

FOTOVOLTAIKA IN OSTALE PRILOŽNOSTI ZA ZELENI PREHOD PODEŽELJA

Jernej Zupančič¹, Jernej Jožič¹, Matej Pečjak¹, dr. Tomi Medved¹, dr. Blaž Germšek²

¹ – Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za energetske strategije,
Tržaška c. 25, 1000 Ljubljana, Slovenija,
Jernej.Zupancic@fe.uni-lj.si

² – Kmetijski Inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana,
Blaz.Germsek@kis.si

Povzetek – Obnovljivi viri energije (OVE) so eni izmed ključnih ukrepov za doseganje ogljično nevtralnosti v EU in globalni ravni. Kmetijske in gozdarske dejavnosti prispevajo k omenjenim izpustom, zato EU v okviru Obzorja Evropa financira projekte za reševanje podnebnih izzivov v kmetijstvu in gozdarstvu. Med njimi je tudi projekt ECOLOOP, ki povezuje 14 partnerjev iz Slovenije, Estonije, Španije in Bolgarije. Cilj je opremiti kmetovalce in gozdarje z znanjem in tehnologijami za trajnostni razvoj na podeželju. Projekt vključuje integracijo sončne in geotermalne energije ter vzpostavlja štiri pilotne lokacije v državah, kjer se inovacije preizkušajo v različnih podnebnih razmerah. Ena izmed inovacij na tem področju je tudi agrofotovoltaika (AFV), ki združuje kmetijstvo in proizvodnjo elektrike ter omogoča sočasno pridelavo hrane in energije. AFV prispeva k trajnostnemu kmetijstvu ter podpira okoljske cilje EU, vključno z Evropskim zelenim dogovorom. EU že več let izvaja podporne sheme za investicije in obratovanje OVE. Prvotno so v času visokih investicijskih stroškov prevladovali sheme FiT, FiP in investicijske podpore, danes pa zaradi tehnološkega napredka postajajo ključne nove sheme, kot sta Pogodba za razliko (CfD) in Pogodba o zagotovljenem odkupu električne energije (PPA), ki ščitita investitorje in zmanjšujeta finančno breme držav.

Ključne besede: Obnovljivi viri energije, podporne sheme, EU projekt ECOLOOP, razvoj podeželja.

RENEWABLES AND OTHER ASPECTS OF RURAL ENERGY TRANSITION

Abstract – Renewable energy sources (RES) are one of the key measures to achieve carbon neutrality in the EU and globally. Agriculture and forestry activities contribute to these emissions, which is why the EU is funding projects under Horizon Europe to tackle climate challenges in agriculture and forestry. One of these is the ECOLOOP project, which brings together 14 partners from Slovenia, Estonia, Spain and Bulgaria. The aim is to equip farmers and foresters with knowledge and technologies for sustainable rural development. The project involves the integration of solar and geothermal energy and sets up four pilot sites in countries where innovations are tested in different climatic conditions. One of the innovations in this field is agro-photovoltaics (APV), which combines agriculture and electricity production, allowing food and energy to be produced at the same time. APV contributes to sustainable agriculture and supports the EU's environmental objectives, including the European Green Deal. The EU has been implementing support schemes for the investment and operation of RES for several years. Initially dominated by FiT, FiP and investment support schemes at a time of high investment costs, new schemes such as the Contract for Difference (CfD) and the Power Purchase Agreement (PPA) are now becoming key due to technological advances, protecting investors and reducing the financial burden on countries

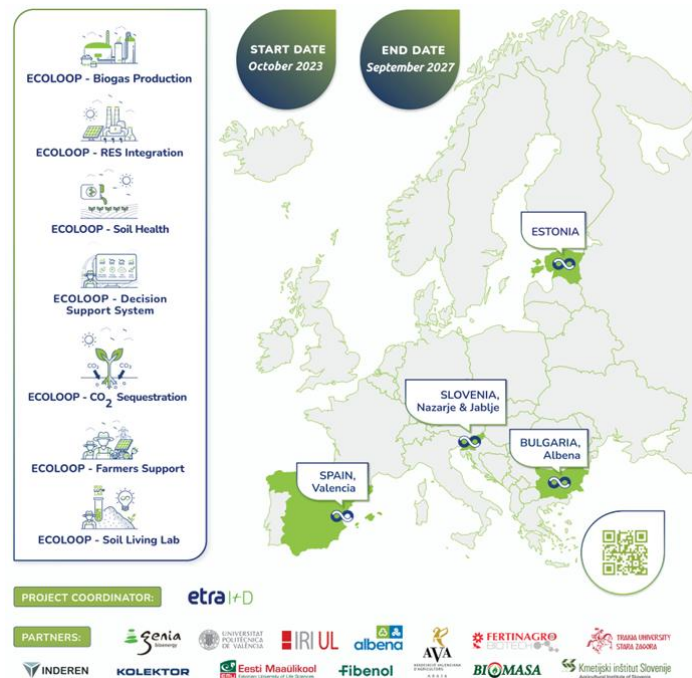
.Keywords: Renewable energy sources, support schemes, EU project ECOLOOP, rural sector development max. 15.

