

Studija slučaja: Isplativost investicije u solarnu elektranu malog kapaciteta

Vesna Očić¹, Karla Pavlak², Neven Voća¹, Branka Šakić Bobić¹

¹Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (vocic@agr.hr)

²Diplomski studij Agrobiznis i ruralni razvoj, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

SAŽETAK

Primjena solarnih sustava u poljoprivredi može smanjiti troškove energije, kao i emisiju stakleničkih plinova. To je prepoznala i Europska unija, koja pomaže implementaciju obnovljivih izvora energije putem bespovratnih sredstava Zajedničke poljoprivredne politike. U radu je, metodom studija slučaja, analizirano poljoprivredno gospodarstvo koje je investiralo u solarnu elektranu malog kapaciteta koja mu je omogućila uštede na energiji, za što je koristilo vlastiti novac i bespovratna sredstva Europske unije. Uz uštedu ostvarenu nekupovanjem energije na tržištu, gospodarstvo tijekom ljetnih mjeseci ostvaruje i viškove energije koje prodaje, te prosječni godišnji prihodi gospodarstva od solarne elektrane iznose 11.872,93 eura. Povrat investicije očekuje se u jedanaestoj godini projekta, a cijelo vrijeme trajanja projekta ekonomičnost je značajno iznad 1, što pokazuje opravdanost ove investicije koja gospodarstvu omogućava zadovoljenje potreba za energijom.

Ključne riječi: obnovljivi izvori energije, prihodi, troškovi, ekonomičnost

UVOD

Republika Hrvatska se, kao članica Europske unije, obavezala na prihvaćanje europskog klimatsko-energetskog paketa koji podrazumijeva primjenu Direktive 2009/28/EZ o poticanju uporabe energije iz obnovljivih izvora. Time se obvezala da do 2030. godine poveća udio obnovljivih izvora energije u odnosu na potrošnju na barem 32 %, dok bi 2050. godine udio trebao biti 65 %. Istovremeno, poljoprivreda je jako ovisna o energiji koja čini veliki dio troška proizvodnje. Godišnja potrošnja energije u poljoprivredi

na otvorenom u EU iznosi najmanje 1431 PJ (petajoule), što je ekvivalentno oko 3,7 % ukupne godišnje potrošnje energije u EU, pri čemu se većina energije dobiva iz neobnovljivih izvora energije (Paris i sur., 2022). Europska unija jedan je od najvećih proizvođača obnovljive energije u svijetu, a obnovljivi izvori energije doprinose održivom razvoju gospodarstva (Bórawski i sur., 2022). Rastuća potražnja za hranom i nestabilna cijena fosilnih goriva doveli su do potrage za ekološki prihvatljivim izvorima energije (De Jesus Acosta-Silva i sur., 2019). Poljoprivreda može iskoristiti mnoge financijske i ekološke

prednosti koje pruža tehnologija obnovljivih izvora energije (Van Campen i sur., 2000). Istraživanje Bolysov-a i sur. (2019) navodi da je moderna poljoprivreda glavni izvor emisije stakleničkih plinova na planeti, kao i jedan od glavnih potrošača fosilnih goriva. Stoga je preporučljiv prijelaz na alternativne izvore energije koji ujedno može doprinijeti ekonomičnosti poljoprivredne proizvodnje. Uzimajući u obzir sve obnovljive izvore energije, solarna energija je među najpogodnijima za primjenu u poljoprivredi (Gorjian i sur., 2020). Istraživanje Desaija i sur. (2021) je pokazalo da primjena solarnih sustava u poljoprivredi može smanjiti trošak energije za 33 % uz veliko smanjenje emisije ugljičnog dioksida. Energija iz solarnih panela može biti dobar alternativni izvor energije za poljoprivrednu mehanizaciju malih poljoprivrednih gospodarstava (Samak i sur., 2022). Potreba za energijom povećava troškove poljoprivredne proizvodnje. Solarna energija se nameće kao najveći i najjeftiniji energetski resurs dostupan na zemlji. Stoga poljoprivredna gospodarstva koja svoje poslovanje temelje na solarnoj energiji mogu smanjiti troškove proizvodnje (Hasnain Tariq i sur., 2021). Prema podacima DZS-a (2023) cijene energenata su 2022. godine u odnosu na 2015. povećane za 73 %, a u odnosu na 2021. za 69 %, što radi veliki pritisak na troškove proizvodnje svakoga gospodarstva. Cilj ovoga rada je, na primjeru gospodarstva lociranog u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji, utvrditi isplativost investicije u solarnu elektranu malog kapaciteta, te mogućnosti uštede koje takva investicija daje.

