

DOGRADITEV SONČNE ELEKTRARNE ZA IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI V GOSPODINJSTVU

Drago Papler  <https://orcid.org/0009-0007-2220-8477>¹

Ajda Blatnik  <https://orcid.org/0009-0002-5320-4798>²

Prejem: 20. 4. 2024

Poslano v recenzijo: 23. 4. 2024

Sprejeto v objavo: 12. 6. 2024

Povzetek:

Za potrebe upravljanja energetske učinkovitosti v gospodinjstvu smo opravili analizo vplivov vremenskih razmer na delovanje proizvodnje male sončne elektrarne. Nadalje smo opravili analizo proizvodnje elektrarne in porabe elektrike gospodinjstva. Analizo ekonomske upravičenosti v povečanje obstoječe elektrarne smo opravili s ciljem, da bi naše gospodinjstvo postalo samooskrbno glede porabe elektrike. Po analizi vremenskih vplivov na delovanje male sončne elektrarne smo ugotovili, da njena proizvodnja sledi značilni sezonski krivulji. Največja proizvodnja se pojavi v poletnih sončnih mesecih, medtem ko je najmanjša v zimskih, zaradi manjšega števila sončnega obsevanja in več oblačnosti. V jesenskih in spomladanskih mesecih opažamo nihanje proizvodnje, kar je značilno za delovanje vseh sončnih elektrarn. Ugotovili smo, da temperatura in število ur sončnega obsevanja sovpadata, medtem ko se povprečna oblačnost izkazuje z ravno obratnimi vrednostmi. Trenutna elektrarna s priključno močjo 5,2 kWp pokrije 61 % potreb gospodinjstva, za preostalih 39 % pa bi potrebovali dodatno elektrarno zmogljivosti 2,1 kW, kar bi pomenilo investicijo v višini 2.490 EUR. Analiza upravičenosti naložbe v povečanje elektrarne kaže, da je naložba v več scenarijih ekonomsko upravičena, saj so denarni tokovi in ekonomski kazalniki pozitivni za investitorja, ob upoštevanju tveganj ter iz družbenega vidika. Vlaganje v obnovljive vire energije je ključno za zmanjšanje ogljičnega odtisa in bo pripomoglo k zmanjšanju podnebnih sprememb. S povečanjem sončne elektrarne bo gospodinjstvo postalo samooskrbno in ogljično nevtravno glede porabe električne energije. To bo prineslo ekonomske prihranke ter zmanjšalo izpuste toplogrednih plinov, kar je cilj in smisel naložbe.

Ključne besede: Energetsko knjigovodstvo, ekonomska analiza, vremenski vplivi, sončna elektrarna, samooskrba, Cost Benefit analiza.

UPGRADING A SOLAR POWER TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY IN THE HOUSEHOLD

Abstract:

For the needs of energy efficiency management in the household, we performed an analysis of the effects of weather conditions on the operation of the production of a small solar power plant. Furthermore, we performed an analysis of the power plant's production and household electricity consumption. We analyzed the economic feasibility of increasing the existing power plant with the goal of making our household self-sufficient in terms of electricity consumption. After analyzing the effects of weather on the production of a small solar power plant, we found that its production follows a typical seasonal curve. The highest production occurs in the sunny summer months, while the lowest is in the winter months, due to fewer hours of sunshine and more cloud cover. In the autumn and spring months, we observe fluctuations in production, which is typical for the operation of all solar power plants. We found that the temperature and the number of hours of solar radiation coincide, while the average cloud cover shows exactly the opposite values. The current power plant with a connected power of 5,2 covers 61% of the household's needs, and the remaining 39% would require an additional power plant with a capacity of 2,1 kW which would mean an investment of 2.490 EUR. The analysis of the justification of the investment in the expansion of the power plant shows that the investment is economically justified in several scenarios, since the total, real and cash flows are positive for the investor, taking into account the risks and the social aspect. Investing in renewable energy sources is key to reducing our carbon footprint and will help reduce climate change. By increasing the solar power plant, the household will become self-sufficient and carbon neutral in terms of electricity consumption. This will bring economic savings and reduce greenhouse gas emissions, which is the goal and purpose of the investment.

Keywords: Energy accounting, economic analysis, weather influences, solar power plant, self-sufficiency, Cost Benefit analysis.

JEL Classification: L94 Electric Utilities

Paper categorization: Review

DOI: 10.5281/zenodo.14262726

¹ Biotehniški center Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenija; Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta, Glavni trg 8, 5271 Vipava, Slovenija; drago.papler@guest.arnes.si

² Visoka šola za trajnostni razvoj, B&B Izobraževalni center Kranj, Ljubljanska cesta 30, 4000 Kranj, Slovenija; ajdablatnik@gmail.com

Uvod

V članku obravnavamo delovanje sončne elektrarne za samooskrbo. Kot navaja Papler (2012) v knjigi »*Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov*« so fotovoltaične elektrarne naprave, ki izkoriščajo sončno sevanje in ga pretvarjajo v električno energijo s pomočjo sončnih celic, ki delujejo na osnovi fotoefekta. Ta proces temelji na uporabi polprevodniških materialov, pri čemer je najpogosteje uporabljen silicij. V gospodinjstvu želimo implementirati upravljanje energetskega knjigovodstva za optimizacijo stroškov, neodvisnost od nihanja cen energije na trgu ter okoljski prihranek z zmanjšanjem ogljičnega odtisa. Raziskali smo dejavnike delovanja Male sončne elektrarne (MSE) s poudarkom na razčlenitvi proizvodnje elektrarne, porabe elektrike gospodinjstva in analize vpliva vremenskih pojavov na delovanje elektrarne.

Ugotoviti želimo, kako različni vremenski dejavniki vplivajo na delovanje elektrarne. Hasan et al. (2022) v svoji študiji »*Effects of different environmental and operational factors on the PV performance: A comprehensive review*« izpostavljajo, da je razumevanje vpliva vremenskih razmer na delovanje sončnih elektrarn ključno za optimizacijo njihove proizvodnje in zanesljivost delovanja.

S statistično analizo podatkov o vremenu smo preučili, kako različni vremenski pogoji kot so oblačnost, temperatura in število ur sončnega sevanja, vplivajo na proizvodnjo električne energije. To nam omogoči razumevanje, kako se proizvodnja sončne elektrarne odziva na spremenljive vremenske razmere.

Analiza proizvodnje elektrarne vključuje pregled mesečnih in letnih podatkov o proizvodnji elektrike ter določitev dejavnikov, ki vplivajo na učinkovitost proizvodnje. Razčlenitev porabe elektrike gospodinjstva je omogočila uvid v trende porabe in možnosti za optimizacijo energetskega knjigovodstva v gospodinjstvu.

Nadalje smo analizirali porabo elektrike gospodinjstva in določili, v kolikšni meri smo samozadostni. Preučili smo možnost nadgradnje sončne elektrarne za polno samooskrbnost, kar se tiče porabe elektrike.

Analizirali smo ekonomsko upravičenost investicije v sončno elektrarno, kjer smo se osredotočili na analizo stroškov. Predstavili smo skupni, realni in družbeni denarni tok ter opravili izračun enostavne dobe vračanja naložbe. Predstavili smo ekonomske metode in kazalnike, kjer smo izračunali enostavno dobo vračanja sredstev, sedanjo vrednost projekta in interno stopnjo donosnosti.

Kot navaja Papler (2013) v knjigi *Osnove uporabe lesne biomase*, je enostavna doba vračanja sredstev (EVS) statična metoda, ki omogoča grobo presojo poslovnih rezultatov.

Za razliko od enostavne dobe vračanja sredstev, ki je statična metoda, je sedanja vrednost projekta dinamična metoda. »Osnovni razlog za uvajanje dinamičnih metod naložbenega odločanja, so pomanjkljivosti statističnih kriterijev, ker ne upoštevajo časovne preference sredstev in obresti kot kategorije, ki usmerjajo nagnjenost k varčevanju in investiranju.« (Bizjak, 2008)

»Interna stopnja donosnosti (ISD) temelji na tehniki diskontiranja prihodnjih denarnih tokov naložbe, v nasprotju z NPV pa upošteva velikost naložbe. Interno stopnjo donosnosti je mogoče definirati kot diskontno obrestno mero, ki izenačuje sedanjo vrednost pričakovanih prihodnjih denarnih tokov s sedanjo vrednostjo naložbenih izdatkov. Interna stopnja donosnosti je tista diskontna stopnja donosnosti, pri kateri je sedanja vrednost projekta enaka nič, izenačijo pa se vsi donosi in odhodki projekta v celotni življenjski dobi.« (Papler, 2013)

»Odnos med poslovnimi učinki in stroški oblikuje kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti. To je osnovni kazalnik gospodarnosti. Kazalnik v analizi poslovanja v praksi povzroča vrsto vprašanj, ki jih moramo v analizi upoštevati, če hočemo oblikovati objektivne ocene. Da bi premostili te probleme, se v praksi uporabljajo različne metode, ki omogočajo oz. vsaj težijo za oblikovanjem realnega kazalnika gospodarnosti.« (Papler, 2013)

»Donosnost naložb (D) je kriterij, ki pokaže letni donos v odstotku od vlaganja kapitala. Kazalec ima lahko več možnih oblik. Najpogostejšo obliko lahko opredelimo kot razmerje med dobičkom in vloženim kapitalom in jo izrazimo v odstotkih. Kazalec imenujemo tudi rentabilnost naložbe, ki opredeljuje uspešnost poslovanja v finančnem pomenu. Pri kazalnikih donosnosti ali rentabilnosti opazujemo donosnost oz. rentabilnost sredstev ali kapitala. V nasprotju s kazalniki gospodarnosti ali ekonomičnosti, ki nastopajo v obliki koeficientov, kazalnike donosnosti ali rentabilnosti izražamo kot stopnje.« (Papler, 2013)

»Kazalec donosov ali rentabilnost vseh sredstev projekta (Do) pokaže letni donos v odstotku od skupnih odhodkov za naložbo. Če je > 0 , pomeni, da je naložba (projekt) rentabilna.« (Papler, 2013)

Predstavili smo tudi kazalnike učinkovitosti in uspešnosti, kjer smo izračunali kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti, kazalnik donosnosti naložbe ter kazalnik donosnosti odhodkov. Ekonomske kazalnike in metode ter kazalnike učinkovitosti in uspešnosti smo izračunali tudi za primer tveganja, ko se spremenijo okoliščine, ki vplivajo na smiselnost naložbe. Opravili smo tudi primerjalno analizo metod in kazalnikov ter analizo družbenih koristi (CBA).