1 UVOD

Evropska unija (EU) v zadnjih desetletjih pospešeno spodbuja izvajalce kmetijskih in gozdarskih dejavnosti k implementaciji in uporabi obnovljivih virov energije (OVE) in trajnostnemu premagovanju izzivov na okoljskem področju. Vremenske ujme, segrevanje ozračja in druge težave, s katerimi se srečujejo kmetovalci in gozdarji, so posledica emisij toplogrednih plinov, naraščajoče porabe energije in izčrpanja naravnih virov. Velik del pri proizvodnji toplogrednih plinov dodajajo tudi kmetijske dejavnosti, zato se na ravni EU izvajajo različni projekti, ki bi kmetovalcem in gozdarjem omogočili dostop do potrebnega znanja in tehnologij, s katerimi bi lažje izvedli trajnostni prehod in pri tem implementirali OVE. Za eno izmed najbolj primernih in s kmetijstvom skladnih OVE tehnologij se smatra agrofotovoltaiko (AFV), katero se bo implementiralo tudi v sklopu nekaterih pilotnih lokacij v sklopu evropskega projekta ECOLOOP, katerega glavni cilj je zagotoviti orodja, znanje in poslovne modele kmetovalcem ter gozdarjem na nivoju EU. Referat je sestavljen na sledeči način: po uvodnem poglavju sledi predstavitev evropskega projekta ECOLOOP, ki promovira zeleni razvoj podeželja, sledijo opisi pilotnih lokacij projekta. Prispevek se nadaljuje s kratkim pregledom in klasifikacijo AFV, njenim vplivom na rast pridelka in obdelavo zemlje. Sledi poglavje z predstavitvijo bodočih smernic za obratovne podpore, do katerih bodo AFV enote in ostale enote OVE upravičene v prihajajočih letih. Prispevek se zaključí s kratkim povzetkom in literaturo.

2 PROJEKT ECOLOOP

Projekt ECOLOOP [1] se izvaja v sklopu programa Horizon Europe, ki financira raziskave in inovacije na področju Evropske Unije (EU). Projekt se je začel izvajati 1.10.2023 in se bo predvidoma končal 30.9.2027. Namen projekta je razviti orodja, jih skozi pilotne lokacije testirati in ovrednotiti, in opremiti kmete in gozdarje z orodji, znanjem in poslovnimi modeli. Omenjeni elementi bodo prispevali k večji informiranosti deležnikov in so potrebni za učinkovito upravljanje zemljišč in odpadkov v kmetijstvu in gozdarstvu ter spodbujanju razvoja podeželja.



Slika 1: Projekt ECOLOOP [1]

2.1. Cilji projekta

Glavni namen projekta ECOLOOP-a je optimizirati procese za proizvodnjo bioenergije in razviti biološke proizvode iz odpadkov v kmetijstvu in gozdarstvu, kar bo prispevalo k zmanjšanju svetovne odvisnosti od fosilnih goriv in zmanjšanju samega ogljičnega odtisa. Projekt med drugim zajema razvoj in uporabo napredne metode za izrabo digestata, ki bo uporabljen kot organsko gnojilo, in oblikovanje protokolov ter strategij za zajem in vezavo ogljika, kar bo dodatno prispevalo k zmanjšanju emisij.

Projekt spodbuja krožne in trajnostne prakse v kmetijstvu in gozdarstvu z uporabo najnovejših naprednih tehnologij in poslovnih modelov. Pomemben vidik omenjene rabe je tudi izboljšanje biotske raznovrstnosti, kakovosti tal in podtalnice. Za podporo regionalnemu razvoju na podeželju projekt ECOLOOP oblikuje celovit okvir, ki združuje zakonodajo, različne tehnologije in poslovne modele. Projekt uvaja nove strategije in finančne spodbude, ki tudi majhne kmete in gozdarje spodbujajo k uvajanju inovativnih tehnologij, s čimer se povečuje proizvodnja obnovljive energije, zmanjšujejo stroški energije in emisije toplogrednih plinov.

