

Agrosunčane elektrane

Smjernice najbolje prakse

Verzija 2



SolarPower
Europe



Predgovor hrvatskom izdanju

Jedan od najvažnijih ciljeva Obnovljivih izvora energije Hrvatske (OIEH) jest postizanje energetske neovisnosti Hrvatske uz 100% obnovljive energije. OIEH kontinuirano naglašava kako od obnovljive energije korist trebaju imati i gospodarstvenici i građani, kao i to da je obnovljive energije potrebno mnogo više nego što je trenutno ima. Potvrđuju to i krize koje Hrvatska, ali i druge članice EU-a, prolaze proteklih nekoliko godina. Pandemija COVID-19, zatim i rat u Ukrajini, ozbiljno su narušili energetsku sliku i sigurnost dobave energije u Europi, a time i u Hrvatskoj.

Dok su neke krize trenutačne i prolazne, druge, poput klimatskih promjena, imaju trajne i razarajuće učinke na globalnu zajednicu. Jednu od najvećih opasnosti koja danas prijeti cijelom planetu predstavljaju upravo klimatske promjene koje uzrokuju ogromne štete u svim segmentima gospodarstva. Hrvatska je jedna od zemalja posebno pogodjenih klimatskim promjenama. Prema izvješću Europske agencije za okoliš (EEA), Hrvatska spada među tri europske zemlje najteže pogodjene štetama od ekstremnih vremenskih uvjeta, što dovodi do značajnih ekonomskih gubitaka. Samo u razdoblju od 2010. do 2021. godine klimatske promjene nanijele su Hrvatskoj štete u vrijednosti preko tri milijarde eura, s najvećim udarom na poljoprivredni sektor. Konkretno, od 2013. do 2019. godine suše, poplave i tuča prouzročile su štete u domaćoj poljoprivredi u vrijednosti od ukupno 1,2 milijarde eura.¹

Ovo su samo neke od nepogoda koje predstavljaju izazov domaćim poljoprivrednicima. Sve poljoprivredne grane u Hrvatskoj pogodene su klimatskim promjenama, a očekuje se da će one uzrokovati smanjenje prinosa poljoprivrednih kultura za 3–8% do 2050. godine. Već svjedočimo fenološkim promjenama kod ključnih poljoprivrednih kultura poput jabuka, vinove loze i maslina, posebice u regijama kao što su Slavonija i Dalmacija, što rezultira smanjenim prinosima. Slatkovodno ribnjačarstvo također je ugroženo visokim temperaturama i nedostatkom vode, što uzrokuje povećanje uginuća ribe. Sušni periodi i povećane temperature postat će sve izraženiji izazovi za hrvatske poljoprivrednike, a predviđa se da će poljoprivreda i slatkovodni uzgoj ribe biti najosjetljiviji sektori u sljedećim desetljećima.

Upravo zbog toga OIEH je postao pionir u predlaganju razvoja agrosunčanih elektrana kao inovativne metode i vrijedne agrotehničke mjere koja će pomoći hrvatskim poljoprivrednicima u borbi protiv klimatskih promjena.

Stručnjaci iz OIEH-a kontinuirano naglašavaju prednosti agrosunčanih elektrana. Osim što djeluju kao zaštita za nasade, tlo i vodene površine od negativnih posljedica klimatskih promjena, agrosunčane elektrane pružaju i niz drugih koristi. One uključuju dekarbonizaciju, povećanu energetsku sigurnost, održivu uporabu resursa, zaštitu prirodnog okoliša, očuvanje tla i vode te, što je možda najvažnije, osiguravanje stabilnosti proizvodnje hrane. Ovim se pristupom uspješno spajaju dvije ključne grane našeg gospodarstva: poljoprivreda i energetika. Na taj način ista površina postaje dvostruko produktivna – koristeći se za proizvodnju hrane i energije.

Pažljivo uvođenje agrosunčanih elektrana u proizvodnju donosi višestruku korist poljoprivrednicima i uzgajivačima. Pod zaštitom solarnih panela poljoprivredne kulture neometano rastu i daju stabilne ili povećane prinose, na ribnjacima se smanjuje stupanj isparavanja vode i regulira njena temperatura, dok se proizvodnjom električne energije ostvaruju dodatni prihodi. Kada bi se agrosunčane elektrane koristile na samo 1% poljoprivrednih površina u Europi, njihov kapacitet iznosio bi više od 900 GW, što je 6 puta više od trenutno instaliranog fotonaponskog kapaciteta u EU-u, pokazalo je istraživanje koje je proveo SolarPower Europe. Korištenjem agrosunčanih elektrana na samo 1% ukupno raspoložive poljoprivredne površine u Hrvatskoj, što iznosi oko 1000 hektara, uz poljoprivrednu proizvodnju moglo bi se doprinijeti ukupnoj godišnjoj proizvodnji električne energije od preko 1000 GWh – trostruko više od trenutno instaliranog kapaciteta fotonaponskih elektrana u Hrvatskoj. K tome, primjenom plutajućih solarnih elektrana u postojećoj slatkovodnoj akvakulturi Hrvatske omogućava se dostizanje potpunog bonitetnog potencijala i godišnje proizvodnje od preko 16000 tona, što je četverostruko više u odnosu na proizvodnju posljednjih desetljeća.

Republika Hrvatska prepoznala je vrijednosti agrosunčanih elektrana za čije se uvođenje OIEH kontinuirano zalaže naglašavajući višestruku korist ovog koncepta. U 2023. godini uvedeni su

¹ [“Pregled ekonomskih šteta kao posljedica prirodnih nepogoda u poljoprivredi”](#), autori dr. sc. Tajana Čop, prof. dr. sc. Mario Njavro, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, 2023.

zakonski temelji koji omogućuju² postavljanje agrosunčanih i sunčanih elektrana u Hrvatskoj na sve poljoprivredne površine pod trajnim nasadima koje su upisane u evidenciju uporabe poljoprivrednog zemljišta (ARKOD), na površine uz postojeći prostor obuhvata gospodarstva gdje se postavom agrosunčanih elektrana postižu ciljevi razvoja poljoprivredne djelatnosti, kao i na ribnjake i druga ribljia užgajališta na kopnu. Kako bi se očuvala poljoprivredna proizvodnja i okoliš, obavezno je zadržati poljoprivrednu namjenu zemljišta te agrosunčane elektrane nije moguće graditi unutar nacionalnih parkova i parkova prirode.

Hrvatska je tako postala jedna od 10 zemalja EU-a koje su se odlučile za primjenu agrosunčanih elektrana u poljoprivredi. U zemljama koje su ovdje predvodnice, prije svega Nizozemskoj, Francuskoj, Njemačkoj, Spanjolskoj, Austriji, Italiji i Mađarskoj, njihov broj neprestano raste. Francuski predsjednik Emmanuel Macron također je prepoznao značaj dvostrukе upotrebe zemljišta putem agrosunčanih elektrana te poručio kako će one postati jedan od temelja francuskog energetskog sustava.

Kako tvrdi SolarPowerEurope, vodeća europska organizacija u zagovaranju energetske tranzicije čiji je OIEH član, Hrvatska je time ušla u zajednicu zemalja koje ulazu značajan napor u razvoj agrosunčanih elektrana i na to smo izrazito ponosni. S ciljem boljeg razumijevanja značaja agrosunčanih elektrana u poljoprivredi, OIEH je organizirao stručna predavanja, okrugle stolove, panel rasprave te izdao brojna priopćenja na ovu temu.

Kako bi se ovaj koncept bolje predstavio, važno je prije svega odgovoriti na najčešća pitanja s kojima smo se u tom razdoblju susretali:

1. Što su to agrosunčane elektrane?

Agrosunčane elektrane predstavljaju koncept proizvodnje energije uz istovremenu proizvodnju hrane na istom poljoprivrednom zemljištu. S tim u vezi, važno je naglasiti da solarni moduli u ovakvoj kombiniranoj proizvodnji pružaju zaštitu nasada od vremenskih nepogoda i drugih stresova poput intenzivnog sunčevog zračenja, pretjerane vrućine, udara vjetra, obilnih pljuskova, tuče i mraza.

2. Na kakve se poljoprivredne površine mogu postaviti agrosunčane elektrane?

Agrosunčane elektrane u Hrvatskoj se mogu graditi na svim poljoprivrednim površinama koje su u ARKOD upisane kao površine na kojima se užgajaju trajni nasadi.

3. Koja je razlika između agrosunčanog i fotonaponskog sustava?

Primjenom agrosunčanih elektrana vrijedno obradivo zemljište uvijek ostaje poljoprivredno zemljište te služi primarno za proizvodnju hrane, dok istovremeno generira drugi prihod kroz proizvodnju električne energije. U tome je njihova ključna razlika u odnosu na „klasične“ fotonaponske sustave koji ne dopuštaju dvostruku upotrebu poljoprivrednog zemljišta, već su namijenjeni isključivo proizvodnji električne energije iz solarnih izvora.

4. Što je to akvasolarna elektrana?

Akvasolar ili solarna elektrana na ribnjaku podrazumijeva fotonaponske sustave koji su postavljeni na površini vode, obično na ribnjacima, jezerima ili umjetnim rezervoarima u kojima se užgaja riba. Ove elektrane koriste plutače kako bi paneli ostali na površini vode. Glavne prednosti ovog koncepta uključuju učinkovitije hlađenje solarnih panela zbog blizine vode, što može povećati njihovu učinkovitost, smanjiti isparavanje vode iz rezervoara ili jezera te optimizirati prostor koji bi inače mogao ostati neiskorišten.

5. Kako agrosunčane elektrane štite od nepovoljnih vremenskih uvjeta?

Djelomično pokrivanje modulima ublažava posljedice sve češćih vremenskih ekstrema i olujnih nevremena na poljoprivredno zemljište, pružajući zaštitu poljoprivrednih nasada od jakih vjetrova, regulirajući količinu oborina koje dospijevaju na tlo, usmjeravajući ili akumulirajući višak kišnice za sušna razdoblja i djelujući kao štit protiv oštećenja od tuče. K tome, pažljivim pokrivanjem nasada

² Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o prostornom uređenju (NN 67/2023)

ostvaruje se djelomično zasjenjivanje biljaka u periodima intenzivnog sunčevog zračenja.

Ukratko, agrosunčana elektrana može pomoći poljoprivrednim nasadima slično kao što to rade protugradne mreže, mreže za zasjenjivanje, malč folije, sustavi za navodnjavanje i slično.

6. Kako je moguće istovremeno korištenje površine bez negativnih utjecaja na jednu od proizvodnji?

Agrosunčane elektrane omogućavaju racionalnije korištenje površina te učinkovitije iskorištavanje dostupne sunčeve svjetlosti. Naime, količina svjetlosti koja dospijeva do površine višestruko je veća od količine svijetla koju biljke koriste u fotosintezi, ali i od stupnja učinkovitosti pretvaranja u električnu energiju fotonaponskim modulima. Tako se agrosunčanim rješenjima istovremeno mogu ostvariti optimalni uvjeti za poljoprivrednu proizvodnju i proizvodnju zelene električne energije.

7. Kako ćemo znati dobivaju li biljke dovoljno svjetlosti?

Kod agrosunčanih elektrana biljke nikada nisu potpuno prekrivene pa se njihov rast u osnovi može kontrolirati stupnjem zasjenjenosti. Svaki projekt osmišljava se prema specifičnim značajkama i zahtjevima lokacije. Transparentnost panela prilagođena je usjevima koji se uzgajaju, osiguravajući pritom optimalne uvjete rasta.

Zbog velikog potencijala agrosunčanih elektrana, u svijetu se provode mnoga istraživanja s ciljem optimiziranja zasjenjenosti. K tome, već su poznate pojedine vrste, kulture, pa i sorte za koje se sa sigurnošću može odrediti optimalan stupanj zasjenjenosti, dok se on temeljem fizioloških značajki također može s visokom vjerojatnošću pretpostaviti za sve uobičajene kulture.

8. Ne otežavaju li agrosunčane elektrane korištenje poljoprivrednih strojeva i mehanizacija?

Agrosunčane elektrane u voćnjacima, vinogradima i ostalim trajnim nasadima precizno se i pažljivo projektiraju prema projektu ili izvedbi samog nasada, prilikom čega se koriste agronomске pretpostavke redova i stupova za prilagođavanje konstrukcije solara.

9. Postoje li štetni utjecaji solarnih panela na poljoprivredne nasade i tlo?

Solarni paneli sami po sebi ne ispuštaju štetne tvari niti zrače, stoga nemaju negativan utjecaj na poljoprivredne nasade ili tlo. Korištenje kvalitetnih materijala i pravilno održavanje osiguravaju da solarni paneli ostaju sigurni i bez štetnih emisija tijekom svog radnog vijeka.

10. Ne bi li bilo smislenije graditi solare na svim krovnim površinama, parkinzima ili drugim površinama?

Fotonaponski sustavi potpuno su smisleni na krovovima, kao i na drugim površinama, dokle god ne ulaze u koliziju s njima i ne ugrožavaju njihovu primarnu upotrebu. Agrosunčane elektrane koncept su dvostrukog korištenja poljoprivredne površine koji za svrhu ima proizvodnju hrane, proizvodnju energije te zaštitu nasada od nepovoljnih vremenskih neprilika, čime predstavljaju agrotehničku i ekonomsku mjeru.

11. Postoje li već agrosunčane elektrane u svijetu?

Riječ je o relativno novoj tehnologiji koja se primjenjuje i razvija u raznim regijama diljem svijeta. Novija istraživanja navode kako je njihova instalirana snaga u 2020. godini dosegla 2800 MW (od početnih 5 MW iz 2012. godine), što odgovara površini od otprilike 3000 hektara.

12. Kakve poljoprivrednici mogu imati koristi od agrosunčanih elektrana?

Agrosunčane elektrane pružaju poljoprivrednicima višestruke koristi, od čega se najvažnije očituju u tri ključna smjera:

- Zaštita nasada od nepovoljnih uvjeta: agrosunčane elektrane djeluju kao zaštita za usjeve te smanjuju štetu uzrokovana jakim vjetrom, tučom, obilnim kišama i drugim stresovima, čime se smanjuje gubitak usjeva i povećava ukupna produktivnost.

- Stvaranje dodatnog prihoda od proizvodnje energije: poljoprivrednici ne samo da mogu proizvoditi energiju za vlastite potrebe, već mogu prodati višak proizvedene energije u mrežu. Ovo im omogućuje dodatni izvor prihoda koji je relativno stabilan i predvidljiv, čime se smanjuje finansijski rizik povezan s varijacijama u prinosima usjeva.

- Najam prostora iznad trajnog nasada trećim stranama koje mogu investirati u agrosunčane elektrane: za poljoprivrednike koji ne žele ulagati u fotonaponske sustave, jedna od mogućnosti je i iznajmljivanje zemljišta tvrtkama koje se bave razvojem fotonaponskih elektrana. Ovo omogućuje dodatni izvor prihoda bez potrebe za ulaganjem u solarnu opremu.

13. Koje su prednosti partnerstva s tvrtkama koje se bave razvojem fotonaponskih elektrana?

U modelu partnerstva gdje se poljoprivrednik nastavlja baviti poljoprivredom, a tvrtka upravlja solarnim elektranama na istom zemljištu, koristi mogu biti sljedeće:

- Specijalizacija: poljoprivrednik se može nastaviti fokusirati na ono što najbolje zna - proizvodnju hrane, dok tvrtka preuzima odgovornost za energetski dio poslovanja, što obuhvaća sve sastavnice vezane uz postavljanje solarnih panela i proizvodnju energije - od pripreme projektne dokumentacije, preko provedbe instalacije do održavanja solarnih panela.
- Smanjenje rizika: poljoprivrednik ne mora ulagati vlastiti kapital niti se brinuti o tehničkim pitanjima vezanim uz solarne panele. Svaki rizik vezan uz proizvodnju energije i tržište energije preuzima tvrtka.
- Stalni prihodi: poljoprivrednik ostvaruje stabilan prihod od najma zemljišta tvrtki, što pridonosi finansijskoj stabilnosti poljoprivrednog gospodarstva, posebno tijekom razdoblja nižih prinosa ili otkupnih cijena.
- Doprinos održivosti: kroz ovakvu suradnju poljoprivrednik pridonosi proizvodnji obnovljive energije, što poboljšava imidž poljoprivrednog gospodarstva i donosi dodatne marketinške prednosti.
- Mogućnost razvoja: takva partnerstva pružaju priliku za rast i razvoj, omogućavajući poljoprivredniku da proširi svoje poslovanje ili diversificira svoje prihode.

Uz sve navedeno, takvo partnerstvo omogućava poljoprivredniku pristup najnovijim tehnologijama i inovacijama u drugoj industriji, što poboljšava cjelokupnu učinkovitost njegova poslovanja.

14. Može li se agrosunčana elektrana ukloniti nakon što je instalirana?

Da, agrosunčana elektrana može se potpuno ukloniti kako bi se zemljište vratilo u prvobitno stanje. Nakon životnog vijeka agrosunčane elektrane, koji obično iznosi oko 25-30 godina, poljoprivredno zemljište zadovoljava sve prepostavke za poljoprivrednu upotrebu i proizvodnju.

SolarPower Europe, kao vodeća organizacija u promociji razvoja sunčanih elektrana te povezivanja dionika u ovom području, izdao je smjernice za realizaciju agrosunčanih elektrana s primjerima najbolje europske prakse i brojnih pilot projekata. U smjernicama se obrađuju i teme vezane uz održive europske politike te se detaljno objašnjavaju prednosti i tehnička rješenja agrosunčanih elektrana kao i njihovi pozitivni utjecaji na okoliš i poljoprivrednu proizvodnju.

Smatrajući iskustva drugih zemalja u razvoju agrosunčanih elektrana iznimno korisnima za daljnji razvoj ovog sektora u Hrvatskoj, OIEH je odlučio ponuditi ove smjernice u hrvatskom izdanju.

Primjeri projekata agrosunčanih elektrana obuhvaćeni smjernicama realizirani su u razdoblju od 2015. do 2021. godine na području Njemačke i Francuske, ali i u drugim europskim zemljama. Uz uvjet sinergije poljoprivredne proizvodnje i proizvodnje električne energije, analizirane su koristi ostvarenih projekata za poljoprivrednu proizvodnju i okoliš te njihovi sociološki i ekonomski učinci. U pogledu najbolje prakse kod izbora odgovarajućih tehničkih rješenja, rada i održavanja agrosunčane opreme analizirani su postojeći i na tržištu raspoloživi primjeri, ali prikazane su i inovacije i novi trendovi agrotehničkih rješenja koji će se primijeniti na pilot projektima i čiji će se

učinak pouzdano znati tek za nekoliko godina. Osim korisnih informacija iz obuhvaćenih primjera dobre prakse i smjernica za agrosunčane elektrane, iz ove publikacije proizlazi zaključak kako se svakom novom projektu treba pristupiti individualno uvažavajući specifične agroekološke karakteristike prostora te njegovu buduću poljoprivrednu i energetsku namjenu.

Hrvatski poljoprivrednici prepoznali su dobrobiti agrosunčanih elektrana i iskazali interes za njihovu primjenu na svojim trajnim nasadima te površinama namijenjenima stočarstvu i ribnjačarstvu. Primjeri dobre prakse i iskustva europskih država koje su već realizirale agrosunčane elektrane zasigurno će biti vrlo korisni i poticajni i za hrvatske poljoprivrednike. Jednako tako, neki od navedenih pilot projekata prikazuju nove trendove i inovacije u području agrosunčanih elektrana koji mogu biti primjenjivi i u hrvatskim uvjetima poljoprivredne proizvodnje. Štoviše, u Hrvatskoj je već pokrenuto nekoliko projekata uvođenja agrosunčanih i akvasunčanih elektrana s ciljem povećanja poljoprivredne proizvodnje i konkurentnosti na globalnom tržištu.

Prepoznaјući važnost uklanjanja prepreka za snažniju poljoprivrednu i energetsku tranziciju te potrebu za sinergijom ovih dvaju sektora, OIEH i Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu potpisali su sporazum o suradnji. Temeljem zajedničkih znanstvenoistraživačkih i stručnih interesa, OIEH i Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu planiraju suradnju na različitim projektima kojima je cilj osnaživanje poljoprivrede kroz primjenu obnovljivih izvora energije.

Doprinos procesu razumijevanja agrosunčanih elektrana i mogućnosti njihove primjene u Hrvatskoj dat će i nova OIEH-ova Studija o potencijalu uporabe solarne energije u poljoprivrednom sektoru i sektoru slatkovidne akvakulture u Hrvatskoj. OIEH je za izradu ove studije okupio vrhunske stručnjake, a kao nastavak uspješne suradnje njenu izradu financirala je Europska banka za obnovu i razvoj (EBRD). Na projektu i u izradi studije pored OIEH-a sudjelovali su Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku te Institut za jadranske kulture i melioraciju krša iz Splita, uz pridružene stručnjake iz područja obnovljivih izvora energije.

Ove su smjernice namijenjene poljoprivrednicima, proizvođačima energije iz obnovljivih izvora, investitorima, vlasnicima zemljišta, državnim tijelima, lokalnim vlastima, udrugama, znanstveno-istraživačkim centrima, konzultantskim kućama, dobavljačima i, općenito, bilo kojoj strani zainteresiranoj za agrosunčane elektrane. Minimalni zahtjevi, najbolje prakse i preporuke predstavljene u smjernicama rezultat su iskustva članova organizacije SolarPower Europe i OIEH.



MAJA POKROVAC
Direktorica OIEH



Predgovor

Sektor agrosunčanih elektrana brzo se širi i ima nevjerljatan potencijal. Od objave prvih Smjernica najbolje prakse u području agrosunčanih elektrana organizacije SolarPower Europe, svijet su pogodile višestruke krize: od pandemije COVID-19 do ruske invazije na Ukrajinu, što je izazvalo i dosad neviđenu energetsku krizu. U međuvremenu, klimatska kriza i iz nje proizašli gubitak bioraznolikosti uzrokuju prehrambenu nesigurnost i neminovnu nestaćicu vode na globalnoj razini. Slijedom toga, europske institucije i države članice ubrzavaju implementaciju zelenih inicijativa; industrije, poput solarne, potiču prihvaćanje ciljeva Europskog zelenog plana u svim područjima gospodarstva, uključujući poljoprivrednu.

Kako bi se suočili s ovim problemima, donositelji politika igrat će ključnu ulogu u razvoju okvira koji pokreću prihvaćanje zaštite solarne energije čija proizvodnja osigurava dvojnu uporabu zemljišta. Agrosunčane elektrane predstavljaju jasno rješenje koje obuhvaća i jamči sljedeće: dekarbonizaciju; energetsku sigurnost; održivu dvojnu uporabu zemljišta; očuvanje prirode; zdravlje tla; i sigurnost opskrbe hranom. Agrosunčane elektrane nude cijelovito rješenje s višestrukim ekonomskim, društvenim i ekološkim prednostima. Učinkovito povezuju dva glavna sektora našeg društva i gospodarstva: poljoprivrednu i energetiku. Zemljište se koristi i za poljoprivredni proizvodnju i za fotonaponsku (PV) proizvodnju energije. S obzirom na posebnu osjetljivost poljoprivrede na klimatske promjene, solarne tehnologije mogu se jednostavno integrirati u solarna postrojenja pozitivna za prirodu, uključujući vrste projekata koji se odnose na dvojnu uporabu zemljišta, kao što su kopnene plutajuće fotonaponske elektrane i agrosunčane elektrane.

Ovaj vodič nastoji prepoznati rješenja za korištenje agrosunčanih elektrana pri dvojnoj uporabi zemljišta, planove dodatnih prihoda za poljoprivredni sektor i mogućnosti za zeleniji ruralni razvoj. Ta se rješenja provode kroz: održivu opremu, lokalnu proizvodnju energije, zaštitu radnika, valorizaciju otpada i obnovu degradiranih zemljišta koja zahtijevaju ljudsku intervenciju. Cilj je ovih Smjernica najbolje prakse osloniti se na prošla iskustva, ponuditi pregled postojećih poslovnih slučajeva, trendova, inovacija i primjera najbolje prakse za implementaciju, kako bi se savjetovalo lokalne i međunarodne aktere o tome kako uspješno implementirati tehnologije agrosunčanih elektrana.

Izvješće je namijenjeno solarno-energetskim i poljoprivrednim poduzećima, investitorima, vlasnicima zemljišta, ministarstvima, lokalnim vlastima, industrijskim udruženjima, znanstveno-istraživačkim centrima, konzultantskim kućama, dobavljačima i, općenito, svakome zainteresiranom za agrosunčane elektrane. Minimalni zahtjevi, najbolje prakse i preporuke predstavljene u smjernicama temelje se na iskustvu članova područja djelovanja za uporabu zemljišta i izdavanje dozvola organizacije SolarPower Europe. Zahvaljujemo svim dionicima koji su sudjelovali u ovoj inicijativi, a posebno našim partnerima iz poljoprivrednog sektora koji su dali svoj stručni doprinos.



EVA VANDEST
Voditeljica odjela za
odnose s javnošću,
Amarenc

Predsjednica
područja djelovanja

AMARENCO



WALBURGA
HEMETSBERGER
Generalna direktorka,
SolarPower Europe





Predsjednica područja djelovanja za uporabu zemljišta i izdavanje dozvola organizacije SolarPower Europe: Eva Vandest, Amarenco.

Potpredsjednici područja djelovanja za uporabu zemljišta i izdavanje dozvola organizacije SolarPower Europe: Penny Laurenson, Lightsource bp; Stephan Schindèle, BayWa r.e.