Raziskovalno področje

Za izvedbo investicije v lastno sončno elektrarno leta 2021 smo se odločili kot del celovite prenove naše nepremičnine. Poleg tega smo se zavedali pomena proizvodnje čiste energije iz obnovljivih virov, kot je sončna energija, za zmanjšanje obremenitve našega okolja. Prenova naše nepremičnine je prinesla tudi povečanje površine prostorov, ki jih je bilo potrebno ogrevati. Naš obstoječi ogrevalni sistem, 4 kW peč na drva, je bila prej učinkovita pri ogrevanju 80 m² prostorov, vendar je ob povečanju površine na 140 m² postalo evidentno, da je potrebno izboljšati ogrevalne zmogljivosti. Kot posledica tega smo vključili dodatna ogrevalna telesa v obliki dveh radiatorjev in klimatsko napravo, ki zagotavlja ogrevanje v zimskem obdobju ter hlajenje v poletnih mesecih.



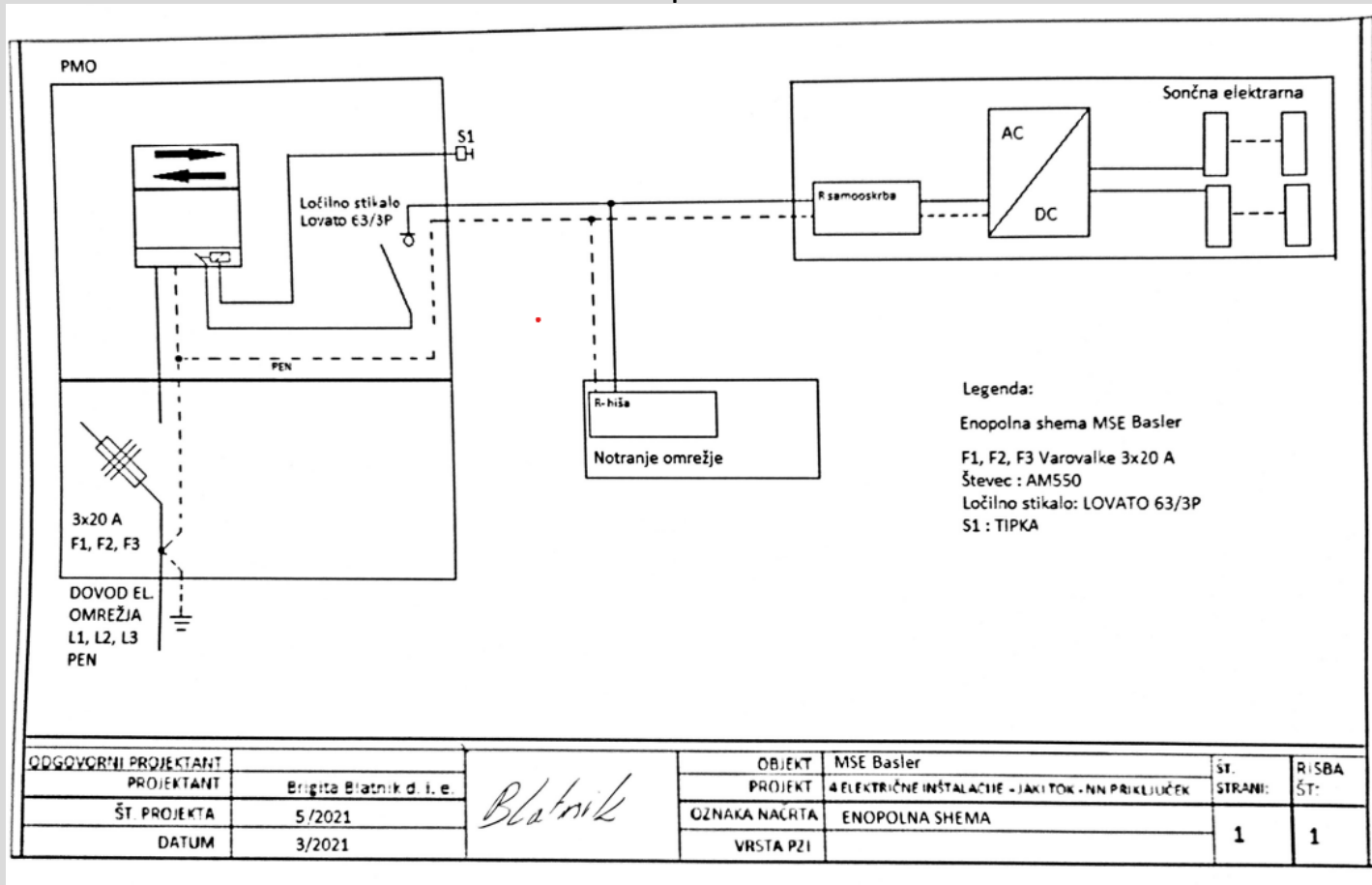
Slika 3: Mala sončna elektrarna

Vir: lasten

Posledično so stroški za elektriko narasli do te mere, da trenutna elektrarna ne pokriva več naših potreb po elektriki. MSE sestoji iz šestnajstih panelov Bisol BMO 310, moč posameznega modula je 310 Wp, maksimalna moč 5,2 kWp in pričakovana letna proizvodnja 5000 kWh. Postavljena je na strehi z 35 stopinjskim naklonom, ki je obrnjena 42 stopinj jugovzhodno.

Razsmernik je tipa Solaredge. največja moč solarnega generatorja je 5 kWp, območje vhodne napetosti je 480–1200 V, nazivna izhodna moč je 6750 W, največja izhodna moč je 6750 kVA, največji izhodni tok 8 A, nazivni izhodni tok 8 A, izhodna frekvenca 47 + 52 Hz, izhodna napetost 180 + 260 V, trifazno. V primeru ugotovitve napake na AC strani razsmernika se le-ta izklopi. Ob povratku normalnega stanja naprava izvede avtomatski ponovni vklop.

Tabela 2: Enopolna shema MSE



Vir: lasten

Kot navaja Papler (2012) v knjigi »Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov«, so fotovoltaične elektrarne naprave, ki izkoriščajo sončno sevanje in ga pretvarjajo v električno energijo s pomočjo sončnih celic, ki delujejo na osnovi fotoefekta. Ta proces temelji na uporabi polprevodniških materialov, pri čemer je najpogosteje uporabljen silicij.

Sončna energija je poleg vode in vetra naraven vir energije. Sonce predstavlja neusahljiv in neoporečen vir energije in je eden redkih, ki je razmeroma enakomerno razporejen po zemeljski obli.

Sončne elektrarne so prepoznane kot ključni element v prehodu na bolj trajnostno oskrbo z električno energijo, saj v fazi delovanja ne povzročajo onesnaževanja okolja. Njihova največja okoljska prednost je, da predstavljajo čist vir energije. Poleg tega prinašajo tudi dolgoročne ekonomske prihranke, saj zmanjšujejo odvisnost od konvencionalnih virov energije ter zmanjšujejo stroške za energijo.

»Samooskrbo z električno energijo določa Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur. L. RS, št. 121/21 in nadaljnji), podrobneje jo določata Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur. L. RS, št. 43/22) in Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur. L. RS, št. 17/19 in nadaljnji). Slednja se v kombinaciji s 315.a členom Energetskega zakona (Ur. L. RS, št. 60/19 in nadaljnji) uporablja za končne odjemalce, ki ste že ali pa boste do vključno 31. 12. 2024 (pod pogojem, da ste podali vlogo za Soglasje za priključitev naprave za samooskrbo do vključno 31. 12. 2023) registrirani kot končni odjemalci s samooskrbo pri distribucijskem operaterju, in sicer vse dokler boste uporabljali sončno elektrarno, za katero je bilo izdano soglasje za priključitev.« (GEN-I, 2023)

Prednosti tako pridobljene elektrike so, da v času obratovanja ne proizvaja nobenih toplogrednih plinov, obratovalni stroški so nizki, delovanje elektrarne ne povzroča hrupa ter uporaba sistema tudi brez električnega omrežja.

Nadalje smo natančno preučili porabo elektrike gospodinjstva in proizvodnjo MSE, da ugotovimo stopnjo samooskrbnosti z elektriko. Določili smo stanje proizvodnje in porabe elektrike ter določili stopnjo samooskrbnosti gospodinjstva in določili velikost elektrarne, s katero bi naše potrebe po električni energiji zadostili.

Nadalje smo preučili smiselnost naložbe v povečanje sončne elektrarne, kjer smo opravili analizo stroškov, predstavili skupni, realni in družbeni denarni tok ter ekonomske kazalnike. Ugotavljali smo, kakšen je vpliv vremenskih dejavnikov na proizvodnjo. Opravili smo celovito analizo proizvodnje in porabe elektrike ter opravili ekonomsko analizo smiselnosti naložbe v povečanje sončne elektrarne, ki bi zagotavljala samooskrbnost gospodinjstva.