Z načrtovanimi rezultati projekt prispeva k doseganju ciljev za leto 2030, ko naj bi se v EU proizvedlo približno 35 milijard m³ bioplina in biometana, kar bo predstavljalo 10 % tržni delež. Do leta 2050 naj bi ta količina dosegla 95 milijard m³, kar bi lahko pokrilo 30-40 % tržnega deleža plina. Predvidena rast ustvarja priložnosti za 420.000 delovnih mest do leta 2030 in več kot 1 milijon delovnih mest do leta 2050 v Evropi.

2.2. Pilotne lokacije projekta ECOLOOP

Razvite rešitve projekta ECOLOOP bodo preizkušene v štirih obsežnih demonstracijskih pilotih, ki bodo izvedeni v Španiji, Sloveniji, Estoniji in Bolgariji. Ti piloti bodo zajemali celotne vrednostne verige in vključili široko paleto pridelkov, nasadov ter dreves v kmetijskem in gozdarskem in sektorju. Poleg tega bodo obravnavali različne vrste energetskih virov in tehnologij ter upoštevali raznoliko podnebje, geografske in socialno-ekonomske razmere. Različna velikost lokacij in vključenih dejavnosti bo omogočila lažjo razširitev rezultatov in njihovo ponovljivost ter olajšala morebitno uvajanje na trg.

Za učinkovito izvajanje teh predstavitvenih primerov projektni konzorcij vključuje različne partnerje, ki bodo zagotovili dostop do ključnih infrastruktur, potrebnih za izvajanje demonstracij. Demonstracijske dejavnosti ECOLOOP bodo potekale na več ravneh, od manjših, specifičnih scenarijev do večjih in bolj kompleksnih prikazov projektnih rešitev na širših območjih. Vsaka demonstracija bo zajela različne vidike projekta, s čimer se bodo testirale rešitve v različnih okoliščinah in v različnih podnebnih pogojih.

Te demonstracijske dejavnosti bodo trajale več kot eno leto, kar bo omogočilo celovit preizkus rešitev v vseh letnih časih.

2.3. Estonska pilotna lokacija

Estonija leži v borealnem podnebnem pasu, kjer gozdovi pokrivajo približno 50 % površine države. Lesna biomasa, ki vključuje nekakovosten les in odpadke iz sečnje ter lesne industrije, predstavlja okoli 25 % proizvodnje energije iz OVE, pri čemer ima ključno vlogo predvsem v regionalnih sistemih ogrevanja. Pilotno lokacijo v Estoniji sestavlja mreža gozdnih nasadov s kratko rotacijo in pilotna biorafinerija za proizvodnjo biomaterialov. Ta mreža vključuje 70 različnih območij z različnimi tipi tal, načini gospodarjenja z gozdovi in gnojenja. Nasadi zajemajo več vrst listavcev, med njimi hibridno osiko, srebrno brezo in črno jelšo. Te vrste dreves lahko povečajo odpornost na podnebne spremembe, saj nadomestijo smreke, ki so občutljive na podnebne spremembe, in zmanjšajo pritisk na sečno avtohtonih gozdov. Nasadi so zasajeni na opuščeni kmetijskih zemljiščih, rezultati iz pilotnih območij pa bodo upoštevani pri oblikovanju širših gozdarskih praks v Estoniji glede na razpoložljiva zemljišča in tipe tal. Pilotna območja bodo zagotovila ključne podatke o rasti in kakovosti tal, ki bodo vključeni v sodobne modele rasti in donosa. Ti modeli bodo osnova za orodje za izračunavanje ogljika, ki bo delovalo kot spletna platforma z odprtim dostopom in bo omogočalo oceno koristi, kot so zajem in vezava ogljika, ogljični krediti in finančni dobički.