Koordinatorica područja djelovanja za uporabu zemljišta i izdavanje dozvola organizacije SolarPower Europe i voditeljica projekta: Lina Dubina, SolarPower Europe.

Suradnici: Miguel Herrero (PV Case), Mariana Yaneva (APSTE), Jiří Bím (Solární Asociace), Mathilde Chambost (Sun'Agri), Pierre-Antoine Chuste (Ombrea), Miriam Di Blasi (Enel), Mehmet Eren (Kalyon), Teresa Ojanguren Fernandez (Iberdrola), Dan Gerstenfeld (Interteam), Marin Guinard (Amarenco), Jana Kalmbach (Fraunhofer ISE), Kalina Koleva (Insolight), Colin Kulstad (BayWa r.e.), Jeanne Magnan-Vervoot (Amarenco), Simone Mazzole (3Bee), James McDonald (Engie), David Moser (Eurac), Till Pegels (Schletter Group), Thomas Reher (KU Leuven), Costanza Rizzo (Statkraft), Emilien Simonot (Lightsource bp), Noam Shvartz (Solaledge), Eric Tonner (Vattenfall), prof. Bram Van de Poel (KU Leuven), Alejandro Cardona Velez (Soltec).

Zahvale: SolarPower Europe želi izraziti posebnu zahvalnost svim članovima i dionicima iz poljoprivrednog sektora koji su svojim znanjem i iskustvom doprinijeli ovom izvješću. Ono ne bi bilo moguće bez njihove stalne podrške.

Uredništvo: Bethan Meban, SolarPower Europe, Lily Murdoch, SolarPower Europe, Térèse O'Donoghue, SolarPower Europe.

Kontakt: info@solarpowereurope.org

Molimo citirati kao: SolarPower Europe (2023.): *Agrosunčane elektrane – Smjernice najbolje prakse, verzija 2.0.*

Objavljeno: lipanj 2023.

ISBN: 9789464669053.

Dizajn: Onehemisphere AB, Švedska. contact@onehemisphere.se

Izjava o odricanju od odgovornosti: Ovo je izvješće pripremila organizacija SolarPower Europe. Korisnicima se daje samo u svrhu općeg informiranja. Ništa u njemu ne treba tumačiti kao ponudu ili preporuku bilo kojeg proizvoda, usluge ili financijskog proizvoda. Ovo izvješće ne predstavlja tehnički, investicijski, pravni, porezni ili bilo koji drugi savjet. Korisnici se trebaju, po potrebi, savjetovati sa svojim tehničkim, financijskim, pravnim, poreznim ili drugim savjetnicima. Ovo se izvješće temelji na izvorima za koje se vjeruje da su točni. Međutim, SolarPower Europe ne jamči za točnost ili potpunost bilo koje informacije sadržane u ovom izvješću. SolarPower Europe ne preuzima nikakvu obvezu ažuriranja bilo koje ovdje sadržane informacije. SolarPower Europe neće se smatrati odgovornim ni za kakvu izravnu ili neizravnu štetu nastalu korištenjem pruženih informacija i neće pružiti nikakvu odštetu.

SolarPower Europe zahvaljuje članovima područja djelovanja za uporabu zemljišta i izdavanje dozvola koji su doprinijeli ovom izvješću, uključujući:



Sponzorski članovi organizacije SolarPower Europe:



Sadržaj

| | |
|--|-----------|
| Predgovor hrvatskom izdanju | 3 |
| Predgovor | 8 |
| Sadržaj | 11 |
| Kratice | 13 |
| 1 Uvod | 14 |
| Cilj i opseg izvješća | 17 |
| 2 Održivost | 18 |
| Definicija | 18 |
| Održive politike EU-a | 20 |
| Sustav referentnih vrijednosti s tri zvjezdice za agrosunčane projekte razvoja sustava | 26 |
| 3 Najbolji postojeći poslovni slučajevi | 29 |
| Studija slučaja 1: poljoprivredno-fotonaponski sustav za praćenje u Bavarskoj, Njemačka (Schletter); kultura: žitarice i redoviti plodored za standardno poljoprivredno zemljište | 29 |
| Studija slučaja 2: fotonaponski staklenici jagoda u Eyrarguesu, Bouches Du Rhone, Francuska (Amarenco); kultura: jagode | 30 |
| Studija slučaja 3: zimsko povrće uzgojeno u fotonaponskim staklenicima u Toulougesu, Pyrénées-Orientales - Francuska (Amarenco); kultura: zimsko povrće; celer, komorač, zelena salata sukrin, mini blitva | 31 |
| Studija slučaja 4: uvođenje poljoprivrede u postojeće solarne elektrane diljem Europe (Enel Green Power); kultura: razne kulture | 32 |
| Studija slučaja 5: Eksperimentalno postrojenje - vinova loza, u Riansu, Francuska (Ombrea); kultura: vinova loza | 33 |
| Studija slučaja 6: Eksperimentalno postrojenje - božuri, u Hyeresu Francuska (Ombrea); kultura: božuri | 34 |
| Studija slučaja 7: Voćnjak Bellegard u Occitaniji, Francuska (Akuo); kultura: marelice | 35 |
| 4 Primjeri najbolje prakse: inženjering, nabava i građevinarstvo te upravljanje i održavanje | 36 |
| Inženjering, nabava i građevinarstvo poljoprivredno-fotonaponskih sustava | 36 |
| Upravljanje i održavanje poljoprivredno-fotonaponskih sustava | 40 |
| 5 Trendovi i inovacije | 43 |
| Poljoprivredno-fotonaponski projekti financirani u okviru programa Obzor Europa | 43 |
| Pregled novih pilot i demonstracijskih projekata | 46 |
| Studija slučaja 8: dinamično poljoprivredno-fotonaponsko rješenje u Contheyu, Švicarska (Insolight); kultura: jagode i maline | 47 |
| Studija slučaja 9: pilot projekti koji uključuju nadzemne poljoprivredno-fotonaponske modele u Nizozemskoj, Njemačkoj i Austriji (BayWa r.e.); kultura: koštuničasto i jabučasto voće | 48 |

| | |
|---|----|
| Studija slučaja 10: eksperimentalni pilot projekt agrošumarstva i poljoprivredno-fotonaponske tehnologije u Češkoj Republici; kultura: brzorastuće drveće | 49 |
| Studija slučaja 11: staklenik za stabla od 100 kWp - reprodukcija nadstrešnice s poluprozirnim modulima i postupnim zasjenjivanjem, u Aillasu, Gironde, jugozapad Francuske (Amarenco); kultura: tropsko drveće | 50 |
| Studija slučaja 12: poljoprivredno-fotonaponsko postrojenje Lovenjoel / transfarm (KU leuven); kultura: pšenica i ostalo poljsko povrće | 51 |
| Studija slučaja 13: Hyperfarm poljoprivredno-fotonaponsko demonstracijsko postrojenje u Strasskirchenu, Bavarska (Fraunhofer ISE); kultura: krumpir, pšenica, ječam, kupus | 52 |
| Studija slučaja 14: dinamičko poljoprivredno-fotonaponsko postrojenje za uzgoj voća u Auvergne-Rhône-Alpesu, Francuska (Sun'Agri & Sefra) | 53 |
| Studija slučaja 15: vertikalno bifacialno poljoprivredno-fotonaponsko rješenje u regiji Auvergne, Francuska (Engie); kultura: razni usjevi u kombinaciji sa stočarstvom | 54 |
| Studija slučaja 16: projekt Symbizon: ekološka poljoprivredna proizvodnja u horizontalnim pojasevima u kombinaciji s bifacialnim fotonaponskim modulima: Almere, Nizozemska (Vattenfall) | 55 |
| Studija slučaja 17: Winesolar i program Convive, Toledo, Španjolska (Iberdrola); kultura: vinova loza | 56 |
| Studija slučaja 18: inovativni poljoprivredno-fotonaponski sustav praćenja; „Sharing the Sun“ (Soltec) | 58 |
| Agrotehnološka inovacija | 59 |
| Primjer iz prakse: Pametni senzori za opršivače (3Bee) | 61 |
| Primjer iz prakse: Atmocooling - povećanje učinkovitosti poljoprivredno-naponskih elektrana | 62 |
| Primjer iz prakse: Alicante, Španjolska | 63 |
| Primjer iz prakse: Animob mafra | 64 |

Kratice

| | |
|------|--|
| ZPP | Zajednička poljoprivredna politika |
| DC | Istosmjerna struja |
| EPC | Inženjering, nabava, gradnja |
| EU | Europska unija |
| GHG | Staklenički plin |
| GWp | Gigavat vršni |
| IPCC | Međuvladin panel o klimatskim promjenama |
| LCA | Procjena životnog ciklusa |
| JRC | Zajednički istraživački centar |
| LCOE | Nivelirani trošak energije |
| MWp | Megavat vršni |
| O&M | Upravljanje i održavanje |
| UUA | Iskorištena poljoprivredna površina |
| SAC | Koncept održive poljoprivrede |

1

Uvod



Danas se svijet suočava s krizom bez presedana – globalnim zagrijavanjem uzrokovanim ljudskim djelovanjem, koje ubrzano utječe na klimu na Zemlji. U ožujku 2023. na Međuvladinom panelu o klimatskim promjenama (IPCC) objavljen je završni dio 6. Izvješća o procjeni; zaključeno je da emisije stakleničkih plinova uslijed ljudskih aktivnosti zagrijavaju klimu alarmantnom brzinom: globalna površinska temperatura porasla je za $1,1^{\circ}\text{C}$ u usporedbi s predindustrijskim razdobljem. Prema svim scenarijima emisija, IPCC procjenjuje da će globalno zatopljenje doseći $1,5^{\circ}\text{C}$ do ranih 2030-ih godina.

Nedavno Izvješće IPCC-a također naglašava da porast globalne temperature utječe na sve regije svijeta, od porasta razine mora ili ekstremnih vremenskih pojava do nestajanja ledenih kapa. U zaključku se skreće pozornost na negativne utjecaje na okoliš, društvo i gospodarstvo. Prema Izvješću, „oko polovice svjetske populacije trenutno se bori s ozbiljnom nestašicom vode najmanje jedan mjesec godišnje. Klimatske promjene također su usporile unapređenje poljoprivredne produktivnosti na srednjim i niskim geografskim širinama...”¹

Dalekosežne i ekstremne klimatske promjene nedavno su pogodile i Europu. U 2022. Europa se suočila s najtoplijom godinom u povijesti koja je rezultirala teškim sušama, niskom količinom oborina i riječnim tokovima nižim od prosjeka. Prema podacima Copernicusa, europski se kontinent zagrijavao brže od bilo kojeg drugog kontinenta proteklih desetljeća.² Slično tome, prethodna zima, koja je zabilježena kao neuobičajeno suha i topla, već utječe na prirodni ciklus vode u južnoj i zapadnoj Europi. Učinci suše već su vidljivi u Francuskoj, Španjolskoj i Italiji, što izaziva značajnu zabrinutost po pitanju dostupnosti vodnih zaliha i utjecaja koje to ima na poljoprivredu.³ U međuvremenu, brz rast globalnog broja stanovnika dovodi do povećanja

globalne potražnje za vodom, energijom i proizvodnjom hrane, što utječe na dostupnost ovih dobara. Prema predviđanjima Ujedinjenih naroda, očekuje se da će globalna populacija 2030. godine dosegnuti 8,6 milijardi, a 2050. godine 9,8 milijardi.⁴ Kako bi se zadovoljila globalna potražnja u zemljama u razvoju, poljoprivredna proizvodnja morat će se udvostručiti.⁵ Paralelno će se drastično povećati globalna potrošnja energije u različitim sektorima, uključujući i poljoprivredni sektor. Otrprilike 3% svjetske ukupne konačne potrošnje energije dolazi iz sektora poljoprivrede i šumarstva, gdje se oko 73,3% ukupne potrošnje energije koristi za grijanje.⁶ U Europi smo vidjeli porast potrošnje energije od 1% u sektorima poljoprivrede i šumarstva, što je činilo 3% ukupne energije potrošene u Europi 2020. godine⁷.

Prošle su se godine cijene energije u Europi i šire naglo povećale, dosegnuvši rekordnu razinu od 2008. godine. Prema procjeni Međunarodne agencije za energiju, 90% povećanja cijena energije uzrokovano je visokim cijenama fosilnih goriva u 2022. godini^{8,9}. To je utjecalo na sve sektore koji troše energiju, uključujući i poljoprivredu. Visoke cijene energije i energetska intenzivnost sektora mogu ozbiljno utjecati na ekonomsku stabilnost poljoprivrednih gospodarstava. Samo u Europi, visoke cijene energije utjecale su na poljoprivrednike i ruralna područja diljem cijelog EU-a. Glavni utjecaj u poljoprivrednom sektoru povezan je s pristupom vodi i korištenjem energije za proces navodnjavanja.¹⁰ Dobro osmišljene i učinkovite tehnike navodnjavanja zahtijevaju veću potrošnju energije, dok povećanje cijena energije može

1 Izvor.

2 Izvor.

3 Izvor.

4 Izvor.

5 Izvor.

6 Izvor.

7 Izvor.

8 Izvor.

9 Izvor.

10 „Navodnjavanje je kontrolirana isporuka vode za poljoprivredu putem umjetnih sustava kako bi se zadovoljile potrebe za vodom za rast i razvoj usjeva koje nisu zadovoljene oborinama“ ([izvor](#)).

utjecati na održivost takvih sustava navodnjavanja.¹¹

Kao odgovor na ovu krizu i kako bi se rizik izazvan porastom globalne temperature sveo na najmanju moguću mjeru, Europska komisija je 2019. godine usvojila svoj paket Europskog zelenog plana koji je u skladu s ciljem od 1,5°C iz Pariškog sporazuma. Ovaj paket predstavio je plan da Europa do 2050. godine postane klimatski neutralan kontinent. Jedan od ciljeva Europskog zelenog plana je cilj za 2030. godinu, postavljen u paketu „Spremni za 55%“. Revidiranim paketom predlaže se usmjerenost na smanjenje emisija stakleničkih plinova (GHG) u EU-u i uvođenje energije iz obnovljivih izvora. Cilj je smanjiti emisije stakleničkih plinova za 55% i povećati udio obnovljivih izvora energije u konačnoj proizvodnji energije na 45% do 2030. godine (obvezujući cilj od 42,5% + indikativni cilj od 2,5%). U ožujku 2023. EU je privremeno donio strože zakone za ubrzanje uvođenja obnovljivih izvora energije, podižući obvezujući cilj EU-a za energiju iz obnovljivih izvora na 42,5% do 2030., s ambicijom da se dosegne 45%.

Uz klimatsku krizu, trenutno proživljavamo najgoru svjetsku energetsku krizu u posljednjih 50 godina. Kao rezultat ruske invazije na Ukrajinu, Europska komisija razvila je plan REPowerEU. U okviru strategije plana REPowerEU, Komisija je predstavila plan za uštedu i diversifikaciju opskrbe energijom, proizvodnju čiste energije i okončanje europske ovisnosti o ruskim fosilnim gorivima.

Paket REPowerEU uključuje prvu dosad Strategiju EU-a za solarnu energiju, povećavajući solarne ciljeve u Europi za 43% i otkrivajući nekoliko koraka za ubrzavanje uvođenja solarnih sustava. Dosad nevidena Strategija EU-a za solarnu energiju pruža odgovarajući okvir za ubrzanje uvođenja solarne fotonaponske energije u Europi i postavlja cilj EU-a od 400 GWdc do 2025., i 750 GWdc solarne energije do 2030. godine. Temeljem scenarija razvoja proizvodnje energije, Europa može premašiti svoje postavljene ambicije i doseći prekretnicu u pogledu razine TW-a do kraja desetljeća, s pet puta više od danas instaliranog kapaciteta. Zbog toga solarni sektor predstavlja središnju europsku energetsku tranziciju. Ambiciozni ciljevi Europe zahtijevat će mobilizaciju svih postojećih površina prikladnih za fotonaponske sustave i razvoj novih prostornih planova prikladnih za solarne elektrane. Povećanje primjene agrosunčanih rješenja prilika je za ubrzavanje postizanja klimatskih ciljeva EU-a, dok će poljoprivredu učiniti otpornijom na klimatske izazove.

Dok energetska i klimatska kriza opterećuju poljoprivredni sektor, neizbjježno se pojavljuju i

dodatni rizici. Na globalnoj se razini poljoprivredna zemljišta gube zbog prenamjene u druge svrhe ili postaju manje produktivna kao rezultat klimatskih promjena.¹² Prema procjeni Zajedničkog istraživačkog centra (JRC), u Europi je oko 11% poljoprivrednog zemljišta pod visokim rizikom od napuštanja, a najveći udio čine oranice.¹³

Paralelno, globalna nesigurnost u opskrbi hranom povećala se od 2016.¹⁴ Porast cijena prehrabrenih proizvoda i pandemija COVID-19 utjecali su na globalno tržište hrane i smanjili njenu dostupnost na globalnoj razini. Globalne cijene hrane porasle su za više od 60% u ožujku 2022. u usporedbi s prethodnom godinom.¹⁵ Nesigurnost u opskrbi hranom udvostručila se 2023. u usporedbi s 2020. godinom, a prema podacima Svjetske organizacije za hranu gotovo 345 milijuna ljudi u riziku je od nedovoljnog pristupa hrani.¹⁶ Ruska invazija na Ukrajinu imala je značajan utjecaj na globalno tržište hrane jer je Ukrajina doživjela veliki pad izvoza, što je uzrokovalo daljnji rast cijena hrane.

Visoke cijene hrane mogu utjecati na pristupačnost proizvoda i ugroziti skupine s niskim primanjima i ranjive skupine na globalnoj razini. Budući da je prosječni prihod poljoprivrednog gospodarstva u Europi i dalje ispod prosjeka, nestabilnost cijena hrane stvara dodatne rizike za poljoprivrednike u Europi i šire. Prihodi poljoprivrednih kućanstava malo su porasli u posljednjem desetljeću, no još su uvjek niži u usporedbi s drugim zanimanjima.¹⁷

Populacija koja se bavi poljoprivredom smanjuje se diljem EU-a unatoč potpori EU-a i država članica. U 2020. godini u EU-u je bilo 9,1 milijun poljoprivrednih gospodarstava, što je prema podacima Europske komisije 37% manje nego 2005. godine.¹⁸

U Europi poljoprivredna zemljišta čine otprilike 50% kopnene površine EU-a, od čega poljoprivredna površina zauzima 39%, što uključuje oranice, pašnjake i mješovita poljoprivredna gospodarstva.^{19,20} Zdravlje tla neizbjježno je povezano s poljoprivrednom praksom u EU-u. Trenutačno postoji niz čimbenika koji ugrožavaju zdravlje tla. Na primjer, urbanizacija tla, erozija tla, degradacija tla, desertifikacija i smanjenje organske tvari kao i gubitak bioraznolikosti uobičajeni su čimbenici koji utječu na cjelokupno zdravlje tla i ekosustava u Europi.

11 Izvor.

12 Članak.

13 Izvor.

14 Izvor.

15 Izvor.

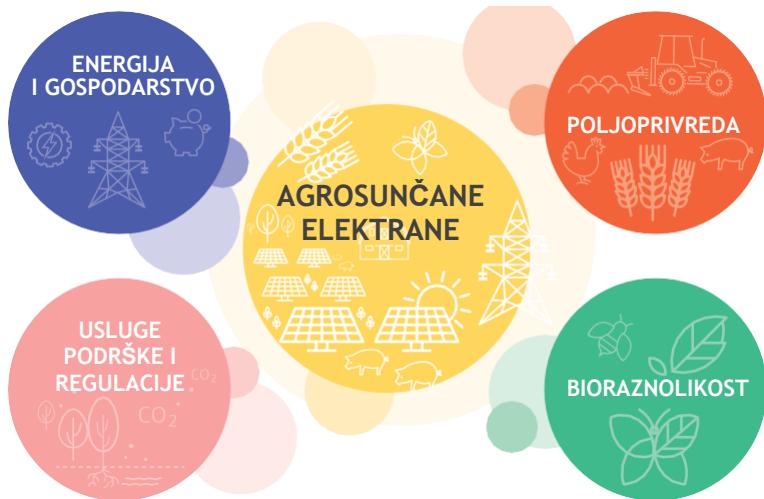
16 Izvor.

17 Izvor.

18 Izvor.

19 Izvor.

20 Izvor.



SLIKA 1. KORISTI OD AGROSUNČANIH ELEKTRANA

Velika područja Europe suočavaju se s ubrzanom degradacijom tla izazvanom različitim aktivnostima uporabe zemljišta. Procjenjuje se da je 60-70% tla u Europi degradirano, dok se oko 1 milijarda tona tla godišnje ispere erozijom. To uzrokuje gubitak od oko 1,25 milijardi eura godišnje u poljoprivrednoj proizvodnji.²¹ Borba protiv degradacije tla može ublažiti emisije stakleničkih plinova, podržati zdrave ekosustave i osigurati pristup hrani za rastuću populaciju. Tlo također igra ključnu ulogu u skladištenju ugljika. Međutim, degradacija tla dovodi do gubitka organske tvari u tlu i negativno utječe na sposobnost tla da skladišti ugljik. Posljedično, ključno je osigurati praksu održivog upravljanja zemljištem jer će to pomoći u očuvanju ekosustava tla, jamčiti sigurnost opskrbe hranom i osigurati mjere prilagodbe klimi.²²

Nedostatak zemljišta i širenje različitih sektora vrše pritisak na zemljišne resurse i konkurenčiju za površinu. Osim toga, dodatni pritisak na dostupnost zemljišta proizlazi iz porasta svjetske proizvodnje hrane, što je opet izazvano rastućom populacijom na globalnoj razini. Povrh toga, aktivnosti izazvane ljudskim djelovanjem i klimatske promjene predstavljaju veliki rizik za prirodni svijet. Prema Međuvladinoj platformi o bioraznolikosti i uslugama ekosustava (IPBES), smatra se da najmanje milijunu životinjskih i biljnih vrsta prijeti izumiranje. Kreatori europskih politika sada također daju prioritet politikama zaštite

okoliša i bioraznolikosti. Sa [Strategijom EU-a za bioraznolikost do 2030.](#), cilj je obnoviti bioraznolikost do 2030. radi dobrobiti ljudi, klime i planeta. Zdravi ekosustavi temelj su ljudskog blagostanja jer mogu osigurati hranu, svježu i čistu vodu te gorivo.²³ Više od 90% naše hrane dolazi iz kopnenih ekosustava, koji ljudima pružaju i druge usluge.²⁴

Razvoj energije iz obnovljivih izvora, posebice solarne, s jedne strane, i održavanje uporabe poljoprivrednog zemljišta s druge strane mogli bi se činiti nepomirljivima, dovodeći do kolizije u korištenju iste površine. Međutim, postoji rješenje koje omogućuje održavanje i unapređenje poljoprivredne proizvodnje uz proizvodnju fotonaponske energije: agrosunčane elektrane²⁵ (definirane u 2. poglavljju: *Održivost*).

U prošlosti su agrosunčane elektrane postale privlačne širom svijeta zbog svoje multifunkcionalnosti i mogućnosti kombinirane

21 Izvor.

22 Izvor.

23 Izvor.

24 Izvor.

25 U ovom se izveštuju agrosunčane elektrane koristi kao opći pojam koji se odnosi na tržišni sektor, gdje se održiva poljoprivredna praksa kombinira s proizvodnjom energije. Termin agrosunčane elektrane koristi se za definiranje koncepta uporabe zemljišta koji omogućuje proizvodnju obnovljive energije, poljoprivredu i očuvanje prirode na istom mjestu. U ovom izveštu naglasak je stavljen na najbolje prakse vezane uz agrosunčane elektrane, uključujući ali ne ograničavajući se na socio-ekonomske koristi i koristi za okoliš, kao i najbolje prakse u inženjeringu, nabavi i izgradnji te upravljanju i održavanju.

proizvodnje energije uz dobivanje višestrukih usluga ekosustava. Ovakva primjena donosi niz prednosti, uključujući učinkovitost ili produktivnost poljoprivredne površine, dok maksimizira sinergiju između energije, hrane i sigurnosti okoliša (vidjeti sliku 1.).

Fotonaponski paneli pružaju ublažavajući efekt kod poljoprivredne proizvodnje u uvjetima ekstremnih klimatskih prilika te s pravilno osmišljenim dizajnom mogu osigurati povoljne mikroklimatske uvjete. Brojna istraživanja pokazala su da zasjenjivanje fotonaponskim panelima pruža višestruke sinergijske koristi, uključujući smanjenje stresa biljaka uzrokovanih sušom, povećanu proizvodnju hrane i biomase te smanjeni toplinski stres ili zaštitu biljaka od teških vremenskih nepogoda. U konačnici, sinergije poljoprivrednog i fotonaponskog sektora ukazuju na mnogobrojne koristi fotonaponskih instalacija koje ne štete poljoprivrednim aktivnostima.

Teoretski potencijal agrosunčanih rješenja je visok: zemljište pod poljoprivrednom proizvodnjom čini gotovo jednu trećinu europskog teritorija (32%), pri čemu se 28,2% koristi kao obradivo zemljište, a 3,8% za trajne nasade.²⁶ Prema procjenama, solarna fotonaponska proizvodnja mogla bi udovoljiti globalnoj potražnji za energijom ako bi se manje od 1% obradivih površina pretvorilo u agrosunčane sustave.²⁷

U nedavno objavljenoj studiji koju je proveo Zajednički istraživački centar, instalirani kapacitet agrosunčanih elektrana na obradivom zemljištu i trajnim travnjacima i livadama u EU-u može doseći razinu teravata. Konkretno, procjenjuje se da bi agrosunčane elektrane instalirane na 10% trenutno iskorištene poljoprivredne površine (UAA) EU-a mogle doseći instalirani kapacitet između 3,2 TW i 14,2 TW. Pokrivanje samo 5% iskorištene poljoprivredne površine EU-a dovelo bi do ukupnog instaliranog kapaciteta od 1,5 TW do 7 TW.²⁸ Takvi podaci naglašavaju potencijal agrosunčanih elektrana kao rješenja za doprinos ciljevima dekarbonizacije i osiguranja korištenja energije iz obnovljivih izvora.