Hipoteze

H1: Sončne elektrarne so podvržene različnim vremenskim vplivom, kar vpliva na proizvodnjo elektrike. Hasan et al. (2022) v svoji študiji »*Effects of different environmental and operational factors on the PV performance: A comprehensive review*« izpostavljajo, da je razumevanje vpliva vremenskih razmer na delovanje sončnih elektrarn ključno za optimizacijo njihove proizvodnje in zanesljivost delovanja.

H2: Poznavanje proizvodnje in porabe elektrike daje uvid za nadaljnje izboljšave energetskega knjigovodstva gospodinjstva. Papler in Bojnec (2012) v svoji knjigi »*Naložbe v trajnostni razvoj energetike*« ugotavljata, da je poznavanje proizvodnje in porabe elektrike osnova za nadaljnje ekonomske in okoljske izboljšave sistema.

H3: Ekonomska analiza investicije v povečanje sončne elektrarne bo pokazala smiselnost naložbe v povečanje sončne elektrarne, kjer je MSE ena od boljših okoljskih in ekonomskih rešitev, kot ugotavljajo tudi Everett et al. (2012) v publikaciji »*Energy Systems and sustainability*«.

Raziskovalni načrt

Metodologija

Za raziskavo smo uporabili kombinacijo kvantitativnih analiz proizvodnih podatkov elektrarne in podatkov o porabi elektrike gospodinjstva ter statistične analize vpliva vremenskih pojavov na proizvodnjo. Podatke smo zbirali od začetka obratovanja elektrarne aprila 2021 do konca leta 2023.

Za potrebe ekonomske analize naložbe v povečanje sončne elektrarne smo uporabili statično metodo izračunavanja enostavne dobe vračanja sredstev ter dinamične metode ekonomskih kazalnikov sedanje vrednosti projekta in interne stopnje donosnosti ter rentabilnost naložbe, neto sedanje vrednosti. Prikazali smo pokazatelje učinkovitosti in uspešnosti ter podali oceno tveganja in negotovosti naložbe – *cost benefit* analiza.

V praktičnem delu naloge sta uporabljeni induktivno-deduktivna – sklepanje od posameznega k splošnemu ali obratno – iz splošnega v posamezno in analitična metoda – razčlenjevanje pojava v posamezne dele in podrobno preučevanje. V teoretičnem delu naloge smo uporabili opisno metodo, s katero smo opisali trenutno stanje. Ključne značilnosti podatkov so izražene z metodo opisne statistike.

Analiza vplivov vremenskih pojavov na proizvodnjo MSE

V naši raziskavi smo izvedli analizo vpliva sončnega obsevanja, povprečne temperature in povprečne oblačnosti na proizvodnjo male sončne elektrarne (MSE). Vsi podatki, ki se nanašajo na vremenske parametre, bodo pridobljeni iz merilne postaje ARSO Ljubljana – Bežigrad. Ta postaja je priznana kot referenčna točka za zanesljivo merjenje meteoroloških podatkov in zagotavlja natančne informacije, ki so ključne za našo analizo vpliva vremenskih dejavnikov na delovanje in proizvodnjo električne energije MSE.

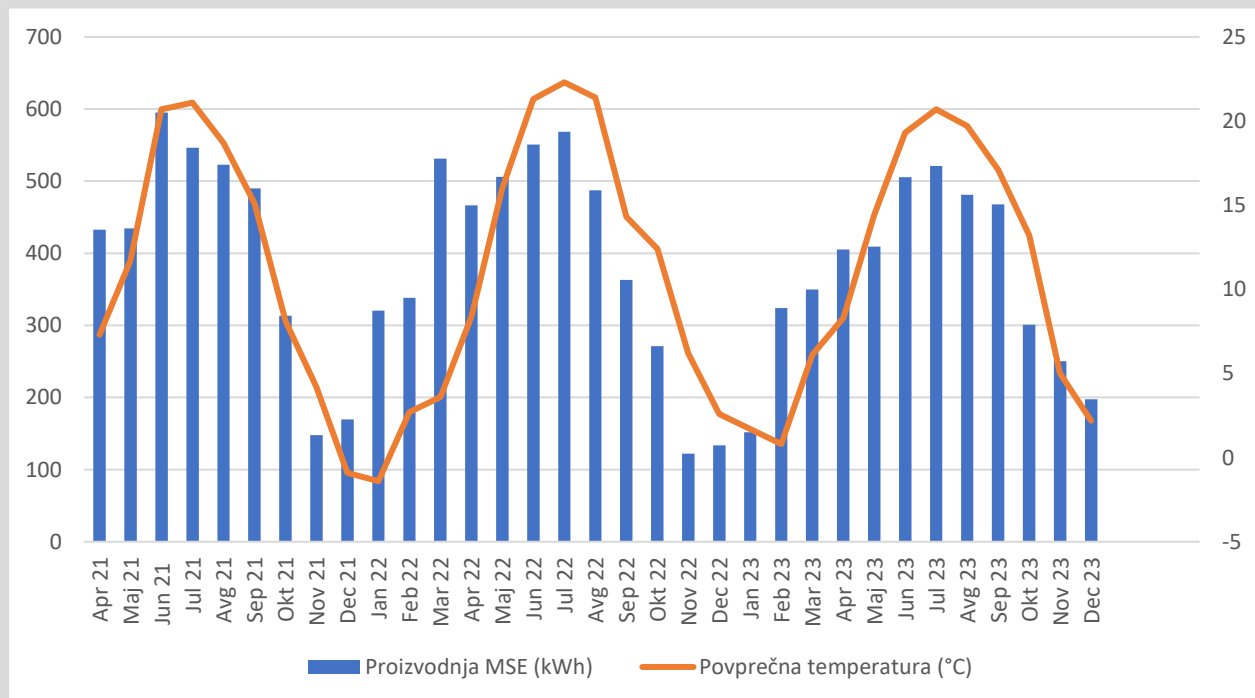
Povprečna temperatura v letih 2021-2023

Ugotavljamo, da so bile v vseh treh letih najvišje temperature (24 urno povprečje) zabeležene v poletnih mesecih juniju, juliju in avgustu. Jeseni temperature postopoma padajo, medtem ko v spomladanskih mesecih ponovno začnejo naraščati. To sezonsko nihanje temperature ima pomemben vpliv na delovanje sončne elektrarne, saj so višje temperature pogosto povezane z večjo proizvodnjo električne energije, medtem ko lahko nižje temperature vplivajo na zmanjšanje proizvodnje.

Tabela 3: Povprečna temperatura v letih 2021-2023

Mesec	Temperatura 2021 (°C)	Temperatura 2022 (°C)	Temperatura 2023 (°C)
Jan	-1,1	-1,4	1,7
Feb	3,0	2,7	0,8
Mar	4,0	3,6	6,1
Apr	7,3	8,4	8,3
Maj	11,7	16,0	14,4
Jun	20,7	21,3	19,3
Jul	21,1	22,3	20,7
Avg	18,7	21,4	19,7
Sep	15,1	14,3	17,1
Okt	8,1	12,4	13,2
Nov	4,2	6,2	5,0
Dec	-0,9	2,6	2,2
Povprečje	9,3	10,8	10,7

Vir: lasten


Slika 4: Povprečna temperatura v letih 2021-2023

Vir: lasten

Število ur sončnega obsevanja v letih 2021-2023

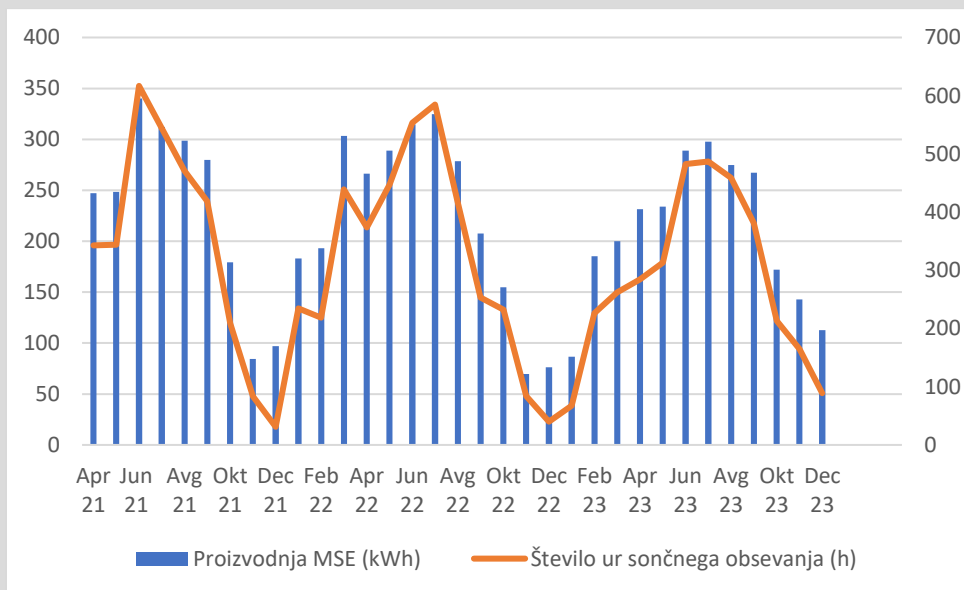
Kot je razvidno iz Tabele 3, je bilo najbolj s soncem obsijano leto 2022 z 2.216 urami sončnega obsevanja. Tudi leto 2021 je bilo podobno obsijano z 2.145 urami sončnega obsevanja.

