

**UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA**

**DIPLOMSKO DELO**

**UPRAVIČENOST INVESTICIJE  
V MIKRO FOTOVOLTAIČNO ELEKTRARNO**

**Ljubljana, avgust 2010**

**JANI BORJANČIČ**

## **IZJAVA**

Študent Jani Borjančič izjavljam, da sem avtor tega diplosmkega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Marka Hočvarja, in da dovolim njeno objavo na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne \_\_\_\_\_

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

# KAZALO

<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>1 INVESTICIJE</b> .....	<b>2</b>
1.1 Investicije v splošnem .....	2
1.2 Ocenjevanje investicijskih projektov .....	2
1.2.1 Statične metode .....	3
1.2.2 Dinamične metode.....	5
<b>2 INVESTICIJA V SOLARNO ELEKTRARNO</b> .....	<b>8</b>
2.1 Kako sploh deluje fotovoltaika .....	8
2.2 Zgodovina razvoja fotovoltaike .....	9
2.3 Vrste modulov .....	9
2.4 Postopek postavitve sončne elektrarne in vsa potrebna soglasja .....	10
2.5 Financiranje.....	12
2.6 Tveganja .....	13
<b>3 UGOTAVLJANJE UPRAVIČENOSTI INVESTICIJE S POMOČJO PLANIRANIH IN DEJANSKIH VREDNOSTI</b> .....	<b>14</b>
3.1 Planirane vrednosti .....	15
3.2 Dejanske vrednosti .....	17
<b>SKLEP</b> .....	<b>20</b>
<b>LITERATURA IN VIRI</b> .....	<b>22</b>
<b>PRILOGE</b> .....	<b>1</b>

## KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Izračun dobe vračila .....</i>	4
<i>Tabela 2: Izračun donosnosti iz dobička.....</i>	4
<i>Tabela 3: Pregled najpomembnejših letnic v zgodovini fotovoltaike .....</i>	9
<i>Tabela 4: Planiran amortizacijski načrt za sončno elektrarno Borjančič.....</i>	16
<i>Tabela 5: Stanje števca oz. količina proizvedenih kWh po posameznih mesecih .....</i>	18
<i>Tabela 6: Razlike med predvidenimi in dejanskimi vrednostmi kazalnikov za MFE Borjančič .....</i>	20

## KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Osončenost Slovenije .....</i>	11
<i>Slika 2: Sončno obsevanje sončne elektrarne v odvisnosti od naklona in usmeritve modulov (sončne solarne elektrarne).....</i>	11
<i>Slika 3: Primerjava dejanskih in predvidenih količin po mesecih .....</i>	18

## UVOD

V času recesije se podjetja spopadajo z različnimi težavami. V splošnem velja prepričanje, da današnja kriza ni prizanesla nobenemu podjetju. Moje mnenje je drugačno. Kriza je samo pokazala, katera podjetja so rasla »umetno« in katere uprave so na takšen ali drugačen način izčrpavale podjetja v svoj prid. Poleg tega je pokazala še, katera podjetja si niso ustvarila nobenih rezerv, predvsem pa, katera podjetja so premalo vlagala v investicije.

Res pa je, da v času recesije zaradi ohlajanja gospodarstva prihaja do manjšega povpraševanja po dobrinah, kar posledično vodi v presežek ponudbe. Presežek ponudbe pelje v presežek delovne sile in začnejo se velika odpuščanja. Posledično se kupna moč prebivalstva zmanjša, kar pomeni, da so podjetja primorana nižati cene oz. prodajati svoje izdelke po »normalnih cenah«, če jih le želijo prodati in če ne želijo kopičiti zalog.

Za tista podjetja, ki so si v času konjunktуре ustvarila določene presežke in niso zapravila vsega, je to idealna priložnost za investicije. Pa ne samo za podjetja, ampak tudi za fizične osebe, če le imajo kaj prihranjenega.

Investira se lahko v marsikaj: posodabljanje opreme, različni vrednostni papirji, nepremičnine ipd. so le ene izmed možnih variant. Zadnje čase pa postaja vse bolj pomembno ekološko vprašanje oz. onesnaževanje narave, predvsem na področju energije. Strokovnjaki nas z vseh koncev opozarjajo na ozon, segrevanje Zemlje, taljenje ledenikov, ki so več ali manj odvisni od prevelike uporabe fosilnih goriv. Na področju prometa se že uvajajo hibridni ter plinski pogoni, na področju pridobivanja elektrike pa so stvari še relativno v povojih.

V tem okviru v Sloveniji tečejo razprave, ali Slovenija potrebuje šesti blok TE Šoštanj, nove jedrske bloke v NE Krško, plinski terminal v Koprju ter tranzitni plinovod Južni tok, hidroelektrarne na srednji Savi in Muri, pa vrsto novih plinskih elektrarn. A žal je pri večini od teh (izvzete so samo hidroelektrarne) pridobivanje električne energije ekološko sporno, bodisi zaradi prevelikih količin CO<sub>2</sub> bodisi zaradi radioaktivnih odpadkov.

Obstajajo pa še t. i. ekološki načini pridobivanja energije s pomočjo obnovljivih virov. To so izkoriščanje vode (omenjeno zgoraj), geotermalne, vetrne in sončne energije ter energije na biomaso. Pri slednjih tudi država vzpodbuja hiter vzpon, še posebej pri sončni energiji. To bo tudi osrednja tema tega diplomskega dela.

V naši družini smo se po daljšem premisleku in preračunavanju odločili za investicijo v mikro fotovoltaično elektrarno. Namen tega diplomskega dela je predstaviti sončno energijo in z njo povezane fotovoltaične elektrarne. Cilj pa je dokazati, da se pod trenutnimi pogoji investicija v solarno elektrarno splača.

V prvem delu svoje diplomske naloge bom najprej predstavil investicije v splošnem ter podrobneje opisal metode ocenjevanja uspešnosti investicije. V drugem delu bo govora o fotovoltaičnih elektrarnah in o vsem, kar mora potencialni investitor vedeti o njih v primeru, da se odloči za tako investicijo. V tretjem oz. zadnjem delu pa bom predstavil še bistvo svoje diplomske naloge, to so izračuni kazalnikov za našo sončno elektrarno. To bom predstavil na tak način, da bom primerjal planirane (oz. predvidene) vrednosti proizvedene elektrike in donosnosti z dejanskimi številkami. Na koncu bom s sklepom vse to primerjal med sabo in analiziral ter podal ugotovitev, ali se investicija v »ekologijo« splača ali ne.

# 1 INVESTICIJE

## 1.1 Investicije v splošnem

V ekonomski teoriji je cilj posamezne strukture bodisi države bodisi podjetja trajna gospodarska rast. Eno izmed osnovnih, a hkrati bistvenih gibal za rast je tehnološki napredek. Gre za precej kompleksen pojem, ki je odvisen od več dejavnikov. Eden izmed teh dejavnikov so vsekakor investicije. Na tej točki je treba poudariti, da je visoka investicijska stopnja zgolj potreben, ne pa nujno zadosten pogoj za tehnološki napredek oz. rast in razvoj. Pomembna je tudi struktura investicij, torej, kam se ta denar vlaga, saj šele vlaganja na prava mesta omogočajo uvajanje inovacij v gospodarstvo.

Pri tehnološko najrazvitejših državah empirične študije kažejo, da so v zadnjem obdobju h gospodarski rasti največ prispevale investicije v računalniško in telekomunikacijsko tehnologijo (Oplotnik, Romih, Dajčman, 2006, str. 7). Te so namreč pripomogle k razvoju t. i. informacijsko intenzivnih dejavnosti, kot so finančni sektor in poslovne storitve. Strokovnjaki so izračunali, da je med 1995 in 2001 kapital v obliki informacijsko-telekomunikacijske tehnologije k prispevku kapitala k rasti BDP-ja prispeval 36 %, ostala oprema 64 % (Oplotnik, et al., 2006, str. 7). V ZDA je v enakem obdobju delež informacijsko-telekomunikacijske tehnologije znašal 54 % in ostale opreme 46 % prispevka kapitala k rasti BDP-ja (Oplotnik, et al., 2006, str. 7). Kakorkoli že, je donosnost teh investicij v današnjih časih dvomljiva. Potrebno je namreč razmisliti, ali je pozitivna donosnost informacijsko-telekomunikacijske tehnologije še vedno aktualna in ali je čas za vlaganje v kompleksnejše sektorje, kot so npr. nanotehnologija.

Po drugi strani pa investiranje v opremo zahteva tudi investiranje v izobraževanje ljudi. Nasploh v tehnološko razvitih okoljih vedno bolj narašča potreba po investicijah v znanje v luči vseživljenjskega učenja. Donosnost vlaganja v formalno izobraževanje v razvitih državah naj bi bila po večini empiričnih študij med 5 in 15 % (Oplotnik, et al., 2006, str. 7). Če govorimo o narodnogospodarskih koristih in pozitivnih eksternalijah, take investicije ne prinašajo koristi samo tistemu, ki se izobražuje, temveč tudi družbi kot celoti, zato so lahko zanimiva naložba javnih sredstev.

Dejstvo je, da investicije niso glavna tema mojega diplomskega dela in zato s teoretiziranjem na temo "Kaj so naložbe?" in "Zakaj ljudje investiramo?" nisem imel namena zapravljati časa in prostora. V vsakem primeru pa bi morala biti teorija o tem, da obstajajo dobre in slabe investicije, večini ljudi že dovolj dobro znana, glede na to, da živimo v kapitalizmu že skoraj dvajset let.

