



VISOKA ŠOLA ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

VISOKA ŠOLA ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija
Program: Varstvo okolja

UPRAVLJANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI V GOSPODINJSTVU

Mentor: doc. dr. Drago Papler
Lektor: dr. Klemen Jelinčič

Kandidatka: Ajda Blatnik

Kranj, maj 2024

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Drago Paplerju za strokovno pomoč, napotke pri izdelavi diplomskega dela ter predvsem za pripravljenost za sodelovanje, neizčrpen vir motivacije in akademski navdih.

Hvala tudi vsem članom moje ožje in širše družine ter prijateljem za potrpežljivost, razumevanje in podporo vseh vrst v času mojega študija.

IZJAVA

Študentka Ajda Blatnik izjavljam, da sem avtorica tega diplomskega dela, ki sem ga napisala pod mentorstvom doc. dr. Drago Paplerja.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

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 opazamo 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 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 ter bo pripomoglo k zmanjšanju podnebnih sprememb. S povečanjem sončne elektrarne bo gospodinjstvo postalo samooskrbno ter ogljično nevtrarno glede porabe električne energije. To bo prineslo ekonomske prihranke in zmanjšalo izpuste toplogrednih plinov, kar je cilj in smisel naložbe.

KLJUČNE BESEDE

- Energetsko knjigovodstvo
- Ekonomska analiza
- Vremenski vplivi
- Sončna elektrarna
- Samooskrba

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 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

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema	1
1.2	Cilji naloge	2
1.3	Predpostavke in omejitve	2
1.4	Metode dela	3
2	PREGLED LITERATURE	5
2.1	Zakonodajna podlaga	5
2.2	Tehnični podatki sončne elektrarne	5
2.4	Sončne elektrarne – fotovoltaika	7
2.3	Standard ISO 50001 za upravljanje z energijo	8
3	ANALIZA VPLIVOV VREMENSKIH POJAVOV NA PROIZVODNJO MSE.....	9
3.1	Pregled proizvodnje elektrike MSE in vpliv vremenskih dejavnikov na proizvodnjo po letih	10
3.1.1	Proizvodnja MSE leta 2021.....	11
3.1.2	Proizvodnja MSE leta 2022.....	14
3.1.3	Proizvodnja MSE leta 2023.....	17
3.2	Pregled proizvodnje MSE glede na vremenske vplive v letih 2021–2023.	19
3.2.1	Proizvodnja MSE v letih 2021–2023	19
3.2.2	Povprečna temperatura v letih 2021–2023	22
3.2.3	Število ur sončnega obsevanja v letih 2021–2023	24
3.2.4	Povprečna oblačnost v letih 2021–2023	27
4	OBRATOVALNE URE MSE.....	29
4.1	Obratovalne ure v letih 2021–2023	29
4.1.1	Obratovalne ure MSE v letu 2021	29
4.1.2	Obratovalne ure MSE v letu 2022	29
4.1.3	Obratovalne ure MSE v letu 2023	30
4.2	Analiza obratovalnih ur glede na slovensko povprečje.....	30
5	PROIZVODNJA IN PORABA MSE	31
5.1	Proizvodnja in poraba MSE v letu 2021	31
5.2	Proizvodnja in poraba MSE v letu 2022	32
5.3	Proizvodnja in poraba MSE v letu 2023	34
5.4	Poraba gospodinjstva in proizvodnja MSE v letih 2021–2023	36
5.5	Izračun energetskih kazalnikov in indeksov	38
6	MOŽNOSTI ZA IZBOLJŠAVE.....	40
6.1	Izboljšava obstoječega stanja	40
6.2	Nadgradnja sončne elektrarne	40
7	NALOŽBA V POVEČANJE SONČNE ELEKTRARNE.....	44
7.1	Denarni tok	45
7.1.1	Skupni denarni tok	45
7.1.2	Skupni denarni tok pri tveganjih	46
7.1.3	Realni denarni tok.....	46

7.1.4	Realni denarni tok pri tveganjih	47
7.1.5	Družbeni denarni tok	48
7.2	Ekonomske metode in kazalniki	49
7.2.1	Enostavna doba vračanja sredstev	49
7.2.2	Enostavna doba vračanja sredstev pri tveganjih	50
7.2.3	Sedanja vrednost projekta.....	50
7.2.4	Sedanja vrednost projekta pri tveganjih.....	53
7.2.5	Interna stopnja donosnosti	55
7.2.6	Interna stopnja donosnosti pri tveganjih	56
7.2.7	Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti	56
7.2.8	Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti pri tveganjih	57
7.2.9	Kazalnik donosnosti naložbe	57
7.2.10	Kazalnik donosnosti naložbe ob tveganjih	58
7.2.11	Kazalnik donosnosti vseh odhodkov	59
7.2.12	Kazalnik donosnosti vseh odhodkov pri tveganjih	59
7.3	Ekonomske metode in kazalniki pri družbenem denarnem toku	60
7.3.1	Enostavna doba vračanja sredstev pri družbenem denarnem toku ...	61
7.3.2	Sedanja vrednost projekta pri družbenem denarnem toku.....	61
7.3.3	Interna stopnja donosnosti pri družbenem denarnem toku	62
7.3.4	Kazalnik ekonomičnosti pri družbenem denarnem toku.....	63
7.3.5	Kazalnik donosnosti naložbe pri družbenem denarnem toku.....	63
7.3.6	Kazalnik donosnosti vseh odhodkov pri družbenem denarnem toku .	63
7.4	Primerjalna analiza metod in kazalnikov.....	64
8	DISKUSIJA	67
9	ZAKLJUČEK	70
10	LITERATURA IN VIRI	71
	PRILOGE	73

KAZALO SLIK

Slika 1: Enopolna shema MSE.....	6
Slika 2: Mala sončna elektrarna	7
Slika 3: MSE pozimi	8
Slika 4: Proizvodnja MSE celotno obdobje.....	10
Slika 5: Proizvodnja MSE po letih	11
Slika 6: Primerjava števila ur sončnega obsevanja in povprečne oblačnosti s proizvodnjo MSE 2021	12
Slika 7: Primerjava proizvodnje MSE s povprečno temperaturo 2021	13
Slika 8: Korelacija vremenskih vplivov na proizvodnjo MSE 2021	14
Slika 9: Primerjava števila ur sončnega obsevanja in povprečne oblačnosti s proizvodnjo MSE 2022.....	15
Slika 10: Primerjava proizvodnje MSE s povprečno temperaturo 2022	16
Slika 11: Korelacija vremenskih vplivov na proizvodnjo MSE 2022	16
Slika 12: Primerjava števila ur sončnega obsevanja in povprečne oblačnosti s proizvodnjo MSE 2023.....	18
Slika 13: Primerjava proizvodnje MSE s povprečno temperaturo 2023	18
Slika 14: Korelacija vremenskih vplivov na proizvodnjo MSE 2023	19
Slika 15: Proizvodnja MSE 2021–2023	20
Slika 16: Proizvodnja MSE - celotno obdobje.....	22
Slika 17: Povprečna temperatura v letih 2021–2023	23
Slika 18: Proizvodnja glede na temperaturo v letih 2021–2023	24
Slika 19: Število ur sončnega obsevanja v letih 2021–2023	25
Slika 20: Proizvodnja glede na število ur sončnega obsevanja	26
Slika 21: Povprečna oblačnost v letih 2021–2023	27
Slika 22: Proizvodnja glede na povprečno oblačnost v letih 2021–2023	28
Slika 23: Proizvodnja in poraba 2021	31
Slika 24: Proizvodnja in poraba 2022.....	33
Slika 25: Proizvodnja in poraba 2023.....	35
Slika 26: Proizvodnja in poraba v letih 2021–2023.....	36
Slika 27: Primerjava proizvodnje in porabe v letih 2021–2023	37
Slika 28: Tehnične lastnosti panela.....	41
Slika 29: Panel Bisol Duplex BMO 420	41
Slika 30: Mehanske lastnosti panela	42
Slika 31: Jamstvo Bisol BMO 420	42
Slika 32: Faktor zmanjšanja proizvodnje	45
Slika 33: Skupni denarni tok in likvidnost projekta.....	46
Slika 34: Skupni denarni tok in likvidnost projekta ob povečanju cene zavarovanja	46
Slika 35: Realni denarni tok in doba vračanja naložbe	47
Slika 36: Realni denarni tok in doba vračanja naložbe ob povečanju cene zavarovanja	48
Slika 37: Družbeni denarni tok	48

KAZALO TABEL

Tabela 1: Proizvodnja in vremenski vplivi 2021	12
Tabela 2: Proizvodnja in vremenski vplivi 2022	15
Tabela 3: Proizvodnja in vremenski vplivi 2023	17
Tabela 4 : Proizvodnja MSE v letih 2021–2023	20
Tabela 5: Povprečna temperatura v letih 2021–2023	23
Tabela 6: Število ur sončnega obsevanja v letih 2021–2023	25
Tabela 7: Odstopanje od povprečja števila ur sončnega obsevanja	26
Tabela 8: Povprečna oblačnost v letih 2021–2023	28
Tabela 9: Obratovalne ure MSE 2021	29
Tabela 10: Obratovalne ure MSE 2022	29
Tabela 11: Obratovalne ure MSE 2023	30
Tabela 12 : Analiza obratovalnih ur glede na Slovensko povprečje	30
Tabela 13: Proizvodnja in poraba 2021	32
Tabela 14: Proizvodnja in poraba 2022	34
Tabela 15: Proizvodnja in poraba 2023	36
Tabela 16: Analiza deležev mesečne proizvodnje	38
Tabela 17: Število obratovalnih ur (kWh/kW).....	39
Tabela 18: Realizacija proizvodnje glede na plan.....	39
Tabela 19: Indeks s stalno osnovo (lt 2021 = 100) proizvodnje	39
Tabela 20: Verižni indeks (Vt) proizvodnje	39
Tabela 21: Faktor zmanjšanja proizvodnje	44
Tabela 22: Sedanja vrednost projekta	52
Tabela 23: Sedanja vrednost projekta pri tveganjih	54
Tabela 24: Sedanja vrednost projekta pri družbenem denarnem toku	62
Tabela 25: Primerjalna analiza ekonomskih metod in kazalnikov	64
Tabela 26: Primerjava kazalnikov ob podražitvi.....	65
Tabela 27: Primerjava kazalnikov CBA.....	66
Tabela 28: Skupni denarni tok.....	73
Tabela 29: Realni denarni tok.....	74
Tabela 30: Družbeni denarni tok.....	75
Tabela 31: Skupni denarni tok ob tveganjih.....	76
Tabela 32: Realni denarni tok pri tveganjih.....	77
Tabela 33: Interna stopnja donosnosti.....	78
Tabela 34: Interna stopnja donosnosti pri tveganjih.....	79
Tabela 35: Interna stopnja donosnosti pri družbenem denarnem toku.....	80

KRATICE IN AKRONIMI

MSE:	Mala sončna elektrarna
EVS:	Enostavna doba vračanja sredstev
SV:	Sedanja vrednost
ISD:	Interna stopnja donosnosti
E:	Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti
D:	Kazalnik donosnosti naložbe
Do:	Kazalnik donosnosti odhodkov
CBA:	<i>Cost benefit</i> analiza – analiza družbenih koristi
ARSO:	Agencija republike Slovenije za okolje
SURS:	Statistični urad republike Slovenije

1 UVOD

Po treh letih delovanja sončne elektrarne za samooskrbo želimo implementirati upravljanje energetskega knjigovodstva za optimizacijo stroškov, neodvisnost od nihanja cen energije na trgu ter okoljski prihranek z zmanjšanjem ogljičnega odtisa. V diplomski nalogi bomo raziskali dejavnike delovanja Male sončne elektrarne (MSE) s poudarkom na razčlenitvi proizvodnje elektrarne, porabe elektrike gospodinjstva in analize vpliva vremenskih pojavov na delovanje elektrarne.

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

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

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

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

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

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

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 ter klimatsko napravo, ki zagotavlja ogrevanje v zimskem obdobju in hlajenje v poletnih mesecih.

Posledično so stroški za elektriko narasli do te mere, da trenutna elektrarna ne pokriva več naših potreb po elektriki. Zato bomo natančno preučili porabo elektrike gospodinjstva in proizvodnjo MSE, da ugotovimo stopnjo samooskrbnosti z elektriko.

1.2 CILJI NALOGE

V našem gospodinjstvu smo se leta 2021 odločili za postavitve sončne elektrarne, da bi zmanjšali ogljični izpust, ki negativno vpliva na okolje in ustvarili prihranke pri strošku za elektriko.

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.

Ugotoviti želimo stanje proizvodnje in porabe elektrike ter določiti stopnjo samooskrbnosti gospodinjstva in določiti velikost elektrarne, s katero bi naše potrebe po električni energiji zadostili.

Nadalje želimo preučiti smiselnost naložbe v povečanje sončne elektrarne, kjer bomo opravili analizo stroškov, predstavili skupni, realni in družbeni denarni tok ter ekonomske kazalnike.

Ugotavljali bomo kakšen je vpliv vremenskih dejavnikov na proizvodnjo, opravili bomo celovito analizo proizvodnje in porabe elektrike ter opravili ekonomsko analizo smiselnosti naložbe v povečanje sončne elektrarne, ki bi zagotavljala samooskrbnost gospodinjstva.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Naša hipoteza izhaja iz predpostavke, da je učinkovitost delovanja sončne elektrarne občutljiva na različne vremenske pogoje.

Za proizvodnjo sončne elektrarne smo zbrali podatke od leta 2021, ko je bila postavljena, do konca leta 2023. Podatke o vremenskih vplivih smo pridobili iz vremenske postaje ARSO Ljubljana – Bežigrad, prav tako za obdobje delovanja elektrarne.

Prva težava, ki lahko izkrivi realnost raziskave je ta, da je vremenska postaja Ljubljana – Bežigrad edina, ki meri vse tri vremenske dejavnike, ki smo jih obravnavali. Oddaljena je 30 kilometrov od lokacije našega gospodinjstva, kar bi lahko popačeno vplivalo na rezultate raziskave, če bi bila oblačnost, temperatura ali število ur sončnega obsevanja preveč različna na različnih lokacijah.

Prav tako je potrebno omeniti omejitve našega raziskovalnega dela, ki izhajajo iz kratkega časovnega obdobja delovanja Male sončne elektrarne (MSE). S kratkim časovnim razponom zbiranja podatkov je omejeno naše razumevanje in interpretacija značilnosti delovanja elektrarne.

Z daljšim časovnim razponom bi bilo mogoče bolj celovito oceniti vpliv različnih dejavnikov na delovanje MSE ter ugotoviti vzorce, trende in variacije, ki bi lahko prispevali k boljšemu razumevanju njenega delovanja.

Pri ekonomski analizi upravičenosti širitve elektrarne je potrebno upoštevati, da nepredvidljivo gospodarsko obdobje lahko pomembno vpliva na končne rezultate analize. Ta dejavnik je pomemben, saj lahko nenadne spremembe v gospodarskem okolju spremenijo izhodiščne predpostavke, na katerih temelji analiza.

1.4 METODE DELA

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

Za potrebe ekonomske analize naložbe v povečanje sončne elektrarne bomo 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 bomo 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.

2 PREGLED LITERATURE

Za izvedbo investicije v lastno sončno elektrarno smo se odločili kot del celovite prenove naše nepremičnine. Slednja je vključevala dodajanje novih porabnikov električne energije ter željo po večji energetske neodvisnosti, s čimer bi ublažili vpliv nihanj cen na trgu električne energije. Poleg tega smo se zavedali pomena proizvodnje čiste energije iz obnovljivih virov, kot je sončna energija, za zmanjšanje obremenitve našega okolja.

2.1 ZAKONODAJNA PODLAGA

- Energetski zakon (Uradni list RS, št. 60/19 – uradno prečiščeno besedilo in 65/20) (v nadaljevanju: EZ-1)
- Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 121/21 in 189/21) (v nadaljevanju: ZSROVE)
- Uredba o manjših napravah za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije ali s soproizvodnjo z visokim izkoristkom (Uradni list RS, št. 14/20) (v nadaljevanju: Uredba o manjših napravah na OVE in SPTE)
- Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur. l. RS, št. 43/22)
- Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 17/19) (v nadaljevanju: Uredba o samooskrbi iz OVE)
- Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 61/17, 72/17 – popr. in 65/20) (v nadaljevanju: GZ)
- Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 37/18) (v nadaljevanju: Uredba o razvrščanju objektov)

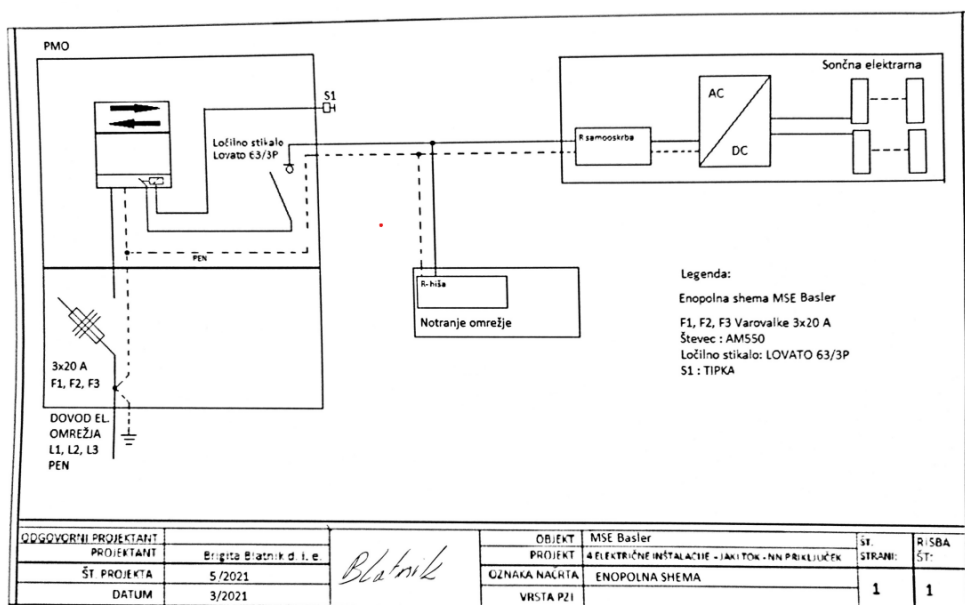
2.2 TEHNIČNI PODATKI SONČNE ELEKTRARNE

Za implementacijo MSE smo se odločili na podlagi ugodnega regulativnega okvira, ki je v Sloveniji veljal med letoma 2016 in 2023. Sistem podpore je vključeval ugodne pogoje za samooskrbo z električno energijo, vključno z možnostjo sklenitve pogodbe o priključitvi MSE na omrežje ter možnostjo prodaje presežne električne energije nazaj v omrežje, kar je omogočalo t. i. neto merjenje (*netmetering*). Ta zakonodajna podlaga je bila ključna pri naši odločitvi za vzpostavitev MSE.

»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).

Glede namestitve elektrarne na objekt Papler (2012) v knjigi »Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov« pojasnjuje, da pravilna orientiranost in naklon sončne elektrarne igrata ključno vlogo pri doseganju optimalnih rezultatov proizvodnje elektrike. Moduli morajo biti za optimalno delovanje usmerjeni, kar se le da, v smeri juga, izogibati se moramo osenčenih mest. Naklon mora biti v poletnem času enak geografski širini, v zimskem pa od za 15 °C do največ 20 °C večji od naklona geografske širine.



Slika 1: Enopolna shema MSE
(Lastni vir)

MSE sestoji iz šestnajstih panelov Bisol BMO 310, moč posameznega modula je 310 W_p , maksimalna moč 5,2 kW_p 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 kW_p , 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.



*Slika 2: Mala sončna elektrarna
(Lastni vir)*

V primeru ugotovitve napake na AC strani razsmernika se le-ta izklopi. Ob povratku normalnega stanja naprava izvede avtomatski ponovni vklop.

2.4 SONČNE ELEKTRARNE – FOTVOLTAIKA

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.

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.



