

ŠTUDIJA IZRABE SONČNE ENERGIJE NA STREHAH OSNOVNIH ŠOL IN VRTCEV V MESTNI OBČINI MARIBOR

poročilo

Velenje, november 2009

© ADESCO, d.o.o.

Razmnoževanje celote ali dela dokumenta je prepovedano oz. po predhodnem soglasju podjetja ADESCO menedžment, investicije in marketing za energetska zanesljivost in konkurenčnost d.o.o.; Koroška cesta 37a, SI-3320 Velenje

O PROJEKTU

NAZIV

Študija izrabe sončne energije na strehah osnovnih šol in vrtcev v Mestni občini Maribor

končno poročilo

ŠTEVILKA DOKUMENTA

A-001/09

NAROČNIK

Mestna občina Maribor

Ulica Heroja Staneta 1

SI-2000 Maribor

IZVAJALEC

ADESCO menedžment, investicije in marketing za energetska zanesljivost in konkurenčnost d.o.o.

Koroška cesta 37a

SI – 3320 Velenje

Slovenija

tel: (+386) 0590 79 962

fax: (+386) 0590 79 964

web:www.adesco.si

Avtorji:

Jure **BOČEK**, univ. dipl. inž. el. – **vodja projekta**

Dejan **FERLIN**, univ. dipl. gosp. inž.

Peter **GROBELNIK**, univ. dipl. gosp. inž.

Gregor **AHTIK**, strojni tehnik

Andrej **BOROVNIK**, komercialist

ODGOVORNI

*Odgovorni s strani naročnika: Gordana **KOLESARIČ***

*Odgovorni s strani izvajalca: Dejan **FERLIN**, univ. dipl. gosp. inž. _____*

KAZALO

1	SPLOŠNO	1
1.1	Obravnavane stavbe	1
2	PREGLED ZGRADB IN OCENA SONČNEGA POTENCIALA	2
2.1	Metodologija in izbrane predpostavke	2
2.2	Pregled in ocena sončnega potenciala na izbranih objektih	2
3	ENERGETSKA ANALIZA FOTOVOLTAIČNIH SISTEMOV	28
3.1	Metodologija in izbrane predpostavke	28
3.2	Predlog sistema in energetska analiza izbranih objektov	28
3.3	Skupna letna proizvodnja sončnih elektrarn in prihranek emisij CO ₂	35
4	FINANČNA ANALIZA	36
4.1	Metodologija in izbrane predpostavke	36
4.2	Pregled in ocena sončnega potenciala na izbranih objektih	36
5	DETAJLNA ANALIZA IZBRANIH STAVB	42
5.1	Izbrane stavbe	42
5.1.1	<i>Osnovna šola Franca Rozmana Staneta</i>	42
5.1.2	<i>Osnovna šola Toneta Čufarja</i>	43
5.2	Osnovna šola Franc Rozman Stane.....	45
5.2.1	<i>Določitev površine polja sončnih modulov na podlagi analize senčenja</i> 45	
5.2.1.1	Senčenje zaradi reliefa terena.....	45
5.2.1.2	Senčenje zaradi bližnjih objektov in postavitve modulov	46
5.2.1.3	Polje sončnih modulov.....	46
5.2.2	<i>Karakteristike sončne elektrarne</i>	48
5.2.2.1	Moč sončne elektrarne	48
5.2.3	<i>Možnost priklopa na NN omrežje</i>	48
5.2.4	<i>Proizvodnja energije iz sončne elektrarne</i>	49
5.2.5	<i>Stroški investicije sončne elektrarne</i>	50
5.2.5.1	Izdelava sončne elektrarne.....	50
5.2.5.2	Ocena investicije	51
5.2.6	<i>Finančna analiza investicije</i>	52
5.2.6.1	Viri financiranja	52
5.2.6.2	Prihodki	52
5.2.6.3	MODEL 1: Finančna analiza – Zagotovljeni odkup električne energije 53	
5.2.6.3.1	MODEL 1.1 - Lastno financiranje	53
5.2.6.3.2	MODEL 1.2 - Lastno financiranje s pomočjo kredita	54
5.2.6.3.3	MODEL 1.3 – Oddaja strehe v najem	55
5.2.6.3.4	Primerjava modelov	58
5.2.6.4	MODEL 2: Finančna analiza – Obratovalna podpora	60
5.2.6.4.1	MODEL 2.1 - Lastno financiranje	60
5.2.6.4.2	MODEL 2.2 - Lastno financiranje s pomočjo kredita	61

5.2.6.4.3	Primerjava modelov	62
5.3	Osnovna šola Toneta Čufarja	65
5.3.1	<i>Določitev površine polja sončnih modulov na podlagi analize senčenja</i>	65
5.3.1.1	Senčenje zaradi reliefa terena	65
5.3.1.2	Senčenje zaradi bližnjih objektov in postavitve modulov	65
5.3.1.3	Polje sončnih modulov	67
5.3.2	<i>Karakteristike sončne elektrarne</i>	69
5.3.2.1	Moč sončne elektrarne	69
5.3.3	<i>Možnost priklopa na NN omrežje</i>	70
5.3.4	<i>Proizvodnja sončne elektrarne</i>	71
5.3.4.1	Proizvodnja sončne elektrarne »stari del« šole	71
5.3.4.2	Proizvodnja sončne elektrarne »novi del« šole	72
5.3.5	<i>Stroški investicije sončne elektrarne</i>	73
5.3.5.1	Ocena investicije	73
5.3.6	<i>Finančna analiza investicije</i>	74
5.3.6.1	MODEL 1: Finančna analiza – Zagotovljeni odkup električne energije 74	
5.3.6.1.1	MODEL 1.1 - Lastno financiranje	74
5.3.6.1.2	MODEL 1.2 - Lastno financiranje s pomočjo kredita	76
5.3.6.1.3	MODEL 1.3 – Oddaja strehe v najem	78
5.3.6.1.4	Primerjava modelov	81
5.3.6.2	MODEL 2: Finančna analiza – Obratovalna podpora	86
5.3.6.2.1	MODEL 2.1 - Lastno financiranje	86
5.3.6.2.2	MODEL 2.2 - Lastno financiranje s pomočjo kredita	88
5.3.6.2.3	Primerjava modelov	90
6	POSTOPEK POSTAVITVE SONČNE ELEKTRARNE	95
7	POVZETEK	98

KAZALO TABEL

Tabela 1:	Izračun sončnega obsevanja na OŠ Bresternica	3
Tabela 2:	Izračun sončnega obsevanja na OŠ Martina Konšaka	6
Tabela 3:	Izračun sončnega obsevanja na OŠ Tabor I	8
Tabela 4:	Izračun sončnega obsevanja na Andragoškem zavodu	11
Tabela 5:	Izračun sončnega obsevanja na VVZ Studenci Limbuš	13
Tabela 6:	Izračun sončnega obsevanja na OŠ Toneta Čufarja	16
Tabela 7:	Izračun sončnega obsevanja na VVZ Borisa Pečeta Košaki	18
Tabela 8:	Izračun sončnega obsevanja na OŠ Gustava Šiliha	21
Tabela 9:	Izračun sončnega obsevanja na OŠ Leona Štuklja	23
Tabela 10:	Izračun sončnega obsevanja na OŠ Franca Rozmana Staneta	26
Tabela 11:	Skupna letna proizvodnja sončnih elektrarn in prihranek emisij CO ₂	35
Tabela 12:	Zagotovljen odkup in obratovalna podpora v letu 2010	53

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Brestrnica	4
Graf 2: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Bresternica ..	4
Graf 3: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Martina Konšaka	6
Graf 4: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Martina Konšaka	7
Graf 5: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Tabor I ..	9
Graf 6: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Tabor I	9
Graf 7: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na Andragoškem zavodu	11
Graf 8: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na Andragoškem zavodu	12
Graf 9: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na VVZ Studenci Limbuš	14
Graf 10: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na VVZ Studenci Limbuš	14
Graf 11: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Toneta Čufarja	16
Graf 12: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Toneta Čufarja	17
Graf 13: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na VVZ Borisa Pečeta Košaki	19
Graf 14: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na VVZ Borisa Pečeta Košaki	19
Graf 15: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Gustava Šiliha	21
Graf 16: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Gustava Šiliha	22
Graf 17: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Leona Štuklja	24
Graf 18: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Leona Štuklja	24
Graf 19: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Franca Rozmana Staneta	26
Graf 20: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Franca Rozmana Staneta	27
Graf 21: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO ₂ Bresternica	28
Graf 22: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO ₂ OŠ Martina Konšaka	29
Graf 23: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO ₂ OŠ Tabor I	30
Graf 24: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO ₂ Andragoški zavod	30
Graf 25: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO ₂ VVZ Studenci Limbuš	31
Graf 26: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO ₂ OŠ Toneta Čufarja	32
Graf 27: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO ₂ VVZ Borisa Pečeta Košaki ..	32
Graf 28: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO ₂ OŠ Gustava Šiliha	33
Graf 29: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO ₂ OŠ Leona Štuklja (Tabor II)	34
Graf 30: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO ₂ OŠ Franca Rozmana Staneta	34

Graf 31: Finančni pritek Sončne elektrarne osnovna šola Bresternica	36
Graf 32: Finančni pritek Sončne elektrarne osnovna šola Martina Konšaka.....	37
Graf 33: Finančni pritek Sončne elektrarne osnovna šola Tabor I	37
Graf 34: Finančni pritek Sončne elektrarne Andragoški zavod	38
Graf 35: Finančni pritek Sončne elektrarne VVZ Studenci Limbuš	38
Graf 36: Finančni pritek Sončne elektrarne osnovna šola Toneta Čufarja.....	39
Graf 37: Finančni pritek Sončne elektrarne VVZ Borisa Pečeta Košaki	39
Graf 38: Finančni pritek Sončne elektrarne osnovna šola Gustava Šiliha	40
Graf 39: Finančni pritek Sončne elektrarne osnovna šola Leona Štuklja (Tabor II)..	40
Graf 40: Finančni pritek Sončne elektrarne osnovna šola Franca Rozmana Staneta	41
Graf 41: Proizvedena energija na izhodu razsmernikov OŠ Franc Rozman Stane ..	49
Graf 42: Finančna analiza OŠ FRS - Model 1.1	54
Graf 43: Finančna analiza OŠ FRS - Model 1.2	55
Graf 44: Finančna analiza OŠ FRS - Model 1.3, varianta 1	56
Graf 45: Finančna analiza OŠ FRS - Model 1.3, varianta 2.....	57
Graf 46: Primerjava NSV OŠ FRS - Model 1	58
Graf 47: Primerjava ISD OŠ FRS - Model 1	59
Graf 48: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ FRS - Model 1	59
Graf 49: Finančna analiza OŠ FRS - Model 2.1	61
Graf 50: Finančna analiza OŠ FRS - Model 2.2	62
Graf 51: Primerjava NSV OŠ FRS - Model 2	63
Graf 52: Primerjava ISD OŠ FRS - Model 2	63
Graf 53: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ FRS - Model 2	64
Graf 54: Proizvedena energija na izhodu razsmernikov "SE stari del" OŠ Toneta Čufarja	71
Graf 55: Proizvedena energija na izhodu razsmernikov "SE novi del" OŠ Toneta Čufarja	72
Graf 56: Finančna analiza OŠ TČ1 - Model 1.1	75
Graf 57: Finančna analiza OŠ TČ1 - Model 1.1	76
Graf 58: Finančna analiza OŠ TČ1 - Model 1.2.....	77
Graf 59: Finančna analiza OŠ TČ2 - Model 1.2.....	78
Graf 60: Finančna analiza OŠ TČ 1 - Model 1.3.....	79
Graf 61: Finančna analiza OŠ TČ 2 - Model 1.3.....	81
Graf 62: Primerjava NSV OŠ TČ1 - Model 1	82
Graf 63: Primerjava ISD OŠ TČ1 - Model 1.....	82
Graf 64: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ TČ1 - Model 1	83
Graf 65: Primerjava NSV OŠ TČ2 - Model 1	84
Graf 66: Primerjava ISD OŠ TČ2 - Model 1.....	84
Graf 67: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ TČ2 - Model 1	85
Graf 68: Finančna analiza OŠ TČ1 - Model 2.1	87
Graf 69: Finančna analiza OŠ TČ2 - Model 2.1.....	88
Graf 70: Finančna analiza OŠ TČ1 - Model 2.2.....	89
Graf 71: Finančna analiza OŠ TČ2 - Model 2.2.....	90
Graf 72: Primerjava NSV OŠ TČ1 - Model 2	91
Graf 73: Primerjava ISD OŠ TČ1 - Model 2.....	91
Graf 74: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ TČ1 - Model 2	92
Graf 75: Primerjava NSV OŠ TČ2 - Model 2	93
Graf 76: Primerjava ISD OŠ TČ2 - Model 2.....	93
Graf 77: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ TČ2 - Model 2	94

KAZALO SLIK

Slika 1: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji	5
Slika 2: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji	7
Slika 3: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji	10
Slika 4: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji	12
Slika 5: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji	15
Slika 6: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji	17
Slika 7: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji	20
Slika 8: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji	22
Slika 9: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji	25
Slika 10: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji	27
Slika 11: OŠ Franc Rozman Stane	42
Slika 12: Tloris OŠ Franc Rozman Stane (uporabna površina je označena z rdečo)	43
Slika 13: OŠ Toneta Čufarja	43
Slika 14: OŠ Toneta Čufarja (uporabna površina je označena z rdečo)	44
Slika 15: Senčenje zaradi reliefa terena OŠ Franc Rozman Stane	45
Slika 16: Tloris postavitve sončnih modulov OŠ Franc Rozman Stane	47
Slika 17: 3D pogled postavitve sončnih modulov OŠ Franc Rozman Stane	47
Slika 18: Diagram izgub sončne elektrarne OŠ Franc Rozman Stane	49
Slika 19: Senčenje zaradi reliefa terena OŠ Tone Čufar	65
Slika 20: Tloris postavitve sončnih modulov OŠ Toneta Čufarja (stari del)	67
Slika 21: 3D pogled postavitve sončnih modulov OŠ Toneta Čufarja (stari del)	67
Slika 22: Tloris postavitve sončnih modulov OŠ Toneta Čufarja (novi del)	68
Slika 23: 3D pogled postavitve sončnih modulov OŠ Toneta Čufarja (novi del)	68
Slika 24: Diagram izgub sončne elektrarne "stari del" OŠ Toneta Čufarja	71
Slika 25: Diagram izgub sončne elektrarne "novi del" OŠ Toneta Čufarja	72

1 SPLOŠNO

Izkoriščanje sončne energije v zadnjih desetletjih bliskovito narašča. Pomanjkanje fosilnih goriv in onesnaževanje okolja, zaradi rabe le-teh, je človeštvo prisililo v iskanje drugih alternativnih virov za proizvodnjo energije. Sončna energija v zadnjih letih doživlja pravi razcvet tudi v Sloveniji. Leta 2001 je bila v Sloveniji postavljena prva sončna elektrarna moči 1,1 kWp, druga leta 2003 - 4,5 kWp , tretja 2004 – 5,6 kWp, danes pa se pogovarjamo že o MW inštaliranih sončnih elektrarnah.

Proizvodnja električne energije iz sončnih elektrarn odvisna od jakosti sončnega obsevanja. Pretvorba v električno energije poteka neposredno, zato smo pri proizvodnji omejeni na sončne dneve (slabo vreme negativno vpliva na proizvodnjo električne energije). Druga težava pa so nizki izkoristki fotovoltaičnih sistemov zato je postavitve le-teh smiselna le na področjih z zadostnim sončnim obsevanjem brez vplivov okolice (senčenje).

Namen študije je, da se ugotovi kakšne so strehe na izbranih javnih stavbah, kakšen je njihov potencial sončnega obsevanja oz. kakšna bi bila lahko moč sončne elektrarne.

1.1 Obravnavane stavbe

Obravnavane stavbe:

- Podružnična šola Bresternica
- Osnovna šola Martina Konšaka
- Osnovna šola Tabor I Maribor
- Andragoški zavod Maribor
- VVZ Studenci Limbuš
- OŠ Toneta Čufarja
- VVZ Borisa Pečeta Košaki
- Osnovna šola Gustava Šiliha
- Osnovna šola Leona Štuklja (Tabor II)
- Osnovna šola Franca R. Staneta

2 PREGLED ZGRADB IN OCENA SONČNEGA POTENCIALA

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati analize stanja, ki se je izvajala na terenu.

2.1 Metodologija in izbrane predpostavke

Pri pregledu stanja zgradb smo določili:

- višino objekta
- orientacijo
- površino strehe
- naklon strehe
- razdalje med bližnjimi objekti
- višine bližnjih objektov
- moteči dejavniki na strehi
- bližino NN priključka

Primernost strehe oz. uporabno površino smo ocenjevali na podlagi obdelave zgornjih parametrov. Uporabna površina strehe je določena na takšen način, da ima čim manjšo senčenje zaradi okoliških objektov na strehi oz. v bližini strehe.

Obrazložitev izrazov na slikah **Prikaz terena in pot sonca na dani lokaciji:**

North	Sever
East	Vzhod
Nearest city	Najbližje mesto
Height of sun	Višina sonca
Horizon height	Višina horizonta
Azimuth	Azimut

2.2 Pregled in ocena sončnega potenciala na izbranih objektih

Podružnična šola Bresternica			
Pri Šoli 24, 2354 Bresternica			
<i>primernost strehe</i>	Da	<i>površina strehe</i>	945 m ²
<i>ocenjena površina strehe</i>	945 m ²	<i>uporabna površina strehe</i>	180 m ²
<i>moteči predmeti na strehi</i>	Ne	<i>naklon strehe</i>	40°
<i>moteči objekti okoli zgradbe</i>	Ne	<i>oddaljenost NN priključka</i>	/
<i>drevesa</i>	Da	<i>kot azimut</i>	11°



Tabela 1: Izračun sončnega obsevanja na OŠ Bresternica

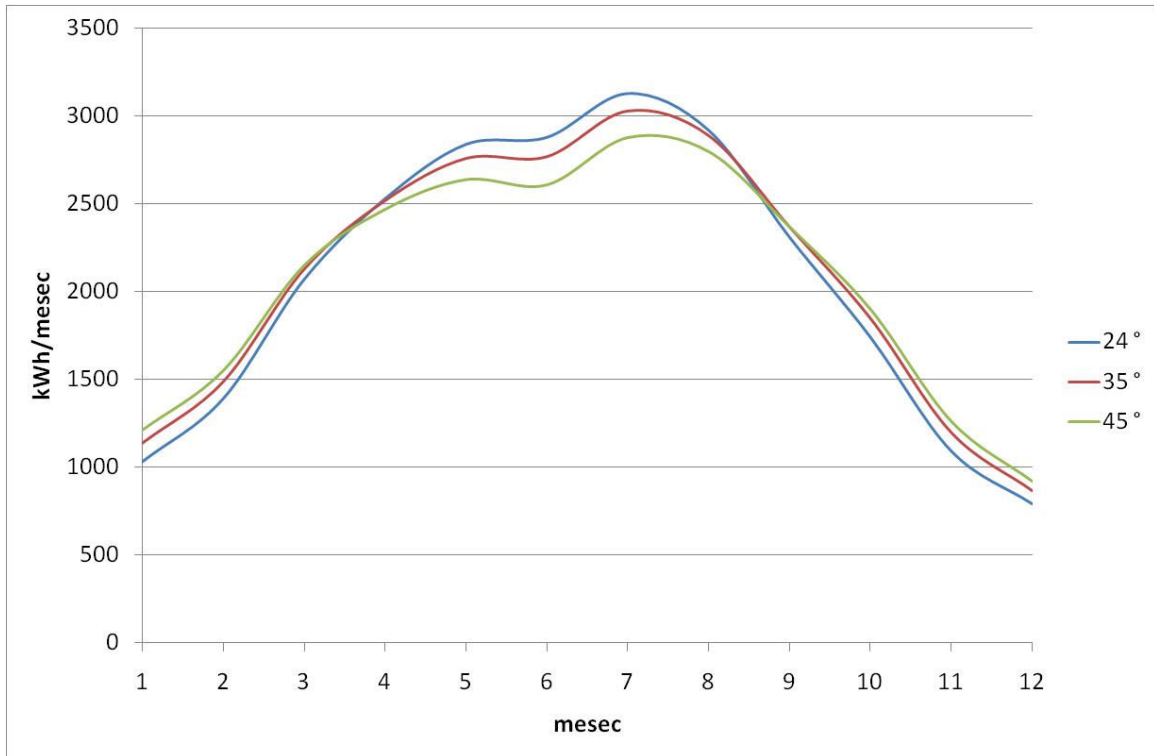
mesec	naklon modulov 24 °				naklon modulov 35 °				naklon modulov 45 °			
	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m
januar	33,4	1030	1,58	49,1	36,9	1140	1,75	54,3	39,1	1210	1,86	57,7
februar	49,5	1390	2,39	66,8	53,3	1490	2,57	72	55,4	1550	2,68	75
marec	66,7	2070	3,35	104	68,8	2130	3,47	108	69,3	2150	3,5	108
april	84,4	2530	4,38	131	84,1	2520	4,38	131	82,2	2470	4,28	128
maj	91,7	2840	4,89	152	89,1	2760	4,77	148	85,1	2640	4,55	141
junij	95,9	2880	5,21	156	92,2	2770	5,01	150	87	2610	4,73	142
julij	101	3130	5,48	170	97,7	3030	5,31	165	92,8	2880	5,04	156
avgust	94,3	2920	5,13	159	93,2	2890	5,08	158	90,3	2800	4,93	153
september	77,1	2310	4,02	121	79,1	2370	4,14	124	79,1	2370	4,14	124
oktober	56,1	1740	2,86	88,6	59,5	1850	3,04	94,3	61,2	1900	3,14	97,3
november	36,5	1090	1,79	53,6	39,9	1200	1,95	58,5	41,9	1260	2,05	61,6
december	25,5	789	1,21	37,6	28	869	1,33	41,3	29,6	918	1,41	43,8
leto	67,8	2060	3,53	107	68,6	2090	3,57	109	67,8	2060	3,53	107

E_d Povprečna dnevna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/dan)

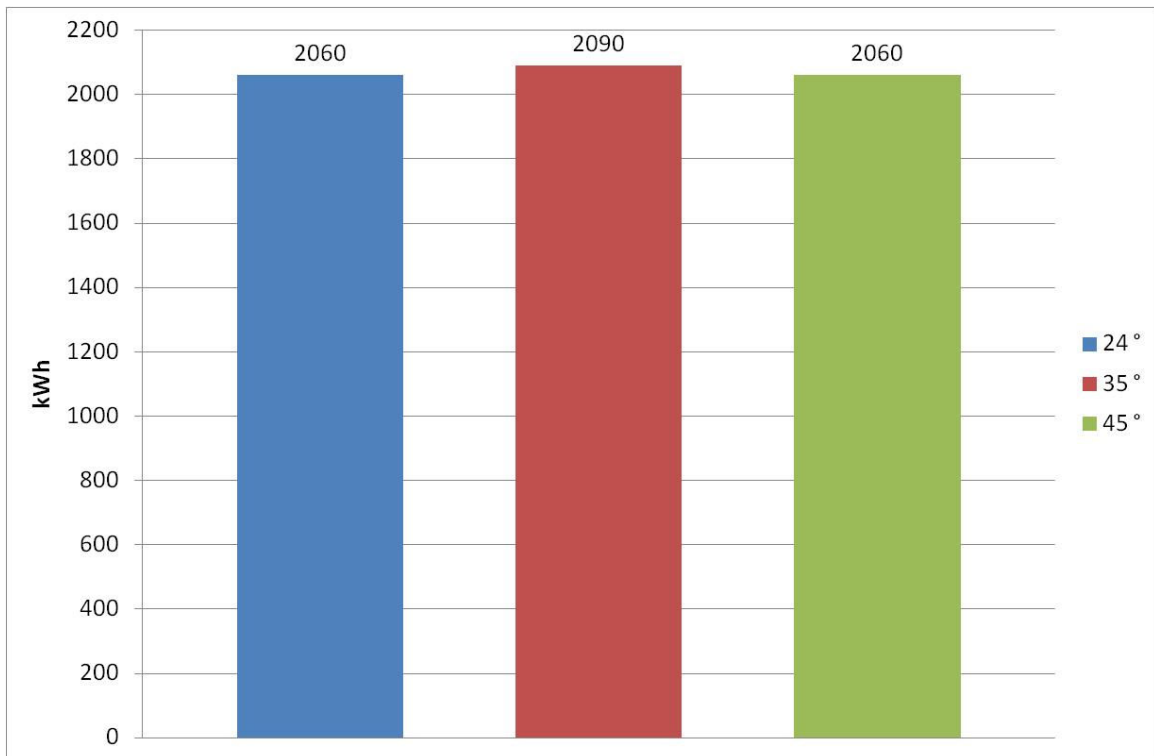
E_m Povprečna mesečna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/mesec)

H_d Povprečno dnevno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/dan)

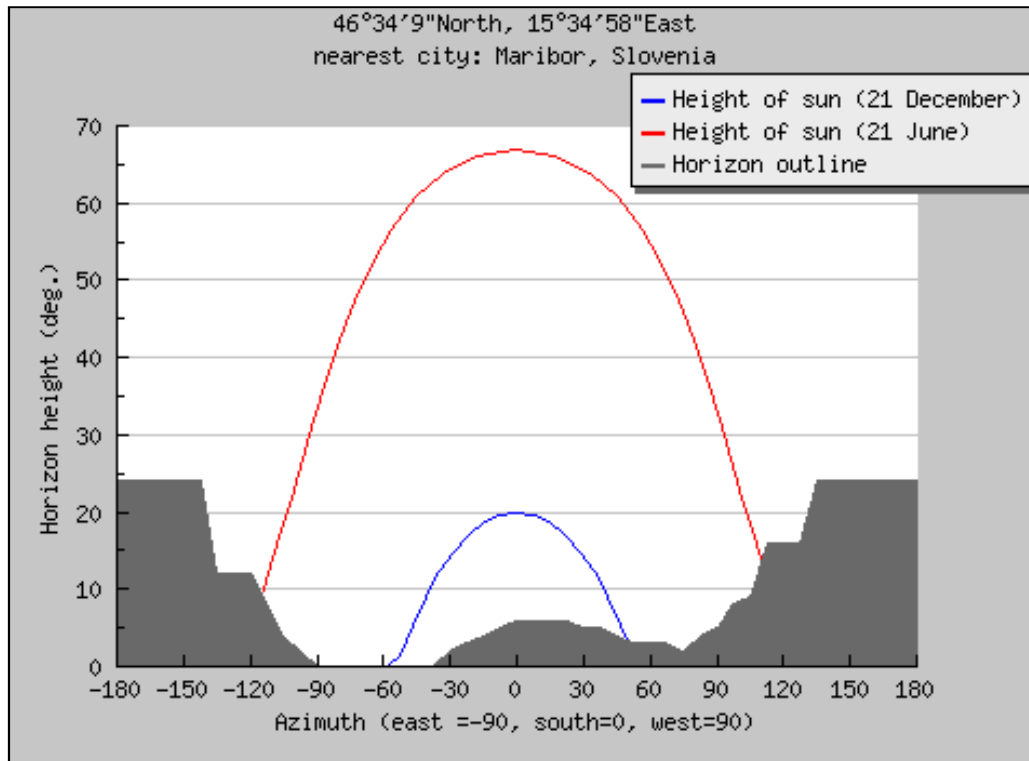
H_m Povprečno mesečno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/mesec)



Graf 1: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Brestrnica



Graf 2: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Brestrnica



Slika 1: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji

Osnovna šola Martina Konšaka			
Prekmurska ulica 67, 2000 Maribor			
<i>primernost strehe</i>	Da	<i>površina strehe</i>	3017 m ²
<i>ocenjena površina strehe</i>	3017 m ²	<i>uporabna površina strehe</i>	650 m ²
<i>moteči predmeti na strehi</i>	Ne	<i>naklon strehe</i>	/
<i>moteči objekti okoli zgradbe</i>	Ne	<i>oddaljenost NN priključka</i>	/
<i>drevesa</i>	Da	<i>kot azimut</i>	3°
			

Tabela 2: Izračun sončnega obsevanja na OŠ Martina Konšaka

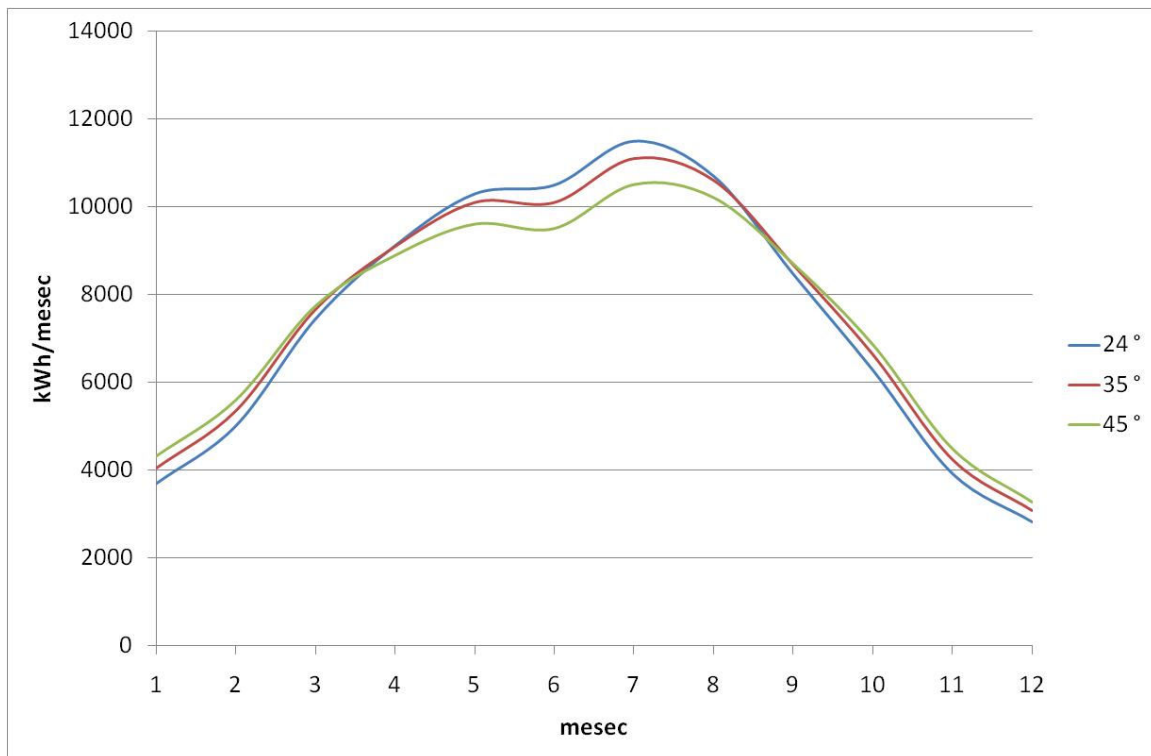
mesec	naklon modulov 24 °				naklon modulov 35 °				naklon modulov 45 °			
	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m
januar	119	3690	1,57	48,5	131	4050	1,72	53,2	139	4320	1,84	57
februar	179	5010	2,39	66,9	192	5360	2,56	71,7	200	5600	2,68	75,1
marec	240	7450	3,34	104	248	7670	3,45	107	250	7740	3,49	108
april	304	9120	4,37	131	303	9100	4,37	131	296	8890	4,27	128
maj	334	10300	4,93	153	326	10100	4,82	149	310	9600	4,58	142
junij	349	10500	5,25	158	337	10100	5,08	152	317	9500	4,77	143
julij	370	11500	5,56	172	359	11100	5,41	168	340	10500	5,11	159
avgust	344	10700	5,18	161	340	10600	5,14	159	329	10200	4,97	154
september	282	8460	4,08	122	289	8670	4,19	126	290	8690	4,20	126
oktober	202	6270	2,85	88,5	214	6630	3,03	93,8	221	6850	3,13	97,1
november	130	3910	1,76	52,9	141	4240	1,91	57,4	149	4480	2,03	60,8
december	90,8	2810	1,2	37,1	99,2	3080	1,31	40,5	106	3270	1,39	43,1
leto	246	7470	3,55	108	249	7560	3,59	109	246	7470	4	108

E_d Povprečna dnevna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/dan)

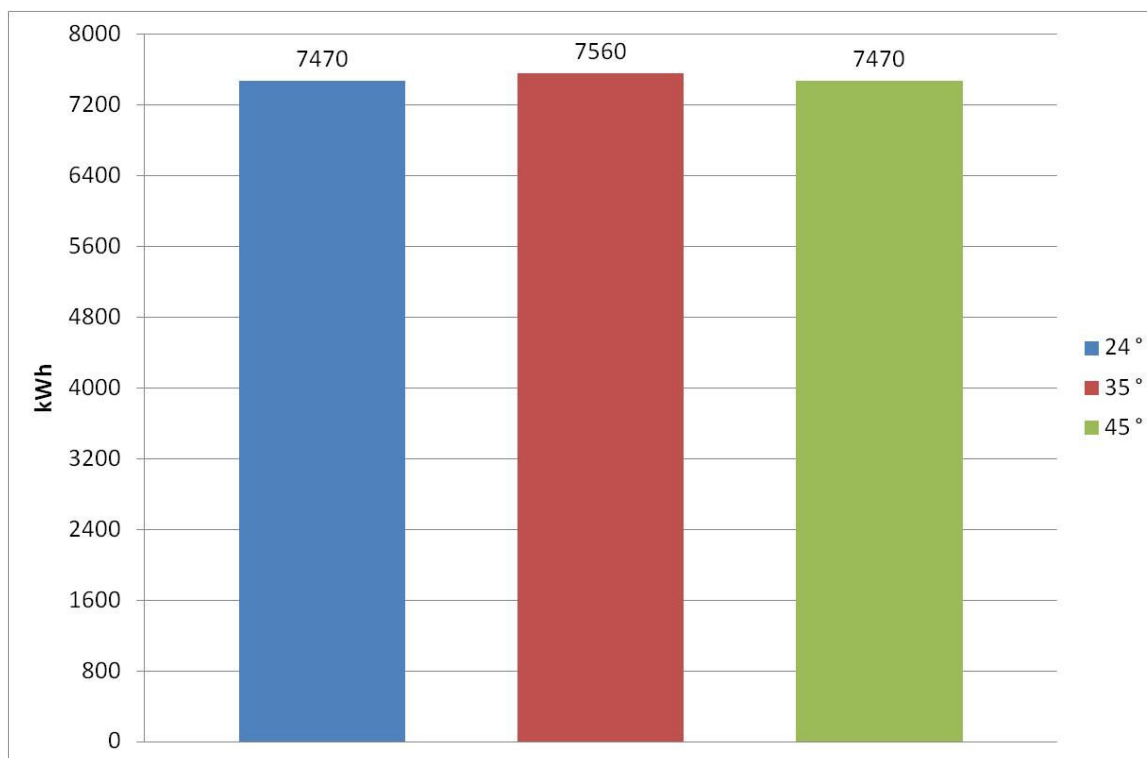
E_m Povprečna mesečna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/mesec)

H_d Povprečno dnevno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/dan)

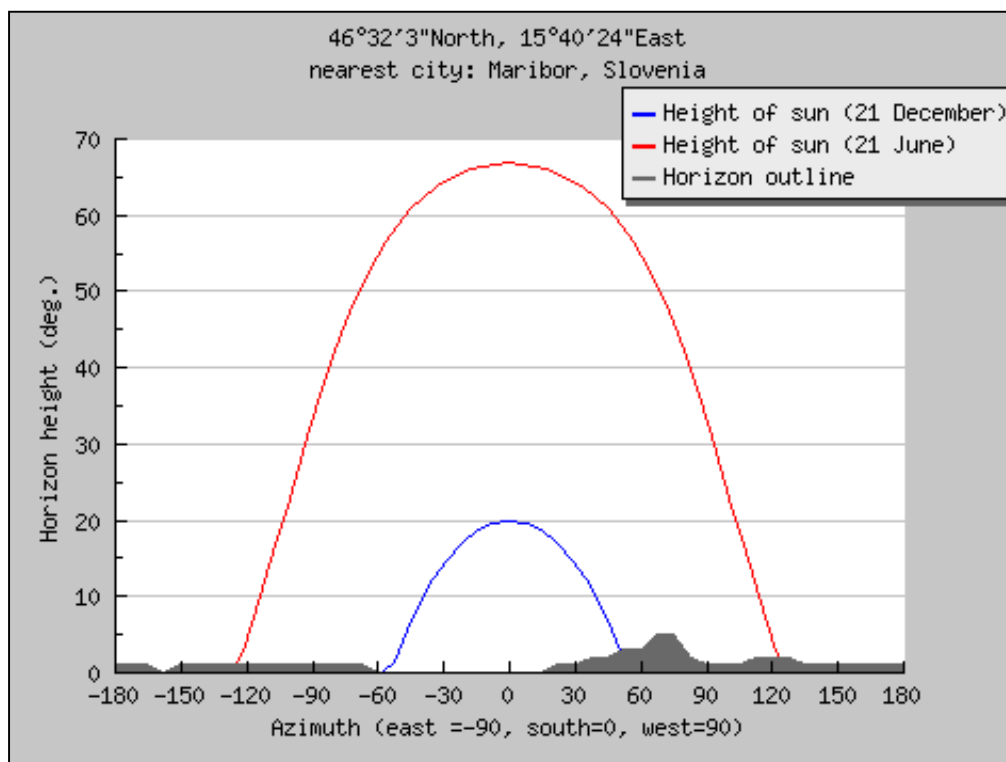
H_m Povprečno mesečno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/mesec)



Graf 3: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Martina Konšaka



Graf 4: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Martina Konšaka



Slika 2: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji



Osnovna šola Tabor I			
Ulica Arnolda Tovornika 21, 2000 Maribor			
<i>primernost strehe</i>	Da	<i>površina strehe</i>	2972 m ²
<i>ocenjena površina strehe</i>	2972 m ²	<i>uporabna površina strehe</i>	1100 m ²
<i>moteči predmeti na strehi</i>	Ne	<i>naklon strehe</i>	30°
<i>moteči objekti okoli zgradbe</i>	Ne	<i>oddaljenost NN priključka</i>	/
<i>drevesa</i>	Da	<i>kot azimut</i>	18°
			

Tabela 3: Izračun sončnega obsevanja na OŠ Tabor I

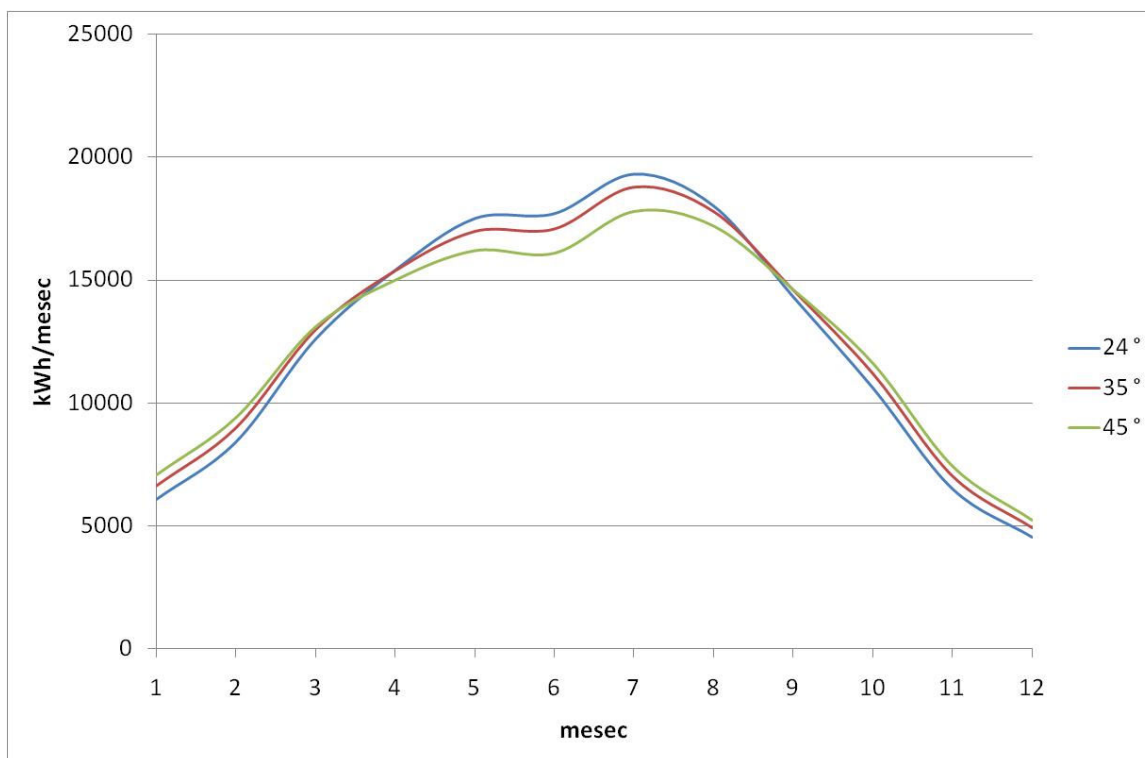
mesec	naklon modulov 24 °				naklon modulov 35 °				naklon modulov 45 °			
	E _d	E _m	H _d	H _m	E _d	E _m	H _d	H _m	E _d	E _m	H _d	H _m
januar	196	6080	1,53	47,4	214	6640	1,67	51,8	228	7060	1,78	55,3
februar	301	8420	2,37	66,4	322	9010	2,54	71,1	336	9400	2,66	74,4
marec	407	12600	3,34	103	419	13000	3,45	107	422	13100	3,49	108
april	514	15400	4,36	131	513	15400	4,37	131	501	15000	4,26	128
maj	564	17500	4,92	152	550	17000	4,80	149	523	16200	4,57	142
junij	590	17700	5,24	157	569	17100	5,06	152	535	16100	4,76	143
julij	624	19300	5,54	172	606	18800	5,39	167	573	17800	5,09	158
avgust	581	18000	5,17	160	575	17800	5,13	159	556	17200	4,96	154
september	475	14300	4,06	122	487	14600	4,17	125	488	14600	4,18	125
oktober	342	10600	2,85	88,3	361	11200	3,02	93,6	373	11600	3,13	96,9
november	217	6500	1,74	52,2	234	7030	1,88	56,4	247	7410	1,99	59,6
december	146	4540	1,15	35,8	159	4930	1,25	38,8	168	5210	1,33	41,1
leto	413	12600	3,53	107	418	12700	3,57	108	413	12600	4	107

E_d Povprečna dnevna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/dan)

