

Šolski center Celje
Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

Raziskovalna naloga

**ANALIZA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI
IZGRADNJE SONČNE ELEKTRARNE**

Avtor:

Klemen Kovšček, S-4. a

Mentorji:

Aleš Ferlež, dipl. inž. str. (UN)

Žan Podbregar, dipl. inž. str. (UN)

Boštjan Lubej, inž. (UN)

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2018

IZJAVA

Mentorji, Aleš Ferlež, Žan Podbregar ter Boštjan Lubej, v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljava, da je v raziskovalni nalogi naslovom Analiza ekonomske upravičenosti izgradnje sončne elektrarne, katere avtor je Klemen Kovšček :

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da sem seznanjen z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, _____

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

DOVOLJENJE ZA OBJAVO AVTORSKE FOTOGRAFIJE V RAZISKOVALNI NALOGI

Podpisani, Klemen Kovšček, izjavljam, da sem avtor fotografskega gradiva navedenega v priloženem seznamu in dovoljujem v skladu z 2. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, da se lahko uporabi pri pripravi raziskovalne naloge pod mentorstvom Aleša Ferleža, Žana Podbregarja in Boštjana Lubeja z naslovom Analiza ekonomske upravičenosti sončne elektrarne, katere avtor je Klemen Kovšček.

Dovoljujem tudi, da sme Osrednja knjižnica Celje vključeno fotografsko gradivo v raziskovalno nalogo objaviti na knjižničnih portalih z navedbo avtorstva v skladu s standardi bibliografske obdelave.

Celje, _____

Podpis avtorja:

Priloga:

- seznam fotografskega gradiva (kazalo slik)

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so kakorkoli pomagali pri izdelavi te raziskovalne naloge. Brez pomoči drugih naloga ne bi nastala, pa naj je šlo le za spodbudne besede, majhno idejo ali pa nasvete in kritike.

Najprej bi se zahvalil mojim mentorjem Alešu Ferležu in Žanu Podbregarju, ter Boštjanu Lubeju za ves trud, čas, podporo ter vztrajnost, ki so jih vložili v izdelovanje raziskovalne naloge.

Zahvalil bi se jim tudi za tehnični pregled naloge, gospe Suzani Slani, prof., za slovnični pregled in ravnateljici gospe Simoni Črep, prof., ki podpira raziskovalno dejavnost na šoli.

EKONOMSKA ANALIZA UPRAVIČENOSTI IZGRADNJE SONČNE ELEKTRARNE

Ključne besede: sončna energija, ekonomska analiza, upravičenost izgradnje

POVZETEK

Obnovljivi viri energije so ključnega pomena za človeštvo, saj nam zmanjkuje fosilnih goriv in treba je poiskati alternativne možnosti in obnovljivi viri so dobra alternativa.

Namen raziskovalne naloge je ugotoviti ali se splača investirati v sončno elektrarno, ter v kakšnem času se nam povrnejo vložena sredstva in pričnemo varčevati pri električni energiji. Z izrabo učinkovitih virov energije lahko nedvomno prispevamo k ohranjanju okolja in najboljši vir za izkoriščanje je sonce. Šola ima veliko neizkoriščenega prostora na strehi, kjer bi se z nekaj začetne investicije postavila sončna elektrarna, ki bi pa čez nekaj let povrnila stroške investicije.

Ugotovil sem, da je izgradnja sončne elektrarne ni ekonomsko upravičena z investicijo njo na koncu res prihranimo, toda investicija je sicer predolga, saj pričnemo delati dobiček šele po okoli 20 letih. Če bi investirali v elektrarne prej npr. leta 2010 bi privarčevali prej saj so bile cene odkupne energije večje in tudi subvencije so bile včasih veliko višje.

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	HIPOTEZE.....	2
1.2	METODE RAZISKOVANJA.....	2
1.3	STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA	2
2	SONČNA ENERGIJA.....	3
2.1	PREDNOSTI IN SLABOSTI SONČNE ENERGIJE.....	4
2.2	FOTOVOLTAIKA	5
2.2.1	Vrste sončnih elektrarn.....	7
2.3	MOČ SONCA NA POVRŠINO	10
2.4	ODKUPNA CENA SONČNE ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	11
2.5	VPLIV ORIENTACIJE, NAKLONA IN SENČENJA NA PROIZVODNJO	12
2.6	FIKSNA POSTAVITEV ALI SLEDILNIKI?	13
3	ELEKTRIČNA ENERGIJA NA ŠCC	14
3.1	ZANESLJIVOST OSKRBE Z ELEKTRIČNO ENERGIJO.....	14
3.2	ELEKTROENERGETSKI SISTEM IN PORABNIKI.....	15
3.3	STROŠKI IN PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE	16
3.4	INVESTICIJSKI UKREP	19
3.5	MOŽEN PROSTOR ZA SONČNO ELEKTRARNO NA ŠOLSKEM CENTRU CELJE	20
4	EKONOMSKA UPRAVIČENOST IZGRADNJE SONČNE ELEKTRARNE	21
4.1	METODE VREDNOTENJA INVESTICIJ	21
4.2	PROGRAMSKI PAKET RETSCREEN	23
4.3	FINANČNI IZRAČUN	25
4.4	EKONOMSKA UPRAVIČENOST	31
5	PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE.....	35
6	ZAKLJUČEK	36
7	VIRI IN LITERATURA	37

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer pasivnega izkoriščanja sončne energije [9]	3
Slika 2: Fotovoltaika [10]	5
Slika 3: Proizvodnja solarne električne energije za lastno uporabo in prodajo vir	6
Slika 4: Proizvodnja solarne električne energije za prodajo – elektrarna vir	6
Slika 5: Primer sončne elektrarne na hiši [11]	7
Slika 6: Sončna elektrarna na poslovni stavbi [12]	8
Slika 7: Sončna elektrarna na tleh [13]	8
Slika 8: Sončna elektrarna na kmetijskem objektu [14]	9
Slika 9: Integrirana sončna elektrarna [15]	9
Slika 10: Sevanje sonca v Sloveniji [16]	10
Slika 12: Sončne celice pod naklonom vir	12
Slika 14: Postavitev s sledilniki vir	13
Slika 15: Pogled ŠCC z južne strani	20
Slika 16: Tloris ŠCC	20
Slika 17: Ikona programa RET-screen	24
Slika 18: Osnovni parametri	25
Slika 19: Nastavitve kota in cene električne energije	26
Slika 20: Nastavitev tipa sončnih celic	26
Slika 21: Stroški investicije	27
Slika 22: Dodatni stroški zavarovanja in vzdrževanja ter menjave razsmernika	27
Slika 23: Finančni parametri	28
Slika 24: Denar ki ga bomo privarčevali letno	28
Slika 25: Skupni stroški investicije	29
Slika 26: Finančno stanje projekta	30

KAZALO TABEL

Tabela 1: Napajanje različnih etaž ŠCC	15
Tabela 2: Stroški el. Energije v EUR za 2015 in 2016 na ŠCC vir	16
Tabela 3: Poraba ter stroški el. energije v 2017 na ŠCC	18
Tabela 4: Izračun porabljene energije obstoječih svetilk	19
Tabela 5: Izračun porabljene energije novih svetilk.....	19
Tabela 6: Prikaz višanja stroškov	31

KAZALO GRAFOV

Graf 2:Stroški el. energije v EUR za leto 2015 in 2016.	17
Graf 3: Stroški el. energije v EUR za leto 2017	17
Graf 2: Poraba električne v kWh/a	18
Graf 4: Komulativni graf	30
Graf 5: Graf interne stopnje donosa	31
Graf 6: Prikaz vračilne dobe investicije	32
Graf 7: Prikaz neto sedanje vrednosti.....	32
Graf 8: Prikaz padanja skupnih stroškov za faktor 20 % na leto.....	33
Graf 10: Graf zagotovljenega odkupa električne energije.....	34

1 UVOD

Danes večina sveta dela na tem, da bi uporabljali 100% čisto energijo, saj ta ne škoduje okolju. Ena od teh energij je sončna energija. Sončna energija je v zadnjih desetletjih vedno bolj popularna in zanimanja zanjo je vse več, saj ta ne škoduje okolju in je zaenkrat še brezplačna in imamo jo dovolj. Za pretvorbo sončne energije v električno energijo se uporabljajo fotonapetostni moduli.

Same sončne elektrarne (SE) nimajo negativnega vpliva na okolje, toda nekatere strokovnjake in društvo za zaščito živali skrbi njihov vpliv na živali, bolj podrobno ptice. Toplota jim ožiga krila in zrak nad elektrarno lahko doseže celo 540°C , kar pomeni da ptice letijo skozi nekakšen »peklenski pas«.

Sama sončna energija je seveda brezplačna toda investicija v domačo sončno elektrarno je lahko kar velik finančni zalogaj. Pred investicijo se moramo dobro prepričati in narediti nekaj raziskave v to kar se nam najbolj izplača. Postavitev sončne elektrarne delimo na tehnični in ekonomski del. Pri tehničnem delu pravilno izbrati inštalirano moč sončne elektrarne, vrsto uporabljenih sončnih modulov, vrsto postavitve, sistem priključitve na omrežje in drugo. Moč elektrarne merimo z tako imenovano vršno močjo, ki nam pove koliko W električne energije proizvede elektrarna pri normalnih pogojih osvetlitve 1000 W/m^2 , 25°C zunanje temperature in zračni masi 1,5.

Drugi del postavitve je ekonomski del, ki je večinoma odvisen od tega kar smo izbrali v tehničnem delu. V večji meri je cena odvisna od tipa modulov, ki ga izberemo (polikristalni, monokristalni, amorfni...) in pa seveda njihove kvalitete in porekla. Življenjska doba sončnih elektrarn je 25 let in več in s tem tudi doba trajanja investicije.

1.1 Hipoteze

Za raziskovalno nalogo sem si postavil naslednje hipoteze:

- 1) Z izgradnjo sončne elektrarne prihranimo pri stroških el. energije
- 2) Izgradnja sončne elektrarne je dolgotrajna investicija
- 3) Sončna elektrarna ni ekonomsko upravičen projekt

1.2 Metode raziskovanja

Za pripravo raziskovalne naloge sem imel na razpolago dovolj strokovnih virov literature, saj je to zelo razširjena tema, katero obravnavamo čedalje resneje, zaradi vse večjega poudarka za izrabo obnovljivih virov energije. Večino gradiva za pripravo sem našel na spletu, v oporo mi je bila tudi raziskovalna naloga, ki je že bila narejena na podobno temo, vendar so se avtorji bolj osredotočili na učinkovito rabo energije na splošno.

1.3 Struktura raziskovalnega dela

V raziskovalni nalogi bom naredil finančni preračun, kjer bom predpostavil, ter upošteval faktorje kot so neto sedanja vrednost, interna stopnja donosnosti in kumulativni denarni tok.

Pri tem bom upošteval življenjsko dobo elektrarne 30 let in kredit 80% celotne investicije (obrestna mera 5,5%, doba vračanja kredita 10 let, in pridobljene rezultate tehničnega in finančnega izračuna inflacija 3%, diskontna stopnja 5%).

Na koncu bom naredil komentar glede na pridobljene rezultate tehničnega in finančnega izračuna.

Sledi ekonomska analiza upravičenosti gradnje sončne elektrarne glede na odkupno ceno električne energije med letoma 2011 in 2014. Pri tem upoštevamo 20% zvišanje stroškov za vsako predhodno leto.

Na koncu sledi primerjava rezultatov finančno analizo ter ekonomsko upravičenost za leto 2014.