Slika 3: MSE pozimi
(Lastni vir)

Sončne elektrarne imajo tudi nekatere negativne lastnosti, najbolj izrazit med njimi je nestanovitnost vira, saj na proizvodnjo vpliva več dejavnikov, kot so geografska lega, podnebne in vremenske značilnosti (slika 3). Tudi stroški začetne investicije so relativno visoki, elektrarne, ki niso postavljene na že obstoječih objektih degradirajo okolje in ne nazadnje obstaja večja verjetnost za požar, če elektrarne ne vzdržujemo primerno.

2.3 STANDARD ISO 50001 ZA UPRAVLJANJE Z ENERGIJO

»Končen cilj standarda ISO 50001:2018 je pomagati organizacijam vzpostaviti sisteme in postopke, ki so potrebni za izboljšanje energetske učinkovitosti. Sistematično upravljanje energije naj bi privedlo do zmanjšanja stroškov za energijo in do zmanjšanja emisij toplogrednih plinov. Standard podrobno določa zahteve za sistem upravljanja z energijo, ki organizacijam omogočajo razviti in izvajati politike in

cilje, ki upoštevajo zakonske zahteve in informacije o pomembnih energetskih vidikih. Uporaben je za organizacije vseh vrst in velikosti, ne glede na geografske, kulturne ali družbene razmere (SIQ. 2020)« (Papler, 2021).

Njegova implementacija se lahko razširi tudi na gospodinjstva, saj tako podjetja kot gospodinjstva sledimo smotrnemu in varčnemu ravnanju z energijo. Ključno je sistematično merjenje in dokumentiranje porabe energije ter upoštevanje postopkov načrtovanja in nabave, ki vključujejo kriterije energetske učinkovitosti. S prilagajanjem standarda na potrebe gospodinjstev lahko ti učinkovito upravljajo z energijo, kar vodi v zmanjšanje porabe energije, nižje stroške in manjši vpliv na okolje. Tako kot pri podjetjih tudi pri gospodinjstvih implementacija ISO 50001 omogoča sistematičen pristop k učinkovitemu ravnanju z energijo.

»Energijski prihranki so v ospredju ukrepov, ki prispevajo k trajnosti človekovih aktivnosti. »Varčevanje z energijo za zniževanje izpustov CO₂« je gonilno sporočilo v boju proti globalnemu segrevanju« (Papler, 2021).

Standard ISO 50001 se uporablja predvsem za organizacije, ne glede na vrsto, velikost, zapletenost, geografsko lego, organizacijsko kulturo ali proizvode in storitve, ki jih ponuja, za dejavnosti, ki vplivajo na energetske učinkovitost, ki jih upravlja in nadzira organizacija, ne glede na količino, porabo ali vrsto porabljene energije.

Energetsko knjigovodstvo, kot navaja Papler (2023) v »Zborniku konference: Izzivi trajnostnega razvoja«, predstavlja ključno orodje za natančno spremljanje in upravljanje porabe ter proizvodnje električne energije. Omogoča lastnikom sončnih elektrarn natančno spremljanje in analizo proizvodnje električne energije, kar vodi v boljše razumevanje delovanja sistema in možnosti potencialnih izboljšav.

V skladu s temi ugotovitvami je jasno, da je energetske knjigovodstvo učinkovito orodje za upravljanje sončnih elektrarn in optimizacijo proizvodnje ter porabe električne energije. Z nenehnim spremljanjem in analizo podatkov lahko lastniki sončnih elektrarn prispevamo tako k trajnostnemu razvoju kot zmanjšanju ogljičnega odtisa ter tudi k ustvarjanju prihrankov gospodinjstva, kar bomo tudi uporabili v raziskavi.

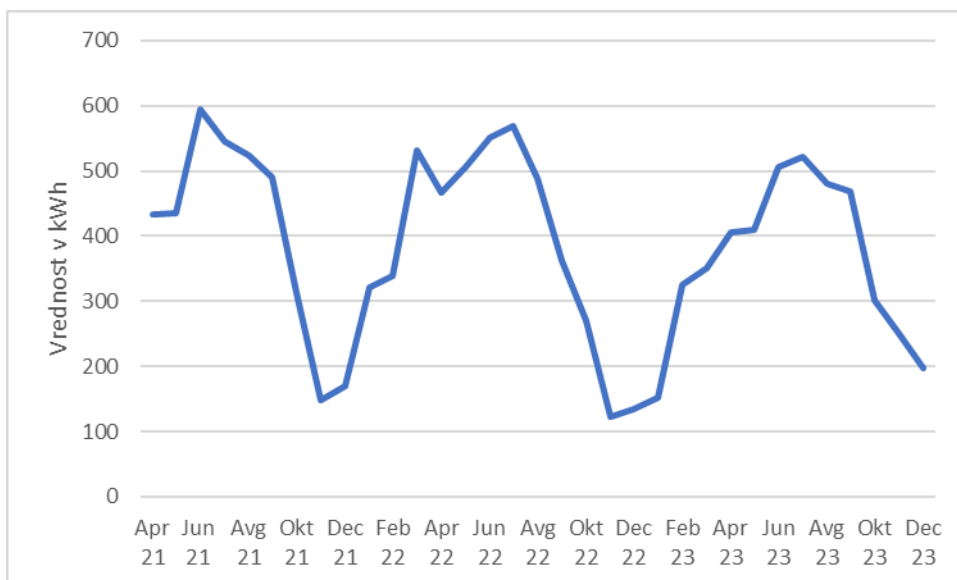
3 ANALIZA VPLIVOV VREMENSKIH POJAVOV NA PROIZVODNJO MSE

V naši raziskavi bomo 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.

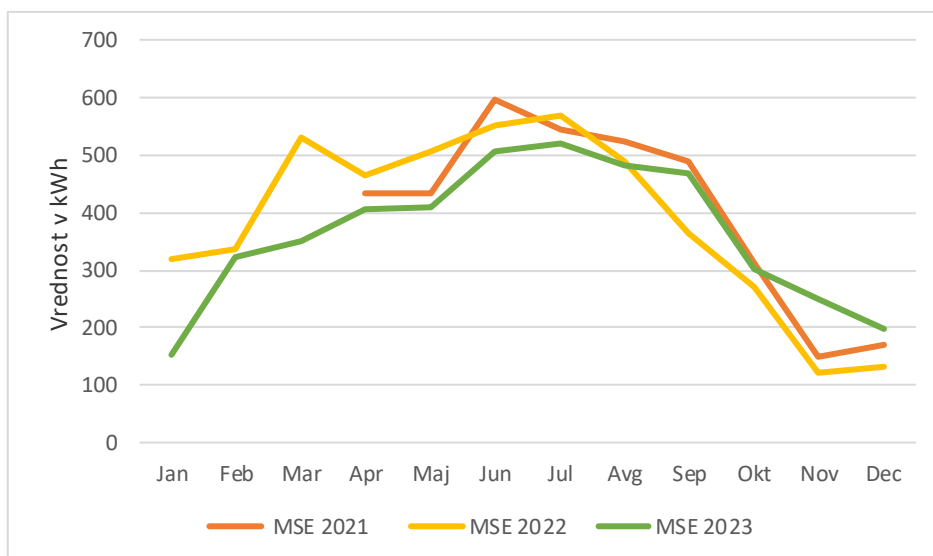
3.1 PREGLED PROIZVODNJE ELEKTRIKE MSE IN VPLIV VREMENSKIH DEJAVNIKOV NA PROIZVODNJO PO LETIH

Mala sončna elektrarna (MSE) je začela obratovati aprila 2021, zato v tej raziskavi analiziramo podatke zadnjih 33 mesecev delovanja. Na sliki 4 je prikazana značilna krivulja delovanja sončnih elektrarn, kjer se proizvodnja električne energije običajno poveča poleti in zmanjša pozimi. Skupna proizvedena energija v tem obdobju znaša 12.675 kWh oz. 12,67 MWh. Povprečna mesečna proizvodnja znaša 384,09 kWh, kar je izračunano na podlagi podatkov v prilogi diplomskega dela.



Slika 4: Proizvodnja MSE celotno obdobje
(Lastni vir)

Na sliki 5 je prikazano sezonsko delovanje proizvodnje električne energije v različnih letih, razporejeno po mesecih. Opazimo podoben vzorec, kot je bil opisan, s poudarkom na vrhu produktivnosti, ki se po navadi pojavlja v poletnih mesecih.



Slika 5: Proizvodnja MSE po letih
(Lastni vir)

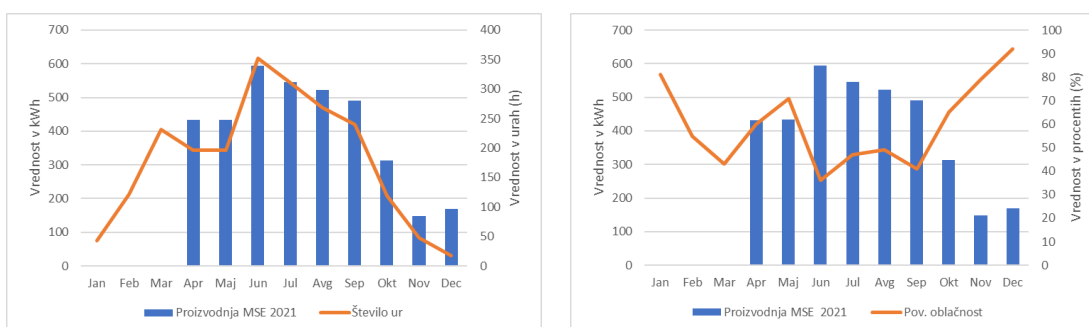
3.1.1 Proizvodnja MSE leta 2021

Na delovanje sončne elektrarne lahko vpliva več dejavnikov, ki bodisi prispevajo k učinkoviti proizvodnji električne energije ali pa zmanjšujejo njeno učinkovitost. Zato bomo analizirali različne vremenske dejavnike in s pomočjo analize prikazali, kako ti dejavniki vplivajo na proizvodnjo MSE.

Mesec	Proizvodnja MSE (kWh)	Število ur sončnega obsevanja (h)	Oblačnost (%)	Temperatura (°C)
Apr	432,57	196,0	60	7,3
Maj	434,45	196,7	71	11,7
Jun	595,09	352,5	36	20,7
Jul	546,13	310,9	47	21,1
Avg	522,83	269,2	49	18,7
Sep	489,84	239,3	41	15,1
Okt	313,50	119,2	65	8,1
Nov	147,88	47,7	79	4,2
Dec	169,70	17,8	92	-0,9
Skupaj 2021	3.651,96	1.749,3	60	9,3

Tabela 1: Proizvodnja in vremenski vplivi 2021
(Lastni vir)

V tabeli 1 vidimo, da je v letu 2021 MSE proizvedla 3,65 MWh električne energije. Skupno število ur sončnega obsevanja v tem obdobju je znašalo 1749,3 ur. Povprečna oblačnost je bila ocenjena na 60 %, pri čemer je bila najbolj intenzivna v zimskih mesecih. Povprečna temperatura za leto 2021 je znašala 10°C. Te informacije bodo pomembne pri analizi vpliva vremenskih dejavnikov na proizvodnjo električne energije v MSE.

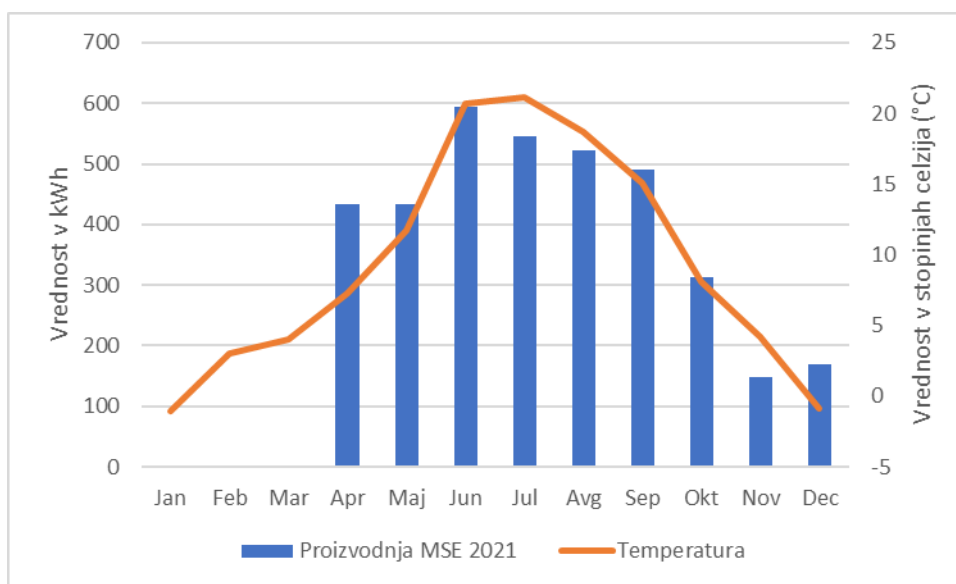


Slika 6: Primerjava števila ur sončnega obsevanja in povprečne oblačnosti s proizvodnjo MSE 2021
(Lastni vir)

Na sliki 6 se jasno izkazuje vpliv količine ur sončnega obsevanja in povprečne oblačnosti na delovanje proizvodnje MSE. Opazimo, da se proizvodnja elektrarne povečuje s povečanjem števila ur sončnega obsevanja, medtem ko se z zvišanjem povprečne oblačnosti zmanjšuje. Ta trend nakazuje, da je proizvodnja elektrarne

boljša ob večji količini sončnega obsevanja, medtem ko se zmanjšuje v obdobjih, ko je oblačnost večja. To kaže na povezanost med delovanjem sončnih elektrarn in vremenskimi pogoji ter potrebo po ustrezni optimizaciji delovanja v različnih vremenskih pogojih.

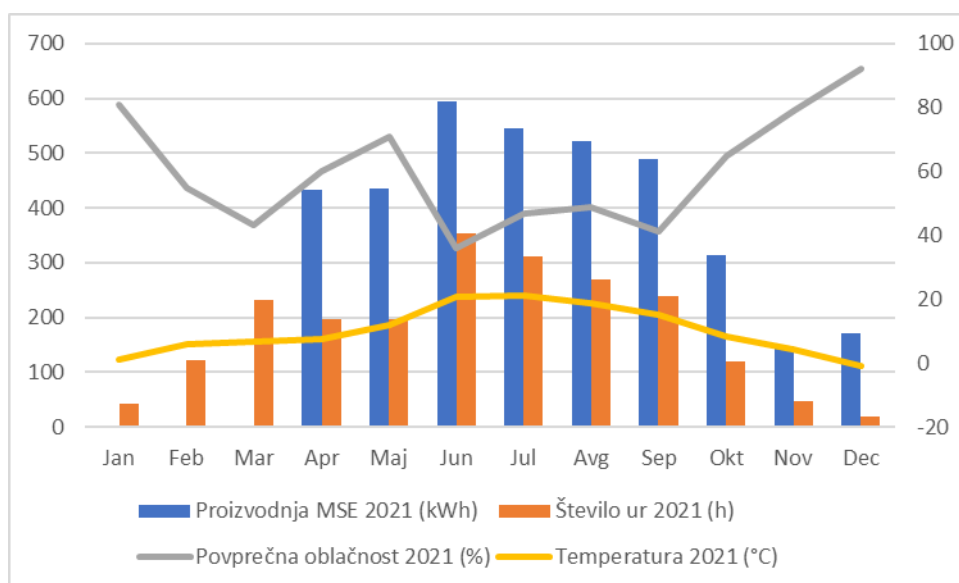
Na sliki 7 je prikazana odvisnost proizvodnje od temperature zraka na dveh metrih v letu 2021.



Slika 7: Primerjava proizvodnje MSE s povprečno temperaturo 2021
(Lastni vir)

Ugotavljamo tesno povezanost med količino proizvedene električne energije in temperaturo. Podatki na sliki 7 kažejo na korelacijo med tema dvema spremenljivkama, pri čemer je višja temperatura pogosto povezana z večjo proizvodnjo elektrike.

Na sliki 8 je prikazana korelacija med vsemi preučevanimi vremenskimi vplivi in proizvodnjo električne energije v letu 2021.



Slika 8: Korelacija vremenskih vplivov na proizvodnjo MSE 2021
(Lastni vir)

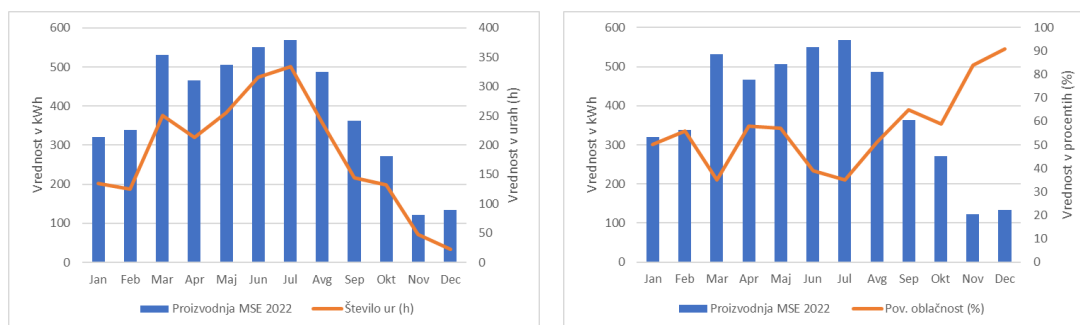
3.1.2 Proizvodnja MSE leta 2022

V letu 2022 je MSE proizvedla 4,7 MWh električne energije. Skupno število ur sončnega obsevanja v tem obdobju je znašalo 2.215,9 ur, pri čemer je bila povprečna oblačnost ocenjena na 56 %. Najvišja oblačnost je bila opazovana predvsem v zimskih mesecih. Povprečna temperatura v letu 2022 je bila 10,8 °C. Te informacije bodo upoštevane pri nadaljnji analizi vpliva vremenskih dejavnikov na proizvodnjo električne energije v MSE (tabela 2).

Mesec	Proizvodnja MSE (kWh)	Število ur sončnega obsevanja (h)	Temperatura (°C)	Oblačnost (%)
Jan	320,42	134,2	-1,4	50
Feb	338,16	124,9	2,7	56
Mar	531,14	250,8	3,6	35
Apr	466,27	213,6	8,4	58
Maj	505,86	255,6	16	57
Jun	550,72	316,4	21,3	39
Jul	568,43	334,1	22,3	35
Avg	487,50	238	21,4	51
Sep	363,20	144,6	14,3	65
Okt	271,00	132,9	12,4	59
Nov	122,12	48,1	6,2	84
Dec	133,56	22,7	2,6	91
Skupaj 2022	4.658	2.215,9	10,8	56,7

Tabela 2: Proizvodnja in vremenski vplivi 2022
(Lastni vir)

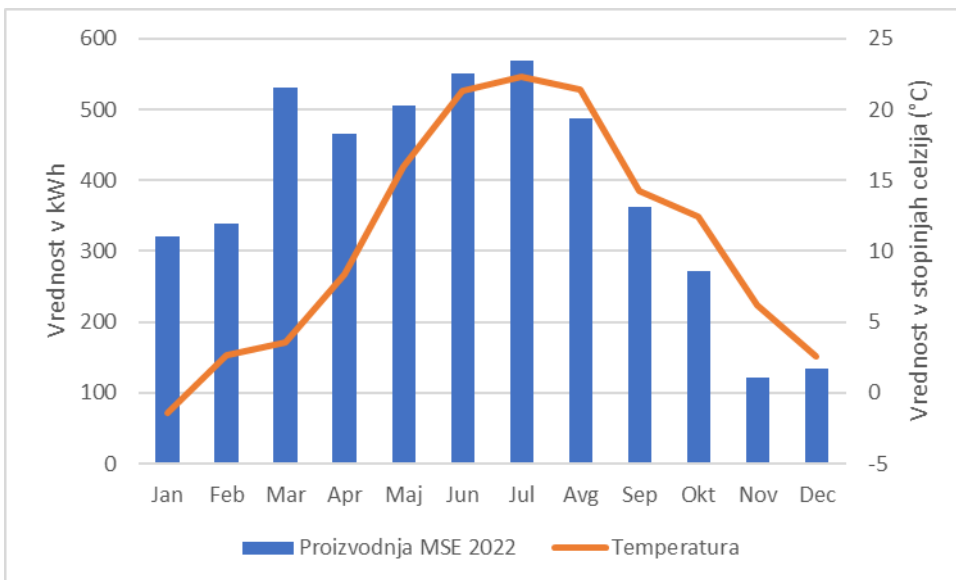
V celotnem obratovalnem obdobju je elektrarna delovala brez motenj, kar nam omogoča podrobno preučevanje podatkov za vsak mesec posebej. Na sliki 9 je prikazana povprečna oblačnost in število ur sončnega sevanja, kjer opazimo, da je večja oblačnost povezana z manjšo proizvodnjo električne energije. Ponovno se potrjuje korelacija med proizvodnjo elektrike in sončnim obsevanjem.