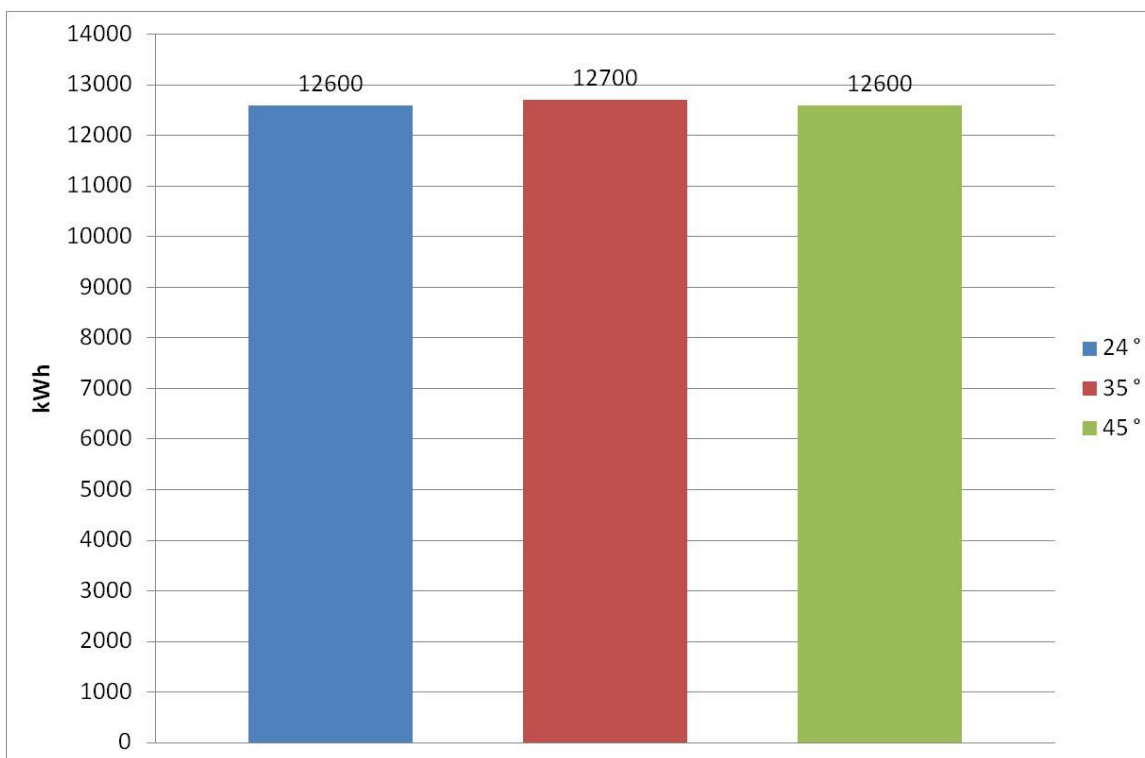
E_m Povprečna mesečna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/mesec)

H_d Povprečno dnevno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/dan)

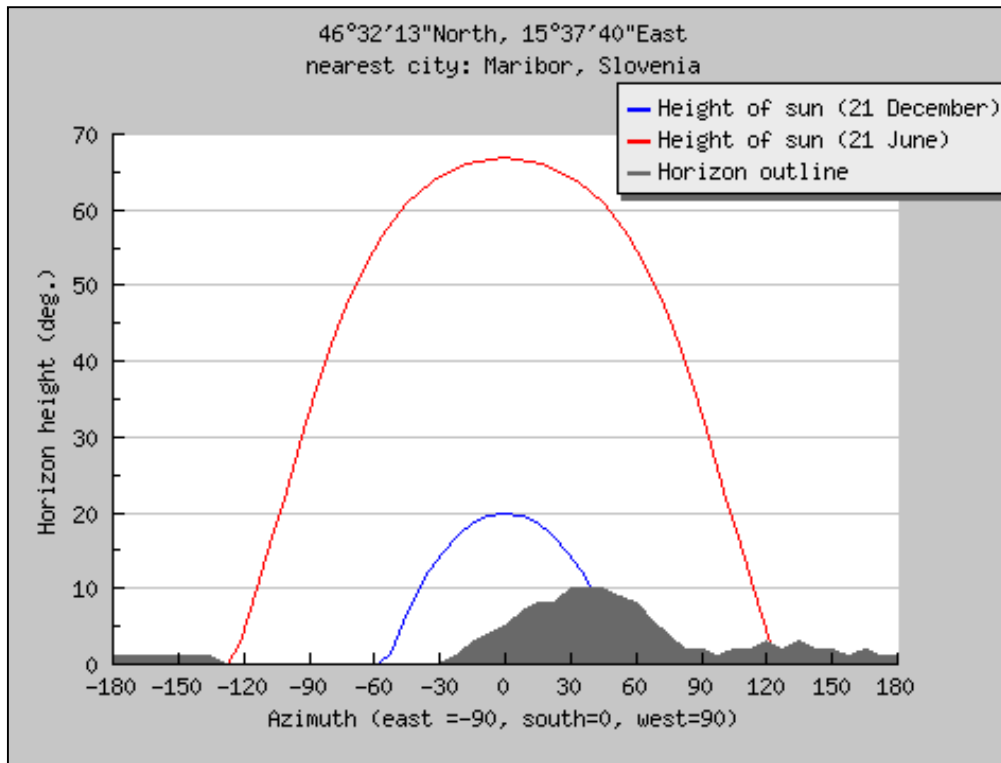
H_m Povprečno mesečno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/mesec)



Graf 5: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Tabor I



Graf 6: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Tabor I



Slika 3: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji

Andragoški zavod Maribor			
Maistrova 5, 2000 Maribor			
<i>primernost strehe</i>	Da	<i>površina strehe</i>	985 m ²
<i>ocenjena površina strehe</i>	985 m ²	<i>uporabna površina strehe</i>	120 m ²
<i>moteči predmeti na strehi</i>	Ne	<i>naklon strehe</i>	/
<i>moteči objekti okoli zgradbe</i>	Ne	<i>oddaljenost NN priključka</i>	/
<i>drevesa</i>	Ne	<i>kot azimut</i>	0°
			

Tabela 4: Izračun sončnega obsevanja na Andragoškem zavodu

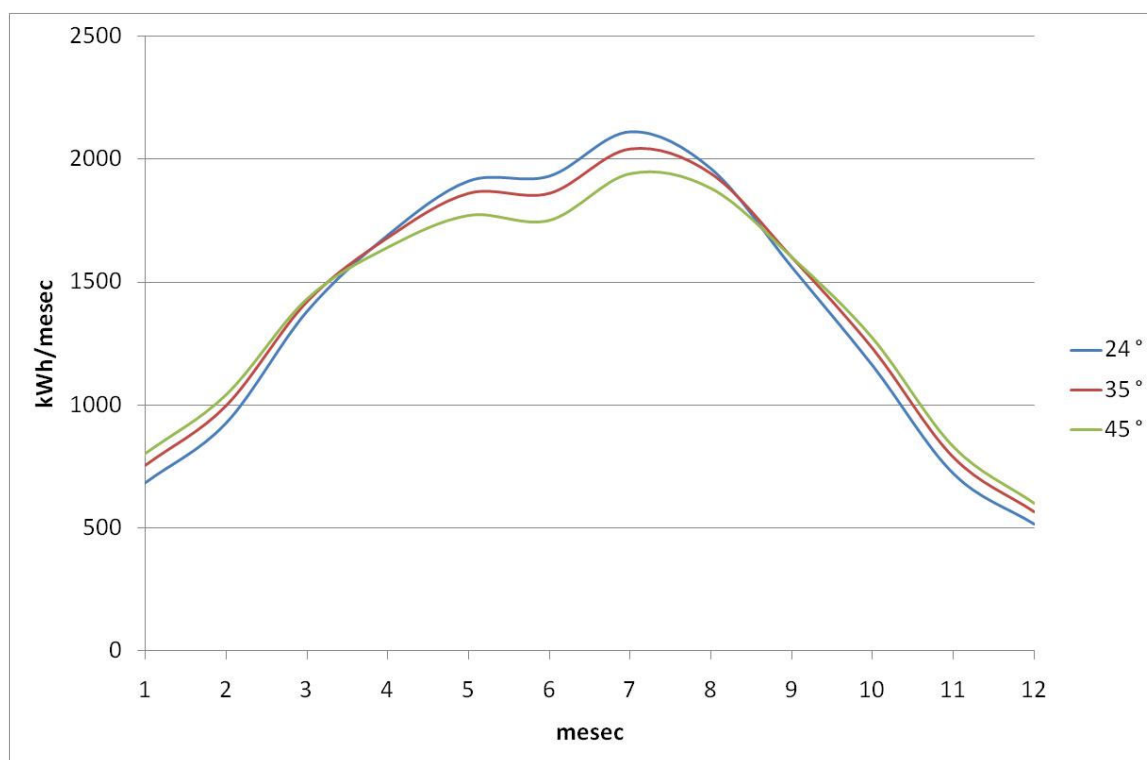
mesec	naklon modulov 24 °				naklon modulov 35 °				naklon modulov 45 °			
	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m
januar	22,1	684	1,57	48,6	24,4	756	1,73	53,7	25,9	801	1,84	57,1
februar	33,1	927	2,39	66,9	35,6	998	2,58	72,2	37,1	1040	2,69	75,3
marec	44,4	1380	3,34	104	45,9	1420	3,46	107	46,2	1430	3,49	108
april	56,2	1690	4,37	131	56	1680	4,37	131	54,8	1640	4,27	128
maj	61,6	1910	4,93	153	59,8	1860	4,80	149	57,1	1770	4,58	142
junij	64,3	1930	5,24	157	61,8	1860	5,04	151	58,4	1750	4,76	143
julij	68,1	2110	5,54	172	65,9	2040	5,37	166	62,6	1940	5,10	158
avgust	63,3	1960	5,17	160	62,6	1940	5,12	159	60,7	1880	4,96	154
september	51,9	1560	4,06	122	53,3	1600	4,18	125	53,3	1600	4,19	126
oktober	37,4	1160	2,86	88,7	39,8	1230	3,05	94,5	41	1270	3,14	97,5
november	24	721	1,76	52,9	26,3	788	1,92	57,7	27,6	828	2,03	60,8
december	16,6	516	1,19	36,9	18,3	567	1,31	40,5	19,3	598	1,38	42,8
leto	45,3	1380	3,54	108	45,9	1390	3,58	109	45,3	1380	4	108

E_d Povprečna dnevna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/dan)

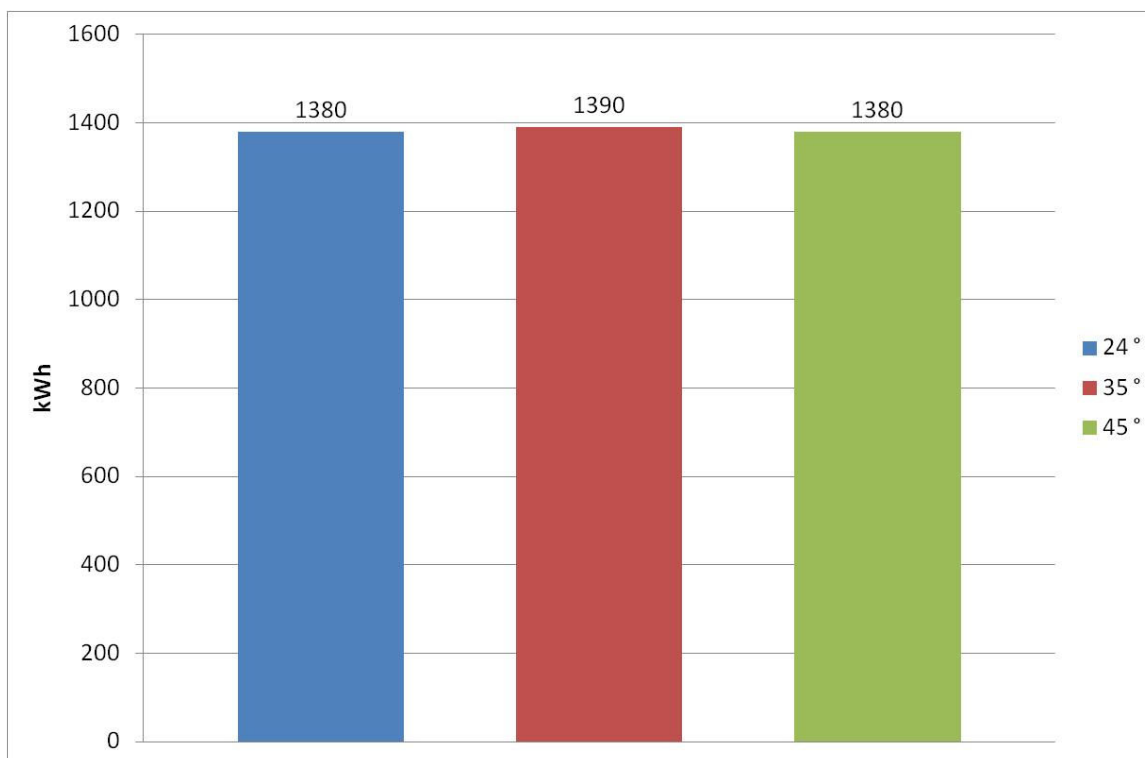
E_m Povprečna mesečna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/mesec)

H_d Povprečno dnevno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/dan)

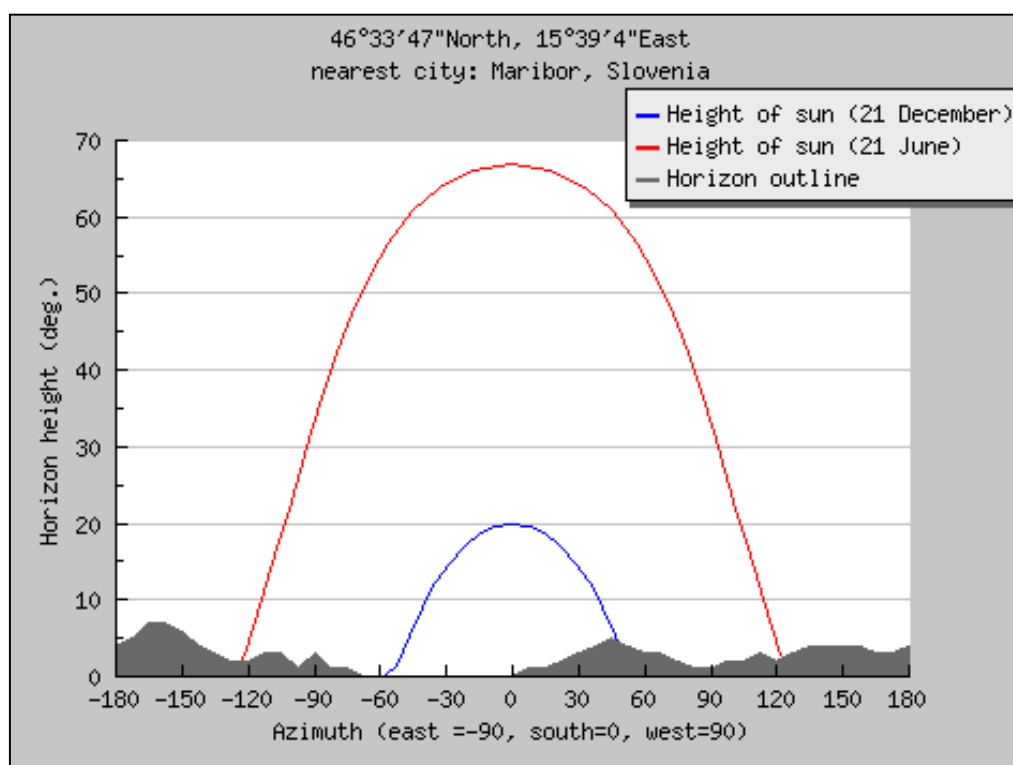
H_m Povprečno mesečno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/mesec)



Graf 7: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na Andragoškem zavodu



Graf 8: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na Andragoškem zavodu



Slika 4: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji



VVZ Studenci Limbuš			
Šolska ulica 25, 2341 Limbuš			
<i>primernost strehe</i>	Da	<i>površina strehe</i>	4400 m ²
<i>ocenjena površina strehe</i>	4400 m ²	<i>uporabna površina strehe</i>	1600 m ²
<i>moteči predmeti na strehi</i>	Ne	<i>naklon strehe</i>	15°
<i>moteči objekti okoli zgradbe</i>	Da	<i>oddaljenost NN priključka</i>	/
<i>drevesa</i>	Ne	<i>kot azimut</i>	6°
			

Tabela 5: Izračun sončnega obsevanja na VVZ Studenci Limbuš

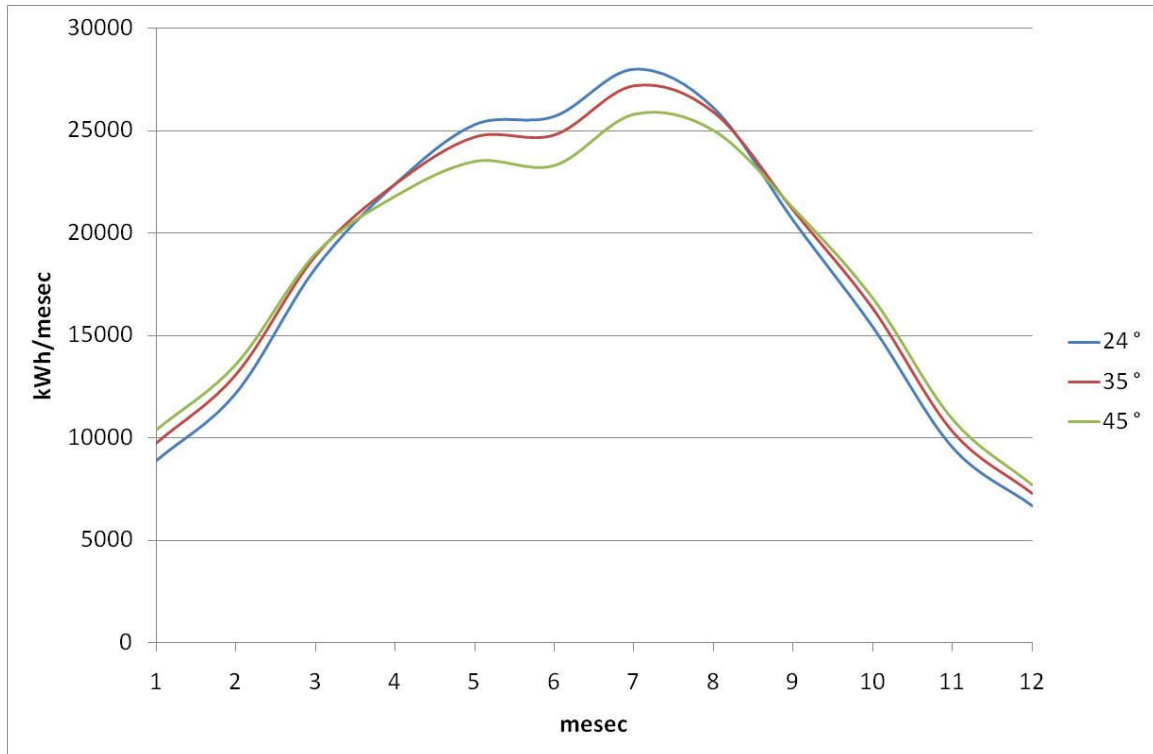
mesec	naklon modulov 24 °				naklon modulov 35 °				naklon modulov 45 °			
	E _d	E _m	H _d	H _m	E _d	E _m	H _d	H _m	E _d	E _m	H _d	H _m
januar	287	8900	1,54	47,6	314	9750	1,68	52,1	335	10400	1,80	55,6
februar	436	12200	2,36	66,2	467	13100	2,53	70,9	487	13600	2,65	74,2
marec	591	18300	3,33	103	608	18900	3,44	107	613	19000	3,48	108
april	746	22400	4,55	131	745	22400	4,36	131	727	21800	4,26	128
maj	817	25300	4,9	152	797	24700	4,79	148	758	23500	4,55	141
junij	855	25700	5,22	157	826	24800	5,05	152	776	23300	4,74	142
julij	905	28000	5,52	171	879	27200	5,37	167	831	25800	5,08	157
avgust	843	26100	5,16	160	835	25900	5,12	159	807	25000	4,95	154
september	687	20600	4,03	121	704	21100	4,14	124	706	21200	4,15	125
oktober	496	15400	2,84	88,1	525	16300	3,01	93,4	542	16800	3,12	96,7
november	318	9530	1,75	52,5	344	10300	1,90	56,9	363	10900	2,01	60,2
december	216	6690	1,17	36,1	235	7280	1,27	39,2	248	7700	1,34	41,6
leto	600	18300	3,52	107	607	18500	3,56	108	600	18200	4	107

E_d Povprečna dnevna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/dan)

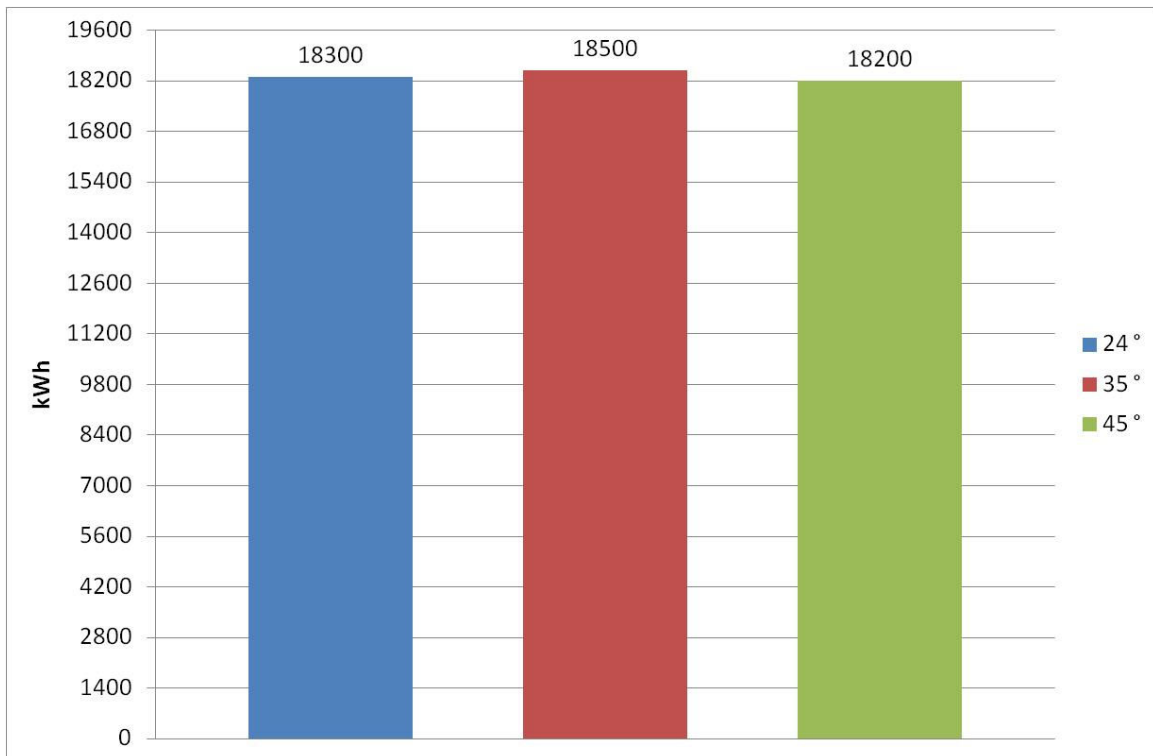
E_m Povprečna mesečna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/mesec)

H_d Povprečno dnevno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/dan)

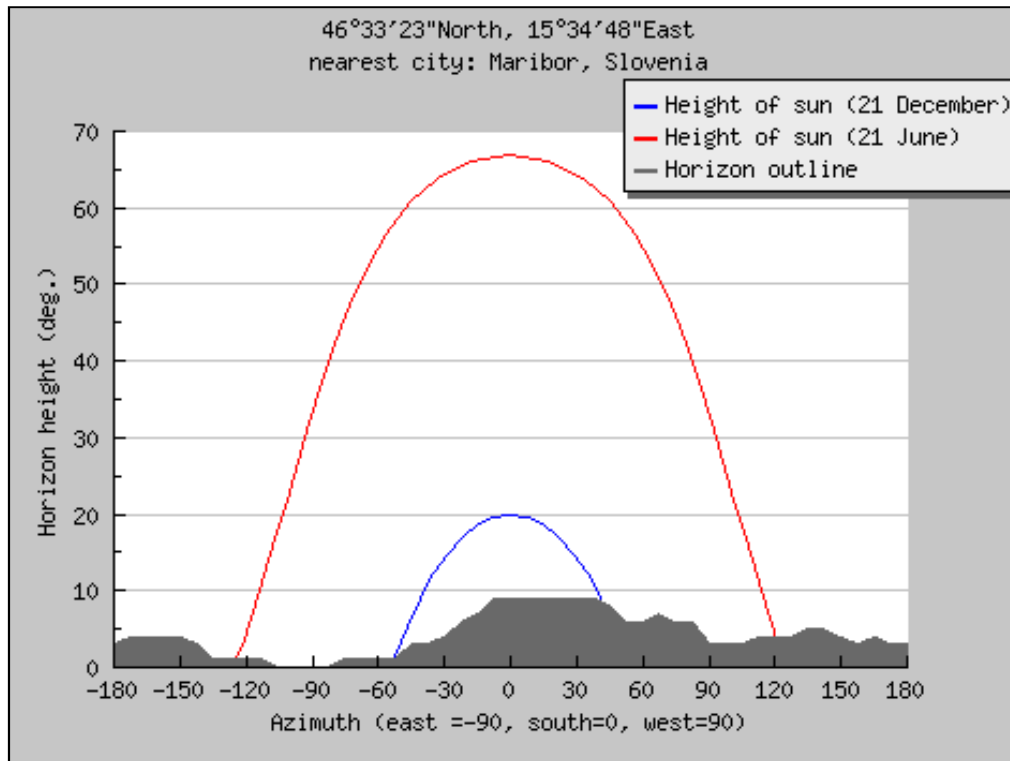
H_m Povprečno mesečno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/mesec)



Graf 9: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na VVZ Studenci Limbuš



Graf 10: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na VVZ Studenci Limbuš



Slika 5: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji



Osnovna šola Toneta Čufarja			
Zrkovska cesta 67, 2000 Maribor			
<i>primernost strehe</i>	Da	<i>površina strehe</i>	1357 m ²
<i>ocenjena površina strehe</i>	1357 m ²	<i>uporabna površina strehe</i>	290 m ²
<i>moteči predmeti na strehi</i>	Ne	<i>naklon strehe</i>	20°
<i>moteči objekti okoli zgradbe</i>	Ne	<i>oddaljenost NN priključka</i>	/
<i>drevesa</i>	Ne	<i>kot azimut</i>	7°
			

Tabela 6: Izračun sončnega obsevanja na OŠ Toneta Čufarja

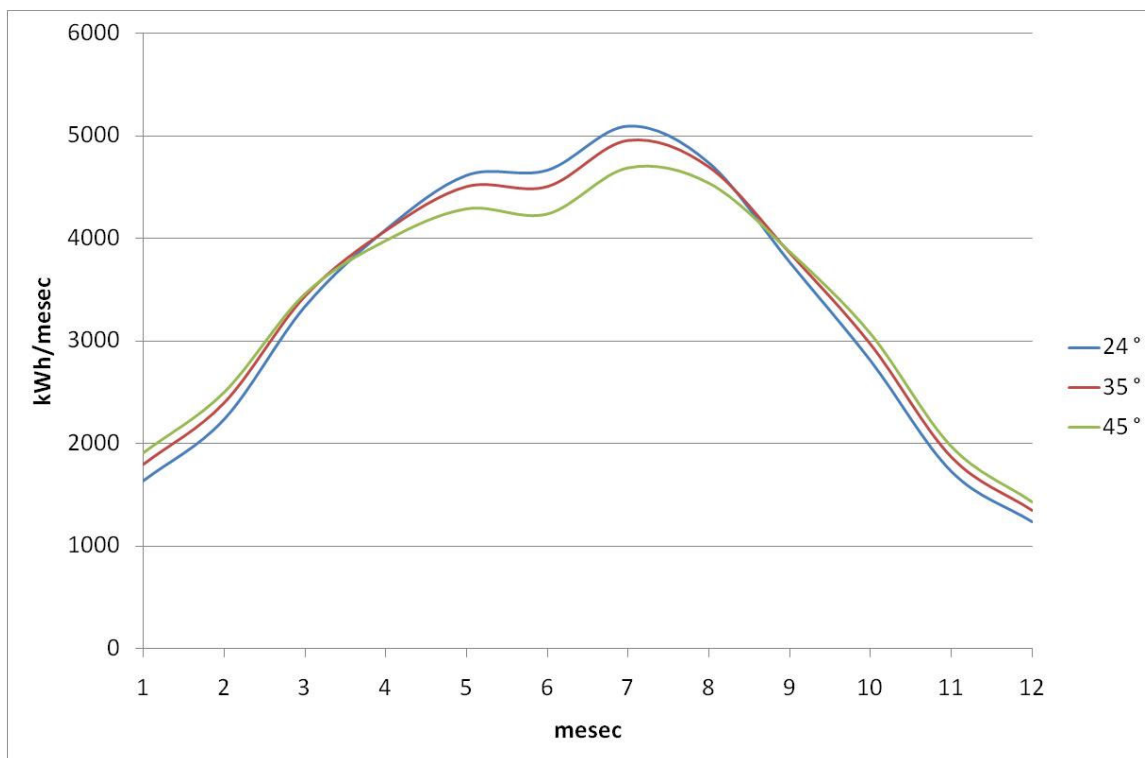
mesec	naklon modulov 24 °				naklon modulov 35 °				naklon modulov 45 °			
	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m
januar	53	1640	1,56	48,4	58	1800	1,71	53	61,7	1910	1,83	56,6
februar	80	2240	2,39	67	85,6	2400	2,56	71,8	89,4	2500	2,68	75,1
marec	108	3340	3,35	104	111	3440	3,46	107	112	3460	3,50	108
april	136	4090	4,38	131	136	4080	4,39	132	133	3980	4,28	128
maj	149	4620	4,93	153	145	4510	4,82	149	138	4290	4,58	142
junij	156	4670	5,24	157	150	4510	5,07	152	141	4240	4,76	143
julij	165	5100	5,54	172	160	4960	5,39	167	151	4690	5,09	158
avgust	153	4740	5,16	160	152	4700	5,13	159	147	4540	4,96	154
september	126	3770	4,07	122	129	3860	4,18	125	129	3870	4,19	126
oktober	90,5	2810	2,86	88,7	95,7	2970	3,03	94	98,9	3070	3,14	97,3
november	57,6	1730	1,75	52,5	62,3	1870	1,89	56,8	65,8	1970	2,00	60
december	40	1240	1,19	36,8	43,6	1350	1,29	40	46,2	1430	1,37	42,5
leto	110	3330	3,54	108	111	3370	3,58	109	109	3330	4	108

E_d Povprečna dnevna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/dan)

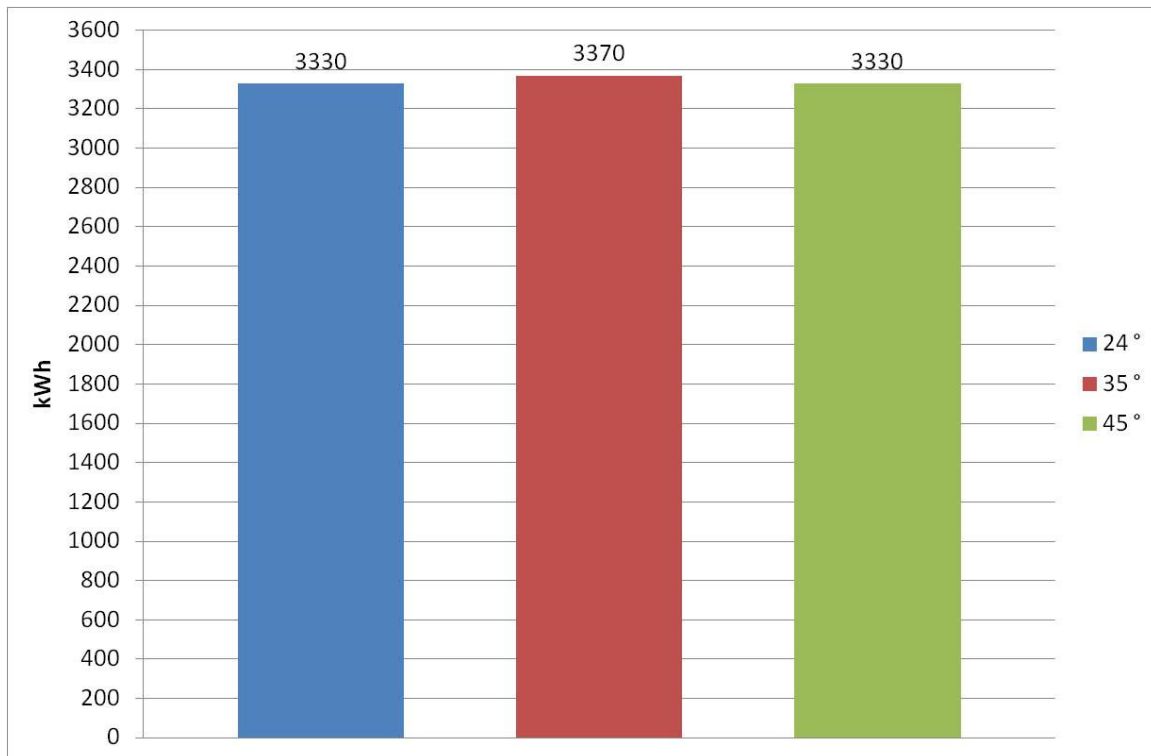
E_m Povprečna mesečna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/mesec)

H_d Povprečno dnevno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/dan)

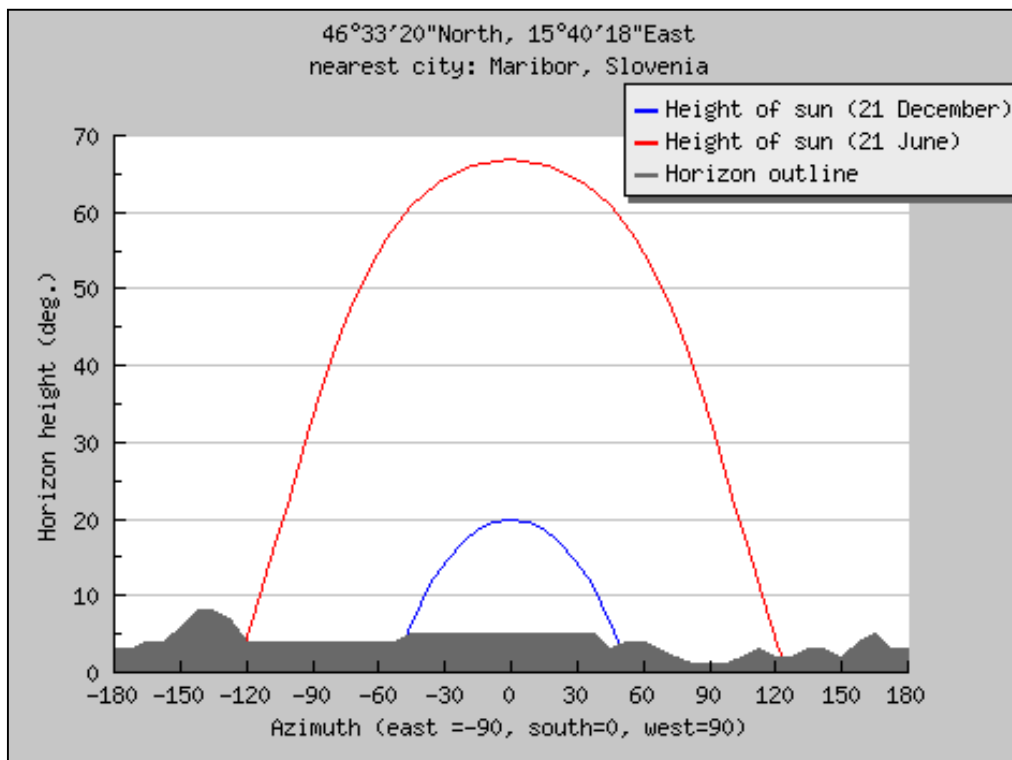
H_m Povprečno mesečno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/mesec)



Graf 11: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Toneta Čufarja



Graf 12: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Toneta Čufarja



Slika 6: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji


VVZ Borisa Pečeta Košaki			
Krčevinska ulica 10, 2000 Maribor			
<i>primernost strehe</i>	Da	<i>površina strehe</i>	440 m ²
<i>ocenjena površina strehe</i>	440 m ²	<i>uporabna površina strehe</i>	180 m ²
<i>moteči predmeti na strehi</i>	Ne	<i>naklon strehe</i>	/
<i>moteči objekti okoli zgradbe</i>	Ne	<i>oddaljenost NN priključka</i>	/
<i>drevesa</i>	Ne	<i>kot azimut</i>	9°
			

Tabela 7: Izračun sončnega obsevanja na VVZ Borisa Pečeta Košaki

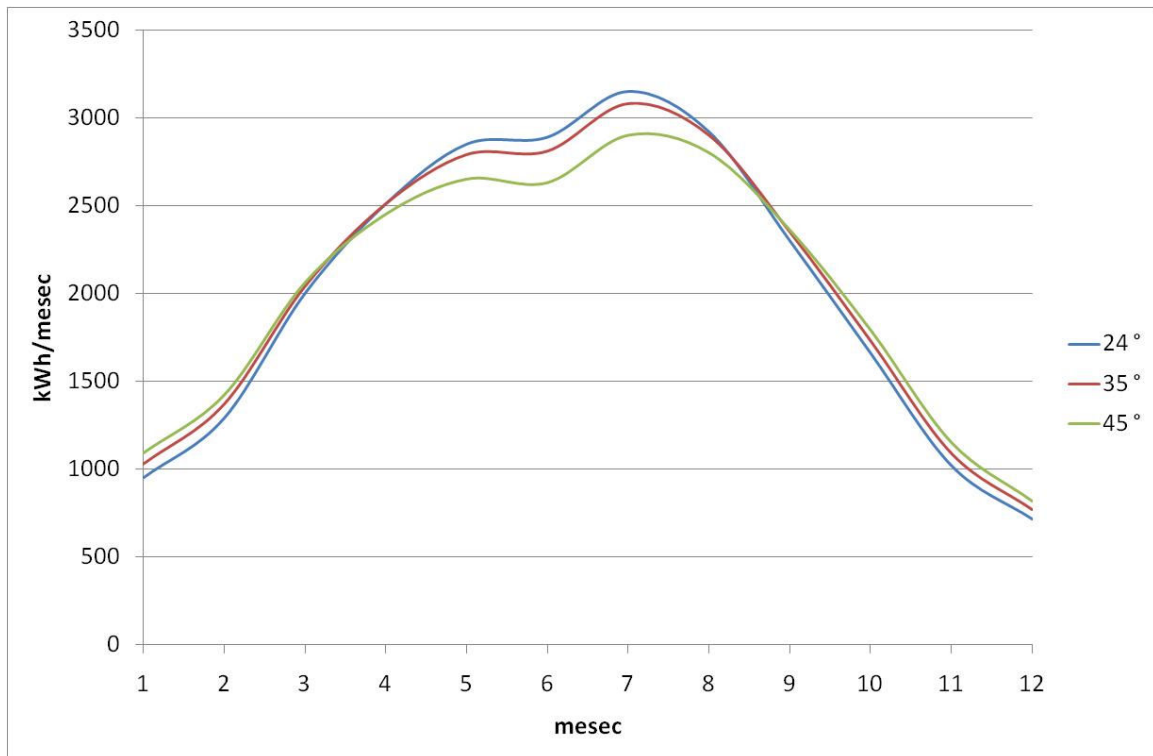
mesec	naklon modulov 24 °				naklon modulov 35 °				naklon modulov 45 °			
	E _d	E _m	H _d	H _m	E _d	E _m	H _d	H _m	E _d	E _m	H _d	H _m
januar	30,7	951	1,48	45,7	33,1	1030	1,59	49,4	35,2	1090	1,70	52,8
februar	46,2	1290	2,25	62,9	48,8	1370	2,38	66,6	50,8	1420	2,48	69,6
marec	64,4	2000	3,25	101	65,9	2040	3,34	104	66,3	2060	3,37	104
april	83,6	2510	4,33	130	83,6	2510	4,34	130	81,5	2450	4,24	127
maj	91,9	2850	4,9	152	90,1	2790	4,81	149	85,5	2650	4,56	141
junij	96,3	2890	5,22	157	93,5	2810	5,07	152	87,6	2630	4,75	143
julij	102	3150	5,51	171	99,3	3080	5,39	167	93,7	2900	5,08	157
avgust	94,1	2920	5,11	158	93,4	2900	5,09	158	90,3	2800	4,92	152
september	76,7	2300	4,00	120	78,4	2350	4,10	123	78,5	2360	4,11	123
oktober	53,4	1660	2,74	84,8	55,9	1730	2,87	89,1	57,6	1790	2,97	92,2
november	34,1	1020	1,68	50,4	36,4	1090	1,80	53,9	38,5	1150	1,90	57,1
december	23,1	716	1,12	34,8	24,8	770	1,20	37,3	26,3	816	1,28	39,6
leto	66,4	2020	3,47	106	67	2040	3,50	107	66,1	2010	3	105

E_d Povprečna dnevna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/dan)

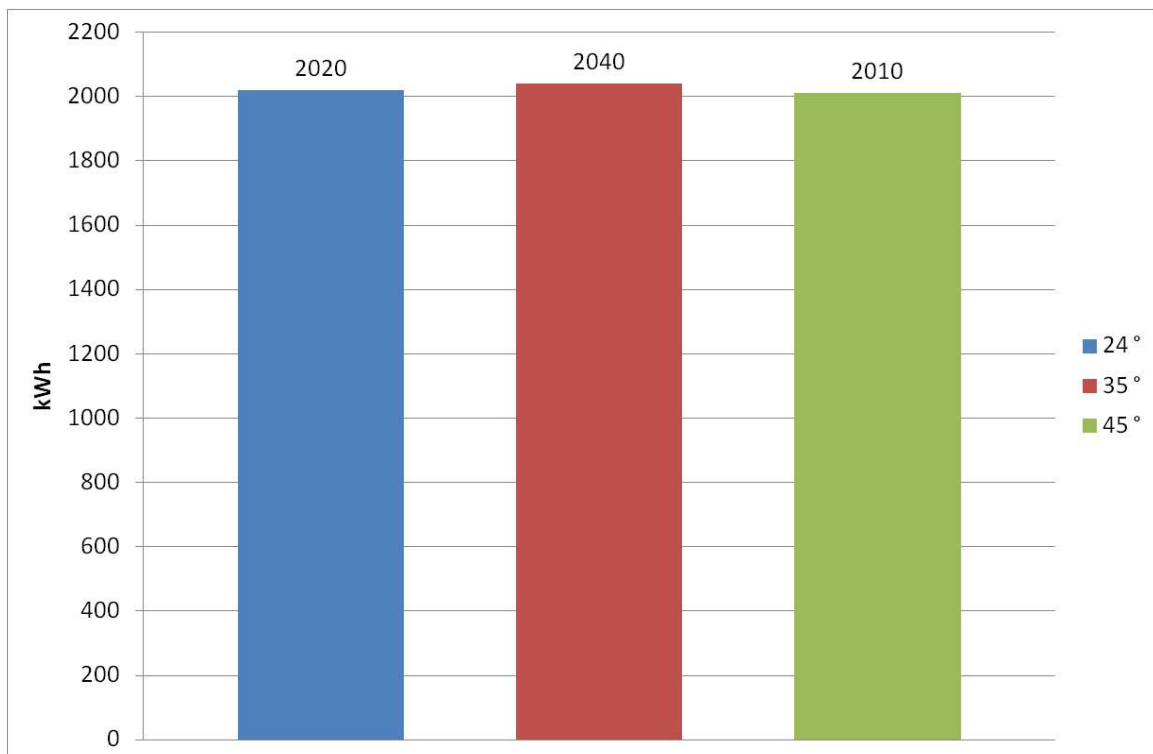
E_m Povprečna mesečna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/mesec)

H_d Povprečno dnevno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/dan)

