



VISOKA ŠOLA ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

VISOKA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija
Program: Varstvo okolja

**ANALIZA OBRATOVANJA IN EKONOMSKE
UČINKOVITOSTI SONČNE ELEKTRARNE
LOGISTIČNI CENTER BTC**

Mentor: doc. dr. Drago Papler
Lektor: Tadej Ian, magister znanosti (VIII/1)

Kandidat: Dragan Babić

Ljubljana, avgust 2024

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Dragu Paplerju za pomoč pri pripravi.

Hvala g. Tomažu Damjanu iz podjetja BTC d. d. za deljenje podatkov o sončni elektrarni, brez katerih izvedba naloge ne bi bila možna.

Zahvaljujem se tudi lektorju, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledal.

IZJAVA

Študent Dragan Babić izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom doc. dr. Draga 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

Diplomska naloga obravnava analizo obratovanja in ekonomske učinkovitosti sončne elektrarne Logistični center BTC. Glavni cilj raziskave je bil preučiti delovanje sončne elektrarne, oceniti njeno ekonomsko upravičenost in predstaviti vpliv različnih ekonomskih in tehničnih parametrov na njeno učinkovitost.

V nalogi je najprej predstavljena teoretična osnova o obnovljivih virih energije s poudarkom na sončnih elektrarnah. Sledi opis sončne elektrarne Logistični center BTC, kjer so zajeti tehnični podatki, način delovanja in uporaba tehnologij za proizvodnjo električne energije. Analizirani so podatki o obratovalnih urah, proizvodnji električne energije in trajanju sončnega obsevanja.

Ekonomska analiza vključuje izračun ključnih kazalnikov, kot so interna stopnja donosnosti (ISD), neto sedanja vrednost (NSV), kazalnik gospodarnosti (E), donosnost naložbe (D) in doba vračanja sredstev (DVS). Ti kazalniki so bili izračunani za različne scenarije, vključno z normalnimi pogoji, zmanjšanjem prihodkov za 10 %, povečanjem stroškov za 10 % in kombinacijo obeh dejavnikov. Rezultati kažejo, da je sončna elektrarna Logistični center BTC ekonomsko vzdržna in donosna naložba, saj so vsi kazalniki pozitivni tudi v manj ugodnih scenarijih.

Naloga izpostavlja tudi okoljske koristi uporabe sončne energije, vključno z zmanjšanjem emisij CO₂ in prispevanjem k trajnostnemu razvoju. Skupaj rezultati potrjujejo, da je investicija v sončno elektrarno Logistični center BTC smiselna in trajnostna, tako z ekonomskega kot tudi okoljskega vidika.

KLJUČNE BESEDE

- sončna elektrarna,
- energetska učinkovitost,
- ekonomske metode,
- primerjalna analiza,
- ekološka odgovornost.

ABSTRACT

The thesis examines the operational analysis and economic efficiency of the BTC Logistics Center solar power plant. The main objective of the research was to study the operation of the solar power plant, assess its economic viability, and present the impact of various economic and technical parameters on its efficiency.

The thesis first provides a theoretical foundation on renewable energy sources, with a focus on solar power plants. It then describes the BTC Logistics Center solar power plant, including technical data, operation methods, and the technologies used for electricity generation. Data on operating hours, electricity production, and solar irradiation duration were analyzed.

The economic analysis includes the calculation of key indicators, such as the internal rate of return (IRR), net present value (NPV), cost-effectiveness index (E), investment profitability (D), and payback period (PBP). These indicators were calculated for various scenarios, including normal conditions, a 10% decrease in revenues, a 10% increase in costs, and a combination of both factors. The results indicate that the BTC Logistics Center solar power plant is an economically sustainable and profitable investment because all indicators remain positive even in less favorable scenarios.

The thesis also highlights the environmental benefits of using solar energy, including the reduction of CO₂ emissions and contributions to sustainable development. Overall, the results confirm that investing in the BTC Logistics Center solar power plant is both sensible and sustainable from an economic and environmental perspective.

KEYWORDS

- solar power plant,
- energy efficiency,
- economic methods,
- comparative analysis,
- ecological responsibility.

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema	1
1.2	Namen in cilji diplomske naloge	1
1.3	Predvideni materiali in metode za doseganje ciljev diplomske naloge	2
1.4	Predpostavke in omejitve	2
2	PREGLED LITERATURE IN DOBRIH PRAKS O IZRABI SONČNE ENERGIJE	4
2.1	Osončenost in sončna energija	4
2.2	Uporaba sončne energije	4
2.3	Fotovoltaika	5
2.4	Vrste sončnih elektrarn	6
2.5	Prednosti in slabosti sončnih elektrarn	9
2.6	Vpliv sončnih celic na okolje	9
2.7	Primeri dobrih praks o izrabi sončne energije	10
2.8	SWOT analiza	14
3	DRUŽBENA ODGOVORNOST	16
3.1	Zakonodaja EU in Slovenije	16
3.2	Družbena odgovornost, vplivi in ekologija	19
3.3	Ekološka odgovornost družbe BTC	21
3.4	Ekološki dejavniki	22
4	ANALIZA OBRATOVANJA IN EKONOMSKE UČINKOVITOSTI SONČNE ELEKTRARNE LOGISTIČNI CENTER BTC	24
4.1	Tehnično dimenzioniranje elektrarne	25
4.2	Podatki o naložbi in stroški obratovanja	27
4.3	Analiza obratovanja in prihodkov proizvodnje	28
4.4	Skupni in realni denarni tok	36
4.5	Sedanja vrednost projekta, interna stopnja donosnosti	38
4.6	Tveganja in cost benefit analiza	42
4.7	Kazalniki ekonomičnosti, donosnosti naložbe in donosnosti odhodkov	48
4.8	Izračun dobe vračila naložbe	49
4.9	Primerjalna analiza ekonomskih metod in kazalnikov v različnih stanjih	50
5	KOMENTAR IN ZAKLJUČEK	53
6	LITERATURA IN VIRI	56
	PRILOGE	60

KAZALO SLIK

Slika 1: Alexandre-Edmond Becquerel	5
Slika 2: Domače sončne elektrarne, priključene na električno omrežje.....	6
Slika 3: Sončna elektrarna Fortuna 240 kW na strehi zgradbe na Vrhniki	6
Slika 4: Otočni system v Južni Ameriki	7
Slika 5: Hibridni sistem sončno-vetrne elektrarne.....	7
Slika 6: Sončna streha, uporabljena za klimatizacijo vozila.....	8
Slika 7: Sončna elektrarna, ki napaja telekomunikacijsko napravo	8
Slika 8: Zasnova pasivne hiše na Japonskem.....	11
Slika 9: Transparentne sončne celice na oknih	11
Slika 10: Restavracija Le Présage.....	12
Slika 11: Agrivoltaika	13
Slika 12: Logistični center Zalog	13
Slika 13: Sončna elektrarna na dvorani 7	22
Slika 14: Sončna elektrarna Logistični center BTC.....	25
Slika 15: Logistični center BTC ob Letališki cesti	26
Slika 16: Proizvodnja električne energije in sončno obsevanje	29
Slika 17: Trajanje sončnega obsevanja po letih v urah (h).....	30
Slika 18: Obratovalne ure elektrarne in trajanje sončnega obsevanja po letih	32
Slika 19: Primerjava pričakovane in dejanske proizvodnje.....	33
Slika 20: Pričakovan in dejanski dobiček v evrih (EUR)	35
Slika 21: Skupni denarni tok	37
Slika 22: Realni denarni tok.....	37

KAZALO TABEL

Tabela 1: Uporabljen material za postavitvev elektrarne.....	26
Tabela 2: Osnovni podatki o stroških v evrih (EUR).....	27
Tabela 3: Tekoči stroški v evrih (EUR)	27
Tabela 4: Stroški vzdrževanja, dela in storitev	28
Tabela 5: Trajanje letnega sončnega obsevanja v urah	30
Tabela 6: Obratovalne ure elektrarne po letih	31
Tabela 7: Primerjava pričakovane in dejanske proizvodnje ter sončnega obsevanja in obratovalnih ur.....	33
Tabela 8: Analiza prihodkov proizvodnje	34
Tabela 9: Primerjava pričakovanega in dejanskega dobička v evrih (EUR).....	35
Tabela 10: Neto sedanja vrednost projekta v evrih (EUR)	39
Tabela 11: Interna stopnja donosnosti.....	41
Tabela 12: Interna stopnja donosnosti pri 10 % znižanih donosih.....	43
Tabela 13: Interna stopnja donosnosti pri 10 % zvišanih stroških	44
Tabela 14: Interna stopnja donosnosti pri kombinaciji zvišanja stroškov in znižanja prihodkov	45

Tabela 15: Cene emisijskih kuponov in prihrank v EUR	46
Tabela 16: Interna stopnja donosnosti upoštevajoč prihrank CO ₂	47
Tabela 17: Primerjalna analiza.....	50

POJMOVNIK

Fotovoltaika/fotonapetostna tehnologija (PV): pretvorba sončne energije v električno s pomočjo sončnih celic

Evapotranspiracija: Proces, ki vključuje izhlapevanje vode iz tal in transpiracijo vode iz rastlin

Diskontna stopnja: Obrestna mera, ki se uporablja za diskontiranje prihodnjih denarnih tokov, da se ugotovi njihova sedanja vrednost.

Skupni denarni tok: Vključuje vse prihodke in izdatke, vključno z lastnimi in tujimi sredstvi v celotni življenjski dobi projekta.

Realni denarni tok: Vključuje vse prihodke in izdatke s perspektive vlagatelja v celotni življenjski dobi projekta.

Cost Benefit analiza: Analiza, ki ocenjuje koristi in stroške projekta, da se ugotovi njegova ekonomska upravičenost.

Osončenost: Količina sončnega obsevanja, ki doseže določeno površino v določenem časovnem obdobju.

Statične metode: Ekonomske metode, ki ne upoštevajo časovne vrednosti denarja pri ocenjevanju naložb.

Dinamične metode: Ekonomske metode, ki uporabljajo diskontiranje denarnih tokov, da upoštevajo časovno vrednost denarja pri ocenjevanju naložb.

Amortizacija: Postopek razporeditve stroškov nakupa sredstva v njegovi življenjski dobi.

KRATICE IN AKRONIMI

BTC: Blagovno-trgovinski center – organizacija, ki je lastnik in upravljalec sončne elektrarne Logistični center BTC.

EUR: Evro – valuta, v kateri so izraženi vsi finančni kazalniki v diplomski nalogi.

EVS: Enostavna doba vračanja vloženih sredstev – število let, potrebnih za povrnitev začetnega vložka brez upoštevanja časovne vrednosti denarja.

DVS: Diskontirana doba vračanja vloženih sredstev – število let, potrebnih za povrnitev začetnega vložka z upoštevanjem časovne vrednosti denarja.

ISD: Interna stopnja donosnosti – diskontna stopnja, pri kateri je neto sedanja vrednost vseh denarnih tokov projekta enaka nič.

NSV: Neto sedanja vrednost – razlika med sedanjo vrednostjo denarnih pritokov in sedanjo vrednostjo denarnih odtokov v celotni življenjski dobi projekta.

r: Obrestna mera – diskontna stopnja, uporabljena pri izračunih neto sedanje vrednosti.

PV: Fotonapetostna tehnologija/fotovoltaika – pretvorba sončne energije v električno energijo s pomočjo sončnih celic.

E: Kazalnik gospodarnosti – razmerje med skupnimi donosi in skupnimi odhodki projekta.

D: Donosnost naložbe – kazalnik, ki prikazuje celotno donosnost vložka v projekt.

Do: Donosnost odhodkov – kazalnik, ki meri letni donos glede na skupne stroške naložbe.

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

V zadnjih letih se svet sooča s potrebo po prehodu na trajnostne vire energije zaradi naraščajočih okoljskih izzivov in nujnosti zmanjšanja emisij toplogrednih plinov. Sončna energija je postala ena izmed ključnih rešitev za izpolnitev teh ciljev zaradi svoje razpoložljivosti in minimalnega vpliva na okolje. Vendar pa kljub številnim prednostim sončnih elektrarn obstajajo pomembni izzivi, ki jih je treba nasloviti za optimalno izkoriščanje te tehnologije. Eden ključnih problemov pri obratovanju sončnih elektrarn je postopno zmanjševanje učinkovitosti fotonapetostnih (PV) modulov, kar je posledica dolgotrajne izpostavljenosti sončni svetlobi, vremenskim vplivom, UV sevanju in temperaturnim spremembam. Poleg naravne degradacije se sončne elektrarne soočajo tudi z izzivom variabilnosti proizvodnje električne energije, saj je proizvodnja močno odvisna od vremenskih razmer, kot so oblačnost, količina sončnega obsevanja in sezonske spremembe. Ta variabilnost otežuje stabilno oskrbo z električno energijo in predstavlja izziv za vključitev sončne energije v elektroenergetski sistem. Pomemben problem, s katerim se srečujemo, sta tudi ekonomska analiza in finančno načrtovanje investicij v sončne elektrarne. Zaradi visoke začetne investicije in dolgoročne narave naložbe je ključnega pomena natančno ocenjevanje stroškov, predvidenih prihodkov in vračilne dobe. Ekonomska upravičenost naložbe je odvisna od številnih dejavnikov, vključno z življenjsko dobo PV modulov, učinkovitostjo sistema, stroški vzdrževanja in cenami električne energije. Velike sončne elektrarne, kot je obravnavana v tej diplomski nalogi, se soočajo s posebnimi izzivi glede učinkovitosti in ekonomske upravičenosti. Predvsem zaradi obsega projekta in velike začetne investicije je ključno, da se zagotovita dolgoročna stabilnost in finančna donosnost. Velike sončne elektrarne namreč igrajo ključno vlogo v elektroenergetskem sistemu, kjer prispevajo k stabilnosti oskrbe z električno energijo, zato sta pomembni natančna analiza in napoved proizvodnje, da bi se zagotovilo učinkovito načrtovanje obratovanja. Vsi ti izzivi zahtevajo celovito analizo in pristop, ki bo omogočil izboljšanje učinkovitosti in finančne uspešnosti sončnih elektrarn, kar je bistvo problema, obravnavanega v tej diplomski nalogi.

1.2 Namen in cilji diplomske naloge

V diplomski nalogi želimo raziskati obratovanje in ekonomsko učinkovitost sončne elektrarne Logistični center s pridobitvijo podatkov o stroških, vložkih v projekt in prihodkih. Z analizo ekonomskih vidikov obratovanja želimo potrditi donosnost naložbe, oceniti razmerje med stroški in koristmi projekta ter predvideti morebitna tveganja. Namen naloge je tudi preučiti vpliv degradacije PV modulov na proizvodnjo električne energije in finančno uspešnost elektrarne. S tem bomo poskušali ugotoviti,

kako degradacija vpliva na dolgoročno donosnost naložbe. Poleg tega je namen naloge tudi ovrednotiti variabilnost proizvodnje električne energije zaradi vremenskih razmer in sezonskih sprememb ter oceniti, kako te spremembe vplivajo na stabilnost oskrbe z energijo. Cilj naloge je analizirati in oceniti spremembe v proizvodnji električne energije zaradi zmanjšanja učinkovitosti PV modulov in ekonomsko ovrednotiti investicijo v sončno elektrarno. To vključuje izračun neto sedanje vrednosti (NSV), interne stopnje donosnosti (ISD) in dobe vračanja naložbe. Cilj je oceniti vpliv degradacije PV modulov na finančno uspešnost projekta in identificirati dejavnike, ki lahko izboljšajo ekonomsko upravičenost naložbe. S tem se bomo osredotočili na analizo dejavnikov, ki vplivajo na ekonomsko učinkovitost projekta ter ocenili njegovo prispevanje k energetski neodvisnosti in trajnostnem razvoju.

1.3 Predvideni materiali in metode za doseganje ciljev diplomske naloge

Predvidene metode za doseganje ciljev diplomske naloge bodo temeljile na analizi in interpretaciji podatkov ter uporabi relevantnih analitičnih orodij. Za doseg ciljev naloge bomo pridobili podatke o sončni elektrarni Logistični center BTC, analizirali podatke o naložbi in investicijskih vlaganjih in s tem pridobili vpogled v stroške in vložke v projekt ter finančne tokove v času. Uporabili bomo podatke o urah sončnega obsevanja, pridobljene s strani Agencije Republike Slovenije za okolje. S pomočjo statičnih in predvsem dinamičnih metod bomo ugotavljali upravičenost naložbe oziroma njeno ekonomsko učinkovitost, ki jo bomo izračunali z različnimi kazalci. V diplomski nalogi bomo uporabili več metod, ki nam bodo omogočile celovito analizo obratovanja in ekonomske učinkovitosti sončne elektrarne. Za analizo zbranih podatkov bomo uporabili različna statistična orodja. Poleg tega bomo uporabili ekonomske modele za izračun ključnih finančnih kazalnikov, kot so neto sedanja vrednost, interna stopnja donosnosti in doba vračanja naložbe. Ti modeli bodo temeljili na zbranih podatkih in bodo prilagojeni specifičnim pogojem obratovanja sončne elektrarne. Simulacijske metode bomo uporabili za napovedovanje prihodnje proizvodnje električne energije ob upoštevanju variabilnosti vremenskih razmer in letnega zmanjšanja učinkovitosti PV modulov. Z uporabo teh metod bomo zagotovili celovit pristop k obravnavi problematike obratovanja in ekonomske učinkovitosti sončne elektrarne, kar nam bo omogočilo doseganje zastavljenih ciljev naloge.

1.4 Predpostavke in omejitve

Predpostavljamo, da je sončna elektrarna Logistični center ekonomsko učinkovita, saj predvidevamo, da so bili finančni in tehnični vložki v projekt smiselni ter da je njena velikost omogočila dobičkonosno obratovanje. Ta predpostavka temelji na pričakovanju, da je investicija v sončno elektrarno Logistični center prinesla pozitivne ekonomske rezultate, kar je posledica njene velikosti in sposobnosti proizvodnje

znatne količine električne energije. Predpostavljamo, da so zbrani podatki o proizvodnji električne energije, stroških obratovanja in prihodkih zadostni za natančno oceno ekonomske učinkovitosti. Predpostavljamo tudi, da bodo rezultati analiz pokazali pozitivno neto sedanjo vrednost in visoko interno stopnjo donosnosti, kar bo potrdilo ekonomsko upravičenost investicije.

Diplomska naloga se osredotoča izključno na sončno elektrarno Logistični center in njene specifične pogoje obratovanja, ki se razlikujejo od tistih pri mikro sončnih elektrarnah. Naloga se sooča z več omejitvami, ki lahko vplivajo na rezultate analiz in zaključke. Ena glavnih omejitev je dostop do podatkov. Podatki o stroških obratovanja niso podrobno razdelani, temveč so nam bili posredovani le kot skupne letne vrednosti. To omejuje natančnost analize posameznih stroškovnih postavk in njihov vpliv na ekonomsko učinkovitost. Druga omejitev je zanesljivost vremenskih podatkov. Čeprav so podatki ARSO natančni, lahko nenadni in nepredvidljivi vremenski pojavi vplivajo na proizvodnjo električne energije in s tem na rezultate analiz. Poleg tega se lahko vremenski pogoji na lokaciji elektrarne razlikujejo od povprečnih vrednosti, kar lahko povzroči odstopanja v pričakovani proizvodnji. Ena izmed omejitev je tudi morebitna sprememba v obratovalnih pogojih, tehnologijah ali tržnih razmerah, saj to lahko vpliva na zanesljivost rezultatov analiz. Na primer, napredek v tehnologiji PV modulov bi lahko zmanjšal stopnjo degradacije ali povečal učinkovitost, kar bi vplivalo na dolgoročne napovedi proizvodnje in finančne analize. Dodatna omejitev je potencialna subjektivnost pri ocenjevanju finančnih kazalnikov in interpretaciji rezultatov. Čeprav se pri analizah opiramo na objektivne podatke in preverjene metode, lahko subjektivne odločitve vplivajo na končne ugotovitve in priporočila. Na primer, izbira diskontne stopnje za izračun neto sedanje vrednosti ali ocena prihodnjih stroškov vzdrževanja lahko vpliva na rezultate analiz. Kljub tem omejitvam bomo z zavedanjem in upoštevanjem omejitev ter z uporabo izbranih metod in celovitim pristopom zagotovili čim bolj natančne in zanesljive rezultate.

2 PREGLED LITERATURE IN DOBRIH PRAKS O IZRABI SONČNE ENERGIJE

2.1 Osončenost in sončna energija

Osončenost ali izpostavljenost Soncu je vsota energije neposrednega in difuznega Sončevega obsevanja. Pri tem je potrebno biti pozoren na več dejavnikov, ki na to vplivajo. Najpomembnejši vpliv ima vpadni kot žarkov, ki je odvisen od geografske lege, naklona in izpostavljenosti površja ter od astronomskih pojavov (deklinacija Sonca). Ne gre zanemariti niti vpliva oblikovanosti površja, ki je deloma že upoštevan v izračunu vpadnega kota sončnih žarkov.

Velik vpliv na osončenost ima tudi oblačnost. Predvsem je pomemben tip oblačnosti, trajanje obdobja oblačnosti ter območje, ki ga prekrivajo oblaki ali megla. Zaradi oblačnosti pride do sipanja svetlobe v atmosferi, kar pomeni, da je neposredno sončno obsevanje oslabiljeno. Povprečno so največjega dela sončne energije deležne ravnine, nato gričevja, hribovja in nazadnje, gorovja, saj se zaradi večje razgibanosti površja poveča tudi vpliv senc. V Sloveniji je glede na podnebje moč sonca največja julija, najmanjša pa decembra. V zimskih mesecih ima po kotlinah velik vpliv tudi pojav megle, ki nastane kot posledica temperaturnega obrata oziroma inverzije (Zakšek in drugi, 2004).

Sončna energija je pomemben obnovljiv vir energije, ki temelji na izkoriščanju sončne svetlobe. Izvira iz jedrske fuzije v notranjosti sonca, ki proizvaja elektromagnetno sevanje. To sevanje doseže Zemljo in se lahko uporablja za pridobivanje energije na različne načine, kot so fotosinteza, segrevanje vode in neposredna pretvorba v električno energijo s pomočjo sončnih celic. Sončno sevanje je sestavljeno iz fotonov različnih energij, ki tvorijo sončni spekter. Pomembno je razumeti gostoto in tip vpadnega sevanja na Zemljo, saj se ta gostota moči spreminja glede na čas dneva, vremenske razmere in letni čas. Za merjenje moči sevanja se uporablja enota vat na kvadratni meter (W/m^2), medtem ko se energija sevanja, integrirana v časovnem obdobju, izrazi v vatnih urah na kvadratni meter (Wh/m^2). Zaradi svoje obilnosti je sončna energija trajen vir energije, ki ga je mogoče izkoristiti za različne namene, vključno z oskrbo s čisto električno energijo (Trajnostna energija, 2016).

