

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO
**EKONOMSKA ANALIZA PODPORNEGA OKOLJA ZA GRADNJO
SONČNIH ELEKTRARN V SLOVENIJI**

Kranj, marec 2010

ALEKS JAN

IZJAVA

Študent _____ izjavljam, da sem avtor tega magistrskega dela, ki sem ga napisal v soglasju s svetovalcem _____, in da v skladu s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim njegovo objavo njegove objave na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne _____

Podpis: _____

KAZALO

UVOD	1
1 GLOBALNE PODNEBNE SPREMEMBE IN VLOGA ENERGETIKE	5
1.1 Ekonomski vidiki podnebnih sprememb.....	8
1.2 Emisije TGP.....	9
1.3 Trajnostna energetika.....	11
1.3.1 Smernice za globalno trajnostno energetska oskrbo	14
1.3.2 Kako doseči trajnostno energetska gospodarstvo	14
1.4 Cilji EU in Slovenije na področju večje izrabe OVE	15
1.4.1 Spodbujanje energetske učinkovitosti.....	17
1.4.2 Povečanje uporabe OVE	17
1.4.3 Zajem in geološko skladiščenje ogljika	17
1.5 Energetska-podnebni sveženj.....	18
2 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE	19
2.1 Potencial OVE	21
2.2 OVE in njihova vloga pri podnebnih spremembah	23
2.3 Struktura oskrbe energije v Sloveniji in EU.....	26
3 ANALIZA SISTEMOV SPODBUJANJA OVE ZA PROIZVODNJO ELEKTRIČNE ENERGIJE V EU	27
3.1 Sistem fiksnih zagotovljenih odkupnih cen.....	28
3.2 Sistem kvot z zelenimi certifikati (TGC).....	30
3.3 Ostali sistemi spodbujanja.....	30
3.4 Učinkovitost in uspešnost sistemov spodbujanja OVE	31
3.5 Kateri instrumenti so najustreznejši za promocijo OVE za proizvodnjo električne energije?	32
3.5.1 Tehnološka specifične podpore ali splošne?	33
3.5.2 Koristi sistemov spodbujanja OVE	33
3.5.3 Kakšna konkurenca ali tekmovalnost naj bo spodbujena?.....	34
3.5.4 Delitev stroškov in koristi pri spodbujanju OVE v EU.....	35
4 PREDSTAVITEV SONČNIH ELEKTRARN.....	35
4.1 Opis delovanja sončnih elektrarn	36
4.2 Tehnične zahteve postavitve sončnih elektrarn.....	36
4.3 Potencial uporabe sončnih elektrarn v EU in Sloveniji.....	38
4.4 Materiali za izdelavo sončnih celic	41
5 ANALIZA TRGA SONČNIH ELEKTRARN.....	43
5.1 Svetovni trg inštaliranih sončnih elektrarn	43

5.2	Svetovni trg ponudnikov sončnih modulov.....	45
5.3	Analiza sončnih elektrarn v Sloveniji.....	48
6	ANALIZA PODPORNEGA OKOLJA POSTAVITVE SONČNIH ELEKTRARN .	49
6.1	Podporno okolje v Nemčiji	50
6.2	Podporno okolje na Japonskem	51
6.3	Podporno okolje v ZDA	52
6.4	Zakonodajni okvir in spodbude v Sloveniji	53
6.4.1	Sistem odkupnih cen (FIT) v Sloveniji	54
6.4.2	Okoljski krediti.....	56
6.4.3	Spodbujanje raziskovalno-razvojnih ter investicijskih projektov na področju proizvodnje opreme za sončne elektrarne v Sloveniji.....	58
6.5	Predlog sistema spodbujanja proizvodnje opreme za sončne elektrarne v Sloveniji	60
7	METODE OCENJEVANJA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI INVESTICIJE...	63
7.1	Statični kriteriji investicijske odločitve	63
7.1.1	Donosnost investicije	63
7.1.2	Doba vračanja investicije	64
7.2	Dinamične metode ocenjevanja investicij	64
7.2.1	Neto sedanja vrednost	65
7.2.2	Interna stopnja donosa.....	66
7.2.3	Relativna neto sedanja vrednost.....	66
8	ANALIZA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI INVESTICIJE V SONČNO ELEKTRARNO V SLOVENIJI.....	66
8.1	Tehnični podatki sončne elektrarne	67
8.1.1	Sončno obsevanje	67
8.1.2	Analiza ponudb za postavitev sončne elektrarne moči 50 kWp.....	68
8.1.3	Tehnične karakteristike elektrarne	69
8.1.4	Investicijska vrednost sončne elektrarne.....	71
8.1.5	Analiza denarnega toka	73
8.2	Izračun donosnosti sončne elektrarne	75
8.3	Analiza občutljivosti sončne elektrarne v Portorožu	76
	SKLEP.....	76
	LITERATURA IN VIRI.....	80
	PRILOGE	

KAZALO TABEL

Tabela 1: Energijska odplačilna doba za izgradnjo, obratovanje in odstranitev elektrarn glede na energijski miks.....	24
Tabela 2: Prednosti in slabosti zniževanja zagotovljenih odkupnih cen.....	29
Tabela 3: Prednosti in slabosti uporabe premij	29
Tabela 4: Optimalni naklon in azimuti pri izrabi sončne energije	40
Tabela 5: Učinkovitost celic.....	42
Tabela 6: Cene zagotovljenega odkupa iz sončnih elektrarn, na stavbah	56
Tabela 7: Cene zagotovljenega odkupa iz sončnih elektrarn, kot samostojni objekt.....	56
Tabela 8: Tehnične karakteristike vzorčnega modula Solar World SW 230	70
Tabela 9: Tehnične karakteristike sončne elektrarne	71
Tabela 10: Ocena investicijske vrednosti sončne elektrarne velikosti 50 kWp po stalnih cenah avgust 2009	72
Tabela 11: Višina prihodkov sončne elektrarne	73
Tabela 12: Statični in dinamični kazalci sončne elektrarne	75

KAZALO SLIK

Slika 1: Svetovne emisije toplogrednih plinov glede na sektor, končno rabo in pline	6
Slika 2: Izpusti TGP po sektorjih v Sloveniji v letih 1986 – 2006.....	11
Slika 3: Energetski trikotnik.....	20
Slika 4: Potencial fosilnih goriv in OVE.....	22
Slika 5: Energijska odplačilna doba elektrarn glede na energijski miks.....	24
Slika 6: Primerjava strukture oskrbe z energijo v Sloveniji in državah EU.....	26
Slika 7: Pregled uporabe načinov podpornih shem v državah EU	31
Slika 8: Primer prikaza osnovnih stroškov na primeru sistema TGC	32
Slika 9: Energijsko proizvodna veriga	34
Slika 10: Analiza senčenja (primer ustrezne lokacije)	37
Slika 11: Analiza senčenja (primer neustrezne lokacije)	37
Slika 12: Sončno obsevanje Evrope	38
Slika 13: Povprečni letni kvaziglobalni obsev (MJ/m ²)	39
Slika 14: Naklon sprejemne površine, pri kateri je izraba energije največja	40
Slika 15: Delež posameznih tehnologij od 1980 do 2005 in tržni delež celic v letu 2007.....	42
Slika 16: Kumulativna postavitev sončnih elektrarn v svetu	43
Slika 17: Letna postavitev sončnih elektrarn v svetu	44
Slika 18: Postavljene sončne elektrarne po regijah v letu 2008	45
Slika 19: Svetovna proizvodnja sončnih modulov od 1990 do 2007	45
Slika 20: Deset največjih proizvajalcev sončnih modulov.....	47
Slika 21: Svetovna proizvodnja sončnih modulov	48
Slika 22: Postavljene sončne elektrarne v Sloveniji do konca leta 2008	49
Slika 23: Sončno obsevanje za Portorož glede na različne naklone modulov in smer jug	67
Slika 24: Sončno obsevanje za Portorož in Ljubljano, naklon 30°, smer jug	68
Slika 25: Delež posameznega tipa celic iz pridobljenih ponudb.....	69

Slika 26: Moč in izkoristek posameznega modula	69
Slika 27: Primerjava specifične cene elektrarne	72
Slika 28: Specifikacija investicije v sončno elektrarno po deležih	73
Slika 29: Vpliv vhodnih spremenljivk na interno stopnjo donosa v obdobju 15 let, primer Portorož	76

UVOD

Opredelitev problematike

Globalne spremembe so posledica našega obnašanja do okolja. Dejstvo je, da je vpliv manjši in težko ugotovljiv ob običajnih spremembah vremena in podnebja. Njihov največji vpliv se kaže v državah v razvoju, čeprav so posledice dejavnosti razvitih držav. Večina znanstvenikov je mnenja, da je povprečna temperatura na površju Zemlje v zadnjih desetletjih naraščala bolj, kot to lahko pojasnimo z naravnimi podnebnimi cikli. Globalno segrevanje se je začelo pospeševati od petdesetih let naprej zaradi izgorevanja fosilnih goriv, ki danes predstavljajo tri četrtine vseh emisij. Uporablja se jih za produkcijo dobrin, za transport, proizvodnjo električne energije in drugih področij. Pri tem se sproščajo emisije CO₂ in ostali toplogredni plini (v nadaljevanju TGP), ki zadržujejo toploto sevanja v ozračju (Podnebne spremembe, 2005, str. 1-2; Wagner, 2007).

Sedanje koncentracije CO₂, ki znašajo 385 ppm (*»parts per million«*), občutno presegajo ne le predindustrijske koncentracije, temveč koncentracije, ki so bile ugotovljene v ledenih skladih Antarktike za zadnjih 650.000 let. Ugotovljena so njihova nihanja med 180 in 280 ppm. Upoštevajoč trenutne trende, lahko pričakujemo povišanje globalne temperature za 2-3 °C v naslednjih petdesetih letih. V kolikor se bodo emisije povečevale hitreje, bo temperatura na Zemlji narasla še za nekaj stopinj (Stern, 2006). Nevarnosti, ki jih prinašajo podnebne spremembe, so realne in njihove posledice že vidne. Zavedati se moramo, da posledice niso le na humanitarnem področju, prav tako to ni le okoljski izziv. Iz podnebnih sprememb izhajata politično in varnostno tveganje, ki vplivata na evropske interese (Solana, 2008, str. 5).

Sektor energetike je velik proizvajalec emisij TGP, saj se večina energije pridobiva ravno z izgorevanjem fosilnih goriv. Prav tako razpoložljivost energije vpliva praktično na vse socialne, ekonomske in politične aktivnosti. Alternativna rešitev je večja izraba obnovljivih virov energije (v nadaljevanju OVE), saj ne povzročajo emisij TGP ali so minimalne. V okviru Zelene knjige (Zelena knjiga: Evropska strategija za trajnostno, konkurenčno in varno energijo, 2006) je za boj proti podnebnim spremembam opredeljena tudi večja uporaba OVE, kjer si EU že od leta 1990 prizadeva postati vodilna v svetu na tem področju. Trg z OVE v EU ima prihodek, ki letno presega 15 milijard evrov (polovica svetovnega trga z OVE), in zaposluje okoli 300.000 ljudi (Solar generation, 2004). OVE predstavljajo del naravnih energetskega tokov, ki ohranjajo ravnovesje na Zemlji. Zemlja prejema energijo iz sonca v obliki svetlobe in toplote, notranjosti planeta v obliki toplote ter zaradi privlačnosti planetov iz gravitacije. Med temi viri prevladuje energija sončnega obsevanja, kjer se del spremeni v sekundarne obnovljive vire: veter, biomaso, hidroenergijo, plimovanje in valovanje (Medved, 1993).

Danes OVE niso konkurenčni tradicionalnim energetskim virom, zato so potrebne različne spodbude. Za doseg zastavljenih ciljev posameznih držav EU na področju izrabe OVE so na voljo različni sistemi podpor, kjer prevladujeta sistem zagotovljenih odkupnih cen (angl. *Feed*

in *Tariffs*, v nadaljevanju FIT) in sistem kvot v kombinaciji s trgovanjem zelenih certifikatov (Analiza spodbujanja skozi »*feed-in*« sisteme, 2007, str. 5-7).

Sončne elektrarne predstavljajo eno izmed tehnologij, ki ima dolgoročno največji potencial pri pridobivanju električne energije iz OVE. Sončna energija, ki jo je v izobilju, se neposredno pretvori v električno energijo. Pri pretvorbi se najpogosteje uporabljajo silicijeve sončne celice, ki dosegajo izkoristke tudi nad 20 % (Boyle, 2004). Prihodnja desetletja bodo odločilna za razvoj sončnih elektrarn. EU ima enkratno priložnost, da razvije obsežen, trajnostno naravnan in inovativen ekonomski sektor. Tak razvoj bo zahteval ambiciozno in skladno politiko podpore tehnološkega razvoja, tržnih mehanizmov in promocije. Prehod na globalno trajnosten način oskrbe z energijo je eden največjih izzivov, s katerim se je človeštvo kdajkoli srečalo. Obdobje prehoda bo trajalo najmanj od 30 do 50 let, sončne elektrarne in z njimi povezane tehnologije bodo pri tem odigrale ključno vlogo (A Vision for Photovoltaic Technology, 2004, str. 9-15).

Na nivoju EU številni dokumenti določajo okvir za razvoj OVE, kamor sodi tudi fotovoltaike oziroma sončne elektrarne. Ti dokumenti so Bela knjiga in Akcijski načrt, Zelena knjiga, Energetsko-podnebni sveženj itd. (Čarman, 2007). Razvoj evropske proizvodnje opreme za sončne elektrarne in povpraševanja je povezan z omenjenimi dokumenti oziroma odvisen od spodbudnega okolja posamezne države. Slednje se same odločijo o pristopu in oblikovanju politike spodbud. Trg sončnih elektrarn je v močnem vzponu z letno rastjo nad 40 %. Najmočnejše države so Nemčija, Japonska, ZDA, v zadnjem letu sta se jim pridružili Kitajska in Tajvan (Waldau, 2008, str. 5-11). V Sloveniji imamo le enega proizvajalca sončnih modulov, in sicer Bisol d. o. o. Na drugi strani obstaja kar nekaj podjetij, ki nudijo svetovalne storitve pri odločitvi za investicijo in postavitve sončnih elektrarn. Razloge lahko najdemo v obstoječih podpornih mehanizmih same panoge, ki jih še vedno izvajajo največje omenjene države. V Sloveniji ni specializiranih podpor, ki bi bile namenjene razvoju opreme na področju sončnih elektrarn z namenom izkoristiti donose rastoče panoge. Prav tako ni strateškega dokumenta države, ki bi določal najperspektivnejša področja za obdobje čez 10 let in več. Na drugi strani je pomembna spodbuda investitorjev, ki vlagajo svoja sredstva v proizvodnjo električne energije iz sončnih elektrarn. Trenutno je v Sloveniji relativno ugodna odkupna cena, s katero se dejansko spodbuja uvoz opreme. Po neuradno zbranih podatkih je bilo konec leta 2008 v obratovanju v Sloveniji 88 sončnih elektrarn različnih velikosti (ApE, 2009).

Panoge, ki zajemajo izdelavo komponent sončnih elektrarn, sodijo med perspektivne panoge prihodnosti. Podporni mehanizmi za proizvodnjo komponent sončnih elektrarn v Sloveniji niso posebej izpostavljeni in so del podpor, ki zajemajo celotno gospodarstvo. Nasprotno imamo na strani povpraševanja uveljavljen mehanizem odkupnih cen (FIT), ki spodbuja investiranje v sončne elektrarne. Višja odkupna cena omogoča ekonomsko upravičenost investicij. Ker ni veliko domače opreme in je večina uvožene, je potrebno spodbuditi tudi domačo proizvodnjo in omogočiti prodor domačih podjetij na tuje trge.

Namen in cilj magistrskega dela

Človeštvo se sooča z globalnimi spremembami podnebja in že vidnimi posledicami, za katere je glavni krivec proizvodnja toplogrednih plinov. Energetika je pomemben proizvajalec teh plinov, saj se 90 % vse energije proizvede s pomočjo izgorevanja fosilnih goriv in nuklearne energije. Namen magistrskega dela je pokazati, da OVE predstavljajo dobro alternativo, saj gre za proizvodnjo energije z nič ali minimalnimi izpusti TGP. Izrabljajo se naravni in lokalni viri, kar omogoča zmanjševanje uvozne odvisnosti od fosilnih goriv ter ustvarja lokalna delovna mesta. Vendar tehnologije OVE še niso konkurenčne uveljavljenim klasičnim tehnologijam pridobivanja električne energije in zato potrebujejo ustrezne spodbude. V okviru magistrskega dela bodo prikazani načini spodbujanja investiranja v OVE v Evropi. Sledila bo analiza, kateri so najprimernejši, in analiza slovenskega sistema. Na drugi strani bodo prikazani pristopi pri spodbujanju proizvodnje dejavnosti v državah, ki danes igrajo vodilno vlogo. V Sloveniji prevladujejo manjša storitvena podjetja, ki uvažajo opremo in postavljajo sončne elektrarne. Njihova dodana vrednost z vidika celotnega gospodarstva je minimalna. Slovenska proizvodnja in razvojne institucije imajo velik potencial na področju razvoja novih tehnologij sončnih elektrarn. Lahko bi postala del vodilnih držav na tem področju.

Glavni cilj magistrskega dela je prikazati ekonomsko upravičenost sončnih elektrarn in predstaviti sektor sončnih elektrarn kot donosno in perspektivno panogo. Proizvodnja opreme za sončne elektrarne je priložnost tudi za slovenska podjetja. Analiziral bom podporne mehanizme v trenutno vodečih državah na področju proizvodnje in uspešne mehanizme spodbujanja investitorjev v postavitev sončnih elektrarn. Na podlagi izsledkov te primerjave z domačimi razmerami bom predstavil predloge za spodbujanje slovenske panoge za proizvodnjo opreme za sončne elektrarne. Analizo razmer na strani povpraševanja bom dopolnil z analizo ekonomičnosti izbrane sončne elektrarne v Sloveniji. V analizi bom upošteval investicijsko vrednost, ki bo odražala trenutno stanje na slovenskem trgu. Podatke bom pridobil z izvedenim povpraševanjem za izbrani primer pri ponudnikih opreme.

Opredelitev hipotez

V okviru magistrskega dela bom preveril naslednji hipotezi:

- V Sloveniji primanjkuje specializiranih podpornih instrumentov in spodbud za raziskave in razvoj sončnih elektrarn. Prav tako primanjkuje celovita podporna strategija na področju proizvodnje opreme sončnih elektrarn in podpornega okolja pri nastopanju na tujih trgih, kot je v vodilnih državah (Nemčija, Japonska, ZDA).
- Sončne elektrarne so ob trenutnih pogojih na pragu rentabilnosti. Trenutno postavljena odkupna cena električne energije je prenizka za doseganja pričakovanih ali višjih donosov zasebnega kapitala.

Metode raziskovanja v magistrskem delu

Metode dela, ki jih bom uporabil pri izdelavi magistrskega dela, temeljijo na proučevanju teoretičnih podlag spodbujanja obnovljivih virov energije, posebej na področju sončnih elektrarn. Uporabil bom standardne metode ocenjevanja upravičenosti investicij. Oprl se bom na strokovno literaturo domačih in tujih avtorjev, članke z najnovejšimi teoretičnimi spoznanji s področja spodbujanja sončne energije ter strokovne prispevke, objavljene v strokovnih revijah in na spletnih straneh. Uporabo strokovnih virov bom dopolnil z znanjem, pridobljenim na podiplomskem magistrskem študiju na Ekonomski fakulteti v Ljubljani, ter večletnimi izkušnjami na področju obnovljivih virov energije.

Struktura magistrskega dela

V uvodnih poglavjih magistrskega dela bom z deskriptivno metodo podal teoretične podlage globalnih sprememb in vlogo energetike pri prispevanju k emisijam TGP. Pri tem se bom oprl predvsem na tujo in delno domačo literaturo s področja ekologije in varovanja okolja ter vloge obnovljivih virov energije. Podana bodo izhodišča trajnostne energetike in analizirani dokumenti, ki podpirajo razvoj obnovljivih virov energije na ravni EU in Slovenije.

V nadaljevanju bom prikazal in analiziral različne sisteme spodbujanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije. Sledila bo analiza sončnih elektrarn, tehnologije pridobivanja električne energije iz sončne, uporabo različnih materialov in potenciala izrabe tega vira. Vključena bo analiza svetovnega trga ponudbe in povpraševanja po sončnih modulih, ki predstavlja osnovni del sončne elektrarne. Sektor sončne energije bo izpostavljen kot del perspektivnih panog v prihodnosti, kjer imajo možnosti tudi slovenska podjetja. Proizvodnja sončnih modulov je v vzponu, vendar koncentrirana na nekaj držav. S primerjalno metodo bom analiziral različne sisteme za spodbujanje proizvodnje v vodilnih državah. V tem delu se bom oprl na najnovejša poročila o učinkovitosti posameznih instrumentov in stanju na trgu ter stanju v Sloveniji. Oblikoval bom predloge za vzpostavitev podpornih sistemov proizvodne panoge v Sloveniji.

Drugi del magistrskega dela vključuje analizo ekonomske upravičenosti primera sončne elektrarne z upoštevanjem trenutnih investicijskih stroškov in nedavno sprejetega sistema za spodbujanje OVE. Izračunani bodo kazalci ekonomske upravičenosti in prikazana analiza občutljivosti.

1 GLOBALNE PODNEBNE SPREMEMBE IN VLOGA ENERGETIKE

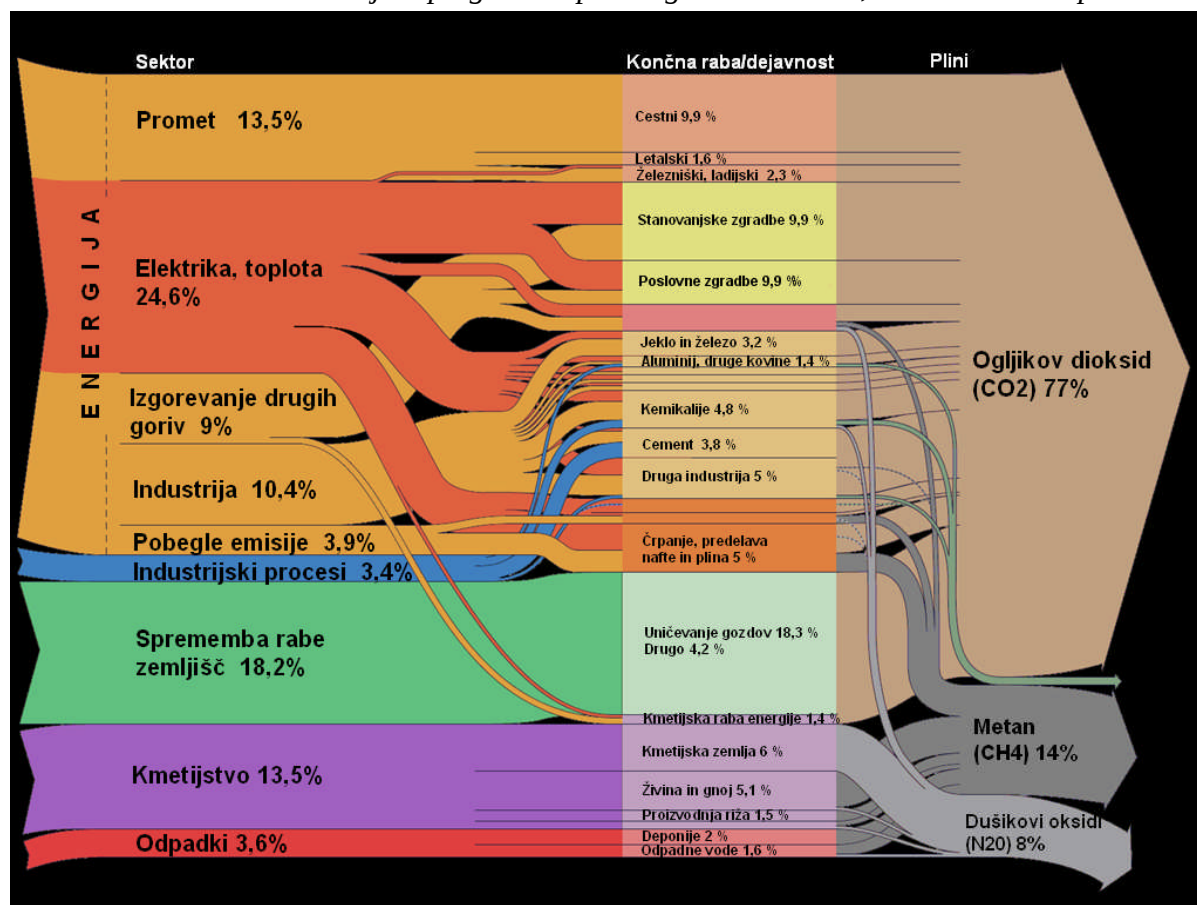
Globalne spremembe so kot posledica pripisane našemu obnašanju do okolja in pričakovanih negativnih posledic. Dejstvo je, da so podnebne spremembe majhne in težko ugotovljive ob običajnih spremembah vremena in podnebja, največji vpliv pa se kaže v državah v razvoju, čeprav so posledice dejavnosti razvitih držav. Večina znanstvenikov se strinja, da je povprečna temperatura na površju Zemlje v zadnjih desetletjih naraščala bolj, kot to lahko pojasnimo z naravnimi podnebnimi cikli. Globalno segrevanje se je začelo pospeševati od petdesetih let naprej, kjer je glavni vzrok sežiganje fosilnih goriv, ki sproščajo emisije ogljikovega dioksida (v nadaljevanju CO₂), ki zadržuje toploto sevanja v ozračju (Podnebne spremembe, 2005, str. 1-2).

Glede na podatke Agencije RS za okolje (ARSO, 2009) in doslej zbranih podatkih Svetovne meteorološke organizacije se je leto 2008 po najvišji povprečni temperaturi v svetovnem merilu uvrstilo na deseto mesto. Povprečna temperatura zemeljskega površja po doslej zbranih podatkih presega povprečje obdobja 1961-1990 za 0,31 °C. Podnebni ekstremi, vključno z uničujočimi poplavami, hudimi in dolgotrajnimi sušami, snežnimi neurji, vročinskimi valovi in prodori mrzlega zraka, so zaznamovali tudi leto 2008. Obseg arktičnega morskega ledu je bil drugi najmanjši doslej.

S terminom podnebne spremembe označujemo spreminjanje globalnega in regionalnega podnebja na Zemlji v daljšem časovnem obdobju. Termin opisuje spremembe v raznolikosti ali povprečnem stanju atmosfere v izbranih daljših časovnih intervalih, ki so lahko dolgi od enega desetletja do nekaj milijonov let. Segrevanje ozračja je terminološko ožji pojem od podnebnih sprememb, v sklopu katerih lahko govorimo tudi o ohladi Zemelje oziroma o ledenih dobah. S terminom globalnega segrevanja ozračja označujemo povečanje povprečne temperature zraka in vode v določenem obdobju. Večina strokovnjakov se strinja, da je visoko povišanje temperatur v zadnjih tridesetih letih povzročil človek. Glavni vzrok za segrevanje ozračja je povečanje emisij CO₂ v zraku skupaj s povečanjem vsebnosti drugih plinov, ki povzročajo učinek tople grede, med katerimi so tudi metan in dušikovi oksidi. Toplogredne pline proizvaja človek z izgorevanjem fosilnih goriv, s katerimi proizvede tri četrtine vseh emisij za produkcijo dobrin, za transport, proizvodnjo elektrike in druga področja; ter usmerjeno uporabo zemlje (npr. sekanjem gozdov) in kmetijstvu (Wagner, 2007).

Na Sliki 1 je prikazano razmerje med vloženo energijo v posamezen sektor ter končno rabo. Na primer, električna energija in toplota se uporabljata na področju stanovanjskih in poslovnih zgradb ter različnih proizvodnih panog. Vsaka aktivnost povzroča določene pline, kjer vsekakor prevladuje CO₂, in sicer kar 77 % glede na ostale toplogredne pline. Največji delež pri povzročanju CO₂ je raba energije na področjih proizvodnje električne energije in toplote, industrijska raba ter izgorevanje drugih virov. Kmetijstvo in odpadki so glavni povzročitelj nastanka metana in dušikovih oksidov, ki kot uničujoča toplogredna plina negativno vplivata na klimo.

Slika 1: Svetovne emisije toplogrednih plinov glede na sektor, končno rabo in pline



Vir: O.V. Wagner, Podnebno sporočilo, 2007.

Že od začetka industrializacije se je poraba energije bistveno in hitreje povečevala kot samo število prebivalcev na svetu. Svetovna populacija se je od leta 1870 povečala za štirikrat na današnji nivo 6,7 milijarde (SURS, 2009), medtem pa se je globalna poraba energije in tako poraba energije fosilnih virov, kot so premog, nafta in zemeljski plin, povečala za faktor šestdeset. Povprečna poraba na prebivalca je danes 15-krat večja od porabe ljudi 130 let nazaj. Ljudje, ki živijo v industrijskih predelih, porabijo veliko nad povprečjem. Poleg stalnega povečanja rabe energije skozi čas je bilo tudi nekaj začasnih padcev porabe energije, ki so bili posledica obeh svetovnih vojn, naftne krize ter večjih zmanjšanj industrijske proizvodnje bivših sovjetskih držav.

Emisije toplogrednih plinov, ki so ozračje dodatno začele segrevati pred dvema stoletjema v času industrijske revolucije, so v zadnjih petdesetih letih v veliki meri povzročile globalno segrevanje Zemlje. Sedanje koncentracije CO₂ (385 ppm) občutno presegajo ne le predindustrijske koncentracije, temveč koncentracije, ki so bile ugotovljene v ledenih skladih Antarktike za zadnjih 650.000 let, ko so bila ugotovljena njihova nihanja med 180 in 280 ppm. Večina strokovnjakov na osnovi pridobljenih podatkov potrjuje močno povezanost emisij CO₂ z višanjem temperature (Pehnt et al., 2006).

Predvidena življenjska doba CO₂ v atmosferi je od 50 do 200 let, zato se bodo naša današnja dejanja na podnebjju poznala še zelo dolgo. Znanstveniki, zbrani pod okriljem mednarodnega Medvladnega odbora za podnebne spremembe (angl. *Intergovernmental panel on climate change*, IPCC), do leta 2100 predvidevajo dvig temperature zemeljskega površja za 1,4 do 5,8 °C. Obstajajo sicer različni scenariji, ki napovedujejo tudi večja povišanja. V našem podnebjju se bo povečalo število vročih dni in povprečna popoldanska in jutranja temperatura se bosta zvišali (Wagner, 2007). Upoštevajoč trenutne trende, lahko pričakujemo povišanje globalne temperature za 2-3 °C v naslednjih petdesetih letih. V kolikor se bodo emisije še povečevale, bo temperatura na Zemlji narasla še za nekaj stopinj, kar bo vplivalo na pogostejša pojavljanja ekstremnih vremenskih pojavov, kot so poplave, suše in posledično negativen vpliv na kmetijstvo in naravni ekosistem. Prav tako se bo povprečni nivo morske gladine najverjetneje do konca stoletja dvignil za 0,5 metra, kar pomeni, da bodo nizko ležeča mesta poplavljenjena. Po letu 2010 pa se pričakuje še višji nivo morske gladine, če se bo arktični led stopil (Boyle, 2004, str. 10).

Nevarnosti, ki jih prinašajo podnebne spremembe, so realne in njihove posledice že vidne. Zavedati se moramo, da posledice niso le na humanitarnem področju, prav tako to ni le okoljski izziv. Iz podnebnih sprememb izhajata politično in varnostno tveganje, ki vplivata na evropske interese. Po besedah Javierja Solana nam grozi, da bodo podnebne spremembe preobremenile države in regije, ki so že tako nestabilne in izpostavljene konfliktom. Ključno pri tem je, kako se bodo države odzivale na vplive in kako dobro bodo reševale probleme danes. Glede na to je potrebno izpolniti zavezo o zmanjševanju toplogrednih plinov (TGP). Izpostavljene so tri nevarnosti. Prva so konflikti zaradi virov, kjer je dostop do njih politično pogojen. Marsikje se bodo zmanjšale obdelovalne površine, primanjkovalo bo vode, zmanjševale se bodo zaloge hrane in dolge suše bodo pogostejše. Zlasti pomanjkanje vode bi lahko povzročilo civilne nemire. Druga nevarnost so migracije. ZN napoveduje na milijone migrantov zaradi podnebnih sprememb, kar lahko povzroči dodatne konflikte in napetosti med etničnimi in verskimi skupnostmi. In tretja, kaj se bo zgodilo z zalogami nafte in plinom, če se spremenijo meje ali če ozemlja izginejo pod morjem? Dober primer za to je Arktika, kjer se že izkazujejo različni interesi po upravljanju ozemlja, ki je bilo do sedaj nedotaknjeno in nezanimivo. Izpostaviti je potrebno, da onesnaževalci tudi niso najbolj prizadeti oziroma tisti, ki jih podnebne spremembe najbolj prizadenejo, niso odgovorni za njihov nastanek. To lahko vodi v politiko zamer med državami severa in juga in merjenje moči največjih onesnaževalcev z najbolj prizadetimi državami (Solana, 2008, str. 5).

Predlogi za »boj« proti podnebnim spremembam so naslednji (Solana, 2008, str. 5):

- Vsesplošno okrepiti zmogljivosti EU za spremljanja, opozarjanja in preprečevanja konfliktov ter obvladovanja kriz. V ta namen bi morali priskrbeti dodatna finančna sredstva.

- »CO₂ diplomacija«, kar pomeni več usmerjenih raziskav in skupnih analiz o nevarnostih podnebnih sprememb in načinih reševanja. Potrebno je opozoriti na učinke podnebnih sprememb na varnost.
- Analizirati obstoječe načine boja proti podnebnim spremembam in prilagoditi neustrezne instrumente.

Ko se ukvarjamo s podnebnimi spremembami, lahko le malo naredimo brez popolne podpore vlade in višjih institucij. Slovenija je članica Kjotskega protokola od leta 2005 in je podpisala več dokumentov, povezanih s to temo. Vendar te obljube niso izpolnjene. Glede izpolnjevanja kjotskega protokola Slovenija ne zaostaja tako veliko, saj se je priključila protokolu relativno pozno. Emisije pa so se povišale za 20 % od začetka devetdesetih. Moramo se zavedati, da je del tega povečanja kompenziran z naravnim ponorom CO₂ emisij. Slovenski obširni predel gozda odstrani ogljikov dioksid iz atmosfere s pomočjo fotosinteze in ta pozitivni učinek je vključen pri izračunu skupnih emisij v državi (Kobentar, 2009, stran 18).

