



B&B  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Elektroenergetika  
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne  
inštalacije

**SONČNA ELEKTRARNA: ANALIZA  
FINANČNEGA VPLIVA, DONOSNOSTI  
NALOŽBE IN UKREPOV ZA  
ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI V  
OBRATOVANJU**

Mentor: dr. Viktor Lovrenčič, univ. dipl. inž. el.

Kandidat: Erik Baša

Lektorica: Nives Mahne Čehovin, univ. dipl. ang. in prof. franc.

Kranj, oktober 2023

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju dr. Viktorju Lovrenčiču, univ. dipl. inž. el., za vodenje, usmerjanje in neprecenljivo pomoč pri izdelavi tega diplomskega dela.

Posebna zahvala gre lektorici Nives Mahne Čehovin, univ. dipl. ang. in prof. franc., ki je strokovno lektorirala ter izboljšala jezikovno in slovnično plat mojega diplomskega dela.

Prav tako bi se želel zahvaliti svojim staršem za nesebično razumevanje in spodbudo, ki sta me vodila skozi študijsko potovanje ter mi omogočila, da sem dosegel svoj cilj v življenju.

Nenazadnje se iz srca zahvaljujem tudi svoji ženi Sabini, za njeno neskončno oporo, potrpežljivost in spodbudo med študijskim procesom.

## **IZJAVA**

Študent Baša Erik izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Viktor Lovrenčič, univ. dipl. inž. el.

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

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

V sodobnem svetu je vse večji poudarek na trajnostni energetski prihodnosti, ki temelji na obnovljivih virih energije. Sončna energija kot eden od ključnih obnovljivih virov pridobiva vse večji pomen zaradi svoje okoljske prijaznosti in neomejene dostopnosti. Sončne elektrarne so postale ena izmed glavnih tehnoloških rešitev za proizvodnjo električne energije iz sončnega sevanja. Vendar pa se vzpostavitev in obratovanje sončnih elektrarn ne omejujeta le na energetski vidik, temveč sta tesno povezana tudi s finančnimi vidiki in vprašanji varnosti obratovanja.

Namen tega diplomskega dela je izvesti celovito analizo finančnega vidika sončne elektrarne na lastnem primeru samooskrbe, preučiti donosnost naložbe v tovrstno infrastrukturo in prepoznati ključne ukrepe za zagotavljanje varnosti v njenem obratovanju. Z analizo bomo raziskali, kako stroški vzpostavitve in obratovanja vplivajo na finančno privlačnost investicije v sončno elektrarno. Poleg tega bomo ocenili donosnost naložbe z upoštevanjem različnih dejavnikov. Posebna pozornost bo namenjena tudi identifikaciji ukrepov za zagotavljanje varnosti sončne elektrarne med obratovanjem, s ciljem zmanjšanja tveganj in izboljšanja zanesljivosti delovanja. Temeljna metoda dela v diplomskem delu je študija primera. Drugi uporabljeni metodi pa sta še analiza finančnega vpliva in primerjava kazalnikov finančne donosnosti glede na proizvodnjo sončne elektrarne. Primerjalna analiza je bila opravljena z računalniškim simulacijskim programom SolarEdge Designer. Ugotovljeno je, da je naložba oz. projekt samooskrbe rentabilen, saj je dobljena vrednost 1,38 %. Iz izračuna je razvidno, da bo investicija v sončno elektrarno odplačana v 11,4 leta. Raziskava je osvetlila pomemben finančni vidik investicije v sončno elektrarno in omogočila vpogled v konkretne učinke naših odločitev.

## **KLJUČNE BESEDE**

- obnovljivi viri energije
- sončna energija
- sončna elektrarna
- finančna analiza

## **ABSTRACT**

In today's world, there is an increasing emphasis on a sustainable energy future based on renewable energy sources. Solar energy, as one of the key renewable resources, is becoming increasingly important due to its environmental friendliness and unlimited availability. Solar power plants have become one of the most important technological solutions for generating electricity from solar radiation. However, the construction and operation of solar power plants are not limited solely to the energy aspect but are closely linked to financial aspects and operational safety issues as well.

The aim of this diploma thesis is to conduct a comprehensive analysis of the financial impact of a solar power plant using a case study of self-sufficiency, to investigate the return on investment in such infrastructure, and to identify key measures to ensure its operational safety. Through the analysis, we will explore how the costs of construction and operation affect the financial attractiveness of investing in a solar power plant. Furthermore, we will assess the return on investment considering various factors. Special attention will also be given to identifying measures to ensure the safety of the solar power plant's operation in order to reduce risks and increase reliability. The basic method used in this thesis is a case study. The methods used in the thesis include financial impact analysis and comparison of financial performance indicators based on solar power production. The comparative analysis is conducted using the SolarEdge Designer computer simulation programme. It is found that the self-sufficiency investment/project is profitable, with a return of 1.38%. According to the calculation, the investment in the solar power plant will be paid off in 11.4 years. The research sheds light on the important financial aspect of investing in a solar power plant and provides insight into the concrete impact of our decisions.

## **KEYWORDS**

- renewable energy sources
- solar energy
- solar power plant
- financial analysis

## KAZALO

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitev problema.....	2
1.2	Namen in Cilji naloge .....	2
1.3	Predpostavke in omejitve .....	3
1.5	Metode dela .....	3
2	TEORETIČNE OSNOVE .....	4
2.1	Zgodovina sončnih elektrarn .....	5
2.2	Vpliv sončnih elektrarn na okolje .....	6
2.3	Prilagodljivost gradnje sončnih elektrarn .....	8
3	VRSTE SONČNIH ELEKTRARN.....	9
3.1	Sončna termoelektrarna .....	9
3.3.1	Centralna stolpna sončna termoelektrarna .....	11
3.1.2	Kolektorska sončna termoelektrarna .....	12
3.2	Sončna fotovoltaična elektrarna .....	13
3.2.1	Fotovoltaične celice .....	14
3.3	Shranjevanje električne energije .....	15
3.4	Novi trendi na področju sončnih elektrarn.....	17
4	POŽARNA VARNOST SONČNIH ELEKTRARN .....	19
4.1	Osnove načrtovanja in izvedbe sončne elektrarne na stavbi s stališča požarne varnosti .....	20
4.2	Potrjevanje ustreznosti izvedbe sončne elektrarne z vidika požarne varnosti .....	20
5	SPECIFIKACIJA OBRAVNAVANE NAPRAVE ZA SAMOOSKRBO .....	21
5.1	Usmerjenost in naklon sončnih panelov .....	21
6	OPIS NALOŽBE – SONČNA ELEKTRARNA MSE BAŠA 11,18 KW .....	22
6.1	Tehnična specifikacija naprave .....	25
6.1.1	Solarni paneli .....	25
6.1.2	Razsmernik .....	28
6.1.3	Optimizatorji .....	30
6.1.4	Stikalni blok SB DC/AC .....	32
7	ANALIZA IN SIMULACIJA PROIZVODNJE IZKORISTKA SONČNE ELEKTRARNE MSE BAŠA .....	35
7.1	Obsevanost površja .....	35
7.2	Simulacija in analiza proizvedene električne energije na lastnem primeru .....	36
8	EKONOMSKA UPRAVIČENOST SONČNE ELEKTRARNE.....	38
8.1	Sredstva.....	39
8.2	Predvideni prihodki.....	39
8.3	Informativni izračun kredita .....	40
8.4	Amortizacija .....	40
9	FINANČNA OCENA UČINKOV NALOŽBE V SONČNO ELEKTRARNO .....	41
9.1	Skupni denarni tokovi.....	41

9.2	Realni denarni tokovi.....	45
9.3	Metoda sedanje vrednosti naložbe .....	49
9.4	Interna diskontna stopnja .....	50
9.5	Ocena tveganj in negotovosti .....	53
9.6	Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti (E) .....	55
9.7	Kazalnik učinkovitosti in uspešnosti.....	55
9.8	Kazalnik donosnosti naložb.....	56
9.9	Kazalnik donosnosti odhodkov .....	56
10	ZAKLJUČEK.....	57
11	VIRI IN LITERATURA.....	58

## KAZALO SLIK

Slika 1: Sončna termoelektrarna Solar Energy Generating Systems – SEGS.....	11
Slika 2: Centralna stolpna sončna termoelektrarna IVANPAH .....	12
Slika 3: Odkloni - padanje učinkovitosti modula glede na orientacijo strehe .....	22
Slika 4 IDP sončne elektrarne MSE Baša.....	23
Slika 5: Shema priklopa PS.3A.....	24
Slika 6: Solarni paneli JINKO 430N.....	26
Slika 7: I:U karakteristika ter temperaturne lastnosti uporabljenih panelov .....	27
Slika 8: 3D prikaz sončne elektrarne .....	28
Slika 9: Razsmernik SolarEdge 17 kW .....	29
Slika 10: Optimizator SolarEdge P801.....	31
Slika 11: Paralelna vezava 1 : 1 optimizatorjev s sončnimi paneli.....	32
Slika 12: IDP in prerez stavbe s PV.....	33
Slika 13: Legenda in slikovni prikaz objekta .....	34
Slika 14: Povprečno letno sončno obsevanje v Sloveniji. ....	35
Slika 15: Vneseni podatki za simulacijo .....	36
Slika 16: Predvidena mesečna poraba in proizvodnja sončne elektrarne MSE Baša .....	37
Slika 17: Mesečni grafični prikaz porabe ter proizvodnje .....	37
Slika 18: Razmerje med proizvedeno in porabljeno električno energijo .....	38
Slika 19: Predračun naprave za samooskrbo .....	39
Slika 20: Informativni izračun kredita .....	40
Slika 21: Graf skupnega denarnega toka in graf likvidnosti.....	42
Slika 22: Realni denarni tok.....	48

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Elementi sončne elektrarne .....	25
Tabela 2: Tehnični podatki razsmernika SolarEdge 17kW.....	30
Tabela 3: Tehnični podatki optimizatorja SolarEdge P801.....	31
Tabela 4: Prihodki od leta 0 do 9.....	42
Tabela 5: Prihodki od leta 10 do 19.....	43
Tabela 6: Prihodki od leta 20 do 30.....	44
Tabela 7: Prihodki od leta 0 do 9.....	45
Tabela 8: Prihodki od leta 10 do 19.....	46
Tabela 9: Prihodki od leta 20 do 30.....	47
Tabela 10: Sedanja vrednost naložbe .....	50
Tabela 11: Interna stopnja donosnosti.....	51
Tabela 12: Interna stopnja donosnosti.....	53
Tabela 13: Ocena tveganj in negotovosti.....	54



# 1 UVOD

Potrebe po energiji so se zaradi vedno večjega števila prebivalstva izjemno povečale. Zaradi izčrpavanja neobnovljivih virov, kot sta premog in nafta, je prehod na obnovljive vire energije neizbežen. Večina regij po vsem svetu ima na voljo vsaj en komercialno uspešen vir obnovljive energije (vetrna, sončna, vodna, geotermalna), druge pa imajo več takih obnovljivih virov. Sončna energija na splošno velja za najbolj bogat in neskončen vir energije na planetu (Solomin et al., 2021).

Vedno večje potrebe po energiji za razvoj družbe se zadovoljujejo z različnimi viri energije. Velika uporaba energije je omogočila boljšo kakovost življenja in hitrejši vsestranski razvoj, hkrati pa je povzročila tudi številne kritične težave. Najpomembnejša od njih je škodljiv vpliv na okolje v različnih oblikah, ki povzročata globalno segrevanje in podnebne spremembe. Hkrati se zaradi prekomernega izkoriščanja hitro izčrpavajo tudi viri fosilnih goriv. Da bi do neke mere ublažili škodljive učinke, je vredno raziskati alternativne vire energije, sisteme in tehnologije za trajnostni razvoj, če ne v celoti, pa vsaj za nadomestitev znatne količine konvencionalne energije (Siva Reddy et al., 2013).

Poleg fosilnih goriv, jedrske energije in velikih hidroelektrarn obstajajo še številni drugi viri energije, ki so začeli v manjši meri prispevati k sedanjemu scenariju svetovnega povpraševanja in dobave energije. Med njimi so vetrna energija, male hidroelektrarne, fotovoltaična pretvorba, biomasa, energija plimovanja, geotermalna energija in sončne termoelektrarne. Med obnovljivimi viri energije sončna energija nedvomno ponuja najbolj obetavno in izvedljivo možnost za proizvodnjo električne energije za sedanost in prihodnost (Prisyazhniuk, 2008).

Da je samooskrba z električno energijo korak v pravo smer, dandanes slišimo skorajda na vsakem koraku. Razmere na trgu energentov se nenehno spreminjajo, največkrat ne v korist potrošnikom. Ker sem v življenjskem obdobju, v katerem si želim ustvariti dom zase in za svojo družino, sem se v letu 2022 odločil za popolno prenovo stanovanjske hiše iz zgodnjih devetdesetih let prejšnjega stoletja. Sem sodi tudi način ogrevanja stanovanjske hiše s pečjo na nafto, ki ga jo bom zamenjal z visokotemperaturno toplotno črpalko zrak-voda. Zelena prihodnost vstopa v naš vsakdan, tudi samooskrba z električno energijo je dostopnejša bolj kot kdajkoli prej. Dvig cen energentov v zadnjem letu ter dolgoročna nestabilnost cen na trgu me je prepričala v to odločitev, da je ena izmed najdonosnejših investicij prav gotovo naložba v svojo lastno sončno elektrarno.

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Področje raziskave diplomskega dela je sončna elektrarna in njena finančna analiza. Osredotočil se bom na finančno plat izgradnje samooskrbne elektrarne, finančno uspešnost projekta, povračilo stroška investicije glede na proizvodnjo električne energije in donosnost naložbe. To vključuje oceno stroškov izgradnje sončne elektrarne in obratovanja v primerjavi s pričakovanimi prihodki ter analizo časovnega okvira za povračilo naložbe.

Poleg tega se bom posvetil tudi ukrepom za zagotavljanje varnosti v obratovanju sončne elektrarne. To vključuje identifikacijo in analizo morebitnih tveganj, ki lahko vplivajo na varnost delovanja in požarno varnost proizvodne naprave.

Pri izvedbi raziskave bom uporabil teoretična izhodišča s področja finančne analize, investicijskih ocen, analize donosnosti naložb ter standardov in smernic za varnost v obratovanju sončne elektrarne.

V diplomskem delu sem predstavil primer samooskrbe na v lastni stanovanjski hiši. Odločil sem se za sončno elektrarno pri svojem dobavitelju električne energije GEN-i. Sončna elektrarna bo nameščena na garažni objekt ob stanovanjski hiši, obsegala bo 26 panelov nazivne moči 430 W, skupne moči 11,18 kW. Osredotočil se bom na izračun povračila investicije, zanima me tudi predvidena učinkovitost elektrarne glede na lego in osončenost.

## 1.2 NAMEN IN CILJI NALOGE

Namen diplomskega dela je:

1. Analizirati finančni vpliv sončne elektrarne in oceniti donosnost naložbe.
2. Identificirati in predlagati ukrepe za zagotavljanje varnosti v obratovanju sončne elektrarne.
3. Prispevati k znanstvenemu in praktičnemu razumevanju sončnih elektrarn.

Predvideni rezultati diplomskega dela so:

1. Ocena finančnega vpliva sončne elektrarne, ki bo vključevala analizo stroškov, prihodkov, donosnosti naložbe in časovni okvir povračila.
2. Identifikacija ključnih tveganj in izzivov pri obratovanju sončne elektrarne ter predlogi ukrepov za njihovo obvladovanje.
3. Smernice za izboljšanje varnosti obratovanja sončne elektrarne.
4. Sistematičen pregled literature in obstoječih raziskav na področju sončnih elektrarn, finančne analize in varnosti v energetiki.

### 1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Problem, ki ga obravnavam v tem diplomskem delu, je analiza finančnega vpliva, donosnosti naložbe in ukrepov za zagotavljanje varnosti v obratovanju sončne elektrarne. Glavni izziv je pridobiti celovit vpogled v ekonomsko uspešnost sončne elektrarne na stanovanjski hiši, oceniti donosnost investicije ter prepoznati ključne varnostne vidike ter ukrepe za zanesljivo in varno obratovanje.

Omejitve pri obravnavanju problema:

1. stalnost cen električne energije,
2. upoštevanje povprečnih vremenskih pogojev,
3. finančne predpostavke,
4. teoretična narava diplomskega dela,
5. časovne omejitve in
6. omejeno število primerov.

### 1.5 METODE DELA

Predvidene metode za doseganje ciljev diplomskega dela vključujejo:

1. Analiza finančnega vpliva: uporaba metod finančne analize, kot so stroškovna analiza, analiza prihodkov, analiza donosnosti naložbe in neto sedanja vrednost.
2. Primerjalna analiza: primerjava kazalnikov finančne donosnosti glede na proizvodnjo sončne elektrarne. Za izvedbo primerjalne analize bom uporabil računalniški simulacijski program SolarEdge Designer.
3. Študija primerov: analiza obstoječih sončnih elektrarn, ki so že v obratovanju, za pridobitev praktičnih vpogledov v varnostne ukrepe na podlagi različnih virov, kot so poročila podjetij, raziskovalne študije in industrijski viri.

Pomembne predhodne raziskave za to področje vključujejo študije primerov sončnih elektrarn, ki so že bile izvedene, poleg tega tudi raziskave o finančnih vidikih sončnih elektrarn in varnostnih izzivih v energetiki. Prav tako pomembne so smernice za investicije v obnovljive vire energije ter varnost in zanesljivost v obratovanju energetskih sistemov. Raziskave o tehnoloških inovacijah na področju sončnih elektrarn ter primeri dobre prakse so prav tako relevantni za razumevanje obstoječih trendov in pristopov v industriji sončne energije.

## 2 TEORETIČNE OSNOVE

Fosilna goriva so neobnovljivi viri, ki lahko negativno vplivajo na okolje. Proizvajajo toplogredne pline, kot je ogljikov dioksid, ki lahko povzročijo podnebne spremembe. Zaradi tega so se vlade po vsem svetu odločile za uporabo obnovljivih in čistih virov energije, kot je sončna energija. Sončna energija se uporablja po vsem svetu in je znana po proizvodnji električne energije, ogrevanju in razsoljevanju vode. Poleg tega je fotovoltaična energija znana kot zelena energija in okolju prijazen izdelek. Omeniti velja, da sončne celice kot elektronske naprave pretvarjajo sončno svetlobo neposredno v elektriko (Matinfard et al., 2022).

Sončne celice se delijo glede na vrsto materiala, uporabljenega za njihovo proizvodnjo. Materiali in tehnologija vplivajo na učinkovitost. Učinkovitost je razložena kot količina energije, pretvorjene v električno energijo. Obstaja veliko prednosti, zaradi katerih je fotovoltaična energija privlačna: sprva je neslišna, fotovoltaične plošče imajo nizke stroške vzdrževanja, ustvarjena energija je čista in okolju prijazna, poleg tega pa je vir energije brezplačen in visoko dostopen po vsem svetu (Pandey et al., 2016).

