

# Učinki ekonomije obsega v razvoju sončnih elektrarn

Avtor prispevka:

DRAGO PAPLER, GORENJSKE ELEKTRARNE, D. O. O., [drago.papler@gorenjske-elektrarne.si](mailto:drago.papler@gorenjske-elektrarne.si)

## Izvleček

Razvoj tehnoloških sistemov in industrijska proizvodnja fotovoltaičnih modulov sta imela za posledico dosežke pri izboljšanju izkoristkov in množično gradnjo. V Sloveniji sta se interes in gradnja fotovoltaičnih sistemov povečevala z eksponentno funkcijo. Konec leta 2011 (do 31. januarja 2012) je bilo po podatkih Registra deklaracij za proizvodne naprave električne energije iz obnovljivih virov registriranih 1.280 sončnih elektrarn s skupno instalirano močjo 84,183 MW. Investiranje sončnih elektrarn v letih 2010 in 2011 je rezultiralo v povišanju finančnih kvot za spodbudo, kar je Vlado RS vodilo v odločitev, da je napovedane odkupne cene za sončne elektrarne v letih 2011–2013 dvakrat dodatno znižala.

S projektno nalogo, opredeljeno s tehničnimi elementi, smo na konkretnem primeru naložbe v sončno elektrarno izbrali optimalno rešitev, finančno ovrednotili vlaganja in podali oceno ekonomskih učinkov s kazalniki uspešnosti in učinkovitosti. V analizi tveganja smo izpostavili problematiko spremenjenega subvencioniranja in prognozirali razvoj in ekonomske učinke pod spremenjenimi pogoji. Zaradi tehnološkega napredka in ekonomije obsega prihaja do zniževanja cen fotovoltaičnih modulov kot bistvenih elementov v strukturi investicijskih stroškov. Ekološki prihranek proizvodnje električne energije iz sončnih elektrarn prikažemo z zmanjšanjem izpustov emisij CO<sub>2</sub>.

Ključne besede: sončne elektrarne, razvoj, tehnološki sistemi, gospodarjenje, ekonomski učinki, ekološki prihranki

## EFFECTS OF ECONOMIES OF SCALE IN THE DEVELOPMENT OF SOLAR POWER PLANTS

DRAGO PAPLER, GORENJSKE ELEKTRARNE, D.O.O., [drago.papler@gorenjske-elektrarne.si](mailto:drago.papler@gorenjske-elektrarne.si)

## Summary

The development of technological systems and industrial production of photovoltaic modules brought about achievements reflected in higher efficiency and mass construction. In Slovenia the interest in and the construction of PV systems grew exponentially. According to the data (until 31 January 2012) from the Register of Declarations for Electricity Generation Plants from Renewable Sources there were 1,280 solar power plants registered at the end of 2011 with a total nominal capacity of 84.183 MW. Investments in solar power plants in 2010 and 2011 resulted in higher financial incentive quotas that led the Government of the Republic of Slovenia to twice increase the projected purchase prices for solar power plants in 2011–2013.

The project task defined by technical elements presents, on a concrete example, an optimal solution selected for the solar power plant, a financial evaluation of investments and an estimate of economic effects according to performance and efficiency ratios. The risk analysis highlights the issue of modified subsidy system and projects development and economic effects under changed conditions. Owing to technological progress and economies of scale, the prices of PV modules – the essential elements in the structure of investment

costs – have been declining. Environmental savings arising from electricity generation by solar power plants are expressed as a decrease in CO<sub>2</sub> emissions.

Key words: solar power plants, development, technological systems, management, economic effects, environmental savings

## 1 UVOD

Trajnostni razvoj energetike podpira naložbe v sončne elektrarne. Uvoz sončnih celic in prva nastajajoča industrija v Sloveniji s sestavljanjem sončnih celic v fotonapetostne module, je bila spodbujena s sistemsko urejenimi odkupnimi cenami v razvoju fotonapetostnih elektrarn.

V Združenju fotovoltaične industrije Slovenije poudarjajo, da so za dosego zaveze Republike Slovenije k 25 % deležu električne energije, pridobljene iz obnovljivih virov do 2020, fotovoltaične elektrarne najprimernejša rešitev. Sončne (fotovoltaične) elektrarne so trajnostni energetski vir, ki je ekološko nesporen, cenovno konkurenčen in kot naložba finančno sprejemljiv za mnoge posameznike.

Glede na izkazan interes investorjev se rast pričakuje tudi v naslednjih letih. Za leto 2020 ApE napoveduje skupno instalirano moč od 184 do 550 MW sončnih elektrarn z letno proizvodnjo od 184 do 550 GWh električne energije, kar bi ob sedanji porabi pomenilo 1,6 do 4,6 % delež potreb po elektriki v Sloveniji (Nemac, Ape, 2007). Ugled fotovoltaike med slovenskim prebivalstvom postaja vedno večji.

Električna energija proizvedena s pomočjo sonca je najčistejša in okolju najbolj prijazna. Pri sončni elektrarni gre za neposredno pretvarjanje sončnega sevanja v električno energijo. Sončna energija je v Sloveniji glede na potencialne naravne možnosti, slabo izkoriščen vir energije, saj od tehničnega potenciala letno izkoristimo le 3 %. Obstoječe tehnologije nam omogočajo specifično letno proizvodnjo od 960 kWh do 1.060 kWh električne energije za vsak inštaliran kilovat sončne elektrarne. Fotovoltaični sistemi so neizčrpen vir energije, ki ne onesnažuje okolja.

## 2 RAZŠIRJENOST SONČNIH ELEKTRARN

### 2.1 Obseg sončnih elektrarn v svetu

Živahna rast svetovnega trga na področju fotovoltaike se je v času finančne in gospodarske krize, nadaljevala tudi v letu 2011. Obseg instaliranih kapacitet fotovoltaičnih sistemov po vsem svetu se je iz 16,6GWv letu 2010 povečala na 27,65GWv letu 2011. Skoraj 20,4GW instaliranih kapacitet fotovoltaičnih sistemov je bilo vgrajenih v Evropi.

Trgi s kapaciteto fotovoltaičnih sistemov z več kot 1GW so se podvojili iz tri na šest v letu 2011. V letu 2010 so bili to trgi Nemčije, Italije in Češke, v letu 2011 pa Italija z 32,5 % deležem, Nemčija z 27,1 % tržnim deležem in Kitajska s 7,2 % tržnim deležem.

V letu 2011 so bile najpomembnejša in vodilna država Nemčija s skupno 26,7 GW kapaciteto (36,7 %), sledile pa so Italija z 12,5 GW (18,6 %), Japonska s 4,7 GW (7,0 %), ZDA s 4,2 GW (6,2 %), Španija s 4,2 % (6,2 %), Kitajska s 2,9 GW (4,3 %), Francija s 2,6 GW (3,7 %), Belgija s 1,5 GW (2,2 %) in Avstralija s 1,2 GW (1,8 %), torej devet držav z več kot 1GWnovih zmogljivosti (tabela 1, slika 1).

Evropski delež v globalni areni fotovoltaike še vedno prevladuje več kot 75 % vseh novih zmogljivosti v letu 2011. Dva največja trga Nemčija in Italija, predstavljata skoraj 60 % svetovne rastine trgu.