## 1.2 Ocenjevanje investicijskih projektov

Z vidika gospodarskih družb so investicije eno izmed bistvenih vprašanj v poslovnem svetu, saj določajo pogoje gospodarjenja v prihodnosti in imajo dolgoročne posledice za nadaljnji razvoj in poslovanje podjetja. Na splošno velja, da so pri investicijskih odločitvah praviloma vedno omejena finančna sredstva, zato je nujno potrebna skrbna proučitev vseh investicijskih različic. Tako podjetja poskušajo čim bolj zmanjšati oz. preprečiti oportunitetne izgube. Zagotoviti je potrebno prave metode oz. merila, s katerimi lahko primerjamo, in tako

izluščimo tisto, ki se najbolj splača. Različna merila, ki jih uporabimo za ocenitev iste naložbe, se pogosto gibljejo v nasprotno smer. Zato moramo, preden se odločimo za naložbo, katere učinke smo izmerili z različnimi sodili, zelo podrobno poznati dobre in slabe strani vsakega sodila ter njegovo izrazno moč za namen, za katerega smo ga uporabili (Kavčič, Klobučar, Mirovič & Vidic, 2007).

Predstavil bom nekaj metod ocenjevanja uspešnosti investicije oz. investicijskih projektov v razmerah gotovosti (ko predpostavimo, da investitor pozna vse možne posledice določene investicije). Res je sicer, da vedno obstaja določena negotovost, vendar je v primeru sončne elektrarne to bodisi vreme (orkanski veter, toča, premera 5 cm in več, ipd.) bodisi neplačevanje državnih institucij, kar je tudi malo verjetno. Ker je čas bistvenega pomena za vsako investicijo, so metode ocenjevanja razdeljene glede na vključevanje časovne komponente, in sicer na statične in dinamične. Slabosti in pomanjkljivosti so pri vseh statičnih metodah skupne, zato bom obravnaval le nekaj tistih, ki se uporabljajo najpogosteje.

V načelu imamo za metode ocenjevanja uspešnosti investicije izdelane dve različni delitvi. Prva je delitev na gospodarske metode, pri katerih so podlaga računovodski podatki o dobičku in vloženi sredstvih, ter finančne metode, ki temeljijo na računovodskih podatkih o denarnih tokovih (Kavčič, et al., 2007). Svojo pozornost bom posvetil drugi delitvi, to je delitvi na statične in dinamične metode.

### **1.2.1 Statične metode**

Statične metode, pogosto imenovane tudi knjigovodske ali računovodske, temeljijo na nepredelanih računovodskih podatkih. Značilno za te metode je, da zanemarjajo časovno komponento ali pa jo upoštevajo samo delno oz. posredno. Glavni problem teh metod je torej v tem, da ne upoštevajo različnega časovnega zaporedja stroškov in donosov investicije ter različne življenjske dobe investicij. V nadaljevanju sledi kratka predstavitev treh najpogosteje uporabljenih statičnih metod, in sicer doba vračanja, rentabilnost in skupni donos na enoto investicijskih stroškov.

- **Doba vračanja investicijske naložbe**

Doba vračanja je opredeljena kot tista doba, v kateri se v obliki denarnih prejemkov, povezanih za amortizacijo in dobičkom, vrne nabavna vrednost naložbe (Kavčič, et al., 2007). Le-ta ne sme biti daljša od ekonomske dobe naložbe. Logično je torej sklepati, da je po tej metodi najuspešnejša tista investicija, ki ima najkrajšo dobo vračanja.

S to metodo torej ne moremo meriti donosnosti naložbe. To je jasno razvidno iz primera v tabeli 1, kjer ima projekt B krajšo vračilno dobo kot projekt A, vendar ima slednji večji skupni donos v primerjavi z B-jem. Ta metoda torej odgovarja le na vprašanje, v kolikšnem času se bodo investirana sredstva povrnila. Ne upošteva pa vseh donosov naložbe, niti časovne razporeditve donosov in investicijskih stroškov, zato investicije medsebojno niso primerljive.

Razvidno je, da je metoda uporabna le kot dopolnitev ostalim metodam ocenjevanja investicijskih projektov in morda kot eliminacijska metoda, s katero izločimo projekte, ki ne dosežejo zahtevanega kriterija (izraženega z dobo vračila investiranih sredstev). Podjetje bi se v zgornjem primeru odločilo za varianto A zaradi boljše rentabilnosti, čeprav ima varianta B krajšo dobo vračanja.

Tabela 1: Izračun dobe vračila

	Projekt A		Projekt B	
Leto	Naložba	Neto prilivi	Naložba	Neto prilivi
1	10000	100	10000	2000
2		3000		4000
3		3000		4000
4		3000		1000
5		5000		1000
Vsota		15000		12000

Vir: Racunovodja.com, 2008

- **Rentabilnost investicije**

Rentabilnost investicije predstavlja v odstotkih izraženo razmerje med donosom (po navadi iz prvega leta) investicije in investicijskim vložkom (Čebokli, 2010). Slabosti te metode so podobne kot pri dobi vračanja, saj ne upošteva niti skupnih donosov niti časovne razporeditve donosov.

Kriterij je zahtevana profitabilnost. Če načrtovani donos, merjen kot knjigovodski dobiček v primerjavi z naložbo, dosega kriterij, je investicija sprejemljiva, sicer ni.

Sicer ima ta metoda več različic, ki dajejo tudi različne rezultate. V števcu je lahko knjigovodski dobiček posameznega leta, povprečni knjigovodski dobiček večjega števila let (celotne dobe trajanja projekta), knjigovodski dobiček, povečan za amortizacijo, v imenovalcu pa je lahko začetna vrednost investicijskega projekta, povprečna vrednost investicijskega projekta (pri čemer kot povprečje vrednosti investicijskega projekta lahko upoštevamo povprečje knjigovodske vrednosti vseh let ali povprečje samo prvega in zadnjega leta ipd.). S pomočjo tabele 2 je prikazan primer, kako se lahko spreminja izračun donosnosti investicije v primeru, da se spreminja bodisi donos bodisi vrednost naložbe ali pa kar oboje v ulomku.

Tabela 2: Izračun donosnosti iz dobička

Kategorija	Leto 1	Leto 2	Leto 3	Povprečje
Neto dobiček	4000	5000	6000	5000
Knjig. vred. na začetku leta	10000	8000	6000	
Knjig. vred. na koncu leta	8000	6000	4000	
Povp. knjig. vred.	9000	7000	5000	7000

Vir: Racunovodja.com, 2008

Različne možne variante donosnosti naložbe so:

- $100 \cdot \text{povprečni donos} / \text{začetna vrednost naložbe} = 100 \cdot 5000 / 10000 = 50 \%$
- $100 \cdot \text{povprečni donos} / \text{povprečna vrednost naložbe} = 100 \cdot 5000 / 7000 = 71,4 \%$
- $100 \cdot \text{dobiček leta 3} / \text{začetna vrednost naložbe v letu 3} = 100 \cdot 6000 / 6000 = 100 \%$



- **Skupni donos na enoto investicijskih stroškov**

Ta kazalnik predstavlja razmerje med skupnim donosom investicije in investicijskim izdatkom (Čebokli, 2010). Pove pa nam, koliko enot skupnega donosa nam daje enota investicijskega izdatka. Investicija je torej tem bolj uspešna, čim večje je to razmerje. Prednost te metode v primerjavi s prejšnjima dvema je v tem, da upošteva skupni donos investicije. Po drugi strani pa daje enako težo enako velikim donosom v različnih letih ekonomske dobe investicije, torej ne upošteva časovne razporeditve donosov in investicijskih izdatkov (Čebokli, 2010).

Obstaja pa tudi metoda povprečnega letnega donosa na enoto investicijskih stroškov. Primerja se povprečni letni donos z investicijskimi izdatki. Investicija je boljša v primeru, če je ta koeficient večji od alternativnih variant. Tudi ta kazalnik zanemarija časovno razporeditev donosov ter skupni donos, tj. življenjsko dobo investicije. Uporaben je le v primeru, da imata obe varianti enako življenjsko dobo, če seveda zanemarimo dinamiko donosov.

Obstaja sicer še nekaj podobnih parcialnih kazalnikov uspešnosti tekočega poslovanja, ki tudi niso sami po sebi primerni za oceno uspešnosti investicij. Vsem tem statičnim je skupno to, da ne upoštevajo alternativne možnosti (v večini primerov) omejenih finančnih sredstev. V splošnem ne upoštevajo skupnih donosov investicije – torej zanemarijo življenjsko dobo ter ne upoštevajo časovne razporeditve donosov in investicijskih izdatkov.

## **1.2.2 Dinamične metode**

Kot sem že omenil, je glavni problem statičnih metod, da ne upoštevajo različnega časovnega zaporedja stroškov in donosov investicije ter različne življenjske dobe investicij. Ta problem se da rešiti tako, da se uporabi postopek, ki upošteva vse donose in investicijske stroške ter različno časovno razporeditev le-teh, s tem da vse skupaj zreducira na isti časovni termin. Zgoraj omenjenim zahtevam ustreza metoda sedanje vrednosti. Na tej osnovi sta se izoblikovala dva kriterija za odločanje o investicijah – to sta neto sedanja vrednost in interna stopnja donosnosti, saj napravita časovno različno razporejene izdatke in donose investicije medsebojno primerljive.

- **Neto sedanja vrednost**

Neto sedanjo vrednost – NSV je razlika med sedanjimi prejemki, ki so rezultat naložbe, in sedanjimi izdatki, ki jih je naložba povzročila (Kavčič et al., 2007). Po tej metodi torej diskontiramo prihodnje donose in investicijske izdatke na začetni termin, ko nastopijo prvi investicijski izdatki (Čebokli, 2010). Upošteva se namreč časovno vrednost denarja. En evro, ki ga prinaša naložba v bodoče, nima enake sedanje vrednosti kot en evro danes.

Za odločitev o potencialni naložbi s pomočjo NSV se gleda vrednost le-te. V primeru, da je NSV večja od nič (torej pozitivna), naložbo lahko sprejmemo. Pozitivna NSV v praksi pomeni to, da je razlika med vrednostjo proizvedenega ali ohranjenega bogastva in vrednostjo porabljenih sredstev pozitivna (Čebokli, 2010). Logično je sklepati, da je v primeru, da je izračunana NSV manjša od nič, naložba nezanimiva oz. se ne obrestuje. Če pa je enaka nič, smo pri odločitvi ravnodušni. V primeru izbire med več različnimi možnostmi zberemo tisto, ki ima najvišjo NSV.

