



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Elektroenergetika
Modul: Ekonomika in menedžment podjetij

**PRIMERJAVA DVEH LOKACIJ
POSTAVITVE MIKRO VETRNE
ELEKTRARNE ZA SAMOOSKRBO**

Mentor: mag. Gorazd Ažman, univ. dipl. inž. elekt.
Lektorica: Irena Žunko, prof. slov.

Kandidat: Blaž Sirk

Mamolj, december 2023

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Gorazdu Ažmanu za sodelovanje, mentorstvo in nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorici Ireni Žunko, ki je moje diplomsko delo jezikovno in slovnično pregledala.

Zahvaljujem se sodelavcem na Elektro Ljubljana d. d., DE Ljubljana mesto za nasvete in informacije, ki so mi jih predali v sklopu izdelave diplomskega dela. Hkrati se zahvaljujem tudi vodstvu podjetja Elektro Ljubljana d. d., ki je finančno podprlo moje šolanje.

Posebej se zahvaljujem očetu in mami za moralno podporo skozi celoten postopek izdelave tega diplomskega dela.

IZJAVA

Študent Blaž Sirk izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Gorazda Ažmana.

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

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

V diplomskem delu obravnavamo primerjavo dveh potencialnih lokacij za postavitev mikro vetrne elektrarne v krajih Mamolj in Dolnje Retje.

V prvih poglavjih smo predstavili nastanek vetrov, izkoriščanje vetrne energije in vetrne elektrarne, njihove tipe in načine izvedbe. Opisali smo obe lokaciji in njun vetrni potencial. Izvedli smo analizo vetrovnih razmer na posamezni lokaciji, ki smo jo v nadaljevanju uporabili pri izdelavi ekonomske analize. Nadalje smo predstavili še mikro vetrno turbino, ki smo jo uporabili v diplomskem delu.

V zadnjih poglavjih diplomskega dela smo z ovrednotenjem investicije, prikazom stroškov, prihodkov in poslovnega izida izdelali ekonomsko analizo investicije na izbranih lokacijah. Za eno izmed lokacij smo tudi ocenili tveganja in negotovosti na primeru zvišanja začetnih in obratovalnih stroškov ter zmanjšanja količine proizvedene električne energije.

KLJUČNE BESEDE

- vetrna energija
- mikro vetrna elektrarna
- analiza proizvodnje mikro vetrne elektrarne
- električna energija

ABSTRACT

In this thesis, we are comparing two potential locations for the installation of a micro wind turbine. We chose the villages of Mamolj and Dolnje Retje.

In the first chapters, we presented the formation of winds, the utilization of wind energy, wind turbines, their types and construction methods. We also described both locations and their wind potential. We conducted an analysis of the wind conditions at each location, which was later used in the economic analysis. Used wind turbine is also introduced.

In the final chapters of the thesis, we performed an economic analysis of the investment by evaluating using it's costs, revenues and business outcomes on the selected locations. For one of the location, we also assessed risk and uncertainties on base of the potential increase in initial and operating costs and a decrease in the quantity of generated electrical energy.

KEYWORDS

- wind energy
- small wind farm
- production analysis of a small wind farm
- electrical energy

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge	1
1.3	Predpostavke in omejitve	1
1.4	Metode dela	1
2	OPIS NALOŽBE V OVE	2
2.1	Nastanek vetrov	2
2.2	Energija vetra.....	3
2.3	Vetrne elektrarne.....	6
2.4	Mikro vetrne elektrarne.....	8
2.5	Samooskrba z mikro vetrnimi elektrarnami.....	9
3	IZBOR LOKACIJ IN OPREME	11
3.1	Slovenski vetrni potencial.....	11
3.2	Lokacija 1 – Mamolj	11
3.3	Lokacija 2 – Dolnje Retje.....	14
3.4	Izbira opreme MVE	17
4	Naložba v obnovljive vire energije	21
4.1	Finančna sredstva, stroški in amortizacija	21
4.2	Individualna diskontna stopnja	22
4.3	Prihodki.....	22
4.4	Predvideni poslovni izid.....	25
5	OCENA UČINKOV NALOŽBE V OVE	27
5.1	Skupni denarni tok	27
5.2	Realni denarni tok	32
5.3	Metoda sedanje vrednosti naložbe	38
5.4	Metoda interne stopnje donosnosti.....	40
5.5	Ocena tveganj in negotovosti	42
5.6	Analiza SWOT	44
5.7	Kazalniki učinkovitosti in uspešnosti.....	44
5.7.1	Doba vračanja naložbe	44
5.7.2	Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti	45
5.7.3	Kazalnik donosnosti ali rentabilnosti naložbe	46
5.7.4	Kazalnik donosnosti odhodkov	46
5.8	Primerjalna analiza metod in kazalnikov.....	47
6	ZAKLJUČKI.....	48
7	LITERATURA IN VIRI	49

KAZALO SLIK

Slika 1: Nastanek vetra	2
Slika 2: Prikaz planetarnih vetrov	3
Slika 3: Splošni graf odvisnosti koeficienta moči od hitrosti vetra.....	4
Slika 4: Standardni razredi in dolžine hrapavosti	5
Slika 5: Osnovni konfiguraciji vetrnih turbin	6
Slika 6: Sestavni deli turbine vetrne elektrarne	6
Slika 7: Rast inštalirane moči vetrnih elektrarn na svetovni ravni.....	7
Slika 8: Sestavni deli MVE z direktnim prenosom.....	8
Slika 9: Samooskrba hiše, ki ni priključena v javno električno omrežje	9
Slika 10: Samooskrba hiše s predajo viškov električne energije v javno distribucijsko omrežje	10
Slika 11: Priključna shema PS.3A	10
Slika 12: Grafični prikaz povprečnih letnih hitrosti vetra 10 m nad tlemi v obdobju 1994–2001	11
Slika 13: Satelitski prikaz lokacije 1	12
Slika 14: Vetrna roža Limovce.....	14
Slika 15: Satelitski prikaz lokacije 2	15
Slika 16: Vetrna roža Velike Lašče	16
Slika 17: Vetrna turbina Antaris 5,5 kW	18
Slika 18: Skupni denarni tok Mamolj.....	29
Slika 19: Skupni denarni tok Dolnje Retje.....	32
Slika 20: Realni denarni tok Mamolj	35
Slika 21: Realni denarni tok Dolnje Retje.....	37
Slika 22: ISD Mamolj – 10-% zvišanje stroškov	42
Slika 23: ISD Mamolj – 10-% zmanjšanje proizvodnje	43

KAZALO TABEL

Tabela 1: Povprečna hitrost vetra Limovce.....	13
Tabela 2: Analiza smeri vetra Limovce	13
Tabela 3: Povprečna hitrost vetra Velike Lašče.....	15
Tabela 4: Analiza smeri vetra Velike Lašče	16
Tabela 5: Letna proizvodnja električne energije turbine Antaris 5,5 kW	19
Tabela 6: Numerična karakteristika turbine Antaris 5,5 kW.....	20
Tabela 7: Sestava začetne investicije.....	21
Tabela 8: Individualna diskontna stopnja.....	22
Tabela 9: Prihodki iz naslova električne energije na lokaciji Mamolj	23

Tabela 10: Prihodki iz naslova električne energije na lokaciji Dolnje Retje	23
Tabela 11: Prihodki iz naslova omrežnine na lokaciji Mamolj	24
Tabela 12: Prihodki iz naslova omrežnine na lokaciji Dolnje Retje.....	24
Tabela 13: Finančni rezultat Mamolj.....	25
Tabela 14: Finančni rezultat Dolnje Retje	26
Tabela 15: Skupni denarni tok Mamolj.....	29
Tabela 16: Skupni denarni tok Dolnje Retje.....	31
Tabela 17: Realni denarni tok Mamolj	34
Tabela 18: Realni denarni tok Dolnje Retje	37
Tabela 19: Metoda sedanje vrednosti Mamolj (v €)	39
Tabela 20: Metoda sedanje vrednosti Dolnje Retje (v €)	40
Tabela 21: ISD Mamolj.....	41
Tabela 22: Analiza SWOT investicije.....	44
Tabela 23: Primerjava metod in kazalnikov	47

KRATICE IN AKRONIMI

AC:	Izmenični tok
ARSO:	Agencija Republike Slovenije za okolje
CO ₂ :	Ogljikov dioksid
DC:	Enosmerni tok
DDV:	Davek na dodano vrednost
GW:	Gigavat
HAWT:	Vetrna turbina s horizontalno nameščeno osjo
IRENA:	Mednarodna agencija za obnovljive vire energije
kW:	Kilovat
MVE:	Mikro vetrna elektrarna
MW:	Megavat
OVE:	Obnovljivi viri energije
SONDSEE:	Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije
SURS:	Statistični urad Republike Slovenije
TWh:	Teravatne ure
V:	Volt
VAWT:	Vetrna turbina z vertikalno nameščeno osjo

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Celoten svet se sooča z učinki prekomernega pridobivanja energije iz neobnovljivih virov. Čedalje večji poudarek se namenja uporabi energije, pridobljene iz OVE, kamor spada tudi vetrna energija. Slovenija ima na področju pridobivanja električne energije iz vetrnih elektrarn še nekaj neizkoriščenega potenciala, predvsem na ravni mikro vetrnih elektrarn, priključenih po shemi za samooskrbo.

1.2 Cilji naloge

S tem diplomskim delom bomo izvedli ekonomsko analizo dveh lokacij postavitve MVE za samooskrbo. Lokaciji sta izbrani na podlagi želja dveh posameznih investitorjev, ki želita s takšno investicijo zmanjšati letne stroške za porabljeno električno energijo. Nobena od izbranih lokacij zaradi svojih posebnosti ne omogoča postavitve trenutno bolj pogostih malih sončnih elektrarn za samooskrbo.

1.3 Predpostavke in omejitve

Zaradi manjkajočih podatkov o hitrosti vetra na izbranih mikrolokacijah smo v delu uporabili povprečne mesečne vrednosti najbližjih samodejnih merilnih postaj ARSO. Pred morebitno izvedbo postavitve MVE bo treba izvesti celoletne podrobne meritve hitrosti vetra na izbranih lokacijah.

Za izračun ekonomskih kazalcev je med drugim uporabljena regulirana cena električne energije, določena z Uredbo o določitvi cene električne energije (Uradni list RS, št. 45/2023, 2023).

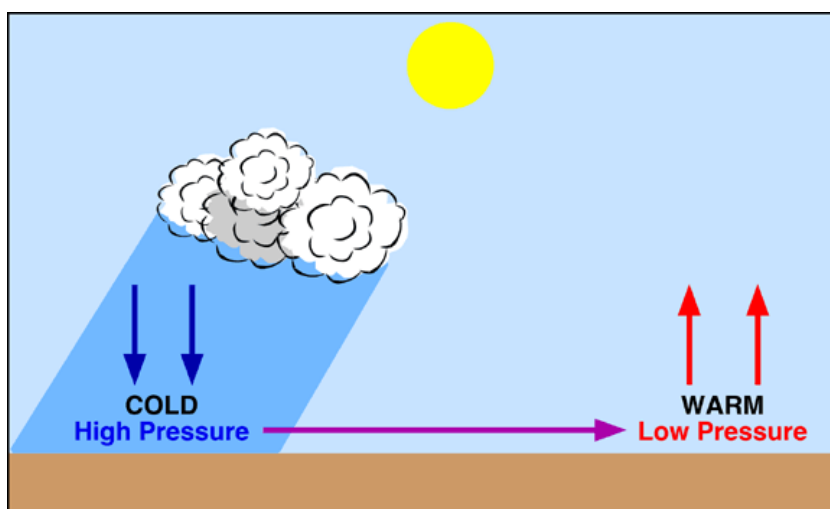
1.4 Metode dela

V teoretičnem delu diplomskega dela je uporabljena opisna metoda, saj smo opisali tako vetrne elektrarne kakor tudi predlagani način izvedbe postavitve obeh MVE. V drugem delu diplomskega dela smo izvedli analizo ekonomske upravičenosti izgradnje elektrarne z upoštevanjem predvidene proizvodnje za izbrani lokaciji, rednih stroškov obratovanja ter morebitnih prihrankov finančnih sredstev iz naslova viškov proizvedene električne energije. Analiza je predstavljena v obliki kazalnikov učinkovitosti in uspešnosti.

2 OPIS NALOŽBE V OVE

2.1 Nastanek vetrov

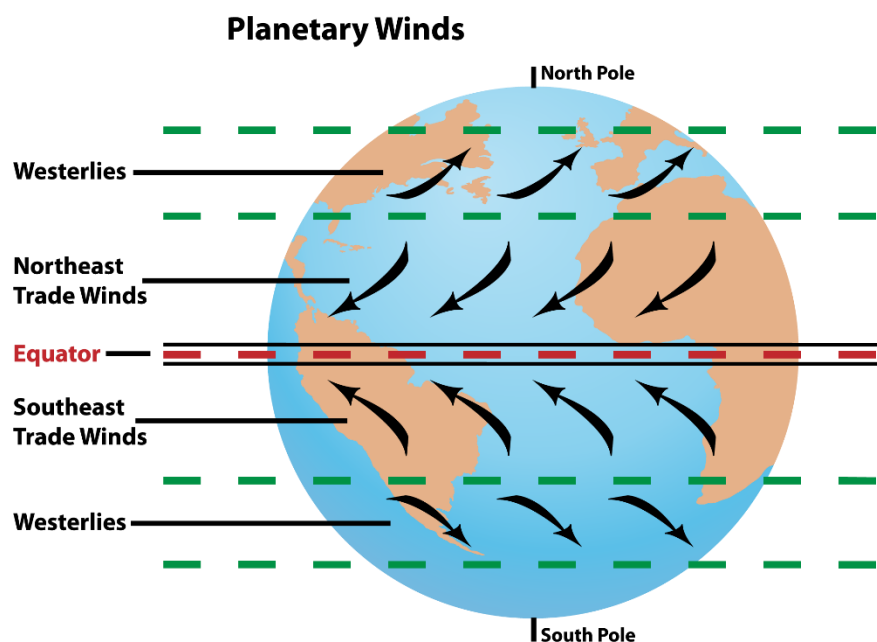
Veter ustvari delovanje sonca na zemeljsko površje, ki se zaradi različnih vplivov neenakomerno segreva. Ta površina na enak princip segreva zrak nad sabo, kar povzroči dvig ogrete zračne mase v zgornje plasti in hkrati spust hladnega zraka na to mesto. Ta izmenjava zračnih mas povzroči zračne tokove oz. veter (esvet.si, 2023).