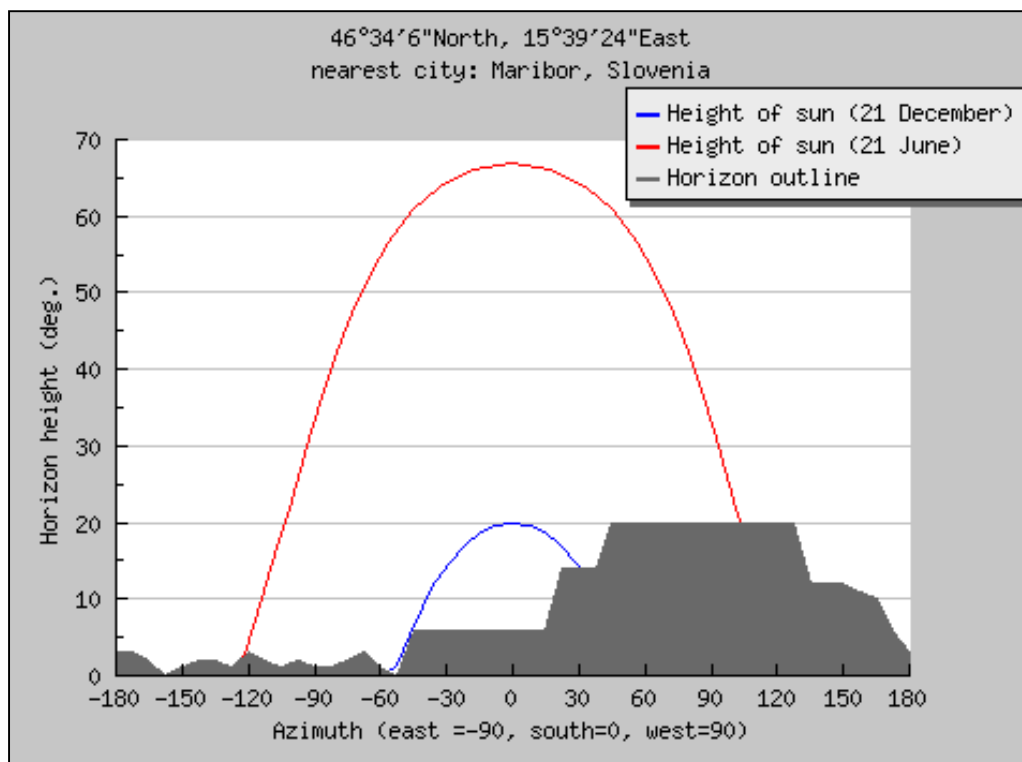
H_m Povprečno mesečno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/mesec)



Graf 13: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na VVZ Borisa Pečeta Košaki



Graf 14: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na VVZ Borisa Pečeta Košaki



Slika 7: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji


Osnovna šola Gustava Šiliha			
Majcigerjeva ulica 31, 2000 Maribor			
<i>primernost strehe</i>	Da	<i>površina strehe</i>	3175 m ²
<i>ocenjena površina strehe</i>	3175 m ²	<i>uporabna površina strehe</i>	550 m ²
<i>moteči predmeti na strehi</i>	Ne	<i>naklon strehe</i>	15°
<i>moteči objekti okoli zgradbe</i>	Ne	<i>oddaljenost NN priključka</i>	/
<i>drevesa</i>	Da	<i>kot azimut</i>	20°
			

Tabela 8: Izračun sončnega obsevanja na OŠ Gustava Šiliha

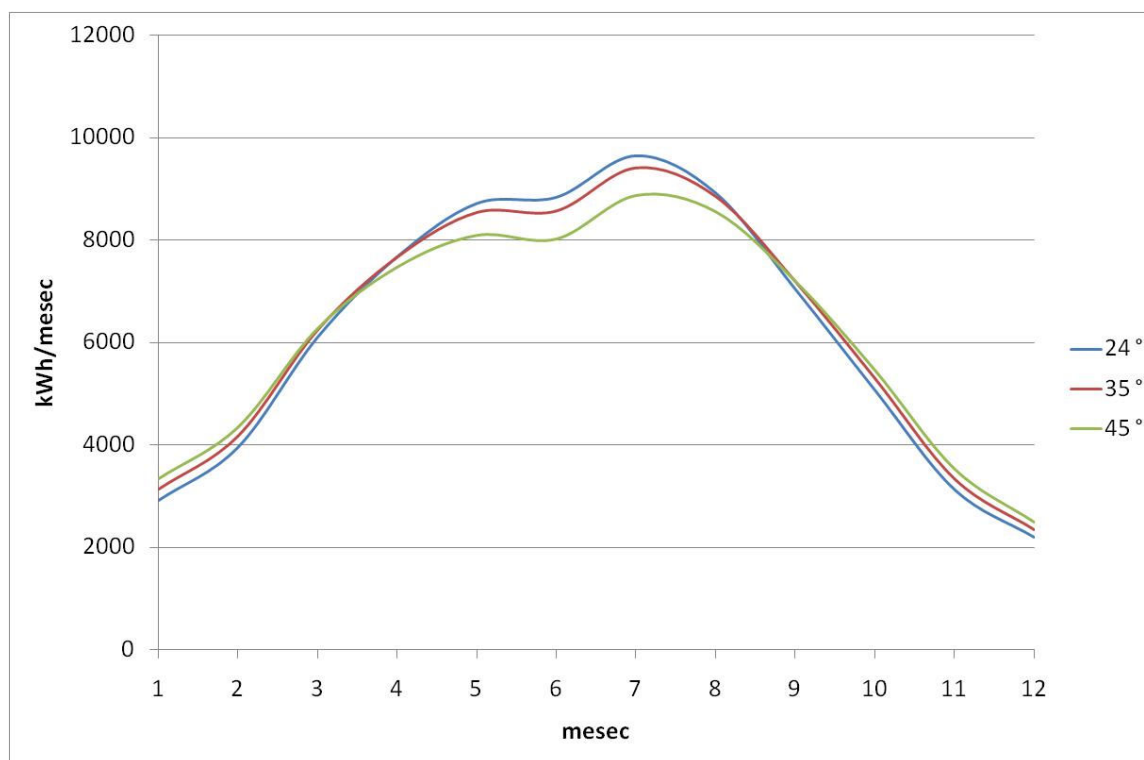
mesec	naklon modulov 24 °				naklon modulov 35 °				naklon modulov 45 °			
	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m
januar	93,8	2910	1,48	45,7	101	3140	1,59	49,4	108	3340	1,70	52,8
februar	141	3950	2,25	62,9	149	4180	2,38	66,6	155	4350	2,48	69,6
marec	197	6100	3,25	101	201	6250	3,34	104	203	6280	3,37	104
april	256	7670	4,33	130	256	7670	4,34	130	249	7480	4,24	127
maj	281	8710	4,9	152	275	8540	4,81	149	261	8100	4,56	141
junij	294	8830	5,22	157	286	8570	5,07	152	268	8030	4,75	143
julij	311	9640	5,51	171	304	9410	5,39	167	286	8880	5,08	157
avgust	288	8910	5,11	158	286	8850	5,09	158	276	8560	4,92	152
september	234	7030	4,00	120	240	7190	4,10	123	240	7200	4,11	123
oktober	163	5060	2,74	84,8	171	5300	2,87	89,1	176	5460	2,97	92,2
november	104	3120	1,68	50,4	111	3340	1,80	53,9	118	3530	1,90	57,1
december	70,6	2190	1,12	34,8	75,9	2350	1,20	37,3	80,4	2490	1,28	39,6
leto	203	6180	3,47	106	205	6230	3,50	107	202	6140	3	105

E_d Povprečna dnevna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/dan)

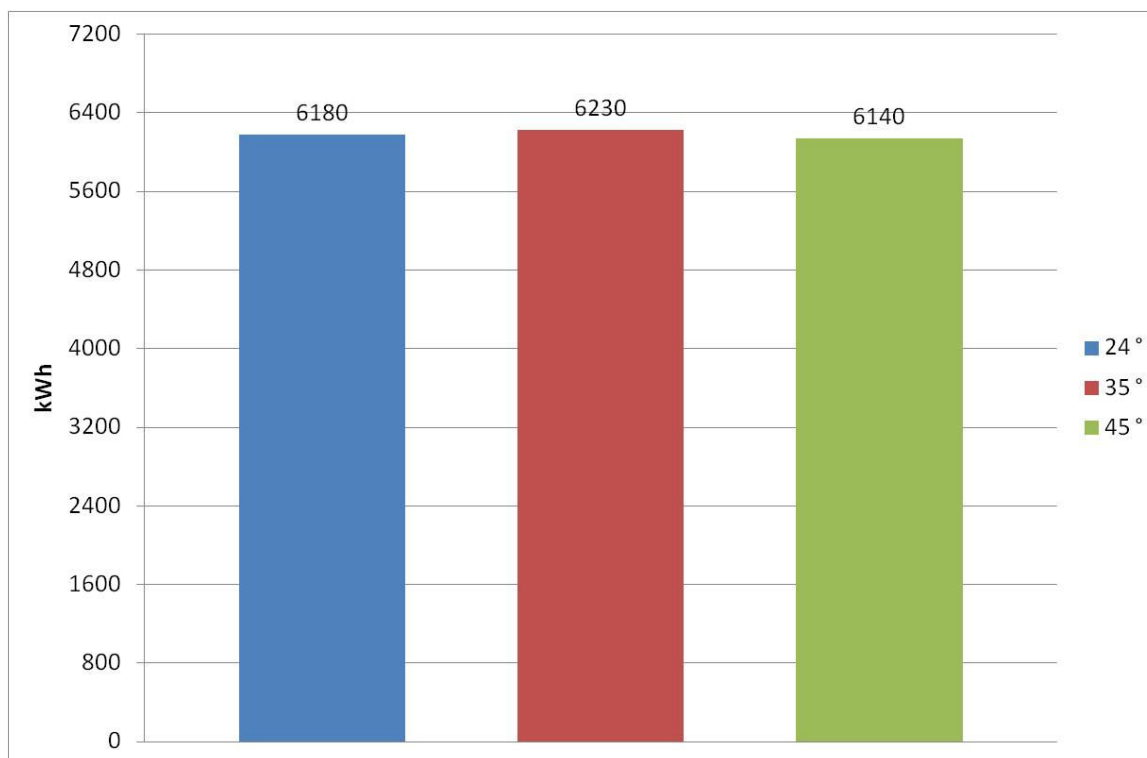
E_m Povprečna mesečna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/mesec)

H_d Povprečno dnevno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/dan)

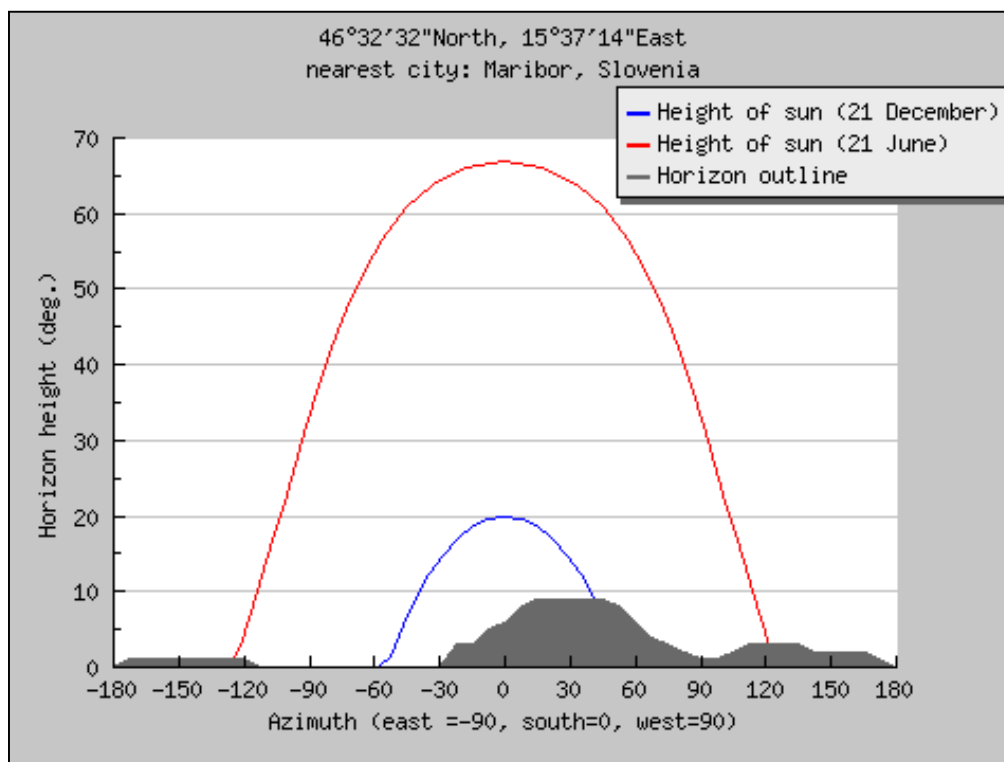
H_m Povprečno mesečno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/mesec)



Graf 15: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Gustava Šiliha



Graf 16: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Gustava Šiliha



Slika 8: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji



Osnovna šola Leona Štuklja (Tabor II)			
Klinetova ulica 18, 2000 Maribor			
<i>primernost strehe</i>	Da	<i>površina strehe</i>	3775 m ²
<i>ocenjena površina strehe</i>	3775 m ²	<i>uporabna površina strehe</i>	710 m ²
<i>moteči predmeti na strehi</i>	Ne	<i>naklon strehe</i>	0°
<i>moteči objekti okoli zgradbe</i>	Ne	<i>oddaljenost NN priključka</i>	/
<i>drevesa</i>	Da	<i>kot azimut</i>	20°
			

Tabela 9: Izračun sončnega obsevanja na OŠ Leona Štuklja

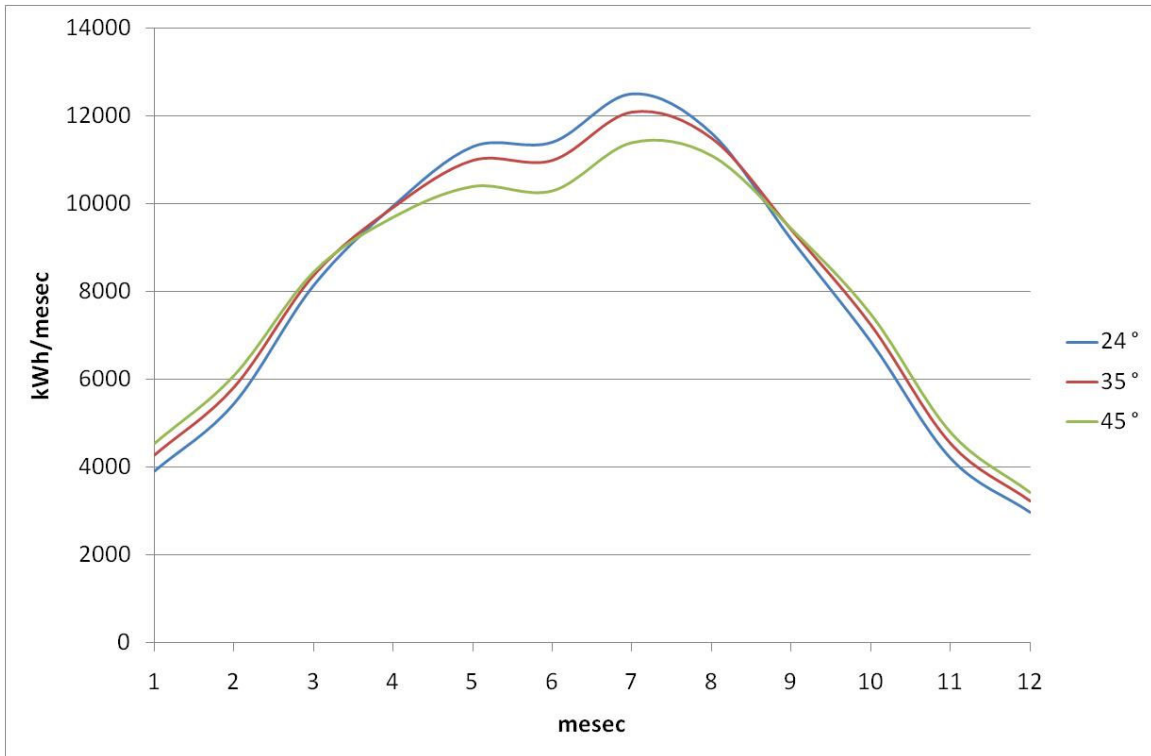
mesec	naklon modulov 24 °				naklon modulov 35 °				naklon modulov 45 °			
	E _d	E _m	H _d	H _m	E _d	E _m	H _d	H _m	E _d	E _m	H _d	H _m
januar	126	3910	1,53	47,3	138	4280	1,67	51,7	147	4540	1,78	55,1
februar	195	5450	2,38	66,5	208	5830	2,55	71,3	218	6090	2,67	74,7
marec	262	8140	3,34	104	270	8380	3,45	107	273	8450	3,49	108
april	332	9950	4,36	131	331	9930	4,37	131	323	9700	4,26	128
maj	363	11300	4,91	152	354	11000	4,80	149	337	10400	4,56	141
junij	380	11400	5,23	157	367	11000	5,06	152	345	10300	4,75	143
julij	402	12500	5,53	171	391	12100	5,38	167	369	11400	5,09	158
avgust	374	11600	5,16	160	371	11500	5,13	159	358	11100	4,96	154
september	306	9180	4,05	121	314	9410	4,16	125	314	9430	4,17	125
oktober	221	6850	2,85	88,4	234	7240	3,02	93,8	241	7480	3,13	97,1
november	140	4200	1,74	52,3	151	4540	1,88	56,5	160	4790	1,99	59,7
december	95,9	2970	1,17	36,2	104	3230	1,27	39,3	110	3420	1,35	41,7
leto	267	8110	3,53	107	270	8200	3,57	108	266	8100	4	107

E_d Povprečna dnevna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/dan)

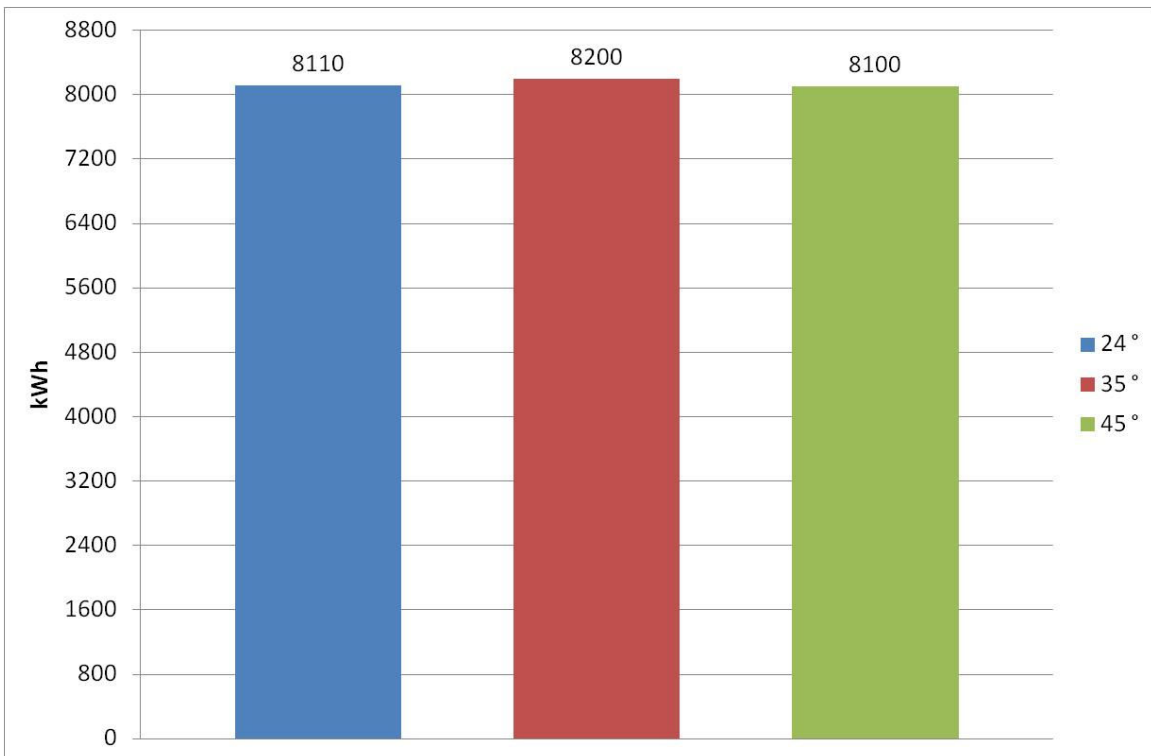
E_m Povprečna mesečna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/mesec)

H_d Povprečno dnevno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/dan)

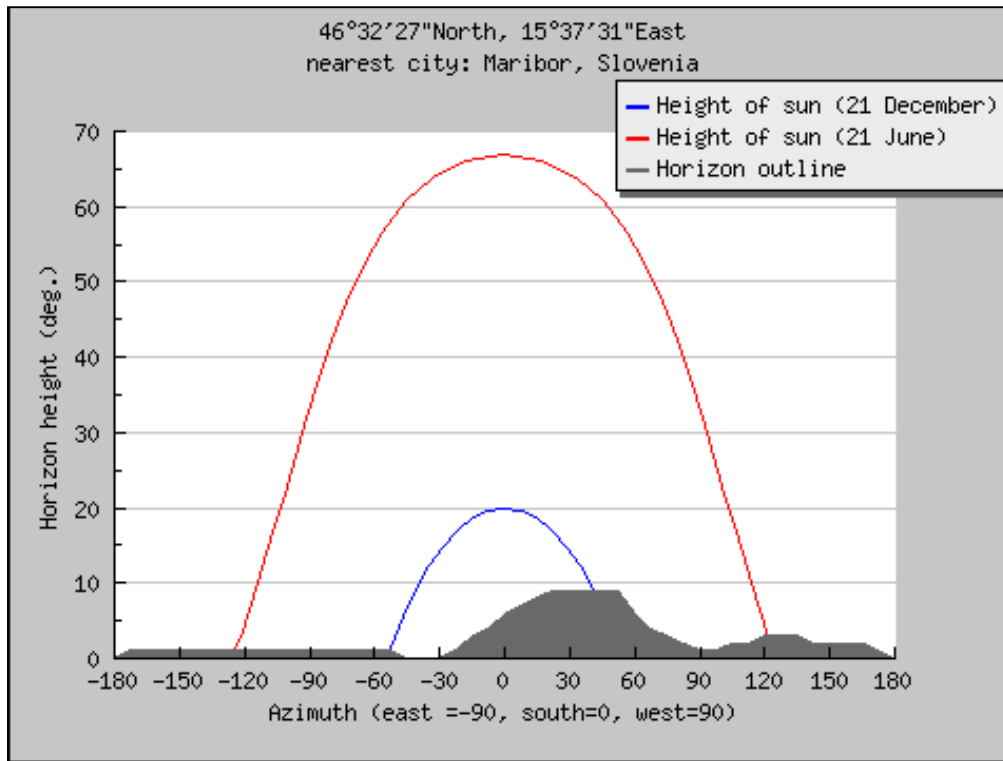
H_m Povprečno mesečno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/mesec)



Graf 17: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Leona Štuklja



Graf 18: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Leona Štuklja



Slika 9: Prezrez terena in pot sonca na dani lokaciji

Osnovna šola Franca Rozmana Staneta			
Kersnikova ulica 10, 2000 Maribor			
<i>primernost strehe</i>	Da	<i>površina strehe</i>	2642 m ²
<i>ocenjena površina strehe</i>	2642 m ²	<i>uporabna površina strehe</i>	340 m ²
<i>moteči predmeti na strehi</i>	Ne	<i>naklon strehe</i>	0°
<i>moteči objekti okoli zgradbe</i>	Da	<i>oddaljenost NN priključka</i>	/
<i>drevesa</i>	Da	<i>kot azimut</i>	0°



Tabela 10: Izračun sončnega obsevanja na OŠ Franca Rozmana Staneta

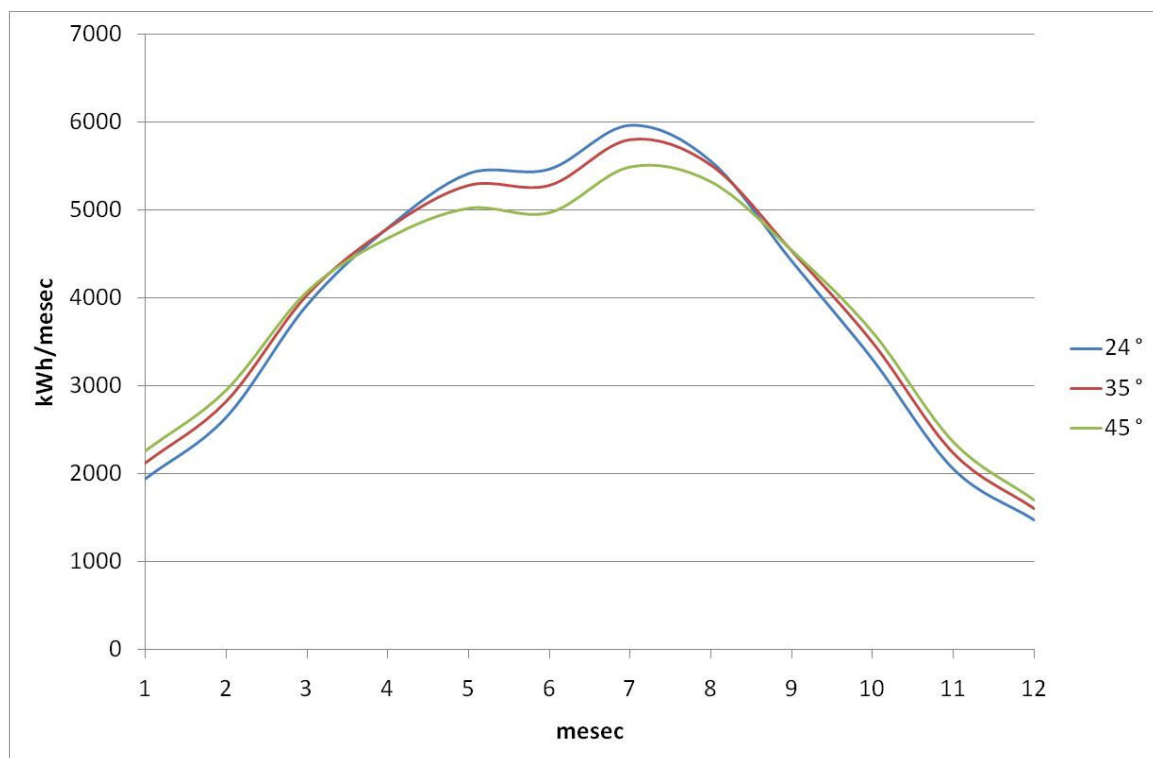
mesec	naklon modulov 24 °				naklon modulov 35 °				naklon modulov 45 °			
	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m	E_d	E_m	H_d	H_m
januar	62,5	1940	1,57	48,6	68,5	2120	1,72	53,3	73	2260	1,84	57
februar	94,2	2640	2,4	67,2	101	2820	2,57	72,1	105	2950	2,70	75,5
marec	126	3920	3,35	104	130	4030	3,46	107	131	4070	3,50	109
april	160	4800	4,38	131	160	4790	4,39	132	156	4680	4,29	129
maj	175	5420	4,93	153	170	5280	4,82	149	162	5020	4,58	142
junij	182	5470	5,23	157	176	5280	5,06	152	166	4970	4,75	143
julij	193	5970	5,53	171	187	5800	5,38	167	177	5490	5,08	158
avgust	179	5560	5,16	160	178	5510	5,12	159	172	5320	4,95	153
september	147	4420	4,06	122	151	4530	4,17	125	151	4540	4,19	126
oktober	106	3300	2,87	88,9	113	3490	3,04	94,3	116	3610	3,15	97,6
november	68,4	2050	1,77	53	74,3	2230	1,92	57,5	78,5	2360	2,03	60,9
december	47,3	1470	1,19	37	51,6	1600	1,30	40,3	54,7	1700	1,38	42,9
leto	129	3910	3,54	108	130	3960	3,58	109	129	3910	4	108

E_d Povprečna dnevna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/dan)

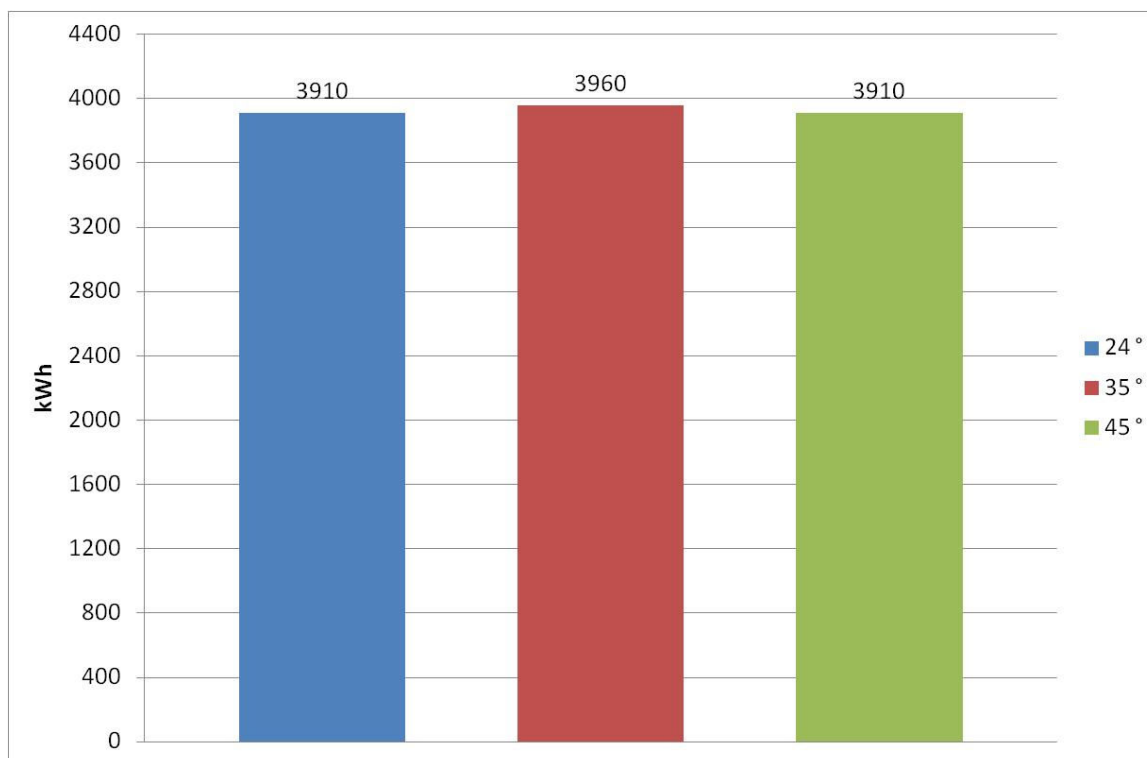
E_m Povprečna mesečna proizvodnja električne energije izbranega sistema (kWh/mesec)

H_d Povprečno dnevno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/dan)

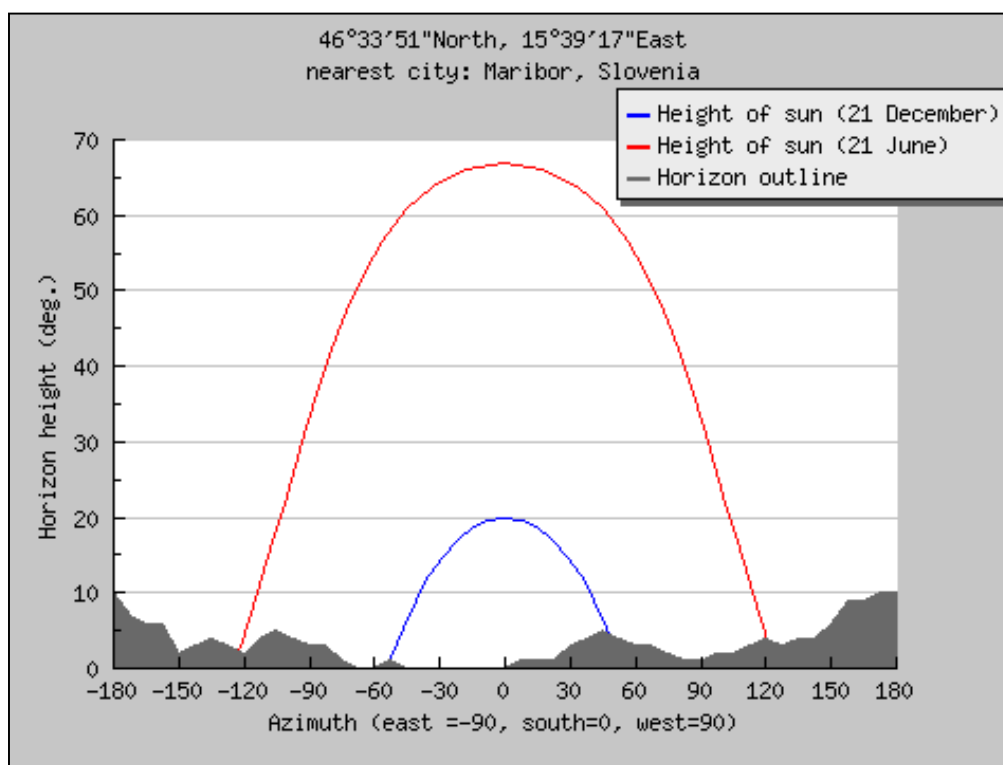
H_m Povprečno mesečno sončno obsevanje na kvadratni meter za izbrani sistem (kWh/m²/mesec)



Graf 19: Povprečno mesečno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Franca Rozmana Staneta



Graf 20: Povprečno letno sončno obsevanje za različne naklone na OŠ Franca Rozmana Staneta



Slika 10: Prerez terena in pot sonca na dani lokaciji

3 ENERGETSKA ANALIZA FOTOVOLTAIČNIH SISTEMOV

3.1 Metodologija in izbrane predpostavke

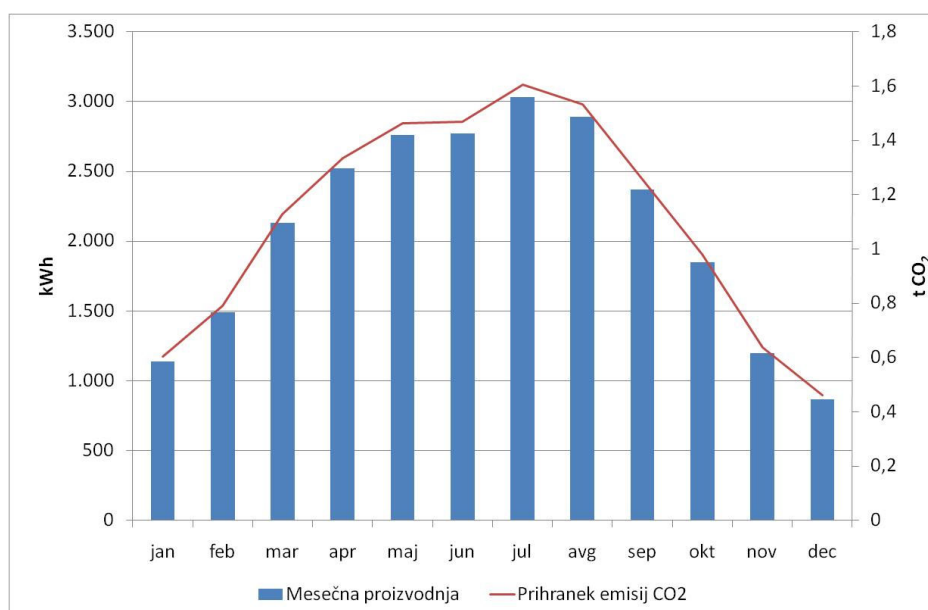
Glede na določeno uporabno površino se je določila tudi okvirna moč sončne elektrarne.

Pri izračunih smo uporabili naslednje sončne module:

- Tip: Polikristalni silicij
- Moč: 227 Wp
- Izkoristek: 13,1% - 15%
- Površina modula: 1,63 m²
- $U_{MPP} = 29,1$ V
- $I_{MPP} = 7,8$ A

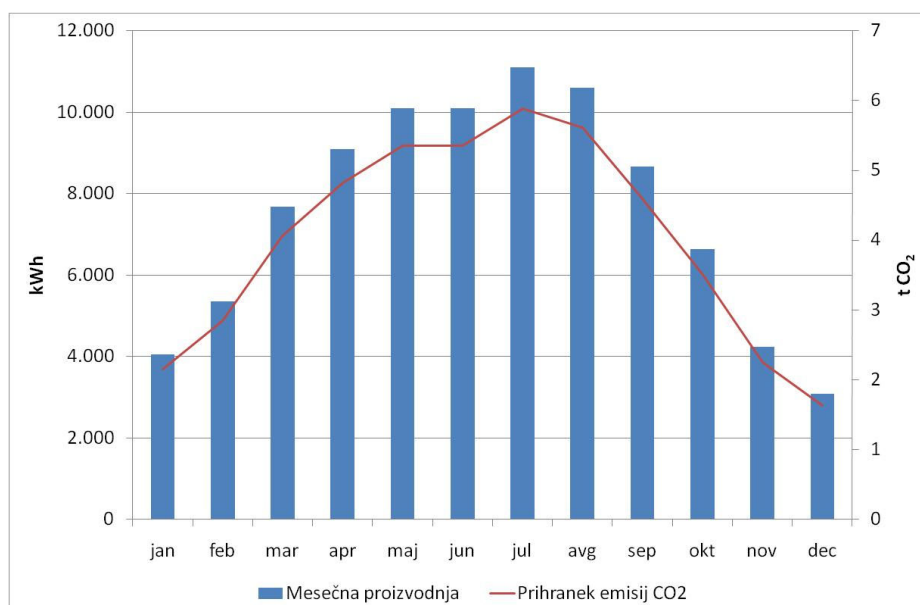
3.2 Predlog sistema in energetska analiza izbranih objektov

Sončna elektrarna OŠ Bresternica											
uporabna površina (m²)						180					
število sončnih modulov						110					
moč sončnega modula (Wp)						227					
moč sončnih modulov (kWp)						24,97					
površina sončnih modulov (m²)						179					
Mesečna proizvodnja											
jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1.140	1.490	2.130	2.520	2.760	2.770	3.030	2.890	2.370	1.850	1.200	869
letna proizvodnja (kWh)						25.019					
prihranek emisij (t CO₂)						13,26					



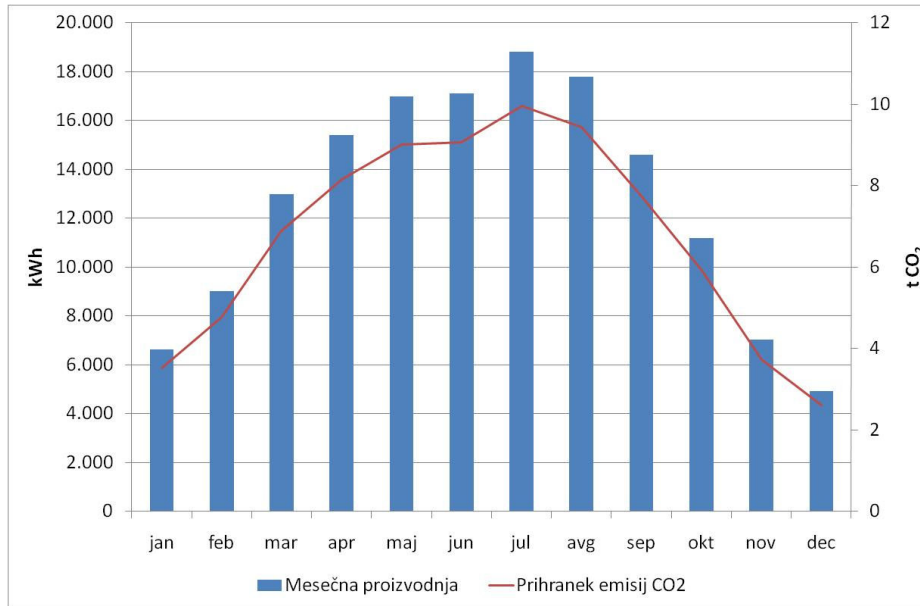
Graf 21: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO₂ Bresternica

Sončna elektrarna OŠ Martina Konšaka											
uporabna površina (m²)						650					
število sončnih modulov						398					
moč sončnega modula (Wp)						227					
moč sončnih modulov (kWp)						90,35					
površina sončnih modulov (m²)						649					
Mesečna proizvodnja											
jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
4.050	5.360	7.670	9.100	10.100	10.100	11.100	10.600	8.670	6.630	4.240	3.080
letna proizvodnja (kWh)						90.700					
prihranek emisij (t CO₂)						48,07					



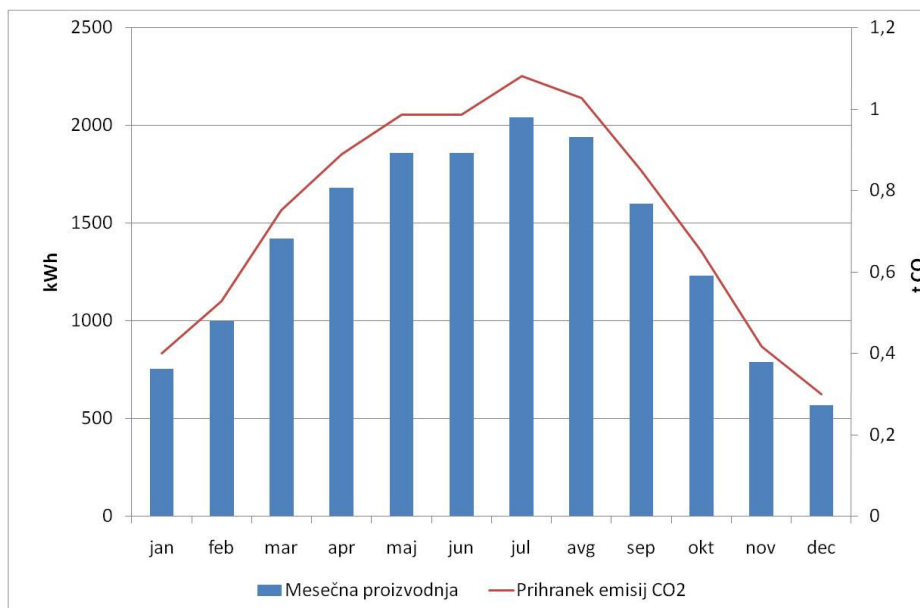
Graf 22: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO₂ OŠ Martina Konšaka

Sončna elektrarna OŠ Tabor I											
uporabna površina (m²)						1100					
število sončnih modulov						674					
moč sončnega modula (Wp)						227					
moč sončnih modulov (kWp)						152,9					
površina sončnih modulov (m²)						1099					
Mesečna proizvodnja											
jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
6.640	9.010	13.000	15.400	17.000	17.100	18.800	17.800	14.600	11.200	7.030	4.930
letna proizvodnja (kWh)						152.510					
prihranek emisij (t CO₂)						80,83					