MATERIJAL I METODE

U radu su korišteni primarni podaci dobiveni intervjuiranjem vlasnika poljoprivrednog gospodarstva koje funkcionira u pravnom obliku društva s ograničenom odgovornošću, a glavna djelatnost mu je uzgoj žitarica (osim riže), mahunarki i uljanog sjemena. Dobiveni podaci su obrađeni korištenjem metode studije slučaja. Primjena studije slučaja ima dugu tradiciju, a prva generacija istraživanja u ovom obliku datira s kraja 19. i početka 20. stoljeća. Ovom metodom se nastoji dubinski pristupiti istraživanju nekog slučaja koristeći pritom kombinacije različitih teorija, metoda i tehnika istraživanja (Johansson, 2003).

Dubinski intervju je odrađen u srpnju 2022. godine. Analizirano gospodarstvo se nalazi na području Bjelovarsko-bilogorske županije, te obrađuje 450 ha poljoprivredne površine. Gospodarstvo na svojim površinama uzgaja ratarske kulture: pšenicu, uljanu repicu, kukuruz i soju. U stopostotnom je privatnom vlasništvu s domaćim kapitalom, a po veličini se svrstava u srednje veliko. Prosječni trošak električne energije na mjesečnoj razini iznosio je 4.114,10 eura, te se gospodarstvo na prijedlog konzultanata, a u svrhu zaštite okoliša i smanjenja troškova električne energije 2018. godine prijavilo na natječaj Programa ruralnog razvoja, na Mjeru 4, tip operacije 4.1.3. „Korištenje obnovljivih izvora energije“ na kojem im je projekt odobren. Investiciju je poduzeće implementiralo na gospodarske zgrade unutar gospodarskog dvorišta. Energija iz postavljenih solarnih panela koristi se za pokrivanje općih troškova električne energije, odnosno dobivena električna energija se koristi za pokretanje vage i strojeva za analizu žitarica i uljarica, rasvjetu, pokretanje elektroormara unutar ekonomskog dvorišta za sušaru žitarica

i uljarica te za potrebnu električnu energiju unutar upravne zgrade, a viškovi energije, koji nastaju tijekom ljetnih mjeseci kada je veći broj sunčanih sati, se prodaju. Iako se gospodarstvo prijavilo na natječaj 2018. godine tek je 2019. godine projekt odobren i realiziran. Projektirana solarna elektrana ima instaliranu snagu panela od 98000 W. Osnovni elementi solarne elektrane su pet grupa solarnih panela (five strings), od kojih svaka grupa sadrži 22 panela. Na tri invertera od 27 kW povezano je 294 panela, a na inverter od 25 kW 70 panela. Svaki panel ima instaliranu snagu od 270 W, što daje ukupnu instaliranu snagu panela elektrane od 98000 W. Povezivanje panela i invertera izvodi se pomoću spojnih elemenata ZB. U njih se ugrađuju DC osigurači za svaki panel i katodni odvodnici prenapona. Na sve ulaze invertera raspoređeni su paneli čija snaga je ispod dozvoljene u pogledu snage i ulaznog napona. Inverteri se montiraju na nosače pričvršćene na konstrukciju, a paneli se montiraju na metalnu tipsku konstrukciju. Spojni ormari R1 i R2 montiraju se na noseću konstrukciju ispod panela, a na njih se ugrađuju elementi zaštitnog sklopa DC (DC osigurači i katodni odvodnici), FID sklopka, osigurači izlaznog kruga invertera, glavni osigurači izlaznog kruga solarne elektrane, glavna sklopka izlaznog kruga i sklopnik s mogućnošću daljinskog isklapanja. Pored osigurača ugrađuju se katodni odvodnici prenapona na izlaznom strujnom krugu. Mjesto priključenja odredio je lokalni elektrodistributer u elektroenergetskoj suglasnosti. Na parceli se montirao samostojeći priključni mjerni ormar u koji se smjestilo dvosmjerno brojilo za registraciju proizvedene električne energije solarne elektrane. Povezivanje je izvedeno podzemnim kabelom, a uz kabel je instalirana Fe-Zn traka kojom se nadograđuje uzemljivač objekta. Električna energija solarne elektrane proizvodi se u

fotonaponskim ćelijama. Upadom sunčevog zračenja na dva sloja poluvodičkog materijala generira se elektromotorna sila koja uzrokuje protok električne struje, tzv. fotonaponski efekt.