Slika 1: Nastanek vetra

(Vir: bostjankop.eu, 19. 4. 2015)

Globalni vetrovi so posledica močnejšega segrevanja zemeljskega površja ob ekvatorju. Tropski zrak se začne dvigati v višje sloje atmosfere in posledično potuje proti obema poloma. Istočasno hladnejši zrak v zgornjih plasteh potuje proti ekvatorju. Na meji med zmernim in subtropskim pasom (približno 30° geografske širine) se večina tropskega zraka spusti in preusmeri nazaj v smeri ekvatorja. Preostanek nadaljuje svojo pot proti poloma. V bližini 60° geografske širine tropski zrak trči v polarne zračne mase, kar povzroči dvigovanje zračnih mas v troposfero. Glavnina mas se premakne proti 30° geografske širine, preostanek pa v smeri zemeljskih polov. Pri polih se spusti in ponovno začne krožiti (povzeto po Vetrnih Lapornik, 2016).



Slika 2: Prikaz planetarnih vetrov
(Vir: yaiclass.in, 2023)

2.2 Energija vetra

Energija vetra je vir za delovanje vsake vetrne elektrarne. Vetrna energija je čista in obnovljiva, ne oddaja CO₂ in z njeno uporabo ni nezaželenih odpadkov. Za proizvodnjo električne energije uporabljamo kinetično energijo, ki jo s pomočjo lopatic vetrne turbine pretvorimo v mehansko energijo. V naslednjem koraku s pomočjo generatorja mehansko energijo pretvorimo v električno, ki jo nato uporabimo v nadaljnje namene. Hitrost vetra narašča z dviganjem višine namestitve vetrne turbine. Na hitrost vetra vplivajo hrapavost terena, naravne, umetne ovire in ostale značilnosti terena, kjer jo merimo.

Proizvodnja električne energije se pri sodobnih vetrnih turbinah začne pri hitrosti vetra 2,5 m/s. Večina vetrnih turbin se zaradi varnosti samodejno ustavi pri hitrosti 25 m/s s postavitvijo lopatic v pokončni položaj ali zaustavljanjem z zavoro.

Energijo vetra izračunamo po naslednji enačbi (si.wikipedia.org, 2022):

$$W = \frac{m * v^2}{2},$$

W – energija vetra

m – masa zraka (kg)

v – hitrost vetra (m/s)

Moč vetra izračunamo z enačbo:

$$P = (\rho * A * v) \frac{v^2}{2}$$

Pretok zraka skozi površino turbine v [kg/s] je enak $\rho * A * v$,

P – moč vetra (W)

A – presek površine, skozi katero teče zračni tok (m^2)

ρ – gostota zraka (kg/m^3)

v – hitrost vetra (m/s)

Moč vetrne turbine je definirana kot razlika kinetične energije vetra pred in za vetrnico. Koeficient vetrnega izkoristka C_p je definiran kot delež vetrne energije, ki jo lahko s pomočjo vetrne turbine prejmemo iz vetra. Maksimalna vrednost izkoristka je 59 %, medtem ko lahko moderne turbine dosežejo vrednost C_p približno 0,42 oziroma 42-odstotni izkoristek vetra (si.wikipedia.org, 2022).

Na podlagi tega dobimo izraz za moč vetrne turbine:

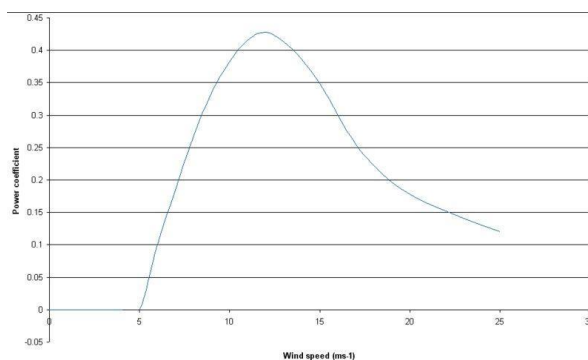
$$P = C_p * \frac{\rho * A * v^3}{2},$$

C_p – koeficient vetrnega izkoristka

A – presek površine, skozi katero teče zračni tok (m^2)

ρ – gostota zraka (kg/m^3)

Moč vetra ni popolnoma sorazmerna s kubom hitrosti vetra, ker koeficient C_p ni konstanten. Moč vetra lahko zato prikažemo kot funkcijo hitrosti vetra.



Slika 3: Splošni graf odvisnosti koeficienta moči od hitrosti vetra

(Vir: sl.wikipedia.org, 2022)

Na hitrost vetra lahko vplivajo različni dejavniki, kot so ovire na terenu, gosta poraščenost in visoke zgradbe. Najmanjši vpliv na hitrost imajo velike ravnine, letališča ali pa avtoceste (Sovič, 2009).

Višina nad tlemi, kjer bi teoretično morala biti hitrost vetra enaka 0, je definirana kot dolžina hrapavosti. Razmerje med dolžino hrapavosti in razredom hrapavosti za dolžine hrapavosti, ki so manjše ali enake 0,03 m, definiramo z enačbo (Sovič, 2009):

$$R\chi = 1,699823015 + \frac{\ln(\chi_0)}{\ln(150)}$$

$R\chi$ – razred hrapavosti

χ_0 – dolžina hrapavosti (m)

Za dolžine hrapavosti nad 0,03 m pa razred hrapavosti definiramo z enačbo:

$$R\chi = 3,912489289 + \frac{\ln(\chi_0)}{\ln(3,3333333)}$$

$R\chi$ – razred hrapavosti

χ_0 – dolžina hrapavosti (m)

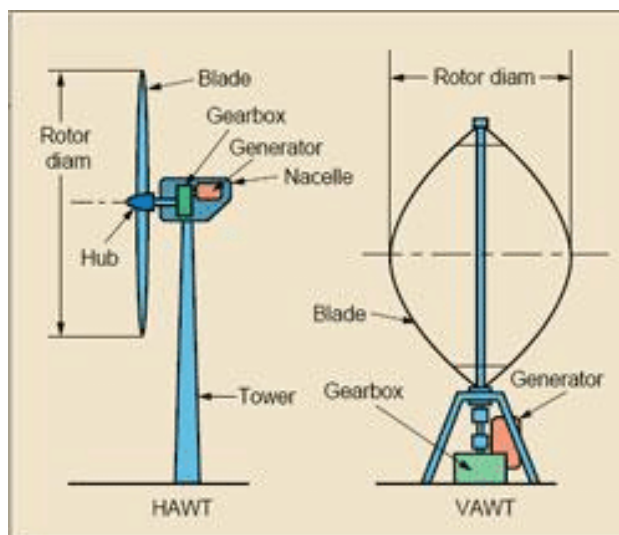
Razred hrapavosti	Dolžina hrapavosti	Energijski indeks	Vrsta okolja
	/ m	/ %	
0	0,0002	100	Vodna površina.
0,5	0,0024	73	Popolnoma odprt prostor z gladko površino, kot na primer betonske avtoceste, letališča, pokošena trava, ...
1	0,030	52	Odprto kmetijsko območje brez ograj in živih mej in zelo razpršenimi zgradbami. Le obli vrhovi hribov.
1,5	0,055	45	Kmetijske površine s posameznimi hišami in 8 m visokimi zaščitnimi živimi mejami z vmesno razdaljo približno 1 250 m.
2	0,10	39	Kmetijske površine s posameznimi hišami in 8 m visokimi zaščitnimi živimi mejami z vmesno razdaljo približno 500 m.
2,5	0,20	31	Kmetijske površine z več hišami, grmičevjem in rastlinami ali pa 8 m visokimi zaščitnimi živimi mejami z vmesno razdaljo približno 250 m.
3	0,40	24	Vasi, majhna mesta, kmetijske površine s številnimi ali visokimi zaščitnimi živimi mejami.
3,5	0,80	18	Večja mesta z visokimi zgradbami.
4	1,60	13	Zelo velika mesta z visokimi zgradbami in nebotičniki.

Slika 4: Standardni razredi in dolžine hrapavosti

(Vir: Sovič, 2009)

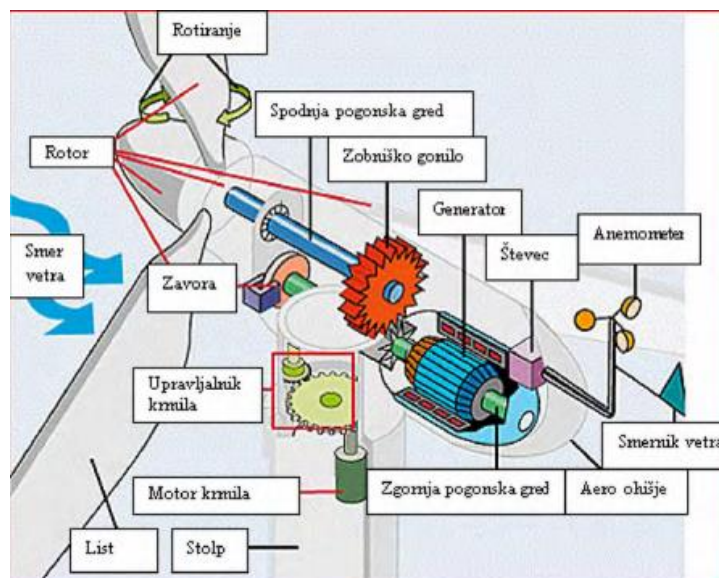
2.3 Vetrne elektrarne

Poznamo dve osnovni vrsti vetrnih turbin glede na usmerjenost osi rotorja, in sicer turbine z vertikalno osjo VAWT in bolj pogoste turbine s horizontalno osjo HAWT. Ti dve vrsti naknadno delimo še vsako na svoje podvrste glede na izvedbo in obliko (Godnič, 2019).



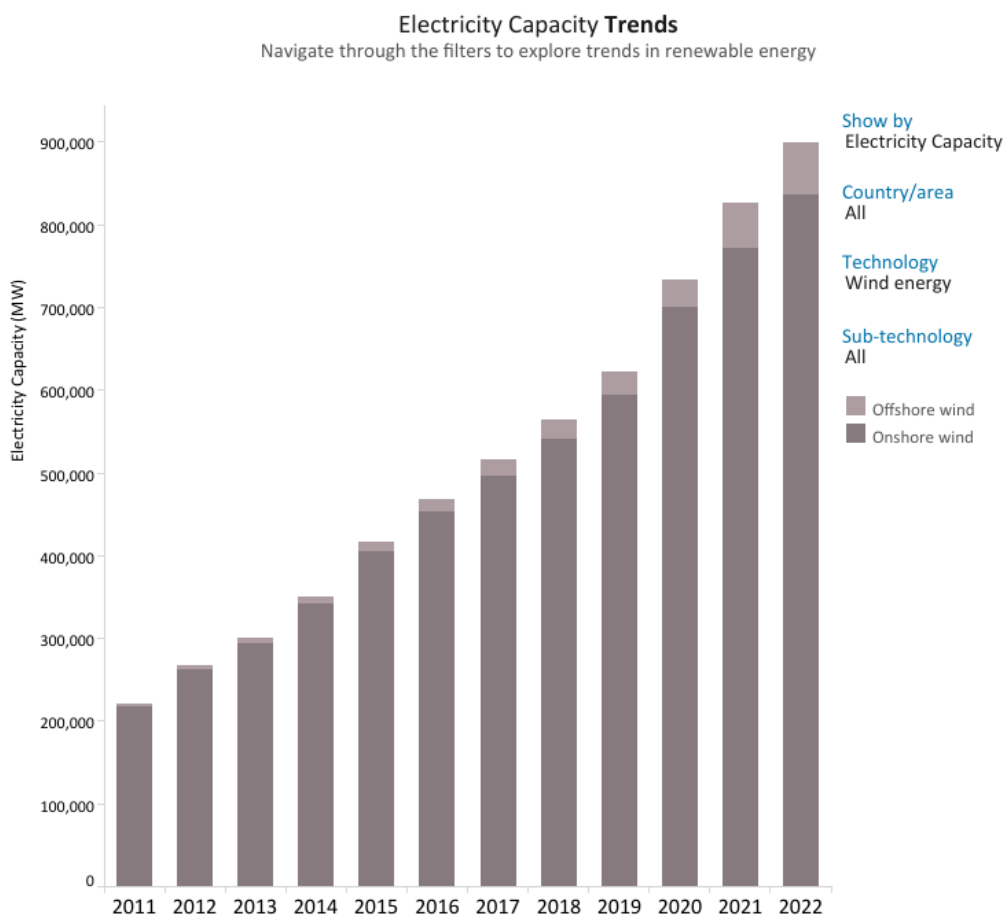
Slika 5: Osnovni konfiguraciji vetrnih turbin
(Vir: researchgate.net, 2016)

Običajno je vetrna turbina večjih moči sestavljena iz rotorja, menjalnika, generatorja, regulacijskega sistema in gibljive čeljusti.



Slika 6: Sestavni deli turbine vetrne elektrarne
(Vir: Plan-Net Solar d. o. o., 2021)

Od leta 2000 zaradi razvoja tehnologije spodbud in zmanjševanja stroškov zaznavamo hitro rast proizvodnje električne energije iz vetrne energije. Na svetovni ravni se je vrednost inštalirane moči vetrnih elektrarn (na kopnem in na morju) zvišala za 98 %. Leta 1997 je bilo inštaliranih za 7,5 GW vetrnih elektrarn, medtem ko je ta številka leta 2018 znašala 733 GW. Med letoma 2010 in 2020 se je inštalirana moč kopenskih elektrarn dvignila iz 178 GW na 699 GW. Inštalirana moč na morju postavljenih vetrnih elektrarn se je v enakem obdobju dvignila iz 3,1 GW leta 2010 na 34,4 GW leta 2020. Proizvedena električna energija se je med letoma 2009 in 2019 zvišala za 5,2 % na 1412 TWh. Med letoma 2010 in 2020 je povprečna cena elektrike, pridobljene iz vetrnih elektrarn, na svetovni ravni padla za 56 % iz 0,089 \$/kWh na 0,039 \$/kWh. Trenutno se po svetu postavljajo vetrne turbine moči 3–4 MW za namestitev na kopnem in moči 8–12 MW na morju (IRENA, 2023).