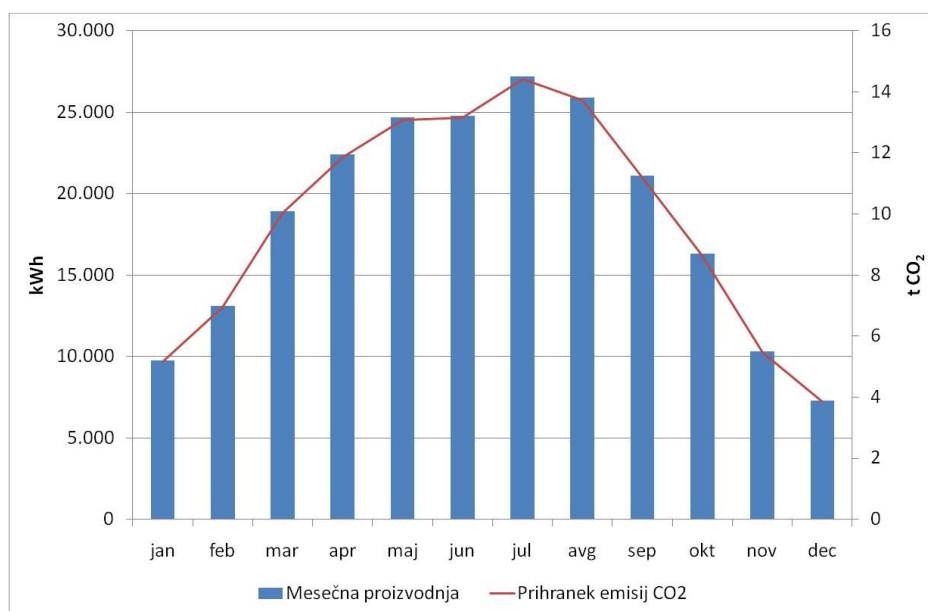
Graf 23: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO₂ OŠ Tabor I

Sončna elektrarna Andragoški zavod												
uporabna površina (m²)						120						
število sončnih modulov						73						
moč sončnega modula (Wp)						227						
moč sončnih modulov (kWp)						16,57						
površina sončnih modulov (m²)						119						
Mesečna proizvodnja												
jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	
756	998	1.420	1.680	1.860	1.860	2.040	1.940	1.600	1.230	788	567	
letna proizvodnja (kWh)						16.739						
prihranek emisij (t CO₂)						8,87						



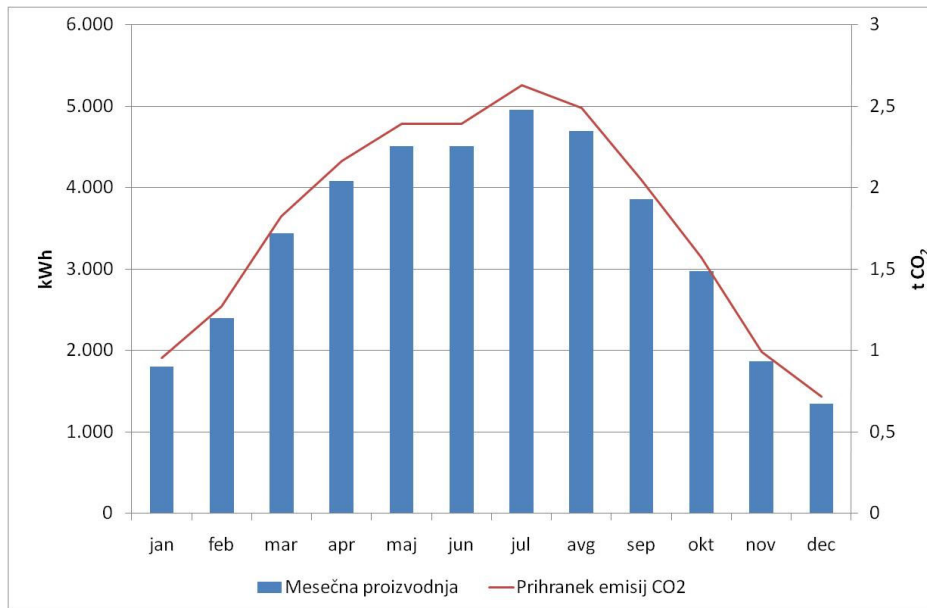
Graf 24: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO₂ Andragoški zavod

Sončna elektrarna VVZ Studenci Limbuš											
uporabna površina (m²)						1600					
število sončnih modulov						981					
moč sončnega modula (Wp)						227					
moč sončnih modulov (kWp)						222,68					
površina sončnih modulov (m²)						1599					
Mesečna proizvodnja											
jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
9.750	13.100	18.900	22.400	24.700	24.800	27.200	25.900	21.100	16.300	10.300	7.280
letna proizvodnja (kWh)						221.730					
prihranek emisij (t CO₂)						117,52					



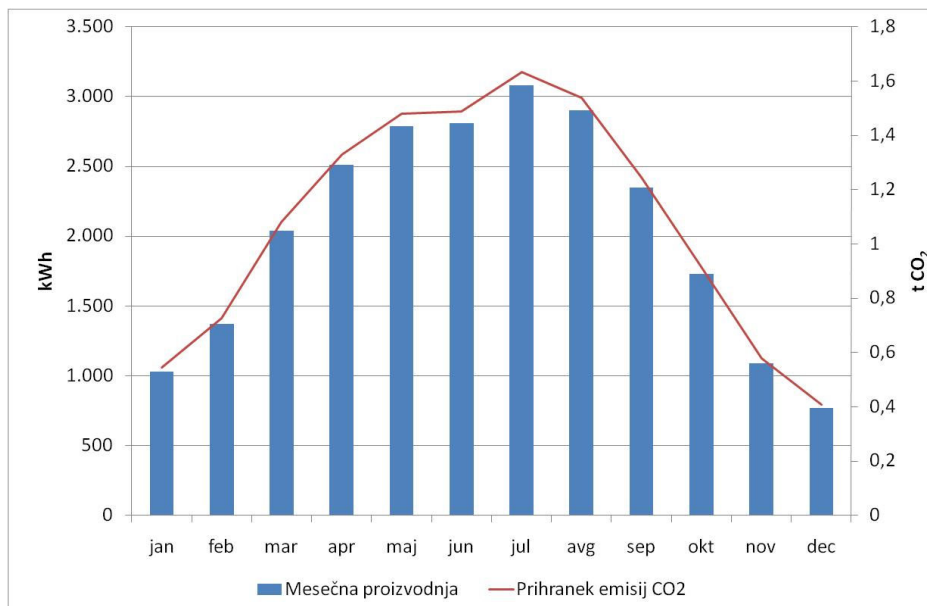
Graf 25: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO₂ VVZ Studenci Limbuš

Sončna elektrarna OŠ Toneta Čufarja											
uporabna površina (m²)						290					
število sončnih modulov						177					
moč sončnega modula (Wp)						40,17					
moč sončnih modulov (kWp)						227					
površina sončnih modulov (m²)						288					
Mesečna proizvodnja											
jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1.800	2.400	3.440	4.080	4.510	4.510	4.960	4.700	3.860	2.970	1.870	1.350
letna proizvodnja (kWh)						40.450					
prihranek emisij (t CO₂)						21,44					



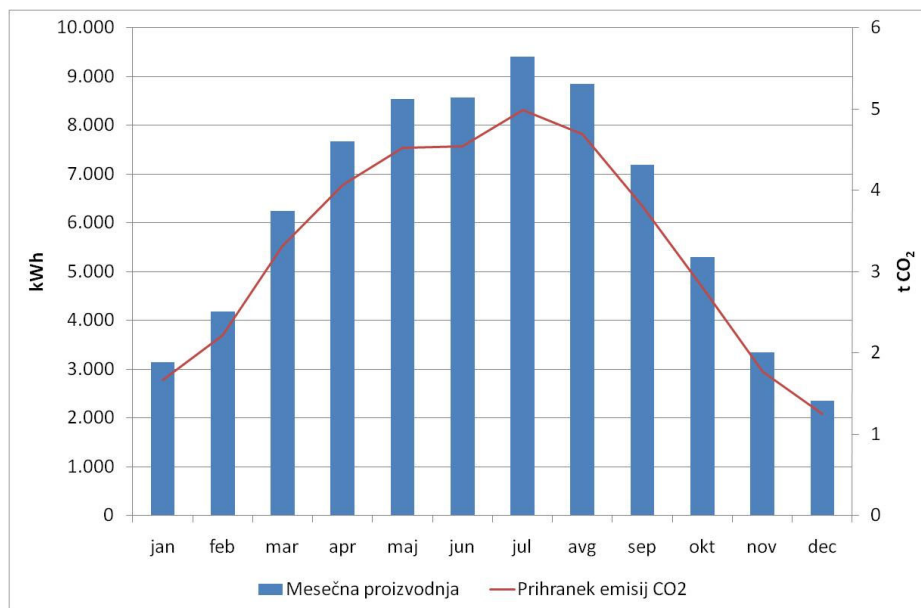
Graf 26: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO₂ OŠ Toneta Čufarja

Sončna elektrarna VVZ Borisa Pečeta Košaki											
uporabna površina (m²)						180					
število sončnih modulov						110					
moč sončnega modula (Wp)						227					
moč sončnih modulov (kWp)						24,97					
površina sončnih modulov (m²)						179,3					
Mesečna proizvodnja											
jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1.030	1.370	2.040	2.510	2.790	2.810	3.080	2.900	2.350	1.730	1.090	770
letna proizvodnja (kWh)						24.470					
prihranek emisij (t CO₂)						12,97					



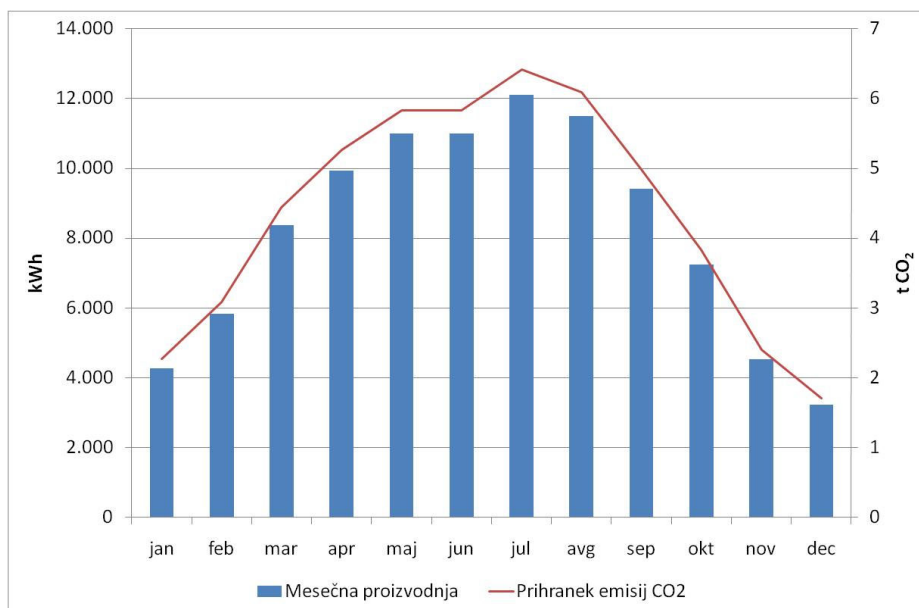
Graf 27: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO₂ VVZ Borisa Pečeta Košaki

Sončna elektrarna OŠ Gustava Šiliha											
uporabna površina (m²)						550					
število sončnih modulov						337					
moč sončnega modula (Wp)						227					
moč sončnih modulov (kWp)						76,49					
površina sončnih modulov (m²)						549					
Mesečna proizvodnja											
jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
3.140	4.180	6.250	7.670	8.540	8.570	9.410	8.850	7.190	5.300	3.340	2.350
letna proizvodnja (kWh)						74.790					
prihranek emisij (t CO₂)						39,64					



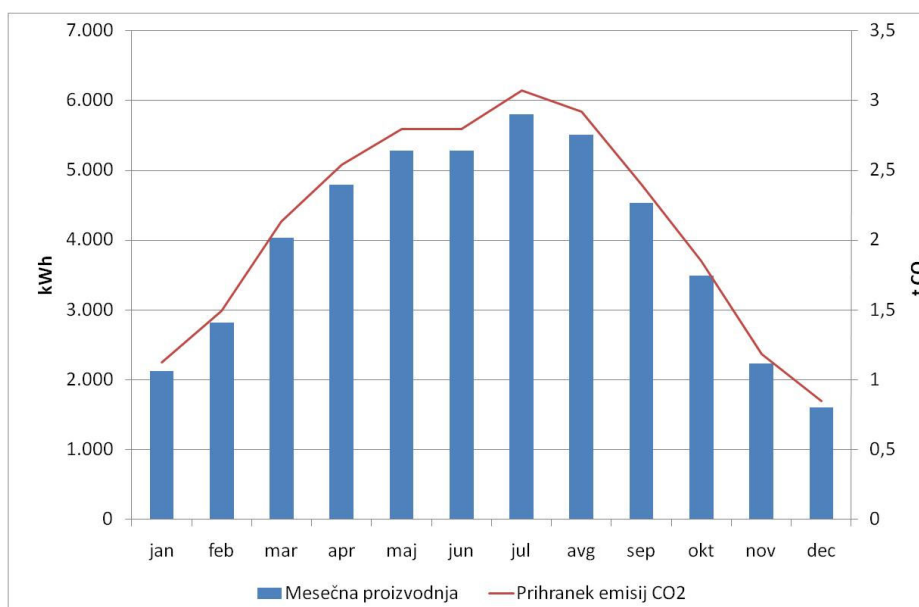
Graf 28: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO₂ OŠ Gustava Šiliha

Sončna elektrarna OŠ Leona Štuklja (Tabor II)											
uporabna površina (m²)						710					
število sončnih modulov						435					
moč sončnega modula (Wp)						227					
moč sončnih modulov (kWp)						98,74					
površina sončnih modulov (m²)						709					
Mesečna proizvodnja											
jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
4.280	5.830	8.380	9.930	11.000	11.000	12.100	11.500	9.410	7.240	4.540	3.230
letna proizvodnja (kWh)						98.440					
prihranek emisij (t CO₂)						52,17					



Graf 29: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO₂ OŠ Leona Štuklja (Tabor II)

Sončna elektrarna OŠ Franca Rozmana Staneta											
uporabna površina (m²)						340					
število sončnih modulov						208					
moč sončnega modula (Wp)						227					
moč sončnih modulov (kWp)						47,21					
površina sončnih modulov (m²)						339					
Mesečna proizvodnja											
jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2.120	2.820	4.030	4.790	5.280	5.280	5.800	5.510	4.530	3.490	2.230	1.600
letna proizvodnja (kWh)						47.480					
prihranek emisij (t CO₂)						25,16					



Graf 30: Mesečna proizvodnja in prihranek emisij CO₂ OŠ Franca Rozmana Staneta

3.3 Skupna letna proizvodnja sončnih elektrarn in prihranek emisij CO₂

Tabela 11: Skupna letna proizvodnja sončnih elektrarn in prihranek emisij CO₂

Skupna letna proizvodnja sončnih elektrarn in prihranek emisij CO₂	
letna proizvodnja (kWh)	792.328
prihranek emisij (t CO₂)	419,93

4 FINANČNA ANALIZA

4.1 Metodologija in izbrane predpostavke

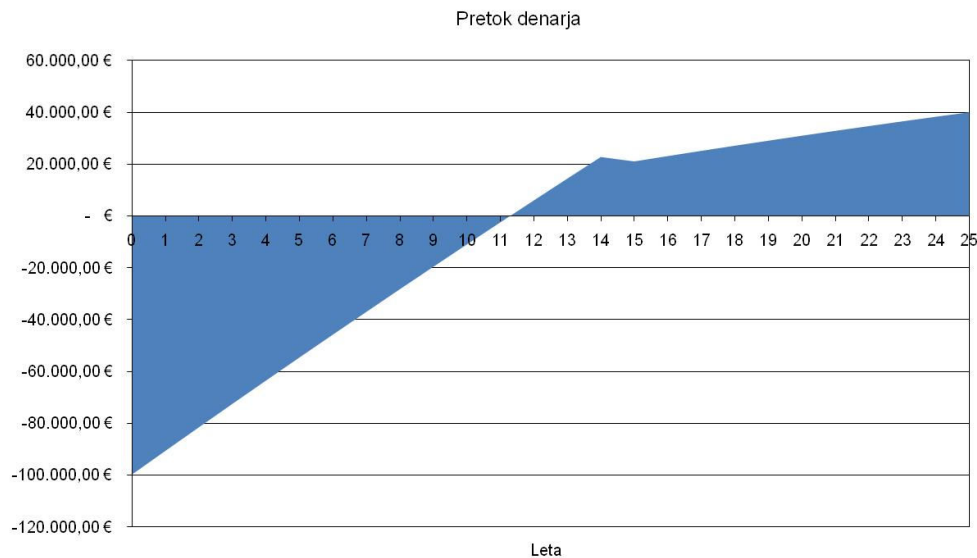
Pri ekonomski analizi smo upoštevali naslednje predpostavke:

- Investicija: 4,5 € / Wp inštalirane moči
- Razsmerniki: 8% investicije
- Odkupna cena: 0,39 €/kWh

Pri vsaki sončni elektrarni smo upoštevali začetni ocenjeni prihodek proizvedene električne energije na leto.

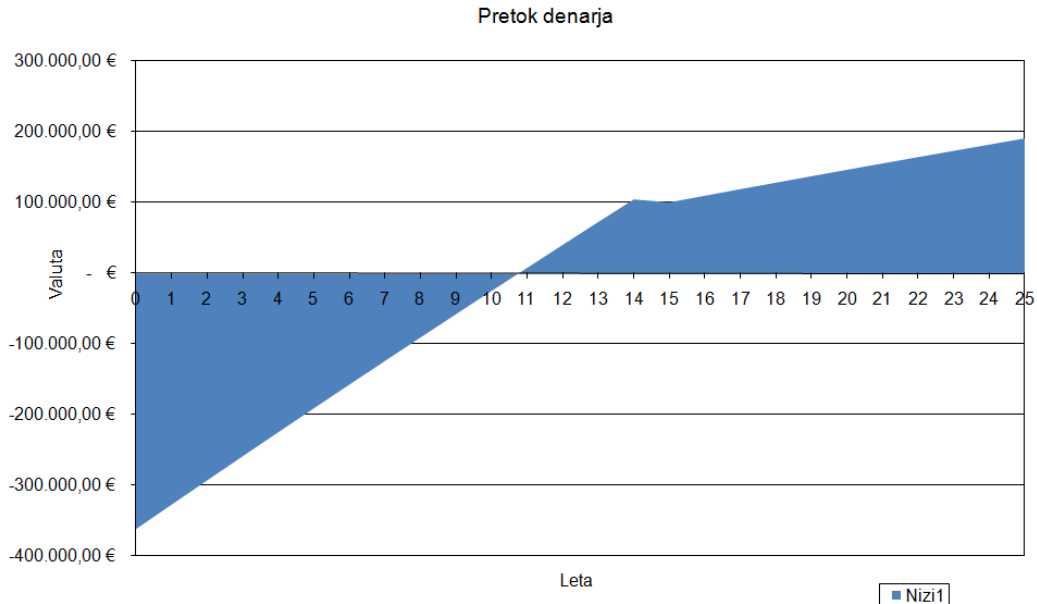
4.2 Pregled in ocena sončnega potenciala na izbranih objektih

Sončna elektrarna OŠ Bresternica	
moč sončnih modulov (kWp)	24,97
proizvedena energija (kWh)	25.019
cena investicije (€)	99.880
ocenjeni prihodki proizvedene energije na leto(€)	9.666,79



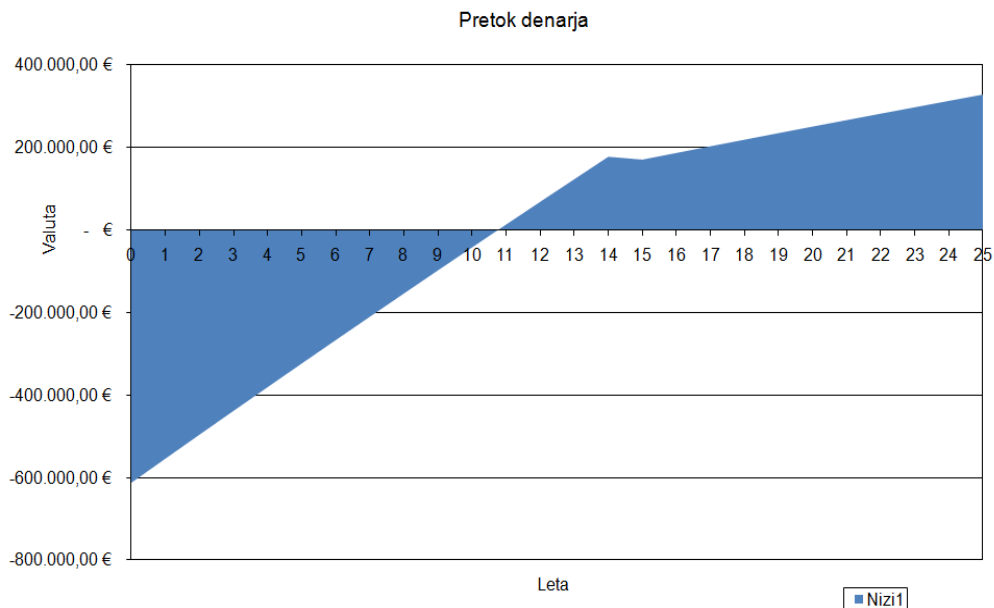
Graf 31: Finančni prtok Sončne elektrarne osnovna šola Bresternica

Sončna elektrarna OŠ Martina Konšaka	
moč sončnih modulov (kWp)	90,35
proizvedena energija (kWh)	90.700
cena investicije (€)	361.400
ocenjeni prihodki proizvedene energije na leto(€)	35.044,47



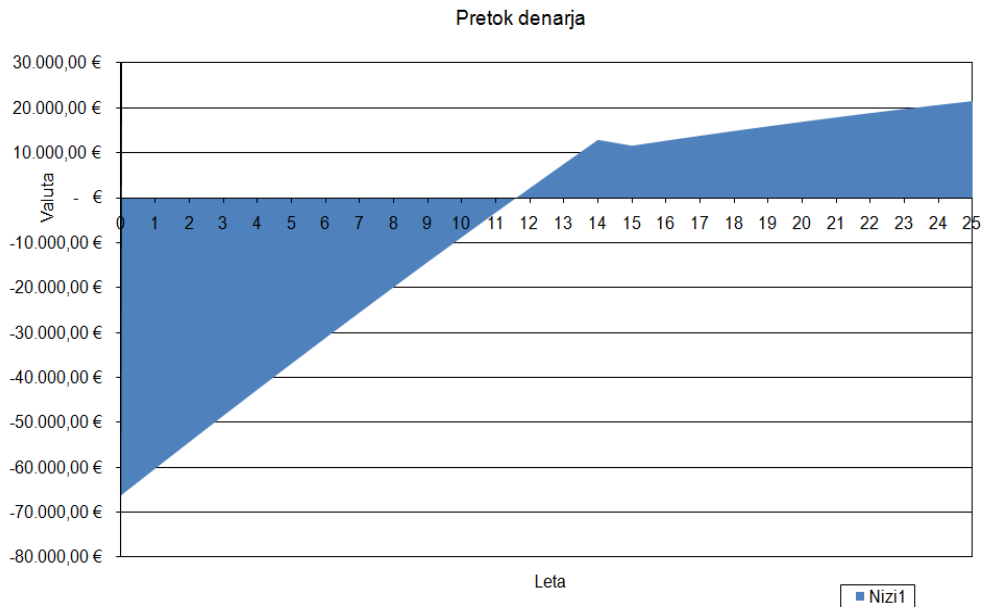
Graf 32: Finančni prtok Sončne elektrarne osnovna šola Martina Konšaka

Sončna elektrarna OŠ Tabor I	
moč sončnih modulov (kWp)	152,9
proizvedena energija (kWh)	152.510
cena investicije (€)	611.600
ocenjeni prihodki proizvedene energije na leto(€)	58.926,48



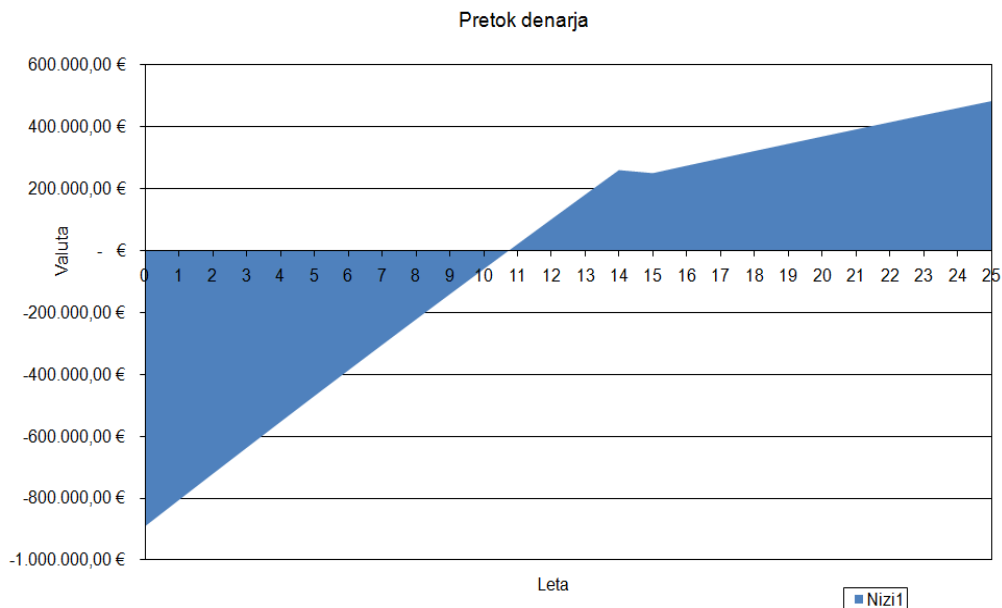
Graf 33: Finančni prtok Sončne elektrarne osnovna šola Tabor I

Sončna elektrarna Andragoški zavod	
moč sončnih modulov (kWp)	16,57
proizvedena energija (kWh)	16.739
cena investicije (€)	66.280
ocenjeni prihodki proizvedene energije na leto(€)	6.467,58



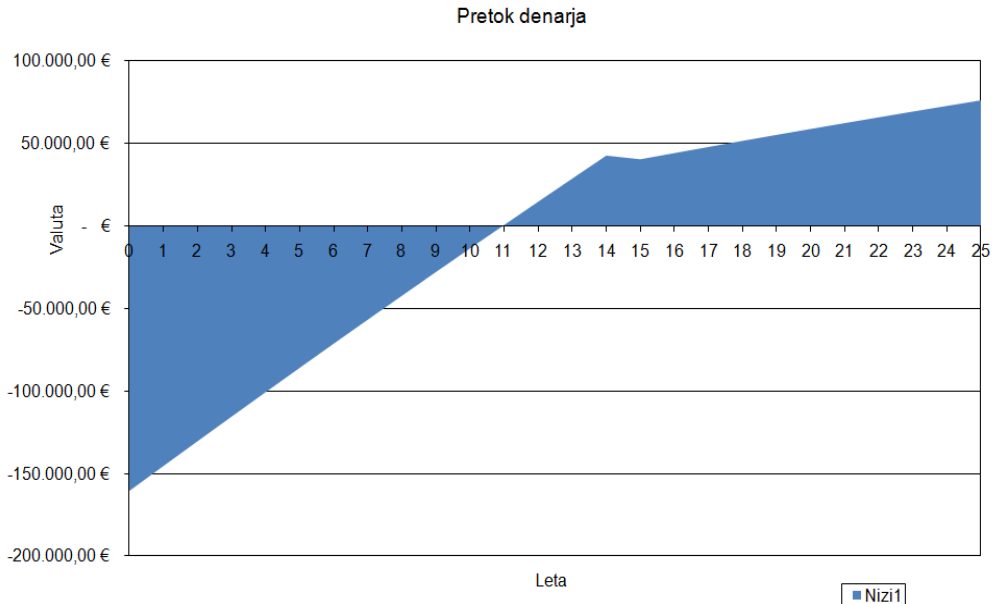
Graf 34: Finančni prtok Sončne elektrarne Andragoški zavod

Sončna elektrarna VVZ Studenci Limbuš	
moč sončnih modulov (kWp)	222,68
proizvedena energija (kWh)	221.730
cena investicije (€)	890.720
ocenjeni prihodki proizvedene energije na leto(€)	85.671.55



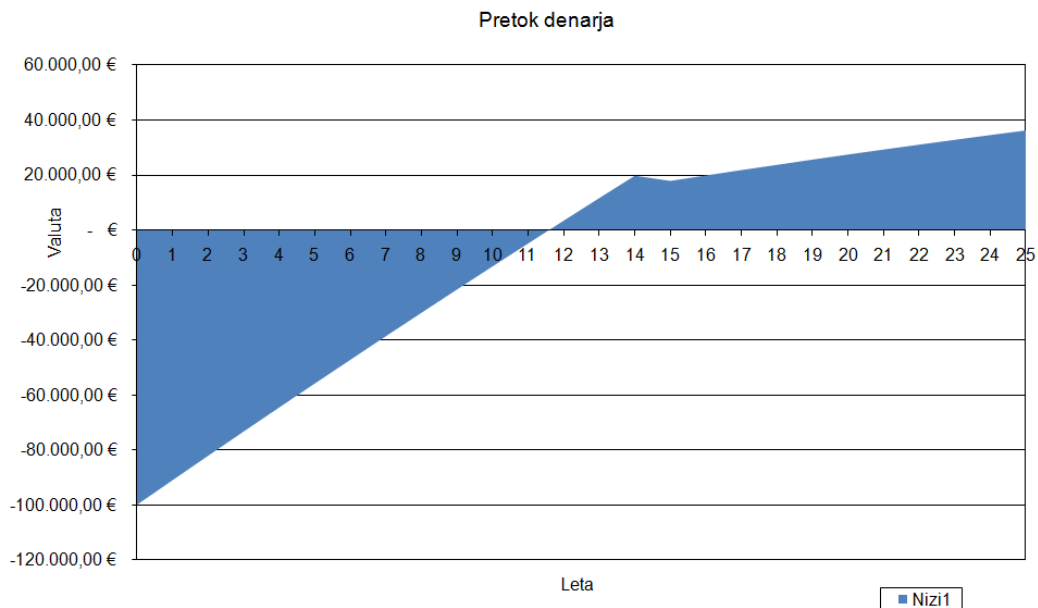
Graf 35: Finančni prtok Sončne elektrarne VVZ Studenci Limbuš

Sončna elektrarna OŠ Toneta Čufarja	
moč sončnih modulov (kWp)	40,17
proizvedena energija (kWh)	40.450
cena investicije (€)	160.680
ocenjeni prihodki proizvedene energije na leto(€)	15.628,98



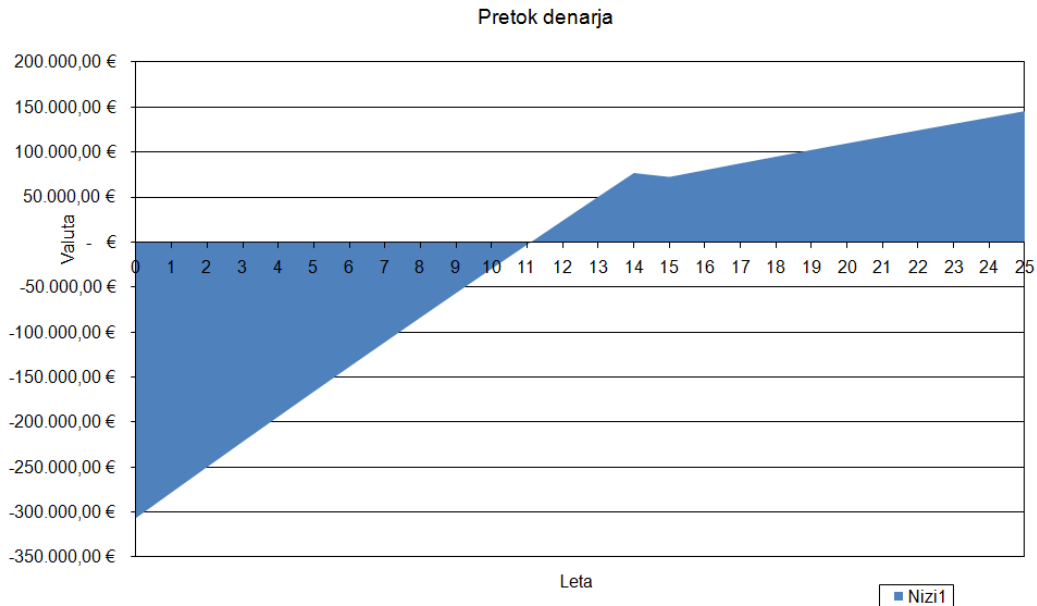
Graf 36: Finančni prtok Sončne elektrarne osnovna šola Toneta Čufarja

Sončna elektrarna VVZ Borisa Pečeta Košaki	
moč sončnih modulov (kWp)	24,97
proizvedena energija (kWh)	24.470
cena investicije (€)	99.880
ocenjeni prihodki proizvedene energije na leto(€)	9.454,66



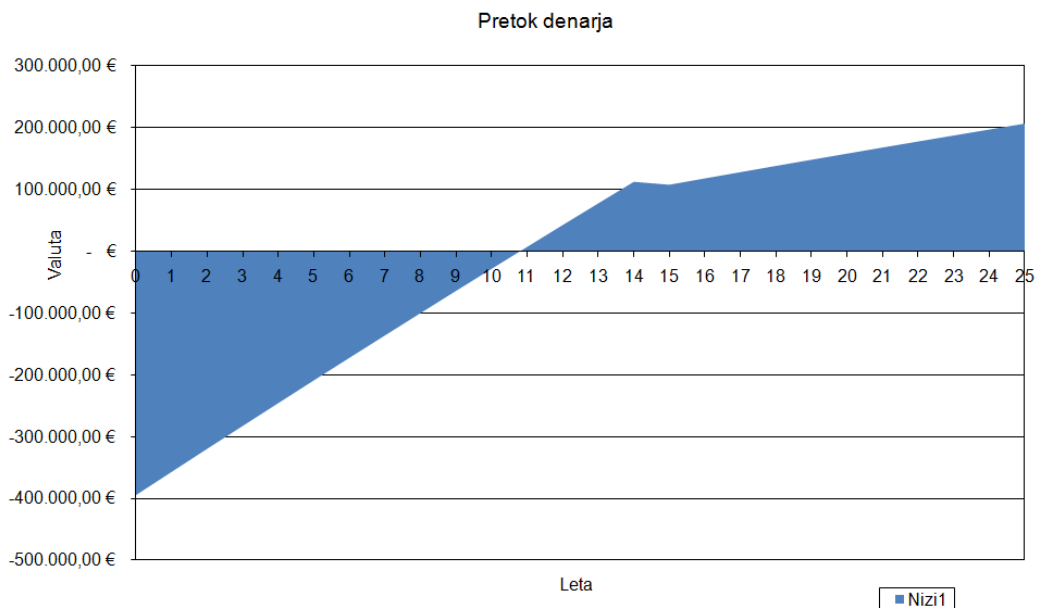
Graf 37: Finančni prtok Sončne elektrarne VVZ Borisa Pečeta Košaki

Sončna elektrarna OŠ Gustava Šiliha	
moč sončnih modulov (kWp)	76,49
proizvedena energija (kWh)	74.790
cena investicije (€)	305.960
ocenjeni prihodki proizvedene energije na leto(€)	28.897,20



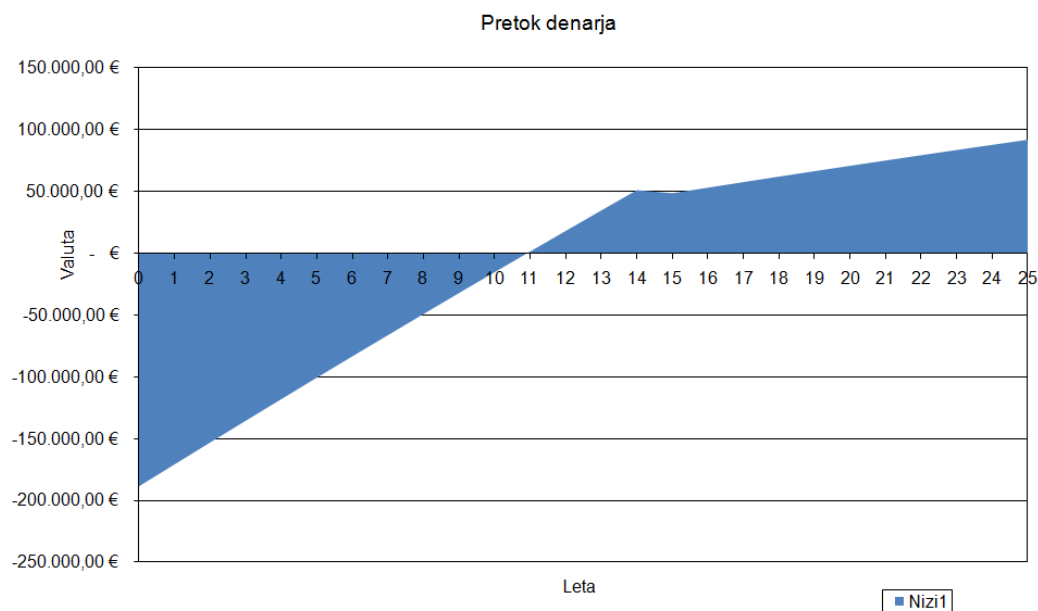
Graf 38: Finančni prtok Sončne elektrarne osnovna šola Gustava Šiliha

Sončna elektrarna OŠ Leona Štuklja (Tabor II)	
moč sončnih modulov (kWp)	98,74
proizvedena energija (kWh)	98.440
cena investicije (€)	394.960
ocenjeni prihodki proizvedene energije na leto(€)	38.035,03



Graf 39: Finančni prtok Sončne elektrarne osnovna šola Leona Štuklja (Tabor II)

Sončna elektrarna OŠ Franca Rozmana Staneta	
moč sončnih modulov (kWp)	47,21
proizvedena energija (kWh)	47.480
cena investicije (€)	188.840
ocenjeni prihodki proizvedene energije na leto(€)	18.345,22



Graf 40: Finančni prtok Sončne elektrarne osnovna šola Franca Rozmana Staneta

5 DETAJLNA ANALIZA IZBRANIH STAVB

Na podlagi preliminarnih pregledov lokacij in streh stavb ter na podlagi preliminarne ocene uporabne površine smo izbrali 2 stavbi za postavitve sončne elektrarne.

5.1 Izbrane stavbe

Stavbe so bile izbrane na podlagi naslednjih kriterijev:

- površine strehe,
- orientacije strehe,
- naklona strehe,
- motečih okoliških objektov,
- možnosti priključka sončne elektrarne na NN omrežje.

5.1.1 Osnovna šola Franca Rozmana Staneta



Slika 11: OŠ Franc Rozman Stane

Splošni podatki

Naslov: Kersnikova 10

Kraj: 2000 Maribor

Številka parcele: 537

Katastrska občina: k.o. Maribor - Grad

<i>skupna površina strehe</i>	2642 m ²		
<i>azimut</i>	0°	<i>naklon strehe</i>	0°
<i>uporabna površina strehe šolski del</i>	≅ 800 m ²	<i>višina</i>	≅ 14,6 m
<i>uporabna površina strehe prizidka</i>	≅ 337 m ²	<i>višina</i>	≅ 16,4 m
<i>skupna uporabna površina</i>	≅ 1137 m ²		



Slika 12: Tloris OŠ Franc Rozman Stane (uporabna površina je označena z rdečo)

5.1.2 Osnovna šola Toneta Čufarja



Slika 13: OŠ Toneta Čufarja

Splošni podatki

Naslov: Zrkovska cesta 67

Kraj: 2000 Maribor

Številka parcele: 62

Katastrska občina: k.o. Pobrežje

<i>skupna površina strehe</i>	2131 m ²		
<i>azimut</i>	7°	<i>naklon strehe</i>	30° / 10°
<i>uporabna površina strehe stari del</i>	≈ 170 m ²	<i>višina/naklon</i>	≈ 18,9 m / 30°
<i>uporabna površina strehe novi del</i>	≈ 200 m ²	<i>višina/naklon</i>	≈ 12,87 m / 10°
<i>skupna uporabna površina</i>	≈ 370 m ²		



Slika 14: OŠ Toneta Čufarja (uporabna površina je označena z rdečo)

5.2 Osnovna šola Franc Rozman Stane

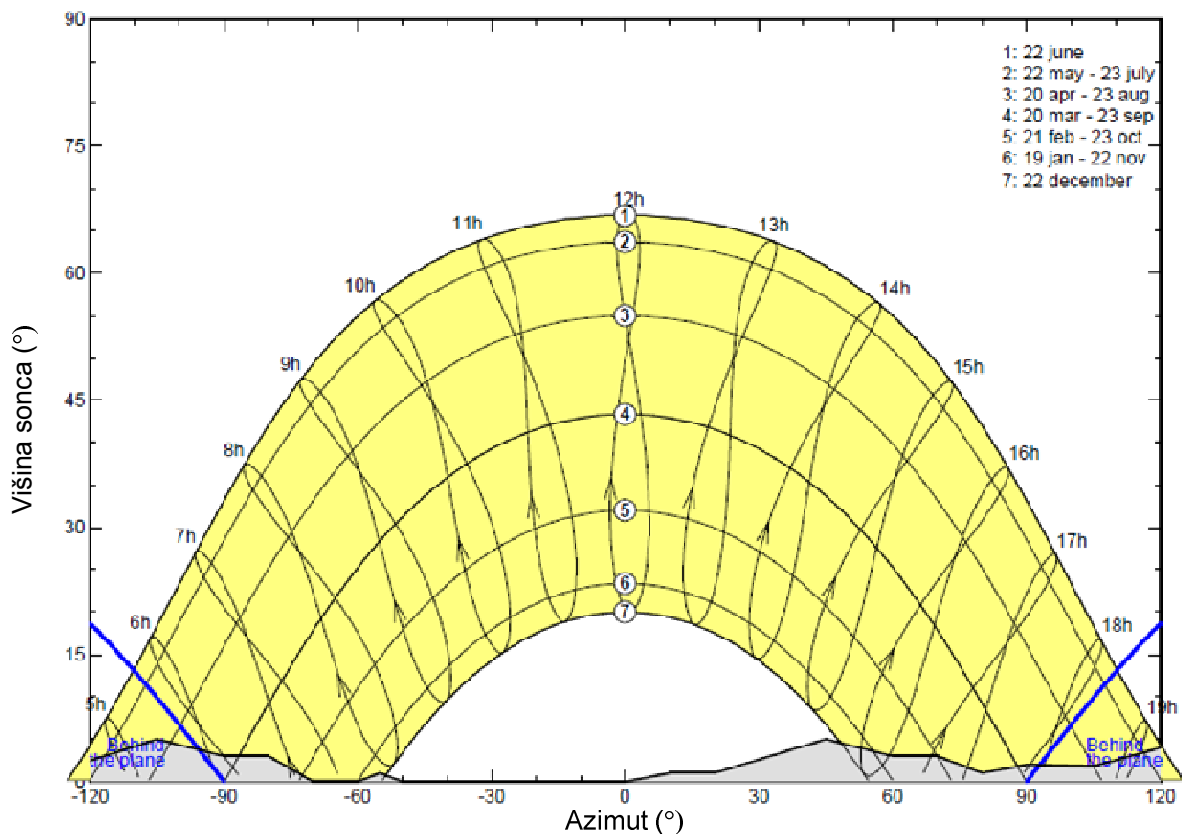
5.2.1 Določitev površine polja sončnih modulov na podlagi analize senčenja

Površino pola sončnih modulov določimo na podlagi analize senčenja, ki je sestavljeno iz treh delov:

- senčenje zaradi reliefa terena,
- senčenje zaradi bližnjih objektov (hiše, drevesa in ostali predmeti) in
- medsebojno senčenje modulov zaradi postavitve.