V zadnjih 20 letih se je pridobivanje sončne energije hitro razvilo, zlasti v številnih razvitih državah in državah v razvoju. Kitajska, Združene države Amerike in Japonska so bili leta 2016 največji trg sončne energije. Zmogljivost inštaliranih panelov v svetu je leta 2018 znašala 480.357 MW. Poleg tega je število delovnih mest, ki jih ustvari sončna energija po vsem svetu, približno 3.605.000. Leta 2018 je bila količina električne energije, proizvedene z nemškimi sončnimi fotovoltaičnimi elektrarnami, skoraj 46.164 GWh, kar je bilo znano kot največja proizvodnja električne energije v Evropski uniji. Poleg tega globalne naložbe v tehnologije sončne energije znašajo približno 160,8 milijarde ameriških dolarjev (Matinfard et al., 2022).

V sončni elektrarni se sevanje, ki prihaja iz sončnih žarkov, pretvori v električno energijo za domačo ali industrijsko uporabo z uporabo različnih sistemov, kot so sončne termoelektrarne ali fotovoltaične elektrarne. Povpraševanje po energiji se v zadnjih nekaj desetletjih povečuje zaradi povečane industrializacije, naraščajočega prebivalstva in izboljšanja življenjskega standarda po vsem svetu. Mednarodna agencija za energijo (IEA) je ocenila, da države v razvoju povečujejo svojo porabo energije hitreje kot razvite države in bodo v naslednjih nekaj letih morale skoraj podvojiti svojo sedanjo inštalirano proizvodno zmogljivost, da bi zadovoljile svoje potrebe po energiji. Predvideva se tudi, da se bo skupna svetovna poraba energije od leta 2006 do leta 2030 povečala za 44 %. IEA je tudi poročala, da več kot 1,3 milijarde ljudi v državah v razvoju živi v pomanjkanju ali brez kakršnegakoli dostopa do električne energije zaradi nerazpoložljivosti omrežja na teh območjih in drugih omejitev (Pandey et al., 2016).

Uporaba obnovljive energije na splošno in predvsem sončne energije za uporabne namene se stalno povečuje, zlasti po naftni krizi v poznih sedemdesetih letih prejšnjega stoletja. To je znanstvenike in oblikovalce politik po vsem svetu prisililo, da so poudarili različne načine za učinkovitejše in uspešnejše izkoriščanje sončne energije. Sončna energija se lahko uporablja na dva različna načina, bodisi preko sončne toplotne poti z uporabo sončnih kolektorjev, grelnikov, sušilnikov itd., bodisi kot sončna elektrika z uporabo sončne fotovoltaike (Timilsina et al., 2012).

Fotovoltaika je neposredna pretvorba sončne svetlobe v električno energijo brez uporabe vmesnika. Solarni fotonapetostni sistemi so robustni in preprosti po zasnovi, modularni po naravi, zahtevajo malo vzdrževanja in lahko samostojno proizvedejo moč od mikrovatov do megavatov. Samostojni fotovoltaični sistem je imel zelo pomembno in ključno vlogo pri elektrifikaciji podeželskih območij, zlasti v državah v razvoju. Solarni fotovoltaični modul skupaj s krmilnikom polnjenja in baterijo v skladu z zahtevami zadostuje za elektrifikacijo podeželskega doma in je znan kot sistem sončne osvetlitve doma. To povečuje povpraševanje po sončni fotovoltaiki za različne namene. Vladne politike za zagotavljanje odkupnih cen v mnogih državah so pomagale pri popularizaciji in namestitvi fotovoltaičnih sistemov (Pandey et al., 2016).

## 2.1 ZGODOVINA SONČNIH ELEKTRARN

Sončne elektrarne niso novost zadnjih let. Zapisi o njihovi uporabi segajo v daljno leto 1878, ko je bila majhna sončna elektrarna, sestavljena iz paraboličnega krožnega koncentradorja, povezanega z motorjem, razstavljena na svetovni razstavi v Parizu. Leta 1913 je bila v Egiptu postavljena prva parabolična sončna termoelektrarna. Po energetske krizi v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja je bilo v letih 1984–1991 postavljenih devet paraboličnih elektrarn (Behar et al., 2013).

V zadnjih dvajsetih letih se prizadevanja za raziskave in razvoj sončnih termoelektarn močno povečujejo zlasti v Združenih državah Amerike, Španiji, Nemčiji, na Kitajskem, v Južni Afriki in Avstraliji. Posledično so bile nameščene pomembne sončne elektrarne. Te naprave večinoma temeljijo na tehnologiji paraboličnega korita. Dejansko bi lahko sončno toploto iz paraboličnega korita sončnega polja vključili v tri cikle pretvorbe moči, tj. Rankinov cikel, Braytonov cikel ali kombinirani cikel (Behar, 2018).

Danes so najbolj prepoznavne fotovoltaične sončne elektrarne. Sprva, ko je bila industrija sončne energije v fazi rasti, so bili stroški proizvodnje, sestavljanja in namestitve sončnih kolektorjev visoki. Kasneje, s širitvijo fotovoltaične industrije in povečano konkurenco med proizvajalci, pa so se stroški proizvodnje modulov znižali. Zato znižanje proizvodnih stroškov ni ustavilo solarne industrije in sodelovanja članov. Imelo je tudi velik vpliv na končno ceno sončnih kolektorjev in povzročilo povečano povpraševanje po solarnih kolektorjih (Chen & Su, 2019).

Fotovoltaično dobavno verigo sestavljajo proizvajalci celic, solarnih modulov (ali plošč), dobavitelji in sestavljavci solarnih sistemov. Proizvajalci najprej ustvarijo sončne celice, nato pa še sončne panele. Omeniti velja, da so kupci sončnih celic elektrarne, stanovanjske regije in industrijske tovarne. Sončne fotovoltaične naprave lahko zagotavljajo električno energijo v velikem obsegu ali pa manjših formacijah za mini omrežja ali osebno uporabo. To je občudovanja vreden način dostopa do električne energije za ljudi, ki ne živijo blizu daljnovodov. Po proizvodnji v elektrarnah se vsa električna energija, proizvedena iz različnih virov, kumulira v sistemu distribucije električne energije (Matinfard et al., 2022).

## 2.2 VPLIV SONČNIH ELEKTRARN NA OKOLJE

Povpraševanje po energiji na različnih področjih in svetovno izkoriščanje energije sta dejansko višja kot kadarkoli prej. Poleg največjega povpraševanja po energiji postajajo nafta in drugi fosilni viri na planetu redki. V tem primeru okoljevarstveniki in ekonomisti podpirajo podnebne sporazume in sprejemajo čisto energijo kot rešitev za odgovor na globalno povpraševanje po energiji, stroškovno učinkovitost in ekološke posledice, kot je univerzalni izziv, ki ga povzročata globalno segrevanje in učinek tople grede (El Hendouzi & Bourouhou, 2020).

Pri trajnostni proizvodnji električne energije je pomembno, da namesto fosilnih goriv uporabljamo alternativne in obnovljive vire energije. Fosilna goriva, ki so se začela izčrpavati, se zdaj nadomeščajo z alternativnimi gospodarnimi, obnovljivimi in okolju prijaznimi viri energije, da bi zadostili vedno večjemu povpraševanju po električni energiji (Wang et al., 2018).

Pristop trajnostnega razvoja v določenem okviru obravnava uporabo obnovljivih virov energije pri zadovoljevanju povpraševanja po električni energiji ter probleme, kot so uničenje celovitosti naravnega sistema, podnebne spremembe in onesnaževanje okolja. Z drugimi besedami, uporaba obnovljivih virov energije pri proizvodnji električne energije ne pomeni ničelnega uničevanja okolja. Seveda je glede na lokacijo preučevanega območja verjetno, da bo prišlo do izgube različno velikega območja in negativnega vpliva na okoljske sestavine, naravno in kulturno krajino ter biološko življenje lokalnega prebivalstva. Vendar pa velja poudariti, da proizvodnja energije, ki temelji na obnovljivih virih, podpira bolj trajnostno oskrbo družbe z električno energijo (Arca et al., 2023).

V tej situaciji bo čista energija, vključno s spremenljivo obnovljivo energijo, zlasti vetrno in sončno fotovoltaično, ki zagotavljata brezplačen vir elektrike svetovnemu energetskeemu trgu, posledično izboljšala izravnane stroške električne energije na srednji in dolgi rok. V tem primeru je sončna fotovoltaična energija v središču zanimanja globalnih naložb, poleg tega pa nizkoogljične energije pomagajo pri preprečevanju podnebnih tveganj ter služijo potrošnikom in njihovim interesom. Po

poročilih Mednarodne agencije za energijo (IEA) je sončna fotovoltaika kljub desetletju pospeševanja dosegla majhen odstotek pridobljene električne energije. V tej podrobnosti je kumulativna sončna fotovoltaična zmogljivost dosegla 398 GW, kar predstavlja približno 2 % svetovne električne energije (El Hendouzi & Bourouhou, 2020).

Uporaba obnovljivih virov energije pri proizvodnji energije razkriva nujnost vodenja ustreznih procesov odločanja v ekološko utemeljenem okviru. Tako se poleg pridobivanja čiste energije upoštevajo naravne, kulturne in družbene okoljske komponente pri izbiri lokacije in določanju povezovalnih poti v fazi namestitve objektov. Sončna energija, eden od obnovljivih virov energije, je neizčrpen in čist vir energije. Ne vsebuje onesnaževal okolja, kot so ogljikov monoksid (CO), žveplo, dim, plin, sevanje, vonj in zvok. Področja uporabe sončne energije so zlasti pridobivanje električne energije, ogrevanje, hlajenje, sušenje, razsvetljava, napajanje kalkulatorjev, ur in semaforjev, priprava tople vode, destilacija vode, polnjenje baterij mobilnih telefonov in drugih prenosnih naprav, kuhanje ter solarni avtomobili in letala (Arca et al., 2023).

Obsežna uporaba fotovoltaične energije zahteva uporabo znatne količine zemeljskih virov. Celoten vpliv konvencionalnih fotonapetostnih izvedb je večjega obsega zaradi različnih dejavnosti, povezanih s projektom, kot so krčenje gozdov, smrtnost ptic, erozija, odtekanje in mikroklimatske spremembe. Povprečna raba zemljišča za zemeljsko fotovoltaično elektrarno je 0,5–0,7 MWp/ha. Vendar pa je zaradi omejene razpoložljivosti zemlje in s tem povezanih stroškov sončne elektrarne težko postaviti, zlasti v gosto poseljenih državah. Sončne elektrarne so pogosto zgrajene na kmetijskih zemljiščih in v puščinah, kar ne predstavlja ustrezne trajnostne rabe zemljiških virov. Fotovoltaični paneli imajo negativen temperaturni koeficient, kar pomeni, da se učinkovitost pretvorbe sončne svetlobe v energijo panelov izboljša z nižanjem temperature (Solomin et al., 2021).

Proizvodnja električne energije iz velikih fotovoltaičnih naprav se je v zadnjih desetletjih eksponentno povečala. To širjenje portfeljev obnovljivih virov energije in fotonapetostnih elektrarn kaže na povečanje sprejemanja in stroškovne učinkovitosti te tehnologije. Povečanju namestitve je sledilo povečanje ocen vplivov fotovoltaike v komunalnem obsegu, vključno z ocenami učinkovitosti fotovoltaike pri zadovoljevanju potreb po energiji. Vse večja skrb, ki ostaja premalo raziskana, je, ali fotonapetostne inštalacije povzročajo učinek »toplotnega otoka«, ki segreva okoliška območja, s čimer lahko vpliva na habitat prostoživečih živali, delovanje ekosistema v divjini ter na zdravje ljudi in celo na domače temperaturne vrednosti v stanovanjskih območjih (Barron-Gafford et al., 2016).

Nekateri negativni učinki, ki jih povzročajo velike fotovoltaične naprave, so (Solecki et al., 2005):

- fotonapetostne naprave zasenčijo del tal in bi zato lahko zmanjšale absorpcijo toplote v površinskih tleh,
- fotonapetostne plošče so tanke in imajo majhno toplotno kapaciteto na enoto površine, vendar fotonapetostni moduli oddajajo toplotno sevanje navzgor in navzdol, kar je še posebej pomembno podnevi, ko so fotonapetostni moduli pogosto za 20 °C toplejši od temperature okolja,
- vegetacija se običajno odstrani iz fotovoltaičnih elektrarn, kar zmanjša količino hlajenja,
- električna energija odvzame energijo iz fotonapetostne elektrarne in
- fotonapetostne plošče odbijajo in absorbirajo vzpenjajoče se dolgovalovno sevanje ter tako lahko preprečijo, da bi se zemlja ponoči toliko ohladila, kot bi se lahko pod temnim nebom.

Za razliko od običajnih elektrarn imajo koncentrirani sončni ali solarni toplotni sistemi okolju prijazen vir električne energije, brez izpustov ogljikovega dioksida in brez porabe goriva, saj se uporablja sončna svetloba. Največja okoljska skrb pri koncentriranih sončnih elektrarnah je raba zemljišč. Čeprav se zdi, da je raba zemljišč za koncentrirane sončne elektrarne večja kot za elektrarne na fosilna goriva, je bilo ugotovljeno, da uporaba dodatnega zemljišča za gradnjo infrastrukture in rudarska raziskovanja privede do približno enake porabe količine zemljišč. Druge prednosti koncentriranih sončnih elektrarn vključujejo nizke obratovalne stroške in sposobnost proizvodnje električne energije v obdobjih visokega povpraševanja po energiji ter povečanje energetske varnosti države in neodvisnosti od tujega uvoza nafte. Ker koncentrirane sončne elektrarne hranijo energijo, lahko delujejo v oblačnem vremenu in tudi po sončnem zahodu. V kombinaciji s fosilnimi gorivi kot hibridni sistem lahko delujejo 24 ur na dan ne glede na vreme.

### **2.3 PRILAGODLJIVOST GRADNJE SONČNIH ELEKTRARN**

V gradbenih konstrukcijah se pogosto uporabljajo masivni zidovi, uresničuje pa se želja po zmanjšanju razmerja med površino stavbe in njeno prostornino, da se zmanjša nihanje temperature zraka v zaprtih prostorih.

Uporaba solarnih sistemov v sodobnih solarnih hišah določa značilnosti njihove arhitekture, vpliva na orientacijo stavbe in položaj njenih elementov v smeri juga in glede na ravnino obzorja ter določa izbiro materialov, konstrukcij in ohišja. Trenutno v mnogih državah po svetu narašča zanimanje za solarno arhitekturo. Hkrati se pojavljajo nove rešitve, ki se pogosto prepletajo s koncepti klasične arhitekture (Strebkov, 2015)

Poleg vseh zahtev za sodobno stanovanjsko gradnjo mora solarna arhitektura zagotavljati največjo količino sončne svetlobe pozimi, da se zmanjša poraba goriva za ogrevanje in zmanjša pregrevanje poleti. Glede na to je varčevanje z energijo na



podlagi obnovljivih virov energije eden najbolj perečih problemov v proizvodnji energije z vidika gospodarstva, ekologije in splošne tehnološke stopnje razvoja države (Strebkov & Penjiyev, 2022).

Fizična osnova za gradnjo solarnega doma je, da sferična površina zagotavlja enakomerno porazdelitev obremenitev na vseh točkah in deluje na stiskanje in upogib. Zato ima številne prednosti: vzdrži obremenitve vetra in snega; ima največji volumen z najmanjšo površino; izguba toplote je minimalna zaradi dejstva, da je površina kocke enakega volumna za četrtno manjša; gradnja je potresno odporna, z nizko materialno in delovno intenzivnostjo; estetska prilagodljivost itd. (Strebkov, 2015).

Za razširitev uporabe sončne energije potrebujemo podporo države. Eden od ukrepov, ki so jih sprejele vlade, je nameščanje sončnih celic na streho hiš, da bi zadovoljili potrebe po električni energiji v vsakem domu. V ta namen skuša vlada z dajanjem posojil ljudem znižati stroške vgradnje panelov. V teh okoliščinah lahko vsak dom proizvede svojo elektriko, prihrani presežek električne energije in zasluži denar z njeno prodajo. Tako bi lahko bilo vsako gospodinjstvo majhna elektrarna, ki na svojo streho namesti omejeno število sončnih kolektorjev. Poleg tega obstaja veliko velikih elektrarn, ki imajo veliko število panelov in bi lahko proizvedle več električne energije, zato potrebujejo vladno podporo. Če bi jim dali subvencije za nakup več panelov, bi lahko proizvedli več elektrike. Vlade lahko tudi znižajo cene za stranke z zagotavljanjem subvencij različnim členom verige (Chen & Su, 2019).

### **3 VRSTE SONČNIH ELEKTRARN**

Poznamo več vrst različnih sončnih elektrarn, namenjenih različnim načinom uporabe glede na potrebe, ki jih imajo uporabniki. Vrste sončnih elektrarn predstavljamo v nadaljevanju.

#### **3.1 SONČNA TERMoeLEKTRARNA**

Sončna termoelektrarna je naprava, namenjena pretvarjanju sončne energije v električno s pomočjo običajnega termodinamičnega cikla. Vendar za razliko od termoelektarn, ki delujejo na fosilna goriva, sončne termoelektarne uporabljajo okolju popolnoma prijazen vir energije – sončno svetlobo. Tehnologija, ki se uporablja za proizvodnjo električne energije, se nekoliko razlikuje glede na vrsto solarne termalne elektrarne, o kateri govorimo, vendar je njen sistem delovanja podoben (Behar, 2018)

Sončna termoelektrarna koncentrira sončno sevanje, da segreje tekočino s toplotno prevodnimi lastnostmi in dvigne njeno temperaturo, dokler se ne pretvori v paro. Nato se napaja v turbino. Tu se toplotna energija pretvori v mehansko energijo, ki se prenese v alternator, kjer se končno pretvori v električno energijo. Ko je termodinamični cikel končan, se para vrne v kondenzator, kjer se povrne v tekoče stanje in postopek se znova ponovi (Behar et al., 2013).

Danes se komercialno gradijo in upravljajo precejšnje količine sončnih termoelektrarn. Še naprej so nujne raziskave in razvoj, da bi lahko pocenili gradnjo in obratovanje elektrarn ter s tem bistveno znižali stroške proizvodnje električne energije. Trenutno je elektrika iz sončnih termoelektrarn še vedno dražja od elektrike iz elektrarn na fosilna goriva (Behar et al., 2013).

Z vidika učinkovitosti je pomembno upoštevati, da je delovanje sončne termoelektrarne odvisno od ur sonca in vremenskih razmer. Zato imajo te elektrarne tudi zalogovnik, ki omogoča shranjevanje pridobljene energije za uporabo po potrebi. Obstajata dve glavni vrsti sončnih termoelektrarn, ki ju predstavljamo v nadaljevanju (Behar et al., 2013).

Tipično koncentrirano sončno elektrarno sestavljajo trije glavni podsistemi: sončno kolektorsko polje, sončni sprejemnik in sistem za pretvorbo električne energije. V hibridnem obratu so dodani sistemi za varnostno kopiranje oz. shranjevanje, da izboljšajo zmogljivost in povečajo faktor zmogljivosti. Solarni sprejemnik absorbira koncentrirano sončno sevanje s kolektorji in ga prenese na tekočino za prenos toplote, ki se uporablja za dovajanje visokotemperaturne toplote v sistem za pretvorbo električne energije. Podsistemi so med seboj povezani s prenosom sevanja ali transportom tekočine. Obstajajo štiri družine koncentrirane sončne energije, ki so odvisne od dveh glavnih solarnih podsistemov, tj. kolektorja in sprejemnika: parabolična korita, sončni stolp, znan tudi kot centralni sprejemnik, linearni Fresnel in krožni Stirling. Za vsako tehnologijo se splošna učinkovitost celotnega sistema razlikuje glede na lokacijo, čas dneva in dan v letu (Py et al., 2013).