*Slika 7: Rast inštalirane moči vetrnih elektrarn na svetovni ravni
(Vir: IRENA, 2023)*

2.4 Mikro vetrne elektrarne

Vetrne elektrarne v splošnem delimo glede na moč, in sicer:

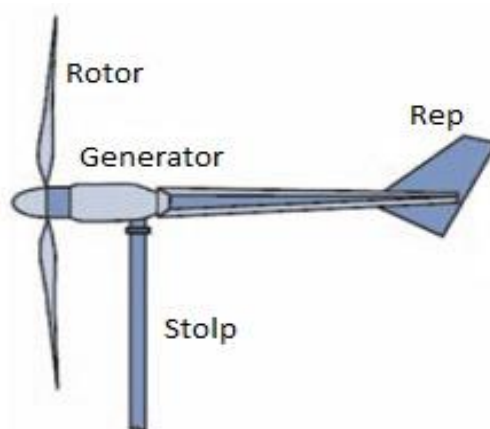
- mikro (do 50 kW)
- majhne (od 50 kW do 1 MW)
- srednje (od 1 MW do 10 MW)
- velike (nad 10 MW)

MVE običajno uporabljamo za pridobivanje električne energije na lokacijah, kjer električna energija ni dostopna iz javnega elektroenergetskega omrežja. Najpogosteje jih uporabljamo za zelo oddaljene individualne objekte in visokogorske planinske kočje.

MVE za zgornje potrebe se izvedejo s turbinami z direktnim prenosom, kar pomeni, da se generator vrti z enako hitrostjo kot lopatice. Takšna turbina ima večjo učinkovitost, proizvaja manj hrupa, ima daljšo življenjsko dobo, visok vrtilni moment pri nizkih vrtljajih in večjo natančnost pri določanju položaja glede na smer vetra. Največja slabost se poleg fizično večjega motorja in relativno kompleksnega nadzornega sistema kaže v tem, da mora takšna turbina zaradi že omenjenih visokih vrtilnih momentov in nizkih hitrosti uporabljati poseben motor s trajnimi magneti (povzeto po Semken et al., 2012).

Sestavni deli turbine so:

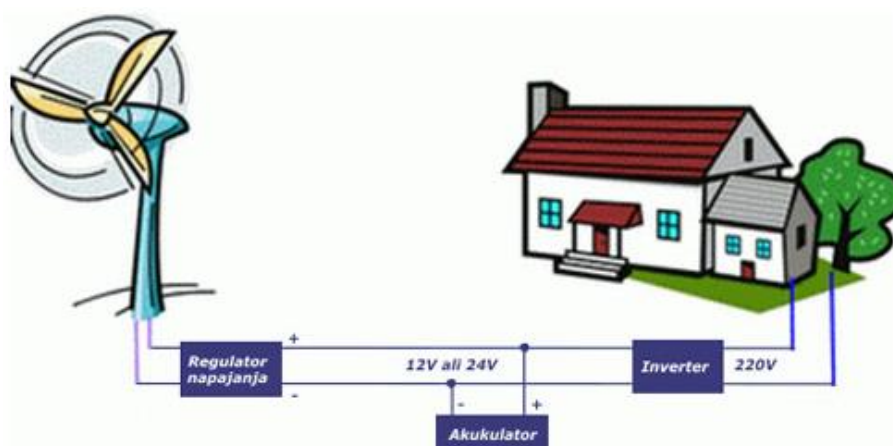
- rotor
- generator z direktnim prenosom moči iz rotorja
- rep, ki skrbi za obračanje v smeri vetra
- stolp, na katerem je nameščena turbina



Slika 8: Sestavni deli MVE z direktnim prenosom
(Lastni vir)

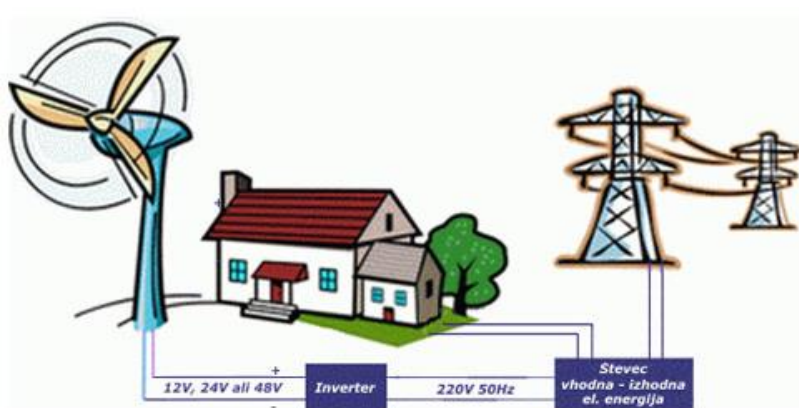
2.5 Samooskrba z mikro vetrnimi elektrarnami

MVE se lahko uporabljajo za proizvodnjo električne energije za samooskrbo individualnih objektov. Poznamo dve metodi priključevanja. Po prvi metodi se vsa električna energija, ki jo proizvede MVE, preko regulacije napajanja shrani v akumulator, iz katerega jo lahko nato preko razsmernika na 230 V uporabimo za napajanje naprav v objektu. Tej vrsti priključitve rečemo tudi otočno obratovanje, ker tako priključen objekt nima priključka v javno elektroenergetsko omrežje.



Slika 9: Samooskrba hiše, ki ni priključena v javno električno omrežje
(Vir: lontech.si, 2023)

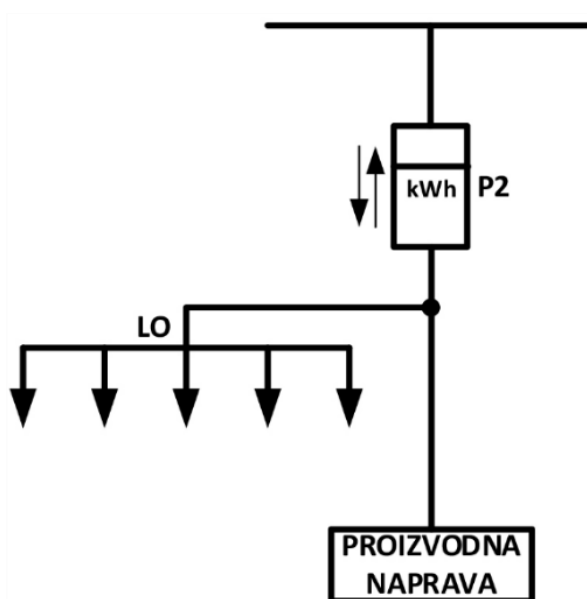
V obeh naših primerih bomo uporabili drugo metodo priklopa MVE, in sicer na način za samooskrbo individualnega objekta, skupaj s predajo morebitnih viškov proizvedene energije v javno električno omrežje. Pri tem načinu priključitve gre za proizvodnjo električne energije iz MVE, kjer se glavnina proizvedene energije porabi za lastne potrebe, viški pa se oddajo naprej v javno elektroenergetsko omrežje. Postavitev takšne elektrarne je pogojena s pridobitvijo soglasja za priključitev za samooskrbo s strani pristojnega distributerja električne energije in kot taka sodi med investicijska vzdrževalna dela.



Slika 10: Samooskrba hiše s predajo viškov električne energije v javno distribucijsko omrežje

(Vir: lontech.si, 2023)

Elektrarna je na podlagi soglasja za priključitev za individualno samooskrbo, ki ga izda pristojni distributer električne energije, v javno distribucijsko elektroenergetsko omrežje priključena po tipski shemi PS.3A. Tipška shema priključitve je določena v Sistemskih obratovalnih navodilih za distribucijski sistem električne energije – SONDSEE.



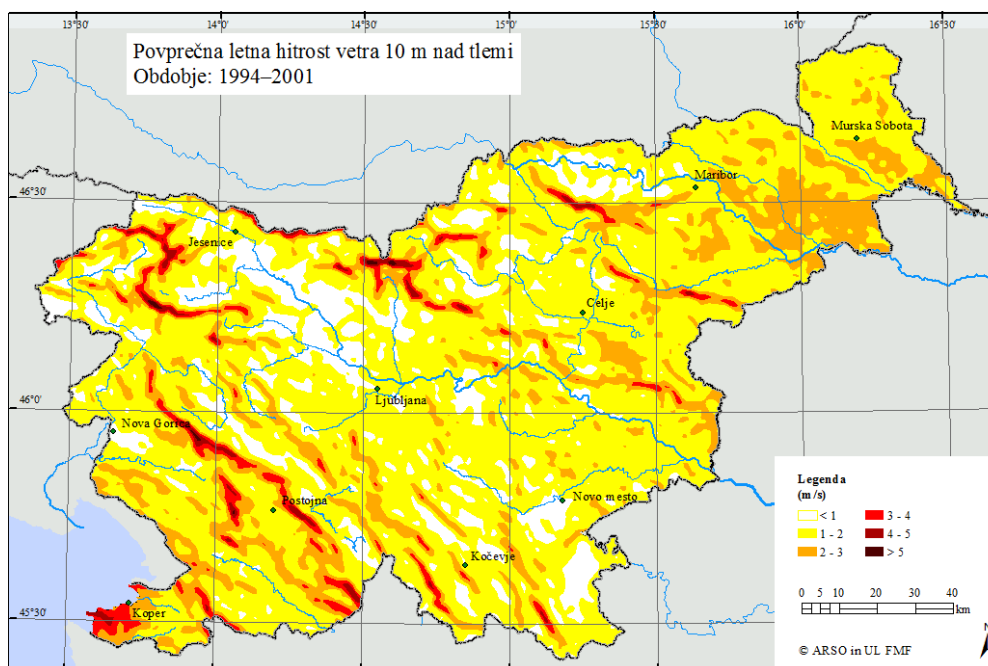
Slika 11: Priključna shema PS.3A

(Vir: SONDSEE, 2021)

3 IZBOR LOKACIJ IN OPREME

3.1 Slovenski vetrni potencial

Dolgoročne meritve vetrnega potenciala so nujne pri izbiri lokacije postavitve vetrne turbine. Kot je razvidno iz slike 11, je vetrni potencial v Sloveniji slab oziroma je omejen samo na določena področja.



Slika 12: Grafični prikaz povprečnih letnih hitrosti vetra 10 m nad tlemi v obdobju 1994–2001

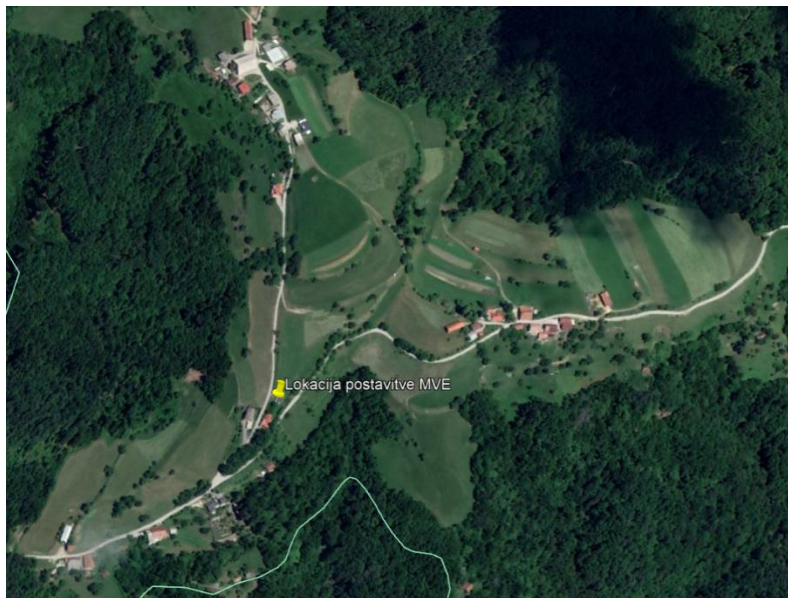
(Vir: ARSO, 2023)

Področja, kjer je smotrna postavitve vetrnih elektrarn, so Kamniško-Savinjske Alpe, Kras, Pohorje, Julijske Alpe, Piran in Portorož z zaledjem. Na prikazu je po podatkih ARSO napaka, ker območje Vipavske doline ni pravilno modelirano. Podatkovni model, uporabljen pri izdelavi prikaza, ni bil sposoben modelirati regionalnih vetrov (burja) nad Vipavsko dolino (ARSO, 2023). Zaradi tega moramo pri izbiri lokacije upoštevati tudi lokalne značilnosti vetra.

3.2 Lokacija 1 – Mamolj

Prva izbrana lokacija je ob stanovanjski hiši avtorja diplomskega dela v kraju Mamolj, občina Litija, kjer že sedaj stoji vetrnica, ki pa ne proizvaja električne energije. Točka postavitve je zanimiva zaradi geografskih značilnosti okoliškega terena. MVE bi stala

na prevalu med dvema dolinama, kjer običajno piha veter severovzhodne ali jugozahodne smeri.



Slika 13: Satelitski prikaz lokacije 1
(Zajem zaslona program Google Earth, 2023)

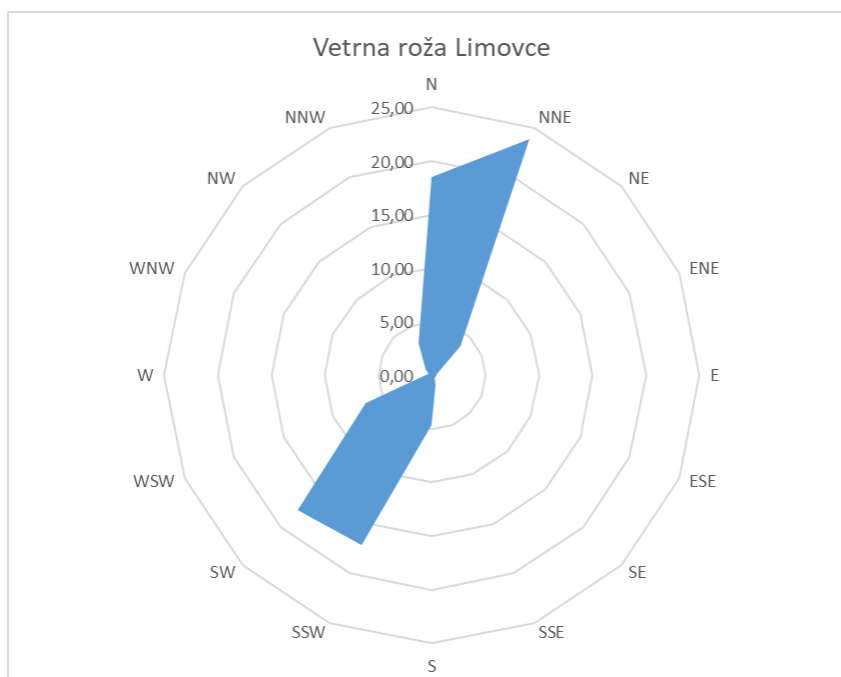
Na lokaciji nimamo točnih podatkov o povprečnih hitrostih vetra, zato smo za potrebe izračunov uporabili vrednosti najbližje avtomatske vremenske merilne postaje Agencije za okolje Republike Slovenije – ARSO v kraju Limovce v bližini Trojan na nadmorski višini 673 m. V tabeli 1 so prikazani podatki o posamezni povprečni hitrosti vetra za zadnjih dvanajst mesecev. Skupna povprečna hitrost za zadnjih dvanajst mesecev je 3,5 m/s. Vsi podatki so skladno z mednarodnim dogovorom zajeti na višini 10 m nad tlemi (ARSO, 2023).