1.1 Ekonomski vidiki podnebnih sprememb

Podnebne spremembe naj bi imele tudi nekaj pozitivnih učinkov, predvsem zaradi povišanj temperatur. Kljub temu bodo ti postali zelo uničujoči pri višjih temperaturah, ki nam pretijo v drugi polovici stoletja (Stern, 2006, str. 6-10). Sternovo poročilo napoveduje, da bodo države na višji zemljepisni širini, kot so Kanada, Rusija, Skandinavija, imele koristi zaradi povečane temperature od 2 °C do 3 °C v obliki večjega kmetijskega pridelka, manjša bo zimska umrljivost, manjše zahteve po ogrevanju in potencialno tudi večji turizem. Vendar pa bodo te regije tudi izkusile najhitrejšo rast v segrevanju z resnimi posledicami na biotsko raznolikost in lokalno življenje.

Razvite države na nižje ležečih področjih zemljepisne širine, se pravi bližje ekvatorju, bodo veliko bolj občutljive na spremembe. Regije, kjer imajo že sedaj pomanjkanje vode, bodo soočene z velikimi izzivi in visokimi stroški. Študije, uporabljene v Sternovem poročilu, predpostavljajo, da povečanje globalne temperature za 2 °C lahko vodi v 20 % zmanjšanje razpoložljivosti vode in poljedeljskega donosa v Južni Evropi.

Najrevnejše države bodo najbolj izpostavljene. Ljudje z manjšimi prihodki ponavadi živijo v hišah slabše kvalitete na področjih, ki so bolj izpostavljena rizikom, imajo manjša finančna sredstva za reševanje posledic podnebnih sprememb. Stroški ekstremnih vremenskih pojavov, kot so nevihte, poplave, suša in vročinski vali, se bodo povečevali postopoma z višjimi temperaturami in izničili prvotne pozitivne učinke podnebnih sprememb. Omenjeni stroški bi lahko dosegli od 0,5 % do 1 % svetovnega BDP-ja v sredini stoletja in se bodo še naprej povečevali s segrevanjem. Škoda zaradi hurikanov in tajfunov se bo povečala že v malo večji intenziteti nevihte. Ocenjeno je, da povečanje hitrosti vetra v primeru hurikana za 5-10 % pomeni podvojitev letnih škod, kar se odraža v 0,13 % BDP-ja povprečno na letnem nivoju le v ZDA. Stroški poplav se bodo prav tako povišali, razen če se bo upravljanje s poplavami

izboljšalo. V Veliki Britaniji se lahko letni stroški zaradi poplav povišajo z 0,1 % BDP-ja na 0,2-0,4 % BDP-ja, ko se bo globalna temperatura povišala za 3-4 °C. Vročinski vali, kot je bil leta 2003 v Evropi, ko je umrlo 35.000 ljudi in je škoda v poljedelstvu znašala 15 milijard ameriških dolarjev, bodo postali stalnica v sredini stoletja.

Višje temperature pomenijo tudi večji riziko za razvite države, da se soočijo z velikimi šoki. Večji del sveta bo lahko opustošen zaradi socialnih in ekonomskih posledic velikih temperatur. Zgodovina kaže, da to lahko vodi v masovne in uničujoče premike prebivalstva ter sproži regionalne konflikte. Nastajanje emisij je bilo in je še vedno vezano na gospodarski razvoj, kljub temu je možno stabilizirati koncentracijo TGP v atmosferi ter hkrati spodbujati nadaljnji razvoj. CO₂ emisije na prebivalca so povezane s CO₂ na BDP. Na primer od leta 1850 je bilo v Severni Ameriki in Evropi proizvedenih okoli 70 % vseh CO₂ emisij predvsem zaradi proizvodnje energije. Na drugi strani pa so države v razvoju prispevale manj kot četrtino. Večina prihodnjih naraščajočih emisij bo prišla ravno iz slednjih držav zaradi njihovega hitrega povečevanja prebivalstva in BDP-ja ter povečane energetske intenzivne industrije.

Emisije TGP lahko zmanjšamo na štiri načine. Stroški se bodo bistveno razlikovali od uporabe kombinacije različnih načinov in v katerem sektorju se bodo emisije zmanjševale.

Omenjeni načini so (Stern, 2006, str. 7):

- zmanjšanje povpraševanja po emisijsko intenzivnih proizvodih in storitvah;
- povečanje učinkovitosti, ki pomeni tako prihranke denarja kot tudi emisije;
- aktivnosti za ne-emisijsko energijo, kot je izogibanje krčenju gozdov;
- preklop na zelene tehnologije (nizko emisijske) za proizvodnjo električne energije, toplote in v transportu.

Ocenjeno je, da je zgornja meja potrebnih letnih stroškov za zmanjševanje emisij in stabilizacijo na nivoju 550 ppm CO₂ okoli 1 % BDP-ja do leta 2050.

1.2 Emisije TGP

V naravi se pojavlja pet glavnih toplogrednih plinov, na njihove količine pa vplivajo tudi človeške dejavnosti (Podnebne spremembe, 2005, str. 3):

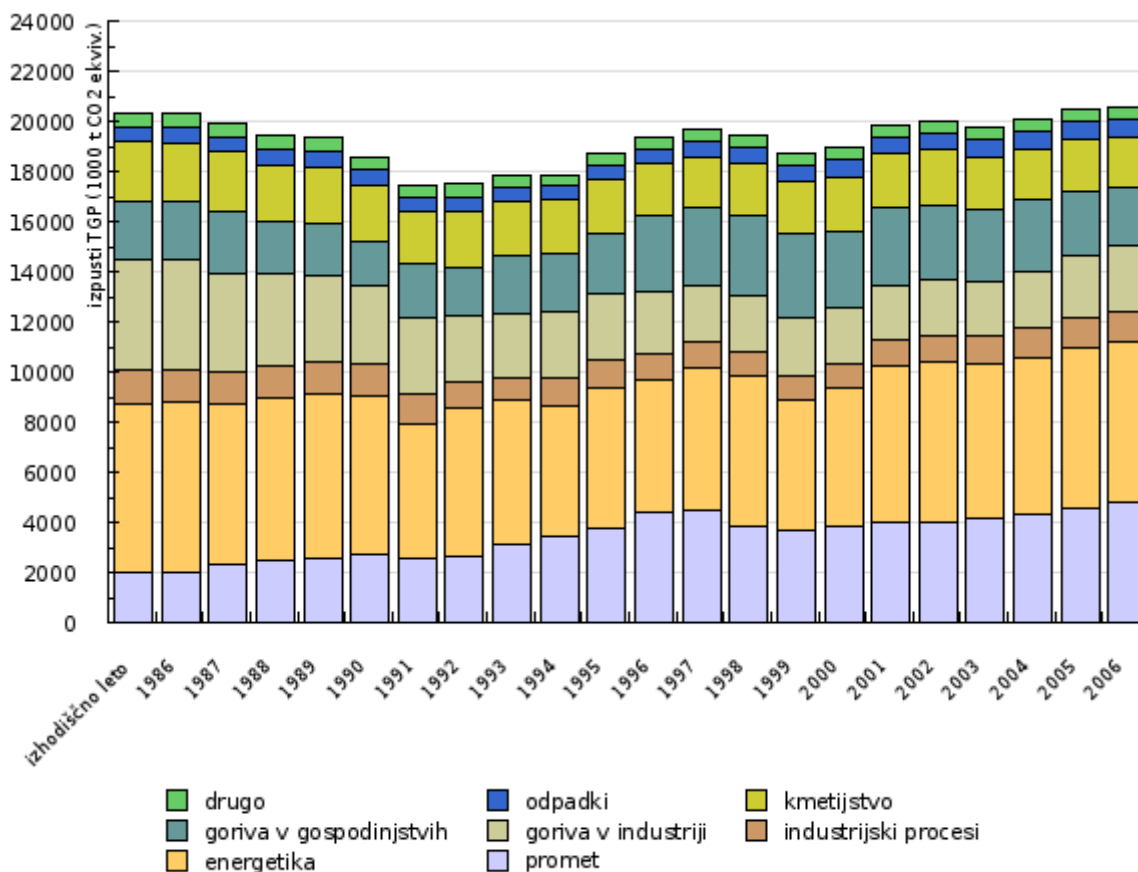
1. **Vodna para** (H₂O) je najbolj pogost TGP in največ prispeva k učinku tople grede. Količina v ozračju narašča z višanjem temperatur, saj se pospešuje izhlapevanje.
2. **Ogljikov dioksid** (CO₂) se v ozračje sprošča pri naravnih procesih in pri kurjenju fosilnih goriv in drugih materialov. Delno se CO₂ iz ozračja izloči s fotosintezo, delno ga vsrkajo oceani.

3. **Metan** (CH_4) ni tako pogost kot prejšnja dva, vendar je učinkovitejši pri zadrževanju toplote in zato močan toplogredni plin. Metan je 23-krat močnejši od CO_2 . Nastaja z razpadanjem organskih snovi v okolju brez kisika.
4. **Dušikov oksid** (N_2O) prihaja predvsem iz prsti in oceanov ter iz nekaterih industrijskih procesov, kurjenja fosilnih goriv in organskih materialov. Je močan TGP, vendar prisoten v majhnih količinah.
5. **Ozon** (O_3) se nahaja v zgornjem sloju ozračja, kjer ščiti Zemljo pred nevarnimi ultravijoličnimi žarki.

Izpusti TGP so bili leta 2006 20,591 milijonov ton v ekvivalentih CO_2 , kar je 1,2 % nad izhodiščnim letom 1986. V skladu z obveznostjo 8 % zmanjšanja izpustov povprečni izpusti v obdobju 2008–2012 ne bi smeli presegati 18.725.719 ton CO_2 ekvivalentov. Zastavljen cilj 8 % zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov v obdobju 2008-2012 glede na vrednost v izhodiščnem letu bo med drugim dosežen z dosego naslednjih področnih ciljev (Kazalci okolja v Sloveniji, 2009):

- 12 % delež obnovljivih virov energije v primarni energetske bilanci do leta 2010,
- 25 % delež obnovljivih virov energije pri oskrbi s toploto do leta 2010,
- 33,6 % delež električne energije iz obnovljivih virov do leta 2010,
- 7,5 % delež biogoriv v prometu do leta 2015,
- 9 % kumulativni prihranek končne energije v obdobju 2008–2016,
- 10 % povečanje učinkovitosti rabe energije v industriji in storitvenem sektorju do leta 2010 glede na leto 2004,
- 10 % povečanje učinkovitosti rabe energije v stavbah do leta 2010 glede na leto 2004,
- 15 % povečanje učinkovitosti rabe energije v javnem sektorju do leta 2010 glede na leto 2004,
- 10 % povečanje učinkovitosti rabe energije v prometu do leta 2010 glede na leto 2004,
- podvojitev deleža električne energije iz soproizvodnje z 800 GWh v letu 2000 na 1.600 GWh v letu 2010.

Slika 2: Izpusti TGP po sektorjih v Sloveniji v letih 1986 – 2006



Vir: Kazalci okolja v Sloveniji, 2009.

Energetika je v Sloveniji največji vir emisij toplogrednih plinov, saj je leta 2006 predstavljala 80 % vseh emisij TGP. Po letu 1986 so se emisije iz energetike zmanjševale do leta 1992, od takrat pa, če zanemarimo vrh sredi devetdesetih zaradi bencinskega turizma, konstantno naraščajo. Na področju energetike obnovljivi viri energije predstavljajo eno od rešitev pridobivanja energije brez izpustov emisij TGP. Oskrba z energijo je osnova za ekonomsko, javno in zasebno življenje in tako predstavlja pomembno socialno-ekonomsko vlogo. Povišanje stroškov fosilnih goriv in klimatskih vprašanj kažejo na nujnost ukrepanja. Na voljo so trije konkretni cilji, ki jih moramo izpolniti, v kolikor želimo zagotoviti trajnostne in zadovoljive energetske vire (DLR, 2009):

- zmanjšanje porabe energije,
- povečanje energetske učinkovitosti,
- razvoj obnovljivih virov energije.

1.3 Trajnostna energetika

Termin trajnostni razvoj je zaznamoval razprave na temo ohranitve našega okolja, razdelitve blaginje po celem svetu bolj pravično in omogočiti humanejše življenjske pogoje za vse ljudi. Trajnostno pa ne obsega le ekološke, temveč tudi ekonomske in socialne vidike, ki morajo biti

vedno obravnavani skupaj in upoštevati medsebojno vplivanje. Obširna definicija za trajnostni razvoj je bila prvotno oblikovana s strani Brundtlandove komisije in sprejeta na konferenci v Riu leta 1992. Od tedaj je bila uporabljena v številnih dokumentih (Pehnt et al., 2006, str. 8):

Trajnostni razvoj zadovoljuje potrebe sedanjega človeškega rodu, ne da bi ogrozili možnosti prihodnjih rodov, da zadovoljijo svoje potrebe.

Energija igra pomembno vlogo v trajnostnem razvoju. Njena razpoložljivost vpliva praktično na vse socialne, ekonomske in politične aktivnosti. Prav tako vpliva na razmere v okolju ter samo podnebje, velikokrat tudi definira, ali bodo nacije živele v miru ali v medsebojnem konfliktu. Temu ustrezno lahko rečeno, da je uporaba energije trajnostna, ko je zagotovljen stalen, zadosten in zadovoljiv vir energije, kjer na drugi strani omejujemo škodljive učinke dobave, transporta in uporabe energije (Pehnt et al., 2006, str. 8).

Skladno z razumevanjem definicije trajnosti morajo biti smernice minimalne zahteve za trajnostni razvoj in v pomoč odločevalcem na energetske področju pri določanju političnih energetske strategije. Dandanes je tradicionalna uporaba biomase, se pravi nekomercialna uporaba lesa, v številnih manj razvitih državah prispevala skoraj 9 % globalne porabe primarne energije. Vendar ta uporaba ni vedno trajnostna. Drugi obnovljivi vir energije je hidroenergija, ker gre za proizvodnjo električne energije iz energije vode, in prispeva svoj delež v višini 4,8 %. Nuklearna energija zadovoljuje 6,4 % porabe energije. Na svetu tako 80 % svetovne porabe energije temelji na fosilnih gorivih. Nekaj sto milijonov let je bila potrebna fotosinteza, da so se oblikovale energetske bogate ogljikove zmesi. V samo nekaj stoletjih je človeštvo porabilo te pomembne vire in onesnažilo ozračje z njihovimi ostanki. Energetska oskrba temelji na fosilnih gorivih, kot so premog, nafta, mineralna olja in zemeljski plin. Pričakuje se, da bo kljub hitri spremembi v dobavi energije energija iz fosilnih goriv še naprej potrebna v naslednjih desetletjih in verjetno bo njihova poraba še večja od današnje. Pomembno vprašanje, ki se nam zastavlja, je katere rezerve so še na voljo in za koliko časa. Pod rezerve sodijo tudi še nahajališča, ki niso najdena ali pa je njihovo črpanje še ekonomsko neupravičeno. Napovedi so različne, in sicer ob predpostavki današnje intenzivnosti porabe naj bi bile zaloge nafte za obdobje od 40 do 60 let, zaloge plina zadostujejo ob današnji porabi za naslednjih 60 let ter premog za 200 let. Zaloge urana, ki je prav tako omejen, naj bi zadostovale za naslednjih 40 let. Navedene številke še niso tako zelo zastrašujoče, ker se ne upošteva naslednjih dejstev (Pehnt et al., 2006, str. 10–12):

- Povišanje cen energije in posledično ekonomske motnje se pričakujejo hitreje, kot je doba trajanja zalog fosilnih goriv.
- Medgeneracijska enakost pomeni, da v kolikor porabljajo fosilne vire z enako mero kot do sedaj, ignoriramo osnovni princip trajnosti, in sicer enakovredna raba virov današnje in prihodnje generacije.

- Stroški so povezani z vse večjih onesnaževanjem s TGP ter posledicami podnebnih sprememb.

Predvideva se, da današnje generacije ne bodo prisiljene spremeniti svojih navad porabe energije zaradi izčrpanosti fosilnih virov energije. Med izgorevanjem fosilnih goriv nastanejo onesnaževalci, kot sta žveplov dioksid in dušikov oksid, ki prispevata k pojavljanju kislega dežja. Nepopolno izgorevanje sprošča ogljikov monoksid, ogljikove vodike in delce saj, izgorevanje fosilnih goriv sprošča tudi veliko količino prahu. Te emisije skupaj s še drugimi nimajo samo škodljivega učinka na okolje, so tudi neposredno nevarne za človekovo zdravje. Izboljšano izgorevanje in uporaba katalizatorjev ter filtrov je bistveno zmanjšala te emisije. Gonilna sila teh napredkov je predvsem uspešna okoljska politika, podkrepljena s finančnimi viri. Onesnaževanje s temi emisijami dandanes prihaja predvsem iz manj razvitih držav (Pehnt et al., 2006, str. 12-14).

Poleg omenjenih emisij nastaja pri zgorevanju fosilnih goriv vedno tudi ogljikov dioksid. Kljub temu da ni nevaren za organizem, spodbujanja učinek tople grede in tako povečuje globalne temperature. Koncentracija CO₂ emisij se je povečala za faktor štiri od dobe industrializacije, kar je povzročilo dvig povprečnih temperatur za $0,6 \pm 0,2$ °C. V kolikor se ne izvedejo protiukrepi za zmanjšanje emisij vseh TGP, IPCC predvideva povišanje povprečne temperature, kar bo imelo uničujoče posledice zaradi ekstremnih vremenskih razmer, spremembe klimatskih pogojev, degradacije zemlje ter navsezadnje na prehrabene razmere in življenjske pogoje. Kljub temu nekatere države še danes zavračajo, da bi revidirale svojo energetske in okoljske politiko. Del podnebnih sprememb je vsekakor posledica človekovega dejanja, predvsem kurjenja fosilnih goriv, kot so premog, nafta in plin. Slednji bodo v nekaj desetletjih porabljeni, zato se moramo preusmeriti na alternativne vire. Prihodnost pripada soncu, saj ponuja električno energijo in toploto, predvsem pa ohranja našo klimo oziroma podnebje (Varl, 2006, str. 68-72).

Globalno segrevanje torej nastaja zaradi izgorevanja fosilnih goriv, prekomernega krčenja gozdov in industrijskega kmetovanja. Da bi ohranili povečanje povprečne temperature pod 2 °C koncentracija CO₂-ja, ki je trenutno na nivoju 360 ppm, ne sme zrasti nad 450 ppm pred koncem tega stoletja. Da bi ta cilj lahko dosegli, je potrebno zmanjšati svetovno proizvodnjo energije, ki povzroča CO₂, za polovico do leta 2100. Upoštevajoč naraščajoče prebivalstvo, bo moral v letu 2100 vsak od 10 milijard prebivalcev povzročiti le tona emisij CO₂ na leto. V kolikor bomo nadaljevali kot do sedaj in večino energije pridobivali iz fosilnih goriv, potem bodo emisije bistveno narasle in z njimi tudi povprečne svetovne temperature. Torej, potrebna je učinkovita kombinacija tehnologij za učinkovitejšo porabo energije v vseh sektorjih in tudi tehnologije pridobivanja energije, ki ne povzročajo emisij CO₂.

1.3.1 Smernice za globalno trajnostno energetska oskrbo

Smernice za globalno trajnostno energetska oskrbo so (Pehnt et al., 2006, str. 9):

- Enakost v dostopu in distribuciji za vse – vsi ljudje bodo imeli enake priložnosti in dostopnost do energetskih virov in storitev.
- Ohranjanje virov – različni viri energije bodo ohranjeni za prihajajoče generacije, zato je potrebno pripraviti primerljive opcije, ki nudijo zadovoljivo energetska storitev prihodnjim generacijami.
- Kompatibilnost z okoljem, klimo in zdravjem – prilagodljive in obnovljive sposobnosti naravnih sistemov (okolja) ne bodo presežene z emisijami zaradi proizvodnje energije in odpadki. Tveganje za človeško zdravje, na primer zaradi prevelike količine škodljivih emisij, se bo minimiziralo.
- Socialna ustreznost – načrt sistema energetske oskrbe bo omogočal, da bodo vsi ljudje, vključeni v sistem, imeli možnost vključitve v proces sprejemanja odločitev.
- Nizka raven tveganja in brez tolerance – neizbežna tveganja, povezana s proizvodnjo in porabo energije, bodo minimizirana in omejena.
- Obširna gospodarska učinkovitost – na voljo bodo energetska storitve s sprejemljivimi stroški, kar pomeni specifične stroške, povezane s proizvodnjo in porabo energije, ter ekonomske stroške z eksternimi in socialnimi stroški.
- Razpoložljivost in zanesljivost dobave oziroma oskrbe z energijo – stalna in zadostna oskrba z energijo mora zadovoljevati človeške potrebe. Energetska oskrba mora biti ustrezno razpršena in zmožna odzvati se na morebitne krize ter imeti možnost razširitve glede na potrebe.
- Mednarodno sodelovanje – prihodnji razvoj energetskega sistema bo zmanjšal ali odstranil potencialne konflikte, ki nastajajo zaradi pomanjkanja virov.

1.3.2 Kako doseči trajnostno energetska gospodarstvo

Danes je težko v celoti in objektivno tehtati med nevarnostmi globalnih sprememb in črpanja ter omejenosti razpršenih fosilnih goriv. Pri razmisleku je potrebno upoštevati tudi višje stroške črpanja fosilnih goriv, tveganja, povezana z nuklearno elektrarno, ter ekonomsko in socialno škodo zaradi ekstremne neenakomernosti dostopa do energije. Vsekakor pa lahko potegnemo neke osnovne zaključke, in sicer prihodnja energetska oskrba z energijo ne more temeljiti le na osnovi fosilnih goriv in nuklearnih elektrarn. Rešitev je v vzpostavitvi sistema, ki v čim večji meri temelji na predstavljenih osmih smernicah vzpostavitve trajnostne energetske oskrbe. Poznamo tri ključne elemente, ki podpirajo prestrukturiranje energetske oskrbe (Pehnt et al., 2006, str. 17-19):

- Učinkovitost – med pretvorbo primarne energije v zeleno končno energijo do porabnika potekajo številne faze, kjer prihaja do izgub. Te izgube se lahko bistveno zmanjša z

modernimi tehnologijami pretvorbe energije in večjo energetske učinkovitostjo v vseh napravah, izvedba ukrepov URE v vseh sferah življenja (izboljšanje toplotne izolacije ...).

- Konsistenca – trajnostni sistemi na dolgi rok so sistemi, ki omogočajo pridobivanje energije brez porabe surovin, ali sistemi, ki vračajo material v zaprt cikel.
- Zadostnost – potreba po energiji je odvisna od življenjskega stila in okolja porabnika. Spremembe v človeških navadah in potrebah lahko močno vplivajo na večjo varčevanje energije. Sprememba načina življenja in navad bo imelo pomemben vpliv na prihodnje energetske potrebe.

Podani so trije elementi strategij, ki so med seboj komplementarni in potrebno je sočasno izvajanje vseh za doseg uspeha. Bistveno zmanjšanje porabe energije je predpogoj, da lahko OVE učinkovito zadovoljijo sprejemljiv delež porabe po energiji. Temu ustrezno je potrebno spremeniti javno ozaveščenost, in sicer doseči premik od vrednosti konstantno naraščajoče porabe dobrin k izboljšanju kvalitete v potrošnikovem zadovoljstvu vzporedno z ojačanim občutkom do varovanja okolja. Take spremembe pri širši množici se ne zgodijo čez noč. Te nujno potrebne spremembe pa v ozadje še posebej potiska dandanašnja globalizacija kakršnihkoli aktivnosti, tudi obnašanje potrošnikov, in močan fokus na kratkoročne ekonomske uspehe, namesto da bi bili usmerjeni na dolgoročne, v prihodnost zazrte reforme.

1.4 Cilji EU in Slovenije na področju večje izrabe OVE

EU si je za trajnostno prihodnost zastavila naslednje cilje (Paket ukrepov za izvajanje ciljev EU v zvezi s podnebnimi spremembami in obnovljivimi viri energije za leto 2020, 2008):

- zmanjšanje predvidene porabe energije za 20 % do leta 2020,
- povečanje deleža obnovljivih virov energije v skupni porabi energije na 20 % do leta 2020,
- povečanje deleža biogoriv na vsaj 10 % celotne porabe bencina in dizelskega goriva do leta 2020 pod pogojem, da bodo na voljo trajnostna biogoriva „druge generacije“ iz poljščin, ki niso namenjene prehrani,
- zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov za vsaj 20 % do leta 2020,
- notranji trg energije, ki bo dejansko in učinkovito koristil vsakemu posamezniku in podjetju,
- boljša povezanost energetske politike EU z drugimi politikami, denimo s kmetijsko in trgovinsko,
- boljše mednarodno sodelovanje.

EU načrtuje do leta 2050 pridobivati več kot 50 % energije za proizvodnjo električne energije, industrijo, promet in gospodinjstva iz virov, ki ne povzročajo emisij ogljika, torej iz nefosilnih goriv. Govorimo o OVE, ki predstavljajo pomembno alternativo fosilnim gorivom. Njihova uporaba zmanjšuje emisije toplogrednih plinov, razprši oskrbo z energijo in zmanjša odvisnost od trgov fosilnih goriv (zlasti nafte in plina). Rast OVE tudi spodbuja zaposlovanje

v Evropi, ustvarjanje novih tehnologij in izboljšuje naše trgovinske bilance. Raziskovalni programi, ki jih s sredstvi podpira EU, prispevajo k razvoju teh možnosti in novih tehnologij za učinkovitejšo rabo energije (Europa Gateway to the European Union, 2009).

Nova direktiva o promociji proizvodnje električne energije iz OVE (2008/0016) postavlja ambiciozne cilje za vse države članice, tako da bo EU dosegla 20 % delež energije iz obnovljivih virov do leta 2020 in 10 % delež obnovljivih virov energije zlasti v prometnem sektorju. Nova direktiva bo morala biti implementirana v državah članicah najkasneje v začetku leta 2010. Za Slovenijo je postavljen cilj, da bo delež energije iz OVE v bruto končni porabi do leta 2020 znašal 25 % (delež v letu 2005 je znašal 16 %).

Evropska komisija je v Zeleni knjigi z naslovom Evropska strategija za trajnostno, konkurenčno in varno energijo definirala izzive, ki izhajajo iz vedno večje porabe energije in podnebnih sprememb. Naj izpostavim nekaj glavnih izhodišč (Zelena knjiga, 2006, str. 3-4):

- Evropa je vstopila v novo energetske obdobje. Nujno so potrebna vlaganja, saj bo potrebno v Evropi nameniti okoli tisoč milijard evrov sredstev za pokritje pričakovanega povpraševanja po energiji.
- Odvisnost od uvoza narašča in potrebno je povečanje konkurenčnosti domačih virov, saj bo v nasprotnem primeru Evropa v 20 do 30 letih morala pokrivati okoli 70 % povpraševanja po energiji z uvozom.
- Zaloge so zgoščene v nekaj državah. Približno polovica plina, porabljenega v EU, prihaja iz Rusije, Norveške in Alžirije. Glede na sedanje trende bi se odvisnost od uvoza plina v naslednjih 25 letih povečala na 80 %.
- Svetovno povpraševanje po energiji se povečuje, povečujejo se emisije in cene nafte, plina ter električne energije. Rešitev je v večji energetske učinkovitosti in inovativnosti.
- Podnebje se vse bolj segreva in v kolikor ne bomo ukrepali, bodo vse svetovne regije, vključno z EU, soočene z resnimi posledicami za svoja gospodarstva in ekosisteme.
- Evropa še ni razvila notranjih trgov z energijo, ki bi bili v celoviti konkurenčni. Da se ta cilj doseže, je potrebno razviti medsebojne povezave, vzpostaviti učinkovite zakonodajne in ureditvene okvire ter jih tudi uporabljati v praksi.

Eno od prednostnih področij, opredeljenih v Zeleni knjigi, je celovit pristop za boj proti podnebnim spremembam. V kolikor želimo omejiti bližajoči se dvig globalnih temperatur na dogovorjeno raven, ki je največ 2 stopinji nad predindustrijskimi vrednostmi, bi morale globalne emisije TGP doseči najvišjo vrednost najkasneje do leta 2025, nato pa bi se morale glede na raven iz leta 1990 zmanjšati za najmanj 15 %, ali pa celo za 50 %. Zaradi tega velikega izziva mora Evropa takoj ukrepati, še posebej na področju energetske učinkovitosti in obnovljivih virov energije. Slednji ukrepi bodo poleg boja proti podnebnim spremembam prispevali k varnosti oskrbe z energijo in pomagali omejiti naraščajočo odvisnost EU od uvoza. Posledično bi lahko ustvarili tudi številna delovna mesta in predvsem ohranili tehnološko prednost EU držav v hitro rastočem svetovnem sektorju.

Celovit pristop za boj proti podnebnim spremembam je sestavljen iz (Zelena knjiga, 2006, str. 10-13):

- spodbujanja energetske učinkovitosti;
- povečanja uporabe OVE;
- zajema in geološkega skladiščenja ogljika.

1.4.1 Spodbujanje energetske učinkovitosti

Glede na Zeleno knjigo je Evropa že ena od najbolj energetsko učinkovitih regij na svetu. Kljub temu lahko na tem področju doseže velik napredek. Komisija je v Zeleni knjigi o energetski učinkovitosti iz leta 2005 ugotovila, da bi prihranki v EU znašali do 20 % porabe energije. To pomeni, da bi lahko pri energiji prihranila kar 60 milijard evrov, prispevala k varnosti energije in ustvarila milijon novih delovnih mest v neposredno vključenih sektorjih. Energetska učinkovitost mora postati prednostna naloga na svetovni ravni in Akcijski načrt lahko služi kot izhodišče za oblikovanje podobnih spodbujevalnih ukrepov po vsem svetu.

1.4.2 Povečanje uporabe OVE

Drugi segment je povečanje uporabe obnovljivih virov energije, kjer si EU že od leta 1990 prizadeva na tem področju postati vodilna v svetu. Trg z OVE v EU ima prihodek, ki letno presega 15 milijard EUR (polovica svetovnega trga), zaposluje okoli 300.000 ljudi in je pomemben izvoznik. Prav tako imajo OVE možnost postati konkurenčni ceni fosilnih goriv. OVE imajo velik potencial, ki je deloma izkoriščen. Da bi se ta potencial dosegel, je potrebno poskrbeti predvsem za spodbuden političen okvir z upoštevanjem pravil konkurence. Nekaterih virov domače energije z nizko vsebnostjo ogljika ni potrebno več podpirati, so pa druge, z velikim potencialom potrebne nadaljnjih spodbud (npr. vetrne elektrarne, sončne, bioplin ...), nekatere pa so šele v razvojni fazi (energija plimovanja, valovanja, osmoze).

1.4.3 Zajem in geološko skladiščenje ogljika

Tehnologija zajema in geološkega skladiščenja ogljika ponuja možnost tehnologije skoraj ničelnih emisij. Danes se že lahko gospodarno uporablja za izboljšanje pridobivanja nafte in plina. To tehnologijo je potrebno nadalje spodbuditi, omogočiti pravno varnost zasebnega sektorja in zagotoviti neoporečnost okolja. Potrebne so raziskave in razvoj ter pilotni projekti (Zelena knjiga, 2008, str. 13). Ideja skladiščenja ogljika je, da vrnemo ogljik iz fosilnih goriv tja, od koder smo ga pridobili, torej v zemeljsko skorjo. V okviru projekta CO₂SINK so v drugi polovici 2008 začeli vtiskati ogljikov dioksid v 700 m globoko ležeče porozne plasti peščenjaka, v katerih ta toplogredni plin izriva vodo. Gre za prvi tovrstni večji poskus v mestu Ketzin pri Potsdamu, katerega namen je preveriti, ali bo geološko skladiščenje CO₂ v prihodnosti prispevalo k zmanjšanju izpustov TGP. Preden bo to postalo realnost, bodo morali rešiti dva ključna problema. Potrebno je razviti tehnološko in ekonomsko učinkovito

tehnologijo ločevanja in zajema CO₂ iz dimnih plinov energetskih objektov ter dokazati, da ga je možno shraniti in skladiščiti trajno in varno (Gosar, 2009, str. 18).

1.5 Energetsko-podnebni sveženj

Evropska komisija je 23. januarja 2008 predstavila enega izmed ključnih zakonodajnih svežnjev, podnebno-energetski sveženj, ki se dotika predvsem zmanjševanja emisij TGP in povečanja rabe OVE. Trajnostna energetika omogoča dosego ciljev in jedro predstavljajo OVE, zato je ključni del svežnja prav predlog direktive za spodbujanje rabe energije iz obnovljivih virov. Posameznim članicam so naloženi cilji, in sicer je za Slovenijo določeno 9 % povečanje deleža OVE v končni rabi do leta 2020. Gre za velike izzive, ki jim moramo razumeti kot priložnosti. Cilj je možno doseči z večjo energetsko učinkovitostjo, večjo rabo OVE in uvajanjem novih energetsko naprednih tehnologij. Ključna je prva in zato je Vlada RS sprejela Nacionalni akcijski načrt za energetsko učinkovitost. Pri spodbujanju OVE so ključni upravičenost izrabe, družbena sprejemljivost energetskih projektov in uspešno umeščanje v prostor ter spodbujanje sproizvodnje toplote in elektrike (SPTE). Pri tem ne smemo pozabiti na primerno diverzifikacijo uporabe primarnih virov energije, na dolgi rok ne smemo povečevati odvisnosti od uvoza energije, poskrbeti je potrebno za dobro delovanje energetskega trga (Žlahtič & Fistravec, 2008, str. 1).

Energetsko-podnebni sveženj se dotika tudi izpustov TGP v Sloveniji, in sicer lahko izpuste v sektorjih izven sheme trgovanja z emisijskimi kuponi (ETS), kamor sodijo gospodinjstva, promet, kmetijstvo in odpadki, poveča za 4 % do leta 2020 v primerjavi z letom 2005. Na drugi strani pa mora Slovenija v sektorjih, vključenih v ETS, ki povzročajo okoli 40 % vseh emisij TGP, izpuste zmanjšati za 21 % (Škrinjar, 2008, str. 18-19).