REZULTATI I RASPRAVA

Ukupan trošak investicije u solarnu elektranu iznosio je 124.680,97 eura, od čega je udio vlastitih sredstava bio 51 % (63.715,23 EUR), a 49 % su bila bespovratna sredstva projekta (60.965,74 EUR).

Od dodijeljenih 60.965,74 eura, gospodarstvu je u konačnici isplaćeno 60.035,01 eura, odnosno 98 % dodijeljenog iznosa, zbog određenog umanjenja uzrokovanog neprihvatljivim troškovima. Ovi troškovi su uzrokovani time što maksimalno prihvatljivi opći troškovi pripreme dokumentacije mogu biti do 2 % ostalih troškova, a s konzultantom je ugovorena viša cijena projekta od konačne, zbog čega je umanjen iznos prihvatljivih troškova za 930,73 eura te je navedene troškove poduzeće snosilo samo.

U Tablici 1. prikazana je struktura ukupnog troška investicije u solarnu elektranu. Očekivano najveći udio otpada na izgradnju elektrane (89 %), ali je vidljiv i značajan udio troškova izrade dokumentacije potrebne za provođenje projekta (9 % ukupnog troška).

Tablica 1. Ukupan trošak investicije, EUR

Priprema projektne dokumentacije	5.098,79
Priprema projektno-tehničke dokumentacije	6.631,12
Izgradnja solarne elektrane	110.846,81
Nadzor nad izvođenjem radova	2.104,26
Ukupno	124.680,97

Izvor: autori

Priprema projektne dokumentacije obuhvaća izradu poslovnog plana te pripremu opće dokumentacije za prijavu. Projektno tehnička dokumentacija obuhvaća izradu tehničke dokumentacije za izgradnju solarne elektrane, ispitivanje i izradu elaborata za priključak solarne elektrane na mrežu te izradu zahtjeva za Ministarstvo zaštite okoliša i prirode za dobivanje mišljenja.

elektrane instalirane na gospodarstvu u razdoblju od 2020. do 2035. godine (očekivano vrijeme trajanja investicije). Prosječno gospodarstvo troši 73 % dobivene energije, dok 27 % energije ostaje kao višak koji prodaju distributeru električne energije. U vijeku trajanja projekta dolazi do pada proizvedenih kWh, godišnje za 2 % u odnosu na prethodnu godinu, počevši od druge godine.

U Tablici 2. prikazana je projicirana proizvodnja električne energije (kWh) solarne

Tablica 2. Proizvodnja i potrošnja energije dobivene iz solarne elektrane (kWh)

Godina	Proizvodnja el.energije (kWh)	Potrošeno na gospodarstvu (kWh)	Ostvareni višak (kWh)
2020.	159.044	98.767	60.277
2021.	145.203	87.027	58.176
2022.	142.299	92.897	49.402
2023.	139.453	92.897	46.556
2024.	136.664	92.897	43.767
2025.	133.931	92.897	41.034
2026.	131.252	92.897	38.355
2027.	128.627	92.897	35.730
2028.	126.054	92.897	33.157
2029.	123.533	92.897	30.636
2030.	121.063	92.897	28.166
2031.	118.641	92.897	25.744
2032.	116.269	92.897	23.372
2033.	113.943	92.897	21.046
2034.	111.664	92.897	18.767
2035.	109.431	92.897	16.534

Izvor: autori

U projekciji prihoda (Tablica 3.) prikazan je prihod ostvaren uštedama električne energije koju gospodarstvo nije trebalo kupiti već ju je samo proizvelo (ušteda je određena množenjem potrošenih kWh na gospodarstvu s prosječnom cijenom kWh koju je poduzeće plaćalo distributeru električne energije 2020. i

2021. godine, te njihovim prosjekom). Drugi dio prihoda sastoji se od prihoda ostvarenih prodajom viškova električne energije distributeru s tim da je otkupna cijena energije niža od kupovne i odražava otkupne cijene energije 2020. i 2021. godine, te njihov prosjek za godine do kraja trajanja projekta.