Mesec	Povprečna hitrost vetra (m/s)
september 2022	3,0
oktober 2022	2,9
november 2022	3,4
december 2022	3,8
januar 2023	4,5
februar 2023	4,1
marec 2023	4,7
april 2023	3,8
maj 2023	3,4
junij 2023	3,1
julij 2023	2,8
avgust 2023	2,7

Tabela 1: Povprečna hitrost vetra Limovce
(Vir: Lasten na podlagi podatkov ARSO, 2023)

Smer vetra	Število meritev	Delež leta (%)
N	10530	18,47
NNE	13603	23,85
NE	2173	3,81
ENE	332	0,58
E	243	0,43
ESE	201	0,35
SE	233	0,41
SSE	559	0,98
S	2628	4,61
SSW	9763	17,12
SW	10133	17,77
WSW	3819	6,70
W	313	0,55
WNW	178	0,31
NW	462	0,81
NNW	1854	3,25

Tabela 2: Analiza smeri vetra Limovce
(Vir: Lasten na podlagi podatkov ARSO, 2023)



Slika 14: Vetrna roža Limovce
(Vir: Lasten, 2023)

Iz zgornje vetrne rože in tabele 2 je razvidno, da na avtomatski merilni postaji Limovce prevladujejo vetrovi severno-severovzhodnih in jugo-jugozahodnih smeri, kar se ujema tudi z opazovanji smeri vetra na lokaciji.

Po podatkih, pridobljenih s strani lastnika objekta, je višina porabljene električne energije v obdobju od aprila 2022 do aprila 2023 znašala 3480 kWh. Distributer na predmetnem območju še nima urejenega daljinskega odčitavanja merilnih naprav, zato smo podatke pridobili iz računa meseca aprila 2023, kjer je izveden obračun za preteklo leto.

3.3 Lokacija 2 – Dolnje Retje

Druga lokacija je v naselju Dolnje Retje, občina Velike Lašče. MVE bo postavljena na vrtu obstoječe novejši stanovanjske hiše, kjer po opazovanjih lastnika sosednjega objekta prevladuje veter južnih smeri.



Slika 15: Satelitski prikaz lokacije 2
(Zajem zaslona program Google Earth, 2023)

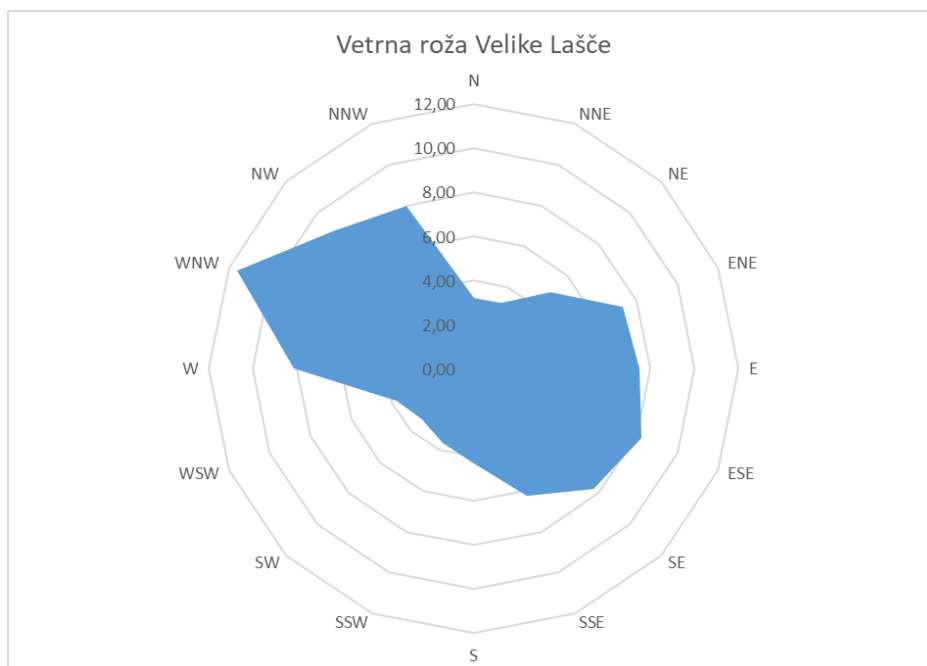
Na tej lokaciji prav tako nimamo točnih podatkov o povprečnih hitrostih vetra, zato bomo za izračune uporabili podatke avtomatske vremenske merilne postaje ARSO v Velikih Laščah, ki stoji na nadmorski višini 528 m. V tabeli 2 so prikazani podatki o posamezni povprečni hitrosti vetra za zadnjih dvanajst mesecev. Skupna povprečna hitrost za zadnjih dvanajst mesecev je 1,5 m/s. Vsi podatki so skladno z mednarodnim dogovorom zajeti na višini 10 m nad tlemi (ARSO, 2023).

Mesec	Povprečna hitrost vetra (m/s)
september 2022	1,5
oktober 2022	1,1
november 2022	1,3
december 2022	1,2
januar 2023	1,4
februar 2023	1,8
marec 2023	1,7
april 2023	1,8
maj 2023	1,8
junij 2023	1,7
julij 2023	1,5
avgust 2023	1,4

Tabela 3: Povprečna hitrost vetra Velike Lašče
(Vir: Lasten na podlagi podatkov ARSO, 2023)

Smer vetra	Število meritev	Delež leta (%)
N	1818	3,19
NNE	1849	3,24
NE	2802	4,91
ENE	4176	7,32
E	4290	7,52
ESE	4705	8,25
SE	4398	7,71
SSE	3572	6,26
S	2443	4,28
SSW	2075	3,64
SW	1872	3,28
WSW	2166	3,80
W	4641	8,14
WNW	6607	11,59
NW	5056	8,87
NNW	4554	7,99

Tabela 4: Analiza smeri vetra Velike Lašče
(Vir: Lasten na podlagi podatkov ARSO, 2023)



Slika 16: Vetrna roža Velike Lašče
(Vir: Lasten, 2023)

Na podlagi zgornje vetrne rože in tabele 4 lahko razberemo, da na avtomatski merilni postaji Velike Lašče prevladujejo vetrovi severozahodnih in vzhodnih smeri. Razporeditev vetrov čez vse smeri neba je bolj enakomerna kot na merilni postaji Limovce.

Po podatkih, pridobljenih s strani lastnika objekta, je višina porabljene električne energije v obdobju od oktobra 2022 do septembra 2023 znašala 3577 kWh. Distributer električne energije ima na območju že urejeno daljinsko odčitavanje merilnih naprav, zato smo podatke lahko pridobili iz zadnjih dvanajstih računov za električno energijo.

Že na podlagi podatkov iz tabele 3 lahko ocenimo, da se postavitve MVE na lokaciji 2 verjetno ne bo izkazala za primerno. Investitor v obrazložitvi svoje investicije računa na hitrosti vetra, večje od 2 m/s (vklopna hitrost izbrane turbine), ki po podatkih ARSO pihajo približno eno tretjino leta (2756 ur). Boljša izbira je lokacija 1, kjer je skupna povprečna hitrost vetra večja, kot je vklopna hitrost predvidene turbine in bo verjetno zagotavljala zadostno količino električne energije.

3.4 Izbira opreme MVE

Za izvedbo analize smo zaradi lokalnih lastnosti vetra na izbranih lokacijah predvideli uporabo vetrne turbine Antaris 5,5 kW nemškega proizvajalca Braun Windturbinen GmbH, ki jih v Sloveniji dobavlja in vgrajuje podjetje Lontech z Nomenja. Ob vznožju stolpa bomo v omarici namestili razsmernik ABB UNO-DM-5.0-TL. Novo turbino bomo preko novozgrajenega kableskega voda priključili v obstoječo priključno merilno omaro posameznega objekta. Za priključitev je treba pridobiti Soglasje za priključitev, ki ga izda pristojni distributer električne energije. Turbino smo izbrali zaradi nizke vklopne hitrosti in je kot taka primernejša za postavitve na izbranih lokacijah. Obe turbini bosta postavljeni na jeklenem stebru cevne izvedbe z betonskim temeljem, videz katerega je podoben temu na sliki 16.



Slika 17: Vetrna turbina Antaris 5,5 kW
(Vir: braun-windturbinen.com, 2020)

Osnovni podatki:

- vklopna hitrost: 2,2 m/s
- nazivna hitrost: 12,0 m/s
- izklopna hitrost: 15,0 m/s
- emisija hrupa: 48 dB
- teža: 57 kg

Rotor:

- premer: 4 m
- površina rotorja: 12,6 m²
- število lopatic: 3
- orientacija: HAWT
- nazivna hitrost vrtenja: 250 obratov/min
- dolžina lopatice: 2 m
- material lopatic: karbonska vlakna

Generator:

- izvedba: sinhronski s trajnimi magneti (NdFeB – neodim)
- maksimalna moč: 6000 W pri 380 vrtljajih na minuto in 400 V DC
- nazivna moč: 5500 W
- napetost: 0–1000 V

- ohišje: Aluminij z IP56 stopnjo zaščite

Stolp:

- višina: 12 m
- izvedba: cevna izvedba
- material: jeklo, betonski temelj

Ostalo:

- nadzorni sistem z merilnikom napetosti
- življenjska doba: 20 let, ob rednem vzdrževanju
- pozicija lopatic v helikopter za varovanje v primeru nevihte
- krmilna elektronika s trifaznim krmiljenjem turbine
- stikalo za izklop v sili (Braun-windturbinen.com in Lontech.si, 2023)

Povprečna letna hitrost vetra (m/s)	Letna proizvodnja električne energije (kWh)
2	365
3	730
4	2190
5	4380
6	7665

*Tabela 5: Letna proizvodnja električne energije turbine Antaris 5,5 kW
(Vir: Lasten, 2023)*

Iz tabele 5 lahko razberemo, da bi lahko izbrana turbina pri povprečni letni hitrosti vetra 5 m/s s svojo ocenjeno proizvedeno energijo pokrila vso porabljeno električno energijo na obeh individualnih lokacijah. Na sliki 18 prikazujemo obratovalno karakteristiko izbrane turbine, iz katere smo pridobili podatke o izhodni moči pri izbranih hitrostih vetra. Karakteristika je v tabeli 6 prikazana tudi v numerični obliki. Karakteristika moči je od hitrosti vetra 12,5 m/s naprej praktično linearna, zato smo podatke v tabeli zaključili pri hitrosti vetra 15,5 m/s. Vrednost moči pri hitrosti 15,5 m/s je nič, ker ima turbina po podatkih proizvajalca izklopno hitrost 15 m/s.



Slika 17: Obratovalna karakteristika turbine Antaris 5,5 kW

(Vir: lontech.si, 2023)

Hitrost (m/s)	Moč (kW)	Hitrost (m/s)	Moč (kW)
0	0	8	1,92
0,5	0	8,5	2,33
1	0	9	2,75
1,5	0	9,5	3,21
2	0,042	10	3,67
2,5	0,06	10,5	4,21
3	0,08	11	4,79
3,5	0,17	11,5	5,29
4	0,25	12	5,79
4,5	0,38	12,5	5,88
5	0,50	13	5,88
5,5	0,63	13,5	5,88
6	0,88	14	5,88
6,5	1,04	14,5	5,88
7	1,29	15	5,88
7,5	1,58	15,5	0

Tabela 6: Numerična karakteristika turbine Antaris 5,5 kW

(Vir: Lasten, 2023)

4 NALOŽBA V OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE

4.1 Finančna sredstva, stroški in amortizacija

Za izvedbo analize bomo predpostavili, da bosta oba investitorja postavitve in priklop MVE izvedla z lastnimi sredstvi brez najema posojila. Celotno investicijo smo na podlagi javno dostopnih podatkov, informacij, podanih s strani proizvajalca opreme in informacij izvajalcev gradbenih del, ocenili na 23.770 €. Strošek turbine in razsmernika smo dobili na spletni strani slovenskega dobavitelja opreme podjetja Lontech d. o. o. in že vključuje 22 % DDV.

STROŠEK POSTAVITVE	VREDNOST
Izkopi	500 €
Temelj in kablovod	2.000 €
Turbina, razsmernik	18.270 €
Stolp	3.000 €
SKUPAJ	23.770 €

Tabela 7: Sestava začetne investicije
(Vir: Lasten, 2023)

Med stroške lahko prištejemo še minimalne redne obratovalne stroške, ki smo jih na letni ravni ocenili na 50 €. V celotni življenjski dobi elektrarne je znesek, ki ga bomo potrebovali za vzdrževanje, tako ocenjen na 1000 €.

Pričakujemo, da bo stopnja amortizacije znašala 5 %. Tipična življenjska doba elektrarne je 20 let. Na podlagi vseh podatkov lahko sedaj izračunamo letno stopnjo amortizacije:

$$Am = \frac{Nv}{Pp}$$

Am – letna amortizacija

Nv – nabavna vrednost

Pp – predvidena življenjska doba

$$Am = \frac{Nv}{Pp} = \frac{23.770}{20} = 1.188,5 \text{ €}$$

Letna amortizacija za posamezen objekt znaša **1.188,5 €**.

4.2 Individualna diskontna stopnja

V obeh primerih smo predvideli izvedbo investicije v celoti z lastnimi sredstvi. Najema kredita nismo predvideli. Za izračun vrednosti objekta smo izbrali temeljno obrestno mero za mesec september 2023, ki je znašala 0,5 % (SURS, 2023).