Energetika bo v naslednjem obdobju ena glavnih osi razvoja gospodarstva. Nekatere od ciljev bo mogoče doseči z dodatnim izkoriščanjem hidropotenciala, pri čemer so ekonomsko ugodnejši viri že izkoriščeni. Možni viri so biomasa, lesna, ki je sedaj precej neizkoriščena, in učinkovitejša izraba sončne energije, tako za proizvodnjo električne energije kot za toploto. Zastavljene cilje lahko dosežemo le z dobro oblikovanimi politikami, družbeno odgovornimi podjetji, varnimi potrošniki in sodobnimi tehnologijami. OVE so danes brez ustreznih podpor morda nekonkurenčni konvencionalnim virom, jutri pa bodo predstavljali steber našega nizkoogljičnega gospodarstva (Žlahtič & Fistravec, 2008, str. 1).

Na Ministrstvu za okolje in prostor RS so izračunali, da je cena stroškov izvajanja svežnja enaka okoli 0,8 % slovenskega BDP letno. Slovenski strokovnjaki pravijo, da bodo stroški neukrepanja višji in posledice hujše, v kolikor se ne bo izvajal energetsko-podnebni sveženj. Izvajanje pa bo imelo v praksi še nekatere druge pričakovane rezultate. Nov predlog pri trgovanju z izpusti TGP predvideva spremembe, kjer od leta 2013 podjetja, vključena v ETS, ne bodo več deležna brezplačnih kuponov, ampak jih bodo morali del kupiti na dražbi. Celotno količino bodo morala na avkcijah kupiti elektroenergetska podjetja, za industrijo bo

ta del naraščal postopoma. Cena kuponov na dražbah bo rasla. Te stroške bi lahko elektroenergetska podjetja prenesla v višjo ceno električne energije in s tem bodo obnovljivi viri energija in druga zelena energija postali konkurenčnejši fosilnim gorivom. S tem bi lahko tudi dosegli, da OVE ne bodo potrebovali spodbud.

Pomemben segment so nova delovna mesta, predvsem za visoko izobražene ljudi z veliko znanja, ki jih po besedah evropske poslanke Romane Jordan Cizelj omogoča energetsko-podnebni sveženj. Tako so npr. v Španiji z evropskim in lastnim denarjem razvili sektor vetrnih elektrarn. Področje OVE in URE ima velik potencial za nova delovna mesta, veliko več kot v sektorju fosilnih goriv (Škrinjar, 2008, str. 18-19).

2 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

Obnovljivi viri energije predstavljajo del naravnih energetskega tokov, ki ohranjajo ravnovesje na Zemlji in s tem omogočajo življenje na njej. Zemlja prejema energijo iz Sonca v obliki svetlobe in toplote, notranjosti planeta v obliki toplote ter zaradi privlačnosti planetov iz gravitacije. Med temi viri prevladuje energija sončnega obsevanja, kjer se del spremeni v sekundarne obnovljive vire: veter, biomaso, hidroenergijo, plimovanje in valovanje (Medved, 1993). Glede na Evropsko direktivo 2001/77/EC obnovljivi viri energije (OVE) vključujejo naslednje, nefosilne energetske vire:

- vetrne elektrarne,
- elektrarne na sončno energijo (solarno-termalne elektrarne in fotonapetostne ali sončne elektrarne),
- geotermalne elektrarne,
- hidroelektrarne (velike in male),
- energija valov,
- energija morskih tokov,
- biomasa in
- bioplin (vključno z deponijskim in zemeljskim plinom).

OVE ne omogočajo samo proizvodnjo električne energije in toplote, lahko so uporabljeni tudi kot gorivo v transportu. Tema magistrskega dela so fotonapetostne oz. sončne elektrarne, kjer lahko Slovenija v prihodnosti igra pomembno vlogo. Čeprav so mnenja o potencialu za povečanje učinkovitosti v energetskega sektorju in o izvedljivosti zajemanja in shranjevanja emisij CO₂ različna, mnoge strokovne študije kažejo, da samo bistveno povečanje OVE ponuja možnost izvedbe trajnostne energetske poti. OVE so tako edini porok za trajnostno energetsko oskrbo (Pehnt et al., 2006, str. 22-23). Obnovljiva energija je tista energija, ki jo pridobivamo iz naravnih in trajnih pritokov energije v okolju. To so sončno obsevanje, veter in padavine. Pravimo jim tudi zelena energija (Twidell, 2004). V bistvu lahko rečemo, da so OVE vsi tisti viri, ki so stalni in razpoložljivi vsako leto. Viri so na razpolago (sonce, veter, reke ...) in njihovo izkoriščanje praviloma ne vpliva na samo okolje, prispevajo pa k

proizvodnji čiste, zelene električne energije in tako nadomeščajo fosilna goriva ter zmanjšujejo emisije TGP.

Osnova vseh OVE je Sonce z neomejeno količino energije. Sonce je giganten fuzijski reaktor, ki je in bo pošiljal Zemlji odvečno količino energije. Vse življenje črpa energijo iz Sonca, rastline rastejo s pomočjo sinteze z uporabo solarne energije. Sonce poganja vreme, veter in padavine ter s tem ustvarja pogoje za izrabo vetrne energije in vodne za proizvodnjo električne energije. Sprejemniki sončne energije in sončne elektrarne neposredno uporabljajo sončno obsevanje. Različne tehnologije OVE so dosegljive in omogočajo enako storitev kot fosilna goriva ali nuklearna energija. Gledano z vidika stroškov pridobivanja energije pa večino OVE še niso konkurenčne fosilnim gorivom, v veliki meri tudi zaradi dejstva, da se pri obračunu stroškov proizvodnje energije ne obračunavajo in ne upoštevajo eksterni stroški, ki nastanejo predvsem pri uporabi fosilnih goriv ter tudi drugih okoljskih in socialnih prednosti OVE. V kolikor bi upoštevali vse te vidike, bi bila slika popolnoma drugačna in bi OVE zadostile vsem bistvenim potrebam prihodnjega trajnostnega sistema oskrbe z energijo. Po besedah Franka Nemaca (2008, str. 26-27) je podražitev nafte in ostalih fosilnih goriv nujna, saj so prepoceni, in višja kot bo cena fosilnih goriv, manjša bo potreba po državnih spodbudah. Sam se zavzema za stališče, da vsaka dobrina pokriva celotne stroške, ki z njo nastajajo, se pravi tudi okoljske stroške. Električna energija namreč ne sme biti socialna dobrina, saj tako ljudje dobijo napačne signale in informacije, posledično lahko tako pozabimo na OVE in URE, ki postanejo domena premožnejših. Za manj premožno prebivalstvo pa bi morali vzpostaviti druge socialne mehanizme (Nemac, 2008, str. 26-27).

Slika 3: Energetski trikotnik



Vir: M. Pehnt et al., *Renewable energie, Inovation for the future*, 2006, str. 20.

Kot lahko vidimo na Sliki 3, so vse bistvene zahteve trajnostne oskrbe z energijo že danes zagotovljene z OVE. Kako torej OVE prispevajo k trajnosti (Pehnt et al., 2006, str. 22-36)?

- OVE bistveno prispevajo k varovanju okolja, saj z nadomeščanjem proizvodnje iz fosilnih goriv pomembneje zmanjšujejo izpuste emisij TGP.
- OVE so razpršeni in lokalno razpoložljivi, kar posameznim državam omogoča zmanjšanje uvozne odvisnosti od fosilnih goriv in s tem povečajo stabilnost oskrbe z energijo in zmanjšajo konflikte, povezane z viri energije.
- Na srednje dolgi rok OVE preprečujejo povišanje neizogibnih stroškov zaradi fosilnih in nuklearnih virov.
- Proizvodni objekti iz OVE se relativno enostavno odstranijo in reciklirajo na koncu svoje življenjske dobe. Niso radioaktivni kot odpadki iz nuklearnih elektrarn in ne zaznamujejo okolja.
- OVE so lokalno razpoložljivi in omogočajo povečanje števila delovnih mest ter proizvajajo dodano vrednost lokalnega gospodarstva.

Posebna značilnost OVE je tako raznolikost virov in tehnologije ter velik razpon elektrarn od nekaj vatov do stotine megavatov. OVE so lahko prilagojeni katerikoli energetskega storitvi in tesno povezani s konvencionalnim modernimi tehnologijami za zagotovitev trajne oskrbe z energijo. Značilnost take oskrbe je na eni strani povečanje decentraliziranih enot, na drugi strani pa mednarodni sistem energetskega omrežja omogoča povezavo posameznih regij. OVE spodbujajo pomisleke zaradi svoje odvisnosti od naravnih razmer in spodbud v primerjavi s fosilnimi gorivi, vendar je odločitev za OVE nujno potrebna ne le zaradi omejenih zalog fosilnih goriv, ampak tudi z vidika varovanja okolja. Za njihov razvoj je potrebno pripraviti stabilne pogoje za investiranje v proizvodnjo električne energije, oblikovati stabilen in spodbuden sistem spodbud, odpraviti birokratske ovire, spodbuditi domačo proizvodno panogo, podpreti raziskovalne institucije pri neposrednem sodelovanju s panogo ter spodbuditi informativno-promocijske dejavnosti, namenjene širši in strokovni javnosti (Klobučar, 2006, str. 66-67).

2.1 Potencial OVE

Zemlja iz vesolja pridobiva ogromno energije, ki presega vse naše potrebe po energiji brez uporabe omejenih energetskega virov. Naravni razpoložljivi viri so tako sončno obsevanje, kinetična energija vetra, valov in tokov oceanov, biomasa, ki zraste vsako leto, potencialna energija vode, geotermalna energija ter termalna energija morij. Ti tokovi energije so enaki ekvivalentu 3.000 krat letna globalna poraba energije v sedanjem času. Tehnični potencial predstavlja del celotnega potenciala, se pravi, da je to tisti del, ki se lahko izkoristi za pridobivanje uporabne električne energije.

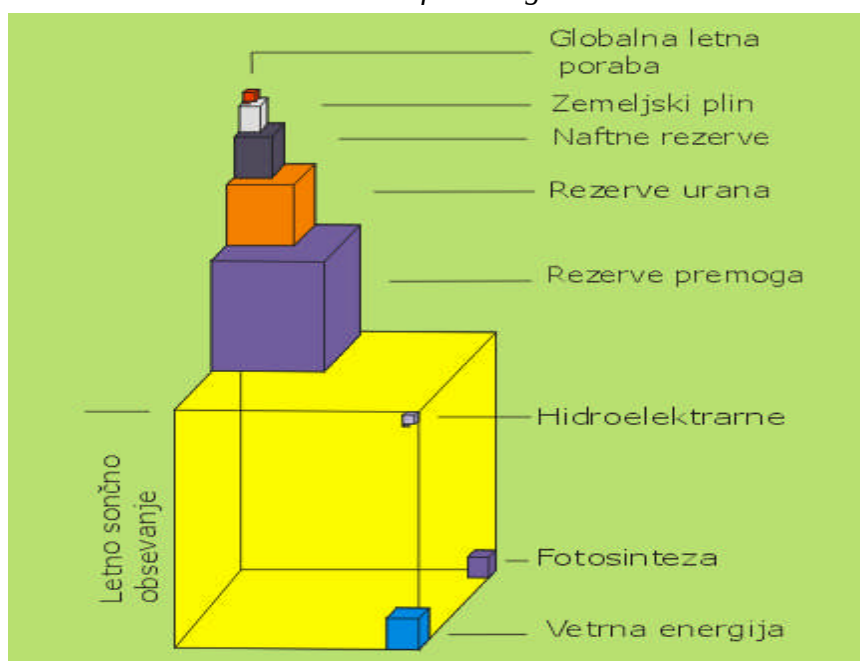
Pri določanju potenciala se moramo ozreti na tri kriterije:

- omejitve pri učinkovitosti, velikosti objekta in razvojno-tehnični potencial tehnologij, ki so že dosegljive ali bodo v prihodnosti;

- strukturne omejitve omejujejo uporabo zaradi odvisnosti od lokacije (npr. geotermalna energija), omejeni radij transporta (npr. pri biomasi), razpoložljivost primernih področij ali komercialne uporabe (npr. sprejemniki sončne energije, sončne elektrarne ...), neobstoječe infrastrukture in zanesljivost oskrbe;
- ekološke omejitve, vezane na prostorske zahteve (npr. za vetrne elektrarne), motnje pri vodnih tokovih in uporabe možnih virov za biomaso.

Tehnični potencial tudi ni vedno razpoložljiv in konstanten. Zato je potrebno večletno merjenje možnosti izrabe posameznega vira, da lahko določimo, kateri viri so primerni za posamezne države. Vezano na vse te omejitve je le del razpoložljivega potenciala možno uporabiti za proizvodnjo energije. Kljub temu, kot lahko vidimo tudi na sliki, bi lahko v celoti pokrili svetovno potrebo po vsej energiji z OVE. Vezano na to strokovnjaki že napovedujejo možnost pokritja 50 % in več svetovnih potreb po energiji do leta 2050.

Slika 4: Potencial fosilnih goriv in OVE



Vir: A. Jan, *Obnovljivi viri energije in učinkovita raba energije*, 2007.

Največja kocka predstavlja energijo, ki jo Zemlja letno prejme od Sonca. Ta energija se deloma pretvori v energijo vetra in vode ter energijo, ki se akumulira v biomasi. Skupaj predstavljajo razpoložljivi potencial posameznega OVE, ki je izredno velik. Manjša kocka na vrhu predstavlja celotno letno globalno porabo energije. Tehnični potenciali posameznih virov se močno razlikujejo med posameznimi regijami. Prav tako niso vsi viri razpoložljivi v neki državi. Večji kot je spekter razpoložljivih lokalnih virov in uporabe sodobnih tehnologij, lažje je nadomestiti pomanjkanje energije ali fosilna goriva. Na dolgi rok bodo posamezne regije z bistvenim potencialom za OVE postale dobavitelj stroškovno učinkovite sekundarne energije.

V Evropi je širok spekter razpoložljivih OVE, ki so do določene mere že izkoriščeni. Potencial hidroelektrarn je zaradi močnega razvoja tehnologije v EU izkoriščen v višini 80 %.

Biomasa je relativno dobro izkoriščena, a manjkajo večji projekti za njeno izrabo. Ostali OVE pa so relativno slabo izkoriščeni. Celoten potencial Vzhodne Evrope znaša okoli 40.000 PJ na leto, kar predstavlja okoli 60 % porabe energije v EU-25. Do sedaj se le okoli 12 % tega potenciala izkorišča. Dolgoročno bo večji delež izrabljen, ko bodo vzpostavljeni vsi ostali viri, kot na primer (Pehnt et al., 2006, str. 24-25):

- 2.000 TWh letno dodatne električne energije iz vetrnih elektrarn na morju vzdolž evropske obale;
- 3.500 PJ letno primarne energije energetskih izdelkov na 30 milijonov ha trenutno neobdelane kmetijske površine;
- do 1.700 TWh letno z nadaljnjo uporabo geotermalnih virov za proizvodnjo električne energije;
- nekaj 10.000 TWh letno električne energije iz sončno-termalnih elektrarn, lociranih v severni Afriki, kot del mediteranskega električnega omrežja.

2.2 OVE in njihova vloga pri podnebnih spremembah

Večja raba OVE omogoča rešitve na številnih področjih. Goriva za posamezno tehnologijo proizvodnje električne energije so naravni tokovi energije v našem okolju. Z njihovo uporabo se lahko izognemo nadaljnji porabi fosilnih goriv in nuklearne energije. Energija iz OVE ne vsebuje fosilnih ogljikovih atomov, ki bi med izgorevanjem povzročali okolju škodljiv CO₂. OVE so tako ne le ustrezni z vidika porabe virov, ampak tudi z vidika okolja. Prispevek OVE je z vidika varovanja okolja precej večji kot njihov del pri energetski porabi. To dejstvo se nanaša na različne fosilne vire goriv. Še posebej pri premogu v energetskem sektorju, kjer je visok delež proizvodnje CO₂ kot pri zemeljskem plinu. Učinek na proizvodnjo električne energije je tudi visok, ker je pretvorba iz premoga v električno energijo precej nižja kot pri sistemih za ogrevanje.

Pri ocenjevanju vplivov na okolje s strani različnih tehnologij za proizvodnjo energije je potrebno upoštevati vse koristi in stroške. Ustrezno merilo za tako ocenjevanje je analiza celotnega življenjskega cikla (LCA – life cycle analysis). Analiza poleg upoštevanja koristi in stroškov pri proizvodnji električne energije upošteva tudi potrebno vloženo energijo pri gradnji, pridobivanju energenta, prevozu, vse do začetka obratovanja ter tudi razgradnji in reciklaži objektov po zaključku življenjske dobe. Emisije TGP pri OVE, razen pri fotovoltaiki, znašajo med 10 in 25 g/kWh koristne energije. Pri uporabi biomase, parnih turbin in soproizvodnje se te vrednosti gibljejo med 20 in 85 g/kWh koristne energije. Pri fosilnih gorivih so te emisije bistveno višje. Elektrarna na premog emitira več kot 900 g/kWh (Timpe, 2004).

Drug pristop primerjave med OVE in fosilnimi gorivi je tako imenovana energijska odplačilna doba (EOD). Rezultat nam pove, koliko časa je potrebnega, da neka elektrarna proizvede tako količino energije, kot je potrebna za njeno izgradnjo, obratovanje in

razgradnjo (Timpe, 2004). Za izgradnjo elektrarne na fosilna goriva ali nuklearno elektrarno je EOD 2 do 3 leta. Vendar pa gledano z vidika celotnega obratovanja in razgradnje se ta energija nikoli ne povrne, saj se vedno več energije porabi v obliki goriva, kot je končna proizvodnja koristne energije. Na primer tipična termoelektrarna na lignit mora porabiti goriva v vrednosti 2,5 kWh za proizvodnjo 1 kWh električne energije. Za vetrne, hidro in sončne termoelektrarne znaša EOD od 3 do 13 mesecev za amortizacijo. Po tem času vsaka ura obratovanja proizvede koristno energijo. V primeru sončnih elektrarn je proizvodnja sončnih celic energetsko zahtevnejša in specifična proizvodnja v primerjavi z ostalimi OVE je manjša (Pehnt et al., 2006, str. 30-31). Energijska vračilna doba modernih sončnih elektrarn je od 1,5 do največ 4 leta (Topič, 2009, str. 26-27).

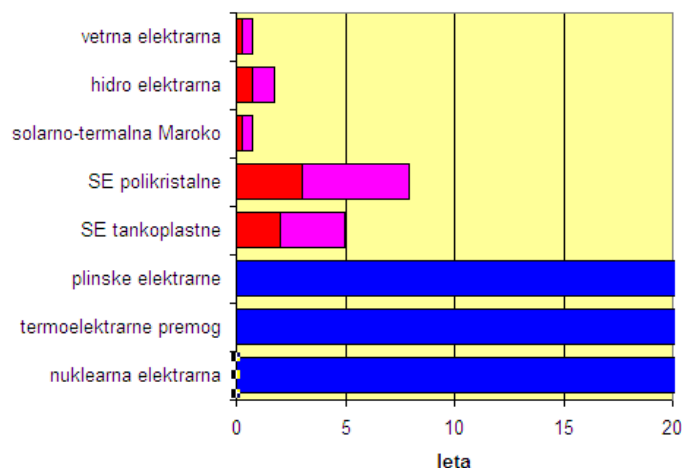
Tabela 1: Energijska odplačilna doba za izgradnjo, obratovanje in odstranitev elektrarn glede na energijski miks

Proizvodnja električne energije glede na energijski miks	
Vetrna elektrarna	3 do 7 mesecev
Hidro elektrarna	9 do 13 mesecev
Solarno-termalna elektrarna Maroko	3 do 7 mesecev
Sončne elektrarne	1,5 do 5 let
Plinske elektrarne	nikoli
Termoelektrarne premog	nikoli
Nuklearna elektrarna	nikoli

Vir: C. Timpe, *Vpliv PV sistemov na okolje in na zmanjševanje emisij toplogrednih plinov*, 2004; M. Pehnt et al., *Renewable energie, Inovation for the future*, 2006; M. Topič, *Fotovoltaika postaja energetski posel sedanjosti*, 2009.

Plinske, termo in nuklearne elektrarne imajo energijsko vračilno dobo daljšo od njihove življenjske dobe. Sončne elektrarne imajo nekoliko daljše vračilne dobe, saj je potrebno več energije glede na moč elektrarne pri sami izdelavi sončnih celic. Drugi razlog je v manjših obratovalnih urah kot na primer pri vetrnih in hitro elektrarnah. Energijske vračilne dobe so prikazane v nadaljevanju.

Slika 5: Energijska odplačilna doba elektrarn glede na energijski miks



V primeru hidroelektrarn gre prav tako za proizvodnjo čiste energije brez emisij TGP. Sam poseg v okolje je še toliko večji in s tem vpliv na življenje v rekah, potokih. Rešitev je v posameznih tehnoloških rešitvah, ki bistveno ne spreminjajo življenja rib in ostalih živali. Ko govorimo o sončnih elektrarnah, je možen poseg v okolje le v primeru postavitve sončnih modulov na nosilno konstrukcijo na izbrani lokaciji. Ponavadi so te lokacije na že degradiranih območjih in tako predstavljajo dobro alternativo uporabe teh lokacij. Ponavadi se uporabljajo lokacije, kot so področja nedelujočih in pokritih smetišč, vojaška oporišča, kmetijska opuščena področja. Večinoma so sončne elektrarne postavljene na strehe obstoječih objektov in tako nimajo nikakršnega vpliva na okolje. Ravno zaradi tega dejstva sončne elektrarne uživajo visoko splošno sprejemljivost in odobravanje.

Videli smo, da OVE bistveno vplivajo na zmanjšanje emisij TGP, ki nastajajo predvsem v sektorju energetike. Drugi škodljivi vplivi na okolje, ki se jim lahko izognemo zaradi uporabe OVE, so na primer kisanje zemlje, zimski smog ter sproščanje strupenih materialov. Strateška in dolgoročna prihodnost OVE je zelo ohrabrujoča, kratkoročne poslovne odločitve so na drugi strani težke. Odločitev o ustreznih spodbudah za razvoj OVE ima velik vpliv na številne sektorje in sprejem takih odločitev je toliko težji v državah z nizko osveščenostjo ljudi in omejenimi obstoječimi tržnimi spodbudami. Kljub temu je energija iz OVE že postala pomemben dejavnik v svetovnem gospodarstvu. Pričelo se je obdobje visoke rasti številnih OVE tehnologij, še posebej na področju izkoriščanja sončne energije, biomase in vetra. Ta rast se po predvidevanjih pričakuje še vsaj naslednjih 20 let. V splošnem velja, da preteče 50 let, da tehnološki izdelki dosežejo vse tržne možnosti in preide proizvodnja do nasičenja ter se pojavi potreba po zamenjavi in bistveni inovaciji. Na začetku poteka znanstveni razvoj, sledijo pilotni izdelki in potem proizvodnja z rastočo prodajo in konkurenco do splošne razširjenosti. Začetek sodobnih OVE lahko postavimo v leto 1973, ko se je pričela prva OPEC-ova kriza. Vlade so odgovorile z iskanjem alternativnih rešitev s povečanimi raziskavami in razvojem. V osemdesetih je bila predstavitev tehnologij, v devetdesetih pa je sledila rast na osnovi spodbud. Z novim tisočletjem so bile tehnologije OVE sprejete kot vodilne tehnologije, še posebej z vidika globalnih podnebnih sprememb (Twidell, 2004).

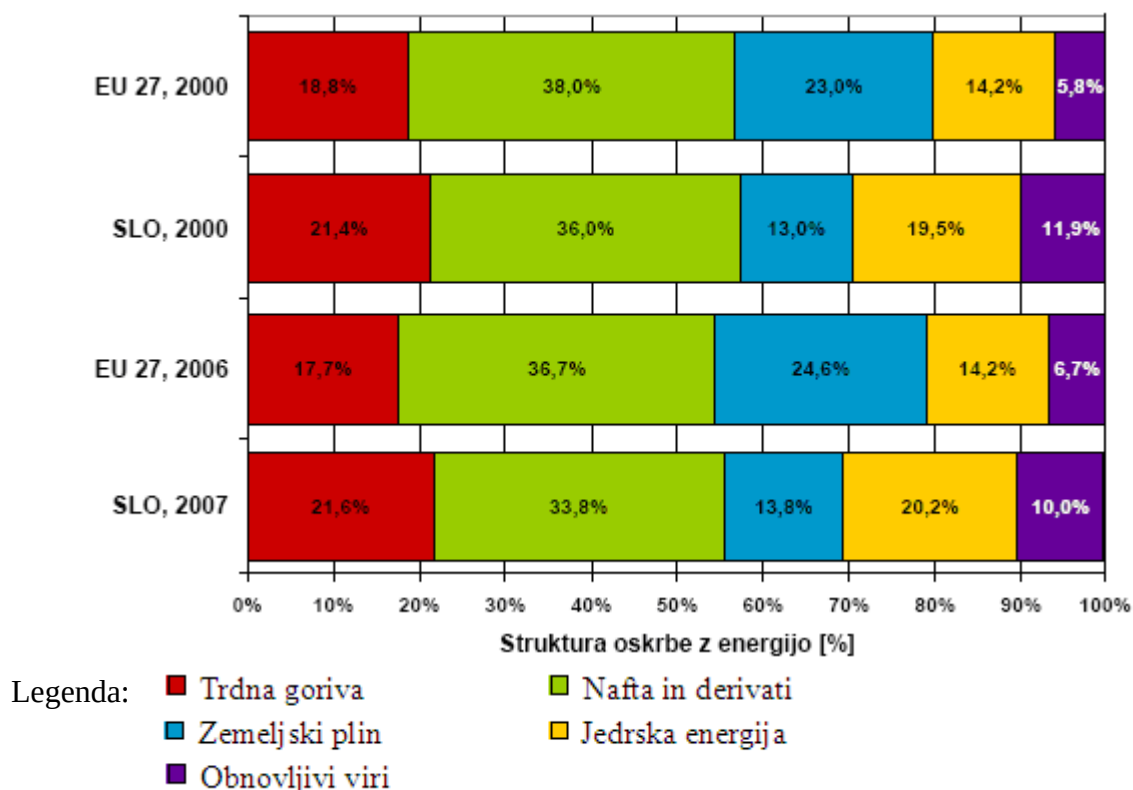
OVE so v veliki meri odvisni od naravnih pogojev, kar v nekaterih primerih lokacijsko definira možnosti izrabe posameznega vira. Širša uporaba OVE mora biti v skladu varovanja življenjske raznolikosti, ekosistema in naravnega okolja, se pravi minimalnega posega v okolje (Pehnt et al., 2006, str. 29). Načrtovanje vetrnih elektrarn pomeni relativno velik poseg v okolje in zato je potrebno samo izgradnjo prilagoditi ohranjanju narave in okolice. Postavitev vetrnih elektrarn je zaradi pogojev jakosti vetra ponavadi primerna na izpostavljenih lokacijah (grebenih hribov). Velikokrat tudi posegajo v prostor ptičev, kar je največkrat očitek nasprotnikov vetrnih elektrarn. Celovita presoja vpliva na okolje, optimizacija elektrarn in vsi ostali okoljski vidiki igrajo pomembno vlogo pri načrtovanju in ocenjevanju možnosti postavitve nekega vetrnega polja. Vpliv na okolje in naravo je tako lahko minimiziran z izborom primerne lokacije z vseh vidikov, tako okoljskih kot energetskih.

2.3 Struktura oskrbe energije v Sloveniji in EU

Obnovljivi viri energije obljublajo strateške izboljšave v zanesljivosti dobave, zmanjšujejo dolgoročno nihanje cen, s katerim se srečuje EU, ki določa cene za fosilna goriva, in bi lahko sektorju energetske tehnologije v EU ponudili konkurenčno prednost. Poleg tega obnovljive energije zmanjšujejo onesnaženje zraka ter emisije toplogrednih plinov. Pospešujejo tudi izboljšanje gospodarskih in družbenih vidikov podeželskih in osamljenih regij v industrializiranih državah ter pomagajo zadovoljevati osnovne energetske potrebe v državah v razvoju. Kumulativni učinek vseh teh prednosti je prepričljiv razlog za podporo obnovljivim virom energije (Zelena knjiga, 2006).

Pri sedanjih politikah in obstoječih prizadevanjih lahko pričakujemo, da bo do leta 2010 dosežen 19 % delež OVE. To pomeni, da se bo Evropa najverjetneje približala svojemu cilju glede električne energije iz obnovljivih virov do leta 2010. Velike in male hidroelektrarne so še vedno največji OVE. V letu 2005 so prispevale 10 % celotne porabe električne energije. Ker je vodna energija odvisna od suše ali velikih količin padavin, se v tem poročilu uporablja leto z običajno količino padavin, da bi se izognili vplivu podnebnih dejavnikov. Obstajajo še drugi obnovljivi viri energije, ki trenutno nimajo velikega vpliva, vendar je potrebno njihovo upoštevanje predvsem v prihodnosti. Energije, kot so toplotna energija sonca ter energija morskega valovanja in plimovanja, bodo zagotovo odigrale svojo vlogo v prihajajočih letih.

Slika 6: Primerjava strukture oskrbe z energijo v Sloveniji in državah EU



Vir: M. Česen et al., Letni energetski pregled za leto 2007, 2009, str. 14.

3 ANALIZA SISTEMOV SPODBUJANJA OVE ZA PROIZVODNJO ELEKTRIČNE ENERGIJE V EU

Glavni razlogi za spodbujanja OVE za proizvodnjo električne energije (v nadaljevanju OVE-E) so naslednji (Klein, 2006, str. 5):

- varovanje okolja, zmanjšanje emisij TGP (Kyoto protokol), zmanjšanje okoljskega tveganja zaradi rabe nuklearne energije;
- ojačanje varovanja energetske oskrbe, zmanjšanje uvozne odvisnosti od energije, soočanje z razpršenostjo fosilnih in nuklearnih goriv;
- izboljšanja ekonomske konkurenčnosti, oblikovanje novih delovnih mest, oblikovanje vodilnih trgov (tehnološko vodstvo).

Ti motivi so bili glavni elementi pri oblikovanju Direktive 2001/77/EC o promociji proizvodnje električne energije iz OVE, kjer so bili postavljeni cilji po posameznih državah. Slovenija si je takrat zadala cilj doseči 33,6 % OVE pri proizvodnji električne energije. Za doseg zastavljenih ciljev posameznih držav EU so v uporabi različni sistemi podpor proizvodnje elektrike iz OVE (Analiza spodbujanja skozi *feed-in* sisteme, 2007, str. 5-7):

- sistem odkupnih cen (*feed-in tariff*; FIT),
- sistem kvot,
- sistem zelenih certifikatov,
- oprostitvev plačila davka,
- namensko obdavčenje konvencionalne energije, ki se uporablja kot finančna pomoč za nadaljnji razvoj OVE.

Nacionalni programi so osnovani na enem izmed prvih dveh zgoraj naštetih podpornih sistemov, pri čemer so nedavno združili instrumenta sistema kvot in zelenih certifikatov, ostali pa služijo kot dopolnilo. V EU prevladujeta sistem zagotovljenih odkupnih cen (FIT v nadaljevanju) in sistem kvot v kombinaciji s trgovanjem zelenih certifikatov (TGC v nadaljevanju). Slednji je zamenjal obstoječe instrumente v nekaterih evropskih državah, kot so Belgija, Italija, Švedska, Poljska in Velika Britanija. Čeprav ti sistemi niso bili uvedeni pred letom 2002, je napovedana sprememba povzročila investicijske nestabilnosti že pred uvedbo le-teh. Ostali instrumenti, kot so na primer sheme ponudb in povpraševanja, niso nikjer v Evropi uporabljeni kot glavni instrument podpore OVE. Podpore, kot so davek na proizvodnjo ali investicijske spodbude, so uporabljeni kot dopolnilni instrumenti spodbujanja. Le Finska in Malta jih uporabljata kot glavne podporne sheme.

3.1 Sistem fiksnih zagotovljenih odkupnih cen

Diskusije v EU potekajo na temo različnih sistemov spodbujanja OVE za proizvodnjo električne energije, kjer se v glavnem osredotočajo na primerjavo dveh sistemov, in sicer sistema odkupnih cen (FIT) ter sistema kvot v kombinaciji s trgovanjem zelenih certifikatov (TGC). Sistem FIT omogoča proizvajalcem prodajo električne energije po fiksnih cenah za določeno obdobje. Alternativno se lahko odločijo za premijski način obračunavanja podpore (Klein, 2006, str. 5-9). FIT sistem se je v številnih državah pokazal kot najučinkovitejši sistem spodbujanja investiranja v proizvodnje zmogljivosti na OVE. Za večjo promocijo FIT sistema so Nemčija, Španija in Slovenija 29. januarja 2007 podpisale sporazum o mednarodnem »feed-in« sodelovanju, kjer se že kažejo pozitivne izkušnje skupnega nastopanja. Vse tri države bodo še naprej sodelovale in ojačale dialog z ostalimi državami ter jih povabile k FIT sodelovanju. V okviru sodelovanja je bilo organiziranih že šest delavnic in pripravljene številne študije ter poročila, ki vključujejo primerjalno analizo FIT sistemov ter predstavitev kriterijev pri oblikovanju podpornega sistema.