Tablica 3. Projekcija prihoda za vrijeme trajanja projekta

Godina	Cijena vlastito proizvedene energije (EUR/kWh)	Cijena otkupljene energije (EUR/kWh)	Prihod od ostvarenih ušteda (EUR)	Prihod od prodanih viškova (EUR)	Ukupni prihod (EUR)
2020.	0,12	0,02	12.119,90	1.051,42	13.171,32
2021.	0,11	0,04	9.816,32	2.410,02	12.226,35
2022.	0,12	0,03	10.939,01	1.454,13	12.393,14
2023.	0,12	0,03	10.708,72	1.396,68	12.105,40
2024.	0,12	0,03	10.823,87	1.300,64	12.124,51
2025.	0,12	0,03	10.766,30	1.225,21	11.991,51
2026.	0,12	0,03	10.795,08	1.142,52	11.937,60
2027.	0,12	0,03	10.780,69	1.065,59	11.846,28
2028.	0,12	0,03	10.787,89	988,28	11.776,17
2029.	0,12	0,03	10.784,29	913,41	11.697,70
2030.	0,12	0,03	10.786,09	839,62	11.625,71
2031.	0,12	0,03	10.785,19	767,50	11.552,69
2032.	0,12	0,03	10.785,64	696,74	11.482,37
2033.	0,12	0,03	10.785,41	627,43	11.412,84
2034.	0,12	0,03	10.785,52	559,48	11.345,01
2035.	0,12	0,03	10.785,47	492,91	11.278,38
Prosječno za vrijeme trajanja projekta			10.814,71	1.058,22	11.872,93

Izvor: autori

U Tablici 4. prikazan je račun dobiti i gubitka za cijelo vrijeme trajanja investicije. Za izračun amortizacije korištena je propisana stopa od 5 %. Na kraju promatranog razdoblja ostatak vrijednosti dugotrajne imovine iznosi

30.432,25 eura. Očekivano, u promatranom razdoblju dolazi do smanjivanja dobiti, što je uzrokovano padom proizvedene energije uz zadržavanje iznosa troškova.

Tablica 4. Račun dobiti i gubitka investicije u solarnu elektranu

Godina	Ukupni prihodi (EUR)	Ukupni troškovi (EUR)	Trošak održavanja (EUR)	Amortizacija (EUR)	Dobit (EUR)
2020.	13.171,32	5.856,08	398,48	5.457,61	7.315,24
2021.	12.226,35	5.856,08	398,48	5.457,61	6.370,27
2022.	12.393,14	5.856,08	398,48	5.457,61	6.537,06
2023.	12.105,40	5.856,08	398,48	5.457,61	6.249,32
2024.	12.124,51	5.856,08	398,48	5.457,61	6.268,43
2025.	11.991,51	5.856,08	398,48	5.457,61	6.135,43
2026.	11.937,60	5.856,08	398,48	5.457,61	6.081,52
2027.	11.846,28	5.856,08	398,48	5.457,61	5.990,20
2028.	11.776,17	5.856,08	398,48	5.457,61	5.920,09
2029.	11.697,70	5.856,08	398,48	5.457,61	5.841,62
2030.	11.625,71	5.856,08	398,48	5.457,61	5.769,63
2031.	11.552,69	5.856,08	398,48	5.457,61	5.696,61
2032.	11.482,37	5.856,08	398,48	5.457,61	5.626,29
2033.	11.412,84	5.856,08	398,48	5.457,61	5.556,76
2034.	11.345,01	5.856,08	398,48	5.457,61	5.488,93
2035.	11.278,38	5.856,08	398,48	5.457,61	5.422,30

Izvor: autori

Prilikom projekcije ekonomskog toka početna godina je 2019., kada je projekt odobren, iako je prijava projekta na natječaj bila ranije. Prema Tablici 5. vidljiv je povrat investicije u 2030-oj godini, odnosno jedanaestoj godini trajanja projekta. Prema istraživanju provedenom u Kentuckyju, SAD, povrat investicije se očekuje u šestoj godini (Kim i sur, 2022), što ovisi o broju sunčanih sati kao i cijenama električne energije. S druge strane, istraživanje provedeno u Elaziğu u Turskoj navodi da se povrat investicije ostvaruje u trinaestoj godini projekta, dok poduzeća prosječno računaju na 6,6 godina (Gürtürk, 2019). Ovdje je potrebno napomenuti da su sve korištene projekcije prodajne cijene

energije rađene na osnovu cijena 2020. i 2021. godine, koje su u trenutku pisanja rada bile dostupne. Pri tome su zanemareni potresi na tržištu električnom energijom izazvani ratom u Ukrajini koji su doveli do znatnog povišenja cijena 2022. godine. U posljednjoj analiziranoj godini u primitke je uvršten ostatak vrijednosti dugotrajne imovine. Ukupne izdatke čini zbroj ulaganja u dugotrajnu imovinu (investicije) i materijalnih troškova održavanja.