Slika 9: Primerjava števila ur sončnega obsevanja in povprečne oblačnosti s proizvodnjo MSE 2022
(Lastni vir)

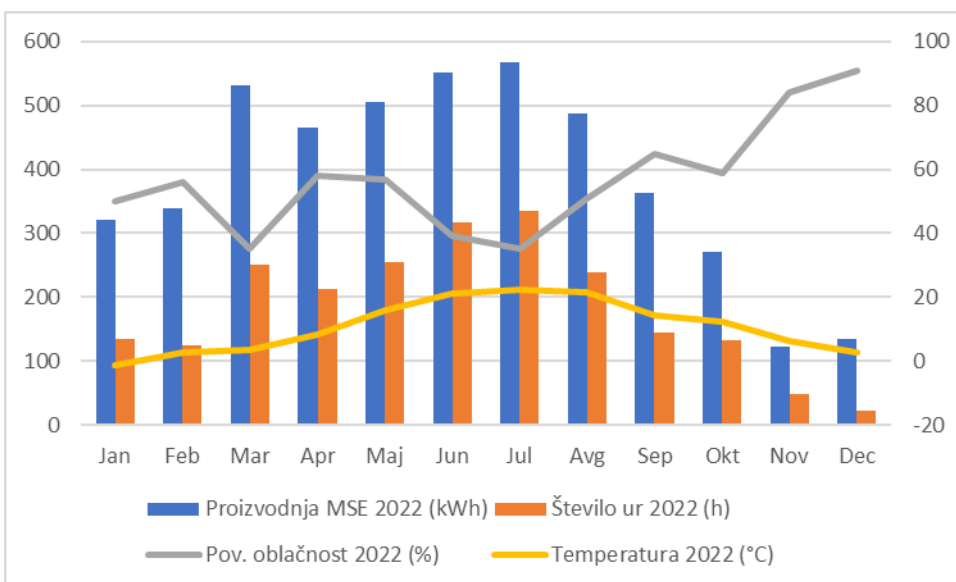
Ob primerjavi slike 10 in slike 9 lahko zaključimo, da je uspešnost proizvodnje elektrarne bolj odvisna od sončnega obsevanja kot od temperature. Na primer, v

marcu so bile temperature relativno nizke, vendar je bila proizvodnja elektrike kljub temu visoka. To lahko razložimo s prisotnostjo obilnega sonca in malo oblakov v tem obdobju, kar je omogočilo učinkovito delovanje sončne elektrarne.



Slika 10: Primerjava proizvodnje MSE s povprečno temperaturo 2022 (Lastni vir)

Na sliki 11 je prikazana korelacija vseh vremenskih vplivov in proizvodnje MSE za leto 2022.



Slika 11: Korelacija vremenskih vplivov na proizvodnjo MSE 2022 (Lastni vir)

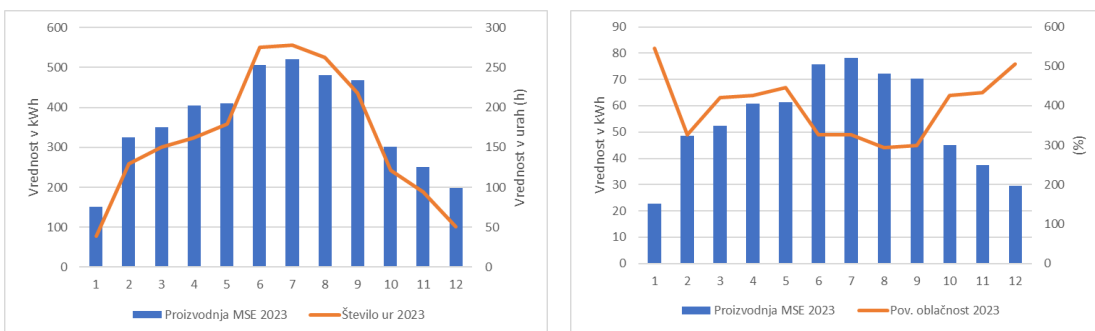
3.1.3 Proizvodnja MSE leta 2023

V letu 2023 je MSE proizvedla 4,4 MWh elektrike. Število ur sončnega obsevanja je bilo v celem letu 1960,5 ur. Povprečna oblačnost je bila 59 %, najbolj intenzivna v zimskih mesecih, povprečna temperatura leta 2023 pa je bila 10,7 °C (tabela 3).

Mesec	Proizvodnja MSE (kWh)	Število ur sončnega obsevanja (h)	Temperatura (°C)	Obláčnost (%)
Jan	151,69	38,6	1,7	82
Feb	324,21	129,4	0,8	49
Mar	349,89	149,9	6,1	63
Apr	405,21	162,5	8,3	64
Maj	409,37	179,1	14,4	67
Jun	505,50	275,7	19,3	49
Jul	521,14	278,4	20,7	49
Avg	481,07	262,2	19,7	44
Sept	467,85	218,0	17,1	45
Okt	301,04	121,7	13,2	64
Nov	250,17	94,2	5,0	65
Dec	197,38	50,8	2,2	76
Skupaj 2023	4.364	1.960,5	10,7	59,75

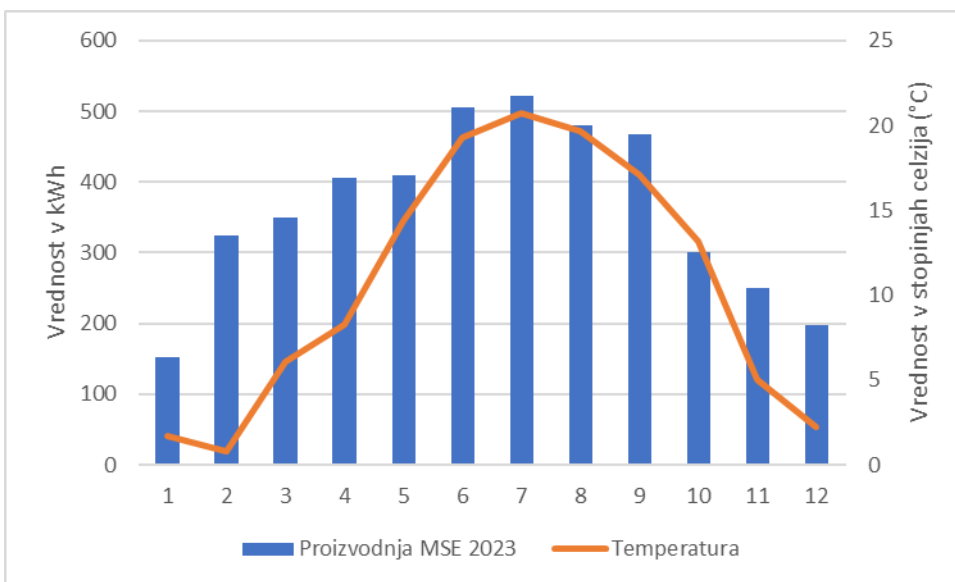
Tabela 3: Proizvodnja in vremenski vplivi 2023
(Lastni vir)

Opazimo, da je bilo število ur sončnega obsevanja v letu 2023 za 255,4 ur manjše kot v letu 2022, kar predstavlja 22,5 % manj.



Slika 12: Primerjava števila ur sončnega obsevanja in povprečne oblačnosti s proizvodnjo MSE 2023 (Lastni vir)

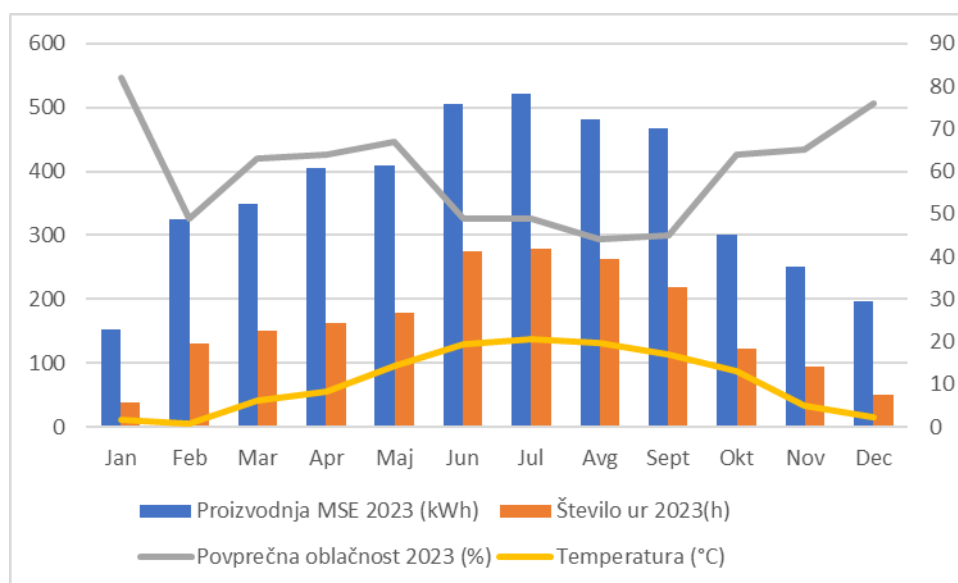
Povprečna temperatura je v letu 2023 za 0,1 stopinjo manjša, povprečna oblačnost pa za 3,2 % večja.



Slika 13: Primerjava proizvodnje MSE s povprečno temperaturo 2023 (Lastni vir)

Vsi ti dejavniki so na proizvodno MSE vplivali tako, da je v letu 2023 proizvedla 294 kWh manj kot leta 2022, kar znaša 7 %.

Na sliki 14 vidimo soodvisnost sončnega obsevanja na proizvodnjo ter vpliv temperature in povprečne oblačnosti za leto 2023.



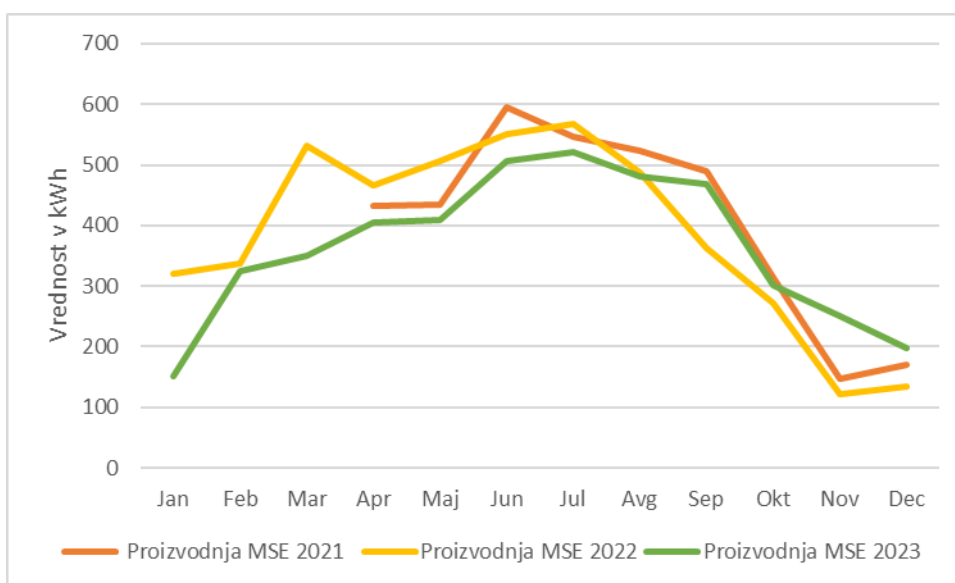
Slika 14: Korelacija vremenskih vplivov na proizvodnjo MSE 2023
(Lastni vir)

3.2 PREGLED PROIZVODNJE MSE GLEDE NA VREMENSKE VPLIVE V LETIH 2021–2023

Doslej smo natančno preučevali vplive vremenskih dejavnikov na proizvodnjo električne energije v posameznih letih obratovanja MSE, pri čemer smo se osredotočili na razčlenitev po mesecih. Sedaj pa se bomo posvetili celoviti analizi, ki zajema vplive in vrednosti teh vremenskih dejavnikov skozi celotno obdobje delovanja elektrarne. Ta širši pregled nam bo omogočil boljše razumevanje delovanja elektrarne ob različnih vremenskih razmerah. Podatke bomo primerjali med leti 2021 in 2023. S tem bomo pridobili dragocen vpogled v spremenljivost proizvodnje električne energije.

3.2.1 Proizvodnja MSE v letih 2021–2023

Proizvodnja MSE je prikazana (slika 15) v celotnem obdobju delovanja, kjer je za vsako leto izrisana lastna premica delovanja. Kot je značilno za sončne elektrarne, je bila proizvodnja najboljša v poletnih mesecih, kjer začne naraščati v spomladanskih mesecih in upadati v jesenskih. Ta trend odraža naravno nihanje sončne aktivnosti med letnimi časi in je značilen za sončne elektrarne.



Slika 15: Proizvodnja MSE 2021–2023
(Lastni vir)

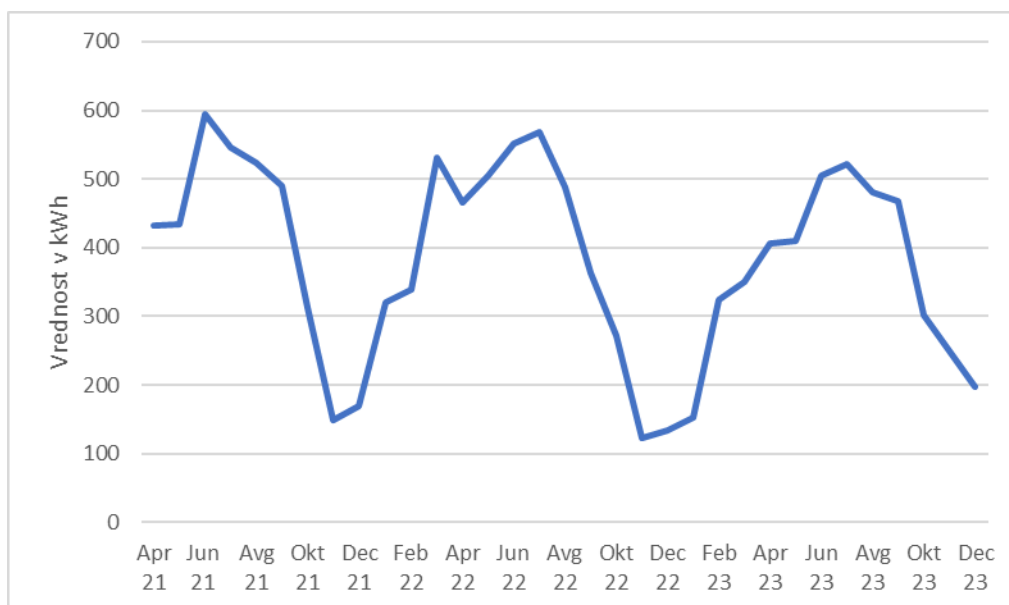
Kot je razvidno s slike 15 in tabele 4, je bilo leto 2022 najbolj ugodno glede proizvodnje električne energije. V trintridesetih mesecih obratovanja je elektrarna skupno proizvedla 12,67 MWh električne energije. Analiza teh podatkov nam omogoča boljše razumevanje učinkovitosti elektrarne skozi letne čase

Mesec	MSE 2021	MSE 2022	MSE 2023
Jan	*	320,42	151,69
Feb	*	338,16	324,21
Mar	*	531,14	349,89
Apr	432,57	466,27	405,21
Maj	434,45	505,86	409,37
Jun	595,09	550,72	505,50
Jul	546,13	568,43	521,14
Avg	522,83	487,50	481,07
Sep	489,84	363,20	467,85
Okt	313,50	271,00	301,04
Nov	147,88	122,12	250,17
Dec	169,70	133,56	197,38
Skupaj	3.652	4.658	4.365

Tabela 4 : Proizvodnja MSE v letih 2021–2023
(Lastni vir)

*Opomba: Ni podatkov, ker je elektrarna začela delovati v aprilu 2021.

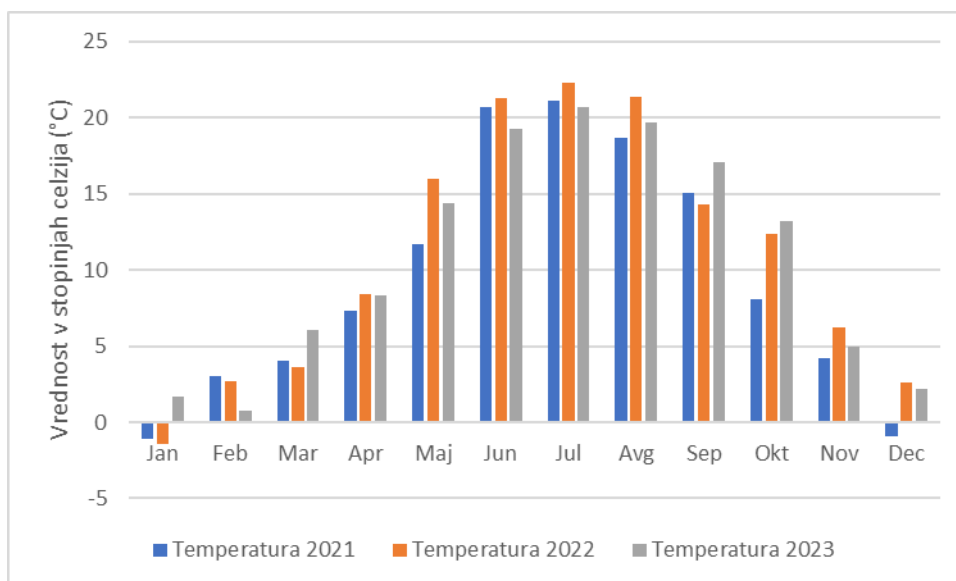
Na sliki 16 je prikazana proizvodnja MSE v linearnem načinu od aprila 2021 do decembra 2023. Ta graf ponazarja tipične sezonske vzorce proizvodnje, kjer je jasno razvidna izmenjava letnih časov skozi leta ter vpliv vremenskih dejavnikov na delovanje elektrarne. Opazimo, da je elektrarna v vsem obdobju delovanja nemoteno obratovala brez težav ali zastojev.



Slika 16: Proizvodnja MSE - celotno obdobje
(Lastni vir)

3.2.2 Povprečna temperatura v letih 2021–2023

Ugotavljamo, da so bile v vseh treh letih najvišje temperature 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.