2 SONČNA ENERGIJA

Sončna energija je praktično neizčrpen vir energije, saj sonce seva na Zemljo s 15.000-krat večjo moč kot jo porabi človek. To je energija, ki se obnavlja, ne onesnažuje okolja in je hkrati brezplačna. Je neusahljiv vir energije, ko ga je potrebno izkoriščati v največjem možnem obsegu. Sončna energija je energija prihodnosti, njeno uveljavitev pa ovira le draga cena v primerjavi z konvencionalnimi viri energije. Sončna energija je čista, zanesljiva in ne škoduje okolju z oddajanjem škodljivih plinov. [1]



Slika 1: Primer pasivnega izkoriščanja sončne energije [6]

2.1 Prednosti in slabosti sončne energije

Izkoriščanje sončne energije ima prednosti pa tudi nekatere slabosti.

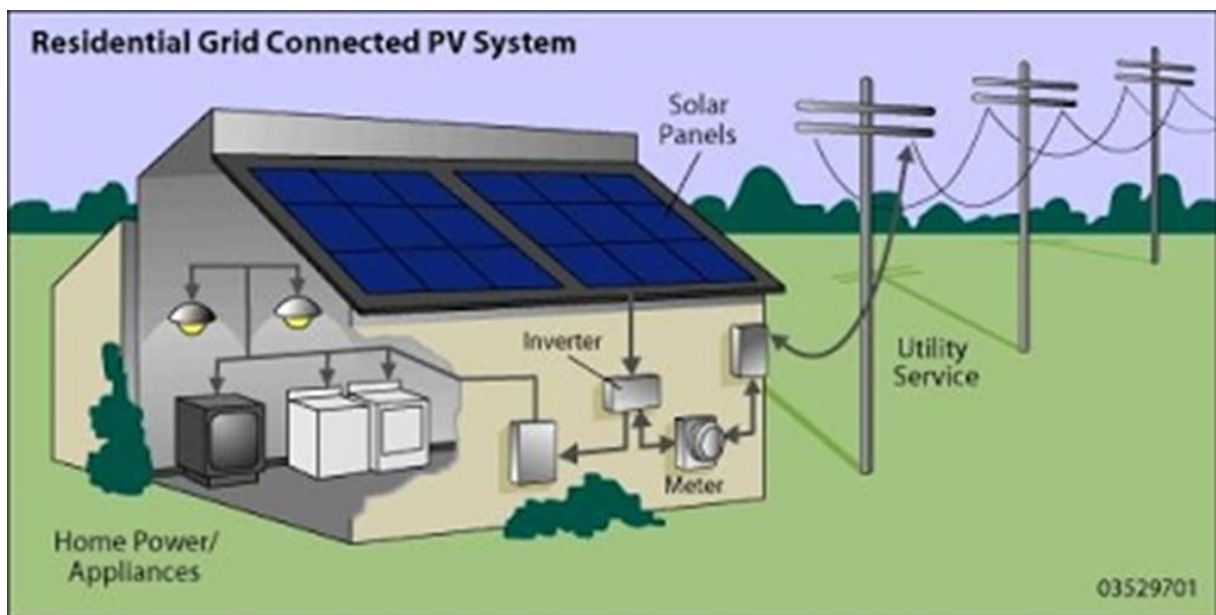
Prednosti izkoriščanja sončne energije: [5]

- z vidika vpliva na okolje je izkoriščanje sončne energije okolju prijazno, saj pri pretvarjanju sončne energije v elektriko ne prihaja do tvorbe stranskih produktov (npr. toplogrednih plinov) kot pri elektrarnah na druge vire energije (npr. termoelektrarne)
- nizki stroški obratovanja (pri SE so ti stroški večinoma zgolj stroški vzdrževanja)
- kvalitetna sončna elektrarna potrebuje malo vzdrževanja
- s postavljanjem sončnih elektrarn na strehe stavb je rešen problem potrate prostora in vizualnega vpliva na okolico, prav tako pa za postavitev elektrarn ni potrebno posegati v okolje (kot npr. pri hidroelektrarnah)
- po povrnitvi investiranega kapitala (običajno v 8-10 letih) ob rednem vzdrževanju nosi sončna elektrarna zgolj še zaslužek
- odkupne cene električne energije pridobljene iz sončne energije so precej višje od cen energije pridobljene iz tradicionalnih virov
- proizvodnja in poraba energije sta omogočena na istem mestu
- SE omogoča oskrbo z električno energijo tudi odročnim področjem brez povezave z javnim električnim omrežjem in oddaljenih naprav (npr. svetilnikov)
- Republika Slovenija, Slovenski javni okoljski sklad (Eko sklad) in EU z različnimi učinkovitimi mehanizmi pripomorejo k nižji ceni naložbe in h krajšemu času povrnitve vloženega kapitala:
 - nepovratna sredstva za pomoč pri naložbi,
 - najem ekoloških kreditov z ugodno obrestno mero okoli 3%, za zavarovanje kredita pa po navadi zadostuje že zastava same sončne elektrarne brez dodatnih hipotek - veliko bank ponuja namenske kredite za sončne elektrarne, ki običajno znižajo nujni delež prvotno vloženega lastnega kapitala na 20%
 - zagotovljen odkup elektrike po zagotavljeni ceni za prvih 15 let
 - lastnikom sončnih elektrarn, ki električno energijo prodajajo sami na trgu, je zagotovljeno povračilo stroškov obratovanja elektrarne, s tem pa omogočena tudi večja konkurenčnost

2.2 Fotovoltaika

Fotovoltaika je način izkoriščanja sončne energije s pomočjo tehnologije sončnih celic, v katerih se sončna energija pretvarja v električno energijo. Sončne celice so sestavljene iz najmanj dveh plasti polprevodnika (največkrat se uporablja silicij), pri čemer so plasti izmenjujoče nasprotno nabite. Ko plasti absorbirajo sončno sevanje se na stikih vzpostavi električni potencial, zaradi tega skozi naprave oz. porabnike, ki so povezane z sončno celico v električni krog steče električni krog. Izkoristek pretvorbe sončne energije v električno je odvisen od čistosti polprevodnega materiala. Izkoristek trenutno najboljših modelov sončnih celic je od 15 % do 18 %. [4]

Ena sama celica proizvede bolj malo elektrike, zato jih vežemo po več skupaj. Skupek sončnih celic, ki so med seboj funkcionalno povezane v večje enote, imenujemo sončni panel oz. sončni modul. Med seboj je možno povezati tudi več sončnih modulov. S tem ustvarimo večje solarne sisteme oz. sončne elektrarne, ki proizvedejo veliko več sončne energije kot en sam modul. Sistemi so lahko samostojni ali priključeni na električno omrežje (t. i. sončne elektrarne). S elektriko, ki jo proizvedemo lahko oskrbujemo lastni objekt ali pa se lahko odločimo za prodajo elektrike elektrodistributerju, s čim se lahko hitreje povrnemo začetno investicijo, kasneje pa je sončna energija dodaten vir zaslužka. [4]



Slika 2: Fotovoltaika [4]

Fotonapetostne sisteme delimo na samostojne in omrežne.

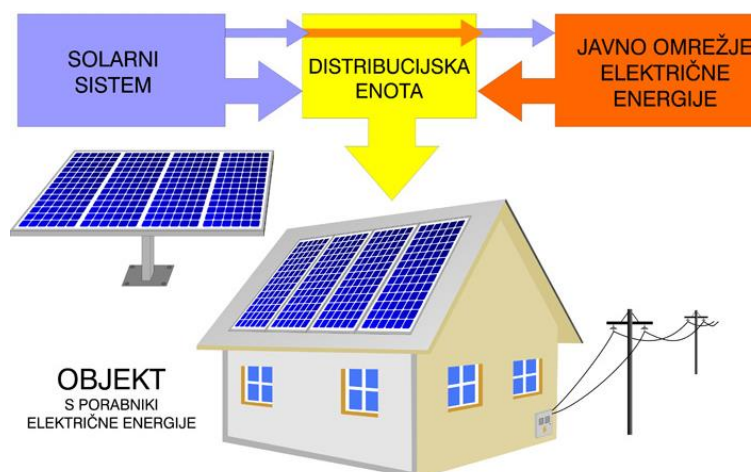
Samostojni so namenjeni oskrbovanju z električno energijo porabnike znotraj lokalnega električnega omrežja. Delimo jih na: [4]

- PV-sisteme brez akumulatorja ali z akumulatorjem,
- PV-sisteme z enosmernimi porabniki ali izmeničnimi porabniki,
- čisti ali hibridni PV-sistemi (v kombinaciji z drugimi generatorji električne energije)

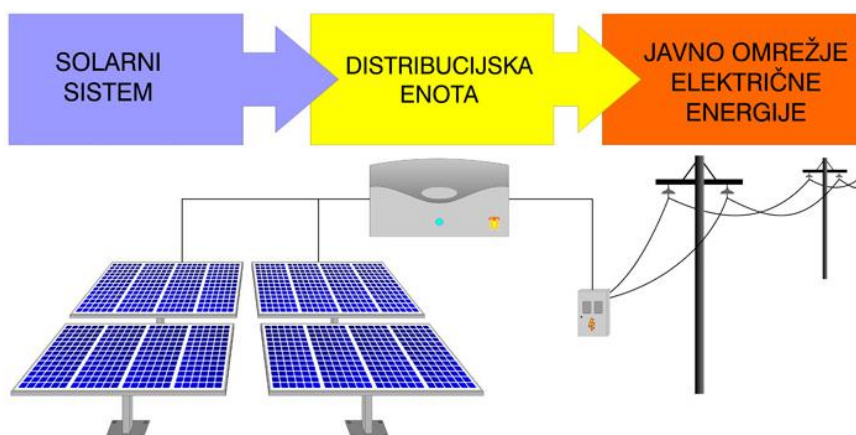
Omrežni sistemi pa vso sončno energijo oddajajo v električno omrežje. Te imenujemo sončne elektrarne. Poznamo: [4]

- razpršene sisteme (hišne sončne elektrarne) in
- centralne sisteme (velike sončne elektrarne s konično močjo nad 100 kW)

Pri nas so najbolj razširjeni omrežni PV-sistemi moči med nekaj kW in do 1 MW. Najpomembnejše komponente takšnih sistemov so fotonapetostni moduli ter eden ali več razsmernikov.



Slika 3: Proizvodnja solarne električne energije za lastno uporabo in prodajo [7]



Slika 4: Proizvodnja solarne električne energije za prodajo – elektrarna [7]

2.2.1 Vrste sončnih elektrarn

Sončne elektrarne na stanovanjskih hišah

Naklon poševne strehe poskrbi, da je sončna elektrarna izpostavljena zelo močnemu sončnemu siju čez dan. Ker je sončna elektrarna grajena na višjem položaju, kot ostali objekti, sončno elektrarno moteče sence dreves in hiš ne ovirajo. Tako hkrati, z gradnjo na poševni strehi, privarčujete na dodatnih konstrukcijah za naklon in na konstrukcijah za dvigovanje sončne elektrarne. Prednost pri postavitvi na streho kot na tla je ta, da imamo manjše stroške vzdrževanja, toda potrebno je upoštevati, da imamo s tem manjšo izpostavljenost naravnim nesrečam kot so neurja in poplave, zato je priporočeno, da zavarujemo elektrarno. Za gradnjo na takšnih objektih prav tako ni potrebno pridobiti gradbenega dovoljenja. [13]



Slika 5: Primer sončne elektrarne na hiši [13]

Večje sončne elektrarne na poslovnih stavbah

Prednost teh je predvsem njihova velikost. Večje strehe imajo več prostora za sončne elektrarne in s tem pridobimo velike količine solarne energije, ki jo država nato odkupi po večji ceni. Glede na velikost se investiram denar hitreje povrne, kar pomeni, da investitor obratuje z višjimi dobički. Po 15 letih lahko s sončno elektrarno pokrijete lastno porabo električne energije v poslovnem objektu. [14]



Slika 6: Sončna elektrarna na poslovni stavbi [14]

Sončne elektrarne na tleh

Postavitev sončnih elektrarn na tleh je hitra in najbolj enostavna gradnja.