Vrsta finančnega vira	Znesek	Delež vira	Obrestna mera	Ponderirana vrednost
Lastna sredstva	23.770,00	100 %	0,5 %	0,50 %
Skupaj	23.770,00	100 %		0,50 %

Tabela 8: Individualna diskontna stopnja

(Vir: Lasten, 2023)

4.3 Prihodki

Obe elektrarni bomo postavili za uporabo proizvedene električne energije za samooskrbe na njihju priključnih stanovanjskih hiš. Na podlagi odjema električne energije iz javnega distribucijskega omrežja, ki smo ga navedli v poglavjih 3.2 in 3.3, ugotavljamo, da bi se v obeh primerih vsa proizvedena električna energija porabila na objektih. V tabeli 9 in 10 smo prikazali izračun prihrankov iz naslova zmanjšanja plačila računov za električno energijo. Ker bosta obe elektrarni priključeni po shemi za samooskrbo t. i. Net-metering, se obračun porabljenih in oddanih električnih energij izvede enkrat na leto, običajno prvi delovni dan v mesecu januarju. Vse samooskrbne elektrarne imajo obračun izveden po enotni tarifi ET.

Za izračun prihrankov na podlagi odvzete in oddane električne energije smo uporabili regulirano ceno za kWh električne energije, ki znaša 0,09800 €/kWh brez 22 % DDV oziroma 0,11956 €/kWh z 22 % DDV (Uredba o določitvi cen električne energije (Ur. l. RS št. 45/2023)).

MAMOLJ	Odjem (kWh)	Cena ET (€/kWh)	Vrednost (€)
Odjem iz omrežja brez MVE	3489	0,098	341,97
Odjem iz omrežja z MVE pri povprečni proizvodnji	446	0,098	43,73
PRIHRANEK			298,24 €
PRIHRANEK Z DDV 22 %			363,85 €

Tabela 9: Prihodki iz naslova električne energije na lokaciji Mamolj

(Vir: Lasten, 2023)

DOLNJE RETJE	Odjem (kWh)	Cena ET (€/kWh)	Vrednost (€)
Odjem iz omrežja brez MVE	3577	0,098	350,55
Odjem iz omrežja z MVE pri povprečni proizvodnji	3230	0,098	316,58
PRIHRANEK			33,97 €
PRIHRANEK Z DDV 22 %			41,44 €

Tabela 10: Prihodki iz naslova električne energije na lokaciji Dolnje Retje

(Vir: Lasten, 2023)

Iz tabel 9 in 10 je razvidno, da nobena od turbin ne proizvede dovolj električne energije, da bi pokrila celoten odjem iz omrežja na izbranih lokacijah. Pri izračunih prihodkov moramo upoštevati še prihranke s strani plačila omrežnin, trošarin in ostalih prispevkov za električno energijo, prejeto iz javnega elektroenergetskega omrežja. Ti prispevki ne vključujejo prispevka za OVE in SPTE ter prispevka za obračunsko moč, ker se oba plačujeta pri vsakomesečnem računu.

MAMOLJ		S proizvodnjo			Brez proizvodnje		
Produkt	Cena (€)	Količina	Enota	Znesek brez 22 % DDV	Količina	Enota	Znesek brez 22 % DDV
Trošarina	0,0015	437	kWh	0,67	3480	kWh	5,32
Omrežnina ET	0,0386	437	kWh	16,86	3480	kWh	134,26
Prispevek za delovanje operaterja trga	0,0001	437	kWh	0,06	3480	kWh	0,45
Prispevek za energetska učinkovitost	0,0008	437	kWh	0,35	3480	kWh	2,78
Skupaj brez DDV				17,93 €			142,82 €
Skupaj z DDV				21,86 €			174,24 €
Razlika brez DDV							124,88 €
Razlika z DDV							152,38 €

Tabela 11: Prihodki iz naslova omrežnine na lokaciji Mamolj

(Vir: Lasten, 2023)

DOLNJE RETJE		S proizvodnjo			Brez proizvodnje		
Produkt	Cena (€)	Količina	Enota	Znesek brez 22 % DDV	Količina	Enota	Znesek brez 22 % DDV
Trošarina	0,00153	3230	kWh	4,94	3577	kWh	5,47
Omrežnina ET	0,03858	3230	kWh	124,61	3577	kWh	138,00
Prispevek za delovanje operaterja trga	0,00013	3230	kWh	0,42	3577	kWh	0,47
Prispevek za energetska učinkovitost	0,0008	3230	kWh	2,58	3577	kWh	2,86
Skupaj brez DDV				132,56 €			146,80 €
Skupaj z DDV				161,72 €			179,10 €
Razlika brez DDV							14,24 €
Razlika z DDV							17,37 €

Tabela 12: Prihodki iz naslova omrežnine na lokaciji Dolnje Retje

(Vir: Lasten, 2023)

Na podlagi vseh zgornjih tabel lahko sedaj izračunamo skupen prihranek, ki nam ga zagotavljata predlagani vetrni elektrarni. Za lokacijo Mamolj je skupen znesek

363,12 € (516,23 € z DDV), za lokacijo Dolnje Retje pa je ta znesek 48,21 € (58,81 € z DDV).

4.4 Predvideni poslovni izid

S predvidenim celotnim poslovnim izidom bomo prikazali razliko med celotnimi prihodki in celotnimi stroški. V tabelah 13 in 14 prikazujemo poslovni izid za obratovalno obdobje dvajsetih let. Predvideni finančni rezultat je v obeh primerih negativen. To nam ne ustreza, zato bi bilo treba resno premisliti o odločitvi za obe investiciji. Na lokaciji Dolnje Retje je vetrovna situacija tako slaba, da pod trenutnimi pogoji vsako leto pridelamo izgubo v višini dveh evrov.

Za izračun finančnega rezultata bomo uporabili formulo:

$$FR = CP - CS,$$

FR – finančni rezultat (€)

CP – celotni prihodek (€)

CS – celotni stroški (€)

Št. let	Leto	Celotni prihodek (€)	Celotni stroški (€)	Finančni rezultat (€)
0	2023	0	23770	-23770
1	2024	489	50	439
2	2025	489	50	439
3	2026	489	50	439
4	2027	489	50	439
5	2028	489	50	439
6	2029	489	50	439
7	2030	489	50	439
8	2031	489	50	439
9	2032	489	50	439
10	2033	489	50	439
11	2034	489	50	439
12	2035	489	50	439
13	2036	489	50	439
14	2037	489	50	439
15	2038	489	50	439
16	2039	489	50	439
17	2040	489	50	439
18	2041	489	50	439
19	2042	489	50	439
20	2043	489	50	439
	Skupaj	9775	24770	-14995

Tabela 13: Finančni rezultat Mamolj

(Vir: Lasten, 2023)

Št. let	Leto	Celotni prihodek (€)	Celotni stroški (€)	Finančni rezultat (€)
0	2023	0	23770	-23770
1	2024	48	50	-2
2	2025	48	50	-2
3	2026	48	50	-2
4	2027	48	50	-2
5	2028	48	50	-2
6	2029	48	50	-2
7	2030	48	50	-2
8	2031	48	50	-2
9	2032	48	50	-2
10	2033	48	50	-2
11	2034	48	50	-2
12	2035	48	50	-2
13	2036	48	50	-2
14	2037	48	50	-2
15	2038	48	50	-2
16	2039	48	50	-2
17	2040	48	50	-2
18	2041	48	50	-2
19	2042	48	50	-2
20	2043	48	50	-2
Skupaj		964	24770	-23806

Tabela 14: Finančni rezultat Dolnje Retje

(Vir: Lasten, 2023)

5 OCENA UČINKOV NALOŽBE V OVE

5.1 Skupni denarni tok

V tabelah 15 in 16 prikazujemo skupni denarni tok posameznih elektrarn za obdobje dvajsetih let. Tabeli smo zaradi preglednosti razdelili na štiri dele.

Mamolj

	Leto	SKUPAJ	0	1	2	3	4	5
			2023	2024	2025	2026	2027	2028
A	SKUPNI DONOS	33.545	23.770	489	489	489	489	489
1.	PRIHODKI ODJEM IN PODPORA	9.775	0	489	489	489	489	489
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	2.498	0	125	125	125	125	125
1.b	Letni prihranek pri energiji	7.277	0	364	364	364	364	364
2.	VIRI FINANCIRANJA INVESTICIJE	23.770	23.770	0	0	0	0	0
2.a	Lastna sredstva	23.770	23.770	0	0	0	0	0
B	SKUPNI ODHODKI	24.770	23.770	50	50	50	50	50
1.	INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI	24.770	23.770	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	23.770	23.770	0	0	0	0	0
1.b	Redni obratovalni stroški	1.000	0	50	50	50	50	50
C.	NETO SKUPNI DONOS	8.775	0	439	439	439	439	439
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		0	439	877	1.316	1.755	2.194

Nadaljevanje na naslednji strani

	Leto	6	7	8	9	10
		2029	2030	2031	2032	2033
A	SKUPNI DONOS	489	489	489	489	489
1.	PRIHODKI ODJEM IN PODPORA	489	489	489	489	489
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	125	125	125	125	125
1.b	Letni prihranek pri energiji	364	364	364	364	364
2.	VIRI FINANCIRANJA INVESTICIJE	0	0	0	0	0
2.a	Lastna sredstva	0	0	0	0	0
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
1.b	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C.	NETO SKUPNI DONOS	439	439	439	439	439
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	2.632	3.071	3.510	3.949	4.387

Nadaljevanje spodaj

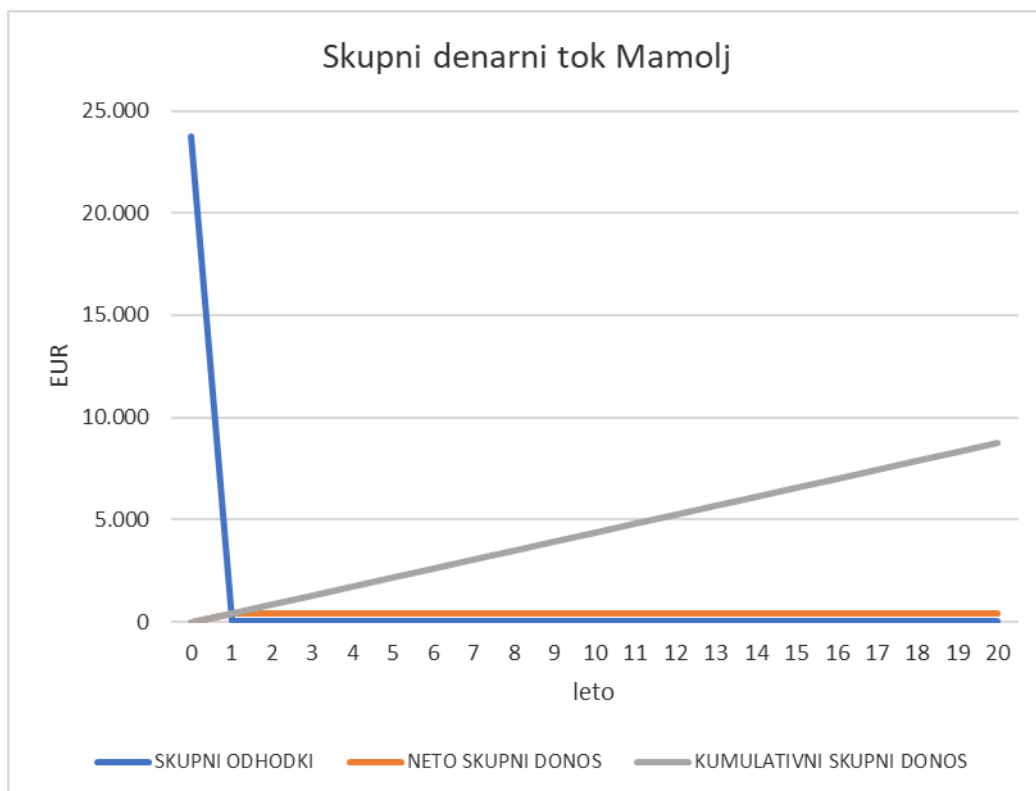
	Leto	11	12	13	14	15
		2034	2035	2036	2037	2038
A	SKUPNI DONOS	489	489	489	489	489
1.	PRIHODKI ODJEM IN PODPORA	489	489	489	489	489
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	125	125	125	125	125
1.b	Letni prihranek pri energiji	364	364	364	364	364
2.	VIRI FINANCIRANJA INVESTICIJE	0	0	0	0	0
2.a	Lastna sredstva	0	0	0	0	0
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
1.b	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C.	NETO SKUPNI DONOS	439	439	439	439	439
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	4.826	5.265	5.704	6.142	6.581

Nadaljevanje na naslednji strani

	Leto	16	17	18	19	20
		2039	2040	2041	2042	2043
A	SKUPNI DONOS	489	489	489	489	489
1.	PRIHODKI ODJEM IN PODPORA	489	489	489	489	489
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	125	125	125	125	125
1.b	Letni prihranek pri energiji	364	364	364	364	364
2.	VIRI FINANCIRANJA INVESTICIJE	0	0	0	0	0
2.a	Lastna sredstva	0	0	0	0	0
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
1.b	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C.	NETO SKUPNI DONOS	439	439	439	439	439
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	7.020	7.459	7.897	8.336	8.775

Tabela 15: Skupni denarni tok Mamolj

(Vir: Lasten, 2023)



Slika 18: Skupni denarni tok Mamolj

(Vir: Lasten, 2023)

Iz slike 18 in tabele 15 lahko ugotovimo, da ima investicija na lokaciji Mamolj vedno pozitivno vsoto donosov in odhodkov, s čimer smo zagotovili likvidnost naložbe.