Vodilna estonska biorafinerija Fibenol, ki se nahaja v Imaveru, uporablja napredno Sunburst tehnologijo za pretvorbo več kot 90 % lesnih ostankov v nove biomaterialne, kot so lignin, lesni sladkorji in posebna celuloza. Pilotni nasadi bodo temelj za analizo potenciala uporabe lesne biomase kot OVE za proizvodnjo teh biomaterialov. V biorafineriji bodo testirali vsaj tri nove lesne vrste, gojene na različnih tipih tal, s ciljem oceniti njihov potencial za trajnostno proizvodnjo biomaterialov.

Demonstracijske aktivnosti v okviru projekta ECOLOOP bodo omogočile poglobljeno analizo, kako sestava lesa iz novih hitro rastočih gozdnih nasadov s kratko rotacijo vpliva na lastnosti nizkoogljicnih biomaterialov, kot so lignin, lesni sladkorji in posebna celuloza, ter na njihovo proizvodnjo z minimalnim vplivom na okolje. Proizvedeni biomateriali bodo nadomestili fosilne vire v industrijah, kot so biokemikalije, gradbeni materiali, embalaža, kozmetika in farmacevtski izdelki. Surovina, uporabljena v tem procesu, bo lesni ostanek druge generacije, pridobljen iz trajnostno upravljanjih gozdov. Pilot bo prispeval k energetsko učinkoviti in trajnostni kaskadni uporabi biomase, kar bo omogočilo zmanjšanje vpliva na okolje in povečalo uporabo obnovljivih materialov v različnih sektorjih.

2.4. Španska pilotna lokacija

Špansko pilotno območje je locirano v okrožju L'Horta Sud blizu Valencie, znanem po bogati kmetijski tradiciji. Pilot stremi k povezovanju obnovljivih virov energije s sodobnimi kmetijskimi praksami, z namenom oblikovanja trajnostne energetske skupnosti. Ključne komponente vključujejo:

- **AFV Sistemi:** Kombinacija kmetijstva in FV tehnologije za podporo pridelavi subtropskih, vinogradniških in vrtnarskih kultur.
- **Geotermalna energija:** Izkoriščanje toplote iz podtalja za ogrevanje, klimatizacijo in segrevanje vode v okviru struktur Agri-PV, gobarskih nasadov ter sadnih shramb in hladilnic.

Energetska skupnost Horta Sud načrtuje hibridizacijo AFV in geotermalne energije, kjer bodo sončni paneli napajali toplotno črpalko za stabilizacijo temperatur in zaščito rastlin. Pilotna infrastruktura vključuje 120 m² dvostranskih FV panelov s teoretično letno proizvodnjo 105 MWh.

V Beniparrellu bo bioplinarna na 800 m² dnevno predelovala 5–6 ton kmetijskih odpadkov, predvsem sadno-zelenjavnih ostankov, s pričakovano proizvodnjo 7–8 Nm³ bioplina na uro. Preizkušena bo hidrofobna membranska tehnologija za nadgradnjo bioplina v biometan. Biognojila iz digestata bodo testirana na 30 ha poskusni kmetiji Finca Sinyent na vrtninah in kakijih za oceno njihove učinkovitosti.

2.5. Bolgarska pilotna lokacija

Bolgarski pilot v Albeni, največjem letovišču ob Črnem morju, podpira lokalno krožno gospodarstvo z integracijo kmetijstva, bioenergije in turizma. Regija s 81 % kmetijskih površin je ključna za bolgarsko pridelavo pšenice, sončnic in oljne repice ter vodilna v proizvodnji sivkinega in rožnega olja.

Projekt ECOLOOP vključuje modernizacijo rastlinjakov s fotovoltaično in daljinskim uravnavanjem toplote, kar poveča cikle pridelave in zmanjša emisije CO₂. FVE bo pokrivala energetske potrebe območja, prihodnji načrti pa obsegajo nove rastlinjake, gobarne in hleve. Toplotna energija iz bioplinarne Momčil (letno predela 15.200 ton odpadkov) bo uravnavala temperaturo v rastlinjakih ter znižala stroške in emisije.

V sodelovanju z Univerzo Trakija Albena analizira kmetijske odpadke za bolj učinkovito proizvodnjo bioplina, s ciljem zmanjšanja odvisnosti od koruzne silaže in razvoja novih virov bioplina. Pilot sledi strategiji samozadostnega krožnega gospodarstva na osnovi OVE za trajnostni razvoj regije.