Ker so zemljišča prazna pomeni, da nimamo omejitve s prostorom in se tam postavljajo večje sončne elektrarne. Dostop do njih je zelo lahek in s tem tudi čiščenje in vzdrževanje. Slabost pri postavitvi na tleh je ravna lega površja, zaradi katerega se zmanjša količina sončnega obsevanja na dan s tem tudi produkcija elektrike. Posledično se morajo graditi večje sončne elektrarne in konstrukcije, ki omogočajo naklon. Pri čemer je cilj pridobiti sončno energijo, ki bi bila enaka pridobivanju sončne elektrarne na poševni strehi. Zato je postavitev sončnih elektrarn na vinogradno področje s proti jugu obrnjenim naklonom, najboljša izbira, saj se tako privarčuje na konstrukcijah za naklon. Sončne elektrarne na tleh zavzemajo tudi zazidljivo(rodovitno) zemljišče. [15]



Slika 7: Sončna elektrarna na tleh [15]

Sončne elektrarne na kmetijskih objektih

Način pametne investicije je uporaba lastnih kmetijskih objektov za pridobitev sončne energije. Gradnja sončne elektrarne na večjih kmetijskih objektih, kot so hlevi, seniki,... Te lahko priključimo na omrežni sistem in si zagotovimo višje odkupne cene, pri čemer primerna pozicija in velikost objekta diktirata količino dobička. Strehe večjih objektov lahko oddajate tudi v najem. [16]



Slika 8: Sončna elektrarna na kmetijskem objektu [16]

Integrirane sončne elektrarne

Integrirana sončna elektrarna nadomesti material namenjen za strešne kritine. Zato je priporočeno, da se integrirane sončne elektrarne gradijo ob novogradnjah ali ob zamenjavi ali obnovi strešne kritine. Poleg tega daje integrirana sončna elektrarna hiši in strehi moderen izgled. Stroški postavitve so nekoliko višji, vendar prihranite pri strošku kritine. [17]



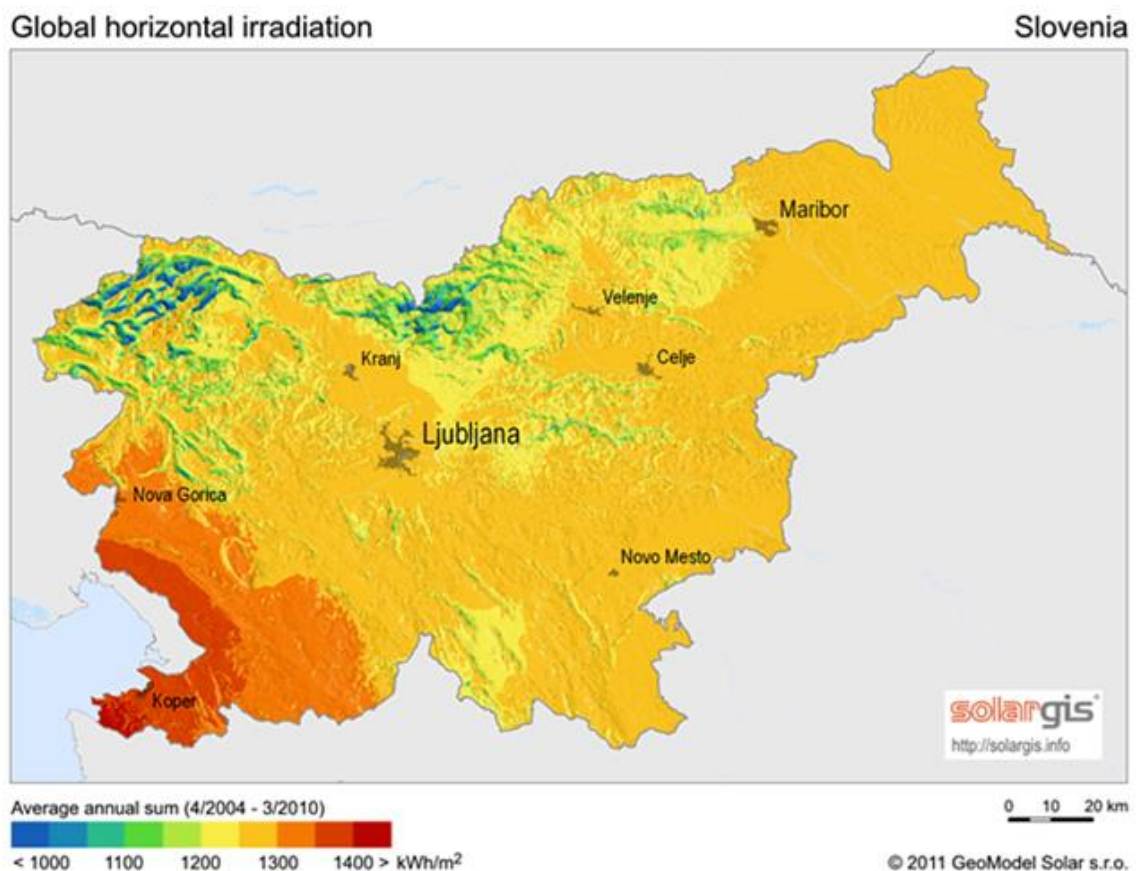
Slika 9: Integrirana sončna elektrarna [17]

2.3 Moč sonca na površino

Na moč, ki jo pridobimo iz sonca vpliva več dejavnikov in odvisna je predvsem od:

- lokacije,
- letnega časa,
- dela dneva (jutro, poldan, večer, noč itd.) in
- vremenskih pogojev.

Ko so pogoji optimalni pade na površino zemlje približno 1000W/m^2 . To je gostota energijskega toka opoldanskega sonca na dan ko na nebu ni oblakov. Velja za površine, obrnjene pravokotno proti soncu, in ne za vodoravne površine. Če želimo dobiti realno moč obsevanja na m^2 moramo upoštevati faktor kot med sončnimi žarki in zemljino površino. V Sloveniji se torej jakost opoldanskega sonca zmanjša na približno 70% vrednosti, ki je na ekvatorju. Pride pa še do nadaljnjega zmanjšanja; ker sonce ne sveti cel dan z močjo, ki jo ima opoldne. [2]



Slika 10: Sevanje sonca v Sloveniji [20]

2.4 Odkupna cena sončne električne energije

Kako deluje samooskrba z elektriko?

Samooskrba z elektriko je dejansko mehanizem obračuna električne energije, katere namen je spodbujanje izgradnje mikro naprav za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov ter porabe v njih proizvedene električne energije na istem mestu. Gre za mehanizem, za katerega se pogosto uporablja tujka netmetering in bi ga v dobesednem prevodu lahko imenovali sistem neto meritev ali neto obračun. Osnova predpostavka tega koncepta je namreč, da se lastnikom mikro naprav na obnovljive vire, ki zaradi nestalne proizvodnje iz takih naprav, v določenih trenutkih proizvedejo (bistveno) več energije, kot je porabijo, lahko to odvečno energijo oddajo v javno omrežje, iz omrežja pa lahko energijo jemljejo, ko njihove potrebe presegajo proizvodnjo njihove naprave. Mehanizem se najlepše predstavi na primeru sončnih elektrarn. Slednje v lepih sončnih dneh proizvedejo precejšnje količine energije ravno v urah, ko je poraba navadno nizka. Uporabniki, vključeni v netmetering, imajo nato možnost te viške energije porabiti v urah, ko njihova elektrarna ne proizvaja dovolj, to je v zgodnjih jutranjih, večernih urah ter ponoči. Lastniki netmetering naprav morajo torej biti opremljeni s števcem, ki meri tako odjem kot oddajo v omrežje. Pomembna značilnost teh mehanizmov je tudi ta, da v primeru, ko je v določenem obračunskem obdobju proizvodnja višja od odjema, za to energijo povečini ni kompenzacije. Preko tega se skuša preprečiti predimenzioniranje proizvodnih naprav, saj bi to lahko vodilo v neracionalno rabo energije. [14]

Glavne značilnosti slovenskega mehanizma, ki je v veljavi od konca leta 2015, so naslednje:

- Vključijo se lahko naprave, katerih največja nazivna moč je 11 kVA in ne sme presegati priključne moči iz soglasja za priključitev;
- Vključijo se lahko proizvodne naprave, ki izrabljajo sončno, vodno ali vetrno energijo;
- Obračunsko obdobje je eno koledarsko leto;
- Lastnik naprave za samooskrbo je lahko gospodinjski odjemalec ali mali poslovni odjemalec;
- Morebitna presežna količina oddane električne energije v obračunskem obdobju se neodplačno prenese v last izbranega dobavitelja;
- Na letni ravni obstaja omejitev o največji skupni moči priključenih naprav za samooskrbo, ki za gospodinjske odjemalce znaša 7 MVA, za male poslovne odjemalce pa 3 MVA;

- Na mesečni ravni lastniki naprav za samooskrbo plačujejo le omrežnino, prispevke in ostale dajatve, ki so vezane na obračunsko moč.

2.5 Vpliv orientacije, naklona in senčenja na proizvodnjo

Letna proizvodnja znaša v optimalnem naklonu in optimalni orientaciji znaša med 1050 in 1100 kWh/kWp. Optimalna orientacija (azimut) je usmerjena direktno na jug, optimalni naklon za Slovensko območje pa nekje med 30 in 35°. Če naš naklon ni optimalen ga lahko popravimo s pomočjo podkonstrukcije, s katero na ravnih strehah dosežemo optimalen kot.

V praksi pogosto težko dosežemo optimalen kot in optimalno orientacijo (sploh pri elektrarnah na strehah objektov). To pomeni da bo naša letna proizvodnja nekoliko nižja.

Senčenje zelo negativno vpliva na proizvodnjo električne energije, saj gre pri senčenju za tako imenovani učinek cevi. Če jo stisnemo le na enem mestu, se ustavi pretok po celotni cevi. Pomembno je da naredimo natančno analizo senčenja za celotno streho ali zemljišče, kjer imamo namen postaviti elektrarno. Dobra lokacija za sončno elektrarno je tam, kjer 21. decembra, ko je sonce najnižje na horizontu, ni sence med 10. in 15. uro. [1]



Slika 11: Sončne celice pod naklonom [9]

2.6 Fiksna postavitve ali sledilniki?

V Sloveniji sledilniki povzročijo 20 do 30% večjo letno proizvodnjo, toda tudi investicija se poveča za 20 do 30% kot pri fiksni postavitvi. Odvisno je od projekta katera rešitev je bolj dobičkonosna.

Pri sledilnikih je potrebno upoštevati še naslednje:

- za enako moč potrebujemo bistveno večje zemljišče ali streho, ker jih je potrebno razmakniti zaradi senčenja
- sledilniki so bistveno bolj občutljivi na viharje od fiksni postavitve
- medtem, ko pri fiksni postavitvi pri pravilni izvedbi vzdrževalna dela skoraj niso potrebna, je pri sledilnikih možnosti okvar precej več. [1]



Slika 12: Postavitve s sledilniki [10]

3 ELEKTRIČNA ENERGIJA NA ŠCC

Objekt je napajan z napetostjo 400/230 V. V kleti zgradbe je glavni razdelilnik GR in ena merilna garnitura z dvotarifnim merjenjem in maksigrafom z daljinsko odčitavanjem. Razdelilniki za napajanje razsvetljave in moči z električno energijo so nameščeni v vsaki etaži. Glavni električni porabniki so razsvetljava, ki je pretežno klasična fluorescentna (prenovljena), kuhinjska oprema s kuhalnimi, grelnimi in hladilno zamrzovalnimi napravami, računalniška in ostala pisarniška elektro oprema.