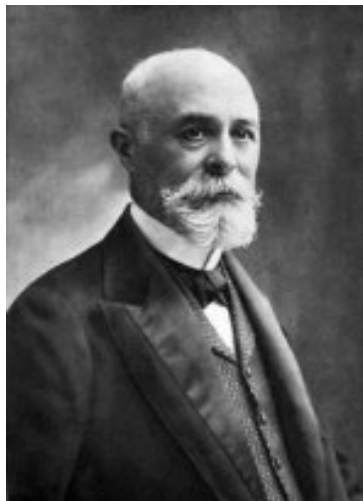
2.2 Uporaba sončne energije

Sončno energijo lahko izkoriščamo na različne načine. Najpogostejši način je uporaba sončnih celic, s pomočjo katerih sončno energijo pretvarjamo v električno – fotonapetostna tehnologija (PV). Energijo sonca je možno uporabljati tudi za ogrevanje vode. V toplejših podnebnjih lahko vodo segrevamo neposredno, pogosto tudi s pomočjo sončnih celic, v hladnejših podnebnjih pa energijo pridobimo posredno, in sicer tako, da sonce segreva prenosni medij, ki se nato črpa v notranjost stavbe za

ogrevanje prostora ali vsebnika vode. Poznamo tudi koncentrirano sončno energijo oziroma pretvorbo sončne energije v toploto s pomočjo uporabe optičnih naprav, kot so ogledala in leče, ki usmerjajo sončno svetlobo na določeno mesto in s tem segrevajo tekočino, ki poganja turbino in s tem proizvaja elektriko, podobno kot pri termoelektrarni. Toploto sonca lahko izkoriščamo tudi z načinom gradnje objektov oziroma s pametnim načrtovanjem stavb (pasivna toplota), in sicer z uporabo temu primernih gradbenih materialov, ki dobro absorbirajo toploto in z orientacijo oken na južno stran neba (Climate Portal, 2023).

2.3 Fotovoltaika

Fotovoltaične celice (PV) so aktivna sončna tehnologija, ki jo je leta 1839 odkril francoski fizik Alexandre-Edmond Becquerel (Slika 1). Ta tehnologija omogoča neposredno pretvorbo sončne svetlobe v električno energijo. Danes so PV celice najbolj znana metoda izkoriščanja sončne energije. Vsaka sončna celica vsebuje polprevodnik, ki absorbira sončno svetlobo in sproži elektrone, ki nato tvorijo električni tok. PV tehnologija se je prvič široko uporabila na vesoljskih plovilih, kot je Mednarodna vesoljska postaja, kjer PV celice zagotavljajo električno energijo za delovanje postaje. Fotovoltaične elektrarne, ki so bile zgrajene po vsem svetu, proizvajajo velike količine električne energije za oskrbo domov, podjetij in institucij. Poleg tega se PV tehnologija lahko uporablja tudi v manjšem obsegu, denimo za osvetlitev cest, napajanje manjših naprav in zagotavljanje električne energije za stavbe (National Geographic, 2024).

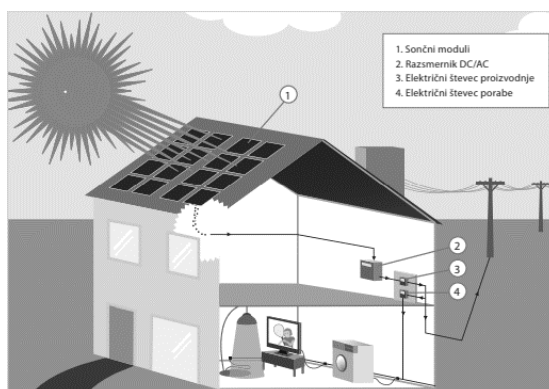


Slika 1: Alexandre-Edmond Becquerel
(Vir: Slovenski portal za fotovoltaiko, 2006)

2.4 Vrste sončnih elektrarn

Domače sončne elektrarne, priključene na električno omrežje

Ko je sončna elektrarna povezana z lokalnim električnim omrežjem, se lahko presežena električna energija proda nazaj v omrežje. V primeru pomanjkanja elektrike se potrebna energija pridobi iz omrežja. Pretvorbo enosmernega toka v izmenični, ki ga uporabljamo za današnje običajne električne naprave, omogoča fotonapetostni generator oziroma razsmernik (EPIA, 2013).



Slika 2: Domače sončne elektrarne, priključene na električno omrežje
(Vir: EPIA, 2013)

Samostojne elektrarne, priključene na električno omrežje

Elektrarne, ki so samostojno priključene na električno omrežje, proizvajajo večje količine električne energije. Njihova velikost je v razponu od nekaj deset kilovatov do nekaj megavatov. Po navadi so locirane na večjih industrijskih zgradbah, letališčih, železniških postajah, drugih zgradbah ali objektih. S tem koristno uporabijo površine, ki že zasedajo prostor. Primer samostojne sončne elektrarne, ki je priključena na električno omrežje, je prikazan na Sliki 3 (EPIA, 2013).



Slika 3: Sončna elektrarna Fortuna 240 kW na strehi zgradbe na Vrhniki
(Vir: EPIA, 2013)

Otočni sistemi za elektrifikacijo odmaknjenih območij

Na območjih, kjer električnega omrežja ni na voljo, so sistemi podprti z akumulatorskimi baterijami. Možno je tudi napajanje običajnih električnih naprav ob uporabi razsmernika za pretvarjanje v izmenični tok. Kot je razvidno iz Slike 4, se otočni sistemi uporabljajo za proizvodnjo električne energije na težje dostopnih lokacijah. Sistem je zmožen napajanja posamezne hiše, lahko pa kot manjše samostojno omrežje nudi napajanje za več zgradb (EPIA, 2013).



Slika 4: Otočni sistem v Južni Ameriki
(Vir: EPIA, 2013)

Hibridni sistemi

Možna je tudi združitev fotonapetostnih sistemov z alternativnimi viri energije (Slika 5), kot so generatorji na biomaso, vetrna turbina ali dizelski generator. S tem se zagotovi neprekinjena proizvodnja električne energije (EPIA, 2013).



Slika 5: Hibridni sistem sončno-vetrne elektrarne
(Vir: EPIA, 2013)

Sistemi na končnih izdelkih

Uporaba fotonapetostnih celic je razširjena tudi pri nekaterih drugih napravah, kot so ure, kalkulatorji, igrače, polnilci baterij, sončne strehe na avtomobilih (Slika 6). S sončno energijo se napajajo tudi nekateri vodni brizgalniki, prometni znaki, parkirni avtomati, luči in telefonske govornice (EPIA, 2013).



*Slika 6: Sončna streha, uporabljena za klimatizacijo vozila
(Vir: EPIA, 2013)*

Otočne industrijske naprave

Uporaba sončnih elektrarn je zelo razširjena tudi na področju telekomunikacij (Slika 7), predvsem za potrebe mobilne komunikacije. Prav tako ne gre zanemariti drugih primerov, kot so prometna signalizacija, pomorska navigacija, urgentne telefonske linije, odročna razsvetljava in naprave za obdelavo odpadne vode. Ker omogočajo dovajanje električne energije na območja, ki so oddaljena od električnih omrežij, so te naprave cenovno bolj konkurenčne, saj odpravijo visoke stroške za morebitno izgradnjo omrežja do oddaljenega območja (EPIA, 2013).



*Slika 7: Sončna elektrarna, ki napaja telekomunikacijsko napravo
(Vir: EPIA, 2013)*

2.5 Prednosti in slabosti sončnih elektrarn

Sončna energija ima številne prednosti, ki jo postavljajo v ospredje med obnovljivimi viri energije. Je najbolj trajnosten vir, kar zagotavlja dolgoročno stabilnost oskrbe z energijo. Poleg tega proizvodnja električne energije s pomočjo sončne energije ne povzroča emisij toplogrednih plinov, kar zmanjšuje vpliv na podnebne spremembe in prispeva k bolj čistemu okolju. Sončne elektrarne zahtevajo zelo malo vzdrževanja, kar zmanjšuje operativne stroške. Namestitev in uporaba sončnih panelov je relativno preprosta, sistemi pa delujejo tiho, kar je koristno za stanovanjska območja; poleg tega jih lahko namestimo na različnih lokacijah. Kljub prednostim pa ima sončna energija tudi nekatere slabosti. Energije ni na voljo ponoči in je močno odvisna od vremenskih razmer, kar lahko zmanjšuje učinkovitost. Poleg tega izziv predstavlja shranjevanje energije, saj so trenutne tehnologije shranjevanja drage in imajo omejeno kapaciteto. Namestitev sončnih panelov zahteva visoke začetne stroške, kar je lahko ovira za širšo uporabo, čeprav se stroški dolgoročno povrnejo zaradi prihrankov pri energiji. Večje sončne elektrarne potrebujejo precej prostora, kar lahko predstavlja težavo v urbanih ali gosto poseljenih območjih. Trenutna tehnologija fotovoltaičnih panelov ima relativno nizko učinkovitost pretvorbe sončne svetlobe v električno energijo, kar zahteva večje število panelov za proizvodnjo zadostne količine energije (Obaideen in drugi, 2023).

2.6 Vpliv sončnih celic na okolje

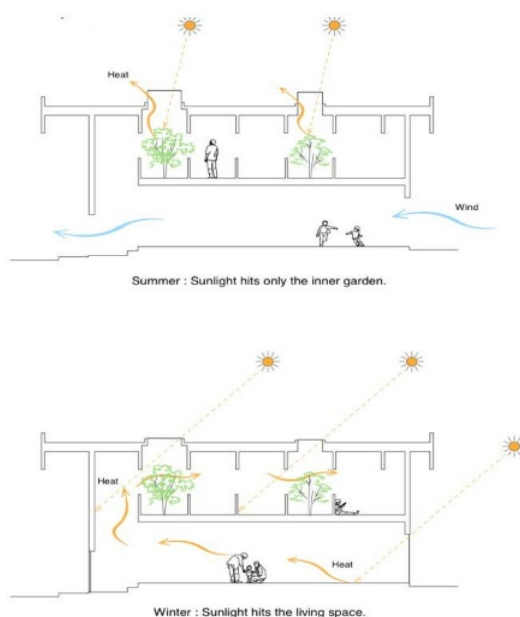
Sončne elektrarne prinašajo številne koristi za okolje. Poleg tega, da med obratovanjem ne proizvajajo emisij toplogrednih plinov, prav tako ne porabljajo vode med obratovanjem, kot je to primer pri jedrskih ali fosilnih elektrarnah. Kljub temu imajo sončne celice nekaj negativnih vplivov na okolje. Kljub nizki porabi vode med obratovanjem proizvodnja, vzdrževanje in odstranjevanje fotovoltaičnih modulov zahtevajo porabo znatne količine vode. Proizvodnja komponent za fotovoltaične sisteme je energetsko intenzivna in povzroča emisije toplogrednih plinov in uporabo nevarnih snovi, kot sta kadmij in svinec, ki predstavljata tveganje za okolje in zdravje ljudi. Poleg tega sončne elektrarne zasedajo veliko prostora, kar lahko privede do konfliktov glede rabe prostora oziroma njegove namembnosti. Prostor, ki ga uporabimo za sončne elektrarne, lahko konkurira rabi zemljišča za kmetijske in gozdarske namene ali pa za urbana naselja. Gradnja sončnih elektrarn lahko zahteva odstranitev vegetacije in ravnanje velikih površin, kar lahko vodi do izgube, degradacije in fragmentacije habitatov in tudi premik populacij divjih živali. Na koncu življenjske dobe fotovoltaičnih modulov se pojavi tudi problem ravnanja z odpadki, zato je potrebno ustrezno upravljanje z odpadki, da bi se izognili onesnaženju okolja, saj ob odstranjevanju sistemov nastajajo emisije, ki onesnažujejo zrak, kot so žveplov dioksid in dušikovi oksidi (Bošnjaković in drugi, 2023).

Po dobrih tridesetih letih proizvodnje obnovljive energije se fotonapetostni moduli, ki so temeljni in najpogosteje uporabljeni deli sončnih elektrarn, reciklirajo. Recikliranje zmanjšuje količino odpadnih materialov in s tem znižuje porabo elektrike, ki je potrebna za pridobivanje surovin. Tako fotovoltaična industrija poskuša poskrbeti za zapiranje življenjskega cikla fotonapetostnih modulov. Tip modulov določa, kakšen bo način reciklaže. Klasični moduli so sestavljeni iz silicijevih sončnih celic, stekla, okvirja iz aluminija, delov plastike in bakrenih kontaktov. Proces recikliranja poteka mehansko in termično, pri čemer se celice, steklo in bakreni kontakti ločijo. Pridobljeni materiali, kot so steklo, aluminij in polprevodniški materiali, se lahko ponovno uporabijo pri proizvodnji novih modulov ali drugih izdelkov (Trajnostna energija, 2016).

2.7 Primeri dobrih praks o izrabi sončne energije

Primer pasivne gradnje hiše

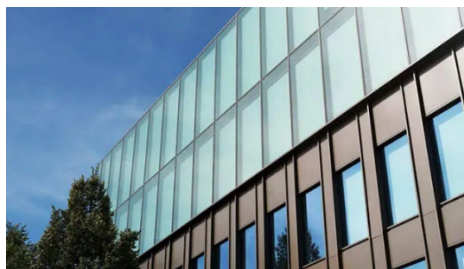
To je primer dvonadstropne hiše, ki je zasnovana tako, da maksimalno izkoristi prezračevanje in sončno svetlobo, saj je eno nadstropje odprto. Prvo nadstropje ima odprto zasnovo z neposredno povezavo z zunanostjo, drugo nadstropje pa ima dva notranja vrta. Tloris, ki omogoča odpiranje od severa proti jugu, je pasivna zasnova, ki omogoča prezračevanje in preprečuje kopičenje toplote. Poleti sončna svetloba doseže le notranji vrt v drugem nadstropju, kar preprečuje pregrevanje bivalnih prostorov (Slika 8, zgornji del). Odprta zasnova omogoča naravno prezračevanje, saj lahko zračni tokovi prosto prehajajo skozi hišo, kar pomaga ohladiti notranjost. Pozimi, ko je sonce nižje na nebu, sončna svetloba doseže tudi bivalne prostore, kar pomaga ogreti notranjost; spodnje nadstropje je zaprto (Slika 8, spodnji del). Toplota se zadržuje v hiši, kar ustvarja prijetno in toplo okolje za prebivalce (Japanese architects, 2022).



*Slika 8: Zasnova pasivne hiše na Japonskem
(Vir: Japanese architects, 2022)*

Transparentne sončne celice

Ena izmed ovir pri uporabi sončne energije je potreba po prostoru za sončne panele, še posebej v mestih, kjer so zemljišča in strehe omejeni. Transparentni sončni paneli, razviti na Michiganski državni univerzi leta 2014, predstavljajo inovativno rešitev. Ti paneli absorbirajo človeku nevidne valovne dolžine, kot so infrardeča in ultravijolična svetloba in omogočajo prehod vidne svetlobe, kar jih naredi primerne za okna, zaslone na dotik in druge steklene površine. Čeprav imajo trenutno še nizko učinkovitost, odpirajo široke možnosti za uporabo v arhitekturi (Slika 9) in elektroniki in lahko s tem bistveno pripomorejo k trajnostnemu razvoju urbanih okolij z minimalnim vplivom na prostor in estetiko stavb. Poleg tega bi lahko transparentne sončne celice uporabljali tudi v avtomobilski industriji, v javni infrastrukturi in za zelenjavne rastlinjake (Greenlancer, 2024).



*Slika 9: Transparentne sončne celice na oknih
(Vir: Solar magazine, 2020)*

Restavracija, ki obratuje izključno s pomočjo sončne energije

Restavracija Le Présage v Marseillu v južni Franciji je prva evropska restavracija, ki deluje izključno s pomočjo energije sonca. Za kuhanje ne uporabljajo plina, lesa ali elektrike. Restavracija, ki je prvič odprla svoja vrata avgusta 2020, uporablja sončne pečice in Schefflerjevo zrcalo – veliko parabolično zrcalo, ki odseva in koncentrira sončne žarke za segrevanje štedilnika na do 400 °C (Slika 10). Tudi voda v kuhinji se segreva s pomočjo sončne energije (Trend watching, 2021).

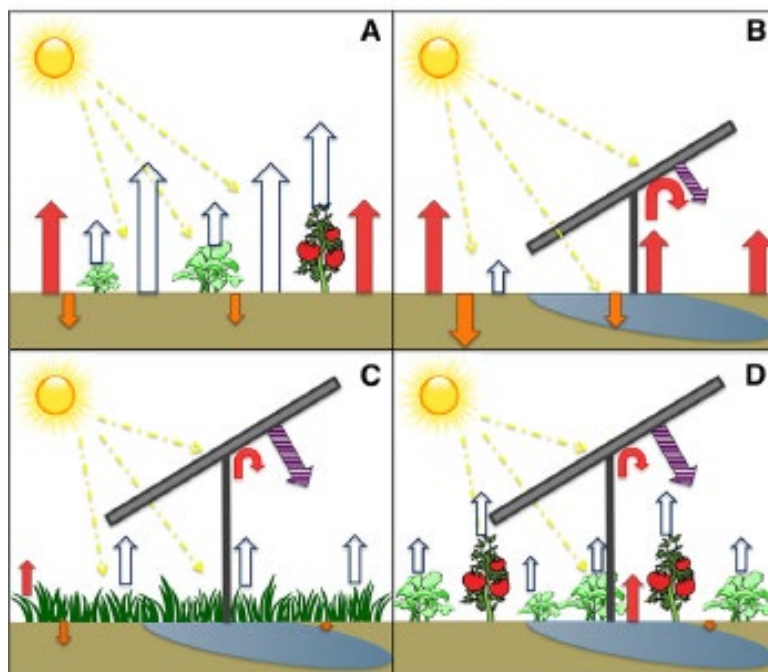


Slika 10: Restavracija Le Présage
(Vir: Le Présage, 2024)

Agrivoltaika

Agrivoltaika, kombinacija PV panelov in kmetijstva, ponuja obetavno rešitev za proizvodnjo energije in hrane. Ta praksa zmanjšuje konkurenco za zemljišča in ponuja sinergijske koristi na področju hrane, vode in energije, kar povečuje odpornost kmetijstva na podnebne spremembe. Agrivoltaika povečuje produktivnost zemlje do 60 % z izboljšano proizvodnjo energije in pridelkov, zmanjšuje učinek toplotnega otoka in povečuje prihranke vode. Za razumevanje ekoloških, okoljskih in socialno-ekonomskih posledic so potrebne še interdisciplinarne raziskave.

V navadni kmetijski praksi (Slika 11-A) rastline absorbirajo sončno energijo za fotosintezo, veliko energije pa se izgubi z evapotranspiracijo in segrevanjem tal in zraka. V PV sistemu (Slika 11-B) fotonapetostni moduli pretvarjajo sončno energijo v električno, nekaj energije pa se še vedno izgubi s segrevanjem zraka in tal. V agrivoltaiki na travnatih in obdelovalnih površinah (Slika 11-C in D) PV paneli zagotavljajo senco nad travo, kar zmanjšuje evapotranspiracijo in hkrati proizvaja elektriko, zato ta sistem omogoča večjo produktivnost zemlje in boljšo izrabo naravnih virov (Nuria in drugi, 2023).



Slika 11: Agrivoltaika
(Vir: Nuria in drugi, 2023)

Logistični Center BTC Zalog

V Ljubljani se zaključuje izgradnja Logističnega centra Zalog (Slika 12), ki bo sodil med večje v Sloveniji. Upravljal ga bo družba BTC, glavni investitor pa je podjetje Kobal transporti. Na strehi logističnega centra je načrtovana postavitev sončne elektrarne s skupno površino 34.000 m² in kapaciteto 5,25 MW, od tega bi 0,8 MW porabili za samooskrbo, 4,45 MW pa za prodajo v omrežje.



Slika 12: Logistični center Zalog
(Vir: BTC d. d., 2023)

2.8 SWOT analiza

SWOT analiza je metoda strateškega načrtovanja, ki ocenjuje notranje in zunanje dejavnike, ki vplivajo na uspeh določenih ciljev podjetja, projekta ali industrije. Kratica izhaja iz angleških besed strengths (moči ali prednosti), weaknesses (slabosti), opportunities (priložnosti) in threats (nevarnosti). To analizo lahko uporabimo tudi za oceno potenciala sončne energije kot trajnostnega vira energije (Guangul & Chala, 2019):

Moči – prednosti

Sončna energija ima več ključnih prednosti, ki prispevajo k njenemu potencialu kot trajnostnemu viru energije. Prvič, sončna energija je praktično neomejen vir energije, saj prihaja iz sonca, ki oddaja ogromne količine energije vsak dan. Teoretično lahko zadostimo vsem svetovnim potrebam po energiji z zajemom le majhnega dela te energije. Drugič, sončna energija je okolju prijazna, saj njena uporaba bistveno zmanjšuje emisije ogljikovega dioksida in drugih škodljivih plinov, kar prispeva k zmanjšanju onesnaževanja zraka in blažitvi podnebnih sprememb. Tretjič, sončne panele je mogoče namestiti skoraj povsod, vključno s strehami stavb, kar omogoča široko uporabo brez potrebe po velikih zemljiščih. Četrto, po začetni investiciji so obratovalni stroški sončnih sistemov nizki, saj zahtevajo minimalno vzdrževanje in imajo dolgo življenjsko dobo, kar dolgoročno prispeva k ekonomski upravičenosti uporabe sončne energije.

Slabosti

Kljub številnim prednostim ima uporaba sončne energije tudi nekaj pomembnih slabosti, ki omejujejo njeno širšo uporabo. Ena glavnih slabosti je, da je sončna energija dostopna le podnevi, kar pomeni, da je potrebna energijska shramba za zagotavljanje neprekinjene oskrbe, zlasti ponoči in v oblačnih dneh. Trenutna učinkovitost pretvorbe sončne energije v električno energijo je relativno nizka, kar zahteva velike površine za namestitev panelov, da bi dosegli zadostno proizvodnjo energije. Poleg tega so začetni stroški namestitve sončnih sistemov visoki, kar predstavlja finančno oviro za širšo uporabo, zlasti v manj razvitih regijah. Za velike aplikacije je potrebnih veliko fotovoltaičnih celic, kar lahko predstavlja izziv pri iskanju ustreznih lokacij in lahko vpliva na okolje ter uporabo zemljišč.

Priložnosti

Sončna energija ponuja številne priložnosti za prihodnost, kar lahko spodbuja njen nadaljnji razvoj in širšo uporabo. Povečana skrb za okolje in globalna prizadevanja za zmanjšanje uporabe fosilnih goriv in jedrske energije spodbujajo vlade, podjetja in

posameznike k usmerjanju v obnovljive vire energije, kot je sončna energija. To odpira nove poslovne priložnosti in trge za razvoj novih tehnologij in sončnih produktov. Poleg tega številne vlade in nevladne organizacije ponujajo subvencije, davčne olajšave in druge oblike podpore za spodbujanje uporabe sončne energije, kar zmanjšuje finančne ovire za njeno implementacijo. Napredek v tehnologiji vodi do zmanjšanja stroškov proizvodnje sončnih celic, kar povečuje dostopnost in ekonomsko upravičenost uporabe sončne energije. Te priložnosti spodbujajo inovacije in izboljšave v sektorju obnovljivih virov energije, kar prispeva k trajnostnemu razvoju.