Slika 1: Sončna termoelektrarna Solar Energy Generating Systems – SEGS  
(Vir: Wikipedija, 2017)

### 3.3.1 Centralna stolpna sončna termoelektrarna

Ti objekti imajo stolp z velikimi ogledali, imenovanimi heliostati, ki lahko spreminjajo smer, da zajamejo maksimalno sončno sevanje in ga koncentrirajo na določeno točko. Toplota se prenaša na toplotno prevodno tekočino, ki z naraščanjem temperature postane para in začne termodinamični cikel.

Od vseh tehnologij koncentriranja sončne energije, ki so danes na voljo, se sistem centralnega sprejemnika premika v ospredje in bi lahko postal tehnologija izbire. To je predvsem posledica pričakovanih izboljšav zmogljivosti in znižanja stroškov, povezanih s tehnološkimi inovacijami treh glavnih podsistemov, tj. heliostata, sprejemnika in napajalnega bloka v bližnji prihodnosti. V primerjavi z drugimi možnostmi koncentriranja sončne energije lahko centralni sprejemni sistem zagotovi ne le cenejšo električno energijo kot sistemi korit in krožnikov, temveč tudi boljšo učinkovitost. Sistem centralnega sprejemnika ponuja (Py et al., 2013):

- višje temperature (do 1000 °C) in s tem večji izkoristek sistema za pretvorbo moči;
- je preprosto integriran v fosilne elektrarne za hibridno delovanje v najrazličnejših možnostih in ima potencial za proizvodnjo električne energije z visokimi faktorji letne zmogljivosti z uporabo toplotnega shranjevanja ter
- večji potencial za zmanjšanje stroškov in izboljšanje učinkovitosti (40–65 %).



Slika 2: Centralna stolpna sončna termoelektrarna IVANPAH  
(Vir: Ionescu, 2022)

### 3.1.2 Kolektorska sončna termoelektrarna

Tovrstna sončna termoelektrarna zajema sončne žarke preko koncentrirajočih ali visokotemperaturnih kolektorjev. Kolektorji so konkavna zrcala, nameščena na strukturo, ki omogoča spreminjanje njihovega položaja za povečanje intenzivnosti sončnega sevanja, ki doseže temperature nad 250 °C (Py et al., 2013).

Parabolični koritasti reflektor je zbiralnik sončne toplotne energije, zasnovan za zajemanje neposrednega sončnega sevanja sonca na veliki površini in fokusiranje ali bolj splošno koncentriranje na majhno žariščno točko, s čimer poveča prejeta sončno energijo za več kot faktor dva, kar pomeni več skupne toplote na kvadratni meter korita. Oblika koncentrirajočih sončnih kolektorjev mora biti posebej zasnovana tako, da se vsa prihajajoča sončna svetloba odbije od površine kolektorja in pride v isto žarišče, ne glede na to, kateri del kolektorja sončna svetloba najprej zadene. Koncentracijski sončni kolektorji za stanovanjske namene so običajno parabolična korita v obliki črke U (od tod tudi njihovo ime), ki koncentrirajo sončno energijo na absorpcijsko toplotno cev, imenovano sprejemnik, nameščeno vzdolž osi goriščne točke odbojnega korita. Parabolični koritasti reflektor lahko ustvari visoke temperature učinkoviteje kot enojni ploščati kolektor, saj je površina absorpcije veliko manjša. Tekočina za prenos toplote, ki je običajno mešanica vode in drugih dodatkov ali termičnega olja, se črpa skozi cev in absorbira sončno toploto, ki doseže temperature nad 200 stopinj Celzija (Behar, 2018).

## 3.2 SONČNA FOTOVOLTAIČNA ELEKTRARNA

Delovanje sončne fotovoltaične elektrarne temelji na fotonih in svetlobni energiji sončnih žarkov. Vrste sončnih kolektorjev, ki se uporabljajo v tovrstnih objektih, so različne. Medtem ko sončne termoelektrarne uporabljajo kolektorje, fotovoltaične elektrarne uporabljajo panele, sestavljene iz fotonapetostnih sončnih celic iz silicija (monokristalni ali polikristalni solarni paneli) ali drugih materialov s fotonapetostnimi lastnostmi (amorfni solarni paneli) (Berwal et al., 2017).

Načeloma bi poplava energije, ki se na nas zliva iz sonca, večkratno zadovoljila svetovne potrebe po energiji. Že v Združenih državah Amerike je skupna zmogljivost nameščenih sončnih fotonapetostnih panelov približno 60 gigavatov, kar naj bi se v naslednjih petih letih podvojilo. Kitajska pa je samo v letu 2017 povečala svojo zmogljivost fotovoltaike za skoraj 60 gigavatov. Medtem so izboljšave v tehnologiji fotovoltaičnih panelov znižale ceno sončne električne energije, zaradi česar je cenovno konkurenčna drugim virom energije v mnogih delih sveta (Battersby, 2019).

Zahvaljujoč materialom, iz katerih so izdelane, elektroni, ki jih vsebujejo zunanji sloji fotovoltaičnih celic, ko sončni žarki neposredno padejo nanje, absorbirajo sevanje in ustvarijo enosmerni električni tok. Za izgradnjo sončne fotovoltaične elektrarne so te sončne celice povezane zaporedno, da se integrirajo v en sam modul in tvorijo fotovoltaične panele (Alagöz et al., 2019). Če se najnovejše fotovoltaične tehnologije lahko združijo, obljublja, da bodo zajemale sončno energijo veliko učinkoviteje kot kdajkoli prej (Battersby, 2019).

Sončne celice so povezane vzporedno in tvorijo nize, povezane s tokovnim pretvornikom, kjer se enosmerni tok, ki prihaja iz fotovoltaičnih celic, pretvori v izmenično energijo. Nato se električna energija usmeri v transformator, v katerem sta njena napetost in intenziteta prilagojeni tako, da se lahko transportira po električnih omrežnih vodih do odjemnih centrov (Berwal et al., 2017).

Za optimizacijo delovanja ima fotovoltaična elektrarna tudi vremenski stolp, ki analizira okoljske razmere za prepoznavanje intenzivnosti sončnega sevanja in njegovega kratkoročnega razvoja ter obvešča o točnem času sončnega zahoda. Zato je mogoče predvideti obdobja pomanjkanja svetlobe in shraniti potrebno energijo za zagotavljanje električne oskrbe. Poleg običajnih sončnih elektrarn sta dva odlična primera sončnih fotovoltaičnih elektrarn fotovoltaični sistem, nameščen na strehah zgradb, znan kot solarna skupnost, ki proizvaja elektriko za lastno porabo in znižuje stroške energije, ter sončna farma (Battersby, 2019).

V preteklih letih so znatne izboljšave fotovoltaičnih plošč zagotovile tehnološki napredek in učinkovitost. Zato se je kumulativna fotovoltaična zmogljivost na svetu

podvojila, stroški fotovoltaičnega sistema pa so se v zadnjih 35 letih zmanjšali za 23 % (Alagöz et al., 2019).

Vrste fotovoltaičnih materialov, iz katerih so sončne celice na voljo na trgu, so v različnih oblikah. Vendar pa so sončne celice na osnovi silicija zaradi visoke učinkovitosti in dozorele tehnologije trenutno vodilne na trgu. Celotna svetovna proizvodnja fotovoltaičnih celic oz. modulov narašča iz dneva v dan. Kristalni polprevodnik (silicij) ima največjo zmogljivost v primerjavi z drugimi možnostmi, ki so na voljo na trgu. Sončne celice, ki temeljijo na manj čistih materialih, tj. polikristalni ali amorfni anorganski ali organski materiali ali kombinacija le-teh, imajo manjšo učinkovitost, vendar so stroški nizki (Nayak et al., 2012).

Zato raziskovalci po vsem svetu raziskujejo druge možnosti z večjo zmogljivostjo za proizvodnjo električne energije s pomočjo sončnih celic. Tudi zaradi nizkih stroškov in majhne teže v primerjavi z mono- in polikristalnimi sončnimi celicami je tehnologija tankega filma veljala za potencialno tehnologijo, vendar je njena nizka učinkovitost še vedno razlog za skrb v znanstveni skupnosti. Za izboljšanje učinkovitosti tehnologije tankih filmov po vsem svetu poteka eksperimentalno delo na treh različnih materialih, kot so amorfni silicij, CdS/CdTe (kadmijev telurid/kadmijev sulfid) in CIS (nanostrukturni CIS). Vendar pa je zaradi okoljskih težav, povezanih s temi materiali, tehnologija tankih filmov na osnovi polimerov in organskih materialov najbolj kompetentna možnost (El Chaar & El Zein, 2011).

### 3.2.1 Fotovoltaične celice

Večina fotovoltaičnih celic v osnovi deluje na enak način. Plast polprevodniškega materiala absorbira fotone svetlobe, pri čemer nastajajo elektroni in nosilci pozitivnega naboja, znani kot »vrzeli« (prosta mesta, kjer bi bil običajno elektron). Elektroni se odvajajo, da tečejo po vezju in opravljajo koristno delo, preden se ponovno združijo z vrzeli na drugi strani celice. Plast silicija mora biti debela približno 200 mikrometrov, da absorbira dober delež svetlobe, ki jo zadene. Toda drugi materiali absorbirajo močnejše in tvorijo učinkovite plasti za zbiranje svetlobe, ki so debele le nekaj mikrometrov. Zaradi tega so celice, ki temeljijo na teh materialih, potencialno cenejše in energetsko manj intenzivne za proizvodnjo (Battersby, 2019).

Nekatere od teh tehnologij tankega filma so dobro uveljavljene. Kadmijev telurid (CdTe) in bakrov indij-galijev selenid (CIGS) si delita približno 5 % današnjega svetovnega fotovoltaičnega trga. Komercialne plošče CdTe so nedavno že dosegle zmogljivost in ceno silicija, a še vedno je prostor za izboljšave. Na primer, vmesnik med plastjo CdTe in kovinskim prevodnikom pod njo ima napake, ki lahko pomagajo pri rekombinaciji vrzeli in elektronov ter tako preprečijo, da bi prispevali k toku celice (Feltrin & Freundlich, 2008).

Zato raziskovalci preiskujejo veliko drugih materialov. Organske molekule, kot so polimeri in barvila, sintetizirane v razsutem stanju iz preprostih sestavin, lahko tvorijo plast, ki absorbira svetlobo v fotovoltaični celici. Za razliko od silicija so organske celice prožne. Tako jih je mogoče preprosto razvaljati na strehah ali prilepiti na druge površine, ne da bi potrebovali težke steklene plošče. Organske celice je mogoče oblikovati tudi tako, da absorbirajo predvsem infrardečo svetlobo in ostanejo precej prosojne za vidno svetlobo, kar pomeni, da jih je mogoče integrirati v okna. Forrestova skupina je na primer dokazala organske fotovoltaične celice s 7-odstotno učinkovitostjo, ki prepuščajo 43 % vidne svetlobe. To se morda sliši kot zatemnjeno in umazano okno, vendar je primerljivo s standardnimi pisarniškimi okni z antirefleksnim premazom. Prozorne organske snovi bi lahko dobile tudi povečanje učinkovitosti z elektrodami iz grafena – tanke, prevodne in prozorne plošče ogljikovih atomov. Leta 2016 je ameriškim raziskovalcem na Massachusetts Institute of Technology v Cambridgeu uspelo prilepiti grafensko elektrodo na eksperimentalne celice (Li et al., 2017).

Izkazalo se je, da so najučinkovitejše organske fotovoltaične celice dovzetne za oksidacijo, zaradi česar imajo razmeroma kratko življenjsko dobo. Toda če bi jih postavili v zaprto okensko ploščo z dvojno zasteklitvijo, bi jih zaščitili pred škodljivim kisikom in vodo. Organske sončne celice so morda poceni, vendar je cena celice le en del ekonomske enačbe. Dejanski rezultat se imenuje izravnani strošek električne energije: njen strošek na kilovatno uro v celotni življenjski dobi naprave. Ta strošek vključuje opremo, kot so pretvorniki, ki pretvorijo nizkonapetostni enosmerni tok plošče v visokonapetostni izmenični tok. Drugi stroški vključujejo namestitev in na koncu še recikliranje plošč. Čeprav super poceni paneli ponujajo eno pot do nizkih stroškov električne energije, si raziskovalci prizadevajo tudi za izboljšanje dveh drugih ključnih gospodarskih vložkov: življenjske dobe panela in njegove energetske učinkovitosti (Battersby, 2019).

### 3.3 SHRANJEVANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Shranjevanje sončne energije je ključna tehnologija za večjo dostopnost in uporabnost sončne energije. Sistemi za shranjevanje sončne energije shranjujejo presežek podnevi za uporabo ponoči ali v obdobjih nizke sončne svetlobe, kar zmanjšuje potrebo po električni energiji iz omrežja. Ti sistemi prav tako pomagajo izboljšati splošno učinkovitost solarnih fotovoltaičnih sistemov.

Raziskovalni centri po vsem svetu si prizadevajo povečati učinkovitost sončnih kolektorjev kot enega glavnih virov energije prihodnosti. Pri delu s sončnimi elektrarnami so zelo pomembni sistemi za shranjevanje energije za avtonomne porabnike. Pri toplotnih kolektorjih so ti sistemi sestavljeni iz različnih hranilnikov, običajno napoljenih z vodo; pri fotovoltaičnih kolektorjih so ti sistemi sestavljeni iz baterij za akumulacijo in shranjevanje električne energije. Kombinirani

termofotovoltaični sistemi uporabljajo tako tekoče akumulatorje kot električne baterije (Kuvshinov et al., 2019).

Shranjevanje sončne energije zajema energijo sonca in njeno pretvorbo v obliko, ki jo lahko uporabnik shrani za kasnejšo uporabo. Sončno energijo je mogoče shraniti na različne načine, vključno z baterijami, toploto ali rastlinsko snovjo. Ko se sončna energija pretvori v električno energijo, se lahko shrani v baterije, podobne tistim, ki se uporabljajo v standardnih napravah, kot so mobilni telefoni in prenosni računalniki. Ta vrsta shranjevanja je učinkovita in omogoča proizvodnjo sončne energije tudi, ko sonce ne sije. Sončno energijo lahko pretvorimo tudi v toploto in jo shranimo v materialih, kot je staljena sol. Ta metoda se pogosto uporablja v sončnih termoelektrarnah. Končno lahko sončno energijo uporabimo za proizvodnjo biomase, na primer s fotosintezo v rastlinah. To biomaso je mogoče nato uporabiti kot gorivo ali predelati v druge proizvode. Shranjevanje sončne energije je bistvenega pomena za izkoriščanje sončne energije in njeno uporabo v velikem obsegu (Kuvshinov et al., 2019).

Baterija akumulira energijo, ki jo čez dan proizvede sončna elektrarna, ponoči pa zagotavlja porabnikom elektriko. Poleg tega baterija pomaga sončnim kolektorjem pri obvladovanju oskrbe potrošnikov v primeru največjih obremenitev in oblačnega vremena, ko sončna energija ne zadošča za normalno napajanje objekta. Solarne baterije morajo vzdržati številne cikle polnjenja-praznjenja in velike polnilne tokove, imeti nizko samopraznjenje, biti enostavne za vzdrževanje in biti univerzalne glede na okoljske pogoje (npr. sposobnost delovanja pri nizkih in visokih temperaturah) (Kuvshinov & Al-Rufae, 2019).

Kuvshinov in drugi (2019) ugotavljajo, da je mogoče kombinirane sončno-baterijske elektrarne učinkovito uporabiti za oskrbo z električno energijo posameznih porabnikov v regijah z zaprtim elektroenergetskim sistemom z nezadostno proizvodnjo električne energije, kot sta na primer Krim in Sevastopol. Takšni sistemi omogočajo zmanjšanje obremenitve celotnega elektroenergetskega sistema v regiji in znatno povečanje učinkovitosti njegove uporabe. Posledično je bilo ugotovljeno, da lahko uporaba baterij v določeni shemi poveča učinkovitost fotovoltaičnega napajalnega sistema posameznega porabnika za 20–30 %. Z uporabo eksperimentalnih podatkov, pridobljenih pri načrtovanju sončnih elektrarn, je mogoče bistveno povečati proizvodnjo električne energije, zmanjšati uporabo tradicionalnih virov goriva in izboljšati okoljsko stanje.

Tri glavne vrste shranjevanja sončne energije so toplotno shranjevanje, električno shranjevanje in kemično shranjevanje (Kuvshinov & Al-Rufae, 2019):

- Sistemi za shranjevanje toplotne energije uporabljajo toploto za shranjevanje energije in so lahko pasivni ali aktivni. Pasivno shranjevanje toplote temelji na materialih, ki naravno zadržujejo toploto, kot sta voda ali beton. Nasprotno pa



aktivno shranjevanje toplote uporablja medij, kot je zrak ali olje, ki se segreje s sončno energijo in nato kroži z ventilatorjem ali črpalko.

- Sistemi za shranjevanje električne energije, imenovani tudi baterije, shranjujejo energijo v obliki električne energije. Najpogostejša vrsta baterije, ki se uporablja za shranjevanje sončne energije, je svinčeno-kislinska baterija, vendar se začena pojavljati novejša tehnologija, kot so litij-ionske baterije. Kemični sistemi za shranjevanje energije shranjujejo energijo v obliki kemičnih vezi. En primer je uporaba vodikovega plina za shranjevanje energije, ki se lahko kasneje pretvori v elektriko. Drug primer je uporaba staljene soli za shranjevanje toplotne energije.
- Obstaja tudi sistem sončne energije z vztrajnikom. Sistemi z vztrajnikom shranjujejo presežek sončne energije v kinetični energiji, ki se lahko nato po potrebi uporabi za proizvodnjo električne energije. Sistemi z vztrajnikom so običajno cenejši od baterijskih sistemov, vendar zahtevajo večjo vnaprejšnjo naložbo.

Shranjevanje sončne energije je hitro razvijajoče se področje in nenehno se razvijajo nove tehnologije. Z naraščanjem potreb po obnovljivih virih energije narašča tudi potreba po učinkovitih in zanesljivih načinih shranjevanja. Lahko opredelimo več prednosti solarnega shranjevanja, vključno s shranjevanjem odvečne energije za uporabo v obdobjih velikega povpraševanja, zmanjšanjem vaše odvisnosti od omrežja in zagotavljanjem rezervne energije v primeru izpada. Solarno shranjevanje energije spreminja igro pri spodbujanju uporabe več obnovljive energije. Odpravlja pomembno pomanjkljivost uporabe sončnih kolektorjev, ki brez sončne svetlobe težko proizvajajo energijo.

### 3.4 NOVI TRENDI NA PODROČJU SONČNIH ELEKTRARN

Lebdeča sončna fotovoltaika je nova možnost, pri kateri so sončni nizi nameščeni nad vodnimi telesi, da izkoristijo negativni toplotni koeficient solarnega modula. Zaradi številnih prednosti lebdeče sončne fotovoltaike lahko voda postane nova pomembna možnost solarne inštalacije (Spencer et al., 2018).