Država predpiše odkupne cene elektrike za posamezen obnovljiv vir in soproizvodnjo in v večini primerov zagotavlja proizvajalcem celoten odkup proizvedene »zelene« elektrike v določenem pogodbenem obdobju. Višina odkupnih cen je odvisna predvsem od proizvodnih stroškov elektrike iz različnih virov energije. Količina elektrike se določa na trgu in je odvisna od možnosti zniževanja proizvodnih stroškov elektrike pod določeno višino fiksne odkupne cene. Ta sistem naj bi proizvajalcem, ki delujejo učinkovito, omogočal, da poslujejo z dobičkom in uspešno konkurirajo velikim javnim podjetjem in proizvajalcem elektrike iz konvencionalnih virov pod pogojem, da so višine odkupnih cen postavljene na sprejemljiv nivo, prilagojen posameznim tehnologijam. Omogočal naj bi varnost pri investicijah, kar naj bi spodbudilo domačo proizvodnjo tehnologij za obnovljive energije, povečalo kapacitete in spodbudilo pritok kapitala v nastajajoči sektor. Država pa mora zato vsako leto prilagajati višino fiksno določenih cen glede na stopnjo tehnološkega razvoja tega sektorja. Predvideva se, da se investicijski stroški elektrarn zmanjšujejo zaradi vpliva učne krivulje ali tehnološkega učenja. Zmanjšanje stroškov naj bi se odražalo tudi v podpornih inštrumentih. V primeru FIT se to za posamezne tehnologije doseže z zmanjševanjem odkupne cene za nove kapacitete ob revizijah in prilagoditvah FIT. Druga možnost, ki velja npr. za sončne elektrarne v Sloveniji in Nemčiji, je vnaprej določeno zmanjšanje odkupne cene za določen letni odstotek pri novih kapacitetah. Plačilo za kWh za obstoječe elektrarne ostane konstantno za določeno obdobje podpore. V nadaljevanju so prikazane prednosti in slabosti zniževanja odkupnih cen.

Tabela 2: Prednosti in slabosti zniževanja zagotovljenih odkupnih cen

Prednosti:	Slabosti:
• investicijska varnost • transparentnost trga • spodbude za čim prejšnjo izgradnjo elektrarne, saj se nivo FIT skozi čas znižuje • spodbude za tehnološke izboljšave • nižji stroški, preneseni na končne porabnike električne energije	• v primeru dolgoročnega določenega spreminjanja odkupnih cen povzroča nefleksibilnost, bolje sprotno spreminjanje zaradi vpliva tržnih razmer • napačno ocenjena stopnja zniževanja, saj je težko oceniti primerno stopnjo zaradi tehnološkega razvoja zaradi povečanega obsega investiranja

Vir: A. Klein et al., *Evaluation of different feed-tariff design options – Best practice papaer of the International Feed-in Cooperation*, 2006, str. 42.

FIT se proizvajalcem OVE-E izplača torej v obliki fiksne cene ali alternativno kot premija, ki predstavlja dodatek na tržno ceno električne energije. V prvem primeru je plačilo neodvisno od tržne cene električne energije, kar je pri premiji bistveno pri oblikovanju končne odkupne cene. Premija zato predstavlja prilagoditev obstoječega podpornega sistema OVE-E v bolj tržno orientiran podporni instrument. Tveganje proizvajalcev je tako večje, saj končna cena ni vnaprej določena.

Tabela 3: Prednosti in slabosti uporabe premij

Prednosti:	Slabosti:
• tržno usmerjen mehanizem • ciljno usmerjeno na povpraševanje • možnost prodaje električne energije v času največje porabe na trgu	• ni zagotovljenega odkupa, tako tudi manjša gotovost pri investiranju • višji stroški električne energije za končne porabnike • proizvajalci energije iz vetra in sonca ne morejo vplivati na čas proizvodnje energije in ne morejo izkoriščati možnost prodaje energije v času največje porabe in doseči višje tržne cene

Vir: A. Klein et al., *Evaluation of different feed-tariff design options – Best practice papaer of the International Feed-in Cooperation*, 2006, str. 50.

Prednost sistema je, da se ga da razmeroma hitro vzpostaviti, kot tudi odpraviti, omogoča promocijo posameznih specifičnih tehnologij kot tudi potrdilo za prihodnja zmanjševanja stroškov z vzpostavitvijo dinamičnih, zmanjšujočih se tarif. Pomanjkljivosti naj bi bile:

- previsoke cene obnovljive elektrike,
- neučinkovite investicije (učinkoviti investitorji poberejo presežen dobiček),

- velike stopnje političnega tveganja, saj lahko država kadarkoli zamenja ta sistem s katerim koli drugim,
- ne ustvarja vzpodbud za zniževanje stroškov na enoto proizvedene elektrike,
- omejevanja pri trgovanju, saj se ne more pričakovati, da bodo fiksne cene elektrike izplačane tudi proizvajalcem drugih držav,
- ta sistem spodbuja razvoj OVE tudi na področjih, kjer naravni pogoji niso ravno najboljši (npr. sonce v Nemčiji).

3.2 Sistem kvot z zelenimi certifikati (TGC)

»Obveza kvote« na osnovi trgovanja z zelenimi certifikati je kvantitativno orientirana spodbuda na osnovi proizvodnje. Gre za relativno novo spodbudo, ki je zamenjala nekatere starejše instrumente spodbujanja OVE-E v državah Evrope (Belgija, Italija, Švedska, Velika Britanija in Poljska). Osnova sistema je obveza določenih udeležencev (porabnikov, dobaviteljev ali proizvajalcev) v verigi oskrbe z elektriko, da zagotovijo točno določen minimalni delež energije iz obnovljivih virov v celotni porabi elektrike. Poleg kvot se vzpostavi tudi trg za certifikate obnovljive energije, njihova cena se oblikuje na osnovi povpraševanja in ponudbe. Z možnostjo, da proizvajalci elektrike iz OVE lahko prodajo certifikate na trgu, s tem pridobijo finančno podporo poleg samega prodajanja elektrike na trgu po enaki tržni ceni kot proizvajalci elektrike iz konvencionalnih goriv.

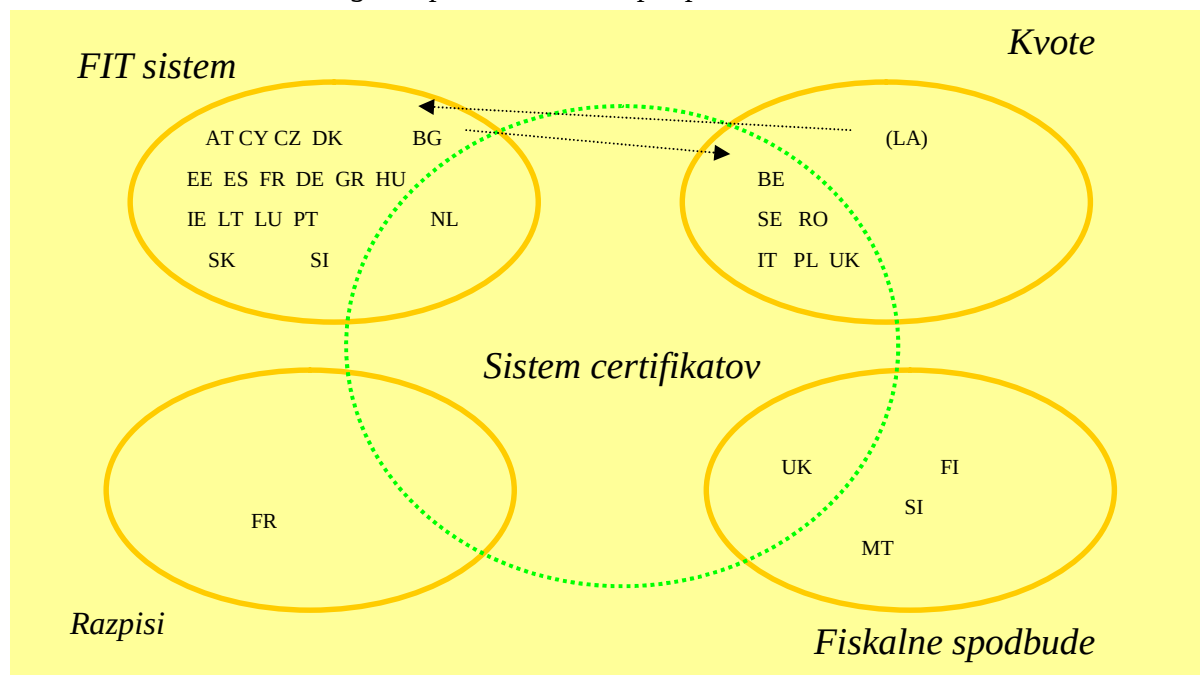
3.3 Ostali sistemi spodbujanja

Pri **sistemu zbiranja ponudb** ločimo finančne ponudbe, ki so investicijske ali na osnovi proizvodnje. V prvem primeru je določena fiksna količina kapacitete, ki naj bi bila postavljena. Na podlagi vnaprej določenega procesa zbiranja ponudb se izbere najprimernejše ponudnike, sklene z njimi pogodbe in jim omogoči ugodne investicijske pogoje vključno z investicijskimi subvencijami na kW inštalirane moči. Sistem na osnovi proizvodnje deluje na podoben način, le da je namesto direktne podpore ponujena podpora v obliki ponudbene cene na kWh za določeno obdobje.

Investicijske spodbude ustvarjajo spodbudo za razvoj projektov za pridobivanje električne energije iz OVE kot odstotek od celotnih stroškov, ali pa kot vnaprej določeno enoto EUR na inštalirano moč v kW. Nivo teh spodbud je večinoma vezan posebej na specifične tehnologije.

Spodbude proizvodnih davkov so cenovno orientirani mehanizmi, vezani na proizvodnjo, ki delujejo preko oprostitve plačila davkov na električno energijo, ki ga plačujejo vsi proizvajalci. Ta instrument se od premij FIT razlikuje le v denarnem toku za proizvajalce OVE.

Slika 7: Pregled uporabe načinov podpornih shem v državah EU



Vir: M. Ragwitz et al., *Assessment and optimisation of renewable support schemes in the European electricity market*, 2007, str. 17.

3.4 Učinkovitost in uspešnost sistemov spodbujanja OVE

Sistemi spodbujanja morajo biti uspešni in omogočiti tržno penetracijo tehnologijam za proizvodnjo električne energije iz OVE (OVE-E), morajo biti učinkoviti z vidika minimiziranja družbenih stroškov. Kriteriji, uporabljeni za vrednotenje različnih instrumentov in sistemov, temeljijo na naslednjih pogojih (Ragwitz et al., 2007, str. 50):

- **Minimiziranje proizvodnih stroškov**

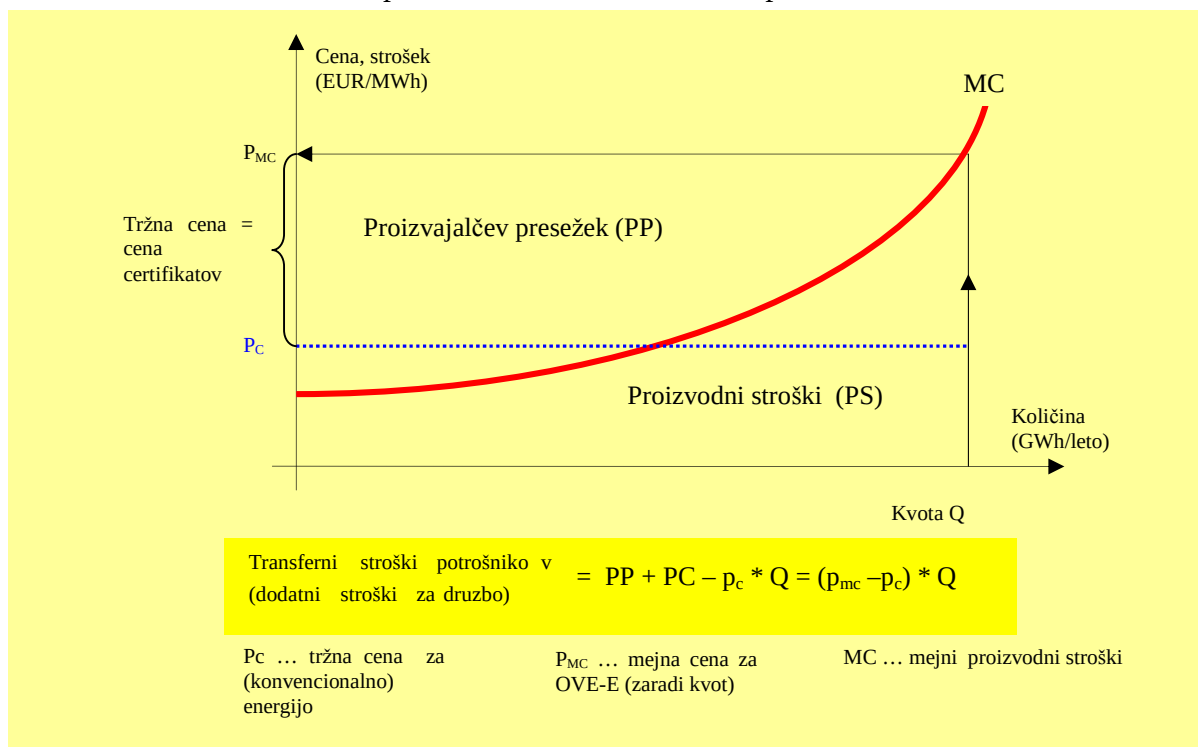
Ta cilj je dosežen, v kolikor so minimizirani vsi proizvodni stroški OVE-E. Z drugimi besedami, sistem mora ponujati spodbude za investitorje, da izberejo tehnologijo, velikost in lokacijo, kjer so proizvodni stroški minimizirani.

- **Nižji dobički proizvajalcev**

Ko je zadoščen prvi pogoj, je naslednji korak ovrednotenje različnih možnosti implementacije nekega sistema spodbud s ciljem minimizirati transferne stroške, ki so breme končnih porabnikov električne energije. To pomeni, da morajo biti FIT, subvencije ali sistem trgovanja oblikovani na način, da so transferni stroški minimizirani. To zahteva zmanjšanje stroškov proizvodnje in tudi proizvajalčevega presežka.

V nekaterih primerih je težko doseči oba cilja hkrati in potrebni so kompromisi. Za boljšo ilustracijo definicije posameznih stroškov so na Sliki 8 prikazani vsi elementi.

Slika 8: Primer prikaza osnovnih stroškov na primeru sistema TGC



Vir: M. Ragwitz et al., *Assessment and optimisation of renewable support schemes in the European electricity market*, 2007, str. 51.

Transforni stroški nastanejo zaradi uvajanja spodbud, kjer se pribitek na tržno ceno porazdeli med družbo oziroma porabnike električne energije. S tega vidika je potrebno najti pravo obliko spodbude oziroma pribitka, da proizvajalci električne energije ne bi dosegali ekstra dobičkov iz naslova previsokih spodbud, še vedno pa bili stimulirani za investiranje v nove proizvodne zmogljivosti.

3.5 Kateri instrumenti so najustreznejši za promocijo OVE za proizvodnjo električne energije?

Odgovor na to vprašanje moramo poiskati v ciljih politike, ki spodbuja tehnologije OVE-E. Med ključnimi vprašanji, ki si jih moramo postaviti pred izbiro primernega podpornega mehanizma, se moramo osredotočiti predvsem na vprašanja:

- Kako ambiciozen je cilj za OVE-E?
- Ali naj bodo tehnologije OVE-E promovirane v širšem smislu?
- Kdo naj ima največ koristi od sistema?
- Kakšna tekmovalnost oz. konkurenca naj bo vzpodbujena?
- Kako si lahko EU države delijo stroške in koristi spodbujanja OVE-E?

3.5.1 Tehnološko specifične podpore ali splošne?

Tehnološko specifično oblikovane podpore imajo svoje prednosti in slabosti. Na eni strani lahko vodijo do velikega razvoja na trgu sedaj manj zrelih tehnologij, ki bodo v prihodnosti na voljo v zadostnem obsegu. Dodatno lahko diverzifikacija zmanjša stroške končnih uporabnikov. Na drugi strani lahko nastanejo višji administrativni stroški in tako so lahko vsaj v začetki fazi tudi višji proizvodni stroški. Optimizacija tehnološke specifične podpore je možna le ob soočanju vseh negativnih učinkov s koristmi. S pomočjo FIT sheme lahko najlažje in z najmanjšimi stroški vpeljemo diferenciacijo po tehnologijah. Sistem kvot je bolj kritičen do vpeljave tehnološko specifičnih kvot, saj se s tem zmanjšujejo koristi trgovske sheme. Davčne spodbude so možne in ne ustvarjajo velikih težav. Subvencije imajo enak učinek kot FIT.

3.5.2 Koristi sistemov spodbujanja OVE

Ena največjih ovir pri oblikovanju skupnega dogovora je, da so koristi posameznih interesnih skupin odvisne od sistema spodbujanja in njenega delovanja. V nadaljevanju so opredeljene koristi po posameznih skupinah (Ragwitz et al., 2007, str. 54-55):

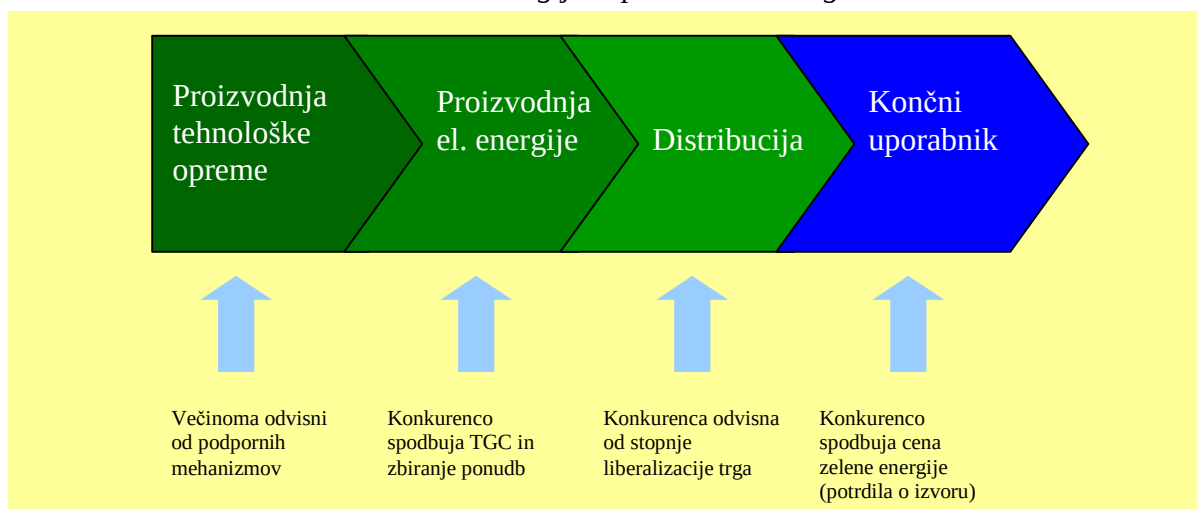
- Za proizvajalce opreme za elektrarne na OVE je dolgoročna politika za OVE bistvenega pomena. To pomeni, da je oblikovanje instrumenta, še posebej zagotovljeno povpraševanje po teh tehnologijah, pomembnejše od samega tipa spodbude. Seveda, proizvajalci manj razvitih OVE tehnologij želijo koristi od promocije stroškovno manj učinkovitih tehnologij, kar se lahko najučinkovitejše izvede z uvedbo FIT sistema ali sistema zbiranja ponudb.
- Investitorji v cenejše tehnologije za OVE-E preferirajo sistem TGC, saj je razlika za proizvajalca v tem primeru višja, kot če je enotna spodbuda za vse tehnologije.
- Koristi investorjev v stroškovno zahtevnejše projekte so odvisni od preferenc proizvajalcev. Če so bolj nagnjeni k rizikom, potem so naklonjeni sistemu TGC. V kolikor tveganju niso naklonjeni, preferirajo sistem FIT z dolgoročno zagotovljenimi cenami, kar jim garantira minimalni, vendar zagotovljeni prihodek.
- Koristi porabnikov so največje, v kolikor so stroški promocije proizvodnje električne energije iz OVE najmanjše. Delovanje sistema spodbud je predvsem odvisen od politike in porabnikov električne energije. V kolikor ni podpore za posamezen sistem podpor, je ogroženo njihovo dolgoročno delovanje. V večini primerov FIT ali procedura razpisov zbiranja ponudb omogočata največje koristi porabnikov. Seveda se te transferne stroške za končne porabnike lahko zmanjša, v kolikor TGC shemo dopolnjuje dodatna podpora, kot so investicijske podpore preko fiksnih cen ali razpisnih procedur, ter oprostitve plačila davka.
- V kolikor je glavni pričakovani cilj minimizirati stroške proizvodnje električne energije, potem je TGC sistem najprimernejši, vsaj v prvi fazi razvoja OVE-E. V nasprotju s splošno ekonomsko teorijo višji stroški proizvodnje lahko nastanejo na dolgi rok, v

kolikor se spodbujajo le stroškovno učinkovite tehnologije. To nastane zato, ker manj zrele tehnologije, ki bodo morale biti uporabljene v določeni točki v prihodnosti, v kolikor želimo doseči zastavljene cilje, takrat niso dosegljive v potrebnem obsegu. Zato morajo biti upoštevane tudi dražje tehnologije in jih vzporedno ustrezno spodbujati.

3.5.3 Kakšna konkurenca ali tekmovalnost naj bo spodbujena?

Najprej poglejmo, kje v energijski verigi, od proizvajalca do porabnika, naj bo konkurenca spodbujena.

Slika 9: Energijsko proizvodna veriga



Vir: M. Ragwitz et al., *and optimisation of renewable support schemes in the European electricity market*, 2007, str. 55.

Konkurenca med proizvajalci tehnološke opreme je večinoma odvisna od podpornih mehanizmov. Konkurenčen trg se lahko vzpostavi z odpravo tržnih ovir, izboljšanja transparentnosti ter najpomembneje, ponuditi dolgoročno perspektivo za OVE-E tehnologije. Podporne sheme v veliki meri vplivajo na kvaliteto OVE-E tehnologij. Če je v uporabi TGC ali zbiranje ponudb, potem so proizvajalci spodbujeni k stroškovno najučinkovitejši opremi. Nasprotno FIT za dolgoročno obdobje spodbuja izvedbo visoko kvalitetne opreme, kjer cilj investitorja ni le minimizirati splošnih stroškov, ampak raje maksimizirati prihodke v celotnem obdobju.

Za spodbuditev konkurence med samimi proizvajalci električne energije sta primerna sistema TGC in sistem zbiranja ponudb, saj je konkurenca odvisna od velikosti trga, števila konkurentov (domačih in tujih) ter transparentnosti trga. Povečanje konkurence pri distribuciji mora izboljšati položaj proizvajalcev električne energije. Konkurenca pri končnih uporabnikih je odvisna od tržne transparentnosti, npr. zelena električna energija in potrdila o izvoru. Konkurenčni pritiski so tudi v primeru vpeljave kvot pri končnih uporabnikih.

3.5.4 Delitev stroškov in koristi pri spodbujanju OVE v EU

Za vzpostavitev dolgoročne evropske politike spodbujanja OVE (npr. do leta 2020) je bistveno, da se sprejme mednarodna namera delitve stroškov in koristi spodbujanja OVE v EU. Pravična razdelitev nošenja stroškov med porabniki električne energije v posameznih državah bi pomenila, da bodo dodatni stroški zaradi proizvodnje OVE-E enakomerno razporejeni glede na porabo električne energije. Enako velja tudi za delitev dodatnih koristi med državami.

4 PREDSTAVITEV SONČNIH ELEKTRARN

Sončnim elektrarnam so potencialni investitorji namenili večjo pozornost v letu 2005, ko je zaživel trg v Sloveniji (Nemac & Likovič, 2006). Pojavljajo se različni pojmi, ki opredeljujejo tovrstne sisteme. V praksi se praviloma uporabljajo naslednji izrazi:

- sončne elektrarne in sončni moduli ali
- fotovoltaične elektrarne in
- fotonapetostne elektrarne in fotonapetostni moduli in krajše
- PV elektrarne.

Fotovoltaika je tehnologija pretvorbe sončne energije neposredno v električno energijo. Proces pretvorbe je čist, zanesljiv in potrebuje le svetlobo kot edini vir energije. Prvo odkritje fotovoltaičnega učinka je odkril Besquerel že leta 1839, šele leta 1954 je bila izdelana prva silicijeva sončna celica v Bellovih laboratorijih. Večji razmah so sončne celice doživele v sedemdesetih letih. Sam proces pretvorbe poteka preko sončnih celic.

Sončne celice, ki se za doseg večjih moči povežejo v module, se uporabljajo v različnih potrošniških izdelkih in manjših električnih napravah, kot so ure, kalkulatorji in igrače. Prav tako se uporabljajo za napajanje naprav, kot so vodometi, signalni prometni znaki, razsvetljava in telefonske govornice. V magistrskem delu se bom osredotočil na uporabo in prispevek sončnih elektrarn v energetskega sektorju, se pravi na večje enote za proizvodnjo električne energije.

Glede na uporabnost ločimo dva tipa sončnih elektrarn, in sicer samostojne elektrarne za oskrbo planinskih koč ali podobnih sistemov ter omrežne elektrarne (v nadaljevanju sončne elektrarne), ki vso proizvedeno električno energijo dobavljajo v električno omrežje. Osredotočil se bom predvsem na slednje, saj sončne elektrarne s proizvedeno električno energijo pokrivajo naše vsakodnevne potrebe in nadomeščajo energijo, proizvedeno iz fosilnih goriv.

Prednosti, ki jih pripisujejo sončnim elektrarnam, so predvsem (Jan, 2007):

- gorivo je sonce, ki sije povsod in je zastonj,
- vsi elementi so fiksni, ni gibljivih delov, ki se lahko obrabijo ali pokvarijo, saj ko je elektrarna postavljena, tako ostane,
- potrebno je le minimalno vzdrževanje za delovanje sistema,
- montaža je enostavna, kot zlaganje kock na pripravljeno površino, kar tudi omogoča enostaven prenos celotnega sistema na drugo lokacijo,
- ne povzroča hrupa, energijska vračilna doba je nizka in proizvodnja električne energije je avtomatizirana ter brez emisij.

4.1 Opis delovanja sončnih elektrarn

Proces pretvorbe sončne energije v električno poteka preko sončnih celic. Za boljše funkcioniranje so sončne celice povezane skupaj v sončne module. Večje število modulov lahko med seboj povežemo z ostalimi potrebnimi komponentami v večje sisteme za proizvodnjo električne energije.

Sončne celice neposredno pretvarjajo sevanje sonca v električno energijo. So velike diode, sestavljene iz najmanj dveh plasti polprevodnega materiala, in sicer so običajno izdelane iz monokristalnega, polikristalnega in amorfne silicija. Ena plast ima pozitivni naboj, druga negativnega. Ko delci svetlobe (fotoni) padejo na solarno celico, jih del absorbirajo atomi polprevodnega materiala. Pri absorpciji svetlobe se na kovinskih stikih diod vzpostavi električni potencial. To sprosti elektrone na negativni plasti solarne celice, ki začno teči iz polprevodnika po zunanjem krogu nazaj na pozitivno plast. To kroženje elektronov pomeni električni tok. Tok steče, ko se priključijo naprave oz. porabniki in s tem sklenejo krog. Absorbirana energija je bila konvertirana v električno energijo. Delež proizvedene električne energije iz vpadne svetlobne energije se imenuje izkoristek (η) solarne celice (Ristinen, 2006, str. 112-113).

4.2 Tehnične zahteve postavitve sončnih elektrarn

Pri načrtovanju sončnih elektrarn je potrebno upoštevati naslednja pravila:

- usmerjenost in naklon modulov je proti jugu in z naklonom okoli 30° , odvisno od lokacije,
- povezave med moduli, razsmerniki in odjemnim mestom morajo biti zaradi izgub čim krajše,
- povezava na javno električno omrežje mora biti čim bližje lokaciji sončne elektrarne,
- moduli ne smejo biti senčeni, saj tudi delno senčenje bistveno vpliva na celotno proizvodnjo energije.

Analiza senčenja je osnovnega pomena pri načrtovanju sončne elektrarne, ki se jo naredi z vrisom poti Sonca skozi celotno leto v 360° digitalno fotografijo. Na primeru prve slike je senčenje sončnih modulov le v dopoldanskih in popoldanskih urah pozimi in ima negativni vpliv v višini 2 % na zmanjšanje celoletne proizvodnje.

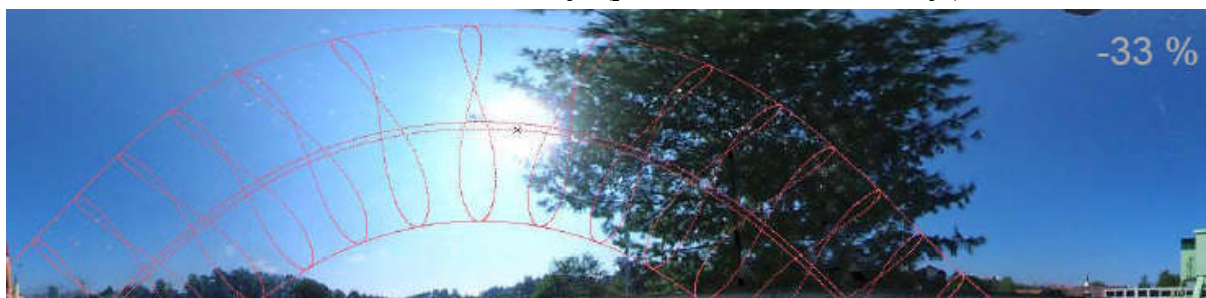
Slika 10: Analiza senčenja (primer ustrezne lokacije)



Vir: M. Topič, Raziskovalne dejavnosti na področju fotovoltaike v Sloveniji, 2005.

Naslednja slika prikazuje neustrezno lokacijo, saj zaradi bližnjega drevesa in posledičnega senčenja izgubimo okoli 33 % energije. Rešitev je odstranitev ovire, v nasprotnem primeru izvedba sončne elektrarne ni priporočljiva in ekonomsko rentabilna.

Slika 11: Analiza senčenja (primer neustrezne lokacije)



Vir: M. Topič, Raziskovalne dejavnosti na področju fotovoltaike v Sloveniji, 2005.

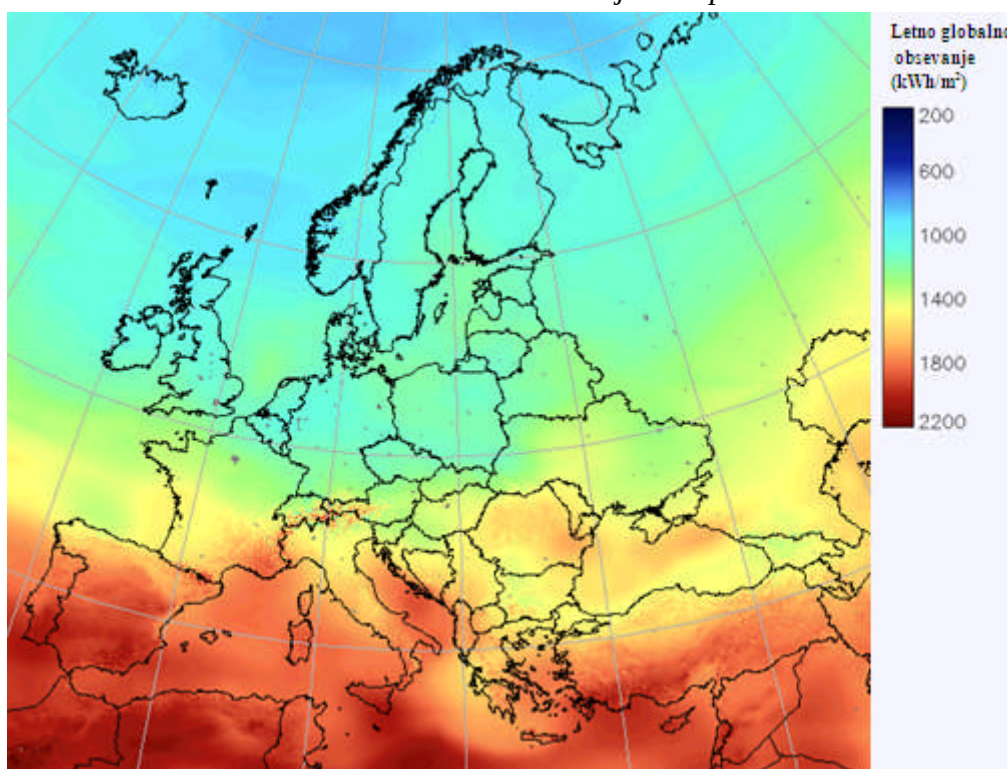
Glavni elementi sončnih elektrarn in z njimi povezani stroški so:

- elektro oprema, ki predstavlja okoli 80 % celotne investicije:
 - sončni moduli (kWp), ki proizvajajo enosmerni tok,
 - razsmerniki (kW), ki pretvarjajo enosmerni v izmenični tok;
- stikalne in zaščitne naprave (odklopniki enosmernega in izmeničnega toka, prenapetostne in pretokovne zaščite, spojišča vej in stikalna omara);
- instalacijski material (povezave med moduli in ostalo opremo);
- sistemski nadzor (komunikacijskih vmesniki, enote za obdelavo, prenos in prikaz podatkov), senzorji, modemi, filtri, merilna naprava za oddajo energije;
- nosilna konstrukcija in montaža;
- projektiranje in inženiring (izdelava PZI in PID, dokumentacija za obratovanje).

4.3 Potencial uporabe sončnih elektrarn v EU in Sloveniji

Sončne elektrarne oziroma njihova proizvodnja električne energije je pogojena s sončnim obsevanjem. Pretvorba v električno energijo poteka neposredno in tako tudi slabo vreme negativno vpliva na zmanjšanje proizvodnje električne energije. Zaradi relativno slabih izkoristkov pretvorbe je smiselnost in ekonomičnost sončnih elektrarn glede same proizvodnje omejena na predele, kjer je sončno obsevanje zadostno in je število sončnih ur v letu dovolj visoko (Solar generation, 2004, str. 7-9).