Tabela 4: Število ur sončnega obsevanja v letih 2021-2023

Mesec	Število ur 2021 (h)	Število ur 2022 (h)	Število ur 2023 (h)
Jan	43	134,2	38,6
Feb	122	124,9	129,4
Mar	231	250,8	149,9
Apr	196	213,6	162,5
Maj	197	255,6	179,1
Jun	353	316,4	275,7
Jul	311	334,1	278,4
Avg	269	238	262,2
Sep	239	144,6	218
Okt	119	132,9	121,7
Nov	48	48,1	94,2
Dec	18	22,7	50,8
Skupaj 2021 - 2023	2.145	2.216	1.961

Vir: lasten

Prikazano je število sončnih ur od aprila 2021 do decembra 2023. Linija, ki prikazuje proizvodnjo MSE, se natanko ujema z izmerjenim številom ur sončnega obsevanja. S tem lahko zaključimo, da število sončnih ur nedvomno vpliva na delovanje proizvodnje.



Slika 5: Število ur sončnega obsevanja in proizvodnja MSE v letih 2021–2023

Vir: lasten

Povprečna oblačnost v letih 2021–2023

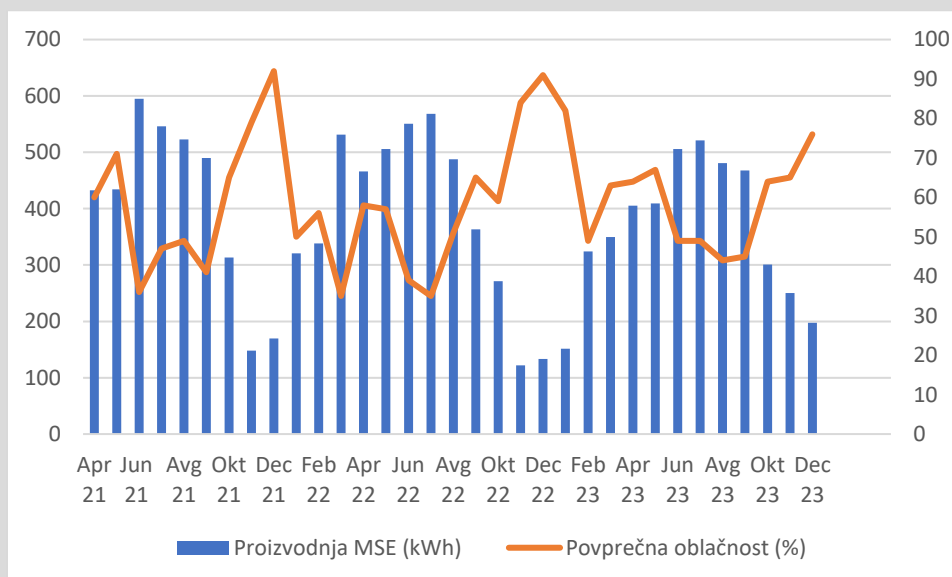
Iz Tabele 4 razberemo, da je bila povprečna oblačnost najvišja leta 2021 – 59,92 %, najnižja pa leta 2022 – 56,67 %. V povprečju vseh treh let je bila povprečna oblačnost 58,8 %.

Tabela 5: Povprečna oblačnost v letih 2021–2023

Mesec	Obláčnost 2021 (%)	Obláčnost 2022 (%)	Obláčnost 2023 (%)
Jan	81	50	82
Feb	55	56	49
Mar	43	35	63
Apr	60	58	64
Maj	71	57	67
Jun	36	39	49
Jul	47	35	49
Avg	49	51	44
Sep	41	65	45
Okt	65	59	64
Nov	79	84	65
Dec	92	91	76
Povprečje	59,9	56,7	59,8

Vir: lasten

Ko izrišemo graf proizvodnje in povprečne oblačnosti, opazimo prikaz zmanjšanja proizvodnje MSE ob višjih povprečne oblačnosti.

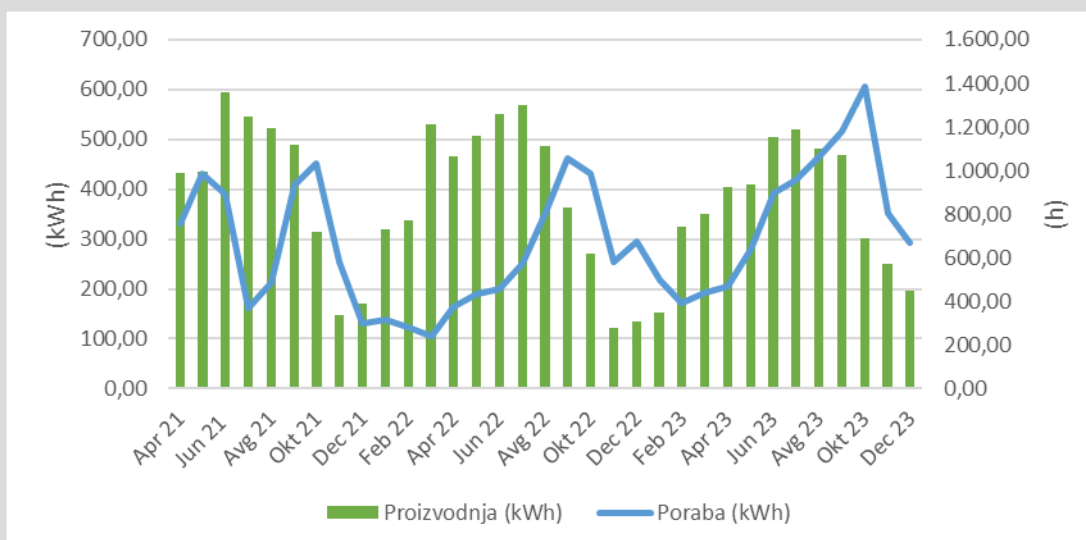


Slika 6: Povprečna oblačnost in proizvodnja MSE v letih 2021–2023

Vir: lasten

Proizvodnja MSE in poraba elektrike gospodinjstva v letih 2021–2023

Podatke analiziramo od aprila 2021, ko je začela delovati MSE. S slike 5 lahko razberemo, da je bila poraba večja v spomladanskih in jesenskih mesecih, v poletnih pa manjša. Takrat je proizvodnja edinkrat presegla porabo gospodinjstva, kar je tipična krivulja za proizvodnjo sončnih elektrarn.



Slika 7: Proizvodnja MSE in poraba elektrike gospodinjstva v letih 2021–2023

Vir: lasten

Po vseh zbranih podatkih na Sliki 5 vidimo prikazano proizvodnjo MSE in porabo gospodinjstva. Takoj je razvidno, da MSE deluje neprestano in po pričakovanjih, medtem ko opazimo ekstrem pri porabi energije v mesecih avgust, september, oktober v letu 2023 zaradi sanacije posledic poplav.

Tabela 6: Proizvodnja MSE in poraba elektrike gospodinjstva

Leto	Proizvodnja (kWh)	Poraba (kWh)
Skupaj 2021	3.651,96	6.336,61
Skupaj 2022	4.658,37	6.800,69
Skupaj 2023	4.364,51	9.388,93
	12.674,84	22.526,23

Vir: lasten

Po opravljeni analizi energetskega knjigovodstva gospodinjstva smo prišli do ugotovitve, da nam obstoječa sončna elektrarna trenutno pokriva 61 % potreb po električni energiji. To ugotovitev smo podprli z analizo povprečne letne porabe in proizvodnje električne energije v zadnjih treh letih. Naše gospodinjstvo povprečno porabi 7.508 kWh električne energije na leto, medtem ko povprečno proizvedemo 4.561 kWh električne energije letno.

Naložba v povečanje sončne elektrarne

Za zadovoljitev preostalih 39 % potrebujemo dodatnih 2,1 kWh. Glede na pridobljen predračun je vrednost panelov, dela in ostalih materialov za to razširitev ocenjena na 2.490,00 EUR.

Finančno gledano trenutno porabimo 1.403,00 EUR letno za električno energijo. To pomeni, da kljub lastni elektrarni še vedno plačujemo 547,6 EUR na leto. To smo izračunali na podlagi vrednosti kWh enotne tarife, ki velja na 1. januarja 2024 (Vir: GEN-I, 2024, <https://gen-i.si/dom/elektricna-energija/ceniki-in-akcije/redni-cenik-elektricne-energije-za-gospodinjse-odjemalce/>).

Odgovor na vprašanje, ali je smiselno investirati v povečanje kapacitete sončne elektrarne, je pomemben za nadaljnje odločitve. Pri tej odločitvi smo upoštevali tako finančne kot tudi okoljske vidike. S povečanjem kapacitete sončne elektrarne lahko zmanjšamo naše stroške za električno energijo in zmanjšamo naš ogljični odtis, saj smo proizvedli več lastne, obnovljive energije. Morali smo upoštevati tudi druge dejavnike, kot so stroški vzdrževanja in morebitne spremembe v cenah električne energije in zavarovanja.

Elektrarna v velikosti 2.1 kWh bi zahtevala začetno investicijo v višini 2.490,00 EUR. Z naložbo v povečanje elektrarne bi prihranili 547,60 EUR na leto. Za vzdrževanje in zavarovanje elektrarne računamo 100,00 evrov letnega stroška. Predvidevamo, da bo ob vse bolj intenzivnih vremenskih dogodkih premija za zavarovanje zrasla za 30 %, kar predstavlja dejavnik tveganja v naši naložbi.

Upoštevamo tudi značilnost sončnih panelov, da z leti izgubljanje na moči proizvodnje. Ker nam proizvajalec jamči med 80 % in 90 % moči po petnajstih letih delovanja, smo za faktor izbrali 1 % na leto, kot je prikazano spodaj.