Lebdeče sončne fotovoltaične naprave in inštalacije zagotavljajo nove poti za povečanje zmogljivosti za proizvodnjo sončne energije, zlasti v neobalnih državah in pri konkurenčnih rabah zemljišč. Morda bo to bolj ekonomična rešitev kot nakup dragega zemljišča za postavitev fotovoltaike. Lebdeče sončne fotonapetostne naprave so bile nameščene že v več državah, vključno z Združenimi državami Amerike, Japonsko, Kitajsko, Korejo, Indijo, Brazilijo, Singapurjem, Norveško in Združenim kraljestvom. Lebdeča sončna energija bi lahko bila še posebej uporabna na območjih, kjer so omrežja slaba, kot so podsaharska Afrika in deli Azije v razvoju. Eden najpomembnejših izzivov pa je, da solarni fotovoltaični projekti zahtevajo hlajenje, saj toplota panelov zmanjšuje električno zmogljivost. Lebdeča fotovoltaika

uporablja princip izkoriščanja velikih vodnih površin za pridobivanje energije in upravljanje naprave z vodo kot hladilnim medijem (Liu et al., 2019).

Vodna telesa, ki se ne uporabljajo za rekreacijo ali turizem, kot so čistilne naprave za odpadne vode, ribniki, rezervoarji hidroelektrarn, industrijski ribniki in lagune, so idealna za plavajoče fotovoltaične aplikacije. Na Japonskem je največ lebdečih fotovoltaičnih naprav nameščenih nad vodnimi rezervoarji, z močjo od 4 kW do 20 MW. V zadnjih nekaj letih se vse bolj razvijajo tudi številni obsežni projekti (Dwivedi et al., 2020).

Neodvisne spremenljivke, kot so temperatura zraka, sončna obsevanost, hitrost vetra in temperatura vode, vplivajo na izkoristek energije lebdečega fotovoltaičnega sistema. Iz tega razloga se lahko uporabi plavajoča ploščad iz polietilena visoke gostote. Izhlapenje lahko zmanjšamo za kar 70 %, s čimer prihranimo tudi vodo. Prav tako se pridobitev moči poveča za približno 6 % zaradi povratnega hlajenja fotovoltaike. Izmerjena temperaturna razlika med jezerom in kopnim je približno 1–3 °C (Spencer et al., 2018).

Namestitev solarnih panelov na vodo stane približno 15 % več kot namestitev na kopno. Zmanjšanje stroškov gradnje plavajoče fotovoltaike in naraščajoča rast v državah v razvoju nakazujeta, da se bo sektor plavajoče fotovoltaike hitro razširil. V literaturi so bili predstavljeni tudi različni vpogledi v komercialno zasnovo lebdeče fotovoltaike. Višji stroški lebdeče solarne energije se izravnavajo z učinkom naravnega vodnega hlajenja, ki lahko naredi module delno učinkovitejše in podaljša njihovo življenjsko dobo. Energijski dobiček pri hlajenju lebdečih fotovoltaičnih sistemov je bil ocenjen na 3–6 % v primerjavi z referenčnimi fotovoltaičnimi sistemi, preizkušenimi v dveh različnih podnebnih območjih. Ugodne regije za postavitve lebdeče fotovoltaike so lokacije z bogatimi vodnimi telesi, kot so kanali, jezera, rezervoarji, jezovi in ribniki, ter primerno klimo. Kopičenje morske soli na fotovoltaičnih sistemih zmanjša proizvodnjo energije in učinkovitost (Solomin et al., 2021).

Uporaba lebdečega solarnega sistema v ribogojstvu se obravnava kot možna rešitev za reševanje vprašanja povezave med hrano, vodo in energijo. Opisanih je več konstrukcijskih rešitev lebdečih fotovoltaičnih sistemov za povečanje učinkovitosti in stroškovne učinkovitosti. Tehnično izvedljiv in ekonomsko upravičen fotovoltaični lebdeči sistem je predlagan kot alternativna rešitev za kmetijsko industrijo z rešitvijo za popolno prekrivanje rezervoarja za zmanjšanje izgub zaradi izhlapevanja (Ferrer-Gisbert et al., 2013).

Raziskan je bil nov sistem za proizvodnjo električne energije z lebdečimi fotovoltaičnimi moduli in ogrevanje vode s sončno energijo za vodne bazene v rudarski industriji. Lebdeča fotovoltaična tehnologija je bistveno učinkovitejša od kopenske tehnologije, saj ponuja več sočasnih koristi. Temperatura modula lebdeče

fotovoltaike je običajno nižja za 5–10 °C v primerjavi z drugim okoljem, kar povzroči 10-odstotno povečanje učinkovitosti. Inovativni koncept za spreminjanje kota azimuta lebdeče fotovoltaike s fiksnim nagibom je povzročil 27,68-odstotno povečanje proizvodnje električne energije v primerjavi s standardnim lebdečim fotovoltaičnim sistemom (Solomin et al., 2021).

Če želimo dobro izkoristiti sončno energijo in resnično vplivati na globalne emisije ogljika, mora solarna fotovoltaika dobiti večjo veljavo. Večina fotovoltaičnih plošč temelji na celicah iz polprevodniških silicijevih kristalov, ki običajno pretvorijo približno 15–19 % energije sončne svetlobe v električno energijo. Ta učinkovitost je rezultat desetletij raziskav in razvoja. Vse težje je doseči nadaljnje izboljšave (Battersby, 2019).

Pomanjkanje materiala ter velikost in hitrost potrebne naložbe bi lahko tudi ovirali prizadevanja za povečanje proizvodnje obstoječih tehnologij. Če resno razmišljamo o pariškem podnebnem sporazumu in želimo v 20 letih imeti 30 % svetovne električne energije, dobavljene s solarnimi fotovoltaičnimi elektrarnami, potem bi morali povečati zmogljivost proizvodnje silicija za faktor 50, da bi zgradili vse te plošče (Feltrin & Freundlich, 2008).

Množica novih tehnologij se spopada z izzivom na področju fotovoltaične tehnologije. Nekatere bi bilo mogoče poceni množično proizvesti, morda natisniti ali celo naslikati na površine. Drugi so lahko praktično nevidni, lepo vgrajeni v stene ali okna, kombinacija novih materialov in najsodobnejše optične tehnike pa bi nam lahko dala izjemno učinkovite lovilce sončnih žarkov. Na različne načine vse te tehnologije obljublajo pridobivanje veliko več sončne energije, kar nam daje boljše možnosti za preoblikovanje svetovne oskrbe z energijo v naslednjih dveh desetletjih (Battersby, 2019).

## 4 POŽARNA VARNOST SONČNIH ELEKTRARN

Smernice za požarno varnost sončnih elektrarn so namenjene tako investitorjem kot tudi proizvajalcem, načrtovalcem in izvajalcem postavitve sončnih elektrarn. Cilji smernic so naslednji (Slovensko združenje za požarno varstvo, 2016):

- preprečevanje nastanka požara,
- preprečevanje širjenja požara v stavbi in na sosednje stavbe,
- omogočanje reševanja ljudi in živali,
- omogočanje varnega gašenja požara.

#### **4.1 OSNOVE NAČRTOVANJA IN IZVEDBE SONČNE ELEKTRARNE NA STAVBI S STALIŠČA POŽARNE VARNOSTI**

Pomembna sta načrtovanje in izvedba postavitve sončne elektrarne v skladu s smernicami požarne varnosti. Pri načrtovanju je pomembna izbira pravih komponent in materialov, pri izvedbi pa je treba upoštevati vsa navodila projekta. Načrtovanje in izvedbo električnih elektrarn delimo na naslednje komponente (Slovensko združenje za požarno varstvo, 2016):

- Podkonstrukcija, kjer morajo biti izračunani statistični izračuni za obremenitev stavbe ob postavitvi sončne elektrarne. Izbrati je treba ustrezne materiale in poskrbeti za zadostno zračenje med streho in konstrukcijo.
- Fotonapetostni moduli morajo biti skladni z zahtevami in morajo biti sestavljeni iz negorljivih materialov. Fotonapetostne module je treba montirati skladno z navodili proizvajalca in s predpisi za nizkonapetostne inštalacije.
- Lokacija in razporeditev modulov, kjer je treba upoštevati požarne sektorje stavbe. Poleg tega je treba omogočiti proste poti za vzdrževanje in morebitno gašenje med polji modulov.
- Montaža električnih inštalacij sončne elektrarne mora biti natančna in v skladu s predpisi ter brez poškodb, ki bi lahko povzročile vžig ognja. Skladno s standardom SIST HD 60364-7-712 je obvezno ločilno stikalo na enosmerni strani razsmernika. Z ustrezno zaščito je treba preprečiti nastanek električnega oblaka.
- Montaža razsmernikov in priključnih omaric, kjer je treba upoštevati navodila proizvajalcev in namestiti razsmernike zunaj območja evakuacije ob morebitnem požaru.
- Označitev stavbe in posameznih delov sončne elektrarne za namen uporabe med požarom.

Dodatne zahteve s stališča požarne varnosti so še zagotovitev dostopa do modulov, odvod dima in toplote iz stavbe, ustreznost namestitvev akumulatorjev in integriranih sončnih elektrarn ter namestitvev sončnih elektrarn na večnivojskih strehah.

#### **4.2 POTRJEVANJE USTREZNOSTI IZVEDBE SONČNE ELEKTRARNE Z VIDIKA POŽARNE VARNOSTI**

Pred začetkom obratovanja sončne elektrarne mora monter elektrarne poskrbeti za preizkus delovanja in ugotavljanje brezhibnosti obratovanja. Pri tem mora poskrbeti za ustrezne meritve, v skladu s temi meritvami pa tudi za požarno varnost (Slovensko združenje za požarno varstvo, 2016).

Proizvajalec sončne elektrarne je zadolžen za obrazložitev delovanja sončne elektrarne kupcu, prav tako mu mora pojasniti način delovanja. Poleg tega morajo biti na lokaciji tudi oznake za gasilce in požarni načrt. Požarni načrt je dokument z različnimi podatki o sončni elektrarni, ki ga uporabijo strokovnjaki ob morebitnih težavah, kot je požar (Slovensko združenje za požarno varstvo, 2016).

Sončno elektrarno je treba zaradi različnih vplivov redno vzdrževati. Redno vzdrževanje zagotavlja brezhibno delovanje. Vzdrževanje obsega nadzor, vzdrževanje in morebitna popravila. Pri predaji sončne elektrarne uporabniku je ta dolžan vzdrževati elektrarno v skladu z navodili proizvajalca (Slovensko združenje za požarno varstvo, 2016).

## **5 SPECIFIKACIJA OBRAVNAVANE NAPRAVE ZA SAMOOSKRBO**

Sončna elektrarna je sistem elementov, ki sončno energijo pretvarja v električno. Za najbolj optimalen izkoristek sončne energije je treba biti pozoren na lego sončne elektrarne in uporabiti kvalitetne module s čim večjim izkoristkom. Na delovanje sončne elektrarne vpliva tudi moč sončne energije. Ta je odvisna od lokacije, letnega časa, vremenskih pogojev itd.

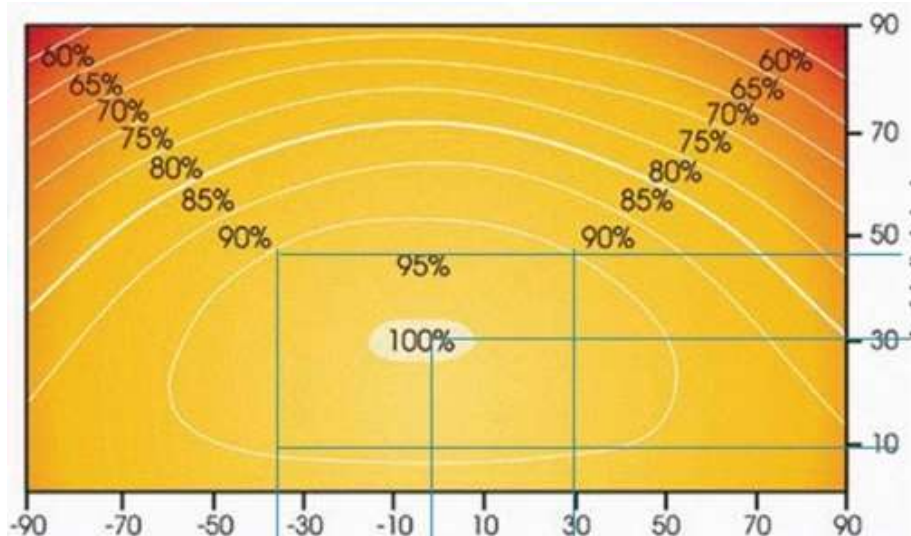
Sončna energija je izraz, ki opisuje različne načine pridobivanja energije iz sončne svetlobe. Predstavlja enega izmed mnogih obnovljivih virov energije, ki dolgoročno obeta velik potencial za proizvodnjo elektrike. Človeštvo sončno energijo izrablja že stoletja, bolj intenzivno pa zadnje desetletje, ko se je začelo zavedanje o omejenosti drugih virov energije in vplivov na okolje. Za razliko od klasičnega pridobivanja elektrike je sončna energija čista, obnovljiva in nima škodljivega vpliva na okolje (Trajnostna energija 2023).

### **5.1 USMERJENOST IN NAKLON SONČNIH PANELOV**

Optimalna usmeritev sončnih panelov je proti jugu. Če gledajo v smeri vzhoda ali zahoda, se lahko izgubi do 20 % energijske učinkovitosti, kar lahko znatno zmanjša njihov donos. Usmeritev proti severu pa lahko povzroči več kot prepolovitev proizvodnje energije in posledično povečanje stroškov. Idealen naklon panelov za največji izkoristek je 30 stopinj. Postavitev panelov v vodoravni legi lahko povzroči izgubo do 10 % energije, navpična postavitev pa celo do 30 %.

Lokacija in usmerjenost strehe proti jugu (azimut 0°) je prvi pogoj za velik izkoristek sončnega obsevanja pri pretvorbi v električno energijo. Odmik smeri strehe od juga proti vzhodu ali zahodu zmanjšuje količino sončnega obsevanja. Streha, obrnjena na

vzhod ali zahod (azimut  $-90^\circ$ ,  $+90^\circ$ ), sprejme do največ 80 % sončnega obsevanja v primerjavi s streho, usmerjeno na jug.



Slika 3: Odkloni - padanje učinkovitosti modula glede na orientacijo strehe  
(Vir:Tihec, 2019)

## 6 OPIS NALOŽBE – SONČNA ELEKTRARNA MSE BAŠA 11,18 KW

Izhodišče tega diplomskega dela bo lastna sončna elektrarna MSE Baša nazivne moči 11,18 kW, ki bo zgrajena na garažnem objektu ob stanovanjski hiši na lokaciji Dolnji Zemon pri Ilirski Bistrici. Izvajalec je opravil zunanji vizualni ogled objekta, si ogledal vrsto in lego strešne kritine ter ugotovil, da je nepremičnina primerna za izgradnjo naprave za samooskrbo. Lega postavitve sončne elektrarne ni idealna, saj je postavljena v smeri neba JZ, azimut  $250^\circ$  (slika 4). Streha je dvokapne oblike, kritina na objektu je betonska (Bramac), naklon strehe pa  $27^\circ$ .

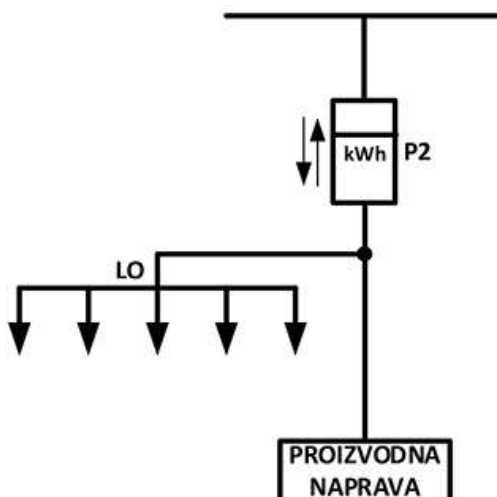


- Priprava dokumentacije za priklop in izvedba priklopa
- Vodenje postopka za pridobivanje finančne spodbude iz Eko sklada

Izgradnja naprave:

- Montaža aluminijaste podkonstrukcije in veznih elementov
- Montaža optimizatorjev in razsmernika
- Montaža modulov

Elektrarna je predvidena za vzporedno obratovanje z električnim omrežjem lokalnega elektro distributerja po shemi priklučitve samooskrbe (slika 5). Način obratovanja: M – mešani (paralelno – delno porabijo sami, viške oddajo v omrežje). Višek proizvedene energije odteka v nizkonapetostno omrežje, ki je v lasti distributerja omrežja.



Slika 5: Shema priklopa PS.3A  
(Vir: Uradni list RS)



## 6.1 TEHNIČNA SPECIFIKACIJA NAPRAVE

Obravnavano mikro fotonapetostno elektrarno sestavljajo naslednji sklopi:

NAZIV	KOLIČINA	MERSKA ENOTA
SOLAR MODULE JINKO JKM430N	26,00	KOS
RAZSMERNIK SOLAREEDGE 17K	1,00	KOS
OPTIMIZATOR SOLAREEDGE P801	26,00	KOS
KONSTRUKCIJA	1,00	KOS
AC OMARICA Z OŽIČENJEM (50 m kabla)	1,00	KOS
DC OMARICA S PRENAPETOSTNO ZAŠČITO	1,00	KOS

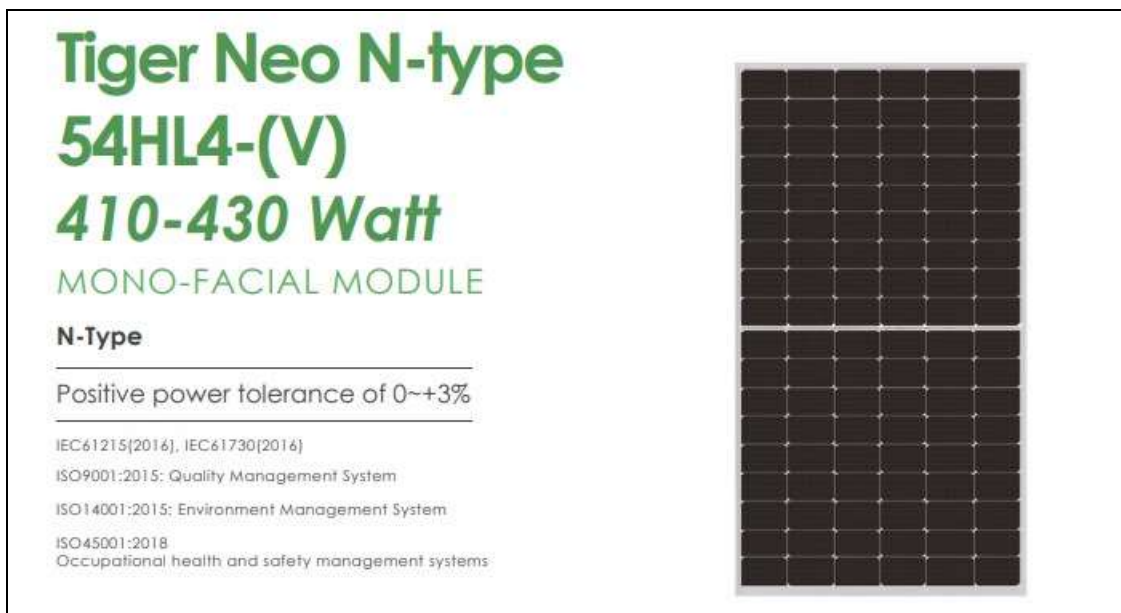
*Tabela 1: Elementi sončne elektrarne  
(Lastni vir)*

### 6.1.1 Solarni paneli

Sončna celica je osnovni element, s katerim energijo svetlobe pretvarjamo v električno energijo. Sončne celice so v osnovi polprevodniške diode z veliko površino. Do pretvorbe energije svetlobe v električno energijo (tok) prihaja zaradi fotovoltaičnega pojava. Najpogostejši osnovni material za izdelavo sončnih celic je silicij, uporabljajo se pa tudi drugi materiali. Sončne celice so v osnovi polprevodniške diode z veliko površino. Zaželeno je, da se svetloba na površini sončne celice ne odbija, saj to zmanjšuje njen izkoristek. Prav zato je vsaka sončna celica prekrita z antirefleksno plastjo. Celice lahko v modul povežemo zaporedno ali vzporedno, s čimer povečujemo napetost oz. tok modula. Danes je na trgu veliko različnih tipov sončnih celic, ki se razlikujejo po materialu in zgradbi. Še vedno pa razvijajo nove tipe, saj poskušajo dobiti čim večjo maksimalno moč, čim boljši izkoristek in čim nižjo ceno. Glede na tehnologijo sončnih celic ločimo monokristalne, polikristalne in amorfne sončne module.