Tudi NSV sama po sebi ni uporabna v primeru, ko imata dve investiciji pri enaki življenjski dobi različne stroške, oz. ni vesplošno uporabna, ko investiciji zahtevata različni nivo stroškov. V tem primeru uporabimo indeks donosnosti, kjer namesto razlike med sedanjo vrednostjo donosov in stroškov izračunamo razmerje le-teh. Investicija je sprejemljiva, če je indeks donosnosti večji od ena.

V primeru različnih življenjskih dob investicij se izračuna ekvivalentni letni donos. Izračuna se letno anuiteto oziroma rento, ki bi nam jo omogočila izračunana NSV ob koncu vsakega leta skozi celotno življenjsko dobo pri določeni obrestni meri. Tako so investicije neposredno primerljive tudi v primeru različnih investicijskih stroškov ali različne življenjske dobe.

Pri NSV in drugih izvedenih pokazateljih ima torej veliko (če ne glavno) vlogo individualna diskontna stopnja, s katero diskontiramo bodoče neto donose. Finančna sredstva imajo vedno več možnosti alternativne uporabe, iz tega tudi izhaja ta vloga diskontne stopnje. Uporabljena sredstva morajo namreč prinašati najmanj toliko kot v vsaki drugi uporabi. Zato naj bi bila višina individualne diskontne stopnje bodisi obrestna mera, po kateri investitor lahko dobi posojilo za financiranje naložbe (če naložbo financira s tujimi viri), bodisi donos, ki bi ga lahko dosegla, če bi finančna sredstva plasirala v finančno naložbo (če financira naložbo z lastnimi viri).

*ZGLED: Kaj lahko rečemo o investicijskem projektu, ki zahteva današnji vložek  $I_0 = 100.000,00$  denarnih enot (DE) in zagotavlja donose  $D_1 = 40.000,00$  DE,  $D_2 = 30.000,00$  DE,  $D_3 = 30.000,00$  DE in  $D_4 = 35.000,00$  DE, ki po vrsti dospevajo konec 1., 2., 3. in 4. leta?*

*Višina neto sedanje vrednosti je neposredno odvisna od uporabljenih obrestnih mere kot cene kapitala oziroma od uporabljenega pripadajočega diskontnega faktorja  $1+i$ , s katerim reduciramo bodoče finančne tokove na začetni trenutek. V našem konkretnem zgledu vzemimo za 7 % obrestno mero. Za neto sedanjo vrednost imamo naslednji izračun: (Čebokli, 2010)*

$$NSV(7\%) = 40.000/1,07 + 30.000/1,07^2 + 30.000/1,07^3 + 35.000/1,07^4 = 14777 \text{ DE}$$

- **Interna stopnja donosnosti**

Pri neto sedanji vrednosti smo ugotovili, da čim večji je diskontni faktor, tem bolj pada NSV investicijskega projekta. Dražji je namreč kapital, manj se bo investicija obrestovala. Torej iz tega lahko sklepamo, da mora obstajati neka mejna diskontna stopnja, pri kateri je NSV investicije ravno enaka 0. S pomočjo interne stopnje donosnosti (ISD) torej iščemo diskontno stopnjo, pri kateri je NSV investicije enaka nič, oziroma iščemo obrestno mero, pri kateri se sedanja vrednost prilivov in sedanja vrednost odlivov izenačita. Pri ISD potrebujemo še individualno diskontno stopnjo, s katero jo primerjamo. Za naložbo se odločimo, če je ISD večja od individualne diskontne stopnje, če ji je enaka, smo ravnodušni, če je manjša, pa se za naložbo ne odločimo. V primeru večjega števila investicijskih možnosti se odločimo za tisto z najvišjo ISD.

Tudi interna stopnja donosnosti ima svoje pomanjkljivosti. Glede na to, da je merjena v odstotkih, bo pokazala enako vrednost pri investiciji za sto evrov ali pri investiciji za milijon evrov. Očitki letijo tudi na račun neupoštevanja časovnih preferenc investitorja. Nenazadnje ISD ne more biti relevantna v primeru, ko primerjamo medsebojno izključljive investicije.

*ZGLED: Izračunajmo notranjo (interno) stopnjo donosa za projekt, ki nam na račun začetnega vložka 100.000.- denarnih enot v naslednjih dveh letih vrne po 60.000.- denarnih enot (DE).*

*Zapišimo, da je interna stopnja donosnosti tista diskontna stopnja, pri kateri je NSV projekta enaka 0; v zapisu uporabimo njej pripadajoči obrestovalni (za zdaj neznan) faktor  $r$ . Potem dobimo naslednje zaporedje enačb:*

$$a/r + a/r^2 - I_0 = 0 \Rightarrow I_0 r^2 - a r - a = 0 \Rightarrow 10 r^2 - 6 r - 6 = 0$$

*Zadnja oblika je nastala tako, da smo celotno enačbo na obeh straneh že delili z 10000. Po obrazcu za reševanje kvadratne enačbe dobimo dve rešitvi. Pozitivna rešitev te enačbe je 1,13066238, interna stopnja donosa je približno 13,07 %.*

Vir: (Čebokli, 2010)

Če primerjamo NSV in ISD, je NSV torej zanesljivejša metoda ocenjevanja uspešnosti investicij. Ne glede na to je najboljša uporaba kombinacije obeh, saj tako potencialni investitor dobi najrealnejšo sliko situacije.

Za primerjavo večjega števila investicijskih variant pa je dobro uporabiti še t. i. relativno NSV. Ta meri neto donos na enoto investicijskih stroškov, izračunamo pa jo iz razmerja med NSV in sedanjo vrednostjo investicijskih stroškov. Relativna neto sedanja vrednost pomeni primerjavo med vsoto vseh diskontiranih neto prilivov (NSV) in vsoto diskontiranih investicijskih stroškov.

- **Ocenjevanje negotovosti in rizika**

Vsem tem metodam je skupno to, da predpostavljajo pogoje gotovosti – investitorju naj bi bili znani vsi možni dogodki z verjetnostjo 1 in vsi predvideni (ocenjeni) donosi naj bi se tudi uresničili. Ker pa v realnem svetu ne razpolagamo z vsemi podatki, moramo upoštevati tudi elemente negotovosti. Če nekaterim dogodkom pripišemo verjetnost nastopa 1 in nemogočim verjetnost nastopa, bodo imeli dogodki, ki nas zanimajo pri naložbenih odločitvah, verjetnost nastopa med 0 in 1. Pri sestavljanju predračunov prihodkov in odhodkov oz. prejemkov in izdatkov je koristno, če upoštevamo vsaj tri različice: optimistično, srednjo in pesimistično, vsota teh treh pa mora biti enaka 1 (Kavčič et al., 2007).

V uporabi pa so tudi posebne metode za oceno rizika in negotovosti, ki so bolj ali manj tudi praktično uporabne. Najbolj pogoste so: analiza občutljivosti naložbe, pričakovana vrednost oziroma matematično upanje, verjetnostna porazdelitev in njeni parametri kot merilo rizika, simulacijski model.

Kot sem že omenil, je v primeru sončnih elektrarn po mojem mnenju nesmiselno upoštevati negotovosti, saj bo sonce v naslednjih 15-ih letih »še vedno sijalo na nebu«, poleg tega pa Slovenija nima kakšne večje podlage za bankrot. Lahko bi sicer upošteval spremenljivo količino sončnih dni na leto, vendar bom zaradi lažjega izračuna ciljnih kazalnikov upošteval pogoje gotovosti.

## 2 INVESTICIJA V SOLARNO ELEKTRARNO

»Zamislite si, da ste lastnik MFE (mikro fotovoltaične elektrarne). Zjutraj vstanete, pogledate skozi okno in vidite, da je zunaj popolnoma jasen sončen dan. Odlično, vaša sončna elektrarna že deluje in danes boste zaslužili s proizvodnjo elektrike. To je čudovit občutek ...« (Dom Solar, 2010). To je le eden izmed mnogih sloganov, s katerimi različna podjetja promovirajo investicijo v solarno elektrarno.

Gradnja tovrstnih elektrarn je v zadnjem času namreč tudi v Sloveniji postala privlačna naložbena priložnost predvsem za podjetja, malo manj za fizične osebe. Razlog je zelo preprost. Vlada je namreč v minulem letu sprejela uredbo, pri kateri investitorju v tovrstnih naložbah za 15 let jamči odkup proizvedene energije po zagotovljeni subvencionirani ceni. Prej smo imeli enako ceno za vse vrste in velikosti sončnih elektrarn, po novem pa se z večanjem velikosti elektrarn višina zagotovljene odkupne cene znižuje. Poleg tega sistem različno subvencionira odkup električne energije iz različnih postavitev sončnih elektrarn. Poznamo tri možne postavitve: integrirane v zgradbah, na strehah in na tleh (Dom Solar, 2010). Država najbolj spodbuja gradnjo integriranih elektrarn, saj je odkupna cena višja v primerjavi s tistimi, postavljenimi na tleh.

Tu je treba sicer povedati, da ta ideja ni bila plod naše vlade, ampak so jo »prekopirali« od Nemcev, ki so trenutno vodilni na tem področju. Osnovni predpostavki tega nemškega modela sta torej: 1. oprema je predraga, da bi se naložbe brez pomoči države obrestovale, in 2. ekonomija obsega omenjene cene niža, zato se z leti tudi nižajo subvencije (Krivec, 2010). Cilj teh subvencij je torej ta, da z »umetnim« razvojem tega področja tehnologijo pripelje do te faze, da subvencije ne bodo več potrebne oz. da se bo investicija v tako naložbo izplačala že sama po sebi. Problem je namreč v tem, da je ta oprema še vedno relativno draga, poleg tega pa je izkoristek fotonapetostnih modulov še vedno prenizek. Ta je definiran kot razmerje med energijo upadenih fotonov, ki se absorbirajo na površini sončne celice, ter energijo vseh vpadnih fotonov. Trenutno se giblje med 14 in 17 % (FE, b. l.).