Niskonapetostne instalacije v objektu sestavljajo:

- merilno mesto za merjenje električne energije,
- napajanje etažnih električnih razdelilcev (40)
- instalacije fiksnih porabnikov (kotlovnica, kuhinja, strojne, elektro in gradbene delavnice),
- instalacija razsvetljave (notranja, zunanja, telovadnica, varnostna razsvetljava),
- galvanske povezave in izenačevanje potenciala,
- ozemljitve in strelovodne napeljave.

Signalne instalacije v objektu sestavljajo:

- telefonija,
- računalniške povezave (univerzalne ožičenje, UTP, optične povezave glavnih vodov),
- ozvočenje
- razvod TV.

3.1 Zanesljivost oskrbe z električno energijo

Zgradba se nahaja v urbanem okolju, zato ne prihaja do večjih izpadov. Električna energija se dobavlja iz javnega omrežja preko pripadajoče transformatorske postaje. Do prekinitve dobave električne energije lahko pride v primeru izpada javnega omrežja, kar pa traja lahko največ par ur. Objekt je v celoti napajan iz glavnega razdelilnika GR.

Elektro razdelilna oprema je ustrezno tehnično izvedena, napajalno odjemno mesto je zanesljivo, oskrbe z električno energijo je popolna. Električne naprave in razdelilci NN-razvodov so solidno vzdrževani in omogočajo zanesljivo delovanje. Razsvetljava notranjih prostorov je pretežno fluorescentna z elektromagnetnimi dušilkami. Rastri svetilk so v učilnicah zrcalni, po hodnikih pa klasični. Razsvetljava sanitarij in pomožnih prostorov je izvedena z navadnimi žarnicami in varčnimi sijalkami. Razsvetljava telovadnice je izvedena s fluorescentnimi sijalkami in glede na potrebe osvetljevanja primerna. Notranje nizkonapetostne električne instalacije so s stališča funkcionalnosti in s stališča varnosti zanesljive.

3.2 Elektroenergetski sistem in porabniki

Objekt se napaja iz glavnega razdelilno stikalnega bloka GR. Napaja naslednje etažne razdelilce:

Tabela 1: Napajanje različnih etaž ŠCC

A etaža	Razsvetljava in ostali fiksni porabniki
AE etaža	Razsvetljava in ostali fiksni porabniki
B etaža	Razsvetljava in ostali fiksni porabniki
C etaža	Razsvetljava in ostali fiksni porabniki
D etaža	Razsvetljava in ostali fiksni porabniki
E etaža	Razsvetljava in ostali fiksni porabniki

Napajanje objekta je izvedeno z dvojnimi kablom 2x4x185 preko varovalnih elementov NVO 3x300 A. Električna instalirana moč objekta je 437 kW, konična moč znaša 339 kW, od tega je 138 kW električne moči namenjeno napajanju razsvetljave vključno razsvetljavo telovadnice.

Fiksne električne porabnike predstavlja oprema v kotlovnici, kuhinji, strojne, elektro in gradbene delavnice. V šoli so računalniške učilnice, ostali porabniki (biro oprema) pa se priključujejo na vtičnice. Razsvetljava notranjih prostorov je izvedena s klasično fluorescentno razsvetljavo, pretežno s sodobnim zrcalnim rastrom po učilnicah in drugih delovnih prostorih ter varčnimi sijalkami in navadnimi žarnicami po sanitarnih in pomožni prostorih.

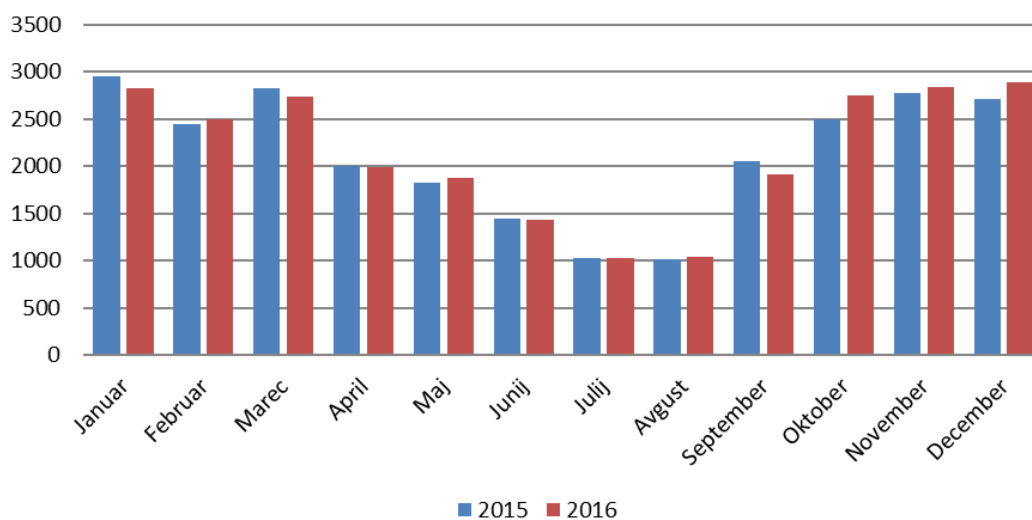
3.3 Stroški in poraba električne energije

Podatki, ki sem jih dobil za porabo električne analize, mi niso omogočali temeljite analize stroškov ter možnih rešitev za znižanje le-teh. Iz računov za prvih pet mesecev sem razbral, da tukaj prispevki nimajo pomembne vloge, saj znaša povprečna trošarina za poslovno rabo le 133,78 €, kar nam pri povprečnem znesku stroškov v teh petih mesecih predstavlja samo 5,6 % celote. Ostali del stroškov pa predstavlja poraba električne energije, ki je zaračunana po mali ter veliki tarifi (MT in VT). Cena kilovatne ure pri podjetju »Elektro Maribor Energija plus« je 0,04663 € za VT ter 0,03109 € za MT, trošarina pa znaša 0,00305 € za energijo porabljeno po obeh tarifah skupaj. [23]

Tabela 2: Stroški el. Energije v EUR za 2015 in 2016 na ŠCC [23]

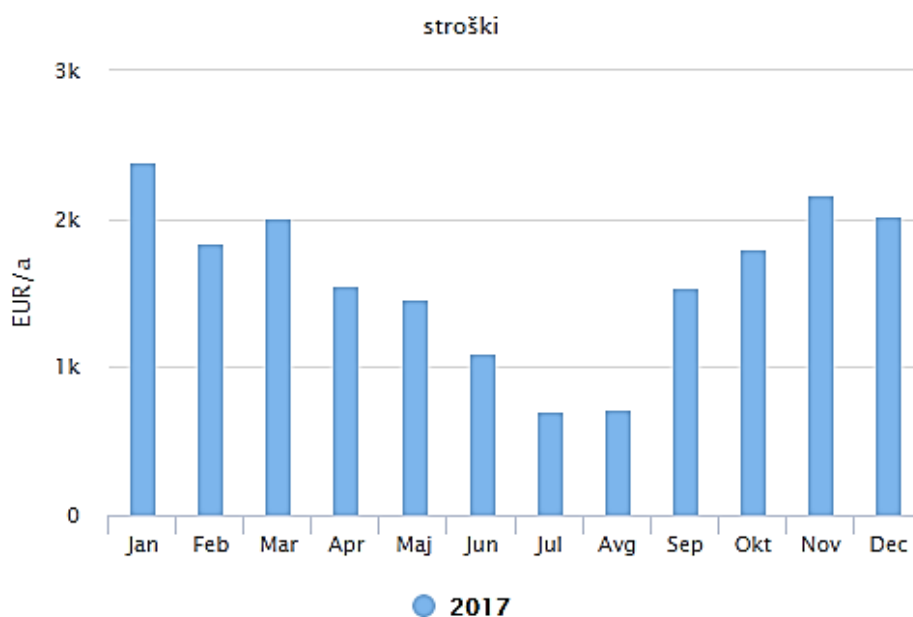
Mesec	Stroški električne energije v EUR	
	2015	2016
Januar	2955,52	2826,4
Februar	2445,82	2496,83
Marec	2820,63	2740,48
April	2002,26	1988,05
Maj	1818,75	1870,69
Junij	1438,06	1432,07
Julij	1020,35	1026,46
Avgust	1014,72	1037,02
September	2057,1	1917,18
Oktober	2488,84	2752,52
November	2772,86	2834,07
December	2706,56	2883,71
Vsota:	25541,47	25805,48

Stroški električne energije v EUR



1

Graf 2: Stroški el. energije v EUR za leto 2015 in 2016.

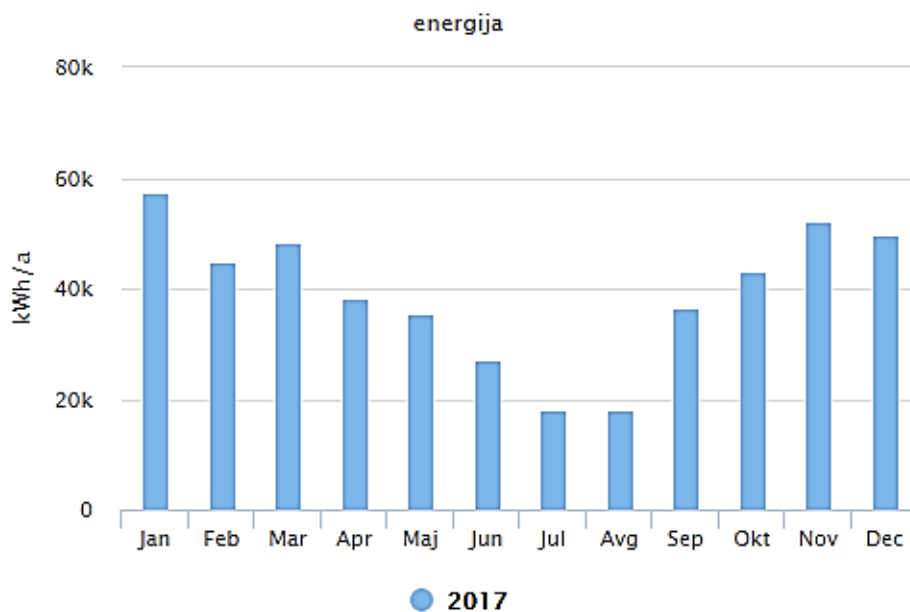


Graf 3: Stroški el. energije v EUR za leto 2017

Iz grafa je razvidno, kako se stroški električne energije zmanjšajo v februarju, saj le ta traja manj dni kot oklepajoča meseca, nato pa vidimo spet zmanjšanje zaradi poletnih počitnic. Iz grafa je razvidno tudi, da se je poraba zmanjšala iz leta 2015 do 2017, kar je dobra novica za nas.