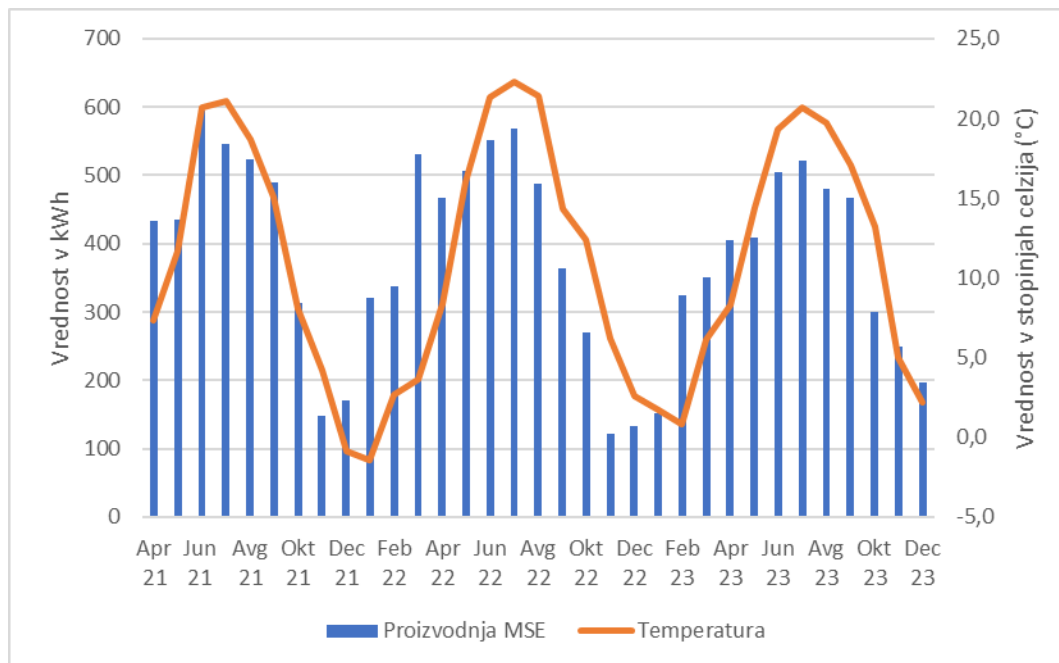
Slika 17: Povprečna temperatura v letih 2021–2023
(Lastni vir)

Iz podatkovne tabele 5 ugotavljamo, da so bile povprečne temperature najvišje v letu 2022, znašale so 10,8 °C, medtem ko so bile najnižje v letu 2021, ko so dosegle 9,3 °C. Povprečna temperatura za celotno obdobje treh let skupaj pa je znašala 10,7 °C.

Mesec	Temperatura 2021	Temperatura 2022	Temperatura 2023
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

Tabela 5: Povprečna temperatura v letih 2021–2023
(Lastni vir)

Na sliki 18 je prikazan stolpični graf proizvodnje MSE in linearni graf povprečne temperature. Kot vidimo, sta ves čas merjenja podatkov v korelaciji.

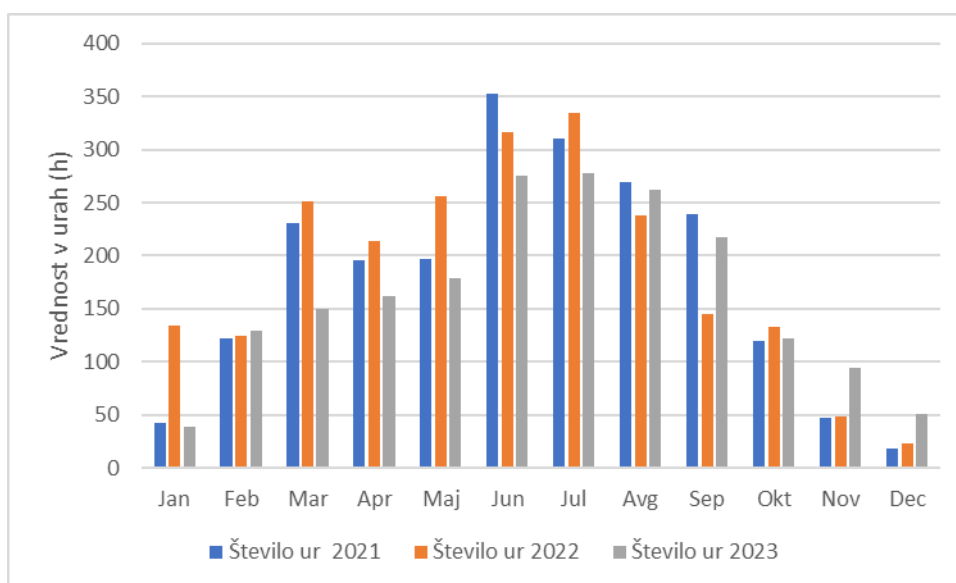


Slika 18: Proizvodnja glede na temperaturo v letih 2021–2023
(Lastni vir)

3.2.3 Število ur sončnega obsevanja v letih 2021–2023

Podatke za število ur sončnega obsevanja smo pridobili iz arhiva ARSO in merilne postaje Ljubljana – Bežigrad. V vseh treh letih je imelo število ur sončnega obsevanja višek v juniju, juliju in avgustu (slika 19).

ARSO v svojem poročilu (2006) »Podnebne razmere v Sloveniji 1971–2000« navaja: »Po vsej Sloveniji na letni bazi dobimo dovolj sončne energije. V poletnih mesecih je sonca več na Primorskem in v nižinah ter kotlinah, ker se v razgibanem hribovitem terenu proži konvekcija in je posledično tam več oblačnosti. Ravno obratno je v hladni polovici leta. Z izjemo Primorske je v dolinah in kotlinah manj sonca kot v hribovitih predelih, ker se zaradi formacije jezer hladnega zraka v kotlinah in dolinah pogosto zadržuje megla ali nizka oblačnost.«



Slika 19: Število ur sončnega obsevanja v letih 2021–2023
(Lastni vir)

Kot je razvidno v tabeli 6, 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, kar pa se na proizvodnji elektrarne ne odraža, ker je bila priklopljena šele v mesecu aprilu.

Mesec	Število ur 2021	Število ur 2022	Število ur 2023
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

Tabela 6: Število ur sončnega obsevanja v letih 2021–2023
(Lastni vir)

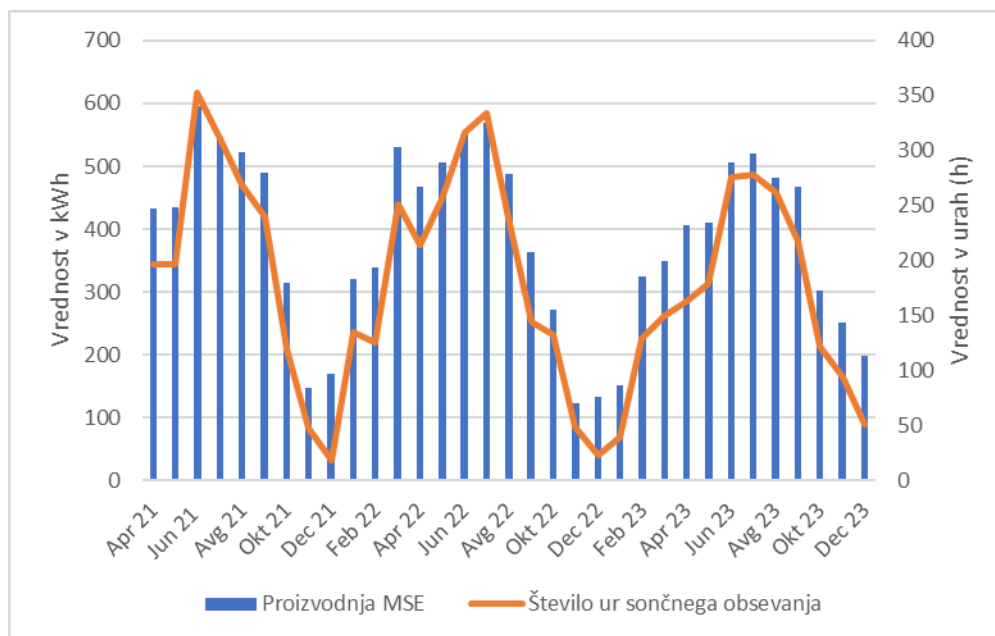
Podatki iz poročila ARSO Podnebne razmere v Sloveniji 1971–2000 navaja, da je bilo povprečno število ur sončnega obsevanja med leti 1971 do 2000 za Ljubljano 1.832 ur.

Število ur sončnega obsevanja je bilo v letu 2021 za 17 % večje od povprečja, v letu 2022 21 % večje od povprečja in v letu 2023 za 7 % večje od povprečja (tabela 7).

Leto	Povprečno število ur 2021-2023	1971 - 2000	Odstopanje od povprečja 1971 - 2000
2021	2.145	1.832	+17%
2022	2.216	1.832	+21%
2023	1.961	1.832	+7%

Tabela 7: Odstopanje od povprečja števila ur sončnega obsevanja (Lastni vir)

Na sliki 20 je prikazano število sončnih ur od aprila 2021 do decembra 2023. Linija, ki prikazuje proizvodnjo MSE, se natanko ujema z izmerjenim številom ur sončnega obsevanja, s čimer lahko zaključimo, da število sončnih ur nedvomno vpliva na delovanje proizvodnje.

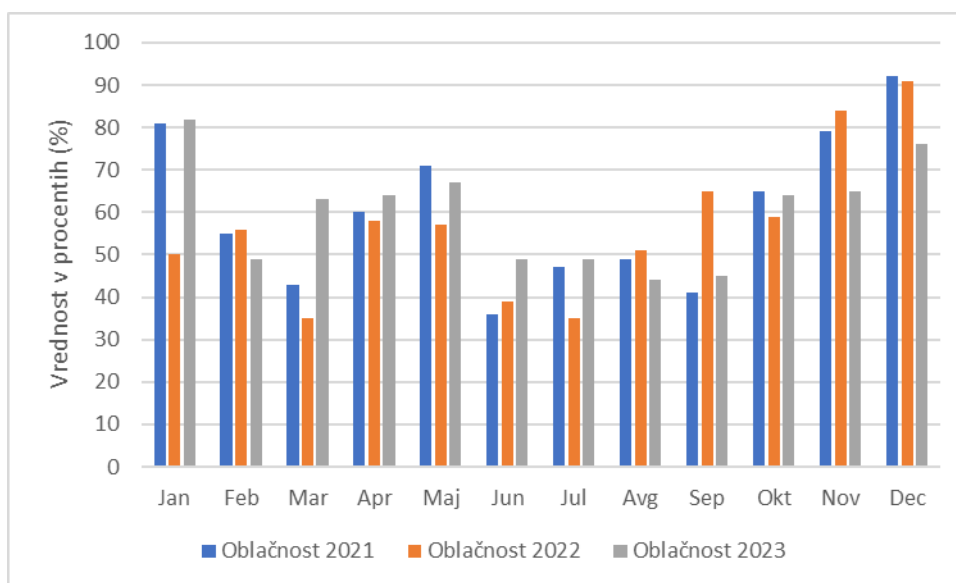


Slika 20: Proizvodnja glede na število ur sončnega obsevanja (Lastni vir)

3.2.4 Povprečna oblačnost v letih 2021–2023

»Povprečna oblačnost se računa po opazovanjih ob 7., 14. in 21. uri. Oceni se v desetinah, po lestvici od 0 do 10. Kadar je povprečna dnevna oblačnost manjša od 2,0 govorimo o jasnem dnevu, kadar pa je povprečna dnevna oblačnost večja od 8,0, gre za oblačen dan« (SURS, 2024).

Ravno obratno kot na grafu za sončno obsevanje, se na grafu povprečne oblačnosti nedvomno vidi, da je v poletnih mesecih manj, v zimskih pa več (slika 21).



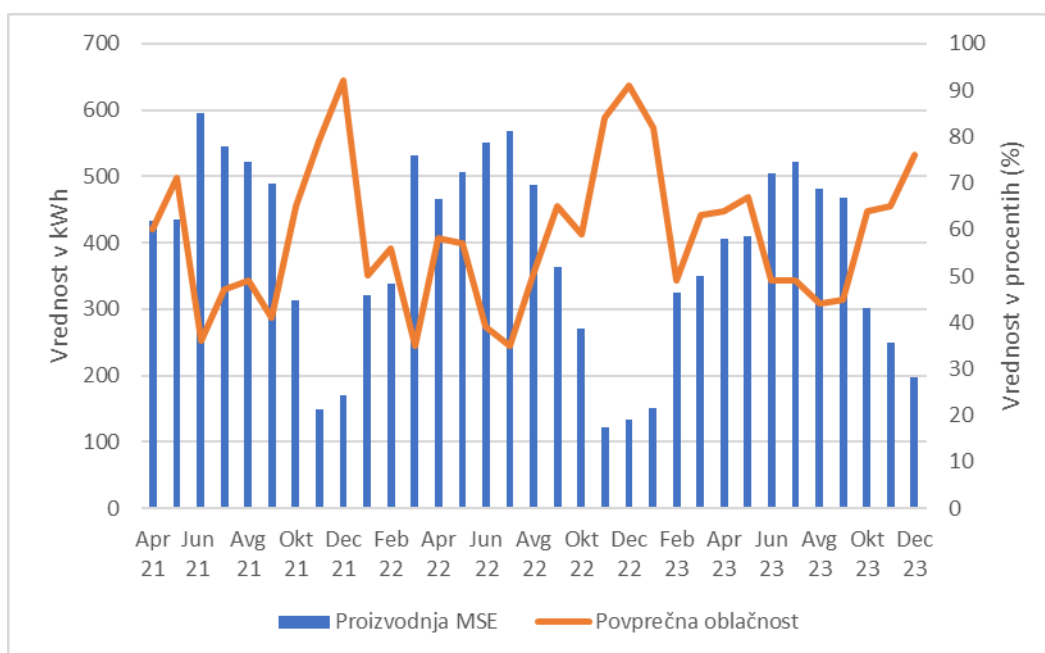
Slika 21: Povprečna oblačnost v letih 2021–2023
(Lastni vir)

Iz tabele 8 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 %.

Mesec	Oblačnost 2021	Oblačnost 2022	Oblačnost 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

Tabela 8: Povprečna oblačnost v letih 2021–2023
(Lastni vir)

Ko izrišemo graf proizvodnje in povprečne oblačnosti, opazimo lep prikaz zmanjšanja proizvodnje MSE ob višjih povprečne oblačnosti (slika 22).



Slika 22: Proizvodnja glede na povprečno oblačnost v letih 2021–2023
(Lastni vir)

4 OBRATOVALNE URE MSE

V tem poglavju se bomo posvetili še analizi števila obratovalnih ur MSE, glede na slovensko povprečje. To smo izračunali iz inštalirane moči elektrarne, ki je 5,2 Wp in letne proizvodnje.

4.1 OBRATOVALNE URE V LETIH 2021–2023

4.1.1 Obratovalne ure MSE v letu 2021

Leta 2021 je bila letna proizvodnja MSE 3.652 kWh na leto, inštalirana moč naprave pa je 5,2 kWp, iz česar lahko izračunamo, da je MSE naredila 702 kWh/kWp obratovalnih ur, kar je 34 % manj od slovenskega povprečja.

	OBRATOVALNE URE MSE 2021
Letna proizvodnja	$q = 3.652 \text{ kWh}$
Inštalirana moč naprave	$p = 5,2 \text{ kWp}$
$h = q/p$	
$h = 3651 \text{ kWh} / 5,2 \text{ kWp}$	
3652 kWh	702 h

Tabela 9: Obratovalne ure MSE 2021
(Lastni vir)

4.1.2 Obratovalne ure MSE v letu 2022

Leta 2022 je MSE naredila 4.658 kWh na leto. Iz tega izračunamo, da je naredila 896 kWh/kWp obratovalnih ur, kar je 15 % manj od slovenskega povprečja.

	OBRATOVALNE URE MSE 2022
Letna proizvodnja q	$q = 4.658$
Inštalirana moč naprave	$p = 5,2 \text{ kWp}$
$h = q/p$	
$h = 4.658 \text{ kWh} / 5,2 \text{ kWp}$	
4658 kWh	896 h

Tabela 10: Obratovalne ure MSE 2022
(Lastni vir)

4.1.3 Obratovalne ure MSE v letu 2023

Leta 2023 je MSE proizvedla 4.364 kWh, s čimer izračunamo, da je naredila 839 kWh/kWp obratovalnih ur, kar je 20 % manj od slovenskega povprečja.

	OBRATOVALNE URE MSE 2023
Letna proizvodnja p	q = 4.364,5
Inštalirana moč naprave	p = 5,2 kWp
$h = q/p$	
$h = 4.364,5 \text{ kWh} / 5,2 \text{ kWp}$	
4364 kWh	839 h

Tabela 11: Obratovalne ure MSE 2023
(Lastni vir)

4.2 ANALIZA OBRATOVALNIH UR GLEDE NA SLOVENSKO POVPREČJE

Povprečen obratovalni čas za sončne elektrarne v Sloveniji je 1.050 ur. Hitro lahko ugotovimo, da MSE deluje pod povprečjem. V tabeli 12 je natančen prikaz.

Leto	Obratovalne ure MSE	Povprečje	Primerjava s povprečjem
2021	702	1.050	66,4 %
2022	896	1.050	85,8 %
2023	839	1.050	80,3 %

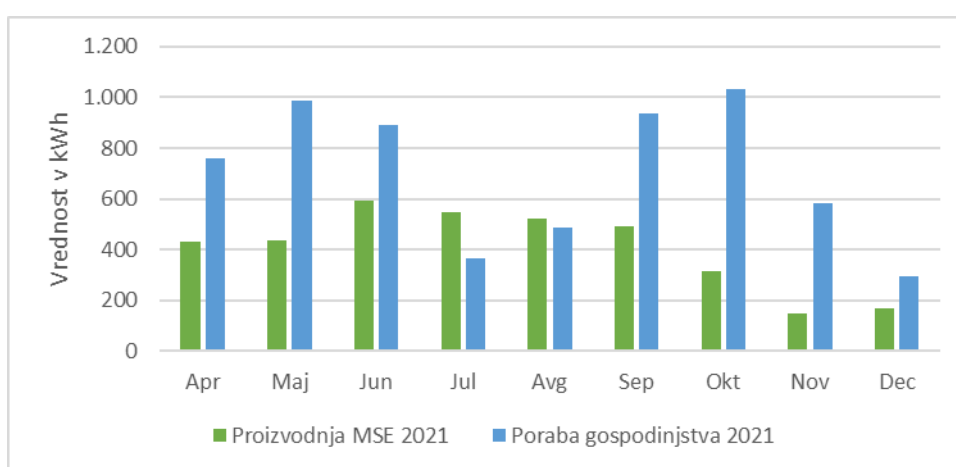
Tabela 12 : Analiza obratovalnih ur glede na Slovensko povprečje
(Lastni vir)

Kot vidimo, smo leta 2021 proizvedli 44 % manj, kot je slovensko povprečje, leta 2022 15 % manj, leta 2023 pa 20 % manj (tabela 12). To gre pripisati predvsem neugodni legi strehe, saj je obrnjena jugovzhodno, v letu 2021 pa še temu, da je elektrarna obratovala tri mesece manj kot eno leto.

5 PROIZVODNJA IN PORABA MSE

5.1 PROIZVODNJA IN PORABA MSE V LETU 2021

Podatke analiziramo od aprila 2021, ko je začela delovati MSE. Iz slike 24 lahko razberemo, da je bila poraba večja v spomladanskih in jesenskih mesecih, v poletnih pa manjša in takrat je proizvodnja edinkrat preseгла porabo gospodinjstva. Iz slike je razvidno, da sta bila to julij in avgust, ko smo bili veliko od doma. Ta ugotovitev odraža vpliv življenjskega sloga na porabo električne energije v gospodinjstvih.