Dolnje Retje:

	Leto	SKUPAJ	0	1	2	3	4	5
			2023	2024	2025	2026	2027	2028
A	SKUPNI DONOS	24.734	23.770	48	48	48	48	48
1.	PRIHODKI ODJEM IN PODPORA	964	0	48	48	48	48	48
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	284	0	14	14	14	14	14
1.b	Letni prihranek pri energiji	679	0	34	34	34	34	34
2.	VIRI FINANCIRANJA INVESTICIJE	23.770	23.770	0	0	0	0	0
2.a	Lastna sredstva	23.770	23.770	0	0	0	0	0
B	SKUPNI ODHODKI	24.770	23.770	50	50	50	50	50
1.	INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI	24.770	23.770	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	23.770	23.770	0	0	0	0	0
1.b	Redni obratovalni stroški	1.000	0	50	50	50	50	50
C.	NETO SKUPNI DONOS	-36	0	-2	-2	-2	-2	-2
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		0	-2	-4	-5	-7	-9

Nadaljevanje spodaj

	Leto	6	7	8	9	10
		2029	2030	2031	2032	2033
A	SKUPNI DONOS	48	48	48	48	48
1.	PRIHODKI ODJEM IN PODPORA	48	48	48	48	48
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	14	14	14	14	14
1.b	Letni prihranek pri energiji	34	34	34	34	34
2.	VIRI FINANCIRANJA INVESTICIJE	0	0	0	0	0
2.a	Lastna sredstva	0	0	0	0	0
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
1.b	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C.	NETO SKUPNI DONOS	-2	-2	-2	-2	-2
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	-11	-13	-14	-16	-18

Nadaljevanje na naslednji strani

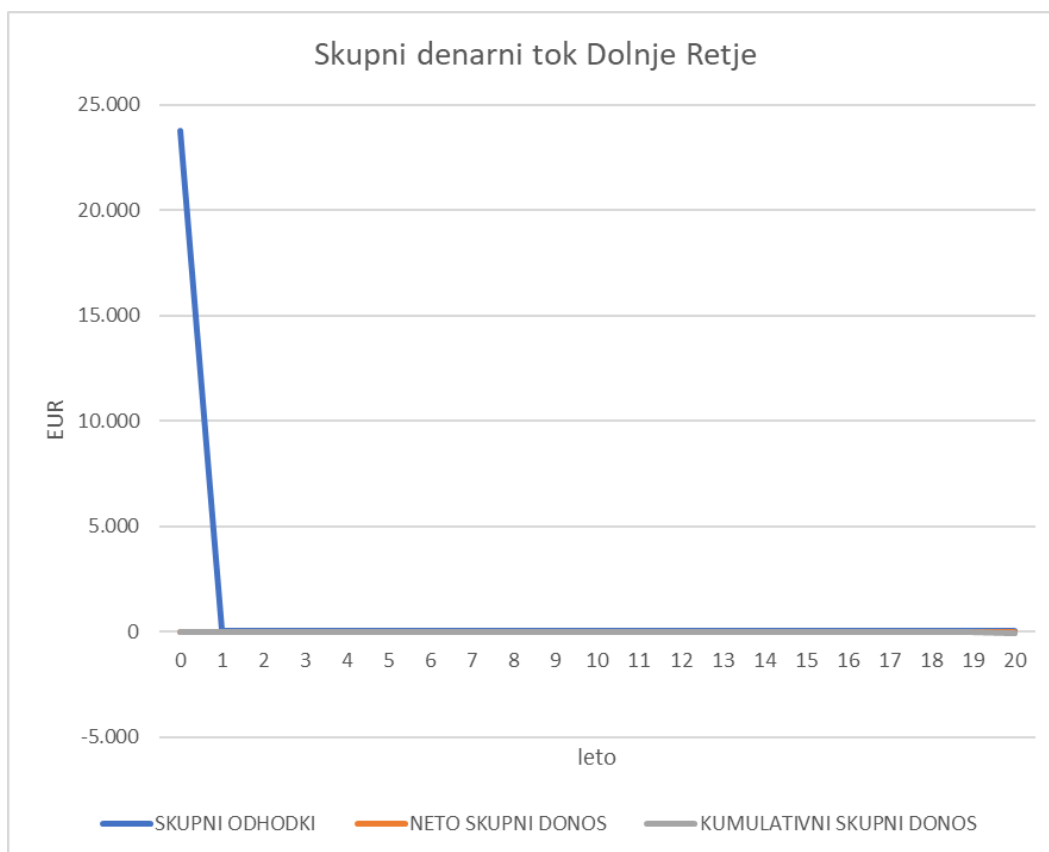
	Leto	11	12	13	14	15
		2034	2035	2036	2037	2038
A	SKUPNI DONOS	48	48	48	48	48
1.	PRIHODKI ODJEM IN PODPORA	48	48	48	48	48
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	14	14	14	14	14
1.b	Letni prihranek pri energiji	34	34	34	34	34
2.	VIRI FINANCIRANJA INVESTICIJE	0	0	0	0	0
2.a	Lastna sredstva	0	0	0	0	0
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
1.b	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C.	NETO SKUPNI DONOS	-2	-2	-2	-2	-2
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	-20	-22	-24	-25	-27

Nadaljevanje spodaj

	Leto	16	17	18	19	20
		2039	2040	2041	2042	2043
A	SKUPNI DONOS	48	48	48	48	48
1.	PRIHODKI ODJEM IN PODPORA	48	48	48	48	48
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	14	14	14	14	14
1.b	Letni prihranek pri energiji	34	34	34	34	34
2.	VIRI FINANCIRANJA INVESTICIJE	0	0	0	0	0
2.a	Lastna sredstva	0	0	0	0	0
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
1.b	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C.	NETO SKUPNI DONOS	-2	-2	-2	-2	-2
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	-29	-31	-33	-34	-36

Tabela 16: Skupni denarni tok Dolnje Retje

(Vir: Lasten, 2023)



Slika 19: Skupni denarni tok Dolnje Retje
(Vir: Lasten, 2023)

Iz slike 19 in tabele 16 lahko ugotovimo, da ima investicija na lokaciji Dolnje Retje negativno vsoto donosov in odhodkov, s čimer ni zagotovljena likvidnost naložbe.

5.2 Realni denarni tok

V tabelah 17 in 18 prikazujemo realni denarni tok obeh elektrarn za obdobje dvajsetih let. Tabeli smo zaradi preglednosti razdelili na štiri dele.

Mamolj

	Leto	SKUPAJ	0	1	2	3	4	5
			2023	2024	2025	2026	2027	2028
A	SKUPNI DONOS	9.775	0	489	489	489	489	489
1.	<i>PRIHODKI ODJEM IN PODPORA</i>	9.775	0	489	489	489	489	489
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	2.498	0	125	125	125	125	125
1.b	Letni prihranek pri energiji	7.277	0	364	364	364	364	364
B	SKUPNI ODHODKI	24.770	23.770	50	50	50	50	50
1.	<i>INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI</i>	24.770	23.770	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	23.770	23.770	0	0	0	0	0
2.a	Redni obratovalni stroški	1.000	0	50	50	50	50	50
C	NETO SKUPNI DONOS	-14.995	-23.770	439	439	439	439	439
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		-23.770	-23.331	-22.893	-22.454	-22.015	-21.576

Nadaljevanje spodaj

	Leto	6	7	8	9	10
		2029	2030	2031	2032	2033
A	SKUPNI DONOS	489	489	489	489	489
1.	<i>PRIHODKI ODJEM IN PODPORA</i>	489	489	489	489	489
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	125	125	125	125	125
1.b	Letni prihranek pri energiji	364	364	364	364	364
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	<i>INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI</i>	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
2.a	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C	NETO SKUPNI DONOS	439	439	439	439	439
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	-21.138	-20.699	-20.260	-19.821	-19.383

Nadaljevanje na naslednji strani

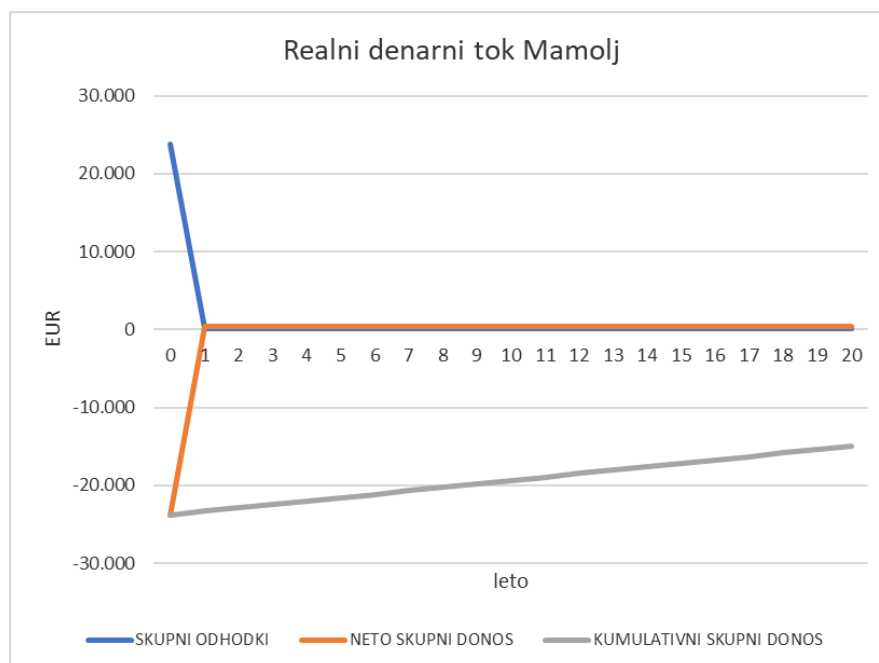
	Leto	11	12	13	14	15
		2034	2035	2036	2037	2038
A	SKUPNI DONOS	489	489	489	489	489
1.	<i>PRIHODKI ODJEM IN PODPORA</i>	489	489	489	489	489
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	125	125	125	125	125
1.b	Letni prihranek pri energiji	364	364	364	364	364
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	<i>INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI</i>	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
2.a	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C	NETO SKUPNI DONOS	439	439	439	439	439
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	-18.944	-18.505	-18.066	-17.628	-17.189

Nadaljevanje spodaj

	Leto	16	17	18	19	20
		2039	2040	2041	2042	2043
A	SKUPNI DONOS	489	489	489	489	489
1.	<i>PRIHODKI ODJEM IN PODPORA</i>	489	489	489	489	489
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	125	125	125	125	125
1.b	Letni prihranek pri energiji	364	364	364	364	364
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	<i>INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI</i>	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
2.a	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C	NETO SKUPNI DONOS	439	439	439	439	439
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	-16.750	-16.311	-15.873	-15.434	-14.995

Tabela 17: Realni denarni tok Mamolj

(Vir: Lasten, 2023)



Slika 20: Realni denarni tok Mamolj
(Vir: Lasten, 2023)

Iz tabele 17 in grafa na sliki 20 lahko razberemo, da se investicija v MVE na lokaciji Mamolj ne povrne v predvideni življenjski dobi dvajsetih let. Investicije v MVE v tem trenutku, pod trenutnimi pogoji, ne priporočamo.

Dolnje Retje

	Leto	SKUPAJ	0	1	2	3	4	5
			2023	2024	2025	2026	2027	2028
A	SKUPNI DONOS	964	0	48	48	48	48	48
1.	<i>PRIHODKI ODJEM IN PODPORA</i>	964	0	48	48	48	48	48
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	284	0	14	14	14	14	14
1.b	Letni prihranek pri energiji	679	0	34	34	34	34	34
B	SKUPNI ODHODKI	24.770	23.770	50	50	50	50	50
1.	<i>INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI</i>	24.770	23.770	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	23.770	23.770	0	0	0	0	0
2.a	Redni obratovalni stroški	1.000	0	50	50	50	50	50
C	NETO SKUPNI DONOS	-23.806	- 23.770	-2	-2	-2	-2	-2
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		- 23.770	-23.772	-23.774	-23.775	-23.777	-23.779

Nadaljevanje na naslednji strani

	Leto	6	7	8	9	10
		2029	2030	2031	2032	2033
A	SKUPNI DONOS	48	48	48	48	48
1.	<i>PRIHODKI ODJEM IN PODPORA</i>	48	48	48	48	48
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	14	14	14	14	14
1.b	Letni prihranek pri energiji	34	34	34	34	34
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	<i>INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI</i>	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
2.a	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C	NETO SKUPNI DONOS	-2	-2	-2	-2	-2
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	-23.781	-23.783	-23.784	-23.786	-23.788

Nadaljevanje spodaj

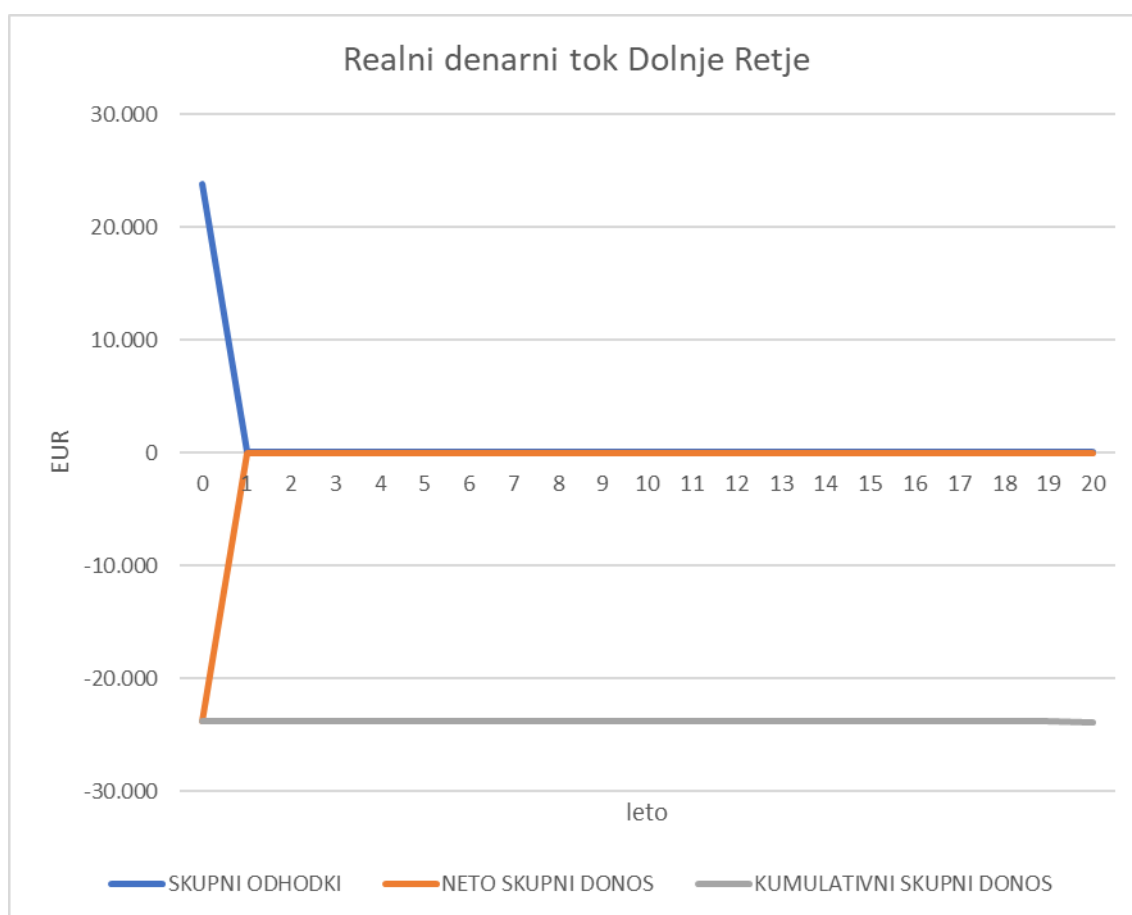
	Leto	11	12	13	14	15
		2034	2035	2036	2037	2038
A	SKUPNI DONOS	48	48	48	48	48
1.	<i>PRIHODKI ODJEM IN PODPORA</i>	48	48	48	48	48
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	14	14	14	14	14
1.b	Letni prihranek pri energiji	34	34	34	34	34
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	<i>INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI</i>	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
2.a	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C	NETO SKUPNI DONOS	-2	-2	-2	-2	-2
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	-23.790	-23.792	-23.794	-23.795	-23.797