Tabela 7: Faktor zmanjšanja zmogljivosti panela v 15 letih

Leto	Skupni donos (EUR)	Faktor zmanjšanja proizvodnje (100 %)
2024	0,00	0,00
2025	497,60	100,00
2026	492,62	99,00
2027	487,65	98,00
2028	482,62	97,00
2029	477,70	96,00
2030	472,72	95,00
2031	467,74	94,00
2032	462,77	93,00
2033	457,79	92,00
2034	452,82	91,00
2035	447,84	90,00
2036	442,86	89,00
2037	437,89	88,00
2038	432,91	87,00
2039	427,94	86,00

Vir: lasten

Ob predpostavki, da prihranimo 497,60 EUR v prvem letu, se ta znesek vsako naslednje leto zmanjša za faktor zmanjšanja zmogljivosti panela.

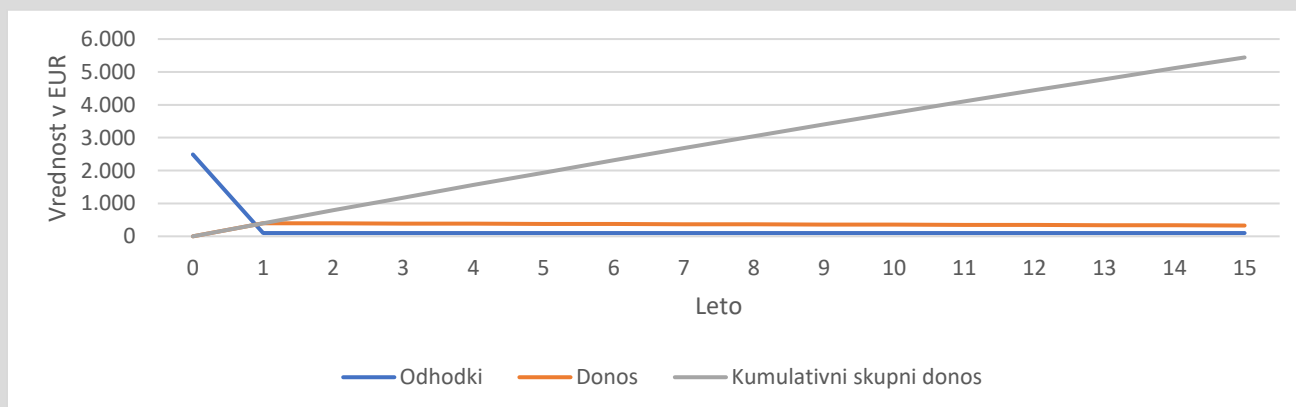
Denarni tok

Če opazujemo tako naložbe in stroške kot tudi učinke oz. prihodke in odhodke v času življenjske dobe projekta proizvodnega sistema z družbenega vidika in vidika investitorja ovrednotimo v denarju, dobimo skupni denarni tok, realni denarni tok, družbeni denarni tok (Bizjak, 2008).

Po analizi podatkov gibanja naložbe v naslednjih 15 letih ugotovimo, da je naložba likvidna, upravičena in se povrne med petim in šestim letom investicije.

Skupni denarni tok nam prikaže likvidnost naložbe. Če je vsota donosov in odhodkov vedno pozitivna, je projekt likviden. V našem primeru vidimo, da je naložba v povečanje sončne elektrarne likvidna.

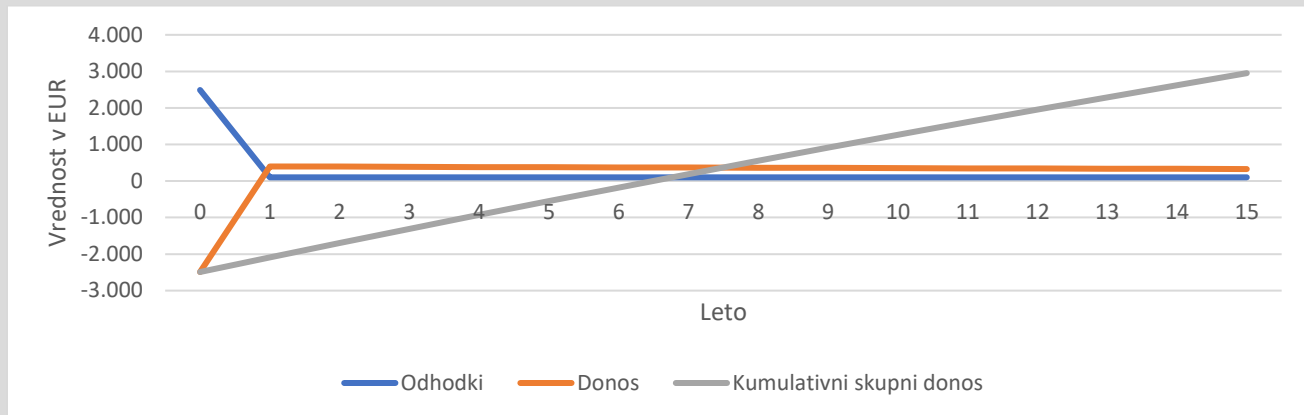
»Skupni denarni tok zajema vse donose in odhodke, torej tudi lastna in tuja sredstva in naložbe, ki se pojavljajo v življenjski dobi projekta, to je v dobi izgradnje in izkoriščanja. Vsota prihodkov in odhodkov mora biti vedno pozitivna oziroma v času gradnje enaka nič, kar zagotavlja likvidnost projekta.« (Papler, 2013)



Slika 8: Skupni denarni tok in likvidnost projekta

Vir: lasten

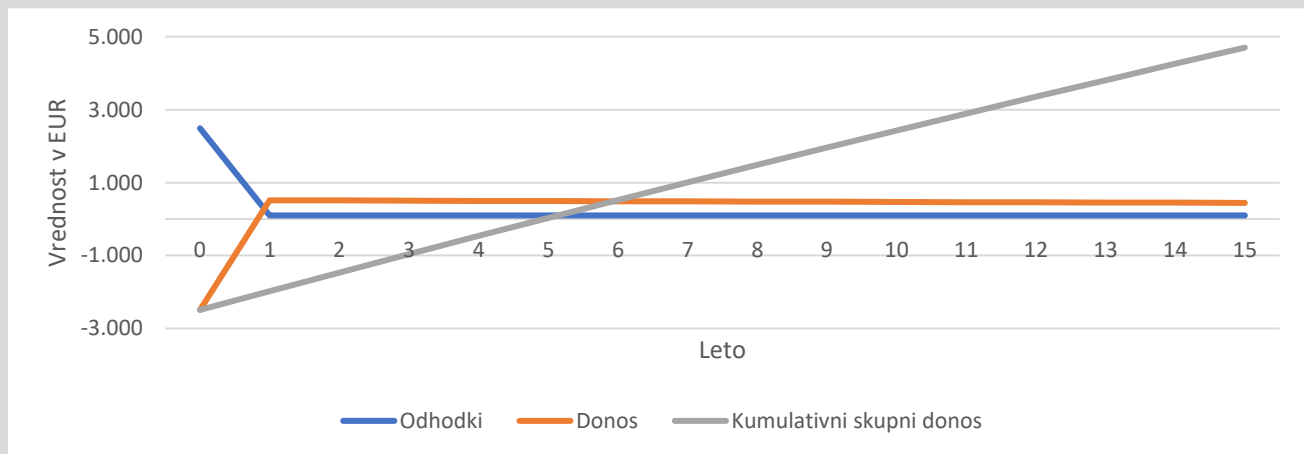
Za naš primer je na sliki realnega denarnega toka in dobe vračanja naložb razvidno, da kumulativni skupni prihodek preide iz negativnega v pozitivno vrednost v šestem letu obratovanja elektrarne. »Realni denarni tok naložbe pomeni vse prihodke in odhodke s stališča vlagatelja v življenjski dobi projekta.« (Papler, 2013)



Slika 9: Realni denarni tok in doba vračanja naložbe

Vir: lasten

Iz družbenega denarnega toka vidimo, ali je projekt učinkovit tudi z družbenega vidika. Kot je razvidno na Sliki 8, se naša investicija povrne med petim in šestim letom delovanja. »Družbeni denarni tok zajema vse prihodke in odhodke s stališča družbe v življenjski dobi projekta.« (Papler, 2013)



Slika 10: Družbeni denarni tok in doba vračanja naložbe

Vir: lasten

Ekonomске metode in kazalniki

Vse metode in kazalniki so izračunani pri diskontni stopnji 2,6% (Vir: ZPS, 2024, <https://www.zps.si/kalkulatorji/primerjajte-obrestne-mere-za-depozite>).

Enostavna doba vračanja sredstev

Kot navaja Papler v knjigi Osnove uporabe lesne biomase (2013), je enostavna doba vračanja sredstev (EVS) statična metoda, ki omogoča grobo presojo poslovnih rezultatov.

EVS sodi med statične kazalce uspešnosti poslovanja in nam pove pričakovano število let (t), potrebnih za povrnitev začetnega investicijskega izdatka, ali z drugimi besedami, kako hitro bodo neto denarni tokovi, ki bodo posledica naložbe, povrnili začetni vložek.

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So} = EVS = \frac{2490 \text{ EUR}}{467,74 \text{ EUR} - 100 \text{ EUR}} = \frac{2490 \text{ EUR}}{367,74 \text{ EUR}} = 6,78 \text{ let}$$

Ker smo upoštevali značilnost sončnih elektrarn, da jim z leti slabijo kapacitete delovanja, smo za vrednost S_d vzeli predvidene dohodke naložbe v sedmem letu delovanja elektrarne.

Investicija bi se po izračunu statične metode enostavne dobe vračanja sredstev povrnila v 6,78 letih. To pomeni, da bi trajalo 6,78 let, da bi se s prihranki pri strošku za elektriko povrnila vložena sredstva, ob upoštevanju letnih donosov in odhodkov.