### 2.1 Kako sploh deluje fotovoltaika

Fotonapetostni sistemi pretvarjajo svetlobno energijo neposredno v električno energijo z izkoriščanjem fotonapetostnega pojava. Proces neposredne pretvorbe poteka v raznovrstnih sončnih celicah, ki so povezane v fotonapetostni (PV) modul kot neločljiva celota. Učinkovitost pretvorbe svetlobne energije v električno je močno odvisna od tipa sončnih celic in pogojev delovanja. Razpon učinkovitosti pretvorbe sega od nekaj odstotkov pri najbolj cenjenih celicah ali modulih pa do celo preko 40 % pri najbolj zahtevnih in najdražjih izvedbah (FE, b. l.). Modularna zasnova fotonapetostnih generatorjev omogoča izdelovanje sistemov za oskrbo z električno energijo zelo različnih moči – od samo nekaj tisočink vata za zapestne ure do sistemov z nazivno močjo nekaj kW za samostojne porabnike, kot so na primer gorske kočice, in celo do omrežnih fotonapetostnih sistemov, t. i. sončnih elektrarn, z nazivno močjo nekaj deset MW (FE, b. l.). Fotovoltaika se razvija v obsežen, trajnostno naravnani in inovativni gospodarski sektor, ki tudi Sloveniji ponuja veliko priložnost za razvoj in prodor naprednih tehnologij izrabe obnovljivih virov energije.

## 2.2 Zgodovina razvoja fotovoltaike

Fotovoltaika je veda, ki se ukvarja s pretvarjanjem svetlobne energije v električno tako na osnovni kot aplikativni ravni (Elektro Hosekra, b. l.). Sama veda je relativno mlada, saj začetki segajo v leto 1839. Takrat je fizikalni pojav, ki omogoča pretvorbo svetlobe v elektriko, odkril francoski eksperimentalni fizik Alexandre Edmond Becquerel, ko je pri eksperimentu z dvema kovinskima elektrodama, potopljenima v elektrolit, odkril, da prevodnost narašča z osvetljenostjo (Pvresources.com, b. l.). Leta 1883 se je zgodil drugi pomemben dogodek, in sicer je takrat Charles Fritts iz selenija (Se) sestavil prvo polprevodniško sončno celico. Imela je izkoristek 1 %. Preostale najpomembnejše letnice v zgodovini fotovoltaike so nanizane v tabeli 3.

*Tabela 3: Pregled najpomembnejših letnic v zgodovini fotovoltaike*

1839	Becquerel odkrije fotovoltaični učinek
1883	Prva polprevodniška sončna celica (izkoristek 1 %)
1954	Izdelana prva silicijeva solarna celica v Bellovih laboratorijih
1958	Prvi satelit na energijo, pridobljeno iz fotovoltaike
1966	CdS/Cu <sub>2</sub> O fina prevleka celic
1974	Prva amorfna Si-celica
1983	Prva sončna elektrarna s kapacitetami preko 1 MW
1985	Prva silicijeva solarna celica z učinkovitostjo nad 20 %
1989	Prvo zaporedje solarnih celic z učinkovitostjo nad 30 %

Vir: Tehnološka platforma za fotovoltaiko, b. l.

Iz teh osnov se je ta veda počasi začela razvijati vse do danes, ko je tehnologija zelo napredovala, še vedno pa je daleč od zelenega stanja. Seveda današnje sončne celice nimajo skoraj nič več skupnega s tistimi iz npr. leta 1883.

## 2.3 Vrste modulov

Modul je skupek večjega števila sončnih celic. Te v grobem ločimo na tri vrste: monokristalne, polikristalne in amorfne sončne celice.

Amorfne sončne celice imajo najslabši izkoristek, ta se giblje od 6 do 8 % (Hudi, 2009). Poleg slabega izkoristka imajo še eno slabost, in ta je, da se hitreje starajo. Že po nekaj mesecih izkoristek začne padati. Ni pa nujno, da so vedno slabše kot drugi dve možnosti, saj so bolj občutljive na svetlobo in delujejo tudi v slabših vremenskih pogojih (Hudi, 2009). Najlažje jih je izdelati, zato je tudi cena ugodna. To sta dve ključni lastnosti, zaradi katerih bodo po vsej verjetnosti v prihodnosti dokaj perspektiven material. V Sloveniji potrebujemo dodatne vire energije, ker poraba energije iz leta v leto narašča. Vendar se pri tako majhnih izkoristkih amorfni sončnih celic le malokateri vlagatelj odloči za to investicijo, zato bom več pozornosti posvetil monokristalnim in polikristalnim sončnim celicam.

Monokristalne sončne celice so bile kot prve uporabljene za množično proizvodnjo, kar je razlog, da so danes najbolj razširjene. Proizvajajo se iz kaljenega stekla v aluminijastih okvirjih, zato so odporne na najtežje vremenske pogoje, kar vključuje tudi točo (Hudi, 2009). Izkoristki tovrstnih sončnih celic so med 15 in 18 %, kar je največ od omenjenih tipov (Hudi, 2009). Zaradi najvišjega izkoristka so tudi najdražje. Izkoristki polikristalnih sončnih celic pa so od 12 do 14 % (Hudi, 2009). V zgradbi je največja razlika pri kristalnih ravninah. Monokristalne celice so najbližje idealnemu kristalu, ker nimajo kristalnih mej, medtem ko polikristalne, še bolj pa amorfne sončne celice, odstopajo od ideala (Hudi, 2009). Sestavljene so iz velikega števila kristalnih zrn, ki so med seboj ločena s kristalnimi mejami. Pri monokristalnih celicah se sončni žarki manj razsujejo na gladki površini, kar je razlog za višji izkoristek.

## **2.4 Postopek postavitve sončne elektrarne in vsa potrebna soglasja**

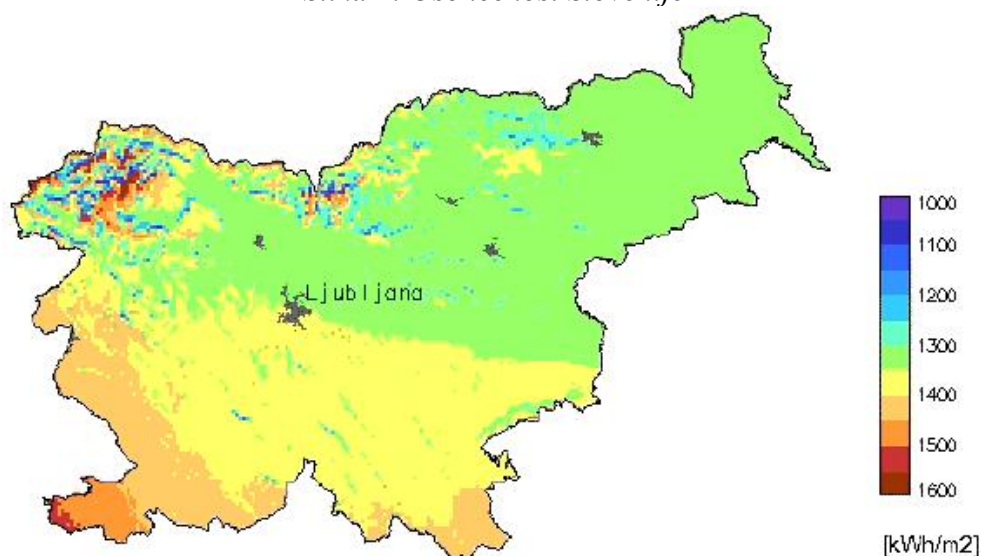
Čeprav zakonodaja na prvi vtis daje občutek, da je gradnja fotovoltaične elektrarne zelo zapleten proces, to ni res. Bistveno je samo to, da je investitor pozoren in napreduje korak za korakom. Na tak način lahko vsak postavi svojo lastno proizvodnjo električne energije v nekaj mesecih ter pridobi podporo za prvih 15 let.

Tako kot pri katerem koli gradbenem projektu se ta začne pri lokacijski informaciji. Nato je potrebno pri lokalnem elektrodistriktu pridobiti projektne pogoje. Na tej podlagi se izdelata bodisi PZI (projekt za izvedbo) bodisi PGD (projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja). Pred priključkom na omrežje je potrebno od elektrodistriktnega podjetja pridobiti soglasje za priključitev na distribucijsko omrežje. Nato sledi nadzor nad izdelavo priključka, kjer se tudi sklenu pogodba o dostopu do distribucijskega omrežja. Gradnja se konča s tehničnim pregledom, s tem pa je tudi omogočeno oddajanje oz. prodaja električne energije v omrežje.

Spotoma se lahko tudi pridobiva ustrezne dokumente za pridobitev podpore. Namreč, pametno je, da začne investitor takoj po postavitvi in pridobitvi vseh soglasij prodajati elektriko po subvencionirani ceni, saj je tržna cena pod zdajšnjimi pogoji občutno nižja. Za pridobitev podpore je od Javne agencije RS za energijo najprej potrebno pridobiti deklaracijo za proizvodno napravo in potrdilo o izvoru. Ta nato izda odločbo o dodelitvi obratovalne podpore. Na podlagi odločbe investitor z družbo Borzen sklenu pogodbo o zagotavljanju podpore, ki se lahko pridobi v obliki obratovalne podpore ali pa kot zagotovljen odkup, kar je odločitev investitorja. S to pogodbo investitor reši tudi vse administrativne prepreke in lahko končno začne prodajati elektriko po subvencionirani ceni.

Zelo pomembna je sama lokacija sončne elektrarne v Sloveniji. Vse regije namreč niso enako osončene, zato se investitorju vsekakor splača postaviti sončno elektrarno tam, kjer bo za svoj denar dobil največ. Slika 1 prikazuje osončenost Slovenije.