Slika 23: Proizvodnja in poraba 2021
(Lastni vir)

Iz tabele 13 je razvidno natančno koliko smo porabili električne energije in koliko smo je proizvedli. Na letni ravni je proizvodnja pokrila 57,62 % porabe.

$$SAMOOSKRBA = \frac{PROIZVODNJA\ MSE\ (kWh) \cdot 100\ (\%)}{PORABA\ GOSPODINJSTVA\ (kWh)} = \frac{3.651,96 \cdot 100}{6.336,61} = 57,62\ \%$$

Kjer je:

Proizvodnja MSE 2021 – 3.651,96 kWh

Poraba gospodinjstva 2021 – 6.336,61 kWh

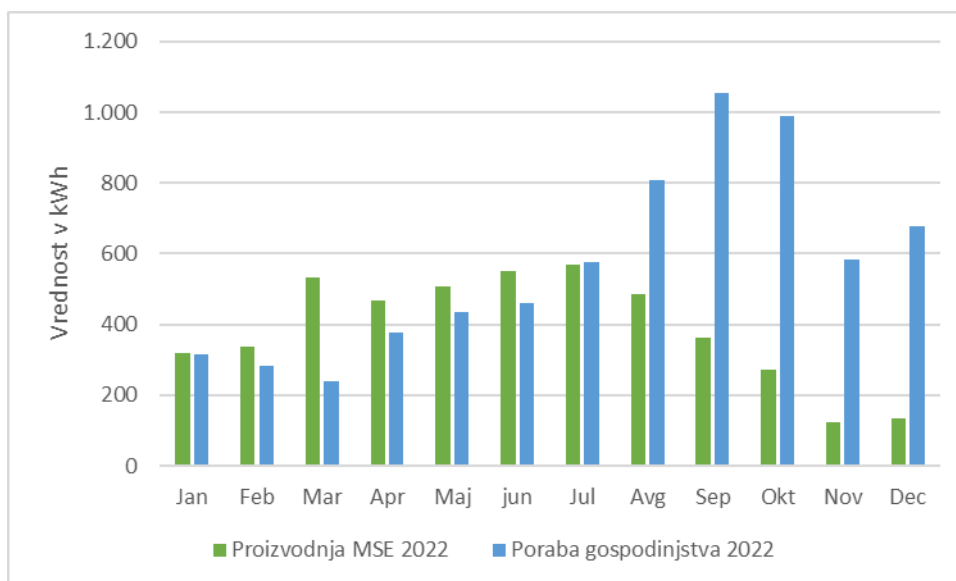
Mesec	Proizvodnja MSE 2021 (kWh)	Poraba gospodinjstva (kWh)
Apr	432,57	758,95
Maj	434,45	988,25
Jun	595,09	890,23
Jul	546,13	366,91
Avg	522,83	486,91
Sep	489,84	935,61
Okt	313,50	1.030,63
Nov	147,88	582,08
Dec	169,70	297,04
Skupaj 2021	3.651,96	6.336,61

Tabela 13: Proizvodnja in poraba 2021
(Lastni vir)

5.2 PROIZVODNJA IN PORABA MSE V LETU 2022

Za leto 2022 je razvidno, da je bilo kar nekaj mesecev, ko je bila proizvodnja večja od porabe. Kot razvidno iz slike 24, so bili to januar, februar, marec, april, maj in junij. V tem letu smo obsežno prenavljali naš objekt, kar se pozna tudi na porabi elektrike v poletnih mesecih.

Plan proizvodnje je bil dosežen 93,16 %.



Slika 24: Proizvodnja in poraba 2022
(Lastni vir)

Tudi iz tabele 14 je razvidno, v katerih mesecih smo imeli proizvodnjo boljšo ali slabšo od porabe gospodinjstva. Proizvodnja MSE je v tem letu pokrila 68,49 % naših potreb po električni energiji.

$$SAMOOSKRBA = \frac{PROIZVODNJA\ MSE\ (kWh) \cdot 100\ (\%)}{PORABA\ GOSPODINJSTVA\ (kWh)} = \frac{4.658,37 \cdot 100}{6.800,69} = 68,49\ \%$$

Kjer je:

Proizvodnja MSE 2022 – 4.658,37 kWh

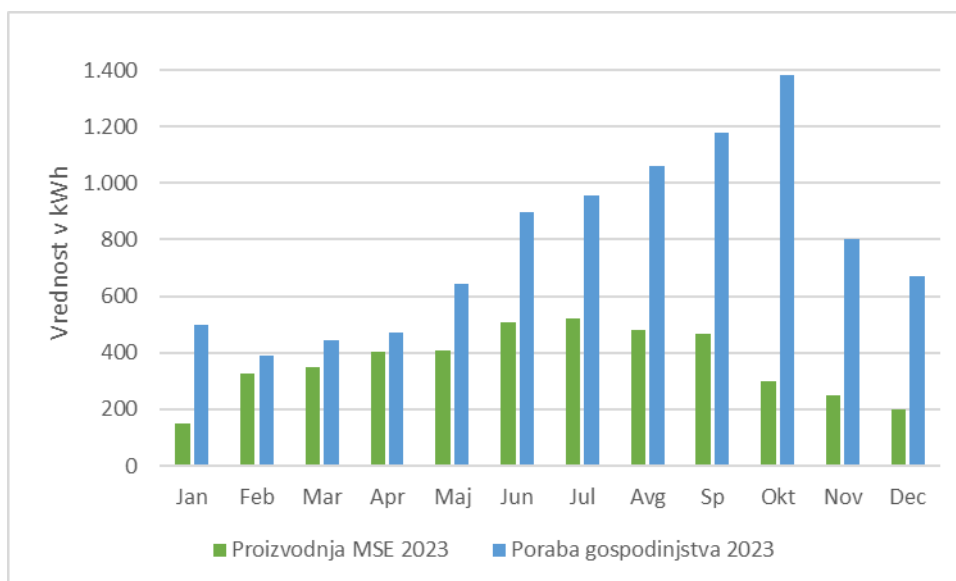
Poraba gospodinjstva 2022 – 6.800,69kWh

Mesec	Proizvodnja MSE 2022 (kWh)	Poraba gospodinjstva (kWh)
Jan	320,41	316,16
Feb	338,16	283,74
Mar	531,14	240,77
Apr	466,27	377,55
Maj	505,86	434,69
jun	550,72	460,23
Jul	568,42	576,01
Avg	487,49	809,63
Sep	363,19	1.053,50
Okt	270,99	988,04
Nov	122,12	583,42
Dec	133,55	676,90
Skupaj	4.658,37	6.800,69

Tabela 14: Proizvodnja in poraba 2022
(Lastni vir)

5.3 PROIZVODNJA IN PORABA MSE V LETU 2023

Zaradi neljubega vremenskega dogodka in zaradi novih porabnikov, ki jih v letu 2022 ni bilo – dva radiatorja in klima, v tem letu proizvodnja elektrarne nikoli ni presegla porabe elektrike gospodinjstva. Velik porast porabe opazimo v avgustu, septembru in oktobru, ko smo zaradi posledic poplav izsuševali prostore z industrijskimi sušilci in tudi pralni stroj je delal nadure (slika 25).



Slika 25: Proizvodnja in poraba 2023
(Lastni vir)

V tabeli 15 lahko vidimo dejanske številke porabe in proizvodnje, ki ustrezajo grafu zgoraj. V letu 2023 smo pokrili le še 46,48 % naše porabe elektrike.

$$SAMOOSKRBA = \frac{PROIZVODNJA\ MSE\ (kWh) \cdot 100\ (\%)}{PORABA\ GOSPODINJSTVA\ (kWh)} = \frac{4.364,51 \cdot 100}{9.388,93} = 46,48\ \%$$

Kjer je:

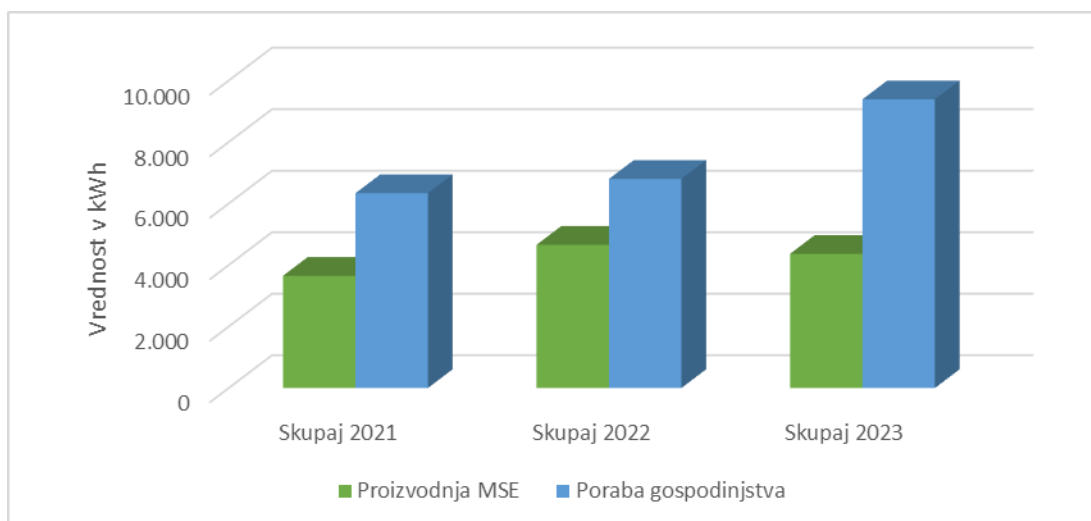
Proizvodnja MSE 2023 – 4.364,51 kWh

Poraba gospodinjstva 2023 – 9.388,93 kWh

Mesec	Proizvodnja MSE 2023 (kWh)	Poraba gospodinjstva (kWh)
Jan	151,68	497,08
Feb	324,21	391,13
Mar	349,89	442,52
Apr	405,20	469,07
Maj	409,36	641,11
Jun	505,50	897,35
Jul	521,13	955,45
Avg	481,07	1.060,45
Sp	467,84	1.178,55
Okt	301,04	1.384,01
Nov	250,16	801,54
Dec	197,38	670,65
Skupaj	4.364,51	9.388,93

Tabela 15: Proizvodnja in poraba 2023
(Lastni vir)

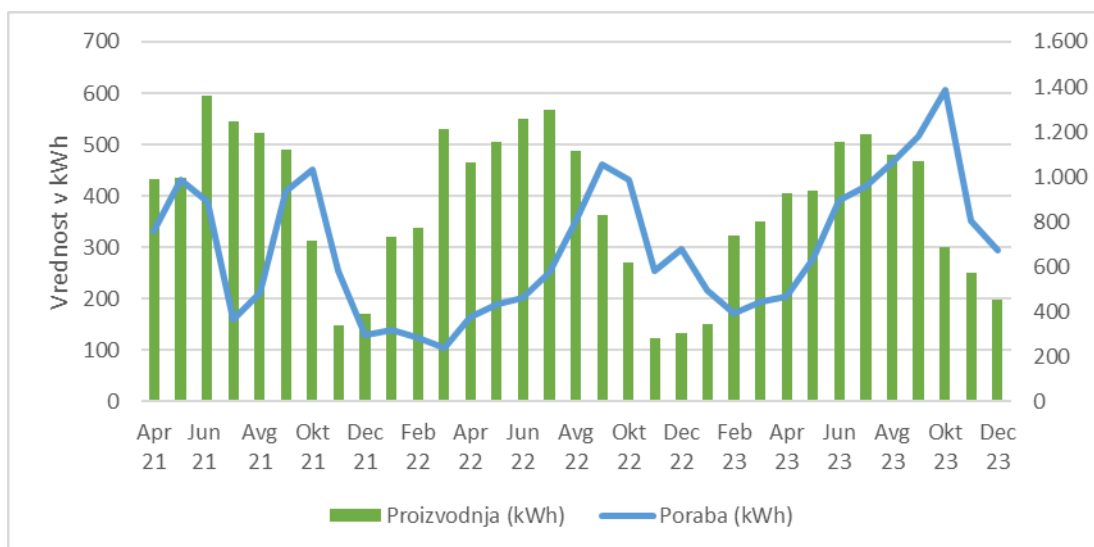
5.4 PORABA GOSPODINJSTVA IN PROIZVODNJA MSE V LETIH 2021–2023



Slika 26: Proizvodnja in poraba v letih 2021–2023
(Lastni vir)

Po zbranih podatkih za vsako leto posebej lahko iz slike 26 vidimo, da leto 2023 zdaleč presega porabo leta 2021 in 2022, in sicer za približno 30 %.

Po vseh zbranih podatkih na sliki 27 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.



Slika 27: Primerjava proizvodnje in porabe v letih 2021–2023
(Lastni vir)

Opazimo tudi predvidljivo gibanje stolpčnega grafa v krivulji, kjer proizvodnja v poletnih mesecih beleži povečano delovanje ter upadanje in rast v pomladnih in jesenskih mesecih.

Na tabeli 16 lahko vidimo tabelo proizvodnje MSE, ki izkazuje deleže proizvodnje po mesecih v procentih, in hitro ugotovimo, da izkazuje največji delež proizvodnje v poletnih mesecih.

MESEC	2021 (kWh)	2022 (KWH)	2023 (kWh)	2021 (%)	2022 (%)	2023 (%)
Jan	*	320,4	151,7	*	6,88%	3,48%
Feb	*	338,2	324,2	*	7,26%	7,43%
Mar	*	531,1	349,9	*	11,40%	8,02%
Apr	432,6	466,3	405,2	11,84%	10,01%	9,28%
Maj	434,5	505,9	409,4	11,90%	10,86%	9,38%
Jun	595,1	550,7	505,5	16,29%	11,82%	11,58%
Jul	546,1	568,4	521,1	14,95%	12,20%	11,94%
Avg	522,8	487,5	481,1	14,32%	10,46%	11,02%
Sep	489,8	363,2	467,8	13,41%	7,80%	10,72%
Okt	313,5	271,0	301,0	8,58%	5,82%	6,90%
Nov	147,9	122,1	250,2	4,05%	2,62%	5,73%
Dec	169,7	133,6	197,4	4,65%	2,87%	4,52%

*Tabela 16: Analiza deležev mesečne proizvodnje
(Lastni vir)*

*Opomba: Ni podatkov, ker je MSE začela obratovati aprila 2021.

5.5 IZRAČUN ENERGETSKIH KAZALNIKOV IN INDEKSOV

Za potrebe izračuna kazalnikov in indeksov smo hipotetično izračunali proizvodnjo za manjkajoče mesece v letu 2021. Primerjali smo povprečje proizvodnje po mesecih za leto 2022 in 2023 ter upoštevali, da je bilo leta 2021 v povprečju za 4 % več ur sončnega obsevanja v januarju, februarju in marcu kot leta 2023, ki sta si glede vremena najbolj podobna. S tem smo zadostili pogojem za izračun kazalnikov (tabela 38).

Kazalniki kažejo, da letnega cilja količine obratovalnih ur v nobenem letu nismo dosegli, kar pripisujemo neugodni legi elektrarne (tabela 18). Ugotavljamo, da bi elektrarna glede na vremenske pogoje najbolje delovala letu 2021, če bi delovala celo leto.

Leto	Plan	2021	2022	2023
Letna proizvodnja (kWh)	5.000	4.668	4.658	4.365
Število obratovalnih ur (h)	962	898	896	839

Tabela 17: Število obratovalnih ur (kWh/kW)
(Lastni vir)

Po podatkih iz tabele 18 vidimo, da v povprečju naša elektrarna daje za 8,7 % slabše proizvodne rezultate od predvidenega plana.

Leto	Realizacija 2021/plan	Realizacija 2021/plan	Realizacija 2021/plan
Letna proizvodnja glede na plan (%)	93,37	93,17	87,29
Povečana proizvodnja glede na plan (%)	-6,6	-6,8	-12,7

Tabela 18: Realizacija proizvodnje glede na plan
(Lastni vir)

Glede na leto 2021, ko je bilo glede števila ur sončnega obsevanja najbolj ugodno, je elektrarna v letu 2022 naredila 0,2 % manj obratovalnih ur, v deževnem letu 2023 pa za 6,5 % manj obratovalnih ur kot leta 2021 (tabela 19).

Leto	2021	2022	2023
Letna proizvodnja (kWh)	4.668	4.658	4.365
Indeks s stalno osnovo (It)	100,0	99,8	93,5
Povečana proizvodnja glede na leto 2019 (%)	0,0	-0,2	-6,5

Tabela 19: Indeks s stalno osnovo (It 2021 = 100) proizvodnje
(Lastni vir)

Glede na podatke (tabela 20) lahko rečemo, da je imelo leto 2023 za 6,3 % manj obratovalnih ur glede na leto 2022.

Leto	2021	2022	2023
Letna proizvodnja (kWh)	4.668	4.658	4.365
Verižni indeks (Vt)		99,8	93,7
Povečana proizvodnja glede na predhodnje leto (%)		-0,2	-6,3

Tabela 20: Verižni indeks (Vt) proizvodnje
(Lastni vir)

6 MOŽNOSTI ZA IZBOLJŠAVE

6.1 IZBOLJŠAVA OBSTOJEČEGA STANJA

Idealna lega sončne elektrarne je obrnjena na jug, kjer je naklon strehe 35° . MSE ima naklon 35 stopinj, vendar je obrnjena 43 stopinj proti jugovzhodu. Zaradi tega je izkoristek elektrarne do 15 % slabši, kot ob idealni legi.

Sončna elektrarna bi dosegla boljši izkoristek z namestitvijo na specializirane nosilce ali z vzpostavitvijo sistema sledenja soncu čez dan. Glavna pomanjkljivost te izboljšave je visoka začetna investicija v prenovo elektrarne. Dodatno nas v današnjem času skrbijo možnosti povečane izpostavljenosti ekstremnim vremenskim pojavom, kot so viharji in toča.

6.2 NADGRADNJA SONČNE ELEKTRARNE

Pomen obnovljivih virov je za zdravje naše civilizacije in planeta neprecenljiv. Zaradi neprestane rasti potreb po energiji ter hkrati želje po čim manjšem izpustu toplogrednih plinov postaja uporaba obnovljivih virov vedno večja.

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.

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

Ker smo pri urejanju dokumentacije pridobili dovoljenje za sončno elektrarno s kapaciteto 11 kWh, imamo možnost povečanja kapacitete obstoječe elektrarne.

Finančno gledano, trenutno porabimo 1.403,00 EUR letno za električno energijo, kar 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).

Odgovor na vprašanje, ali je smiselno investirati v povečanje kapacitete sončne elektrarne, je pomemben za nadaljnje odločitve. Pri tej odločitvi bomo 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 bomo proizvedli več lastne, obnovljive energije. Vendar bomo morali upoštevati tudi druge dejavnike, kot so stroški vzdrževanja in morebitne spremembe v cenah električne energije in zavarovanja.

Vgradili bomo pet panelov Bisol duplex z monokristalnimi moduli BDO 420 W. Spodaj je navedenih nekaj tehničnih lastnosti panelov.

Tip modula	BDO	420
Vršna moč	P_{MPP} [W]	420
Kratkostični tok	I_{SC} [A]	13,7
Napetost odprtih sponk	U_{OC} [V]	39,7
Tok vršne moči	I_{MPP} [A]	12,8
Napetost vršne moči	U_{MPP} [V]	32,9
Učinkovitost pretvorbe modula	η_M [%]	21,5

Slika 28: Tehnične lastnosti panela

(Vir: <https://www.bisol.com/premium?lang=sl>)



Slika 29: Panel Bisol Duplex BMO 420

(Vir: <https://www.bisol.com/premium?lang=sl>)

Mehanske lastnosti:

Višina x širina x debelina	1,722 x 1,134 x 30 mm
Teža	22 kg
Sončne celice	108 serijsko vezanih polovičnih celic / 182 x 91 mm
Električni priključki	3 obvodne diode / združljivo z MC4 / IP 68
Dolžina kablov	Privzeta dolžina: 1.200 mm Na zahtevo (za pokončno usmeritev): 300 mm
Okvir	Eloksiran aluminij z luknjami za odvodnjavanje / čvrsto zasidrani kotniki
Steklo	3,2 mm antirefleksno steklo / visoka prosojnost / nizka vsebnost železa
Certificirana testna obremenitev (sneg / veter)	5.400 Pa / 2.400 Pa
Mehanska odpornost	Toča / Ø 25 mm / 83 km/h

Tolerance vrednosti so $\pm 5\%$. Nedefinirane lastnosti proizvodov so v okviru popolne diskrecije BISOL Proizvodnje.