2.6. Slovenska pilotna lokacija

Slovenski pilotni projekt obsega dve lokaciji. Prva je Biomasi Center Nazarje podjetja Biomasa, ki je umeščen v pretežno lesni industrijski con v Nazarjih. Njegova glavna dejavnost je predelava lesnih odpadkov, vključno z odpadki iz lesne industrije in žag, v lesno biomaso. Ta biomasa služi kot ključni vir za proizvodnjo električne in toplotne energije ter za izdelavo lesnih goriv. Proces proizvodnje, ki zajema predelavo, pripravo, prevoz in dovajanje materialov v uplinjevalnike lesa – sestavne dele elektrarne na biomaso – je popolnoma avtomatiziran in spremljan v realnem času preko centralnega nadzornega sistema. Delovanje elektrarne temelji na pirolizi, kjer se lesni sekanci in peleti pretvorijo v gorljiv plin, imenovan "lesni plin", ki se nato uporabi v sistemu za soproizvodnjo toplote in električne energije (SPTE). Trenutno infrastrukturo sestavlja 12 modularnih enot SPTE, ki skupaj zagotavljajo 550 kWe električne moči in 1.200 kWth toplotne moči. Poleg tega je na voljo kotel na lesne sekance z zmogljivostjo 4.900 kWth ter skladišče za lesno biomaso.

Letna proizvodnja vključuje približno 150.000 nm³ naravno posušenih lesnih sekancev, 25.000 nm³ tehnično posušenih sekancev, 15.000 ton peletov in 500 ton lesnih briketov. Proizvodnja električne energije iz biomase znaša okoli 6,5 GWh, proizvodnja toplote pa 10 GWh. Center načrtuje nadaljnje investicije, vključno z dodatno enoto SPTE z močjo 500 kWe, drugo enoto z močjo 300 kWe, dvema novima kotloma na lesne sekance s skupno močjo 5.500 kWth, novim skladiščem za lesne sekance, fotovoltaično elektrarno, polnilnimi postajami za električna vozila ter sistemom za shranjevanje energije v baterijskem hranilniku električne energije (BHEE).

Druga pilotna lokacija se nahaja v Infrastrukturnem centru Jablje (IC Jablje), ki je v lasti Kmetijskega inštituta Slovenije (KIS). Na tej lokaciji je postavljena modularna mikro bioplinarna, ki jo je namestil KIS in bo nadgrajena z enoto za proizvodnjo biometana. Nadgradnja vključuje čiščenje bioplina in njegovo pretvorbo v biometan ter polnilno postajo za traktorje, ki bodo predelani za uporabo biometana kot pogonskega goriva. Mikro bioplinarna vključuje anaerobni digestor (AD) s kapaciteto 24 m³ in zalogovnik bioplina s kapaciteto 18 m³. Sistem vključuje tudi enoto za SPTE z močjo 7 kWe električne energije in 16 kWth toplotne energije. Proizvedeni biometan bo shranjen in uporabljen kot okolju prijazno gorivo za pogon kmetijske mehanizacije.

Aktivnosti in cilji pilotnih aktivnosti v Sloveniji vključujejo:

- Optimizacija obratovanja in izboljšana zanesljivost dobave energije biomasnega centra
- Uporaba prožnosti biomasnega centra Nazarje za sistemske storitve
- Zasnova modularnega SPTE sistema za manjše uporabnike
- Proizvodnja in analiza biooglja v procesu SPTE biomasnega sistema
- Uporaba biometana za pogon kmetijske mehanizacije
- Posodobitev podpornih shem in poslovnih modelov za bioplinarne

3 AGROFOTOVOLTAIKA

AFV sistemi povezujejo kmetijstvo z električno proizvodnjo, kar predstavlja inovativen in trajosten pristop k izzivom prehranske in obnovljive energetske proizvodnje. Integracija fotovoltaičnih elektrarn (FVE) s kmetijstvom spodbuja trajnostno kmetovanje in pomaga dosegati okoljske cilje. Ena ključnih prednosti AFV je optimizacija rabe zemljišča z istočasno pridelavo hrane in električne energije, kar izboljšuje učinkovitost rabe naravnih virov, kot sta zemlja in voda. AFV sistemi so skladni z okoljskimi cilji EU, vključno z Evropskim zelenim dogovorom, podnebno zakonodajo in direktivo o OVE. AFV sistemi povečujejo odpornost kmetijstva na vremenske vplive, saj s senco in zaščito pred ekstremnimi pogoji, kot so vročina, pozeba in toča, ustvarjajo stabilnejše mikrookolje. To zmanjšuje odstopanja v količini pridelka in izboljšuje produktivnost ter dobičkonosnost. AFV služi kot pomoč kmetom za lažjo prilagoditev na podnebne spremembe. Obstajata dve glavni vrsti AFV sistemov: prvi, integrirani na posebne konstrukcije in drugi, nameščeni na rastlinjake, pri čemer lahko sistemi vključujejo visokotehnološke nagibne FV module za večji izkoristek, odvisno od potreb in podnebja.