Osim prednosti za okoliš, agrosunčane elektrane nude višedimenzionalne mogućnosti olakšavajući održivi razvoj u poljoprivrednim područjima. Agrosunčane elektrane mogu biti korisne za ruralna gospodarstva stvaranjem radnih mesta, prihoda zajednice i poreznih prihoda, te pružanjem različitih izvora prihoda poljoprivrednicima i vlasnicima zemljišta. Agrosunčane elektrane mogu imati ključnu ulogu, posebno u ruralnim predjelima s čestom sušom i suhim krajolicima kojima su prijeko potrebne održive prakse poljoprivrede i proizvodnje energije. Stvaranje novih radnih mesta i poboljšanje gospodarskog prosperiteta

u ruralnim područjima može zauzvrat smanjiti migraciju iz ruralnih u urbana područja ili takozvanu ruralnu depopulaciju.²⁹ U Europi se ruralno stanovništvo smanjivalo u prosjeku za 0,1% godišnje, dok su ruralna područja činila 45% površine EU-a 2021.³⁰ Agrosunčane elektrane mogu ojačati socio-ekonomsku sliku ruralnih područja, što je temelj za održivu i prosperitetnu budućnost.

Cilj i opseg izvješća

Pristup dvojne uporabe zemljišta odgovara potrebama proizvodnje energije iz obnovljivih izvora, istodobno povećavajući vrijednost poljoprivredne proizvodnje. Točnije, olakšava mjeru prilagodbe klimi i povećava otpornost poljoprivrednog sektora na negativne klimatske utjecaje, pružajući optimalnu zaštitu usjeva u ekstremnim vremenskim uvjetima. Ostale koristi uključuju povećanje proizvodne učinkovitosti zemljišta, povećanje učinkovitosti korištenja vode i drugih prirodnih resursa, poboljšane prinose usjeva, zdravlje tla i poboljšanje bioraznolikosti. Usporedno s time, agrosunčane elektrane mogu potaknuti lokalno gospodarstvo i podržati ruralni razvoj. Kako bi se maksimizirale te koristi, potrebno je pridržavati se koncepta održive poljoprivrede (SAC). Kako bi se osigurala visoka kvaliteta agrosunčanih projekata, važno je na odgovarajući način planirati i osmislići projekte kako u ranoj fazi, tako i tijekom faze razvoja i operativne faze projekata. Cilj ovog izvješća stoga je osvrnuti se na postojeće Smjernice najbolje prakse za agrosunčane elektrane i pružiti aktualne informacije o:

- konceptu održive poljoprivrede i sustavu referentnih vrijednosti s tri zvjezdice; novosti uključuju dodatne kriterije koncepta održive poljoprivrede;
- postojećim projektima agrosunčanih elektrana u EU-u; to uključuje podatke o prinosu usjeva, učinkovitosti korištenja vode i tla, poboljšanju bioraznolikosti i socio-ekonomskim koristima;
- agrosunčanim inovacijama, što uključuje pregled novih pilot i demonstracijskih projekata, novih istraživačkih projekata i inovacijskih trendova u sektoru;
- primjerima najbolje prakse u inženjeringu, nabavi i gradnji te upravljanju i održavanju.

Ovaj dokument pruža smjernice za implementaciju održivih agrosunčanih praksi za dionike solarne industrije; isto tako je namijenjen širim skupinama dionika te služi kao informativni alat za sektor agrosunčanih elektrana.

²⁶ Izvor.

²⁷ Izvor.

²⁸ Izvor.

²⁹ Smanjenje broja stanovnika u ruralnim područjima zbog iseljavanja (izvor).

³⁰ Izvor.

2

Održivost



© ECOWind/David Griessler/Haidegg

Definicija

U ovom se izješću izraz agrosunčane elektrane koristi kao opći pojam koji se odnosi na tržišni sektor gdje se održive poljoprivredne prakse kombiniraju s fotonaponskim instalacijama. Cilj održivih poljoprivrednih praksi je poboljšati koristi za okoliš te društveno-ekonomske koristi u odnosu na poljoprivredno gospodarstvo i njegovo područje. Dekarbonizacija opskrbe energijom na poljoprivrednom gospodarstvu dobra je polazna točka uz koju se mogu usvojiti druge prakse za jačanje pozitivnih učinaka poput agroekologije ili angažmana lokalne zajednice. Opseg korištenja sunčanih elektrana uključuje, ali nije ograničen na, postavljanje solarnih ploča na krovove poljoprivrednih gospodarskih objekata ili korištenje električne energije iz solarnih izvora za uporabu poljoprivrednih strojeva.

Drugi primjeri sunčanih elektrana u poljoprivredi, a koji se ne nazivaju agrosunčanima su:

- Integracija solarnih panela u sustave navodnjavanja: neki sustavi koriste plutajuće solarne panele ili panele postavljene na konstrukcije za proizvodnju energije dok usjeve opskrbljuju vodom. Ovo rješenje omogućuje učinkovitije korištenje vode kombinacijom navodnjavanja i proizvodnje energije iz solarnih izvora.

- Poljoprivredni gospodarski objekti sa solarnim krovovima: poljoprivredni gospodarski objekti često se koriste za skladištenje opreme, držanje stoke ili zaštitu usjeva. Postavljanjem solarnih panela na krov ovih objekata moguće je proizvoditi energiju bez gubitka poljoprivrednog zemljišta. Solarni paneli mogu se montirati na fiksne nosače ili biti dizajnirani tako da prate kretanje sunca.

Agrosunčane elektrane definiraju se kao koncept korištenja zemljišta koji fotonaponske jedinice i proizvodnju energije smješta na istu površinu na kojoj se obavlja poljoprivredna djelatnost i očuvanje prirode koji ovise o sunčevoj svjetlosti.

Agrosunčane elektrane nude širok raspon primjene, prilagodljiv svakoj proizvodnji, lokaciji i lokalnim uvjetima (vidjeti sliku 2.). Neke od najčešćih primjena navedene su u tablici 1. na sljedećoj stranici.

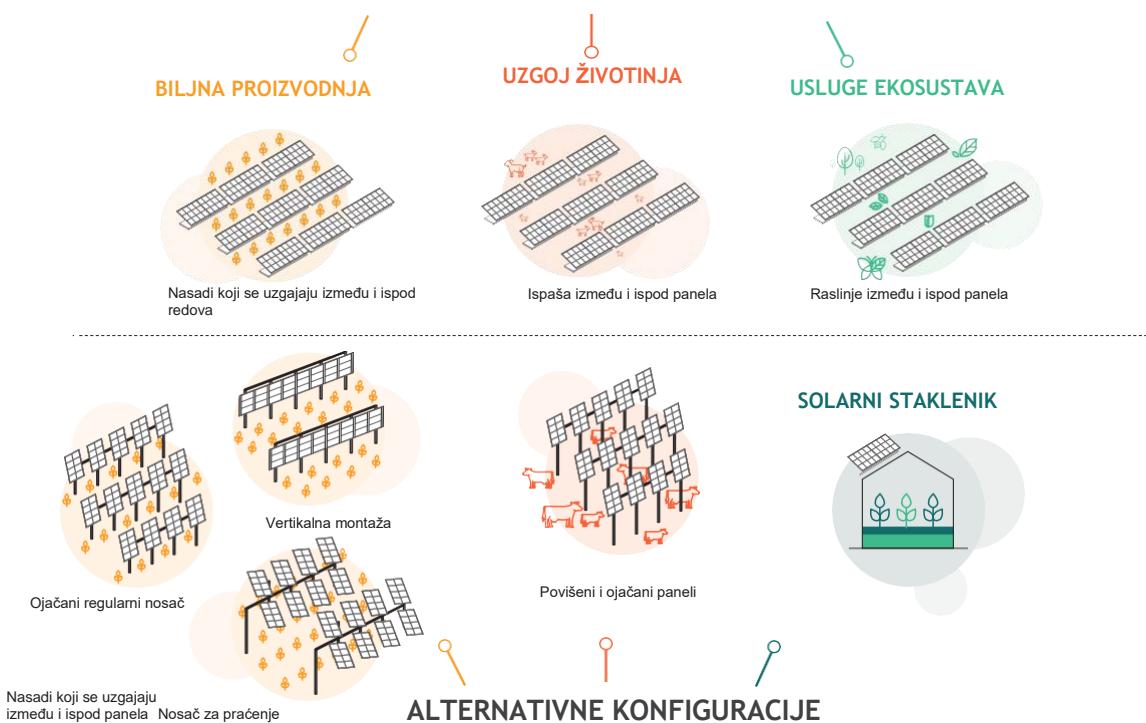
Agrosunčane instalacije trebale bi jamčiti barem očuvanje poljoprivredne aktivnosti, a po mogućnosti i njeno poboljšanje. Pristup provedbe fotonaponskih rješenja na poljoprivrednom zemljištu u skladu s poljoprivrednom proizvodnjom i očuvanjem prirode treba biti u središtu razvoja agrosunčanih elektrana.

TABLICA 1. PRIMJERI UOBIČAJENE PRIMJENE AGROSUNČANIH ELEKTRANA

| | |
|---|--|
| Kombinacija nasada i fotonaponske elektrane | Jedno rješenje sastoji se od uzgoja mješovitih kultura ili korištenja zemljišta između redova za ispašu životinja, u nekim slučajevima i ispod solarnih panela. Preferirane vrste usjeva su lisnato povrće. Ova rješenja omogućuju optimalno korištenje zemljišta i povećanje njegove produktivnosti. |
| Povišeni sustavi solarnih panela, sa ili bez dinamičkih sustava | Solarni paneli postavljaju se na povišene strukture iznad usjeva ili životinja. Nasadima se tako omogućuje normalan rast ispod panela kao i korist od djelomičnog zasjenjenja koje pružaju paneli. Solarni paneli pružaju koristi usjevima i životinjama kroz prilagodbu klimatskim promjenama, zaštitu od nepovoljnih vremenskih uvjeta, agronomске koristi i/ili unapređenje dobrobiti životinja. |
| Solarni staklenik | Sustavi koji su opremljeni solarnim panelima za istovremenu proizvodnju poljoprivrednih proizvoda i energije. Solarne ploče zasjenjuju nasade i štite od nepovoljnih vremenskih uvjeta. |
| Peradarnici sa zaštitnim solarnim strukturama | Farme peradi često zahtijevaju natkrivene strukture za zaštitu peradi od nepovoljnih vremenskih uvjeta i predatora. U tom kontekstu, zaštitne solarne strukture koriste se kao krov za peradarnike i pružaju zaklon peradi dok istovremeno proizvode električnu energiju. Zaštita se može projektirati tako da omogući optimalno prodiranje prirodnog svjetla kako bi se osigurala dobrobit životinja. |

SLIKA 2. RAZLIČITE PRIMJENE AGROSUNČANIH ELEKTRANA

UOBIČAJENE KONFIGURACIJE VELIKIH SUSTAVA



IZVOR: Cleantechica

2 Održivost / nastavak

Održive politike EU-a

Europska zajednička poljoprivredna politika (ZPP)

Cilj ZPP-a je stvoriti suradnju između poljoprivrednog sektora, uključujući europske poljoprivrednike, i šireg društva EU-a. Glavni cilj ZPP-a je podržati poljoprivrednike, osigurati kontinuirani razvoj poljoprivrednog i ruralnog sektora, uz istovremeno rješavanje pitanja klimatskih promjena i jamčenje održivog upravljanja prirodnim resursima. Nova reforma ZPP-a službeno je usvojena u prosincu 2021., a stupila je na snagu u siječnju 2023. godine. Revidirani ZPP 2023.-2027. temelji se na konceptima zelenijih, pravednijih i održivijih poljoprivrednih praksi. Nova strategija ZPP-a postavlja 10 specifičnih ciljeva (slika 3.). Konkretno, ZPP je usredotočen na zelenije i održivije poljoprivredne aktivnosti, uključujući, ali ne ograničavajući se na ciljeve usmjerene na ekosheme, ruralni razvoj, klimu i bioraznolikost te veće zelene ambicije. Ekosheme će uključivati izdvajanje od najmanje 25% proračuna za izravna plaćanja za potporu poljoprivrednim praksama prihvatljivim za klimu i okoliš kao što su organska poljoprivreda, agroekologija, sekvestracija ugljika u poljoprivredi, itd. Nadalje, 40% proračuna ZPP-a morat će se iskoristiti za klimatske ciljeve, a 10% dodijeliti za podršku ciljevima u području bioraznolikosti.³¹

Deset ciljeva ZPP-a temelj su strateških planova u okviru ZPP-a EU-a – razvijenih na nacionalnoj razini.

Ti su planovi prilagođeni potrebama i ciljevima svake države članice, ali su istodobno usmjereni na ciljeve na razini cijelog EU-a. ZPP 2023.-2027. povezan je s drugim strategijama EU-a, a posebice s postizanjem ciljeva strategije „od polja do stola“ i strategije za bioraznolikost.³² Kao dio strategija ZPP-a uključeni su doprinosi ublažavanju klimatskih promjena i uvođenju održive energije. Osim toga, uključeni su nacionalni ciljevi država članica za energiju iz obnovljivih izvora za 2023.-2027. Pregled kombiniranih ciljeva kapaciteta obnovljivih izvora energije navedenih u planovima u okviru ZPP-a prikazan je na slici 4.

Trenutačno je 14 država članica uključilo solarne fotonaponske sustave u svoje strateške planove u okviru ZPP-a. Te države su Austrija, Belgija, Bugarska, Cipar, Češka, Francuska, Njemačka, Irska, Italija, Luksemburg, Malta, Nizozemska, Španjolska i Slovenija.³³ Pojmovi sunčanih elektrana u poljoprivredi i agrosunčanih elektrana integrirani su u četiri strateška plana država članica, u Njemačkoj, Italiji, Nizozemskoj i Sloveniji. I njemački i talijanski planovi u okviru ZPP-a prepoznaju razliku između sunčanih elektrana i agrosunčanih elektrana. Njemački plan u okviru ZPP-a nadalje promiče „instalaciju povišenih fotonaponskih

SLIKA 3. CILJEVI ZPP-a EU-a



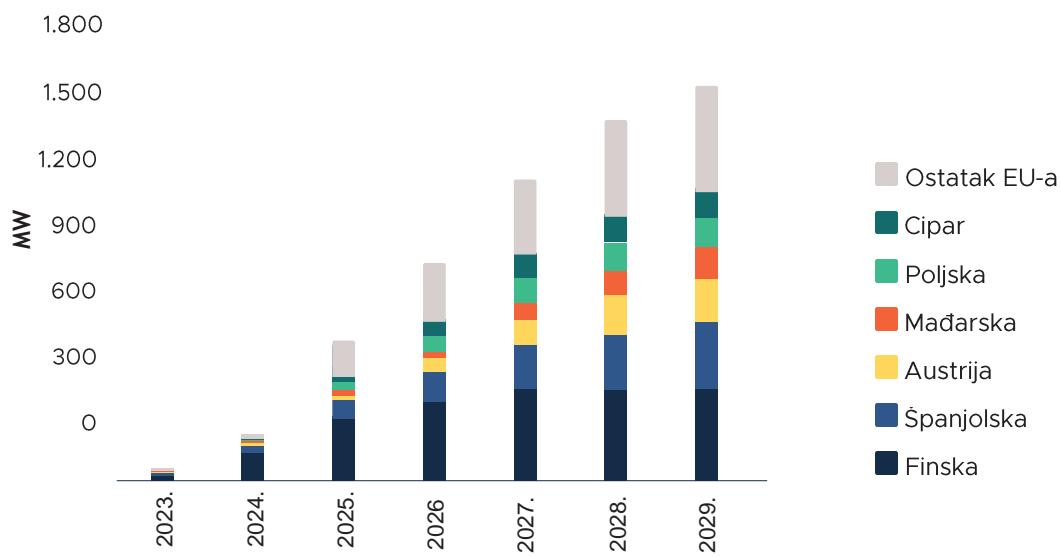
IZVOR: Europska komisija.

31 Izvor.

32 Izvor.

33 Izvor.

SLIKA 4. KOMBINIRANI CILJEVI KAPACITETA ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA U STRATEŠKIM PLANOVIMA U OKVIRU ZPP-a EU-a, 2023.-2029.



IZVOR: Analiza Zajedničkog istraživačkog centra na temelju (Europska komisija, 2022.b)

sustava koji ne ugrožavaju korištenje zemljišta u poljoprivredne svrhe³⁴. Isto tako, nizozemski plan u okviru ZPP-a promiče agrosunčane elektrane i posebno definira nužnost da fotonaponski moduli ne ometaju poljoprivrednu aktivnost. Također postavlja kriterije za raspodjelu fotonaponskih modula po hektaru.³⁵ Slovenski plan u okviru ZPP-a promiče agrosunčane elektrane bez uključivanja daljnjih pojedinosti.³⁶

EU bi trebao pojasniti definiciju sunčanih elektrana u poljoprivredi i agrosunčanih elektrana kako bi se osiguralo da države članice nastave isplaćivati izravna plaćanja u okviru ZPP-a poljoprivrednicima koji postavljaju fotonaponske sustave na svoja zemljišta. Subvencije koje proizlaze iz drugog stupa ZPP-a imaju za cilj podržati poljoprivredne aktivnosti, istovremeno promičući održive prakse. Kao što je navedeno u nedavnoj publikaciji Zajedničkog istraživačkog centra, upravo to je cilj sunčanih elektrana u poljoprivredi i agrosunčanih elektrana koje na istu površinu smještaju fotonaponske sustave i održive poljoprivredne aktivnosti. Stoga treba zadržati izravna plaćanja u okviru ZPP-a poljoprivrednicima koji nastavljaju svoju poljoprivrednu djelatnost i koji ne primaju subvencije kroz zakup zemljišta.³⁷

Dugoročna vizija za ruralna područja EU-a – prema jačim, povezanim, otpornim i prosperitetnim ruralnim područjima do 2040.

Godine 2021. Europska komisija objavila je svoj plan o tome kako poboljšati ruralni razvoj u Europi do 2040. godine. Cilj strategije je procijeniti izazove i prilike s kojima se ruralna područja suočavaju, kao i razviti rješenja koja će omogućiti otpornije, povezane, prosperitetne i jače ruralne regije.³⁸

Ruralna područja, u usporedbi s drugim regijama, u prosjeku imaju starije stanovništvo i u nadolazećim desetljećima polako će se smanjivati. Ova područja imaju najmanji udio stanovništva u dobnim skupinama ispod 50 godina. Stopa nezaposlenosti među mladima također je znatno viša u ruralnim područjima i iznosi 13,4%. Ipak, ruralna područja u Europi su ključna. Predstavljaju više od 30% njenog stanovništva i više od 80% njenog teritorija (vidjeti sliku 5.). Ruralna područja ključni su izvor prihoda europskog društva s obzirom na to da podupiru proizvodnju hrane, upravljaju prirodnim resursima, štite prirodne krajolike i podržavaju rekreaciju i turizam.³⁹ Starenje stanovništva u kombinaciji s nedostatkom raznolikih mogućnosti zapošljavanja, lošom infrastrukturom i lošom povezanošću stvara ne samo neprivlačnu radnu okolinu i život u ruralnim područjima, već predstavlja i rizik za budućnost ruralnih područja.

³⁴ Izvor.

³⁵ Izvor.

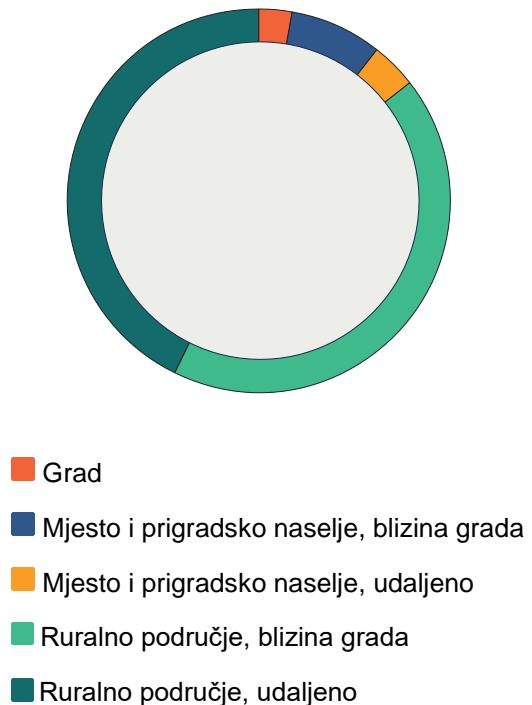
³⁶ Izvor.

³⁷ Izvor.

³⁸ Izvor.

³⁹ Izvor.

SLIKA 5. POKRIVENOST KOPNA EU-a, 2018.



IZVOR: Europska komisija - Zajednički istraživački centar.

U posljednje vrijeme utjecaj klimatskih promjena postaje sve očitiji. Ekstremni vremenski i s klimom povezani događaji poput toplinskih valova, poplava i suša pogađaju mnoge regije u Europi. Mnogi su dijelovi Europe u ljetu 2022. dosegнуli svoje najviše zabilježene temperature. Prema procjeni istraživača sa Sveučilišta u Grazu, Austrija, „Europa je u razdoblju suše od 2018. godine“.⁴⁰ Predviđa se da će takvi ekstremni vremenski događaji postati sve češći i intenzivniji u nadolazećim godinama.⁴¹ Neka područja Europe poput Italije, Francuske i Španjolske suočavaju se s izazovima u opskrbi vodom. Drugi izvori tvrde da bi ljetu 2023. moglo biti još suše od prethodnog.⁴² Utjecaji ekstremnih vremenskih prilika neće se odražavati samo na gradove i građane, već će utjecati i na poljoprivredni sektor. Danas se zemlje poput Španjolske i Italije izravno suočavaju s posljedicama suša koje predstavljaju prijetnju njihovim poljoprivrednim sektorom.⁴³

Europska agencija za okoliš (EEA) predviđa da će se prinosi usjeva koji se ne navodnjavaju, poput šećerne repe, kukuruza i pšenice,

značajno smanjiti u južnoj Europi u sljedećih 30

godina. Procjenjuje se da će se 2050. godine smanjiti za 50%. Kao rezultat toga, dohodak

poljoprivrednih gospodarstava također će se značajno smanjiti (uz regionalne razlike) do 2050. godine.⁴⁴

Uloga sunčanih elektrana u poljoprivredi i agrosunčanih elektrana u održivom razvoju poljoprivrede

Agrosunčane elektrane imaju ključnu ulogu ne samo u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora, već i kroz podržavanje ruralnih područja i osiguravanje održivih poljoprivrednih praksi. Ovakva rješenja nude nekoliko mogućnosti za smanjenje pritiska na okoliš, pružanje socio-ekonomskih koristi poljoprivrednicima i borbu protiv klimatskih promjena. Ove tehnologije nude rješenja za smanjenje problema nedostatka zemljišta uzrokovanih različitim konkurentskim sektorima i rastućom globalnom populacijom. Također nude rješenja za ograničavanje problema s nedostatkom vode; zaštitu i povećanje rasta usjeva; osiguranje održive proizvodnje energije; i pružanje podrške ruralnim područjima u zaštiti od teških vremenskih uvjeta kao što su suše i poplave.

Utjecaji na okoliš

U nedavnoj studiji koju su proveli *M. Wagner i sur.*, uspoređeni su ekološki utjecaji monokulturne poljoprivrede i nadzemnih agrosunčanih sustava kroz procjenu životnog ciklusa (LCA).⁴⁵ Rezultati su pokazali pozitivne ekološke utjecaje agrosunčanih elektrana instaliranih na poljoprivrednom zemljištu.

Produktivnost zemljišta

Različita izvješća i studije pokazuju povećanje produktivnosti zemljišta kao rezultat proizašao iz koristi agrosunčanih elektrana. Prema studiji koju su proveli *A. Sarr i sur.*, agrosunčane elektrane mogu poboljšati produktivnost zemljišta za 35-73%, dok su druge studije procijenile povećanje produktivnosti zemljišta za 60-70%. Slika 6. prikazuje povećanje produktivnosti zemljišta za 186% na kojem su fotonaponske instalacije smještene zajedno s nasadom krumpira.⁴⁶ Slično tome, povećanje od više od 30% u ekonomskoj vrijednosti zemljišta procijenjeno je u studiji koju su proveli

⁴⁰ Izvor. ⁴⁵ Procjena životnog ciklusa (LCA) je metodologija koja se koristi za kvantificiranje mogućih utjecaja proizvoda, usluge ili sustava na okoliš i energiju kroz njihov cijeli životni ciklus.

⁴¹ Izvor. ⁴⁶ Eutrofikacija: postupno povećanje koncentracije fosfora, dušika i drugih biljnih hranjivih tvari u vodenom ekosustavu koji stari kao što je jezero (izvor).

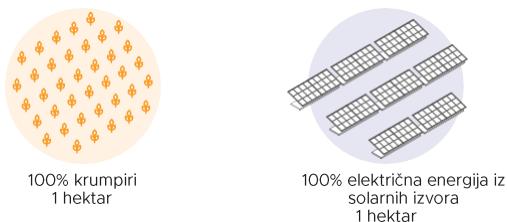
⁴² Izvor. ⁴⁷ Članak.

⁴³ Izvor.