Nevarnosti

Kljub številnim prednostim in priložnostim uporaba sončne energije prinaša tudi nekatere nevarnosti, ki lahko omejujejo njen razvoj. Nepravilno ravnanje z odpadnimi sončnimi paneli, ki vsebujejo škodljive snovi, lahko predstavlja tveganje za okolje in zdravje ljudi, kar zahteva ustrezne postopke za ravnanje in recikliranje. Proizvodnja sončnih panelov ima svoj ogljični odtis zlasti zaradi energetsko intenzivnih proizvodnih procesov, kar je treba upoštevati pri oceni celotne okoljske koristi sončne energije. Dolgotrajna uporaba in močna prisotnost fosilnih goriv na trgu predstavljata oviro za prehod na sončno energijo, saj so fosilna goriva še vedno cenovno konkurenčna in imajo močno infrastrukturo. Te nevarnosti zahtevajo skrbno načrtovanje in regulativne ukrepe za zagotovitev trajnostnega razvoja sončne energije.

3 DRUŽBENA ODGOVORNOST

3.1 Zakonodaja EU in Slovenije

Evropska unija (EU) je že dolgo časa zavezana k prehodu na trajnostne vire energije in zmanjšanju emisij toplogrednih plinov. V nadaljevanju je predstavljenih nekaj ključnih zakonodajnih aktov, ki urejajo področje sončnih elektrarn v EU in Sloveniji.

Direktiva o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov (Direktiva (EU) 2018/2001):

Direktiva (EU) 2018/2001 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 11. decembra 2018 določa okvir za spodbujanje uporabe energije iz obnovljivih virov v EU s ciljem doseči 32 % delež energije iz obnovljivih virov v bruto končni porabi energije do leta 2030. Zadnja posodobitev direktive je bila opravljena 16. julija 2024. Za sončne elektrarne direktiva predvideva uporabo podpornih shem, kot so investicijska pomoč, davčne olajšave, povračila davkov in sistemi za odkup električne energije. Postopki za izdajo dovoljenj za namestitev solarnih naprav morajo biti zaključeni v roku treh mesecev; če zmogljivost ne presega 100 kW, pa v enem mesecu. Projekti nadgradnje, ki ne povečujejo zmogljivosti za več kot 15 %, morajo pridobiti dovoljenje v treh mesecih. Direktiva spodbuja sodelovanje med državami članicami pri skupnih projektih za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov in uporabo statističnih prenosov energije za doseganje nacionalnih ciljev. Prav tako se spodbuja samooskrba z obnovljivo električno energijo s finančno podporo za tovrstne projekte (Evropska unija, 2018).

Direktiva o energetske učinkovitosti (Direktiva 2012/27/EU):

Direktiva 2012/27/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 25. oktobra 2012 določa skupni okvir za spodbujanje energetske učinkovitosti znotraj Evropske unije. Poudarek je na zmanjšanju porabe primarne energije in izboljšanju energetske učinkovitosti v vseh sektorjih, vključno s stavbami, industrijo in prevozom. Države članice morajo vzpostaviti nacionalne cilje in programe za povečanje energetske učinkovitosti ter izpolnjevati minimalne zahteve, ki jih direktiva določa.

Direktiva zahteva redno spremljanje in poročanje o napredku ter uvedbo ukrepov za večjo uporabo obnovljivih virov energije. Za fotonapetostne sisteme, kot so sončne elektrarne, direktiva spodbuja uporabo tehnologij, ki povečujejo izkoristek sončne energije in zmanjšujejo izgube pri pretvorbi energije. Poudarja tudi potrebo po izboljšanju energetske učinkovitosti v celotni življenjski dobi sistemov in opreme. Med ključne ukrepe direktive spadajo energetske preglede za velika podjetja, spodbujanje prenove stavb z izboljšano energetske učinkovitostjo ter razvoj finančnih mehanizmov

za podporo naložbam v energetska učinkovitost. Prilagoditev zakonodaje temelji na izboljšanju obstoječih pravil ter vključevanju novih tehnologij in metod za povečanje energetske učinkovitosti (Evropska unija, 2012).

Evropski zeleni dogovor:

Evropski zeleni dogovor (European Green Deal) je strategija EU za doseg podnebne nevtralnosti do leta 2050. Poudarek je na povečanju energetske učinkovitosti in širjenju obnovljivih virov energije, zlasti sončne energije. Dogovor vključuje ambiciozne cilje, kot so zmanjšanje emisij toplogrednih plinov za vsaj od 50 % do 55 % do leta 2030 v primerjavi z ravnmi iz leta 1990, prehod na čisto energijo in povečanje deleža obnovljivih virov energije. V okviru zelenega dogovora se predvideva znatno povečanje zmogljivosti za proizvodnjo sončne energije, kar vključuje spodbujanje naložb v sončne elektrarne in podporo za raziskave in razvoj novih tehnologij. Energetska učinkovitost se bo izboljšala z obsežno prenovo obstoječih stavb, izboljšanjem energetske učinkovitosti industrijskih procesov ter spodbujanjem uporabe energetske učinkovitih naprav in tehnologij. Poleg tega strategija vključuje ukrepe za spodbujanje trajnostnega kmetijstva, prehod na krožno gospodarstvo, varovanje biotske raznovrstnosti ter zmanjšanje onesnaženja zraka, vode in tal. Evropski zeleni dogovor spodbuja sodelovanje med državami članicami EU in vključuje tudi finančne mehanizme, kot je Sklad za pravični prehod, ki bo pomagal regijam in sektorjem, ki bodo najbolj prizadeti zaradi prehoda na zeleno gospodarstvo. Cilji v energetiki in za sončne elektrarne vključujejo povečanje zmogljivosti za proizvodnjo obnovljive energije, spodbujanje decentralizirane proizvodnje energije, vključno z mikro proizvodnimi enotami na strehah stavb, razvoj in integracijo novih tehnologij za shranjevanje energije ter izboljšanje energetske učinkovitosti v vseh sektorjih, zlasti v gradbeništvu in industriji (Evropska komisija, 2019).

Energetski zakon (EZ-2):

Energetski zakon (EZ-2) določa načela in ukrepe upravljanja energetske politike v Sloveniji. Ureja pristojnosti in organizacijo Agencije za energijo ter energetske inšpekcije, opredeljuje energetska infrastrukturo, njeno gradnjo in vzdrževanje ter postopke dodeljevanja spodbud. Zakon pokriva področja oskrbe z električno energijo, plini, toploto iz distribucijskih sistemov, obnovljivih virov energije in učinkovite rabe energije. Glavna načela zakona vključujejo prednost ukrepov za povečanje energetske učinkovitosti in zmanjšanje rabe energije, spodbujanje obnovljivih in nizkoogljičnih virov energije ter zagotavljanje konkurenčnosti na energetske trgu. Pomemben vidik zakona je tudi načelo stroškovne učinkovitosti, socialne kohezivnosti, enakega obravnavanja, preglednosti in varstva potrošnikov. Zakon

določa tudi pomen lokalne energetske politike, kjer morajo lokalne skupnosti sprejeti lokalni energetski koncept (LEK) kot program ravnanja z energijo.

Poseben poudarek je na spodbujanju uporabe obnovljivih virov energije, vključno s sončno energijo. Zakon predvideva ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti v vseh sektorjih, razvoj novih tehnologij za shranjevanje energije in integracijo teh tehnologij v obstoječe sisteme. Prav tako spodbuja ozaveščanje, informiranje in izobraževanje o energetske učinkovitosti in obnovljivih virih energije (Uradni list RS, št. 38/24, 2024).

Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije in v sproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom:

Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije (OVE) in v sproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom (SPTE), ureja vrste energetskih tehnologij, ki so upravičene do podpore, pogoje za pridobitev podpore, postopke za znižanje ali odvzem podpore ter trajanje podpor.

Podpore so namenjene proizvodnim napravam OVE, ki izkoriščajo hidroenergijo, vetrno energijo, sončno energijo (fotovoltaične naprave), geotermalno energijo, energijo iz bioplina in biološko razgradljivih odpadkov ter lesno biomaso. Prav tako podpore veljajo za SPTE naprave, ki uporabljajo plinske turbine, parne turbine, motorje z notranjim zgorevanjem, mikroturbine, Stirlingove motorje, gorivne celice in druge tehnologije za sproizvodnjo toplote in električne energije.

Pogoji za pridobitev podpor vključujejo postopek prijave na javni poziv, ki ga objavi Agencija za energijo. Vloge za podpore se ocenjujejo glede na referenčne stroške proizvodnje električne energije, ki jih določa agencija. Podpore se lahko dodelijo za največ 15 let za nove proizvodne naprave OVE in največ 10 let za nove proizvodne naprave SPTE. Uredba določa tudi, da morajo proizvodne naprave OVE in SPTE izpolnjevati trajnostne kriterije in dosežati določene izkoristke. Prav tako se določa, da podpore ne morejo prejemati naprave, ki proizvajajo električno energijo iz fosilnih goriv ali tekočih biogoriv iz biomase.

Za sončne elektrarne uredba določa, da so upravičene do podpore, če naprave niso postavljene na kmetijskih ali gozdnih zemljiščih, razen če so postavljene na objektih z lastnimi infrastrukturnimi priključki. Poudarjena je tudi potreba po trajnostni izrabi sončne energije in drugih obnovljivih virov (Uradni list RS, št. 26/22, 2022).

Nacionalni energetski in podnebni načrt (NEPN):

Nacionalni energetski in podnebni načrt (NEPN) je ključni dokument Slovenije za načrtovanje politik in ukrepov na področju energije in podnebja do leta 2030 s pogledom na leto 2040. Cilj NEPN je doseči podnebno nevtralnost z zmanjšanjem emisij toplogrednih plinov, povečanje deleža obnovljivih virov energije in izboljšanje energetske učinkovitosti. Ena izmed ključnih usmeritev NEPN je povečanje uporabe

obnovljivih virov energije, zlasti sončne energije. Načrt predvideva znatno povečanje kapacitet za proizvodnjo sončne energije in spodbuja decentralizirano proizvodnjo energije s pomočjo sončnih elektrarn na strehah stavb. Poleg tega dokument poudarja pomembnost integracije novih tehnologij za shranjevanje energije, ki bodo omogočile boljše izkoriščanje sončne energije tudi v obdobjih manjše sončne obsevanosti.

NEPN vključuje tudi številne ukrepe za povečanje energetske učinkovitosti v vseh sektorjih, vključno z gradbeništvom, industrijo in prometom. Načrt predvideva celovito prenovo stavb za izboljšanje energetske učinkovitosti ter uvedbo novih standardov za energetske učinkovitost naprav in sistemov.

Poleg tega NEPN določa cilje za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, kjer Slovenija stremi k zmanjšanju emisij za najmanj 40 % do leta 2030 v primerjavi z letom 1990. Dokument tudi predvideva razvoj finančnih mehanizmov za podporo naložbam v obnovljive vire energije in energetske učinkovitost, kar vključuje subvencije in spodbude za posameznike in podjetja (Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, 2020).

3.2 Družbena odgovornost, vplivi in ekologija

Družbena odgovornost podjetij v kontekstu sončnih elektrarn vključuje širok spekter praks in pobud, ki pozitivno vplivajo na okolje in družbo. Sončne elektrarne so ključne za prehod na trajnostne vire energije, ki zmanjšujejo emisije toplogrednih plinov in prispevajo k boju proti podnebnim spremembam. Sončne elektrarne znatno zmanjšujejo ogljični odtis, saj proizvajajo čisto energijo brez neposrednih emisij. To je še posebej pomembno v luči globalnega segrevanja in prizadevanj za zmanjšanje emisij CO₂. Uporaba obnovljive energije znatno zmanjšuje emisije CO₂, kar potrjuje, da sončne elektrarne prispevajo k zmanjšanju okoljskega odtisa. Poleg tega uporaba obnovljivih virov energije, kot so sončne elektrarne, podpira trajnostno rabo naravnih virov in zmanjšuje onesnaževanje. Poleg okoljskih koristi sončne elektrarne prinašajo tudi družbene koristi. Ustvarjanje delovnih mest v sektorju obnovljivih virov energije je ena od pomembnih prednosti. Sončne elektrarne lahko prispevajo k razvoju lokalnih skupnosti z zagotavljanjem delovnih mest in izobraževalnih programov za lokalno prebivalstvo. Poleg tega podjetja, ki vlagajo v sončne elektrarne, pogosto sodelujejo v pobudah za izboljšanje življenjskih pogojev v lokalnih skupnostih, kar krepi družbeno povezanost in solidarnost.

Investicije v sončne elektrarne so pogosto povezane z dolgoročnimi ekonomskimi koristmi. Podjetja, ki vključujejo družbeno odgovornost v svoje poslovne modele, se osredotočajo na trajnostne poslovne prakse, ki zmanjšujejo stroške energije, izboljšujejo energetske neodvisnost in povečujejo konkurenčnost. To vodi do boljše finančne uspešnosti in večje vrednosti za delničarje. Uporaba obnovljivih virov energije spodbuja gospodarsko rast in zmanjšuje energetske odvisnosti, kar

dolgoročno prispeva k stabilnosti in blaginji podjetij in družbe kot celote (Armeanu, Joldes, Gherghina, & Andrei, 2021).

Družbena odgovornost podjetij vključuje tudi zaveze k družbeni pravičnosti, zagotavljanju varnih delovnih pogojev in vključevanju lokalnih skupnosti v razvojne projekte. Sončne elektrarne lahko prispevajo k ustvarjanju delovnih mest in gospodarskemu razvoju, zlasti v odmaknjenih in manj razvitih območjih. Podjetja so v energetskega sektorju podvržena visokim socialnim pričakovanjem, kar vodi v večjo transparentnost in angažiranost pri vključevanju deležnikov. Uvedba družbene odgovornosti v podjetju prinaša dolgoročne koristi, kot so izboljšana konkurenčnost, povečanje dobičkonosnosti in boljša pripravljenost na tržne spremembe. Podjetja, ki vlagajo v obnovljive vire energije, lahko izkoristijo nove tržne priložnosti, kot so trgi z nizkimi emisijami ogljika, ter pridobijo zaupanje vlagateljev in strank. Pomembno je, da podjetja izvajajo ustrezne ocene vplivov na okolje in vključujejo lokalne skupnosti v proces odločanja, da se zagotovi pozitiven družbeni vpliv in preprečijo morebitni konflikti. Eden ključnih elementov družbene odgovornosti sončnih elektrarn je trajnostna uporaba naravnih virov. To vključuje odgovorno pridobivanje surovin, kot so materiali za sončne panele in recikliranje ter ponovno uporabo teh materialov ob koncu njihove življenjske dobe. Vključevanje trajnostnih praks v vse faze življenjskega cikla izdelkov je bistveno za doseganje okoljskih ciljev in ohranjanje naravnih virov (Latapí Agudelo, Johannsdottir, & Davidsdottir, 2020).

Sončne elektrarne ponujajo čist in trajnosten vir energije, vendar imajo tudi več pomembnih ekoloških vplivov, ki jih je treba upoštevati pri njihovem načrtovanju in postavitvi. Ti vplivi vključujejo porabo zemlje, emisije toplogrednih plinov, rabo vode in uporabo nevarnih materialov. Večje sončne elektrarne zasedajo obsežne površine, kar lahko povzroči degradacijo zemlje in izgubo habitatov, zlasti na območjih z visoko biotsko raznovrstnostjo. Velike sončne elektrarne zahtevajo med 3,5 in 10 hektarjev na megavat. Za zmanjšanje negativnih vplivov je priporočljivo, da se te naprave umeščajo na že degradirane površine, kot so nekdanji rudniki ali industrijska območja, ali na obstoječe zgradbe, kar zmanjšuje potrebo po dodatnem zemljišču. Med proizvodnjo komponent za PV sisteme se sproščajo emisije CO₂. Kljub temu sončne elektrarne dolgoročno zmanjšujejo ogljični odtis, saj proizvajajo električno energijo brez neposrednih emisij. Tako pomembno prispevajo k zmanjševanju globalnega segrevanja in izpolnjevanju podnebnih ciljev. Fotovoltaične celice ne potrebujejo vode za delovanje, vendar je voda potrebna v proizvodnem procesu za čiščenje in pripravo polprevodniških površin. Proizvodnja PV celic vključuje uporabo nevarnih kemikalij, kot so klorovodikova kislina, žveplova kislina, dušikova kislina, vodikov fluorid, 1,1,1-trikloroetan in aceton. Tankoplastne fotovoltaične celice uporabljajo še bolj strupene materiale, kot so kadmijev telur, indijev galijev diselenid in galijev arsenid. Te kemikalije predstavljajo tveganje za zdravje delavcev in zahtevajo skrbno ravnanje ter ustrezno odstranjevanje odpadkov, da se prepreči onesnaženje okolja. Skupno gledano sončne elektrarne kljub nekaterim ekološkim izzivom pomembno prispevajo k trajnostni energetski prihodnosti. Ustrezno načrtovanje in upravljanje teh vplivov je

ključno za maksimiranje pozitivnih učinkov in zmanjševanje negativnih vplivov na okolje (Union of Concerned Scientists, 2013).

3.3 Ekološka odgovornost družbe BTC

Družba BTC je v svojem trajnostnem poročilu za leto 2018 predstavila sedem ključnih misij, ki so osredotočene na izboljšanje okoljske odgovornosti in trajnostnega razvoja. Prva misija, misija Zeleno, se osredotoča na povečanje energetske učinkovitosti in uporabo obnovljivih virov energije. BTC je v letu 2018 proizvedel več kot 1,6 milijona kWh zelene energije s pomočjo sončnih elektrarn in drugih trajnostnih virov, kar predstavlja pomemben prispevek k zmanjšanju porabe fosilnih goriv in emisij toplogrednih plinov. S tem so razbremenili okolje za 5.700 ton ogljikovega dioksida glede na izhodiščno leto 2010. Misija Varčno z vodo cilja na zmanjšanje porabe vode in izboljšanje učinkovitosti vodovodnih sistemov. Z uporabo naprednih tehnologij in sistemov za spremljanje porabe vode je BTC uspel znatno zmanjšati izgubo vode, kar prispeva k trajnostnemu upravljanju z vodnimi viri. Tretja misija, misija Odpadki za surovine, se osredotoča na zmanjšanje količine odpadkov, ki končajo na odlagališčih in povečanje recikliranja. V letu 2018 so dosegli visoko stopnjo ločevanja odpadkov na izvoru (68 %), kar omogoča učinkovito predelavo in ponovno uporabo materialov, s čimer spodbujajo krožno gospodarstvo. Misija Zeleni promet spodbuja trajnostno mobilnost z uvedbo polnilnih postaj za električna vozila in izboljšanjem prometne infrastrukture. Poleg tega so testirali tudi uporabo avtonomnih električnih vozil, da bi zmanjšali vpliv prometa na okolje in izboljšali pretočnost in varnost prometa. Peta misija (Zdravo življenje) poudarja pomen zdravega načina življenja in podpira različne športne in rekreativne dejavnosti, ki spodbujajo aktivno preživljanje prostega časa in s tem prispevajo k boljšemu zdravju in dobremu počutju prebivalcev. Misija Podporno okolje za inovacije je šesta misija, ki spodbuja razvoj novih tehnologij in inovativnih rešitev. BTC sodeluje z različnimi tehnološkimi podjetji z namenom skupnega razvoja trajnostnih rešitev, kar prispeva k tehnološkemu napredku in ekonomski rasti. Z misijo Družbena odgovornost v podjetju BTC podpirajo različne kulturne, izobraževalne in humanitarne projekte. Podjetje sodeluje z lokalnimi skupnostmi in organizacijami in prispeva k boljši kakovosti življenja za vse, s čimer utrjuje svoj ugled kot družbeno odgovorno podjetje (BTC d. d., 2018).

V letu 2023 je družba BTC nadaljevala s svojimi prizadevanji za trajnostni razvoj in ekološko odgovornost. V primerjavi z letom 2018 so povečali proizvodnjo zelene energije, pri čemer so sončne elektrarne proizvedle dobrih 2,3 milijona kWh električne energije, kar predstavlja 7 % letne porabe električne energije družbe BTC. Poleg že delujočih sončnih elektrarn so v letu 2023 na omrežje priklopili še sončni elektrarni Dvorana 7 moči 202,5 kWp (Slika 13) in Vodno mesto Atlantis moči 189,45 kWp. Pričakovana letna proizvodnja obeh sončnih elektrarn bo približno 450.000 kWh. Poleg tega je v letu 2024 načrtovan priklop sončne elektrarne na Dvorani 8 (moč

104,55 kWp). V letu 2023 je družba BTC uvedla nove tehnološke rešitve za optimizacijo porabe energije, kar vključuje napredne sisteme za spremljanje in upravljanje energetske porabe v realnem času. S temi tehnologijami so uspeli zmanjšati porabo energije v svojih objektih za 15 %, kar predstavlja pomemben korak k doseganju energetske učinkovitosti. Poleg tega so nadgradili svoje sisteme za ogrevanje, hlajenje in razsvetljavo, kar je dodatno prispevalo k zmanjšanju skupne porabe energije. Na področju trajnostne mobilnosti so v letu 2023 postavili deset novih polnilnih postaj za električna vozila, kar omogoča večjo dostopnost in spodbuja uporabo električnih vozil med zaposlenimi in obiskovalci BTC Cityja. Ta ukrep je del širše strategije za zmanjšanje emisij iz prometa in izboljšanje kakovosti zraka v urbanem okolju. Prav tako so uvedli programe za ozelenitev urbanih površin, kar vključuje sajenje novih dreves in vzpostavitev zelenih površin, ki pripomorejo k zmanjšanju učinka toplotnih otokov in povečujejo biotsko raznovrstnost (BTC d. d., 2023).



*Slika 13: Sončna elektrarna na dvorani 7
(Vir: BTC d. d., 2023)*

3.4 Ekološki dejavniki

Sončne elektrarne predstavljajo pomemben vir obnovljive energije, ki bistveno prispeva k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov in zmanjšanju odvisnosti od fosilnih goriv. Vendar pa je za celovito razumevanje njihove trajnosti potrebno upoštevati tudi njihove ekološke vplive. Sončna elektrarna Logistični center BTC, postavljena na dveh strehah poslovno-skladišnega objekta, je primer uspešne

implementacije obnovljive energije v urbanem okolju. Kljub temu je nujno analizirati specifične ekološke dejavnike, povezane s tem projektom, da bi zagotovili celovito presojo njegove trajnosti. Logistični center BTC stoji v urbanem območju, kjer je prostor dragocen. Umeščanje sončnih panelov na strehe objektov je učinkovita rešitev, ki zmanjšuje potrebo po dodatnem zemljišču in s tem minimalizira vpliv na naravne habitate. Vendar pa je treba upoštevati, da tudi ta pristop ni povsem brez vpliva. Gradnja in vzdrževanje teh struktur lahko vplivata na lokalno biotsko raznovrstnost, zlasti če se ne izvaja ustreznega načrtovanja in vzdrževanja. Eden ključnih pozitivnih ekoloških vplivov sončne elektrarne je zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. Elektrarna v BTC-ju s svojo proizvodnjo znatno prispeva k zmanjšanju ogljičnega odtisa podjetja. Povprečno letno proizvede več kot 900.000 kWh električne energije, kar pomeni prihranek približno 700 ton CO₂ letno. To pomembno prispeva k ciljem trajnostnega razvoja in zmanjšanju globalnega segrevanja. PV sistemi v Logističnem centru BTC ne potrebujejo vode za proizvodnjo električne energije, kar je velika prednost v primerjavi s konvencionalnimi termoelektrarnami, vendar pa je voda potrebna v fazi proizvodnje PV modulov, kar vključuje čiščenje in pripravo polprevodniških površin ter za čiščenje modulov. Na srečo ta raba vode predstavlja manjši delež celotne porabe v primerjavi s konvencionalnimi energetske viri. Proizvodnja PV celic vključuje uporabo nevarnih kemikalij. V družbi BTC so uvedeni strogi varnostni protokoli za ravnanje z odpadki in zaščito delavcev, kar zmanjšuje tveganje za okolje in zdravje. Pomembno je, da se ob koncu življenjske dobe modulov zagotovi njihovo ustrezno recikliranje, kar zmanjšuje ekološki odtis projekta.