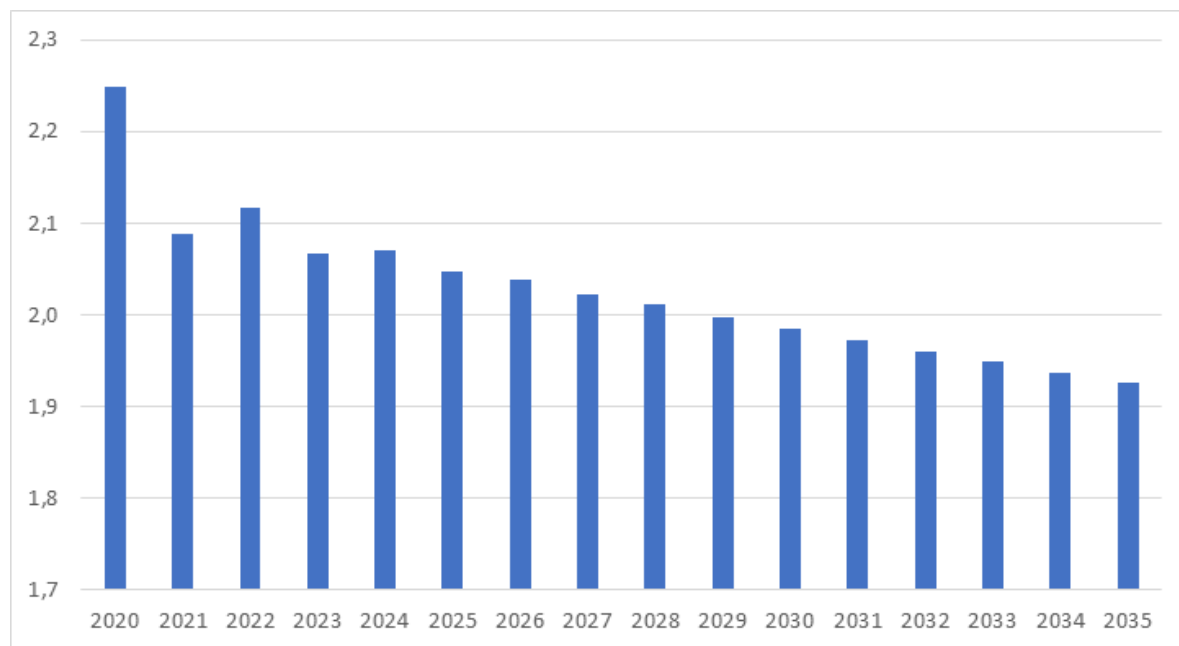
Tablica 5. Ekonomski tok investicije u solarnu elektranu

Godina	I. Ukupni primici (EUR)	II. Ukupni izdaci (EUR)	III. Neto primici	IV. Kumulativ
2019.	0,00	124.680,97	-124.680,97	-124.680,97
2020.	13.171,32	398,48	12.772,84	-111.908,13
2021.	12.226,35	398,48	11.827,87	-100.080,26
2022.	12.393,14	398,48	11.994,66	-88.085,60
2023.	12.105,40	398,48	11.706,92	-76.378,68
2024.	12.124,51	398,48	11.726,03	-64.652,65
2025.	11.991,51	398,48	11.593,03	-53.059,62
2026.	11.937,60	398,48	11.539,12	-41.520,50
2027.	11.846,28	398,48	11.447,80	-30.072,69
2028.	11.776,17	398,48	11.377,69	-18.695,00
2029.	11.697,70	398,48	11.299,22	-7.395,78
2030.	11.625,71	398,48	11.227,23	3.831,45
2031.	11.552,69	398,48	11.154,21	14.985,66
2032.	11.482,37	398,48	11.083,89	26.069,55
2033.	11.412,84	398,48	11.014,36	37.083,91
2034.	11.345,01	398,48	10.946,53	48.030,44
2035.	41.710,63	398,48	41.312,15	89.342,60