Tabela 3: Poraba ter stroški el. energije v 2017 na ŠCC

Mesec	Poraba električne energije v kWh	Stroški električne energije v EUR
	2017	2017
Januar	57 289,00	2 381,30
Februar	44 826,00	1 833,90
Marec	48 260,00	2 005,21
April	38 176,00	1 551,91
Maj	35 570,00	1 465,21
Junij	26 981,00	1 101,72
Julij	17 992,00	703,58
Avgust	17 948,00	718,38
September	36 640,00	1 543,15
Oktober	43 110,00	1 797,08
November	52 221,00	2 171,19
December	49 667,00	2 016,30
Vsota:	468 680,00	19 288,93



Graf 4: Poraba električne v kWh/a

V mesecih juliju in avgustu opazimo manjšo porabo električne energije, kar lahko pripišemo poletnim počitnicam. Porabe so največje v mesecih januar ter november.

3.4 Investicijski ukrep

Kot investicijski ukrep na zmanjšanju porabe električne energije predlagam, da se obstoječa klasična fluorescentna razsvetljava postopoma dopolni s sodobno razsvetljavo s sijajnim rastrom, pri katerih je ocenjen odstotek zmanjšanje porabe električne energije v primerjavi z obstoječimi svetilkami (zaradi boljše svetilnosti in manjše porabe, ter že z vgrajenimi elektronskimi predstikalnimi napravami- ki so z zakonom predpisane), v učilnicah do 48,1 %in na hodnikih do 39,7 %; ob predpostavki, da se obstoječe fluo svetilke 2x58W na hodnikih (v lamelnem stropu) zamenjajo z novejšimi svetilkami s paraboličnim rasterjem in elektronsko predstikalno napravo, moči 2x35W in v učilnicah 1x58W s svetilkami 2x28W.

Tabela 4: Izračun porabljenе energije obstoječih svetilk

Vrsta svetilke	Število svetilk	Moč fluo cevi [W]	Število fluo cevi	Moč skupaj [kW]	Letna poraba [kWh]	Strošek porabe el. [€/leto]
2x58W	317	58	2	36,77	67 108,90	9 294,58
3x36W	636	36	3	68,69	125 355,60	17 361,75

Tabela 5: Izračun porabljenе energije novih svetilk

Vrsta svetilke	Število svetilk	Moč fluo cevi [W]	Število fluo cevi	Moč skupaj [kW]	Letna poraba [kWh]	Strošek porabe el. [€/leto]
2x58W	317	58	1	18,39	33 544,45	4 647,29
3x36W	636	35	2	44,52	81 249,00	11 252,99

Iz primerjave gornjih tabel, da znaša celokupni letni prihranek v porabljeni električni energiji ca 78 MWh.

Ekonomičnost

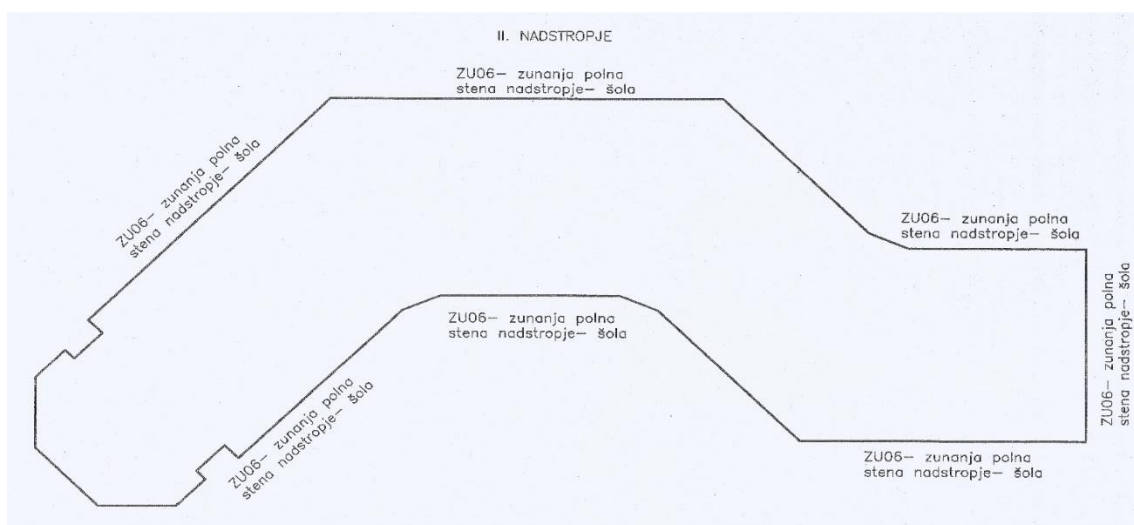
Skupni letni prihranek bi znašal ca 9000 € brez DDV, kar pomeni ob investiciji 9258 € za ŠC Celje pri 90 % subvenciji vračilno dobo približno 1 leto.

3.5 Možen prostor za sončno elektrarno na Šolskem centru Celje



Slika 13: Pogled ŠCC z južne strani

Na sliki je pogled ŠCC s južne strani. Moder kvadrateg predstavljaja kje bi bilo po mojem mnenju najbolje postaviti sončno elektrarno. Obrnjena na jug in pod naklonom 30°, ki je optimalen in iz njega dobimo največji izplen. Na telovadnici ni primeren prostor, saj jo zakriva večja stavba pred njo in izkoristek ne bi bil optimalen. Postavil bi fiksni sistem, saj je nabavna cena višja in motorji porabijo del električne energije.



Slika 14: Tloris ŠCC

4 EKONOMSKA UPRAVIČENOST IZGRADNJE SONČNE ELEKTRARNE

4.1 Metode vrednotenja investicij

Merila s katerimi presojamo uspešnost naložbe oziroma izbiro med možnimi investicijskimi projekti, lahko razdelimo na statična in dinamična. Statična ali konvencionalna merila podajo prvo grobo presojo poslovnih rezultatov in učinkov investicije v izbranem časovnem preseku, ki je lahko najboljši, povprečen ali pa najslabši v življenju neke naložbe. Uporabni sta predvsem zaradi njune enostavnosti in razumljivosti. Dinamična merila, v nasprotju s statičnimi, upoštevajo različne življenjske dobe investicij in različne časovne dinamike investicij.

Kot že rečeno, statična merila ne upoštevajo časovne dinamike, različnega trajanja posameznih investicij, oziroma celotnega razdobja donosov ter merijo učinke samo v enem izbranem časovnem preseku. Pomembno vprašanje pri izračunu dinamičnih meril uspešnosti naložbe je primerljivost njenih učinkov v različnih letih življenja. Zaradi časovne komponente denarja so se za ocenjevanje investicijskih projektov razvile metode, ki temeljijo na sedanji vrednosti.

Bistvo dinamičnih meril je diskontiranje kasnejših donosov na skupni termin, oziroma začetno leto nič, ko dospeva začetni vložek. Izhajajoč iz tega bo donosnost investicijskega projekta odvisna od:

- celotnega pozitivnega denarnega toka, prevedenega na sedanjo vrednost,
- celotnega negativnega denarnega toka, prevedenega na sedanjo vrednost,
- diskontne stopnje, ki je bila uporabljena za pretvorbo v sedanjo vrednost.

[22]

Neto sedanja vrednost (ang. Net Present Value - NPV)

Neto sedanja vrednost (NSV) ali čista sedanja vrednost, je eno najpogosteje uporabljenih meril za presojanje smiselnosti investicije. Izračunamo jo tako, da vse bodoče donose D_t z uporabo obrestne mere p oziroma diskontne stopnje r_t reduciramo na začetni trenutek in od tako dobljene vrednosti odštejemo investicijski vložek I_0 oziroma začetne stroške. V enačbi (1) t predstavlja čas v letih. [22]

$$NSV = -I_0 + \sum_{t=1}^t \frac{D_t}{r^t} \quad ; \quad r = \left(1 + \frac{p}{100}\right)$$

Z upoštevanjem časovne dimenzije sedanjega vlaganja in prihodnjega denarnega donosa lahko z izbrano diskontno stopnjo zelo hitro ugotovimo, ali je investicija smotrna ali ne. Pozitivna *NSV* pomeni, da sedanja vrednost celotnega pozitivnega toka koristi presega sedanjo vrednost celotnega negativnega toka stroškov, oziroma da je razlika med vrednostjo proizvedenega ali ohranjenega bogastva in vrednostjo porabljenih sredstev pozitivna. Naložbo sprejmemo, če je njena *NSV* večja od nič ter zavrnemo v kolikor je njena vrednost manjša od nič.

- $NSV < 0$, nesprejemljiva naložba,
- $NSV > 0$, sprejemljiva naložba.

V primeru več naložbenih možnosti izbiramo tisto, ki ima najvišjo pozitivno neto sedanjo vrednost.

Interna stopnja donosnosti (ang. Internal Rate of Return - *IRR*)

Pripadajoči koncept neto sedanji vrednosti je notranja, oziroma interna stopnja donosnosti (*ISD*), ki prikazuje maksimalni diskontni faktor oziroma v odstotku izražen letni donos, pri katerem je še finančno smotrno izvesti določeno naložbo. Povedano drugače, pri tej stopnji je vsota vrednosti donosov reduciranih oziroma diskontiranih na današnji trenutek, natanko enaka investicijskemu vložku, ki dospeva v istem trenutku (oziroma vsoti diskontiranih investicijskih vložkov, če je teh več in dospevajo v različnih časih). *ISD* lahko razumemo kot parameter, s katerim ugotavljamo najvišjo še dopustno obrestno mero, ki jo projekt še lahko prenese, če za njegovo financiranje najamemo posojilo. [22]

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^t \frac{D_t}{r^t} \quad ; \quad r = \left(1 + \frac{ISD}{100} \right)$$

Naložbo sprejmemo, če je interna stopnja donosnosti večja od relativne diskontne stopnje ter zavrnemo, če velja obratno. V kolikor je interna stopnja donosnosti enaka relativni diskontni stopnji smo ravnodušni. V primeru, če obstaja več naložbenih možnosti izberemo tisto, z najvišjo interno stopnjo donosa. Izračun interne stopnje donosnosti pomeni torej ponavljanje izračuna sedanje vrednosti pri različnih diskontnih stopnjah, oziroma diskontnih faktorjih toliko časa, da dobimo neto sedanjo vrednost enako nič. [22]

4.2 Programski paket RETScreen

Programsko orodje je omogočila kanadska vlada z namenom delovanja programa o reševanju klimatskih razmer, zmanjševanju izpustov v ozračje, izrabi obnovljivih virov energije, oceno proizvodnje energije, varčevanja z energijo, prikazu stroškov v času življenjske dobe projektov, tveganj za različne vrste energetske učinkovitih tehnologij. Z njegovo pomočjo lahko pridemo do integrirane analize projekta, ki se uporablja po vsem svetu. Omogoča tehniško in ekonomsko analizo, poleg tega pa tudi oceno zmanjšanja topogrednih plinov. Ker se v današnjih časih vedno bolj pojavlja zanimanje za obnovljive vire energije, so se skladno s tem razvile tudi različne verzije programa RetScreen.

Program je namenjen izdelavi novih in izboljšanju obstoječih projektov. Program je namenjen študijam, usposabljanju ljudi, pridobivanju znanja ter boljšemu razumevanju tehničnih in finančnih zmogljivosti možnih projektov, vsebuje tudi zbirko podatkov za proizvode, stroške in klimatske podatke. RETScreen znatno zmanjšuje stroške, ki nastanejo v fazah pred investicijskih raziskav, študije izvedljivosti projekta, izbire opreme itd. Programsko orodje uporablja več kot 250.000 uporabnikov po vsem svetu, poleg tega je dostopen v 35 jezikih, kar pokriva 2/3 celotne človeške populacije po svetu. Program je zelo priljubljen tudi po univerzah, uporabljajo ga kar na 270 univerzah. Program je na voljo v brezplačni različici na uradni strani programa.