Povečanje zagonov fotovoltaičnih sistemov z dodajanjem dodatnih trgov pomenijo pomembno rast in dosežke na nadaljnji poti rasti svetovnega razvoja fotovoltaike. Zgrajeni fotovoltaični sistemi na Kitajskem, ZDA in Japonskem, pa tudi v Avstraliji in Indiji,

predstavljajo zelo majhen del svojih ogromnih potencialnih možnosti. Na začetku razvoja je več držav iz velikih toplejših regij kot je Afrika, Bližnji vzhod, Azija in Južna Amerika.

Skupna inštalirana zmogljivost fotovoltaičnih sistemov v svetu je dosegla več kot 67,35 GW ob koncu leta 2011. Fotovoltaika je sedaj, za vodno in vetrno energijo, tretji najpomembnejši obnovljiv vir energije glede na obstoječe zmogljivosti na svetovni ravni. V letu 2011 je stopnja rasti fotovoltaike dosegla 70 %, kar je izjemna raven med vsemi tehnologijami obnovljivih virov.

Skupna letna energijska proizvodnja zmogljivosti svetovne fotovoltaike je okrog 80 milijard kWh. Ta energija količina zadostuje za pokrivanje letnih potreb več kot 20 milijonov gospodinjstev po svetu.

V Evropi je bilo več kot 50 GW fotovoltaičnih sistemov nameščen ob koncu leta 2011. Z naraščajočimi vlaganji v južnoevropskih državah se povečujejo kapacitete fotovoltaičnih sistemov, ki bodo proizvedli letno približno 60 milijard kWh, kar je dovolj za oskrbo več kot 15 milijonov evropskih gospodinjstev.

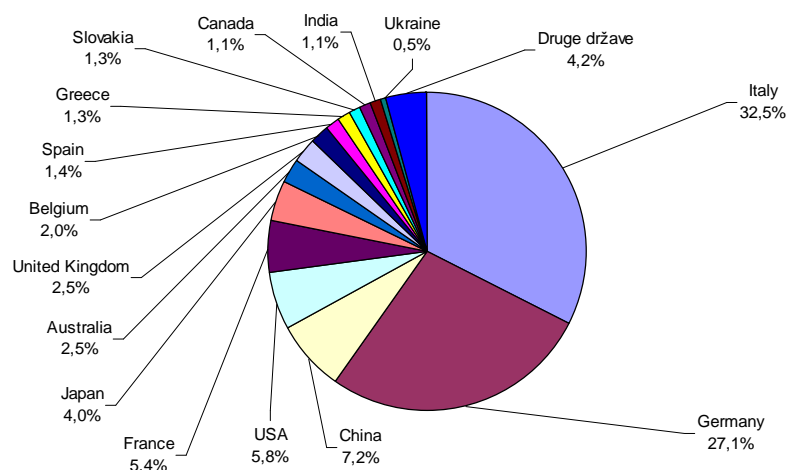
Tabela 1: Največjih fotovoltaični trgov po vsem svetu z novo zgrajenimi zmogljivostmi v letu 2011 in kumulativno nameščenimi fotovoltaičnimi zmogljivostmi ob koncu leta 2011

Zap. št.	Država	Nove vključene kapacitete fotovoltaičnih sistemov v letu 2011		Kumulativne kapacitete fotovoltaičnih sistemov do konca leta 2011	
		Instalirana moč (MW)	Delež (%)	Instalirana moč (MW)	Delež (%)
1	Italija	9.000	32,5	12.500	18,6
2	Nemčija	7.500	27,1	24.700	36,7
3	Kitajska	2.000	7,2	2.900	4,3
4	ZDA	1.600	5,8	4.200	6,2
5	Francija	1.500	5,4	2.500	3,7
6	Japonska	1.100	4,0	4.700	7,0
7	Avstralija	700	2,5	1.200	1,8
8	Velika Britanija	700	2,5	750	1,1
9	Belgija	550	2,0	1.500	2,2
10	Španija	400	1,4	4.200	6,2
11	Grčija	350	1,3	550	0,8
12	Slovaška	350	1,3	500	0,7
13	Kanada	300	1,1	500	0,7
14	Indija	300	1,1	450	0,7
15	Ukrajina	140	0,5	140	0,2
16	Druge države	1.160	4,2	6.060	9,0
Skupaj		27.650	100,0	67.350	100,0
Evropska unija		20.350	73,6	47.200	70,1
Delež 10 največjih trgov		25.050	90,6	59.150	87,8

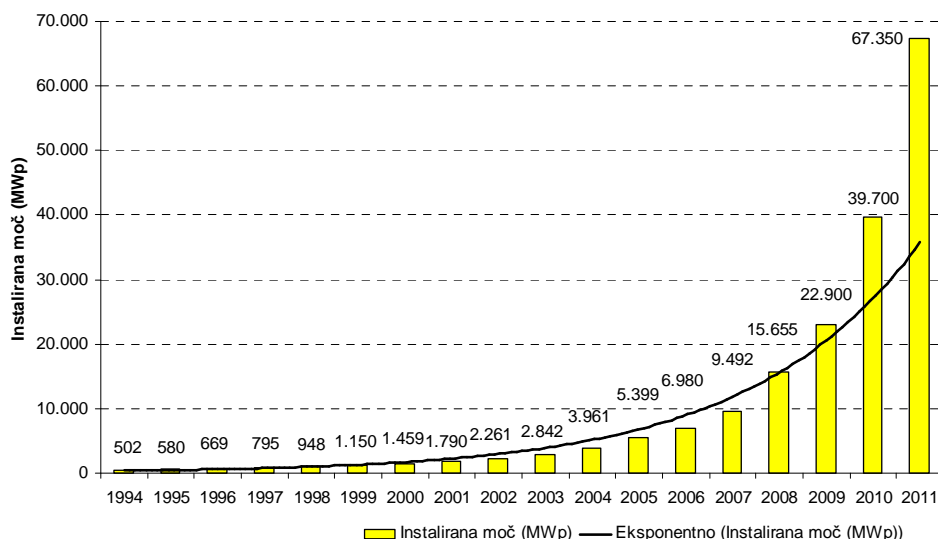
Vir: European Photovoltaic Industry Association (EPIA). Market report 2011; <http://www.epia.org/publications/epiapublications.html> (19.3.2012). Izračuni: Drago Papler.

Države Evropske unije so imele v letu 2011 tržni delež novo zgrajenih in vključenih fotonapetostnih sistemov 73,6 %, delež kumulativnih kapacitet fotovoltaičnih sistemov do konca leta 2011 pa 70,1 %.

Tržni delež 10 največjih trgov je bil v letu 2011 glede na nove vključene fotovoltaične sisteme 90,6 % celotne rasti fotovoltaike na svetu, v kumulativnem obsegu do konca leta 2011 pa 87,8 % (slika 1).



Slika 1: Tržni deleži novozgrajenih fotonapetostnih sistemov v letu 2011. Vir: EPIA. Market report 2011; priprava Drago Papler.



Slika 2: Kumulativna svetovna rast instaliranih kapacitet sončnih elektrarn 1994-2011. Vir: EPIA. Market report 2011; izris Drago Papler.

Slika 2 kaže na razvoj svetovne kumulativne zmogljivosti fotovoltaičnih sistemov od leta 1994 do 2011.