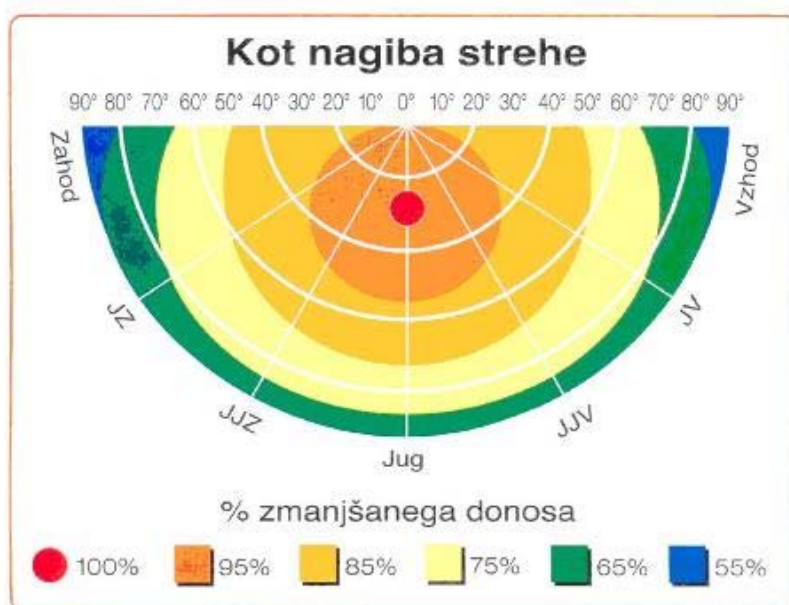
Slika 1: Osončenost Slovenije



Vir: Tiba, b. l.

Seveda je potrebna pazljivost tudi pri sami postavitvi modulov. Ker je sončnega obsevanja poleti precej več kot pozimi in je sonce višje, je potrebno temu čim bolj prilagoditi naklon modulov sončne elektrarne. V Sloveniji je idealen naklon  $30^\circ$ . Ker je sonce najvišje takrat, ko sveti natančno z juga, je idealna usmeritev modulov sončne elektrarne  $0^\circ$  (točno proti jugu) (Tiba, b. l.). Na sliki 2 je lepo prikazano odstopanje v primeru, da so moduli postavljeni bodisi pod nepravilnim kotom bodisi da niso usmerjeni točno proti jugu.

Slika 2: Sončno obsevanje sončne elektrarne v odvisnosti od naklona in usmeritve modulov (sončne solarne elektrarne)



Vir: Tiba, b. l.

## 2.5 Financiranje

Naložba v sončno elektrarno je zagotovo velik zalogaj za vsakega investitorja. Tukaj se ne govori o par 100 evrih, ampak o par 10 tisoč evrih. 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 elektrodistributerjev ipd.) padajo.

Alternativ je več. Kot prvo naj omenim sredstva Evropske unije za podporo ustanavljanja in razvoja mikropodjetij in srednje velikih podjetij. Poleg tega obstajajo tudi posebna sredstva za razvoj podeželja, kjer so na voljo subvencije za postavitev fotovoltaičnega sistema za proizvodnjo električne energije. Tako v enem kot v drugem primeru Evropska unija daje na razpolago do 50 % nepovratnih sredstev, ki jih dobimo povrnjene po postavitvi elektrarne (Tersus d.o.o., b. l.). Zelo ugoden podatek za investitorja je ta, da slednji že pred začetkom gradnje izve, ali so mu bila sredstva odobrena ali ne. Tako se torej izogne neprijetnih presenečenj. V primeru črpanja subvencij je potrebno vedeti, da se s pridobitvijo subvencije iz sredstev EU zniža subvencionirana cena zagotovljenega odkupa električne energije po posebni formuli (Tersus d.o.o., b. l.). Kljub temu da je odkupna cena nižja, se investicija še vedno povrne pred 10. letom obratovanja.

Običajno se financiranje solarnih elektrarn spelje prek podjetja, ki si ga investitor bodisi ustanovi na novo ali pa doda novo dejavnost že obstoječemu. V večini primerov investitor nima dovolj lastnih sredstev, zato se mora poslužiti kredita.

Najbolj ugodno in varno je financiranje preko Eko sklada. Ta v javnem pozivu za kreditiranje okoljskih naložb občanov 43OB10 ponuja naslednje:

- Višina sredstev po pozivu znaša 12 milijonov EUR.
- Nazivna moč elektrarne ne sme biti višja od 50 kW.
- Letna obrestna mera je fiksna nominalna v višini:
  - 3,20 % za kredite z odplačilno dobo do 5 let,
  - 3,90 % za kredite z odplačilno dobo od vključno 5 let in največ do 10 let.
- Odplačilna doba lahko znaša največ 10 let.
- Višina kredita: do višine priznanih stroškov naložbe in največ 40.000,00 EUR (za rabo obnovljivih virov energije za pridobivanje električne energije) (Eko sklad, 2010).

Tudi večina bank je v tem sektorju že ugotovila, da se da zaslužiti, zato je marsikatera od njih pripravila posebne ponudbe. Ponudbe so zanimive, če želi investitor npr. graditi elektrarne večje dimenzije, ali pa v primeru, ko ne izpolnjuje določenih pogojev za odobritev kredita na Eko skladu.

Nanizal bom le nekaj primerov ponudb:

Gorenjska banka:

- znesek kredita: do 12,5 milijona €
- doba vračila: do 12 let
- obrestna mera: 6-mesečni EURIBOR + 3,0 % do 4,2 %
- minimalna lastna udeležba: 20 % (Gorenjska banka, 2010)



### Banka Koper

- znesek kredita: do 100 % do 30 tisoč € za fizične in do 80 % do 300 tisoč € za pravne osebe (ostalo se obravnava individualno)
- doba vračila: do 15 let
- obrestna mera: 3-mesečni EURIBOR + 2,9 % do 3,3 % ali fiksna 6,5 do 6,9 %
- minimalna lastna udeležba: odvisna od zneska (Banka Koper, 2010)

### Nova kreditna banka Maribor (NKBM)

- znesek kredita: individualna obravnava
- doba vračila: do 15 let
- obrestna mera: 6-mesečni EURIBOR + 2,95 %
- minimalna lastna udeležba: 20 % (Nova KBM, 2010)

Kot vidimo, so tudi ponudbe bank dokaj ugodne, predvsem na račun nizkega EURIBOR-ja. Nekatere so trenutno celo boljše od ponudbe Eko sklada. Vendar bo vsak pameten vlagatelj vedel, da kriza ne bo trajala v nedogled. Takoj, ko bo gospodarstvo okrevalo, se bo tudi EURIBOR dvignil na »normalno« raven. Posledično te ponudbe ne bodo več tako ugodne.

## 2.6 Tveganja

V ekonomiji načeloma velja pravilo, da visoki donosi in varnost ne gredo skupaj. Lahko imamo bodisi visoke donose in veliko tveganje bodisi obratno. Seveda tudi tukaj obstajajo določena tveganja, ki pa se jih da praktično izničiti z budnim informiranjem in z racionalnim razmišljanjem investitorjev.

Največje tveganje je vsekakor nabava nekvalitetnih modulov. Ti pomenijo približno 70 odstotkov naložbe v sončno elektrarno. V ta namen neuki investitorji znižujejo stroške tako, da kupujejo poceni module, vendar je to dvorezen meč. Poceni moduli iz Kitajske, ki so nekje za tretjino cenejši, so namreč dvomljive kakovosti, poleg tega pa nihče ne jamči, da bodo zares dolgoročno delovali (Otošec, 2010). Poudariti je treba, da je pri proizvodnji modulov strošek dela le okoli 10 %. Torej gre vsa preostala razlika na račun cenejših materialov. Iz tega investitor lahko sklepa, da so taki moduli manj kakovostni.

Naslednje tveganje je izbira ponudnika. Na trgu se namreč pojavlja veliko izvajalcev, ki s temi projekti nimajo veliko izkušenj. Torej lahko površno izveden projekt pripelje do naložbene katastrofe, zato je pomembno, da izbiramo le priznane izvajalce, ki imajo določeno znanje in izkušnje na tem področju.

Zelo pomembna je tudi prava izbira razsmernika, ki enosmerni tok pretvori v izmeničnega, tj. primerne za oddajo v omrežje. Le-ta pomeni 7-10 % naložbe, zato je največja napaka, če investitor varčuje pri tem elementu (Otošec, 2010). Privarčuje se malo, izgubi pa se lahko veliko.

Paziti je treba tudi na konstantno spreminjanje uredb na področju subvencij. Obstajajo namreč primeri, ko so investitorji postavljali elektrarne med spreminjanjem uredb. Posledično niso sodili ne v novo ne v staro uredbo, torej niso bili upravičeni do subvencij.

Nenazadnje pa je pametno paziti tudi na področju gradbenih dovoljenj. Investitorji v sončno elektrarno, ki želijo slednjo postaviti na streho, morajo pred naložbo zelo skrbno proučiti, ali

za postavitve potrebujejo gradbeno dovoljenje ali ne. V Sloveniji namreč ni jasnih predpisov za to področje. Tako se že dogaja, da so gradbeni inšpektorji za postavljene elektrarne izdali odločbo za njihovo odstranitev. Sicer so po besedah Andreja Hanžiča iz podjetja Enersis stvari precej bolj urejene, kot se zdi na prvi pogled. Po njegovem mnenju je Ministrstvo za okolje in prostor upravnim enotam dalo o tem jasna navodila. Gradbeno dovoljenje je treba pridobiti v vsakem primeru, razen če gre za enostaven projekt ali investicijsko vzdrževanje in je hkrati proizvodnja električne energije iz fotonapetostnih modulov namenjena le za lastne potrebe. Torej je za vse ostale, ki oddajajo električno energijo v omrežje, potrebno pridobiti gradbeno dovoljenje (Hanžič, 2010).