Z optimizacijo postavitve sončnih modulov lahko minimiziramo oz. v celoti odpravimo senčenje zaradi bližnjih objektov oz. postavitve sončnih modulov.

5.2.1.1 Senčenje zaradi reliefa terena



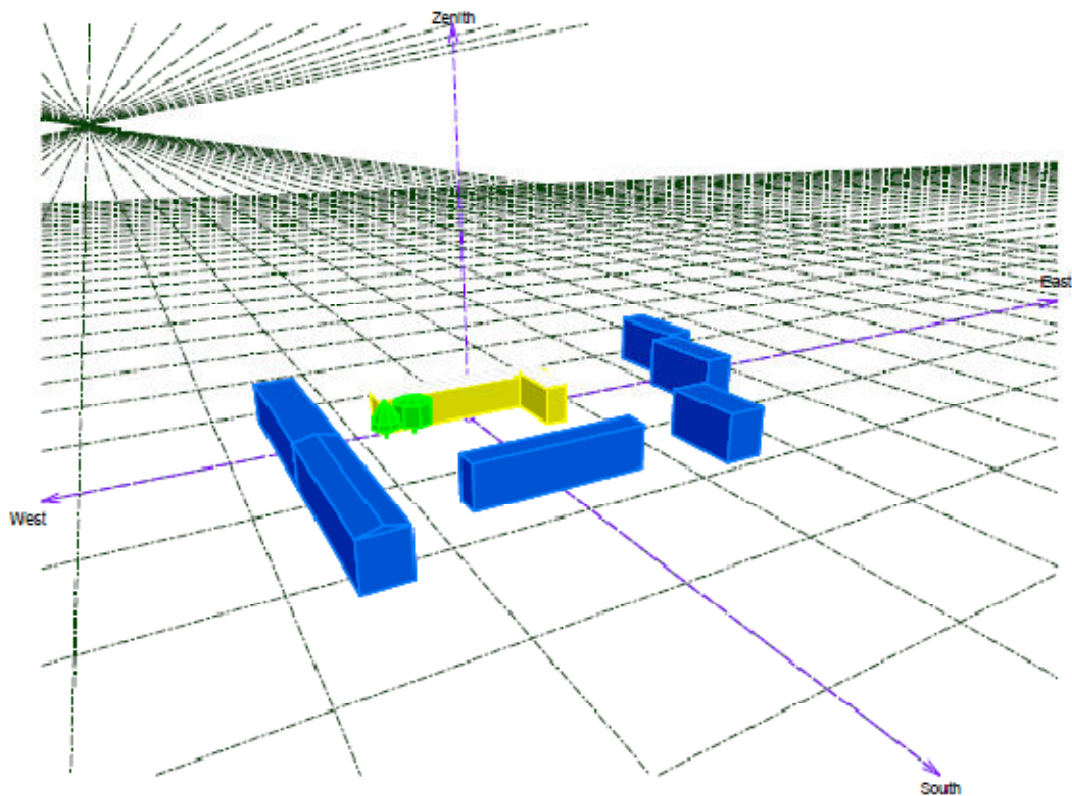
Slika 15: Senčenje zaradi reliefa terena OŠ Franc Rozman Stane

Senčenje zaradi reliefa terena znaša **-0,6%**.

5.2.1.2 Senčenje zaradi bližnjih objektov in postavitve modulov

OŠ Franc Rozman Stane se nahaja v urbanem okolju. Šola je ob straneh obdana s stanovanjskimi bloki, proti jugu pa, v bližnji okolici, nima večjih ovir. Okoliški objekti so malenkost višji od šole in sicer od 2 – 8 m. Streha objekta je ravna in je primerna za namestitev sončnih modulov v vrstah pod optimalnem naklonu. Takšna postavitve modulov lahko povzroča medsebojna senčenja zato je potrebno zagotoviti dovolj velik medsebojni razmik posameznih vrst modulov.


Za natančno določitev senčenja so se šola, polje sončnih modulov, ter okoliški objekti simulirali v 3D okolju, kjer se je na podlagi simulacij poti sonca v različnih obdobjih določilo senčenje zaradi okoliških objektov in medsebojnega senčenja modulov.

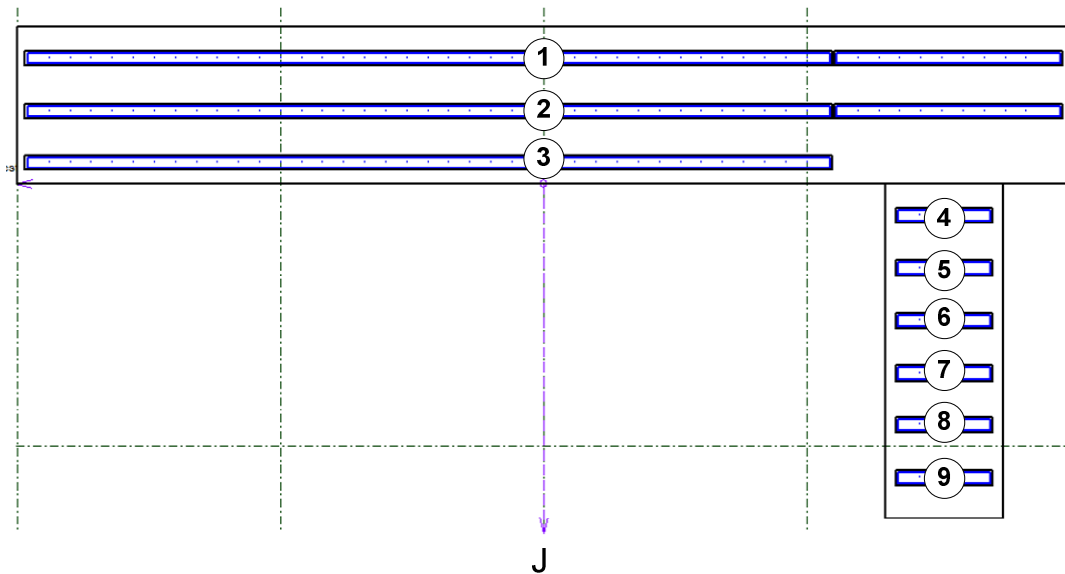


Senčenje zaradi okoliških objektov in medsebojnega senčenja modulov znaša **-3,2%**.

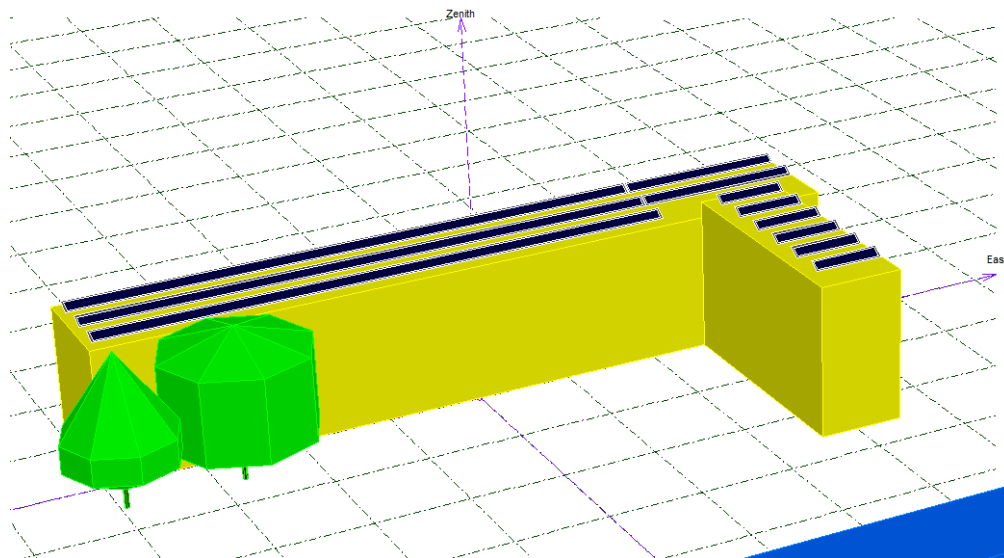
5.2.1.3 Polje sončnih modulov

Na podlagi analize senčenja se je določila površina polja sončnih modulov ter način postavitve.

Polje sončnih modulov	
Naklon modulov: $\approx 34^\circ$	
Razmik med vrstami: 4 m	
vrsta 1	78 x 1 m
vrsta 2	78 x 1 m
vrsta 3	61 x 1 m
vrsta 4	7 x 1 m
vrsta 5	7 x 1 m
vrsta 6	7 x 1 m
vrsta 7	7 x 1 m
vrsta 8	7 x 1 m
vrsta 9	7 x 1 m
skupna površina polja sončnih modulov	259 m²



Slika 16: Tloris postavitve sončnih modulov OŠ Franc Rozman Stane



Slika 17: 3D pogled postavitve sončnih modulov OŠ Franc Rozman Stane

5.2.2 Karakteristike sončne elektrarne

Pri izračunih se je uporabljala naslednja oprema:

- Sončne celice:
 - polikristalni silicij
 - moč 225 Wp
 - dimenzije cca 1,7 x 1 m
- razsmerniki ustreznih moči.

5.2.2.1 Moč sončne elektrarne

Na podlagi analize senčenja in določitve površine polja sončnih modulov smo določili moč sončne elektrarne.

Uporabna površina polja sončnih modulov	Inštalirana moč sončne elektrarne	Površina polja sončnih modulov	Moč razsmernikov
259 m ²	35,1 kWp ¹	256 m ²	33 kW
Polje sončnih modulov			
Tip modulov:	polikristalni silicij		
Število modulov:	156		
Število nizov	12 nizov po 13 modulov		
Nazivna moč modula	225 Wp		
Inštalirana moč modulov	35,1 kWp		
Površina modulov	256 m ²		
Razsmerniki			
Tip razsmernika	Omrežni, enofazni		
Število razsmernikov	6		
Napetostno območje	246 – 480 V		
Nazivna moč razsmernika	6 kW		
Skupna moč razsmernikov	33 kW		

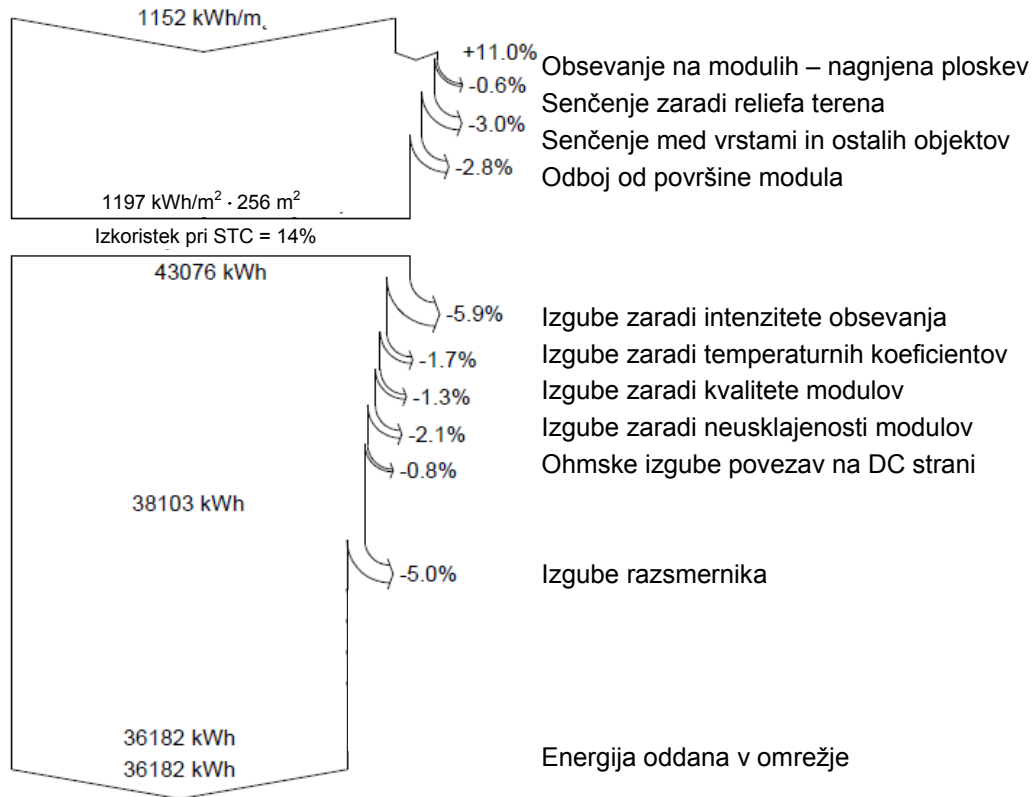
5.2.3 Možnost priklopa na NN omrežje

Po informativnih izračunih je na vseh lokacijah možno postaviti sončne elektrarne predvidenih moči in jih priključiti na NN omrežje pod pogoji, ki jih določa Elektro Maribor..

¹ Moč se je določila na podlagi izbranih komponent sistema.

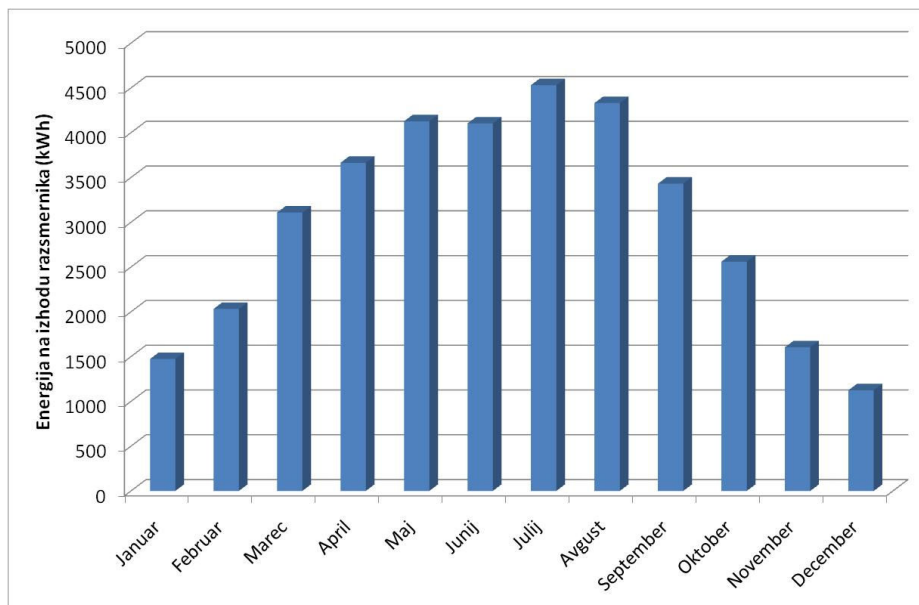
5.2.4 Proizvodnja energije iz sončne elektrarne

Pri izračunu letne proizvodnje električne energije so upoštevane tudi izgube.



Slika 18: Diagram izgub sončne elektrarne OŠ Franc Rozman Stane

Energija na izhodu razsmernika (oddaj v omrežje) na letnem nivoju je **36.182 kWh**.



Graf 41: Proizvedena energija na izhodu razsmernikov OŠ Franc Rozman Stane

5.2.5 Stroški investicije sončne elektrarne

Investicija v izdelavo sončne elektrarne se je določila na podlagi količin izbrane opreme in tehnične rešitve.

5.2.5.1 Izdelava sončne elektrarne

V nadaljevanju so opisani posamezni sklopi, ki so se finančno ovrednotili oz. so vključeni v oceno investicije.

Polje sončnih modulov

Polje sončnih modulov je sestavljeno iz modulov, ki so optimalno orientirani in nastavljeni pod optimalnim naklonom za največjo možno celoletno proizvodnjo. Med sabo so povezani zaporedno v nize in nizi so vzporedno priključeni na omrežne razsmernike.

Konstrukcija

Konstrukcija sončnih modulov omogoča namestitvev modulov pod določeno orientacijo in naklonom. Konstrukcije omogočajo ne glede na orientacijo in naklon strehe optimalno postavitev sončnih modulov.

Povezave in zaščite do razsmernika

Polje sončnih modulov je med sabo povezano s posebnimi vodniki, ki so neobčutljivi na vremenske razmere. Nizi modulov so povezani v spojišča sončnih modulov. Le ta vsebujejo primerne zaščite.

Razsmerniki

Razsmerniki imajo funkcijo pretvorbe energije iz enosmerne v izmenično. Le-ta se nato pošilja v NN omrežje. Razsmerniki so lahko eno- ali trifazni, odvisno od velikosti sončne elektrarne.

Priključek na NN omrežje

Priključek na NN omrežje je izveden preko ločilnega mesta, ki vsebuje vso potrebno zaščitno opremo, opremo za samodejni izklop iz omrežja (v primeru izpada omrežja), ustreznega merilnega mesta ter ostalo potrebno opremo.

Meritve

Delovanje sončne elektrarne ter analiza delovanja glede na zunanje vplive se lahko izvaja preko meritev različnih parametrov, kot so:

- sončno obsevanje
- temperatura
- hitrost vetra
- ...

Analiza teh parametrov lahko pripomore izboljšanju delovanja sončne elektrarne. Te meritve niso obvezne pri izvedbi sončne elektrarne.

Osveščevalno izobraževalni informacijski sistem

Vsi podatki, ki se zajemajo preko merilnega sistema, se lahko naknadno obdelujejo in oblikujejo ter prikazujejo v različnih oblikah in za različne starostne skupine. V javnih stavbah je smiselno prikazovanje rezultatov na LCD zaslonih na javnih mestih v smislu osveščanja obiskovalcev in uporabnikov stavbe.

Projektna dokumentacija

Za izvedbo sončne elektrarne se potrebuje ustrezna projektna dokumentacija (PZI/PID), ki natančno opredeljuje vse tehnične lastnosti elektrarne ter izdelan načrt izvedbe sončne elektrarne.

Delo

Delo zajema postavitve sončne elektrarne, transport ter vsa strojna in elektro dela, ki so potrebna pri izdelavi elektrarne.

5.2.5.2 Ocena investicije

Investicija se je ocenila glede na tržne cene. Zaradi relativno hitrih sprememb na trgu fotovoltaike lahko cene odstopajo od dejanskega stanja.

SE FRS 35,1 kWp		Višina investicije brez DDV (€)	Višina investicije z DDV (€)
1	Polje sončnih modulov	80.730,00	96.876,00
2	Konstrukcija	11.232,00	13.478,40
3	Povezave in zaščite do razsmernika	3.159,00	3.790,80
4	Razsmerniki	10.530,00	12.636,00
5	Priključek na NN omrežje	2.913,30	3.495,96
6	Meritve	3.510,00	4.212,00
7	Osveščevalno izobraževalni informacijski sistem	3.000,00	3.600,00
8	Projektna dokumentacija	1.000,00	1.200,00
9	Delo	8.424,00	10.108,80
SKUPAJ		121.438,07	145.725,69
Cena €/Wp		3,460	4,152

5.2.6 Finančna analiza investicije

V nadaljevanju so opravljene finančne analize za primer zagotovljenega odkupa električne energije in pridobivanje obratovalne podpore. Za analiziranje so uporabljene statične in dinamične metode za ocenjevanje investicijskih projektov. Leti nam ne dajo vedno realne ocene ali se splača iti v investicijo, saj pri tem ni upoštevanih dodatnih faktorjev (pozitivnih učinkov projekta), ki se navadno upoštevajo v ekonomski analizi.

Pri analizi smo upoštevali vse znane stroške, ki jih je mogoče oceniti v 25 letni obratovalni dobi. Investicije so analizirane na 25 letno obdobje zaradi tega, ker je to okvirna življenjska doba sončnih celic (Sončne celice sicer obratujejo dlje, vendar z zmanjšano močjo. Iz tega razloga se po 25 letih obratovanja načeloma predvideva večja investicija – obnova sončnega generatorja).

5.2.6.1 Viri financiranja

Vlaganje v gradnjo sončnih elektrarn postaja vedno bolj zanimivo za različne investitorje. Lastniki večjih površin (strehe...) imajo na voljo več načinov, kako koristno izrabiti te površine. V prvi vrsti se je potrebno odločiti, kdo bo glavni investitor in na podlagi tega iskati različne modele financiranja. Lastnik ima na voljo dve rešitvi:

- Izdelava lastne sončne elektrarne
- Oddaja primerne površine v najem

Vsaka izmed rešitev ima na voljo več možnosti financiranja naložbe. V kolikor se površina da v najem nas viri financiranja ne zanimajo, temveč nas zanima čim večji dobiček iz oddaje površine. Za določitev višine najemnine je potrebno izdelati finančno analizo, ki bo pokazala kolikšna je lahko maksimalna najemnina, da se bo investitorju še splačalo investirati v sončno elektrarno.

V primeru, da se odločimo za lastno investicijo imamo na voljo več virov financiranja:

- Lastna sredstva
- Kredit ali leasing
- Nepovratna sredstva (včasih je možno v okviru nacionalnih ali evropskih projektov pridobiti sredstva za delno izvedbo takšnih projektov – npr. izdelava dokumentacije, izdelava nadzornega sistema...)

Pred odločitvijo oz. zaprtjem finančne konstrukcije pa je potrebno izdelati temeljito finančno analizo posameznih modelov.

5.2.6.2 Prihodki

Sončna elektrarna proizvaja električno energijo, katere proizvodnja je stimulirana s strani države. Na podlagi Uredbe o spremembah Uredbe o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije, imamo dve možnosti prodaje električne energije:

1. **Zagotovljeni odkup električne energije.** Na podlagi te podpore center za podpore ne glede na ceno električne energije na trgu odkupi vso prevzeto neto proizvedeno električno energijo, za katero je proizvodna naprava OVE prejela potrdila o izvoru, po zagotovljenih cenah električne energije, določenih z uredbo. Odkupna cena je zagotovljena za 15 letno obdobje.
2. **Finančna pomoč za tekoče poslovanje (obratovalna podpora).** Ta podpora se dodeli neto proizvedeni električni energiji, ki jo proizvajalci električne energije iz OVE prodajo sami na trgu ali jo porabijo kot lastni odjem. Obratovalna podpora je zagotovljena za 15 letno obdobje.

Izbira posamezne variante je odvisna od finančne analize.

Tabela 12: Zagotovljen odkup in obratovalna podpora v letu 2010

	2010
Zagotovljen odkup	0,38638 €
Obratovalna podpora	0,33938 €

5.2.6.3 MODEL 1: Finančna analiza – Zagotovljeni odkup električne energije

Izbrali smo 3 različne vrste financiranja in sicer:

- **MODEL 1.1:** Financiranje z lastnim kapitalom.²
- **MODEL 1.2:** Financiranje z lastnim kapitalom in kreditom (Uporabili smo razmerje 20% lastni kapital in 80% kredit. Takšna razmerja se pretežno uporabljajo pri financiranju tovrstnih projektov.).²
- **MODEL 1.3:** Tuji kapital (Predvideli smo možnost oddaje strehe v najem. Dobiček najemodajalca je odstotek od energijskega oz. finančnega izplena).³

Pri vseh simulacijah je poleg dinamičnih kazalcev, izračunana povračilna doba investicije, kot statični kazalec. V stroških investicije so upoštevni tudi stroški kredita (v primeru kredita) in deljeni s povprečnim letnim donosom. V izračunu niso upoštevani ostali stroški. Kazalec je namenjen zgolj orientacijski primerjavi med posameznimi modeli.

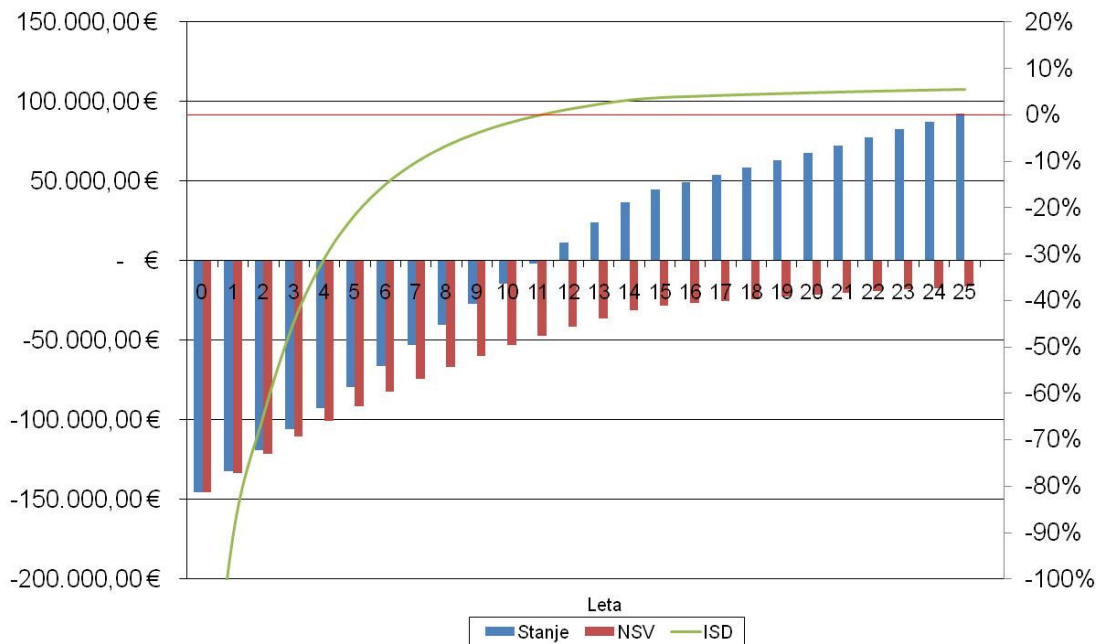
5.2.6.3.1 MODEL 1.1 - Lastno financiranje

Moč elektrarne v kWp	35,1
Proizvedena energija kWh/leto	36.182
Cena investicije	145.725,69 €
Lastno financiranje	100%
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%

² Pri financiranju z lastnim kapitalom smo upoštevali bruto vrednost investicije (z DDV), ker ni znano v koliki meri si bo investitor obračunaval DDV.

³ Upoštevana je neto vrednost investicije (brez DDV).

Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%



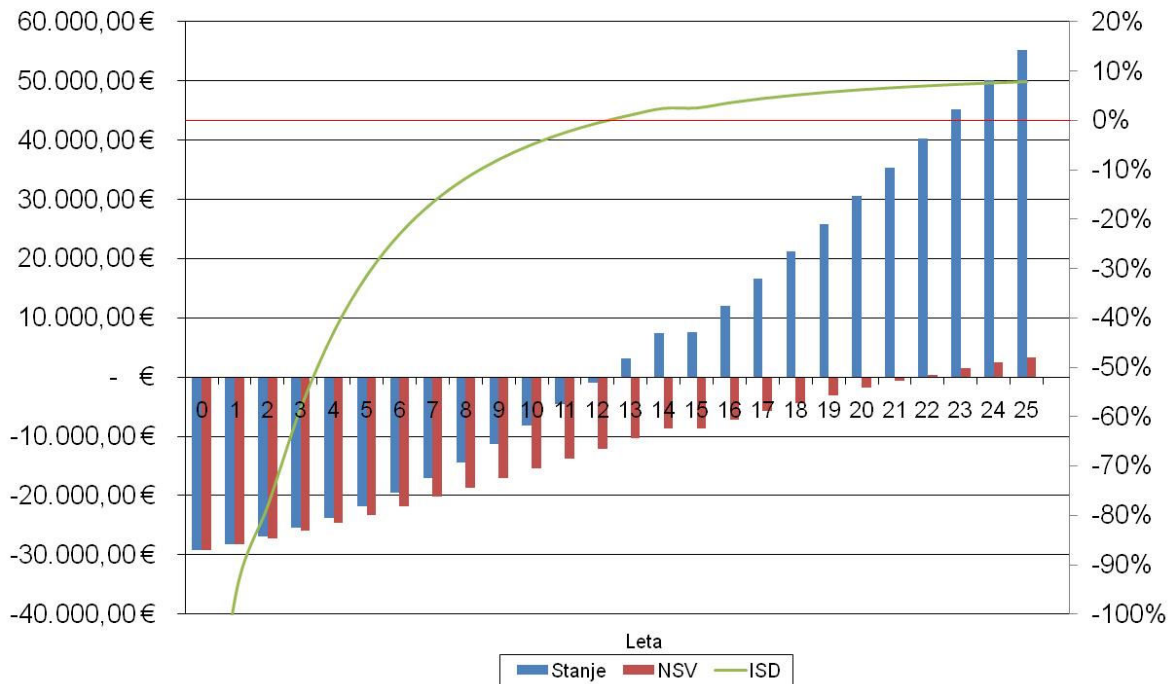
Graf 42: Finančna analiza OŠ FRS - Model 1.1

NSV – neto sedanja vrednost
 ISD – interna stopnja donosnosti

Povračilna doba	10,64 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
-28.252,09 €	4%	-16.234,02 €	5%

5.2.6.3.2 MODEL 1.2 - Lastno financiranje s pomočjo kredita

Moč elektrarne v kWp	35,1
Proizvedena energija kWh/leto	36.182
Cena investicije	145.725,69 €
Lastno financiranje	20%
	- 29.145,14 €
Kredit	116.580,55 €
Obdobje kredita	15
Razdolžnina	7.772,04 €
Obrestna mera	4%
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%



Graf 43: Finančna analiza OŠ FRS - Model 1.2

NSV – neto sedanja vrednost
ISD – interna stopnja donosnosti

Povračilna doba	13,37 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
-8.626,30 €	3%	3.391,77 €	8%

5.2.6.3.3 MODEL 1.3 – Oddaja strehe v najem

Simulacije investicije za tujega investitorja načeloma niso potrebne, vendar so izdelane iz razloga, da smo lažje določili višino primerne najemnine strehe.

Varianta 1: Lastno financiranje⁴

Moč elektrarne v kWp	35,1
Proizvedena energija kWh/leto	36.182
Cena investicije	121.438,07 €
Lastno financiranje	100%

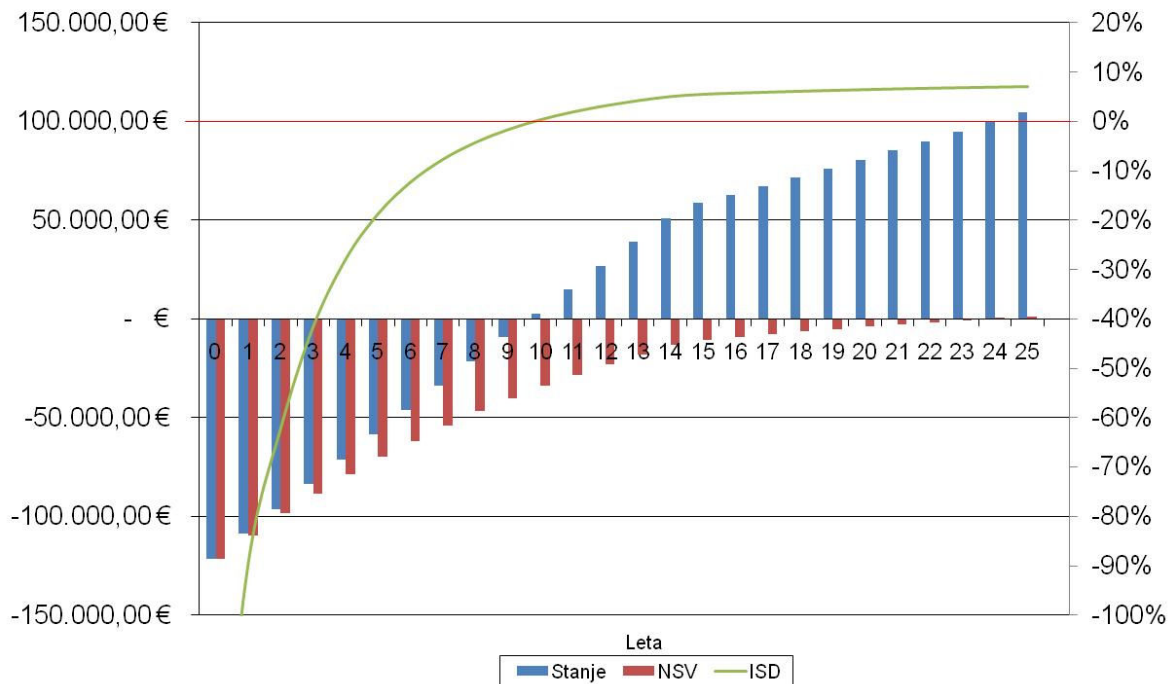
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
----------------------------------	-----------

Najemnina strehe	6%
------------------	----

Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%

⁴ Lastno financiranje je mišljeno, kot lastna sredstva potencialnega investitorja.

Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%



Graf 44: Finančna analiza OŠ FRS - Model 1.3, varianta 1

NSV – neto sedanja vrednost
 ISD – interna stopnja donosnosti

		Povprečna letna najemnina (1-15 let)	Povprečna letna najemnina (16-25 let)
Prejeta najemnina (25 let)	15.745,24 €	821,41 €	342,41 €
Povračilna doba	8,87 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
-10.448,08 €	6%	1.102,22 €	7%

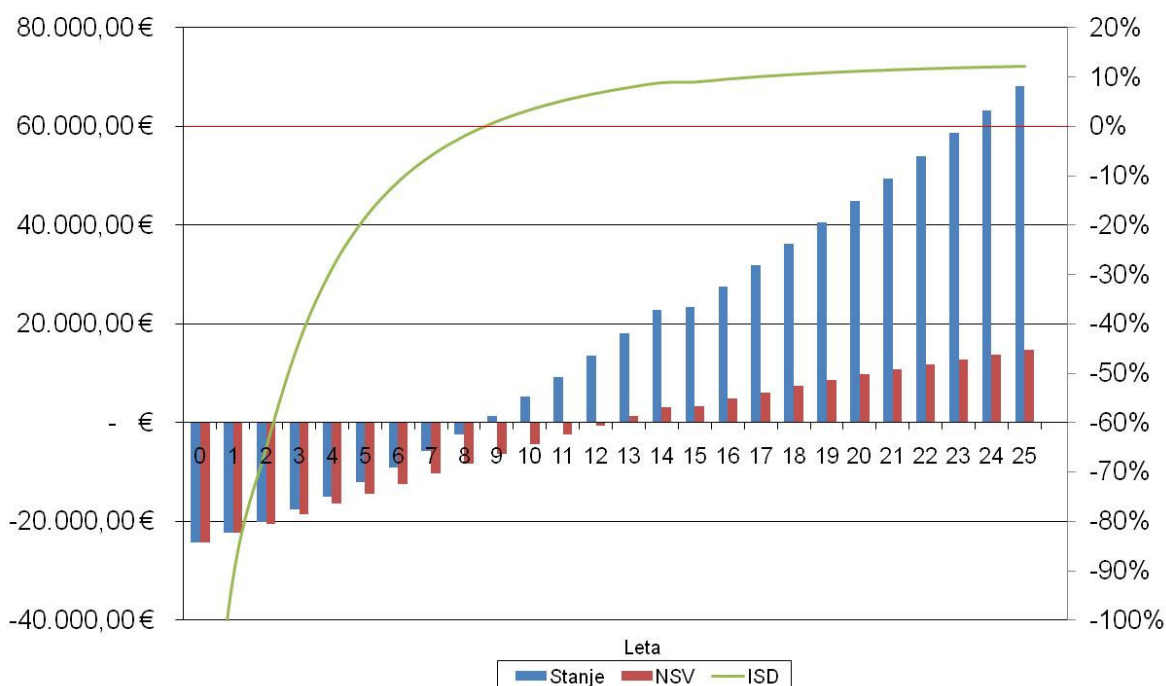
Varianta 2: Lastno financiranje s kreditom⁵

Moč elektrarne v kWp	35,1
Proizvedena energija kWh/leto	36.182
Cena investicije	121.438,07 €
Lastno financiranje	20%
	- 24.287,61 €
Kredit	97.150,46 €
Obdobje kredita	15
Razdolžnina	6.476,70 €
Obrestna mera	4%

Odkupna cena električne energije	0,38638 €
----------------------------------	-----------

Najemnina strehe	8%
------------------	----

Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%

**Graf 45: Finančna analiza OŠ FRS - Model 1.3, varianta 2**

NSV – neto sedanja vrednost

ISD – interna stopnja donosnosti

Povprečna letna

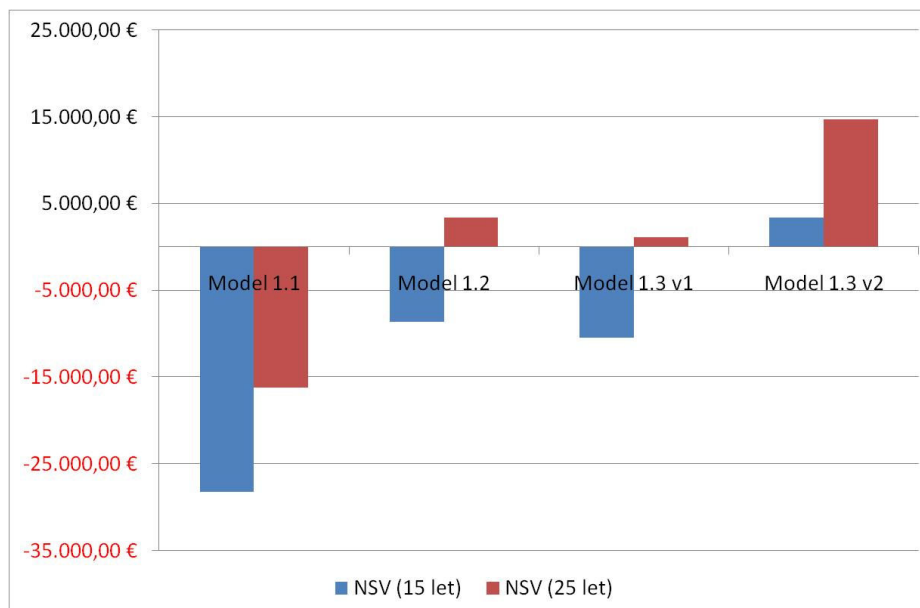
Povprečna letna

⁵ Lastno financiranje s kreditom je mišljeno, kot lastna sredstva potencialnega investitorja in kredit, ki ga investitor najame za realizacijo projekta.

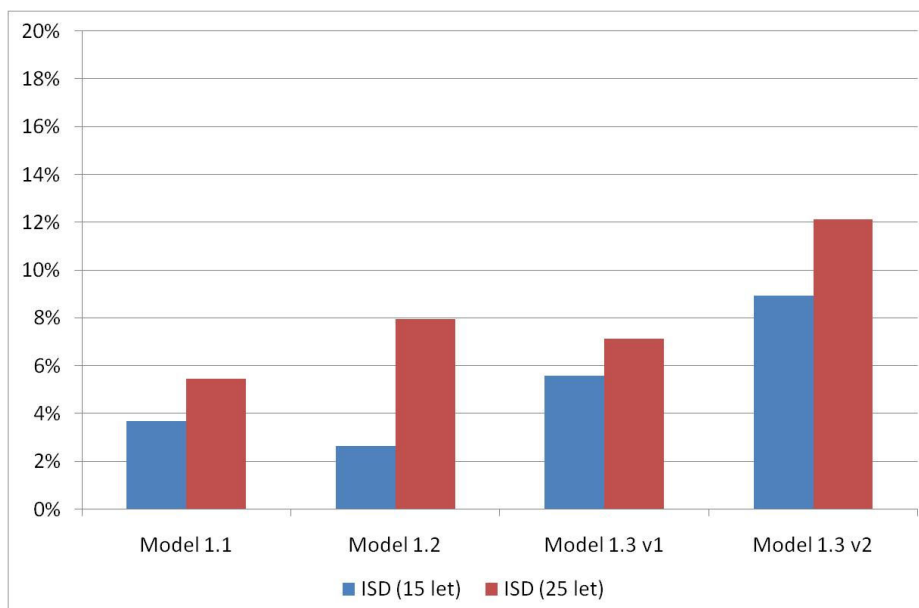
		najemnina (1-15 let)	najemnina (16-25 let)
Prejeta najemnina (25 let)	20.993,66 €	1.095,21 €	456,55 €
Povračilna doba	11,14 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
3.403,66 €	9%	14.666,10 €	12%

5.2.6.3.4 Primerjava modelov

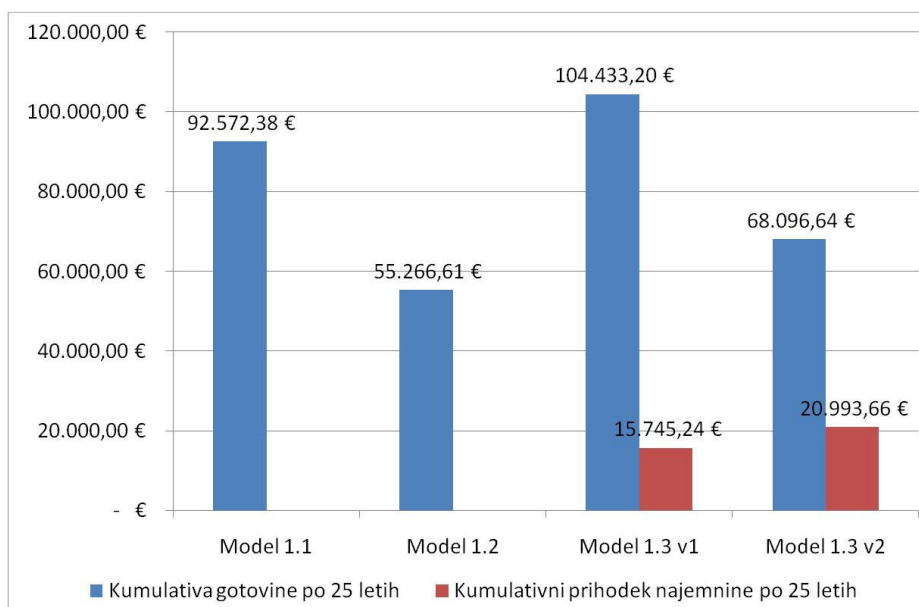
	NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)	Povračilna doba	Kumulativa gotovine po 25 letih	Kumulativni prihodek najemnine po 25 letih
Model 1.1	-28.252,09 €	4%	-16.234,02 €	5%	10,64	92.572,38 €	
Model 1.2	-8.626,30 €	3%	3.391,77 €	8%	13,37	55.266,61 €	
Model 1.3 v1	-10.448,08 €	6%	1.102,22 €	7%	8,87	104.433,20 €	15.745,24 €
Model 1.3 v2	3.403,66 €	9%	14.666,10 €	12%	11,14	68.096,64 €	20.993,66 €



Graf 46: Primerjava NSV OŠ FRS - Model 1



Graf 47: Primerjava ISD OŠ FRS - Model 1



Graf 48: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ FRS - Model 1

Primerjavo finančnih analiz moramo obravnavati pod predpostavko, da le-ta ne zajema tudi drugih pozitivnih učinkov projekta, kot pri ekonomski analizi (pri tem je mišljeno zmanjšanje emisij CO₂, povečanje delovnih mest, osveščevalni učinki...).

Med primerjavo posameznih modelov ugotavljamo, da je financiranje z lastnim kapitalom ne kaže ugodne slike glede neto sedanje vrednosti in interne stopnje donosnosti. Temu prispeva tudi dejstvo, da smo pri lastnem financiranju upoštevali tudi DDV, kar nam dodatno podraži investicijo. Malce boljši je model 1.2, ki kaže pozitivno NSV in ISD ter tudi pozitivni finančni tok se začne prej kot v modelu 1.1. Model 1.3. obravnava analizo pri tujem kapitalu. Upoštevana je začetna neto investicija. Pri simulaciji smo poizkušali različne vrednosti oz. odstotke najemnine in prišli do zaključka, da bi bila sprejemljiva najemnina strehe med 6 in 8%. Ta stopnja je upoštevana za celotno obdobje (25 let).