Čeprav je elektrarna postavljena v urbanem območju, je pomembno upoštevati vplive na lokalno biotsko raznovrstnost. Gradnja in obratovanje elektrarne lahko motita lokalne vrste ptic in žuželk. Za zmanjšanje teh vplivov so v BTC-ju izvedeni ukrepi za ohranitev naravnih habitatov, vključno z zasaditvijo vegetacije, ki spodbuja biotsko raznovrstnost.

Trajnostna raba naravnih virov je ključen element ekološke odgovornosti družbe BTC. Poleg uporabe sončne energije so v podjetju uvedeni tudi drugi ukrepi za zmanjšanje ekološkega odtisa, kot so recikliranje, zmanjšanje porabe energije in vode ter uvajanje trajnostnih praks v vse faze poslovanja.

Ekološki dejavniki sončne elektrarne Logistični center BTC kažejo, da je projekt pomemben korak k trajnostnemu razvoju. Kljub nekaterim izzivom, kot so uporaba nevarnih materialov in vplivi na biotsko raznovrstnost, so koristi v smislu zmanjšanja emisij toplogrednih plinov in trajnostne rabe virov očitne. Ustrezno načrtovanje, upravljanje in vzdrževanje teh sistemov so ključni za povečevanje pozitivnih in zmanjševanje negativnih vplivov na okolje.

4 ANALIZA OBRATOVANJA IN EKONOMSKE UČINKOVITOSTI SONČNE ELEKTRARNE LOGISTIČNI CENTER BTC

V nadaljevanju bomo predstavili oceno učinkov naložbe. Vsi podatki o količini proizvedene energije iz sončne elektrarne in podatki o prihodkih oziroma vsi ostali kvantitativni podatki so namenjeni le za potrebe diplomske naloge.

Za pripravo tabel in grafikonov bomo uporabili podatke, ki so nam jih posredovali iz družbe BTC. Gre za realne podatke od začetka obratovanja leta 2011 do konca leta 2023. Od vključno leta 2024 naprej so podatki o proizvodnji električne energije in prihodkih predvideni.

Smisel vsakega investicijskega vrednotenja je ocena upravičenosti uporabe sredstev za določeno naložbo. Običajno je glavni kriterij dejstvo, da morajo biti denarni prihodki višji od odhodkov. Naložbo bomo ekonomsko vrednotili s pomočjo statičnih in dinamičnih metod. Glavna razlika med obema metodama je, da statične metode ne upoštevajo časovne komponente denarja, pri dinamičnih metodah pa s pomočjo diskontiranja denarnih tokov v prihodnosti naredimo zneske primerljive. Posledično statične metode omogočajo le grobo oceno poslovnih rezultatov in ne dajejo zanesljivih podatkov o investiciji. Primer statične metode je enostavna doba vračanja vloženih sredstev (EVS), ki nam pove število let, ki so potrebna za povrnitev začetnega vložka. Dobo vračanja izračunamo s seštevanjem denarnih tokov za vsako leto, in sicer tako dolgo, dokler njihov seštevek ni enak vrednosti naložbe (Papler & Bojnec, 2012):

$$EVS = \frac{N}{d} = \frac{N}{S_d - S_o},$$

kjer pomeni: EVS – enostavna doba vračanja sredstev v letih

N – naložba (vložena sredstva)

d = $S_d - S_o$ – letni donos (letna vrednost dobička od naložb - skupni donosi - skupni odhodki).

Dinamične metode analizirajo investicijo v celotni dobi delovanja. Najbolj pogosto uporabljeni kriteriji so denimo absolutne denarne kategorije (neto sedanja vrednost) ali pa različni koeficienti ali stopnje (interna stopnja donosnosti). Za razliko od statičnih metod se pri dinamičnih metodah doba vračanja sredstev računa z diskontiranjem stroškov kapitala, uporabljenega pri projektu. Diskontirana doba vračanja sredstev nam prikaže, koliko časa bodo sredstva vezana v projektu oziroma leto, pri katerem bo projekt presegel zahtevano stopnjo donosnosti kapitala in odplačil dolgove. Med

drugim bomo za projekt izračunali tudi neto sedanjo vrednost in interno stopnjo donosnosti, ki sodita med dinamične metode (Papler & Bojnec, 2012).

4.1 Tehnično dimenzioniranje elektrarne

Elektrarna je na dveh strehah poslovno-skladiščnega objekta na Letališki cesti v Ljubljani (Slika 14). Površina strehe z dimenzijami 111 m x 42 m znaša približno 4.662 m², površina druge strehe z dimenzijami 202 m x 42 m pa znaša približno 8.484 m² (Slika 14). Okvirna skupna površina obeh streh, na katerih je elektrarna, znaša 13.146 m². Elektrarna je sestavljena iz 3.674 fotonapetostnih (PV) modulov, ki so nameščeni na montažni kovinski konstrukciji, pritrjeni na streho, ter 114 razsmernikov moči 8.000 W in 38 izmeničnih spojišč. Posamezni PV modul ima vršno moč 245 Wp. Elektrarna je projektirana za maksimalno moč dobrih 900 kWp.

Za električne povezave je bilo porabljen približno 25 km različnih kablov. Za priklop elektrarne na javno električno omrežje je bilo potrebno prenoviti in povečati tudi transformatorsko postajo na logističnem centru. Elektrarna je z obratovanjem pričela leta 2011 (BTC d. d., 2024).



Slika 14: Sončna elektrarna Logistični center BTC
(Vir: BTC d. d., 2018)

Oba objekta sta orientirana v smeri vzhod-zahod (Slika 15) s strehama z minimalnim nagibom in imata idealno primerno površino za sončno elektrarno (BTC d. d., 2024).



Slika 15: Logistični center BTC ob Letališki cesti

Vir: (Mestna občina Ljubljana, 2019)

Za lažjo predstavbo je v Tabeli 1 predstavljen material, ki je bil uporabljen za postavitve sončne elektrarne Logistični center BTC.

Vrsta materiala	Količina
Fotonapetostni moduli	3.674
Razsmerniki	114
Izmenična spojišča	38
Kabli	25 km

Tabela 1: Uporabljen material za postavitev elektrarne

(Vir: BTC d. d., 2024)

Optimalna postavitev PV modulov je ključna za maksimiranje izrabe sončne energije in zmanjšanje senčenja. Na strehah Logističnega centra BTC je izvedena temeljita analiza, da bi določili najboljšo konfiguracijo modulov glede na orientacijo, naklon strehe in lokalne podnebne pogoje. Postavitve na strehah omogoča minimalen vpliv na zemljišče in okolje, medtem ko zagotavlja maksimalno izpostavljenost sončnemu sevanju. Elektrarna je povezana na prenovljeno transformatorsko postajo, ki omogoča priklop na javno električno omrežje. Za povezavo PV modulov in razsmernikov so bili uporabljeni nizkonapetostni in visokonapetostni kabli. Dimenzioniranje kablov in zaščitnih naprav je izvedeno na podlagi potrebne nosilnosti in specifičnih zahtev lokacije. Razsmerniki pretvarjajo enosmerno električno energijo, ki jo proizvajajo PV moduli, v izmenično električno energijo, primerno za oddajanje v omrežje, poleg tega pa ščitijo naprave proti poškodbam zaradi prekomerne napetosti ali toka ter drugih incidentov.

Dimenzioniranje sončne elektrarne vključuje tudi trajnostne prakse, kot so uporaba obnovljivih materialov in zagotavljanje učinkovitega recikliranja PV modulov ob koncu njihove življenjske dobe.

V družbi BTC so uvedeni strogi protokoli za ravnanje z odpadki, kar zmanjšuje ekološki odtis podjetja. Poleg tega so v logističnem centru uvedeni ukrepi za

varčevanje z energijo in uporabo obnovljivih virov, kar še dodatno prispeva k trajnosti projekta (Okoljska prizadevanja Logističnega centra BTC, 2015).

4.2 Podatki o naložbi in stroški obratovanja

V nadaljevanju so prikazani podatki o stroških naložbe (Tabela 2) ter o tekočih stroških obratovanja (Tabela 3) v evrih (EUR). Podatki o stroških obratovanja niso podrobno razdelani, temveč so nam bili posredovani le kot skupne letne vrednosti.

Naziv	Datum pridobitve	Nabavna vrednost v evrih (EUR)
SONČNA ELEKTRARNA – moduli	30. 11. 2010	1.443.559,60
SONČNA ELEKTRARNA – razsmerniki (LC)	30. 11. 2010	325.000,00
SONČNA ELEKTRARNA – podkonstrukcija	30. 11. 2010	250.000,00
SONČNA ELEKTRARNA – instalacije	30. 11. 2010	316.942,98
TRAFO POSTAJA za sonč. elekt. v obj. E	30. 11. 2010	79.712,93
KABELSKA KANALIZACIJA sonč. elekt. na LC	30. 11. 2010	23.673,72
SKUPAJ:		2.438.889,23

Tabela 2: Osnovni podatki o stroških v evrih (EUR)

(Vir: BTC d. d., 2024)

Predvidena življenjska doba razsmernikov je 15 let, za ostalo opremo pa 30 let, kar bomo upoštevali kasneje pri izračunih in po petnajstih letih obratovanja dodali strošek za nakup novih razsmernikov.

Leto	Tekoči stroški v evrih (EUR)
2012	5.413
2013	11.640
2014	13.202
2015	9.731
2016	13.435
2017	10.926
2018	11.622
2019	13.633
2020	15.466
2021	11.083
2022	14.312
2023	18.330

Tabela 3: Tekoči stroški v evrih (EUR)

(Vir: BTC d. d., 2024)

Med stroške obratovanja sta za vsako leto všteta pregled sončne elektrarne, ki stane 2.500 EUR, in čiščenje, ki stane 1,700 EUR; vsaki dve leti je potrebno izvesti meritve električnih instalacij in strelovodov. Strošek meritev znaša približno 1,200 EUR. V tabeli ni všteto zavarovanje, ki vsako leto stane 10.900 EUR in ga bomo upoštevali pri izračunih in prikazali med skupnimi odhodki (BTC d. d., 2024). Za lažji pregled stroškov so v Tabeli 4 prikazani posamezni stroški obratovanja, vzdrževanja, dela in storitev, ki so že všteti v tabeli tekočih stroškov (Tabela 3).

Vrsta stroška	Cena
Pregled sončne elektrarne	2.500 EUR/leto
Čiščenje sončne elektrarne	1.700 EUR/leto
Meritve električnih instalacij in strelovodov	1.200 EUR/2 leti oz. 600 EUR/leto
Zavarovanje	10.900 EUR/leto

Tabela 4: Stroški vzdrževanja, dela in storitev
(Vir: BTC d. d., 2024)

Investicija je podjetje stala 2.438.889,23 EUR. Vsi moduli in ostali deli sončne elektrarne imajo življenjsko dobo 30 let, stopnja amortizacije je 3,3 %, razsmerniki pa imajo življenjsko dobo 15 let – stopnja amortizacije je 6,67 % (Papler, 2008):

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

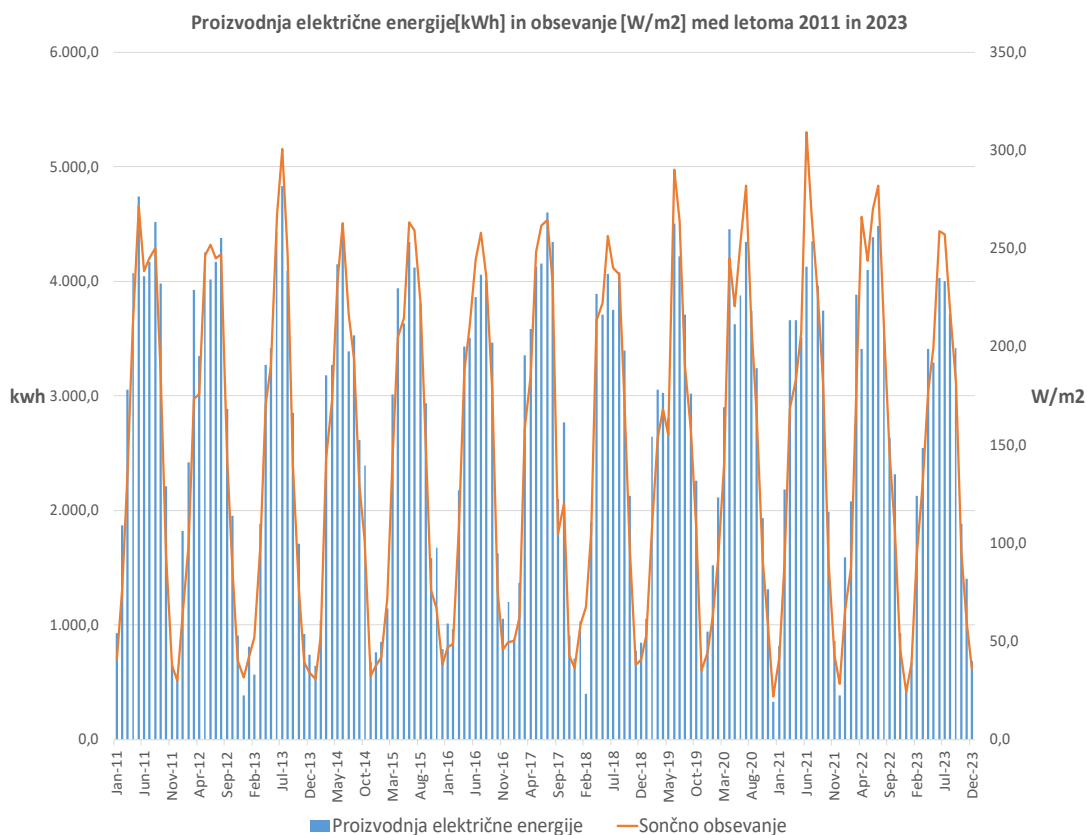
kjer pomeni: Am – amortizacija na leto,
Nv – nabavna vrednost naložbe: 2.438.889,23 EUR,
Pp – predvidena življenjska doba: razsmerniki 15 let, moduli in ostalo 30 let.

$$Am = \frac{\text{razsmerniki}}{15} + \frac{\text{moduli} + \text{ostalo}}{30} = 92.130 \text{ EUR}$$

4.3 Analiza obratovanja in prihodkov proizvodnje

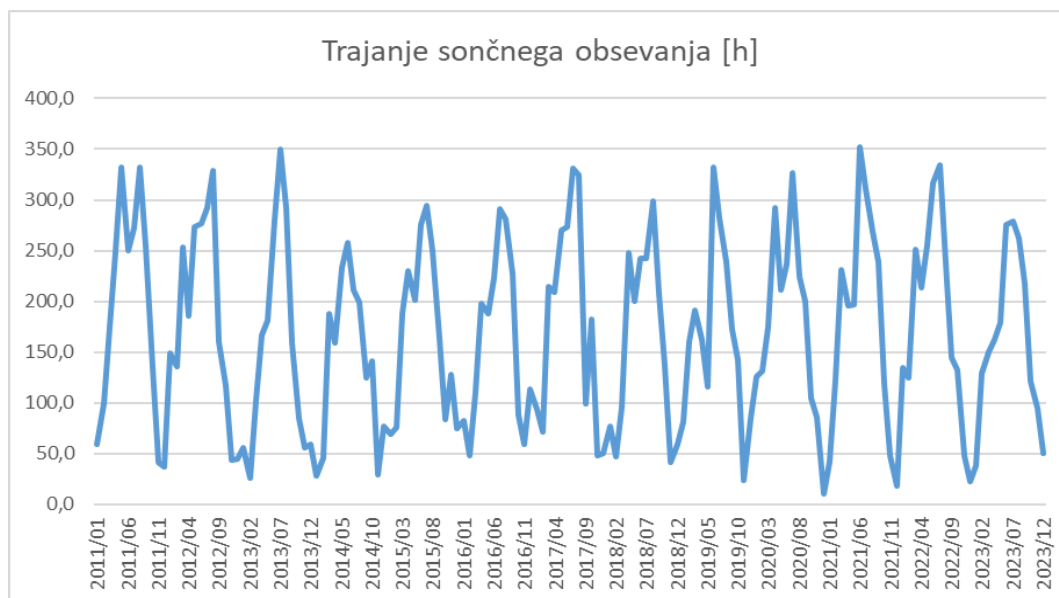
V nadaljevanju je predstavljena analiza obratovanja in analiza prihodkov proizvodnje. Sončna elektrarna je z obratovanjem pričela v letu 2011.

Povprečna mesečna proizvodnja električne energije se je v letih precej razlikovala. Najvišjo mesečno proizvodnjo so zabeležili v maju 2019, ko je elektrarna proizvedla 4.623,7 kWh. To obdobje je bilo zaznamovano tudi z visokim povprečnim sončnim obsevanjem, kar je prispevalo k visoki proizvodnji. Najnižjo mesečno proizvodnjo pa so zabeležili v decembru 2011, ko je proizvodnja znašala le 553,3 kWh. To je pričakovano, saj so zimski meseci običajno manj sončni in imajo krajše dneve, kar zmanjšuje učinkovitost sončnih elektrarn. Povprečno mesečno sončno obsevanje je v letih prav tako nihalo. Glede na podatke sončne elektrarne so najvišje povprečno mesečno obsevanje zabeležili v juliju 2011, ko je znašalo 285,3 W/m². To je neposredno vplivalo na povečano proizvodnjo električne energije, saj je julij 2011 imel tudi eno izmed najvišjih vrednosti proizvedene električne energije s 4.064,5 kWh. Najnižje povprečno mesečno sončno obsevanje so zabeležili v decembru 2020, ko je znašalo le 21,9 W/m². Nizko sončno obsevanje v tem obdobju je bilo verjetno posledica sezonskih vremenskih razmer in krajše dnevne svetlobe. Glede na podatke lahko sklepamo, da so najvišje vrednosti proizvodnje in sončnega obsevanja zabeležene v poletnih mesecih, medtem ko so najnižje vrednosti dosežene v zimskih mesecih (Slika 16). To kaže na močno odvisnost proizvodnje od sezonskih sprememb in sončnega obsevanja.



Slika 16: Proizvodnja električne energije in sončno obsevanje
(Lastni vir)

Na spletni strani Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) smo pridobili podatke o urah sončnega obsevanja (Slika 17) za vremensko postajo Ljubljana Bežigrad in jih za lažjo predstavbo prikazali tudi v Tabeli 5 kot letno število ur sončnega obsevanja. Podatke bomo nato uporabili za nadaljnje izračune oziroma primerjalno analizo.



Slika 17: Trajanje sončnega obsevanja po letih v urah (h)
(Vir: ARSO, 2024)

Leto	Trajanje sončnega obsevanja po letih v urah (h)
2011	2235,3
2012	2259,9
2013	1814,8
2014	1695,9
2015	2034,7
2016	1911,2
2017	2168,9
2018	1896,4
2019	1988,8
2020	2122,3
2021	2145
2022	2215,9
2023	1960,5

Tabela 5: Trajanje letnega sončnega obsevanja v urah
(Vir: ARSO, 2024)

V nadaljevanju bomo izračunali obratovalne ure elektrarne. Izračun obratovalnih ur je ključnega pomena za oceno energetske učinkovitosti sončne elektrarne. Višje število obratovalnih ur nakazuje na boljše izkoriščanje sončne energije in večjo proizvodnjo električne energije v daljšem časovnem obdobju. Obratovalne ure izračunamo po naslednji formuli (Makkiabadi, in drugi, 2021):

$$\text{Obratovalne ure} = \frac{\text{Letna proizvodnja (kWh)}}{\text{Instalirana moč elektrarne (kW)}}$$

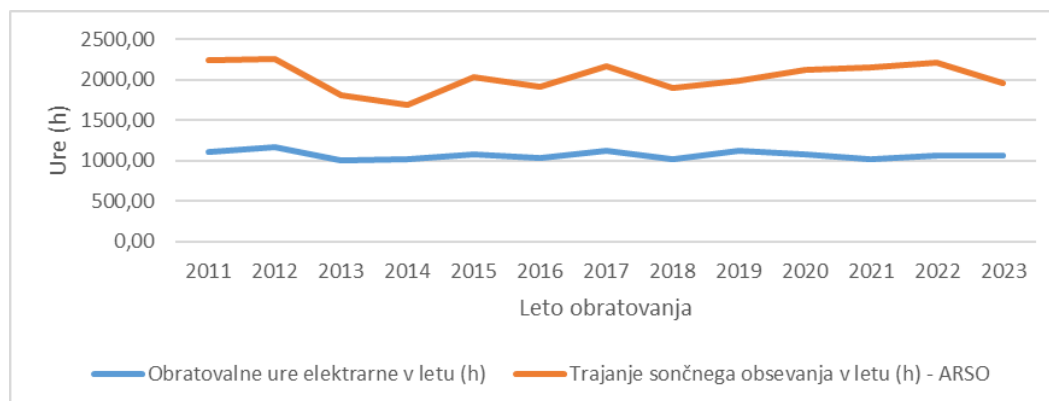
V našem primeru je instalirana moč elektrarne 900 kW. V Tabeli 6 so prikazane izračunane obratovalne ure elektrarne od leta 2011 do leta 2023.

Leto	Letna proizvodnja (kWh)	Instalirana moč elektrarne (kW)	Obratovalne ure elektrarne v letu (h)
2011	994.375	900	1104,86
2012	1.053.098	900	1170,11
2013	901.961	900	1002,18
2014	919.601	900	1021,78
2015	965.905	900	1073,23
2016	927.607	900	1030,67
2017	1.005.308	900	1117,01
2018	920.088	900	1022,32
2019	1.010.356	900	1122,62
2020	965.905	900	1073,23
2021	920.088	900	1022,32
2022	950.405	900	1056,01
2023	950.405	900	1056,01

Tabela 6: Obratovalne ure elektrarne po letih
(Lastni vir)

Tabela 6 prikazuje obratovalne ure sončne elektrarne po letih. Vidimo, da je število obratovalnih ur v letih dokaj stabilno, kar kaže na zanesljivo delovanje elektrarne. Največ obratovalnih ur je bilo zabeleženih v letu 2012, najmanj pa v letu 2014. Stabilno število obratovalnih ur je ključnega pomena za zagotovitev konstantne proizvodnje električne energije in posledično za doseganje ekonomskih ciljev projekta.

V spodnjem grafu (Slika 18) je prikazana primerjava med obratovalnimi urami elektrarne in trajanjem sončnega obsevanja med leti 2011 in 2023.



