energy technologies. *Research Associate Global Energy Network Institute (GENI)*, vol. 619; 2011, p. 595-0139.
- Midilli, A., Dincer, I., & Ay, M. (2006). Green energy strategies for sustainable development. *Energy policy*, 34(18), 3623-3633. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.08.003>
- Khan, J., & Arsalan, M. H. (2016). Solar power technologies for sustainable electricity generation—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 414-425. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.135>
- Moon, H. (2019). Tradeoffs of 1GW solar PV on various landscapes in the Netherlands (Master's thesis).
- Mundo-Hernández, J., de Celis Alonso, B., Hernández-Álvarez, J., & de Celis-Carrillo, B. (2014). An overview of solar photovoltaic energy in Mexico and Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 639-649.

### Internet izvori:

- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/er.4252>
- <https://solargis.com/resources/free-maps-and-gis-data>
- <https://www.power-technology.com/projects/al-dhafra-solar-project-abu-dhabi/?cf-view&cf-closed>
- <https://www.mapsofworld.com/usa/>
- <https://www.unthinkablebuild.com/bhadla-solar-park-worlds-biggest-solar-farm-in-india/>
- <https://solargis.com/resources/free-maps-and-gis-data?locality=spain>