⁴⁸ Izvor.

SLIKA 6. POVEĆANJE UČINKOVITOSTI KORIŠTENJA ZEMLJIŠTA ZA UZGOJ KRUMPIRA SMJEŠTENOG NA ISTOJ POVRŠINI S PROIZVODNjom ENERGIJE

ODVOJENO KORIŠTENJE ZEMLJIŠTA NA 1 HEKTARU USJEVA: 100% KRUMPIRI ILI 100% ELEKTRIČNA ENERGIJA IZ SOLARNIH IZVORA



DVOJNO KORIŠTENJE ZEMLJIŠTA NA 1 HEKTARU: 186% UČINKOVITOSTI KORIŠTENJA ZEMLJIŠTA



Dinesh i Pearche.⁴⁹ Ovo povećanje ekonomске vrijednosti postignuto je smanjenjem gubitka prinosa usjeva koje je rezultat solarnih panela koji osiguravaju djelomično zasjenjenje.⁵⁰

Procjenjuje se da bi pretvorba 1% raspoloživog obradivog zemljišta u Europi u agrosunčano rješenje za uzgoj krumpira mogla omogućiti korištenje dodatnih 1.290 GWp. Apsolutni tehnički potencijal u MWp još je veći.⁵¹

Učinkovita potrošnja vode

Navodnjavanje i zalijevanje za potrebe poljoprivrede čini 70% ukupne globalne potrošnje slatke vode.⁵² Porast atmosferske temperature uzrokovao globalnim zagrijavanjem i pogoršanje vremenskih uvjeta dodatno će opteretiti regije sklene suši. Za prilagodbu ovim globalnim izazovima bit će ključna učinkovitost korištenja vode i održivo upravljanje vodom. Postoji visoka korelacija između evapotranspiracije⁵³ i sunčevog zračenja. Stoga će smanjenje evapotranspiracije smanjiti potrebu za navodnjavanjem. Agrosunčane elektrane mogu pomoći u smanjenju upotrebe vode za navodnjavanje smanjenjem evapotranspiracije putem zasjenjenja fotonaponskim panelima.⁵⁴ To će smanjiti potrebe usjeva za vodom i povećati učinkovitost korištenja vode.⁵⁵

Neke agrosunčane elektrane dokazano smanjuju potrošnju energije poboljšanjem učinkovitosti korištenja vode za potrebe navodnjavanja, na primjer, smanjenjem evapotranspiracije zahvaljujući zasjenjivanju fotonaponskim panelima.⁵⁶ Pored toga, poboljšanja mikroklimatskih uvjeta, kao što su temperatura i vlažnost tla, ili učinkovitosti korištenja vode za potrebe navodnjavanja mogu pozitivno utjecati na uzgoj usjeva u sušnim područjima.

Slične studije provedene su za procjenu vlažnosti tla, a rezultati su pokazali povećanje vlažnosti tla za 14,7% kod fiksnih i 11,1% kod mobilnih instalacija. Učinkovitije korištenje vode može se postići održavanjem veće vlažnosti tla. Studija koju su proveli Adeh i dr. pokazala je procjenu učinkovitosti korištenja vode od 328%, što je povećanje koje proizlazi iz upotrebe agrosunčanih elektrana.⁵⁷ Konkretniji rezultati pokazali su povećanje učinkovitosti korištenja vode od 157% za čili papričice, 65% za rajčice i 12% za zelenu salatu. Nadalje, u drugoj studiji procijenjeno je smanjenje potreba zelene salate za vodom od približno 20%.⁵⁸

⁴⁹ Izvor.

⁵⁰ Izvor.

⁵¹ Izvor.

⁵² Izvor.

⁵³ Evapotranspiracija: gubitak vode iz tla isparavanjem s površine tla i transpiracijom s lišća biljaka koje rastu na njemu (izvor).

⁵⁴ Izvor.

⁵⁵ Izvor.

⁵⁶ Izvor.

⁵⁷ Izvor.

⁵⁸ Izvor.

2 Održivost / nastavak

Poboljšanje bioraznolikosti

Agrosunčane elektrane imaju značajan potencijal za povećanje bioraznolikosti. Na primjer, solarna postrojenja na kojima su uspostavljena staništa oprasivača mogu koristiti lokalnoj bioraznolikosti i služe kao važan mehanizam očuvanja ugroženih vrsta.⁵⁹ Povećanje staništa oprasivača može rezultirati boljim mehanizmima obnove ekosustava kao što je oprasivanje usjeva i kontrola štetočina u blizini poljoprivrednih

površina, što zauzvrat može povećati prinos voća poput jagoda ili borovnica.⁵⁹ Osim toga, na adekvatan način projektirana i upravlјana solarna postrojenja smještena na degradiranom poljoprivrednom zemljištu ili poljoprivrednom zemljištu niske vrijednosti mogu obnoviti degradirano zemljište, pa čak i osigurati značajne neto dobitke u pogledu bioraznolikosti. Ove koristi uključuju, ali nisu ograničene na poboljšano zdravlje tla, veću raznolikost lokalne flore i faune, i općenito – podršku obnovi ekosustava.

INFORMATIVNI OKVIR 1: PRIMJER IZ PRAKSE – POVEĆANJE BROJA OPRAŠIVAČA; 3BEE

Smješten na Siciliji u Italiji, projekt ARCA – Francaviglia prostire se na 5,2 hektara s ukupnim kapacitetom od 1 MW. Projekt je u vlasništvu poduzeća Cubico Sustainable Investments, jednog od najvećih svjetskih poduzeća za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora u privatnom vlasništvu. Voljan testirati potencijalne aktivnosti za poboljšanje lokalne bioraznolikosti, Cubico je angažirao tvrtku 3Bee da osmisli koncept za obnovu bioraznolikosti uvođenjem biljaka s visokim udjelom nektara na lokaciju.

Provedene su dvije aktivnosti: (i) provedba projekta regeneracije temeljenog na biljkama s visokim udjelom nektara, i (ii) uspostavljanje protokola praćenja.

Za određivanje idealnog odabira biljaka koje bi maksimizirale dostupnost nektara u tom području, 3Bee je koristio Floru, alat koji radi na principu umjetne inteligencije razvijen u suradnji s Europskom svemirskom agencijom, a koji koristi podatke Sentinel-a-II. Najprikladniji set biljaka je određen i uveden na oko 1,6 hektara.

Protokol praćenja postavljen je sa sljedeće dvije komponente:

- 4.0 Apiary (HiveTech): 3Bee je uspostavio pčelinjak koji se sastoji od dvije košnice kako bi pratio populacije medonosnih pčela i procjenio njihov odgovor na uvođenje biljaka s visokim udjelom nektara. Pčelinjak je koristio napredne IoT (*Internet of Things* – Internet stvari) senzore za prikupljanje podataka u stvarnom vremenu o zdravlju košnice, produktivnosti i ponašanju.

- Praćenje divljih oprasivača (Spectrum): uz medonosne pčele, 3Bee je postavio IoT senzore diljem projektne lokacije kako bi pratio i populacije divljih oprasivača. Ovi senzori su zabilježili podatke kao što su prisutnost, brojnost i raznolikost oprasivača, što je omogućilo procjenu ukupnog utjecaja unesenih biljnih vrsta na lokalne oprasivače.

Preliminarni rezultati ukazuju na značajno poboljšanje od približno 10% u pogledu prisutnosti lokalnih oprasivača u usporedbi s očekivanim razinama. Ovi pozitivni ishodi imaju značajan potencijal za okolna poljoprivredna područja, s obzirom na to da će povećana aktivnost oprasivača pridonijeti povećanim uslugama ekosustava, kao što je poboljšano oprasivanje, što će koristiti lokalnim poljoprivrednim gospodarstvima i njihovim prinosima od usjeva.



© 3Bee.

Korištenje fotonaponskih sustava u stočarstvu još je jedan dobro poznat koncept koji je pokazao izvrsne rezultate u pogledu produktivnosti i kompatibilnosti zemljišta. Nekoliko je studija pokazalo povećanje učinkovitosti zemljišta na kojem se odvija i ispaša stoke i proizvodnja energije.⁶⁰

Smanjenje plastike i kružno gospodarstvo

Još jedna prednost agrosunčanih elektrana je smanjenje postojećih sustava zaštite nasada. Različiti zaštitni sustavi, poput plastičnih tunela i mreža za zasjenjivanje, obično se koriste za zaštitu trajnih nasada visoke vrijednosti. Također, u toplijim klimatskim regijama poput Mediterana, sustavi zaštite mogu se koristiti i za oranične usjeve. Agrosunčane elektrane mogu djelovati kao zaštitni sustav te zamijeniti upotrebu plastičnih tunela. Korištenje takve plastike potencijalno može povećati toksičnost u okolišu. Stoga smanjenje upotrebe plastike zahvaljujući agrosunčanim elektranama može imati pozitivan učinak na okoliš i kružno gospodarstvo.

Socio-ekonomski aspekt

Socio-ekonomski čimbenici ključni su za potporu ruralnim područjima i njihovom razvoju. Agrosunčane elektrane mogu igrati ulogu u doprinisu stvaranju prihoda, zapošljavanju i omogućavanju socijalne podrške. Neke od socio-ekonomskih prednosti agrosunčanih elektrana navode se u nastavku:

- prinos usjeva / proizvodnja hrane
- izbjegavanje gubitaka i smanjenje nekih troškova, na primjer, za navodnjavanje
- prihodi poljoprivrednika
- proizvodnja energije kao dodatni prihod
- zajednice obnovljivih izvora energije
- elektrifikacija poljoprivrednog sektora
- otvaranje radnih mesta i pružanje novih kvalifikacija u sektoru poljoprivrede.

Prije svega, agrosunčane elektrane štite nasade ublažavanjem utjecaja nepovoljnih vremenskih uvjeta te stoga jamče ekonomsku učinkovitost u kontekstu klimatskih nepogoda.

Provadena istraživanja pokazuju da agrosunčane elektrane pružaju priliku za poboljšanje gospodarskog uspjeha i mogu povećati prihode poljoprivrednika.⁶¹ Postoje tri glavna ekomska modela kojima poljoprivrednici mogu povećati vrijednost svojih poljoprivrednih gospodarstava.

Poslovni modeli agrosunčanih elektrana:

1. Poljoprivrednici mogu trošiti vlastito proizvedenu električnu energiju, a višak prodavati isporukom u mrežu (rješenje prilagođeno poljoprivrednim područjima koja troše puno električne energije).
2. Proizvođač može prodati svu energiju dobivenu iz solarnih izvora distributeru.
3. Najčešće rješenje je najam fotonaponskog krova ili površine (obnovom krova ili izgradnjom nove sufinancirane zgrade) kako bi se primala mjesečna najamnina od najmoprimca, proizvođača električne energije.

Prihod od prodaje električne energije iz postrojenja omogućuje vlasnicima i poljoprivrednicima zajamčenu godišnju najamninu za cijeli životni vijek agrosunčanih elektrana, odnosno preko 15 godina. To im omogućuje da diversificiraju i stabiliziraju svoje prihode te tako doprinesu razvoju svoje djelatnosti. Agrosunčane elektrane nisu samo pristupačna i ekonomski isplativa tehnologija koju koriste poljoprivrednici; one se smatraju i sigurnim ulaganjem.⁶²

U kontekstu u kojem je poljoprivredni svijet izrazito podložan klimatskim opasnostima to jamči financijsku sigurnost poljoprivrednog gospodarstva. Doprinoseći revitalizaciji poljoprivrednog svijeta, agrosunčane elektrane također igraju društvenu ulogu u revitalizaciji regije.

Agrosunčane elektrane također mogu podržati ruralni razvoj stvaranjem dodatnih radnih mesta, stvaranjem dodatnih prihoda kroz proizvodnju energije, te osigurati ukupnu ekonomsku stabilnost. Međutim, potrebne su određene vještine i znanje kako bi se dodatno ubrzalo uvođenje agrosunčanih elektrana. Te vještine i znanje navode se u tablici 2. na sljedećoj stranici.

Nadalje, trendovi i inovacije u sektoru agrosunčanih elektrana posljednjih su se godina proširili. Kao rezultat pilot projekata i istraživačkih centara, agrosunčane elektrane mogu podržati i različite poljoprivredne trendove kao što su agrošumarstvo, permakultura, organski uzgoj i više (vidjeti poglavlje 5. Trendovi i inovacije).

⁶⁰ [Članak.](#)

⁶¹ [Članak.](#)

⁶² [Izvor.](#)

2 Održivost / nastavak

TABLICA 2. VJEŠTINE I ZNANJE POTREBNO ZA DODATNO UBRZANJE UVODENJA AGROSUNČANIH ELEKTRANA

| | |
|--|---|
| Inženjerstvo obnovljivih izvora energije | Inženjerstvo je ključna profesija u sektoru agrosunčanih elektrana. Od dizajna, do instalacije i održavanja agrosunčanih elektrana, neophodno je razumijevanje tehnologije agrosunčanih elektrana, dimenzioniranja sustava, projektiranja električnih instalacija ili integracije u mrežu. |
| Znanje o poljoprivredi | Dobro razumijevanje poljoprivrednih praksi također je bitna komponenta projekata agrosunčanih elektrana. Znanje o uzgoju usjeva, navodnjavanju, upravljanju tlom i uzgoju stoke omogućuje optimizirano korištenje zemljišta. |
| Upravljanje projektima | Upravljanje projektima: učinkovite vještine upravljanja projektima potrebne su za koordinaciju i praćenje agrosunčanih elektrana kako bi se osigurala pravovremena izvedba, raspodjela resursa, koordinacija dionika te poštivanje standarda kvalitete i regulatornih zahtjeva. |
| Vještine u području električne energije | Električari ili inženjeri elektrotehnike s iskustvom u solarnim fotonaponskim instalacijama potrebni su za rukovanje električnim komponentama agrosunčanih elektrana. Njihova stručnost može se koristiti za osiguravanje pravilnog projektiranja, spajanja i puštanja u rad solarnih panela, pretvarača i električnih sustava. |
| Izgradnja i instalacija | Za instalaciju agrosunčanih elektrana potrebni su građevinski radnici poput tehničara ili instalatera. |
| Nadzor i održavanje sustava | Kontinuirani nadzor i održavanje ključni su kako bi se osigurala optimalna izvedba i dugovječnost agrosunčanih sustava. Tehničari ili stručnjaci za održavanje odgovorni su za redovite pregledе, čišćenje panela, otklanjanje poteškoća i popravak tehničkih problema. |
| Ekološko i prostorno planiranje | Profesionalci sa stručnim znanjem u procjeni utjecaja na okoliš i prostornom planiranju imaju ključnu ulogu u procjeni ekoloških i društvenih implikacija projekata agrosunčanih elektrana. Ovi stručnjaci mogu osigurati održivost i poštivanje regulatornih zahtjeva. |
| Istraživanje i razvoj | Istraživači i znanstvenici ključni su kada se radi o razvoju novih tehnologija korisnih za agrosunčani sektor. Štoviše, studije, analize podataka i inovativna rješenja doprinose većoj produktivnosti i boljoj integraciji agrosunčanih elektrana u poljoprivredna zemljišta i aktivnosti. |
| Stručnjaci za politike i regulativu | Stručnjaci za politike, propise i poticaje u području obnovljivih izvora energije mogu pružiti smjernice za bolje razumijevanje i snalaženje u političkom okruženju. |

Sustav referentnih vrijednosti s tri zvjezdice za agrosunčane projekte: razvoj sustava

Gore navedeni kriteriji omogućuju nam da unaprijedimo indikativni okvir za procjenu kvalitete specifičnih agrosunčanih projekata. Taj bi okvir mogao biti u obliku sustava referentnih vrijednosti s tri zvjezdice koji bi se mogao koristiti prije razvoja projekta i

tijekom cijelog trajanja projekta. Međutim, predloženi prijedlog razvijen u ovim smjernicama ne bi se trebao smatrati potpunim okvirom za osiguranje kvalitete ili standardom. Umjesto toga, namjera smjernica je potaknuti razvoj detaljnih regulatornih okvira za agrosunčane elektrane.

Sustav referentnih vrijednosti s tri zvjezdice pokazuje koliko je dobro određeni agrosunčani projekt osmišljen i vođen u smislu agroenergetske sinergije koju stvara, kao i njegove ukupne društvene i ekološke održivosti. Agroenergetska sinergija i održivost mogu se prikazati shematski, kao što je vidljivo iz tablice 3.

Kako tumačiti kriterije sustava referentnih vrijednosti s tri zvjezdice

Agrosunčani projekt koji poštaje osnovne kriterije koncepta održive poljoprivrede („obavezni kriteriji“), kao što je priprema samog koncepta održive poljoprivrede, kvalificirao bi se kao agrosunčani projekt s ocjenom od jedne zvjezdice. Ako projekt ispunjava dodatne kriterije

(„dodatni kriteriji“), kao što je pokazivanje sinergije između fotonaponskog sustava i poljoprivredne aktivnosti ili doprinos društveno ili ekološki održivim praksama, dobiti će dvije zvjezdice. Naponsljetku, idealnom projektu koji ispunjava dodatne kriterije za najboljeg u klasi („najviši kriteriji“), koji maksimizira agroenergetske sinergije ili pruža značajne usluge ekosustava, bit će dodijeljene sve tri zvjezdice. Naime, dok je ispunjavanje obaveznih kriterija osnovni uvjet da bi se projekt smatrao agrosunčanim projektom, ispunjavanje dodatnih i najviših kriterija je opcionalno. Neispunjavanje jednog ili više ovih neobveznih kriterija ne bi spriječilo bilo koji sustav da postigne višu ocjenu kvalitete. Važno je napomenuti da lista kriterija utvrđenih u ovim smjernicama nije takstativna te oni imaju samo indikativno značenje.

TABLICA 3. KRITERIJI ZA AGROSUNČANE PROJEKTE

| | OBAVEZNI KRITERIJI ★☆☆ | DODATNI KRITERIJI ★☆☆ | NAJVIŠI KRITERIJI ★★★ |
|---------------------------------------|---|---|---|
| DIMENZIJA 1: poljoprivreda | <ul style="list-style-type: none"> Ima koncept održive poljoprivrede koji uključuje opće informacije o poljoprivrednim aktivnostima i fotonaponskom sustavu, procjenu potreba dionika u poljoprivredi, podatke o projektnom zemljištu, tehnički plan agrosunčanog sustava, procjenu korištenja opreme/strojeva. Zadovoljava potrebe poljoprivredne djelatnosti i proizvodi obnovljivu električnu energiju. Odabir prikladnih nasada: prilagodba nasada koji toleriraju djelomično zasjenjenje uzrokovanog solarnim panelima kako bi se maksimizala poljoprivredna produktivnost, a istovremeno omogućila proizvodnja solarne energije. | <ul style="list-style-type: none"> Pokazuje sinergiju između fotonaponskog sustava i poljoprivrede. Procjena raspodjele svjetlosti i mikroklimatskih uvjeta. Projektirano je gospodarenje vodama. Pokazuje prijelaz na održive prakse kao što je ponovno uvođenje drveća i životinja na lokaciju, uvođenje regenerativne poljoprivrede (primjenjive smjernice kao što su smjernice Organizacije UN-a za prehranu i poljoprivredu⁶³ o regenerativnim poljoprivrednim praksama). | <ul style="list-style-type: none"> Maksimizira sinergiju između fotonaponskog sustava i poljoprivrede. Pokazuje povećanje otpornosti poljoprivrednih aktivnosti. Pokazuje neto uštedu potrošnje vode na poljoprivrednom gospodarstvu. Promjena poljoprivrednog modela u model s više kultura (prijelaz s monokulturnih praksi). Daje prednost agroekološkim praksama (izbjegavanje kemikalija, upotrebe pesticida itd.) kako bi se obogatilo tlo i obnovila bioraznolikost. Provedba učinkovitog navodnjavanja: postavljanje sustava za navodnjavanje poljoprivrednih usjeva koji štede vodu kako bi se minimizirali gubitci vode i optimiziralo korištenje vodnih resursa. |

63 Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda.

2 Održivost / nastavak

TABLICA 3. KRITERIJI ZA AGROSUNČANE PROJEKTE - *nastavak*

| | OBAVEZNI KRITERIJI  | DODATNI KRITERIJI  | NAJVIŠI KRITERIJI  |
|---|--|--|---|
| DIMENZIJA 2: okoliš | <ul style="list-style-type: none"> • Efektivna procjena utjecaja projekta na okoliš (standardna procjena utjecaja na okoliš). Procjena utjecaja na eroziju tla, zamuljivanje tla, procjena dostupnosti vode. | <ul style="list-style-type: none"> • Postavljeni min. standardi za očuvanje tla tijekom izgradnje i demontaže. • Učinkovita tehnologija, razgradivost konstrukcija. • Primjena pristupa procjene životnog ciklusa. • Prijelaz na održive poljoprivredne prakse unaprjeđenjem lokalne flore i faune. • Uvođenje neto uštede u potrošnju vode. • Smanjenje zbijanja zemljišta. • Smanjenje onečišćenja tla. Izgradnja ekoloških koridora: osiguravanje staništa za izvornu floru i faunu; npr. uključivanje područja autohtone vegetacije, osiguravanje staništa za kukce oprasivače, ptice i druge vrste korisne za poljoprivredni ekosustav. | <ul style="list-style-type: none"> • Pružanje usluga ekosustava. • Primjena ekoloških smjernica kao što je „BNE vodič“ za povećanje bioraznolikosti na lokaciji. • Osnovno osiguravanje usluga regeneracije tla i skladištenja ugljika; omogućavanje praćenja podataka. • Promjena mikroklimatskih uvjeta radi prilagodbe klimatskim promjenama: kao dio poboljšanja bioraznolikosti, korištenje metoda potpomognute migracije kako bi se ubrzali procesi migracije vrsta. • Provodenje mjera pošumljavanja ili ponovnog pošumljavanja, posebno unutar ili između zemljišnih parcela kako bi se podržala bioraznolikost. • Povećanje pokrova drveća na lokaciji. • Povećanje produktivnosti zemljišta. Implementacija projekata koji mogu doprinijeti prilagodbi klimatskim promjenama. |
| DIMENZIJA 3: socioekonomija | <ul style="list-style-type: none"> • Procjena radnih uvjeta na poljoprivrednom gospodarstvu, uključujući faktor sigurnosti. | <ul style="list-style-type: none"> • Analiza cjeloživotnih finansijskih ušteda zbog zamjene kratkotrajnih materijala. • Uzimanje u obzir utjecaja na lokalni lanac opskrbe. | <ul style="list-style-type: none"> • Lokalni akcijski plan koji uključuje lokalne zajednice i njihova stajališta. • Uspostava/integracija unutar lokalne poljoprivredne zajednice i zajednice obnovljivih izvora energije. • Implementacija lokalnih i energetski učinkovitih distribucijskih kanala. |
| DIMENZIJA 4: procjena životnog ciklusa | <ul style="list-style-type: none"> • Praćenje uspješnosti sustava. | <ul style="list-style-type: none"> • Prikupljanje podataka o uspješnosti (poljoprivredni, okolišni, energetski, socioekonomski). | <ul style="list-style-type: none"> • Pružanje detaljne procjene uspješnosti i učinka usluga ekosustava i socioekonomskih usluga. • Primjena skupa pokazatelja, metodologije i izvještavanja o ključnim pokazateljima uspješnosti projekta. |

3

Najbolji postojeći poslovni slučajevi

© Ombrea



Koncept održive poljoprivrede pruža širok raspon koristi ne samo za okoliš, već i za društveni i ekonomski segment. Nadovezujući se na postojeće znanje, ovo će se poglavljje usredotočiti na prikaz različitih postojećih agrosunčanih projekata diljem Europe. Prikazat će postojeće, operativne agrosunčane fotonaponske projekte i uključiti informacije o dizajnu i konceptu fotonaponske primjene, kao i pružiti uvid u proces razvoja i

implementacije. Osim toga, poglavje će se nadovezati na primjere postojećih slučajeva agrosunčanih elektrana koji su pratili podatke o održivosti. Ovo poglavje će uključiti dva primjera postojećih slučajeva u Njemačkoj i 6 primjera u Francuskoj, Španjolskoj i Grčkoj. Iznijet će podatke dobivene praćenjem socio-ekonomskih, poljoprivrednih i ekoloških prednosti na ovim projektnim lokacijama.

STUDIJA SLUČAJA 1: ISTRAŽIVAČKA AGROSUNČANA ELEKTRANA U BAVARSKOJ, NJEMACKA (SCHLETTER) KULTURA: ŽITARICE I REDOVITI PLODORED ZA STANDARDNO POLJOPRIVREDNO ZEMLJIŠTE

Jedna od prvih agrosunčanih elektrana s 1,85 MWp kapaciteta razvila je 2019. godine u Njemačkoj tvrtka DoppelErnte. Iako je ovaj sustav jedan od prvih takve vrste, on ne služi samo kao dokaz koncepta, već je uspješno donio konkretne rezultate vlasniku nakon što spojen na mrežu 2020. godine. Cilj projekta bio je zadržati poljoprivrednu proizvodnju što bliže 100% generiranjem najniže moguće prosječne cijene energije (LCOE). Danas se 90% zemljišta još uvijek aktivno obrađuje s nešto nižim poljoprivrednim prinosima u kišnim godinama i istim prinosima kao kod konvencionalne poljoprivrede u sušnim godinama. Simbioza između fotonaponske i poljoprivredne proizvodnje rezultirala je proširenjem fotonaponske elektrane 2021. godine koje je pokrenuo poljoprivrednik, a upravljanje i održavanje osigurali su stručnjak za razvoj i lokalni partneri. Zbog prihvatanja od strane lokalnih vlasti i dokazanog isplativog koncepta koji ne zahtijeva subvencije, postupak izdavanja dozvola proveden je u roku od godinu dana. Uz nadolazeće regulatorne promjene, možda će čak biti moguće postići tromjesečna razdoblja odobrenja za određene slučajeve upotrebe.