Slika 18: Obratovalne ure elektrarne in trajanje sončnega obsevanja po letih (Lastni vir)

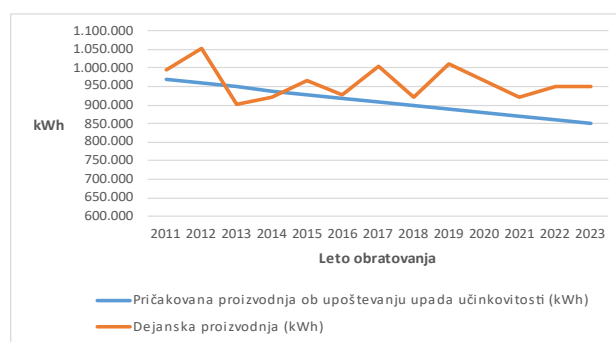
Glede na Sliko 18 lahko sklepamo, da obstaja povezanost med obratovalnimi urami in trajanjem sončnega obsevanja, ki je očitna, saj daljše trajanje sončnega obsevanja neposredno vpliva na višje obratovalne ure elektrarne. Na primer, v letu 2012, ko je bilo trajanje sončnega obsevanja med najvišjimi, so bile tudi obratovalne ure visoke, kar potrjuje, da je sončno obsevanje ključni dejavnik, ki vpliva na obratovanje elektrarne. Variabilnost med leti je pričakovana zaradi narave sončne energije, ki je odvisna od vremenskih pogojev in sezonskih sprememb. V letu 2014 je bilo denimo trajanje sončnega obsevanja manjše, kar je sovpadalo z zmanjšanjem obratovalnih ur.

V Tabeli 7 je prikazana primerjava pričakovane proizvodnje ob upoštevanju upada učinkovitosti in dejanske proizvodnje v kWh, poleg tega pa še primerjava med obratovalnimi urami elektrarne in trajanjem sončnega obsevanja. Za izračune smo upoštevali upad kapacitete sončne elektrarne, in sicer en odstotek za vsako leto obratovanja (Bolinger in drugi, 2020) zaradi upadanja izkoristka fotonapetostnih modulov. To bomo upoštevali tudi pri vseh nadaljnjih izračunih. Faktor upada učinkovitosti je v prvem letu 1 (kar pomeni 100 % učinkovitost). V vsakem naslednjem letu se faktor zmanjšuje za 1 %, kar pomeni, da je v letu 2012 faktor 0,99, v letu 2023 pa 0,88. S tem se zmanjšujeta tudi pričakovana proizvodnja električne energije in pričakovan dobiček. V tabeli je razlika med dejanskim in pričakovanim dobičkom prikazana v odstotkih (negativne vrednosti pomenijo, da je dejanski dobiček nižji od pričakovanega).

Leto	Pričakovana proizvodnja (kWh)	Faktor upada učinkovitosti (1 % na leto)	Pričakovana proizvodnja ob upoštevanju upada učinkovitosti (kWh)	Dejanska proizvodnja (kWh)	Obratovalne ure elektrarne v letu (h)	Trajanje sončnega obsevanja v letu (h) - ARSO	Delež obratovalnih ur glede na trajanje sončnega obsevanja v letu (%)
2011	967.500	1,00	967.500	994.375	1104,86	2235,3	49,4%
2012	967.500	0,99	957.825	1.053.098	1170,11	2259,9	51,8%
2013	967.500	0,98	948.150	901.961	1002,18	1814,8	55,2%
2014	967.500	0,97	938.475	919.601	1021,78	1695,9	60,2%
2015	967.500	0,96	928.800	965.905	1073,23	2034,7	52,7%
2016	967.500	0,95	919.125	927.607	1030,67	1911,2	53,9%
2017	967.500	0,94	909.450	1.005.308	1117,01	2168,9	51,5%
2018	967.500	0,93	899.775	920.088	1022,32	1896,4	53,9%
2019	967.500	0,92	890.100	1.010.356	1122,62	1988,8	56,4%
2020	967.500	0,91	880.425	965.905	1073,23	2122,3	50,6%
2021	967.500	0,90	870.750	920.088	1022,32	2145	47,7%
2022	967.500	0,89	861.075	950.405	1056,01	2215,9	47,7%
2023	967.500	0,88	851.400	950.405	1056,01	1960,5	53,9%

Tabela 7: Primerjava pričakovane in dejanske proizvodnje ter sončnega obsevanja in obratovalnih ur
(Lastni vir)

Tabela 7 ponuja celovit pregled pričakovane in dejanske proizvodnje električne energije ter trajanja sončnega obsevanja in obratovalnih ur po letih. Ugotavljamo, da je dejanska proizvodnja pogosto preseгла pričakovano, kar kaže na uspešnost elektrarne pri izkoriščanju razpoložljive sončne energije. Primerjava obratovalnih ur in trajanja sončnega obsevanja še dodatno potrjuje, da elektrarna deluje učinkovito in zanesljivo. Za lažjo vizualizacijo je v nadaljevanju tudi grafično prikazano razmerje med pričakovano in dejansko proizvodnjo elektrarne (Slika 19).



Slika 19: Primerjava pričakovane in dejanske proizvodnje
(Lastni vir)

Slika 19 grafično prikazuje primerjavo med pričakovano in dejansko proizvodnjo električne energije. Opažamo, da je dejanska proizvodnja večkrat preseгла pričakovano, kar je pozitiven znak za učinkovitost in zanesljivost sistema.

Pričakovana proizvodnja se v letih nekoliko zmanjšuje, kar je posledica predvidenega 1 % letnega upada učinkovitosti fotonapetostnih modulov. Dejanska proizvodnja pa pogosto presega pričakovano, kar kaže na visoko učinkovitost elektrarne in boljše izkoriščanje razpoložljive sončne energije. Trajanje sončnega obsevanja variira med 1,900 in 2,200 urami na leto, medtem ko so obratovalne ure v povprečju okoli 1,000 do 1,100 ur na leto. Ta razlika je posledica dejstva, da elektrarna ne deluje ves čas, ko je na voljo sončno obsevanje, saj so obratovalne ure odvisne tudi od učinkovitosti sistema in vremenskih pogojev.

Delež obratovalnih ur, izražen kot odstotek, predstavlja razmerje med dejanskimi obratovalnimi urami in skupnim trajanjem sončnega obsevanja. Ta delež se giblje med 50 % in 55 %, kar kaže na stabilno in visoko učinkovitost sistema. Na primer, v letu 2012, ko je bilo trajanje sončnega obsevanja 2,259 ur in je bilo obratovalnih ur 1,170, je delež obratovalnih ur znašal približno 52 %. To pomeni, da je elektrarna izkoriščala razpoložljivo sončno energijo polovico časa, kar je za sončne elektrarne zelo ugodno.

Kljub naravnim variacijam v trajanju sončnega obsevanja elektrarna ohranja stabilno število obratovalnih ur, kar je ključnega pomena za zagotavljanje zanesljive in trajnostne proizvodnje električne energije. Učinkovitost elektrarne je visoka, saj pogosto presega pričakovano proizvodnjo, kar kaže na dobro načrtovanje, vzdrževanje in prilagoditev sistema na spremenljive pogoje obratovanja.

V nadaljevanju se bomo osredotočili na analizo prihodkov proizvodnje.

V Tabeli 8 je predstavljena pričakovana proizvodnja električne energije glede na podatke družbe BTC in dejanska proizvodnja elektrarne med leti 2011 in 2023 ter prihodki v EUR.

Leto	Pričakovana proizvodnja (kWh)	Dejanska proizvodnja (kWh)	Prihodki v evrih (EUR)
2011	967.500	994.375	354.990
2012	962.563	1.053.098	372.186
2013	990.881	901.961	318.771
2014	984.719	919.601	325.005
2015	978.811	965.905	344.274
2016	973.421	927.607	327.647
2017	986.554	1.005.308	355.304
2018	963.711	920.088	325.178
2019	958.821	1.010.356	341.532
2020	954.098	965.905	358.803
2021	949.237	920.088	341.370
2022	944.881	950.405	368.878
2023	939.858	950.405	355.893

Tabela 8: Analiza prihodkov proizvodnje
(Vir: BTC d. d., 2024)

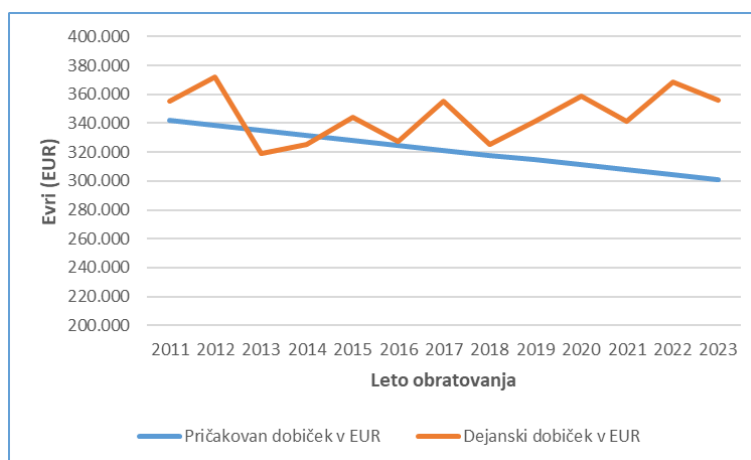
V nadaljevanju bomo ob upoštevanju zmanjševanja učinkovitosti elektrarne izračunali pričakovano proizvodnjo električne energije in pričakovan dobiček v evrih (EUR) ter jih primerjali z dejansko proizvodnjo in dobičkom (Tabela 9).

Elektrarna ima za elektriko, oddano v omrežje, zagotovljeno zakupno ceno 0,35342 EUR/kWh (BTC d. d., 2024).

Leto	Pričakovana proizvodnja (kWh)	Faktor upada učinkovitosti (1 % na leto)	Pričakovana proizvodnja ob upoštevanju upada učinkovitosti (kWh)	Dejanska proizvodnja (kWh)	Zagotovljen odkup v EUR	Pričakovan dobiček v EUR	Dejanski dobiček v EUR	Razlika med pričakovanim in dejanskim dobičkom (%)
2011	967.500	1,00	967.500	994.375	0,35342	341.934	354.990	3,8%
2012	967.500	0,99	957.825	1.053.098	0,35342	338.515	372.186	9,9%
2013	967.500	0,98	948.150	901.961	0,35342	335.095	318.771	-4,9%
2014	967.500	0,97	938.475	919.601	0,35342	331.676	325.005	-2,0%
2015	967.500	0,96	928.800	965.905	0,35342	328.256	344.274	4,9%
2016	967.500	0,95	919.125	927.607	0,35342	324.837	327.647	0,9%
2017	967.500	0,94	909.450	1.005.308	0,35342	321.418	355.304	10,5%
2018	967.500	0,93	899.775	920.088	0,35342	317.998	325.178	2,3%
2019	967.500	0,92	890.100	1.010.356	0,35342	314.579	341.532	8,6%
2020	967.500	0,91	880.425	965.905	0,35342	311.160	358.803	15,3%
2021	967.500	0,90	870.750	920.088	0,35342	307.740	341.370	10,9%
2022	967.500	0,89	861.075	950.405	0,35342	304.321	368.878	21,2%
2023	967.500	0,88	851.400	950.405	0,35342	300.902	355.893	18,3%

Tabela 9: Primerjava pričakovanega in dejanskega dobička v evrih (EUR)
(Lastni vir)

Za lažjo vizualizacijo sta pričakovani in dejanski dobiček prikazana tudi grafično (Slika 20).



Slika 20: Pričakovan in dejanski dobiček v evrih (EUR)
(Lastni vir)

Tabela 9 in Slika 20 ponujata podroben vpogled v primerjavo pričakovanih in dejanskih dobičkov sončne elektrarne Logistični center BTC v obdobju od leta 2011 do leta 2023. Ta analiza omogoča razumevanje, kako so se prihodki spreminjali v letih in kakšni so bili odkloni od načrtovanih prihodkov. Tabela 9 prikazuje pričakovano proizvodnjo električne energije ob upoštevanju letnega zmanjševanja učinkovitosti elektrarne za 1 %, dejansko proizvodnjo, pričakovan dobiček, dejanski dobiček in razliko med pričakovanim in dejanskim dobičkom v odstotkih. Negativne vrednosti pri odstotkih pomenijo, da je bil dejanski dobiček nižji od pričakovanega.

Slika 20 grafično prikazuje primerjavo med pričakovanim in dejanskim dobičkom po letih. Na prvi pogled je razvidno, da dejanski dobiček pogosto presega pričakovanega, kar kaže na uspešno delovanje elektrarne.

V letu 2011 je bil dejanski dobiček 354.990 EUR, medtem ko je bil pričakovan dobiček 341.934 EUR, kar pomeni pozitivno odstopanje za 3,8 %. Podobno je bilo tudi v letu 2012, kjer je dejanski dobiček presegel pričakovanega za 9,9 %. Ta pozitivna odstopanja kažejo na učinkovito delovanje elektrarne v prvih letih obratovanja. Povečana proizvodnja v letu 2012 je posledica boljših vremenskih pogojev in višjega trajanja sončnega obsevanja, kar je neposredno vplivalo na višje prihodke iz prodaje električne energije. Višja proizvodnja električne energije v letu 2012 je neposredno povezana z boljšimi vremenskimi pogoji in daljšim trajanjem sončnega obsevanja, kar je vodilo do višjih prihodkov in dobička. Ta povezava med sončnim obsevanjem in finančnimi rezultati poudarja pomembnost optimalnih vremenskih pogojev za doseganje največjih možnih prihodkov pri delovanju sončne elektrarne.

Leti 2013 in 2014 sta bili zaznamovani z negativnimi odstopanji. V letu 2013 je bil dejanski dobiček nižji od pričakovanega za 4,9 %, medtem ko je bil v letu 2014 ta za 2,0 % nižji. Ta negativna odstopanja bi lahko bila posledica slabših vremenskih razmer ali tehničnih težav, ki so vplivale na proizvodnjo električne energije.

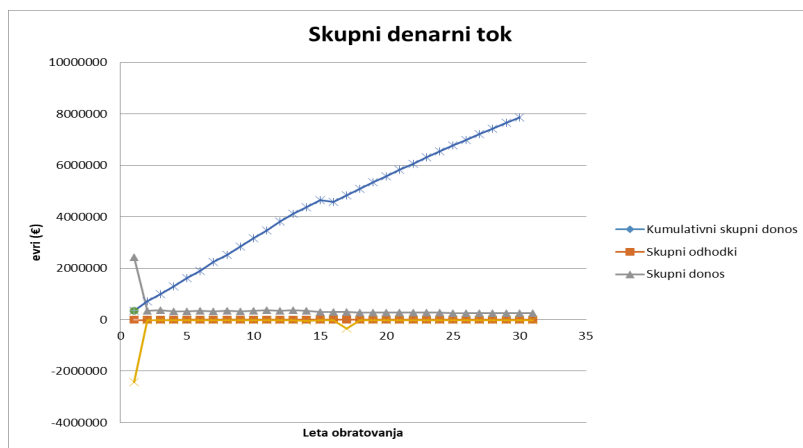
Čeprav so bila nekatera leta zaznamovana z negativnimi odstopanji, je večina let pokazala, da je dejanski dobiček presegal pričakovanega. To kaže na dobro načrtovanje, vzdrževanje in prilagodljivost sistema na spremenljive pogoje obratovanja. Stabilni in pozitivni finančni rezultati potrjujejo ekonomsko upravičenost naložbe v sončno elektrarno ter njeno trajnostno vrednost. Razmerje med pričakovanim in dejanskim dobičkom je ključno za razumevanje finančne uspešnosti projekta in zagotavlja vpogled v področja, kjer je mogoče doseči še večjo učinkovitost.

4.4 Skupni in realni denarni tok

Skupni denarni tok

Skupni denarni tok projekta vključuje vse prihodke in izdatke, vključno z lastnimi in tujimi sredstvi v celotni življenjski dobi projekta. Skupna vsota prihodkov in izdatkov

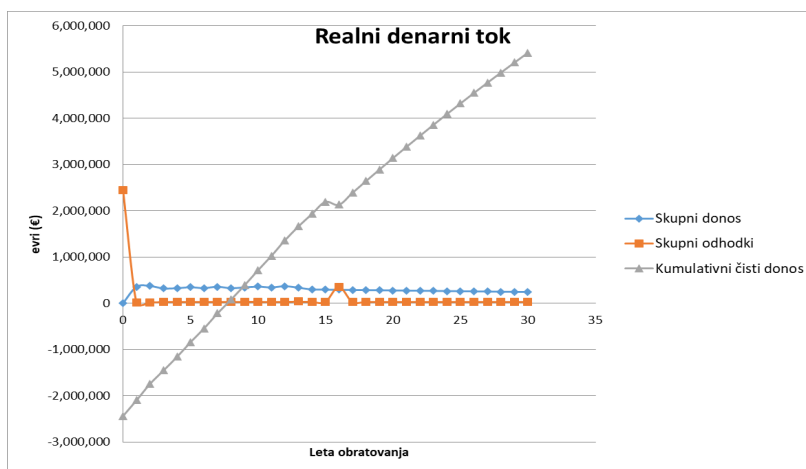
mora vedno ostati pozitivna oziroma med gradnjo enaka ničli. Tako je zagotovljena likvidnost projekta (Papler & Bojnec, 2012). V našem primeru je to prikazano na Sliki 21, tabele s podatki po letih pa so med prilogami (Priloga 1-3).



Slika 21: Skupni denarni tok
(Lastni vir)

Realni denarni tok

Realni denarni tok projekta vključuje vse prihodke in izdatke s perspektive vlagatelja v celotni življenjski dobi projekta (Papler & Bojnec, 2012). V našem primeru realnega denarnega toka (Slika 22, Priloge 4, 5 in 6) in dobe vračanja naložb je razvidno, da kumulativni prihodek preide iz negativne v pozitivno vrednost v 8. letu delovanja elektrarne. Izračun enostavne dobe vračanja sredstev (EVS) s seštevanjem neto prihodkov je 7,7 let.



Slika 22: Realni denarni tok
(Lastni vir)

4.5 Sedanja vrednost projekta, interna stopnja donosnosti

Sedanja vrednost projekta

Metoda neto sedanje vrednosti projekta (NSV) je posebej uporabna pri dolgoročnih projektih, kot so sončne elektrarne, kjer je pomembno oceniti vse prihodnje denarne tokove in njihovo časovno vrednost. Diskontiranje denarnih tokov omogoča natančnejšo oceno donosa projekta in primerjavo med različnimi investicijskimi možnostmi. Pozitivna neto sedanja vrednost pomeni, da projekt prinaša več prihodkov kot stroškov, ko upoštevamo časovno vrednost denarja, kar kaže na ekonomsko upravičenost projekta. Nasprotno pa negativna NSV kaže na to, da projekt ni finančno izvedljiv (Žižlavský, 2014).

Po tej metodi je projekt sprejemljiv, če izpolnjuje pogoj, da so diskontirane vrednosti skupnih prihodkov (S_d) višje od diskontiranih vrednosti skupnih odhodkov (S_o). Diskontna stopnja (r) je določena vnaprej in predstavlja alternativno obrestno mero, torej tisto obrestno mero, ki jo dobimo na banki za dolgoročno vezana sredstva (Papler & Bojnec, Naložbe v trajnostni razvoj energetike, 2012):

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n=30} (S_d - S_o) \frac{1}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^{i=n=30} S_d \frac{1}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^{i=n=30} S_o \frac{1}{(1+r)^i}$$

Pogoja: $S_d > S_o$, $SV > 0$.

V našem primeru smo uporabili 5 % diskontno stopnjo za izračun neto sedanje vrednosti. Neto sedanja vrednost projekta je 1.839.682 EUR (Tabela 10).

časovna obdobja							
Tekoči index i	Leto	Skupaj donosi (Sd) brez diskont.	Skupaj odhodki (So) brez diskont.	Diskontna stopnja $r = 5\%$ $(1+r)^i$	Diskontni faktor $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r=5\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r=5\%$
0	2010	0	2.438.889	1,00	1,00	0	2.438.889
1	2011	354.990	12.400	1,05	0,95	338.085	11.810
2	2012	372.186	17.813	1,10	0,91	337.584	16.157
3	2013	318.771	29.440	1,16	0,86	275.366	25.431
4	2014	325.005	31.002	1,22	0,82	267.383	25.505
5	2015	344.753	27.531	1,28	0,78	270.123	21.571
6	2016	327.647	31.235	1,34	0,75	244.495	23.308
7	2017	355.304	28.726	1,41	0,71	252.508	20.415
8	2018	325.178	29.422	1,48	0,68	220.093	19.914
9	2019	341.532	31.433	1,55	0,64	220.155	20.262
10	2020	358.830	33.266	1,63	0,61	220.291	20.422
11	2021	341.370	28.883	1,71	0,58	199.592	16.887
12	2022	368.879	32.112	1,80	0,56	205.405	17.881
13	2023	335.892	36.130	1,89	0,53	178.131	19.161
14	2024	297.482	30.400	1,98	0,51	150.249	15.354
15	2025	294.063	30.400	2,08	0,48	141.449	14.623
16	2026	290.644	355.400	2,18	0,46	133.147	162.813
17	2027	287.224	30.400	2,29	0,44	125.315	13.263
18	2028	283.805	30.400	2,41	0,42	117.927	12.632
19	2029	280.386	30.400	2,53	0,40	110.958	12.030
20	2030	276.966	30.400	2,65	0,38	104.386	11.457
21	2031	273.547	30.400	2,79	0,36	98.188	10.912
22	2032	270.128	30.400	2,93	0,34	92.343	10.392
23	2033	266.708	30.400	3,07	0,33	86.833	9.897
24	2034	263.289	30.400	3,23	0,31	81.637	9.426
25	2035	259.870	30.400	3,39	0,30	76.740	8.977
26	2036	256.450	30.400	3,56	0,28	72.124	8.550
27	2037	253.031	30.400	3,73	0,27	67.774	8.143
28	2038	249.612	30.400	3,92	0,26	63.674	7.755
29	2039	246.192	30.400	4,12	0,24	59.812	7.386
30	2040	242.773	30.400	4,32	0,23	56.172	7.034
Skupaj		9.062.510	3.650.082			4.867.940	3.028.258
NSV		Sd - So=	5.412.428			Sd - So=	1.839.682

Tabela 10: Neto sedanja vrednost projekta v evrih (EUR)
(Lastni vir)

Kot je razvidno iz tabele, sta dosežena oba pogoja. Skupni dohodki (4.867.940 EUR) so višji od skupnih odhodkov (3.028.258 EUR), neto sedanja vrednost pa je večja od 0. Glede na metodo neto sedanje vrednosti je projekt ekonomsko upravičen.

Interna stopnja donosnosti

Interna stopnja donosnosti (ISD) je ključni kazalnik za ocenjevanje donosnosti investicijskih projektov. ISD je diskontna stopnja, pri kateri je neto sedanja vrednost (NSV) vseh prihodnjih denarnih tokov projekta enaka nič. Ta kazalnik omogoča investitorjem, da ocenijo, kako dobičkonosen bo projekt glede na vložena sredstva. Glavna prednost ISD je, da omogoča enostavno primerjavo z drugimi investicijami ali obrestnimi merami na finančnih trgih. ISD je še posebej uporabna pri odločanju med več investicijskimi priložnostmi, saj jasno pokaže, katera prinaša najvišjo donosnost (Weber, 2014).