Nadaljevanje na naslednji strani

	Leto	16	17	18	19	20
		2039	2040	2041	2042	2043
A	SKUPNI DONOS	48	48	48	48	48
1.	<i>PRIHODKI ODJEM IN PODPORA</i>	48	48	48	48	48
1.a	Letni prihranek pri omrežnini	14	14	14	14	14
1.b	Letni prihranek pri energiji	34	34	34	34	34
B	SKUPNI ODHODKI	50	50	50	50	50
1.	<i>INVESTICIJA IN REDNI STROŠKI</i>	50	50	50	50	50
1.a	Začetna investicija	0	0	0	0	0
2.a	Redni obratovalni stroški	50	50	50	50	50
C	NETO SKUPNI DONOS	-2	-2	-2	-2	-2
D	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	-23.799	-23.801	-23.803	-23.804	-23.806

Tabela 18: Realni denarni tok Dolnje Retje

(Vir: Lasten, 2023)



Slika 21: Realni denarni tok Dolnje Retje

(Vir: Lasten, 2023)

Iz tabele 18 in grafa na sliki 21 lahko razberemo, da se investicija v MVE na lokaciji ne bo nikoli povrnila, ker vsako leto celo izgubimo nekaj finančnih sredstev. Investicija se v celoti odsvetuje.

5.3 Metoda sedanje vrednosti naložbe

Investicijama smo diskontno stopnjo določili na podlagi temeljne obrestne mere za mesec september 2023, ki je znašala 0,5 % (SURS, 2023).

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

SV – sedanja vrednost projekta

Sd – skupni donosi

So – skupni odhodki

r – diskontna stopnja

n – življenjska doba

SV po zgornji enačbi za lokacijo Mamolj je **-13.567 €**, za lokacijo Dolnje Retje pa SV znaša **-21.549 €**.

Mamolj

Časovna obdobja - i	Leto	Skupaj donosi Sd	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja r = 0,5 % (1+r) ⁱ	Diskontni faktor r = 0,5 % 1/(1+r) ⁱ	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 0,5 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 0,5 %
0	2023	0	23.770	1	1	0	23.770,00
1	2024	489	50	1,01	1,00	486,57	49,75
2	2025	489	50	1,01	0,99	484,15	49,50
3	2026	489	50	1,02	0,99	481,74	49,26
4	2027	489	50	1,02	0,98	479,34	49,01
5	2028	489	50	1,03	0,98	476,96	48,77
6	2029	489	50	1,03	0,97	474,58	48,53
7	2030	489	50	1,04	0,97	472,22	48,28
8	2031	489	50	1,04	0,96	469,87	48,04
9	2032	489	50	1,05	0,96	467,54	47,81
10	2033	489	50	1,05	0,95	465,21	47,57

Nadaljevanje na naslednji strani

Časovna obdobja - i	Leto	Skupaj donosi Sd	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja $r = 0,5\%$ $(1+r)^i$	Diskontni faktor $r = 0,5\%$ $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r = 0,5\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r = 0,5\%$
11	2034	489	50	1,06	0,95	462,89	47,33
12	2035	489	50	1,06	0,94	460,59	47,10
13	2036	489	50	1,07	0,94	458,30	46,86
14	2037	489	50	1,07	0,93	456,02	46,63
15	2038	489	50	1,08	0,93	453,75	46,40
16	2039	489	50	1,08	0,92	451,49	46,17
17	2040	489	50	1,09	0,92	449,25	45,94
18	2041	489	50	1,09	0,91	447,01	45,71
19	2042	489	50	1,10	0,91	444,79	45,48
20	2043	489	50	1,10	0,91	442,58	45,25
Skupaj		9.780,00	24.770,00			9.284,85	24.719,37
SV		Sd – So = -14.990,00		NSDp = Sd – So =		-15.434,52	

Tabela 19: Metoda sedanje vrednosti Mamolj (v €)

(Vir: Lasten, 2023)

$$SV = Sd - So = 9.284,85 - 24.719,37 = -15.434,52 \text{ €} < 0$$

Sedanja vrednost naložbe z upoštevanim diskontnim faktorjem je -15.434,52 €, kar je manj kot 0. Pri metodi sedanje vrednosti velja, da je projekt sprejemljiv, če velja pogoj $Sd > So$. Za lokacijo Mamolj ta pogoj ne velja, zato investicija ni sprejemljiva.

Dolnje Retje

Časovna obdobja - i	Leto	Skupaj donosi Sd	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja $r = 0,5\%$ $(1+r)^i$	Diskontni faktor $r = 0,5\%$ $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r = 0,5\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r = 0,5\%$
0	2023	0	23.770	1	1	0	23.770,00
1	2024	48	50	1,01	1,00	47,76	49,75
2	2025	48	50	1,01	0,99	47,52	49,50
3	2026	48	50	1,02	0,99	47,29	49,26
4	2027	48	50	1,02	0,98	47,05	49,01
5	2028	48	50	1,03	0,98	46,82	48,77
6	2029	48	50	1,03	0,97	46,58	48,53
7	2030	48	50	1,04	0,97	46,35	48,28
8	2031	48	50	1,04	0,96	46,12	48,04
9	2032	48	50	1,05	0,96	45,89	47,81
10	2033	48	50	1,05	0,95	45,66	47,57

Nadaljevanje iz prejšnje strani

Časovna obdobja - i	Leto	Skupaj donosi Sd	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja $r = 0,5\%$ $(1+r)^i$	Diskontni faktor $r =$ $0,5\%$ $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r =$ $0,5\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r =$ $0,5\%$
11	2034	48	50	1,06	0,95	45,44	47,33
12	2035	48	50	1,06	0,94	45,21	47,10
13	2036	48	50	1,07	0,94	44,99	46,86
14	2037	48	50	1,07	0,93	44,76	46,63
15	2038	48	50	1,08	0,93	44,54	46,40
16	2039	48	50	1,08	0,92	44,32	46,17
17	2040	48	50	1,09	0,92	44,10	45,94
18	2041	48	50	1,09	0,91	43,88	45,71
19	2042	48	50	1,10	0,91	43,66	45,48
20	2043	48	50	1,10	0,91	43,44	45,25
Skupaj		960,00	24.770,00			911,40	24.719,37
SV		Sd – So = -23.810,00		NSDp = Sd-So =		-23.807,97	

Tabela 20: Metoda sedanje vrednosti Dolnje Retje (v €)

(Vir: Lasten, 2023)

$$SV = Sd - So = 911,40 - 24.719,37 = -23.807,97 \text{ €} < 0$$

Sedanja vrednost z upoštevanim diskontnim faktorjem je **-23.807,97 €**. Z upoštevanjem pogoja **Sd > So** lahko ugotovimo, da investicija ni sprejemljiva.

5.4 Metoda interne stopnje donosnosti

Pomemben kazalnik učinkovitosti investicije je interna stopnja donosnosti (ISD). ISD nam prikaže, katera diskontna stopnja bi bila potrebna, da bi sedanja vrednost investicije znašla nič. S tem se izenačijo vsi donosi in odhodki investicije preko celotne življenjske dobe (Papler in Bojnec, 2012).

ISD izračunamo s pomočjo naslednje enačbe

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

ISD – interna stopnja donosnosti

NSD – neto skupni donos (Sd – So)

r_p – diskontna stopnja, pri kateri je NSD pozitiven

r_n – diskontna stopnja, pri kateri je NSD negativen

NSD_p – NSD pri diskontni stopnji r_p

NSD_n – NSD pri diskontni stopnji r_n

Mamolj

Časovna obdobja - i	Leto	Skupaj donosi Sd	Skupaj odhodki So	Sd pri diskontnem faktorju -9 %	So pri diskontnem faktorju -9 %	Sd pri diskontnem faktorju -8 %	So pri diskontnem faktorju -8 %
0	2023	0	23.770	0	23.770	0	23.770
1	2024	489	50	537	55	532	54
2	2025	489	50	591	60	578	59
3	2026	489	50	649	66	628	64
4	2027	489	50	713	73	683	70
5	2028	489	50	784	80	742	76
6	2029	489	50	861	88	806	82
7	2030	489	50	946	97	877	90
8	2031	489	50	1.040	106	953	97
9	2032	489	50	1.143	117	1.036	106
10	2033	489	50	1.256	128	1.126	115
11	2034	489	50	1.380	141	1.224	125
12	2035	489	50	1.516	155	1.330	136
13	2036	489	50	1.666	170	1.446	148
14	2037	489	50	1.831	187	1.571	161
15	2038	489	50	2.012	206	1.708	175
16	2039	489	50	2.211	226	1.857	190
17	2040	489	50	2.430	248	2.018	206
18	2041	489	50	2.670	273	2.193	224
19	2042	489	50	2.934	300	2.384	244
20	2043	489	50	3.225	330	2.592	265
		7.180	24.770	30.396	26.878	26.281	26.457
				NSD_p=	3.518	NSD_n=	-176

Tabela 21: ISD Mamolj

(Vir: Lasten, 2023)

NSD je pozitiven pri diskontni stopnji **-9 %** in znaša **3.518 €**.

NSD je negativen pri diskontni stopnji **-8 %** in znaša **-176 €**.

S pomočjo teh podatkov lahko sedaj izračunamo ISD za lokacijo Mamolj:

$$ISD = -9 + (-8 - (-9)) * \frac{3.518}{3.518 - (-176)} = -8,05 \%$$

Izračun pokaže, da je $ISD < 0$ oziroma $-8,05 \% < 0$, kar pomeni, da bomo s predvideno investicijo v izbranem časovnem obdobju pridelali izgubo. Investicija se zaradi tega pogojno odsvetuje.

Dolnje Retje

Kot je razvidno iz podatkov, izračunanih v poglavjih 5.1 in 5.2, na lokaciji Dolnje Retje vsako leto obratovanja pridelamo izgubo v višini 2 €. Za to lokacijo smo izvedli izračune ISD, vendar je zaradi vsakoletne izgube nemogoče pridobiti realističen podatek o r_p in NSD_p . To je razlog, zakaj ne bomo prikazali tabele in izračuna za ISD. Investicija se odsvetuje.

5.5 Ocena tveganj in negotovosti

Oceno tveganj in negotovosti z upoštevanjem zvišanja stroškov investicije za 10 % in zmanjšanja proizvodnje za 10 % bomo izvedli samo za lokacijo Mamolj. Izvedba ocene tveganja za lokacijo Dolnje Retje zaradi do sedaj zbranih podatkov ni smiselna.

Zvišanje stroškov investicije za 10 %

Časovna obdobja - i	Leto	Skupaj donosi Sd	Skupaj odhodki So	Sd pri diskontnem faktorju -9 %	So pri diskontnem faktorju -9 %	Sd pri diskontnem faktorju -8 %	So pri diskontnem faktorju -8 %
0	2023	0	26.147	0	26.147	0	26.147
1	2024	489	55	537	60	532	60
2	2025	489	55	591	66	578	65
3	2026	489	55	649	73	628	71
4	2027	489	55	713	80	683	77
5	2028	489	55	784	88	742	83
6	2029	489	55	861	97	806	91
7	2030	489	55	946	106	877	99
8	2031	489	55	1.040	117	953	107
9	2032	489	55	1.143	129	1.036	116
10	2033	489	55	1.256	141	1.126	127
11	2034	489	55	1.380	155	1.224	138
12	2035	489	55	1.516	171	1.330	150
13	2036	489	55	1.666	187	1.446	163
14	2037	489	55	1.831	206	1.571	177
15	2038	489	55	2.012	226	1.708	192
16	2039	489	55	2.211	249	1.857	209
17	2040	489	55	2.430	273	2.018	227
18	2041	489	55	2.670	300	2.193	247
19	2042	489	55	2.934	330	2.384	268
20	2043	489	55	3.225	363	2.592	291
		9.780	27.247	30.396	29.566	26.281	29.103
				NSDp=	830	NSDn=	-2.822

Slika 22: ISD Mamolj – 10-% zvišanje stroškov

(Vir: Lasten, 2024)

NSD je pozitiven pri diskontni stopnji **-9 %** in znaša **830 €**.

NSD je negativen pri diskontni stopnji **-8 %** in znaša **-2.822 €**.

Sedaj lahko izračunamo ISD z upoštevanjem povečanja stroškov investicije za 10 %:

$$ISD = -9 + (-8 - (-9)) * \frac{830}{830 - (-2.822)} = -8,77\%$$

ISD pri desetodstotni povečavi stroškov je **-8,77 %**.