Dodatna prednost ovog fotonaponskog sustava je da nema poremećaja u standardnim procesima plodoreda. To znači da se postojeći strojevi mogu koristiti bez ikakvih izmjena. Udaljenosti između redova solarnih panela osmišljene su na način da se optimizira prinos i za poljoprivredu i za proizvodnju električne energije.

Integracija bifacialnog modula rezultira najboljom mogućom izjednačenom cijenom energije. Optimizirani razmak između redova omogućuje idealnu izloženost usjeva suncu. Za sušne vremenske uvjete, fotonaponska struktura sprječava dehidraciju tla. Navodnjavanje se analizira i optimizira pomoću senzora vlage u tlu i znanstvene podrške instituta Fraunhofer ISE.



© DoppelErnte

3 Najbolji postojeći poslovni slučajevi / nastavak

STUDIJA SLUČAJA 2: FOTONAPONSKI STAKLENICI JAGODA U EYRARGUESU, BOUCHES DU RHONE, FRANCUSKA (AMARENCO)

KULTURA: JAGODE

U sklopu ovog projekta koji je priključen na mrežu 2018. godine izgrađeno je 9 fotonaponskih staklenika za proizvodnju jagoda i drugih sezonskih kultura na površini 1,1 hektra s proizvodnim kapacitetom od 2 MWp. Kako bi se optimizirao priнос i kvaliteta proizvodnje, sadnice jagoda se obnavljaju svake dvije godine. Dok jagode uzgojene primjenom agrosunčanih elektrana donose jednaku zaradu kao klasični nasad, njihova berba može se vršiti ranije i tijekom duljeg vremenskog perioda od ostalih vrsta nasada.

Na poljoprivrednom gospodarstvu prenesenom s oca na kćer, razne poljoprivredne aktivnosti omogućile su povećanje površine i prosječni prihod od oko 70 tisuća €/ha. Zasjenjenje staklenika smanjuje potrebu za vodom za 20-30% zbog smanjenog isparavanja i utjecaja vjetra maestrala koji isušuje tlo. Proizvodi se prodaju lokalno u regiji i u Marseilleu putem postojećih opskrbnih mreža.

Zapažanja nakon 2 dodatne godine aktivnosti:

Poljoprivredne koristi

- Kontinuitet uzgoja: uspješan prijenos poljoprivrednog gospodarstva na člana obitelji 2023. godine.
- Uzgoj: otvoreni prostor sadrži kokoši nesilice koje odvraćaju parazite i štetočine što pozitivno utječe na organsku poljoprivredu, uz manje štete uzrokovane kukcima na nasadima.



© Amarenco.

Koristi za okoliš

- Učinkovito korištenje vode: zasjenjenje staklenika smanjuje potrebu za vodom za 20-30%. Zemljište ima bunar s dovoljno vode za proizvodnju povrća i uzgoj kokoši tijekom cijele godine.
- Otpornost na klimatske uvjete: postojeće živice štite usjeve od vjetra te služe kao hlad za perad u toplim razdobljima, kao i stanište za mnoštvo ličinki, sjemena, bilja itd. Ptice također pomažu u čišćenju živica, što je bitno u slučaju suše kao i za sprječavanje požara.

Socio-ekonomski koristi

- Diversifikacija djelatnosti (peradarstvo i polikultura)⁶⁴: jačanje otpornosti u slučaju inflacije, primjerice kod pada cijena jagoda u 2022. godini.
- Zaposlenje: otvoreno je 1 stalno radno mjesto + 2 sezonska radna mjesta za berbu jagoda u 4 do 5 plastenika.
- Prodaja na tržištu: proizvodi se prodaju u regiji i u Marseilleu putem postojećih opskrbnih mreža.
- Lokalno prihvaćanje: nema problema s lokalnim prihvaćanjem.



⁶⁴ Praksa uzgoja nekoliko različitih usjeva ili držanja nekoliko različitih vrsta životinja na istoj površini zemlje (izvor).

**STUDIJA SLUČAJA 3: ZIMSKO POVRĆE UZGOJENO U AGROSUNČANIM STAKLENICIMA U TOULOUCHESU,
PYRÉNÉES-ORIENTALES - FRANCUSKA (AMARENCO)**
KULTURA: ZIMSKO POVRĆE; CELER, KOMORAČ, ZELENA SALATA, MINI BLITVA

U okviru ovog projekta postavio se 21 fotonaponski staklenik na površini od 2,1 hektara, s proizvodnim kapacitetom od 2 MW, a projekt je priključen na mrežu 2017. godine. Uključivao je jednogodišnji proces poboljšanja kvalitete tla primjenom komposta i uzgojem sirka radi prozračivanja tla. Poljoprivredno gospodarstvo je ove godine u tranziciji, prebacujući cijelu lokaciju na zimski nasad zelene salate i proljetni nasad tikvica. Cilj ovog prijelaza je predvidjeti pad cijena organskih proizvoda i koristiti agrosunčane elektrane za ublažavanje gubitka prihoda od arborikulture.⁶⁵ Ovaj prijelaz također ima za cilj održati prosječni prihod od oko 50-60 tisuća eura po hektaru. Pored toga, između svih plastenika bit će posaćena stabla marelice.

Zasjenjenje staklenika smanjuje potrebu za vodom za 20-30% zbog smanjenog isparavanja te isušivanja tla vjetrom tramontanom.⁶⁶ Proučava se mogućnost prikupljanja kišnice s krova. Na poljoprivrednom gospodarstvu tijekom cijele godine radi obučena i stručna radna snaga. Poljoprivrednik koristi svoju radnu snagu ovisno o tržištima i godišnjim dobima, s fokusom na arborikulturu u kasnije proljeće/ljeto i jesen, te fokusom na hortikulturu⁶⁷ tijekom proljeća.

Lokacija ima certifikat Ecocerta, a svi su usjevi organski. Vrlo jaki mrazovi na kraju zime 2022.

godine nisu utjecali na nasade, što je bila dodatna prednost. Proizvodi s poljoprivrednog gospodarstva prodaju se lokalno.

Zapažanja nakon više od 2 godine aktivnosti:

Poljoprivredne koristi

- Otpornost na klimatske uvjete: usjevi zaštićeni od jakog mraza tijekom zime 2022. godine.
- Biocertifikacija: organski usjevi s certifikatom Ecocerta.

Koristi za okoliš

- Učinkovito korištenje vode: ušteda vode oko 20-30%.
- Zdravlje tla: Korištenje komposta i uzgoj sirka radi prozračivanja tla.

Socio-ekonomske koristi

- Ekonomска stabilnost: razvoj kultura koje prate tržište i održavaju ekonomsku učinkovitost.
- Stvaranje radnih mesta: zadržavanje kvalificirane radne snage tijekom cijele godine, zahvaljujući kontinuiranim poljoprivrednim aktivnostima.
- Prodaja: lokalna prodaja cjelokupne proizvodnje.
- Lokalno prihvaćanje: nema problema sa susjedstvom niti protivljenjem lokalnog stanovništva.



© Amarenco.



⁶⁵ Proučavanje ili praksa uzgoja drveća i grmlja ([izvor](#)).

⁶⁶ Jak, suh, hladan vjetar sa sjeverozapada ([izvor](#)).

⁶⁷ Proučavanje ili djelatnost uzgoja vrtnih biljaka ([izvor](#)).

3 Najbolji postojeći poslovni slučajevi / nastavak

STUDIJA SLUČAJA 4: UVOĐENJE POLJOPRIVREDE U POSTOJEĆE SOLARNE ELEKTRANE DILJEM EUROPE (ENEL GREEN POWER) KULTURA: RAZNE KULTURE

U siječnju 2021. tvrtka Enel Green Power pokrenula je 9 demonstracijskih projekata punog opsega koji uključuju agrosunčane elektrane u tri zemlje: Grčkoj, Španjolskoj i Italiji. Ovi projekti istražit će optimalne uvjete potrebne za uzgoj određenih usjeva u postojećim prizemnim fotonaponskim elektranama u različitim klimatskim zonama.

Demonstracijska ispitivanja provedena u Španjolskoj i Grčkoj, pod različitim klimatskim uvjetima i uz različiti raspored fotonaponskih elektrana (fiksni ili sa standardnim sustavima za praćenje, opremljene mono- ili bifacialnim modulima), pokazuju vrlo obećavajuće rezultate. Vrste koje se uzgajaju u koridorima između dva reda modula u usporedbi s onima u kontrolnim područjima – bez modula – imaju povećanje poljoprivrednog prinosa kako slijedi:

- Španjolska: +40% krmiva; +20% timjan; +30% aloja; i +60% paprika. Smanjenje potrošnje vode za 15-20%;
- Grčka: +15% origano; +30% patlidžan; +60% paprika. Jagode: +18% prinosa proizvodnje zabilježeno je u koridorima; uz to, povećanje od +14% izmjereno ispod modula, dosežući +36% korištenjem LED pozadinskog osvjetljenja (puni solarni spektar) tijekom dnevnih sati; smanjenje potrošnje vode za 15-20%.

Enel Green Power usvojio je holistički pristup u razvoju demonstracijskih ispitivanja agrosunčanih elektrana kako bi potaknuo agrozootehničku integraciju koja je prihvatljiva za bioraznolikost.

Druge održive poljoprivredne prakse primjenjene su na demonstracijskim lokacijama, primjerice korištenje biorazgradivih folija za malčiranje. Mreža senzora za mjerjenje poljoprivrednih parametara instalirana je radi procjene poljoprivrede 4.0 (pilot lokacija za usjeve), kao i smanjenja potrošnje vode i korištenja gnojiva. Osim toga, primjećen je porast lokalnih vrsta koje su prethodno bile u opadanju.

Poljoprivredne koristi

- Povećanje prinosa usjeva: povećanje prinosa između 15-60%, ovisno o vrsti.
- Zdravlje tla: postavljanje senzora za praćenje smanjenja korištenja gnojiva.

Koristi za okoliš

- Učinkovito korištenje vode: smanjena potrošnja vode za 15-20% na obje lokacije.
- Smanjenje upotrebe plastike: upotreba biorazgradivih folija za malčiranje.
- Poboljšanje bioraznolikosti: integracija staništa opršivača, zaštita ugroženih vrsta kao što su stepske ptice i divlji leptiri.

Socio-ekonomske koristi

- Stvaranje radnih mesta: integracija u lokalnu zajednicu, s namjenskim obukama za studente, mlade i obitelji.



© Enel Green Power.



INFORMATIVNI OKVIR 2: NOVO DEMONSTRACIJSKO POSTROJENJE U ITALIJI; ENEL GREEN POWER

Enel Green Power je postavio novu testnu agrosunčanu elektranu u Italiji, s vertikalnom fotonaponskom tehnologijom. Demonstracijsko postrojenje je snage 30kWp,

opremljeno bifacialnim modulima, a odabrane kulture su leća i šafran. Ova vertikalna agrosunčana elektrana opremljena je sustavom za povrat vode koji smanjuje potrošnju vode, time povećavajući održivost agrosunčane elektrane. Rezultati će biti prikupljeni 2023. godine.

STUDIJA SLUČAJA 5: VOĆNJAK BELLEGARD U OCCITANIJI, FRANCUSKA (AKUO)

KULTURA: MARELICE

U 2015. godini tvrtka Akuo pokrenula je prvi projekt agrosunčane elektrane u kontinentalnoj Francuskoj, koji se nalazi u regiji Occitania (Gard). S instaliranim kapacitetom od 2 MW generiranim putem fotonaponskih struktura za zasjenjivanje, projekt „Bellegarde“ kombinira proizvodnju električne energije s uzgojem organskih marelica i pčelarstvom. Poljoprivredna podružnica tvrtke Akuo, Agriterra, u partnerstvu s poljoprivrednikom Marcom Portierom provela je prethodnu agronomsku analizu projekta. Kao rezultat, usjevi i tehnologija prilagođeni su karakteristikama tog područja. Strukture za zasjenjivanje donose nekoliko prednosti za usjeve. Usjevi su istovremeno zaštićeni od vremenskih nepogoda, štetnika i prekomjerne sunčeve svjetlosti, dok marelice dobivaju dovoljno svjetla za cvatnju i snažan rast.

Regije u Francuskoj 2022. godine pogodila su iznimno hladna razdoblja, što je utjecalo na sve poljoprivredne prinose. Unatoč tome, voćnjak u Occitaniji dao je prinose od oko 8,5 tona/ha.

Korištenje vode za navodnjavanje smanjeno je za 50% u usporedbi s konvencionalnim voćnjakom. Osim toga, prije dvije godine na lokaciji su postavljena gniazda za sjenice, šišmiše i ptice grabljivice, a popunjeno gniazda daje obećavajuće rezultate.

Poljoprivredne koristi

- Prinos: u 2022. godini voćnjak je proizveo oko 8,5 tona marelica/ha.

- Otpornost na klimatske uvjete: zasjenjenje pločama omogućuje zaštitu usjeva od klimatskih nepogoda i izravne sunčeve svjetlosti tijekom toplinskih valova.

Koristi za okoliš

- Poboljšanje bioraznolikosti: izgradnja ptičjih gniazeda na lokaciji.

Socio-ekonomske koristi

- Angažman poljoprivrednika: projekt je razvijen u partnerstvu s lokalnim poljoprivrednikom.



© Akuo.

3 Najbolji postojeći poslovni slučajevi / nastavak

STUDIJA SLUČAJA 6: EKSPERIMENTALNI VINOGRAD - VINOVA LOZA, RIANS, FRANCUSKA (OMBREA)
KULTURA: VINOVA LOZA

Kao odgovor na klimatske promjene i ekstremne vremenske prilike, Ombrea razvija sustav regulacije mikroklima u obliku kontroliranih struktura za zasjenjivanje. Cilj je prilagodbom zasjenjenja osigurati povoljne uvjete za pravilan razvoj vinove loze. U 2019. godini, Ombrea i SCP (Canal de Provence) udružili su se kako bi spojili svoju viziju i stručnost te postavili eksperimentalni vinograd u Riansu, koji nadzire Francuski institut za lozu i vino (IFV).

Istraživanje na lokaciji pokazalo je pozitivne rezultate:

Klimatski rezultati

- Smanjenje visoke temperature ljeti: smanjenje od 51% tijekom najvrćih sati (temperatura iznad 35°C) pod dinamičkim zasjenjenjem.
- Smanjenje temperature za 66% u razdobljima s previše sunčeve svjetlosti koja može oštetiti nasad.

Dinamično zasjenjene – vinova loza.



© Ombrea.

- Ublažavanje toplinskih valova koji mogu dovesti do atmosferskog vodnog stresa: smanjenje od 32%.
- Sustavno niža temperatura tla uz kontrolirano zasjenjenje.

Rezultati u pogledu fiziologije bilja

- Manje ograničenje dostupnosti vode u sjeni u usporedbi s nezasjenjenim kontrolnim područjima.
- Vegetativni rast: veći i dugotrajniji vegetativni rast tijekom cijele sezone.

Poljoprivredni rezultati

- Prinos i sadržaj šećera: potrebna je dodatna procjena kako bi se potvrdio utjecaj na prinos i sadržaj šećera pod sustavom zasjenjenja u usporedbi s običnim vinogradima.
- U vinima proizvedenim tijekom berbi 2020. i 2021. godine nisu uočene organoleptičke razlike (miris i okus).

Kontrola – spaljena vinova loza.



STUDIJA SLUČAJA 7: EKSPERIMENTALNO PODRUČJE S BOŽURIMA, HYERES, FRANCUSKA (OMBREA)
KULTURA: BOŽURI

Ovo eksperimentalno područje služilo je za proučavanje božura 'Sarah Bernhardt' koji su posadeni pod dinamički sustav zaštite zasjenjivanjem, u usporedbi s onima koji su potpuno izloženi suncu (tj. na kontrolnim lokacijama) pod istim poljskim uvjetima. U upravljanju dinamičkim zasjenjivanjem koristila se tehnologija tvrtke Ombrea pune četiri godine. Bilježene su temperature zraka, tla, fotosintetsko aktivno zračenje i vlažnost. Navodnjavanje je praćeno i aktivirano prema potrebama nasada. Također su mjereni prinos i kvaliteta cvijeta.

Klimatski rezultati

- Temperatura tla zimi bila je niža pod sustavom dinamičkog zasjenjivanja.
- Temperatura tla tijekom toplijih razdoblja bila je sustavno niža (do 6 stupnjeva).
- Razdoblje tijekom kojeg su božuri bili pod toplinskim stresom smanjilo se za 34%.

- Uočeno je smanjenje prekomjerne svjetlosti, a time i potencijalne fotoinhibicije.

- Izmjereno je bolje ispunjenje zahtjeva za hlađenjem tijekom zimske sezone za 20-38%.

Poljoprivredni rezultati

- Mjerenja na božurima bila su u skladu s promjenom pedoklimatskih uvjeta.
- Na kontrolnim lokacijama biljke su bile više izložene klimatskim uvjetima, s povećanjem potrebe za vodom od 27% tijekom ljeta, a došlo je i do povećanja opeklina lista.
- Prinos cvjetova poboljšan je uz dinamički sustav zasjenjivanja do 17%. Ovo povećanje može se objasniti boljim mikroklimatskim uvjetima tijekom vegetacijske sezone što može dovesti do boljeg skladištenja ugljika i dušika.

Božuri pod dinamičnom strukturom zasjenjivanja.



Spaljeno lišće na kontrolnim lokacijama u odnosu na lokacije pod dinamičkim zasjenjivanjem.



© Ombrea.



© Solvallen

4 Primjeri najbolje prakse: inženjering, nabava i gradnja te upravljanje i održavanje

Instalacija agrosunčane elektrane zahtijeva jedinstvena razmatranja u pogledu inženjeringa, nabave i gradnje te upravljanja i održavanja, kao i njihova utjecaja na projektiranje, instalaciju i funkcioniranje kako solarnog sustava tako i poljoprivrednog procesa.

Ovisno o vrsti poljoprivrede i poljoprivrednim aktivnostima svake agrosunčane elektrane, ti sustavi moraju biti projektirani, instalirani i vodeni na način koji omogućuje slobodno i sigurno kretanje poljoprivrednih strojeva te poljoprivrednih radnika i stoke, uz osiguravanje dovoljne propusnosti svjetlosti i kiše. Za tržišta s postojećim tehničkim smjernicama ili propisima za agrosunčane elektrane, kao što je Njemačka, također je potrebno uzeti u obzir i implementirati usklađenost i prilagodbu u skladu s ovim zahtjevima.

Projektiranje, konstrukcija i instalacija fotonaponskih sustava tradicionalno imaju za cilj maksimiziranje proizvodnje energije. Međutim, kod agrosunčanih elektrana glavni cilj je optimizacija između proizvodnje energije i poljoprivredne proizvodnje. Kako bi se to postiglo, sljedeći parametri su od velike važnosti:

Inženjering, nabava i gradnja agrosunčanih elektrana

Visina konstrukcije

Veličina i visina agrosunčanih elektrana trebaju biti prilagođene poljoprivrednoj djelatnosti koja će se obavljati na površini. Zahtjevi koji se odnose na visinu konstrukcije agrosunčane elektrane mogu se pronaći u nekoliko tehničkih smjernica, koje uključuju definiciju visine, kao i

zahtjev za minimalnu visinu različitih agrosunčanih sustava.

Postoje različite smjernice koje utvrđuju određene kriterije u odnosu na visinu agrosunčanih elektrana. One uključuju:

1. Njemački „DIN-SPEC 91434“⁶⁸ koji postavlja kriterije za instalaciju agrosunčanih elektrana i njihove visinske parametre.
2. Talijanske „Tehničke smjernice za agrosunčane elektrane“, koje postavljaju minimalne kriterije za visinu agrosunčanih elektrana.

Postavljanje agrosunčane elektrane odgovarajuće visine konstrukcije ključno je za omogućavanje poljoprivredne aktivnosti. Međutim, visina sustava također može utjecati na proizvodnju energije kada se postavljaju bifacialni fotonaponski paneli, kao i na ekonomsku isplativost takvih projekata. Na albedo⁶⁹ i svjetlo koje se odbija na stražnju stranu panela može utjecati vrsta tla, pokrivenost i visina panela.

Prilikom projektiranja povišenih agrosunčanih elektrana, veličina slobodnog prostora mora biti u skladu sa propisima koji reguliraju zaštitu i sigurnost na radu. Najvažnije je prije svega obratiti pozornost na to da fotonaponski sustav ne ugrožava radnike ili strojeve.

Nagib panela

Važnost nagiba i azimuta⁷⁰ kod agrosunčanih elektrana naglašena je u nedavnom sustavnom pregledu istraživanja u području agrosunčanih elektrana koji je analizirao 98 studija. Autori zaključuju:

⁶⁸ Izvor.

⁶⁹ Količina svjetlosti koja udara o površinu koja je reflektira natrag (izvor).

⁷⁰ Pravac od istoka prema jugu (izvor).

„S jedne strane, orijentacija i položaj fotonaponskog polja utječu na opseg proizvodnje električne energije; s druge strane, oni utječu na stope rasta biljaka svojom kontrolom količine zračenja dostupnog nasadima. Stoga, pri postavljanju kuta nagiba i azimuta kod agrosunčanih elektrana potrebno je obratiti posebnu pažnju na zračenje koje je dostupno nasadima.“⁷¹

Idealan nagib panela ovisit će o poljoprivrednoj aktivnosti, veličini modula, tipičnim vremenskim uvjetima i bočnim profilima gradilišta okrenutima prema vjetru. Dinamički sustavi koji dopuštaju promjenu nagiba ploče dodat će fleksibilnost i biti od koristi poljoprivrednim aktivnostima kao i aktivnostima proizvodnje električne energije. Nedavni istraživački projekt u Njemačkoj utvrdio je da su se upotreboj jednoosnih uredaja za praćenje prinosi električne energije agrosunčanih elektrana povećali za 22-26%.⁷²

U pogledu poljoprivredne djelatnosti, posebnu pozornost treba obratiti i na smjer rasta usjeva.

Projektanti bi trebali osigurati dostatnu zaštitu biljaka od vremenskih nepogoda kao i to da agrosunčane elektrane osiguravaju homogenu distribuciju oborinske vode usjevima ispod modula. U tom smislu, odvodnjom vode s modula mora se upravljati na prikladan način.

Razmak između redova

Razmak između redova ima važnu ulogu u zasjenjenju i propuštanju svjetla kod agrosunčanih elektrana, kao i pri proizvodnji energije i poljoprivrednim aktivnostima. Kao takav, razmak između redova treba prilagoditi poljoprivrednoj aktivnosti i procijeniti ga od slučaja do slučaja. Nacionalne tehničke smjernice često propisuju dopušteni omjer pokrivenosti tla, što može utjecati na odlučivanje o udaljenosti između redova. U svakom slučaju, redovi jednakoj tako trebaju omogućavati dovoljno prostora kako bi radnici i poljoprivredni strojevi mogli sigurno obavljati svoje poslove.

Za agrosunčane elektrane u kombinaciji s usjevima osjetljivim na svjetlo, poravnanje i razmak između redova modula moraju biti osmišljeni na način da optimiziraju dostupnost i homogenost svjetla, kako bi se izbjegao negativan utjecaj na rast biljaka.

U idealnom slučaju, udaljenost između redova trebala bi maksimizirati sinergiju između fotonaponskog sustava i usjeva, stvorenu zasjenjivanjem i homogenizacijom svjetla.

Voda

Voda je neophodna za gotovo svaku vrstu poljoprivredne aktivnosti, stoga je ključno da agrosunčane elektrane uvažavaju potrebe za vodom radi obavljanja poljoprivrednih djelatnosti. Općenito, projektanti bi trebali osigurati ravnomjernu distribuciju oborinske vode ispod agrosunčanih elektrana. To se može osigurati prirodnim putem, prilikom čega je potrebno provesti procjenu potreba nasada za vodom i tipičnih klimatskih uvjeta lokacije. U slučaju da lokalni klimatski uvjeti ne zadovoljavaju potrebe za vodom, potrebno je postaviti sustav za navodnjavanje.

Pozitivni utjecaji agrosunčanih elektrana na usjeve koji se uzgajaju ispod njih mogu također utjecati na dizajn i postavljanje agrosunčanih elektrana. Nedavna istraživanja pokazala su da agrosunčane elektrane mogu ublažiti učinke suše na biljnu proizvodnju, posebno u regijama s izraženim sušama i toplinskim valovima, kao što je Europa.⁷³ Stoga, kada se agrosunčane elektrane postavlja na usjeve otporne na zasjenjenje u suhim i vrućim područjima, može se primijeniti veći omjer pokrivenosti tla.

Tlo

Ispuštanje vode iz modula može dovesti do stvaranja brazde od kapanja vode i povezanog raspršivanja tla. Za sve agrosunčane elektrane mogu se koristiti sustavi za prikupljanje kišnice prilagođeni specifičnostima usjeva, razdjelnici kišnice ili slični uredaji. Potrebno je poduzeti odgovarajuće mjere tijekom izgradnje i/ili demontaže elektrane za vraćanje izvorne strukture tla. Temelj agrosunčane elektrane mora minimizirati utjecaje na kvalitetu tla. I kod postavljanja i kod demontaže sustava ne bi trebalo biti negativnih posljedica za tlo kroz zbijanje i pomicanje tla. U tom smislu, preporuča se postavljanje sustava kada je tlo suho, uz korištenje posebnih guma i strojeva i/ili građevinskih gusjenica. Agrosunčane elektrane kombinirane s usjevima trebale bi se postavljati izvan vegetacijske sezone.