Izvor: autori

Ako se promatra ekonomičnost investicije, odnosno omjer ukupnog prihoda i ukupnog troška (Grafikon 1.), vidi se da je on cijelo vrijeme trajanja investicije daleko iznad 1, te je investicija prema ovom pokazatelju prihvatljiva jer generira veće prihode od troškova proizvodnje. Ovo je u skladu s istraživanjem provedenim u Poljskoj koje navodi da je korištenje solarnih kolektora prilika za smanjenje troškova malih kućanstava (Niekurzak, 2021). Projekt izgradnje solarne elektrane ispunio je svoju svrhu zadovoljenja potreba mjernog mjesta pokrivajući cjelokupnu potrošnju istog uz prodaju viškova tijekom ljetnih mjeseci s puno sunčanih sati. Postavljanjem fotonaponskih ćelija na objekte ne zauzima se poljoprivredna površina i ne degradira se stanište, što je ključni problem

današnje poljoprivrede. Uvođenjem obnovljivih izvora energije omogućena je modernizacija poljoprivrednog gospodarstva, uz smanjenje troškova proizvodnje što omogućava da se ostvarene uštede i akumulirani viškovi usmjere na daljnji rast i modernizaciju gospodarstva.



Grafikon 1. Ekonomičnost investicije u solarnu elektranu

Izvor: autori

Investitor kao veliki problem ovakvih investicija navodi zahtjevu dokumentaciju, za što je bilo potrebno angažirati vanjske konzultante jer samo gospodarstvo nije imalo dovoljno vlastitih kapaciteta za provođenje prijave, iako je u trenutku prijave imalo 35 stalno zaposlenih djelatnika. Kao drugi veliki problem investitor navodi dugo vrijeme čekanja od predaje projekta do odobravanja istog, zbog čega dolazi do promjena u dogovorenim cijenama, te promjena u samoj tehnologiji koja se danas iznimno brzo razvija. Stoga bi vrijeme od prijave do prihvaćanja i implementacije ovakvih projekata trebalo biti čim je moguće kraće.

ZAKLJUČAK

Brojna znanstvena istraživanja navode da potreba za električnom energijom povećava troškove poljoprivredne proizvodnje te da

primjena solarne energije može pomoći smanjenju tih troškova. Stoga je u radu analizirano gospodarstvo kojemu je odobren projekt investicije u solarnu elektranu malog kapaciteta u okviru Operacije 4.1.3., a koje se na istu odlučilo zbog želje za uštedom na trošku energije. Investicija u solarnu elektranu je iznosila 124.680,97 eura, od čega je 51 % bilo vlastitih sredstava a 49 % bespovratnih. Najveći dio je očekivano potrošen na izgradnju same elektrane (89 %), ali značajan dio troška (6.631,12 EUR) otpada na pripremu potrebne dokumentacije. Od očekivane proizvedene energije na gospodarstvu tijekom trajanja projekta prosječno se 73 % energije troši, dok 27 % ostaje kao višak. Prosječan očekivani godišnji prihod gospodarstva iznosi 11.872,93 eura, a sastoji se od uštede ostvarene nekupovanjem energije na tržištu te prodaje viškova distributeru električne energije tijekom ljetnih mjeseci s puno sunčanih sati. Troškovi

elektrane se sastoje od fiksnih troškova održavanja i amortizacije, te se dobit u vrijeme trajanja investicije očekivano smanjuje zbog smanjenja proizvodnje energije od 2 % godišnje. Ekonomski tok pokazuje povrat investicije u jedanaestoj godini trajanja projekta, s tim da su u izračunu korištene cijene iz 2020. i 2021. godine koje su u trenutku pisanja rada bile dostupne, čime su zanemareni potresi na tržištu električne energije izazvani ratom u Ukrajini. Cijelo vrijeme trajanja projekta ekonomičnost se nalazi značajno iznad 1, što pokazuje da je ovakva investicija ekonomski opravdana. Glavna prepreka daljnjem privlačenju investitora u ovakve projekte je zahtjevna procedura i potrebna dokumentacija za bespovratna sredstva EU-a, koja je vremenski i troškovno veliko opterećenje za investitore.