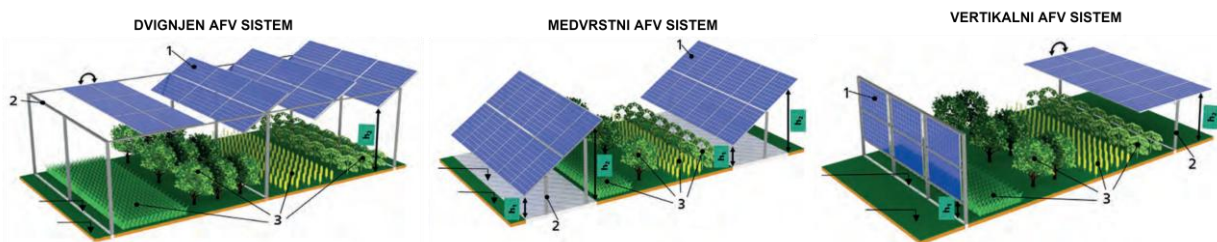
AFV sistemi se delijo tudi na odprte in zaprte zasnove. Odprti sistemi vključujejo FVE na različnih konstrukcijah, ki omogočajo sočasno izvajanje kmetijskih in OVE dejavnosti. Zaprti sistemi pa vključujejo FVE na rastlinjaki, ki primarno služijo gojenju rastlin [2].

3.1. Izvedbe AFV sistemov

Glede na obliko konstrukcije, prikazane na Sliki, ločimo naslednje tipe:

Tabela 1: Izvedbe AFV sistemov

Tip	Glavne značilnosti
Dvignjen AFV sistem	Omogoča nemoteno obdelavo tal, zaščito rastlin pred vremenskimi vplivi in ustvarja mikroklimo, ki ugodno vpliva na rast. Visoka konstrukcija ne ovira strojne obdelave, FV moduli pa so postavljeni pod različnimi koti in gostotami.
Medvrstni AFV sistem	Uporablja nizke konstrukcije, kar onemogoča obdelavo zemlje pod njimi, zato se kmetovanje izvaja med vrstami. Ta zasnova ne omogoča senčenja in zaščite, kot to omogoča dvignjen sistem.
Vertikalni AFV sistem	Vključuje pokončne konstrukcije s paneli, ki ob dovoljšnem razmaku ne ovirajo obdelave tal, proizvodnja električne energije pa je primerljiva s klasičnimi sistemi. Priporočena se uporaba dvostranskih panelov in uporaba enoosnega sledilnega mehanizma, ki poveča proizvodnjo in prilagaja delovanje potrebam rastlin in obdelave.
AFV na rastlinjaku	FVE je nameščena na strehi rastlinjaka, kar omogoča oskrbo z energijo za upravljanje in nadzor rastlinjaka. Senčenje lahko negativno vpliva na količino pridelkov, čemur se izognemo z prosojnimi paneli in sledilnimi sistemi



Slika 2: Različne izvedbe AFV sistemov [3]

AFV sistemi omogočajo trajnostno proizvodnjo energije in povečanje pridelka, vendar senčenje zaradi FV modulov lahko zmanjša donos. Glavni izziv je omejena sončna svetloba, ki hkrati izboljšuje vlažnost tal in

znižuje temperaturo, kar koristi v sušnih obdobjih. Učinki senčenja so odvisni od vrste rastlin, zato je pri nameščanju modulov ključna prilagoditev posameznim kulturam.

Na Japonskem [4] AFV uporabljajo od leta 2004, danes pa pokrivajo 560 ha kmetijskih površin, predvsem manjših kmetij. Gostota modulov variira – gobe in ingver uspevajo pri 30 % senčenju, medtem ko fižol in pšenica zahtevata več svetlobe.