Po podatkih Evropskega združenja fotovoltaične industrije (EPIA) iz leta 2011 je skupna instalirana moč vseh fotonapetostnih sistemov v svetu znašala okoli 67,35 GW, medtem ko se proizvodnja električne energije iz njih ocenjuje na okoli 73 TWh.

Dosežena je bila visoka stopnja letnega prirastka skupnih globalnih fotonapetostnih sistemov moči. V devetdesetih letih 20. stoletja se je letna rast gibala od 15,3 (leta 1996) do 21,3 % (leta 1999) in naraščala do leta 2005, ko je dosegla 36,3 % rast. Po manjšem upadu rasti na 29,3 % leta 2006 je letna rast narasla na 64,9 % leta 2008. Gospodarska kriza leta 2009 se je odrazila z manjšo, za gospodarske razmere še vedno veliko rastjo 46,3 %. Leta 2010 je bila dosežena največja letna rast 73,4 %, leta 2011 pa 69,6 % rast.

Vgrajeni fotonapetostni sistemi so se v Evropski uniji med letoma 2010 in 2011 povečali za 75,8 % oziroma iz 26,85 GW na 47,2 GW (tabela 2). Ta impresivna številka je temeljila predvsem za tri trge: Italija, Nemčija in Francija.

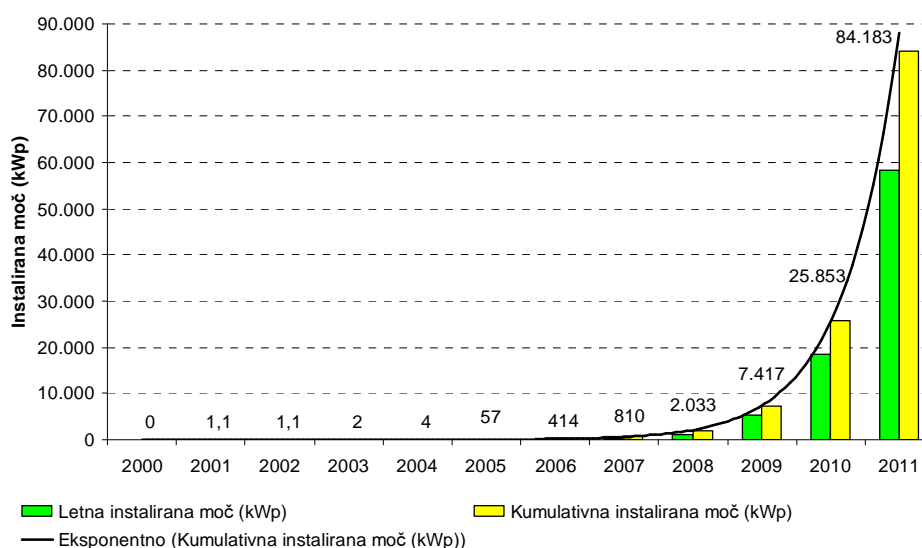
Tabela 2: Rast fotonapetostnih sistemov v obdobju 2010 – 2011

	Kumulativni obseg fotonapetostnih sistemov konec leta 2010 (MW)	Zgrajeni fotonapetostni sistemi leta 2011 (MW)	Kumulativni obseg fotonapetostnih sistemov konec leta 2010 (MW)	Povečanje (%)
Skupaj	39.700	27.650	67.350	69,6
Evropska unija	26.850	20.350	47.200	75,8
Delež 10 največjih trgov	34.100	25.050	59.150	73,5

Vir: izračuni Drago Papler.

## 2.2 Obseg sončnih elektrarn v Sloveniji več kot podvojen

V Sloveniji je bila sprva izgradnja fotonapetostnih elektrarn razmeroma skromna in omejena na otočne samostojne sisteme. Prva fotovoltaična elektrarna v Sloveniji z močjo 1,1 kW<sub>p</sub>, ki je bila priključena na električno omrežje, je bila postavljena leta 2001 na objektu Agencije za prestrukturiranje energetike, d.o.o. (ApE) v Ljubljani. Trg se je začel razvijati po letu 2005, ko so se zvišane odkupne cene električne energije. V letih 2005-2007 se je vsako leto instalirana kapaciteta sončnih elektrarn podvojila: 200 kW<sub>p</sub> leta 2005, 400 kW<sub>p</sub> leta 2006 in 800 kW<sub>p</sub> leta 2007.



Slika 3: Kumulativna instalirana moč fotovoltaičnih elektrarn v Sloveniji, 2002-2008. Vir: [www.engis.si](http://www.engis.si), izračuni Drago Papler.

Razširjenost fotovoltaičnih elektrarn je naraščala z eksponentno rastjo inštaliranih kapacitet elektrarn tudi v Sloveniji. V Sloveniji je bilo do konca leta 2008 2.033 kW<sub>p</sub> instaliranih moči fotovoltaičnih elektrarn, 2009. leta 7.417 kW<sub>p</sub>, 2010. leta 25.852,9 kW<sub>p</sub> in 2011. leta 84.182,9 kW<sub>p</sub>. Gre za zmogljivosti fotovoltaičnih elektrarn, ki so že vpisane v Register deklaracij za proizvodne naprave električne energije iz obnovljivih virov (na dan, 6. februar 2012). Velja poudariti, da lahko med priklopom sončne (fotovoltaične) elektrarne in njenim vpisom v register preteče več mesecev. Dejanske zmogljivosti fotovoltaičnih elektrarn v Sloveniji so že večje, saj je večina priključitev na omrežje izvedena v zadnjih dneh koledarskega leta.

## 2.3 Izdane deklaracije za sončne elektrarne 2009-2011

Javna agencija RS za energijo vodi register deklaracij za proizvodne naprave električne energije iz obnovljivih virov in soproizvodnje z visokim izkoristkom na podlagi Energetskega zakona, in Uredbe o izdaji deklaracij za proizvodne naprave in potrdil o izvoru električne energije (Ur. list RS, št. 8/2009).

Po podatkih registra deklaracij za proizvodne naprave je bilo leta 2009 izdanih 202 deklaracij za sončne (fotovoltaične) elektrarne, od tega 176 za mikro fotovoltaične elektrarne velikosti do 50 kW in 26 za male fotovoltaične elektrarne. Leta 2010 je bilo izdanih 331 deklaracij za sončne (fotovoltaične) elektrarne, od tega 294 za mikro fotovoltaične elektrarne velikosti do 50 kW in 37 za male fotovoltaične elektrarne. Leta 2011 je bilo izdanih 747 deklaracij za sončne (fotovoltaične) elektrarne, od tega 623 za mikro fotovoltaične elektrarne velikosti do 50 kW in 124 za male fotovoltaične elektrarne (tabela 6).

Tabela 6: Obseg (število) izdanih deklaracij Javne agencije RS za energijo za fotovoltaične elektrarne po velikosti, 2009–2011

Leto	Velikost proizvodnih naprav po EZ				Izdane deklaracije	
	Mikro (do 50 kW)	Male (50 kW-1 MW)	Srednje (1-10 MW)	Velike (nad 10 MW)	Število	Delež (%)
2009	176	26	0	0	202	15,8
2010	294	37	0	0	331	25,9
2011	623	124	0	0	747	58,4
Skupaj	1.093	187	0	0	1.280	100,0

Vir: Javna agencija RS za energijo, [www.agen-rs.si](http://www.agen-rs.si), izračuni Drago Papler.