Zmanjšanje proizvodnje elektrarne za 10 %

Časovna obdobja - i	Leto	Skupaj donosi Sd	Skupaj odhodki So	Sd pri diskontnem faktorju -10 %	So pri diskontnem faktorju -10 %	Sd pri diskontnem faktorju -9 %	So pri diskontnem faktorju -9 %
0	2023	0	23.770	0	23.770	0	23.770
1	2024	381	50	423	56	419	55
2	2025	381	50	470	62	460	60
3	2026	381	50	523	69	506	66
4	2027	381	50	581	76	556	73
5	2028	381	50	645	85	611	80
6	2029	381	50	717	94	671	88
7	2030	381	50	797	105	737	97
8	2031	381	50	885	116	810	106
9	2032	381	50	983	129	890	117
10	2033	381	50	1.093	143	978	128
11	2034	381	50	1.214	159	1.075	141
12	2035	381	50	1.349	177	1.181	155
13	2036	381	50	1.499	197	1.298	170
14	2037	381	50	1.665	219	1.427	187
15	2038	381	50	1.850	243	1.568	206
16	2039	381	50	2.056	270	1.723	226
17	2040	381	50	2.285	300	1.893	248
18	2041	381	50	2.538	333	2.081	273
19	2042	381	50	2.820	370	2.286	300
20	2043	381	50	3.134	411	2.512	330
		7.620	24.770	27.528	27.383	23.683	26.878
				NSDp=	146	NSDn=	-3.195

Slika 23: ISD Mamolj – 10-% zmanjšanje proizvodnje

(Vir: Lasten, 2024)

NSD je pozitiven pri diskontni stopnji **-10 %** in znaša **146 €**.

NSD je negativen pri diskontni stopnji **-9 %** in znaša **-3.195 €**.

Sedaj lahko izračunamo ISD z upoštevanjem zmanjšanja proizvodnje elektrarne za 10 %:

$$ISD = -10 + (-9 - (-10)) * \frac{146}{146 - (-3.195)} = -9,96\%$$

ISD pri desetodstotni zmanjšani proizvodnji je **-9,96 %**.

V obeh ocenah tveganj se ISD poveča v negativni smeri, zato se investicija na lokaciji Mamolj odsvetuje.

5.6 Analiza SWOT

S pomočjo analize SWOT lahko s pomočjo informacij s strani investitorja in okolja razberemo prednosti, slabosti, priložnosti ter nevarnosti za naši investiciji. Kratica SWOT izhaja iz angleških izrazov **S**trength, **W**eakness, **O**pportunity in **T**hreat (Verčič, 2001).

PREDNOSTI	SLABOSTI
Zelena energija	Potencialno dolga doba vračanja naložbe
Možnost financiranja z lastnimi sredstvi	Nerentabilnost na napačni lokaciji
Nizki obratovalni stroški	
Delna neodvisnost od javnega elektro omrežja	
PRILOŽNOSTI	NEVARNOSTI
Možnost kredita pri Eko skladu	Znižanje cene električne energije
Povečanje proizvodnje	Odvisnost od podnebja
Nove tehnologije	Uničenje objekta zaradi zunanjih vplivov

Tabela 22: Analiza SWOT investicije

(Vir: Lasten, 2023)

5.7 Kazalniki učinkovitosti in uspešnosti

Kazalniki učinkovitosti in uspešnosti nam prikažejo rentabilnost vlaganja v investicijo in njeno ekonomičnost. Kazalnike izračunamo za diskontno stopnjo, ki smo jo izbrali pri izračunu neto sedanje vrednosti investicije (Papler in Bojnec, 2012). Diskontna stopnja je v naših primerih 0,5 %.

5.7.1 Doba vračanja naložbe

Doba vračanja sredstev (EVS) nam pove, koliko let potrebujemo, da se nam povrne začetna investicija. Dobo ugotovimo tako, da letne donose seštevamo tako dolgo, dokler njihov seštevek ni enak začetni investiciji (Papler in Bojnec, 2012).

Izračunamo ga z enačbo:

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd_t - So_t},$$

EVS ali t – odplačilna doba v letih

N – začetna naložba

d = Sd_t – So_t – letni donos

Za lokacijo Mamolj EVS pri začetni investiciji 23.770 € in neto letnem donosu 439 € znaša **54,1 leta**. Doba vračanja je več kot 2,5-krat daljša od življenjske dobe elektrarne, ki znaša 20 let.

Za lokacijo Dolnje Retje je izračun dobe vračanja naložbe brezpredmeten, ker je neto letni donos negativen (-2 €) in se investicija ne more povrniti.

5.7.2 Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti

Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti (E) prikazuje odnos med dohodki in odhodki (stroški) naložbe (Papler in Bojnec, 2012).

Izračunamo ga z enačbo:

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

E – kazalec gospodarnosti ali ekonomičnosti

Sd – skupni donosi

So – skupni odhodki

Za lokacijo Mamolj kazalec gospodarnosti pri diskontni stopnji 0,5 %, skupnih donosih v vrednosti 9.284,85 € in skupnih odhodkih v vrednosti 24.719,37 € znaša **0,38**. Ker je vrednost manjša od 1, smo za investicijo porabili več, kot smo z njo dobili nazaj.

Za lokacijo Dolnje Retje kazalec gospodarnosti pri enaki diskontni stopnji, skupnih donosih v vrednosti 911,40 € in skupnih odhodkih 27.719,37 € znaša **0,037**. Tu je kazalec prav tako manjši od 1 in smo zato za investicijo več porabili, kot smo z njo dobili nazaj.

5.7.3 Kazalnik donosnosti ali rentabilnosti naložbe

Kazalec donosnosti ali rentabilnosti naložbe (D) nam prikaže razmerje med dobičkom in vloženimi finančnimi sredstvi. Razmerje izrazimo v odstotkih (Papler in Bojnec, 2012).

Izračunamo ga z enačbo:

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

N – začetna naložba

Sd – skupni donosi

So – skupni odhodki

Za obe lokaciji je začetna naložba enaka, in sicer 23.770 €. Za lokacijo Mamolj so skupni donosi 9.284,85 €, skupni odhodki pa 24.719,37 €. Kazalec donosnosti za lokacijo Mamolj je tako **-64,9 %**, kar pomeni, da nam investicija prinaša izgube in se ne izplača.

Za lokacijo Dolnje Retje so skupni donosi 911,40 €, skupni odhodki pa 27.719,37 €. Kazalec donosnosti na tej lokaciji je tako **-100,2 %**, kar pomeni, da nam investicija prinaša izgube, višje od začetne vrednosti naložbe, in se ne izplača.

5.7.4 Kazalnik donosnosti odhodkov

Kazalec donosnosti odhodkov (Do) prikaže razmerje letnega donosa proti skupnim odhodkom za naložbo. Razmerje izrazimo v odstotkih. Investicija je rentabilna samo v primeru, da velja pogoj **Do > 0** (Papler in Bojnec, 2012).

Izračunamo ga z enačbo:

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

Do – kazalec donosnosti odhodkov

Sd – skupni donosi

So – skupni odhodki

Za lokacijo Mamolj kazalnik donosnosti odhodkov znaša **-62,4 %**, medtem ko je isti kazalnik za lokacijo Dolnje Retje **-96,3 %**. V obeh primerih je kazalnik manjši od 0 in zato investiciji nista rentabilni.

5.8 Primerjalna analiza metod in kazalnikov

	Mamolj		
	Predvideno	10-% povečani stroški	10 % zmanjšana proizvodnja
Sd (€)	9.285	9.285	7.234
So (€)	24.719	27.191	24.719
d (€)	489	489	381
N (€)	23.770	26.147	23.770
D (%)	-64,9	-68,5	-73,6
DO (%)	-62,4	-65,9	-70,7
E	0,38	0,34	0,29
EVS (leta)	54,1	60,2	71,8

	Dolnje Retje		
	Predvideno	10-% povečani stroški	10 % zmanjšanja proizvodnja
Sd (€)	911	911,4	816,46
So (€)	24.719	27.191	24.719
d (€)	48	48	43
N (€)	23.770	26.147	23.770
D (%)	-100,2	-100,5	-100,6
DO (%)	-96,3	-96,6	-96,7
E	0,037	0,034	0,033
EVS (leta)	ni podatka	ni podatka	ni podatka

Tabela 23: Primerjava metod in kazalnikov

(Vir: Lasten, 2023)

Na podlagi tabele 25 lahko ugotovimo, da nam kakršnokoli zvišanje stroškov ali zmanjšanje proizvodnje še poslabša že tako slabe rezultate investicij. Investicija na lokaciji Dolnje Retje je popolnoma neupravičena in jo močno odsvetujemo.

6 ZAKLJUČKI

Na podlagi vseh izdelanih analiz lahko izvedemo celostno primerjavo obeh lokacij. Že iz podatkov o hitrosti vetra je razvidno, da nobena od izbranih lokacij ne izpolnjuje osnovnih pogojev za izvedbo investicije v vetrno elektrarno. Lokacija Mamolj ima boljše začetne pogoje v smislu hitrosti vetra in bi lahko z izborom specifične opreme zagotovili dovoljšno količino proizvedene električne energije. Lokacija Dolnje Retje je s svojimi vetrnimi pogoji popolnoma neprimerna za postavitve vetrne elektrarne.

Pred začetkom investicije potencialnim investitorjem predlagamo izvedbo meritev hitrosti vetra na lokaciji postavitve elektrarne za obdobje najmanj enega leta. Le s tem lahko zagotovimo relativno točne izračune vetrnega potenciala. Na podlagi teh izračunov lahko nato izvedemo predhodno analizo učinkov postavitve vetrne elektrarne in njenih pozitivnih učinkov na investitorja. Hkrati lahko investitor pri Eko skladu zaprosi za kredit oziroma subvencijo za naložbo v OVE, s katero bi zmanjšal začetne stroške postavitve takšne elektrarne.

V Sloveniji obstajajo območja, kjer bi bila postavitve mikro vetrne elektrarne za samooskrbo smotrna. Na teh področjih je treba spodbujati gradnjo takšnih elektrarn, tudi namesto trenutno bolj priljubljenih sončnih elektrarn.

7 LITERATURA IN VIRI

Vetrik Lapornik, D. (2016). *Študija izvedljivosti postavitve vetrne elektrarne*. Diplomsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko.

Sovič, B. (2009). *Optimizacija oskrbe z obnovljivimi viri energije*. Magistrsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko.

Papler, D. in Bojnec, Š. (2012). *Naložbe v trajnostni razvoj energetike*. Monografija, Koper: Univerza na Primorskem, Fakulteta za management.

Verčič, P. (2001). *Celovita ocena podjetja Verčič*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta.

Godnič, M. (2019). *Določitev primernih območij za postavitev vetrnih elektrarn v Sloveniji*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

IRENA – International renewable energy agency (b. l.). *Wind energy*. Pridobljeno 10. 10. 2023 z naslova <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Wind-energy>.

Semken, S., et al. (2012). *Direct-drive permanent magnet generators for high-power wind turbines: Benefits and limiting factors*. *IET Renewable Power Generation*. Pridobljeno 23.10.2023 z naslova https://www.researchgate.net/publication/257935440_Direct-drive_permanent_magnet_generators_for_high-power_wind_turbines_Benefits_and_limiting_factors.

Skupina GEN (b. l.). *Vetrna energija*. Pridobljeno 13.5.2023 z naslova <https://www.esvet.si/drugi-viri-energije/vetrna-energija>.

Wikimedia Foundation Inc. (2022). *Vetrna turbina*. Pridobljeno 13.5.2023 z naslova https://sl.wikipedia.org/wiki/Vetrna_turbina.

Kop, B. (2015). *heatingwind*. Pridobljeno 13. 5. 2023 z naslova <http://bostjankop.eu/wp-content/uploads/heatingwind.gif>.

YaClass Tech Private Limited (2023). *shutterstock1738111136*. Pridobljeno 11. 9. 2023 z naslova <https://www.yaclass.in/p/social-science/class-9/atmosphere-9796/re-04c9931c-27c0-4d1e-908d-6106f87f7976>.

Wikimedia Foundation Inc. (november 2022). *windspeed*. Pridobljeno 20. 5. 2023 z naslova https://sl.wikipedia.org/wiki/Vetrna_turbina#/media/Slika:Windspeed.JPG.

Ahmed, Mahmoud & Abdel Gawad, Ahmed. (2016). *Comparison between the HAWT and VAWT 3*. Pridobljeno 11. 4. 2023 z naslova <https://www.researchgate.net/profile/Ahmed-Abdel-Gawad3/publication/312129537/figure/fig2/AS:447849671467009@1483787090196/Comparison-between-the-HAWT-and-VAWT-3.png>.

Plan-Net Solar d. o. o. (2021). *Slika4*. Pridobljeno 11. 4. 2023 z naslova <https://vetrna-energija.si/wp-content/uploads/2021/04/slika4.png>.

Lontech ogrevalna tehnika d. o. o. (b. l.). *Samooskrba električne energije*. Pridobljeno 11. 4. 2023 z naslova https://www.lontech.si/datoteke/02_Artikli_in_kategorije/samooskrba-elektricne-energije.jpg.

Lontech ogrevalna tehnika d. o. o. (b. l.). *Samooskrba in prodaja električne energije*. Pridobljeno 11. 4. 2023 z naslova https://www.lontech.si/datoteke/02_Artikli_in_kategorije/samooskrba-elektricne-energije.jpg.

Uradni list RS, št. 7/21 in 41/22 (2022). *Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije*. Pridobljeno na 12. 9. 2023 z naslova http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=AKT_1188.

Agencija Republike Slovenije za okolje (2023). *Podatki o hitrostih in smereh vetra za avtomatski merilni postaji Limovce in Velike Lašče*. Pridobljeno v obdobju od maja 2023 do oktobra 2023 z naslova <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>.

Braun Windturbinen GmbH (b. l.). *Technical data ANTARIS 5.5 kW*. Pridobljeno 12. 9. 2023 z naslova <https://braun-windturbinen.com/produkte/antaris-kleinwindanlagen/antaris-5-5-kw/>.

Lontech ogrevalna tehnika d. o. o. (b. l.). *Vetrna turbina Antaris 5,5 kW*. Pridobljeno 12. 9. 2023 z naslova https://www.lontech.si/datoteke/03_PDF_dokumenti/antaris-vetrna-turbina-5%2C5-kw.pdf.

Lontech ogrevalna tehnika d.o.o. (b. l.). *Obratovalna karakteristika turbine Antaris 5,5 kW*. Zajem zaslona 12. 9. 2023 z naslova https://www.lontech.si/datoteke/03_PDF_dokumenti/antaris- vetrna-turbina-5%2C5-kw.pdf.

Statistični urad Republike Slovenije (31. avgust 2023). *Mesečna temeljna obrestna mera*. Pridobljeno 10. 10. 2023 z naslova <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/11318>.

Uradni list RS, št. 45/2023 (2023). *Cena električne energije*. Pridobljeno 10. 10. 2023 z naslova <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2023-01-1342/uredba-o-dolocitvi-cene-elektricne-energije>.