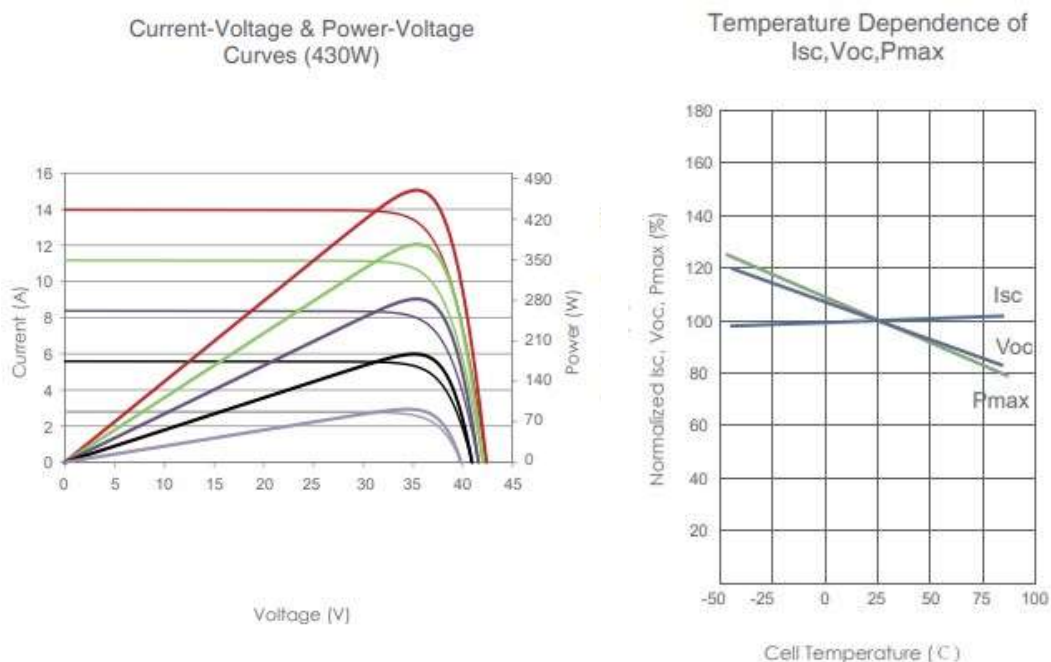
Na sončni elektrarni MSE BAŠA bodo nameščeni monokristalni solarni paneli JINKO JKM430N-54hl4-V, proizvedeni na Kitajskem. Njihova nazivna moč je 430 W. Učinkovitost pretvorbe modula v električno energijo je v idealnih pogojih 22,02 %,

toleranca moči 0 do +3 %. Dimenzije panela so 1722 x 1134 x 30 mm, teža 22 kg, s 15-letno garancijo na proizvod in 30-letno linearno garancijo.



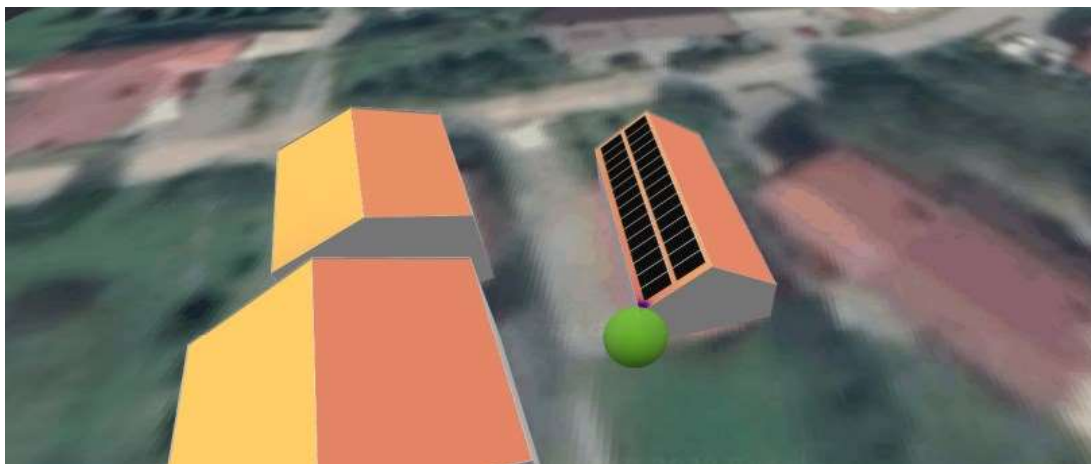
*Slika 6: Solarni paneli JINKO 430N*  
(Vir: JinkoSolar, 2016)

V spodnjih slikah so razvidni še podatki temperaturnih lastnosti uporabljenih panelov Jinko JKM430N ter I-U krivulja (slika 7).



Slika 7: I:U karakteristika ter temperaturne lastnosti uporabljenih panelov  
(Vir: JinkoSolar, 2016)

Moduli so nameščeni na strehi, da je razpoložljiva površina strehe maksimalno izrabljena. Nameščenih bo 26 modulov po celotni površini strehe. Moduli so moči 430 W, kar skupno znaša 11,18 kW. Fotonapetostna elektrarna je nameščena na streho dolžine 14 m in širine 5 m. Streha je enostavna, brez dimnikov, ki bi povzročali senco in posledično zmanjšano delovanje elektrarne. Le nekaj zračnikov bo treba pred montažo odstraniti ter jih zamenjati z novimi strešniki. V bližini je tudi drevo nižje rasti, ki ga bom pred postavitvijo sončne elektrarne odstranil zaradi nepotrebnih izgub. Situacija postavitve sončne elektrarne na terenu je prikazana na sliki 8.



Slika 8: 3D prikaz sončne elektrarne  
(Lastni vir)

### 6.1.2 Razsmernik

Razsmernik je naprava, ki pretvarja enosmerni električni tok, proizveden iz solarnih modulov, v dvosmerni električni tok. Proizvedeno električno energijo lahko oddajamo v omrežje ali pa jo uporabimo za oskrbo lastnih električnih strojev in naprav. Prava izbira kvalitetnega razsmernika (inverterja) je ključna za učinkovito delovanje sončne elektrarne, saj je tudi od njega odvisen izkoristek sončne elektrarne. V primeru napak se razsmerniki samodejno izklopijo iz omrežja in ugasnejo. Sončni modul generira skozi dan in leto različne napetosti toka in moči. Stalne spremembe se dogajajo zaradi geografskih pogojev (dan, noč), različne moči sončnega sevanja, temperature modulov in vpliva okolice (senčenje). Razsmernik je drugi najpomembnejši del sončne elektrarne, predstavlja 7–10 % vrednosti sončne elektrarne po sistemu izgradnje elektrarne na ključ.

Najpomembnejši lastnosti solarnega razsmernika sta zagotovo zanesljivost in učinkovitost. Vsa energija, ki jo proizvedejo fotonapetostni moduli, gre skozi razsmernik. Če je ta slab in je učinkovitost pretvorbe nizka, bo elektrarna imela slab donos glede na izbiro modulov. Drugi razlog za izbiro kvalitetnega razsmernika pa je, da je izmed vseh elementov sončne elektrarne največja verjetnost, da nam odpove ravno razsmernik. Uporabljeni razsmernik za našo sončno elektrarno ima 15-letno garancijo na proizvod, zato bom v nadaljnji ekonomski analizi upošteval tudi zamenjavo razsmernika po 15 letih. Pri izbiri razsmernika pa moramo biti pozorni tudi na to, da deluje sinhrono z omrežjem (frekvenca in oblika signala ...). Vplivi fotonapetostnega sistema na javno elektro omrežje morajo biti čim manjši.

Delovanje razsmernika je popolnoma avtomatizirano. Takoj ko nivo svetlobne energije sončnega sevanja doseže ustrezno jakost, nadzorna enota razsmernika

samodejno aktivira sinhronizacijo z javnim NN električnim omrežjem in prične s pošiljanjem električne energije vanj. Med delovanjem razsmernik neprekinjeno sledi točki na maksimalni moči fotonapetostnega generatorja (MPPT – Maximum Power Point Tracking). Če se nivo svetlobne energije sončnega sevanja oz. moč fotonapetostnega generatorja zniža, se razsmernik samodejno izklopi iz NN omrežja. Kontrolna enota razsmernika se napaja neposredno iz fotonapetostnega generatorja, zato se razsmernik v nočnem času samodejno izklopi in tako tudi ne porablja energije. V primeru nevarnosti pregrevanja razsmernika zaradi polne obremenitve se izhodna moč samodejno zmanjša.

Razsmernik med delovanjem in vzdrževanjem zagotavlja najvišjo možno stopnjo zaščite pred nevarnostmi električnega toka. Opremljen je z elektronskim stikalom, ki zagotavlja varen odklop fotonapetostnega generatorja med normalnim obratovanjem in v primeru motnje. Razsmernik se samodejno izklopi od javnega NN električnega omrežja:

- če je napetost omrežja previsoka/prenizka (napetost NN omrežja mora biti v mejah med 198 VAC in 253 VAC);
- če je frekvenca omrežja previsoka/prenizka (nazivna frekvenca NN omrežja 50 Hz mora biti v mejah med 47,5 Hz in 50,2 Hz);
- če je impedanca NN omrežja večja od dovoljene (pri hitrih spremembah impedance omrežja za več kot 10 hm se razsmernik izklopi v času 5 s; vrednost impedance je nastavljiva).

Uporabljeni razsmernik SolarEdge 17-ER-01 ima nazivno moč 17 kW, EURO izkoristek 97,3–97,6 %, dimenzije so 540 x 315 x 260 mm, teža 33,2 kg, garancija pa 12 let, podaljšana na 25 let (slika 9).



Slika 9: Razsmernik SolarEdge 17 kW  
(Vir: LCR, 2020)

Tip	SolarEdge SE17k
Nominalna moč na DC strani Pdc	17 kW
Maksimalna moč na DC strani Pdcmax	22,95 kW
Maksimalna vhodna napetost Udcmax	900 V
Območje vhodnih napetosti Umpp	750 V
Max. vhodni tok Ipvmax	23 A
Število vhodov (MPPT)	
Število vej na vhod (vh. A/ vh. B)	2
Maksimalna moč na AC strani Pacmax	17 kW
Nazivna moč na AC strani Pac	17 kW
Nazivna izhodna napetost Uac	400 V
Max. izhodni tok Iac	26 A
Nazivna frekvenca fac	50 Hz
Največji izkoristek	98,0 %
EURO izkoristek	97,7 %
Dimenzije (v x š x g)	540 x 315 x 260 mm
Teža	33,2 kg
Temperaturno območje	od -20 °C do +60 °C
Topologija	Brez transformatorja
Komunikacija	RS 485
Število faz	3
Ohišje	IP65
Hlajenje	aktivno

*Tabela 2: Tehnični podatki razsmernika SolarEdge 17kW  
(Lastni vir)*

### 6.1.3 Optimizatorji

Optimizatorji moči so naprave, ki optimizirajo delovanje fotonapetostnih sistemov in povečajo izkoristek energije iz fotonapetostnih modulov. To dosežejo s stalnim sledenjem najvišje točke moči (MPPT) za vsak posamezen PV modul. Ta tehnologija omogoča največjo učinkovitost izkoriščanja strešnih površin, saj lahko v istem nizu povežemo PV module z različnimi orientacijami, nakloni, različnimi tipi in močmi ter celo delno senčene PV module.

Poleg tega so optimizatorji skladni s standardom SafeDC™, ki zagotavlja varnost in preprečuje potencialne nevarnosti. Na primer, samodejno izklopijo enosmerno napetost na PV modulih v primeru izpada ali izklopa električnega omrežja, izklopa sončne elektrarne iz nizkonapetostnega omrežja, ob izklopu stikala za enosmerno napetost na razsmerniku, pri zaznavi povečane temperature v posameznih optimizatorjih ali ob zaznavi zmanjšane izolacijske upornosti ali obloka v električnem

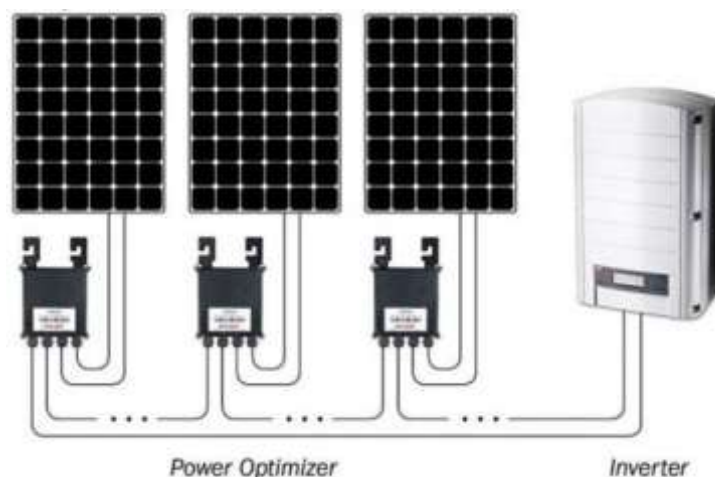
tokokrogu. Avtomatska izključitev enosmerne napetosti omogoča večjo varnost inštalaterjem in gasilcem ter preprečuje morebitne nevarne situacije.

Tip	SolarEdge P801
Nominalna moč na Dc strani Pdc	0,8 kW
Maksimalna vhodna napetost na Dc strani Udc	125 Vdc
MPPT delovno območje Udc	12,5–105 Vdc
Max. vhodni tok Isc	11,75 Adc
Max. izkoristek	99,5
Prenapetostna kategorija	II
Max. izhodni tok	15 Adc
Max. izhodna napetost	85 Vdc
Dimenzije (š x d x v)	129 x 153 x 49,5 mm
Teža	933 g
Konektorji	MC4
Ohišje	IP68
Temperaturno območje	od –40 °C do +85 °C

*Tabela 3: Tehnični podatki optimizatorja SolarEdge P801  
(Lastni vir)*



*Slika 10: Optimizator SolarEdge P801  
(Vir: SolarEdge, b.d.)*

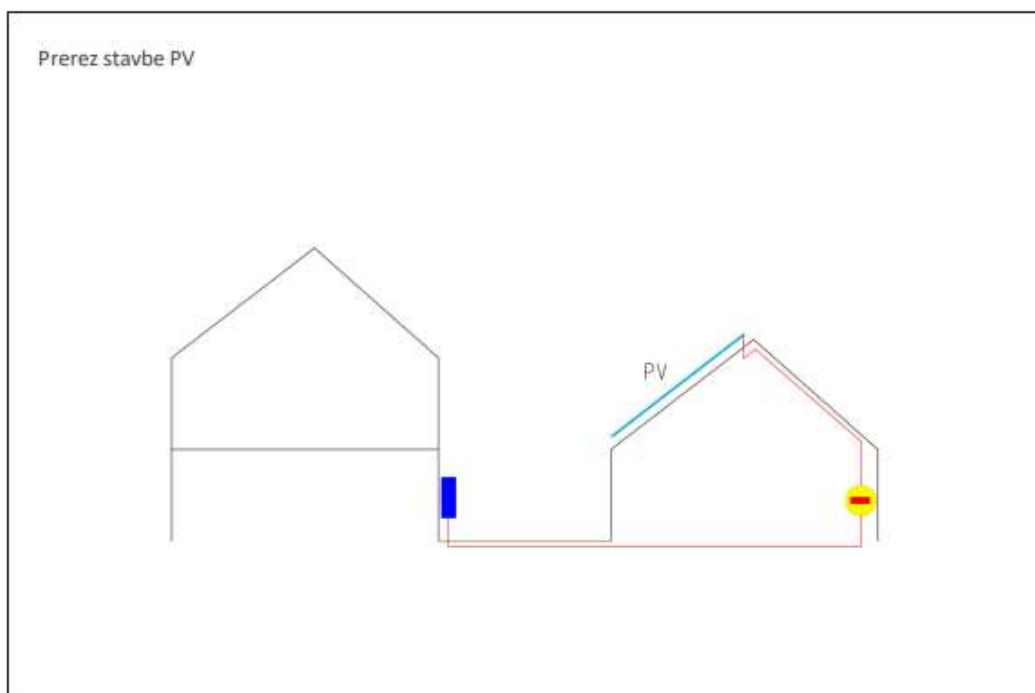


Slika 11: Paralelna vezava 1 : 1 optimizatorjev s sončnimi paneli  
(Vir: Chanky Puppy Farm, 2014)

#### 6.1.4 Stikalni blok SB DC/AC

Stikalni blok SB-DC/AC služi za zaščito DC in AC povezav med moduli, razsmernikom in elektro energetskega omrežja ter zaščito pred električnimi razpokami. V stikalnem bloku sta na DC strani vgrajena dvopolna VLC varovalčna ločilnica z varovalčnim vložkom za vsako vejo (string) posebej in prenapetostna zaščita za fotovoltaične sisteme kategorije 2 (Type 2) oziroma kategorije 1 (Type 1) v primeru izvedenega strelovoda. Na AC strani sta vgrajena 3-polni instalacijski odklopnik in prenapetostna zaščita za TN-S ozemljitveni sistem.