⁷¹ Izvor
⁷² Izvor
⁷³ Izvor

4 Primjeri najbolje prakse: inženjering, nabava i gradnja te upravljanje i održavanje / nastavak

Temelji i montažne konstrukcije

Lokalni građevinski standardi moraju se poštovati, posebno u vezi s mogućim utjecajima oštrih vremenskih uvjeta. Kako bi se očuvalo poljoprivredno tlo, temelji agrosunčane elektrane moraju biti projektirani na način da osiguraju da se sustav može u potpunosti ukloniti.

Potrebno je koristiti metode gradnje koje osiguravaju sigurne temelje pomoću uklonjivih učvršćenja u tlu. U tom smislu, preporuča se koristiti metodu zabijanja, a izbjegavati upotrebu betona ili cementiranja kad god je to moguće. Određene regije ili tla zahtijevaju upotrebu čvrstih i posebnih temelja. U projektima uzgoja životinja potrebno je prilagoditi temelje sustava vrsti životinja na lokaciji. Na primjer, stočarstvo će zahtijevati dublje temelje nego što su uobičajeni.

Distribucija svjetla, fotonaponski moduli i vrsta instalacije

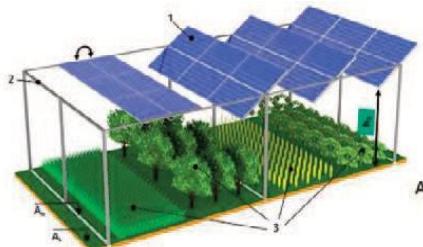
Postoje različite tehnike za postizanje optimalnog rasta usjeva i dobrobiti životinja koje istodobno maksimiziraju proizvodnju energije na agrosunčanim elektranama.

Tehnike postavljanja

Koriste se različite vrste tehniki postavljanja, a najčešće tehniki (povišeno, okomito i međuredno) prikazane su na slici 6. u nastavku.

Odabir odgovarajuće tehniki postavljanja trebao bi se izvršiti temeljem poljoprivredne aktivnosti, geografskog položaja i tehničkih smjernica (ako postoje).

SLIKA 7. RAZLIČITE VRSTE POSTAVLJANJA AGROSUNČANIH ELEKTRANA



ILUSTRACIJA POSTAVLJANJA KATEGORIJE I



ILUSTRACIJA POSTAVLJANJA KATEGORIJE II, VARIJANTA 1



ILUSTRACIJA POSTAVLJANJA KATEGORIJE II, VARIJANTE 1 i 2
IZVOR: Fraunhofer

Legenda

- A_u Obradive poljoprivredne površine
- A_n Neobradive poljoprivredne površine
- h₁ Slobodna visina ispod 2,1 m
- h₂ Slobodna visina iznad 2,1 m
- 1 Primjeri fotonaponskih modula
- 2 Montažna struktura
- 3 Primjeri kultura

Tehnologija fotonaponskih modula

Za optimizaciju prijenosa svjetlosti na agrosunčanim elektranama mogu se koristiti različite tehnologije fotonaponskih modula. Neke inovativne tehnologije korištene su za istraživanje u području agrosunčanih elektrana, kao što su koncentracijski fotonaponski (CPV) moduli koji odvojeno koriste izravne sunčeve zrake i difuzne sunčeve zrake radi učinkovitog korištenja zemljišta. Izravno zračenje koristi se za proizvodnju električne energije, dok se difuzno zračenje koristi za fotosintezu. Ova tehnologija još se ne proizvodi u industrijskom razmjeru, stoga su uz nju povezani troškovi još uvijek visoki. Češće korištene tehnologije fotonaponskih modula kod agrosunčanih elektrana su poluprozirni i bifacialni paneli.

Poluprozirni paneli

Prilagodbom transparentnosti modula, agrosunčane elektrane mogu se prilagoditi radi optimizacije rasta usjeva. Iako transparentniji paneli imaju manji energetski prinos, oni jamče idealnu, umjerenu količinu sjene i nude maksimalnu zaštitu za usjeve. Nadalje, manji prinos energije može se djelomično kompenzirati učinkom hlađenja od strane rasta bilja koji može utjecati na energetsku učinkovitost panela.

Prozirnost panela treba prilagoditi svakom usjevu i stvoriti najbolje moguće uvjete za rast. To može biti posebno korisno za usjeve koji ne podnose izravnu sunčevu svjetlost. Glavno ograničenje ove tehnologije je to što je još uvijek prerano za instalacije velikih razmjera zbog njene manje učinkovitosti.⁷⁴

Bifacialni paneli

Primjena bifacialne tehnologije u agrosunčanim elektranama nudi prednosti u različitim aspektima s obzirom na to da može proizvoditi električnu energiju istodobnim primanjem izravnih sunčevih svjetlosti i reflektirane svjetlosti od tla ili biljaka. Učinkovitost bifacialnih agrosunčanih elektrana može doseći 24%. Bifacialni paneli mogu se kao takvi nositi s izazovima u pogledu niveleranog troška energije s kojima se suočavaju agrosunčane elektrane, istovremeno proizvodeći više energije.⁷⁵

Upravljanje i održavanje agrosunčanih elektrana

Općenito, postojeći elektrotehnički i statički propisi, kao i odgovarajući zahtjevi ispitivanja u području fotonaponskih sustava trebaju se poštovati u svim projektima agrosunčanih elektrana. Razmatranja vezana uz upravljanje i održavanje agrosunčanih elektrana uključuju dodatne elemente i izazove koji proizlaze iz povišenih instalacija, ograničenog pristupa

radnicima zaduženim za upravljanje i održavanje poljoprivrednom gospodarstvu, te zahtjeva da se uzme u obzir utjecaj koji bilo koja aktivnost povezana s upravljanjem i održavanjem može imati na proizvodnju hrane.

Općenito održavanje agrosunčanih elektrana

Općenito, radnje potrebne za održavanje moraju biti navedene u operativnom priručniku pripremljenom od strane instalatera elektrane, a kojeg se treba pridržavati operator. Provjereni parametri zabilježenih podataka trebali bi se pohraniti u operativni protokol za svaku elektranu. Što se tiče poljoprivrede, usjevi i pašnjaci moraju se pažljivo održavati kako bi se izbjegla opasnost od požara. Tijekom ekstremnih vremenskih uvjeta, poput stvaranja leda i ledenih siga, kao i pri ekstremnim opterećenjima vjetrom i snijegom, radovi ispod elektrane ne bi se smjeli izvoditi iz sigurnosnih razloga. Promišljene mjere, poput sustava za distribuciju kišnice, mogu sprječiti stvaranje ledenih siga.

Otkrivanje grešaka i rješavanje problema

U slučajevima smanjenja proizvodnje energije ili problema s fotonaponskim sustavima, radnici zaduženi za upravljanje i održavanje možda će trebati posjetiti agrosunčane elektrane, pristupiti poljoprivrednom gospodarstvu i potencijalno stupiti u interakciju s poljoprivrednim aktivnostima. Stoga je potrebno omogućiti jasnú koordinaciju između poljoprivrednika i radnika zaduženih za upravljanje i održavanje. Detektiranje i popravljanje grešaka na agrosunčanim elektranama (na povišenim lokacijama ili između redova usjeva) može zahtijevati dodatne radnje, poput penjanja kako bi se došlo do panela ili rada u neposrednoj blizini vrijednih usjeva. Sustav za nadzor fotonaponskih sustava mogao bi se koristiti za otkrivanje grešaka ili neusklađenosti modula u fotonapskom sustavu, čime se smanjuje ometanje poljoprivrednih aktivnosti i sprječava nepotreban pristup radnika zaduženih za upravljanje i održavanje na poljoprivredno gospodarstvo.

Zdravlje i sigurnost kod agrosunčanih elektrana

Poseban oprez potreban je prilikom održavanja agrosunčanih elektrana, s obzirom na to da ljudi rade na postrojenju kao i to da intenzivna poljoprivredna upotreba može biti u tijeku, što povećava rizik od nastanka štete i kontaminacije. Poljoprivrednici i radnici trebaju biti dobro informirani, a kada je to moguće i adekvatno obučeni o specifičnim potrebama u vezi održavanja ili rizicima povezanim s fotonaponskim sustavima.

⁷⁴ [Izvor](#). ⁷⁵ [Izvor](#).

4 Primjeri najbolje prakse: inženjering, nabava i gradnja te upravljanje i održavanje

/ nastavak

Čišćenje modula

Prljavština i prašina na površini modula mogu uzrokovati značajno smanjenje proizvodnje fotonaponske energije. Na agrosunčanim elektranama na kojima su fotonaponski paneli smješteni iznad ili u blizini poljoprivrednog zemljišta, poljoprivredna aktivnost, kao što je korištenje strojeva, može prouzrokovati velike količine prašine što dovodi do smanjenja proizvodnje energije. Prvo istraživanje koje je analiziralo utjecaj prašine i prljavštine na agrosunčane elektrane ustanovilo je prosječne dnevne gubitke od prljavštine od 0,35%, a omjer učinkovitosti smanjio se na vrijednosti od samo 40% u ljetnim mjesecima bez padalina ili čišćenja.⁷⁷

Stoga, agrosunčane elektrane treba periodički čistiti. Obrada poljoprivrednog tla i primjena sredstava za zaštitu bilja mogu uzrokovati kontaminaciju. Preporuča se redovita provjera čistoće modula.

Nadalje, kako bi se smanjio gubitak proizvodnje, agrosunčane elektrane i module treba očistiti u slučaju teške kontaminacije. Ako se koristi deterdžent, moraju se poštovati propisi koji reguliraju hranu, hranu za životinje i farmaceutske proizvode. Općenito, postupke čišćenja treba pokrenuti samo kada je to nužno, kako bi se izbjegla nepotrebna opterećenja ili slučajna oštećenja fotonaponskog sustava.

Čišćenje može biti veći izazov kod agrosunčanih elektrana zbog povišenih panela. Uredaji za praćenje koji omogućuju povećani kut nagiba mogu smanjiti ovaj izazov i olakšati čišćenje panela. Upotreba hidrofilnog premaza na površini fotonaponskih ploča mogla bi pomoći u održavanju optimalne proizvodnje električne energije.

Određene poljoprivredne aktivnosti i tretmani mogu dovesti do kemijske promjene materijala. Kemski gledano, najučinkovitiji deterdžent ovisit će o vrsti tla, a time i o usjevima i proizvodima koji se na njih primjenjuju.

Poljoprivredne aktivnosti mogu uzrokovati povremeno zaprljanje koje zahtijeva brzo čišćenje. Također je ponekad nemoguće provesti čišćenje bez utjecaja na poljoprivredne aktivnosti. S obzirom na to da poljoprivredna aktivnost uvelike ovisi o vremenu, sinkronizacija s uobičajenim rasporedima preventivnog održavanja i čišćenja nije uvijek moguća. Ove aktivnosti moraju se provoditi u „vatrogasnem“ načinu rada, kao što je kurativno održavanje, i stoga su manje ekonomične. Ili će poljoprivrednik

morati sudjelovati u održavanju: na primjer, ispiranjem panela nakon određenih aktivnosti.

Upravljanje pašnjacima

Za relevantne projekte mora se slijediti učinkovita strategija upravljanja pašnjacima koja osigurava dovoljno vremena za regeneraciju travnjaka. Uz ciklus rotacije pašnjaka, savjetuje se podjela projektne lokacije na nekoliko dijelova.

Električna sigurnost

Sigurnost se mora vrlo pažljivo razmotriti pri planiranju i projektiranju bilo koje fotonaponske instalacije, a posebno agrosunčane elektrane. Fotonaponska postrojenja, kao i svaka električna instalacija, nose određeni potencijal rizika poput nastanka požara i opasnosti od strujnog udara. Sigurnost agrosunčane elektrane u središnjem je interesu poljoprivrednika, projektanata, instalatera i timova za održavanje, kao i osiguravajućih društava, donositelja javnih politika i regulatornih tijela. Stoviše, incidenti poput požara i strujnih udara mogli bi imati odvraćajući učinak u odnosu na razvoj i prihvatanje agrosunčanih elektrana u javnosti, pogotovo u ranim fazama njihova razvoja i izlaska na tržiste, kada posebni obvezujući standardi i propisi tek trebaju biti objavljeni ili provedeni. Stoga je sigurnost agrosunčanih elektrana potrebno detaljno istražiti.

Postojeća istraživanja pokazuju da je sigurnost kod agrosunčanih elektrana vrlo važna donositeljima politika, poljoprivrednicima i stručnjacima u solarnoj industriji. Primjerice, u jednoj istraživačkoj studiji rizik, sigurnost i odgovornost navedeni su kao glavne prepreke za razvoj agrosunčanih elektrana u SAD-u.⁷⁸ U njemačkoj normi DIN-SPEC 91434 navodi se da je „održavanju agrosunčanih elektrana potrebno posebno pažljivo pristupiti s obzirom na to da na tom području rade ljudi i može doći do (intenzivne) poljoprivredne aktivnosti, što povećava rizik od nastanka štete i prljanja.“⁷⁹ Tijekom projektiranja, izgradnje i rada agrosunčanih elektrana treba uzeti u obzir sigurnosna pitanja. Dva glavna sigurnosna pitanja u solarnim postrojenjima su strujni udar i električni luk. Na agrosunčanim elektranama postoji nekoliko jedinstvenih značajki koje povećavaju rizik od strujnih udara i električnog luka.

⁷⁶ Izvor.

⁷⁷ Izvor.

⁷⁸ „Integriranje solarne energije s poljoprivredom: industrijska perspektiva tržišne, društvene i društveno-političke dimenzije agrosunčanih elektrana“, Časopis o istraživanju energije i društvenim znanostima – svežak 75., svibanj 2021.

⁷⁹ Izvor.



© KU Leuven.

Ključna sigurnosna pitanja u solarnim sustavima

a. Strujni udar

Solarni paneli proizvode električni napon od trenutka kada su izloženi sunčevoj svjetlosti. Budući da svaki panel proizvodi oko 40 volti (u prosjeku), niz spojenih panela proizvodi visoki napon od oko 400 volti do 1500 volti (ovisno o vrsti solarnog pretvarača i duljini nizova). Ovaj napon nastaje samim izlaganjem solarnih panela sunčevom zračenju. Isključivanje solarnog pretvarača ili otpajanje uređaja s mreže isključuje struju koja prolazi kroz krug sustava. Međutim, ne smanjuje napon proizведен izlaganjem panela suncu, koji se naziva istosmjernim naponom. Visoki napon može predstavljati sigurnosni rizik za instalatera sustava i ljudе koji rade u blizini. Za smanjenje istosmjernog napona potrebna je funkcija koja smanjuje napon na razini panela.

b. Električni lukovi (požari)

Električni luk nastaje kao rezultat prekida vodiča ili spojnice. U solarnom sustavu koji se sastoji od mnogo priključnih točaka i kabela, električni luk može nastati ako kabel nije spojen na ispravan način ili je oštećen. Električni lukovi imaju nekoliko istaknutih karakteristika: jaku svjetlinu i vrlo visoku toplinu. Zbog toga su električni lukovi česti uzrok požara kod bilo koje električne instalacije, osobito solarne.

Električni luk također može „naelektrizirati“ sustav, uključujući konstrukciju, i ugroziti svakoga tko se s njim susretne. Što je sustav stariji, to je veći rizik od stvaranja luka kao rezultata starenja ožičenja i labavljenja spojeva.

Jedinstvene karakteristike agrosunčanih elektrana koje mogu povećati rizik od električnih luka i električnog udara

- Agrosunčane elektrane bez ograda: dok su solarna postrojenja općenito ograđena kako bi se spriječio neovlašteni ulaz i kako bi se osiguralo da će samo obučeni stručnjaci za solarnu energiju ući u postrojenje, kod agrosunčanih elektrana to nije uvijek slučaj jer ograda mogu ometati poljoprivredne aktivnosti. U nekoliko zemalja u kojima postoji opća odredba za obvezno ograđivanje solarnih postrojenja, kao što su Izrael i Japan, taj je zahtjev posebno uklonjen za agrosunčane elektrane.

- Poljoprivredni radnici, poljoprivredni strojevi i stoka u fizičkoj blizini solarnog sustava: po definiciji, dvojna uporaba zemljišta za energiju iz solarnih izvora i proizvodnju hrane podrazumijeva da će zemljište koristiti i solarni stručnjaci i poljoprivrednici. Poljoprivrednici i poljoprivredni radnici možda su manje svjesni rizika solarnih sustava. Nadalje, postoji veći rizik od oštećenja ožičenja i opreme nego u regularnim fotonaponskim sustavima. Prisutnost stoke također povećava rizik od oštećenja fotonaponskih sustava, što se onda pretvara u rizik za rad poljoprivrednog gospodarstva, strojeva i radnika.

Najbolje prakse i rješenja za rješavanje sigurnosnih izazova kod agrosunčanih elektrana

Postojeće smjernice za agrosunčane elektrane i dokumenti o primjerima najboljih praksi s raznih tržišta gdje su prisutne agrosunčane elektrane uglavnom su usmjereni na pitanja osvještenosti, električne sigurnosti i postavljanja kablova u cilju prepoznavanja i rješavanja sigurnosnih izazova:

a. Osvojite osvještenost

Kao prvi korak, svi relevantni dionici uključeni u instalaciju i rad agrosunčane elektrane moraju biti svjesni relevantnih rizika i sigurnosnih pitanja. Osvojite osvještenost se može pronaći u nekoliko dokumenata s primjerima najbolje prakse i tehničkim smjernicama. Primjeri najbolje prakse uključuju:

1. Osigurati da je svoj osoblje obučeno i osposobljeno te da zna kako raditi i postupati u objektu elektrane. Time će se eliminirati rizici od nesreća na radu, uključujući u odnosu na poljoprivrednike.

4 Primjeri najbolje prakse: inženjering, nabava i gradnja te upravljanje i održavanje / nastavak

2. Postaviti znakove koji signaliziraju i obavještavaju kako je riječ o objektu za proizvodnju električne energije te spriječiti nesreće koje uzrokuju treće strane:

- Na električnu opremu poput regulacijskih uređaja i priključnih kutija staviti sigurnosne znakove kao što su upozorenja o strujnom udaru.
- Postaviti sigurnosni znak koji označava ukopane kablove.

3. Osvijestiti poljoprivrednike o mogućim rizicima.

4. Osigurati da poslovni subjekti koji se bave inženjeringom, nabavom i gradnjom preuzmu i provode odgovornost za komunikaciju rizika prema poljoprivrednicima.

a. Elektronika na razini modula (MLPE) – smanjenje istosmjernog napona sustava i ublažavanje rizika od električnog luka

Kao što je prethodno navedeno, kako bi se smanjio napon solarnog sustava koji se stvara izlaganjem panela sunčevoj svjetlosti, postoji potreba za smanjenjem napona koji se stvara na razini panela (istosmjerni napon). To se može učiniti pomoću MLPE (elektronika na razini modula) tehnologije. MLPE uređaji se spajaju na jedan ili više fotonaponskih modula u fotonaponskom nizu. Ti uređaji mogu uključivati komponente kao što je senzor greške konektora i mogu imati sposobnost snižavanja izlaznog napona na vrlo nisku (i sigurnu) razinu.

Budući da se istosmjerni napon generira svaki put kada je panel ili njihov niz izložen suncu, MLPE rješava rizike od luka i strujnog udara aktivnim smanjenjem napona koji generiraju paneli i ukupnim smanjenjem napona na sigurnu razinu kada je to potrebno. Osim toga, neka napredna MLPE rješenja mogu unaprijed otkriti potencijal nastanka luka i ublažiti rizik preventivnim djelovanjem. S obzirom na gore navedeno, primjena elektronike na razini modula preporuča se kod agrosunčanih elektrana kako bi se smanjio rizik od strujnih udara i požara. Za detaljnije smjernice vidjeti poveznicu na „Japanske smjernice za izgradnju i instalaciju agrosunčanih elektrana“.

b. Zaštita kabala od oštećenja i izlaganja

Kabeli moraju biti zaštićeni i ne smiju biti izloženi oštećenjima od strane stoke, poljoprivrednih radnika ili poljoprivrednih strojeva. To je potrebno osigurati na način da se kabeli zakopaju ili postave na odgovarajućoj visini. U nastavku slijedi nekoliko primjera vezanih uz zahteve koji se trebaju uvažavati prilikom

postavljanja kabala i smjernice iz pojedinih dokumenata vezanih uz rad i funkcioniranje agrosunčanih elektrana:

Primjeri dobre prakse uključuju:

- Kabele i kabelske kanale treba postaviti na sigurnu dubinu kako bi se izbjegla bilo kakva oštećenja uzrokvana plugovima i drugim poljoprivrednim strojevima.
- Smanjenje broja kabala u tlu njihovim usmjeravanjem ispod krovova modula, uz montažnu strukturu. Ovaj pristup također štiti kabale od izravne kiše ili izlaganja suncu te produžuje životni vijek sustava.
- Dodatni elementi uključuju postavljanje zaštite od nabijanja za pokrivanje kabelskih kanala oko strukturnih stupova sustava.
- Ako se razmatra uzgoj životinja, visinu kabala i konektora treba pravilno definirati kako bi se izbjeglo da životinje oštete sustave i ozlijede se, bilo dodirom ili ugrizom. Iz istog razloga savjetuje se da natkriveni dijelovi koriste električne komponente kao što su string pretvarači ili razvodne kutije. (Smjernice za agrosunčane elektrane SPE-a, verzija 1.0).
- Mnoga postrojenja ukopavaju kabale, a na mjestima s nadzemnim kablovima moraju se primijeniti odgovarajuće oznake i sigurnosne mjere kako bi se osigurala sigurnost životinja i ljudi. Dubina ukopanih kabala treba biti dovoljna da ne ometa poljoprivredne aktivnosti, kao što je oranje. Kabeli trebaju biti ukopani na minimalnu dubinu u skladu s DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520), tako da budu sigurni od pluga i drugih poljoprivrednih strojeva (njemački DIN-SPEC).
- Visina kabelskog ožičenja treba biti 2 metra ili više kako bi se izbjegao bilo kakav kontakt s ljudima. Iste mjere poželjno je primijeniti i pri postavljanju sustava za proizvodnju električne energije na izloženom mjestu. Poljoprivrednici mogu slučajno presjeći zakopane žice, poput kabela i žica za uzemljenje, dok kopaju tlo. Stoga je potrebno odabrati mjesto ukopa koje neće ometati poljoprivredne aktivnosti (njemački DIN-SPEC).

c. Detektori kvarova s električnim lukom

Detektori kvarova s električnim lukom smanjuju rizik od nastajanja luka i posljedično rizik od požara. Takve tehnologije preporučljivo je koristiti kod agrosunčanih elektrana.

5

Trendovi i inovacije

© KULeuven

Budući da su agrosunčane elektrane na samom sjecištu solarne fotonaponske tehnologije i poljoprivrede, postoje mnogi izazovi koji se trebaju razmotriti kako bi se osiguralo i ubrzalo njihovo prihvaćanje i razvoj. U cilju rješavanja tih izazova, znanost, istraživanje i inovacije daju važan doprinos agrosunčanom sektoru, što će se svakako nastaviti i u godinama koje dolaze. Istraživači i inovatori ključni su za poboljšanje razumijevanja interakcija između energetskih i poljoprivrednih sustava, dokumentiranje i kvantificiranje utjecaja i koristi za stvaranje preciznijih poslovnih modela, poboljšanje i skaliranje tehnologije (hardver ili softver) te razvoj testnih područja kako bi se stvorio realni prikaz agrosunčanih elektrana i smanjili rizici vezani uz njihovo uvođenje.

Ovo poglavlje će se osvrnuti na aktualne trendove u istraživanju i inovacijama koji promiču koncept agrosunčanih elektrana. Također će istaknuti studije slučajeva koji uključuju razne inovativne aspekte kao što su tehnološke instalacije, nove primjene u poljoprivredi i drugi elementi. Bit će podijeljeno u potpoglavlja i uključivat će sljedeće elemente:

- pružanje pregleda javnih potpora koje dodjeljuju institucije EU-a
- pregled najnovijih razvojnih trendova po pitanju tehnoloških opcija kroz primjere njihove primjene u poljoprivredi;
- prikaz dinamike startup ekosustava u području agrosunčanih elektrana kroz primjere, te isticanje njegove povezanosti s agrotehnološkim sektorom.

U Europi postoje razne mogućnosti javnog i privatnog financiranja usmjerene na podupiranje istraživanja i inovacija u različitim sektorima. Neki od primjera javnog financiranja uključuju

programe Obzor Europa,⁸⁰ Mehanizam za oporavak i otpornost⁸¹ itd. Javno financirano istraživanje i inovacije od ključne su važnosti i trebali bi se isticati kako bi se osigurao napredak u sektoru agrosunčanih elektrana. Kao dio programa Obzor Europa, finansijski je podržano nekoliko istraživačkih projekata povezanih s agrosunčanim tehnologijama. Svrha ovakvog javnog financiranja istraživanja je promicanje znanstvene izvrsnosti te olakšavanje razmjene znanja i razvoja tehnologije.

Agrosunčani projekti financirani u okviru programa Obzor Europa

Trenutno postoje tri projekta financirana u okviru programa Obzor Europa koji su usmjereni na istraživanje u agrosunčanom sektoru:

Symbiosyst

REGACE

PV4plants.

U nastavku će se iznijeti kratak opis ovih triju projekata financiranih u okviru programa Obzor Europa, uključujući kontekst i ciljeve projekata, kao i dosadašnje rezultate i saznanja.