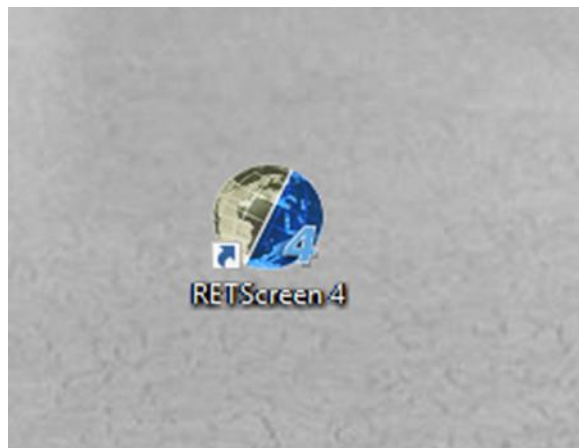
Program RETScreen omogoča tudi podrobno ekonomsko vrednotenje načrtovanih sistemov. Program je narejen v okolju MS Excel. Vsebuje več delovnih listov, preračun pa poteka s pomočjo vgrajenih makrojev. Program RETScreen je torej programsko orodje, ki v splošnem omogoča analizo projektov oz. nam omogoča izračune in prikaze:

- energetskega modela (Energy model)
- hidrološkega modela in izračun obremenitve (Hydrology & load) v primeru gradnje HE
- podatke o opremi (Equipment data)
- analize stroškov (Cost analysis)
- analize vplivov na okolje/emisij (GHG analysis)
- finančni povzetek (Financial summary)
- občutljivost in tveganje (Sensitivity)

Pomembne prednosti uporabe tega programa so vgrajene baze meteoroloških podatkov in podatki o učinkovitostih proizvajalcev iz celega sveta. Med drugim lahko s pomočjo tega programa ocenimo količino proizvedene energije na določeno časovno enoto. V pomoč nam je lahko npr. pri izgradnji mHE, saj mu preko vhodnih podatkov nastavimo določene parametre, ki jih predčasno ugotovimo glede na naše razmere, ta pa nam opravi tako finančni kot tudi strojni del izračuna. Obstajajo tudi različice programa, ki so namenjene sončnim elektrarnam, vetrnim elektrarnam in malim vodnih elektrarnam. Model pa vključuje tudi izkustvene enačbe za izračun izkoristka različnih vrst turbin.

Ko začnemo z izračunom v programskem paketu RETScreen, moramo najprej izpolniti prve tri delovne liste. Nato sledi analiza stroškov, za tem pa tabela finančnega povzetka. Preko analize vplivov na okolje ugotovimo, kakšen bo vpliv projekta na okolico. Tabele se vedno izpolnjujejo od zgoraj navzdol, ta postopek večkrat ponovimo, saj le tako pridemo do najboljših rezultatov.

RetScreen znatno zmanjšuje stroške, ki nastanejo v fazah pred investicijskih raziskav, študije izvedljivosti projekta, izbire opreme itd.. [22]



Slika 15: Ikona programa RET-screen

4.3 Finančni izračun

Za delo bom uporabljal program RET-screen.

V programu najprej nastavimo osnovne parametre. Izbrana je metoda 2. Elektrarna bo stala v Celju, toda podatkov za Celje na programu ni, zato bomo izbrali Maribor, saj je nam najbližji.

Project information		See project database
Project name	raziskovalna naloga	
Project location	celje	
Prepared for		
Prepared by	Klemen Kovšček	
Project type	Power	
Technology	Photovoltaic	
Grid type	Central-grid	
Analysis type	Method 2	
Heating value reference	Higher heating value (HHV)	
Show settings	<input checked="" type="checkbox"/>	
Language - Langue	English - Anglais	
User manual	English - Anglais	
Currency	Euro	
Units	Metric units	

Site reference conditions		Select climate data location
Climate data location	Maribor	
Show data	<input type="checkbox"/>	

Slika 16: Osnovni parametri

Uporabljali bomo fiksni sistem, to je napisano v predelu "solar tracking mode", naklon ki ga bomo uporabili bo znašal 30°, kot azimuta pa je za Slovenijo 45°. Glede na podatke izračunamo podatke o izplenu energije. Kot 30° uporabimo, ker ima najboljši letni izplen. V drugih besedah tako proizvedemo največ energije.

Analysis type ○ Method 1
Ⓞ Method 2

Resource assessment

Solar tracking mode Fixed

Slope 30,0

Azimuth 45,0

Show data

Month	Daily solar radiation - horizontal kWh/m ² /d	Daily solar radiation - tilted kWh/m ² /d	Electricity export rate €/MWh	Electricity exported to grid MWh
January	1,51	2,28	97,2	3,209
February	2,44	3,29	97,2	4,132
March	3,51	4,11	97,2	5,581
April	4,24	4,46	97,2	5,759
May	5,16	5,10	97,2	6,663
June	5,32	5,13	97,2	6,425
July	5,39	5,27	97,2	6,713
August	4,81	4,93	97,2	6,316
September	3,56	3,92	97,2	4,959
October	2,24	2,74	97,2	3,687
November	1,47	2,09	97,2	2,814
December	1,17	1,79	97,2	2,512
Annual	3,41	3,76	97,20	58,772

Slika 17: Nastavitve kota in cene električne energije

Pri tehničnem delu sem izbral monokristalne silicijeve sončne celice podjetja China Sunergy in sicer mono-Si - CSUN185-48M. Predpostaviti moramo tudi dodatne izgube zaradi snega in pa tudi izgube zaradi onesnaženosti kar znaša 3 %. Moč razsmernika določimo enako kot moč sončne elektrarne, pri tem pa moramo upoštevati še izkoristek razsmernika, ki znaša 92 % ter dodatne izgube pri pretvorbi, ki znašajo 2 %.

Photovoltaic	
Type	mono-Si
Power capacity	kW 50,00
Manufacturer	China Sunergy
Model	mono-Si - CSUN185-48M 200 unit(s)
Efficiency	% 14,2%
Nominal operating cell temperature	°C 45
Temperature coefficient	% / °C 0,40%
Solar collector area	m ² 353
Miscellaneous losses	% 3,0%
Inverter	
Efficiency	% 92,0%
Capacity	kW 50,0
Miscellaneous losses	% 2,0%
Summary	
Capacity factor	% 13,4%
Electricity exported to grid	MWh 58,772

Slika 18: Nastavitev tipa sončnih celic

Upoštevati moramo še dodatne stroške investicije v ostalo opremo:

- sončni moduli z konstrukcijo 1160€/kW, kar skupaj znese 58 000 €.
- razsmerniki in pripadajoča inštalacija, merilno mesto in priključek, dokumentacija,
- ostala inštalacija 240€/kW, kar skupaj znese 12000 €.

Initial costs (credits)	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Relative costs
Feasibility study					
Feasibility study	cost			€ -	
Subtotal:				€ -	0,0%
Development					
Development	cost			€ -	
Subtotal:				€ -	0,0%
Engineering					
Engineering	cost			€ -	
Subtotal:				€ -	0,0%
Power system					
Photovoltaic	kW	50,00		€ -	
Road construction	km			€ -	
Transmission line	km			€ -	
Substation	project			€ -	
Energy efficiency measures	project			€ -	
pv moduli in konstrukcija	cost	1	€ 58.000	€ 58.000	
		1	€ 12.000	€ 12.000	
Subtotal:				€ 70.000	100,0%
Balance of system & miscellaneous					
Spare parts	%			€ -	
Transportation	project			€ -	
Training & commissioning	p-d			€ -	
User-defined	cost			€ -	
Contingencies	%		€ 70.000	€ -	
Interest during construction			€ 70.000	€ -	
Subtotal:				€ -	0,0%
Total initial costs				€ 70.000	100,0%

Slika 19: Stroški investicije

Pri projekciji stroškov moramo upoštevati še naslednje stroške investicije, ki so navedeni spodaj. Podatki so sledeči:

- letni strošek vzdrževanja 300€
- letni strošek zavarovanja 150€
- menjava razsmernika po 16 letih, in sicer 240€/kW, ki znese 12000€.

Periodic costs (credits)	Unit	Year	Unit cost	Amount
menjava razsmernika	cost	16	€ 12.000	€ 12.000
End of project life	cost			€ -

Annual costs (credits)	Unit	Quantity	Unit cost	Amount
O&M				
Parts & labour	project	1	€ 300	€ 300
Zavarovanje	cost	1	€ 150	€ 150
Contingencies	%		€ 450	€ -
Subtotal:				€ 450

Slika 20: Dodatni stroški zavarovanja in vzdrževanja ter menjave razsmernika

Po določitvi stroškov moramo izvesti še finančni izračun vseh vseh pomembnejših kazalcev vrednotenja investicij, kot so neto sedanja vrednost, interna stopnja donosnosti in kumulativni denarni tok. Pri tem moramo upoštevati življenjsko dobo(project life) projekta, ki znaša 30 let in kredit (debt ratio) 80 % celotne investicije (obrestna mera (debt interest ratio) 5,5 %, doba vračanja kredita (debt term) 10 let, inflacija (inflation rate) 1,7 %, diskontna stopnja (discount rate) 5 %).

Financial parameters		
General		
Fuel cost escalation rate	%	300,0%
Inflation rate	%	1,7%
Discount rate	%	5,0%
Project life	yr	30
Finance		
Incentives and grants	€	
Debt ratio	%	80,0%
Debt	€	56.000
Equity	€	14.000
Debt interest rate	%	5,50%
Debt term	yr	10
Debt payments	€/yr	7.429

Slika 21: Finančni parametri

Pri vstavitvi vseh finančnih podatkov dobimo spodnje rezultate:

- stalne prihodki, ki imajo vrednost 5713€

Annual income		
Electricity export income		
Electricity exported to grid	MWh	59
Electricity export rate	€/MWh	97,20
Electricity export income	€	5.713
Electricity export escalation rate	%	

Slika 22: Denar ki ga bomo privarčevali letno

- skupne stroške, prihodke oz. prihranke,

Project costs and savings/income summary			
Initial costs			
Power system	100,0%	€	69.500
Balance of system & misc.	0,0%	€	0
Total initial costs	100,0%	€	69.500
Annual costs and debt payments			
O&M		€	450
Fuel cost - proposed case		€	0
Debt payments - 10 yrs		€	7.376
Total annual costs		€	7.826
Periodic costs (credits)			
Menjava razsmernika - 16 yrs		€	12.000
Annual savings and income			
Fuel cost - base case		€	0
Electricity export income		€	5.713
Total annual savings and income		€	5.713

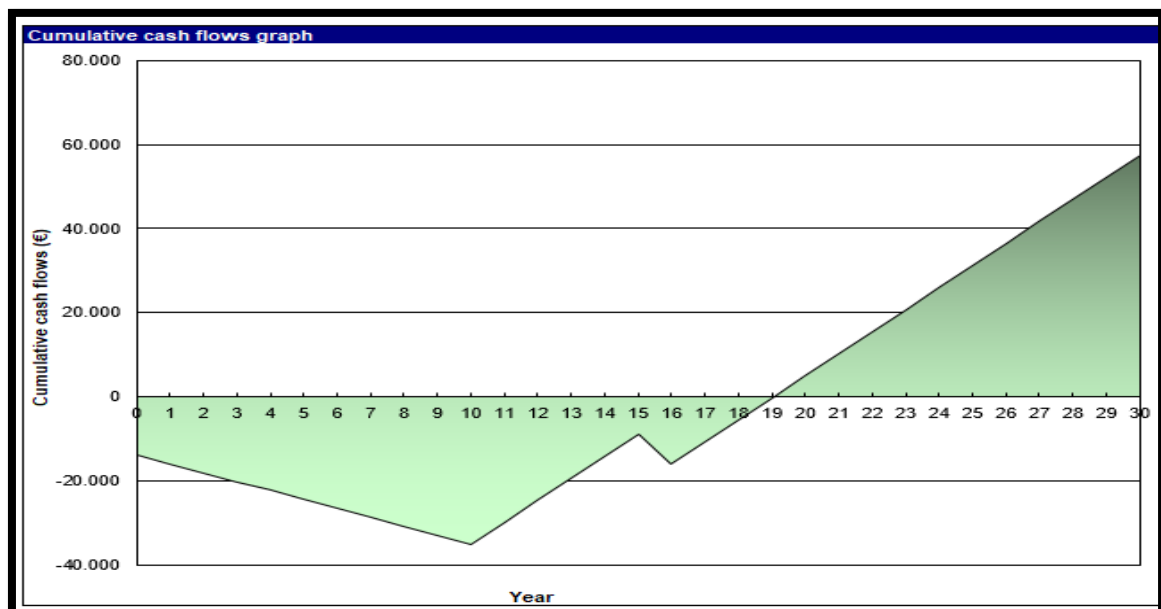
Slika 23: Skupni stroški investicije

- finančno stanje projekta, iz katerega lahko razberemo podatke o neto sedanji vrednosti (NSV), ki znaša 4200 €. Iz tega lahko razberemo da je naložba sprejemljiva.