Slika 30: Mehanske lastnosti panela
(Vir: <https://www.bisol.com/premium?lang=sl>)

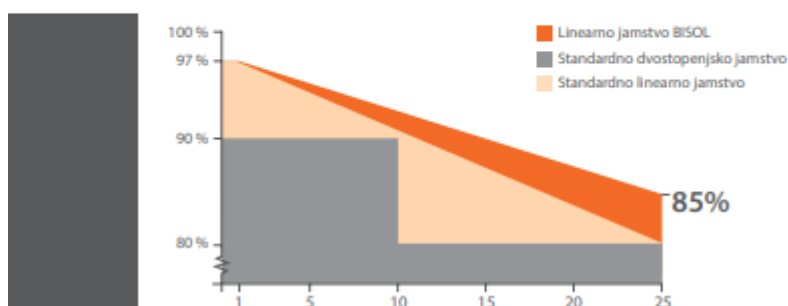
Ker imamo že vgrajen dovolj močan razsmernik, ne potrebujemo dodatnega, tako da so ostali stroški investicije le še stroški montaže in uporabljenih materialov ter stroški vzdrževanja in zavarovanja.

Jamstva:

Jamstvo na proizvod-
Standard: 15 let
Extra: 20 let



Linearno jamstvo
85 % izhodne moči v 25. letu



Slika 31: Jamstvo Bisol BMO 420
(Vir: https://dl.bisol.com/files/Duplex%20Brochure/BISOL_Duplex_brochure_SL.pdf)

Značilnost sončnih panelov je tudi v tem, da z leti izgubljajo moč proizvodnje. Za panele Bisol Duplex BMO 420 nam proizvajalec jamči linearno jamstvo, kjer nam po 25 letih obljublja od 85 % do 80 % izkoristka.

Zaradi te značilnosti bomo v izračunih upoštevali, da sončni paneli izgubijo 1 % zmogljivosti na leto, kar bo vplivalo tudi na prihranke v prihodnjih letih.

7 NALOŽBA V POVEČANJE SONČNE ELEKTRARNE

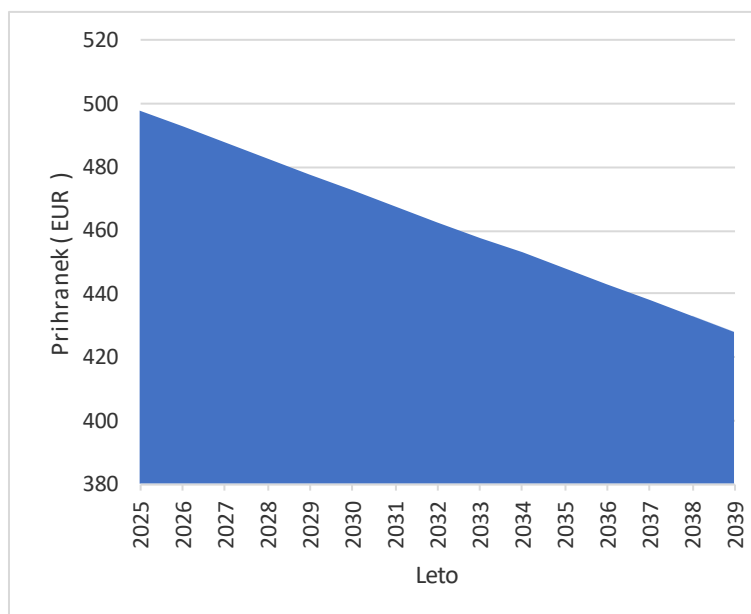
Elektrarna v velikosti 2,1 kW bi zahtevala začetno investicijo v višini 2.490 EUR. Z naložbo v povečanje elektrarne bi prihranili 547,6 EUR na leto. Za vzdrževanje in zavarovanje elektrarne računamo 100 EUR letnega stroška. Predvidevamo, da bo ob vse bolj intenzivnih vremenskih dogodkih premija za zavarovanje zrasla za 30 %, kar predstavlja dejavnik tveganja v naši naložbi.

Upoštevamo tudi značilnost sončnih panelov, da z leti izgubljajo 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 v tabeli 21.

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

*Tabela 21: Faktor zmanjšanja proizvodnje
(Lastni vir)*

Ob predpostavki, da prihranimo 497,60 EUR v prvem letu, se ta znesek vsako naslednje leto zmanjša za faktor zmanjšanja zmogljivosti panela, kot je prikazano na sliki 32.



Slika 32: Faktor zmanjšanja proizvodnje
(Lastni vir)

7.1 DENARNI TOK

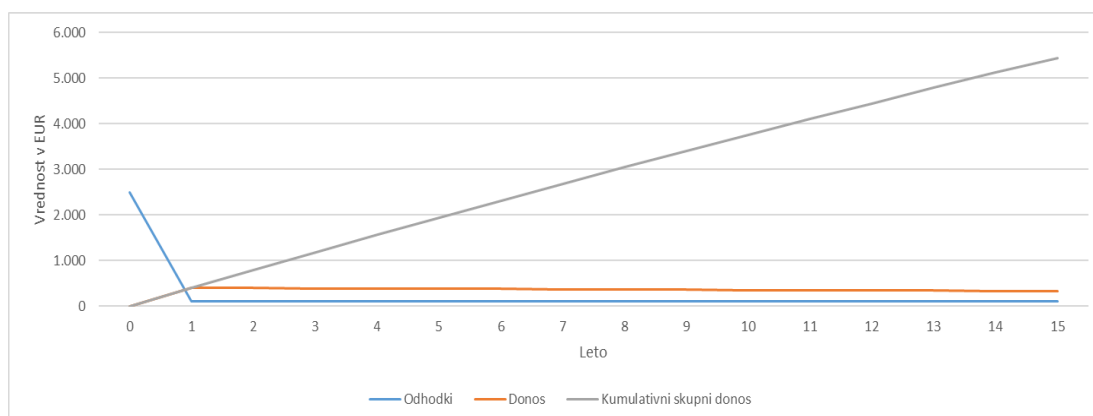
»Če opazujemo tako naložbe in stroške kot tudi učinke oz. prihodke in odhodke v času življenjske dobe projekta proizvodnega sistema z družbenega vidika in vidika investitorja, ovrednotimo v denarju, dobimo skupni denarni tok, realni denarni tok, družbeni denarni tok« (Bizjak, 2008).

Denarni tokovi gledajo donose in odhodke iz stališča investicije, vlagatelja in družbe.

7.1.1 Skupni denarni tok

»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).

Skupni denarni tok nam prikaže likvidnost naložbe. Če je vsota donosov in odhodkov vedno pozitivna, je projekt likviden. V našem primeru tako lahko vidimo, da je naložba v povečanje sončne elektrarne likvidna (slika 33).

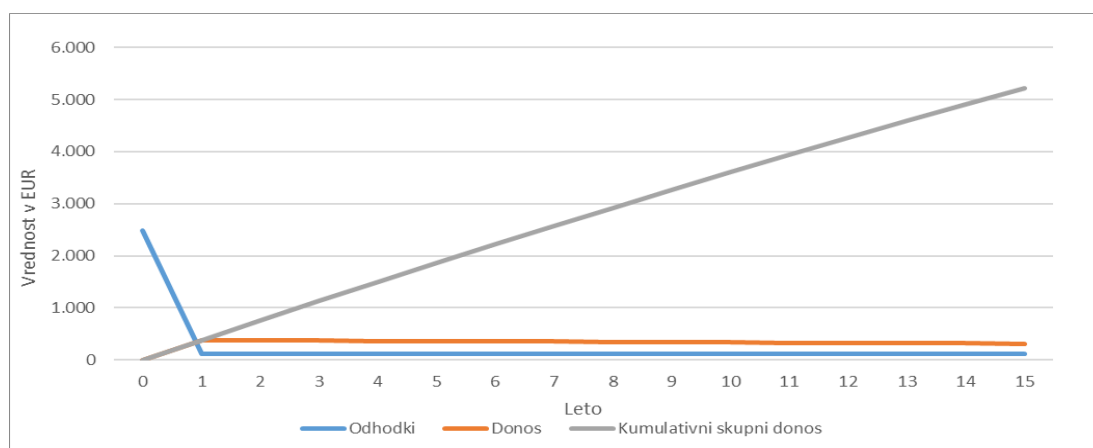


*Slika 33: Skupni denarni tok in likvidnost projekta
(Lastni vir)*

Natančne vrednosti so zapisane v tabeli v prilogah (tabela 28).

7.1.2 Skupni denarni tok pri tveganjih

Skupni denarni tok pri povišanju cene zavarovanja za 30% vidimo na sliki (slika 34).



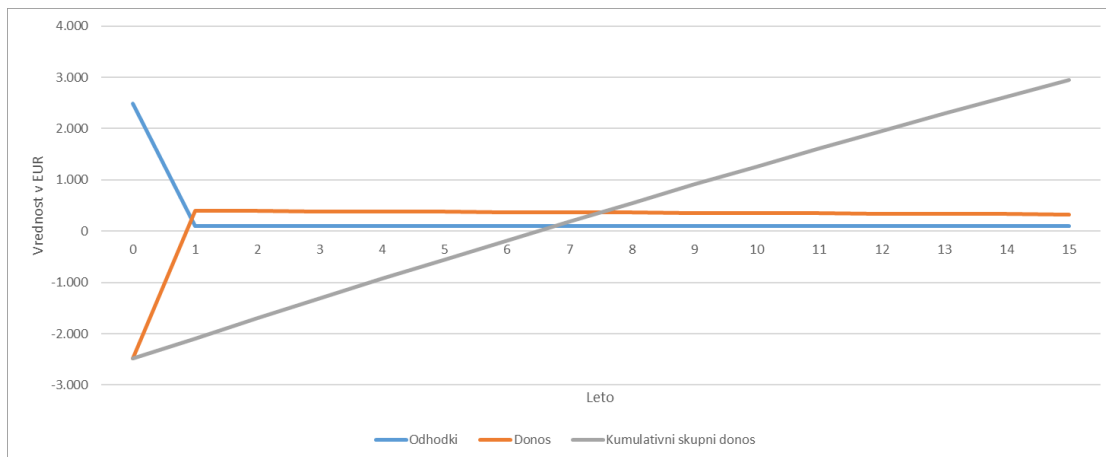
*Slika 34: Skupni denarni tok in likvidnost projekta ob povečanju cene zavarovanja
(Lastni vir)*

Natančne vrednosti so zapisane v tabeli v prilogi (tabela 31).

7.1.3 Realni denarni tok

»Realni denarni tok naložbe pomeni vse prihodke in odhodke s stališča vlagatelja v življenjski dobi projekta« (Papler, 2013).

Na sliki realnega denarnega toka in dobe vračanja naložb je razvidno, da kumulativni skupni prihodek preide iz negativnega v pozitivno vrednost v šestem letu obratovanja elektrarne (slika 35).



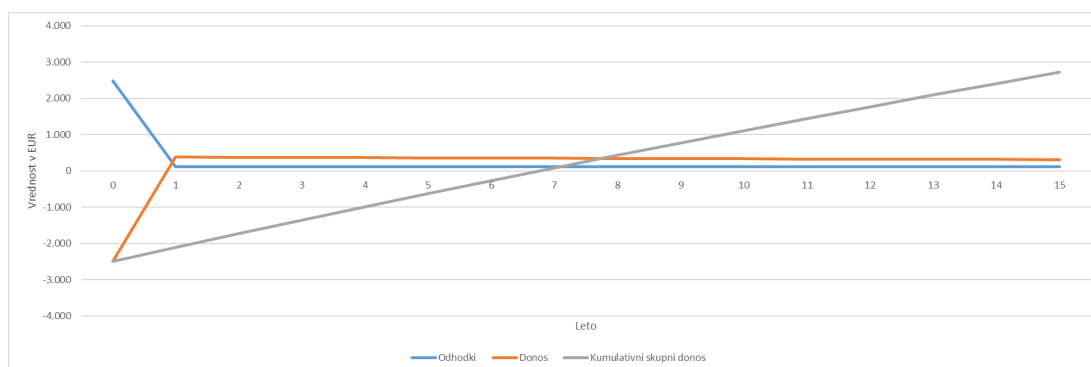
Slika 35: Realni denarni tok in doba vračanja naložbe
(Lastni vir)

Iz realnega denarnega toka je torej razvidno, da so se vložena sredstva povrnila oz. prešla v pozitivno stanje v šestem letu obratovanja sončne elektrarne, kar sovpada z rezultatom izračuna EVS.

Natančne vrednosti so zapisane v tabeli v prilogah (tabela 29).

7.1.4 Realni denarni tok pri tveganjih

Realni denarni tok v primeru tveganja podražitve cene letne premije zavarovanja za sončne elektrarne za 30 % je prikazan na sliki 36.



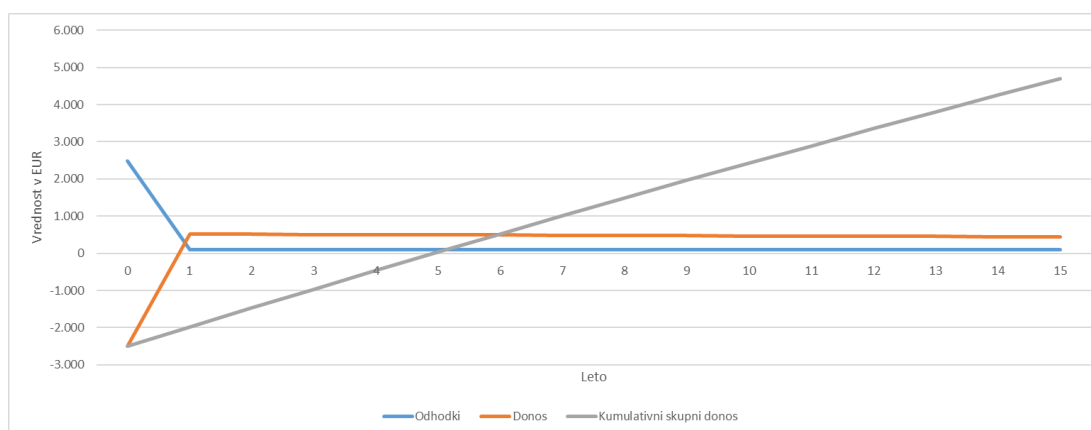
Slika 36: *Realni denarni tok in doba vračanja naložbe ob povečanju cene zavarovanja*
(Lastni vir)

Natančne vrednosti so zapisane v tabeli v prilogi (tabela 32).

7.1.5 Družbeni denarni tok

»Družbeni denarni tok zajema vse prihodke in odhodke s stališča družbe v življenjski dobi projekta« (Papler, 2013).

Iz družbenega denarnega toka torej lahko vidimo, ali je projekt učinkovit tudi z družbenega vidika. Kot je razvidno na sliki 38, se naša investicija povrne med petim in šestim letom delovanja.



Slika 37: *Družbeni denarni tok*
(Lastni vir)

Natančne vrednosti so zapisane v tabeli v prilogi (tabela 30).

7.2 EKONOMSKE METODE IN KAZALNIKI

Vse metode in kazalniki so izračunani pri diskontni stopnji 2,6 % (Vir: ZPS, 2024)

7.2.1 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.

»Dobo vračanja naložbe ugotovimo tako, da seštevamo neto denarne tokove po posameznih letih tako dolgo, dokler njihova kumulativa ni enaka investicijskemu izdatku.« (Papler, 2013)

Čas, v katerem se povrnejo vložena sredstva, izračunamo na naslednji način:

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So}$$

Kjer je:

EVS – enostavna doba vračanja sredstev (v letih)

N – naložba (vložena sredstva)

d – ($Sd - So$) – letni donos (EUR)

Sd – skupni dohodki (EUR)

So – skupni odhodki (EUR)

Ta formula predstavlja izračun enostavne dobe vračanja sredstev (EVS) za določeno investicijo, pri čemer se upoštevajo vložena sredstva (N), letni donos (d) in razlika med skupnimi donosi (Sd) ter skupnimi odhodki (So).

Naša investicija bi se po izračunu statične metode enostavne dobe vračanja sredstev povrnila v 6,78 letih.

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So} = \frac{2.490,00 \text{ EUR}}{367,74 \text{ EUR}} = 6,78 \text{ let}$$

Enostavna doba vračanja sredstev je 6,78 let.

Kjer je:

S_d – 467,74 EUR – prihranek pri strošku za elektriko (EUR)

S_o – 100 EUR – stroški vzdrževanja in zavarovanja (EUR)

N – 2490 EUR – vložena sredstva (EUR)

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 (2008) v svojem delu »Osnove ekonomske podjetja za inženirje«, 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.

7.2.2 Enostavna doba vračanja sredstev pri tveganjih

Enostavno dobo vračanja sredstev računamo v sedmem letu delovanja elektrarne, ki je presečišče analize opravljene za naslednjih 15 let. Upoštevamo večji strošek zavarovanja za 30 %, kar ob trenutnih 50 EUR na leto, pomeni 65 EUR na leto, to pa predvidoma podaljša čas odplačevanja naložbe.

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{S_d - S_o} = \frac{2.490,00 \text{ EUR}}{352,74 \text{ EUR}} = 7,06 \text{ let}$$

Enostavna doba vračanja sredstev je 7,06 let.

Kjer je:

N – 2.490,00 EUR – vložena sredstva (EUR)

S_d – 467,74 EUR – prihranek pri strošku za elektriko (EUR)

S_o – 115,00 EUR – stroški vzdrževanja in zavarovanja (EUR)

7.2.3 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.

»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).

Ena od najbolj uporabljenih in temeljnih metod je metoda sedanje vrednosti projekta, s katero iščemo izpolnjevanje naslednjega pogoja:

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1+r)^i}$$

Kjer je:

SV – sedanja vrednost projekta (EUR)

Sd – skupni prihodki projekta (EUR)

So – skupni odhodki projekta (EUR)

r – diskontna stopnja, določena vnaprej, alternativna obrestna mera (%)

i=0=n – število obdobj v življenjski dobi projekta

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

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

ČASOVNA OBDOBJA		SKUPNI DONOS I SD BREZ DISKON TIRANJ A	SKUPNI ODHODKI SO BREZ DISKONTIR ANJA	DISKONT NA STOPNJA R = 2,6 %	DISKONT NI FAKTOR	SKUPNI DONOS SD PRI 2,6 % DISKONT NEM FAKTORJ U	SKUPNI ODHODKI SO PRI 2,6 % DISKONTNE M FAKTORJU
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		6.941,4 7	3.990,00			5.716,97	3.719,08
SV						Sd - So =	1.997,89

*Tabela 22: Sedanja vrednost projekta
(Lastni vir)*

Kjer je:

Sd – 5.716,97 EUR – skupni prihodki projekta (EUR)

So – 3.719,08 EUR – skupni odhodki projekta (EUR)

r – 2,6 % – diskontna stopnja (%)

i – 15 let – število obdobj v življenjski dobi projekta

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.

V tem primeru, so podane vrednosti:

Sd – 5.716,97 EUR (diskontirani skupni prihodki)

So – 3.719,08 EUR (diskontirani skupni odhodki)

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

$$Sv = Sd - So \geq 0$$

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

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

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.

7.2.4 Sedanja vrednost projekta pri tveganjih

Spodaj izračunavamo sedanjo vrednost projekta ob upoštevanju tveganja, ki je povezano s podražitvijo cene zavarovanja za 30 %. Za oceno ustreznosti projekta uporabljamo metodo sedanje vrednosti, kjer je projekt sprejemljiv, če so diskontirani skupni prihodki večji od diskontiranih skupnih odhodkov.