Po strukturi instaliranih moči so deklaracije za sončne (fotovoltaične) elektrarne v letu 2009 imele skupno instalirano moč 7.416,98 kW, od tega mikro fotovoltaične elektrarne 3.229,82 kW in male fotovoltaične elektrarne 4.187,16 kW. V letu 2010 so bile izdane deklaracije za fotovoltaične elektrarne za skupno instalirano moč 18.435,93 kW, od tega za mikro fotovoltaične elektrarne v obsegu 8.997,24 kW in za male fotovoltaične elektrarne v obsegu 10.428,69 kW.

Tabela 7: Instalirana moč izdanih deklaracij Javne agencije RS za energijo za fotovoltaične elektrarne po velikosti, 2009–2011

Leto	Velikost proizvodnih naprav po EZ				Izdane deklaracije	
	Mikro (do 50 kW)	Male (50 kW-1 MW)	Srednje (1-10 MW)	Velike (nad 10 MW)	Moč (kW)	Delež (%)
2009	3.229,82	4.187,16	0,00	0,00	7.416,98	8,8
2010	8.007,24	10.428,69	0,00	0,00	18.435,93	21,9
2011	19.682,39	38.647,62	0,00	0,00	58.330,01	69,3
Skupaj	30.919,45	53.263,47	0,00	0,00	84.182,92	100,0

Vir: Javna agencija RS za energijo, [www.agen-rs.si](http://www.agen-rs.si), izračuni Drago Papler.

V letu 2011 so bile izdane deklaracije za fotovoltaične elektrarne za skupno instalirano moč 58.330,01 kW, od tega za mikro fotovoltaične elektrarne v obsegu 19.682,39 kW in za male fotovoltaične elektrarne v obsegu 38.647,62 kW (tabela 7).

Konec leta 2011 je bilo v Sloveniji mikro fotovoltaičnih elektrarn s skupno instalirano močjo 30.919,45 kW (36,7 %) in malih fotovoltaičnih elektrarn v obsegu 53.263,47 kW (63,3 %).

### 3 CENOVNE SPODBUDE ZA INVESTICIJE V SONČNE ELEKTRARNE

Pospešen razvoj sončnih elektrarn v Sloveniji, ko se je kumulativna instalirana moč sončnih elektrarn v primerjavi s preteklimi leti več kot podvojila, se bo odražala v povečanih sredstvih za obratovalne podpore, ki se sistemsko zbirajo pri plačilu računov za električno energijo vseh končnih odjemalcev skozi prispevek.

Glede na tehnološki napredek in koriščenje ekonomijo obsega z vidika rasti sončnih elektrarn pri proizvodnji, je pričakovati zmanjševanje cen ključnih elementov fotonapetostnih modulov pri izgradnji sončnih elektrarn in s tem izboljšanje ekonomskih učinkov. V času recesije bo nekoliko spremenjen razvoj sončnih elektrarn. Vlada RS lahko s priznanimi referenčnimi stroški v okviru sprejete metodologije nekoliko prilagodila cene v tekočem letu.

#### 3.1 Proizvodnja električne energije iz sončnih elektrarn v proizvodnih virih OVE

Proizvodnja električne energije v sončnih elektrarnah je imela leta 2008 0,18 % delež, leta 2009 0,39 % delež, leta 2010 1,43 % in leta 2011 6,09 % delež v celotni proizvodnji OVE. V okviru celotnega deleža proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov ter v visoko učinkoviti soproizvodnji toplote in električne energije so imele sončne elektrarne 4,24 % delež.

#### 3.2 Izplačana sredstva za podpore proizvedene električne energije iz OVE

Štirikrat več sredstev oziroma 3,615 milijona EUR je bilo leta 2010 namenjeno za subvencije električne energije iz sončnih elektrarn, njihov delež je dosegel 7,44 % vseh podpor, leta 2011 pa s skupnim zneskom 17,2 milijona EUR delež 24,75 % (tabela 8).

Tabela 8: Izplačana sredstva za podpore proizvedene električne energije iz proizvodnih naprav OVE in SPTE v obdobju 2004–2011\*

Leto	Sončne elektrarne		Delež (%)	
	Proizvedena el. energija (GWh)	Verižni indeks - Vt	Proizvodnja iz sončnih elektrarn v OVE	Proizvodnja iz sončnih elektrarn v OVE+SPTE
2004	284,5		0,00	0,00
2005	11.972,2	4.166	0,01	0,01
2006	68.192,6	598	0,05	0,03
2007	143.932,5	223	0,10	0,06
2008	401.509,1	274	0,18	0,12
2009	885.315,5	217	0,39	0,27
2010	3.615.833,3	407	1,43	1,04
2011*	17.200.000,0	388	6,09	4,24

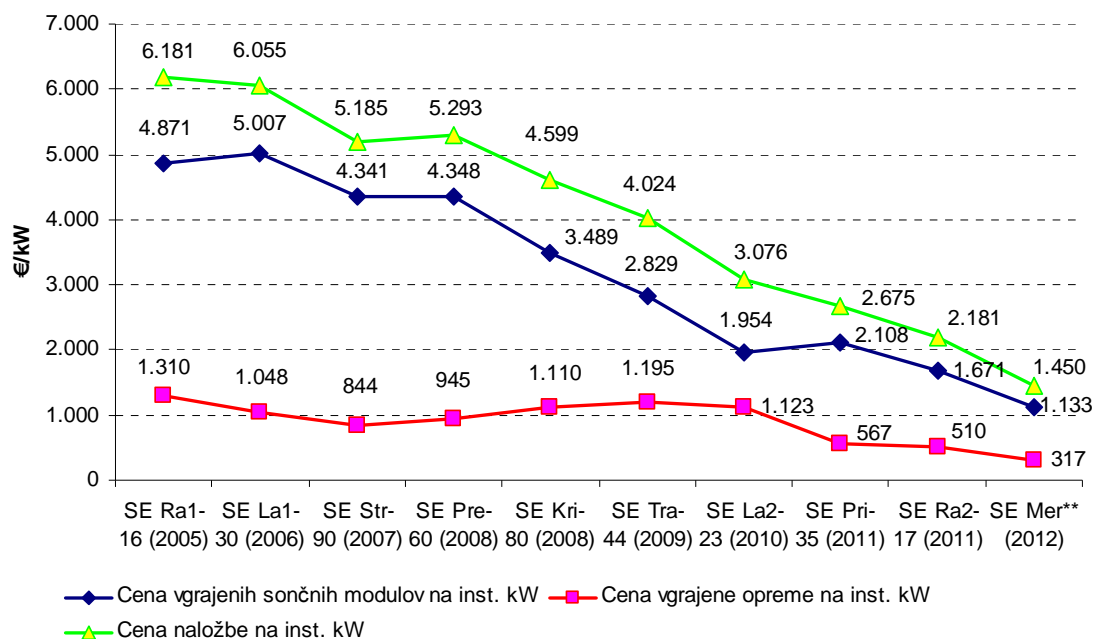
Opomba: \* začasni podatki Borzen, d.o.o., 19.3.2012