Slika 12: IDP in prerez stavbe s PV  
(Lastni vir)

Napeljava sončne elektrarne 	<b>Streha</b> 
Fotonapetostni modul 	
PMO 	<b>Razsmernik in AC/DC omarica</b> 
Razsmernik 	
AC/DC omarica 	
Hišni razdelilec 	

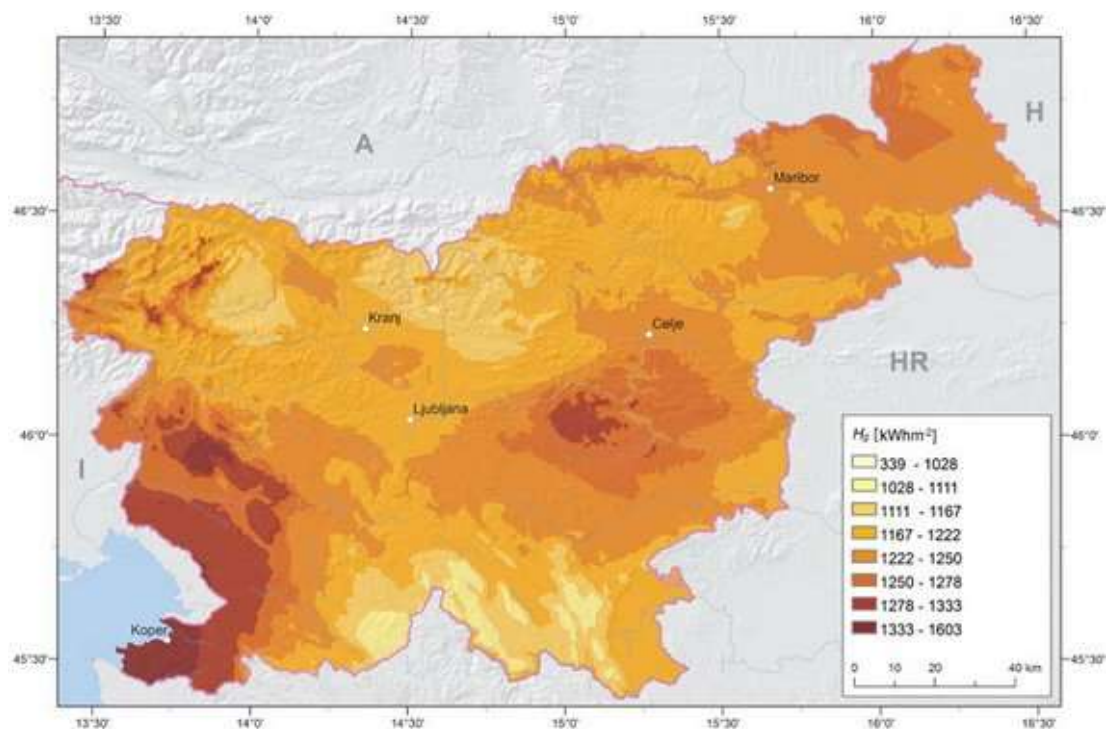
Slika 13: Legenda in slikovni prikaz objekta  
(Lastni vir)

## 7 ANALIZA IN SIMULACIJA PROIZVODNJE IZKORISTKA SONČNE ELEKTRARNE MSE BAŠA

### 7.1 OBSEVANOST POVRŠJA

Količina sončnega obsevanja, ki doseže zemljo, je odvisna od sončeve aktivnosti, geografske širine, vremena, nadmorske višine ter reliefa terena. Sončno obsevanje, ki doseže zemeljsko površje, je lahko direktno ali difuzno. Difuzno obsevanje pridobi na pomenu v oblačnem vremenu, ko ni direktnega sončnega obsevanja elektrarne. Kljub temu je v oblačnem vremenu fotonapetostni sistem sposoben proizvajati energijo.

Gostota moči sončnega sevanja se stalno spreminja glede na čas dneva, vremenske razmere in letni čas. Merimo jo v vatih na kvadratni meter ( $W/m^2$ ). Energijo sevanja, tj. moč preko določene časovne periode, imenujemo obsevanje in jo podajamo v vatnih urah na kvadratni meter ( $Wh/m^2$ ).



Slika 14: Povprečno letno sončno obsevanje v Sloveniji.

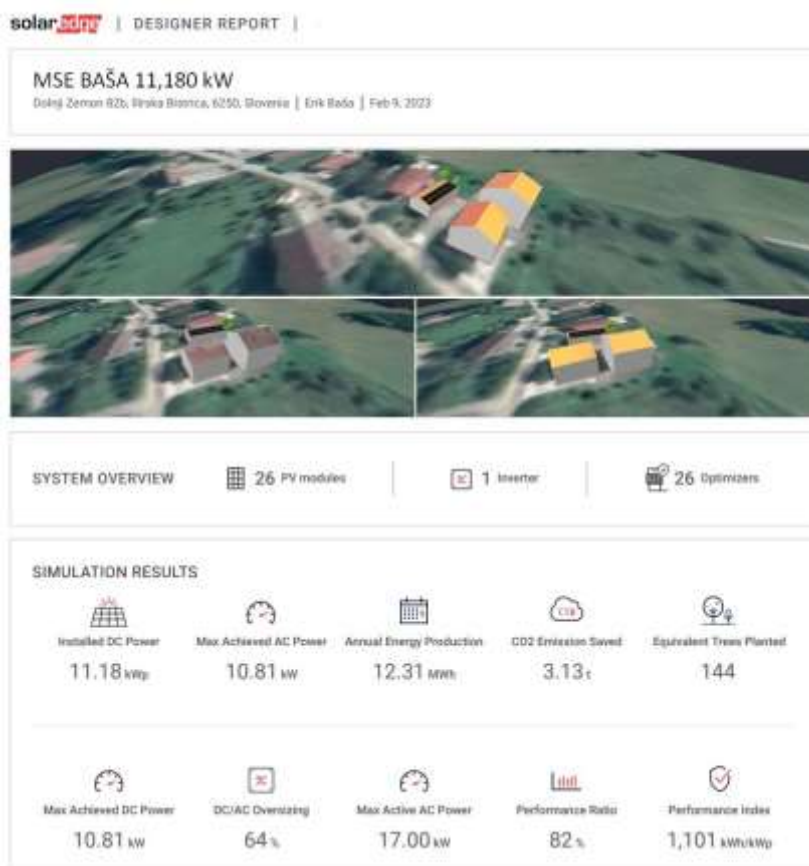
(Vir: Kastelec et al., 2007)

V osrednji Sloveniji je količina vpadne sončne energije v mesecih med novembrom in januarjem približno petkrat manjša kot med poletjem. V državah ob ekvatorju pa je mesečno obsevanje bolj enakomerno. V sončnih področjih, kot je na primer Sahara,

je na razpolago kar dvakrat več energije kot v osrednji Evropi. Povprečno letno obsevanje na horizontalno površino v Sloveniji znaša 1250 kWh/m<sup>2</sup> (Slovenski portal za fotovoltaiiko, 2023).

## 7.2 SIMULACIJA IN ANALIZA PROIZVEDENE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA LASTNEM PRIMERU

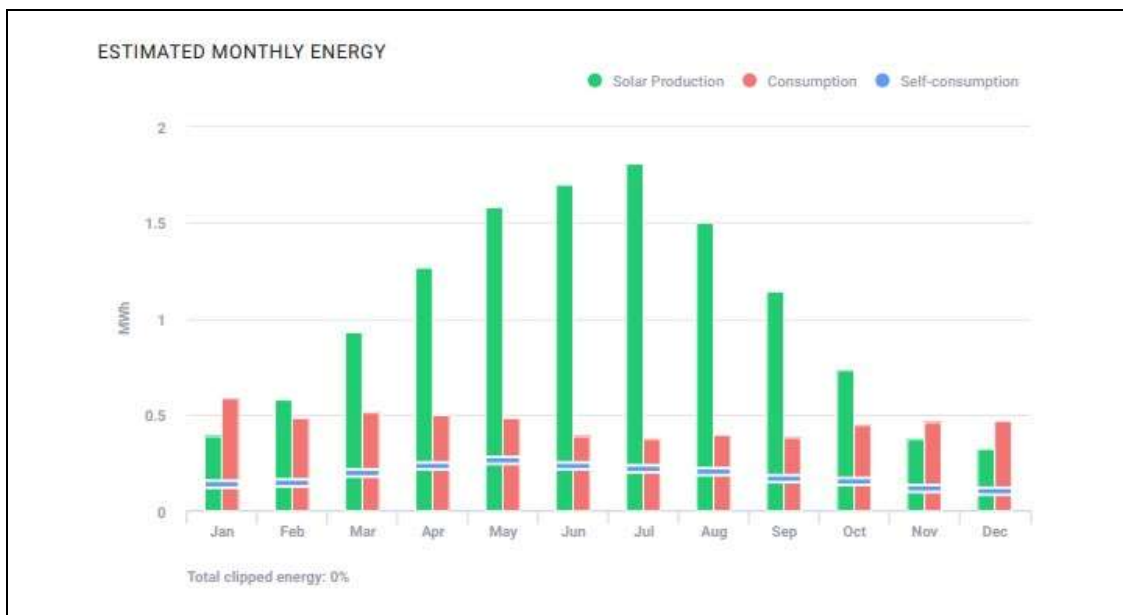
Bistvenega pomena pri odločitvi za lastno sončno elektrarno je bilo vprašanje, koliko električne energije bo proizvedla sončna elektrarna, nameščena na garažnem objektu ob stanovanjski hiši. Točne proizvodnje ne moremo izračunati vnaprej, saj je to odvisno od različnih dejavnikov (vremenski pogoji skozi leto, sneg na panelih ...). Za simulacijo bom uporabil programsko opremo **SolarEdge Designer** za simulacijo mesečne in letne proizvodnje električne energije. Simulacija zajema dani objekt z elektrarno ter lego objekta z njegovo zemljepisno širino in dolžino. Prav tako so vneseni geometrijski podatki okoliških objektov, ki lahko senčijo objekt, drevesa in druge ovire, za katere predvidevamo, da so prepreka oziroma senčenje glede na postavitev sončnih modulov, ki so glavni del sončne elektrarne.



Slika 15: Vneseni podatki za simulacijo  
(Lastni vir)

Month	Solar Production (kWh)	Consumption (kWh)	Self-consumption (kWh)
Jan	387	584	138
Feb	578	483	144
Mar	931	511	195
Apr	1,265	501	233
May	1,582	481	261
Jun	1,702	385	232
Jul	1,810	375	222
Aug	1,501	392	205
Sep	1,146	384	169
Oct	732	446	156
Nov	373	464	119
Dec	320	466	106

Slika 16: Predvidena mesečna poraba in proizvodnja sončne elektrarne MSE Baša (Lastni vir)



Slika 17: Mesečni grafični prikaz porabe ter proizvodnje (Lastni vir)



Slika 18: Razmerje med proizvedeno in porabljeno električno energijo  
(Lastni vir)

## 8 EKONOMSKA UPRAVIČENOST SONČNE ELEKTRARNE

Naložba v sončno elektrarno je zagotovo velik zalogaj za vsakega investitorja. Investicija ne znaša nekaj sto evrov, ampak več deset tisoč evrov. Seveda je odvisno od tega, kako veliko elektrarno želi investitor imeti. Res pa je, da z večanjem nazivne moči elektrarne fiksni stroški (razsmerniki, razna dovoljenja elektro distributerjev ipd.) padajo. Sončna energija je naravna danost, ki dolgoročno predstavlja velik potencial za proizvodnjo električne energije. Fotovoltaika je proces pretvorbe sončne energije neposredno v električno energijo. Proces pretvorbe je čist in zanesljiv, saj potrebuje le svetlobo kot edini vir energije (Borzen, d. o. o., in Sodo, d. o. o., 2011).

**gen-isonce**

GEN-ISONCE, energetske storitve, o.o.  
 Družinska cesta 116, SI-1000 Ljubljana, Slovenija  
 T: +386 1 58 96 090; F: +386 1 58 96 429  
 E: kontakt@gen-isonce.si; www.gen-isonce.si

**Predračun za izgradnjo naprave za samooskrbo**

ERIK BAŠA  
 DOLNI ZEMON 82I  
 6250 ILIRSKA BISTRICA  
 SLOVENIJA

Predračun številka: 2022100778  
 Ponudba: OPP-042514  
 Datum: Ljubljana, 25.10.2022  
 Veljavnost predračuna: 14 dni

Zap. št.	Opis zaračunane storitve ali blaga	Količina	Cena brez DDV [EUR]	Popust [%]	Znesek popusta brez DDV [EUR]
1.	ART M5E - TIP O, moč 11 kW 7LET	1	14.863,79		
2.	TP-LINK TL - WABSORE	1	16,00		-15,00
3.	SOLAREEDGE Antenna kit for WiFi	1	26,00	96,15%	-25,00
<b>SKUPAJ POPUSTI</b>					<b>-40,00 EUR</b>
DDV	9,5%	od osnove	14.865,79 EUR		1.412,25 EUR
<b>ZNESEK SKUPAJ Z DDV</b>					<b>16.278,04 EUR</b>

Slika 19: Predračun naprave za samooskrbo  
 (Lastni vir)

## 8.1 SREDSTVA

Celotno investicijo v sončno elektrarno bom poravnal z lastnimi finančnimi sredstvi ter s povračilom nepovratnih finančnih spodbud iz Eko sklada. V letu 2023 je namreč predvidena nepovratna finančna spodbuda za vse nove naložbe, ki proizvajajo električno energijo z izrabo sončne energije. Višina spodbude je 50 € za vsak inštaliran kW sončne elektrarne. V našem primeru torej 550 €.

## 8.2 PREDVIDENI PRIHODKI

Nazivna moč naše elektrarne MFE Z je 11,18 kW, po simulaciji, opravljeni s SolarEdge designer, bi s sončnim obsevanjem v letu proizvedla okrog 12,31 MWh. Če vzamemo ceno elektrike (z upoštevanim 22-odstotnim davkom) 0,119 €/kWh, je letni donos elektrarne 1.463,70 €.

### Izračun prihodkov:

**Pričakovan celoten prihodek (CP)** v določenem obdobju pri določenem obsegu proizvodnje se izračuna na osnovi formule:

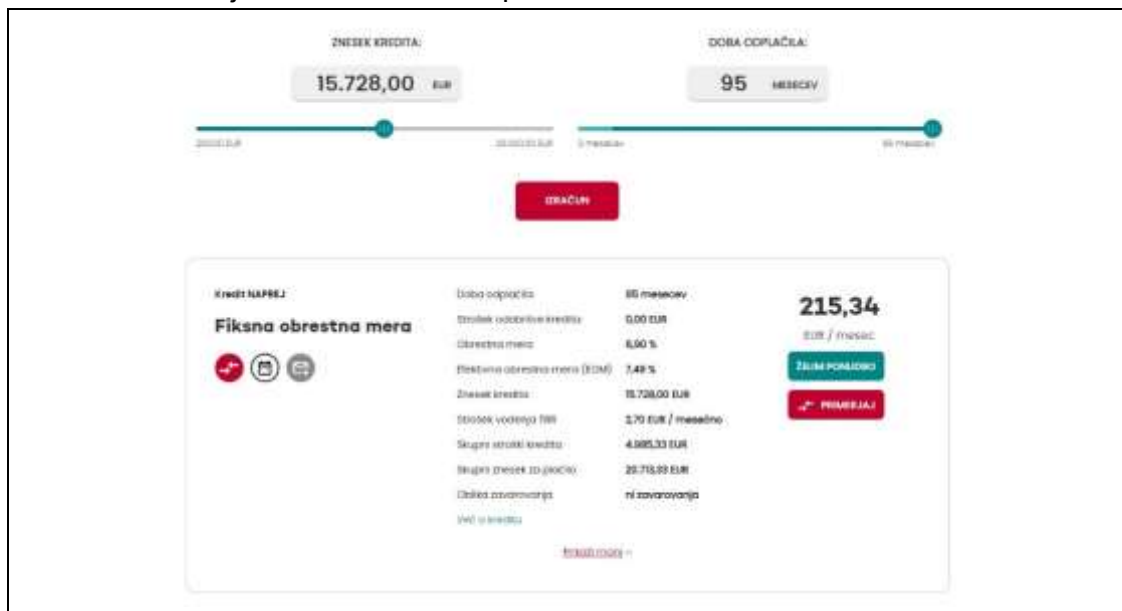
$$CP = Q * pc$$

kjer so: CP – celoten prihodek  
 Q – proizvodnja  
 pc – prodajna cena

V celotni življenjski dobi sončne elektrarne (30 let) je predvidenih 21.791,35 € čistega dobička, če upoštevamo, da je vrednost investicije 15.728 €. Prav tako sem v izračunu upošteval vsakoletni padec izkoristka za 0,4 %, kakor je navedeno v tehničnih podatkih solarnih panelov, ter dodatnih 2.300 € za zamenjavo razsmernika po 15 letih.

### 8.3 INFORMATIVNI IZRAČUN KREDITA

Pripravil sem tudi informativni izračun kredita za financiranje sončne elektrarne. Znesek investicije 15.728 € z dobo izplačila 95 mesecev.



Slika 20: Informativni izračun kredita  
 (Vir: Nova KBM, b.d.)

### 8.4 AMORTIZACIJA

Amortizacija predstavlja strošek, ki nastaja zaradi prenašanja nabavne vrednosti amortiziranega sredstva na učinke poslovanja.

Izračun stopnje amortizacije

$$STA = \frac{100\%}{ZA} = \frac{100}{30} = 3,33\%$$

STA – stopnja amortizacije



ZA – predvidena življenjska doba sončne elektrarne je 30 let

### Letni znesek amortizacije

Strošek amortizacije na leto se izračuna tako, da nabavno vrednost naložbe porazdelimo na nazivno življenjsko dobo investicije.

$$Am = \frac{Nv}{Pp} = \frac{16278}{30} = 542,60 \text{ €}$$

Letni znesek amortizacije s sofinanciranjem Eko sklada:

$$Am = \frac{Nv}{Pp} = \frac{15728}{30} = 524,27 \text{ €}$$

Po izračunih je vidno, da letna amortizacija sončne elektrarne znaša 524,27 €.

Am – amortizacija

Nv – nabavna vrednost naložbe

Pp – pričakovana življenjska doba

## 9 FINANČNA OCENA UČINKOV NALOŽBE V SONČNO ELEKTRARNO

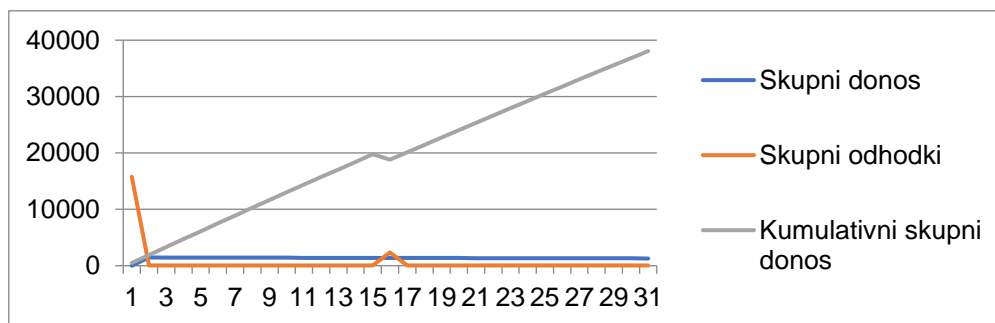
Skupni denarni tok zajema vse prihodke in odhodke, torej tudi lastna in tuja sredstva ter naložbe, ki se pojavljajo v življenjski dobi projekta, to je v dobi izgradnje in eksploatacije. Kadar je vsota prilivov in odlivov pozitivna oziroma v času gradnje enaka nič, govorimo o likvidnosti projekta.