Interna stopnja donosnosti predstavlja dejansko donosnost naložbe v preučevanem obdobju; primerjamo jo z referenčno stopnjo donosnosti (npr. obrestna mera za depozit v banki, donosnost državnih vrednostnih papirjev). ISD je tista diskontna stopnja donosnosti, pri kateri je sedanja vrednost projekta enaka nič; izenačijo se vsi donosi in odhodki projekta v celotni življenjski dobi (Papler & Bojnec, Naložbe v trajnostni razvoj energetike, 2012):

$$0 = \sum_{i=0}^n \frac{(Sd - So)^i}{(1+r)^i},$$

kjer je: Sd^i = skupni donosi (prihodki) projekta v letu i ,

So^i = skupni odhodki projekta v letu i ,

r = diskontni faktor, pri katerem je izpolnjen pogoj $NSV = 0$,

r = ISD – interna stopnja donosnosti, diskontna stopnja,

n = časovno razdobje v življenjski dobi trajanja projekta v letih,

i – tekoči indeks časovnih obdobj od $i = 1$ do n .

Izračun ISD je prikazan v Tabeli 11, kjer smo prikazali sedanjo vrednost pri dveh različnih diskontnih stopnjah; ena prikazuje negativno sedanjo vrednost in druga pozitivno.

časovna obdobja		Diskontna stopnja 0 %		Diskontna stopnja 11 %		Diskontna stopnja 12 %	
Tekoči index i	Leto	Skupaj donosi (Sd)	Skupaj odhodki (So)	Skupaj donosi (Sd)	Skupaj odhodki (So)	Skupaj donosi (Sd)	Skupaj odhodki (So)
0	2010	0	2.438.889	0	2.438.889	0	2.438.889
1	2011	354.990	12.400	319.811	11.171	316.955	11.071
2	2012	372.186	17.813	302.074	14.457	296.704	14.200
3	2013	318.771	29.440	233.083	21.526	226.895	20.955
4	2014	325.005	31.002	214.091	20.422	206.547	19.702
5	2015	344.753	27.531	204.594	16.338	195.622	15.622
6	2016	327.647	31.235	175.174	16.700	165.996	15.825
7	2017	355.304	28.726	171.135	13.836	160.722	12.994
8	2018	325.178	29.422	141.103	12.767	131.334	11.883
9	2019	341.532	31.433	133.513	12.288	123.160	11.335
10	2020	358.830	33.266	126.374	11.716	115.534	10.711
11	2021	341.370	28.883	108.311	9.164	98.136	8.303
12	2022	368.879	32.112	105.441	9.179	94.682	8.242
13	2023	335.892	36.130	86.497	9.304	76.978	8.280
14	2024	297.482	30.400	69.014	7.053	60.871	6.220
15	2025	294.063	30.400	61.460	6.354	53.724	5.554
16	2026	290.644	355.400	54.726	66.919	47.410	57.973
17	2027	287.224	30.400	48.723	5.157	41.833	4.428
18	2028	283.805	30.400	43.372	4.646	36.906	3.953
19	2029	280.386	30.400	38.603	4.185	32.555	3.530
20	2030	276.966	30.400	34.353	3.771	28.712	3.151
21	2031	273.547	30.400	30.567	3.397	25.319	2.814
22	2032	270.128	30.400	27.193	3.060	22.324	2.512
23	2033	266.708	30.400	24.188	2.757	19.680	2.243
24	2034	263.289	30.400	21.512	2.484	17.346	2.003
25	2035	259.870	30.400	19.129	2.238	15.286	1.788
26	2036	256.450	30.400	17.006	2.016	13.469	1.597
27	2037	253.031	30.400	15.117	1.816	11.866	1.426
28	2038	249.612	30.400	13.435	1.636	10.451	1.273
29	2039	246.192	30.400	11.937	1.474	9.203	1.136
30	2040	242.773	30.400	10.605	1.328	8.103	1.015
Skupaj		9.062.510	3.650.082	2.862.142	2.738.048	2.664.323	2.710.629
NSD		Sd - So=	5.412.428	Sd - So=	124.094	Sd - So=	-46.306

Tabela 11: Interna stopnja donosnosti
(Lastni vir)

Interna stopnja donosnosti je v našem primeru med 11 in 12 %. Točno vrednost izračunamo po spodnji formuli (Papler & Bojnec, Naložbe v trajnostni razvoj energetike, 2012):

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

kjer je: ISD – interna stopnja donosnosti,

NSD – neto skupni donos ($S_d - S_o$),

r_p – diskontna stopnja, pri kateri je NSD pozitiven,

r_n – diskontna stopnja, pri kateri je NSD negativen,

NSD_p – NSD pri uporabljeni diskontni stopnji r_p ,

NSD_n – NSD pri uporabljeni diskontni stopnji r_n .

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} = 11 + (12 - 11) \cdot \frac{124.094}{124.094 - (-46.306)} = 11,7 \%$$

Interna stopnja donosnosti znaša 11,7 %, kar kaže na finančno uspešnost projekta. Projekt je ekonomsko upravičen, saj prinaša višjo donosnost od stroškov kapitala in zahtevanih stopenj donosa, kar zagotavlja dolgoročno vzdržnost in dobičkonosnost investicije.

4.6 Tveganja in cost benefit analiza

Da lahko ocenimo, kako fleksibilen je projekt, smo različne kazalnike izračunali glede na potencialno povišanje stroškov za 10 %, znižanje prihodkov za 10 % in kombinacijo obeh pogojev (Tabela 12, 13 in 14).

		10 % znižanje prihodkov					
časovna obdobja		Diskontna stopnja 0 %		Diskontna stopnja 10 %		Diskontna stopnja 12 %	
Tekoči index i	Leto	Skupaj donosi (Sd) pri -10%	Skupaj odhodki (So)	Skupaj donosi (Sd) pri -10%	Skupaj odhodki (So)	Skupaj donosi (Sd) pri -10%	Skupaj odhodki (So)
0	2010	0	2.438.889	0	2.438.889	0	2.438.889
1	2011	319.491	12.400	290.446	11.273	285.260	11.071
2	2012	334.967	17.813	276.832	14.721	267.034	14.200
3	2013	286.894	29.440	215.548	22.119	204.205	20.955
4	2014	292.505	31.002	199.785	21.175	185.892	19.702
5	2015	310.278	27.531	192.658	17.095	176.060	15.622
6	2016	294.882	31.235	166.453	17.631	149.397	15.825
7	2017	319.774	28.726	164.095	14.741	144.650	12.994
8	2018	292.660	29.422	136.528	13.726	118.200	11.883
9	2019	307.379	31.433	130.359	13.331	110.844	11.335
10	2020	322.947	33.266	124.510	12.825	103.980	10.711
11	2021	307.233	28.883	107.683	10.123	88.322	8.303
12	2022	331.991	32.112	105.782	10.232	85.214	8.242
13	2023	302.303	36.130	87.566	10.466	69.280	8.280
14	2024	267.734	30.400	70.503	8.005	54.784	6.220
15	2025	264.657	30.400	63.357	7.278	48.352	5.554
16	2026	261.579	355.400	56.927	77.345	42.669	57.973
17	2027	258.502	30.400	51.143	6.014	37.649	4.428
18	2028	255.425	30.400	45.940	5.468	33.215	3.953
19	2029	252.347	30.400	41.261	4.971	29.299	3.530
20	2030	249.270	30.400	37.052	4.519	25.841	3.151
21	2031	246.192	30.400	33.268	4.108	22.787	2.814
22	2032	243.115	30.400	29.866	3.735	20.092	2.512
23	2033	240.038	30.400	26.807	3.395	17.712	2.243
24	2034	236.960	30.400	24.058	3.086	15.611	2.003
25	2035	233.883	30.400	21.586	2.806	13.758	1.788
26	2036	230.805	30.400	19.366	2.551	12.122	1.597
27	2037	227.728	30.400	17.371	2.319	10.679	1.426
28	2038	224.651	30.400	15.578	2.108	9.406	1.273
29	2039	221.573	30.400	13.968	1.916	8.283	1.136
30	2040	218.496	30.400	12.522	1.742	7.293	1.015
Skupaj		8.156.259	3.650.082	2.778.819	2.769.712	2.397.891	2.710.629
NSD		Sd - So=	4.506.177	Sd - So=	9.107	Sd - So=	-312.738

Tabela 12: Interna stopnja donosnosti pri 10 % znižanih donosih
(Lastni vir)

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} = 10 + (12 - 10) \cdot \frac{9.107}{9.107 - (-312.738)} = 10,1 \%$$

Rezultati izračuna interne stopnje donosnosti (ISD) pri 10 % znižanih donosih kažejo na vrednost 10,1 %. To pomeni, da bi projekt sončne elektrarne še vedno ostal ekonomsko upravičen tudi v primeru, če bi se prihodki znižali za 10 %. ISD, ki je še vedno višja od referenčne diskontne stopnje 5 %, nakazuje, da projekt ohranja svojo donosnost in finančno izvedljivost tudi ob zmanjšanih prihodkih.

		10 % povišanje stroškov					
časovna obdobja		Diskontna stopnja 0 %		Diskontna stopnja 10 %		Diskontna stopnja 12 %	
Tekoči index	Leto	Skupaj donosi (Sd)	Skupaj odhodki (So) pri +10%	Skupaj donosi (Sd)	Skupaj odhodki (So) pri +10%	Skupaj donosi (Sd)	Skupaj odhodki (So) pri +10%
0	2010	0	2.682.778	0	2.682.778	0	2.682.778
1	2011	354.990	13.640	322.718	12.400	316.955	12.179
2	2012	372.186	19.594	307.592	16.194	296.704	15.620
3	2013	318.771	32.384	239.497	24.331	226.895	23.050
4	2014	325.005	34.102	221.983	23.292	206.547	21.673
5	2015	344.753	30.284	214.065	18.804	195.622	17.184
6	2016	327.647	34.359	184.948	19.394	165.996	17.407
7	2017	355.304	31.599	182.327	16.215	160.722	14.294
8	2018	325.178	32.364	151.698	15.098	131.334	13.071
9	2019	341.532	34.576	144.843	14.664	123.160	12.469
10	2020	358.830	36.593	138.345	14.108	115.534	11.782
11	2021	341.370	31.771	119.648	11.136	98.136	9.133
12	2022	368.879	35.323	117.536	11.255	94.682	9.067
13	2023	335.892	39.743	97.296	11.512	76.978	9.108
14	2024	297.482	33.440	78.336	8.806	60.871	6.842
15	2025	294.063	33.440	70.396	8.005	53.724	6.109
16	2026	290.644	390.940	63.253	85.080	47.410	63.771
17	2027	287.224	33.440	56.826	6.616	41.833	4.870
18	2028	283.805	33.440	51.045	6.014	36.906	4.349
19	2029	280.386	33.440	45.845	5.468	32.555	3.883
20	2030	276.966	33.440	41.169	4.971	28.712	3.467
21	2031	273.547	33.440	36.965	4.519	25.319	3.095
22	2032	270.128	33.440	33.184	4.108	22.324	2.764
23	2033	266.708	33.440	29.786	3.735	19.680	2.467
24	2034	263.289	33.440	26.731	3.395	17.346	2.203
25	2035	259.870	33.440	23.985	3.086	15.286	1.967
26	2036	256.450	33.440	21.518	2.806	13.469	1.756
27	2037	253.031	33.440	19.301	2.551	11.866	1.568
28	2038	249.612	33.440	17.309	2.319	10.451	1.400
29	2039	246.192	33.440	15.520	2.108	9.203	1.250
30	2040	242.773	33.440	13.913	1.916	8.103	1.116
Skupaj		9.062.510	4.015.090	3.087.576	3.046.683	2.664.323	2.981.692
NSD		Sd - So=	5.047.419	Sd - So=	40.893	Sd - So=	-317.369

Tabela 13: Interna stopnja donosnosti pri 10 % zvišanih stroških
(Lastni vir)

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} = 10 + (12 - 10) \cdot \frac{40.893}{40.893 - (-317.369)} = 10,2 \%$$

Pri 10 % zvišanih stroških je interna stopnja donosnosti (ISD) izračunana na 10,3 %. Kljub povišanemu strošku projekt še vedno prinaša dovolj visoko donosnost, da je ekonomsko upravičen. ISD ostaja nad diskontno stopnjo 5 %, kar kaže na to, da lahko projekt prenese povečanje stroškov in še vedno zagotavlja pozitivne denarne tokove in donosnost za investitorje.

		10 % znižanje prihodkov, 10 % povišanje stroškov					
		Diskontna stopnja 0 %		Diskontna stopnja 8 %		Diskontna stopnja 12 %	
časovna obdobja		Skupaj donosi (Sd) pri -10%	Skupaj odhodki (So) pri +10%	Skupaj donosi (Sd) pri -10%	Skupaj odhodki (So) pri +10%	Skupaj donosi (Sd) pri -10%	Skupaj odhodki (So) pri +10%
Tekoči index i	Leto						
0	2010	0	2.682.778	0	2.682.778	0	2.682.778
1	2011	319.491	13.640	295.825	12.630	285.260	13.640
2	2012	334.967	19.594	287.180	16.799	267.034	15.620
3	2013	286.894	32.384	227.746	25.707	204.205	32.384
4	2014	292.505	34.102	215.000	25.066	185.892	21.673
5	2015	310.278	30.284	211.170	20.611	176.060	30.284
6	2016	294.882	34.359	185.826	21.652	149.397	17.407
7	2017	319.774	31.599	186.585	18.437	144.650	31.599
8	2018	292.660	32.364	158.115	17.485	118.200	13.071
9	2019	307.379	34.576	153.766	17.297	110.844	34.576
10	2020	322.947	36.593	149.587	16.949	103.980	11.782
11	2021	307.233	31.771	131.767	13.626	88.322	31.771
12	2022	331.991	35.323	131.838	14.027	85.214	9.067
13	2023	302.303	39.743	111.156	14.613	69.280	39.743
14	2024	267.734	33.440	91.153	11.385	54.784	6.842
15	2025	264.657	33.440	83.431	10.542	48.352	33.440
16	2026	261.579	390.940	76.353	114.112	42.669	63.771
17	2027	258.502	33.440	69.865	9.038	37.649	33.440
18	2028	255.425	33.440	63.920	8.368	33.215	4.349
19	2029	252.347	33.440	58.472	7.748	29.299	33.440
20	2030	249.270	33.440	53.480	7.174	25.841	3.467
21	2031	246.192	33.440	48.908	6.643	22.787	33.440
22	2032	243.115	33.440	44.719	6.151	20.092	2.764
23	2033	240.038	33.440	40.882	5.695	17.712	33.440
24	2034	236.960	33.440	37.368	5.273	15.611	2.203
25	2035	233.883	33.440	34.151	4.883	13.758	33.440
26	2036	230.805	33.440	31.205	4.521	12.122	1.756
27	2037	227.728	33.440	28.509	4.186	10.679	33.440
28	2038	224.651	33.440	26.040	3.876	9.406	1.400
29	2039	221.573	33.440	23.781	3.589	8.283	33.440
30	2040	218.496	33.440	21.714	3.323	7.293	1.116
Skupaj		8.156.259	4.015.090	3.279.511	3.134.187	2.397.891	3.340.583
NSD		Sd - So=	4.141.168	Sd - So=	145.323	Sd - So=	-942.692

Tabela 14: Interna stopnja donosnosti pri kombinaciji zvišanja stroškov in znižanja prihodkov
(Lastni vir)

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} = 8 + (12 - 8) \cdot \frac{145.323}{145.323 - (-942.692)} = 8,5 \%$$

Kombinacija zvišanja stroškov za 10 % in znižanja prihodkov za 10 % vodi do interne stopnje donosnosti (ISD) v višini 8,5 %. Čeprav je ISD nekoliko nižja, je še vedno precej nad diskontno stopnjo 5 %. To pomeni, da projekt ostaja finančno vzdržen in ekonomsko upravičen tudi v najbolj pesimističnem scenariju, kjer se hkrati sooča z višjimi stroški in nižjimi prihodki.

Cost benefit analiza oziroma analiza družbenih stroškov in koristi temelji na ugotovitvi, da projekt lahko zagotavlja družbene koristi. To so lahko vse relevantne posredne koristi in stroški, ki jih proizvodni sistem povzroča (možnost zaposlovanja, rast družbenega proizvoda, prihranki pri gradnji in podobno). Te koristi in stroške je večkrat mogoče ovrednotiti v denarnih enotah (Papler & Bojnec, Naložbe v trajnostni razvoj energije, 2012).

Za izračun ekonomskih kazalcev učinkovitosti projekta bomo uporabili podatek o zmanjšanju emisij CO₂, upoštevajoč cene emisijskih kuponov iz preteklosti. Od leta 2024 naprej smo upoštevali trenutno ceno emisijskih kuponov, ki znaša približno 70 EUR na tona CO₂ (Investing.com, 2024), med letoma 2011 in 2023 pa smo upoštevali povprečno letno ceno kuponov (Tabela 15).

Sončna elektrarna Logistični center BTC z obratovanjem prihrani za 700 ton izpustov CO₂ (BTC d. d., 2024).

Leto	Povprečna cena emisijskih kuponov v evrih (EUR)	Prihranek v evrih (EUR)
2011	12,90	9.026,50
2012	7,40	5.181,75
2013	4,32	3.026,33
2014	6,04	4.228,00
2015	7,72	5.406,92
2016	5,32	3.721,08
2017	6,35	4.447,92
2018	18,11	12.676,42
2019	25,85	18.095,58
2020	25,67	17.965,50
2021	55,37	38.755,50
2022	81,35	56.941,50
2023	84,83	59.382,17
2024	70,00	49.000,00
2025	70,00	49.000,00
2026	70,00	49.000,00
2027	70,00	49.000,00
2028	70,00	49.000,00
2029	70,00	49.000,00
2030	70,00	49.000,00
2031	70,00	49.000,00
2032	70,00	49.000,00
2033	70,00	49.000,00
2034	70,00	49.000,00
2035	70,00	49.000,00
2036	70,00	49.000,00
2037	70,00	49.000,00
2038	70,00	49.000,00
2039	70,00	49.000,00
2040	70,00	49.000,00

Tabela 15: Cene emisijskih kuponov in prihranek v EUR
(Lastni vir)

Ceno kuponov smo pomnožili s prihranjenimi 700 tonami CO₂ in s tem dobili prihranek, ki ga bomo uporabili pri cost benefit analizi in ga prikazali kot dodatni dobiček v EUR (Tabela 16).

		prihranek CO ₂					
časovna obdobja		Diskontna stopnja 0 %		Diskontna stopnja 12 %		Diskontna stopnja 13 %	
Tekoči index i	Leto	Skupaj donosi (Sd)	Skupaj odhodki (So)	Skupaj donosi (Sd)	Skupaj odhodki (So)	Skupaj donosi (Sd)	Skupaj odhodki (So)
0	2010	0	2.438.889	0	2.438.889	0	2.438.889
1	2011	364.016	12.400	325.014	11.071	322.138	10.973
2	2012	377.368	17.813	300.835	14.200	295.534	13.950
3	2013	321.797	29.440	229.049	20.955	223.022	20.404
4	2014	329.233	31.002	209.234	19.702	201.925	19.014
5	2015	350.160	27.531	198.690	15.622	190.053	14.943
6	2016	331.368	31.235	167.881	15.825	159.162	15.003
7	2017	359.752	28.726	162.734	12.994	152.917	12.210
8	2018	337.854	29.422	136.454	11.883	127.087	11.067
9	2019	359.628	31.433	129.685	11.335	119.715	10.464
10	2020	376.796	33.266	121.318	10.711	111.000	9.800
11	2021	380.126	28.883	109.277	8.303	99.098	7.530
12	2022	425.820	32.112	109.297	8.242	98.239	7.408
13	2023	395.274	36.130	90.587	8.280	80.701	7.376
14	2024	346.482	30.400	70.897	6.220	62.601	5.493
15	2025	343.063	30.400	62.676	5.554	54.853	4.861
16	2026	339.644	355.400	55.403	57.973	48.058	50.288
17	2027	336.224	30.400	48.969	4.428	42.101	3.807
18	2028	332.805	30.400	43.278	3.953	36.879	3.369
19	2029	329.386	30.400	38.244	3.530	32.301	2.981
20	2030	325.966	30.400	33.792	3.151	28.288	2.638
21	2031	322.547	30.400	29.855	2.814	24.771	2.335
22	2032	319.128	30.400	26.374	2.512	21.689	2.066
23	2033	315.708	30.400	23.295	2.243	18.988	1.828
24	2034	312.289	30.400	20.574	2.003	16.622	1.618
25	2035	308.870	30.400	18.169	1.788	14.548	1.432
26	2036	305.450	30.400	16.043	1.597	12.732	1.267
27	2037	302.031	30.400	14.163	1.426	11.141	1.121
28	2038	298.612	30.400	12.503	1.273	9.748	992
29	2039	295.192	30.400	11.035	1.136	8.528	878
30	2040	291.773	30.400	9.739	1.015	7.459	777
Skupaj		10.134.365	3.650.082	2.825.065	2.710.629	2.631.898	2.686.782
NSD		Sd - So=	6.484.283	Sd - So=	114.436	Sd - So=	-54.884

Tabela 16: Interna stopnja donosnosti upoštevajoč prihranek CO₂
(Lastni vir)

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} = 12 + (13 - 12) \cdot \frac{114.436}{114.436 - (-54.884)} = 12,7 \%$$

Z vrednostjo ISD 12,7 % projekt še naprej prinaša znatno višjo donosnost od referenčne diskontne stopnje 5 %, kar potrjuje njegovo ekonomsko upravičenost. Poleg tega visoka vrednost ISD pomeni, da ima projekt dovolj rezerve za obvladovanje morebitnih tveganj, povezanih z višjimi stroški ali nižjimi prihodki.

Vključitev prihrankov iz naslova zmanjšanja emisij CO₂ v izračun interne stopnje donosnosti dodatno potrjuje ekonomsko in okoljsko upravičenost naložbe v sončno elektrarno Logistični center BTC. S tem se projekt ne le ekonomsko izplača, ampak tudi pomembno prispeva k trajnostnemu razvoju in zaščiti okolja.

4.7 Kazalniki ekonomičnosti, donosnosti naložbe in donosnosti odhodkov

Vse kazalce smo izračunali pri 5 % diskontni stopnji.

Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti

Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti (E, včasih označen kot G) predstavlja razmerje med poslovnimi učinki in stroški. Ta kazalnik je temeljni pokazatelj gospodarnosti. V analizi poslovanja pogosto sproža številna vprašanja, ki jih moramo upoštevati za oblikovanje objektivnih ocen. Za premagovanje teh težav se v praksi uporabljajo različne metode, ki omogočajo ali težijo k oblikovanju realističnega kazalnika gospodarnosti. Najpogosteje temeljijo na stalnih cenah tako učinkov kot tudi porabljenih virov proizvodnega procesa, kar omogoča primerjavo kazalnikov ekonomičnosti v času v nekem podjetju (Papler & Bojnec, Naložbe v trajnostni razvoj energetike, 2012):

$$E = \frac{Sd}{So} = \frac{4.867.940}{3.028.258} = 1,61$$

E – kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti

Sd – skupni donosi projekta

So – skupni odhodki projekta

Rezultat 1,61 v našem primeru nakazuje, da je projekt ekonomsko učinkovit. Za vsak vloženi evro projekt ustvari 1,61 EUR prihodka; prihodki torej presegajo stroške za 61 %. Visoka vrednost kazalnika gospodarnosti kaže na to, da projekt optimalno izkorišča vire in je finančno vzdržen.