Slika 12: Sončno obsevanje Evrope



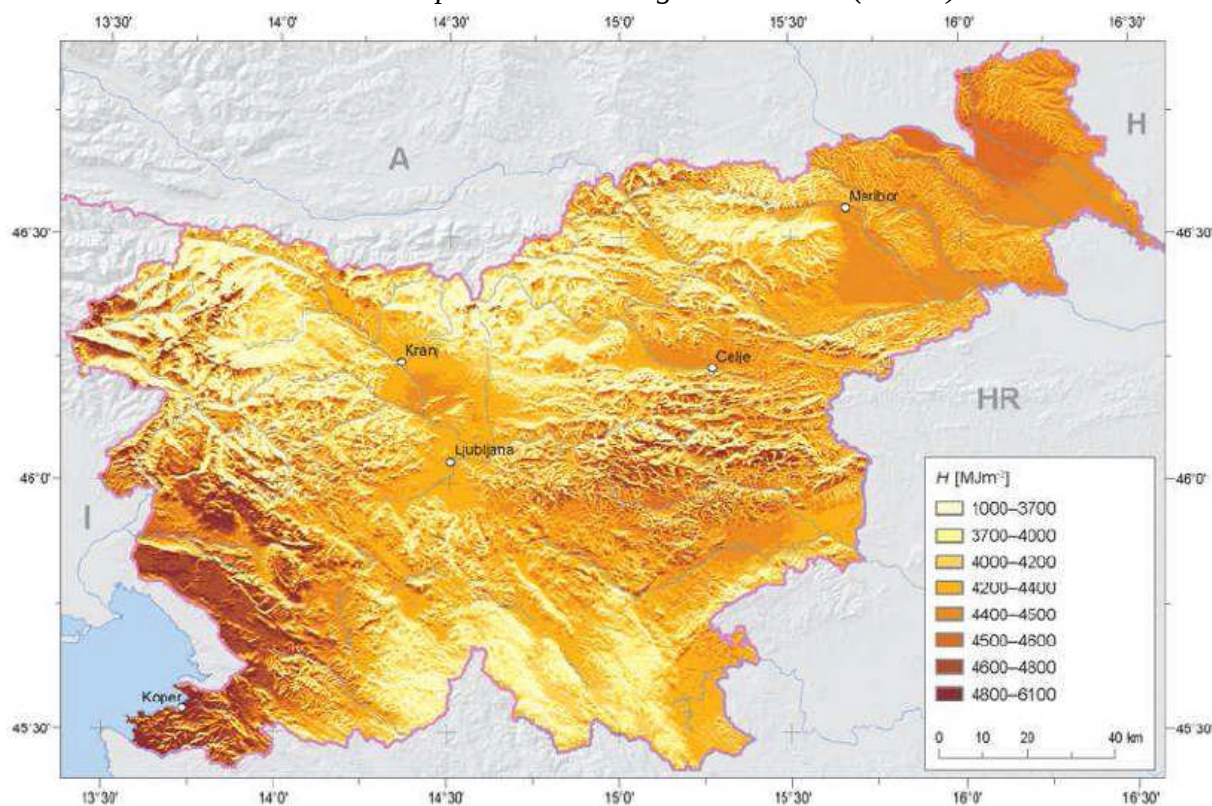
Vir: Sončno obsevanje Evrope, 2009.

Na Sliki 12 je prikazan energetski potencial sončnih elektrarn v Evropi, in sicer je prikazano povprečno letno sončno obsevanje v kWh na m² površine sončnih modulov. Največji potencial na podlagi sončnega obsevanja je v južni Evropi, vendar so za razvoj trga potrebni zakonodajni instrumenti (npr. zagotovljena odkupna cena, sistem FIT). Stroški proizvodnje električne energije iz sončne so namreč višji v primerjavi s konvencionalnimi načini proizvodnje, predvsem zaradi relativno nizkih izkoristkov pretvorbe in visokih investicijskih stroškov. Samo povpraševanje oziroma interes investorjev za postavitev sončnih elektrarn pa je odvisen predvsem od ekonomskega interesa oziroma ugodnih zakonodajnih pogojev. Predvsem v Evropi je uspešen nemški zakon za obnovljive vire, kjer je odkupna cena električne energije ustrezno visoka in omogoča ugoden donos elektrarn.

V svetovnem merilu je potencial v tisočkratnikih večji od celotne energetske porabe. Če bi v Sloveniji na 800 tisoč zgradb, kolikor je pri nas gospodinjstev, postavili sončno elektrarno v

velikosti 100 kvadratnih metrov, bi s tako proizvedeno električno energijo pokrili celotno letno domačo potrebo po električni energiji (Nemac, 2008, str. 26-27).

Slika 13: Povprečni letni kvaziglobalni obsev (MJ/m^2)



Vir: D. Kastelec, *Sončno obsevanje v Sloveniji*, 2008.

Sončno obsevanje je osnovni element pri izračunu povprečne letne proizvodnje posamezne sončne elektrarne. V letu 2007 so bile objavljene karte desetletnih povprečij (1994 – 2003) mesečnega globalnega in kvaziglobalnega sončnega obseva za Slovenijo. Kvaziglobalni sončni obsev predstavlja dejanski obsev nevodoravne površine. Pri izdelavi in izračunih so bile uporabljene lastne meritve in meritve, ki jih izvaja ARSO, kjer se merijo časovni poteki globalne in difuzne osenčenosti vodoravne površine ter trajanje sončnega obsevanja. Desetletno povprečje letnega globalnega obsevanja v Sloveniji je med 3.790 in 5.000 MJ/m^2 . Največ sončne energije prejmejo Primorje, Kras in Goriška (nad 4.680 MJ/m^2). V praksi se ponavadi uporablja enota energije oz. obsevanja kWh/m^2 namesto MJ/m^2 (Kastelec, 2007). Energijska vrednost 1 kilovatne ure (kWh) je enaka energijski vrednosti 3.6 megajoula (MJ). V praksi velja, da je najugodnejša usmeritev modulov proti jugu, vendar zaradi podnebnih značilnosti ni vedno tako, ampak rahel zamik proti vzhodu ali zahodu. Poleg smeri je pri dimenzioniranju sončne elektrarne bistvena tudi najugodnejša orientacija ploskve za največji možni izkoristek sončnega obsevanja, saj nam to omogoča največji letni izplen. Večji naklon proti jugu načeloma pomeni boljši izkoristek direktne obsevanosti zaradi manjšega vpadnega kota sončnih žarkov, vendar manjši izkoristek difuzne obsevanosti zaradi zmanjšanega deleža vidnega neba. Na podlagi meritev so izračunani optimalni nakloni in azimuti pri izrabi sončne energije na posameznih mestih v Sloveniji, ki so prikazani v Tabeli 4 (Kastelec, 2007). Azimut 180° predstavlja jug.

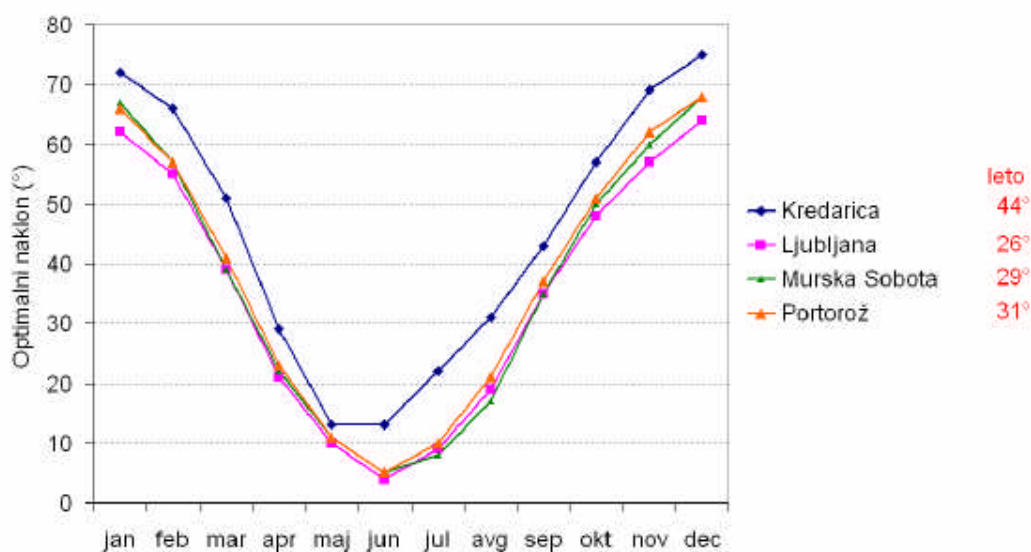
Tabela 4: Optimalni naklon in azimuti pri izrabi sončne energije

Postaja	Optimalni naklon (°)	Optimalni azimut (°)
Portorož	31	182
Novo mesto	27	185
Bilje	31	182
Ljubljana	26	185
Krvavec	32	182
Maribor	29	185
Murska Sobota	29	185

Vir: D. Kastelec et al., Sončna energija v Sloveniji, 2007.

Optimalni naklon sončnih elektrarn so po Sloveniji različni, prav tako optimalne orientacije. V praksi sicer velja pravilo, da znaša naklon modulov 30° in orientacija na jug. Maksimalen letni izplen električne energije pa je na primer za Ljubljano 26° in rahel odmik od strogo južne smeri. V Portorožu je optimalen naklon 31° . Predstavljeni optimalni nakloni tako omogočajo maksimalni letni izplen. V kolikor gledamo posamezne mesece, je zaradi poti sonca tudi optimalni naklon različen. Pozimi, ko je sonce nizko, nam večji nakloni omogočajo boljšo izrabo sončne energije. Poleti je sonce najvišje in manjši, kot je kot, večja je izraba. Na Sliki 14 so prikazani optimalni nakloni po posameznih mesecih v različnih krajih.

Slika 14: Naklon sprejemne površine, pri kateri je izraba energije največja



Vir: D. Kastelec, Sončno obsevanje v Sloveniji, 2008.

V kolikor želimo izrabiti sončno energijo, je to možno doseči le s sprotnim spreminjanjem naklona. Tudi v Sloveniji je že nekaj takih primerov sledilnih sončnih elektrarn, kjer ločimo enoosno in dvoosno sledilne elektrarne.

4.4 Materiali za izdelavo sončnih celic

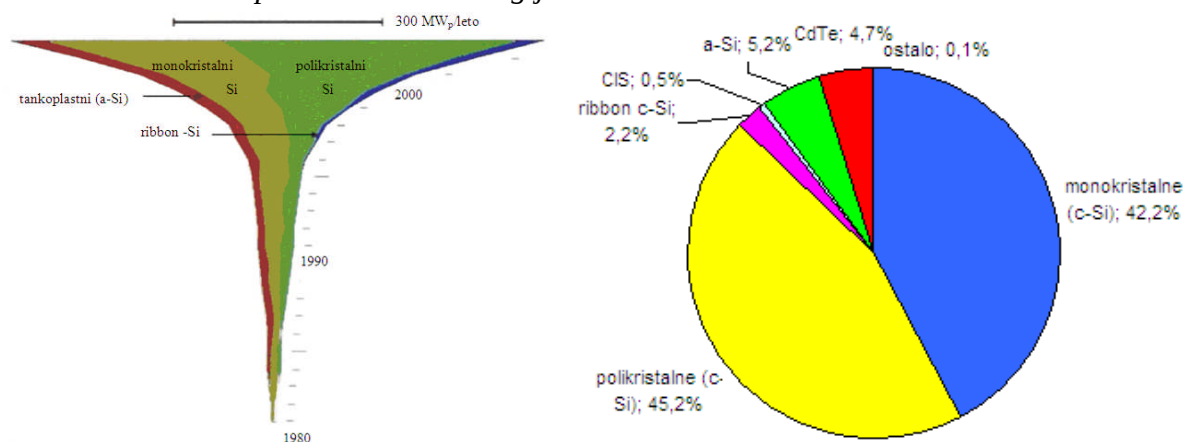
Sončne celice so sestavljene iz polprevodnega materiala. Vsi polprevodni materiali imajo fotovoltaični učinek, vendar so solarne celice izdelane le iz nekaterih polprevodnih materialov, in to v velikih količinah. Pri vrednotenju različnih tehnologij je potrebno upoštevati številne kriterije, kot so dobre možnosti za visok izkoristek, razpoložljivost materiala, sprejemljiva cena materiala, možnosti za cenejše tehnike izdelave, stabilnost celic za več desetletij in združljivost izdelkov in proizvodnih tehnik z okoljem. To so predvsem materiali, kot na primer silicij (Si), ki so prav tako pomembni za elektronske komponente. Na današnjem trgu prevladuje silicij, ki igra vodilno vlogo tudi na ostalih področjih polprevodne tehnologije. Je drugi najpogostejši kemijski element v zemeljski skorji in se ga lahko pridobiva na primer iz kremenčevega peska. V naravi se nahaja v zelo velikih količinah, saj v obliki oksidov sestavlja 1/3 zemeljske skorje. Je nestrupen, okolju prijazen, tudi odpadki ne predstavljajo težav. Lahko se tali, obdeluje in ga je sorazmerno enostavno oblikovati v monokristalno obliko. Njegove električne lastnosti (obstojnost do 125 °C) omogočajo uporabo Si polprevodniških elementov tudi v najzahtevnejših primerih uporabe. Obstajajo tudi drugi materiali, ki obetajo pocenitev sončnih celic in bodo v proizvodnji tankoplastnih celic pomembni v prihodnosti (Räuber, 2004).

Glede na različno tehnologijo proizvodnje celic ločimo monokristalne, polikristalne in amorfne module. Večina komercialnih kristalnih modulov je sestavljena iz 36 ali 72 celic, ki so med seboj povezane in postavljene na površino, pokrite s steklom, prostor med plastmi pa je ponavadi zapolnjen z EVA folijo. Celoten modul pa je nato okvirjen z aluminijastim okvirjem, lahko pa tudi z jeklenim ali plastičnim (Solar Generation, 2004). Monokristalni silicij pridobivamo iz čistega silicija, pridobljenega po predhodno opisanem postopku. Tako kot na ostalih področjih polprevodne tehnologije so osnova za monokristalne silicijeve sončne celice ploščice, narezane iz enega samega čistega kristala. Iz tega materiala so proizvedene sončne celice z učinkovitostjo med 15 in 18 %. Dandanes te celice predstavljajo največji tržni delež. Proizvodnja sončnih celic iz drugih oblik silicija (multikristalni oz. amorfni silicij) je cenejša. Multikristalni silicij se oblikuje tako, da se staljen silicij pusti, da se ohladi v velikem kalupu. Za pridobitev amorfnega silicija se ploščice silicija položi na podlago (npr. steklo), kjer se plinasta komponenta kot je SiH_4 razgradi. Učinkovitost multikristalnih celic je nekoliko manjša od monokristalnih. Zmanjšanje učinkovitosti je še vedno največje pri amorfnih silicijevih celicah, ki se jim poleg tega sčasoma zaradi sončnega sevanja učinkovitost še zmanjša. Največji izkoristek imajo sončne celice iz galijevega arsenida (GaAs). Novi postopek izdelave monokristalnega GaAs je zelo enostaven. Pri GaAs celicah je drag material tisti, ki preprečuje širšo uporabo tega materiala.

Sončne elektrarne se med seboj razlikujejo predvsem glede na vrsto modulov oziroma sončnih celic, ki so povezane v modul. Najbolj razširjena je uporaba silicijevih celic, in sicer mono- in multikristalnih. Na Sliki 15 je prikazan delež uporabe različnih tehnologij od leta 1980, kjer je vidna prisotnost tudi tankoplastnih, ki pa ne predstavljajo večjega deleža

uporabe. Najbolj razširjena je uporaba mono- in multikristalnih celic, saj so glede na razmerje med ceno celice in izkoristki najbolj primerne.

Slika 15: Delež posameznih tehnologij od 1980 do 2005 in tržni delež celic v letu 2007



Vir: K. Brecl in M. Topič, Aktualne raziskave s področja fotovoltaike v EU, 2005; Solar Generation V, 2008, str. 16-17.

V letu 2007 so prevladovali monokristalni in polikristalni silicijevi moduli, ki so skupaj predstavljali skoraj 90 % celotnega trga. Razloge za to razširjenost lahko vidimo v tabeli 5. Razmerje med doseženimi izkoristki, ceno ter poznavanje tehnologije je najboljše pri silicijevih poli in mono kristalnih celicah. Delež ostalih materialov narašča in bodo imeli pomembno vlogo v prihodnosti.

Tabela 5: Učinkovitost celic

Vrsta celice	Izkoristek v %	Cena	Razširjenost
Silicijeve monokristalne (c-Si)	20–24	visoka	zelo velika
Silicijeve polikristalne (poli-Si)	13–18	nižja	zelo velika
Gali Arzenidne monokristalne (c-GaAs)	20–29	zelo visoka	zelo majhna
Tankoplastne:			
Silicijeve: amorfne, mikrokristalne, tandemske	8–13	najnižja	zelo narašča
Polikristalne: bakrov-indijev selenid CIGS in CdTe	10–17	nizka	narašča

Vir: K. Brecl in M. Topič, Aktualne raziskave s področja fotovoltaike v EU, 2005.

Normirani izkoristki modulov so nižji od izkoristkov celic. Navedeni izkoristki so postavljeni na podlagi meritev pod standardnimi preskusnimi pogoji (STC) (Topič, 2008):

- standardni spekter: AM 1,5g,
- gostota moči osvetlitve: 1.000 W/m^2 ,
- temperatura sončne celice: $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$,

- hitrost vetra: 1 m/s.

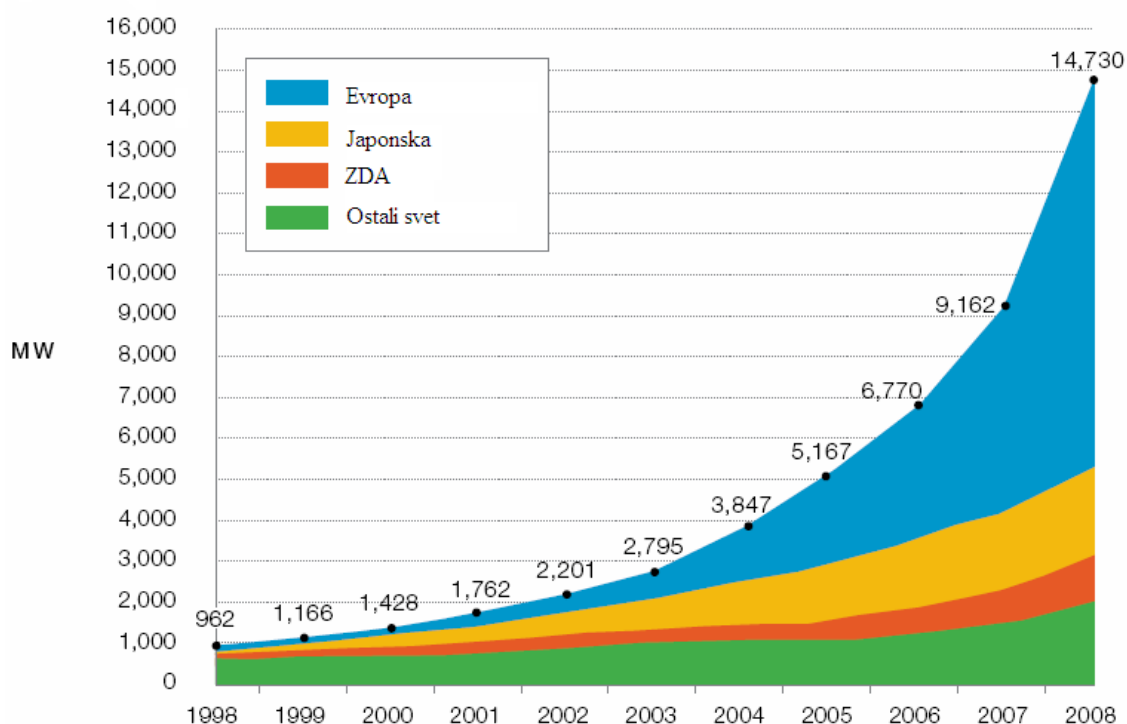
Razvoj trga s sončnimi elektrarnami je omogočil razvoj številnih podjetij, ki si želijo zagotoviti prvo mesto v tekmi sončnih elektrarn. V ta namen se veliko sredstev nameni za razvoj novih tehnologij in izboljšave obstoječih sončnih celic.

5 ANALIZA TRGA SONČNIH ELEKTRARN

5.1 Svetovni trg inštaliranih sončnih elektrarn

Svetovni trg sončnih elektrarn v zadnjem desetletju doživlja pravi bum in taka rast se pričakuje še naprej. Do konca leta 2008 je skupna inštalirana moč postavljenih elektrarn dosegla skoraj 15 GW. Evropa je vodilna, saj ima več kot 9 GW inštaliranih sončnih elektrarn, kar predstavlja 65 % vseh elektrarn v svetu. Japonska in ZDA sledita s 15 % in 8 % deležem svetovnih inštaliranih kapacitet. V nadaljevanju je prikazana skupna postavitev sončnih elektrarn do konca leta 2008.

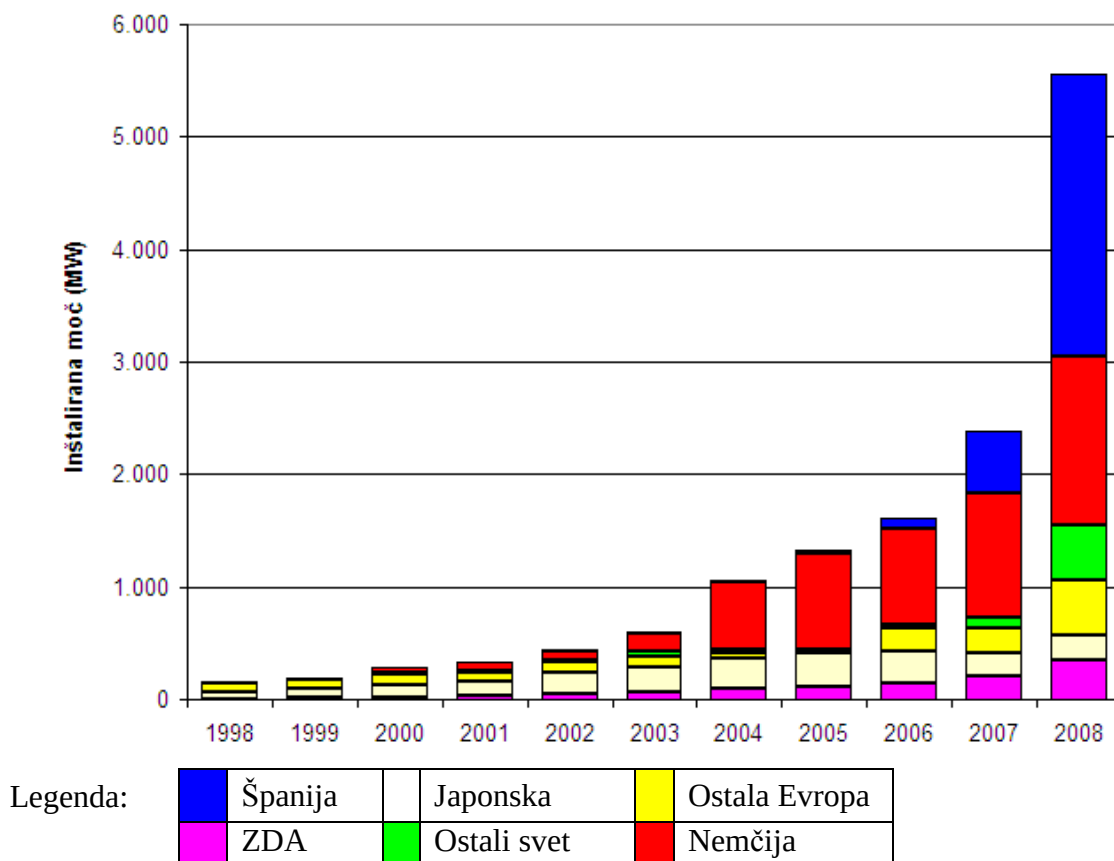
Slika 16: Kumulativna postavitev sončnih elektrarn v svetu



Vir: Global market outlook, 2009, str. 3.

Impresiven napredek v letu 2008 je bil predvsem posledica razvoja španskega trga, kjer se je število sončnih elektrarn povečalo s 560 MW v letu 2007 na 2.511 MW v letu 2008, kar je predstavljalo 45 % svetovnega trga. Poleg Španije so v letu 2008 tudi druge države nadaljevale z razvojem. Nemčija je postavila okoli 1,5 GW, ZDA 342 MW in Japonska 230 MW.

Slika 17: Letna postavitev sončnih elektrarn v svetu

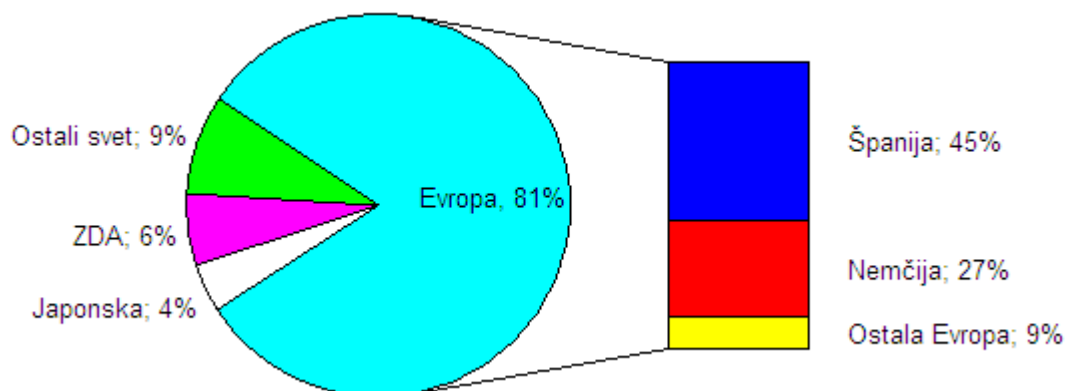


Vir: Global market outlook, 2009, str. 4.

Pogoji na posameznih trgih za sončne elektrarne se bistveno razlikujejo od države do države. To je posledica različne energetske politike in državnih podpornih programov za obnovljive energije, posebno še za sončne elektrarne. Na to pa pomembno vpliva tudi liberalizacija domačega trga električne energije. Tako je na primer gonilna sila pospešene rasti v Nemčiji posledica novega zakona o odkupnih cenah električne energije, ki je stopil v veljavo v letu 2004. Nemčija je bila do leta 2008 vodilna glede na število postavljenih sončnih elektrarn, pri čemer je zaradi nezadostnih kapacitet in velikega povpraševanja postala neto uvoznica sončnih elektrarn.

Drugi največji trg so postale ZDA s 342 MW novih elektrarn v letu 2008 in so prehitele Japonsko. Na Sliki 18 je razviden delež posameznih držav v letu 2008. Evropski trg je še vedno največji odjemalec sončnih modulov, kjer je Španija prinesla največji delež. Razlog je v zelo visoki odkupni ceni (FIT), ki je množično spodbudil nove investicije. Velik delež novih investicij pa je tudi veliko breme proračuna in španska vlada je omejila letno postavljene sončne elektrarne na 500 MW.

Slika 18: Postavljene sončne elektrarne po regijah v letu 2008

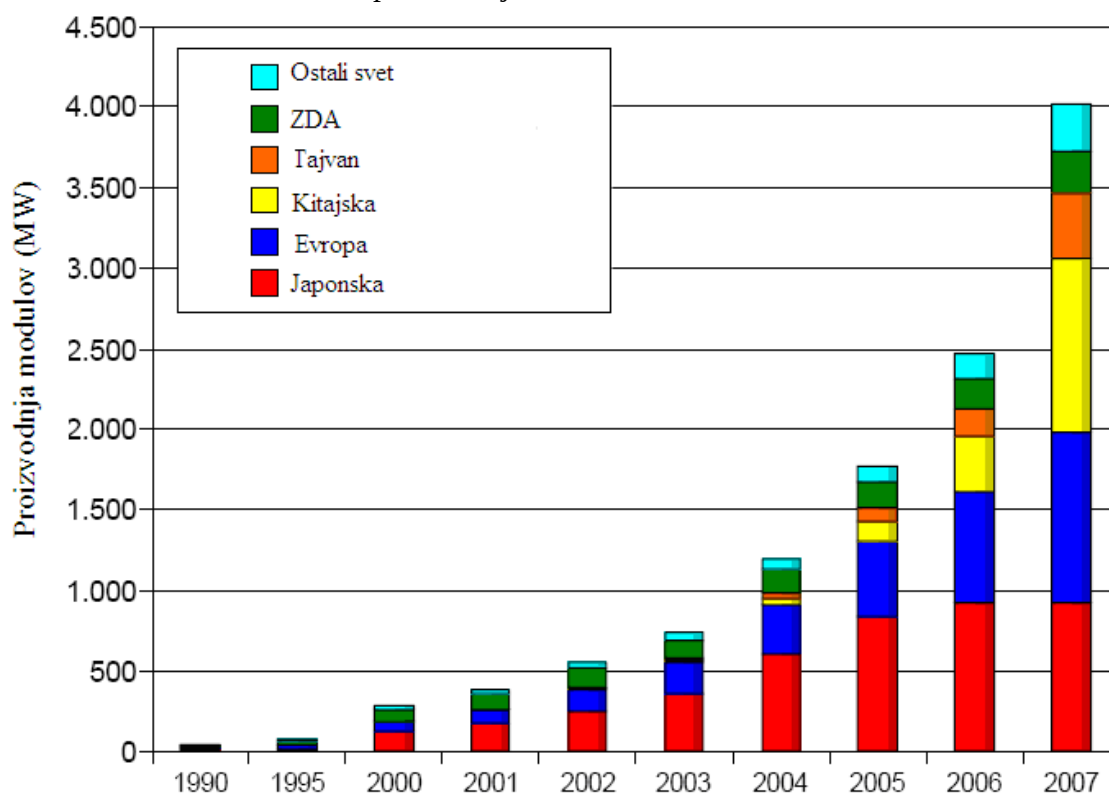


Vir: Global market outlook, 2009, str. 3-4.

5.2 Svetovni trg ponudnikov sončnih modulov

Proizvodne kapacitete sončnih celic in modulov so bile do leta 2006 skoncentrirane v EU, ZDA in Japonski. Skupna proizvodnja teh v letu 2005 je predstavljala 83 % svetovnega trga proizvodnje. Od tega je imela največji delež Japonska, in sicer skoraj polovico. V zadnjih letih lahko opazimo spremembo, in sicer je med prevladujočimi državami Kitajska, Tajvan je v vzponu. Na tem mestu bi rad povzel besede g. Marka Topiča iz predstavitve na drugi fotovoltaični konferenci: »Fotovoltaika postaja posel sedanjosti, ne več prihodnosti, kar je veljalo še nekaj let nazaj« (Topič, 2008).

Slika 19: Svetovna proizvodnja sončnih modulov od 1990 do 2007



Vir: J. A. Waldau, PV status report 2008, 2009, str. 11.

Podatki o svetovni proizvodnji sončnih celic v letu 2007 se bistveno razlikujejo, in sicer med 3.733 MW in 4.279 MW. Kot lahko vidimo na Sliki 19, v Joint Research Centru ocenjujejo, da je bila proizvodnja modulov v letu 2007 kljub pomanjkanju silicija na ravni 4.022 MW, kar pomeni rast za več kot 50 %. Od leta 2003 je PV proizvodnja rasla s povprečno letno rastjo 50 %, kjer je segment tankoplastnih sončnih celic rasel s povprečno rastjo 80 % in dosegel okoli 400 MW ali 10 %. Pričakuje se, da bo delež tankoplastnih celic v letu 2010 od 25 do 30 %. Podjetja, ki se ukvarjajo s proizvodnjo opreme za sončne elektrarne ali ponujajo podporne storitve, privabljajo vedno več privatnih in institucionalnih investitorjev. V svetovnem merilu je bilo v letu 2007 vloženih več kot 1.102 milijard evrov novih sredstev v sektor obnovljivih virov energije in učinkovite rabe. Investiranje v sončno panogo je najhitreje raslo v letu 2007, doseglo 19,7 milijarde evrov novega kapitala, kar je 250 % letno povečanje od leta 2004. Drug zanimiv podatek je rast tveganega kapitala iz 0,97 milijarde evrov v 2006 na 2,2 milijarde evrov v letu 2007 (Waldau, 2009).

Število svetovalnih podjetij in finančnih institucij, ki ponujajo študije in investicijske priložnosti, se je v zadnjih letih bistveno povečalo, kar je moč opaziti tudi v Sloveniji. Na podlagi vseh teh povečanj tržni analitiki trdijo, da v sektorju sončne energije prevladujejo zdrave okoliščine za investitorje.

Napovedi proizvodnje modulov za leto 2010 se zelo razlikujejo, in sicer v Navigant Consulting ocenjujejo proizvodnjo na 6 GW, v društvu EPIA napovedujejo od 7 do 8 GW, in Photon Consulting napoveduje 17 GW (Waldau, 2009). Številna povečanja proizvodnih kapacitet so v teku ali so napovedana, in v kolikor bodo vsa uresničena, potem bo svetovna kapaciteta proizvodnje sončnih celic presegla 35 GW do konca leta 2010. To nam kaže, da bodo proizvodne kapacitete presegle tudi najbolj optimistične napovedi. Posledica v panogi se bo kazala v nizki stopnji izkoriščenosti razpoložljivih kapacitet in premik od trgov, ki jih je v zadnjih letih vodilo prekomerno povpraševanje, k trgov s presežkom ponudbe. Slednje se bo odražalo v pritisku na marže. Tak razvoj bo lahko pospešil ojačanje fotovoltaične panoge in spodbudil združevanje in prevzeme podjetij.