Financial viability		
Pre-tax IRR - equity	%	5,8%
Pre-tax IRR - assets	%	0,1%
After-tax IRR - equity	%	5,8%
After-tax IRR - assets	%	0,1%
Simple payback	yr	13,2
Equity payback	yr	19,0
Net Present Value (NPV)	€	4.200
Annual life cycle savings	€/yr	273
Benefit-Cost (B-C) ratio		1,30
Debt service coverage		0,71
Energy production cost	€/MWh	92,55
GHG reduction cost	€/tCO ₂	(24)

Slika 24: Finančno stanje projekta

- iz komulativnega grafa pretoka denarja razberemo, da se nam investicija povrne v 19 letih ter da imamo na koncu približno 58 000 € dobička.



Graf 5: Komulativni graf

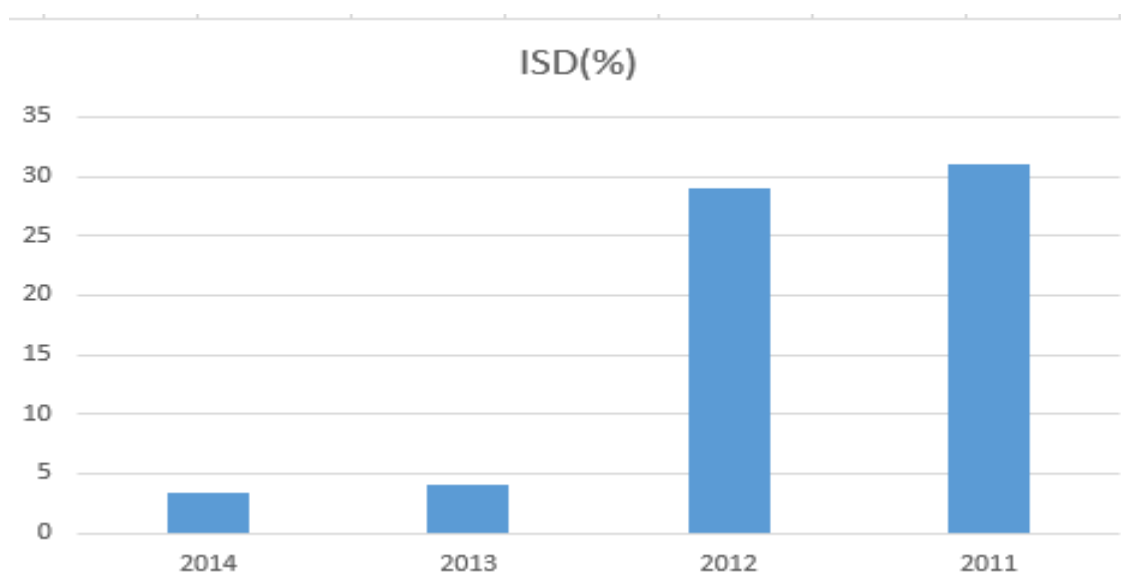
4.4 Ekonomska upravičenost

- Nadalje smo osnovne skupne stroške vsako leto zvišali za 20 %, ob tem pa smo upoštevali letno zniževanje podpor in posledično nižanje cene odkupa električne energije. Podatke o gibanju cen električne energije smo pridobili iz Borzenove tabele. Za leto 2011 in 2012 je bila cena fiksna za leti 2013 in 2014 pa smo izračunali povprečno ceno.

Tabela 6: Prikaz višanja stroškov

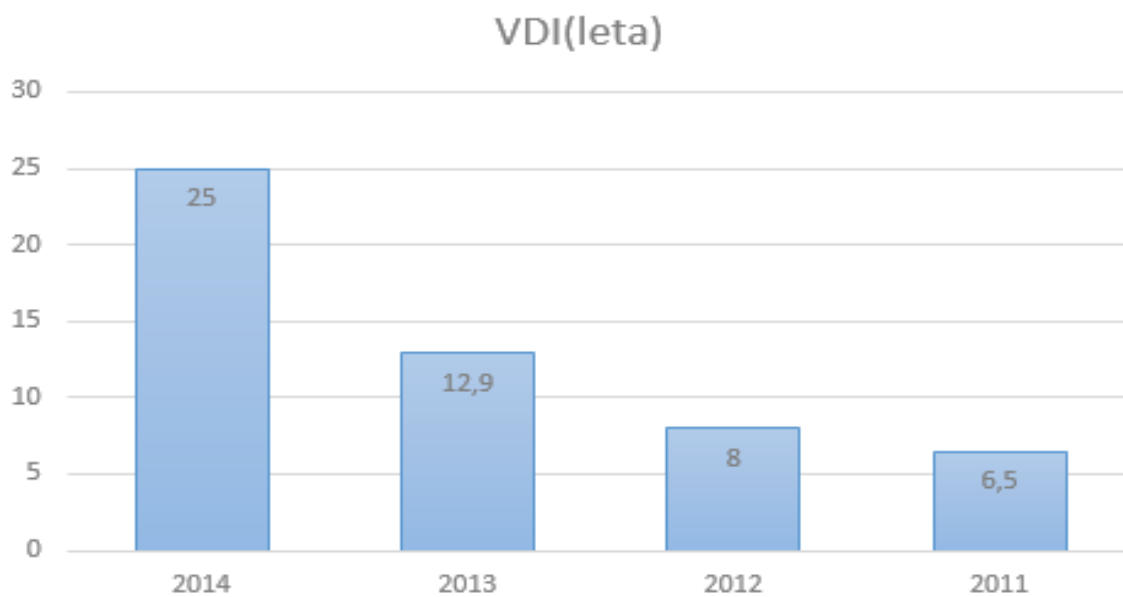
	2014	2013	2012	2011
	100% stroški	120% stroški	140 % stroški	160 % stroški
ISD%	3,5	4,1	28	31,5
NSV (EUR)	-21 124 €	46 689 €	113 464 €	136 510 €
VDI (LETA)	25	12,9	8	6,5
B/C	-0,10	3,16	5,73	6,17

Graf interne stopnje donosa:



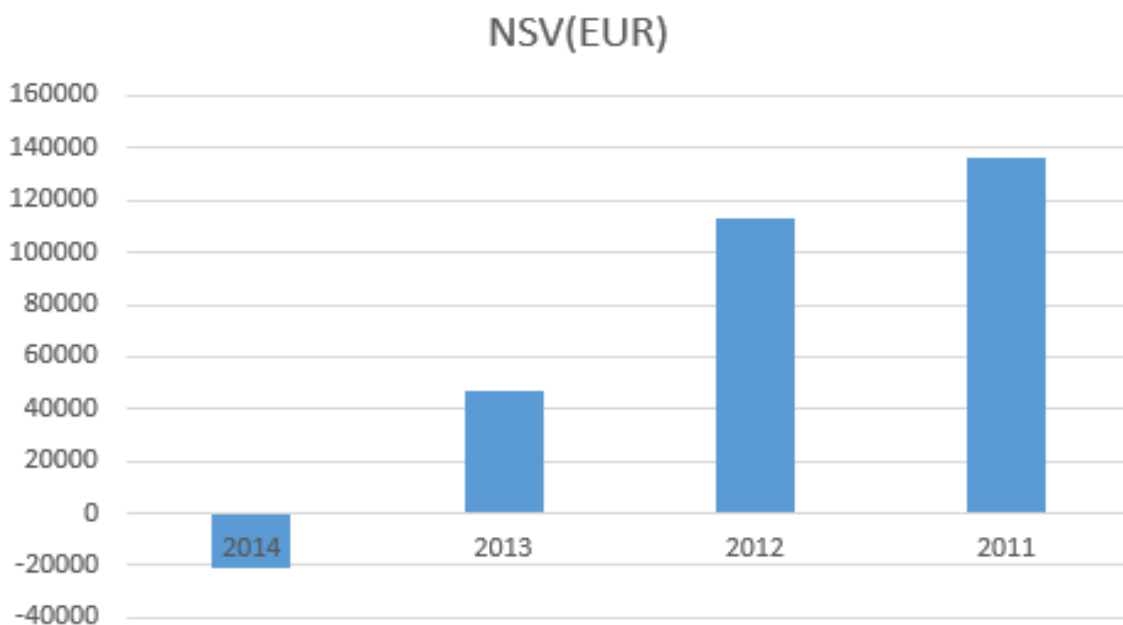
Graf 6: Graf interne stopnje donosa

Prikaz vračilne dobe investicije:



Graf 7: Prikaz vračilne dobe investicije

Prikaz neto sedanje vrednosti:



Graf 8: Prikaz neto sedanje vrednosti

Prikaz padanja skupnih stroškov za faktor 20 % na leto:

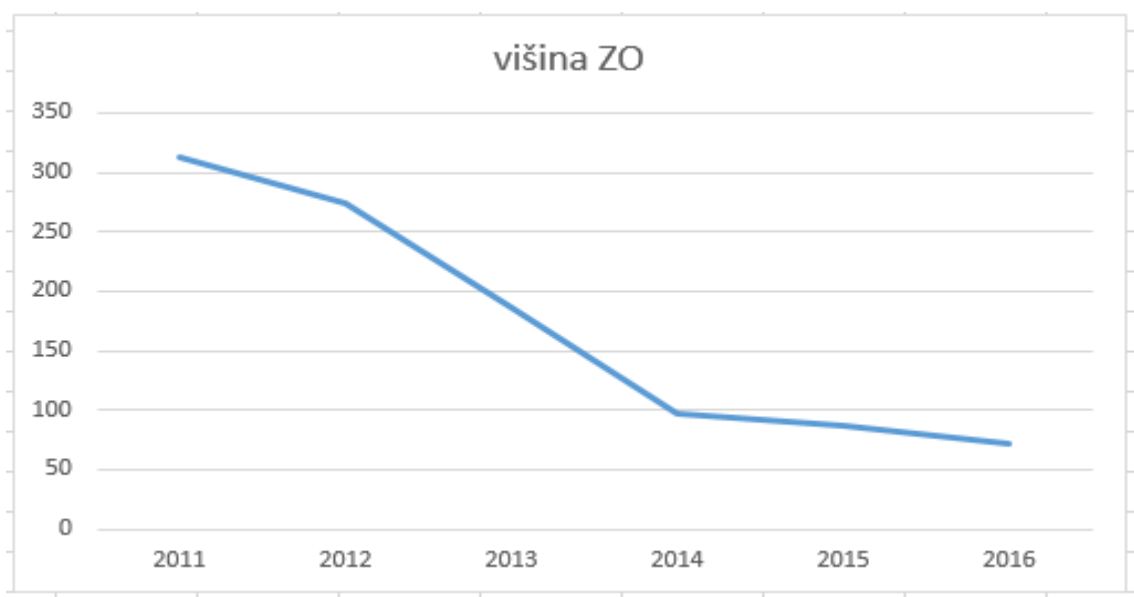


Graf 9: Prikaz padanja skupnih stroškov za faktor 20 % na leto

Na grafih opazimo velik preskok pri vrednostih med letoma 2012 in 2013. Takšen preskok se je zgodil zaradi nižanja podpor za izgradnjo sončnih elektrarn, ki so bile vsako leto nižje, medtem pa se cene stroškov nabave oziroma gradnje objekta niso spreminjale z istim faktorjem. Viden je velik preskok interne stopnje donosa iz vrednosti 25 % na 4 %, enako se zmanjša tudi neto sedanja vrednost, medtem ko se vračilna doba investicije poveča preko 20 let. Vse cene zagotovljenega odkupa so bile pridobljene iz tabele Borzen, stroške investicije pa smo zmanjševali za 20% vsako leto. To je bil le približen prikaz gibanja cen gradnje in nakupa nove sončne elektrarne.