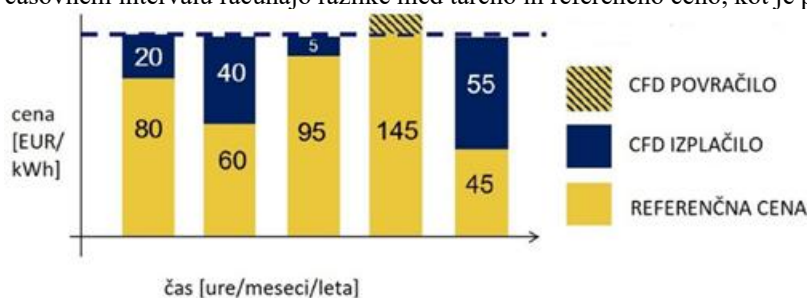
Francoska študija [2] o solatnih pridelkih je pokazala, da polovično senčenje le rahlo zmanjša pridelek (na 81 %), popolno pa bistveno (na 58 %). Senčene rastline so boljše izkoristile svetlobo, nekatere sorte solate pa so v delni senci celo boljše uspevale.

4 PODPORNE SCHEME ZA OVE

Na področju EU se že vrsto let izvajajo različne mehanizme, ki spodbujajo izgradnjo različnih OVE, ki lahko učinkovito pripomorejo k zelenemu prehodu. Posledično so za njihovo namestitve na voljo različne obratovalne oz. podporne sheme s strani EU in njenih članic. V preteklosti, ko sta imeli sončna in vetrna energija še visoko ceno so bile uporabljene sheme “feed-in-tariff”(FiT), “feed-in-premium”(FiP”), investicijske podpore in potrdila o izvoru. Z napredkom tehnologije se je cena uveljavljenih tehnologij posledično tako zmanjšala, da so podpore v obliki FiT in FiP v sedanjem času neprimerne, zato EU spodbuja implementacijo novih podpornih shem kot sta Pogodba za razliko (CfD) in Pogodba o zagotovljenem odkupu električne energije (PPA). Z razvojem tehnologij se tudi nabor OVE širi iz prevladujoče sončne in vetrne energije na biogoriva, biomasne obrate in druge inovativne trajnostne tehnologije. Navedeni podporni shemi vse investitorje še vedno varujeta pred ekstremnimi dogodki na trgu električne energije, obenem pa zmanjšata finančne breme posameznih držav.

4.1. Pogodbe na razliko

Podporna shema CfD [5] je določena preko razpisnega postopka, kjer investitorji tekmujejo med seboj in ponujajo najnižjo ceno, ki jim še omogoča izvedbo projekta. Najnižja ponujena cena je določena in poimenovana kot tarčna cena. Poleg tarčne cene se za izvajanje mehanizma potrebuje še referenčna cena, ki je določena na osnovi cene električne energije na trgu v nekem časovnem obdobju. Mehanizem deluje tako, da se na nekem časovnem intervalu računajo razlike med tarčno in referenčno ceno, kot je prikazano na Sliki 2.



Slika 2: Plačilo in povračilo odkupne cene Električne energije v CFD mehanizmu [5]

V primeru, da je tarčna cena nad referenčno ceno, je država dolžna izplačati razliko investitorju, v primeru ko je referenčna cena višja od tarčne pa investitor plača razliko državi. Izplačilo se izvede enkrat letno, in sicer kot vsota posameznih razlik. Uvedba CfD mehanizma je učinkovito varovalo pred ekstremnimi odmiki cen na trgu z električno energijo za oba udeleženca [6].

4.2. Pogodbe o zagotovljenem odkupu električne energije in soobstoj s CFD

PPA pogodbe [7] so lahko izvedene z zasebnim ali javnim partnerstvom. Pri zasebnih oz. podjetniških PPA delimo še na fizične in virtualne ter na prenos električne energije preko javnega omrežja ali na mestu proizvodnje električne energije. Za PPA sicer velja, da imajo kompleksne strukture, vendar vsebujejo prednosti tako za proizvajalce električne energije, katerim ponujajo dolgoročno stabilnost in odkup, ter tudi za odjemalce električne energije, ki si energijo zagotovijo po ceni, nižji od tržne. Poleg nižje cene v določenih držav odjemalci pridobijo tudi certifikate o izvoru, ki so mogoč dodatek PPA shemi in ji zvišujejo atraktivnost.

Uspešna implementacija CfD in PPA zahteva skladnost z zakonodajo ter varnostne mehanizme za državo in investitorje. Ključno je tudi jasno določiti njun soobstoj, saj lahko neustrezna zasnova izkrivlja trg.