Kazalnik donosnosti naložbe

Donosnost naložb (D) je merilo, ki prikazuje letni donos kot odstotek vloženega kapitala. Ta kazalnik lahko zavzame več različnih oblik. Najpogosteje ga definiramo kot razmerje med dobičkom in vloženimi sredstvi, izraženo v odstotkih. Ta kazalnik, znan tudi kot rentabilnost naložbe (R), določa finančno uspešnost poslovanja (Papler & Bojnec, Naložbe v trajnostni razvoj energetike, 2012):

$$D = \frac{S_d - S_o}{N} \cdot 100 (\%) = \frac{4.867.940 - 3.028.258}{2.438.889} \cdot 100 = 75,43 \%$$

D – kazalnik donosnosti naložb ali rentabilnosti naložbe

N – naložba

S_d – skupni donosi projekta

S_o – skupni odhodki projekta.

Z izračunano vrednostjo 75,43 % je jasno, da projekt prinaša visoko donosnost na vložena sredstva, kar potrjuje ekonomsko upravičenost naložbe v sončno elektrarno.

Kazalnik donosnosti odhodkov

Kazalnik donosnosti oziroma rentabilnosti vseh sredstev projekta (D_o) izraža letni donos v odstotku glede na skupne stroške naložbe. Če je ta vrednost pozitivna, to pomeni, da je naložba (projekt) donosna (Papler & Bojnec, Naložbe v trajnostni razvoj energetike, 2012):

$$D_o = \frac{S_d - S_o}{S_o} \cdot 100(\%) = \frac{4.867.940 - 3.028.258}{3.028.258} = 60,75 \%$$

D_o – kazalec donosnosti odhodkov ali rentabilnost vseh sredstev,

S_d – skupni donosi projekta,

S_o – skupni odhodki projekta.

Kazalnik donosnosti odhodkov meri letni donos glede na skupne stroške naložbe in je v našem primeru izračunan na 60,75 %. Pozitivna vrednost tega kazalnika kaže na to, da projekt ne le pokriva svoje stroške, ampak ustvarja tudi znaten presežek. Ta presežek prispeva k splošni finančni uspešnosti in vzdržnosti projekta.

4.8 Izračun dobe vračila naložbe

Diskontirana doba vračanja sredstev (DVS) je podobna metodi dobe vračanja vloženih sredstev, vendar z eno ključno razliko – denarni tokovi se diskontirajo po stroških kapitala, uporabljenih pri projektu. DVS nam razkrije leto, v katerem projekt

doseže prelomno točko, ko so pokriti vsi zahtevani donosi kapitala in dolgovi. Ta metoda določa, koliko časa bodo sredstva vezana v projektu. Pogosto se uporablja kot pokazatelj stopnje tveganja, povezanega s projektom. Dobo vračanja izračunamo s seštevanjem denarnih tokov za vsako leto, in sicer tako dolgo, dokler njihov seštevek ni enak vrednosti naložbe (Papler & Bojnec, Naložbe v trajnostni razvoj energetike, 2012). V našem primeru smo za izračun dobe vračanja uporabili 5 % diskontno stopnjo (Tabela 10); diskontirana doba vračanja sredstev je slabih 10 let (9,99 let).

4.9 Primerjalna analiza ekonomskih metod in kazalnikov v različnih stanjih

Primerjalna analiza je izvedena pri 5 % diskontni stopnji (Tabela 17).

	Normalni pogoji	Znižani prihodki za 10 %	Povišani stroški za 10 %	Kombinacija znižanih prihodkov (10 %) in povišanih stroškov (10 %)	Cost benefit analiza
Sedanja vrednost naložbe v EUR (€)	1.839.682,4	1.352.888,3	1.536.856,6	1.050.062,5	2.279.343,0
Donosnost naložbe (%)	75,43	55,47	63,01	43,05	93,46
Donosnost odhodkov (%)	60,75	44,68	46,14	31,52	75,27
Gospodarnost ali ekonomičnost	1,61	1,45	1,46	1,32	1,75
Diskontirana doba vračanja sredstev (leta)	9,99	11,59	11,44	13,52	9,70
Interna stopnja donosnosti (%)	11,7	10,1	10,2	8,5	12,7

Tabela 17: Primerjalna analiza
(Lastni vir)

Neto sedanja vrednost (NSV) je kazalnik, ki izraža razliko med sedanjo vrednostjo prihodkov in stroškov projekta. V normalnem stanju NSV znaša 1.839.682,4 EUR. To pomeni, da projekt ustvarja presežek nad začetno naložbo, kar potrjuje njegovo ekonomsko upravičenost. Pri znižanju prihodkov za 10 % NSV pade na 1.352.888,3 EUR, kar predstavlja zmanjšanje za 486.794,1 EUR. Kljub temu projekt ostaja finančno vzdržen. Pri povišanju stroškov za 10 % NSV znaša 1.536.856,6 EUR, kar predstavlja zmanjšanje za 302.825,8 EUR. Projekt še vedno ustvarja presežek, čeprav manjši kot v normalnih pogojih. V primeru kombinacije znižanja prihodkov in povišanja stroškov NSV pade na 1.050.062,5 EUR, kar pomeni zmanjšanje za 789.619,9 EUR. Ob upoštevanju cost benefit analize NSV znaša 2.279.343 EUR, kar je 439.660,6 EUR več kot v normalnem stanju.

Donosnost naložbe prikazuje celotno donosnost vložka v projekt. V normalnem stanju je donosnost naložbe 75,43 %, kar pomeni, da projekt ustvarja znaten dobiček. Pri znižanju prihodkov za 10 % donosnost naložbe pade na 55,47 %, kar pomeni zmanjšanje za 19,96 odstotnih točk. Kljub temu projekt še vedno ustvarja znaten dobiček. Pri povišanju stroškov za 10 % donosnost naložbe znaša 63,01 %, kar predstavlja zmanjšanje za 12,42 odstotnih točk. Tudi v tem scenariju projekt ostaja donosna naložba. V primeru kombinacije zvišanja stroškov in znižanja prihodkov donosnost naložbe pade na 43,05 %, kar pomeni zmanjšanje za 32,38 odstotnih točk v primerjavi z normalnimi pogoji. Ob upoštevanju cost benefit analize donosnost naložbe znaša 93,46 %, kar je za 18,03 % več kot pri normalnih pogojih.

Donosnost odhodkov meri letni donos glede na skupne stroške naložbe. V normalnem stanju je izračunan na 60,75 %. To pomeni, da projekt ne le pokriva svoje stroške, ampak ustvarja tudi znaten presežek. Pri znižanju prihodkov za 10 % pade na 44,68 %, kar pomeni zmanjšanje za 16,07 odstotnih točk. Pri povišanju stroškov za 10 % donosnost odhodkov znaša 46,14 %, kar predstavlja zmanjšanje za 14,61 odstotnih točk. V primeru kombinacije znižanja prihodkov in povišanja stroškov donosnost odhodkov pade na 31,52 %, kar pomeni zmanjšanje za 29,23 odstotnih točk, vendar tudi v tem primeru projekt še prinaša pozitivno donosnost. Upoštevajoč cost benefit analizo donosnost odhodkov znaša 75,27 %.

Kazalnik gospodarnosti (E) predstavlja razmerje med skupnimi donosi in skupnimi odhodki projekta. V normalnem stanju E znaša 1,61. To pomeni, da za vsak vloženi evro projekt ustvari 1,61 evra prihodkov, kar kaže na visoko ekonomsko učinkovitost. Pri znižanju prihodkov za 10 % E pade na 1,45, kar pomeni zmanjšanje za 0,16. Kljub temu projekt ostaja finančno vzdržen. Pri povišanju stroškov za 10 % E znaša 1,46, kar predstavlja zmanjšanje za 0,15. Tudi v tem scenariju projekt ostaja donosna naložba. V primeru kombinacije znižanja prihodkov in povišanja stroškov E pade na 1,32, kar pomeni zmanjšanje za 0,29. Kazalnik E pa je višji za 0,14 v primeru, ko v poštrev vzamemo cost benefit analizo, in sicer znaša 1,75.

Doba vračanja sredstev (DVS) meri čas, potreben za povrnitev začetnega vložka. V normalnem stanju DVS znaša 9,99 let. To pomeni, da se naložba povrne v manj kot desetih letih, kar je znotraj sprejemljivega obdobja za tovrstne investicije. Pri znižanju prihodkov za 10 % se DVS podaljša na 11,59 let, kar pomeni povečanje za 1,6 leta. Pri povišanju stroškov za 10 % DVS znaša 11,44 let, kar predstavlja povečanje za 1,45 leta. V primeru kombinacije znižanja prihodkov in povišanja stroškov se DVS podaljša na 13,52 let, kar pomeni povečanje za 3,53 leta. V analizi stroškov in koristi se DVS skrajša na 9,70 let, kar pomeni zmanjšanje za 0,29 leta.

Interna stopnja donosnosti, ki je ključni kazalnik, ki meri donosnost projekta, je v normalnem stanju izračunana na 11,7 %. To pomeni, da projekt prinaša znatno višjo donosnost od referenčne diskontne stopnje 5 %, kar potrjuje njegovo ekonomsko upravičenost. Pri analizi tveganj, kjer se prihodki znižajo za 10 %, ISD pade na 10,1 %. To predstavlja zmanjšanje za 1,6 odstotnih točk. Kljub temu je ISD še vedno višja od referenčne diskontne stopnje, kar pomeni, da projekt ostaja donosna naložba tudi v primeru znižanih prihodkov.

Pri povišanju stroškov za 10 % ISD znaša 10,2 %, kar pomeni zmanjšanje za 1,5 odstotnih točk v primerjavi z normalnim stanjem. Projekt še vedno prinaša zadostno donosnost, kar kaže na njegovo odpornost proti povišanju stroškov. V primeru kombinacije znižanja prihodkov in povišanja stroškov ISD pade na 8,5 %, kar predstavlja zmanjšanje za 3,2 odstotnih točk. Čeprav je ISD v tem scenariju nižja, je še vedno nad referenčno diskontno stopnjo, kar pomeni, da je projekt ekonomsko vzdržen tudi v najbolj pesimističnem scenariju. Pri cost benefit analizi, kjer se upoštevajo tudi prihranki zaradi zmanjšanja emisij CO₂, se ISD zviša na 12,7 %, kar pomeni povečanje za 10 odstotnih točk glede na normalno stanje.

Ti rezultati kažejo, da je projekt sončne elektrarne Logistični center BTC finančno izvedljiv in donosen v različnih scenarijih, vključno z neugodnimi razmerami, kar dodatno potrjuje ekonomsko upravičenost in trajnostni vpliv projekta.

5 KOMENTAR IN ZAKLJUČEK

Diplomska naloga je obravnavala analizo obratovanja in ekonomske učinkovitosti sončne elektrarne Logistični center BTC. Z različnimi analizami in izračuni so bile preverjene hipoteze glede ekonomske upravičenosti naložbe, vpliva degradacije PV modulov ter variabilnosti proizvodnje električne energije zaradi vremenskih razmer. Sončna elektrarna Logistični center BTC je v letih delovanja pokazala stabilne rezultate. Podatki o obratovalnih urah in trajanju sončnega obsevanja kažejo, da elektrarna deluje v skladu s pričakovanji, čeprav obstajajo letne variacije zaradi vremenskih pogojev. Obratovalne ure elektrarne so bile stabilne, kar kaže na zanesljivo delovanje sistema.

Ekonomska analiza je temeljila na izračunu ključnih kazalnikov, kot so interna stopnja donosnosti (ISD), neto sedanja vrednost (NSV), kazalnik gospodarnosti (E) in doba vračanja sredstev (DVS). Ti kazalniki so bili izračunani za različne scenarije, vključno z normalnimi pogoji, zmanjšanjem prihodkov za 10 %, povečanjem stroškov za 10 % in kombinacijo obeh dejavnikov.

Neto sedanja vrednost (NSV) projekta je bila ocenjena na 1.839.682,4 EUR v normalnih pogojih. Pri znižanju prihodkov za 10 % NSV pade na 1.352.888,3 EUR, kar predstavlja zmanjšanje za 486.794,1 EUR. Pri povišanju stroškov za 10 % NSV znaša 1.536.856,6 EUR, kar predstavlja zmanjšanje za 302.825,8 EUR. V primeru kombinacije znižanja prihodkov in povišanja stroškov NSV pade na 1.050.062,5 EUR. V analizi stroškov in koristi (Cost benefit analiza) NSV naraste na 2.279.343,0 EUR, kar potrjuje ekonomsko upravičenost projekta.

Interna stopnja donosnosti (ISD) je v normalnih pogojih znašala 11,7 %. Tudi pri znižanju prihodkov za 10 % ISD ostaja pozitivna pri 10,1 %. Pri povišanju stroškov za 10 % ISD znaša 10,2 %. V kombinaciji obeh scenarijev ISD pade na 8,5 %. V analizi stroškov in koristi ISD naraste na 12,7 %, kar dodatno potrjuje ekonomsko upravičenost projekta.

Kazalnik gospodarnosti (E) predstavlja razmerje med skupnimi donosi in skupnimi odhodki projekta. V normalnem stanju znaša 1,61. Pri znižanju prihodkov za 10 % E pade na 1,45, pri povišanju stroškov za 10 % pa znaša 1,46. V kombinaciji obeh scenarijev E pade na 1,32. V analizi stroškov in koristi E naraste na 1,75, kar dodatno potrjuje visoko ekonomsko učinkovitost projekta.

Doba vračanja sredstev (DVS) meri čas, potreben za povrnitev začetnega vložka. V normalnem stanju DVS znaša 9,99 let. Pri znižanju prihodkov za 10 % se DVS podaljša na 11,59 let, pri povišanju stroškov za 10 % pa na 11,44 let. V primeru kombinacije znižanja prihodkov in povišanja stroškov se DVS podaljša na 13,52 let. V analizi stroškov in koristi se DVS skrajša na 9,70 let.

Predpostavka, da je sončna elektrarna Logistični center BTC ekonomsko učinkovita, je bila potrjena. Neto sedanja vrednost je pozitivna; interna stopnja donosnosti presega referenčno diskontno stopnjo; kazalnik gospodarnosti kaže na visoko ekonomsko učinkovitost; doba vračanja sredstev je znotraj sprejemljivega obdobja. Kljub nekaterim variabilnostim v proizvodnji zaradi vremenskih razmer je elektrarna izkazala stabilno obratovanje in pozitivne finančne rezultate.

Projekt sončne elektrarne Logistični center BTC je pokazal visoko ekonomsko učinkovitost in robustnost v različnih scenarijih, vključno z neugodnimi razmerami. Dodatek prihrankov zaradi zmanjšanja emisij CO₂ dodatno izboljša ekonomsko sliko projekta, kar potrjuje njegovo trajnostno vrednost.

Za prihodnost je priporočljivo razmisliti o dodatnih investicijah v tehnologije za shranjevanje energije, kar bi še povečalo učinkovitost in stabilnost proizvodnje električne energije. Prav tako bi bilo koristno raziskati možnosti za širitev kapacitet sončne elektrarne in vključevanje novih obnovljivih virov energije. Ti ukrepi lahko še naprej prispevajo k trajnostnemu razvoju in ekonomski uspešnosti družbe BTC.

Skupaj rezultati potrjujejo, da je naložba v sončno elektrarno Logistični center BTC upravičena in trajnostna, kar je ključnega pomena za dolgoročno finančno in okoljsko trajnost projekta.

Z upoštevanjem vseh analiz in rezultatov lahko zaključimo, da sončna elektrarna Logistični center BTC predstavlja vzorčni primer uspešne implementacije obnovljive energije v urbanem okolju, s čimer prispeva k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov, povečanju energetske neodvisnosti in trajnostnemu razvoju družbe.

Nadaljnje raziskave in nadgradnje sistema bodo ključne za ohranjanje konkurenčne prednosti in trajnostne rasti. Priporočljivo je spremljanje novih tehnologij in praks na področju obnovljivih virov energije ter njihovo integracijo v obstoječe sisteme za doseganje še boljših rezultatov. S stalnim izboljševanjem in prilagajanjem lahko Logistični center BTC ostane vodilni primer uspešne in trajnostne energetske prakse.

Rezultati naloge kažejo, da so vsi ključni kazalniki (NSV, ISD, E, DVS) pozitivni v vseh scenarijih, kar potrjuje ekonomsko vzdržnost in donosnost projekta. Zmanjšanja v donosnosti kazalnikov pri nižanih prihodkih in povišanih stroških so pričakovana, vendar projekt še vedno ohranja pozitivne finančne rezultate. Vključenost prihrankov upošteva zmanjšanje emisij CO₂ dodatno izboljša finančne kazalnike in potrjuje trajnostno naravo projekta.

Na podlagi izvedenih analiz so bili zastavljeni cilji naloge doseženi. Predpostavka, da je sončna elektrarna Logistični center BTC ekonomsko učinkovita, je bila potrjena.

Kljub nekaterim variabilnostim v proizvodnji zaradi vremenskih razmer je elektrarna izkazala stabilno obratovanje in pozitivne finančne rezultate. Investicija v sončno elektrarno Logistični center BTC je upravičena in trajnostna, kar je ključnega pomena za dolgoročno finančno in okoljsko trajnost projekta.

S tem zaključkom je potrjena ekonomska in okoljska vrednost projekta, kar prispeva k trajnostnemu razvoju in energetske neodvisnosti.

6 LITERATURA IN VIRI

- Armeanu, D. S., Joldes, C. C., Gherghina, S. C., & Andrei, J. V. (2021). *Understanding the multidimensional linkages among renewable energy, pollution, economic growth and urbanization in contemporary economies: Quantitative assessments across different income countries' groups*. Pridobljeno 05. 08. 2024 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032121001131?via%3Dihub>
- ARSO. (2024). *Vreme podrobneje*. Pridobljeno 08. 04. 2024 z naslova <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet=vUHcs9WYkN3LtVGdl92LhBHcvcXZi1WZ09Cc1p2cvAncvd2LyVWYs12L3VWY0hWZy9SaulGdu gXbsx3cs9mdl5WahxHf;>
- Bolinger, M., Gorman, W., Millstein, D., & Jordan, D. (2020). *System-level performance and degradation of 21 GWDC of utility-scale PV plants in the United States*. Pridobljeno 03. 07. 2024 z naslova <https://www.osti.gov/biblio/1660150>
- Bošnjaković, M., Santa, R., Crnac, Z., & Bošnjaković, T. (02. 08. 2023). Environmental Impact of PV Power Systems. *Sustainability*, 2-18. Pridobljeno 02. 07. 2024 z naslova <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/15/11888>
- BTC d. d. (2018). *Trajnostno poročilo 2018*. Ljubljana: BTC d. d. Pridobljeno 10. 07. 2024 z naslova <https://www.btc.si/medijsko-sredisce/publikacije/kategorija/misija-zeleno/>
- BTC d. d. (2023). *Moj BTC, Glasilo BTC d. d.* BTC d. d. Pridobljeno 10. 07. 2024 z naslova <https://www.btc.si/medijsko-sredisce/publikacije/>
- BTC d. d. (23. 03. 2024). Podatki, posredovani s strani podjetja BTC d. d. Ljubljana. Pridobljeno 23. 03. 2024
- Climate Portal. (09. 08. 2023). *Solar Energy*. Pridobljeno 01. 07. 2024 z naslova <https://climate.mit.edu/explainers/solar-energy>
- EPIA. (2013). *Sončne elektrarne. Energija, ki nam jo nudi sonce*. Pridobljeno 03. 03. 2024 z naslova <http://www.ape.si/publikacije.html>
- Evropska komisija. (2019). *EUR-Lex*. Pridobljeno 03. 08. 2024 z naslova <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52019DC0640>
- Evropska unija. (2012). *Direktiva 2012/27/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 25. oktobra 2012 o energetske učinkovitosti, spremembi direktiv 2009/125/ES in 2010/30/EU ter razveljavitvi direktiv 2004/8/ES in 2006/32/ES*. Pridobljeno 03. 08. 2024 z naslova EUR-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0027>
- Evropska unija. (2018). *Direktiva (EU) 2018/2001 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 11. decembra 2018 o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov*.