Vir: Ministrstvo za gospodarstvo RS, dodatni izračuni Drago Papler (2012)

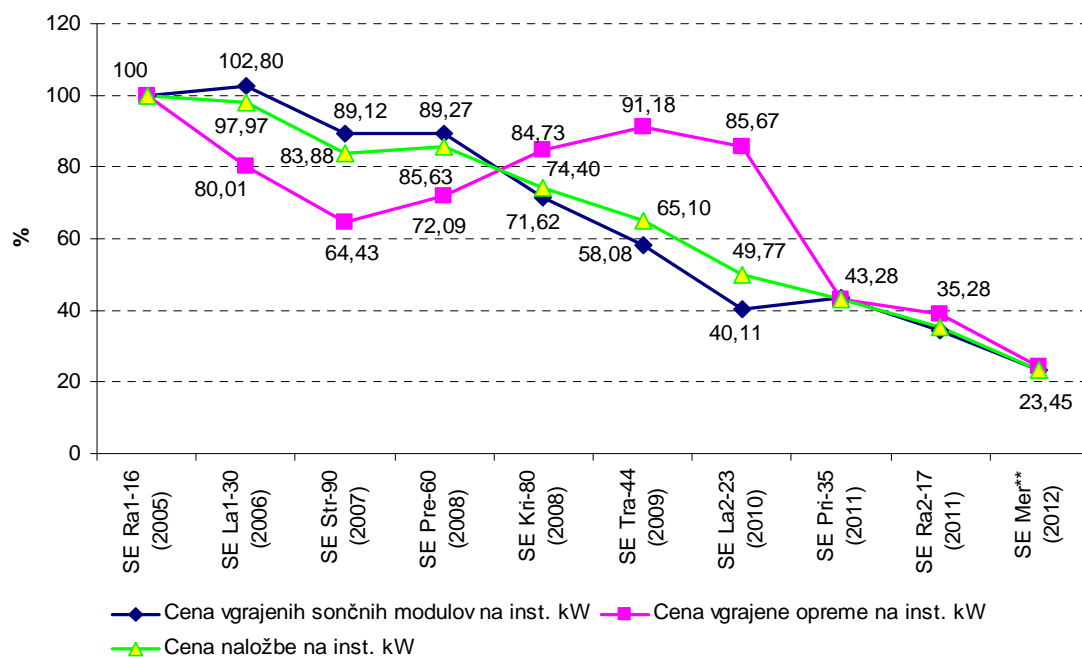
Po podatkih Ministrstva za gospodarstvo RS o proizvodnji električne energije za OVE in SPTE in subvencijah za to proizvodnjo, smo izračunali povprečne odkupne cene za proizvedeno električno energijo za posamezne vrste proizvodnih naprav: za leto 2010 imajo najvišjo ceno sončne elektrarne s 350,9 EUR/MWh.

### 4 INVESTICIJSKA VLAGANJA V SONČNE ELEKTRARNE

Primerjava vlaganj v sončne elektrarne kaže, da se je vrednost na inštaliran kilovat v obdobju 2005–2008 znižala za četrtno, v obdobju 2005–2009 za tretjino, v obdobju 2005–2010 pa za polovico, v obdobju 2005–2011 pa za dve tretjini (slika 4, 5).



Slika 4: Cenovno gibanje za vgradnjo delov sončne elektrarne glede na čas in velikost elektrarne (EUR/kW); Vir: Papler Drago. Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov. Ljubljana: Energetika marketing, 2012.



Slika 5: Indeks s stalno osnovo izračuna vrednosti naložb v sončne elektrarne v obdobju 2005–2012; Vir: Papler Drago. Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov. Ljubljana: Energetika marketing, 2012.

## 5 EKONOMIKA SONČNIH ELEKTRARN

### 5.1 Zniževanje odkupnih cen zaproizvedeno električno energijo iz sončnih elektrarn

Z novo metodologijo določanja referenčnih stroškov električne energije proizvedene iz obnovljivih virov, ki jo je Vlada RS sprejela maja 2009, v veljavi pa je od novembra 2009, so



zagotovljene odkupne cene za električno energijo proizvedeno v sončnih elektrarnah za 15 let od izgradnje.

Ob uveljavitvi leta 2009 je bila zagotovljena subvencionirana odkupna cena za sončne elektrarne na strehi velikostnega razreda moči do 50 kW 415,46 EUR/MWh, za leto 2010 pa je bila znižana za 7 % na vrednost 386,38 EUR/MWh, za leto 2011 je bila dodatno znižana še za 10 % (Ur. list RS, št. 94/2010) na vrednost 332,37 EUR/MWh. V letu 2012 se cene so se odkupne cene dodatno znižale (Ur. list RS št. 115/2011) in sicer v prvi polovici leta 2012 za 10 % (skupno za -27 % glede na leto 2009) na vrednost 290,82 EUR/MWh in v drugi polovici leta 2012 za nadaljnjih 10 % (skupno za -37 % glede na leto 2009) na vrednost 249,28 EUR/MWh. V enakih razmerjih so določene odkupne cene za sončne elektrarne na strehi velikostnega razreda moči nad 100 kW in za samostojne objekte (tabela 9).

Tabela 9: Zagotovljen odkup električne energije iz sončnih elektrarn v obdobju 2009–2012

Način postavitve	Nazivna moč	2009	2010	2011	2012. polletje	2012 2. polletje
Na stavbah	do 50 kW	415,46	386,38	332,37	290,82	249,28
	50–1000 kW	380,02	353,42	304,02	266,01	228,01
	1 MW–10 MW	315,36	293,28	252,29	220,75	189,22
Samostojni objekti	do 50 kW	390,42	363,09	312,34	273,29	234,25
	50–1000 kW	359,71	334,53	287,77	251,80	215,83
	1 MW–10 MW	289,98	269,68	231,98	202,99	173,99

Vir: Borzen, d.o.o.

## 5.2 Ekonomski kazalci mikro sončne elektrarne nazivne moči 49,9 kW

Začetni učinki sončnih elektrarn dajejo učinkovite rezultate z vidika hitre rasti. Pomembno razvojno vlogo ima naraščajoča stopnja za subvencije 15 let. Za to obdobje naredimo ekonomske izračune. Uporabimo podatke o vrednosti investicije, izračun prihodkov glede na predvideno količinsko proizvodnjo in stroške za sončni elektrarni moči 49,9 kW in 100 kW.

Ekonomske kazalci investicije v mikro sončno elektrarno nazivne moči 49,9 kW zgrajene v letu 2011 (naložbena vrednost 2.675 EUR/kW, zagotovljen odkup 15 let 0,33237 EUR/kWh, cena od 16.–30. leta 0,07273 EUR/kWh) so sledeči: neto sedanja vrednost NSV je 57.726 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 14,98 %, enostavna doba vračanja sredstev je 6,68 let.

V primeru priključitve sončne elektrarne moči 49,9 kW v prvi polovici leta 2012 (naložbena vrednost 1.877 EUR/kW, zagotovljen odkup 15 let 0,29082 EUR/kWh, cena od 16.–30. leta 0,07273 EUR/kWh) so ekonomski kazalniki sledeči: neto sedanja vrednost NSV je 40.017 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 12,23 %, enostavna doba vračanja sredstev je 7,61 let.