⁸⁰ Ključni program financiranja za istraživanje i inovacije, rješavanje klimatskih promjena, pomoći u postizanju UN-ovih ciljeva održivog razvoja i jačanje konkurentnosti i rasta EU-a.“ ([izvor](#)).

⁸¹ Mehanizam je privremeni instrument za oporavak. Komisiji omogućuje prikupljanje sredstava za pomoći državama članicama u provedbi reformi i ulaganja koja su u skladu s prioritetima EU-a i koja rješavaju probleme utvrđene u preporukama za pojedine zemlje u okviru europskog semestra za koordinaciju ekonomskih i socijalnih politika.“ ([izvor](#)).

5 Trendovi i inovacije / nastavak

SYMBIOSYST

Projekt SYMBIOSYST, pokrenut početkom 2023. godine, uvest će inovaciju prilagodbom standardiziranih troškovno-ucinkovitih rješenja u smislu fotonaponskih modula, montažnih struktura te praksi upravljanja i održavanja, specifičnim potrebama različitih usjeva u različitim klimatskim uvjetima i područjima. Time projekt nastoji pronaći rješenja za troškovnu učinkovitost, istovremeno omogućavajući estetski prihvatljiva rješenja koja se mogu industrijski proizvoditi i integrirati u krajolik, te zadržavajući primarni cilj poljoprivrede. Projekt SYMBIOSYST u potpunosti će iskoristiti sinergiju između tla i usjeva, kao i otvorenih ili zatvorenih agrosunčanih elektrana. U tom smislu, projekt će koristiti agrosunčanu tehnologiju za razvoj:

- (i) voćnjaka budućnosti
- (ii) simbiotske integracije solarne fotonaponske tehnologije u hortikulturi na otvorenom
- (iii) energetski pasivnih staklenika

Ambicija projekta je stvoriti potpuno integrirano rješenje, od projektiranja do faze implementacije, simbiozu u kojoj fotonaponska tehnologija i poljoprivreda mogu imati odnos na obostranu korist, s pozitivnim ekološkim učincima na krajolik.



REGACE

Projekt REGACE financiran od strane EU-a razvija i potvrđuje radikalnu inovativnu tehnologiju koja će agrosunčane elektrane učiniti glavnim čimbenicima koji doprinose portfelju čiste energije EU-a.

Rješenje projekta REGACE bit će vrlo konkurentno u usporedbi s drugim rješenjima, s obzirom na to da će u potpunosti odgovoriti na željeni učinak čiste, pristupačne energije. Sustav prikazan u ovom projektu također će biti isplativ na područjima s manje sunčeve svjetlosti. Osnovna tehnologija je responzivni sustav praćenja montiran u plasteniku kojeg pokreće PLC kontroler koji mijenja kut sustava praćenja u skladu s potrebama biljke.

Osim ekonomskog učinka, dovest će do značajnog pozitivnog učinka na ekološko-okolišnu održivost te smanjenja ekološkog otiska kroz njegovo održavanje i rad.



PV4PLANTS

PV4Plants jača energetsko-poljoprivrednu sinergiju agrosunčanih tehnologija kako bi se poboljšali uvjeti rasta i razvoja bilja te povećala učinkovitost korištenja zemljišta, prinos usjeva i proizvodnja energije iz obnovljivih izvora. To se postiže optimiziranjem propusnosti svjetlosti fotonaponskih panela kroz raspršivanje inovativnih nanočestica na površinu fotonaponskog stakla. Sustav PV4Plants posebno je dizajniran na način da osigura zdravu žetu i da bude prilagodljiv različitim klimatskim uvjetima i sortama kultura koje će se koristiti za demonstraciju na tri mesta u Turskoj, Španjolskoj i Danskoj, a u odnosu na koja će rezultati biti primjenjivi i na drugim područjima.

Mogućnost recikliranja i ponovnog korištenja komponenti i materijala, kako za proizvodnju tako i pri završetku životnog ciklusa sustava PV4Plants, središnji su aspekt projekta. Sustav PV4Plants bit će certificiran putem Ekološke deklaracije proizvoda (EPD), usklađenosti s ISO 14021 i oznakom izvrsnosti u održivosti UNEF-a.

PV4Plants će poboljšati svoj proboj na tržište i primjenu putem:

- inovativnih strategija uključivanja poljoprivrednika kako bi se povećalo njihovo prihvaćanje i povjerenje u inovativne agrosunčane elektrane;
- novih programa financiranja i poslovnih modela za poboljšanje uspješnosti ulaganja;
- stvaranja novog mehanizma osmišljenog za ubrzavanje prihvaćanja agrosunčanih elektrana u Europi, kroz niz preporuka za javne politike koje će se razviti u suradnji s javnim tijelima.



5 Trendovi i inovacije / nastavak

Pregled novih pilot i demonstracijskih projekata

Tehnologija agrosunčanih elektrana eksponencijalno raste i sazrijeva na globalnoj razini. One predstavljaju inovativno rješenje i za poljoprivredne prakse i za razvoj solarnog sektora. Ovo poglavlje donosi osvrt na najnovije trendove u ovom području (vidjeti tablicu 4.), iznoseći pregled različitih slučajeva upotrebe agrosunčanih elektrana koji su testirani, replicirani i skalirani sve do danas.

Aktivnosti koje uključuju ispašu pokazale su snažnije prihvaćanje agrosunčanih tehnologija, zajedno s usjevima i drugom povezanim bilnjom proizvodnjom koja je testirana i odgovarajuće replicirana. Međutim, njihovo usvajanje i razvoj još uvijek nisu prisutni u velikim razmjerima. Tehnička izvedivost općenito je dokazana i potvrđena, a njihovo proširenje se sada oslanja na potrebe u kontekstu usvajanja inovacija na tržištu kao što su troškovna konkurentnost, prilagođena regulativa ili prihvaćanje od strane kupaca.

Vidjeti pregled inovativnih pilot i demonstracijskih projekata u studijama slučaja koje slijede u nastavku.

TABLICA 4. PREGLED RAZLIČITIH SLUČAJEVA UPOTREBE KOJI SU TESTIRANI, REPLICIRANI I

| Zrelost | Šumarstvo i agrošumarstvo | | Ispaša | | Usjevi | | | | Akvakultura |
|----------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------------------|----------|----------------------|------------------|
| | Šumarstvo | Agrošumarstvo | Intenziviranje pašnjaka | Rotacijska ispaša | Jedno-godišnji usjevi | | | Više-godišnji usjevi | Otvoreni ribnjak |
| | | | | | Žitarice | Vrtljarstvo sa svježim proizvodima | Voćnjaci | Vinogradni | |
| Prvi slučajevi svoje vrste | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Replikirani slučajevi | | | X | X | X | X | X | X | |
| Skalirani | | | X | X | | | | | |

STUDIJA SLUČAJA 8: DINAMIČNA AGROSUNČANA ELEKTRANA INSOLAGRIN U CONTHEYU, ŠVICARSKA (INSOLIGHT)

KULTURA: JAGODE I MALINE

Švicarska tvrtka Insolight razvila je dinamičnu agrosunčanu elektranu Insolagrin: podesiva propusnost sunčeve svjetlosti i staticka zaštita usjeva. Tijekom proteklih 2 godine, Insolight se udružio s tvrtkama Agroscope, Romande Energie i CSEM kako bi razvio pilot lokaciju u Contheyu (Švicarska).

Demonstracijski projekt industrijaliziranog i komercijalno dostupnog rješenja Insolagrin instaliran je 2022. godine uz korištenje kvalificiranih komponenti. Dinamična agrosunčana elektrana tvrtke Insolight temelji se na tri glavna elementa:

1. Statični poluprozirni paneli pružaju fizičku zaštitu usjevima, uz istovremeno propuštanje svjetlosti.
2. Upravljni optički sloj koji se može pilotirati, izrađen od reflektirajućeg poljoprivrednog zastora koji se može postaviti za zaštitu usjeva od toplinskih valova, opeklina od sunca i noćnog mraza.
3. Softver za upravljanje svjetlom koji kontrolira postavljanje zastora na temelju parametara specifičnih za usjev i mikroklimatske uvjete.

Insolagrin je osmišljen na način da usjevima daje pravu količinu sunčeve svjetlosti, pretvara višak svjetlosti u električnu energiju i pruža poboljšanu otpornost na globalno zagrijavanje i ekstremne klimatske događaje. Kada se zastor postavi, on reflektira svjetlost prema bifacialnim čelijama kako bi se povećala proizvodnja energije do 30%: povećanje specifičnog prinosa u usporedbi sa statičnim sustavom s istom prozirnošću.

U tijeku su agronomski ispitivanja u Contheyju s usjevima malina i jagoda kako bi se validiralo rješenje, uključujući algoritam i parametre upravljanja. Prvi rezultati prikupljeni tijekom 2021. i 2022. pokazuju:

1. Maline s dugim stabljikama uzgojene primjenom rješenja Insolagrin imale su isti prinos i kvalitetu plodova kao i one uzgojene u plastičnom modularnom stakleniku.
2. Insolagrin omogućuje smanjenje temperature lista za do 8°C u vrućim danima, te povećanje temperature tla za do 7°C u hladnim noćima.



© Insolight.

5 Trendovi i inovacije / nastavak

STUDIJA SLUČAJA 9: PILOT PROJEKTI KOJI UKLJUČUJU AGROSUNČANE ELEKTRANE U NIZOZEMSKOJ, NJEMAČKOJ I AUSTRIJI (BAYWA R.E.)

KULTURA: KOŠTUNIČASTO I JABUČASTO VOĆE

Tvrtka BayWa r.e. je 2022. godine pokrenula četiri pilot projekta koji uključuju agrosunčane elektrane diljem Europe, s jednom u Baden-Württembergu na jugozapadu Njemačke, jednom u saveznoj državi Štajerskoj u Austriji i dvije u centralnoj Nizozemskoj. Do kraja 2022., ukupan broj projekata agrosunčanih elektrana tvrtke BayWa r.e. u Europskoj uniji iznosio je 15.

U Njemačkoj, u gradu Oedheimu, model u obliku „šahovnice“ snage 115 kWp primijenjen je na testnom pilot projektu koji je uključivao maline. Zahvaljujući razmaknutim prozirnim fotonaponskim panelima koji, kada se kombiniraju, dopuštaju 70% propusnosti svjetla, dizajn sustava postaje „otporan na kišu“. U suradnji s Državnim obrazovnim institutom za vinogradarstvo i voćarstvo Weinsberg (LVWO), pratit će se učinci dizajna ovog sustava na poljoprivrednu proizvodnju.

U Austriji, u blizini grada Graza, u suradnji sa svojom podružnicom ECOWind i istraživačkom ustanovom Haidegg, tvrtka BayWa r.e. dovršila je testni

pilot projekt snage 340 kWp koji je uključivao koštuničasto i jabučasto voće.

U Nizozemskoj, u suradnji sa svojom podružnicom GroenLeven i uz finansijsku pomoć nizozemske vlade, tvrtka BayWa r.e. izgradila je dva testna pilot projekta agrosunčanih elektrana u zajednicama Enspijk i Randwijk. Projekt u Enspijku, testni pilot projekt snage 105 kWp uključuje trešnje, a razvijen je zajedno s lokalnom organizacijom Fruit Tech Campus koja spaja poslovanje, obrazovanje i javnu vlast radi inovacija u poljoprivrednoj tehnologiji. Randwijk, pilot projekt snage 125 kWp uključuje kruške, a izrađen je u sličnoj suradnji s ustanovom Wageningen University & Research.

U 2023. godini spremaju se novi pilot projekti koji testiraju učinke „Rangevoltaic“ agrosunčanih elektrana na kojima ovce i krave mogu pasti duž njih. Početni rezultati pokazuju da je sposobnost smanjenja toplinskog stresa obećavajuća, jednakom kao i rezultati koji ukazuju na izravne ekološke koristi od uvedene stoke.



© ECOWind/David Griessler/Haidegg 1.

STUDIJA SLUČAJA 10: EKSPERIMENTALNI PILOT PROJEKT AGROŠUMARSTVA I AGROSUNČANIH ELEKTRANA U ČEŠKOJ REPUBLICI

KULTURA: BRZORASTUCE DRVEĆE, DRUGI USJEVI

Agrošumarski eksperimentalni sustav koji uključuje agrosunčane elektrane smješten je na prostoru VÚKOZ-a (Silva Tarouca istraživačkog instituta za krajobraz i ukrasnu hortikulturu) u Průhonicama blizu Praga, Češka Republika. To je eksperimentalno mjesto gdje se istražuje učinkovitost korištenja fotonaponskih sustava u agrošumarstvu te međusobna interakcija između fotonaponske tehnologije i uzgoja usjeva i drveća.

Sustav se sastoji od ukupno 24 modula podijeljena u tri lanca od po 8 modula. Ukupna instalirana snaga sustava je 6,72 kWp. Moduli su instalirani na rotirajućim konstrukcijama (polovica njih uspravno, okomito; polovica ukoso) u drvoređima. Okomiti i nagnuti fotonaponski sustavi sastoje se od tri različite tehnologije - PERC, bifacialni PERC i CIGS, a svi su instalirani SolarEdge tehnologijom.

Istraživanje će se usredotočiti na procjenu vlažnosti zemlje i temperature oko fotonaponskog sustava u usporedbi s lokacijom bez fotonaponskih modula.



© VÚKOZ.

5 Trendovi i inovacije / nastavak

STUDIJA SLUČAJA 11: STAKLENIK ZA STABLA OD 100 KWP - REPRODUKCIJA NADSTREŠNICE S POLUPROZIRNIM MODULIMA I POSTUPNIM ZASJENJIVANJEM, AILLAS, GIRONDE, JUGOZAPAD FRANCUSKE (AMARENCO)
KULTURA: TROPSKO DRVEĆE

Na površini od 1000 m², Amarenco u Akvitaniji projektira agrosunčani staklenik za stabla od 100 kWp koji bi trebao početi s radom 2024. godine.

Ovaj agrosunčani projekt pokrenuo je operater lokacije prema vlastitom poljoprivrednom projektu i planovima, koji su uključivali negrijani staklenik prekriven neprozirnim i poluprozirnim fotonaponskim modulima.

U ovom inovativnom projektu, fotonaponski pokrov omogućuje:

1. Bioklimatski koncept sa suncem i sjenom tijekom cijele godine koji omogućava agrošumarski koncept sa stratifikacijom usjeva, ovisno o njihovim potrebama za svjetлом ili sjenom.
2. Strukturu „poput nadstrešnice“ koja pruža sjenu i replicira uvjete proplanka. Staklenik je visok 5

metara, s dugoročnom vizijom da se u njemu mogu smjestiti viša stabla poput avokada i papaje. Također je projektiran na način da osigurava i održava optimalne klimatske i pedoklimatske uvjete koji su ključni za uspjeh tih kultura. Nekoliko čimbenika pritom je uzeto u obzir kao što su polikarbonatne površine, gustoća vegetacije i stratifikacija, upravljanje higrometrijom i skladištenje vode.

Staklenikom će se upravljati u partnerstvu s istraživačkim subjektima i opremit će ga se mjernim alatima. Očekivanja u smislu prednosti za mikroklimu su porast temperature do 5,5°C u odnosu na kontrolne lokacije.

S obzirom na pokrivenost drvećem, očekuje se da će ovaj inovativni agrosunčani projekt doprinijeti zdravlju i strukturi tla zbog finog korijenja koje povećava biološku aktivnost tla, faunu tla i skladištenje vode.



© Amarenco.

STUDIJA SLUČAJA 12: EKSPERIMENTALNA AGROSUNČANA ELEKTRANA LOVENJOEL / TRANSFARM (KU LEUVEN)

KULTURA: PŠENICA I OSTALO POLJSKO POVRĆE

Pilot postrojenje Lovenjoel KU Leuven nalazi se na prostorima ustanove TRANSfarm. TRANSfarm je istraživačka ustanova Sveučilišta u Leuvenu čiji je cilj olakšati znanstveno istraživanje na pilot razini u širokoj domeni održive kružne bioekonomije i translacijskih biomedicinskih istraživanja. Ovo istraživanje podupire program Europske unije za istraživanje i inovacije HyPERFarm u okviru programa Obzor 2020.

Struktura se sastoji od jednostavnog uzdignutog dizajna koji doseže visinu od 5 m s rasponom od 13 m po sekciji. Da bi se ograničila veličina čelične konstrukcije, paneli se postavljaju na kosi krov pod kutom od 12°. U ovakvoj strukturi, omjer pokrivenosti tla može se prilagoditi godišnje ili sezonski kako bi se fino podesilo zasjenjenje relevantnih usjeva u određeno vrijeme (450-1500 kWp/ha), neovisno o strojevima. Godišnje prilagođavanje omjera pokrivenosti tla osobito je poželjno u plodoredu u kojem se svake godine uzgajaju različiti usjevi.

U ovom eksperimentalnom polju uspoređuju se različiti usjevi sa standardnim uvjetima uzgoja u konvencionalnoj poljoprivredi kako bi se odredila ostvarena sinergija. Centralno, plodored sa pšenicom kombinira se s drugim poljskim povrćem. Projekt je usredotočen na mogućnost upravljanja usjevom i prednosti za fotonaponske performanse, za što se provodi opsežno praćenje parametara okoliša i uvjeta modula. Rezultati se očekuju u trećem tromjesečju 2023. godine.



© KU Leuven.

5 Trendovi i inovacije / nastavak

STUDIJA SLUČAJA 13: HyPERFarm DEMONSTRACIJSKA AGROSUNČANA ELEKTRANA U STRABKIRCHENU, BAVARSKA (FRAUNHOFER ISE)
KULTURA: KRUMPIR, PŠENICA, JEĆAM I KUPUS

U ovom inovativnom agrosunčanom istraživačkom projektu smještenom u Bavarskoj, multidisciplinarni tim istraživača ispituje ne samo održivost agrosunčane elektrane na obradivom zemljištu, već i pažljivo prati mikroklimatske promjene i utjecaje na usjeve pomoću mreže senzora. Ostali elementi koji se procjenjuju uključuju: primjenu biougljena na bazi ostataka kao zamjene za gnojivo te skladištenje energije u baterije na istom mjestu kako bi se povećala vlastita potrošnja proizvedene električne energije. Tijekom četverogodišnjeg projektnog razdoblja od 2020. do 2024. godine procjenjivat će se utjecaj agrosunčane elektrane, posebno

u odnosu na rast usjeva i zdravlje tipičnih usjeva za tu regiju – krumpira, pšenice, jećma i kupusa. Agrosunčanu elektranu od 302 kWp instalirao je Krinner Carport GmbH u Straßkirchenu, Bavarska, 2022. godine. Krinner Carport GmbH pokazao je svojom inovativnom potkonstrukcijom s vijcima za uzemljenje i montažnom strukturom podržanom kabelima da se nove agrosunčane elektrane mogu izgraditi uz značajno smanjenje potrošnje materijala. Pored toga, tijekom procesa izgradnje fokus je bio na smanjenju utjecaja na tlo. Projekt HyPERFarm financiran je iz programa Europske unije za istraživanje i inovacije Obzor 2020.



© Krinner Carport GmbH.

STUDIJA SLUČAJA 14: DINAMIČNA AGROSUNČANA ELEKTRANA ZA UZGOJ VOĆA U AUVERGNE-RHÔNE-ALPESU, FRANCUSKA (SUN'AGRI & SEFRA)

Tvrtka Sun'Agri, kao pružateljica usluga, podržava poljoprivrednike u razvoju njihovih projekata zaštite usjeva od klimatskih promjena. Nakon što poljoprivredni definira proizvodne ciljeve i ustanovi kakvu zaštitu želi, Sun'Agri razvija, gradi i upravlja agrosunčanim projektom za ulagača koji će biti proizvođač električne energije.

Dinamična agrosunčana tehnologija tvrtke Sun'Agri sastoji se od:

- mreže senzora za prikupljanje vremenskih podataka (temperatura, vlažnost, raspodjela sunčeve svjetlosti, vjetar) i agroklimatskih podataka (evapotranspiracija, vlažnost lišća, temperatura lišća)
- umjetne inteligencije za upravljanje mikroklimom (simulacija agronomskih i klimatskih uvjeta te vremenska prognoza)
- fizičke strukture koja se sastoji od bifacialnih fotonaponskih panela koje okreću uređaji za praćenje te zaštitnih mreža za zaštitu elektrane od tuče.

Sun'Agri i SEFRA, eksperimentalna voćarska farma u francuskoj regiji Auvergne-Rhône-Alpes, udružili su se u provođenju eksperimenta

koristeći ovu dinamičnu agrosunčanu tehnologiju na uzgoju voća koje je pod jakim utjecajem klimatskih promjena. Projekt Etoile-sur-Rhône nastao je s potrebom zaštite usjeva od klimatskih promjena i vremenskih nepogoda, optimizacije proizvodnje i kvalitete proizvodnje te uspostave tehničko-ekonomskih referenci u voćarstvu. Dva su postrojenja izgrađena u sklopu projekta Etoile-sur-Rhône:

- eksperimentalno postrojenje snage 100 kW izgrađeno je 2021. na postojećim nasadima breskve
- demonstracijsko postrojenje snage 1,9 MW izgrađeno je 2022. na nasadima (marelica, nektarina, trešnja) zasađenim nakon izgradnje agrosunčane strukture.

SEFRA prati agronomске performanse u smislu kvalitete i kvantitete (stopa proizvodnje, prinos), rasta stabala, fenološke faze različitih sorti, razvoja bolesti, štetnika i pomoćnih sredstava te potrošnje vode i gnojiva.

Prvi rezultati su pokazali da je agrosunčana struktura značajno smanjila utjecaj epizode mraza na stabla breskve, sa samo 9% gubitka cvjetova ispod panela naspram 35% u kontrolnom području.



© Sun'Agri & Sefra.



5 Trendovi i inovacije / nastavak

STUDIJA SLUČAJA 15: VERTIKALNA BIFACIJALNA AGROSUNČANA ELEKTRANA U REGIJI AUVERGNE, FRANCUSKA (ENGIE)

KULTURA: RAZNI USJEVI ILI STOČARSTVO

Camelia je fleksibilna okomita bifacialna agrosunčana elektrana koju je uvela tvrtka Engie, a kompatibilna je s raznim poljoprivrednim aktivnostima, od uzgoja krava do usjeva žitarica i kupusa. Montažni sustav koji su osmislili i projektirali Engie R&I (CRIGEN & Laborelec), Engie Green France i vanjski partneri 2021. godine – Camelijin prvi pilot projekt od 90 kWp smješten je na parceli od 1 hektara travnjaka koji pripada vodećem francuskim državnom istraživačkom institutu za poljoprivredu, INRAE-i.⁸² Izgradnja je završena u svibnju 2023. godine.

Ovaj se projekt sastoji od 9 redova okomito postavljenih bifacialnih fotonaponskih modula s orijentacijom sjever-jug. Svaki je red visok otprilike 3m i sastoji se od dva reda modula u pejzažnoj orijentaciji. Odabrani su razmaci između redova od 12 i 18m, a INRAE će napraviti prilagodbu poljoprivrednim praksama i omogućiti rad postojećih poljoprivrednih strojeva. Istraživanja se provode na:



© Engie.

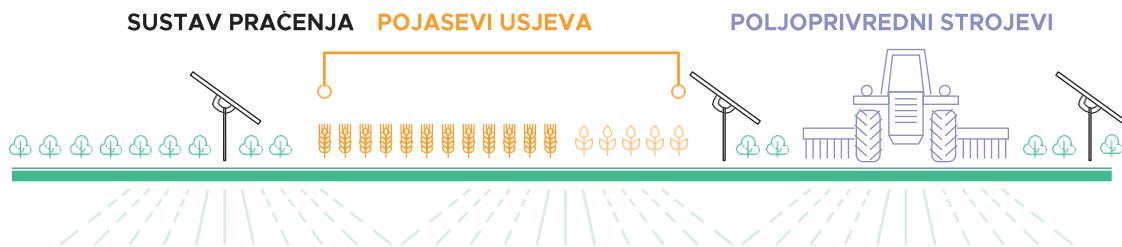
82 Institut National de la Recherche Agronomique et Environnementale.

- novim mikroklimama uzrokovanim djelomičnom zaštitom od vjetra i zasjenjivanjem ekosustava (npr. vlažnost i rast vegetacije)
- bioraznolikosti
- ponašanju i dobrobiti krava.

Ova će se istraživanja nastaviti najmanje sljedeće 3 godine, tijekom kojih će se testirati različite strategije ispaše. Laborelec je instalirao napredni sustav praćenja kako bi dobio preciznu perspektivu proizvodnje električne energije, albeda te dnevnih i sezonskih profila potrošnje električne energije.

Električnu energiju proizvedenu u okviru Camelia pilot projekta koristit će lokalni proizvođač mlijeka i sira.

STUDIJA SLUČAJA 16: PROJEKT SYMBIZON: EKOLOŠKA POLJOPRIVREDNA PROIZVODNJA U TRAKAMA U KOMBINACIJI S BIFACIJALNIM FOTONAPONSKIM MODULIMA: ALMERE, NIZOZEMSKA (VATTENFALL)



Symbizon je prvi projekt u kojem se jednoosni uređaji za praćenje kombiniraju s ekološkim uzgojem u horizontalnim pojasevima. Projekt je razvijen nedavno, a pušten je u rad u prvom kvartalu 2023. godine s instaliranim kapacitetom od 0,7 MWp. Glavni cilj pilot projekta je procijeniti rast usjeva i prinos bifacialnih modula.