### **3 UGOTAVLJANJE UPRAVIČENOSTI INVESTICIJE S POMOČJO PLANIRANIH IN DEJANSKIH VREDNOSTI**

Bistvo moje zaključne strokovne naloge je izračunati upravičenost investicije v našo fotovoltaično elektrarno. Načinov, kako bi lahko prišel do zelenih rezultatov, obstaja po vsej verjetnosti veliko. Sam sem se odločil, da bom to speljal na naslednji način. Najprej bom pod drobnogled vzel planirane oz. obljubljene (s strani prodajalca) vrednosti posameznih predpostavk. Iz teh bom izračunal zgoraj omenjene kazalnike (NSV, ISD, rentabilnost in ostale) ter jih nato primerjal z dejanskimi podatki naše elektrarne.

Kot sem že omenil, država zagotavlja odkupno ceno elektrike za obdobje petnajstih let. Po zagotovilih prodajalca oz. proizvajalca (Dom Solar, 2010) je življenjska doba celotnega sistema trideset let. Pri izračunih se bom omejil samo na dobo prvih petnajst let, za katera jamči država s subvencionirano odkupno ceno. Po preteku tega obdobja postane cena tržna in torej odvisna od gospodarskih razmer in iznajdljivosti posameznika. Nenazadnje je po 30-ih letih vprašljivo tudi stanje samega objekta oz. strehe in podkonstrukcije. Ker torej nimam nobenih relevantnih podatkov za preostalo življenjsko dobo sistema, tega obdobja v svojih izračunih ne bom upošteval. V vsakem primeru pa lahko potencialni investitor računa na dodatne prihodke po izteku obdobja garantiranih odkupnih cen.

V zvezi s samo odkupno ceno s strani države je treba poudariti, da cene padajo. V našem primeru smo prejeli odločbo za 15-letno zajamčeno odkupno ceno po 0,415 € na kWh, vendar ta cena vsako leta pada, in sicer za približno 7 centov na kWh. Torej po eni strani velja, da prej, ko se posameznik odloči za investicijo, bolje je. Po drugi strani pa je treba tudi vedeti, da zaradi standardizacije postopka in izkušenj monterjev na tem področju pada tudi cena same oprema in montaže. Torej mora posameznik sam presoditi, katera cena bo padala hitreje. Začetno investicijo bom zaradi poenostavitve izračunov zaokrožil na 18.500 € (brez DDV-ja). Tudi dobiček se bo računal za obdobje petnajstih let. Amortizacijska doba bo postavljena na 15 let.

## 3.1 Planirane vrednosti

### Doba vračanja

Kot sem omenil, se vračilna doba definira kot čas, ki ga posamezna investicija potrebuje, da z denarnimi prilivi pokrije začetni vložek. Za izračun tega kazalnika potrebujemo odkupno ceno in predvideno letno proizvodnjo kWh, iz katerih izračunamo letni prihodek. Ta znesek se potem deli z začetno investicijo in tako dobimo dobo povračila naložbe.

Investicija v vrednosti 18.500 € brez DDV

Predvidena letna proizvodnja: 5.450 kWh (vir: interna ponudba, v prilogi)

Odkupna cena: 0,415 €/kWh

Letni prihodek = 5.450 kWh x 0,415 €/kWh = 2.261,75 €

Doba povračila = 18.500 / 2.261,75 = 8,2 let

Kot vidimo, naj bi se investicija v našo solarno elektrarno po obljubljenih predpostavkah povrnila v 8,2 letih (8 let in 73 dni). Torej bo ostalih 6,8 let vse neto prihodek in skupaj bo zneslo 15.378 €.

Dejanski podatki pa se bodo razlikovali, saj je predvidena letna proizvodnja 5450 kWh izračunana na podlagi povprečne osončenosti Slovenije. Vrtožba, kjer elektrarna stoji, je locirana na Primorskem, ki je najbolj osončeno področje oz. ima največ sončnih dni na letni ravni v Sloveniji, zato bo tudi končni rezultat toliko boljši.

### Rentabilnost

Rentabilnost je v praksi razmerje med dobičkom ter vloženimi sredstvi. Z rentabilnostjo se torej meri uspeh ali neuspeh naložbe kapitala oz. uporabe sredstev. Ker obstaja več različnih variant (odvisno od tega, kaj uporabiš kot dobiček in kaj kot vložena sredstva), jih bom tudi jaz izračunal vse in nato izbral najprimernejšo.

Za izračun rentabilnosti potrebujemo v mojem konkretnem primeru podatka o letnem prihodku in stopnjo amortizacije, s katerima dobimo neto dobiček na leto. Za te potrebe je v tabeli 4 prikazan planirani amortizacijski načrt za našo sončno elektrarno.

Investicija: 18.500 €

Letni prihodek: 2.261,75 €

Amortizacija: 1.233,33 (na 15 let)

Neto dobiček = 2.261,75 € - 1233,33 = 1.028,42 €

Rentabilnost:

a.  $100 \cdot \text{povprečni donos} / \text{začetna vrednost naložbe} = 100 \cdot 1.028,42 / 18.500 = 5,56 \%$

b.  $100 \cdot \text{povprečni donos} / \text{povprečna vrednost naložbe} = 100 \cdot 1.028,42 / 9.250 = 11,12 \%$

c.  $100 \cdot \text{dobiček leta 3} / \text{začetna vrednost naložbe v letu 3} = 100 \cdot 1.028,42 / 16.033,33 = 6,41 \%$

Tabela 4: Planiran amortizacijski načrt za sončno elektrarno Borjančič

	Neto dobiček v €	Knjigovodska vrednost na začetku leta v €	Knjigovodska. vrednost na koncu leta v €	Povprečna knjigovodska vrednost v €
Leto 1	1.028,42	18.500,00	17.266,67	17.883,33
Leto 2	1.028,42	17.266,67	16.033,33	16.650,00
Leto 3	1.028,42	16.033,33	14.800,00	15.416,67
Leto 4	1.028,42	14.800,00	13.566,67	14.183,33
Leto 5	1.028,42	13.566,67	12.333,33	12.950,00
Leto 6	1.028,42	12.333,33	11.100,00	11.716,67
Leto 7	1.028,42	11.100,00	9.866,67	10.483,33
Leto 8	1.028,42	9.866,67	8.633,33	9.250,00
Leto 9	1.028,42	8.633,33	7.400,00	8.016,67
Leto 10	1.028,42	7.400,00	6.166,67	6.783,33
Leto 11	1.028,42	6.166,67	4.933,33	5.550,00
Leto 12	1.028,42	4.933,33	3.700,00	4.316,67
Leto 13	1.028,42	3.700,00	2.466,67	3.083,33
Leto 14	1.028,42	2.466,67	1.233,33	1.850,00
Leto 15	1.028,42	1.233,33	0	616,67

### Skupni donos na enoto investicijskih stroškov

Ta kazalnik predstavlja razmerje med skupnim donosom investicije in investicijskim izdatkom. Pove pa nam, koliko enot skupnega donosa nam daje enota investicijskega izdatka. Investicija je torej tem bolj uspešna, čim večje je to razmerje. Za izračun torej potrebujemo začetno investicijo ter vsoto vseh donosov po posameznih letih.

Skupni donos v 15 letih:  $1.028,42 \text{ €} \times 15 = 15.426,3 \text{ €}$

Skupni donos na enoto investicijskih stroškov =  $14.181,25 / 18.500 = 0,83$

Na tej točki je potrebno povedati, da je bila pri izračunavanju donosa upoštevana samo amortizacija. Stroškov obresti, elektrodistributerja in podobne manjše stvari sem zaradi poenostavitve izračuna izpustil tako pri rentabilnosti kot pri skupnem donosu na enoto investicijskih stroškov. Menim namreč, da za izračun teh dveh kazalnikov ti podatki ne igrajo večje vloge. Vsekakor za odtenek poslabšajo rezultat, vendar jih bom zanemaril tako, kot sem zanemaril obdobje prihodkov po preteklem 15. letu.

### Neto sedanja vrednost

Neto sedanja vrednost se izračuna s pomočjo denarnih tokov naložbe ter diskontnega faktorja, ki je v našem primeru 3,9 % oz. 1,039.

Diskontni stopnja: 3,9 %

$I_0 = 18.500 \text{ €}$

Letni prihodek: 2.261,75 €

$$\text{NSV}(3,9\%) = 2.261,75/1,039 + 2.261,75/1,039^2 + 2.261,75/1,039^3 + \dots + 2.261,75/1,039^{13} + 2.261,75/1,039^{14} - 18.500 = 6.567,63 \text{ €}$$

Neto sedanja vrednost naše fotovoltaične elektrarne je torej 6.567,63 €. Če bi upoštevali še obdobje po preteku prvih 15 let, bi bil rezultat še toliko boljši, vendar se cene elektrike na trgu čez 15 let žal ne da dovolj natančno napovedati. Po tej metodi, kjer mora biti za zeleno luč investicije NSV večja od nič, bi le-to sprejeli.

### **Interna stopnja donosa**

S pomočjo interne stopnje donosnosti (ISD) torej iščemo diskontno stopnjo, pri kateri je NSV investicije enaka nič, oziroma iščemo obrestno mero, pri kateri se sedanja vrednost prilivov in sedanja vrednost odlivov izenačita.

$$\text{ISD: } 2.261,75/r + 2.261,75/r^2 + \dots + 2.261,75/ r^{13} + 2.261,75/ r^{14} - I_0 = 0$$
$$r = 9 \%$$

Interna stopnja donosa znaša 9 %. Pri tej vrednosti bi torej NSV bila enaka 0. Glede na to, da je naša obrestna mera fiksnih 3,9 %, je naložba več kot upravičena.

## **3.2 Dejanske vrednosti**

Elektrarna je bila postavljena, tehnično pregledana in priklopljena 10. 09. 2009. Od takrat je tudi začela obratovati in je do 01. 07. 2010 (pozimi primerno manj, spomladi in poleti toliko več) proizvedla 4124 kWh. Sicer smo odločbo pri agenciji Borzen zaradi dolgih birokratskih postopkov dobili šele novembra (torej je bil začetek prodaje po subvencionirani ceni šele s 1. 11. 2009), vendar to za našo analizo ni pomembno. Letošnji rezultat bo sicer računovodsko toliko slabši, vendar mene zanima analiza investicije na dolgi rok, saj taka tudi je.