- Pridobljeno 02. 08. 2024 z naslova EUR-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018L2001-20240716>
- Greenlancer. (03. 06. 2024). *Transparent solar panels*. Pridobljeno 10. 07. 2024 z naslova <https://www.greenlancer.com/post/transparent-solar-panels>
- Guangul, F. M., & Chala, G. T. (2019). Solar Energy as Renewable Energy Source: SWOT Analysis. *2019 4th MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC)*. Pridobljeno 03. 08. 2024 z naslova <https://ieeexplore.ieee.org/document/8645580>
- Investing.com. (29. 01. 2024). *Carbon Emissions Futures*. Pridobljeno 07. 05. 2024 z naslova Carbon Emissions Futures Historical Data: <https://www.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data>
- Japanese architects. (01. 09. 2022). *True concepts of passive house and 10 successful examples!* Pridobljeno 10. 07. 2024 z naslova <https://japanese-architects.com/articles/passive-house>
- Latapí Agudelo, M. A., Johannsdottir, L., & Davidsdottir, B. (2020). *Drivers that motivate energy companies to be responsible. A systematic literature review of Corporate Social Responsibility in the energy sector*. Pridobljeno 05. 08. 2024 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619339642?via%3Dihub>
- Le Presage. (16. 06. 2024). *Recherche et développement*. Pridobljeno 01. 07. 2024 z naslova Optimisation du fourneau solaire: <https://lepresage.fr/wp/recherche-et-developpement/>
- Makkiabadi, M., Hoseinzadeh, S., Taghavirashidizadeh, A., Soleimaninezhad, M., Kamyabi, M., Hajabdollahi, H., . . . Piras, G. (2021). *Performance Evaluation of Solar Power Plants: A Review and a Case Study*. Pridobljeno 06. 08. 2024 z naslova <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/12/2253>
- Mestna občina Ljubljana. (2019). *Intermodalni logistični center Ljubljana*. Pridobljeno 03. 08. 2024 z naslova <https://www.ljubljana.si/sl/moja-ljubljana/ljubljana-zate/pregled-vseh-projektov/intermodalni-logisticni-center-ljubljana/>
- Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo. (2020). *Nacionalni energetske in podnebne načrte Republike Slovenije*. Pridobljeno 04. 08. 2024 z naslova <https://www.energetika-portal.si/dokumenti/strateski-razvojni-dokumenti/nacionalni-energetske-in-podnebni-nacrt-2024/>
- National Geographic. (03. 04. 2024). *Solar Energy*. Pridobljeno 09. 04. 2024 z naslova Education: <https://education.nationalgeographic.org/resource/solar-energy/>
- Nuria, G.-C., Mwebaze, P., Khanna, M., Branham, B., Time, A., DeLucia, E. H., . . . Miljkovic, N. (16. 08. 2023). Knowns, uncertainties, and challenges in agrivoltaics to sustainably intensify energy and food production. *4 (8)*, str. 10-12. Pridobljeno 15. 07. 2024 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666386423003028>

- Obaideen, K., Olabi, A. G., Al Swailmeen, Y., Shehata, N., Abdelkareem, M. A., Alami, A. H., . . . Sayed, E. T. (2023). Solar Energy: Applications, Trends Analysis, Bibliometric Analysis and Research Contribution to Sustainable Development Goals (SDGs). *Sustainability*, 15(1418), 2-10. Pridobljeno 01. 07. 2024 z naslova <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/2/1418>
- Okoljska prizadevanja Logističnega centra BTC. (2015). Pridobljeno 04. 08. 2024 z naslova Zelena Slovenija: <https://www.zelenaslovenija.si/zeleno-omrezje/okoljska-prizadevanja-logisticnega-centra-btc/>
- Papler, D. (2008). *Ocena naložb, Primer sončna fotovoltna elektrarna Strahinj*. Nova Gorica: Poslovno-tehniška fakulteta, Univerza v Novi Gorici. Pridobljeno 04. 04. 2024
- Papler, D., & Bojnec, Š. (2012). *Naložbe v trajnostni razvoj energetike*. Koper: Univerza na Primorskem. Pridobljeno 05. 04. 2024 z naslova www.fm-kp.si/zalozba/ISBN/978-961-266-128-1.pdf
- Slovenski portal za fotovoltaike. (26. 02. 2006). *Fotovoltaike*. Pridobljeno 15. 03. 2024 z naslova PV portal: <http://pv.fe.uni-lj.si/sl/fotovoltaike/osnove/>
- Solar magazine. (29. 02. 2020). *Transparent Solar Panels: Reforming Future Energy Supply*. Pridobljeno 10. 07. 2024 z naslova <https://solarmagazine.com/solar-panels/transparent-solar-panels/>
- Trajnostna energija. (12. 01. 2016). *Obnovljivi viri energije*. Pridobljeno 10. 03. 2024 z naslova Sončna energija: <https://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Proizvajajte/Obnovljivi-viri-energije/Vse-o-obnovljivih-virih-energije/son%c4%8dna-energija>
- Trajnostna energija. (12. 01. 2016). *Sončna energija*. Pridobljeno 03. 06. 2024 z naslova <https://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Proizvajajte/Obnovljivi-viri-energije/Vse-o-obnovljivih-virih-energije/son%C4%8Dna-energija>
- Trend watching. (13. 08. 2021). *Innovation of the day*. Pridobljeno 04. 07. 2024 z naslova <https://www.trendwatching.com/innovation-of-the-day/solar-powered-restaurant>
- Union of Concerned Scientists. (05. 03. 2013). *Environmental Impacts of Solar Power*. Pridobljeno 05. 08. 2024 z naslova <https://www.ucsusa.org/resources/environmental-impacts-solar-power>
- Uradni list RS, št. 26/22. (2022). *Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije in v soproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom*. Pridobljeno 04. 08. 2024 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=URED8422>
- Uradni list RS, št. 38/24. (2024). *Energetski zakon (EZ-2)*. Pridobljeno 04. 08. 2024 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO8855>
- Weber, T. A. (2014). On the (non-)equivalence of IRR and NPV. *Journal of Mathematical Economics*, 52, 25-39. Pridobljeno 18. 07. 2024 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304406814000457>

- Zakšek, K., Oštir, K., & Podobnikar, T. (2004). Osončenost površja Slovenije. *Geografski vestnik*, 76-1, 80-81. Pridobljeno 30. 03. 2024
- Žižlavský, O. (2014). Net Present Value Approach: Method for Economic Assessment of Innovation Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 156, 506+512. Pridobljeno 10. 07. 2024 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814060509>

PRILOGE

- Priloga 1: Skupni denarni tok projekta od izgradnje do 9. leta obratovanja v evrih (EUR)
- Priloga 2: Skupni denarni tok projekta od 10. do 20. leta obratovanja v evrih (EUR)
- Priloga 3: Skupni denarni tok projekta od 21. do 30. leta obratovanja v evrih (EUR)
- Priloga 4: Realni denarni tok projekta od izgradnje do 9. leta obratovanja evrih (EUR)
- Priloga 5: Realni denarni tok projekta od 10. do 20. leta obratovanja evrih (EUR)
- Priloga 6: Realni denarni tok projekta od 21. do 30. leta obratovanja evrih (EUR)
- Priloga 7: Neto sedanja vrednost v evrih (EUR) pri 10 % znižanju prihodkov ($r = 5\%$)
- Priloga 8: Neto sedanja vrednost v evrih (EUR) pri 10 % povišanju stroškov ($r = 5\%$)
- Priloga 9: Neto sedanja vrednost v evrih (EUR) pri kombinaciji 10 % znižanih prihodkov in 10 % zvišanih stroškov ($r = 5\%$)
- Priloga 10: Neto sedanja vrednost v evrih (EUR) – Cost benefit analiza ($r = 5\%$)

Priloga 1: Skupni denarni tok projekta od izgradnje do 9. leta obratovanja v evrih (EUR)

Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Leto		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
I. SKUPNI DONOS (1+2+3)	11.501.398	2.438.889	354.990	372.186	318.771	325.005	344.753	327.647	355.304	325.178	341.532
1 Skupni prihodek od prodaje	9.062.509	0	354.990	372.186	318.771	325.005	344.753	327.647	355.304	325.178	341.532
2. Skupna sredstva	2.763.889	2.438.889	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1 Lastna sredstva	2.763.889	2.438.889	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2 Kredit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Ostanek vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1 Ostanek vrednosti osnovnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2 Ostanek vrednosti obratnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II. SKUPNI ODHODKI	3.650.082	2.438.889	12.400	17.813	29.440	31.002	27.531	31.235	28.726	29.422	31.433
4. Naložbe v osnovna sredstva	2.763.889	2.438.889	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Naložbe v obratna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Letni stroški vzdrževanja	514.193	0	0	5.413	17.040	18.602	15.131	18.835	16.326	17.022	19.033
7. Bruto plače	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9. Dogovorjene obveznosti zavarovalnic	327.000	0	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900
10. Zakonske obveznosti, davek na dohodke	45.000	0	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
III. NETO SKUPNI DONOS	7.851.317	0	342.590	354.373	289.331	294.004	317.222	296.412	326.579	295.756	310.099
IV. KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	0	0	354.990	709.363	998.694	1.292.697	1.609.920	1.906.332	2.232.910	2.528.666	2.838.765

Priloga 2: Skupni denarni tok projekta od 10. do 20. leta obratovanja v evrih (EUR)

Stanje	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Leto	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
I. SKUPNI DONOS (1+2+3)	358.830	341.370	368.879	335.892	297.482	294.063	290.644	287.224	283.805	280.386	276.966
1 Skupni prihodek od prodaje	358.830	341.370	368.879	335.892	297.482	294.063	290.644	287.224	283.805	280.386	276.966
2. Skupna sredstva	0	0	0	0	0	0	325.000	0	0	0	0
2.1 Lastna sredstva	0	0	0	0	0	0	325.000	0	0	0	0
2.2 Kredit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Ostanek vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1 Ostanek vrednosti osnovnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2 Ostanek vrednosti obratnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II. SKUPNI ODHODKI	33.266	28.883	32.112	36.130	30.400	30.400	355.400	30.400	30.400	30.400	30.400
4. Naložbe v osnovna sredstva	0	0	0	0	0	0	325.000	0	0	0	0
5. Naložbe v obratna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Letni stroški vzdrževanja	20.866	16.483	19.712	23.730	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
7. Bruto plače	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9. Dogovorjene obveznosti zavarovalnic	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900
10. Zakonske obveznosti, davek na dohodke	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
III. NETO SKUPNI DONOS	325.564	312.487	336.767	299.762	267.082	263.663	-64.756	256.824	253.405	249.986	246.566
IV. KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	3.164.330	3.476.817	3.813.583	4.113.345	4.380.427	4.644.091	4.579.334	4.836.159	5.089.564	5.339.550	5.586.116

Priloga 3: Skupni denarni tok projekta od 21. do 30. leta obratovanja v evrih (EUR)

Stanje	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Leto	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
I. SKUPNI DONOS (1+2+3)	273.547	270.128	266.708	263.289	259.870	256.450	253.031	249.612	246.192	242.773
1. Skupni prihodek od prodaje	273.547	270.128	266.708	263.289	259.870	256.450	253.031	249.612	246.192	242.773
2. Skupna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1. Lastna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2. Kredit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Ostanek vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1. Ostanek vrednosti osnovnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2. Ostanek vrednosti obratnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II. SKUPNI ODHODKI	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400
4. Naložbe v osnovna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Naložbe v obratna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Letni stroški vzdrževanja	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
7. Bruto plače	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9. Dogovorjene obveznosti zavarovalnic	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900
10. Zakonske obveznosti, davki na dohodke	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
III. NETO SKUPNI DONOS	243.147	239.728	236.308	232.889	229.470	226.050	222.631	219.212	215.792	212.373
IV. KUMULATIVNI SKUPNI DONOS	5.829.263	6.068.991	6.305.299	6.538.188	6.767.658	6.993.708	7.216.340	7.435.551	7.651.344	7.863.717

Priloga 4: Realni denarni tok projekta od izgradnje do 9. leta obratovanja evrih (EUR)

Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Leto		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
I. SKUPNI DONOS (1+2+3)	8.529.709	0	354.990	372.186	318.771	325.005	344.753	327.647	355.304	325.178	341.532
1. Skupni prihodek od prodaje	9.062.510	0	354.990	372.186	318.771	325.005	344.753	327.647	355.304	325.178	341.532
2. Ostanek vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1. Ostanek vrednosti osnovnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2. Ostanek vrednosti obratnih sredstev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II. SKUPNI ODHODKI	3.648.082	2.438.889	12.400	17.813	29.440	31.002	27.531	31.235	28.726	29.422	31.433
3. Naložbe v osnovna sredstva	2.763.889	2.438.889	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Naložbe v obratna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Letni stroški vzdrževanja	512.193	0	0	5.413	17.040	18.602	15.131	18.835	16.326	17.022	19.033
6. Bruto plače	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7. Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Dogovorjene obveznosti zavarovalnic	327.000	0	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900
9. Zakonske obveznosti, davki na dohodke	45.000	0	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
III. NETO ČISTI DONOS	5.414.428	-2.438.889	342.590	354.373	289.331	294.004	317.222	296.412	326.579	295.756	310.099
IV. KUMULATIVNI ČISTI DONOS		-2.438.889	-2.096.299	-1.741.926	-1.452.595	-1.158.592	-841.369	-544.957	-218.379	77.377	387.476

Priloga 5: Realni denarni tok projekta od 10. do 20. leta obratovanja v evrih (EUR)

Stanje	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Leto	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
I. SKUPNI DONOS (1+2+3)	358.830	341.370	368.879	335.892	297.482	294.063	290.644	287.224	283.805	280.386	276.966
1 Skupni prihodek od prodaje	358.830	341.370	368.879	335.892	297.482	294.063	290.644	287.224	283.805	280.386	276.966
2 Ostanek vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,1 Ostanek vrednosti osnovnih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,2 Ostanek vrednosti obratnih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II. SKUPNI ODHODKI	33.266	28.883	32.112	36.130	29.400	29.400	355.400	30.400	30.400	30.400	30.400
3 Naložbe v osnovna sredstva	0	0	0	0	0	0	325000	0	0	0	0
4 Naložbe v obratna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Letni stroški vzdrževanja	20.866	16.483	19.712	23.730	17.000	17.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
6 Bruto plače	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 Dogovorjene obveznosti za	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900
9 Zakonske obveznosti, dave	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
III. NETO ČISTI DONOS	325.564	312.487	336.767	299.762	268.082	264.663	-64.756	256.824	253.405	249.986	246.566
IV. KUMULATIVNI ČISTI DONOS	713.041	1.025.528	1.362.294	1.662.056	1.930.139	2.194.802	2.130.046	2.386.870	2.640.275	2.890.261	3.136.828

Priloga 6: Realni denarni tok projekta od 21. do 30. leta obratovanja v evrih (EUR)

Stanje	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Leto	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
I. SKUPNI DONOS (1+2+3)	273.547	270.128	266.708	263.289	259.870	256.450	253.031	249.612	246.192	242.773
1 Skupni prihodek od prodaje	273.547	270.128	266.708	263.289	259.870	256.450	253.031	249.612	246.192	242.773
2 Ostanek vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,1 Ostanek vrednosti osnovnih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,2 Ostanek vrednosti obratnih	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II. SKUPNI ODHODKI	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400	30.400
3 Naložbe v osnovna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 Naložbe v obratna sredstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Letni stroški vzdrževanja	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
6 Bruto plače	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 Anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 Dogovorjene obveznosti za	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900	10.900
9 Zakonske obveznosti, dave	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
III. NETO ČISTI DONOS	243.147	239.728	236.308	232.889	229.470	226.050	222.631	219.212	215.792	212.373
IV. KUMULATIVNI ČISTI DONOS	3.379.975	3.619.702	3.856.011	4.088.900	4.318.370	4.544.420	4.767.051	4.986.263	5.202.055	5.414.428

Priloga 7: Neto sedanja vrednost v evrih (EUR) pri 10 % znižanju prihodkov ($r = 5\%$)

časovna obdobja							
Tekoči index i	Leto	Skupaj donosi (Sd) brez diskont.	Skupaj odhodki (So) brez diskont.	Diskontna stopnja $r = 5\%$ $(1+r)^i$	Diskontni faktor $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r=5\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r=5\%$
0	2010	0	2.438.889	1,00	1,00	0	2.438.889
1	2011	319.491	12.400	1,05	0,95	304.277	11.810
2	2012	334.967	17.813	1,10	0,91	303.825	16.157
3	2013	286.894	29.440	1,16	0,86	247.830	25.431
4	2014	292.505	31.002	1,22	0,82	240.644	25.505
5	2015	310.278	27.531	1,28	0,78	243.111	21.571
6	2016	294.882	31.235	1,34	0,75	220.046	23.308
7	2017	319.774	28.726	1,41	0,71	227.257	20.415
8	2018	292.660	29.422	1,48	0,68	198.084	19.914
9	2019	307.379	31.433	1,55	0,64	198.139	20.262
10	2020	322.947	33.266	1,63	0,61	198.262	20.422
11	2021	307.233	28.883	1,71	0,58	179.633	16.887
12	2022	331.991	32.112	1,80	0,56	184.865	17.881
13	2023	302.303	36.130	1,89	0,53	160.318	19.161
14	2024	267.734	30.400	1,98	0,51	135.224	15.354
15	2025	264.657	30.400	2,08	0,48	127.304	14.623
16	2026	261.579	355.400	2,18	0,46	119.833	162.813
17	2027	258.502	30.400	2,29	0,44	112.784	13.263
18	2028	255.425	30.400	2,41	0,42	106.134	12.632
19	2029	252.347	30.400	2,53	0,40	99.862	12.030
20	2030	249.270	30.400	2,65	0,38	93.947	11.457
21	2031	246.192	30.400	2,79	0,36	88.369	10.912
22	2032	243.115	30.400	2,93	0,34	83.109	10.392
23	2033	240.038	30.400	3,07	0,33	78.149	9.897
24	2034	236.960	30.400	3,23	0,31	73.474	9.426
25	2035	233.883	30.400	3,39	0,30	69.066	8.977
26	2036	230.805	30.400	3,56	0,28	64.912	8.550
27	2037	227.728	30.400	3,73	0,27	60.997	8.143
28	2038	224.651	30.400	3,92	0,26	57.307	7.755
29	2039	221.573	30.400	4,12	0,24	53.830	7.386
30	2040	218.496	30.400	4,32	0,23	50.555	7.034
Skupaj		8.156.259	3.650.082			4.381.146	3.028.258
NSV		Sd - So=	4.506.177			Sd - So=	1.352.888

Priloga 8: Neto sedanja vrednost v evrih (EUR) pri 10 % povišanju stroškov ($r = 5\%$)

časovna obdobja							
Tekoči index i	Leto	Skupaj donosi (Sd) brez diskont.	Skupaj odhodki (So) brez diskont.	Diskontna stopnja $r = 5\%$ $(1+r)^i$	Diskontni faktor $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r=5\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r=5\%$
0	2010	0	2.682.778	1,00	1,00	0	2.682.778
1	2011	354.990	13.640	1,05	0,95	338.085	12.990
2	2012	372.186	19.594	1,10	0,91	337.584	17.773
3	2013	318.771	32.384	1,16	0,86	275.366	27.975
4	2014	325.005	34.102	1,22	0,82	267.383	28.056
5	2015	344.753	30.284	1,28	0,78	270.123	23.728
6	2016	327.647	34.359	1,34	0,75	244.495	25.639
7	2017	355.304	31.599	1,41	0,71	252.508	22.457
8	2018	325.178	32.364	1,48	0,68	220.093	21.905
9	2019	341.532	34.576	1,55	0,64	220.155	22.288
10	2020	358.830	36.593	1,63	0,61	220.291	22.465
11	2021	341.370	31.771	1,71	0,58	199.592	18.576
12	2022	368.879	35.323	1,80	0,56	205.405	19.669
13	2023	335.892	39.743	1,89	0,53	178.131	21.077
14	2024	297.482	33.440	1,98	0,51	150.249	16.889
15	2025	294.063	33.440	2,08	0,48	141.449	16.085
16	2026	290.644	390.940	2,18	0,46	133.147	179.094
17	2027	287.224	33.440	2,29	0,44	125.315	14.590
18	2028	283.805	33.440	2,41	0,42	117.927	13.895
19	2029	280.386	33.440	2,53	0,40	110.958	13.233
20	2030	276.966	33.440	2,65	0,38	104.386	12.603
21	2031	273.547	33.440	2,79	0,36	98.188	12.003
22	2032	270.128	33.440	2,93	0,34	92.343	11.431
23	2033	266.708	33.440	3,07	0,33	86.833	10.887
24	2034	263.289	33.440	3,23	0,31	81.637	10.369
25	2035	259.870	33.440	3,39	0,30	76.740	9.875
26	2036	256.450	33.440	3,56	0,28	72.124	9.405
27	2037	253.031	33.440	3,73	0,27	67.774	8.957
28	2038	249.612	33.440	3,92	0,26	63.674	8.530
29	2039	246.192	33.440	4,12	0,24	59.812	8.124
30	2040	242.773	33.440	4,32	0,23	56.172	7.737
Skupaj		9.062.510	4.015.090			4.867.940	3.331.084
NSV		Sd - So=	5.047.419			Sd - So=	1.536.857

Priloga 9: Neto sedanja vrednost v evrih (EUR) pri kombinaciji 10 % znižanih prihodkov in 10 % zvišanih stroškov ($r = 5\%$)

Časovna obdobja							
Tekoči index i	Leto	Skupaj donosi (Sd) brez diskont.	Skupaj odhodki (So) brez diskont.	Diskontna stopnja $r = 5\%$ $(1+r)^i$	Diskontni faktor $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r=5\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r=5\%$
0	2010	0	2.682.778	1,00	1,00	0	2.682.778
1	2011	319.491	13.640	1,05	0,95	304.277	12.990
2	2012	334.967	19.594	1,10	0,91	303.825	17.773
3	2013	286.894	32.384	1,16	0,86	247.830	27.975
4	2014	292.505	34.102	1,22	0,82	240.644	28.056
5	2015	310.278	30.284	1,28	0,78	243.111	23.728
6	2016	294.882	34.359	1,34	0,75	220.046	25.639
7	2017	319.774	31.599	1,41	0,71	227.257	22.457
8	2018	292.660	32.364	1,48	0,68	198.084	21.905
9	2019	307.379	34.576	1,55	0,64	198.139	22.288
10	2020	322.947	36.593	1,63	0,61	198.262	22.465
11	2021	307.233	31.771	1,71	0,58	179.633	18.576
12	2022	331.991	35.323	1,80	0,56	184.865	19.669
13	2023	302.303	39.743	1,89	0,53	160.318	21.077
14	2024	267.734	33.440	1,98	0,51	135.224	16.889
15	2025	264.657	33.440	2,08	0,48	127.304	16.085
16	2026	261.579	390.940	2,18	0,46	119.833	179.094
17	2027	258.502	33.440	2,29	0,44	112.784	14.590
18	2028	255.425	33.440	2,41	0,42	106.134	13.895
19	2029	252.347	33.440	2,53	0,40	99.862	13.233
20	2030	249.270	33.440	2,65	0,38	93.947	12.603
21	2031	246.192	33.440	2,79	0,36	88.369	12.003
22	2032	243.115	33.440	2,93	0,34	83.109	11.431
23	2033	240.038	33.440	3,07	0,33	78.149	10.887
24	2034	236.960	33.440	3,23	0,31	73.474	10.369
25	2035	233.883	33.440	3,39	0,30	69.066	9.875
26	2036	230.805	33.440	3,56	0,28	64.912	9.405
27	2037	227.728	33.440	3,73	0,27	60.997	8.957
28	2038	224.651	33.440	3,92	0,26	57.307	8.530
29	2039	221.573	33.440	4,12	0,24	53.830	8.124
30	2040	218.496	33.440	4,32	0,23	50.555	7.737
Skupaj		8.156.259	4.015.090			4.381.146	3.331.084

Priloga 10: Neto sedanja vrednost v evrih (EUR) – Cost benefit analiza (r = 5%)

časovna obdobja							
Tekoči index i	Leto	Skupaj donosi (Sd) brez diskont.	Skupaj odhodki (So) brez diskont.	Diskontna stopnja r = 5 % (1+r) ⁱ	Diskontni faktor 1/(1+r) ⁱ	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r=5%	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r=5 %
0	2010	0	2.438.889	1,00	1,00	0	2.438.889
1	2011	364.016	12.400	1,05	0,95	346.682	11.810
2	2012	377.368	17.813	1,10	0,91	342.284	16.157
3	2013	321.797	29.440	1,16	0,86	277.981	25.431
4	2014	329.233	31.002	1,22	0,82	270.861	25.505
5	2015	350.160	27.531	1,28	0,78	274.360	21.571
6	2016	331.368	31.235	1,34	0,75	247.272	23.308
7	2017	359.752	28.726	1,41	0,71	255.669	20.415
8	2018	337.854	29.422	1,48	0,68	228.673	19.914
9	2019	359.628	31.433	1,55	0,64	231.819	20.262
10	2020	376.796	33.266	1,63	0,61	231.320	20.422
11	2021	380.126	28.883	1,71	0,58	222.252	16.887
12	2022	425.820	32.112	1,80	0,56	237.113	17.881
13	2023	395.274	36.130	1,89	0,53	209.622	19.161
14	2024	346.482	30.400	1,98	0,51	174.997	15.354
15	2025	343.063	30.400	2,08	0,48	165.019	14.623
16	2026	339.644	355.400	2,18	0,46	155.595	162.813
17	2027	336.224	30.400	2,29	0,44	146.694	13.263
18	2028	332.805	30.400	2,41	0,42	138.287	12.632
19	2029	329.386	30.400	2,53	0,40	130.349	12.030
20	2030	325.966	30.400	2,65	0,38	122.853	11.457
21	2031	322.547	30.400	2,79	0,36	115.776	10.912
22	2032	319.128	30.400	2,93	0,34	109.094	10.392
23	2033	315.708	30.400	3,07	0,33	102.786	9.897
24	2034	312.289	30.400	3,23	0,31	96.831	9.426
25	2035	308.870	30.400	3,39	0,30	91.210	8.977
26	2036	305.450	30.400	3,56	0,28	85.905	8.550
27	2037	302.031	30.400	3,73	0,27	80.899	8.143
28	2038	298.612	30.400	3,92	0,26	76.174	7.755
29	2039	295.192	30.400	4,12	0,24	71.716	7.386
30	2040	291.773	30.400	4,32	0,23	67.510	7.034
Skupaj		10.134.365	3.650.082			5.307.601	3.028.258