5.2.6.4 MODEL 2: Finančna analiza – Obratovalna podpora

Pri analizi smo upoštevali da s sončno elektrarno proizvajamo električno energijo za lastne potrebe. Upoštevali smo dejansko rabo električne energije v posamezni stavbi na mesečnem nivoju ter proizvodnjo elektrarne na mesečnem nivoju. Pri vseh stavbah je bilo ugotovljeno, da proizvodnja v letnem času presega porabo, zato je bilo pri izračunu upoštevano da se del energije proda na trgu. Prav tako je kot prihodek upoštevano zmanjšanje stroška za rabo električne energije.

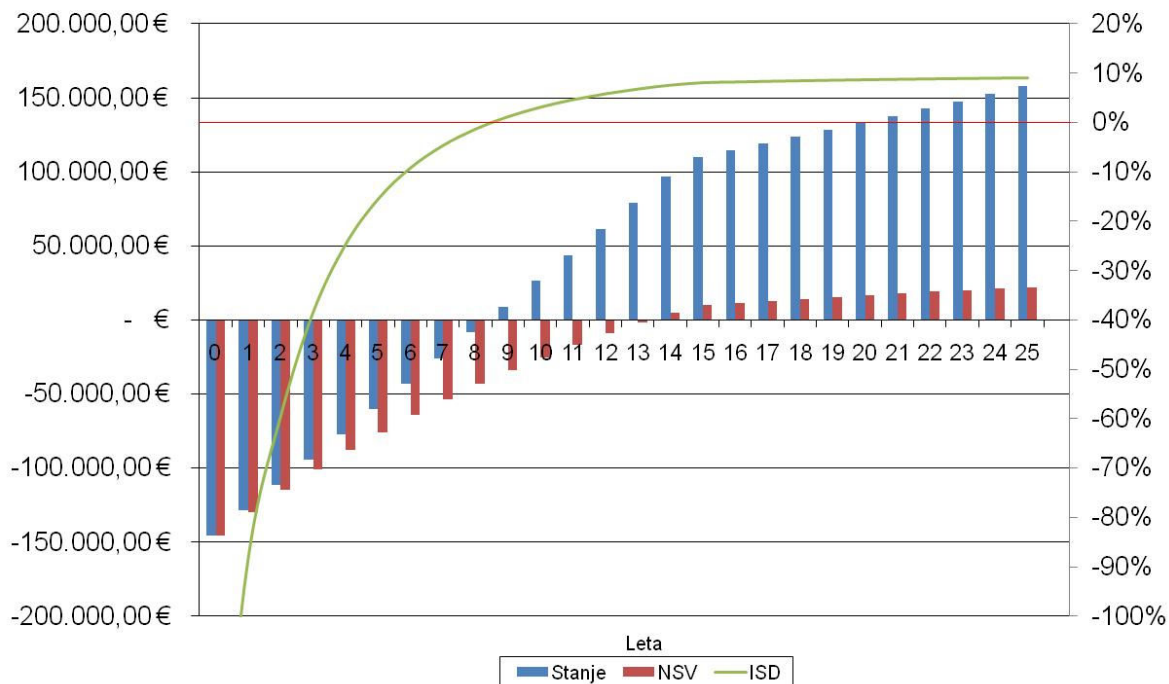
Izbrali smo 2 različni vrsti financiranja⁶ in sicer:

- Financiranje z lastnim kapitalom.
- Financiranje z lastnim kapitalom in kreditom (Uporabili smo razmerje 20% lastni kapital in 80% kredit. Takšna razmerja se pretežno uporabljajo pri financiranju tovrstnih projektov.).

5.2.6.4.1 MODEL 2.1 - Lastno financiranje

Moč elektrarne v kWp	35,1
Proizvedena energija kWh/leto	36.182
Cena investicije	145.725,69 €
Lastno financiranje	100%
Kredit	- €
Obdobje kredita	15
Razdolžnina	- €
Obrestna mera	4%
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
Cena električne energije z DDV	0,11131 €
Obratovalna podpora	0,33938 €
Trenutna cena omrežnine z DDV	0,03341 €
Trenutna cena trošarine z DDV	0,00060 €
Letna rast EE	2%
Letna rast dajatev	1%
Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%

⁶ Pri financiranju z lastnim kapitalom smo upoštevali bruto vrednost investicije (z DDV), ker ni znano v koliki meri si bo investitor obračunal DDV.



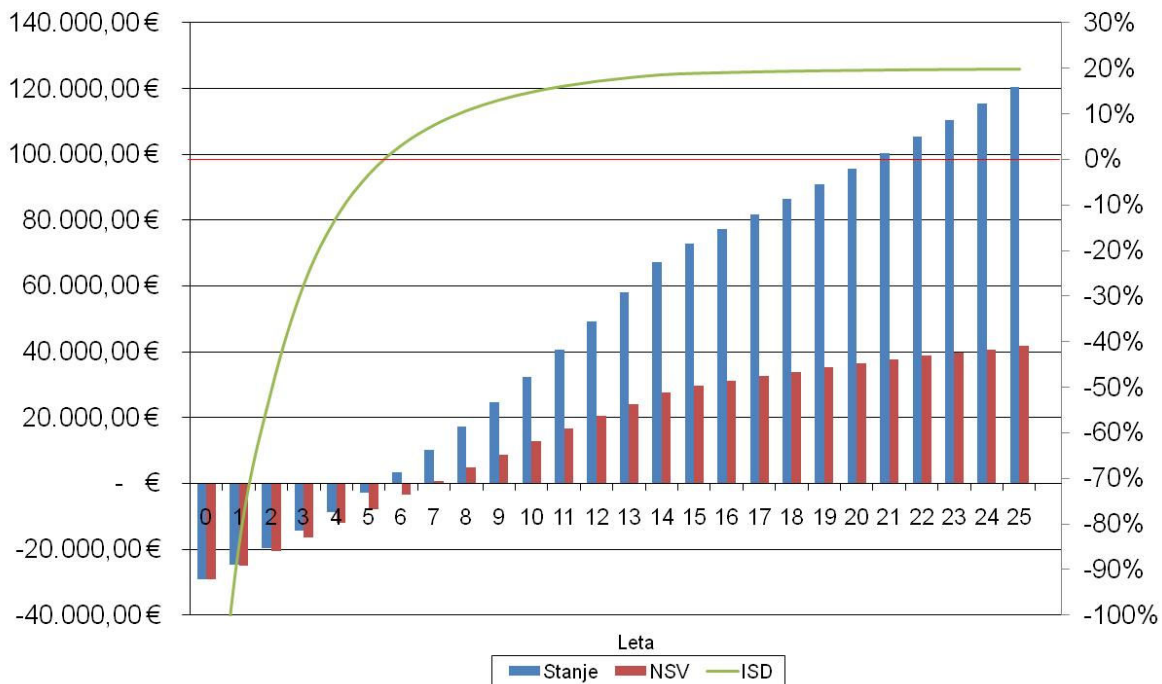
Graf 49: Finančna analiza OŠ FRS - Model 2.1

Povračilna doba	8,08 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
10.060,82 €	8%	22.078,88 €	9%

5.2.6.4.2 MODEL 2.2 - Lastno financiranje s pomočjo kredita

Moč elektrarne v kWp	35,1
Proizvedena energija kWh/leto	36.182
Cena investicije	145.725,69 €
Lastno financiranje	20%
	- 29.145,14 €
Kredit	116.580,55 €
Obdobje kredita	15
Razdolžnina	7.772,04 €
Obrestna mera	4%
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
Cena električne energije z DDV	0,11131 €
Obratovalna podpora	0,33938 €
Trenutna cena omrežnine z DDV	0,03341 €
Trenutna cena trošarine z DDV	0,00060 €
Letna rast EE	2%
Letna rast dajatev	1%
Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%

Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%

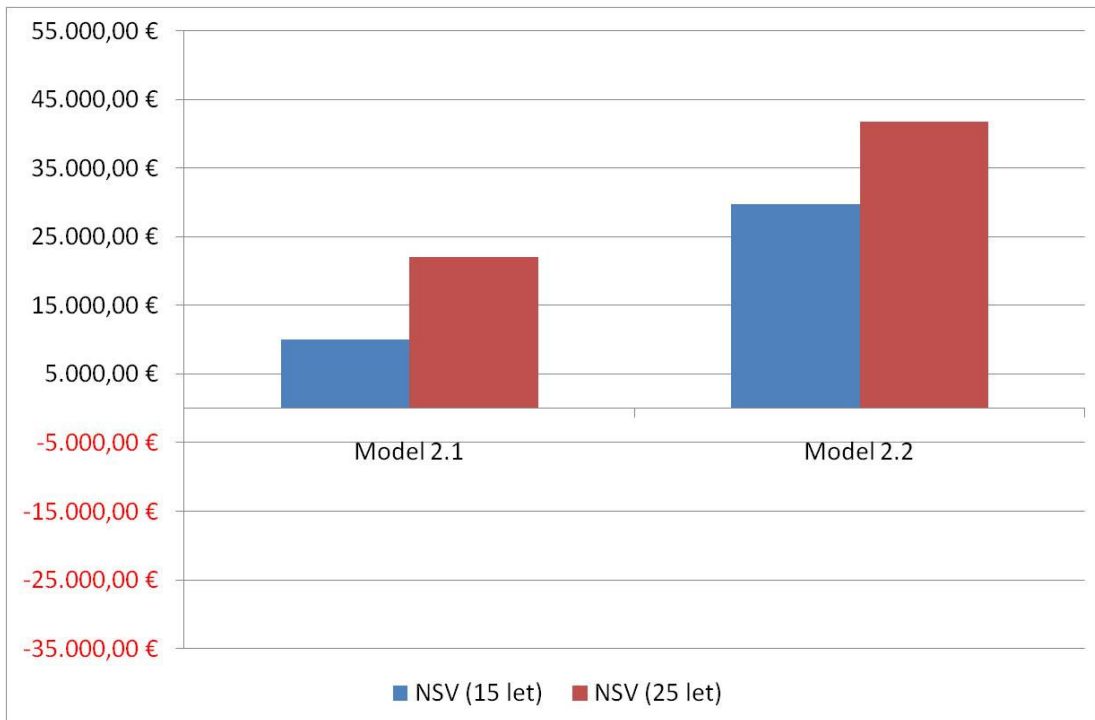


Graf 50: Finančna analiza OŠ FRS - Model 2.2

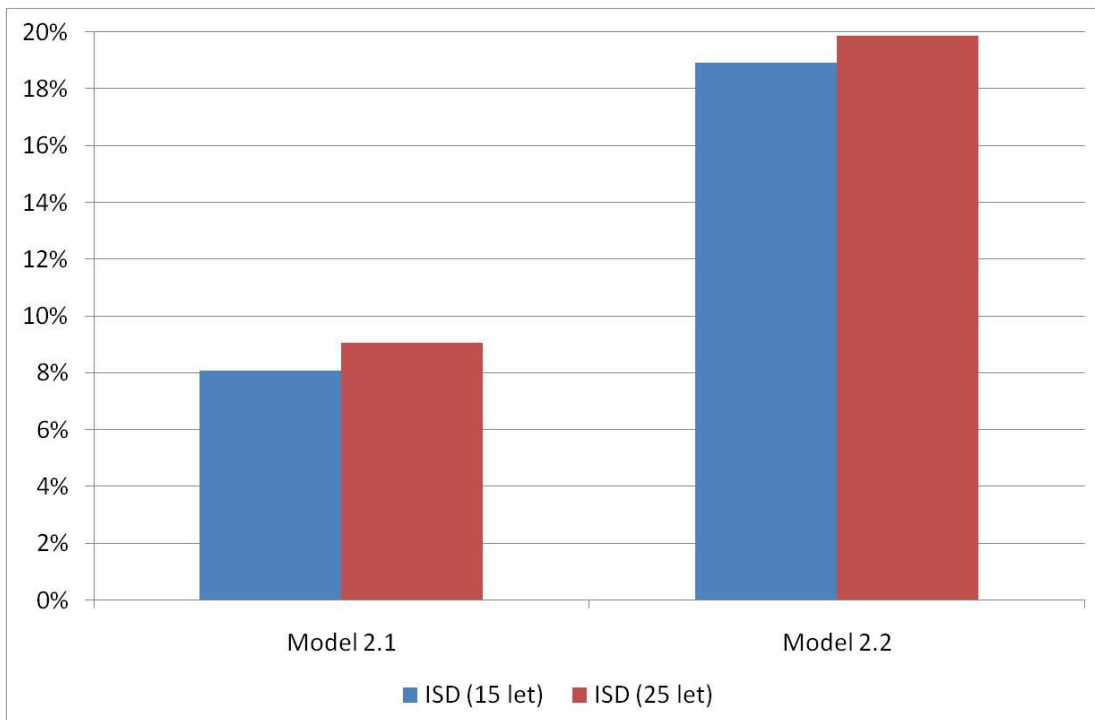
Prelomno leto	10,15 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
29.686,61 €	19%	41.704,67 €	20%

5.2.6.4.3 Primerjava modelov

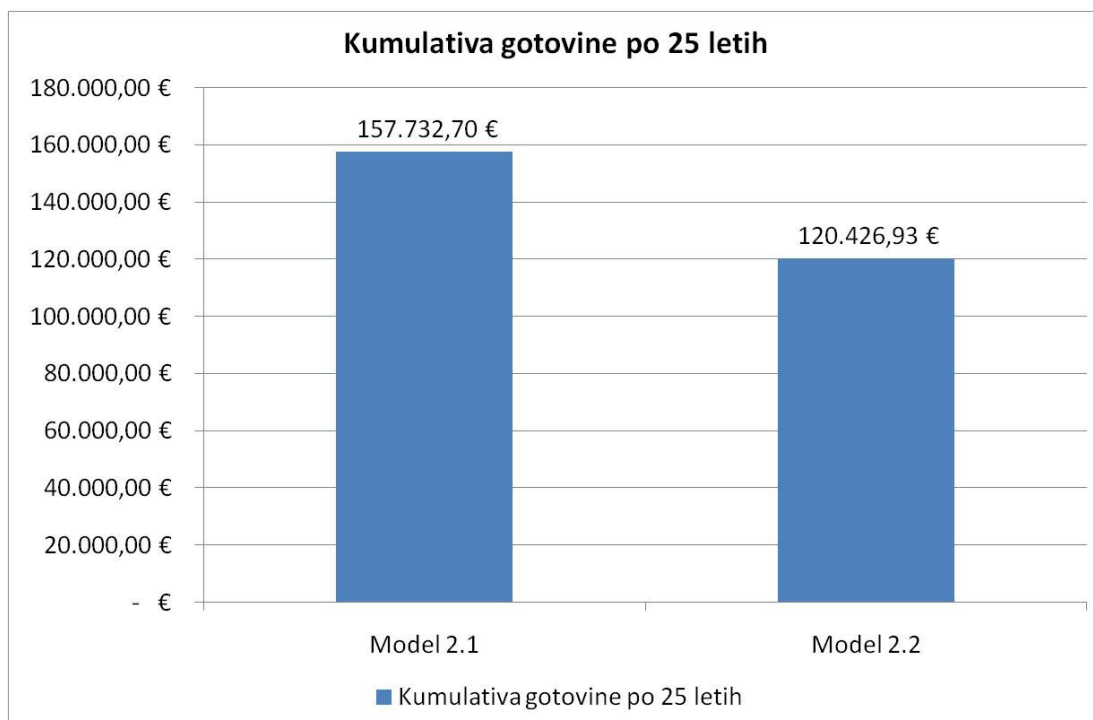
	NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)	Povračilna doba	Kumulativa gotovine po 25 letih
Model 2.1	10.060,82 €	8%	22.078,88 €	9%	8,08	157.732,70 €
Model 2.2	29.686,61 €	19%	41.704,67 €	20%	10,15	120.426,93 €



Graf 51: Primerjava NSV OŠ FRS - Model 2



Graf 52: Primerjava ISD OŠ FRS - Model 2



Graf 53: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ FRS - Model 2

Analiza modela 2, kaže pozitivne dinamične kazalnike pri obeh modelih. Temu pripomore dejstvo, da so prihodki veliko večji, kot v modelu 1. Glede na kazalnike modela 2.1 in 2.2 bi lahko sklepali, da je finančno bolj ugoden model, ki je v večini financiran iz kredita.

5.3 Osnovna šola Toneta Čufarja

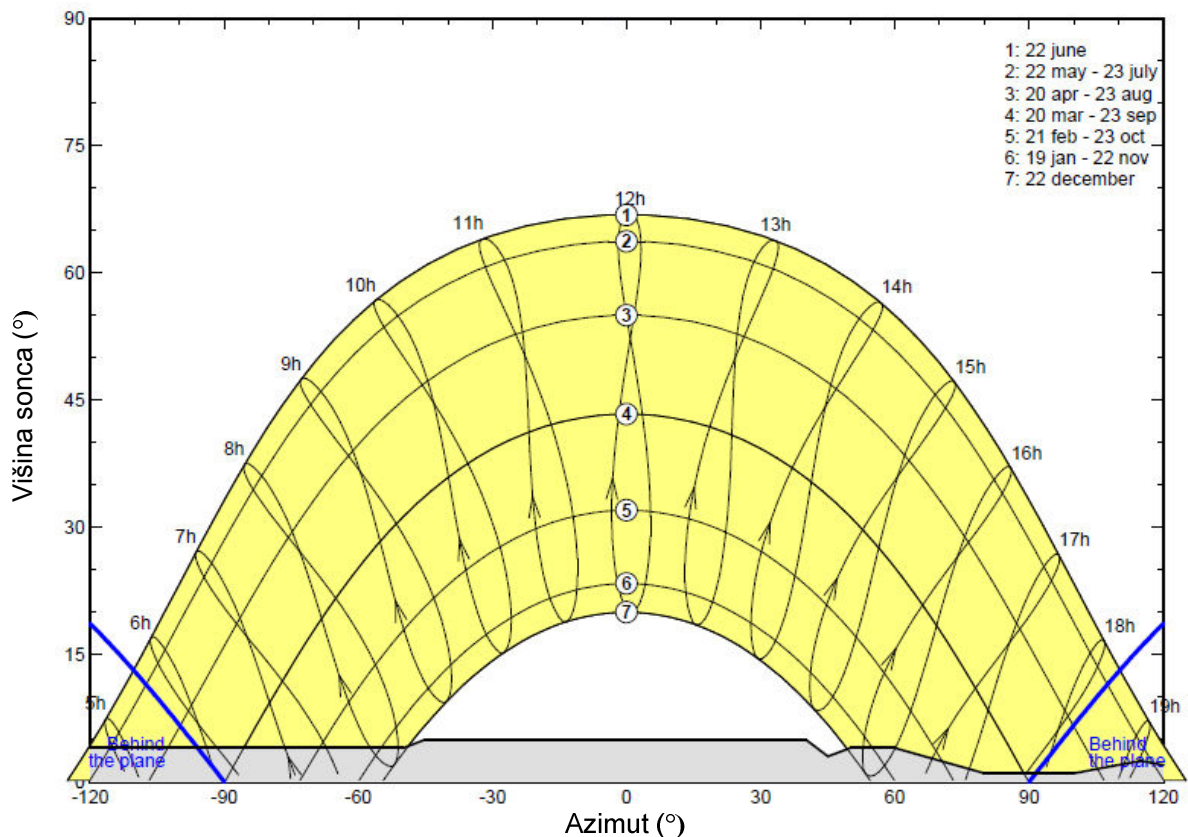
5.3.1 Določitev površine polja sončnih modulov na podlagi analize senčenja

Površino pola sončnih modulov določimo na podlagi analize senčenja, ki je sestavljeno iz treh delov:

- senčenje zaradi reliefa terena,
- senčenje zaradi bližnjih objektov (hiše, drevesa in ostali predmeti) in
- medsebojno senčenje modulov zaradi postavitve.

Z optimizacijo postavitve sončnih modulov lahko minimiziramo oz. v celoti odpravimo senčenje zaradi bližnjih objektov oz. postavitve sončnih modulov.

5.3.1.1 Senčenje zaradi reliefa terena



Slika 19: Senčenje zaradi reliefa terena OŠ Tone Čufar

Senčenje zaradi reliefa terena znaša **-2,1%**.

5.3.1.2 Senčenje zaradi bližnjih objektov in postavitve modulov

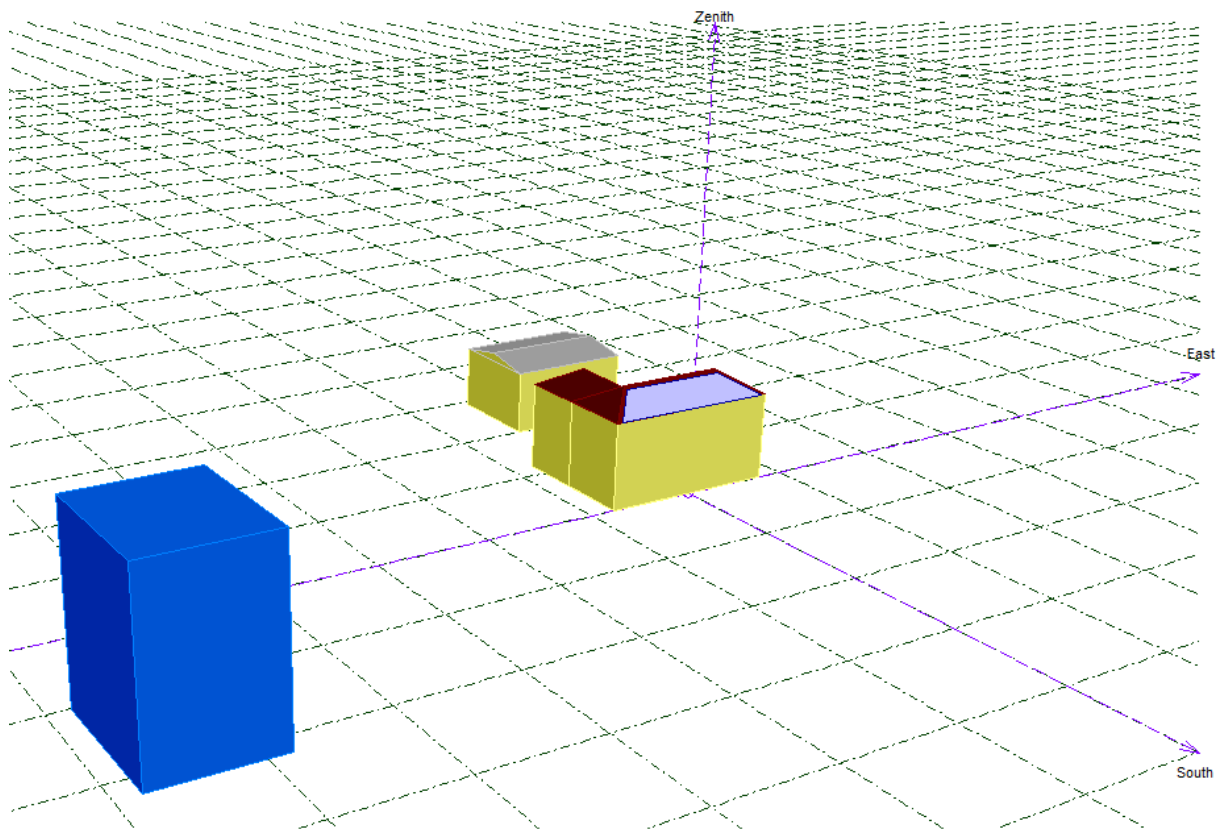
OŠ Tone Čufar se nahaja v urbanem okolju. V sklopu OŠ je več stavb in sicer obnovljena stara stavba, nov prizidek ter telovadnica. V analizi sta zajeti obe primerni

strehi in sicer streha stare šola ter streha prizidka. Obe strehi sta orientirani proti jugu. Streha starega dela šole nima večjih ovir v bližnji okolici. Streha prizidka je od šole umaknjena cca 16 m in je cca 5 m nižja od starega dela, ki je neposredna ovira strehe prizidka na južnem delu. V bližnji okolici so višji stanovanjski bloki, ki predstavljajo delno oviro le za streho prizidka.

Streha starega dela šole ima naklon cca 30° in je primerna za neposredno namestitvev modulov na streho (brez dodatne prilagoditve naklona modula). S tem je izničeno tudi medsebojno senčenje modulov.

Streha novega dela ima naklon cca 10° in je primerna za namestitvev sončnih modulov v vrstah pod optimalnem naklonu. Takšna postavitev modulov lahko povzroča medsebojna senčenja zato je potrebno zagotoviti dovolj velik medsebojni razmik posameznih vrst modulov.

Za natančno določitev senčenja so se šola, polje sončnih modulov, ter okoliški objekti simulirali v 3D okolju, kjer se je na podlagi simulacij poti sonca v različnih obdobjih določilo senčenje zaradi okoliških objektov in medsebojnega senčenja modulov.



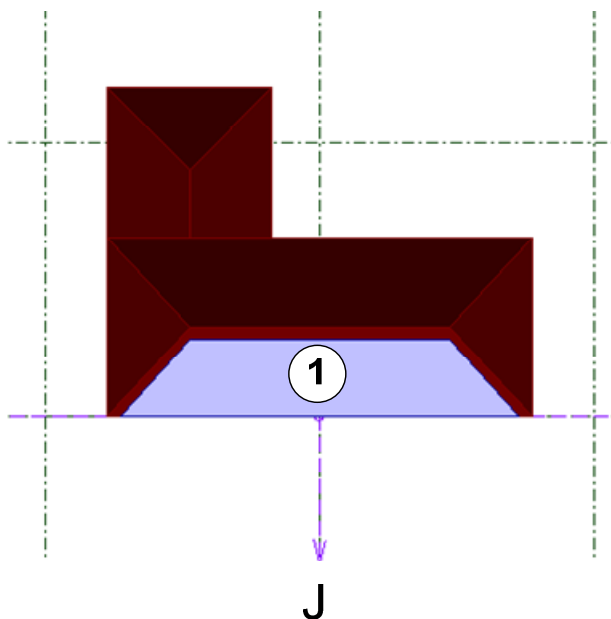
Senčenje polja sončnih modulov starega dela šole zaradi okoliških objektov in medsebojnega senčenja modulov znaša **0%**.

Senčenje polja sončnih modulov novega dela šole zaradi okoliških objektov in medsebojnega senčenja modulov znaša **-2,8%**.

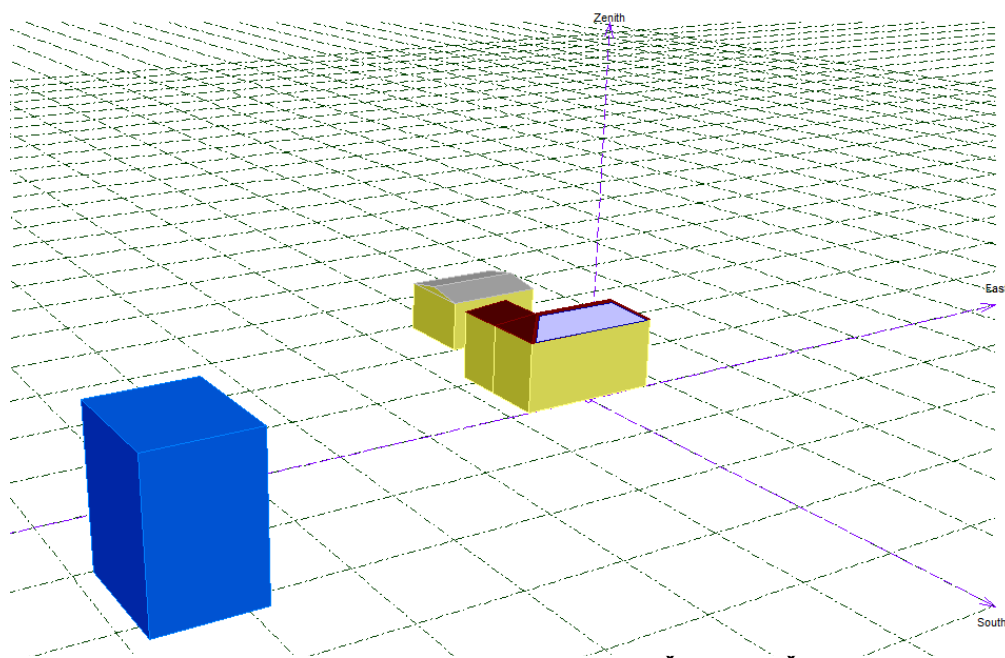
5.3.1.3 Polje sončnih modulov

Na podlagi analize senčenja se je določila površina polja sončnih modulov ter način postavitve.

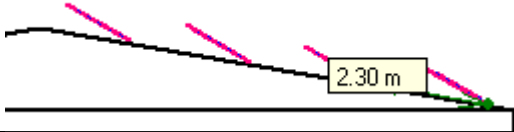
Polje sončnih modulov (stari del šole)	
Naklon modulov: $\cong 30^\circ$	
Razmik med vrstami: 0 m	
vrsta 1	156 m ²
skupna površina polja sončnih modulov	156 m²

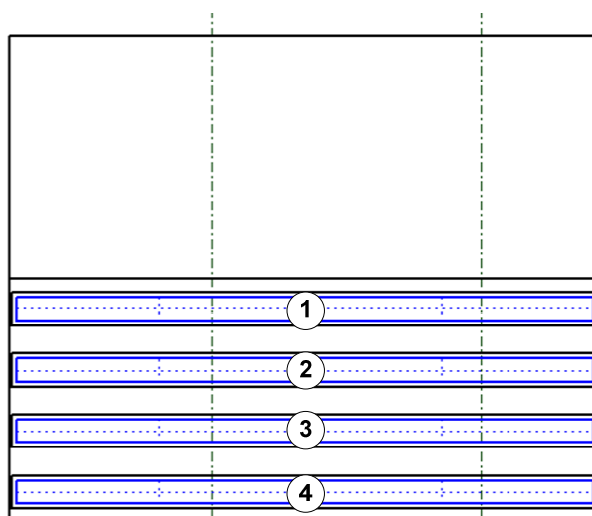


Slika 20: Tloris postavitve sončnih modulov OŠ Toneta Čufarja (stari del)

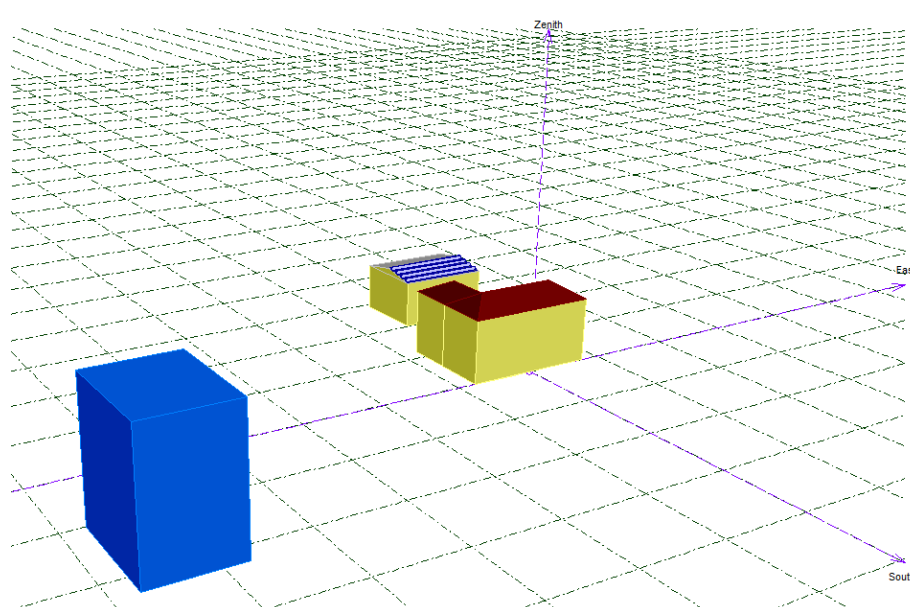


Slika 21: 3D pogled postavitve sončnih modulov OŠ Toneta Čufarja (stari del)

Polje sončnih modulov (novi del šole)	
Naklon modulov: $\approx 30^\circ$	
Razmik med vrstami: 2,3 m	
vrsta 1	21,4 x 1 m
vrsta 2	21,4 x 1 m
vrsta 3	21,4 x 1 m
vrsta 4	21,4 x 1 m
skupna površina polja sončnih modulov	85,6 m²



Slika 22: Tloris postavitve sončnih modulov OŠ Toneta Čufarja (novi del)



Slika 23: 3D pogled postavitve sončnih modulov OŠ Toneta Čufarja (novi del)

5.3.2 Karakteristike sončne elektrarne

Pri izračunih se je uporabljala naslednja oprema:

- Sončne celice:
 - polikristalni silicij
 - moč 225 Wp
 - dimenzije cca 1,7 x 1 m
- razsmerniki ustreznih moči.

5.3.2.1 Moč sončne elektrarne

Na podlagi analize senčenja in določitve površine polja sončnih modulov smo določili moč sončne elektrarne za dve ločeni lokaciji (stari del in novi del).

Zaradi relativno dolge razdalje med posameznimi lokacijami je smiselno izvesti dve ločeni elektrarni.

Stari del šole			
Uporabna površina polja sončnih modulov	Inštalirana moč sončne elektrarne	Površina polja sončnih modulov	Moč razsmernikov
156 m ²	20,3 kWp ⁷	148 m ²	20 kW
Polje sončnih modulov			
Tip modulov:	polikristalni silicij		
Število modulov:	90		
Število nizov	6 nizov po 15 modulov		
Nazivna moč modula	225 Wp		
Inštalirana moč modulov	20,3 kWp		
Površina modulov	148 m ²		
Razsmerniki			
Tip razsmernika	Omrežni, enofazni		
Število razsmernikov	3		
Napetostno območje	335 – 560 V		
Nazivna moč razsmernika	7 kW		
Skupna moč razsmernikov	20 kW		

⁷ Moč se je določila na podlagi izbranih komponent sistema.

Novi del šole			
Uporabna površina polja sončnih modulov	Inštalirana moč sončne elektrarne	Površina polja sončnih modulov	Moč razsmernikov
86 m ²	12 kWp ⁸	85 m ²	9,2 kW
Polje sončnih modulov			
Tip modulov:	polikristalni silicij		
Število modulov:	52		
Število nizov	4 nizov po 13 modulov		
Nazivna moč modula	225 Wp		
Inštalirana moč modulov	12 kWp		
Površina modulov	85 m ²		
Razsmerniki			
Tip razsmernika	Omrežni, enofazni		
Število razsmernikov	2		
Napetostno območje	246 – 480 V		
Nazivna moč razsmernika	4,6 kW		
Skupna moč razsmernikov	9,2 kW		

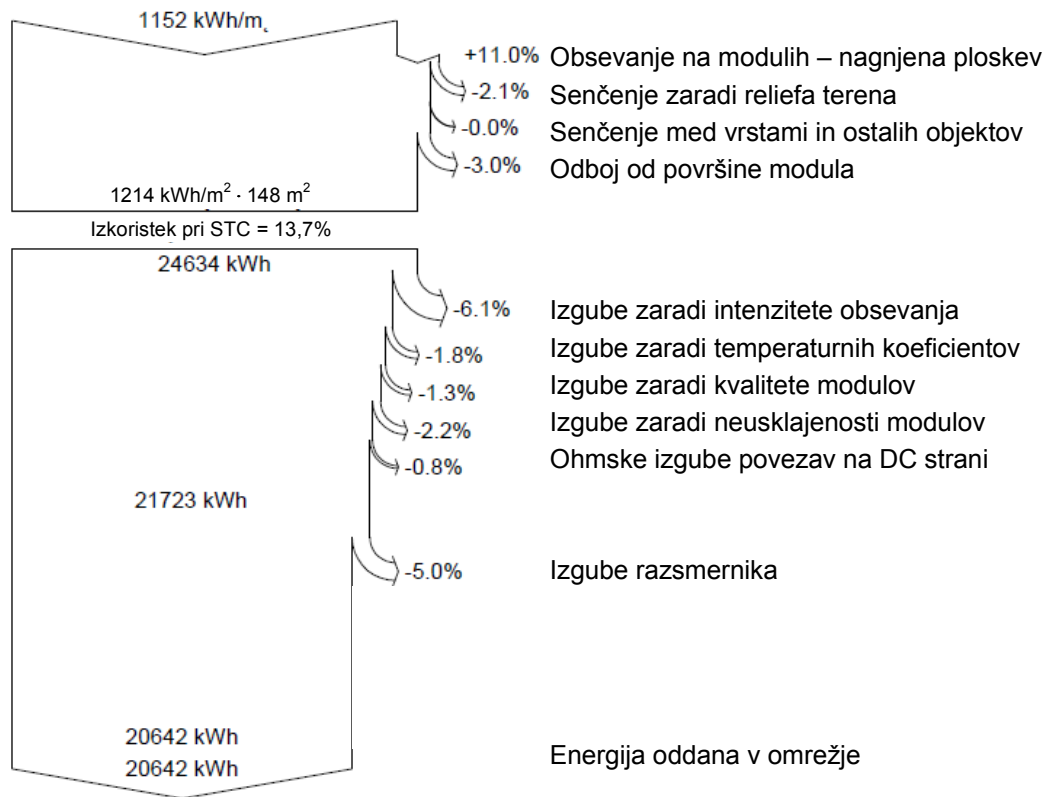
5.3.3 Možnost priklopa na NN omrežje

Po informativnih izračunih je na vseh lokacijah možno postaviti sončne elektrarne predvidenih moči in jih priključiti na NN omrežje pod pogoji, ki jih določa Elektro Maribor..

⁸ Moč se je določila na podlagi izbranih komponent sistema.

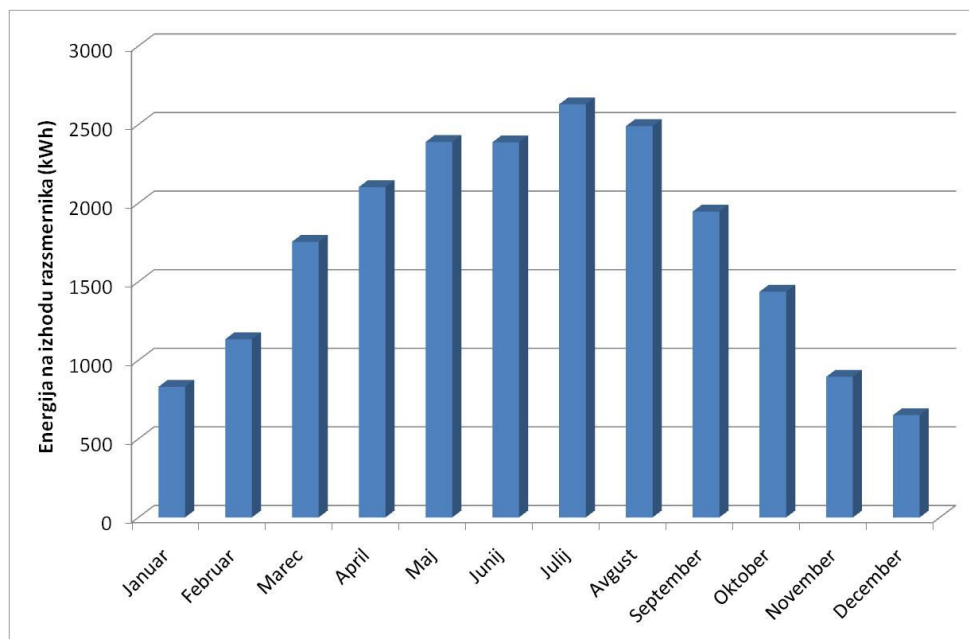
5.3.4 Proizvodnja sončne elektrarne

5.3.4.1 Proizvodnja sončne elektrarne »stari del« šole



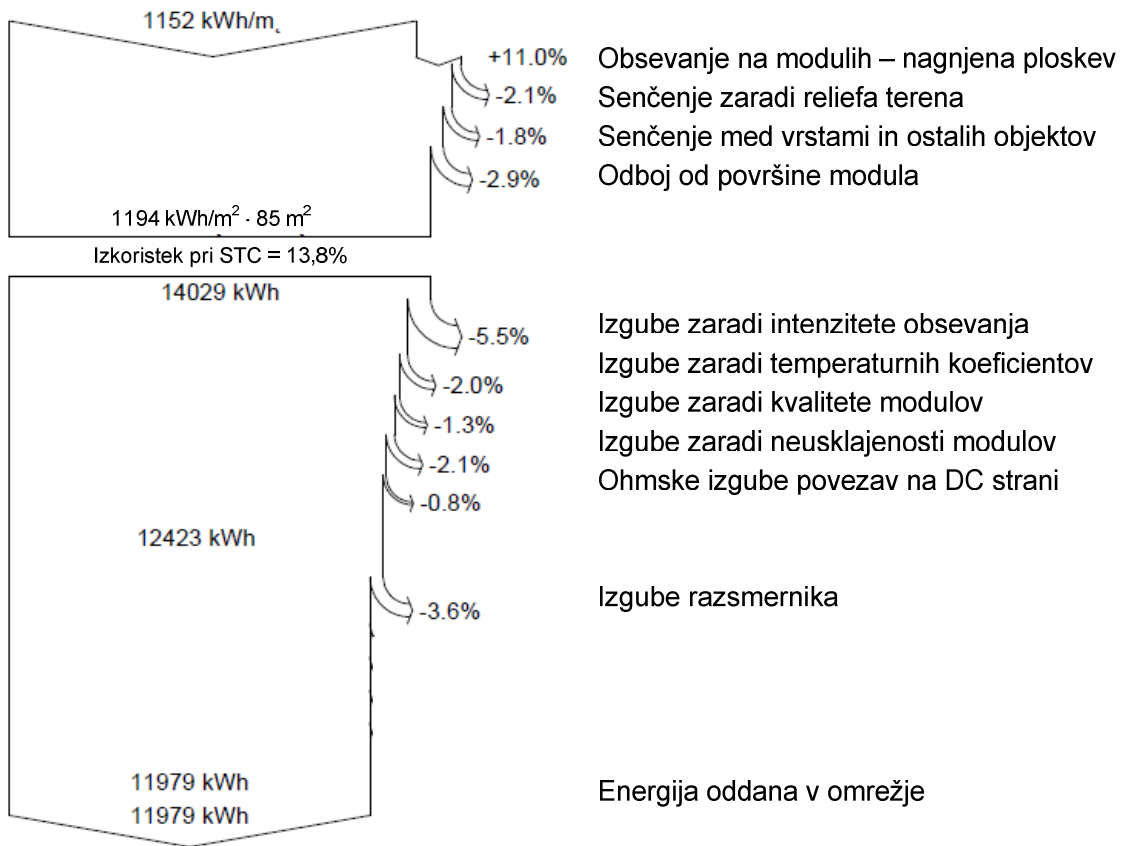
Slika 24: Diagram izgub sončne elektrarne "stari del" OŠ Toneta Čufarja

Energija na izhodu razsmernika (oddaj v omrežje) na letnem nivoju je **20.642 kWh**.