Že nekaj časa trajajoče pomanjkanje silicijeve surovine, počasen odziv uveljavljenih proizvajalcev silicija in pospešena ekspanzija proizvodnih kapacitet je vodilo do novih potencialnih proizvajalcev silicija. V zadnjem času lahko opazimo naslednje napredke:

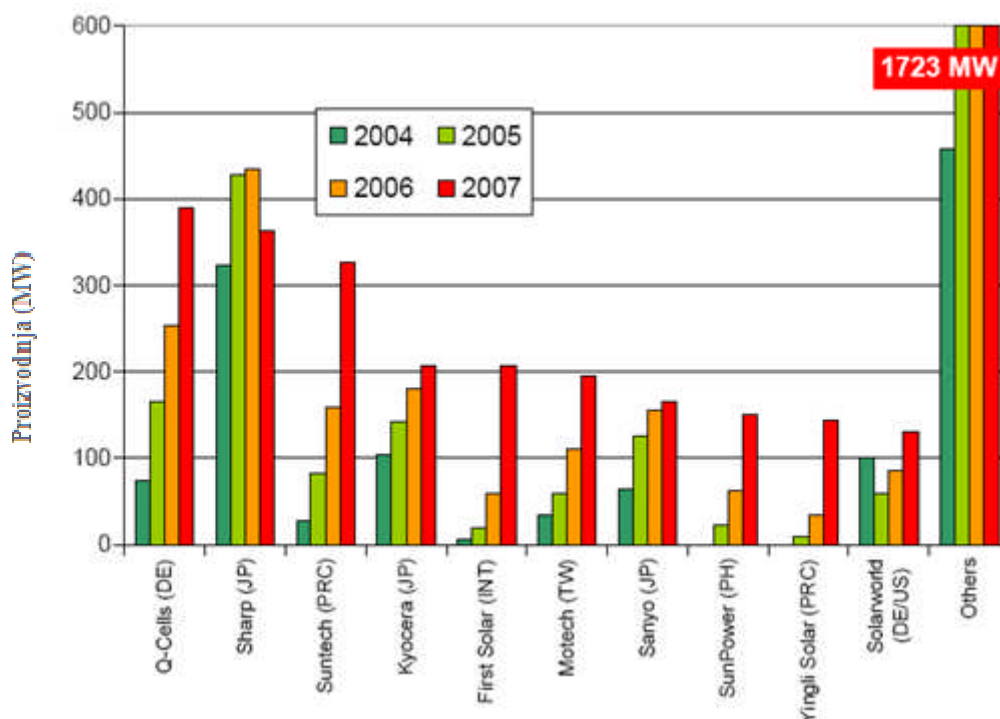
- Proizvajalci silicija so v procesu povečanja svojih proizvodnih kapacitet, ki bodo zmanjšala pritiske na ponudbo v naslednjih nekaj letih. To pomeni, da so prepoznali sončne elektrarne kot panogo, ki omogoča stabilen posel v silicijevi proizvodnji, saj so bili do sedaj večinoma odvisni od ciklov povpraševanja v industriji mikroelektronike.
- Novi proizvajalci silicija so vstopili na trg in so v procesu zaključevanja svojih poslovnih načrtov ali že načrtujejo nove proizvodne zmogljivosti.

- V panogi sončnih elektrarn podjetja pospešujejo prehod na tankoplastne silicijeve rezine z visokimi izkoristki celic, da privarčujejo na povpraševanju po siliciju na Wp.
- Večja ekspanzija tankoplastnih proizvodnih kapacitet obstoječih proizvajalcev je v teku in številni novi želijo prodreti na trg.

Svetovni trg na področju proizvodnje komponent sončnih elektrarn se je povečal za več kot 60 % v letu 2007, na ocenjenih 4 GW. Trg postavljenih sistemov je prav tako narasel za več kot 60 % in dosegel 2.825 MW. Kljub dejstvu, da je tudi evropska proizvodnja rasla enako kot svetovna, je Evropa še vedno neto uvoznik sončnih celic in/ali modulov. Situacija naj bi se spremenila v prihodnosti zaradi trenutnih povečanj proizvodnih zmogljivosti.

Japonski trg v letu 2007 beleži manjšo postavitev sončnih elektrarn (210 MW) kot v predhodnih letih, in sicer za 36 % glede na leto 2006. Ta padec novih inštaliranih sistemov lahko pojasnimo z zaprtjem programa spodbujanja PV sistemov v stanovanjskem sektorju zaradi manjše politične podpore. Dodatno lahko pogledamo še ostale vidike. Močno povpraševanje iz tujine in močan evro sta veliko zanimivejša podjetjem za izvoz svojih produktov, manj zanimiv je uvoz. Pomanjkanje silicija v letu 2007 je vodilo do manjše proizvodnje celic vodilnega japonskega podjetja Sharp. Omenjeni dejavniki so privedli do tega, da je primanjkovalo modulov na japonskem trgu. Svetovni delež japonskih produktov za sončne elektrarne se je zaradi premajhnega povečanja proizvodnje celic v letu 2007 zmanjšal s 36,9 % na 23 %. Število japonskih podjetij med desetimi največjimi se je prav tako zmanjšalo na tri podjetja.

Slika 20: Deset največjih proizvajalcev sončnih modulov

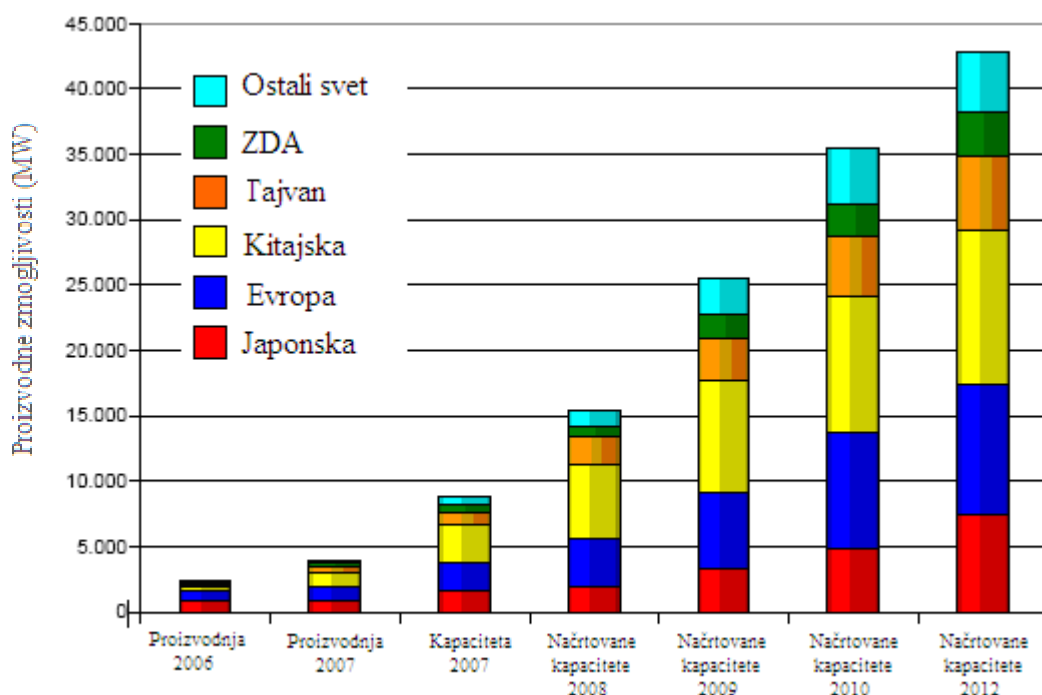


Vir: J. A. Waldau, PV status report 2008, 2009, str. 10.

Kot lahko vidimo na Sliki 20, je Sharp Corporation zaostal za Q-cells, ki je bil leta 2007 največji proizvajalec celic, sledi jima Suntech s Kitajske. Hitra rast proizvodnih kapacitet celic in modulov na Kitajskem in Tajvanu pa se ne odraža v povečanem povpraševanju na domačih trgih. Povpraševanje je ocenjeno na 10 do 20 MW v posamezni državi, kar pomeni, da več kot 98 % izdelkov sončnih elektrarn izvozijo. Nova podjetja želijo prodreti na trg in države, kot so Indija, Malezija in Severna Koreja, želijo pridobiti investicije v proizvodne kapacitete v panogi sončnih elektrarn.

Na naslednji sliki so prikazane proizvodnje oziroma kapacitete ter načrtovane kapacitete do leta 2012. Glede na trenutno stanje in načrtovane izgradnje novih proizvodnih kapacitet posameznih proizvajalcev bodo vodilno vlogo imela podjetja iz Kitajske, Japonske in Evrope.

Slika 21: Svetovna proizvodnja sončnih modulov



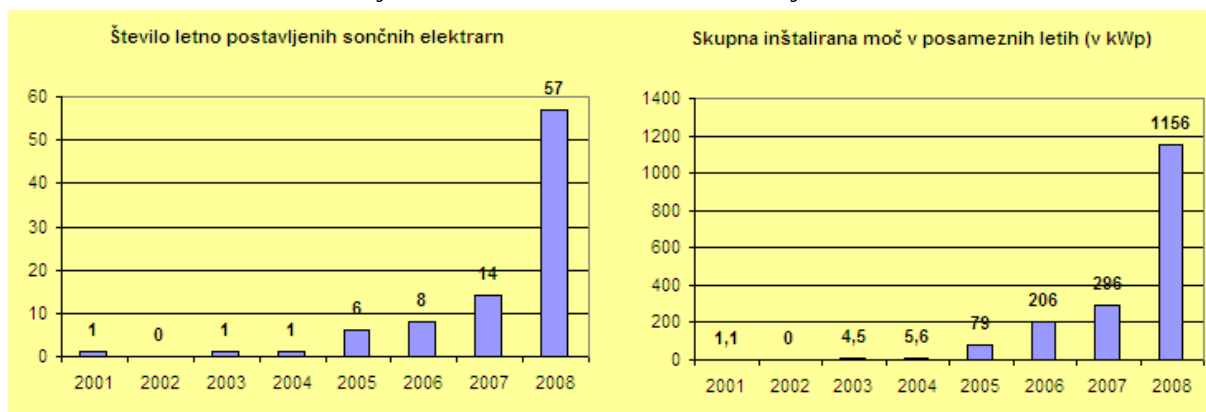
Vir: J. A. Waldau, PV status report 2008, 2009, str. 11.

5.3 Analiza sončnih elektrarn v Sloveniji

V Sloveniji je trg s sončnimi elektrarnami zaživel v letu 2005, saj smo bili priča postavitvi kar nekaj večjih elektrarn, potencialni investitorji so se bolj informirali, izdelane so bile številne študije izvedljivosti za nove projekte. Porast je bila posledica povišane odkupne cene z 0,27 na 0,37 centa EUR/kWh (Nemac & Likovič, 2005, str. 80-82). Trenutna cena v letu 2009 znaša 0,41 centa EUR/kWh za sončne elektrarne na objektih.

Kot lahko vidimo na Sliki 22, je bilo v Sloveniji v letu 2006 postavljenih skoraj 300 kWp sončnih elektrarn, v letu 2007 skoraj 600 kWp in konec leta 2008 že več kot 1,7 MWp. Skupno je bilo konec leta 2008 postavljenih 88 elektrarn, ki so priključene na omrežje.

Slika 22: Postavljene sončne elektrarne v Sloveniji do konca leta 2008



Vir: ApE, 2009.

Napovedi in izvedene projekte posameznih investorjev v letu 2009 lahko zasledimo v medijih. V Luki Koper načrtujejo namreč do konca leta v sodelovanju s podjetjem Robotina postaviti projekt skupne moči od 2 do 2,4 MWp, kar že močno presega seštevke do sedaj postavljenih sončnih elektrarn. Še zanimivejša je novica, da bo podjetje City Solar vložilo kar 175 milijonov evrov za postavitev sončne elektrarne moči 35 MW v občini Hrpelje-Kozina (Grča, 2009). Podobno rast lahko pričakujemo še naprej. Po podatkih podjetja ApE d. o. o. je bilo do sredine leta 2009 postavljenih 26 elektrarn s skupno močjo skoraj 1,5 MW. Trenutno je Sloveniji inštaliranih več kot 3 MW sončnih elektrarn. Trenutno največja sončna elektrarna v Sloveniji je velika 530 kW.

V Sloveniji se s proizvodnjo sončnih modulov ukvarja le podjetje Bisol. Podjetje je bilo ustanovljeno leto 2006 in je istega leta vzpostavilo proizvodnjo modulov, leto kasneje pa je že doseglo 10 milijonov evrov prihodkov, v letu 2008 21 milijonov evrov. Večinski delež (20 milijonov evrov) je Bisol ustvaril na tujih trgih. Rast je posledica bliskovite rasti panoge v svetu. S tem namenom je podjetje lansko leto ustanovilo Združenje slovenske fotovoltaične panoge v Sloveniji, katere namen je zastopati interese sončnih elektrarn (Piano, 2009).

6 ANALIZA PODPORNEGA OKOLJA POSTAVITVE SONČNIH ELEKTRARN

Na povpraševanje in ponudbo v svetu vplivajo poleg naravnih danosti (sončno obsevanje) predvsem zakonodajni okviri, saj je strošek proizvedene električne energije s sončnimi elektrarnami brez podpornih mehanizmov previsok glede na obstoječe konvencionalne tehnologije proizvodnje električne energije. Največji delež trga sončnih elektrarn oblikujejo Japonska, Evropa in ZDA. V teh državah se narekuje tudi glavni razvoj na področju sončnih elektrarn. V EU predstavlja glavni razvoj Nemčija, ki je v zadnjih letih sprejela nekatere zelo konkretne ukrepe za spodbujanje povpraševanja. Princip teh držav je jasen, in sicer z nudenjem tržnih spodbud za postavitev sončnih elektrarn se vzpostavi pozitiven odnos med tržnimi spodbudami in rastjo panoge, sčasoma se spodbuja tudi izvoz. V nadaljevanju bom podrobneje predstavil spodbude v omenjenih državah.

Glede na podatke Evropskega združenja industrije za sončne elektrarne (EPIA) je bilo v tej panogi v letu 2003 zaposlenih okoli 15.000 ljudi. Trend nadaljnega razvoja in povečanje števila novih delovnih mest bo mogoče le ob stabilni dolgoročni politični ureditvi, ki bo investitorjem v sončne elektrarne omogočala ustrezen donos. Poleg politične ureditve pa so potrebne tudi izboljšave učinkovitosti sončnih celic in tehnologije celotnega sistema. Pričakovanja EPIA so, da bo do leta 2020 v sektorju sončnih elektrarn zaposlenih več kot dva milijona ljudi po celem svetu, kjer jih bo večina vključenih v fazi postavitve sončnih elektrarn (Solar Generation 2004, EPIA, str. 4-5).

6.1 Podporno okolje v Nemčiji

Nemčija je, kot že omenjeno, vodilna pri izrabi sončne energije. Začetki segajo v leto 1990, ko je objavila pet let trajajoč Program 1.000 solarnih streh. V omenjenem obdobju so postavili več kot 2.250 instalacij na strehe s povprečno močjo 2,6 kW. V letu 2005 so bili povprečni specifični stroški sončnih elektrarn v višini 9 EUR/Wp, specifična letna proizvodnja je znašala okoli 700 kWh/kWp na leto.

Po zaključku programa je trg sončnih elektrarn v Nemčiji zamrl, zato so Greenpeace in ostale organizacije lobirale za nadaljevanje programa. Greenpeace je tudi oblikoval solarni pionirski program v letu 1995 in od takrat intenzivno deluje na področju pridobivanja in plasiranja informacij v prid izrabi sončne energije. Med letoma 1995 in 1999 je okoli 40 mest oblikovalo svoje sheme spodbujanja, kar je omogočalo prodajo električne energije po ceni do 1,02 EUR/kWh. Odkupna cena je bila ponavadi podprta z 1 % davkom na prodano električno energijo. To podporo je sčasoma nadomestil nacionalni zakon o OVE. Nemški zakon o obnovljivih virih energije (EEG), ki je bil sprejet leta 2000, ureja odkup električne energije po vnaprej določenih cenah. Za sončno energijo znaša odkupna cena v letu 2009 0,43 EUR/kWh. Od leta 2002 je bilo predvideno upadanje cen za nove naprave zaradi pričakovanega zmanjšanja investicijskih stroškov za PV sisteme (EEG Payment Provision, 2009, str. 1-11). Zaradi španske postavitve kvote na maksimalno 500 MW zgrajenih sončnih elektrarn v letu 2009 bo Nemčija ponovno prva na lestvici kot najzrelejši trg s preverjeno shemo FIT, dobrimi finančnimi spodbudami preko kreditov za obnovo (*Kreditanstalt für Wiederaufbau*), visokim potencialom za prihodnji razvoj, dobro ponudbo usposobljenih podjetij (Global market outlook for photovoltaics until 2013, 2009).

Predstavniki proizvodnih podjetij verjamejo, da bo trg zrasel na nivo 2.400 MW, kjer bo glavni spodbudnik prav zakon o OVE. V prihodnjih nekaj letih bodo od sistema FIT odvisne domače postavitve sončnih elektrarn, dodatno tudi celoten sektor sončnih elektrarn. Kljub temu da se bodo odkupne cene zmanjševale hitreje kot v preteklih letih, bo proizvodnja v koraku z zniževanjem stroškov z namenom doseganja kvalitetnih in konkurenčnih produktov. Nemški zakon o OVE (EEG) ni bil generator razvoja le za nemško panogo sončnih elektrarn, ampak je spodbudil številne države po svetu.

Rasti in dosežki nemških proizvodnih podjetij na področju sončnih elektrarn so nadpovprečne, saj na tem področju deluje več kot 10.000 podjetij (vključno z inštalaterji), kjer je zaposlenih okoli 42.000 ljudi. Okoli 80 podjetij proizvaja opremo za sončne elektrarne, kot so celice in moduli. Prihodek v tej panogi je dosegel 5,7 milijarde evrov, izvoz znaša 2,5 milijarde evrov (Solar generation V, 2008, str. 3-6).

Nemčija torej uspešno spodbuja trg sončnih elektrarn z odkupnimi cenami, kjer z višjimi odkupnimi cenami spodbuja postavitev sončnih elektrarn in proizvodnjo zelene električne energije. Vzporedno za razvoj proizvodnih aktivnosti namenijo javna sredstva za raziskave in razvoj. Nemčija je v letu 2002 vložila v raziskave in razvoj na področju sončne energije 22 milijonov ameriških dolarjev.

6.2 Podporno okolje na Japonskem

Na Japonskem se za razliko od nemškega sistema spodbuja predvsem stran ponudbe, to je proizvodnjo opreme za sončne elektrarne. Na drugi strani so v devetdesetih letih spodbujali postavitev sončnih elektrarn s programom 70.000 streh, in sicer s 50 % subvencijo za gospodinjne sisteme velikosti od 3 do 4 kW. V letu 2000 je bilo postavljenih 108 MW kljub zmanjšanju subvencije na 35 %. Globalni cilj je stimulirati proizvodnjo, znižati cene, vzpostaviti okoljsko zavest in omogočiti trg japonskim podjetjem z namenom konkurenčnega izvoza.

Japonska vlada je vložila velika finančna sredstva na trg sončnih elektrarn z namenom, da omogoči mednarodno konkurenčno masovno proizvodnjo. Podporo izvajajo s pomočjo finančnih, davčnih in sistemskih podpor in spodbud. Večji del spodbud za R&D, demonstracijske projekte in tržne spodbude je na voljo že od leta 1980 v okviru programa NEDO (The New Energy and Industrial Technology Development Organisation), predvsem preko projekta Sunshine. V letu 2001 so znašala sredstva za podporo sončnim elektrarnam s strani ministrstva za gospodarstvo, trgovino in industrijo (METI) več kot 271 milijonov USD. V primerjavi z ostalimi državami OECD je to velik delež. Področje podpore pa je bilo predvsem spodbujanje in financiranje tehnoloških izboljšav na področju sončnih elektrarn, podpora podjetnikom pri vzpostavitvi poslovanja na tem področju ter nevladnim organizacijam in občinam. Japonska politika in ukrepi na področju energije, vključujoč proizvodnjo iz sončne energije, temeljijo na energetskega zakonu iz leta 2002, ki vključuje tri cilje: zagotovitev stabilne oskrbe z energijo, okoljska stabilnost in izvajanje tržnih mehanizmov.

Velikost trga stanovanjskih sončnih elektrarn je zrasla na 50.000 sistemov na leto s pomočjo državnih podpor. Kumulativna moč postavljenih elektrarn konec leta 2006 je znašala 1,277 MW na približno 350.000 hišah. Tudi po ukinitvi podpor je trg še vedno v vzponu, proizvajalci razvijajo in ponujajo standardne rešitve in dosegajo zmanjševanje investicijskih stroškov. Prav tako so sončne elektrarne postavljene na javnih objektih (šolah, državnih

objektih, bolnišnicah ...) ter proizvodnih objektih. Velikost posameznih elektrarn se je dramatično povečala na 5 MW. Vlada je v letu 2006 izdelala novo nacionalno energetske strategijo, s katero spodbuja prehod na OVE. Sprejela je cilje, ki jih namerava uresničiti do leta 2030 in predstavila strategijo za doseg ciljev, ki je razdeljena na štiri glavne aktivnosti:

- zagotovitev nove, naprednejše strukture proizvodnje energije,
- okrepitev diplomacije pri zagotavljanju potrebnih surovin,
- povečanje odzivnosti z ukrepi ob povečanju porabe energije ter
- upoštevanje vsakdanjih izzivov.

Japonska vlada si je zadala za cilj, da bo do leta 2010 instalirala 4.820 MW. Izvajajo se različni projekti, in sicer Ekošole v okviru Ministrstva za izobraževanje, kulturo, šport, znanost in tehnologijo (MEXT), aktivnosti METI, ki že od leta 1997 spodbuja vključevanje izrabe sončne energije v izobraževanju, vključeno je tudi ministrstvo za kmetijstvo, gozdove in ribolov ter ministrstvo za okolje. Tržne cene električne energije so na Japonskem enkrat višje kot drugod po svetu in zato je razlika med električno energijo iz sončnih elektrarn in klasičnimi elektrarnami manjša.

Japonsko fotovoltaično energetske združenje (JPEA) je objavilo revidiran industrijski PV razvojni načrt, ki cilja na vodilni položaj v svetu na področju fotovoltaike. Povečalo se je število proizvajalcev sončnih modulov, sončnih celic in vhodnih surovin za sončne celice. Imajo številne proizvajalce ingotov in silicijevih rezin, kot so M. Setec, JFE Steel, Sumitomo Mitsubitshi Silicon, Metal Reclaim, Tokuyama in Kyocera, ki vsi uvažajo osnovni silicij iz tujine. Največji proizvajalci sončnih celic so japonska podjetja Sharp, Kyocera, Mitsubishi Electric in Sanyo (Škarja et al., 2007, str. 78-79).

6.3 Podporno okolje v ZDA

Združenje EPIA pričakuje, da bodo ZDA eden glavnih trgov sončnih elektrarn do konca leta 2010. Upoštevač investicijsko-davčni kredit (ITC – Investment Tax Credit), nadaljevanje obstoječih podpornih programov (npr. v Kaliforniji), vzpostavljanje lokalnih podpor, ogromen potencial na območju ZDA in močno pripadnost novemu predsedniku Obami, bi lahko ZDA predstavljale multi GW trg do leta 2010. Vendar pa bo rezultat v letu 2009 odvisen predvsem od možnosti financiranja sončnih elektrarn (Global market outlook for photovoltaics until 2013, 2009, str. 2-4).

Pomemben preskok na področju sončnih elektrarn v ZDA se je zgodil leta 1995, ko je predsednik Clinton objavil program: »Pobude za milijon sončnih streh«. Cilj programa je bil zmanjšati državno odvisnost od fosilnih goriv. Prav tako je 39 elektrodistribucij objavilo načrte za postavitev skupno 900.000 sončnih elektrarn na zasebnih hišah in 20.000 na javnih zgradbah. V letu 2007 je bila rast trga 48 %, kjer je bila dominantna Kalifornija, ki je v letu 2006 pripravila svoj program spodbud izrabe sončne energije. Program obsega 2,9 milijarde

ameriških dolarjev spodbud za obdobje 10 let s ciljem, da se obseg sončnih elektrarn na strehah objektov poveča za 3.000 MW do leta 2017.

Na drugi strani je rasla tudi proizvodnja posameznih delov sončne elektrarne, kjer je bil največji napredek na področju tankoplastnih sončnih elektrarn. Na tem področju so ZDA globalni vodja. V sektorju sončnih elektrarn v ZDA je zaposlenih okoli 50.000 ljudi. Pričakuje se velika rast tako na strani proizvodnje kot tudi na strani postavitve sončnih elektrarn, kar bi pomenilo povečanje števila zaposlenih za kar nekaj tisoč.

Državni urad za energijo je pripravil večletni tehnološki program za sončno energijo za obdobje 2007–2011. Osnovni cilj »Solar Energy Technology Program« (SETP) na področju sončnih elektrarn je izboljšanje varnosti, kvalitete okolja in ekonomske blaginje skozi sodelovanje med državnimi in privatnim subjekti. Usmerjen je predvsem k zmanjšanju cene sončne energije, da bi se le-ta lahko primerjala s konvencionalnimi viri energije in bi se tako lažje uveljavila v proizvodnem sektorju. V okviru tega programa je predsednik ZDA sprožil pobudo »Solar America Initiatives« (SAI), ki ima kot glavni cilj zmanjšanje cen do leta 2015 preko komplementarnih aktivnosti na raziskovalno-razvojnem področju in odpravo tržnih ovir. Pričakuje se partnersko sodelovanje proizvodnih podjetij, univerz, državnih vlad, zveznih agencij in drugih nevladnih agencij na naslednjih štirih področjih (Škarja et al., 2007, str. 77-78):

- Spremembe trga: aktivnosti za odpravo tržnih ovir in omogočanje hitrejši rasti trga.
- Razvoj komponent in sistemov: raziskovalne in razvojne aktivnosti, usmerjene v nove naprave in procese, ki imajo velik potencial pri tehničnih karakteristikah in zniževanju stroškov.
- Proizvodnja prototipov, pilotna proizvodnja prototipov in pilotna proizvodnja komercialnih izdelkov: raziskovalne in razvojne aktivnosti, usmerjene v razvoj prototipov delov opreme sončnih elektrarn ali sistemov na pilotnem nivoju z dokazljivim zmanjšanjem stroškov, razpoložljivosti ali tehničnih karakteristik.
- Razvoj sistemov in proizvodnje: skupne raziskovalne in razvojne aktivnosti proizvodne panoge in univerz za razvoj in izboljšanje tehnologij na področju izrabe sončne energije.

Cilji bodo doseženi predvsem na osnovi doseženih rezultatov danih podpor gospodarstvu pri razvoju domačega sektorja sončnih elektrarn, povečevanja zanesljivosti oskrbe zaradi razpršenosti proizvodnih virov, zmanjševanja možnosti izpadov in vplivov na okolje s strani fosilnih goriv, jedrske energije ter zemeljskega plina.

6.4 Zakonodajni okvir in spodbude v Sloveniji

Spodbude sončnih elektrarn, ki prodajajo proizvedeno električno energijo, v Sloveniji lahko delimo na spodbude gradnje sončnih elektrarn s pomočjo sistema odkupnih cen (FIT sistem) in spodbude za razvojno-raziskovalne ter razvojno-investicijske projekte v okviru razpisov

različnih ministrstev oziroma državnih institucij. Spodbude so podrobneje analizirane v nadaljevanju.

6.4.1 Sistem odkupnih cen (FIT) v Sloveniji

V Sloveniji je bilo spodbujanje izgradnje sončnih elektrarn urejeno od leta 2001 z uredbami in sklepom o cenah za kvalificirane proizvajalce električne energije. V letu 2004 je bila za sončne elektrarne cena povišana na 0,374 EUR/kWh, s čimer so investicije postale zanimivejše za investitorje.

Sistem je zagotavljal enotno odkupno ceno ali premijo za sončne elektrarne, katerih investitorji so pridobili status kvalificiranega proizvajalca. Enotna odkupna cena pomeni, da je bila cena, po kateri je lastnik sončne elektrarne prodajal v omrežje posredovano električno energijo lokalni elektrodistribuciji fiksna za dobo 10 let, kjer se je vsakih 5 let znižala za 5 % (Uredba o pravilih za določitev cen in za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije, 2002, 2006).

V letu 2009 je Vlada Republike Slovenije sprejela nove podporne sheme proizvodnje električne energije iz OVE in za soproizvodnjo toplote in električne energije z visokim izkoristkom (SPTE).

Nova podporna shema za OVE je urejena z naslednjimi podzakonskimi akti:

- Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije (Ur. l. RS, št. 37/2009),
- Metodologija določanja referenčnih stroškov električne energije proizvedene iz obnovljivih virov energije (Sklep MG - št. 360-81/2009-1).

Po zgoraj omenjeni uredbi se definicija podpore glasi: »Podpore so finančna pomoč proizvodnji električne energije v proizvodnih napravah OVE, če stroški proizvodnje te električne energije presegajo ceno, ki jo je zanjo mogoče doseči na trgu z električno energijo«. Shema podpor loči med (Uredba o podpori OVE, 2009):

- **Zagotovljenim odkupom električne energije:** Na podlagi podpore CP prevzema električno energijo, za katero je proizvodna naprava OVE prejela potrdila o izvoru, po zagotovljenih cenah električne energije, določenih s to uredbo. Zagotovljeni odkup je soroden t. i. »obveznemu odkupu« v prejšnjem sistemu podpor.
- **Obratovalno podpora** (ali »finančna pomoč za tekoče poslovanje«): 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. Pri obratovalni podpori CP ne prevzema in ne plačuje električne energije, temveč na podlagi proizvedenih neto

količin električne energije le izplačuje obratovalno podporo, ki je namenjena temu, da proizvodni enoti nadomesti razliko med proizvodnimi stroški in tržno ceno, ki jo enota iztrži na prostem trgu. Ta vrsta podpore je sorodna podpori v obliki »premije« v prejšnjem sistemu.

Nova podporna shema vnaša predvsem naslednje bistvene spremembe (Center za podpore, 2009):

- nov način določitve in usklajevanja referenčnih stroškov, implicitne tržne cene ter posledično višine podpor,
- hitrejšo usklajevanje in prilagajanje razmeram na trgu,
- bolj jasna opredelitev odgovornosti za izravnavo razlik med napovedano in realizirano proizvodnjo in bilančne pripadnosti,
- neodvisnost višine prispevka (vira financiranja podpirne sheme) od količine porabljene električne energije,
- potrdila o izvoru kot podlaga oziroma potrební pogoj za izplačevanje podpor,
- izvajanje sheme se prenese s sistemskih operaterjev omrežja na organizatorja trga.

OVE enote z močjo, manjšo od 5 MW, lahko izbirajo med tipoma podpore, ki sta na voljo – zagotovljeni odkup in obratovalna podpora. Večje enote lahko prejemajo le obratovalno podporo, nimajo pravice zahtevati zagotovljenega odkupa. Za OVE je podpora omejena na 15 let od začetka obratovanja. Če enota vstopi v sistem, ko je že v obratovanju, se trajanje podpore zmanjša za čas od začetka obratovanja do vstopa v sistem podpor. Enote, starejše od 15 let, torej ne bodo mogle vstopiti v nov sistem.

V 6. členu Uredbe so določeni referenčni stroški proizvodnje električne energije v proizvodnih napravah OVE, ki so indikativni stroški proizvodnje električne energije za posamezne reprezentativne skupine in velikosti proizvodnih naprav OVE, ki temeljijo na objavljenih strokovnih podatkih o investicijskih in obratovalnih stroških za posamezne energetske tehnologije in velikosti proizvodnih naprav OVE, ekonomskih in finančnih parametrov vlaganja in obratovanja, cenah energentov ter drugih stroških, povezanih s proizvodnjo električne energije v Republiki Sloveniji in zmanjšanih za vse druge koristi, pridobljene z obratovanjem naprave. Referenčni stroški se določijo v EUR/MWh neto proizvedene električne energije.

Cene zagotovljenega odkupa električne energije iz sončnih elektrarn se razlikujejo glede na tip postavitve sončne elektrarne, in sicer:

- sončne elektrarne, ki so postavljene na stavbah ali gradbenih konstrukcijah in
- sončne elektrarne, ki so zgrajene kot samostojni objekt.

Tabela 6: Cene zagotovljenega odkupa iz sončnih elektrarn, na stavbah

Velikostni razred elektrarne	Cena zagotovljenega odkupa (EUR/MWh)	
	Na stavbah ali gradbenih konstrukcijah	Sestavni del ovoja zgradbe oziroma elementov zgradbe ⁽¹⁾
Mikro (<50 kW)	415,46	477,78
Mala (<1 MW)	380,02	437,03
Srednja (do 5 MW)	315,36	36,67

Legenda: (1) Za električno energijo, proizvedeno v proizvodnih napravah OVE, ki so sestavni del ovoja stavbe (streha, fasade, okna in podobno) ter je zanje skupaj s stavbo izdano gradbeno dovoljenje za novogradnjo ali rekonstrukcijo objekta, se referenčni stroški oziroma cena zviša za 15 %.

Vir: Priloga Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije, 2009.

Tabela 7: Cene zagotovljenega odkupa iz sončnih elektrarn, kot samostojni objekt

Velikostni razred elektrarne	Cena zagotovljenega odkupa (EUR/MWh)
mikro (<50 kW)	390,42
mala (<1 MW)	359,71
srednja (do 5 MW)	289,98

Vir: Priloga Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije, 2009.

Referenčni stroški oz. odkupna cena se od leta 2010 do leta 2013 vsako leto zniža za 7 %, kar velja le za novo zgrajene sončne elektrarne.

6.4.2 Okoljski krediti

Za financiranje okoljskih projektov je možno dobiti ugodne kredite z nižjo obrestno mero. V Sloveniji je možno dobiti kredit pri Eko skladu Slovenije ter pri Podjetniškem skladu. Posamezne komercialne banke imajo na razpolago fonde za financiranje okoljskih projektov, kjer so pogoji financiranja odvisni od komitentov. V nadaljevanju bom prikazal opis in možnost najema kreditov z ugodno obrestno mero pri Eko in Podjetniškem skladu.

6.4.2.1 Okoljski krediti

Eko sklad je največja finančna ustanova, namenjena spodbujanju okoljskih naložb v Republiki Sloveniji. Osnovna dejavnost Sklada je ugodno kreditiranje različnih naložb varstva okolja po obrestnih merah, nižjih od tržnih. Sklad spodbuja razvoj na področju varstva okolja z dajanjem kreditov oziroma poroštev za okoljske naložbe in z drugimi oblikami pomoči. Sklad vzpodbuja naložbe, ki so skladne z nacionalnim programom varstva okolja in z okoljsko politiko Evropske unije. Sklad spodbuja okoljske naložbe z namenom (Eko sklad, 2009):

- obvladovanja in omejevanja onesnaževanja voda, tal in zraka ter emisij hrupa in sevanj,
- smotrnega ravnanja z odpadki,
- zmanjševanja tveganj,
- ohranjanja in varstva biotske raznovrstnosti in genskih virov.

Eko sklad ponuja ugodne kredite za okoljevarstvene naložbe pravnih oseb in samostojnih podjetnikov. Za leto 2009 je Eko sklad v Uradnem listu RS objavil razpis za financiranje okoljskih naložb z letno obrestno mero kreditov trimesečni EURIBOR + 1 %, najdaljšo odplačilno dobo 15 let in možnostjo do enoletnega moratorija na odplačilo glavnice. Kredit za posamezno naložbo ne more presegati dveh milijonov evrov, najnižji znesek je 50.000 evrov, in se lahko za naložbe v zmanjšanje emisij toplogrednih plinov odobri do 90 % višine priznanih stroškov naložbe, kamor sodijo tudi sončne elektrarne. Krediti se dodeljujejo v skladu s predpisi Evropske unije, ki veljajo za državne pomoči po pravilu "de minimis". Poziv je odprt do porabe sredstev oziroma najkasneje do 18. decembra 2009.