V tabeli 5 so prikazane dejansko dosežene mesečne količine proizvedenih kWh. Na tem mestu moram poudariti, da je bilo letos žal izrazito slabo vreme. November je bil npr. pretežno deževen, kar se vidi tudi pri sami proizvedeni količini kWh (le 126 kWh). Relativno dober mesec je bil le april, kjer je števec 01. 05. pokazal 674 kWh. Seveda je zaenkrat rekorder po dozdejšnjih podatkih junij s proizvedenimi 752 kWh, čeprav vročina poslabša izkoristek fotonapetostnih modulov.

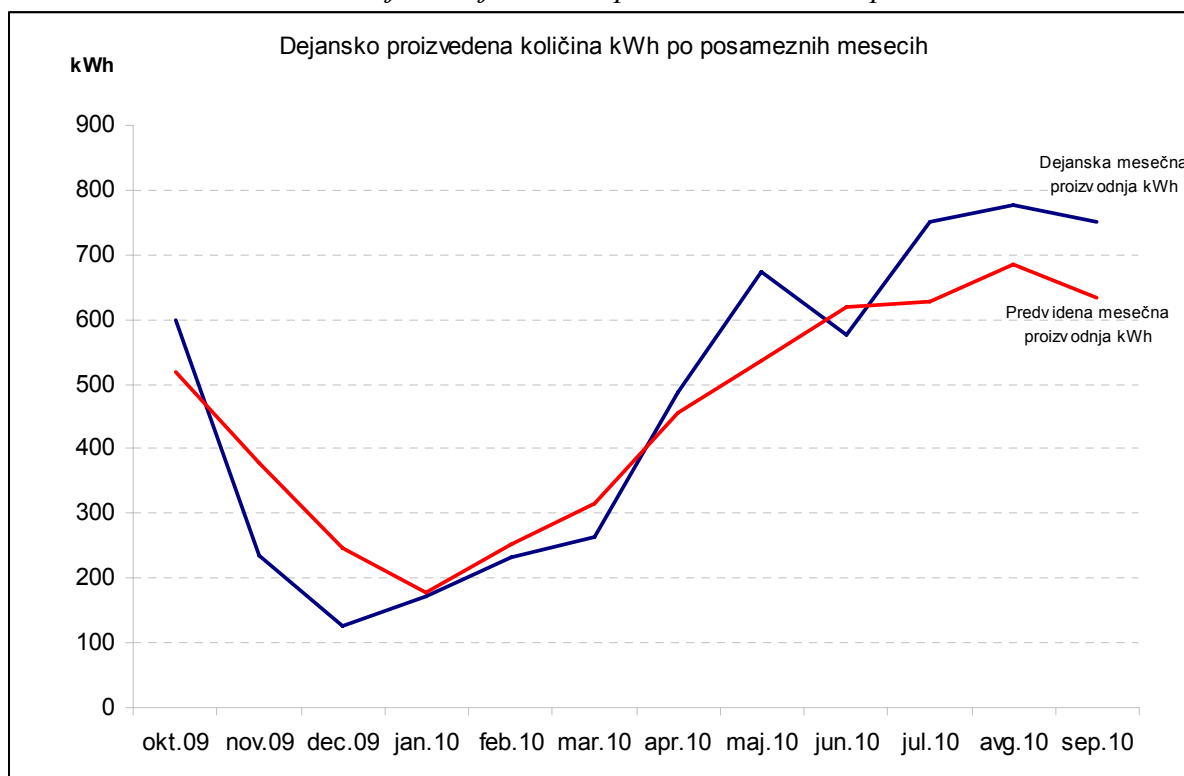
Ker žal nimam podatkov še za julij, avgust in prvih deset dni v septembru, sem njihove vrednosti predpostavil, upoštevajoč vrednosti ostalih mesecev.

Tabela 5: Stanje števca oz. količina proizvedenih kWh po posameznih mesecih

Datum odčitavanja	Stanje števca	Razlika
10.09.09	0	0
01.11.09	836	836
01.12.09	963	127
01.01.10	1.135	172
01.02.10	1.368	233
01.03.10	1.633	265
01.04.10	2.121	488
01.05.10	2.795	674
01.06.10	3.372	577
01.07.10	4.124	752
01.08.10	4.900	776
01.09.10	5.650	750
10.09.10	5.850	200

V nadaljevanju sledi graf (slika 3), v katerem je prikazana primerjava med napovedanimi in dejansko doseženimi količinami kWh po posameznih mesecih. Za te potrebe sem zgornje podatke rahlo prilagodil. Kot je razvidno, je elektrarna začela obratovati z 10. septembrom 2009, prvo odčitavanje števca pa je bilo šele 01. novembra 2009. Torej, da bi bil graf pravilne oblike, sem mesecu septembru pripisal približno 600 kWh, oktobru pa preostanek, torej 236 kWh. Kot sem že omenil, sta bila lanski oktober in november pretežno deževna, zato je rezultat dejanskih količin temu primeren.

Slika 3: Primerjava dejanskih in predvidenih količin po mesecih



## **Doba vračanja**

Investicija v vrednosti 18.500 € brez DDV

Predvidena letna proizvodnja: 5.850 kWh

Odkupna cena : 0,415 €/kWh

Letni prihodek = 5.650 kWh x 0,415 €/kWh = 2.427,75 €

Doba povračila = 18.500 / 2.427,75 = 7,6 leta

Po realnih vrednostih se bo investicija v elektrarno povrnila v 7,6 letih (7 let in 219 dni), torej dobre pol leta prej v primerjavi z obljubljenimi vrednostmi. Razlike se pojavijo pri mesečnih količinah proizvedene elektrike, saj je Primorska nadpovprečno osončena regija v primerjavi z ostalo Slovenijo, kar lahko samo ugodno vpliva na končni rezultat. Investicija se povrne v osmih letih, posledično bo ostalih 7,4 let (7 let in 110 dni) vse neto prihodek, kar bo skupaj zneslo 18.450,09 €. Razlika v skupnem prihodu med napovedanim in dejanskim stanjem je torej 3.071,00 €.

## **Rentabilnost**

Investicija: 18.500 €

Letni prihodek: 2.427,75 €

Amortizacija: 1.233,33 (na 15 let)

Neto dobiček = 2.427,75 € - 1233,33 = 1.194,42 €

Rentabilnost:

a.  $100 \cdot \text{povprečni donos/začetna vrednost naložbe} = 100 \cdot 1.194,42 / 18.500 = 6,5 \%$

b.  $100 \cdot \text{povprečni donos/povprečna vrednost naložbe} = 100 \cdot 1.194,42 / 9.250 = 12,9 \%$

c.  $100 \cdot \text{dobiček leta 3/začetna vrednost naložbe v letu 3} = 100 \cdot 1.194,42 / 16.033,33 = 7,4 \%$

Prav tako kot doba vračanja se tudi rezultat rentabilnosti izboljša na račun večje proizvedene količine kWh. Če primerjamo kvocient  $100 \cdot \text{povprečni donos/začetna vrednost naložbe}$  tako pri obljubljenih kot dejanskih vrednostih, je razlika za skoraj eno odstotno točko.

## **Skupni donos na enoto investicijskih stroškov**

Skupni donos v 15 letih: 1.194,42 € x 15 = 17.916,25 €

Skupni donos na enoto investicijskih stroškov = 17.916,25 / 18500 = 0,97

Kot rentabilnost je tudi ta kazalnik v primerjavi s kazalnikom predvidenih skupnih donosov na enoto inv. str. toliko boljši na račun večje količine proizvedenih kWh.

## **Neto sedanja vrednost**

Diskontni stopnja: 3,9 %

$I_0 = 18.500 \text{ €}$

Letni prihodek: 2.427,75 €

$$\text{NSV}(3,9\%) = 2.427,75/1,039 + 2.427,75/1,039^2 + 2.427,75/1,039^3 + \dots + 2.427,75/1,039^{13} + 2.427,75/1,039^{14} - 18.500 = 8.356,49 \text{ €}$$

Neto sedanja vrednost po dejanskih podatkih znaša 8.356,49 €. Če primerjamo z NSV planiranih podatkov, vidimo, da je razlika 1788,86 €.

### Interna stopnja donosa

$$\text{ISD: } 2.427,75 / r + 2.427,75 / r^2 + 2.427,75 / r^3 \dots + 2.427,75 / r^{13} + 2.427,75 / r^{14} - I_0 = 0$$

$r = 10\%$

Dejanska interna stopnja donosa znaša 10 %. V primerjavi s planiranimi podatki, pri katerih ISD znaša 9 %, je le-ta boljša za eno odstotno točko. Torej je investicija v tem primeru še bolj upravičena.

*Tabela 6: Razlike med predvidenimi in dejanskimi vrednostmi kazalnikov za MFE Borjančič*

Kazalnik	Predvidene Vrednosti	Dejanske vrednosti	Razlika
Doba vračanja	8,2 let	7,6 let	0,6 leta (219 dni)
Rentabilnost	5,56 %	6,5 %	0,94 odstotne točke
Sk. donos na enot. inv. str.	0,83	0,97	0,14
NSV	6.567,63 €	8.356,49 €	1788,86 €
ISD	9 %	10 %	1 odstotna točka

## SKLEP

Gradnja sončnih elektrarn postaja v Sloveniji vse bolj zanimiva dejavnost. Na marsikateri hiši že vidimo sončne celice in le-te postajajo vedno bolj popularne. Le zakaj ne? Marsikdo je že v preteklosti pomislil na to idejo, vendar je ob preletu cen idejo hitro opustil, saj je bila oprema draga in se nikakor ni obrestovala. Sedaj pa je stvar drugačna. Cene elektrike gredo vztrajno gor, malo zaradi inflacije, malo zaradi dviga trošarin, na drugi strani pa cene fotovoltaične opreme padajo. Poleg tega se z novimi materiali in zamislimi povečuje tudi sam izkoristek modulov, ki počasi, a vztrajno raste. Tovrstne naložbe so bile v preteklosti deležne politične ignorance, kar pa za današnji čas vsekakor ne velja več. Usmeritve evropske in tudi svetovne politike podpirajo uporabo alternativnih virov energije, posledično je tudi naša vlada podprla vlaganja v »bolj zelene« tehnologije pridobivanja energije. Prav ti ukrepi so v končni fazi največ pripomogli k zanimivosti naložb v fotovoltaično tehnologijo.