V mnogih državah sočasna uporaba CfD in PPA ni dovoljena, saj bi proizvajalci lahko izkoriščali CfD ob nizkih cenah, medtem ko bi ob višjih tržno prodajali prek PPA, kar bi finančno koristilo njim, a škodovalo porabnikom

in državi. Ena redkih izjem je Španija, kjer proizvajalci lahko trgujejo na obeh trgih, če preko CfD zagotovijo minimalno dogovorjeno količino električne energije [8].

5 ZAKLJUČEK

V prispevku je predstavljen Evropski projekt ECOLOOP, ki raziskuje potencial za zeleni prehod na nivoju podeželje z uporabo uveljavljenih in novih tehnologij OVE. Opisane so demonstracijske lokacije, tehnologije in cilji projekta. Vse pilotne lokacije aktivno vključujejo deležnike s kmetijskega in gozdarskega sektorja, ki prispevajo surovine, upravljajo demonstracijske lokacije in uvajajo obnovljive, trajnostne in krožne prakse, za potrebe zniževanja stroškov energije, izboljšanja rodovitnosti zemlje in ustvarjanju novih virov dohodka s pomočjo OVE in biomasnih produktov. V nadaljevanju pa so podrobno opisani še različni sistemi AFV tehnologije, ki združujejo proizvodnjo električne energije s kmetijstvom in ponujajo rešitev za izzive podnebnih sprememb. Senčenje, ki ga nudijo FV moduli, varuje rastline pred vročino, zmanjšuje izhlapevanje vode in ustvarja stabilno mikroklimo, hkrati pa ščitijo rastline pred ekstremnimi vremenskimi pojavi, kot so toča in močni nalivi. Ta zaščita lahko poveča količino pridelka, zlasti v vročih in sušnih obdobjih. Dvojna raba zemljišča za kmetijstvo in proizvodnjo energije optimizira uporabo prostora in prispeva k zmanjšanju emisij, kar je v skladu s trajnostnimi cilji EU.

Podporne sheme so orodje, ki se uporabljajo kot spodbuda za investitorje na področju OVE. Kljub nižji ceni uveljavljenih OVE tehnologij, EU še naprej dovoljuje in spodbuja uporabo podpornih shem, vendar pa v novi, prenovljeni obliki. EU je kot ključna mehanizma predlagala CfD in PPA. Mehanizma imata kompleksno strukturo, njuna učinkovitost je odvisna predvsem od kvalitetne zasnove administrativnih postopkov in zakonodajnih predpisov. Zanimiva oblika delovanja obeh mehanizmov je tudi soobstoj na trgu, kjer pa je pri zasnovi potrebna dodatna previdnost, da se investitorjem ne omogoči potencialnega izkrivljanje trga.

ZAHVALA

Predstavljenе rešitve so del raziskovalnih aktivnosti v projektu ECOLOOP, ki se sofinancira iz Okvirnega programa Evropske unije za raziskave in inovacije Obzorje Evropa (HORIZON EUROPE) v okviru sporazuma o dodelitvi sredstev št. 101118127.

REFERENCE

- [1] Spletna stran projekta ECOLOOP [spletni vir], dostopno na <https://ecoloop-project.eu/>
- [2] Tehnična določitev postavitve agrofotovoltaike na kmetijskih zemljiščih, Medved T., Germšek B., Kranjc S., Pavlič B., 2024, dostopno na: https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/strokovne_podlage/tehn_post_agp_2023.pdf
- [3] Fraunhofer ISE, 2022. Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Trans. <https://doi.org/https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/APV-Guideline.pdf>.
- [4] M. Tajima in T. Iida, Evolution of agrivoltaic farms in Japan, doi: 10.1063/5.0054674
- [5] CEER. (2016). Key support elements of RES in Europe: moving towards market integration
- [6] Florence School of Regulation (2023). Contracts-for-Difference to support renewable energy technologies: Considerations for design and implementation. 2024. Dostopno na: <https://fsr.eui.eu/publications/?handle=1814/76700>
- [7] KTH. (2023). What is the feasibility of using Power Purchase Agreements as a green electricity sourcing method for a large industrial company. 2023
- [8] Verdejo, O., Lakić, E., Gubina, A., & Payá Herrero, J. (2024). *Comparative analysis of the implementation of renewable energy support scheme mechanisms in various EU countries.2024*