6.4.2.2 Slovenski podjetniški sklad

Slovenski podjetniški sklad je javna finančna institucija Republike Slovenije, ustanovljena z namenom izboljšanja dostopa do finančnih sredstev za različne razvojno-poslovne projekte mikro, malih in srednje velikih podjetij vključno s finančnimi sredstvi za zagon podjetij in mikrofinanciranje v RS Sloveniji. Sklad ponuja ustrezne finančne rešitve za razvojno-poslovne projekte v podjetniškem sektorju v Sloveniji preko finančnega inženiringa, ki v največji meri temelji na finančnih instrumentih s povratnimi sredstvi (krediti, garancije za zavarovanje kreditov, subvencije obrestne mere, tvegan kapital) in omogoča kombiniranje finančnih virov različnih finančnih institucij (finančni vzvod). Za financiranje okoljskih naložb je možno pridobiti kredit preko kreditno-garancijske linije, in sicer produkt P1 - Garancije Sklada za bančne kredite s subvencijo obrestne mere (Podjetniški sklad, 2009).

Namen javnega razpisa je spodbujanje podjetij za izvedbo projektov, ki omogočajo konkurenčno uveljavljanje na trgu, izboljšanje tržnega položaja ter širitev dejavnosti in izboljšanja financiranja obratnih sredstvih v težjih gospodarskih razmerah. Ugodnost kredita je izražena v nižji obrestni meri, ročnosti kredita in možnosti koriščenja moratorija pri vračilu kreditov. Garancija Sklada predstavlja povečano možnost pridobitve kredita za tista podjetja, ki nimajo zadostnih jamstev za zavarovanje bančnega kredita, ali za podjetja, ki želijo del svojih jamstev sprostiti za nov investicijski cikel. Glavni kreditni in garancijski pogoji so (Podjetniški sklad, 2009):

- višina upravičenih stroškov projektov ni omejena, upoštevajo se neto stroški projektov brez DDV,
- maksimalna skupna višina bančnega kredita, ki je zavarovan z garancijo Sklada, je 1.500.000 evrov, od tega je lahko maksimalni znesek kredita za namene financiranja obratnih sredstev 200.000 evrov,

- garancije v višini 80 % glavnice kredita brez obresti se odobrijo za upravičene stroške projektov, ki se nanašajo na nakup nove tehnološke opreme in/ali ko gre za podjetja s statusom novega podjetja,
- garancija v višini 60 % glavnice kredita brez obresti se odobri za vse ostale upravičene stroške,
- obrestna mera za kredit pri banki je šestmesečni EURIBOR + 0,5 %,

6.4.3 Spodbujanje raziskovalno-razvojnih ter investicijskih projektov na področju proizvodnje opreme za sončne elektrarne v Sloveniji

S članstvom Slovenije v EU so našim občinam, podjetjem in regijam na voljo nepovratna sredstva za sofinanciranje različnih projektov. Za obdobje 2007–2013 nam je iz strukturnih skladov EU in sklada za razvoj podeželja namenjenih več kot 5 milijard evrov. Evropski sklad za regionalni razvoj (ESRR) je na primer namenjen spodbujanju konkurenčnosti podjetij, raziskovanju odličnosti, gospodarsko razvojni infrastrukturi, razvoju turizma, naravni in kulturni dediščini ter skladnemu razvoju regij. Konkretno je sklad namenjen predvsem razvoju in raziskavam, investicijam v novo tehnološko opremo, gradnji nastanitvenih kapacitet in prometni ter komunalni infrastrukturi. Slovenija bo iz tega sklada pridobila približno 1,7 milijard evrov nepovratnih sredstev. Slovenija je za obdobje 2007–2013 pripravila dva operativna programa, in sicer Operativni program krepitve regionalnih razvojnih potencialov (OP RR) in Operativni program razvoja okoljske in prometne infrastrukture (OP ROPI), za katera se uporablja finančni instrument ESRR za namene cilja 1 (»konvergenca«) evropske kohezijske politike. Pri tem ESRR izvaja prednostne naloge Skupnosti, zlasti potrebo po krepitvi konkurenčnosti in inovativnosti, ustvarjanju in ohranjanju trajnih delovnih mest ter zagotavljanju trajnostnega razvoja.

Na drugi strani Kohezijski sklad (KS) kot strukturni instrument od leta 1994 državam članicam pomaga zmanjševati ekonomska in socialna neskladja in stabilizirati gospodarstvo. Kohezijski sklad financira do 85 % upravičenih izdatkov večjih projektov s področja okoljske in prometne infrastrukture. Do sredstev Kohezijskega sklada so upravičene najmanj razvite države članice EU, katerih bruto domači proizvod (BDP) na prebivalca znaša manj kot 90 % povprečja EU. Od maja 2004 so to: Grčija, Portugalska, Španija, Ciper, Češka, Estonija, Madžarska, Latvija, Litva, Malta, Poljska, Slovaška in Slovenija, ki bo upravičena do 1,4 milijard EUR. Do sredstev iz Kohezijskega sklada so upravičeni tudi okoljski projekti, ki pomagajo dosegati cilje iz Pogodbe ES v sklopu prednostnih nalog okoljevarstvene politike Skupnosti na podlagi okoljske politike in okoljskega akcijskega programa. V okviru sklada se lahko financirajo projekti s področja ravnanja s komunalnimi odpadki, odvajanja in čiščenja odpadnih voda, oskrbe s pitno vodo, zagotavljanja poplavne varnosti in na področju učinkovite rabe energije in obnovljive energije.

Slovenija v okviru sredstev iz EU in lastne udeležbe preko razpisov financira razvojno-raziskovalne ter razvojno-investicijske projekte, ki so v nadaljevanju opisani podrobneje.

Drugih pomembnejših razpisov za ciljno spodbujanje proizvodnje opreme za sončne elektrarne v Sloveniji ni. Obstajajo manjši razpisi za nakup tehnološke opreme, kjer je možno dobiti do 200.000 evrov nepovratnih sredstev.

6.4.3.1 Neposredne spodbude za skupne razvojno-investicijske projekte

Ministrstvo za gospodarstvo letno zagotavlja finančna sredstva iz naslova uresničevanja kohezijske politike za izvedbo razpisa, ki ga objavlja Javna agencija za tehnološki razvoj RS (TIA). Razpis se izvaja v okviru Operativnega programa krepitve regionalnih razvojnih potencialov za obdobje 2007–2013. Ministrstvo sofinancira skupne razvojno-investicijske projekte podjetij, in sicer projekte, ki predstavljajo razvoj novega proizvoda in/ali storitve ali razvoj bistveno izboljšanega proizvoda in/ali storitve z višjo dodano vrednostjo. Rezultat projekta mora predstavljati inovacijo za vsa sodelujoča podjetja, ki jo podjetja v skladu s svojim poslovnim interesom po potrebi tudi zaščitijo s pravicami intelektualne lastnine. V okviru skupnih razvojno-investicijskih projektov so podprte razvojno-raziskovalne aktivnosti podjetij in z njimi povezane investicije v razvojno-raziskovalno opremo ter v visoko zahtevne tehnološke stroje in opremo, ki so nujni za uspešen razvoj novega proizvoda in/ali storitve.

Za izvedbo razpisa je bilo v letu 2009 na razpolago 50 milijonov evrov za sofinanciranje upravičenih stroškov v okviru razvojno-investicijskih projektov, in sicer 85 % iz namenskih sredstev EU (Evropski sklad za regionalni razvoj) ter 15 % slovenska udeležba.

V okviru razpisa je bilo možno pridobiti sofinanciranje RIP projektov v višini minimalno 1.000.000,00 evrov in maksimalno 3.125.000,00 evrov ob upoštevanju intenzivnosti sofinanciranja posameznih upravičenih stroškov. Upravičeni stroški se sofinancirajo do 30 % za velika podjetja, do 40 % za srednje velika podjetja in do 50 % za mikro in mala podjetja.

V letu 2009 je bil podprt RIP projekt na področju sončnih elektrarn (TIA, 2009) z naslovom: »Povečanje deleža in optimizacija proizvodnje sončne energije v energijski mešanici«, kjer je bil prijavitelj Bisol d. o. o. Vrednost sofinanciranja projekta je znašala 2.703.130 evrov.

6.4.3.2 Strateško raziskovalno razvojni projekti v podjetjih – SRRP

Razpis SRRP je enako podprt in objavljen kot razpis za projekte RIP, v okviru Operativnega programa krepitve regionalnih razvojnih potencialov za obdobje 2007–2013, 1. razvojna prioriteta: Konkurenčnost podjetij in raziskovalna učinkovitost. Predmet razpisa je sofinanciranje strateških raziskovalno-razvojnih projektov v podjetjih, ki predstavljajo razvoj novega znanja in izdelavo začetnega prototipa novega izdelka in/ali storitve ali bistveno izboljšanega izdelka in/ali storitve na novi tehnološki osnovi, preko katerega oz. preko katere se bodo slovenska podjetja lažje vključevala v globalne dobaviteljske verige in konzorcije, ki bodo podjetjem omogočala dostop in delovanje v najbolj perspektivnih in aktualnih tržnih

nišah, kjer je mogoče pričakovati večje donose in s tem mnogo večjo dodano vrednost na zaposlenega.

Strateške raziskovalno-razvojne projekte lahko prijavijo posamezna podjetja ali skupine podjetij. Z razpisom bodo podprte naslednje raziskovalno-razvojne stopnje:

- industrijske raziskave,
- predkonkurenčna razvojno-raziskovalna dejavnost, vključno s sestavo začetnega prototipa, ki ni uporaben za trgovanje.

Namen javnega razpisa je sofinanciranje strateških raziskovalno-razvojnih projektov v podjetjih, ki so po vsebini skladni s tehnološkimi iniciativami na ravni EU, ki identificirajo raziskovalno-razvojne tematike, relevantne za večje skupine podjetij ali branž, in predstavljajo tehnološke izzive za razvoj novih generacij izdelkov in storitev. Takšne raziskovalno-razvojne tematike so identificirane zlasti v programih evropskih tehnoloških platform in v okviru drugih strateških iniciativ 7. okvirnega programa za raziskave in razvoj EU ter odgovarjajočih slovenskih iniciativ. Sončna energija je vključena v energetiko in alternativne vire energije. Podprti so bili projekti, ki so pokrivali razvoj učinkovitih in cenovno dostopnih sistemov za oskrbo stavb z elektriko in s toploto iz obnovljivih, trajnostnih virov (sončna in geotermalna energija). V finančni konstrukciji strateškega raziskovalno-razvojnega projekta je moralo biti upoštevano sofinanciranje upravičenih stroškov s strani agencije v višini nad 300.000,00 evrov in do 1.000.000,00 evrov.

V letu 2009 sta bila podprta dva SRRP projekta na področju sončnih elektrarn (TIA, 2009):

- Razvoj sistema za tiskanje fotocelic s tehnologijo HOT MELT; prijavitelj Keko Oprema d. o. o. iz Žužemberka; vrednost sofinanciranja projekta 683.635,40 evrov.
- Razvoj tipizirane fotovoltaične elektrarne ob prometnicah; prijavitelj Šumer d. o. o. iz Ljubeečne; vrednost sofinanciranja projekta 414.806,75 evrov.

6.5 Predlog sistema spodbujanja proizvodnje opreme za sončne elektrarne v Sloveniji

Za dolgoročni razvoj področja sončnih elektrarn je pomembno, da pri razvoju in proizvodnji opreme sodeluje domača proizvodna panoga v povezavi z raziskovalnimi institucijami. S tem namenom je bila v letu 2005 ustanovljena tehnološka platforma za fotovoltaiko.

V letu 2006 je po dveh letih priprav v podjetju Bisol d. o. o. v Velenju stekla proizvodnja sončnih modulov z letno kapaciteto 15 MWp. Podjetje TDR Metalurgija Ruše je bilo prodano podjetju Solar Value, ki je načrtovalo posodobitev sedanje tehnološke opreme in naložbe v proizvodnjo solarnega silicija, sončnih celic in modulov. Ta projekt ni bil realiziran. Na področju izdelave strojev za proizvodnjo sončnih celic je aktivno podjetje KEKO – Oprema iz

Žužemberka, ki ima tudi nadaljnje razvojne ambicije. Na področju izdelave posameznih električnih komponent s področja regulacije, zaščite, meritev, nadzora itd. obstajajo številna ugledna podjetja, kot npr. Iskra sistemi d. d., Iskra zaščite d. o. o., Iskraemeco d. d., Hidria d. d. itd. Ta podjetja bi z znanjem in tehnologijami, s katerimi razpolagajo, lahko v svoje programe relativno hitro vključila npr. opremo za napajalne sisteme, meritve, zaščito in mehatroniko ter začela s serijsko proizvodnjo specializiranih komponent in sistemov za sončne elektrarne.

V letu 2008 je bilo ustanovljeno tudi Združenje slovenske fotovoltaične industrije (ZSFI), ki je oblikovano kot prostovoljno združenje pravnih oseb, ki delujejo na različnih področjih fotovoltaike. Namen ZSFI je na območju Republike Slovenije širiti zavest in nova spoznanja s področja raziskav in razvoja ter uporabnih znanj fotovoltaične industrije. Ustanovitelja ZSFI (junij 2008) sta BISOL d. o. o. in ELEKTRO CELJE, podjetje za distribucijo električne energije, d. d.

Za te namene bi bilo primerno analizirati možnosti slovenskih podjetij na praktično vseh segmentih, oziroma na celotni proizvodni verigi, in sicer (Škarja et al., 2007, str. 80-81):

- proizvodnja silicija,
- proizvodnja rezin,
- proizvodnja sončnih celic,
- proizvodnja sončnih modulov,
- proizvodnja razsmernikov in regulatorjev,
- proizvodnja ostale opreme, kot so kabli, priključki, akumulatorske baterije, električne zaščite, prenapetostni odvodniki, sinhronizatorji in druga avtomatika,
- montažna in druga pomožna oprema,
- dobava in proizvodnja posameznih procesov, strojev in avtomatskih proizvodnih linij, ki so potrebni pri proizvodnji opreme za sončne elektrarne,
- razvoj in proizvodnja manjših naprav z integriranim sončnim napajanjem v prometu, telekomunikacijskih postajah, hidrometeoroloških postajah in kot dodatek za napajanje »hobby« elektronike.

Potencialne možnosti so, glede na izkušnje iz proizvodnje podobnih električnih naprav in komponent v slovenski panogi sončnih elektrarn, relativno velike, če bo trg sončnih elektrarn kontinuirano rasel in če bo proizvodna panoga pravočasno spodbujena v razvoj in vlaganja v to področje. Na razvojno-raziskovalnem področju je bilo v preteklih letih število projektov, ki jih je financirala država, razmeroma zelo skromno, podjetja pa sama praktično niso financirala nobenega projekta. Na tem področju je bila aktivna predvsem Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, Laboratorij za fotovoltaiko in optoelektroniko. Fakulteta je tako izvajala nekaj projektov, ki so bili financirani iz domačih raziskovalnih programov, in bila vključena tudi v številne mednarodne projekte, kot so aSiNet, PV NET, EUROPV, SOLTRAIN, ADVOCATE. ApE d. o. o. (Agencija za prestrukturiranje energetike) pa je bila

vključena v mednarodne projekte PV NAS NET, SOLTRAIN in PV POLICY GROUP. Fakulteta in ApE sta aktivno vključena tudi v delovanje Evropske tehnološke platforme za fotovoltaike ter pri izobraževanju v sistemu mladih raziskovalcev.

Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo bi v sodelovanju s Tehnološko platformo za fotovoltaike moralo pripraviti razvojne projekte na naslednjih področjih (Škarja et al., 2007, str. 82-83):

- raziskave in razvoj novih materialov in struktur za sončne celice, tako na področju do okolja prijaznih anorganskih, organskih kot nanokompozitnih sončnih celic; srednjeročno je treba delati na nadaljnjem povečevanju učinkovitosti silicijevih in tankoplastnih celic ter fotonapetostnih modulov; osnovni cilj je izboljšanje tehnologij in zniževanje stroškov (poraba materialov in energije) ne glede na izbrano tehnologijo;
- raziskave in razvoj koncentratorskih sončnih celic in modulov s primernimi sistemi sledenja;
- raziskave energijskega izkoristka sončnih modulov in življenjske dobe;
- raziskave in razvoj sončnih elektrarn v vlogi povečevanja kvalitete in zanesljivosti omrežja in napajanja porabnikov, npr. da se pri izpadu električne energije iz omrežja vedno lahko vzpostavi minimalna preskrba (preskrba z elektriko v sili);
- razvoj visoke avtomatizacije tehnologij za proizvodnjo sončnih celic in modulov;
- raziskave in razvoj polnilnikov in razsmernikov ter ostale elektronske opreme sončnih elektrarn.

Pripraviti bi bilo potrebno razpise za podporo podjetij pri investiranju v proizvodnjo tehnološke opreme za proizvodnjo komponent in sistemov sončnih elektrarn. Nadgraditi in spodbuditi je treba sodelovanje med proizvodno panogo in fakultetami ter raziskovalnimi institucijami, in sicer preko ustreznih razpisov Ministrstva za gospodarstvo RS, Ministrstva za okolje in prostor RS ter Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo RS. Zahtevati in omogočiti je treba hiter transfer znanja in novih tehnologij v proizvodni panogi s pomočjo razvojnih projektov za povečanje konkurenčnosti slovenskih podjetij. Za resnejši pristop bi bilo potrebno pridobiti interes in podpreti proizvodnjo specializirane opreme za sončne elektrarne pri nekaj večjih in uveljavljenih podjetjih, hkrati pa je potrebno omogočiti majhnim podjetjem preboj na ozkih specializiranih segmentih. Tehnologije je možno v celoti razviti in osvojiti, vseeno pa zahtevajo kritično maso strokovnjakov in znanja, relativno nekoliko večja sredstva ter kontinuirana vlaganja na daljši rok. V tej povezavi bi bilo koristno predvideti tudi financiranje večjega števila mladih raziskovalcev, ki raziskujejo na področju elektronike, optoelektronike in fotovoltaike, saj sektor še nima dovolj lastnega kapitala za dolgoročno vlaganje v potrebne kadre. Slovenija ima vse potrebne osnove, da se lahko vključi v katerokoli tehnologijo kot celoto ali posamezne segmente proizvodnje opreme za sončne elektrarne. Za vsa področja obstajajo izhodiščna znanja in tehnološke izkušnje podjetij s področij elektro panoge. Seveda pa dejanska osvojitev posamezne tehnologije zahteva potrebno kritično maso znanja, raziskave in razvoj, tehnološko in merilno opremo,

dolgoročno vizijo in sredstva. Podjetja morajo preko javnih razpisov in sofinanciranja razvojno-raziskovalnih aktivnosti zaznati signal, da država spodbuja razvoj sončnih elektrarn in z njimi povezanih tehnologij. V tem primeru bodo podjetja z veliko verjetnostjo postavila lastno vizijo vlaganja v kadre in opremo in zagotovila tudi zadosten obseg lastnih sredstev.

7 METODE OCENJEVANJA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI INVESTICIJE

Za ocenjevanje upravičenosti investicije imamo na voljo različne metode ocenjevanja. Uporaba le ene metode nam ne da pravilnega odgovora pri vseh investicijskih primerih, zato je potrebno uporabiti večje število metod ocenjevanja (Lefley, 1999, str. 40). Za ocenjevanje uspešnosti projekta imamo na razpolago statične in dinamične metode. Statične metode upoštevajo določeno stanje v vlaganjih in v rezultatih investicije, medtem ko dinamične metode upoštevajo čas (daljše časovno obdobje) in tako so časovno različni učinki investicij med seboj primerljivi (Pučko & Rozman, 1992, str. 302).

7.1 Statični kriteriji investicijske odločitve

Statične metode podajo prvo grobo oceno učinkovitosti investicije. So enostavne in zato se v praksi pogosto uporabljajo, predvsem ko želimo dobiti prvi vtis o donosnosti investicije. Najpogosteje uporabljeni statični metodi, ki se uporabljata za ocenjevanje investicije, sta donosnost investicije in doba vračanja investicije (Brighman & Gaspenski, 1994, str. 388)

7.1.1 Donosnost investicije

Donosnost investicije je še vedno najpogosteje uporabljeno merilo investiranja, saj pokaže letni donos v odstotku od investiranega kapitala. Kazalec ima lahko več možnih oblik, najpogostejšo obliko lahko opredelimo kot razmerje med dobičkom in vloženim kapitalom in jo izrazimo v odstotkih (Lumby, 1994, str. 47).

$$\text{Donosnost (\%)} = \frac{\text{donos investicije}}{\text{vložena sredstva}} \times 100 \quad (1)$$

Kot letni donos lahko štejemo investicijski dobiček, lahko pa upoštevamo tudi amortizacijo in obresti v primeru financiranja investicije s posojili. Tako so v števcu običajne tri možnosti (Pučko & Rozman, 1992, str. 303):

- dobiček,
- dobiček in amortizacija,
- dobiček, amortizacija in obresti.

Kazalec donosnost investicije oceni investicijo z vidika profitabilnosti in je prepoznaven in poznan pri managerjih. Slabost pa se kaže predvsem v tem, da vrednost kazalca temelji na računovodskem dobičku namesto na denarnem toku in ne upošteva skupnih donosov investicije in njihove časovne razporeditve. Prav tako je izražen relativno in ne pokaže prave slike o dejanski absolutni vrednosti investicije v primerjavi z alternativnimi investicijami (Lumby, 1994, str. 47).

7.1.2 Doba vračanja investicije

Doba vračanja je opredeljena kot čas, v katerem kumulativa neto prilivov donosov doseže vsoto investicijskih stroškov, ki ne sme biti daljša od ekonomske dobe. S to metodo dobimo informacijo, kdaj se nam bodo investirana sredstva povrnila, kjer se ne upošteva časovne razporeditve donosov in stroškov. Doba vračanja investicije omogoča hiter in enostaven izračun kazalca, vendar ne upošteva različne (časovne) dinamike donosov in vlaganj, trajanja osnovnih sredstev (Lumby, 1994, str. 42-44).

7.2 Dinamične metode ocenjevanja investicij

Dinamične metode izboljšujejo ugotavljanje uspešnosti investicij, saj upoštevajo časovno komponento in tako odpravljajo slabosti statičnih metod. Glavne prednosti dinamičnih metod so torej te, da upoštevajo različno časovno vrednost donosov in investicijskih vlaganj in tako omogočijo njihovo primerljivost ter upoštevajo celotno življenjsko dobo investicije, torej vse donose in vložena sredstva skozi življenjsko dobo investicije.

Različno razporejeni donosi in investicijska vlaganja imajo v prihodnosti različno vrednost. V kolikor želimo primerjati različne investicijske možnosti moramo, vse bodoče denarne tokove diskontirati na sedanjo vrednost. Na metodi diskontiranja slonijo vse dinamične metode, ki jih imenujemo tudi metode sedanje vrednosti. Diskontna stopnja je pri ocenjevanju učinkovitosti posameznih naložb izrednega pomena, saj z njo pretvorimo vse prihodnje prejeme in po potrebi tudi izdatke na sedanjo vrednost, torej na začetno leto nič. Tako bo donosnost investicije odvisna od celotnega pozitivnega denarnega toka, prevedenega na sedanjo vrednost, celotnega negativnega denarnega toka, prevedenega na sedanjo vrednost, diskontne stopnje, uporabljene za pretvorbo na sedanjo vrednost (Mramor, 1998, str. 21).

Najpogosteje uporabljeni dinamični kriteriji za ocenjevanje obravnavane investicije so (Brighman & Gapenski, 1994, str. 388):

- neto sedanja vrednost (NSV),
- notranja (interna) stopnja donosnosti (ISD),
- relativna neto sedanja vrednost (RNSV).

7.2.1 Neto sedanja vrednost

Najpomembnejši in najpogostejše uporabljeni kazalec je neto sedanja vrednost, ker upošteva časovno vrednost denarja, prihodnje finančne tokove in oportunitetne stroške denarja ter omogoča odločanje med dvema neodvisnima projektoma, ker sta neto sedanji vrednosti med seboj primerljivi. Neto sedanja vrednost je razlika med diskontiranim tokom vseh prilivov in diskontiranim tokom vseh odlivov naložbe. Diskontna stopnja, s katero diskontiramo vse tokove, izraža časovne preference med donosi in vlaganji v različnih časovnih obdobjih. Diskontna stopnja je v določeni meri subjektivna in odvisna od pričakovanega donosa lastnih vloženih sredstev in višino bančne obrestne mere (Pučko & Rozman, 1992, str. 308).

$$NSV = \sum_{i=1}^n (D_i / (1+r)^i) - \sum_{i=1}^n (V_i / (1+r)^i) \quad (2)$$

kjer je:

NSV = neto sedanja vrednost

D_i = donos v i-tem obdobju, $i = 1, 2 \dots n$

V_i = vlaganja v i-tem obdobju; $i = 1, 2 \dots n$

r = diskontna stopnja

$1/(1+r)$ = diskontni faktor

n = ekonomska doba naložbe

Pozitivna neto sedanja vrednost pomeni, da sedanja vrednost celotnega pozitivnega toka koristi presega sedanjo vrednost celotnega negativnega toka stroškov oziroma da je razlika med vrednostjo proizvedenega ali ohranjenega bogastva in vrednostjo porabljenih sredstev pozitivna. Pomeni pa tudi, da je notranja donosnost investicije višja od diskontne stopnje. Naložbeno odločitev s pomočjo neto sedanje vrednosti vrednotimo na naslednji način (Pučko & Rozman, 1992, str. 308):

- če je $NPV > 0$, potem ima investicija dodano vrednost za investitorja in projekt bo lahko sprejet;
- če je $NPV < 0$, potem bo investicija znižala vrednost in projekt mora biti zavrnjen;
- če je $NPV = 0$, potem investicija nima dodane vrednosti in moramo biti indeferentni glede odločitve, ali sprejeti investicijo ali ne. Odločitev o projektu mora temeljiti na drugih kriterijih, kot je strateško pozicioniranje, ali ostalih faktorjev, ki niso vključeni v kalkulacijo. in projekt mora biti zavrnjen.

V primeru več naložbenih možnosti izberemo tisto, ki ima najvišjo pozitivno neto sedanjo vrednost. Potrebno je opozoriti, da uporaba le kazalca NPV za ocenjevanje investicije ne vključuje nekaterih finančnih vidikov projekta, kot je na primer različna časovna razporejenost donosov različnih projektov. V primeru, da imata dva projekta enako NPV, ima en projekt lahko višje donose na začetku ekonomske dobe, drugi pa na koncu. To pomanjkljivost odpravimo z upoštevanjem dobe vračanja vloženih sredstev.

7.2.2 Interna stopnja donosa

Notranja oziroma interna stopnja donosnosti (ISD) je diskonta stopnja, pri kateri je neto sedanja vrednost enaka nič, oziroma tista diskonta stopnja, ki izenači sedanjo vrednost vlaganj in sedanjo vrednost donosov. Za razliko od neto sedanje vrednosti tu diskonte stopnje ne predpostavimo, ampak jo ugotavljamo (Pučko & Rozman, 1993, str. 313). Gre za postopek iteracije, ki ga ponavljamo, dokler neto sedanja vrednost ne doseže vrednosti nič.

Za izračun ISD uporabimo sledečo enačbo:

$$\sum_{i=1}^n (D_i / (1 + ISD)^i) - \sum_{i=1}^n (V_i / (1 + ISD)^i) = 0 \quad (3)$$

kjer je:

ISD = interna stopnja donosnosti

D_i = donos v i -tem obdobju, $i=1,2,\dots,n$

V_i = vlaganja v i -tem obdobju, $i=1,2,\dots,n$

n = ekonomska doba naložbe

Metoda je priljubljena zaradi upoštevanja varnostne meje in vseh pričakovanih denarnih tokov projekta. Vendar lahko da več možnih rezultatov, kadar imamo izmenjujoče pozitivne in negativne neto denarne tokove od investicije. Je neustrezen kriterij pri medsebojno izključujočih projektih, ki se razlikujejo po obsegu in časovni razporeditvi denarnih tokov. Interno stopnjo donosa uporabimo tako, da jo primerjamo z zahtevano stopnjo donosa. Če je zahtevana stopnja donosa 12 %, interna stopnja donosa investicijskega projekta pa 15 %, pomeni, da je naložba sprejemljiva.

7.2.3 Relativna neto sedanja vrednost

Relativna neto sedanja vrednost meri neto donos na enoto investicijskih stroškov. Izračuna se s pomočjo razmerja med neto sedanjo vrednostjo in sedanjo vrednostjo investicijskih stroškov. Sedanjo vrednost investicijskih stroškov izračunamo enako kot neto sedanjo vrednost. Projekt je rentabilen, če je kazalec pozitiven. Z relativno sedanjo vrednostjo lahko ocenimo, kolikšen je znesek neto sedanje vrednosti na enoto investicijskega izdatka:

Relativna NSV = $100 \cdot NSV / I$, pri čemer NSV pomeni neto sedanja vrednosti in I pomeni investicijski izdatki.

8 ANALIZA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI INVESTICIJE V SONČNO ELEKTRARNO V SLOVENIJI

V letu 2009 smo bili priča padanju potrebnih investicijskih sredstev za postavitve sončne elektrarne. Prav tako je vlada junija 2009 objavila prenovljen sistem spodbujanja investiranja

v obnovljive vire energije. Pogoji za investiranje v sončne elektrarne so bili do takrat najboljši.

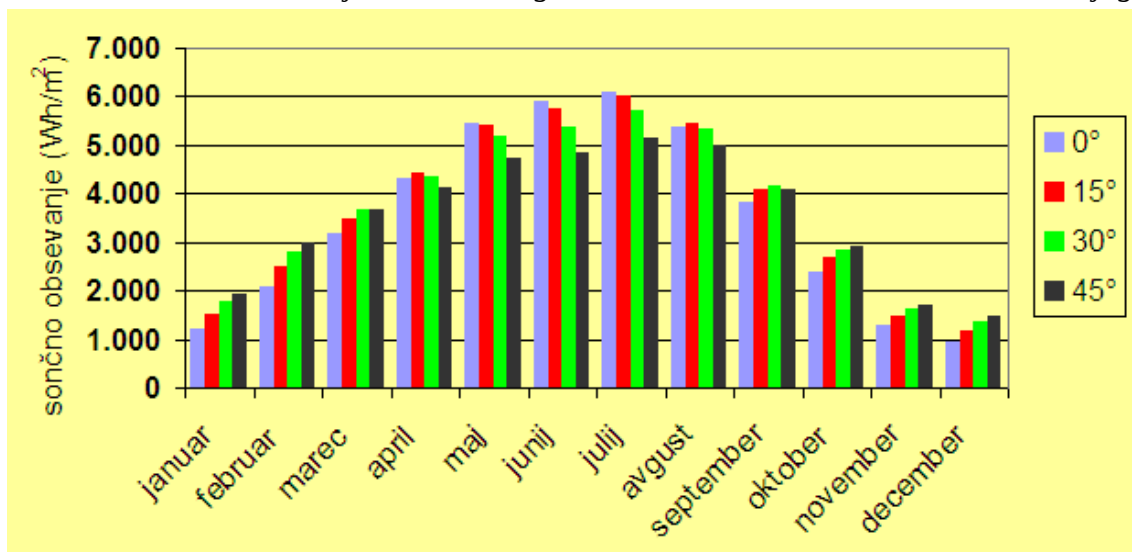
Namen magistrskega dela je prikazati ekonomsko upravičenost investicije v sončno elektrarno za določeno lokacijo. V Sloveniji je veliko razpoložljivih streh, ki so ustrezne oziroma omogočajo izrabo za postavitev sončne elektrarne. Govorimo o strehah gospodinjstev ter tudi podjetij oziroma njihovih proizvodnih objektov z velikimi površinami, ki omogočajo postavitev večjih sončnih elektrarn. Izbrana lokacija analizirane sončne elektrarne je na proizvodnem objektu na Primorskem, ki ima ravno pohodno streho. Razpoložljiva površina omogoča postavitev sončnih modulov vodoravno ali z naklonom. Analiziral sem drugo možnost, in sicer postavitev modulov pod optimalnim naklonom. S tem je sicer elektrarna po moči manjša, vendar je specifična proizvodnja večja. Kot primerjavo bomo pogledali rezultate ekonomske analize za primerljivo elektrarno v Ljubljani, enake velikosti in investicije, razlika je le v sončnem obsevanju.

8.1 Tehnični podatki sončne elektrarne

8.1.1 Sončno obsevanje

Na količino proizvedene električne energije vplivajo številni faktorji. Najpomembnejši je energija sončnega obsevanja na določeni lokaciji in pretvorba sončne energije v električno. Količina proizvedene električne energije v sončni elektrarni bo odvisna od sončnega obsevanja na lokaciji, kjer je postavljena elektrarna, morebitnega senčenja in učinkovitosti pretvorbe celotnega sistema. Pri obsevanju neke lokacije se upošteva število ur obsevanja, moč obsevanja ter kot, pod katerim vpadajo sončni žarki na sončne module. Na podlagi dosegljivih podatkov o sončnem sevanju z različnimi nakloni in orientacijami po celotni Sloveniji sem povzel podatke za sončno obsevanje za analizirane smeri in naklone modulov.