Poleg tega ne smemo pozabiti na dejstvo, da s sončno energijo postanemo malo bolj energetske neodvisni. Če le malo spremljamo medije, hitro ugotovimo, da ni dobro biti v veliki meri energijsko odvisen od tujih držav zaradi različnih zaostrovanj med njimi. Ni zanemarljivo tudi dejstvo, da bodo fosilna goriva prej ali slej začela primanjkovati. Sončne celice so vsekakor ena izmed rešitev za energetske varnejšo prihodnost.



V svojem diplomskem delu sem želel pokazati oz. dokazati, da je investicija v fotovoltaiiko odlična naložba. S pomočjo neto sedanje vrednosti, interne stopnje donosa in ostalih kazalnikov za ocenjevanje investicijskih projektov sem ocenjeval dejansko vrednost naložbe na konkretnem primeru naše domače elektrarne na strehi. Mislim, da mi je to uspelo, saj so vsi kazalniki pokazali, da se tovrstna investicija splača. Upam, da sem s tem tudi največje skeptike prepričal, da se pod trenutnimi pogoji investicija v okolje oz. v sončno elektrarno splača.

Res je sicer, da sam profit iz tega naslova ni med največjimi. S pravilnim vlaganjem v vrednostne papirje se teoretično da z isto vsoto narediti veliko več denarja. Vendar kot sem že omenil, v ekonomiji velja pravilo, da visoki donosi in varnost ne gredo skupaj. Lahko imamo bodisi visoke donose in veliko tveganje bodisi obratno. Torej je odvisno od posameznika, kakšen tip vlagatelja je. Če je zadovoljen z majhnimi, ampak rednimi in varnimi donosi s pridihom ekologije, je investicija v sončno elektrarno vsekakor ena izmed najboljših alternativ.

## LITERATURA IN VIRI

1. Banka Koper. (2010). Banka Koper preverila posojila za fotovoltaiiko – oglasno sporočilo. (12 marec 2010). *F3 (priloga časopisa Finance)*, str. 13.
2. Čebokli, Z. (2010). Investicije. AKC d.o.o. Najdeno 4. maja 2010 na spletnem naslovu <http://www.akc.si/investicije.php>.
3. Čibej, J. A. (2006). Investicije. *E-revir*. Najdeno 10. aprila 2010 na spletnem naslovu [http://www.erevir.si/Moduli/Clanki/JAC\\_ppo/JAC\\_E-REVIR\\_060516\\_Investicije.pdf](http://www.erevir.si/Moduli/Clanki/JAC_ppo/JAC_E-REVIR_060516_Investicije.pdf).
4. Dom Solar. (2009). Donos.. Najdeno 20. maja 2010 na spletnem naslovu <http://www.domsolar.com/#Donos>.
5. Eko sklad. (2010). Javni poziv za kreditiranje okoljskih naložb občanov 43OB10. Najdeno 5. julija na spletnem naslovu <http://www.ekosklad.si/html/razpisi/main.html>.
6. Elektro Hosekra. (b.l.). Zgodovina sončne celice. Najdeno 22. julija 2010 na spletnem naslovu [http://www.elektro-hosekra.si/soncne\\_celice.html](http://www.elektro-hosekra.si/soncne_celice.html)
7. Fakulteta za elektrotehniko (FE). (b.l.). Fotovoltaiika. Najdeno 4. maja 2010 na spletnem naslovu <http://pv.fe.uni-lj.si/Welcome.aspx?action=PV&ID=0>.
8. Gorenjska banka. (2010). Kredit za financiranje sončne elektrarne. Najdeno 5. julija 2010 na spletnem naslovu <http://www.gbkr.si/poslovne-finance/financiranje-poslovanja/kredit-za-financiranje-soncne-elektrarne/>.
9. Hanžič, A. (2010). Dileme o gradbenih dovoljenjih. *F3 (priloga časopisa Finance)*, str. 15.
10. Hudi, P. (2009). Sončne celice (seminar). Najdeno 6. maja 2010 na spletnem naslovu <http://fizika.uni-mb.si/files/seminarji/2008-2009/SoncneCelice.pdf>.
11. Kavčič S., Klobučar Mirovič N. & Vidic D. (2007). *Poslovodno računovodstvo (učbenik)*, Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
12. Krivec, V. (2010). Neumne bo sonce ožgalo. *F3 (priloga časopisa Finance)*, str. 1.
13. Nova KBM. (2010). Kredit za izgradnjo sončne elektrarne. Najdeno 5. julija na naslovu <http://www.nkbm.si/ove-krediti>.
14. Oplotnik, Ž. Romih & D. Dajčman, S. (2006). *Investicije - ključ do gospodarske rasti in razvoja*. Gospodarska gibanja št. 382; Ljubljana: Ekonomski inštitut pravne fakultete.
15. Otorepec, R. (2010). Dobri projekti ne bodo ostali brez ustreznega financiranja (intervju). *F3 (priloga časopisa Finance)*, str. 3.
16. Pvresources.com. (b.l.). Zgodovina fotovoltaike. Najdeno 22. julija 2010 na spletnem naslovu <http://www.pvresources.com/si/zgodovina.php>

17. Računovodja.com. (2008). Metode ocenjevanja investicijskih projektov. Najdeno 4. maja 2010 na spletnem naslovu <http://www.racunovodja.com/clanki.asp?clanek=2281>
18. Tehnološka platforma za fotovoltaike. (b.l.). Pogosta vprašanja. Najdeno 3. maja 2010 na spletnem naslovu <http://www.pv-platforma.si/>.
19. Tersus d.o.o. (b.l.). Fotovoltaike, financiranje SE. Najdeno 1. julija 2010 na spletnem naslovu <http://www.soncna-elektrarna.net/fotovoltaike.asp?fotovoltaike=Fotovoltaike&sistemi=Financiranje>.
20. Tiba elektromotorji d.o.o. (b.l.). Kriteriji za postavitev solarne - sončne elektrarne. Najdeno 14. julija 2010 na spletnem naslovu <http://www.tiba.si/obnovljivi-viri-energije/fotovoltaike/kriterij-za-postavitev-solarne-soncne-elektrarne.html>.

## PRILOGE

Priloga 1: Simulacija rezultatov dane elektrarne na lokaciji 45°54'28" Sever, 13°41'30" Vzhod

Photovoltaic Geographical Information System

Location: 45°54'28" North, 13°41'30" East, Elevation: 73 m a.s.l.,

Performance of Grid-connected PV

Nominal power of the PV system: 5.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature: 13.5% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.9%

Other losses (cables, inverter etc.): 7.0%

Combined PV system losses: 21.9%

Fixed system: inclination=24 deg.,

Orientation=0 deg.

Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	8.12	252	1.90	58.8
Feb	11.30	315	2.67	74.9
Mar	4.70	455	3.64	113
Apr	17.90	537	4.58	137
May	20.00	619	5.25	163
Jun	21.00	629	5.63	169
Jul	22.10	684	5.96	185
Aug	20.40	633	5.50	170
Sep	17.30	520	4.50	135
Oct	12.20	379	3.06	94.8
Nov	8.24	247	1.97	59.2
Dec	5.78	179	1.35	42.0
Year	14.90	454	3.84	117
Total for year		5450		1400

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

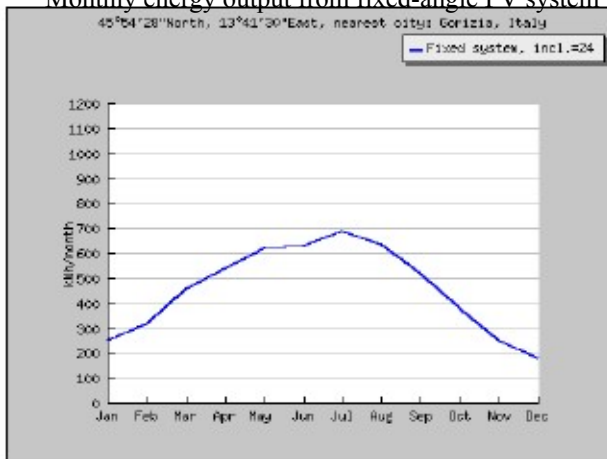
Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

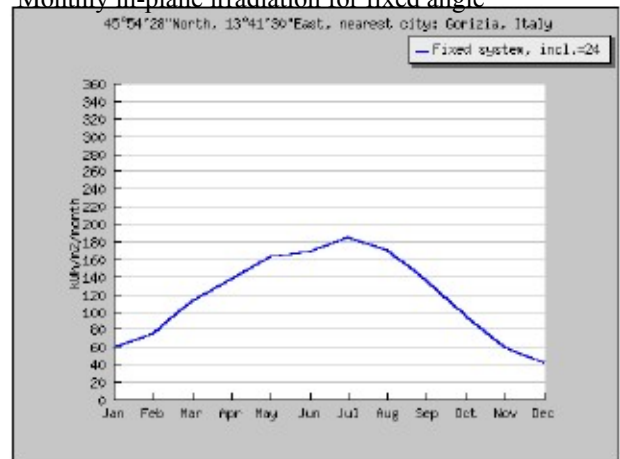
Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

# Photovoltaic Geographical Information System

## Monthly energy output from fixed-angle PV system



## Monthly in-plane irradiation for fixed angle



## Outline of horizon with sun path for winter and summer solstice