Kot navaja Bizjak v svojem delu Osnove ekonomike podjetja za inženirje (2008, str. 241), je ta metoda enostavna statična metoda, ki ne daje odgovorov na vrsto pomembnih vprašanj, na katera moramo odgovoriti od odločanju za investicijo. Predlaga, da metodo EVS uporabimo le za grobe in hitre ocene in primerjave, za končno odločanje o smiselnosti naložbe pa ne zadostuje.

Sedanja vrednost projekta

Statistični kriteriji ne upoštevajo časovne preference sredstev in obresti pri odločanju o varčevanju in investiranju. Dinamične metode vrednotijo denar skozi čas, kar omogoča natančnejše ocene naložb. To nam omogoči boljše razumevanje koristi in stroškov ter preudarne odločitve. Upoštevanje donosnosti z upoštevanjem obrestnih mer prispeva k celoviti oceni donosnosti naložb. Ena od najbolj uporabljenih in temeljnih metod je metoda sedanje vrednosti projekta

»Osnovni razlog za uvajanje dinamičnih metod naložbenega odločanja, so pomanjkljivosti statističnih kriterijev, ker ne upoštevajo časovne preference sredstev in obresti kot kategorije, ki usmerjajo nagnjenost k varčevanju in investiranju.« (Bizjak, 2008)

Spodaj je prikazan izračun sedanje vrednosti projekta pri naložbi v povečanje sončne elektrarne:

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1 + r)^i} = \sum_{i=1}^{i=15} \frac{(5.716,97 \text{ EUR} - 3.718,08 \text{ EUR})}{(1 + 2,6 \%)^{15}} = 1,997,89 \text{ EUR}$$

Z diskontiranjem primerjamo zneske v različnih časovnih obdobjih in s tem upoštevamo časovno vrednost denarja. Z diskontiranjem izračunamo, koliko so naše prihodnje naložbe vredne danes in koliko moramo vložiti, da bi dosegli želeni znesek. Naložba je vredna toliko, kolikor nam bo prinesla koristi.

Tabela 8: Sedanja vrednost projekta

Časovna obdobja		Skupni donosi Sd brez diskont.	Skupni odhodki So brez diskontiranja	Diskontna stopnja $r = 2,6\%$	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri 2,6 % diskont. faktorju	Skupni odhodki So pri 2,6 % diskont. faktorju
Tekoči indeks i	Leto			$(1+r)^i$	$\frac{1}{(1+r)^n}$		
0	2024	0,00	2.490,00	1	1	0,00	2.490,00
1	2025	497,60	100,00	1,03	0,97	484,99	97,47
2	2026	492,62	100,00	1,05	0,95	467,97	95,00
3	2027	487,65	100,00	1,08	0,93	451,51	92,59
4	2028	482,62	100,00	1,11	0,90	435,53	90,24
5	2029	477,70	100,00	1,14	0,88	420,16	87,96
6	2030	472,72	100,00	1,17	0,86	405,25	85,73
7	2031	467,74	100,00	1,20	0,84	390,82	83,55
8	2032	462,77	100,00	1,23	0,81	376,87	81,44
9	2033	457,79	100,00	1,26	0,79	363,36	79,37
10	2034	452,82	100,00	1,29	0,77	350,31	77,36
11	2035	447,84	100,00	1,33	0,75	337,68	75,40
12	2036	442,86	100,00	1,36	0,73	325,46	73,49
13	2037	437,89	100,00	1,40	0,72	313,65	71,63
14	2038	432,91	100,00	1,43	0,70	302,23	69,81
15	2039	427,94	100,00	1,47	0,68	291,19	68,04
Skupaj		6.941,47	3.990,00			5.716,97	3.719,08
SV						Sd - So =	1.997,89

Vir: lasten

Metoda sedanje vrednosti projekta omogoča primerjavo med učinkovitostjo naložb v banki in naložb v projekt. Projekt je sprejemljiv, če so diskontirani skupni prihodki večji od diskontiranih skupnih odhodkov, kar je izraženo z enačbo $S_v = S_d - S_o \geq 0$.

V tem primeru, so podane vrednosti:

$S_d = 5.716,97$ EUR (diskontirani skupni prihodki)

$S_o = 3.719,08$ EUR (diskontirani skupni odhodki)

dobimo $1.997,89 \geq 0$. To pomeni, da so pričakovani diskontirani prihodki večji od diskontiranih odhodkov, zato je projekt sprejemljiv.

$$S_v = S_d - S_o \geq 0$$

$$S_v = 5.716,97 \text{ EUR} - 3.719,08 \text{ EUR} \geq 0$$

$$S_v = 1.997,89 \text{ EUR} > 0, \text{ pogoj je izpolnjen.}$$

Interna stopnja donosnosti

Interna stopnja donosnosti (ISD) temelji na tehniki diskontiranja prihodnjih denarnih tokov naložbe, v nasprotju z NPV pa upošteva velikost naložbe. Interno stopnjo donosnosti je mogoče definirati kot diskontno obrestno mero, ki izenačuje sedanjo vrednost pričakovanih prihodnjih denarnih tokov s sedanjo vrednostjo naložbenih izdatkov. Interna stopnja donosnosti je tista diskontna stopnja donosnosti, pri kateri je sedanja vrednost projekta enaka nič, izenačijo pa se vsi donosi in odhodki projekta v celotni življenjski dobi (Papler, 2013).

Tabela 9: Interna stopnja donosnosti

Časovna obdobja		Skupni donosi Sd brez diskont.	Skupni odhodki So brez diskontiranja	Diskontna stopnja $r = 12\%$	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri 12 % diskont.	Skupni odhodki So pri 12 % diskont.	Diskontna stopnja $r = 13\%$	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri 13 % diskont. faktorju	Skupni odhodki So pri 13 % diskont. faktorju
Tekoči indeksi	Leto			$(1+r)^i$	$\frac{1}{(1+r)^n}$			$(1+r)^i$	$\frac{1}{(1+r)^n}$		
0	2024	0,00	2.490,00	1	1	0,00	2.490,00	1	1	0,00	2.490,00
1	2025	497,60	100,00	1,12	0,89	444,29	89,29	1,13	0,88	440,35	88,50
2	2026	492,62	100,00	1,25	0,80	392,71	79,72	1,28	0,78	385,79	78,31
3	2027	487,65	100,00	1,40	0,71	347,10	71,18	1,44	0,69	337,97	69,31
4	2028	482,62	100,00	1,57	0,64	306,71	63,55	1,63	0,61	296,00	61,33
5	2029	477,70	100,00	1,76	0,57	271,06	56,74	1,84	0,54	259,28	54,28
6	2030	472,72	100,00	1,97	0,51	239,49	50,66	2,08	0,48	227,06	48,03
7	2031	467,74	100,00	2,21	0,45	211,58	45,23	2,35	0,43	198,82	42,51
8	2032	462,77	100,00	2,48	0,40	186,91	40,39	2,66	0,38	174,08	37,62
9	2033	457,79	100,00	2,77	0,36	165,08	36,06	3,00	0,33	152,39	33,29
10	2034	452,82	100,00	3,11	0,32	145,80	32,20	3,39	0,29	133,40	29,46
11	2035	447,84	100,00	3,48	0,29	128,74	28,75	3,84	0,26	116,75	26,07
12	2036	442,86	100,00	3,90	0,26	113,67	25,67	4,33	0,23	102,17	23,07
13	2037	437,89	100,00	4,36	0,23	100,35	22,92	4,90	0,20	89,40	20,42
14	2038	432,91	100,00	4,89	0,20	88,58	20,46	5,53	0,18	78,22	18,07
15	2039	427,94	100,00	5,47	0,18	78,18	18,27	6,25	0,16	68,42	15,99
Skupaj		6.941,47	3.990,00			3.220,27	3.171,09			3.060,09	3.136,24
				NSDp		Sd - So =	49,18	NSDn		Sd - So =	-76,15

Glede na izračun je interna stopnja donosnosti 12,39 %, med 12 % in 13 % diskontno stopnjo. To pomeni, da nam investicija v sončno elektrarno prinaša prihranke.

Kazalniki učinkovitosti in uspešnosti

Vsi kazalniki so izračunani pri diskontni stopnji 2,6 % (vir: ZPS, 2024, <https://www.zps.si/kalkulatorji/primerjajte-obrestne-mere-za-depozite>).

Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti

Odnos med poslovnimi učinki in stroški oblikuje kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti. To je osnovni kazalnik gospodarnosti. Kazalnik v analizi poslovanja v praksi povzroča vrsto vprašanj, ki jih moramo v analizi upoštevati, če hočemo oblikovati objektivne ocene. Da bi premostili te probleme, se v praksi uporabljajo različne metode, ki omogočajo oz. vsaj težijo za oblikovanjem realnega kazalnika gospodarnosti (Papler, 2013).

Izračun kazalnika gospodarnosti in ekonomičnosti pri investiciji v povečanje sončne elektrarne:

$$E = \frac{Sd}{So} = \frac{5.716,97 \text{ EUR}}{3.719,08 \text{ EUR}} = 1,54$$

$$E > 1,54$$

Ker je vrednost E večja od 1 ($E > 1$), pomeni, da smo v poslovnem procesu ustvarili več vrednosti, kot smo potrošili. To kaže na to, da je naložba upravičena in je ustvarila prihranke. Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti je pomemben indikator, ki kaže na finančno učinkovitost in uspešnost naše naložbe.