### 9.1 SKUPNI DENARNI TOKOVI

1.	Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Leto		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
1.	<b>SKUPNI DONOS</b>	<b>29240,7</b>	<b>16278</b>	<b>1463,7</b>	<b>1457,85</b>	<b>1452</b>	<b>1446,15</b>	<b>1440,3</b>	<b>1434,45</b>	<b>1428,6</b>	<b>1422,75</b>	<b>1416,9</b>
1.	Skupni prihodek iz samooskrbe	12962,7		1463,7	1457,85	1452	1446,15	1440,3	1434,45	1428,6	1422,75	1416,9
2.	Subvencija Eko sklada	550	550									
2.1.	Lastna sredstva	15728	15728									
2.2.	Kredit	0										
3.	Ostale vrednosti projekta	0										
3.1.	Ostale vrednosti osnovnih sredstev	0										

3.2.	Ostale vrednosti obratnih sredstev	0										
I.	<b>SKUPNI ODHODKI</b>	<b>16227</b>	<b>15777,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>
4.	Naložba v osnovna sredstva	15728	15728									
5.	Naložba v obratna sredstva	0										
6.	Letni stroški vzdrževanja	0										
8.	Anuitete	0										
9.	Dogovorjene obveznosti – zavarovanje	499	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
10.	Zakonske obveznosti, davek na dobiček	0										
III.	<b>NETO SKUPNI DONOS</b>		500,1	1413,8	1407,95	1402,1	1396,25	1390,4	1384,55	1378,7	1372,85	1367
IV.	<b>KUMULATIVNI SKUPNI DONOS</b>		500,1	1913,9	3321,85	4723,95	6120,2	7510,6	8895,15	10273,85	11646,7	13013,7

Tabela 4: Prihodki od leta 0 do 9  
(Lastni vir)



Slika 21: Graf skupnega denarnega toka in graf likvidnosti  
(Lastni vir)

1.	Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Leto		2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
I.	<b>SKUPNI DONOS</b>	13847,25	1411,05	1405,20	1399,35	1393,5	1387,65	1381,8	1375,95	1370,1	1364,25	1358,40
1.	Skupni prihodek iz samooskrbe	13847,25	1411,05	1405,20	1399,35	1393,5	1387,65	1381,8	1375,95	1370,1	1364,25	1358,40
2.	Subvencija Eko sklada	0	550									
2.1	Lastna sredstva	0	15728									
2.2	Kredit	0										
3.	Ostale vrednosti projekta	0										

3.1	Ostale vrednosti osnovnih sredstev	0										
3.2	Ostale vrednosti obratnih sredstev	0										
I.	<b>SKUPNI ODHODKI</b>	<b>2799,00</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>2349,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>
4.	Naložba v osnovna sredstva	2300						2300				
5.	Naložba v obratna sredstva	0										
6.	Letni stroški vzdrževanja	0										
8.	Anuitete	0										
9.	Dogovorjene obveznosti – zavarovanje	499	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
10.	Zakonske obveznosti, davek na dobiček	0										
III.	NETO SKUPNI DONOS		1361,15	1355,3	1349,45	1343,6	1337,75	-968,1	1326,05	1320,2	1314,35	1308,50
IV.	KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		14374,85	15730,15	17079,6	18423,2	19760,95	18792,85	20118,9	21439,1	22753,45	24061,95

Tabela 5: Prihodki od leta 10 do 19  
(Lastni vir)

1. Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Leto		2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053
I. SKUPNI DONOS	13262,25	1352,55	1346,7	1340,85	1335	1329,15	1323,3	1317,45	1311,6	1305,75	1299,9	1294,05
1. Skupni prihodek iz samooskrbe	13262,25	1352,55	1346,7	1340,85	1335	1329,15	1323,3	1317,45	1311,6	1305,75	1299,9	1294,05
2. Subvencija Eko sklada	0											
2. Lastna sredstva	0											
2. Kredit	0											
3. Ostale vrednosti projekta	0											
3. Ostale vrednosti osnovnih sredstev	0											
3. Ostale vrednosti obratnih sredstev	0											
I. SKUPNI ODHODKI	499	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
4. Naložba v osnovna sredstva	0											
5. Naložba v obratna sredstva	0											
6. Letni stroški vzdrževanja	0											
8. Anuitete	0											
9. Dogovorjene obveznosti – zavarovanje	499	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
10. Zakonske obveznosti, davek na dobiček	0											
III. NETO SKUPNI DONOS		1302,65	1296,8	1290,95	1285,1	1279,25	1273,4	1267,55	1261,7	1255,85	1250	1244,15
IV. KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		25358,75	26655,55	27946,50	29231,60	30510,85	31784,25	33051,80	34313,50	35569,35	36819,35	38063,50

Tabela 6: Prihodki od leta 20 do 30  
(Lastni vir)

## 9.2 REALNI DENARNI TOKOVI

Realni denarni tok so vsi donosi in odhodki s stališča vlagatelja v življenjski dobi projekta.

1.	Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Leto		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
I.	<b>SKUPNI DONOS</b>	12962,7	0	1463,7	1457,85	1452	1446,15	1440,3	1434,45	1428,6	1422,75	1416,9
1.	Skupni prihodek iz samooskrbe	12962,7		1463,7	1457,85	1452	1446,15	1440,3	1434,45	1428,6	1422,75	1416,9
2.	Ostale vrednosti projekta	0										
2.1.	Ostale vrednosti osnovnih sredstev	0										
2.2.	Ostale vrednosti obratnih sredstev	0										
I.	<b>SKUPNI ODHODKI</b>	16227	15777,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
3.	Naložba v osnovna sredstva	15728	15728									
4.	Naložba v obratna sredstva	0										
5.	Letni stroški vzdrževanja	0										
6.	Anuitete	0										
7.	Dogovorjene obveznosti – zavarovanje	499	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
8.	Zakonske obveznosti, davke na dobiček	0										
III.	<b>NETO SKUPNI DONOS</b>		- 15777,9	1413,8	1407,95	1402,1	1396,25	1390,4	1384,55	1378,7	1372,85	1367
IV.	<b>KUMULATIVNI SKUPNI DONOS</b>		- 15777,9	- 14364,1	- 12956,2	- 11554,1	- 10157,8	- 8767,4	- 7382,55	- 6004,15	- 4631,3	- 3264,3

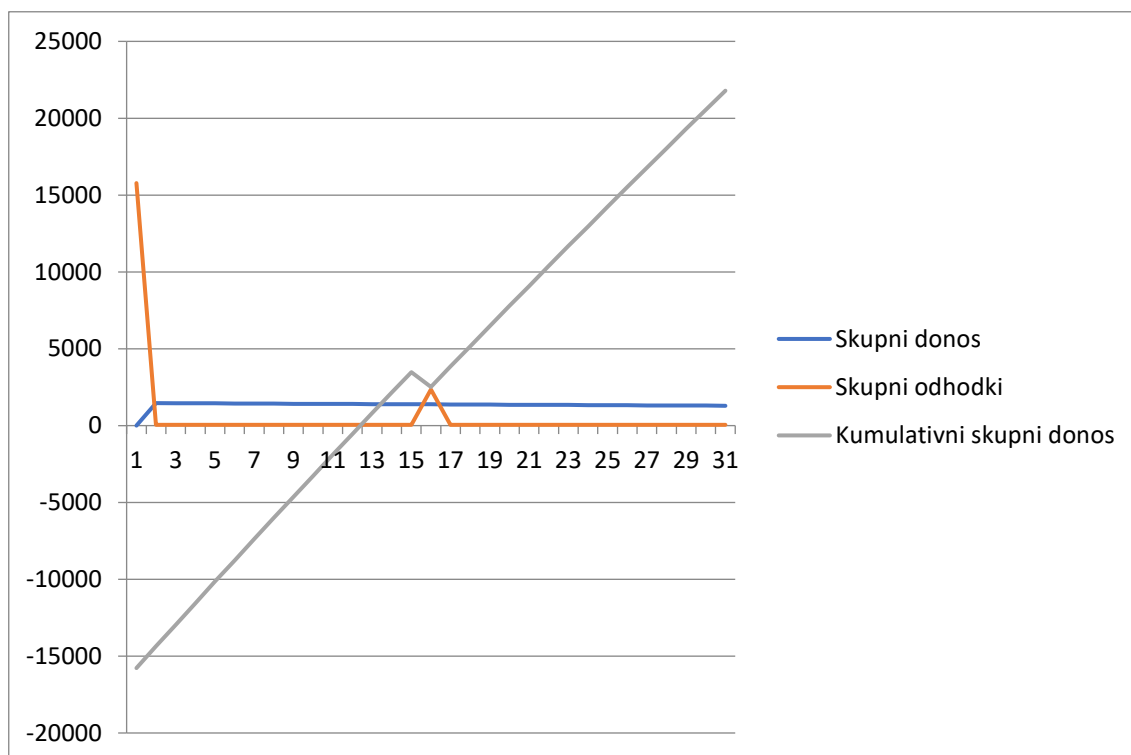
Tabela 7: Prihodki od leta 0 do 9  
(Lastni vir)

1.	St an je	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Let o		2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
I.	<b>SKUPNI DONOS</b>	13847,25	1411,05	1405,20	1399,35	1393,5	1387,65	1381,8	1375,95	1370,1	1364,25	1358,40
1.	Skupni prihodek iz samooskrbe	13847,25	1411,05	1405,20	1399,35	1393,5	1387,65	1381,8	1375,95	1370,1	1364,25	1358,40
2.	Ostale vrednosti projekta	0										
2.1.	Ostale vrednosti osnovnih sredstev	0										
2.2.	Ostale vrednosti obratnih sredstev	0										
I.	<b>SKUPNI ODHODKI</b>	<b>2799,00</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>2349,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>	<b>49,9</b>
3.	Naložba v osnovna sredstva	1369,90						2300				
4.	Naložba v obratna sredstva	0										
5.	Letni stroški vzdrževanja	0										
6.	Anuitete	0										
7.	Dogovorjene obveznosti – zavarovanje	499	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
8.	Zakonske obveznosti, davki na dobiček	0										
III.	<b>NETO SKUPNI DONOS</b>		1361,15	1355,3	1349,45	1343,6	1337,75	-968,1	1326,05	1320,2	1314,35	1308,50
IV.	<b>KUMULATIVNI SKUPNI DONOS</b>		-1903,15	-547,85	801,6	2145,2	3482,95	2514,85	3840,9	5161,1	6475,45	7783,95

Tabela 8: Prihodki od leta 10 do 19  
(Lastni vir)

1. Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Leto		2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053
I. SKUPNI DONOS	13262,25	1352,55	1346,7	1340,85	1335	1329,15	1323,3	1317,45	1311,6	1305,75	1299,9	1294,05
1. Skupni prihodek iz samooskrbe	13262,25	1352,55	1346,7	1340,85	1335	1329,15	1323,3	1317,45	1311,6	1305,75	1299,9	1294,05
3. Ostale vrednosti projekta	0											
2. Ostale vrednosti osnovnih sredstev	0											
2. Ostale vrednosti obratnih sredstev	0											
I. SKUPNI ODHODKI	499	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
3. Naložba v osnovna sredstva	0											
4. Naložba v obratna sredstva	0											
5. Letni stroški vzdrževanja	0											
6. Anuitete	0											
7. Dogovorjene obveznosti – zavarovanje	499	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
8. Zakonske obveznosti, davek na dobiček	0											
III NETO SKUPNI DONOS		1302,65	1296,8	1290,95	1285,1	1279,25	1273,4	1267,55	1261,7	1255,85	1250	1244,15
IV KUMULATIVNI SKUPNI DONOS		9086,6	10383,40	11674,35	12959,45	14238,70	15512,10	16779,65	18041,35	19297,20	20547,20	21791,35

Tabela 9: Prihodki od leta 20 do 30  
(Lastni vir)



Slika 22: Realni denarni tok  
(Lastni vir)



### 9.3 METODA SEDANJE VREDNOSTI NALOŽBE

Preden se posameznik odloči za nek investicijski projekt, v našem primeru za investicijo v sončno elektrarno, mora presoditi, ali bo ta projekt prispeval k njegovi ekonomski moči in ali je njegova realizacija sploh upravičena. Za to uporabljamo posebne metode.

Časovna obdobja - i	Leto	Skupaj donosi Sd	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja $r = 4,5\%$ $(1 + r)^i$	Diskontni faktor $r = 4,5\%$ $1/(1 + r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r = 4,5\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r = 4,5\%$
0	2023		15.777,9	1	1	0	15.777,9
1	2024	1.463,70	49,9	1,05	0,96	1.395,07	47,75
2	2025	1.457,85	49,9	1,09	0,92	1.329,64	45,69
3	2026	1.452,00	49,9	1,14	0,88	1.267,26	43,73
4	2027	1.446,15	49,9	1,19	0,84	1.207,78	41,84
5	2028	1.440,30	49,9	1,25	0,80	1.151,08	40,04
6	2029	1.434,45	49,9	1,30	0,77	1.097,02	38,32
7	2030	1.428,60	49,9	1,36	0,73	1.045,48	36,67
8	2031	1.422,75	49,9	1,42	0,70	996,34	35,09
9	2032	1.416,90	49,9	1,49	0,67	949,50	33,58
10	2033	1.411,05	49,9	1,55	0,64	904,85	32,13
11	2034	1.405,20	49,9	1,62	0,62	862,28	30,75
12	2035	1.399,35	49,9	1,70	0,59	821,70	29,42
13	2036	1.393,50	49,9	1,77	0,56	783,01	28,16
14	2037	1.387,65	49,9	1,85	0,54	746,13	26,94
15	2038	1.381,80	2.349,9	1,94	0,52	710,98	1.214,24
16	2039	1.375,95	49,9	2,02	0,49	677,42	24,67
17	2040	1.370,00	49,9	2,11	0,47	645,53	23,61
18	2041	1.364,25	49,9	2,21	0,45	615,08	22,59
19	2042	1.358,40	49,9	2,31	0,43	586,06	21,62
20	2043	1.352,55	49,9	2,41	0,41	558,40	20,69
21	2044	1.346,70	49,9	2,52	0,40	532,03	19,80
22	2045	1.340,85	49,9	2,63	0,38	506,90	18,95
23	2046	1.335,00	49,9	2,75	0,36	482,95	18,13
24	2047	1.329,15	49,9	2,88	0,35	460,12	17,35
25	2048	1.323,30	49,9	3,01	0,33	440,30	16,60
26	2049	1.317,45	49,9	3,14	0,32	419,48	15,89
27	2050	1.311,60	49,9	3,28	0,30	399,63	15,20

28	2051	1.305,75	49,9	3,43	0,29	380,72	14,55
29	2052	1.299,90	49,9	3,58	0,28	362,69	13,92
30	2053	1.294,05	49,9	3,75	0,27	345,51	13,32
Skupaj		<b>41.366,15</b>	<b>19.574,90</b>			<b>22.765,74</b>	<b>17.779,17</b>
<b>SV</b>		<b>Sd-So=</b>	<b>21.791,35</b>			<b>NSDp=Sd-So=</b>	<b>4.986,57</b>

*Tabela 10: Sedanja vrednost naložbe  
(Lastni vir)*

Neto sedanja vrednost (NSV) nam predstavlja razliko med sedanjimi prejemki, ki so posledica investicije, in sedanjimi izdatki, ki jih je investicija povzročila. Merilo neto sedanje vrednosti predpostavlja, da je neto denarne tokove, ki jih prinaša investicija, mogoče reinvestirati po stopnji donosa, ki je enaka diskontni obrestni meri, uporabljeni pri diskontiranju (Papler, 2023).

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n=30} (Sd - So) * \frac{1}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^{i=n=30} Sd * \frac{1}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^{i=n=30} So * \frac{1}{(1+r)^i}$$

$$SV = 22.765,74 - 17.779,17 = 4.986,57 \text{ €} > 0$$

Investicijski projekt je sprejemljiv, saj je sedanja vrednost večja od 0.

SV – sedanja vrednost projekta

Sd – skupni donos projekta

So – skupni odhodki projekta

r – diskontna stopnja

n – število obdobj v življenjski dobi projekta

i – tekoči indeks časovnih obdobj

## 9.4 INTERNA DISKONTNA STOPNJA

Pri kazalniku interne stopnje donosnosti (IDS) se izenačijo vsi prihodki in odhodki projekta v času življenjske dobe oz. se neto sedanja vrednost projekta izenači z nič. Matematično gledano, iščemo tisto diskontno stopnjo (r), pri kateri neto sedanja vrednost projekta zavzame vrednost 0.

$$\underline{r = 7,1 (1,071)}$$

Časovna obdobja - i	Leto	Skupaj donosi Sd	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja $(1 + r) i$	Diskontni faktor $1/(1 + r) i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju
0	2023		15.777,90	1	1	0	15.777,90
1	2024	1.463,70	49,9	1,07	0,93	1.366,67	46,59
2	2025	1.457,85	49,9	1,15	0,87	1.270,97	43,50
3	2026	1.452,00	49,9	1,23	0,81	1.181,95	40,62
4	2027	1.446,15	49,9	1,32	0,76	1.099,15	37,93
5	2028	1.440,30	49,9	1,41	0,71	1.022,13	35,41
6	2029	1.434,45	49,9	1,51	0,66	950,49	33,06
7	2030	1.428,60	49,9	1,62	0,62	883,86	30,87
8	2031	1.422,75	49,9	1,73	0,58	821,89	28,83
9	2032	1.416,90	49,9	1,85	0,54	764,25	26,92
10	2033	1.411,05	49,9	1,99	0,50	710,64	25,13
11	2034	1.405,20	49,9	2,13	0,47	660,78	23,46
12	2035	1.399,35	49,9	2,28	0,44	614,40	21,91
13	2036	1.393,50	49,9	2,44	0,41	571,27	20,46
14	2037	1.387,65	49,9	2,61	0,38	531,16	19,10
15	2038	1.381,80	2.349,9	2,80	0,36	493,86	839,86
16	2039	1.375,95	49,9	3,00	0,33	459,17	16,65
17	2040	1.370,00	49,9	3,21	0,31	426,87	15,55
18	2041	1.364,25	49,9	3,44	0,29	396,90	14,52
19	2042	1.358,40	49,9	3,68	0,27	369,00	13,56
20	2043	1.352,55	49,9	3,94	0,25	343,06	12,66
21	2044	1.346,70	49,9	4,22	0,24	318,93	11,82
22	2045	1.340,85	49,9	4,52	0,22	296,49	11,03
23	2046	1.335,00	49,9	4,84	0,21	275,63	10,30
24	2047	1.329,15	49,9	5,19	0,19	256,23	9,62
25	2048	1.323,30	49,9	5,56	0,18	238,19	8,98
26	2049	1.317,45	49,9	5,95	0,17	221,42	8,39
27	2050	1.311,60	49,9	6,37	0,16	205,82	7,83
28	2051	1.305,75	49,9	6,83	0,15	191,32	7,31
29	2052	1.299,90	49,9	7,31	0,14	177,83	6,83
30	2053	1.294,05	49,9	7,83	0,13	165,30	6,37
Skupaj		<b>41.366,15</b>	<b>19.574,90</b>			<b>17.285,60</b>	<b>17.212,97</b>
<b>SV</b>		<b>Sd-So=</b>	<b>21.791,25</b>			<b>NSDp=Sd-So=</b>	<b>72,63</b>