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^{i=15} \frac{(5.176,97 \text{ EUR} - 3.903,44 \text{ EUR})}{(1 + 2,6\%)^{15}} = 1.813,53 \text{ EUR}$$

Kjer je:

Sd – 5.716,97 EUR – skupni prihodki projekta (EUR)

So – 3.903,44 EUR – skupni odhodki projekta (EUR)

r – 2,6 % – diskontna stopnja (%)

i – 15 let – število obdobj v življenjski dobi projekta

ČASOVNA OBDOBJA		SKUPNI DONOSI SD BREZ DISKON T.	SKUPNI ODHODKI SO BREZ DISKONTIRANJ A	DISKONTN A STOPNJA R = 2,6 %	DISKONT NI FAKTOR $\frac{1}{(1+r)^n}$	SKUPNI DONOS SD PRI 2,6 % DISKONT FAKTORJ U	SKUPNI ODHODKI SO PRI 2,6 % DISKONT. FAKTORJ U
Tekoč i indek s i	Leto			(1+r) ⁱ			
0	2024	0,00	2.490,00	1	1	0,00	2.490,00
1	2025	497,60	115,00	1,03	0,97	484,99	112,09
2	2026	492,62	115,00	1,05	0,95	467,97	109,25
3	2027	487,65	115,00	1,08	0,93	451,51	106,48
4	2028	482,62	115,00	1,11	0,90	435,53	103,78
5	2029	477,70	115,00	1,14	0,88	420,16	101,15
6	2030	472,72	115,00	1,17	0,86	405,25	98,59
7	2031	467,74	115,00	1,20	0,84	390,82	96,09
8	2032	462,77	115,00	1,23	0,81	376,87	93,65
9	2033	457,79	115,00	1,26	0,79	363,36	91,28
10	2034	452,82	115,00	1,29	0,77	350,31	88,97
11	2035	447,84	115,00	1,33	0,75	337,68	86,71
12	2036	442,86	115,00	1,36	0,73	325,46	84,51
13	2037	437,89	115,00	1,40	0,72	313,65	82,37
14	2038	432,91	115,00	1,43	0,70	302,23	80,29
15	2039	427,94	115,00	1,47	0,68	291,19	78,25
Skupaj		6.941,47	4.215,00			5.716,97	3.903,44
SV						Sd - So =	1813,53

Tabela 23: Sedanja vrednost projekta pri tveganjih
(Lastni vir)

$$Sv = Sd - So \geq 0$$

$$Sv = 5.716,97 \text{ EUR} - 3.903,44 \text{ EUR} \geq 0$$

$$SV = 1.813,44 \text{ EUR} > 0, \text{ pogoj je izpolnjen.}$$

Pri podanih vrednostih:

Sd – 5.716,97 EUR (diskontirani skupni prihodki)

So – 3.903,44 EUR (diskontirani skupni odhodki)

dobimo rezultat $1.813,53 \text{ EUR} \geq 0$, kar pomeni, da so pričakovani diskontirani prihodki večji od diskontiranih odhodkov, zato je projekt še vedno sprejemljiv kljub tveganju podražitve cene zavarovanja za 30 %.

7.2.5 Interna stopnja donosnosti

»Interno stopnjo donosnosti (ISD) 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).

ISD je interna stopnja donosnosti, izražena v odstotkih (%). Formula za izračun interne stopnje donosnosti je:

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n}$$

Kjer je:

ISD – interna stopnja donosnosti (%)

NSD – neto skupni donos (EUR)

r_p – diskontna stopnja pri pozitivnem NSD (%)

r_n – diskontna stopnja pri negativnem NSD (%)

Ta formula predstavlja izračun interne stopnje donosnosti (ISD) za določeno investicijo, pri čemer se upošteva diskontna stopnja pri pozitivnem neto skupnem donosu (r_p), diskontna stopnja pri negativnem neto skupnem donosu (r_n), neto skupni donos pri pozitivnem neto skupnem donosu (NSD_p) in neto skupni donos pri negativnem neto skupnem donosu (NSD_n).

Spodaj je prikazan izračun za interno stopnjo donosnosti investicije v povečanje sončne elektrarne:

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} = 12 + (13 - 12) \cdot \frac{49,18 \text{ EUR}}{49,18 \text{ EUR} - (-76,15 \text{ EUR})} = 12,39 \%$$

Kjer je:

r_p – 12 % – diskontna stopnja pri pozitivnem NSD (%)

r_n – 13 % – diskontna stopnja pri negativnem NSD (%)

NSD_p – 49,18 % – pozitivni neto skupni donos (EUR)*

NSD_n –76,15 % – negativni neto skupni donos (EUR)*

*Opomba: Natančne vrednosti so prikazane v prilogah naloge (tabela 33).

Glede na izračun je interna stopnja donosnosti 12,39 %, kar pomeni, da nam investicija v sončno elektrarno prinaša prihranke.

7.2.6 Interna stopnja donosnosti pri tveganjih

Interno stopnjo donosnosti računamo ob predvidenem tveganju podražitve cene zavarovanja za 30 %. V primerjavi z normalnim stanjem je diskontna stopnja namesto med 12 % in 13 % tako med 11 % in 12 %.

Spodaj je prikazan izračun za interno stopnjo donosnosti investicije v povečanje sončne elektrarne ob tveganju podražitve zavarovanja za 30 %:

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} 11 + (12 - 11) \cdot \frac{77,72 \text{ EUR}}{77,72 \text{ EUR} - (-53,98 \text{ EUR})} = 11,59 \%$$

Kjer je:

r_p – 11 % – diskontna stopnja pri pozitivnem NSD (%)

r_n – 12 % – diskontna stopnja pri negativnem NSD (%)

NSD_p – 77,72 EUR – pozitivni neto skupni donos (EUR)*

NSD_n – 52,98 EUR – negativni neto skupni donos (EUR)*

*Opomba: Natančne vrednosti so prikazane v prilogi (tabela 34).

Glede na izračun je interna stopnja donosnosti 11,59 %, kar pomeni, da nam investicija v sončno elektrarno kljub tveganju podražitve cene zavarovanja prinaša prihranke.

Vrednost interne stopnje donosnosti se ob tveganju podražitve cene zavarovanja za 30 % zmanjša za 6,46 odstotne točke.

7.2.7 Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti

Vsi kazalniki so izračunani pri diskontni stopnji 2,6% (vir: ZPS, 2024).

»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).

$$E = \frac{Sd}{So}$$

Kjer je:

E – kazalnik ekonomičnosti

S_d – skupni donosi naložbe (EUR)

S_o – skupni odhodki naložbe (EUR)

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

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

$$E > 1,54$$

Kjer je:

S_d – 5.716,97 EUR – skupni donosi naložbe (EUR)

S_o – 3.719,08 EUR – skupni odhodki naložbe (EUR)

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.

7.2.8 Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti pri tveganjih

Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti bomo računali z predpostavko, da se bo zavarovanje v prihodnosti podražilo za 30 %.

$$E = \frac{S_d}{S_o} = \frac{5.716,97 \text{ EUR}}{3.903,44 \text{ EUR}} = 1,46$$

$$E > 1,46$$

Kjer je:

S_d – 5.716,97 EUR – skupni donosi naložbe (EUR)

S_o – 3.903,44 EUR – skupni odhodki naložbe (EUR)

Ker je vrednost E večja od 1 ($E > 1$), pomeni, da smo v poslovnem procesu ustvarili več vrednosti, kot smo potrošili. Ta kazalnik nam pove, da bi bila investicija kljub podražitvi zavarovanja še vedno ekonomsko opravičena.

7.2.9 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).

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100(\%)$$

Kjer je:

D – kazalnik donosnosti naložbe (%)

N – naložba (EUR)

Sd – skupni donosi projekta (EUR)

So – skupni odhodki projekta (EUR)

Ta formula predstavlja izračun kazalnika donosnosti naložbe (D) za določen projekt. Kazalnik donosnosti naložbe se izračuna kot razmerje med razliko med skupnimi donosi projekta (Sd) in skupnimi odhodki projekta (So) ter vloženo naložbo (N) in se nato izrazi v odstotkih.

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

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100(\%) = \frac{1.997,89 \text{ EUR}}{2490 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 80,2 \%$$

Kjer je:

Sd – 5.716,97 EUR – skupni donosi projekta (EUR)

So – 3.719,08 EUR – skupni odhodki projekta (EUR)

N – 2.490,00 EUR – naložba (EUR)

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

7.2.10 Kazalnik donosnosti naložbe ob tveganjih

Kazalnik donosnosti naložbe računamo ob predpostavki, da se zavarovanje podraži za 30 %.

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100(\%) = \frac{1.813,53 \text{ EUR}}{2.490 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 72,8 \%$$

Kjer je:

Sd – 5.716,97 EUR – skupni donosi projekta (EUR)

So – 3.903,44 EUR – skupni odhodki projekta (EUR)

N – 2.490,00 EUR – naložba (EUR)

Kot lahko vidimo, se kazalnik donosnosti naložbe za 7,4 odstotne točke zniža, če upoštevamo dvig cene zavarovanja za 30 %. Še vedno pa nam ta kazalnik nakazuje, da je donosnost še vedno visoka in je investicija upravičena tudi ob tveganju podražitve cene zavarovanja.

7.2.11 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).

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100(\%)$$

Kjer je:

Do – kazalnik donosnosti odhodkov (%)

Sd – Skupni donos naložbe (EUR)

So – Skupni odhodki naložbe (EUR)

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.

Spodaj je prikazan izračun kazalnika donosnosti odhodkov ali rentabilnosti vseh sredstev naložbe:

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100 (\%) = \frac{1.997,89 \text{ EUR}}{3.719,08 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 53,7 \%$$

Kjer je:

Sd – 5.716,97 EUR – skupni donosi projekta (EUR)

So – 3.719,08 EUR – skupni odhodki projekta (EUR)

Kazalnik donosnosti odhodkov (Do) je enak 53,7 %. Ta kazalnik je pomemben za oceno učinkovitosti upravljanja odhodkov v naložbi.

7.2.12 Kazalnik donosnosti vseh odhodkov pri tveganjih

Kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vseh sredstev bomo izračunali še ob predvidevanju, da se bo cena zavarovanja dvignila za 30 %. Spodaj je prikazan izračun:

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100(\%) = \frac{1.813,53 \text{ EUR}}{3.903,44 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 46,5 \%$$

Kjer je:

Sd – 5.716,97 EUR – skupni donosi projekta (EUR)

So – 3.903,44 EUR – skupni odhodki projekta (EUR)

Kazalnik donosnosti odhodkov pri tveganju podražitve zavarovanja za 30 % se zniža za 7,2 odstotnih točk v primerjavi z možnostjo, kjer se cena zavarovanja ne dvigne.

7.3 EKONOMSKE METODE IN KAZALNIKI PRI DRUŽBENEM DENARNEM TOKU

Pri družbenem denarnem toku smo upoštevali prihranek, ki bo nastal zaradi manjšega izpusta CO₂. Povzeto s strani Inštituta Jožef Štefan (2024) je en kWh ovrednoten z 0,5 kg CO₂. Povprečna cena emisijskega bona je po navedbah portala Energetika.net (2024) v letu 2022 znašala 79,95 EUR/t.

Upoštevamo porabo elektrike, ki nam je ne pokrije trenutna sončna elektrarna, se pravi 39 % celotne porabe.

Po izračunu, ki je prikazan spodaj, smo izračunali predviden prihranek, ki bo podlaga za računanje statičnih in dinamičnih kazalnikov pri družbenem denarnem toku.

Poraba elektrike: 7.508 kWh/leto

7.508 kWh/leto × 0,39 = 2.928 kWh/leto

Emisijski bon: 79,95 EUR/t

1 kWh: 0,5 kgCO₂

$$2.928 \text{ kWh} \times 0,5 \text{ kgCO}_2/\text{kWh} = 1,464 \text{ kgCO}_2$$

$$1,464 \text{ tCO}_2/\text{leto} \times 79,95 \text{ EUR/t} = 116,46 \text{ EUR/leto}$$

Po zgornjem izračunu vidimo, da v našem gospodinjstvu iz naslova porabe elektrike, ki ne prihaja iz obnovljivega vira, proizvedemo povprečno 1.464 CO₂/leto ton CO₂ v enem letu. To pomeni da v enem letu privarčujemo 116,46 EUR.

»Veliki in kompleksni projekti zahtevajo vrednotenje z vidika investitorja in tudi z vidika družbe. Pogosto so namreč posamezni učinki pomembnejši za družbo kot za poslovni sistem. Analiza, ki tako vrednotenje omogoča, je analiza družbenih stroškov in koristi, v tuji literaturi poznana pod *Cost-Benefit* analiza. Metoda temelji

na ugotovitvi, da proizvodni sistem ali katerikoli drugi večji projekt, lahko zagotavlja družbene koristi, torej širše koristi od koristi sistema, kot tudi, da vsi stroški in naložbe projekta niso le neposredni stroški, ki jih mora kriti poslovni sistem, temveč tudi stroški družbe» (Papler, 2013).

7.3.1 Enostavna doba vračanja sredstev pri družbenem denarnem toku

Enostavno dobo vračanja sredstev iz družbenega vidika, kjer upoštevamo tudi prihranek, pri izpustu CO₂, računamo v sedmem letu delovanja elektrarne, kjer bi bil predviden prihranek 584,38 EUR na leto in predviden odhodek 100 EUR na leto.

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So} = \frac{2.490 \text{ EUR}}{484,38 \text{ EUR}} = 5,14 \text{ let}$$

Kjer je:

N – 2.490,00 EUR – naložba (EUR)

Sd – 584,38 EUR – skupni donosi projekta (EUR)

So – 100,00 EUR – skupni odhodek

Enostavna doba vračanja sredstev kaže, da sem nam investicija po tem izračunu povrne v 5,14 letih.

7.3.2 Sedanja vrednost projekta pri družbenem denarnem toku

Računamo sedanjo vrednost projekta pri družbenem denarnem toku, kjer upoštevamo prihranek CO₂.

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^{i=15} \frac{(3.431,49)}{(1+r)^i} = 3.431,49 \text{ EUR}$$

Kjer je:

Sd – 7.150,56 EUR – skupni donosi projekta (EUR)

So – 3.719,08 EUR – skupni odhodki projekta (EUR)

r – 2,6 % – diskontna stopnja (%)

i – 15 let – število obdobj v življenjski dobi projekta

ČASOVNA OBDOBJA		SKUPNI DONOSI SD BREZ DISKON TIRANJ A	SKUPNI ODHODKI SO BREZ DISKONTIRAN JA	DISKONT NA STOPNJA R = 2,6 %	DISKONT NI FAKTOR $\frac{1}{(1+r)^n}$	Skupni donos Sd pri 2,6 % diskont. faktorju	SKUPNI ODHODKI SO PRI 2,6 % DISKONTNE M FAKTORJU
i	Leto			(1+r)i			
0	2024	0,00	2.490,00	1	1	0,00	2.490,00
1	2025	614,24	100,00	1,03	0,97	598,67	97,47
2	2026	609,26	100,00	1,05	0,95	578,77	95,00
3	2027	604,29	100,00	1,08	0,93	559,50	92,59
4	2028	599,26	100,00	1,11	0,90	540,79	90,24
5	2029	594,34	100,00	1,14	0,88	522,75	87,96
6	2030	589,36	100,00	1,17	0,86	505,24	85,73
7	2031	584,38	100,00	1,20	0,84	488,27	83,55
8	2032	579,41	100,00	1,23	0,81	471,85	81,44
9	2033	574,43	100,00	1,26	0,79	455,94	79,37
10	2034	569,46	100,00	1,29	0,77	440,54	77,36
11	2035	564,48	100,00	1,33	0,75	425,63	75,40
12	2036	559,50	100,00	1,36	0,73	411,18	73,49
13	2037	554,53	100,00	1,40	0,72	397,20	71,63
14	2038	549,55	100,00	1,43	0,70	383,66	69,81
15	2039	544,58	100,00	1,47	0,68	370,55	68,04
Skupaj		8.691,0 7	3.990,00			7.150,56	3.719,08
SV						Sd - So =	3431,49

*Tabela 24: Sedanja vrednost projekta pri družbenem denarnem toku
(Lastni vir)*

Sedanja vrednost projekta pri družbenem denarnem toku je večja za 41,8 odstotnih točk, kot pri izračunu, kjer prihranka CO₂ nismo upoštevali.

7.3.3 Interna stopnja donosnosti pri družbenem denarnem toku

Računamo interno stopnjo donosnosti pri družbenem denarnem toku, kjer upoštevamo družbene koristi investicije v povečanje sončne elektrarne.

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} = 18 + (19 - 18) \cdot \frac{22,14 \text{ EUR}}{22,14 \text{ EUR} - (-81,45 \text{ EUR})} = 18,21 \%$$

Kjer je:

r_p – 18 % – diskontna stopnja pri pozitivnem NSD (%)

r_n – 19 % – diskontna stopnja pri negativnem NSD (%)

NSD_p – 22,14 EUR – pozitivni neto skupni donos (EUR)*

NSD_n – 81,45 EUR – negativni neto skupni donos (EUR)*

*Opomba: Natančne vrednosti so prikazane v prilogah naloge (tabela 35).

Interna stopnja donosnosti družbenega denarnega toka je 18,21 %, kar pomeni, da nam naložba prinaša dobiček – realne prihodke.

7.3.4 Kazalnik ekonomičnosti pri družbenem denarnem toku

Računamo kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti pri družbenem denarnem toku, kjer upoštevamo prihranek pri izpustih CO₂.

$$E = \frac{S_d}{S_o} = \frac{7.150,56 \text{ EUR}}{3.719,08 \text{ EUR}} = 1,92 \text{ let}$$

Kjer je:

S_d – 7.150,56 EUR – skupni donosi projekta (EUR)

S_o – 3.719,08 EUR – skupni odhodki projekta (EUR)

Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti naložbe iz stališča družbe in okolja je 1,92 leta.

7.3.5 Kazalnik donosnosti naložbe pri družbenem denarnem toku

Računamo kazalnik donosnosti naložbe pri družbenem denarnem toku, kjer upoštevamo prihranek pri izpustih CO₂.

$$D = \frac{S_d - S_o}{N} \cdot 100(\%) = \frac{3.431,48 \text{ EUR}}{2.490,00 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 137,8 \%$$

Kjer je:

S_d – 7.150,56 EUR – skupni donosi projekta (EUR)

S_o – 3.719,08 EUR – skupni odhodki projekta (EUR)

N – 2.490,00 EUR – naložba (EUR)

Kazalnik donosnosti naložbe pri družbenem denarnem toku je 137,8 %.

7.3.6 Kazalnik donosnosti vseh odhodkov pri družbenem denarnem toku

Računamo kazalnik donosnosti odhodkov pri družbenem denarnem toku, kjer upoštevamo prihranek pri izpustih CO₂.

$$Do = \frac{S_d - S_o}{S_o} \cdot 100(\%) = \frac{3.431,48 \text{ EUR}}{3.719,08 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 92,2 \%$$

Kjer je:

$S_d = 7.150,56 \text{ EUR}$ - skupni donosi projekta (EUR)

$S_o = 3.719,08 \text{ EUR}$ - skupni odhodki projekta (EUR)

Kazalnik donosnosti odhodkov pri družbenem denarnem toku je 92 %.

7.4 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

Tabela 25: Primerjalna analiza ekonomskih metod in kazalnikov
(Lastni vir)

Na tabeli 25 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 pa se spreminjajo.

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

*Tabela 26: Primerjava kazalnikov ob podražitvi
(Lastni vir)*

Če primerjamo ekonomske metode in merilnike v normalnem stanju s stanjem, kjer je tveganje podražitve 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.

Ko primerjamo ekonomske kazalnike in metode s izračuni, kjer upoštevamo prihranek CO₂, opazimo, da se naša naložba ekonomsko najbolj izplača ravno z družbenega stališča. Investicija se nam povrne skoraj še enkrat hitreje, ostali kazalniki pa so v povprečju kar za 46,8 odstotnih točk boljši kot ekonomski kazalniki in metode v normalnem stanju (tabela 27).

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

*Tabela 27: Primerjava kazalnikov CBA
(Lastni vir)*

8 DISKUSIJA

Po končanem pregledu energetskega knjigovodstva smo ugotovili, da se je poraba elektrike v letu 2023 glede na leto 2022 povečala za 28,6 %. To lahko pripišemo večjemu številu porabnikov v gospodinjstvu in tudi sanaciji objekta po poplavi.

Glede delovanja MSE na podlagi podatkov o obratovalnih urah ugotavljamo, da elektrarna deluje pod slovenskim povprečjem. Leta 2021 smo proizvedli 44 % manj, kot je slovensko povprečje, leta 2022 15 % manj, leta 2023 pa 20 % manj, kar pripisujemo predvsem neugodni legi strehe, ki je obrnjena na jugovzhod, za leto 2021 pa tudi temu, da je elektrarna obratovala le 9 mesecev, ker je bila priklopljena šele v aprilu 2021.