Kazalnik donosnosti naložbe

Donosnost naložb (D) je kriterij, ki pokaže letni donos v odstotku od vlaganja kapitala. Kazalec ima lahko več možnih oblik. Najpogostejšo obliko lahko opredelimo kot razmerje med dobičkom in vloženim kapitalom in jo izrazimo v odstotkih. Kazalec imenujemo tudi rentabilnost naložbe, ki opredeljuje uspešnost poslovanja v finančnem pomenu. Pri kazalnikih donosnosti ali rentabilnosti opazujemo donosnost oz. rentabilnost sredstev ali kapitala. V nasprotju s kazalniki gospodarnosti ali ekonomičnosti, ki nastopajo v obliki koeficientov, kazalnike donosnosti ali rentabilnosti izražamo kot stopnje (Papler, 2013).

Spodaj je prikazan izračun kazalnika donosnosti naložbe pri investiciji v povečanje sončne elektrarne:

$$D = \frac{S_d - S_o}{N} \cdot 100(\%) = \frac{5.716,97 \text{ EUR} - 3.719,08 \text{ EUR}}{2.490 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = \frac{1.997,89 \text{ EUR}}{2.490 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) =$$

$$D = 0,802 \cdot 100(\%) = 80,2 \%$$

Kazalnik donosnosti naložbe (D) enak 80,2 %. To je pomemben kazalnik, ki omogoča oceno donosnosti in privlačnosti projekta za investitorje.

Kazalnik donosnosti vseh odhodkov

Kazalec donosov ali rentabilnost vseh sredstev projekta (Do) pokaže letni donos v odstotku od skupnih odhodkov za naložbo. Če je > 0, pomeni, da je naložba (projekt) rentabilna (Papler, 2013).

$$Do = \frac{S_d - S_o}{S_o} \cdot 100(\%) = \frac{5.716,97 \text{ EUR} - 3.719,08 \text{ EUR}}{3.719,08 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = \frac{1.997,89 \text{ EUR}}{3.719,08 \text{ EUR}} \cdot 100(\%)$$

$$Do = 0,537 \cdot 100(\%) = 53,7 \%$$

Ta formula predstavlja izračun kazalnika donosnosti odhodkov (Do) za določeno naložbo. Kazalnik donosnosti odhodkov meri razmerje med razliko med skupnimi donosi naložbe (Sd) in skupnimi odhodki naložbe (So) ter skupnimi odhodki naložbe, izraženo v odstotkih. Kazalnik donosnosti odhodkov (Do) je enak 53,7 %. Ta kazalnik je pomemben za oceno učinkovitosti upravljanja odhodkov v naložbi.

Primerjalna analiza metod in kazalnikov

Vse ekonomske metode in kazalnike ter kazalnike učinkovitosti in uspešnosti ter smo izračunali tudi za družbeni denarni tok in v primeru tveganja, če se cena zavarovanja podraži za 30 %. Primerjamo med sabo vse rezultate raziskanih metod in kazalnikov, tako statičnih kot dinamičnih metod. Opazimo, da je pri vseh treh postavkah obrestna mera in strošek investicije enak, ostale vrednosti se spreminjajo.

Tabela 10: Primerjalna analiza metod in kazalnikov

Kazalnik	Normalno stanje	Tveganje (30 %)	CBA
Cena (EUR) - Stroški investicije	2.490,00	2.490,00	2.490,00
r (%)	2,6	2,6	2,6
EVS (t) - Enostavna doba vračanja sredstev	6,78	7,06	5,14
SV (EUR) - Sedanja vrednost	1.997,89	1.813,53	3.431,49
ISD (%) - Interna stopnja donosnosti	12,39	11,59	18,21
E (/) - Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti	1,54	1,46	1,92
D (%) - Kazalnik donosnosti naložbe	80,2	72,8	137,81
Do (%) - Kazalnik donosnosti odhodkov	53,7	46,5	92,27

Če primerjamo ekonomske metode in merilnike v normalnem stanju z stanjem, kjer je tveganje podražitev zavarovanja za 30 %, opazimo, da se enostavna doba vračanja podaljša, vse ostale vrednosti metod in kazalnikov pa so v povprečju za 8,71 odstotnih točk slabše kot v normalnem stanju.

Tabela 11: Primerjava analize metod in kazalnikov med normalnim stanjem in upoštevanju tveganja (30 %)

Kazalnik	Normalno stanje	Tveganje (30 %)	Sprememba normalno stanje - tveganja (odstotne točke)
Cena (EUR) - Stroški investicije	2.490,00	2.490,00	0
r (%)	2,6	2,6	0
EVS (t) - Enostavna doba vračanja sredstev	6,78	7,06	4,2
SV (EUR) - Sedanja vrednost	1.997,89	1.813,53	-9,23
ISD (%) - Interna stopnja donosnosti	12,39	11,59	-6,46
E (/) - Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti	1,54	1,46	-5,19
D (%) - Kazalnik donosnosti naložbe	80,2	72,8	-9,23
Do (%) - Kazalnik donosnosti odhodkov	53,7	46,5	-13,41

Ko primerjamo ekonomske kazalnike in metode s izračuni, kjer upoštevamo prihranek CO₂, opazimo, da se naša naložba ekonomsko najbolj izplača ravno iz družbenega stališča. Investicija se nam povrne skoraj enkrat hitreje, ostali kazalniki pa so v povprečju kar za 46,8 odstotnih točk boljši kot ekonomski kazalniki in metode v normalnem stanju.

Tabela 12: Primerjava analize metod in kazalnikov med normalnim stanjem in CBA

Kazalnik	Normalno stanje	CBA	Sprememba normalno stanje - CBA (odstotne točke)
Cena (EUR) - Stroški investicije	2.490,00	2.490,00	0
r (%)	2,6	2,6	0
EVS (t) - Enostavna doba vračanja sredstev	6,78	5,14	24,21
SV (EUR) - Sedanja vrednost	1.997,89	3.431,49	41,82
ISD (%) - Interna stopnja donosnosti	12,39	18,21	46,97
E (/) - Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti	1,54	1,92	24,67
D (%) - Kazalnik donosnosti naložbe	80,2	137,81	71,83
Do (%) - Kazalnik donosnosti odhodkov	53,7	92,27	71,82

Razprava o rezultatih

Potrditev hipotez

Potrdili smo **hipotezo H1: Sončne elektrarne so podvržene različnim vremenskim vplivom** (Slika 1, Slika 2, Slika 3), kar vpliva na proizvodnjo elektrike. Z analizo vremenskih vplivov na proizvodnjo MSE smo potrdili, da je delovanje elektrarne zelo podvrženo vremenskim vplivom. Po podrobni analizi različnih vremenskih vplivov smo ugotovili, da so v medsebojni povezavi s proizvodnjo MSE.

Potrdili smo **hipotezo H2: Poznavanje proizvodnje in porabe elektrike daje uvid za nadaljnje izboljšave energetskega knjigovodstva gospodinjstva** (Tabela 4). Z analizo ekonomskih metod in kazalnikov ter kazalnikov učinkovitosti in uspešnosti smo potrdili smiselnost investicije v povečanje sončne elektrarne. Analiza denarnih tokov nam prikaže, da je naložba v povečanje sončne elektrarne upravičena. Ekonomske metode in kazalniki ter izkazujejo rezultate, ki upravičujejo smiselnost naložbe v stanju, kot je danes, ob upoštevanju tveganj in tudi iz stališča družbe.

Potrdili smo **hipotezo H3: Ekonomska analiza investicije v povečanje sončne elektrarne bo pokazala smiselnost naložbe** (Tabela 8). Z analizo proizvodnje MSE smo določili stopnjo samooskrbnosti gospodinjstva, ter predlagali izboljšavo z investicijo v povečanje sončne elektrarne. Po opravljeni analizi energetskega knjigovodstva gospodinjstva smo prišli do ugotovitve, da nam obstoječa sončna elektrarna trenutno pokriva 61 % potrebo po električni energiji.

Povzetek rezultatov

Po analizi vremenskih vplivov na delovanje proizvodnje MSE ugotavljamo, da na proizvodnjo vplivajo in sicer v značilni krivulji, kjer je v poletnih sončnih mesecih proizvodnje največ. V zimskih mesecih je proizvodnje najmanj, ker je manj števila ur sončnega obsevanja in več oblačnosti. V jesenskih in spomladanskih mesecih lahko opazujemo zmanjševanje in povečevanje proizvodnje. Ta vzorec je značilen za delovanje vseh sončnih elektrarn. Ugotavljamo, da vrednosti temperature in število ur sončnega obsevanja sovpadata medtem ko se

povprečna oblačnost izkazuje z ravno obratnimi vrednostmi. V povprečju vseh treh let je bila povprečna oblačnost 58,8 %, povprečno število ur sončnega obsevanja 2.107 ur in povprečna temperatura 10,28 stopinje Celzija.

Pregled mesečnih vrednosti proizvodnje MSE izkazuje povprečno proizvodnjo 4.561 kWh na leto, poraba gospodinjstva pa je v povprečju 7.508 kWh na leto. Iz tega sledi, da zagotavljamo 61 % potreb po električni energiji iz lastnega vira. Ugotavljamo, da nam za preostalih 39 % potreb po električni energiji primanjkuje elektrarna v velikosti 2,1 kW.

Analiza denarnih tokov nam prikaže, da je naložba v povečanje sončne elektrarne upravičena. Skupni denarni tok naložbe izkazuje, da je vsota donosov in odhodkov vedno pozitivna, kar nakazuje, da bo naložba likvidna. Tudi v primeru podražitve zavarovanja bi bila naložba še vedno upravičena, ker so skupni dohodki in odhodki vedno pozitivni. Družbeni denarni tok prav tako izkazuje likvidnost naložbe v naslednjih petnajstih letih.

Naprej smo uporabili izračune ekonomskih metod in kazalnikov, in sicer statično metodo izračunavanja enostavne dobe vračanja sredstev (EVS) ter dinamični metodi, kjer smo računali sedanjo vrednost projekta (SV) ter interno stopnjo donosnosti (ISD).