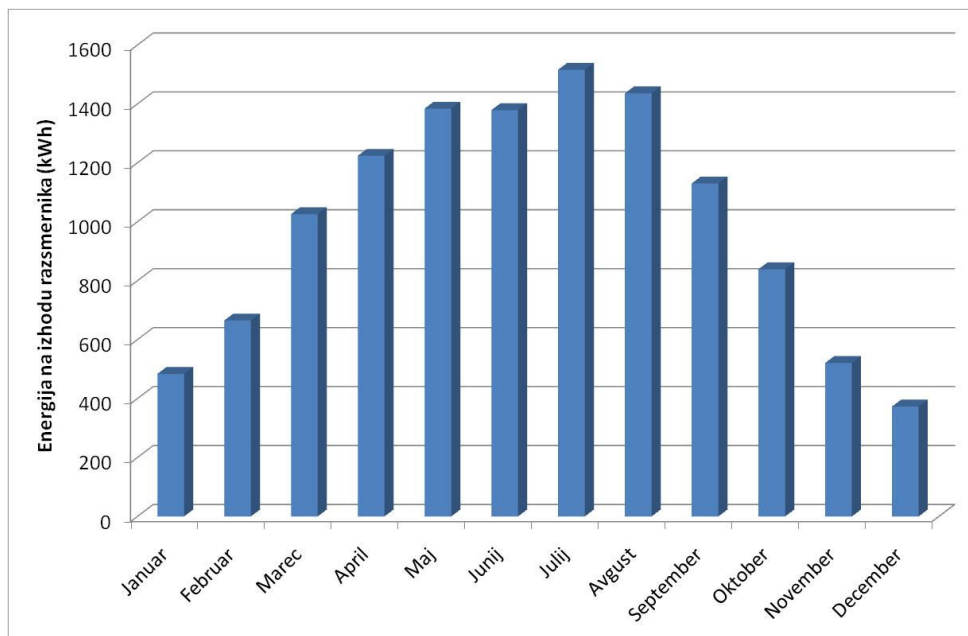


Graf 54: Proizvedena energija na izhodu razsmernikov "SE stari del" OŠ Toneta Čufarja

5.3.4.2 Proizvodnja sončne elektrarne »novi del« šole



Slika 25: Diagram izgub sončne elektrarne "novi del" OŠ Toneta Čufarja



Graf 55: Proizvedena energija na izhodu razsmernikov "SE novi del" OŠ Toneta Čufarja

5.3.5 Stroški investicije sončne elektrarne

Investicija v izdelavo sončne elektrarne se je določila na podlagi količin izbrane opreme in tehnične rešitve.

Posamezne faze izdelave so opisane v poglavju 5.2.5.1.

5.3.5.1 Ocena investicije

Stari del šole

SE TČ1 20,3 kWp		Višina investicije brez DDV (€)	Višina investicije z DDV (€)
1	Polje sončnih modulov	46.690,00	56.028,00
2	Konstrukcija	4.060,00	4.872,00
3	Povezave in zaščite do razsmernika	1.827,00	2.192,40
4	Razsmerniki	7.105,00	8.526,00
5	Priključek na NN omrežje	1.684,90	2.021,88
6	Meritve	2.030,00	2.436,00
7	Osveščevalno izobraževalni informacijski sistem	3.000,00	3.600,00
8	Projektna dokumentacija	1.000,00	1.200,00
9	Delo	4.872,00	5.846,40
SKUPAJ		72.268,90	86.722,68
Cena €/Wp		3,56	4,27

Novi del šole

SE TČ2 12 kWp		Višina investicije brez DDV (€)	Višina investicije z DDV (€)
1	Polje sončnih modulov	27.600,00	33.120,00
2	Konstrukcija	2.400,00	2.880,00
3	Povezave in zaščite do razsmernika	1.080,00	1.296,00
4	Razsmerniki	4.800,00	5.760,00
5	Priključek na NN omrežje	996,00	1.195,20
6	Meritve	1.200,00	1.440,00
7	Osveščevalno izobraževalni informacijski sistem	3.000,00	3.600,00
8	Projektna dokumentacija	1.000,00	1.200,00
9	Delo	2.880,00	3.456,00
SKUPAJ		44.956,00	53.947,20
Cena €/Wp		3,75	4,50

5.3.6 Finančna analiza investicije

5.3.6.1 MODEL 1: Finančna analiza – Zagotovljeni odkup električne energije

Izbrali smo 3 različne vrste financiranja in sicer:

- **MODEL 1.1:** Financiranje z lastnim kapitalom.⁹
- **MODEL 1.2:** Financiranje z lastnim kapitalom in kreditom (Uporabili smo razmerje 20% lastni kapital in 80% kredit. Takšna razmerja se pretežno uporabljajo pri financiranju tovrstnih projektov.).⁹
- **MODEL 1.3:** Tuji kapital (Predvideli smo možnost oddaje strehe v najem. Dobiček najemodajalca je odstotek od energijskega oz. finančnega izplena).¹⁰

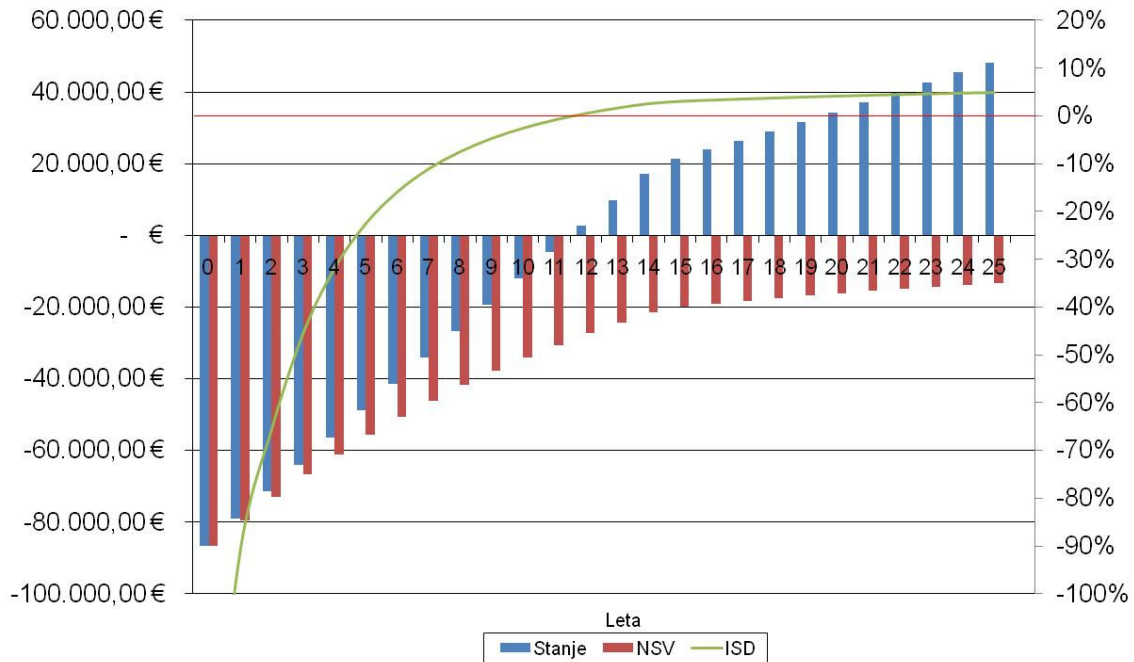
Pri vseh simulacijah je poleg dinamičnih kazalcev, izračunana povračilna doba investicije, kot statični kazalec. V stroških investicije so upoštevni tudi stroški kredita (v primeru kredita) in deljeni s povprečnim letnim donosom. V izračunu niso upoštevani ostali stroški. Kazalec je namenjen zgolj orientacijski primerjavi med posameznimi modeli.

5.3.6.1.1 MODEL 1.1 - Lastno financiranje

Sončne elektrarna TČ 1	
Moč elektrarne v kWp	20,3
Proizvedena energija kWh/leto	20.642
Cena investicije	86.722,68 €
Lastno financiranje	100%
Odkupna cena električne energije	
	0,38638 €
Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%

⁹ Pri financiranju z lastnim kapitalom smo upoštevali bruto vrednost investicije (z DDV), ker ni znano v koliki meri si bo investitor obračunaval DDV.

¹⁰ Upoštevana je neto vrednost investicije (brez DDV).



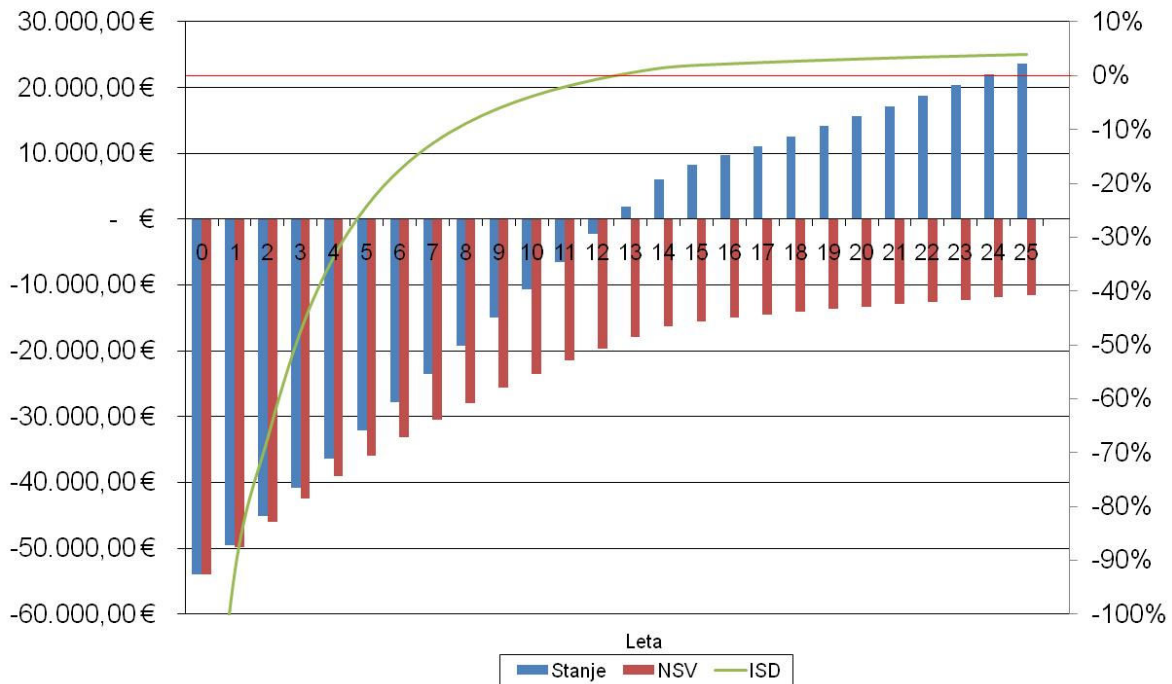
Graf 56: Finančna analiza OŠ TČ1 - Model 1.1

NSV – neto sedanja vrednost

ISD – interna stopnja donosnosti

Povračilna doba	11,1 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
-20.013,98 €	3%	-13.216,05 €	5%

Sončne elektrarna TČ 2	
Moč elektrarne v kWp	12
Proizvedena energija kWh/leto	11.979
Cena investicije	53.947,20 €
Lastno financiranje	100%
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%



Graf 57: Finančna analiza OŠ TČ1 - Model 1.1

NSV – neto sedanja vrednost
ISD – interna stopnja donosnosti

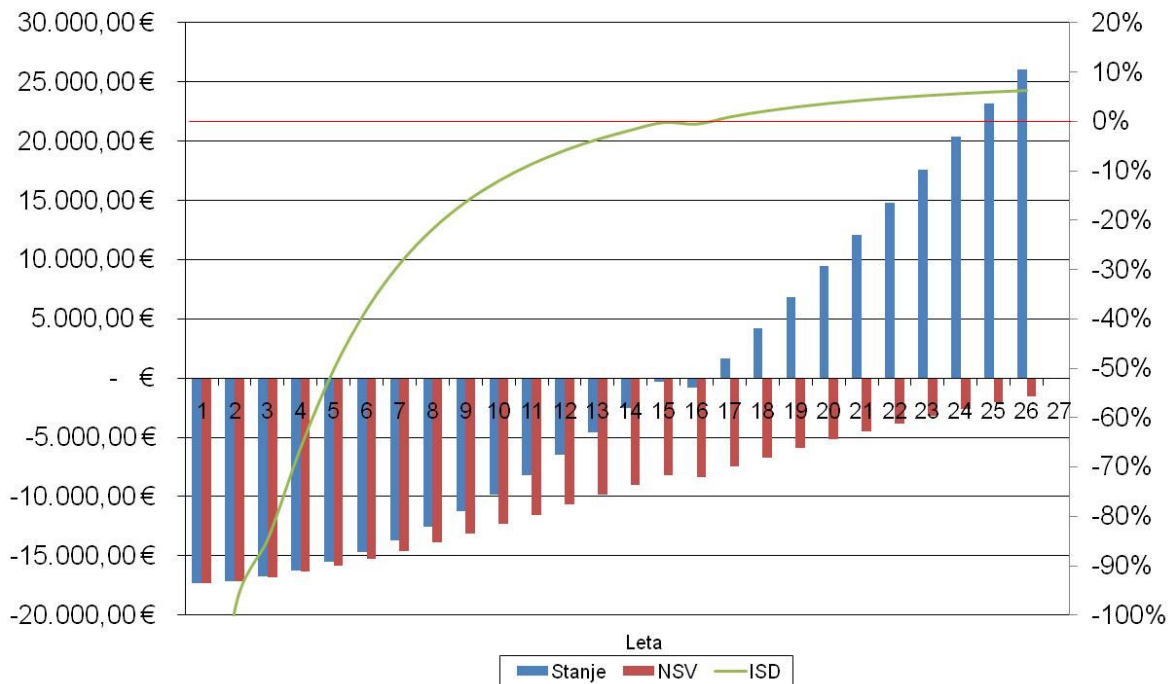
Povračilna doba	11,9 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
-15.485,69 €	2%	-11.599,70 €	4%

5.3.6.1.2 MODEL 1.2 - Lastno financiranje s pomočjo kredita

Sončne elektrarna TČ 1	
Moč elektrarne v kWp	20,3
Proizvedena energija kWh/leto	20.642
Cena investicije	86.722,68 €
Lastno financiranje	20%
	- 17.344,54 €
Kredit	69.378,14 €
Obdobje kredita	15
Razdolžnina	4.625,21 €
Obrestna mera	4%

Odkupna cena električne energije	0,38638 €
----------------------------------	-----------

Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%



Graf 58: Finančna analiza OŠ TČ1 - Model 1.2

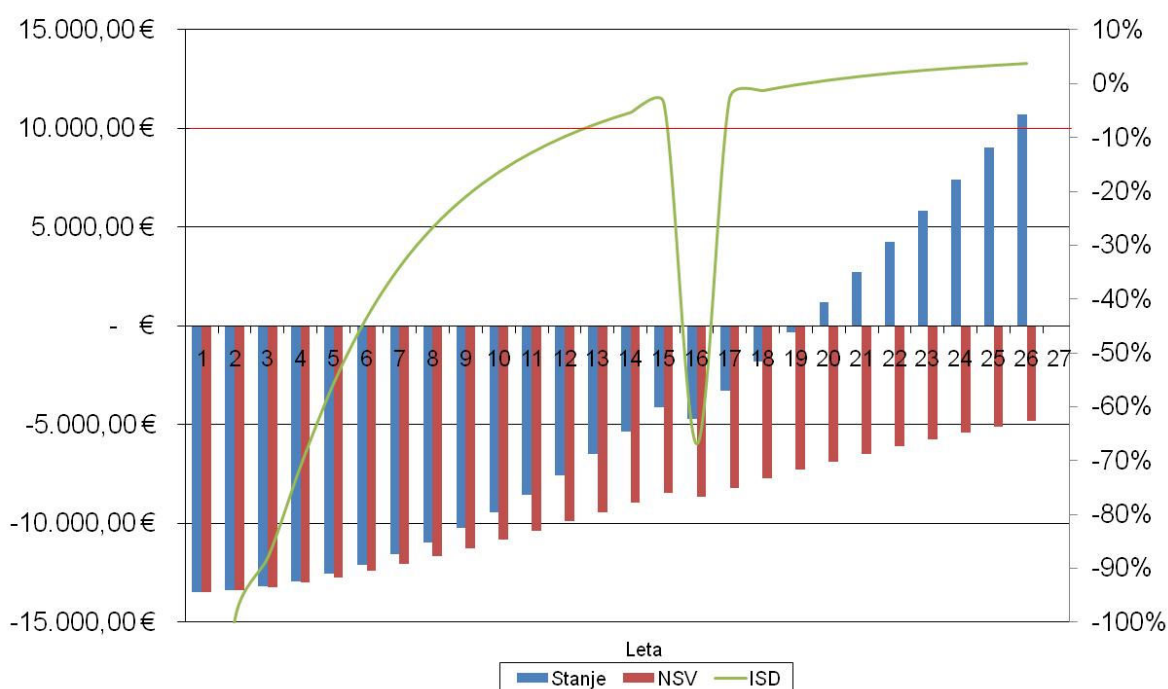
NSV – neto sedanja vrednost
ISD – interna stopnja donosnosti

Povračilna doba	13,95 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
-8.334,49 €	-1%	-1.536,56 €	6%

Sončne elektrarna TČ 2	
Moč elektrarne v kWp	12
Proizvedena energija kWh/leto	11.979
Cena investicije	53.947,20 €
Lastno financiranje	25%
	- 13.486,80 €
Kredit	40.460,40 €
Obdobje kredita	15
Razdolžnina	2.697,36 €
Obrestna mera	4%

Odkupna cena električne energije	0,38638 €
----------------------------------	-----------

Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%



Graf 59: Finančna analiza OŠ TČ2 - Model 1.2

NSV – neto sedanja vrednost
 ISD – interna stopnja donosnosti

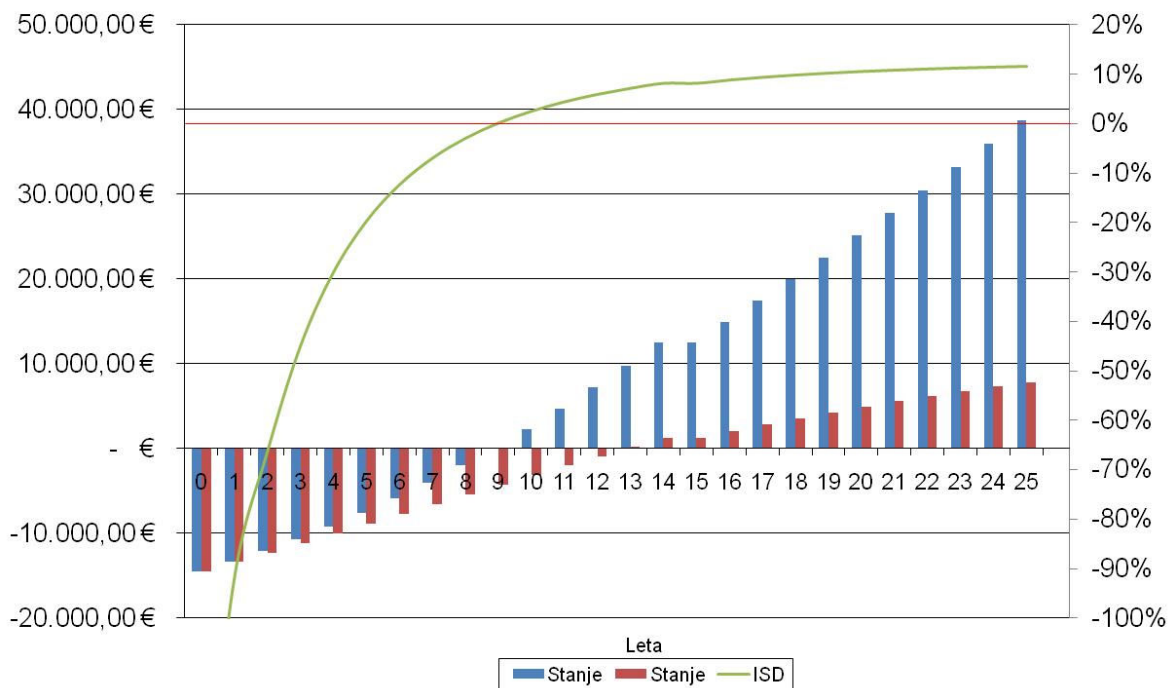
Povračilna doba	14,76 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
-8.674,37 €	-67%	-4.788,39 €	4%

5.3.6.1.3 MODEL 1.3 – Oddaja strehe v najem

Pri modelu 1.3 smo simulirali le optimalno varianto, ki kaže da se investitorju najbolj splača financiranje elektrarne s pomočjo kredita. Financiranje z lastnim kapitalom investitorja se ni pokazalo kot smiselno, saj je investicija (cena €/kWp) večja zaradi »majhnosti« elektrarne, kot pa v primeru ko se gradijo elektrarne večjih moči. Seveda pa so ti zaključki izključno na podlagi izdelane finančne analize.

Simulacije investicije za tujega investitorja načeloma niso potrebne, vendar so izdelane iz razloga, da smo lažje določili višino primerne najemnine strehe.

Sončne elektrarna TČ 1	
Moč elektrarne v kWp	20,3
Proizvedena energija kWh/leto	20.642
Cena investicije	72.268,90 €
Lastno financiranje	20%
	- 14.453,78 €
Kredit	57.815,12 €
Obdobje kredita	15
Razdolžnina	3.854,34 €
Obrestna mera	4%
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
Najemnina strehe	6 %
Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%



Graf 60: Finančna analiza OŠ TČ 1 - Model 1.3

NSV – neto sedanja vrednost
 ISD – interna stopnja donosnosti

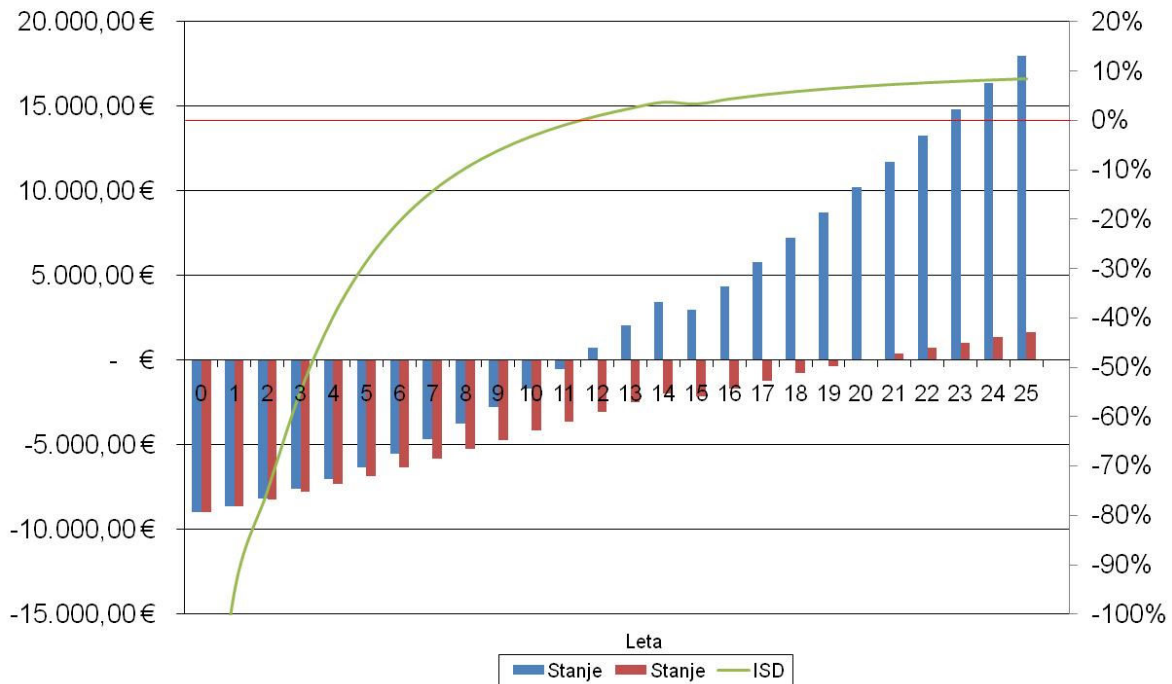
		Povprečna letna najemnina (1-15 let)	Povprečna letna najemnina (16-25 let)
Prejeta najemnina (25 let)	8.982,73 €	468,62 €	195,35 €
Povračilna doba	11,62 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
499,01 €	7%	7.039,82 €	11%

Sončne elektrarna TČ 2	
Moč elektrarne v kWp	12
Proizvedena energija kWh/leto	11.979
Cena investicije	44.956,00 €
Lastno financiranje	20%
	- 8.991,20 €
Kredit	35.964,80 €
Obdobje kredita	15
Razdolžnina	2.397,65 €
Obrestna mera	4%

Odkupna cena električne energije	0,38638 €
----------------------------------	-----------

Najemnina strehe	5 %
------------------	-----

Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%



Graf 61: Finančna analiza OŠ TČ 2 - Model 1.3

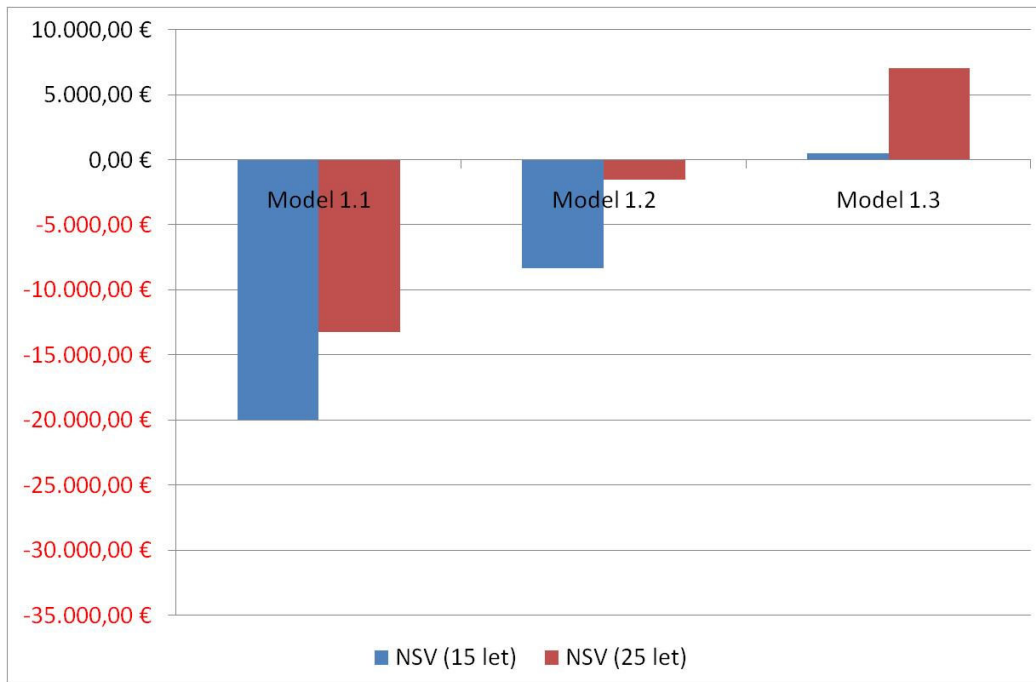
NSV – neto sedanja vrednost
ISD – interna stopnja donosnosti

		Povprečna letna najemnina (1-15 let)	Povprečna letna najemnina (16-25 let)
Prejeta najemnina (25 let)	4.344,06 €	226,62 €	94,47 €
Povračilna doba	12,46 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
-2.132,08 €	3%	1.662,18 €	9%

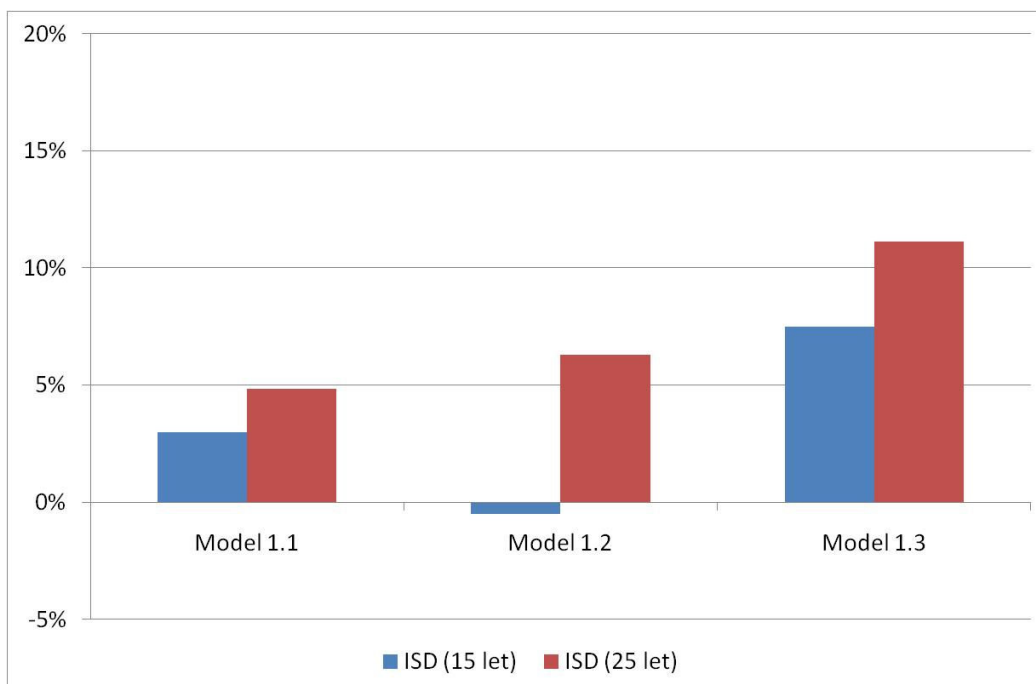
5.3.6.1.4 Primerjava modelov

Sončna elektrarna TČ 1

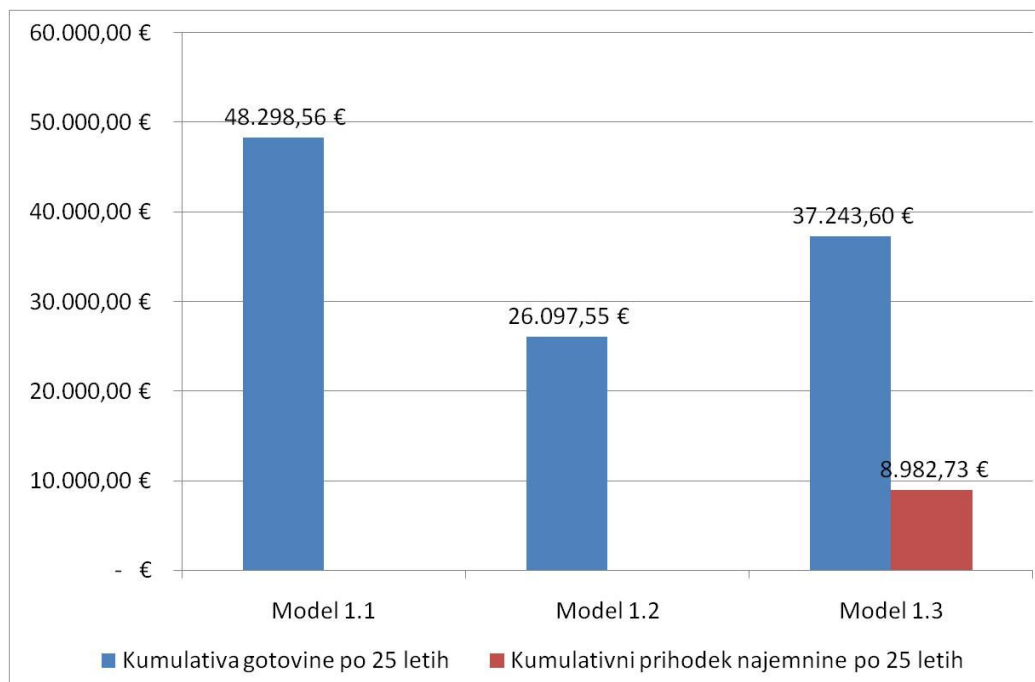
	NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)	Povračilna doba	Kumulativa gotovine po 25 letih	Kumulativni prihodek najemnine po 25 letih
Model 1.1	-20.013,98 €	3%	-13.216,05 €	5%	11,10	48.298,56 €	
Model 1.2	-8.334,49 €	-1%	-1.536,56 €	6%	13,95	26.097,55 €	
Model 1.3	499,01 €	7%	7.039,82 €	11%	11,62	37.243,60 €	8.982,73 €



Graf 62: Primerjava NSV OŠ TČ1 - Model 1



Graf 63: Primerjava ISD OŠ TČ1 - Model 1



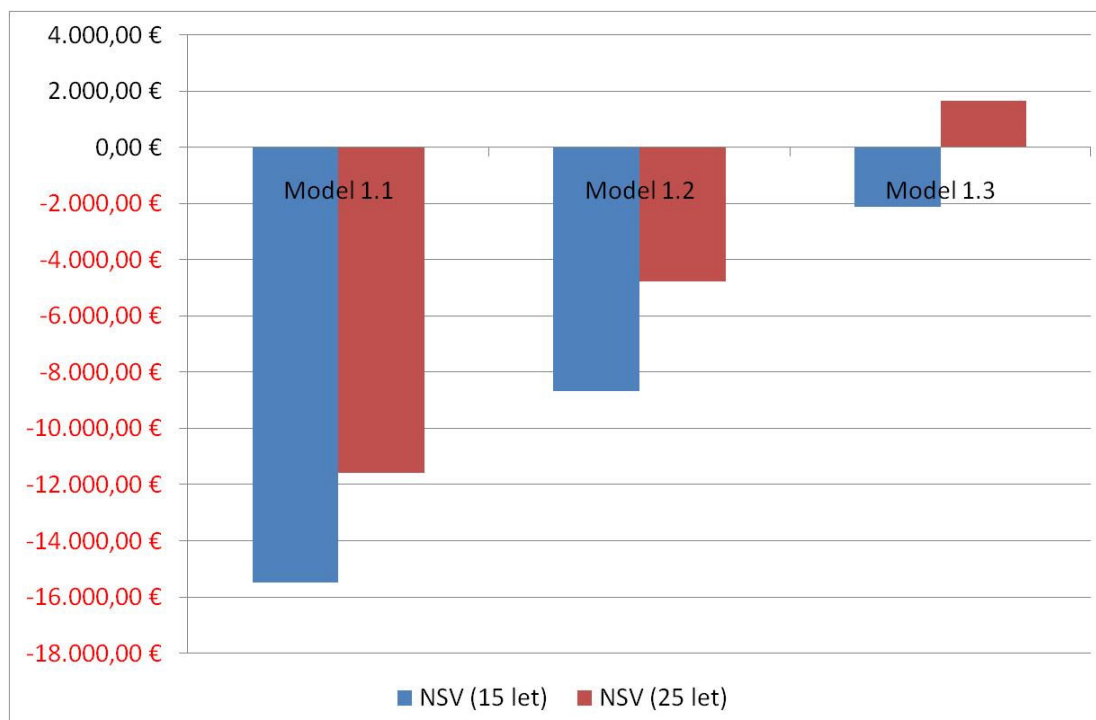
Graf 64: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ TČ1 - Model 1

Zaključki primerjave finančnih analiz so zelo podobni, kot v primeru analize za OŠ Franc Rozman Stane.

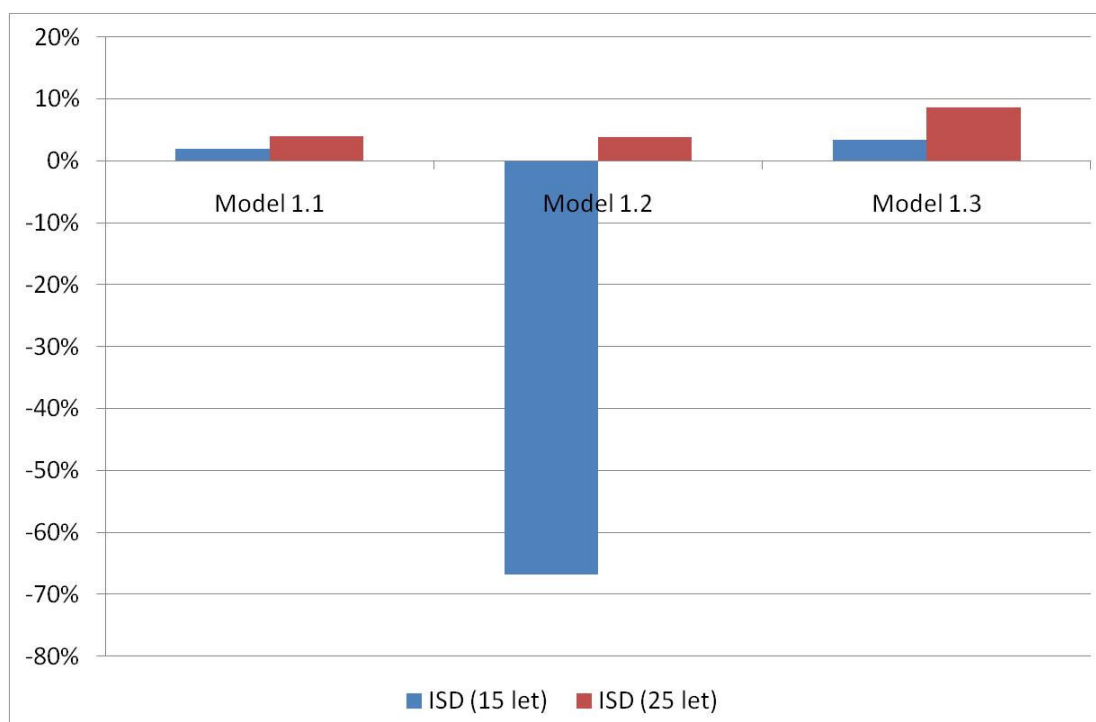
Med primerjavo posameznih modelov ugotavljamo, da je financiranje z lastnim kapitalom ne kaže ugodne slike glede neto sedanje vrednosti in interne stopnje donosnosti. Temu prispeva tudi dejstvo, da smo pri lastnem financiranju upoštevati tudi DDV, kar nam dodatno podraži investicijo. Model 1.3. obravnava analizo pri tujem kapitalu. Upoštevana je začetna neto investicija. Pri simulaciji smo poizkušali različne vrednosti oz. odstotke najemnine in prišli do zaključka, da bi bila sprejemljiva najemnina strehe okoli 6%. Ta stopnja je upoštevana za celotno obdobje (25 let).

Sončna elektrarna TČ 2

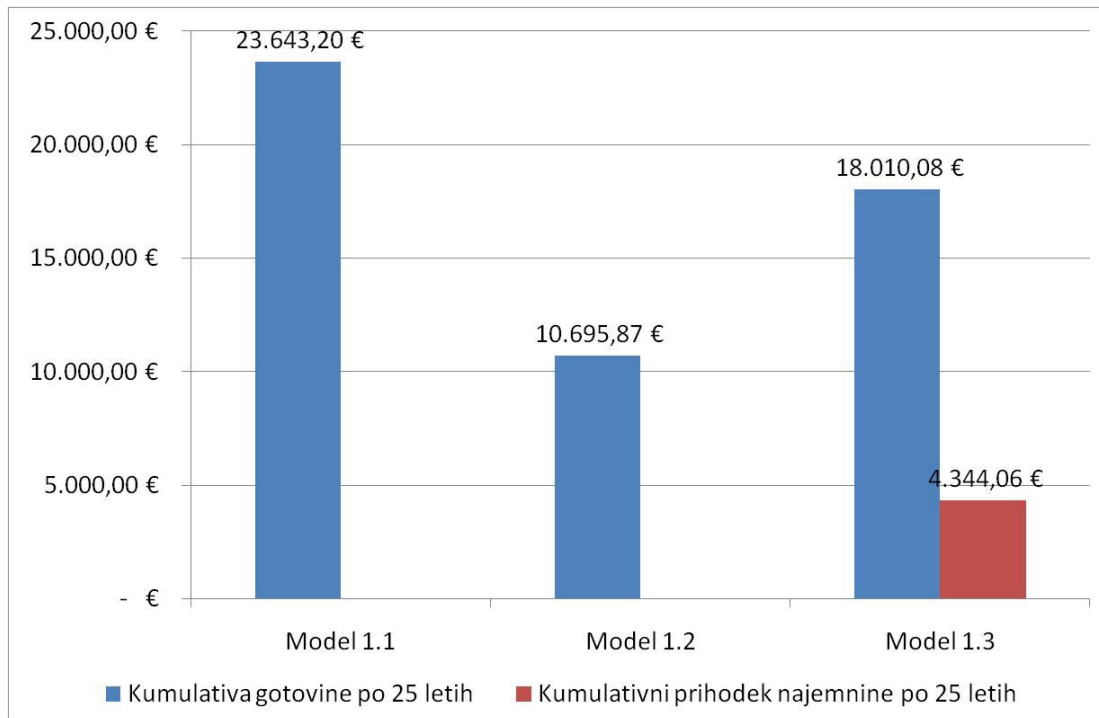
	NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)	Povračilna doba	Kumulativna gotovine po 25 letih	Kumulativni prihodek najemnine po 25 letih
Model 1.1	-15.485,69 €	2%	-11.599,70 €	4%	11,90	23.643,20 €	
Model 1.2	-8.674,37 €	-67%	-4.788,39 €	4%	14,76	10.695,87 €	
Model 1.3	-2.132,08 €	3%	1.662,18 €	9%	12,46	18.010,08 €	4.344,06 €



Graf 65: Primerjava NSV OŠ TČ2 - Model 1



Graf 66: Primerjava ISD OŠ TČ2 - Model 1



Graf 67: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ TČ2 - Model 1

Zaključki za elektrarno manjše moči so enaki, kot pri prejšnji elektrarni le da je sprejemljiva najemnina strehe (v modelu 1.3) okoli 5 %. Ta stopnja je upoštevana za celotno obdobje (25 let).

Pri obeh sončnih elektrarnah TČ1 in TČ2 je vprašljiva smiselnost oddaje strehe v najem, zaradi relativno majhnih prihodkov.

5.3.6.2 MODEL 2: Finančna analiza – Obratovalna podpora

Pri analizi smo upoštevali da s sončno elektrarno proizvajamo električno energijo za lastne potrebe. Upoštevali smo dejansko rabo električne energije v posamezni stavbi na mesečnem nivoju ter proizvodnjo elektrarne na mesečnem nivoju. Pri vseh stavbah je bilo ugotovljeno, da proizvodnja v letnem času presega porabo, zato je bilo pri izračunu upoštevano da se del energije proda na trgu. Prav tako je kot prihodek upoštevano zmanjšanje stroška za rabo električne energije.