Po podrobni analizi različnih vremenskih vplivov smo ugotovili, da so v medsebojni povezavi s proizvodnjo MSE. Ugotavljamo, da je bilo leta 2022 več sončnega obsevanja kot leta 2023, leta 2023 pa več oblačnosti kot leta 2022, zato je tudi proizvodnja v letu 2022 boljša kot v letu 2023.

Redno spremljanje porabe in proizvodnje električne energije v našem gospodinjstvu bo sigurno vodilo v večje prihranke in bolj trajnostno porabo energije.

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. Za zadovoljitev preostalih 39 % potrebujemo dodatnih 2,1 kW močno elektrarno.

Elektrarna v velikosti 2,1 kW bi zahtevala začetno investicijo v višini 2.490 EUR. Z naložbo v povečanje elektrarne bi prihranili 547,60 EUR na leto. Za vzdrževanje in zavarovanje elektrarne računamo 100 EUR letnega stroška. Predvidevamo, da bo ob vse bolj intenzivnih vremenskih dogodkih premija za zavarovanje zrasla za 30 %, kar predstavlja dejavnik tveganja v naši naložbi.

Ob strošku investicije 2.490 EUR ugotovimo, da se nam zaradi prihranjenega stroška pri položnici za elektriko investicija povrne med šestim in sedmim letom, ob podražitvi cene za zavarovanje za 30 % pa v sedmih do osmih letih. S stališča družbe se nam investicija povrne med petim in šestim letom.

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 dala rezultate, kjer lahko vidimo, da je naložba uspešna tako v normalnem stanju kot ob upoštevanju tveganja podražitve cene zavarovanja. Tudi s stališča družbe se nam investicija relativno hitro povrne in nam potem prinaša prihranke. V normalnem stanju se nam naložba povrne v 6,78 letih, ob upoštevanju tveganja v 7,06 letih, s stališča družbe pa v 5,14 letih.

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, kar ponovno kaže na uspešnost naložbe v vseh treh scenarijih. s 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, kar pomeni, da bomo 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, z 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, z 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, kar 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, kar

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.

9 ZAKLJUČEK

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.

Elektrarna take velikosti bi pomenila investicijo 2.490 EUR. Po analizi upravičenosti naložbe v povečanje elektrarne ugotavljamo, da je naložba v različnih scenarijih upravičena. Skupni, realni in denarni tok izkazujejo, da je naložba likvidna za investitorja, ob tveganjih in z družbenega vidika. Ekonomske metode in kazalniki izkazujejo rezultate, ki upravičujejo smiselnost naložbe v stanju, kot je danes, ob upoštevanju tveganj in tudi iz stališča družbe.

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, ali 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.

S 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.

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

10 LITERATURA IN VIRI

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/podnebn_e_razmere_v_sloveniji_71_00.pdf

Bizjak, F. (2008). *Osnove ekonomike podjetja za inženirje*. Nova Gorica: Založba Univerze v Novi Gorici.

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>

European environment agency. (2024). *Greenhouse gas emmision intensity*. Pridobljeno dne 13. 3. 2024 z naslova <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>

Everett, B., Boyle, G., Peak, S., & Ramage, J. (2012). *Energy Systems and sustainability*. Oxford: Oxford University Press.

GEN-I. (2024). *Redni cenik električne energije za gospodinjske odjemalce*. Pridobljeno dne 21. 3. 2024 z naslova <https://gen-i.si/dom/elektricna-energija/ceniki-in-akcije/redni-cenik-elektricne-energije-za-gospodinjske-odjemalce/>

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>

Houghton, J. T. (2004). *Global warming*. Cambridge: Cambridge university press.

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/>

Lenardič, D. (2012). *Fotonapetostni sistemi*. Ljubljana: Agencija poti d.o.o.

Ministrstvo za infrastrukturo in prostor. (2014). *Energetski zakon (EZ-1)*. Pridobljeno dne 30. 3. 2024 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO6665>

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>

Papler, D. (2012). *Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov*. Ljubljana: Energetika marketing

Papler, D. (2013). *Osnove uporabe lesene biomase*. Logatec: Energetika marketing d.o.o.

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>

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>

Plante, R. H. (2014). *Solar energy, photovoltaics and domestic hot water*. Waltham: Elsevier.

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-depozite>

PRILOGE

Priloga 1: Skupni denarni tok

Stanje	Leto	Skupni donos (1+2+3) (EUR)	Skupni prihodek (EUR)	Skupni odhodki (EUR)	Zavarovanje (EUR)	Letni stroški vzdrževanj (EUR)	Neto skupni donos (EUR)	Kumulativni skupni donos (EUR)
Skupaj		6.941,47	6.941,47	1.500,00	750,00	750,00	5.441,47	
0	2024	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	2025	497,60	497,60	100,00	50,00	50,00	397,60	397,60
2	2026	492,62	492,62	100,00	50,00	50,00	392,62	790,22
3	2027	487,65	487,65	100,00	50,00	50,00	387,65	1.177,87
4	2028	482,67	482,62	100,00	50,00	50,00	382,67	1.560,54
5	2029	477,70	477,70	100,00	50,00	50,00	377,70	1.938,24
6	2030	472,72	472,72	100,00	50,00	50,00	372,72	2.310,96
7	2031	467,74	467,74	100,00	50,00	50,00	367,74	2.678,70
8	2032	462,77	462,77	100,00	50,00	50,00	362,77	3.041,47
9	2033	457,79	457,79	100,00	50,00	50,00	357,79	3.399,26
10	2034	452,82	452,82	100,00	50,00	50,00	352,82	3.752,08
11	2035	447,84	447,84	100,00	50,00	50,00	347,84	4.099,92
12	2036	442,86	442,86	100,00	50,00	50,00	342,86	4.442,78
13	2037	437,89	437,89	100,00	50,00	50,00	337,89	4.780,67
14	2038	432,91	432,91	100,00	50,00	50,00	332,91	5.113,58
15	2039	427,94	427,94	100,00	50,00	50,00	327,94	5.441,52

*Tabela 28: Skupni denarni tok
(Lastni vir)*

Priloga 2: Realni denarni tok

Stanje	Leto	Skupni donos (EUR)	Skupni prihodek (EUR)	Skupni odhodki (EUR)	Naložbe v osnovna sredstva (EUR)	Zavarovanje (EUR)	Letni stroški vzdrževanj (EUR)	Neto skupni donos (EUR)	Kumulativni skupni donos (EUR)
Skupaj		6.941,47	6.941,47	3.990,00	2.490,00	750,00	750,00	2.951,47	
0	2024	0,00	0,00	2.490,00	2.490,00	0,00	0,00	- 2.490,00	-2.490,00
1	2025	497,60	497,60	100,00	0,00	50,00	50,00	397,60	-2.092,40
2	2026	492,62	492,62	100,00	0,00	50,00	50,00	392,62	-1.699,78
3	2027	487,65	487,65	100,00	0,00	50,00	50,00	387,65	-1.312,13
4	2028	482,62	482,62	100,00	0,00	50,00	50,00	382,62	-929,51
5	2029	477,70	477,70	100,00	0,00	50,00	50,00	377,70	-551,81
6	2030	472,72	472,72	100,00	0,00	50,00	50,00	372,72	-179,09
7	2031	467,74	467,74	100,00	0,00	50,00	50,00	367,74	188,65
8	2032	462,77	462,77	100,00	0,00	50,00	50,00	362,77	551,42
9	2033	457,79	457,79	100,00	0,00	50,00	50,00	357,79	909,21
10	2034	452,82	452,82	100,00	0,00	50,00	50,00	352,82	1.262,03
11	2035	447,84	447,84	100,00	0,00	50,00	50,00	347,84	1.609,87
12	2036	442,86	442,86	100,00	0,00	50,00	50,00	342,86	1.952,73
13	2037	437,89	437,89	100,00	0,00	50,00	50,00	337,89	2.290,62
14	2038	432,91	432,91	100,00	0,00	50,00	50,00	332,91	2.623,53
15	2039	427,94	427,94	100,00	0,00	50,00	50,00	327,94	2.951,47

Tabela 29: Realni denarni tok
(Lastni vir)

Priloga 3: Družbeni denarni tok

Stanje	Leto	Skupni donos (1+2) (EUR)	Skupni prihodek (EUR)	Prihranek na račun emisij (EUR)	Skupni odhodki (EUR)	Naložbe v osnovna sredstva (EUR)	Zavarovanje (EUR)	Letni stroški vzdrževanj (EUR)	Neto skupni donos (EUR)	Kumulativni skupni donos (EUR)
Skupaj		8.574,43	6.941,47	1.632,96	3.940,00	2.490,00	750,00	700,00	4.634,43	
0	2024	0,00	0,00	0,00	2.490,00	2.490,00	0,00	0,00	-2.490,00	-2.490,00
1	2025	614,24	497,60	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	514,24	-1.975,76
2	2026	609,26	492,62	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	509,26	-1.466,50
3	2027	604,29	487,65	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	504,29	-962,21
4	2028	599,26	482,62	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	499,26	-462,95
5	2029	594,34	477,70	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	494,34	31,39
6	2030	589,36	472,72	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	489,36	520,75
7	2031	584,38	467,74	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	484,38	1.005,13
8	2032	579,41	462,77	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	479,41	1.484,54
9	2033	574,43	457,79	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	474,43	1.958,97
10	2034	569,46	452,82	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	469,46	2.428,43
11	2035	564,48	447,84	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	464,48	2.892,91
12	2036	559,50	442,86	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	459,50	3.352,41
13	2037	554,53	437,89	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	454,53	3.806,94
14	2038	549,55	432,91	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	449,55	4.256,49
15	2039	544,58	427,94	116,64	100,00	0,00	50,00	50,00	444,58	4.701,07

Tabela 30: Družbeni denarni tok
(Lastni vir)

Priloga 4: Skupni denarni tok ob tveganjih

Stanje	Leto	Skupni donos (1+2+3) (EUR)	Skupni prihodek razlika cene energenta (EUR)	Skupna sredstva (EUR)	Lastna sredstva (EUR)	Skupni odhodki (EUR)	Zavarovanje (EUR)	Letni stroški vzdrževanj (EUR)	Neto skupni donos (EUR)	Kumulativni skupni donos (EUR)
Skupaj		9.431,47	6.941,47	2.490,00	2.490,00	4.215,00	975,00	750,00	5.216,47	
0	2024	2.490,00	0,00	2.490,00	2.490,00	2.490,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	2025	497,60	497,60	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	382,60	382,60
2	2026	492,62	492,62	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	377,62	760,22
3	2027	487,65	487,65	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	372,65	1.132,87
4	2028	482,62	482,62	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	367,62	1.500,49
5	2029	477,70	477,70	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	362,70	1.863,19
6	2030	472,72	472,72	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	357,72	2.220,91
7	2031	467,74	467,74	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	352,74	2.573,65
8	2032	462,77	462,77	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	347,77	2.921,42
9	2033	457,79	457,79	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	342,79	3.264,21
10	2034	452,82	452,82	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	337,82	3.602,03
11	2035	447,84	447,84	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	332,84	3.934,87
12	2036	442,86	442,86	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	327,86	4.262,73
13	2037	437,89	437,89	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	322,89	4.585,62
14	2038	432,91	432,91	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	317,91	4.903,53
15	2039	427,94	427,94	0,00	0,00	115,00	65,00	50,00	312,94	5.216,47

*Tabela 31: Skupni denarni tok ob tveganjih
(Lastni vir)*

Priloga 5: Realni denarni tok pri tveganjih

Stanje	Leto	Skupni donos (1+2) (EUR)	Skupni prihodek (EUR)	Skupni odhodki (EUR)	Naložbe v osnovna sredstva (EUR)	Zavarovanje (EUR)	Letni stroški vzdrževanja (EUR)	Neto skupni donos (EUR)	Kumulativni skupni donos (EUR)
Skupaj		6.941,47	6.941,47	4.215,00	2.490,00	975,00	750,00	2.726,47	
0	2024	0,00	0,00	2.490,00	2.490,00	0,00	0,00	-2.490,00	-2.490,00
1	2025	497,60	497,60	115,00	0,00	65,00	50,00	382,60	-2.107,40
2	2026	492,62	492,62	115,00	0,00	65,00	50,00	377,62	-1.729,78
3	2027	487,65	487,65	115,00	0,00	65,00	50,00	372,65	-1.357,13
4	2028	482,62	482,62	115,00	0,00	65,00	50,00	367,62	-989,51
5	2029	477,70	477,70	115,00	0,00	65,00	50,00	362,70	-626,81
6	2030	472,72	472,72	115,00	0,00	65,00	50,00	357,72	-269,09
7	2031	467,74	467,74	115,00	0,00	65,00	50,00	352,74	83,65
8	2032	462,77	462,77	115,00	0,00	65,00	50,00	347,77	431,42
9	2033	457,79	457,79	115,00	0,00	65,00	50,00	342,79	774,21
10	2034	452,82	452,82	115,00	0,00	65,00	50,00	337,82	1.112,03
11	2035	447,84	447,84	115,00	0,00	65,00	50,00	332,84	1.444,87
12	2036	442,86	442,86	115,00	0,00	65,00	50,00	327,86	1.772,73
13	2037	437,89	437,89	115,00	0,00	65,00	50,00	322,89	2.095,62
14	2038	432,91	432,91	115,00	0,00	65,00	50,00	317,91	2.413,53
15	2039	427,94	427,94	115,00	0,00	65,00	50,00	312,94	2.726,47

Tabela 32: Realni denarni tok pri tveganjih
(Lastni vir)

Priloga 6: Interna stopnja donosnosti

Časovna obdobja	Diskontna stopnja r = 12 % (EUR)	Diskontni faktor (EUR)	Skupni donos Sd pri 12 % diskont. Faktorju (EUR)	Skupni odhodki So pri 12 % diskont. Faktorju (EUR)	Diskontna stopnja r = 13 % (EUR)	Diskontni faktor (EUR)	Skupni donos Sd pri 13 % diskont. Faktorju (EUR)	Skupni odhodki So pri 13 % diskont. Faktorju (EUR)
0 2024	1	1	0,00	2.490,00	1	1	0,00	2.490,00
1 2025	1,12	0,89	444,29	89,29	1,13	0,88	440,35	88,50
2 2026	1,25	0,80	392,71	79,72	1,28	0,78	385,79	78,31
3 2027	1,40	0,71	347,10	71,18	1,44	0,69	337,97	69,31
4 2028	1,57	0,64	306,71	63,55	1,63	0,61	296,00	61,33
5 2029	1,76	0,57	271,06	56,74	1,84	0,54	259,28	54,28
6 2030	1,97	0,51	239,49	50,66	2,08	0,48	227,06	48,03
7 2031	2,21	0,45	211,58	45,23	2,35	0,43	198,82	42,51
8 2032	2,48	0,40	186,91	40,39	2,66	0,38	174,08	37,62
9 2033	2,77	0,36	165,08	36,06	3,00	0,33	152,39	33,29
10 2034	3,11	0,32	145,80	32,20	3,39	0,29	133,40	29,46
11 2035	3,48	0,29	128,74	28,75	3,84	0,26	116,75	26,07
12 2036	3,90	0,26	113,67	25,67	4,33	0,23	102,17	23,07
13 2037	4,36	0,23	100,35	22,92	4,90	0,20	89,40	20,42
14 2038	4,89	0,20	88,58	20,46	5,53	0,18	78,22	18,07
15 2039	5,47	0,18	78,18	18,27	6,25	0,16	68,42	15,99
Skupaj			3.220,27	3.171,09			3.060,09	3.136,24
	NSDp		Sd - So =	49,18	NSDn		Sd - So =	-76,15

*Tabela 33: Interna stopnja donosnosti
(Lastni vir)*

Priloga 7: Interna stopnja donosnosti pri tveganjih

Časovna obdobja	Diskont. Stopnja $r = 11\%$ (EUR)	Diskontni faktor (EUR)	Skupni donos Sd pri 11 % diskont. Faktorju (EUR)	Skupni odhodki So pri 11 % diskont. Faktorju (EUR)	Diskont. Stopnja $r = 12\%$ (EUR)	Diskontni faktor (EUR)	Skupni donos Sd pri 12 % diskont. Faktorju (EUR)	Skupni odhodki So pri 12 % diskont. Faktorju (EUR)
0 2024	1	1	0,00	2.490,00	1	1	0,00	2.490,00
1 2025	1,11	0,90	448,29	103,60	1,12	0,89	444,29	102,68
2 2026	1,23	0,81	399,82	93,34	1,25	0,80	392,71	91,68
3 2027	1,37	0,73	356,57	84,09	1,40	0,71	347,10	81,85
4 2028	1,52	0,66	317,92	75,75	1,57	0,64	306,71	73,08
5 2029	1,69	0,59	283,49	68,25	1,76	0,57	271,06	65,25
6 2030	1,87	0,53	252,74	61,48	1,97	0,51	239,49	58,26
7 2031	2,08	0,48	225,29	55,39	2,21	0,45	211,58	52,02
8 2032	2,30	0,43	200,81	49,90	2,48	0,40	186,91	46,45
9 2033	2,56	0,39	178,96	44,96	2,77	0,36	165,08	41,47
10 2034	2,84	0,35	159,48	40,50	3,11	0,32	145,80	37,03
11 2035	3,15	0,32	142,09	36,49	3,48	0,29	128,74	33,06
12 2036	3,50	0,29	126,59	32,87	3,90	0,26	113,67	29,52
13 2037	3,88	0,26	112,76	29,61	4,36	0,23	100,35	26,36
14 2038	4,31	0,23	100,43	26,68	4,89	0,20	88,58	23,53
15 2039	4,78	0,21	89,44	24,04	5,47	0,18	78,18	21,01
Skupaj			3.394,67	3.316,95			3.220,27	3.273,25
		NSDp	Sd – So =	77,72		NSDn	Sd – So =	-52,98

Tabela 34: Interna stopnja donosnosti pri tveganjih
(Lastni vir)

Priloga 8: Interna stopnja donosnosti pri družbenem denarnem toku

Časovna obdobja	Diskontna stopnja $r = 18\%$ (EUR)	Diskontni faktor (EUR)	Skupni donos Sd pri 18 % diskont. Faktorju (EUR)	Skupni odhodki So pri 18 % diskont. Faktorju (EUR)	Diskontna stopnja $r = 19\%$ (EUR)	Diskontni faktor (EUR)	Skupni donos Sd pri 19 % diskont. Faktorju (EUR)	Skupni odhodki So pri 19 % diskont. Faktorju (EUR)	
0	2024	1	1	0,00	2.490,00	1	1	0,00	2.490,00
1	2025	1,18	0,85	520,54	84,75	1,19	0,84	516,17	84,03
2	2026	1,39	0,72	437,56	71,82	1,42	0,71	430,24	70,62
3	2027	1,64	0,61	367,79	60,86	1,69	0,59	358,60	59,34
4	2028	1,94	0,52	309,09	51,58	2,01	0,50	298,83	49,87
5	2029	2,29	0,44	259,79	43,71	2,39	0,42	249,06	41,90
6	2030	2,70	0,37	218,32	37,04	2,84	0,35	207,54	35,21
7	2031	3,19	0,31	183,45	31,39	3,38	0,30	172,93	29,59
8	2032	3,76	0,27	154,15	26,60	4,02	0,25	144,08	24,87
9	2033	4,44	0,23	129,51	22,55	4,79	0,21	120,04	20,90
10	2034	5,23	0,19	108,80	19,11	5,69	0,18	100,00	17,56
11	2035	6,18	0,16	91,40	16,19	6,78	0,15	83,30	14,76
12	2036	7,29	0,14	76,77	13,72	8,06	0,12	69,38	12,40
13	2037	8,60	0,12	64,49	11,63	9,60	0,10	57,78	10,42
14	2038	10,15	0,10	54,16	9,85	11,42	0,09	48,12	8,76
15	2039	11,97	0,08	45,48	8,35	13,59	0,07	40,07	7,36
Skupaj				3.021,30	2.999,16			2.896,13	2.977,59
			NSDp	Sd - So =	22,14	NSDn	Sd - So =	-81,45	

Tabela 35: Interna stopnja donosnosti pri družbenem denarnem toku
(Lastni vir)