U sklopu projekta želi se provjeriti točna korist bifacialnih panela (testiranje redova s i bez bifacialnih modula). Nadalje, projektom se pokušava optimizirati algoritam praćenja kako bi se optimizirala simbioza između poljoprivrede i proizvodnje električne energije. Na ovom projektu Vattenfall radi u suradnji s istraživačkim institutom TNO, Sveučilištem AERES, zakladom ERF/HEMUS (stručnom za poljoprivrednu

proizvodnju u horizontalnim pojasevima) i agencijom RVB (državni zemljoposjednik). Projekt je također usmjeren na rast usjeva. Ispod konstrukcije pilot projekta nalazit će se referentno polje bez modula kako bi se točno provjerilo kako sjena utječe na rast usjeva. Ispitati će se i procjena dviju različitih širina reda – od 9m i 15m od stupa do stupa.

Na lokaciji će se zasijati razne kulture. Kao i kod uzgoja u horizontalnim pojasevima, svakih 6m sadrži drugu vrstu usjeva kako bi se povećala bioraznolikost. Tijekom projekta procijenit će se različiti rast i prinosi usjeva kako bi se pronašao ciklus usjeva koji dobro raste, poslovno je povoljan za poljoprivrednika i ima dovoljnu potražnju na tržištu kako bi se omogućilo njegovo masovno uvođenje.



© Vattenfall.

5 Trendovi i inovacije / nastavak

STUDIJA SLUČAJA 17: PROJEKT WINESOLAR I PROGRAM CONVIVE, TOLEDO, ŠPANJOLSKA (IBERDROLA)
KULTURA: VINOVA LOZA

Trvrtka Iberdrola u Španjolskoj razvija nekoliko inicijativa povezanih s agrosunčanim elektranama, s dva vodeća projekta u ovom području: Winesolar i program Convive. Kroz svoj međunarodni startup program PERSEO, Iberdrola je objavila natječaj za pronaalaženje rješenja za kombiniranje fotonaponskih postrojenja s biljnom proizvodnjom i stočarstvom. Konzorcij koji čine Viñedos del Rio Tajo (Grupo Emperador), ESGEO i PV Hardware odabran je na ovom natječaju sa svojim projektom Winesolar. Pilot projekt od 41 kWp izgrađen je u visokokvalitetnoj vinariji u vlasništvu Viñedos del Rio Tajo u Toledou (Španjolska). Na ovom području vinogradi već trpe posljedice klimatskih promjena.

Vinogradi se intenzivno prate, a senzori bilježe podatke koji se odnose na:

- sunčev zračenje
- vlažnost tla
- uvjete vjetra
- debeljinu debla vinove loze itd.

Cilj projekta je zaštitići vinograde stvaranjem hлада zahvaljujući inteligentnom uređaju za praćenje. Na svaka četiri reda vinograda postavljena su po tri uređaja za praćenje. Razvija se algoritam umjetne inteligencije za upravljanje ovim uređajima za praćenje kako bi ih se prilagodilo fiziološkim potrebama vinograda, kao i optimizirala fotonaponska proizvodnja.



© Iberdrola.

INFORMATIVNI OKVIR 3: PROGRAM CONVIVE, IBERDROLA

Program Convive osmišljen je s ciljem da bude program stalnog poboljšanja koji integrira sve inicijative i saveze za zajedničko djelovanje obnovljivih izvora energije i njihov doprinos društveno-ekonomskom razvoju i očuvanju bioraznolikosti.

Ovaj program integrira djelovanja specifična za svaki projekt i njegovu lokaciju, kao i globalne aktivnosti. Tri su glavna područja djelovanja:

1. Društveno-ekonomski razvoj: inicijative koje omogućuju doprinos projekata gospodarskom i društvenom razvoju na lokalnoj i nacionalnoj razini;
2. Zaštita i poboljšanje bioraznolikosti: aktivnosti koje pridonose integraciji objekata u teritorij i krajolik, poboljšavajući njihov doprinos bioraznolikosti;

3. Učenje od stručnjaka: poboljšanje utjecaja obnovljivih izvora energije i društveno prihvaćanje energetske tranzicije kroz partnerstva s trećim stranama.

Neki primjeri uključuju:

- uključivanje aktivnosti u projekte: ispaša, hortikultura, pčelarstvo itd.;
- predanost lokalnom zapošljavanju, oslanjanje na lokalne dobavljače u različitim fazama projekata;
- postavljanje energetskih zajednica i podrška lokalnim zajednicama pri definiranju i provedbi razvojnih planova;
- istraživanje i inovacije u području novih tehnologija (npr. agrosunčane elektrane).

INFORMATIVNI OKVIR 4: STUDIJA SLUČAJA ECOVOLTAICS, SOLTEC

Tvrtka Soltec snažno je posvećena održivosti i stoga radi na novom standardu pod nazivom Ecovoltaics. Prema novom pristupu, Soltec stvara fotonaponska postrojenja s minimalnim utjecajem na okoliš i najvećom društvenom koristi. Koncept se temelji na ispunjenju 50 aktivnosti za poboljšanje bioraznolikosti,

socioekonomsku izvrsnost, kružno gospodarstvo i smanjenje ugljika kako bi solarne fotonaponske elektrane ispunile 17 UN-ovih ciljeva održivog razvoja. Tvrtka trenutno gradi prvo 100% ekonaponsko fotonaponsko pilot postrojenje na jugoistoku Španjolske. Ovaj projekt će koristiti agrosunčane elektrane kao jedan od temelja tehnologije Ecovoltaics.

5 Trendovi i inovacije / nastavak

Inovacija sustava podrške i sustava praćenja

STUDIJA SLUČAJA 18: INOVATIVNA AGROSUNČANA ELEKTRANA SA SUSTAVOM PRAĆENJA:
SHARING THE SUN (SOLTEC)

Paralelno, tvrtka Soltec pokrenula je portfelj alata i funkcionalnosti u Soltec katalogu fotonaponskih uređaja za praćenje radi optimizacije aktivnosti vezanih uz usjeve, uzgoj stoke i proizvodnju energije. Soltec je razvio algoritam za fotonaponske uređaje za praćenje pod nazivom Sharing the Sun, koji sprječava usjeve da bacaju sjenu na panele, istovremeno održavajući prihvatljiv prinos energije. Ovaj algoritam je popraćen skupom posebnih načina rada za operatera u slučajevima kada poljoprivredni strojevi rade na polju ili kada je potrebno izvršiti žetvu između redova solarnih panela.

Inovacije u praćenju obuhvaćaju:

- sustave za navodnjavanje
- praćenje stoke
- module za prikupljanje podataka
- poboljšane algoritme.

Ove inovacije sustava planiraju se testirati u sklopu niza projekata u Španjolskoj i Francuskoj tijekom 2023. i 2024. godine.

Inovacija u materijalima za povećanje albeda

Dodatno, u vinogradima u vinskoj regiji Jumilla na jugoistoku Španjolske, Soltec je instalirao pilot projekt koji koristi materijale za povećanje albeda u bifacialnoj fotonaponskoj elektrani. Nakon nekoliko mjeseci, prikupljeni podaci pokazuju povećanje zračenja na stražnjoj strani fotonaponskih panela, što omogućuje postizanje povećanja od 2,6% u prinosu energije. Soltec je također testirao algoritam optimizacije bifacialnog panela koji je omogućio povećanje od 0,3% u prinosu energije. Ovaj algoritam koristi optimalnu poziciju solarnog uređaja za praćenje u bifacialnom fotonaponskom postrojenju, uzimajući u obzir ukupnu količinu prednjeg i stražnjeg zračenja. Uz ove pozitivne rezultate, moguće je extrapolirati ovo iskustvo u agrosunčane elektrane, s obzirom na to da uzgoj usjeva na istom polju na kojem se nalazi bifacialni fotonaponski sustav ima zanemariv utjecaj na prinos energije.

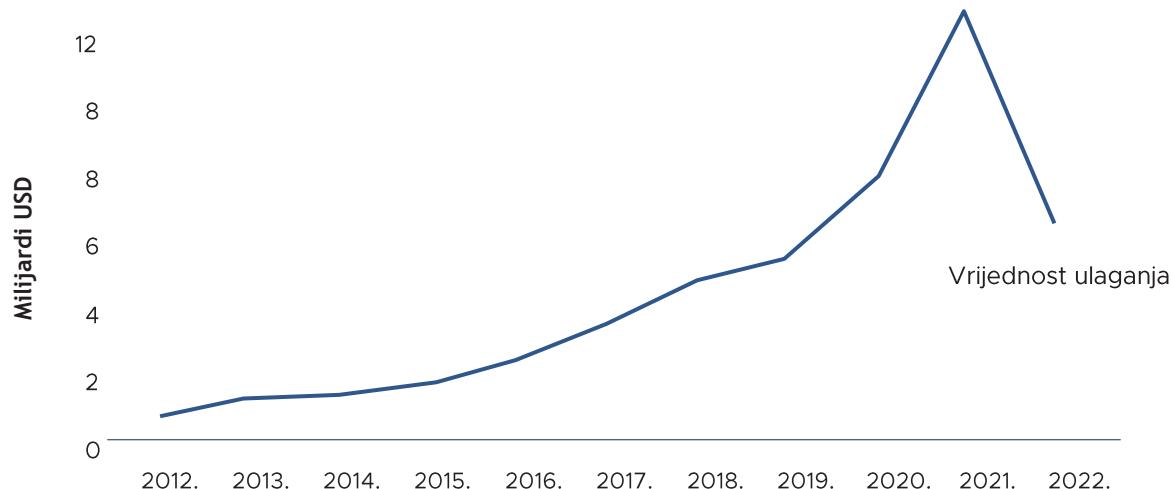


Agrotehnička inovacija

Pored uobičajenih koraka koje solarni razvojni inženjeri poduzimaju u agrosunčanom sektoru kao što je prethodno opisano, trendovi inovacija također su okarakterizirani novim primjenama i primjerima upotrebe koji proizlaze iz ili su omogućeni kroz startup ekosustav. Jednako tako, trend agrotehničkih rješenja također je u porastu u Europi i šire.

Pojačana aktivnost u području agrotehničkih rješenja uzela je zamah proteklih godina, što je vidljivo i iz aktivnosti poduzetničkog kapitala u ovom području (vidjeti sliku 8.). Razvoj agrotehničkih rješenja pokazuje kako se inovativna rješenja uvode u poljoprivredni sektor. To ukazuje na trend u području poljoprivrede usmjeren prema sve većoj tehničkoj i inovativnoj složenosti, s tehnologijama koje se usvajaju sve bržim tempom, jednako kao i u drugim sektorima.

SLIKA 8. PREGLED ULAGANJA U AGROTEHNIKU U RAZDOBLJU IZMEĐU 2012. I 2022.



IZVOR: PitchBook.

5 Trendovi i inovacije / nastavak

Agrotehnika i agrosunčana tehnologija mogu biti dvije strane iste medalje s obzirom na to da zajedno stvaraju sinergije. S jedne strane, agrosunčana elektrana donosi strukture, komunikacije, električnu energiju, podatke i nove mogućnosti u tradicionalna poljoprivredna područja. Ti su elementi ključni čimbenici za glavne tehnološke vrste agrotehnike, prikupljanje i cenzoriranje podataka te hardverske inovacije.

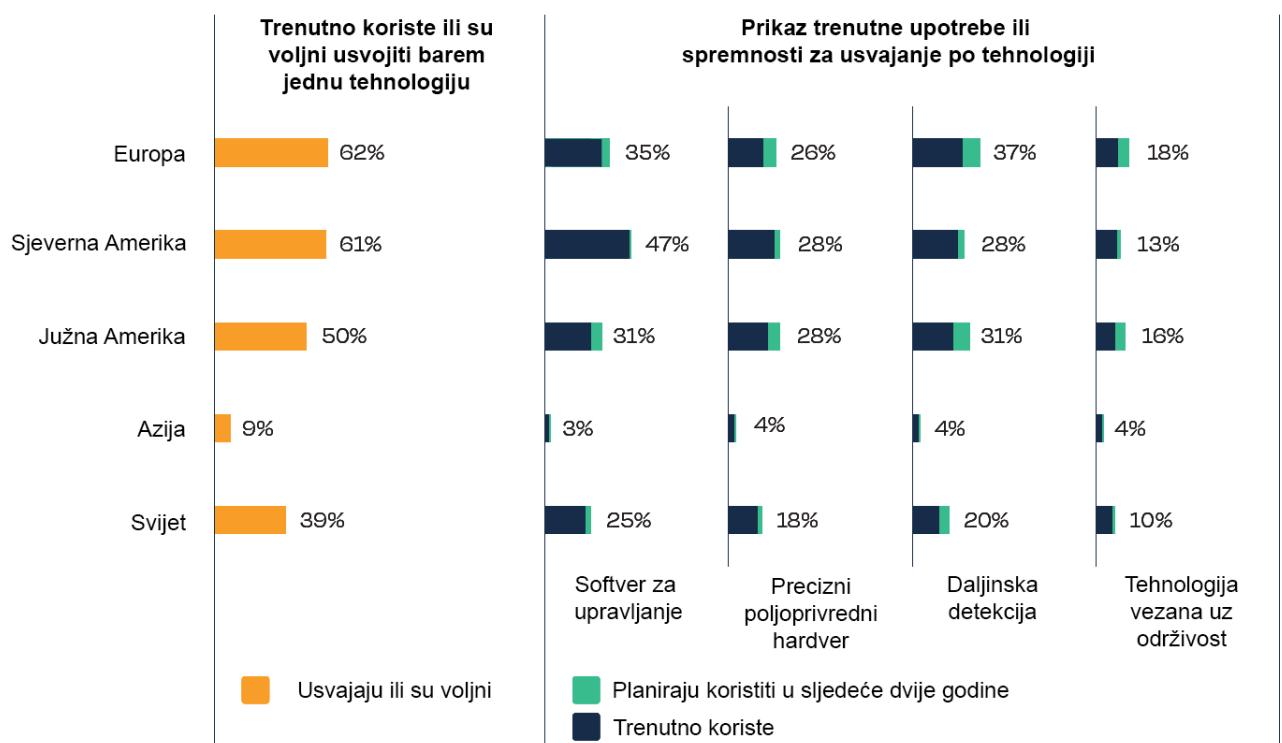
S druge strane, agrotehnika stvara dinamiku usvajanja tehnologije u poljoprivredi koja bi mogla razbiti prepreke za širenje primjera i projekata upotrebe agrosunčanih elektrana. Kao što pokazuju McKinsey & Company (Slika 9.), europski i sjevernoamerički poljoprivrednici bit će skloniji razmatranju usvajanja tehnologije u nadolazećim godinama.

SLIKA 9. PREGLED USVAJANJA POLJOPRIVREDNIH TEHNOLOGIJA I SPREMNOSTI ZA NJIHOVO USVAJANJE NA GLOBALNOJ RAZINI

% ISPITANIKA KOJI IH TRENUTNO USVAJAJU ILI SU IH VOLJNI USVOJITI U SLJEDEĆE 2 GODINE

Pitanje: Koja je vaša razina usvajanja sljedećih trendova?

% ispitanika koji ih trenutno usvajaju ili su ih voljni usvojiti u sljedeće 2 godine (n=5,474)



IZVOR: McKinsey & Company, Global Farmer Insight 2022

Novi slučajevi uporabe i primjene u agrosunčanoj tehnologiji

PRIMJER IZ PRAKSE: PAMETNI SENZORI ZA OPRAŠIVAČE (3BEE)

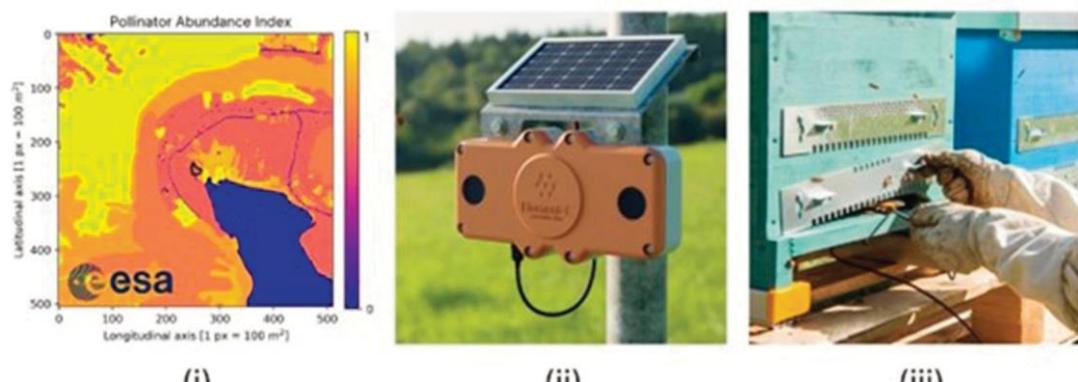
Brzi pad bioraznolikosti u cijelom svijetu izvor je velike zabrinutosti. Baveći se ovim gorućim problemom, tvrtka 3Bee Technology pojavila se kao pionir razvivši paket tehnologija posvećenih projektiranju i praćenju bioraznolikosti na kopnu. Pristup tvrtke 3Bee temelji se na 3 vrhunske tehnologije:

- Flora, inovativno rješenje razvijeno s Europskom svemirskom agencijom koje koristi satelitske snimke za promatranje i kvantificiranje prikladnosti lokacije za oprašivače, osiguravajući očuvanje i njegovanje njihovih prirodnih staništa.
- Spectrum, IoT senzor koji neprestano osluškuje okoliš i detektira prisutnost oprašivača, čime pruža sveobuhvatnu procjenu njihove populacije.
- HiveTech, IoT senzor posebno osmišljen za pčelinje košnice koji pruža uvid u zdravstveno stanje košnice i proizvodnju meda. Neizravno, daje cjelokupnu sliku ekološkog statusa lokacije i zdravlja ekosustava.

Prednosti usluge su sljedeće:

- Olakšava pristup jasnim, kvantitativnim podacima za procjenu učinka u smislu bioraznolikosti oprašivača, stvarajući transparentnost.
- Ovi podaci mogu dalje usmjeravati dizajn aktivnosti lokacije i planiranje ublažavajućih mjera kako bi se poboljšala bioraznolikost i time osiguralo očuvanje i rast raznih vrsta.
- Također pruža podatke koji omogućuju jasniju komunikaciju s dionicima i pomaže u sveobuhvatnom izvješćivanju o ekološkim, socijalnim i upravljačkim aspektima, smanjujući rizik od manipulativnog zelenog marketinga.

Danas 3Bee ima preko 5000 instaliranih senzora i više od 2,5 milijuna hektara zemlje. Kada je riječ o fotonaponskim postrojenjima, tehnologija i usluge tvrtke 3Bee bez poteškoća su ugrađene u više od pet agrosunčanih elektrana diljem Europe, pomažući integraciju poljoprivrede, pčelarstva i bioraznolikosti s proizvodnjom energije iz obnovljivih izvora.



© 3Bee

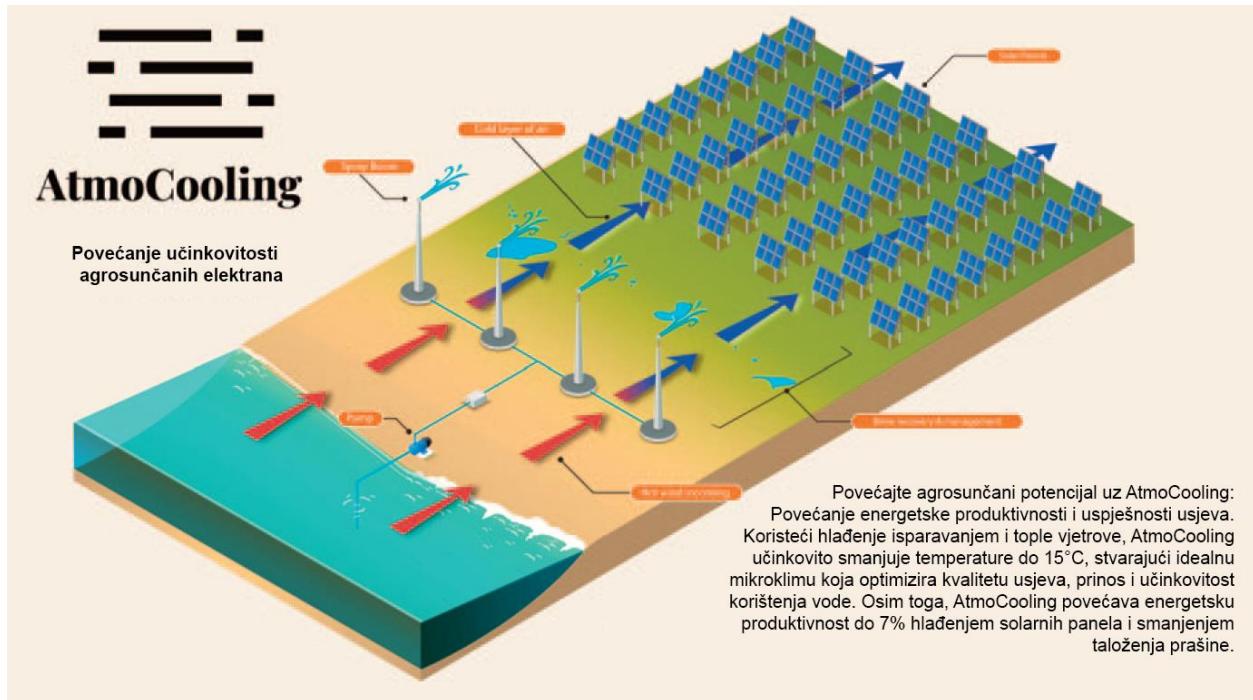
4 Primjeri najbolje prakse / nastavak

PRIMJER IZ PRAKSE: ATMOCOOLING – POVEĆANJE UČINKOVITOSTI AGROSUNČANIH ELEKTRANA

Koristeći obilne vodne resurse kao što su morska voda ili određene rijeke, AtmoCooling isparavanjem stvara sloj hladnog zraka u razini tla.

Ova svježa mikroklimatska zona postaje produktivnija za uzgoj usjeva, držanje pašnjaka za stoku ili povećanje učinkovitosti fotonaponske elektrane.

AtmoCooling prikuplja i analizira ulazne podatke o vremenu kako bi dinamično upravljao svojim sustavom za kontrolu kretanja tekućih i krutih nanosa unutar ograničenih udaljenosti i optimizirao svoju učinkovitost hlađenja.



© AtmoCooling.

**PRIMJER IZ PRAKSE: REVOLUCIONARNO RJEŠENJE ZA ODRŽIVU POLJOPRIVREDU (SOLAQUA);
ZAJEDNICA NAVODNJAVATELJA: ALICANTE, ŠPANJOLSKA**

Računi za energiju predstavljaju do 50% proizvodnih troškova poljoprivrednika u Europi, a ti su se troškovi tijekom posljednjeg desetljeća povećali 12 puta. Korištenje energije iz solarnih izvora za navodnjavanje može predstavljati najbolju alternativu za njihovo smanjenje. Tehnologija Solaqua predvodi novu generaciju fotonaponskih sustava za navodnjavanje koji:

- mogu raditi izolirano od mreže, bez potrebe za rezervom, te sprječavaju vodene udare i ranu degradaciju crpnog sustava
- omogućuju do 70% smanjenja troškova energije (potrošnja + fiksni troškovi) za sve vrste sustava navodnjavanja
- pružaju energiju kao uslugu, eliminirajući početne troškove za poljoprivrednike i jamčeći opskrbu energijom
- jamče maksimalnu kvalitetu instalacije primjenom naprednih postupaka osiguranja kvalitete
- su spremni za primjenu: nema rizika za poljoprivrednika

- koriste 360° pristup: Solaqua upravlja razvojem, inženjeringom, nabavom i gradnjom, financiranjem, upravljanjem i održavanjem, te nadzorom uspješnosti sustava.

Primjer u Alicanteu

Snaga: 360 kW

Rezultati uspješnosti:

- 5 godina rada
- +99% dostupnosti
- 79% uštede.



© Solaqua

4 Primjeri najbolje prakse / nastavak

PRIMJER IZ PRAKSE: ANIMOB MAFRA

Animob je agrotehnički startup u idejnoj fazi koji pruža usluge u sektorima upravljanja komunalnom vegetacijom, s praktičnim rješenjima za upravljanje zemljištem, valorizaciju lokalne proizvodnje i ublažavanje učinaka klimatskih promjena.

Animob razvija digitalnu platformu „za spajanje“ koja bi povezivala uzgajivače stoke s vlasnicima zemljišta, integriranu s uslugom regenerativnog upravljanja zemljištem putem mobilnosti životinja. Riječ je o digitalno organiziranoj usluzi ispaše, koja navodi potrebna pravila za upravljanje, a kojoj je cilj povezivanje vlasnika zemljišta s uzgajivačima životinja prvo na internetskoj platformi („online povezivanje“), nakon čega slijedi njihovo povezivanje uživo radi suradnje na regenerativnom upravljanju stokom i zemljištem („povezivanje uživo“). Time se osiguravaju komercijalni, pravni, sigurnosni i logistički uvjeti, kao i uvjeti za dobrobit životinja. Njihova usluga omogućuje vlasnicima da smanje utjecaj na okoliš i rizik povezan s aktivnostima upravljanja vegetacijom (kontrola neželjenih vrsta; poboljšanje kemijskih, fizičkih i bioloških karakteristika tla). Animobova usluga omogućuje poljoprivrednicima pristup novim područjima i hrani za njihovu stoku,



što će se odraziti na smanjenje troškova poljoprivrednog gospodarstva i poboljšanu kvalitetu mesa. Svi dionici zajedno doprinose hvatanju i skladištenju ugljika u tlu, borbi protiv dezertifikacije i sprječavanju gubitka bioraznolikosti.