Iz naloge lahko predpostavimo naslednje. V preteklosti je bila gradnja sončnih elektrarn več kot donosna investicija. Podpore oziroma subvencije so bile nerazumljivo visoke. Veliko višje so bile tudi cene odkupne energije. Med letoma 2012 in 2013 se je ta trend močno spremenil in v letu 2014, gradnja takšnega objekta ni več ekonomsko opravičljiva. Posledično se je ustavila gradnja sončnih elektrarn po Sloveniji.

Graf zagotavljenega odkupa električne energije



Graf 10: Graf zagotavljenega odkupa električne energije

Kot je prikazano na grafu se je višina zagotavljenega odkupa močno znižala v zadnjih letih. Najbolj primeren čas izgradnje sončne elektrarne je bilo okoli leta 2011, ker so bile takrat subvencije in cene zagotavljenega odkupa elektrike najvišje. Cene so se znižale tako močno, da se s finančnega vidika ne splača investirati v sončne elektrarne, saj je doba vračanja predolga. V letu 2017 ni bilo veliko bolje, saj je cena odkupa energije še padla in izgradnja preprosto ni več ekonomsko opravičljiva.

5 PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE

Moja prva hipoteza, da s izgradnjo sončne elektrarne privarčujemo drži. Na to hipotezo dobimo odgovor v komulativnem grafu. Na koncu 30 let, ki smo jih izbrali imamo dobiček. Profitirati začnemo šele po 19 letih torej doba vračanja investicije je predolga in ker se lahko v tem času veliko spremeni, kot je na primer inflacija.

Druga hipoteza, da je investicija v sončno elektrarno dolgotrajen projekt tudi drži. Iz izračunov razberemo, da traja kar 22 let da začnemo profitirati iz naše investicije. Po mojem mnenju, zato ker subvencije niso več tako visoke kot so bile včasih in če bi s projektom začeli že prej bi se nam investicija prej povrnila, saj so bile včasih subvencije in cene odkupne energije večje.

Zadnja hipoteza, da investicija v sončno elektrarno ni ekonomsko upravičen projekt pa drži, saj je iz izračunov in grafov razvidno, da je dolgotrajna investicija in traja kar 22 let, da pričnemo služiti, kar je predolga doba. Dobra investicija je tista, kjer se nam sredstva povrnejo v dobi 5-7 let. Investicija v elektrarno se splača samo glede okoljskega vidika, saj s tem zmanjšamo onesnaževanje. Postavitev sončne elektrarne za lastne potrebe se mi zdi boljše možnost, saj pri omrežni nimamo nadzora nad ceno odkupne energije in ta se lahko drastično zmanjša.

6 ZAKLJUČEK

Raziskave so pokazale, da se ne splača investirati v sončno elektrarno, saj je doba vračanja predolga kar 19 let, splača se samo z okoljevarskega vidika. Prihodnost je v obnovljivih virih energije, saj nam fosilnih goriv zmanjkuje in zelo dobra alternativa je sonce, saj ga imamo na voljo neomejeno in uporabljamo ga lahko zastonj. Investicija v samo elektrarno je sicer res velik finančni zalogaj, toda na voljo je veliko različnih rešitev, ki bodo čez čas postale bolj in bolj poceni, saj je na tem področju vsak dan napredek, saj je področje raziskano in ima veliko potenciala, ljudje ga moramo samo znati izkoristiti. Če bi država bolj podpirala investicije v sončne elektrarne bi se % v Sloveniji povečal, toda subvencije so nizke, kot so nizke tudi cene odkupa električne energije.

7 VIRI IN LITERATURA

- [1] Elektra: *Sončne elektrarne* [svetovni splet]. Dostopno na:
<http://www.elektra.si/dejavnost/soncne-elektrarne>. (28. 02. 2018).
- [2] Esvet: *Moč na površino* [svetovni splet] Dostopno na:
<http://www.esvet.si/vec-o-soncni-energiji#sonce---moc-na-povrsino>. (02. 03. 2018)
- [3] Esvet: *Kolikšno moč potrebuje povprečno slovensko gospodinjstvo?* [svetovni splet]
Dostopno na:
<http://www.esvet.si/vec-o-soncni-energiji>. (18. 02. 2018).
- [4] Google: *Fotovoltaika* [svetovni splet] Dostopno na:
https://www.google.com.tr/search?rlz=1C1GCEA_enCZ748CZ749&biw=1920&bih=1069&tbm=isch&sa=1&ei=Cj6gWvvrKYz4jwSDx4PwCg&q=son%C4%8Dna+energija&oq=son%C4%8Dna&gs_l=psy-ab.3.4.0110.15817.19029.0.21789.6.6.0.0.0.0.330.940.0j1j2j1.4.0....0...1c.1.64.psy-ab..2.4.939...0i67k1.0.KmkpuuaSy1k#imgcr=Txio0n1WJkG93M. (22. 02. 2018)
- [5] Google: *Sončna energija* [svetovni splet] Dostopno na :
<https://sites.google.com/site/obnovljivsi/soncna-energija> (2. 3. 2018)
- [6] Google: *pasivno izkoriščanje sončne energije* [svetovni splet] Dostopno na :
https://www.google.com.tr/search?rlz=1C1GCEA_enCZ748CZ749&biw=1920&bih=1069&tbm=isch&sa=1&ei=YUKgWrilL8ackgWk64vwBw&q=pasivno+izkori%C5%A1%C4%8Danje+son%C4%8Dne+energije&oq=pasivno+izkori%C5%A1%C4%8Danje+son%C4%8Dne+energije&gs_l=psy-ab.3...10496.21668.0.21855.36.36.0.0.0.0.257.3839.14j12j4.30.0....0...1c.1.64.psy-ab..6.8.923...0j0i30k1j0i24k1.0.5QHVEunkzeM#imgcr=YhV6oKb2cKvP6M:
(12. 2. 2018)
- [7] Google: *Samostojni fotovoltaični sistemi* [svetovni splet] Dostopno na:
https://www.google.com.tr/search?q=samostojni+fotovoltai%C4%8Dni+sistemi&rlz=1C1GCEA_enCZ748CZ749&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjltYGP5d_ZAhXEC-wKHx5UC14Q_AUICigB&biw=1920&bih=1069#imgcr=C4Tq-JPhOuVJeM: (23. 2. 2018)
- [8] Google: *Samostojni fotovoltaični sistemi* [svetovni splet] Dostopno na:
https://www.google.com.tr/search?q=samostojni+fotovoltai%C4%8Dni+sistemi&rlz=1C1GCEA_enCZ748CZ749&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiwyon

Ci-

XZAhWzxKYKHSikBfMQ_AUICigB&biw=1920&bih=1069#imgrc=M3PA3oObQRUwIM: (2. 3. 2018)

[9] Google: *Vpliv naklona na SE* [svetovni splet] Dostopno na: https://www.google.com.tr/search?q=vpliv+naklona+na+son%C4%8Dne+elektrarne&rlz=1C1GCEA_enCZ748CZ749&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-ybmEhuXZAhXG_qQKHfuoAd4Q_AUICigB&biw=1920&bih=1069#imgrc=FvoQvchpNfX62M: (20. 2. 2018)

[10] Google: *SE s sledilniki* [svetovni splet] Dostopno na: https://www.google.com.tr/search?q=vpliv+naklona+na+son%C4%8Dne+elektrarne&rlz=1C1GCEA_enCZ748CZ749&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-ybmEhuXZAhXG_qQKHfuoAd4Q_AUICigB&biw=1920&bih=1069#imgrc=FvoQvchpNfX62M: (25. 02. 2018)

[11] Republika Slovenija Ministrstvo za gospodarstvo [svetovni splet] Dostopno na: http://www.vlada.si/o_sloveniji/gospodarstvo/. (22. 02. 2018).

[12] Sol navitas: *Sončne elektrarne* [svetovni splet] Dostopno na : <https://www.sol-navitas.si/podrobno-o-financnih-izracunih-postavitve-majhne-soncne-elektrarne-na-vasi-strehi/> (23. 2. 2018)

[13] Sončne elektrarne: *Vrste sončnih elektrarn* [svetovni splet] Dostopno na : <http://www.soncneelektrarne.com/vrste-soncnih-elektrarn/> (25. 2. 2018)

[14] Varčevanje energije: *Fotovoltaične elektrarne* [svetovni splet] Dostopno na : <http://www.varcevanje-energije.si/fotovoltaicne-elektrarne/koncno-spet-boljsi-casi-za-soncne-elektrarne.html> (8. 3. 2018)

[15] *Vrste sončnih elektrarn* [svetovni splet] Dostopno na : <http://www.soncneelektrarne.com/vrste-soncnih-elektrarn/> (20. 2. 2018)

[16] *Vrste sončnih elektrarn* [svetovni splet] Dostopno na : <http://www.soncneelektrarne.com/vrste-soncnih-elektrarn/> (20. 2. 2018)

[17] *Vrste sončnih elektrarn* [svetovni splet] Dostopno na : <http://www.soncneelektrarne.com/vrste-soncnih-elektrarn/> (20. 2. 2018)

[18] *Vrste sončnih elektrarn* [svetovni splet] Dostopno na : <http://www.soncneelektrarne.com/vrste-soncnih-elektrarn/> (20. 2. 2018)

[19] *Vrste sončnih elektrarn* [svetovni splet] Dostopno na : <http://www.soncneelektrarne.com/vrste-soncnih-elektrarn/> (20. 2. 2018)

- [20] Wikipedia: *Sončna energija* [svetovni splet] Dostopno na :
https://sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna_energija#/media/File:SolarGIS-Solar-map-Slovenia-en.png (12. 2. 2018)
- [21] Word press: *Sončna energija*[svetovni splet] Dostopno na :
<https://kolednik.wordpress.com/obnovljivi-viri-energije/soncna-energija/> (30.2.2018)
- [22] FERLEŽ, A. Energetski trg EU, zapiski predavanj, 2017. (8. 3. 2018)
- [23] Marovt M, Pečnik D, Lesjak M. (2017)*Raba energije na ŠCC* (raziskovalna naloga) [Celje] Pridobljeno 24.11.2017