Tabela 11: Interna stopnja donosnosti

(Lastni vir)

$$r = 7,2 (1,072)$$

Časovna obdobja - i	Leto	Skupaj donosi Sd	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja $(1 + r)^i$	Diskontni faktor $1/(1 + r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju
0	2023		15.777,90	1	1	0	15.777,90
1	2024	1.463,70	49,9	1,07	0,93	1.365,39	46,55
2	2025	1.457,85	49,9	1,15	0,87	1.268,60	43,42
3	2026	1.452,00	49,9	1,23	0,81	1.178,64	40,51
4	2027	1.446,15	49,9	1,32	0,76	1.095,05	37,79
5	2028	1.440,30	49,9	1,42	0,71	1.017,37	35,25
6	2029	1.434,45	49,9	1,52	0,66	945,18	32,88
7	2030	1.428,60	49,9	1,63	0,61	878,11	30,67
8	2031	1.422,75	49,9	1,74	0,57	815,77	28,61
9	2032	1.416,90	49,9	1,87	0,53	757,86	26,69
10	2033	1.411,05	49,9	2,00	0,50	704,04	24,90
11	2034	1.405,20	49,9	2,15	0,47	654,03	23,23
12	2035	1.399,35	49,9	2,30	0,43	607,56	21,67
13	2036	1.393,50	49,9	2,47	0,41	564,38	20,21
14	2037	1.387,65	49,9	2,65	0,38	524,27	18,85
15	2038	1.381,80	2.349,9	2,84	0,35	486,99	828,19
16	2039	1.375,95	49,9	3,04	0,33	452,36	16,41
17	2040	1.370,00	49,9	3,26	0,31	420,15	15,30
18	2041	1.364,25	49,9	3,50	0,29	390,29	14,28
19	2042	1.358,40	49,9	3,75	0,27	362,52	13,32
20	2043	1.352,55	49,9	4,02	0,25	336,71	12,42
21	2044	1.346,70	49,9	4,31	0,23	312,74	11,59
22	2045	1.340,85	49,9	4,62	0,22	290,47	10,81
23	2046	1.335,00	49,9	4,95	0,20	269,77	10,08
24	2047	1.329,15	49,9	5,30	0,19	250,55	9,41
25	2048	1.323,30	49,9	5,69	0,18	232,70	8,77
26	2049	1.317,45	49,9	6,10	0,16	216,11	8,19
27	2050	1.311,60	49,9	6,54	0,15	200,70	7,64
28	2051	1.305,75	49,9	7,01	0,14	186,38	7,12
29	2052	1.299,90	49,9	7,51	0,13	173,09	6,64
30	2053	1.294,05	49,9	8,05	0,12	160,73	6,20
<b>Skupaj</b>		<b>41.366,15</b>	<b>19.574,90</b>			<b>17.118,51</b>	<b>17.195,47</b>

SV		Sd-So=	21.791,25			NSDp=Sd-So=	-76,96
----	--	--------	-----------	--	--	-------------	--------

Tabela 12: Interna stopnja donosnosti  
(Lastni vir)

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

$$7,2 + (7,1 - 7,2) * \frac{72,63}{72,63 - (-76,96)} = 7,15\%$$

ISD – interna stopnja donosa

$r_p$  – 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  $r_n$

Neto sedanja vrednost pri stopnji 7,1 % je 72,63 €, pri diskontni stopnji 7,2 % pa znaša -76,96 €.

Iz izračuna lahko vidimo, da nam naložba prinaša dobiček. Izračun interne stopnje med diskontoma 7,1 % in 7,2 % znaša 7,15 %.

## 9.5 OCENA TVEGANJ IN NEGOTOVOSTI

Za oceno tveganja sem uporabil metodo zvišanja cene investicije v samooskrbo za 10 % ter zmanjšanje prihodka sončne elektrarne za 10 %. Cena investicije naraste na 17.355,70 €, letni donos v prvem letu obratovanja pa pade na 1.317,33 €.

Faktor diskontne stopnje	Faktor diskontne stopnje
0,9337	0,9328
Diskontna stopnja: 7,1 %	Diskontna stopnja: 7,2 %

Tabela 13: Tabela faktorja diskontne stopnje za oceno tveganja  
(Lastni vir)

Časovna obdobja		Diskontna stopnja 0 %		Diskontna stopnja 7,1 %		Diskontna stopnja 7,2 %	
Tekoči indeks (i)	Leto	Skupni donosi Sd pri -10 %	Skupni odhodki So +10 %	Skupni donosi Sd pri -10 %	Skupni odhodki So +10 %	Skupni donosi Sd pri -10 %	Skupni odhodki So +10 %
0	2023		17355,70	0	16205	0	16190
1	2024	1317,33	54,90	1230,00	51,26	1228,85	51,21
2	2025	1312,06	54,90	1225,08	51,26	1223,94	51,21
3	2026	1306,80	54,90	1220,17	51,26	1219,03	51,21
4	2027	1301,53	54,90	1215,25	51,26	1214,11	51,21
5	2028	1296,27	54,90	1210,34	51,26	1209,21	51,21
6	2029	1291,00	54,90	1205,42	51,26	1204,29	51,21
7	2030	1285,74	54,90	1200,50	51,26	1199,38	51,21
8	2031	1280,47	54,90	1195,58	51,26	1194,47	51,21
9	2032	1275,21	54,90	1190,67	51,26	1189,56	51,21
10	2033	1269,95	54,90	1185,76	51,26	1184,65	51,21
11	2034	1264,68	54,90	1180,84	51,26	1179,74	51,21
12	2035	1259,42	54,90	1175,93	51,26	1174,83	51,21
13	2036	1254,15	54,90	1171,01	51,26	1169,92	51,21
14	2037	1248,88	54,90	1166,09	51,26	1165,00	51,21
15	2038	1243,62	2584,90	1161,18	2413,54	1160,09	2411,29
16	2039	1238,35	54,90	1156,26	51,26	1155,18	51,21
17	2040	1233,00	54,90	1151,26	51,26	1150,19	51,21
18	2041	1227,83	54,90	1146,43	51,26	1145,36	51,21
19	2042	1222,56	54,90	1141,51	51,26	1140,45	51,21
20	2043	1217,30	54,90	1136,60	51,26	1135,54	51,21
21	2044	1212,03	54,90	1131,68	51,26	1130,63	51,21
22	2045	1330,85	54,90	1242,62	51,26	1241,46	51,21
23	2046	1201,50	54,90	1121,85	51,26	1120,80	51,21
24	2047	1196,23	54,90	1116,93	51,26	1115,89	51,21
25	2048	1190,97	54,90	1112,02	51,26	1110,98	51,21
26	2049	1185,70	54,90	1107,10	51,26	1106,06	51,21
27	2050	1180,44	54,90	1102,18	51,26	1101,16	51,21
28	2051	1175,17	54,90	1097,26	51,26	1096,24	51,21
29	2052	1169,91	54,90	1092,35	51,26	1091,33	51,21
30	2053	1164,65	54,90	1087,44	51,26	1086,43	51,21
Skupaj		37353,60	21532,70	29390,97	19848,93	29363,55	19830,41
NSD		Sd-So =	15820,90	Sd-So =	9542,04	Sd-So =	9533,14

Tabela 14: Ocena tveganj in negotovosti  
(Lastni vir)

Pri zvišanju cene investicije in zmanjšanju prihodka sončne elektrarne za 10 %, pri diskontni stopnji 7,1 % je neto sedanja vrednost donosov (NSD) = 9542,04 €. Pri diskontni stopnji 7,2 % pa je neto sedanja vrednost donosov (NSD) = 9533,14 €.

Ta pokazatelj zagotavlja, bi bil projekt ob povečanem tveganju še vedno sprejemljiv, saj so skupni donosi še vedno višji kot odhodki investicije.

## 9.6 KAZALNIK GOSPODARNOSTI ALI EKONOMIČNOSTI (E)

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

Najpogosteje temeljijo na stalnih cenah tako učinkov kot tudi popravljenih prvin proizvodnega procesa, kar omogoča predvsem primerjavo časovno razmaknjenih kazalnikov ekonomičnosti nekega podjetja (Papler, 2023).

Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti se izračuna po sledečem postopku:

$$E = \frac{Sd}{So} = \frac{38.063,5}{19.574,9} = 1,94 \%$$

E – kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti

Sd – skupni donosi projekta

So – skupni odhodki projekta

Pri izračunu vidimo, da so skupni prihodki približno dvakrat večji od skupnih odhodkov.

## 9.7 KAZALNIK UČINKOVITOSTI IN USPEŠNOSTI

**Enostavna doba vračanja sredstev (EVS)** nam pove pričakovano število let, potrebnih za povrnitev začetnega investicijskega izdatka, ali z drugimi besedami, kako hitro bodo neto denarni tokovi, ki bodo posledica investicije, povrnili začetni vložek.

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So} = \frac{15728}{1378,88} = 11,4 \text{ let}$$

EVS – odplačilna doba v letih

N – celotna nabavna vrednost (vložena sredstva)

d – povprečni letni donos (Sd – So – povprečni letni donos)

Iz izračuna je razvidno, da investicijo v sončno elektrarno odplačamo v dobrih desetih letih (11,4 let).

## 9.8 KAZALNIK DONOSNOSTI NALOŽB

Kazalnik donosov ali rentabilnost vseh sredstev projekta D pokaže letni donos v odstotku od skupnih odhodkov za naložbo. To bi bilo razmerje med dobičkom in vloženim kapitalom, ki ga izrazimo v odstotkih.

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100(\%) = \frac{38.063,50 - 19574,90}{15728} \cdot 100\% = 1,18\%$$

D – kazalnik donosnosti ali rentabilnosti

N – celotna nabavna vrednost

Sd – skupni donosi projekta

So – skupni odhodki projekta

Komentar: iz kazalnika donosnosti je razvidno, da je donosnost naše naložbe 1,18 %.

## 9.9 KAZALNIK DONOSNOSTI ODHODKOV

Kazalnik donosnosti odhodkov kaže donos, ki je izražen v odstotkih od skupnih odhodkov. Če je donosnost odhodkov > 0 pomeni, da je naložba donosna/rentabilna.

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100(\%) = \frac{38.612,4 - 19574,90}{19574,90} \cdot 100\% = 1,38\%$$

So – skupni odhodki projekta

t – odplačilna doba projekta

N – celotna naložba

Do – kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vlaganj

E – kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti

Sd – skupni donosi projekta

D – kazalnik donosnosti ali rentabilnosti naložbe

Naložba oz. projekt s samooskrbo je rentabilen, saj je dobljena vrednost 1,38 %, torej večja.



## 10 ZAKLJUČEK

Izdelava diplomskega dela o samooskrbi v našem gospodinjstvu je bila zame neprecenljiva izkušnja, ki me je popeljala skozi globlje razumevanje vpliva obnovljivih virov energije na naše vsakodnevno življenje. Ta raziskava je osvetlila pomemben finančni vidik investicije v sončno elektrarno in mi omogočila vpogled v konkretne učinke naših odločitev.

Z zanimanjem bom sedaj opazoval dejansko proizvodnjo električne energije, odkar je sončna elektrarno postavljena na našem objektu, in jo primerjal z napovedmi, ki sem jih pridobil s pomočjo simulacij. To bo omogočilo boljše razumevanje realnih rezultatov in potrditev pravilnosti mojih predvidevanj.

Poleg tega mi bo zanimivo spremljati spremembe cen električnih energentov, kar bo vplivalo na ekonomske vidike samooskrbe. Izračuni kažejo, da se bo investicija v sončno elektrarno povrnila v dobrih enajstih letih, kar je spodbuden rezultat in kaže na trajnostno in ekonomsko smiselnost te odločitve.

Ta raziskava me je spodbudila k razmišljanju o pomenu trajnostnih energetskih rešitev in njenem vplivu na našo prihodnost. Prepričan sem, da bo moje nadaljnje spremljanje in raziskovanje tega projekta prineslo še več vpogleda in koristnih spoznanj za prihodnje generacije.

## 11 VIRI IN LITERATURA

Alagöz, M., Yokuş, N. in Yokuş, T. (2019). Photovoltaic solar power plant investment optimization model for economic external balance: Model of Turkey. *Energy & Environment*, 30(3), 522–541.

Arca, D., Keskin Citiroglu, H. in Yalçinkaya, N. M. (2023). Determining optimal solar power plant (SPP) sites by technical and environmental analysis: The case of Safranbolu, Türkiye. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(17), 50829–50846.

Barron-Gafford, G. A. et al. (2016). The Photovoltaic Heat Island Effect: Larger solar power plants increase local temperatures. *Scientific Reports*, 6(1), 35070.

Battersby, S. (2019). The solar cell of the future. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(1), 7–10.

Behar, O. (2018). Solar thermal power plants – A review of configurations and performance comparison. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 92, 608–627.

Behar, O., Khellaf, A. in Mohammedi, K. (2013). A review of studies on central receiver solar thermal power plants. *Renewable and sustainable energy reviews*, 23, 12–39.

Berwal, A. K. et al. (2017). Design and analysis of rooftop grid tied 50kW capacity Solar Photovoltaic (SPV) power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 1288–1299.

Borzen, d. o. o. in Sodo, d. o. o. (2011) *Koristni nasveti za izgradnjo manjših elektrarn*. Pridobljeno 15. 8. 2023 z naslova:  
[http://nep.vitra.si/datoteke/clanki/Prirocnik\\_Za\\_Izgradnjo\\_Manjsih\\_Elektrarn\\_Marec\\_2011.pdf](http://nep.vitra.si/datoteke/clanki/Prirocnik_Za_Izgradnjo_Manjsih_Elektrarn_Marec_2011.pdf).

Chen, Z. in Su, S. I. I. (2019). Social welfare maximization with the least subsidy: Photovoltaic supply chain equilibrium and coordination with fairness concern. *Renewable Energy*, 132, 1332–1347.

Dwivedi, P. et al. (2020). Advanced cooling techniques of PV modules: A state of art. *Case studies in thermal engineering*, 21, 100674.

El Chaar, L. in El Zein, N. (2011). Review of photovoltaic technologies. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(5), 2165–2175.

- El Hendouzi, A. in Bourouhou, A. (2020). Solar photovoltaic power forecasting. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2020, 1–21.
- Feltrin, A. in Freundlich, A. (2008). Material considerations for terawatt level deployment of photovoltaics. *Renewable energy*, 33(2), 180–185.
- Ferrer-Gisbert, C. et al. (2013). A new photovoltaic floating cover system for water reservoirs. *Renewable energy*, 60, 63–70.
- Ionescu, D. (25. 4. 2022). *How Renewable Projects Are Threatening a Crucial Carbon Sink*. Pridobljeno 3. 9. 2023 z naslova: <https://www.planetizen.com/news/2022/04/116947-how-renewable-projects-are-threatening-crucial-carbon-sink>.
- JinkoSolar. (2016). Tiger Neo N-type 54HL4-(V) 410-430 Watt. Pridobljeno 3. 9. 2023 z naslova [https://www.jinkosolar.com/uploads/61970f6e/JKM410-430N-54HL4-\(V\)-F1-EN.pdf](https://www.jinkosolar.com/uploads/61970f6e/JKM410-430N-54HL4-(V)-F1-EN.pdf).
- Kastelec, D., Rakovec, J. in Zakšek, K. (2007). *Sončna energija v Sloveniji*. Ljubljana: ZRC SAZU.
- Kuvshinov, V. V. in Al-Rufae, F. M. (2019). The Use of Solar Power Plants to Provide Energy Security of the Crimean Region. *Applied Solar Energy*, 55(4), 252–255.
- Kuvshinov, V. V. et al. (2019). Storage System for Solar Plants. *Applied Solar Energy*, 55(3), 153–158.
- LCR. (2020). Fotovoltaika. Pridobljeno 3. 9. 2023 z naslova: <https://lcrshop.si/fotovoltaika/solarni-inverter-trifazni-se17k-solaredge>
- Li, Y. et al. (2017). High efficiency near-infrared and semitransparent non-fullerene acceptor organic photovoltaic cells. *Journal of the American Chemical Society*, 139(47), 17114–17119.
- Liu, L. et al. (2019). Evaluating the benefits of integrating floating photovoltaic and pumped storage power system. *Energy Conversion and Management*, 194, 173–185.
- Matinfard, S., Yaghoubi, S. in Kharaji Manouchehrabadi, M. (2022). Impact of government policies on photovoltaic supply chain considering quality in the power distribution system: A case study. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(39), 58810–58827.
- Nayak, P. K. et al. (2012). Photovoltaic efficiency limits and material disorder. *Energy & Environmental Science*, 5(3), 6022–6039.

Nova KBM. (b. d.) Krediti naprej. Pridobljeno 15. 8. 2023 z naslova: <https://www.nkbm.si/gotovinski-krediti>.

Pandey, A. K. et al. (2016). Recent advances in solar photovoltaic systems for emerging trends and advanced applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 859–884.

Papler, D. (2023). *Metodologija za ekonomsko ovrednotenje upravičenosti naložbe*. Neobjavljeno gradivo.

Prisyazhniuk, V. A. (2008). Alternative trends in development of thermal power plants. *Applied Thermal Engineering*, 28(2–3), 190–194.

PV Portal, Slovenski portal za fotovoltaike. (2023). Sončno sevanje in obsevanje. Pridobljeno 3. 9. 2023 z naslova: <http://pv.fe.uni-lj.si/sl/fotovoltaike/soncno-sevanje/>.

Py, X., Azoumah, Y. in Olives, R. (2013). Concentrated solar power: Current technologies, major innovative issues and applicability to West African countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 306–315.

Siva Reddy, V. et al. (2013). State-of-the-art of solar thermal power plants—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 258–273.

Slovensko združenje za požarno varstvo. (2016). *Smernica SZPV 512*. Ljubljana: Slovensko združenje za požarno varstvo.

Solecki, W. D. et al. (2005). Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 6(1), 39–49.

Solomin, E. et al. (2021). Hybrid Floating Solar Plant Designs: A Review. *Energies*, 14(10).

Spencer, R. S. et al. (2018). Floating photovoltaic systems: Assessing the technical potential of photovoltaic systems on man-made water bodies in the continental United States. *Environmental science & technology*, 53(3), 1680–1689.

Strebkov, D. (2015). Advanced tendencies in development of photovoltaic cells for power engineering. *Thermal Engineering*, 62, 7–13.

Strebkov, D. S. in Penjiyev, A. M. (2022). Energy Characteristics of Spherical and Cylindrical Solar Photovoltaic Power Plants on the Surface of Solar Houses. *Applied Solar Energy*, 58(6), 777–783.

Tihec, S. (15. 11. 2019). *Imam streho primerno za sončno elektrarno?* Pridobljeno 15. 8. 2023 z naslova: <https://www.varcevanje-energije.si/fotovoltaicne-elektrarne/imam-streho-primerno-za-soncno-elektrarno.html>.

Timilsina, G. R., Kurdgelashvili, L. in Narbel, P. A. (2012). Solar energy: Markets, economics and policies. *Renewable and sustainable energy reviews*, 16(1), 449–465.

Trajnostna energija. (2023). *Sončna energija*. Pridobljeno 15. 8. 2023 z naslova: <https://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Proizvajajte/Obnovljivi-viri-energije/Vse-o-obnovljivih-virih-energije/son%c4%8dna-energija>.

Wang, C. N. et al. (2018). A multi-criteria decision making (MCDM) for renewable energy plants location selection in Vietnam under a fuzzy environment. *Applied Sciences*, 8(11), 2069.

Wikipedija (11. 8. 2014). *Sončna termoelektrarna SEGS*. Pridobljeno 15. 8. 2023 z [https://sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna\\_termoelektrarna\\_SEGS](https://sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna_termoelektrarna_SEGS).