V drugi polovici leta 2012 zgrajena in priključena sončna elektrarna moči 49,9 kW (naložbena vrednost 1.877 EUR/kW, zagotovljen odkup 15 let 0,24928 EUR/kWh, cena od 16.–30. leta 0,07273 EUR/kWh) ima slabše ekonomske učinke: neto sedanja vrednost NSV je 22.311 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 9,39 %, enostavna doba vračanja sredstev je 8,84 let. Če se bo trend vlaganj v sončne elektrarne nadaljeval, pričakujemo zniževanje naložbenih vrednosti glede na učinke ekonomije obsega in posledično ugodnejše ekonomske kazalce.

Zanima nas ob kakšnih pogojih vlaganja v sončne elektrarne ne bi potrebovala več subvencionirane podpore države? Predpostavili smo učinke ekonomije obsega na primeru sončne elektrarne moči 49,9 kW z zniževanjem investicijskih vlaganj na 1.126 EUR/kWh (-40 % znižanje investicije) in vrednost tržne cene 0,1000 EUR/kWh. V tem primeru bi bila neto sedanja vrednost NSV 1.208 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 5,61 %, enostavna doba vračanja sredstev pa 13,45 let (tabela 10).

Tabela 10: Ekonomski kazalci sončne elektrarne nazivne moči 49,9 kW in 100 kW zgrajene v različnih letih in ob spremenjenih pogojih (\*)

Sončna elektrarna	Mikro elektrarna 49,9 kW				Mala elektrarna 100 kW			
Ekonomski kazalci / Leto	2011	2012 1. pol.	2012 2. pol.	Tržnipo goji*	2011	2012 1. pol.	2012 2. pol.	Tržnipo goji*
Spremembe parametrov: nižja naložba s pogajanjem*, tržna cena*	-	-	-	-40 %	-	-	-	-50%
Naložba (EUR/kW)	2.675	1.877	1.877	1.126	2.000	1.798	1.798	899
Naložba z dodatnimirazsmerniki v 16. letu (EUR/kW)	2.999	2.201	2.201	1.322	2.313	1.809	1.809	1.056
Zagotovljen odkup el. en. 15 let (EUR/kWh)	0,33237	0,29082	0,24928	0,1000	0,30402	0,26601	0,22801	0,1000
Tržna cena el. en. 16.-30.leta(EUR/kWh)	0,07273	0,07273	0,07273	0,1000	0,07273	0,07273	0,07273	0,1000
Lastna cena – LC (EUR/kWh)	0,01201	0,01201	0,01201	0,01022	0,01044	0,01070	0,01070	0,00819
Enostavna doba vračanja sredstev – EVS (let)	6,68	7,61	8,84	13,45	7,70	9,23	10,70	12,47
Diskontirana doba vračanja sredstev – DVS (let)	9	10	13	29	11	13	26	24
Neto sedanja vrednost – NSV (EUR)	57.726	40.017	22.311	1.208	93.646	40.320	7.927	13.019
Interna stopnja donosnosti – ISD (%)	14,98	12,23	9,39	5,61	12,30	8,71	6,34	6,69
Modificirana interna stopnja donosa –MIR	9,51	9,06	8,54	7,56	9,15	8,45	7,95	7,94
Računovodska stopnja donosa – RSD	4,58	3,71	2,85	2,62	4,13	2,61	1,91	3,23
Indeks donosnosti – IND	1,62	1,43	1,24	1,02	1,47	1,19	1,04	1,12
Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti – E	2,250	2,014	1,778	1,675	2,173	1,750	1,548	1,871
Kazalnik donosnosti - rentabilnosti projekta – D (%)	171,8	139,4	106,9	98,4	154,90	98,1	71,7	121,4
Kazalnik donosov rentabilnosti vseh sredstev projekta – Do (%)	125,0	101,4	77,8	67,5	117,30	75,0	54,8	87,1

Opomba: \*Parametri se spremenijo pri tržni ceni zaradi aproksimativne ocene tržnega ravnovesja brez subvencioniranih cen za odkup elektrike in prognozo nižanih investicijskih vlaganj zaradi ekonomije obsega.

Izračunano pri diskontni stopnji 4,375 %.Vir: izračuni Drago Papler (2012).

### 5.3 Ekonomski kazalci male sončne elektrarne nazivne moči 100 kW

Ekonomski kazalci investicije v sončno elektrarno nazivne moči 100 kW zgrajene v letu 2011 (naložbena vrednost 2.000 EUR/kW, zagotovljen odkup 15 let 0,30402 EUR/kWp, cena od 16.–30. leta 0,07273 EUR/kWh) so sledeči: neto sedanja vrednost NSV je 93.646 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 12,30 %, enostavna doba vračanja sredstev je 7,70 let.

V primeru priključitve sončne elektrarne 100 kW v prvi polovici leta 2012 (naložbena vrednost 1.798 EUR/kW, zagotovljen odkup 15 let 0,26601 EUR/kWh, cena od 16.–30. leta 0,07273 EUR/kWh) so ekonomski kazalniki sledeči: neto sedanja vrednost NSV je 40.320 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 8,71 %, enostavna doba vračanja sredstev je 9,23 let.

V drugi polovici leta 2012 zgrajena in priključena sončna elektrarna moči 100 kW (naložbena vrednost 1.798 EUR/kW, zagotovljen odkup 15 let 0,22801 EUR/kWh, cena od 16.–30. leta 0,07273 EUR/kWh) ima slabše ekonomske učinke: neto sedanja vrednost NSV je 7.927 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 6,34 %, enostavna doba vračanja sredstev je 10,70 let.

Ob predpostavki, da učinkuje ekonomija obsega, na primeru sončne elektrarne moči 100 kW prognoziramo pogoje za ekonomsko uravnoteženost. Z zniževanjem investicijskih vlaganj na 1.079 EUR/kWh (-40 % znižanje investicije) in vrednost tržne cene 0,1000 EUR/kWh vsi ekonomski kazalci niso zadovoljivi. V tem primeru bi bila neto sedanja vrednost NSV negativna -7.687 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 4,69 %, enostavna doba vračanja sredstev pa 14,74 let.

Pozitiven rezultat za sončno elektrarno moči 100 kW bi dosegli s -50 % znižanjem investicije in vrednostjo tržne cene 0,1000 EUR/kWh. V tem primeru bi bila neto sedanja vrednost NSV 13.019 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 6,69 %, enostavna doba vračanja sredstev pa 12,47 let.

### 5.4 Prognoza možnih pogajanj za naložbena vlaganja sončnih elektrarn v drugi polovici leta 2012

Glede na metodologijo določanja referenčnih stroškov po Uredbi o podporah električni energiji proizvedeni iz obnovljivih virov energije (Ur. list RS št. 37/2009) in spremembah uredbe (Ur. list RS št. 53/2009, št. 68/2009, št. 76/2009, št. 17/2010, št. 94/2010, št. 115/2011) se spreminjajo cene za zagotovljen odkup in obratovalno podporo. V tabeli 11 smo za drugo polovico leta 2012 (od 1. julija do 31. decembra 2012) analizirali učinke ekonomije obsega za sončne elektrarne nazivne moči 49,9 kW in 100 kW z analizo občutljivosti.