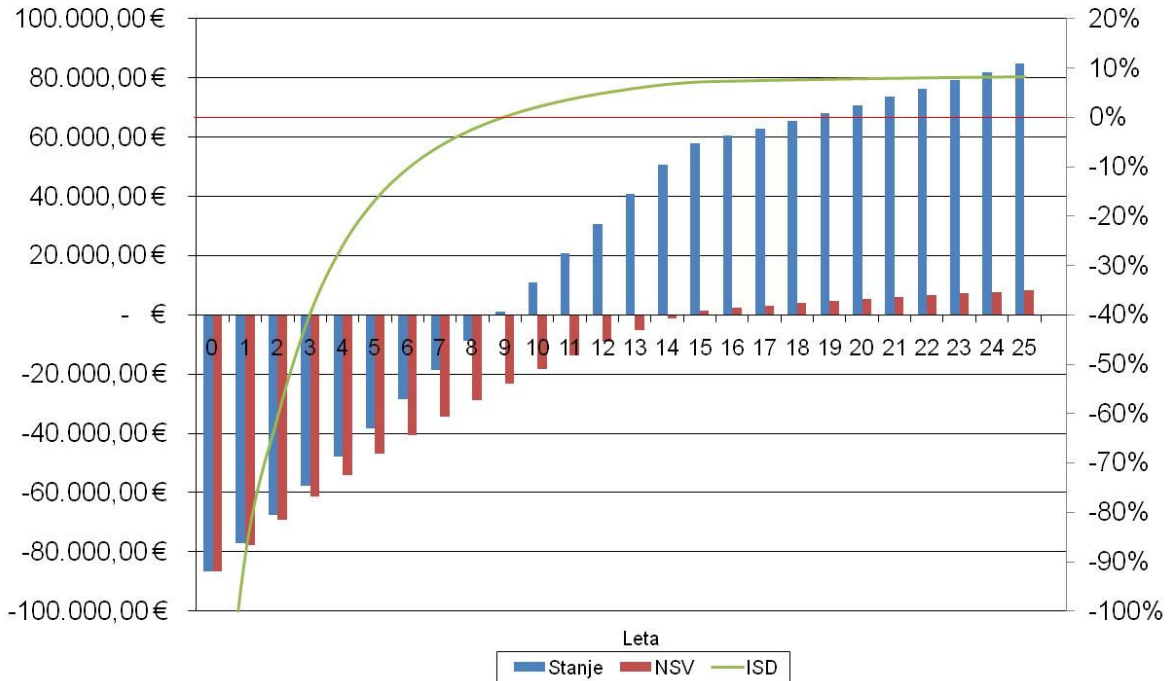
Izbrali smo 2 različni vrsti financiranja¹¹ in sicer:

- Financiranje z lastnim kapitalom.
- Financiranje z lastnim kapitalom in kreditom (Uporabili smo razmerje 20% lastni kapital in 80% kredit. Takšna razmerja se pretežno uporabljajo pri financiranju tovrstnih projektov.).

5.3.6.2.1 MODEL 2.1 - Lastno financiranje

SONČNA ELEKTRARNA TČ1	
Moč elektrarne v kWp	20,3
Proizvedena energija kWh/leto	20.642
Cena investicije	86.722,68 €
Lastno financiranje	100%
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
Cena električne energije z DDV	0,11131 €
Obratovalna podpora	0,33938 €
Trenutna cena omrežnine z DDV	0,03341 €
Trenutna cena trošarine z DDV	0,00060 €
Letna rast EE	2%
Letna rast dajatev	1%
Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%

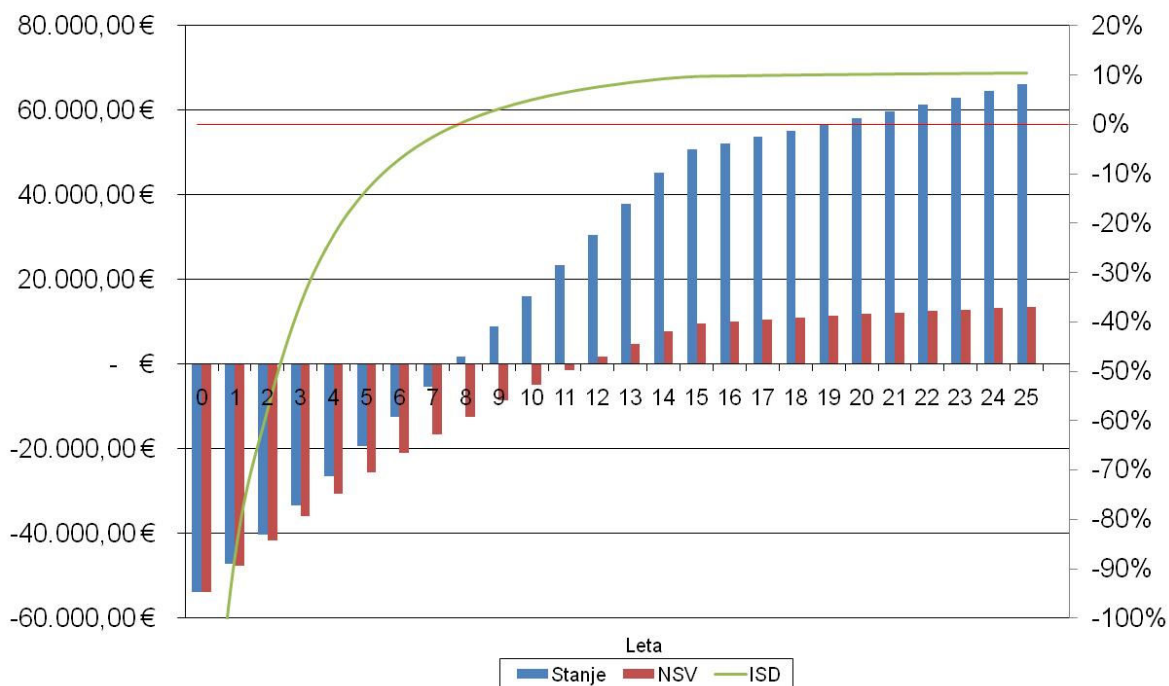
¹¹ Pri financiranju z lastnim kapitalom smo upoštevali bruto vrednost investicije (z DDV), ker ni znano v koliki meri si bo investitor obračunal DDV.



Graf 68: Finančna analiza OŠ TČ1 - Model 2.1

Povračilna doba	8,46 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
1.497,85 €	7%	8.295,77 €	8%

SONČNA ELEKTRARNA TČ2	
Moč elektrarne v kWp	12
Proizvedena energija kWh/leto	11.979
Cena investicije	53.947,20 €
Lastno financiranje	100%
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
Cena električne energije z DDV	0,11131 €
Obratovalna podpora	0,33938 €
Trenutna cena omrežnine z DDV	0,03341 €
Trenutna cena trošarine z DDV	0,00060 €
Letna rast EE	2%
Letna rast dajatev	1%
Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%



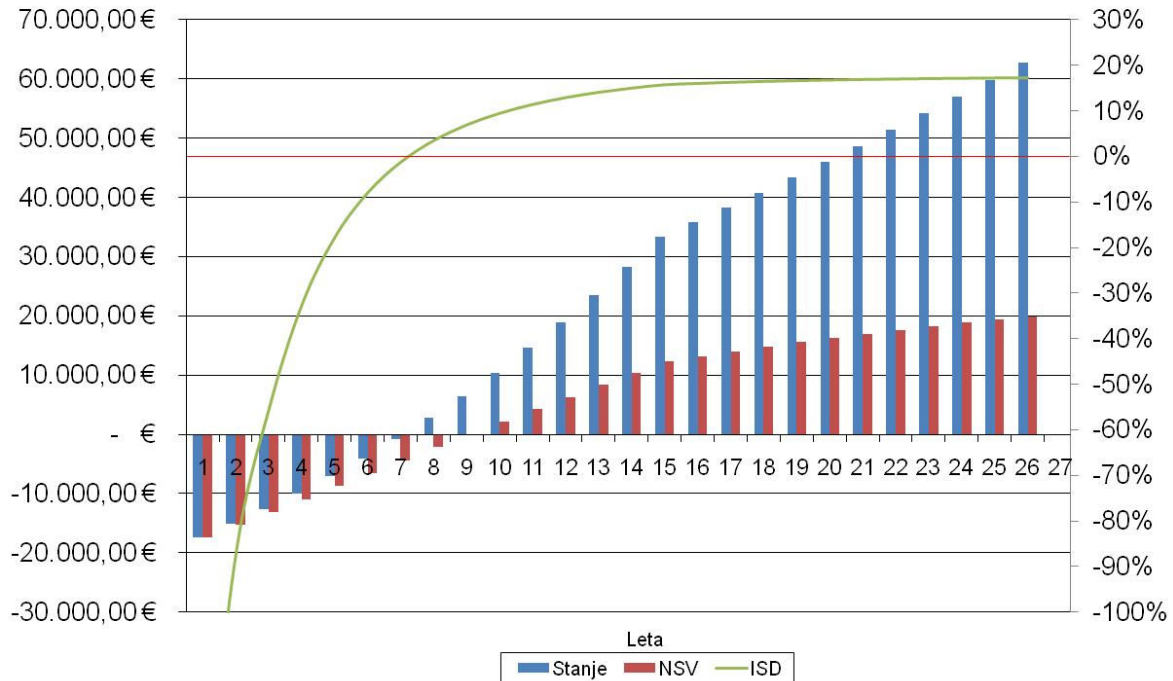
Graf 69: Finančna analiza OŠ TČ2 - Model 2.1

Povračilna doba	7,32 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
9.671,03 €	10%	13.557,02 €	10%

5.3.6.2.2 MODEL 2.2 - Lastno financiranje s pomočjo kredita

SONČNA ELEKTRARNA TČ1	
Moč elektrarne v kWp	20,3
Proizvedena energija kWh/leto	20.642
Cena investicije	86.722,68 €
Lastno financiranje	20%
	- 17.344,54 €
Kredit	69.378,14 €
Obdobje kredita	15
Razdolžnina	4.625,21 €
Obrestna mera	4%
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
Cena električne energije z DDV	0,11131 €
Obratovalna podpora	0,33938 €
Trenutna cena omrežnine z DDV	0,03341 €
Trenutna cena trošarine z DDV	0,00060 €
Letna rast EE	2%
Letna rast dajatev	1%
Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%

Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%

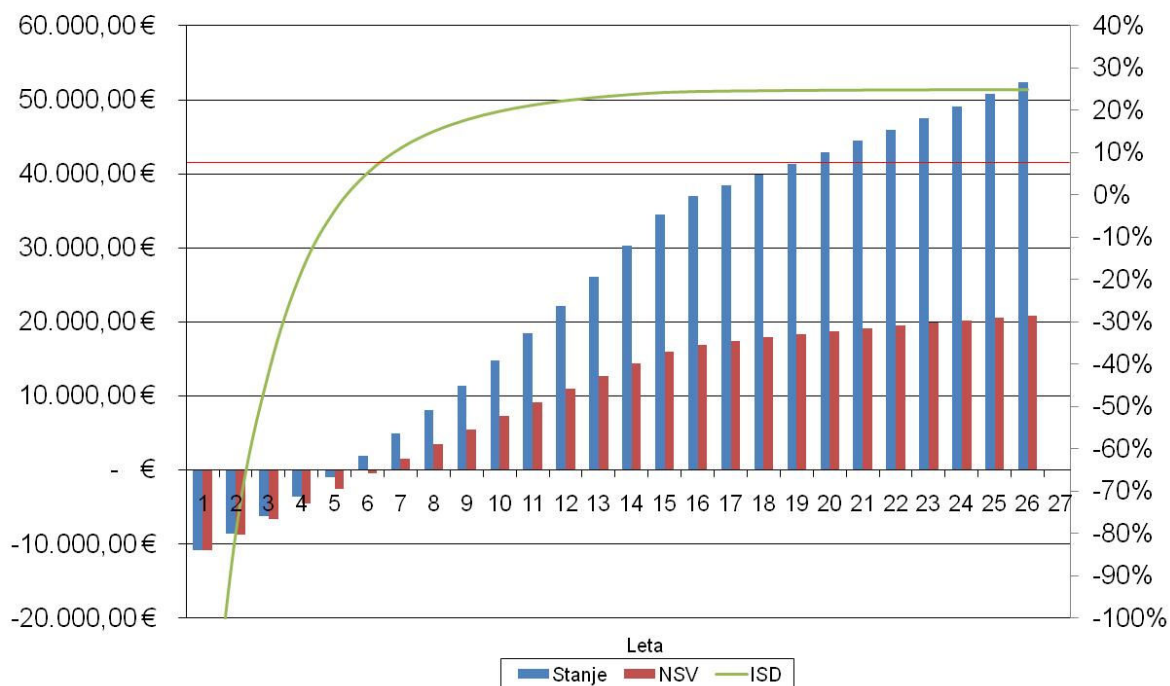


Graf 70: Finančna analiza OŠ TČ1 - Model 2.2

Prelomno leto	10,63 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
13.177,33 €	16%	19.975,26 €	17%

SONČNA ELEKTRARNA TČ2	
Moč elektrarne v kWp	12
Proizvedena energija kWh/leto	11.979
Cena investicije	53.947,20 €
Lastno financiranje	20%
	- 10.789,44 €
Kredit	43.157,76 €
Obdobje kredita	15
Razdolžnina	2.877,18 €
Obrestna mera	4%
Odkupna cena električne energije	0,38638 €
Cena električne energije z DDV	0,11131 €
Obratovalna podpora	0,33938 €
Trenutna cena omrežnine z DDV	0,03341 €
Trenutna cena trošarine z DDV	0,00060 €
Letna rast EE	2%
Letna rast dajatev	1%

Letni padec proizvodnje	0,30%
Letni stroški	0,20%
Letna rast stroškov	2,50%
Stroški zavarovanja	0,20%
Diskontna stopnja	7%



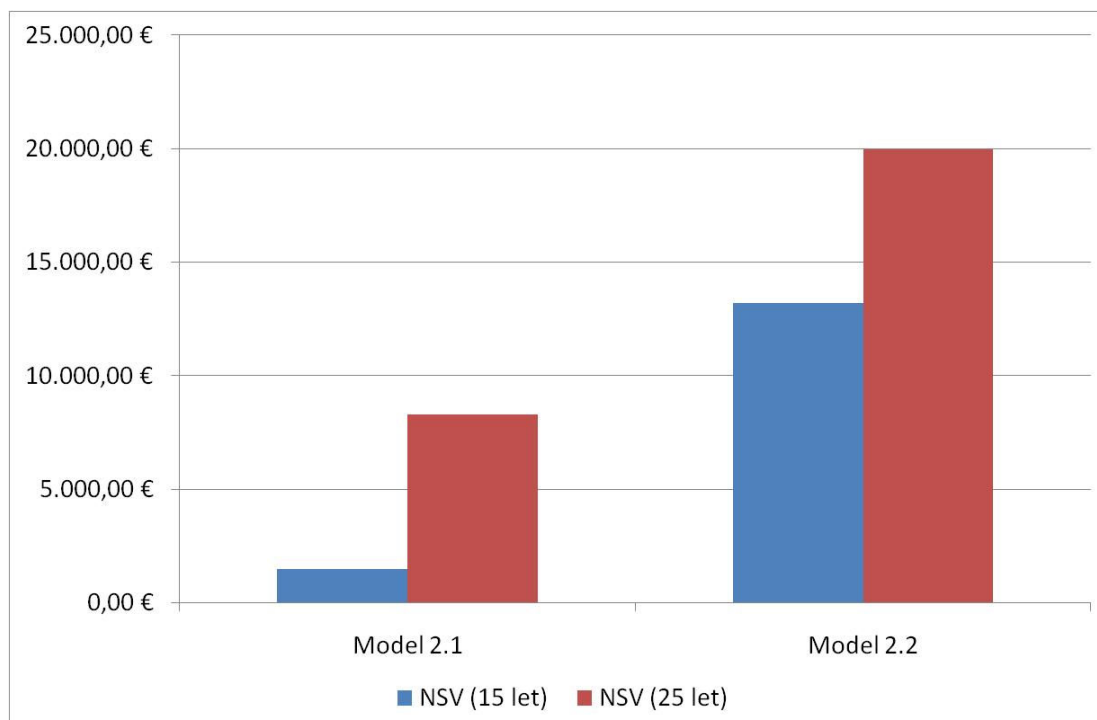
Graf 71: Finančna analiza OŠ TČ2 - Model 2.2

Prelomno leto	9,19 let		
NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)
16.936,44 €	25%	20.822,43 €	25%

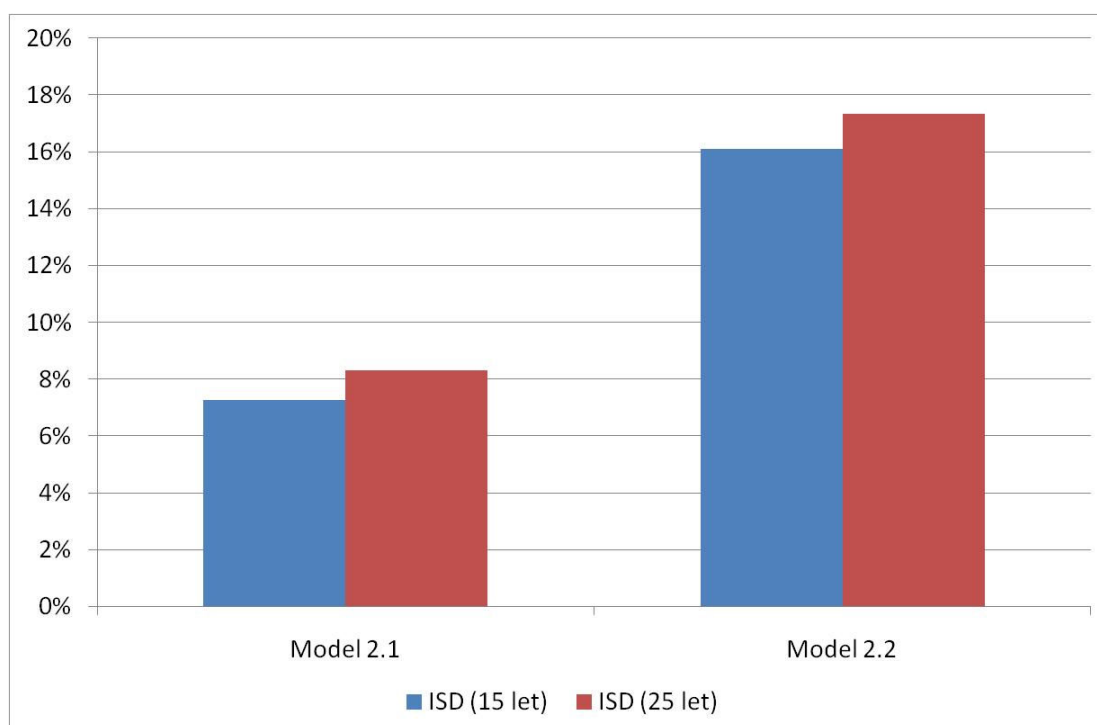
5.3.6.2.3 Primerjava modelov

Sončna elektrarna TČ1

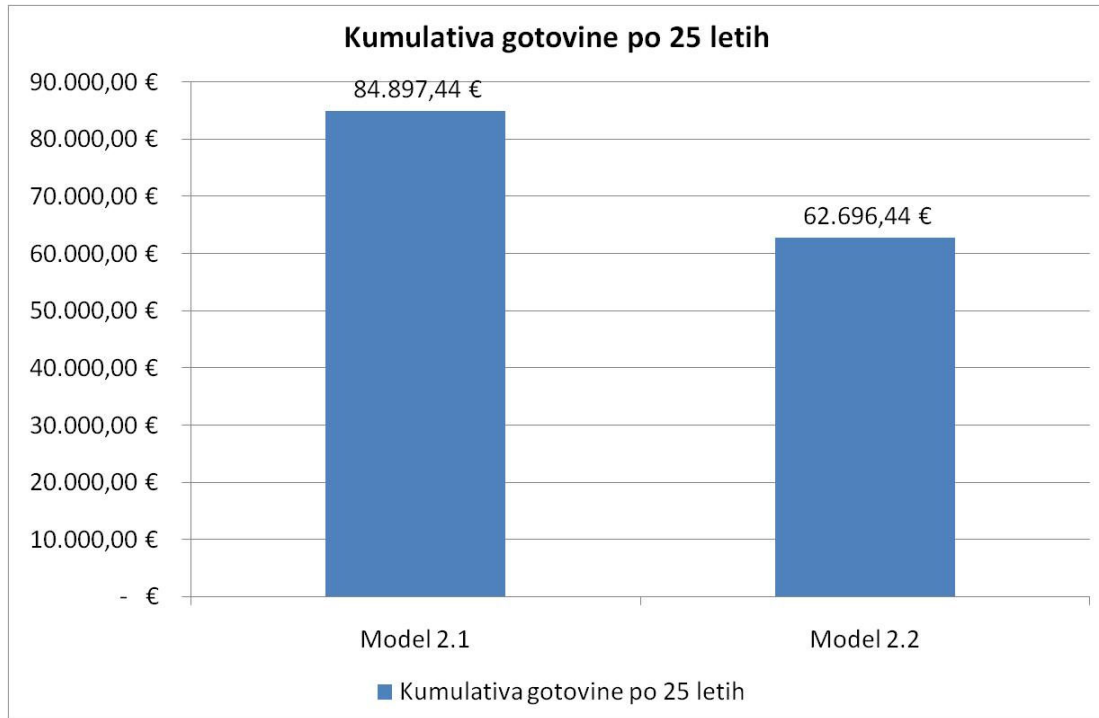
	NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)	Povračilna doba	Kumulativa gotovine po 25 letih
Model 2.1	1.497,85 €	7%	8.295,77 €	8%	8,46	84.897,44 €
Model 2.2	13.177,33 €	16%	19.975,26 €	17%	10,63	62.696,44 €



Graf 72: Primerjava NSV OŠ TČ1 - Model 2



Graf 73: Primerjava ISD OŠ TČ1 - Model 2

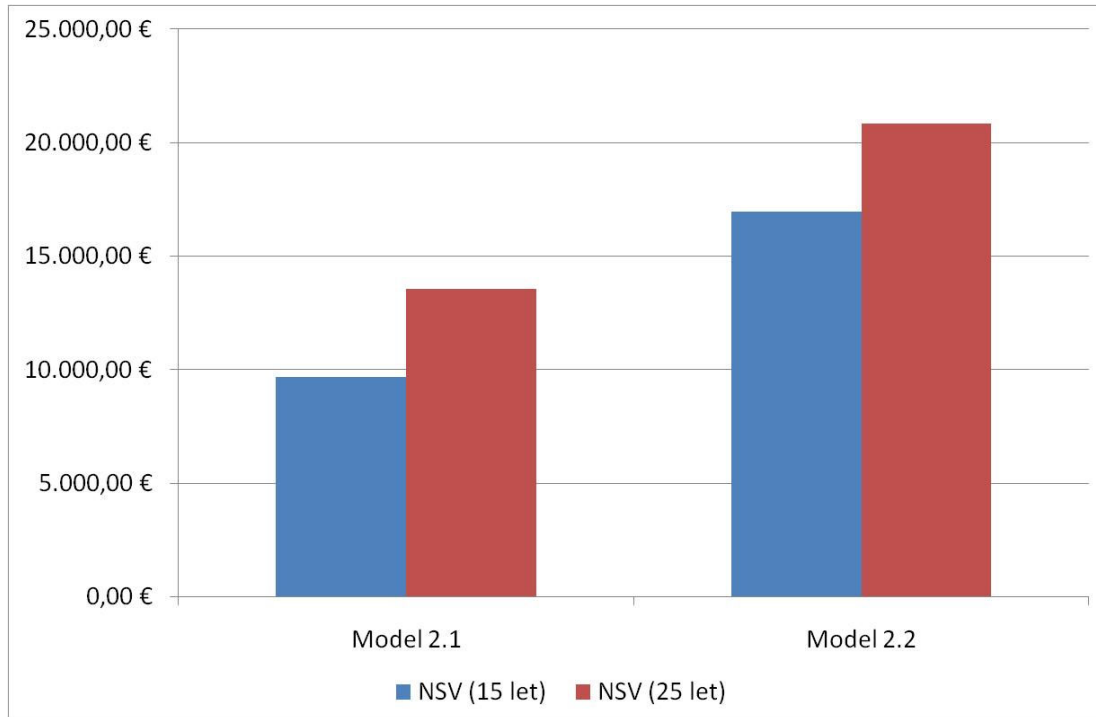


Graf 74: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ TČ1 - Model 2

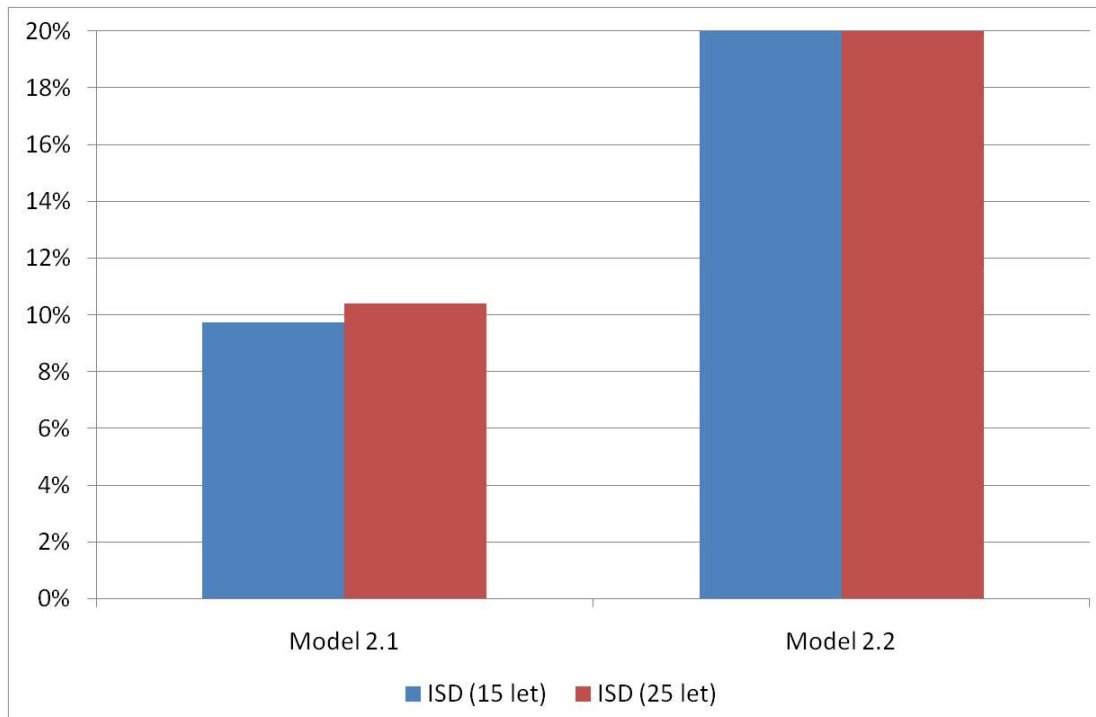
Analiza modela 2, kaže pozitivne dinamične kazalnike pri obeh modelih. Temu pripomore dejstvo, da so prihodki veliko večji, kot v modelu 1. Glede na kazalnike modela 2.1 in 2.2 bi lahko sklepali, da je finančno bolj ugoden model, ki je v večini financiran iz kredita.

Sončna elektrarna TČ2

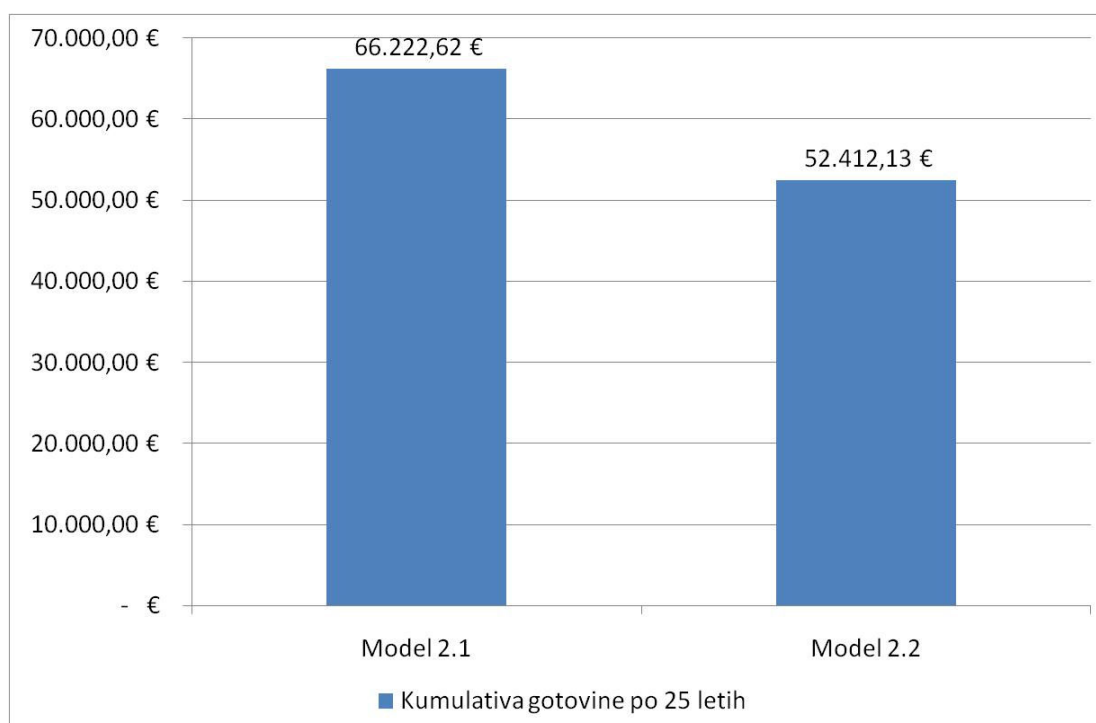
	NSV (15 let)	ISD (15 let)	NSV (25 let)	ISD (25 let)	Povračilna doba	Kumulativa gotovine po 25 letih
Model 2.1	9.671,03 €	10%	13.557,02 €	10%	7,32	66.222,62 €
Model 2.2	16.936,44 €	25%	20.822,43 €	25%	9,19	52.412,13 €



Graf 75: Primerjava NSV OŠ TČ2 - Model 2



Graf 76: Primerjava ISD OŠ TČ2 - Model 2



Graf 77: Primerjava kumulativnih prihodkov OŠ TČ2 - Model 2

Zaključki analize modela 2 so enaki, kot v prejšnjem primeru.

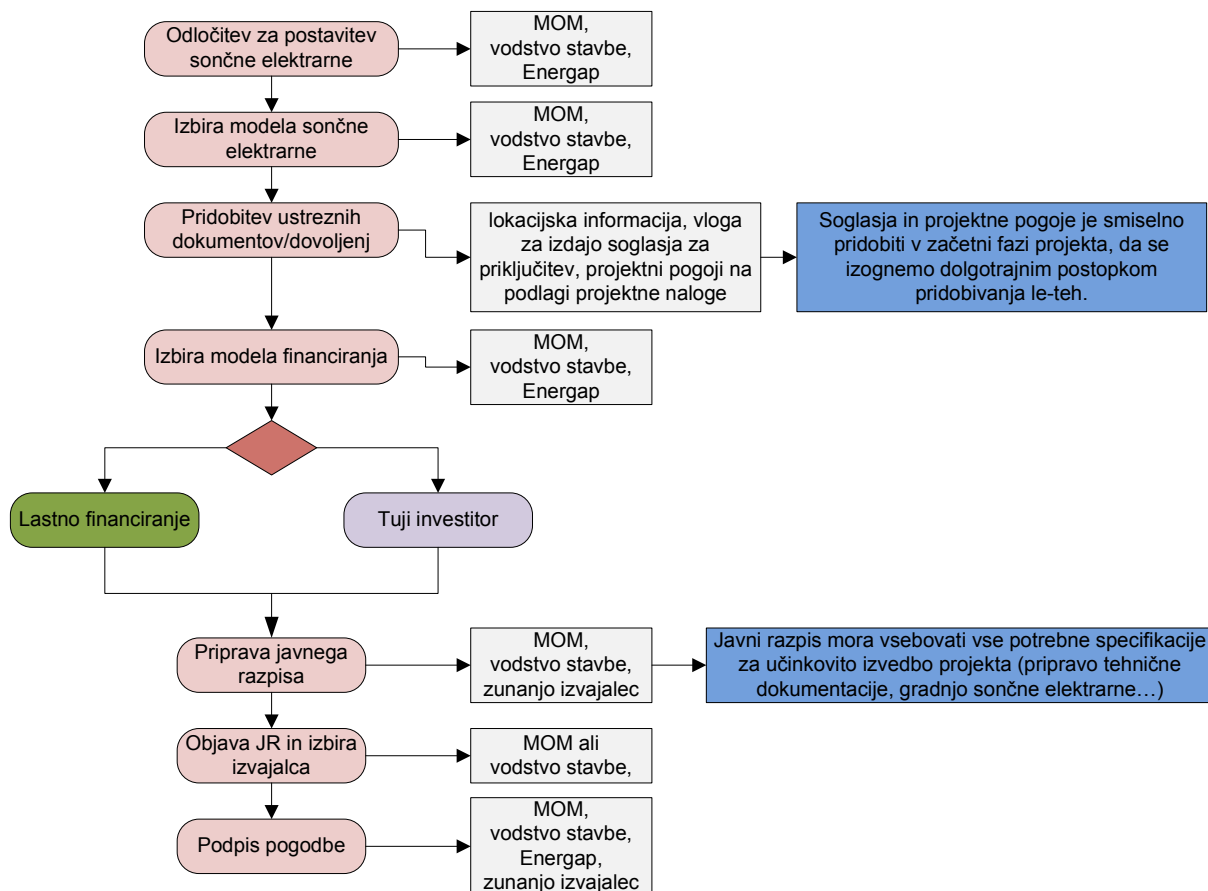
6 POSTOPEK POSTAVITVE SONČNE ELEKTRARNE

Za lažje razumevanje je opisan postopek postavitve sončne elektrarne po fazah.

1. FAZA: PRIPRAVA PROJEKTA »IZGRADNJA SONČNE ELEKTRARNE«

Priprava na izvedbo projekta postavitve sončne elektrarne je ključnega pomena, saj je v fazi priprave odvisna kvaliteta izvedbe projekta ter posledično dolgoročni pozitivni učinki sončne elektrarne.

V pripravo je smiselno vključiti tudi neodvisne strokovnjake iz tega področja.

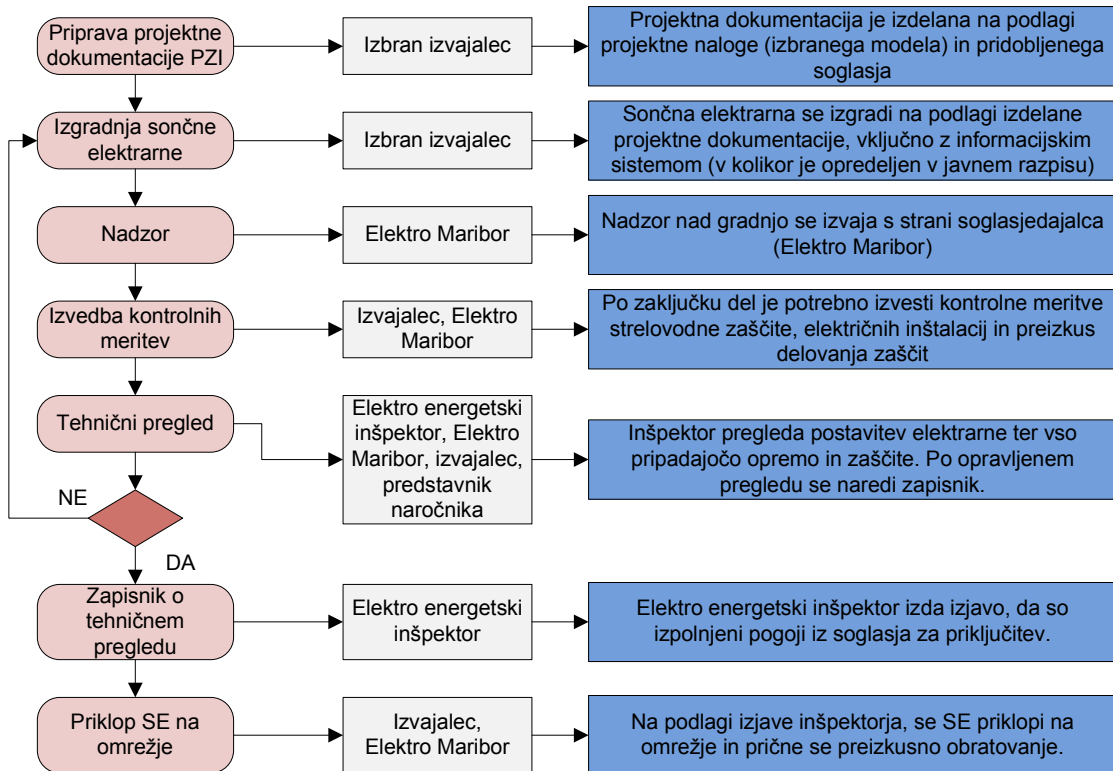


Opomba: Pri pripravi diagrama poteka smo upoštevali, da se bo investor odločil za investicijo na podlagi opravljene študije (vnaprej določene moči in rešitve sončne elektrarne). Seveda je pri pripravi javnega naročila potrebno upoštevati da so se cene investicije spremenile oz. mora preveriti dejanske cene investicije.

V primeru, če se bo investor odločil za kakšno drugo varianto je smiselno opraviti ločeno javno naročilo za izdelavo projektne dokumentacije in šele nato za javno naročilo za gradnjo.

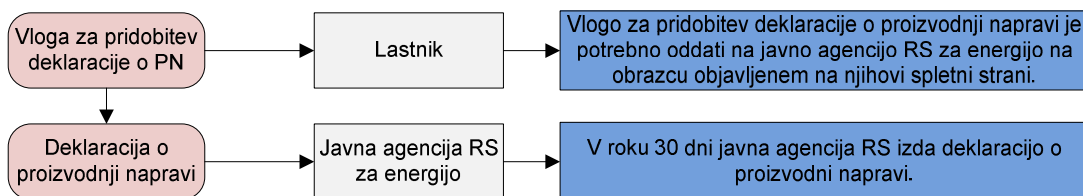
2. FAZA: IZGRADNJA SONČNE ELEKTRARNE

Izgradnja sončne elektrarne se začne izvajati po izbranem zunanjem izvajalcu. Le-ta mora skrbeti za kontinuiran potek izvedbe, vključno s pridobivanjem vse potrebne dokumentacije, soglasij, ipd. za nemoten in hiter potek izgradnje.



3. FAZA: PRIDOBIVANJE DEKLARACIJE ZA PROIZVODNJO NAPRAVO

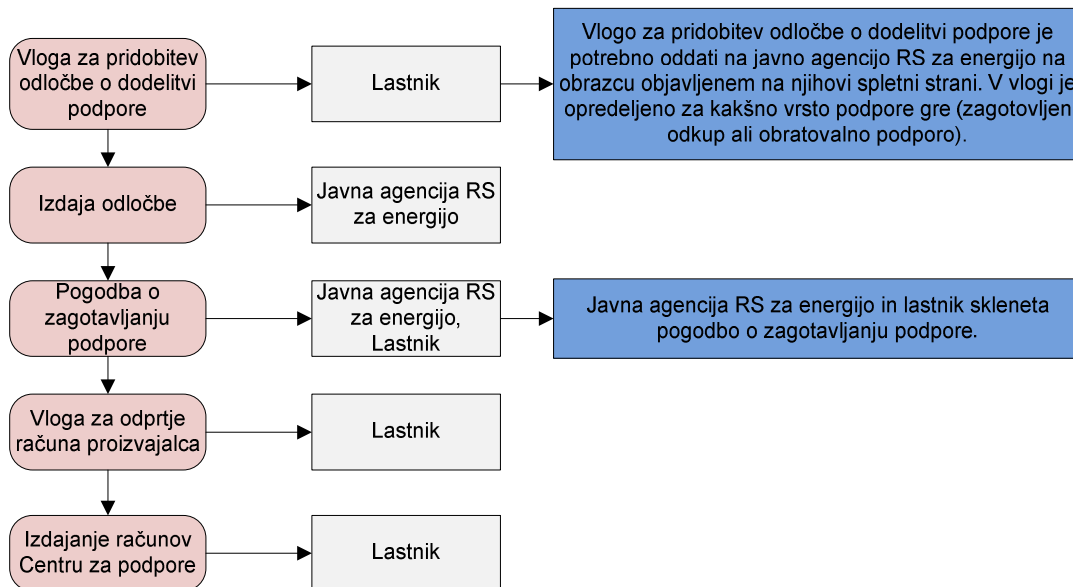
Za pridobitev podpore (zagotovljen odkup ali obratovalno podporo) mora lastnik posredovati na Javno agencijo Republike Slovenije za energijo najprej podati vlogo za pridobitev deklaracije za proizvodno napravo.



4. FAZA: PRODAJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Po novi uredbi (Uredba o spremembah Uredbe o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije, Uradni list RS, št. 37/2009 ter spremembah Ur. l. RS, št. 53/2009, 68/2009, 76/2009) imamo dve možnosti prodaje električne energije:

3. **Zagotovljeni odkup električne energije.** Na podlagi te podpore center za podpore ne glede na ceno električne energije na trgu odkupi vso prevzeto neto proizvedeno električno energijo, za katero je proizvodna naprava OVE prejela potrdila o izvoru, po zagotovljenih cenah električne energije, določenih z uredbo.
4. **Finančna pomoč za tekoče poslovanje (obratovalna podpora).** Ta podpora se dodeli neto proizvedeni električni energiji, za katero je prejeto potrdilo o izvoru in ki jo proizvajalci električne energije iz OVE prodajo sami na trgu ali jo porabijo kot lastni odjem, pod pogojem, da so stroški proizvodnje te energije višji od cene, ki jo je za to električno energijo mogoče doseči na trgu z električno energijo.



V primeru prejemanja finančne pomoči za tekoče obratovanje (obratovalna podpora) je potrebno skleniti pogodbo o nakupu in prodaji električne energije še s poljubnim elektro distributerjem.

7 POVZETEK

V prvem delu študije je predstavljenih 10 objektov, na katerih bi lahko postavili sončne elektrarne in okvirne površine. Sončne elektrarne lahko dejansko postavimo skoraj na vsako streho, ki nima velikega senčenja. Prve ocene, kot je predstavljeno v prvih poglavjih, nam dajo okvirne potencialne površine za postavitve sončne elektrarne, ki pa se v pripravi detajlne analize navadno zmanjšajo. Zelo pomembno je da se optimira oz. detajlno določi površina strehe, ki ima najmanjšo možno senčenje.

V drugem delu so detajlno obdelane dve šoli in sicer; OŠ Franc Rozman Stane in OŠ Toneta Čufarja. V obeh primerih se je uporabna površina (površina, ki je primerna za postavitve modulov) optimirala, tako da senčenje na letnem nivoju nekaj odstotkov. Določila se je moč sončne elektrarne na podlagi katere se je izdelala energetska in finančna analiza.

Pri finančni analizi smo upoštevali različne modele financiranja in tudi različne načine izkoriščanja državnih spodbud, ki jih namenja za proizvodnjo iz OVE. Finančne analize obravnavajo tako financiranje z lastnim kapitalom, kot oddajo streh v najem oz. financiranje s tujim kapitalom.

Glede na opravljene analize smo prišli do naslednjih zaključkov:

- glede na orientacijo stavb (streh) in analizo senčenja sta obe šoli primerne za postavitve sončne elektrarne,
- sončni moduli se lahko namestijo na strehe in optimalno orientirajo s pomočjo nosilnih konstrukcij,
- finančna analiza kaže, da je z izkoriščanjem obratovalne podpore smiselno financirati izgradnjo elektrarne z lastnim kapitalom, ki bo proizvajala električno energijo za lastne potrebe (velja za obe šoli).
- pri OŠ Franc Rozman Stanje je smiselno preučiti možnost oddaje strehe v najem.

Vsi omenjeni zaključki temeljijo na opravljenih energetskih in finančnih analizah in ne upoštevajo drugih pozitivnih učinkov na okolje, kot se navadno opredelijo v ekonomskih analizah. Zato je potrebno študijo in vse kazalnike skrbno obravnavati ter za lažjo odločitev kakšen model bo investitor izbral, preučiti še druge pomembne dejavnike, ki posredno vplivajo na okolico v primeru realizacije tovrstnih projektov.