LITERATURA

- Bolyssov T., Yessengeldin B., Akybayeva G., Sultanova Z., Zhanseitov A. (2019). Features of the Use of Renewable Energy Sources in Agriculture. *International Journal of Energy Economics and Policy* 9(4): 363-368 doi: <https://doi.org/10.32479/ijeep.7443>.
- Bórawski P., Wyszomierski R., Bełdycka-Bórawska A., Mickiewicz B., Kalinowska B., Dunn J.W., Rokicki T. (2022). Development of Renewable Energy Sources in the European Union in the Context of Sustainable Development Policy. *Energies* 15, 1545. doi: <https://doi.org/10.3390/en15041545>.
- De Jesus Acosta-Silva Y., Torres-Pacheco I., Matsumoto Y., Toledano-Ayala M., Soto-Zarazua G.M., Zelaya-Angel O., Mendez-Lopez A. (2019.) Applications od solar and wind renewable energy in agriculture: A review, doi: <https://doi.org/10.1177/0036850419832696>.
- Desai A., Mukhopadhyay I., Ray A. (2021). Techno-Economic-Environment Analysis of Solar PV Smart Microgrid for Sustainable Rural Electrification in Agriculture community. *IEEE 48th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, Fort Lauderdale, FL, USA: 2281-2285, doi: [10.1109/PVSC43889.2021.9518454](https://doi.org/10.1109/PVSC43889.2021.9518454).
- Direktiva 2009/28/EZ od 23. travnja 2009. (Europski parlament i Vijeće). Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=HU>. Pristupljeno 20. srpnja 2022.
- Državni zavod za statistiku (2023). Indeksi cijena u poljoprivredi u 2022. Dostupno na: <https://podaci.dzs.hr/media/3izbnavs/polj-2022-1-6-indeksi-cijena-u-poljoprivredi-u-2022.pdf>. Pristupljeno 28. veljače 2023.
- Gorjian S., Singh R., Shukla A., Rehman Mazhar A. (2020). Chapter 6 - On-farm applications of solar PV systems. Academic Press: 147-190. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819610-6.00006-5>.
- Gürtürk M. (2019). Economic feasibility of solar power plants based on PV module with levelized cost analysis. *Energy* 171: 866-878. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.090>.
- Hasnain Tariq G., Ashraf M., Sohaib Hasnain U. (2021). Solar Technology in Agriculture. *Technology in Agriculture. IntechOpen*. doi: [10.5772/intechopen.98266](https://doi.org/10.5772/intechopen.98266)
- Johansson R. (2003). Case study methodology. A key note speech at the International Conference Methodologies in Housing Research, Stockholm, 22-24.
- Kim Y., Skaggs A., Ferrell J. (2022). United States Solar Investment: A Feasibility Study

- of Solar Farms in Kentucky. *Solar* 2: 469–494. <https://doi.org/10.3390/solar2040028>
- Niekurzak M., Kubińska-Jabcoń E. (2021). Analysis of the Return on Investment in Solar Collectors on the Example of a Household: The Case of Poland. *Front. Energy Research* Vol. 9 <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.660140>
- Paris B., Vandorou F., Balafoutis A.T., Vaiopoulos K., Kyriakarakos G., Manolakis D., Papadakis G. (2022). Energy use in open-field agriculture in the EU: A critical review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 158, 112098 doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112098>.
- Samak A. A., Omar M. N., Elsisy S. F. (2022). Developing and evaluating a multi nozzle spraying machine powered by solar energy for agricultural smallholdings. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 39(3): 353-374. doi: 10.21608/mjae.2022.131876.1070
- Van Campen B., Guidi D., Best G. (2000). Solar Photovoltaics for Sustainable Agriculture and Rural Development. doi: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.5056.4962>.

Case study: Profitability of an investment in a small capacity solar power plant

ABSTRACT

The use of solar systems in agriculture can reduce energy costs, as well as greenhouse gas emissions. This has been recognized by the European Union, which supports the implementation of renewable energy sources through the grants from the Common Agricultural Policy. The paper analyzed, using the method of case study, an agricultural holding that invested in a small-capacity solar power plant for enabling energy savings, for which they used its own money and grants from the European Union. In addition to the savings achieved by not buying energy on the market, during the summer months this agricultural holding also realizes surplus energy they could sell, and the average annual income of the farm from the solar power plant amounts to EUR 11,872.93. The return on investment is expected in the 11th year of the project, and throughout the duration of the project, the efficiency is significantly above 1, which shows the justification of this investment, which enables the farm to meet its energy needs.

Key words: renewable energy sources, income, costs, efficiency