Za drugo polovico leta 2012 naredimo projekcijo na spremenjene vhodne parametre z -10 % nižjo vrednostjo naložbe. Pri mikro sončni elektrarni nazivne moči 49,9 kW (naložbena vrednost 1.689 EUR/kW, zagotovljen odkup 15 let 0,24928 EUR/kW, cena od 16.–30. leta 0,07273 EUR/kWh) je neto sedanja vrednost NSV 31.606 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 11,31 %, enostavna doba vračanja sredstev pa 8,0 let.

Pri mali sončni elektrarni nazivne moči 100 kW (naložbena vrednost 1.618 EUR/kW, zagotovljen odkup 15 let 0,22801 EUR/kW, cena od 16.–30. leta 0,07273 EUR/kWh) je neto sedanja vrednost NSV 28.633 EUR, interna stopnja donosnosti ISD 8,01 %, enostavna doba vračanja sredstev pa 9,7 let.

Ker je razpon velikostnega razreda za male sončne elektrarne od 50 kW do 1 MW izdelamo prognozo tudi za sončno elektrarno nazivne moči 999 kW z aproksimativno oceno.

Izhodišče je vlagateljova zahteva, da mora biti interna stopnja donosnosti višja ISD od 7 %. To dosežemo z minimalnimi pogajanjmi za -2 % nižjo ceno (naložbena vrednost 1.762 EUR/kW, zagotovljen odkup 15 let 0,22801 EUR/kW, cena od 16.–30. leta 0,07273

EUR/kWh). Dosežemo neto sedanjo vrednost NSV 191.371 EUR, interna stopnja donosnosti ISD je 7,12 %, enostavna doba vračanja sredstev pa je 10,28 let.

V poglavju 4 investicijska vlaganja v sončne elektrarne (Papler, 2012, Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov) smo ocenili trend padanja cene za izgradnjo sončnih elektrarn zaradi ekonomije obsega v letu 2012 za dve desetini na višino 1.450 EUR na instaliran kW.

Za to prognozo nam ekonomski kazalci kažejo neto sedanjo vrednost NSV 549.837 EUR, interno stopnjo donosnosti ISD 10,34 %, in enostavno dobo vračanja sredstev 8,56 let. Vsi ostali ekonomski kazalci so prikazani v tabeli 11.

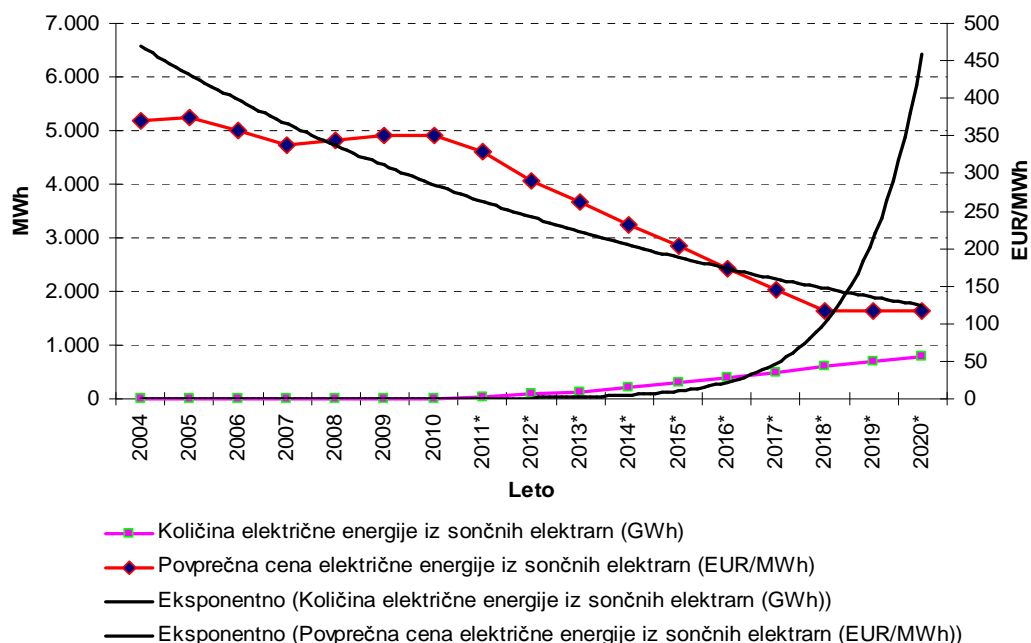
Tabela 11: Ekonomski kazalci sončne elektrarne nazivne moči 49,9 kW, 100 kW in 999 kW glede na znižano investicijo v 2. polovici leta 2012

Ekonomski kazalci / Leto	Leto 2012, 2. polovica (od 1.7.2012 – 31.12.2012)			
	Analiza občutljivosti		Prognoza možnih pogajanj	
Izhodišča analize				
Sončna elektrarna: naziva moč	49,9 kW	100 kW	999 kW	
Spremembe parametrov: nižja naložba s pogajanjem	-10 %	-10 %	-2 %	-19,33 %
Naložba (EUR/kW)	1.689	1.618	1.762	1.450
Naložba z dodatnimirazsmerniki v 16. letu (EUR/kW)	1.981	1.900	2.069	1.703
Zagotovljen odkup el. en. 15 let (EUR/kWh)	0,24928	0,22801	0,22801	0,22801
Tržna cena el. en. 16.–30. leta (EUR/kWh)	0,07273	0,07273	0,07273	0,07273
Lastna cena – LC (EUR/kWh)	0,01157	0,01020	0,00549	0,00462
Enostavna doba vračanja sredstev – EVS (let)	8,00	9,70	10,28	8,56
Diskontirana doba vračanja sredstev – DVS (let)	11	14	21	12
Neto sedanja vrednost – NSV (EUR)	31.606	28.633	191.371	549.837
Interna stopnja donosnosti – ISD (%)	11,31	8,01	7,12	10,34
Modificirana interna stopnja donosa – MIR	8,91	8,31	8,12	8,80
Računovodska stopnja donosa – RSD	3,53	2,48	2,22	3,40
Indeks donosnosti – IND	1,37	1,15	1,09	1,32
Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti – E	1,956	1,708	1,678	2,035
Kazalnik donosnosti - rentabilnosti projekta – D (%)	132,7	93,3	83,5	127,7
Kazalnik donosov rentabilnosti vseh sredstev projekta – Do (%)	95,6	70,8	67,8	103,5

Opomba: Izračunano pri diskontni stopnji 4,375 %. Vir: izračuni Drago Papler (2012).

## 6 EKONOMIJA OBSEGA SONČNIH ELEKTRARN

Kot je podano v podpoglavju 2.2 se obseg sončnih elektrarn v Sloveniji povečuje z eksponentno funkcijo. Glede na izkazan interes investitorjev se enaka letna rast sončnih elektrarn pričakuje tudi v naslednjih letih.



Slika 6: Ekonomija obsega sončnih elektrarn z vidika količin proizvedene električne energije in gibanja odkupnih cen v obdobju 2004–2010 ter simulacija\* do leta 2020.