Statična metoda izračunavanja enostavne dobe vračanja sredstev (EVS) nam je v dala rezultate, kjer lahko vidimo, da je naložba uspešna tako v normalnem stanju, kot ob upoštevanju tveganja podražitve cene zavarovanja. Tudi iz stališča družbe se nam investicija relativno hitro povrne in nam potem prinaša prihranke. V normalnem stanju se nam naložba povrne v 6,78 letu, ob upoštevanju tveganja v 7,06 letu, iz stališča družbe pa v 5,14 letu.

Sedanja vrednost projekta (SV) je v normalnem stanju 1.997,89 EUR, ob upoštevanih tveganjih je za 9,23 odstotne točke nižja, s stališča družbe in okolja pa za 41,82 odstotnih točk višja. To ponovno kaže na uspešnost naložbe v vseh treh scenarijih. Iz stališča družbe in okolja ima naložba najvišjo vrednost, kar je ravno namen vlaganja v obnovljive vire energije.

Interna stopnja donosnosti (ISD) je v normalnem stanju 12,39 %, ob upoštevanju tveganja 11,59 %, s stališča družbe in okolja pa med 18,21 %. To izkazuje, da je v vseh treh scenarijih naložba prinaša prihranke, ki so boljši, kot če bi imeli denar v banki v obliki depozita, kjer je obrestna mera stopnje donosnosti 2,6 %.

Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti (E) je v vseh treh scenarijih večji od 1. To pomeni, da smo predvidoma z naložbo ustvarili več vrednosti, kot smo potrošili. To kaže, da je naložba upravičena in nam prinaša prihranke. Ob upoštevanju tveganja je kazalnik za 5,19 % nižji kot ob normalnem stanju, iz družbenega vidika pa je 24,67 % višji kot ob normalnem stanju.

Kazalnik donosnosti naložbe (D) nam pokaže letni donos v odstotku od vlaganja kapitala. V normalnem stanju naložba prinaša 80,2 % na leto, glede na vloženi kapital, ob upoštevanju tveganja se ta vrednost zniža za 9,23 odstotne točke, iz družbenega stališča pa je donos glede na normalno stanje za 71,83 odstotnih točk višji. To izkazuje, da je naložba v vseh treh scenarijih rentabilna. To pomeni, da je uspešna v finančnem smislu.

Kazalnik donosnosti odhodkov (Do) nam prikaže rentabilnost vseh sredstev projekta. Izračun v vseh treh scenarijih izkazuje, da je vrednost večja od 0. To pomeni, da je naložba rentabilna. Donosnost vseh sredstev naložbe je v normalnem stanju 53,7 %, ob upoštevanju tveganja je za 13,41 odstotne točke nižja, s stališča družbe in okolja pa za 71,82 odstotnih točk višja.

Sklepna misel

Kot ugotavljajo Everett et al. (2012) v svoji študiji *»Energy Systems and sustainability«*, je pomen obnovljivih virov energije za ohranjanje okolja za prihodnje generacije je nedvomno zelo velik. Neustavljiva rast potreb po energiji ter vedno bolj izrazite podnebne spremembe nas postavljajo pred dejstvo, da moramo spremeniti svoje navade in ob vsaki investiciji upoštevati, ne samo ekonomski vpliv investicije na gospodinjstvo, ampak tudi upoštevati, če je naložba koristna za družbo in okolje. Vlaganje v obnovljive vire energije je ena od primernih rešitev za zmanjšanje ogljičnega odtisa, ki poganja podnebne spremembe.

Kot v svojem znanstvenem članku *»Effects of different environmental and operational factors on the PV performance: A comprehensive review. Energy science and engineering.«* ugotavljajo Hasan et al. (2022), smo tudi mi potrdili, da so sončne elektrarne podvržene različnim vremenskim vplivom kar vpliva na proizvodnjo elektrike. Z analizo vremenskih vplivov na proizvodnjo MSE smo potrdili, da je delovanje elektrarne zelo podvrženo vremenskim vplivom. Po podrobni analizi različnih vremenskih vplivov smo ugotovili, da so v medsebojni povezavi s proizvodnjo MSE.

Poznavanje proizvodnje in porabe elektrike daje uvid za nadaljnje izboljšave energetskega knjigovodstva gospodinjstva, kar ugotavljata tudi Papler in Bojnec (2012) v knjigi »Naložbe v trajnostni razvoj energetike«. Z analizo ekonomskih metod in kazalnikov ter kazalnikov učinkovitosti in uspešnosti smo potrdili smiselnost investicije v povečanje sončne elektrarne. Analiza denarnih tokov nam prikaže, da je naložba v povečanje sončne elektrarne upravičena. Ekonomske metode in kazalniki ter izkazujejo rezultate, ki upravičujejo smiselnost naložbe v stanju, kot je danes, ob upoštevanju tveganj in tudi iz stališča družbe.

Ekonomska analiza investicije v povečanje sončne elektrarne je pokazala smiselnost naložbe. Z analizo proizvodnje MSE smo določili stopnjo samooskrbnosti gospodinjstva, ter predlagali izboljšavo z investicijo v povečanje sončne elektrarne. Po opravljeni analizi energetskega knjigovodstva gospodinjstva smo prišli do ugotovitve, da nam obstoječa sončna elektrarna trenutno pokriva 61 % potreb po električni energiji.

Na osnovi tega vidika je naložba v povečanje sončne elektrarne nedvomno upravičena, saj ravno na podlagi družbenega denarnega toka lahko vidimo, da so kazalniki najuspešnejši ravno v tem delu analize.

Naložba v normalnem stanju je po zaključeni analizi ocenjena kot uspešna. Naložba ob upoštevanju tveganja je ob upoštevanju povprečnih vrednosti kazalnikov in vrednosti uporabljenih ekonomskih metod za 8,7 odstotnih točk manj uspešna s stališča družbe in okolja pa za 46,9 odstotnih točk bolj uspešna.

S to naložbo bo gospodinjstvo postalo ogljično nevtravno glede porabe elektrike, kar ugodno prispeva k ekonomskim prihrankom gospodinjstva in družbenim prihrankom izpustov toplogrednih plinov, kar je naša želja in smisel naložbe.

Litaratura in viri:

1. ARSO. (2006). Podnebne razmere v Sloveniji 1971 – 2000. Ljubljana: ARSO. Pridobljeno dne 15. 12. 2023 z naslova https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/podnebne_razmere_v_sloveniji_71_00.pdf
2. Bizjak, F. (2008). Osnove ekonomike podjetja za inženirje. Nova Gorica: Založba Univerze v Novi Gorici.
3. Energetika. (2024). Slovenija z prodajo emisijskih kuponov v 2023 zbrala 187 milijonov evrov. Pridobljeno dne 26. 3. 2024 z naslova <https://www.energetika.net/novice/en.vizija/slovenija-s-prodajo-emisijskih-kuponov-v-2023-zbrala-187-mio>
4. European environment agency. (2024). Greenhouse gas emmision intensitiy. Pridobljeno dne 13. 3. 2024 z naslova <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>
5. Everett, B., Boyle, G., Peak, S., & Ramage, J. (2012). Energy Systems and sustainability. Oxford: Oxford University Press.
6. GEN-I. (2024). Redni cenik električne energije za gospodinske odjemalce. Pridobljeno dne 21.3.2024 z naslova <https://gen-i.si/dom/elektricna-energija/ceniki-in-akcije/redni-cenik-elektricne-energije-za-gospodinske-odjemalce/>
7. Hasan, K., Yousuf, S., Tushar, M., Das, B., Das, P., & Saiful, I. (2022). Effects of different environmental and operational factors on the PV performance: A comprehensive review. Energy science and engineering. 10, 656-675. Pridobljeno dne 25. 3. 2024 z naslova <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ese3.1043>
8. Houghton, J. T. (2004). Global warming. Cambridge: Cambridge university press.
9. Inštitut Jožef Štefan. (2024). Izpusti CO2 na enoto električne energije. Pridobljeno dne 26. 2. 2024 z naslova <https://ceu.ijs.si/izpusti-co2-tgp-na-enoto-elektricne-energije/>
10. Lenardič, D. (2012). Fotonapetostni sistemi. Ljubljana: Agencija poti d.o.o.
11. Ministrstvo za infrastrukturo in prostor. (2014). Energetski zakon (EZ-1). Pridobljeno dne 30. 3. 2024 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO6665>
12. Papler, D., Bojnec, Š. (2012). Naložbe v trajnostni razvoj energetike. Pridobljeno dne 13. 4. 2024 z naslova <https://www.fm-kp.si/zalozba/ISBN/978-961-266-128-1.pdf>
13. Papler, D. (2012). Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov. Ljubljana: Energetika marketing
14. Papler, D. (2013). Osnove uporabe lesene biomase. Logatec: Energetika marketing d.o.o.
15. Zalokar, M. (2021). Izzivi trajnostnega razvoja (str. 107 – 130). pridobljeno dne 23.4.2024 z naslova <https://bb.si/f/docs/strokovna-srecanja-konference/Zbornik-konference-IZZIVI-TRAJNOSTNEGA-RAZVOJA-28.-5.-.pdf>
16. Zalokar, M. (2023). Izzivi trajnostnega razvoja. (str. 131-150). Pridobljeno dne 17. 3. 2024 <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-3F3YG7MQ/9985f54c-9e27-4f1f-a525-c202bd5d7a95/PDF>
17. Plante, R. H. (2014). Solar energy, photovoltaics and domestic hot water. Waltham: Elsevier.
18. Zveza potrošnikov Slovenije (2024). Primerjajte obrestne mere za depozite. Pridobljeno dne 18. 12. 2023 z naslova <https://www.zps.si/kalkulatorji/primerjajte-obrestne-mere-za-depoz>