Opomba: \* začasni podatki Borzen, d.o.o., 19.3.2012

Vir: Ministrstvo za gospodarstvo RS, dodatni izračuni Drago Papler (2012)

Na sliki 6 smo prikazali ekonomijo obsega sončnih elektrarn z vidika količin proizvedene električne energije in gibanja odkupnih cen v obdobju 2004–2010 ter s trendno eksponentno funkcijo povečanih količin proizvedene električne energije do leta 2020 simulirali z odzivom, ki bo imel za posledico znižanje odkupnih cen električne energije. Prognoza kaže, da se bo v tem desetletju povprečna cena električne energije iz sončnih elektrarn postala konkurenčna tržni ceni električne energije za gospodinjstva.

Podobnega mnenja je tudi slovenska fotovoltaična industrija, ki se razvija in povezuje v okviru Združenja fotovoltaične industrije Slovenije.

Fotovoltaika je panoga, ki ima visoko dodano vrednost in prav je, da smo v njej z lastno industrijo prisotni tudi Slovenci. Sončne elektrarne so vir, ki je vsako leto cenejši in s tem izpolnjuje zavezo, da bo v zameno za začetne spodbude vse bolj konkurenčen. Pri tem ne smemo pozabiti, da konvencionalni viri pomenijo nelojalno konkurenco, saj ne vključujejo davka na okolje. Samo izpusti ogljikovega dioksida po oceni nemškega ministra za okolje predstavljajo prikriti strošek 70 EUR/MWh. Prav tako so konvencionalna energetska podjetja še vedno deležna številnih državnih podpor, ki segajo od subvencioniranih obrestnih mer in državnih poroštev do neposrednih pomoči ob zapiranju premogovnikov in shranjevanju odpadkov.

Slovenska gospodinjstva zdaj plačujejo 143 EUR/MWh, proizvodni strošek elektrike iz sončnih elektrarn z amortizacijsko dobo 30 let pa je 120 EUR/MWh. To pomeni, da je čeprav brez državnih podpor, smotrneje proizvajati lastno električno energijo kot jo kupovati na trgu. Ker je panoga v fazi razvoja in povečevanja ekonomije obsega, potrebujemo krajše obdobje in zato subvencije, je zapisal Uroš Merc, direktor Skupine Bisol v Delu, 16.4.2012.

Ekološki prihranek proizvedene električne energije v 30-letni življenjski dobi elektrarne nazivne moči 49,9 kW je 687,5 t emisij CO<sub>2</sub>, nazivne moči 100 kW je 1.375,5 t emisij CO<sub>2</sub> in nazivne moči 999 kW je 13.741,245 t emisij CO<sub>2</sub>.

## 7 ZAKLJUČEK

Trenutne zmogljivosti sončnih elektrarn lahko na letnem nivoju proizvedejo 90 GWh električne energije, kar pa je, glede na podatek, da skupna proizvedena električna energija dosega 11.500 GWh, le odsotni delež. Z lahkoto pa lahko trdimo, da bo letošnja proizvodnja sončnih elektrarn mnogo večja, saj se vsakodnevno na distribucijsko omrežje priklapljajo novi fotonapetostni sistemi. Po podatkih Akcijskega načrta za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020 (Nemac, ApE 2007) predstavlja delež električne energije, pridobljene iz sončnih elektrarn, med vsemi obnovljivimi viri samo 0,7 odstotka. Akcijski načrt tudi predvideva, da bomo že inštaliranih 84 MW sončnih elektrarn dosegli šele čez nekaj let. Vendar pa je akcijski načrt za OVE zastarel. Predvidevanja so bila glede na takratne razmere optimistična, nihče pa ni pričakoval takšnega razvoja, predvsem sončnih elektrarn.

Sedaj prihaja do problematične situacije, ko državi zmanjkuje denarja za zagotavljanje pogodbenih obveznosti z naslova subvencioniranih cen proizvedene električne energije iz obnovljivih virov energije. Javna agencija RS za energijo je na vlado (ministrstvo) poslala predlog za zvišanje prispevka po 64. r členu Energetskega zakona za obnovljive vire energije, ki ga plačujejo končni odjemalci električne energije.

Na več primerih velikostnih razredov sončnih elektrarn smo analizirali ekonomske in ekološke učinke z in brez subvencij in v napovednem modelu napovedali ekonomijo obsega fotovoltaičnih sistemov v Slovenije, ko bo proizvedena električna energija iz teh sistemov OVE postala konkurenčna drugim virom. Ekološki prihranek proizvodnje električne energije iz sončnih elektrarn smo prikazali z zmanjšanjem izpustov emisij CO<sub>2</sub>.

## 8 LITERATURA IN VIRI

- Bizjak, F. (1996). Tehnološki in projektni management. Nova Gorica: Grafika Soča.
- Čibej, J., A. Investicije. E-revir. [http://www.erevir.si/Moduli/Clanki/JAC\\_ppo/JAC\\_E-REVR\\_060516\\_Investicije.pdf](http://www.erevir.si/Moduli/Clanki/JAC_ppo/JAC_E-REVR_060516_Investicije.pdf)
- EPIA. Market report 2011.
- Investicije – ocenjevanje investicijskih projektov. <http://www.akc.si/investicije.php>
- Merc, Urš (2012). Fotovoltaika je konkurenčna. Delo, 16.4.2012.
- Nemac, Franko(2007). Akcijski načrt za sončne elektrarne: strokovne podlage za akcijski načrt proizvodnje električne energije iz sončne energije. Ljubljana: Agencija za prestrukturiranje energetike.
- Papler, D. (2005). Interna stopnja donosnosti, kriterij ekonomskega optimiranja elektroenergetske infrastrukture z vidika gospodarskega inženirstva. Sedma konferenca slovenskih elektroenergetikov, Velenje, 30. maja do 3. junija 2005. Zbornik CIRED. Zbornik CIGRÉ. Ljubljana: Društvo CIGRE - CIRED, 2005, str. 6-29 - 6-34.
- Papler, D. (2008). Primerjava razvojnih učinkov obnovljivih virov energije, magistrsko delo, Poslovno-tehniška fakulteta, Univerza v Novi Gorici, Nova Gorica 2008.
- Papler Drago. (2011). Presenetljiv razvoj sončnih elektrarn leta 2010 v Sloveniji. EGES, Energija, gospodarstvo, ekologija skupaj, 2011, leto 15, št. 1, str. 100 – 104.
- Papler Drago, Bojnec Štefan. (2011). Bo razvoj sončnih elektrarn v času recesije zastal? 30. mednarodna konferenca o razvoju organizacijskih znanosti: Organizacija prihodnosti. 23. – 25. marec 2011, Portorož, Slovenija. Kranj: Fakulteta za organizacijske vede.
- Papler Drago, Bojnec Štefan. (2011) Deregulacija cen, tržne strukture in učinki na trgu električne energije, (Znanstvene monografije Fakultete za management Koper). Koper: Fakulteta za management, 2011. 81 str., ilustr., preglednice. ISBN 978-961-266-104-5.
- Papler Drago. (2011). Ekonomska upravičenost ali ekonomika družbenih koristi sončnih elektrarn? = Economic justifiability or economics of soocial benefits derived from solar power plants?. V: Čoga Matej (ur.). Deseta konferenca slovenskih elektroenergetikov, Ljubljana, 30. maj - 1. junij 2011. Ljubljana: Slovensko društvo elektroenergetikov CIGRÉ - CIRED, 2011.
- Papler, Drago. Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov. Ljubljana: Energetika marketing, 2012. ISBN 978-961-90741-4-5.