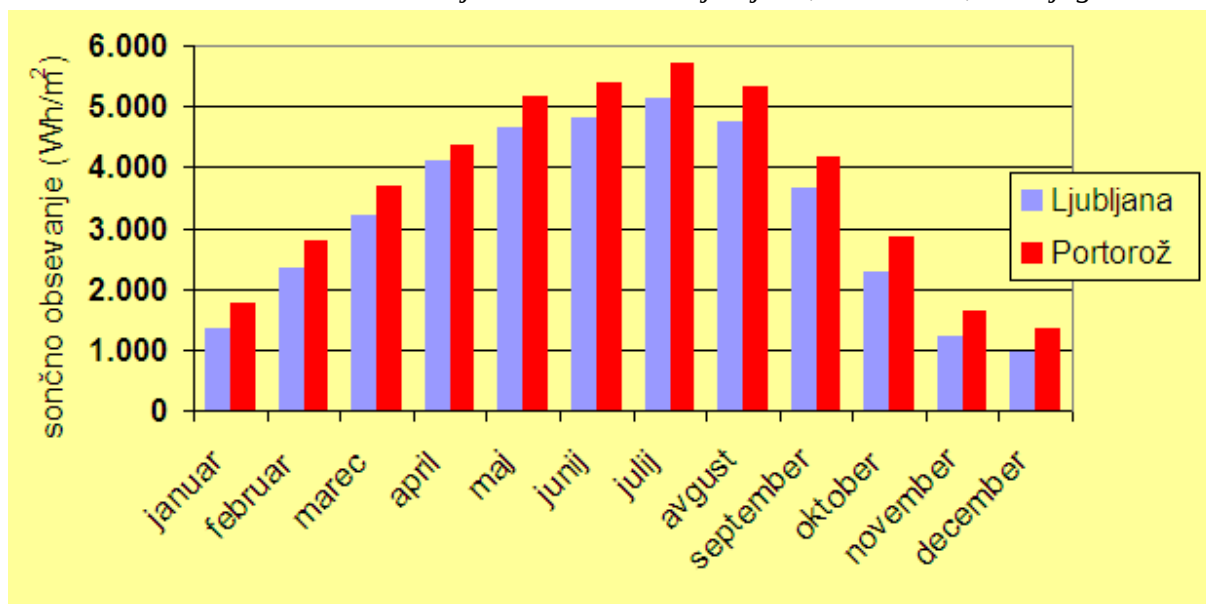
Slika 23: Sončno obsevanje za Portorož glede na različne naklone modulov in smer jug



Vir: D. Kastelec, Sončno obsevanje v Sloveniji, 2008.

Iz Slike 23 je razvidno, da je največje sončno obsevanje v poletnih mesecih, kjer je pridobljena energija večja pri manjših naklonih. V zimskih mesecih je proizvodnja energije večja pri večjih naklonih. Skozi celo leto je optimalen naklon okoli 30°. Na Sliki 24 je prikazano sončno obsevanje za Portorož in Ljubljano za enak naklon in orientacijo. Sončno obsevanje je v povprečju največje na Primorskem, in sicer v primerjavi z Ljubljano je za 12 % večje obsevanje v primeru naklona modulov okoli 30°.

Slika 24: Sončno obsevanje za Portorož in Ljubljano, naklon 30°, smer jug



Vir: D. Kastelec, Sončno obsevanje v Sloveniji, 2008.

Obseg proizvodnje električne energije je zelo odvisen tudi od vremena. Ob delno oblačnih dnevih lahko proizvedejo nad 80 % potencialne proizvodnje energije, v meglenih dneh okoli 50 %, ob zelo oblačnih zimskih dneh pa je proizvodnja tudi zanemarljivo majhna.

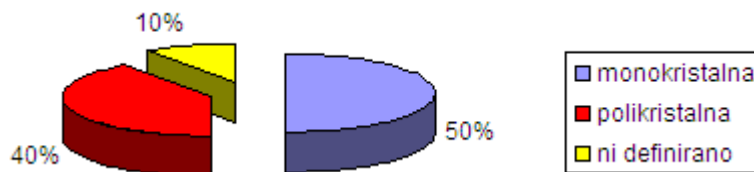
Za izračun proizvodnje električne energije je potrebno upoštevati še tehnične karakteristike izbranih komponent. Pretvorba sončne energije v električno je seveda odvisna od učinkovitosti pretvorbe sončnih modulov, razsmernika ter učinkovitosti celotnega sistema.

8.1.2 Analiza ponudb za postavitev sončne elektrarne moči 50 kWp

Ponudniki opreme za sončne elektrarne in končna vrednost investicije se nenehno spreminja. Vedno več podjetij ponuja opremo, na drugi strani vrednosti investicije na ključ strmo padajo. V ta namen sem posredoval povpraševanje za ponudbo 20 slovenskim podjetjem, ki imajo tudi reference na področju postavitve sončnih elektrarn. Odgovor sem prejel od polovice podjetij. Podrobnejša analiza opreme je bila možna na osnovi 9 zbranih ponudb, eno sem izločil zaradi nepopolnosti podatkov.

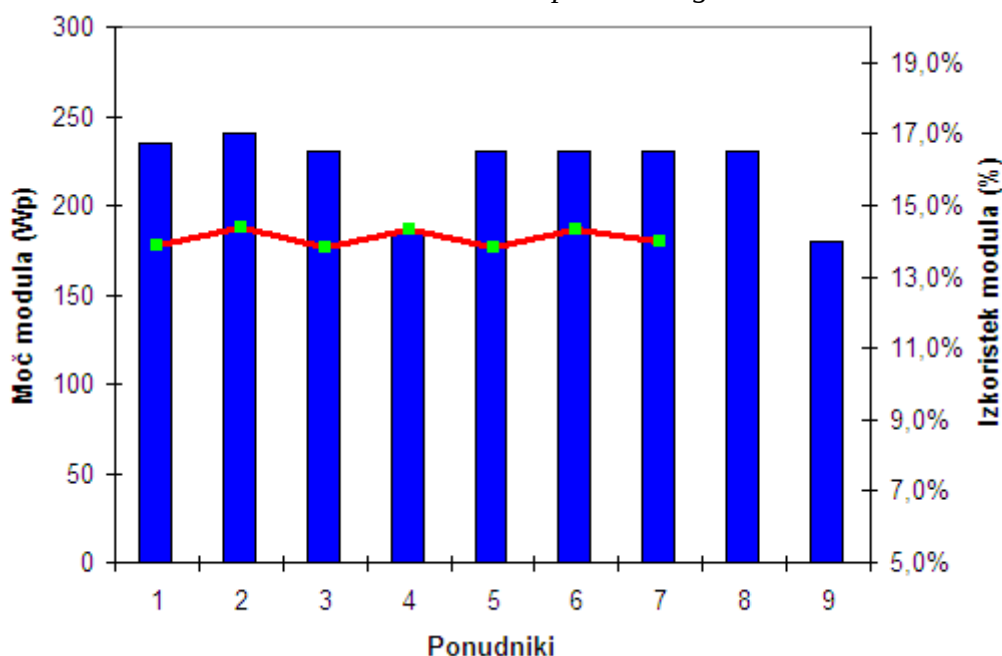
Kot sem že opisal v poglavju 4.4, prevladujejo na trgu monokristalne in polikristalne silicijeve celice oziroma moduli. Kot lahko vidimo iz naslednje slike, je polovica ponudnikov ponudila monokristalne celice in štirje ponudniki polikristalno.

Slika 25: Delež posameznega tipa celic iz pridobljenih ponudb



Poleg tipa celic je pomemben podatek o nazivni moči (Wp) in izkoristku (%) posameznega modula. V nadaljevanju je prikazana primerjava modulov iz ponudb.

Slika 26: Moč in izkoristek posameznega modula



Večina modulov ima nazivno moč 230 Wp in izkoristek približno 14 %. Karakteristike modulov so si zelo podobne in na osnovi karakteristik zbranih modulov iz ponudb je v nadaljevanju analize upoštevan reprezentativen modul Solar World SW 230.

8.1.3 Tehnične karakteristike elektrarne

Razpoložljiva površina analizirane strehe za postavitev sončne elektrarne je več kot 1.000 m². V primeru postavitve sončnih modulov horizontalno skupne moči okoli 50 kW bi prekrili okoli 360 m² strehe. V primeru postavitve pod optimalnim kotom 31° bi bila zasedena površina okoli 1.000 m². Zaradi naklona modulov in medsebojnega senčenja bi bilo možno glede na gabarite strehe postaviti dvanajst vrst modulov po 18 modulov v vrsti. V analizi je,

na podlagi analize zbranih ponudb, kot reprezentativen upoštevan modul podjetja Solar World vršne moči 230 W.

Na osnovi tehničnih karakteristik modula, ki so podane v nadaljevanju, sem izračunal velikost sončne elektrarne, potrebno število modulov in razsmernikov. Na osnovi podatkov o sončnem obsevanju in podatkov o opremi so v nadaljevanju podane tehnične karakteristike sončne elektrarne za primer sončne elektrarne v Portorožu in Ljubljani, optimalni naklon modulov 31° oziroma 26°.

Tabela 8: Tehnične karakteristike vzorčnega modula Solar World SW 230

Dimenzije(mm x mm x mm)	1675 x 1001x34	
Površina (m ²)	1,677	
Izkoristek modula (%)	13,7	
Toleranca moči	+3/-3 %	
Število celic	60	
Temp. koef. napetosti α (V/°C)	-0,33	
Temp. koef. toka β (mA/°C)	0,036	
Teža	22 kg	
Test	STC ¹	NOCT ²
Temperatura modula (°C)	25,00	46,00
Največja moč/Wp	230,00	164,00
Kratkostični tok I_{sc} /A	8,42	6,96
Tok v točki največje moči I_{mpp} /A	7,76	6,18
Napetost odprtih sponk U_{oc} /V	36,90	33,40
Napetost v točki največje moči U_{mpp}	29,60	26,60

Legenda:

- (1) STC-test pomeni delovanje pri standardnih testnih pogojih in sicer obsevanju sonca 1000 W/m², temperature celic 25°C, povprečni hitrosti vetra 1 m/s in faktorju zračne mase AM =1,5.
- (2) NOCT-test pomeni test pri normalnih pogojih obratovanja, in sicer obsevanju 800 W/m², temperaturi zraka 20 °C, povprečni hitrosti vetra 1 m/s in faktorju zračne mase AM=1,5.

Vir: Solar World, 2009.

Na podlagi uporabe reprezentativnega modula, upoštevanja površine, izkoristkov ter ostalih karakteristik lahko določimo vse tehnične karakteristike sončne elektrarne. V analizi sem upošteval uporabo 216 reprezentativnih modulov, kar pomeni nazivno moč elektrarne 50 kWp. Skladno z Uredbo o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije, ki je predstavljena v poglavju 6.4.1, je do najvišje cene zagotovljenega odkupa upravičena mikro elektrarna. To je do velikosti 50 kW. V Tabeli 9 so prikazni vsi tehnični kazalci elektrarne, v primeru postavitve v Ljubljani ali Portorožu.

Tabela 9: Tehnične karakteristike sončne elektrarne

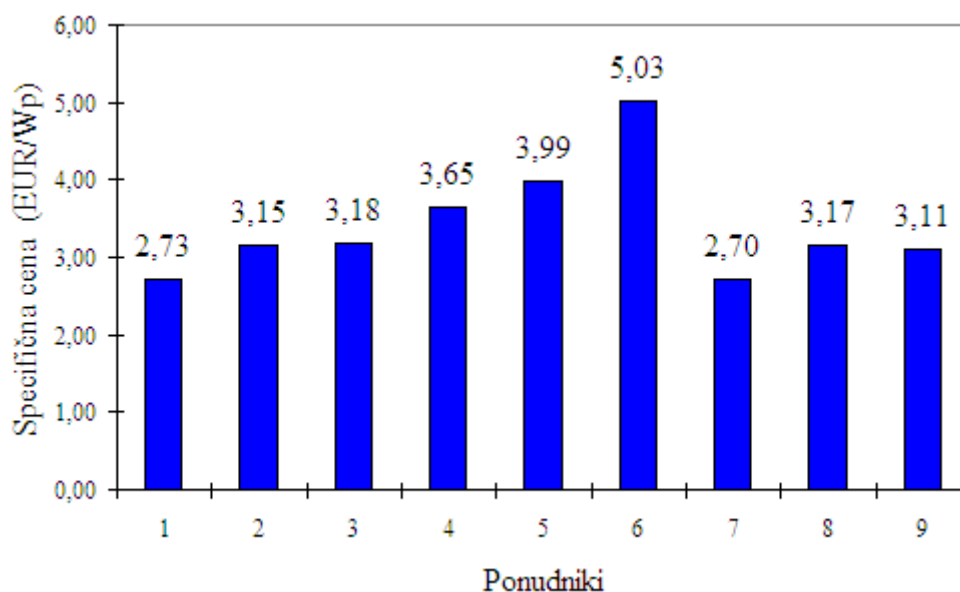
Lokacija elektrarne		Ljubljana	Portorož
Velikost elektrarne	(kW)	50	50
Tip sončnega modula		SW 230	SW 230
Moč sončnega modula	(Wp)	230	230
Število modulov		216	216
Optimalni naklon modulov	(°)	26	31
Skupna moč modulov	(kWp)	49,68	49,68
Tip razsmernika		SMA SMC 8000TL	SMA SMC 8000TL
Število razsmernikov		6	6
Nazivna moč razsmernika	(kW)	8	8
Nazivna moč elektrarne	(kW)	48	48
Predvidena letna proizvodnja električne energije	(kWh)	52.541	58.534
Specifična letna proizvodnja električne energije	(kWh/kWp)	1.058	1.178
Prihranek emisij CO ₂	(kg/a)	44.660	49.754
Izkoristki:			
izkoristek sončnega modula	%	13,7	13,7
izkoristek razsmernika	%	97,7	97,7
Učinkovitost sistema (PR)	%	87,5	87,5

V tabeli je podan podatek o specifični letni proizvodnji električne energije, in sicer v kWh/kWp. Ta podatek nam pove, koliko energije bo elektrarna proizvedla v povprečju v enem letu na enoto kWp inštalirane moči, se pravi sončnih modulov. V primeru postavitve v Ljubljani znaša specifična proizvodnja 1.058 kWh/kWp in v Portorožu 1.178 kWh/kWp. Podatki veljajo za lokacije brez senčenja. Kot že prikazano v poglavju 8.1.1, je specifična proizvodnja v osrednji Slovenji za 12 % manjša v primerjavi s Primorsko.

8.1.4 Investicijska vrednost sončne elektrarne

Glede na tehnična izhodišča in značilnosti strehe so bile zbrane referenčne ponudbe ponudnikov sončnih elektrarn. Investicijske vrednosti primerljivih ponudb, kot je razvidno iz Slike 27, so se večinoma gibale med 3,1 in 3,2 EUR/Wp. Nekatere ponudbe tudi bistveno odstopajo navzgor in navzdol. Največja postavka so sončni moduli, kjer je vključena tudi marža slovenskih ponudnikov. Z dodatnimi pogajanjem je možno doseči dodatno znižanje investicijske vrednosti.

Slika 27: Primerjava specifične cene elektrarne



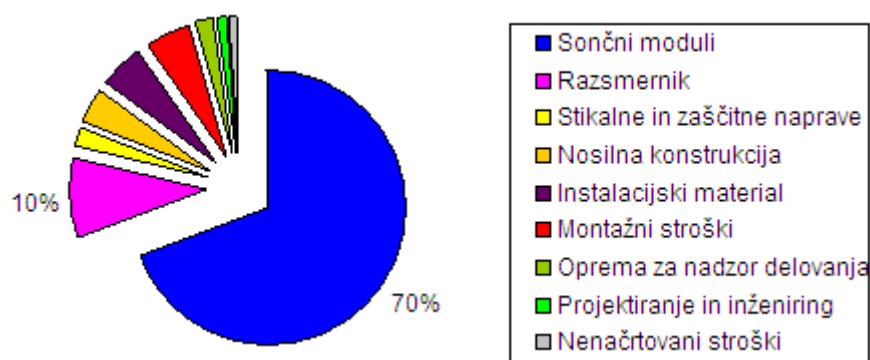
Na osnovi zbranih ponudb sem ocenil višino investicije v sončno elektrarno moči 50 kWp z upoštevanjem reprezentativnega modula podjetja Solar World. Ocenjena investicijska vrednost elektrarne velikosti 50 kWp znaša 156.700 evrov oziroma 3,154 EUR/Wp. V nadaljevanju je prikazana struktura investicije v sončno elektrarno.

Tabela 10: Ocena investicijske vrednosti sončne elektrarne velikosti 50 kWp po stalnih cenah avgust 2009

Oprema	Vrednost brez DDV (v EUR)	Delež
Sončni moduli	108.000	69
Razsmernik	15.000	10
Stikalne in zaščitne naprave	3.600	2
Nosilna konstrukcija	6.600	4
Instalacijski material	8.400	6
Montažni stroški	8.600	6
Oprema za nadzor delovanja	3.200	2
Projektiranje in inženiring	1.800	1
Nenačrtovani stroški	1.500	1
SKUPAJ	156.700	100
Specifična investicija (EUR/kWp)	3.154	

Na podlagi primerjave podatkov o investicijskih vrednosti z začetka leta oz. konec leta 2008 je le-ta padla za 20-30 %. Temu lahko pripišemo veliko konkurenco na trgu sončnih modulov, masovno proizvodnjo in posledično zniževanje stroškov, letno rast postavljenih sončnih elektrarn, ki spodbujajo k večanju proizvodnih zmogljivosti.

Slika 28: Specifikacija investicije v sončno elektrarno po deležih



Delež sončnih modulov znaša 70 % in skupaj z razsmerniki predstavljajo okoli 80 % stroškov celotne elektrarne.

8.1.5 Analiza denarnega toka

8.1.5.1 Prihodki v ekonomski dobi elektrarne

Predvideni prihodki temeljijo na določbah nove Uredbe o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije, kjer je zagotovljen odkup po fiksni ceni za obdobje 15 let. Ekonomska doba sončnih elektrarn je višja in po izteku sheme bo tovrstna elektrarna prodajala proizvedeno električno energijo po takratni tržni ceni. Za sončno elektrarno, postavljeno v letu 2009, velikosti do 50 kW, znaša odkupna cena 415,46 evra na proizvedeno MWh. Omenjena odkupna cena začne veljati ob podpisu pogodbe o odkupnih cenah s Centrom za podporo in velja 15 let in je fiksna za celotno obdobje. Prihodki so določeni glede na povprečno proizvodnjo električne energije in zagotovljeno odkupno ceno. Višina prihodkov analizirane sončne elektrarne je prikazana v Tabeli 11.

Tabela 11: Višina prihodkov sončne elektrarne

Lokacija sončne elektrarne na strehi objekta, naklon in orientacija	Ljubljana, 26° jug	Portorož, 31° jug
Povprečna letna proizvodnja električne energije	52.541 kWh	58.534 kWh
Zagotovljena odkupna cena	415,46 EUR/MWh	415,46 EUR/MWh
Povprečna višina letnega prihodka	21.829	24.318

V samem izračunu je upoštevano tudi padanje učinkovitosti modulov, in sicer 0,6 % na leto. Proizvajalci modulov garantirajo, da je učinkovitost modulov po 25 letih delovanja okoli 85 %. Ekonomska doba elektrarne je 25 let, višja odkupna cena pa velja le za 15 let. Po tem obdobju elektrarna še vedno deluje in prosto nastopa na trgu, kjer prodaja električno energijo po tržni ceni. V izračunu ekonomske upravičenosti je upoštevano obdobje Uredbe, to je 15 let.

V primeru, da bi bili sončni moduli integrirani v objekt, se pravi kot del objekta, bi bila odkupna cena 477,78 EUR/MWh, kar bi pomenilo 15 % višje prihodke.

8.1.5.2 Odhodki v ekonomski dobi elektrarne

Stroški, povezani z obratovanjem in vzdrževanjem sončne elektrarne, so v primerjavi z ostalimi elektrarnami zanemarljivo majhni. Upoštevati je potrebno predvsem stroške amortizacije, redne kontrole, servisiranje in stroške zavarovanja. Stroški amortizacije predstavljajo največji delež v skupni vsoti stroškov. V praksi se pri izračunu stroškov, povezanih z vzdrževanjem, obratovanjem in zavarovanji upošteva 25 EUR/kW inštalirane moči sončne elektrarne ter 15 EUR/kWp posrednih stroškov (Tehnološka platforma za fotovoltaike, 2009). V analizi so tako upoštevani povprečni neposredni letni stroški brez amortizacije v višini 1.250 evrov. Posredni so ocenjeni na nivo 750 evrov, skupaj znašajo stroški 2.000 evrov.

Opredelitev glavnih stroškov (Čarman, 2007, str. 59-60):

- stroški vzdrževanja in obratovanja, daljinske komunikacije ter stroški dela,
- stroški zavarovanja,
- posredni stroški posloводства,
- stroški amortizacije, ki ne predstavljajo denarnega odliva; pri izračunu letnega zneska amortizacije je bila uporabljena metoda enakomerne časovne amortizacije ter naslednji amortizacijski stopnji, 6,67 % amortizacijska stopnja za razsmernike in ostalo opremo in 4 % amortizacijska stopnja za sončne module.

Stroški financiranja so prav tako upoštevani v kalkulaciji, in sicer so predvidena lastna sredstva v višini 20 % ter preostali del kredit. Nepovratnih evropskih ali domačih sredstev praviloma ni mogoče dobiti, saj je subvencionirana odkupna cena. V primeru pridobitve nepovratnih sredstev ali subvencionirane odkupne cene, se vam skladno z Uredbo o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov, ustrezno zmanjša odkupna cena. V Sloveniji je na voljo ugoden kredit preko Ekološkega sklada ter tudi preko Slovenskega podjetniškega sklada, program P1, kjer je obrestna mera šestmesečni EURIBOR + 0,5 %. V izračunu je upoštevana efektivna obrestna mera kredita v višini 4,5 % (Ekosklad, 2009) za dobo 15 let.

V izračunu upravičenosti investicije je upoštevan tudi obračun davka na dobiček, in sicer v višini 20 % davek na dobiček (Zakon o davku od dobička pravnih oseb, 2006).

Dodatna investicijska vlaganja v obratni kapital kot posledico investicije niso predvidena. Potrebno je upoštevati dodatna investicijska vlaganja v zamenjavo opreme. Predvideno je, da se v 15. letu obratovanja zamenja vse razsmernike, saj imajo življenjsko dobo 15 let. Dodatna investicijska vlaganja so ocenjena na 16.800 evrov.

8.2 Izračun donosnosti sončne elektrarne

V nadaljevanju je prikazana tabela z izračunanimi statičnimi in dinamičnimi kazalci za lokaciji sončnih elektrarn v Ljubljani in Portorožu. Zaradi krajše dobe trajanja enotne odkupne cene od ekonomske dobe so dinamični kazalci podani za obdobje trajanja odkupne cene, to je 15 let. V izračunu je upoštevana diskontna stopnja v višini 6 % (80 % delež kredita z efektivno obrestno mero 4,5 % in 20 % delež lastnih sredstev z zahtevanim donosom 12 %) (Ekosklad, 2009; Ragwitz et al., 2007).

Tabela 12: Statični in dinamični kazalci sončne elektrarne

Ekonomski kazalci	Enota	Ljubljana	Portorož
Diskontna stopnja	(%)	6,00	6,00
Moč elektrarne	(kWp)	49,68	49,68
Višina investicije	(EUR)	156.700	156.700
Dodatna vlaganja v 15. letu	(EUR)	16.800	16.800
Statični kazalci:			
Donosnost investicije v prvem letu			
Dobiček/investicija	(%)	4	6
(Dobiček + amortizacija) / investicija	(%)	9	11
(Dobiček + amortizacija + obresti) / investicija	(%)	13	14
Doba vračanja investicije	(let)	8	7
Dinamični kazalci (za 15 let):			
Neto sedanja vrednost	(EUR)	22.112	39.726
Interna stopnja donosa	(%)	8,12	9,75
Relativno neto sedanja vrednost	(%)	14,11	25,35
Točka preloma	(let)	13	11

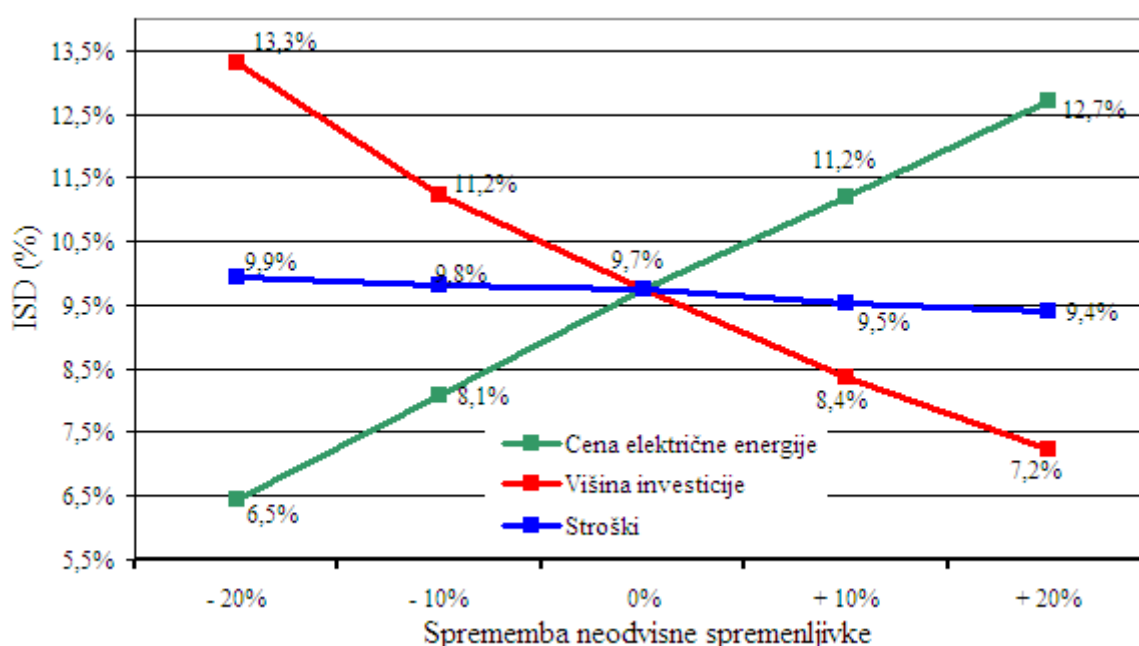
Stopnja donosa prikazuje letni donos investicije na vložena sredstva. Stopnja donosa investicije v prvem letu za elektrarno v Ljubljani znaša 13 %. Kazalec donosnosti investicije kaže na ekonomsko upravičenost postavitve elektrarne. Doba vračila investicije v sončno elektrarno znaša 8 let v Ljubljani in 7 v Portorožu. Investicija se v obeh primerih pokrije s prostim denarnim tokom v dobi, ki je krajša od dobe trajanja podpore.

Neto sedanja vrednost v obdobju 15 let ob diskontni stopnji 5,2 % je pozitivna in znaša 22.112 evrov za Ljubljano in 39.726 evrov v Portorožu. V obeh primerih je vrednost večja od nič in kaže na ekonomsko rentabilno investicijo. Interna stopnja donosa investicije znaša za elektrarno v obdobju 15 let 8,12 % za Ljubljano in 9,75 % v Portorožu. V obeh primerih je vrednost večja od diskontne stopnje 6 % in s tega vidika sta obe elektrarni ekonomični. Investicija se bo v obeh primerih pokrila v 15 letih in bo sposobna pokriti stroške lastnega kapitala. Pomemben kazalec je tudi točka preloma oz. vračilna doba projekta, ki znaša 13 oziroma 11 let. Izračun ekonomskih kazalcev za obdobje 15 let je prikazan v Prilogah 2 in 3.

8.3 Analiza občutljivosti sončne elektrarne v Portorožu

Z analizo občutljivosti ugotavljamo, kateri so kritični parametri, ki vplivajo na ekonomsko upravičenost investicije. V okviru analize obravnavam spremembe višine investicije, odkupne cene in posledično prihodke ter same stroške. Sončne elektrarne so v največji meri odvisne od višine odkupne cene in višine investicije. Kot je prikazano na sliki 29, bi 20 % povišanje investicije oz. 20 % manjša odkupna cena približalo interno stopnjo donosa nivoju diskontne stopnje. V tem primeru bi bila ta sončna elektrarna ekonomsko manj upravičena.

Slika 29: Vpliv vhodnih spremenljivk na interno stopnjo donosa v obdobju 15 let, primer Portorož



Stroški predstavljajo relativno majhen del in nimajo večjega vpliva na ekonomiko sončne elektrarne.

Izračunani ekonomski kazalci sončne elektrarne velikosti 50 kW z naklonom modulov 31° proti jugu kažejo na donosno investicijo, ki je občutljiva predvsem na gibanje odkupne cene in višino investicije. Kriza konec leta 2008 je povzročila dramatičen padec cen sončnih modulov in posledično investicijskih vrednosti. Dodatno k temu dejstvu je bila junija 2009 sprejeta nova Uredbo o odkupnih cenah, kjer je za sončne elektrarne do moči 50 kW podana visoka cena, ki omogoča doseganje relativno ugodnih rezultatov.

SKLEP

Globalne spremembe oziroma globalno segrevanje je posledica izgorevanja fosilnih goriv, ki povzročajo emisije TGP. Nevarnosti, ki jih prinašajo podnebne spremembe, so realne in

posledice vidne, prav tako iz njih izhajata politično in varnostno tveganje. Sektor energetike je velik proizvajalec emisij TGP, saj se večina energije pridobiva ravno z izgorevanjem fosilnih goriv. Prav tako razpoložljivost energije vpliva praktično na vse socialne, ekonomske in politične aktivnosti. Alternativna rešitev je večja izraba OVE, saj pri proizvodnji električne energije ne povzročajo emisij TGP oz. so minimalne.

Večja raba OVE omogoča rešitve na številnih področjih. Z uporabo teh naravnih tokov se lahko izognemo porabi fosilnih goriv in nuklearne energije. Energija iz OVE ne vsebuje fosilnih ogljikovih atomov, ki bi med izgorevanjem povzročali okolju škodljiv CO₂. OVE so tako ne le ustrezni z vidika porabe virov, ampak tudi z vidika okolja. EU si je za trajnostno prihodnost zastavila zmanjšanje porabe energije za 20 % do leta 2020, povečanje deleža obnovljivih virov energije v skupni porabi energije na 20 % do leta 2020 ter zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov za vsaj 20 % do leta 2020,

Sončne elektrarne predstavljajo eno izmed tehnologij, ki ima dolgoročno največji potencial pri pridobivanju električne energije iz OVE. Sončna energija, ki je v izobilju, se s pomočjo sončnih elektrarn neposredno pretvori v električno energijo. EU ima enkratno priložnost, da razvije obsežen, trajnostno naravnan in inovativen ekonomski sektor. Tak razvoj pa bo zahteval ambiciozno in skladno politiko podpore tehnološkega razvoja, tržnih mehanizmov in promocije. Prihodnja desetletja bodo odločilna za razvoj sončnih elektrarn. Prehod na globalno trajnosten način oskrbe z energijo je eden največjih izzivov, s katerim se je človeštvo kdajkoli srečalo. Obdobje prehoda bo trajalo najmanj 30 do 50 let, sončne elektrarne in z njimi povezane tehnologije bodo pri tem odigrale ključno vlogo.

Danes OVE še niso konkurenčni tradicionalnim energetskega virom, zato so potrebne različne spodbude. Za doseg zastavljenih ciljev se je kot najučinkovitejši izkazal sistem zagotovljenih odkupnih cen (FIT). FIT omogoča proizvajalcem prodajo električne energije po fiksnih cenah v določenem obdobju, kjer je višina odkupnih cen odvisna od proizvodnih stroškov električne energije iz različnih virov energije. FIT omogoča določeno varnost investitorjem in posledično spodbuja tudi domačo proizvodnjo tehnologij za obnovljive energije. Slovenija spodbuja OVE s FIT sistemom že od leta 2001. V letu 2009 je vlada s sprejemom nove oblike spodbujanja OVE povečala trajanje obdobja spodbud na 15 let in tudi višjo odkupno ceno za sončne elektrarne na objektih. Do 50 kW inštalirane moči znaša odkupna cena 415,46 EUR/MWh. Za elektrarne, ki so sestavni del ovojja stavbe (streha, fasade, okna in podobno), se odkupna cena zviša za 15 %.

Za dolgoročni razvoj področja sončnih elektrarn pa je poleg spodbujanja investiranja potrebno spodbujati razvoj in proizvodnjo opreme sončnih elektrarn. Slovenija ima priložnost, da se s sodelovanjem domačih podjetij v povezavi z raziskovalnimi institucijami postavi na seznam vodilnih držav na področju razvoja sončnih elektrarn. Potencialne možnosti so, glede na izkušnje iz proizvodnje podobnih električnih naprav in komponent v slovenski panogi, relativno velike, če bo trg sončnih elektrarn kontinuirano rasel in bodo dodatna sredstva za

razvoj. Na razvojno-raziskovalnem področju sončnih elektrarn je bilo v preteklih letih število projektov, ki jih je financirala država, razmeroma zelo skromno, in sicer trije v letu 2009. Glede na znane podatke s strani Tehnološke platforme za fotovoltaijo podjetja sama ne financirajo razvojnih projektov na področju sončnih elektrarn. TIA letno razpisuje možnosti pridobitve nepovratnih sredstev za razvojno-raziskovalne ter razvojno-investicijske projekte, kjer pa gre za razpis, ki ni ciljno usmerjen. V Sloveniji tako primanjkuje specializiranih podpornih instrumentov in spodbud za raziskave in razvoj sončnih elektrarn. Prav tako primanjkuje celovita podpora strategija na področju proizvodnje opreme sončnih elektrarn in podpornega okolja pri nastopanju na tujih trgih, kot je v vodilnih državah. Za intenzivnejši razvoj v Sloveniji bi bilo potrebno pripraviti razpise za podporo podjetij pri investiranju v proizvodnjo tehnološke opreme za proizvodnjo komponent in sistemov sončnih elektrarn. Nadgraditi in spodbuditi je treba sodelovanje med proizvodno panogo in fakultetami ter raziskovalnimi institucijami, in sicer preko ustreznih razpisov Ministrstva za gospodarstvo RS, Ministrstva za okolje in prostor RS ter Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo RS. Zahtevati in omogočiti je potrebno hiter transfer znanja in novih tehnologij v proizvodni panogi s pomočjo razvojnih projektov za povečanje konkurenčnosti slovenskih podjetij. Podjetja morajo preko javnih razpisov in sofinanciranja razvojno-raziskovalnih aktivnosti zaznati signal, da država spodbuja razvoj sončnih elektrarn in z njimi povezanih tehnologij. V tem primeru bodo podjetja z veliko verjetnostjo postavila lastno vizijo vlaganja v kadre in opremo in zagotovila tudi zadosten obseg lastnih sredstev.

Tehnologije je možno v celoti razviti in osvojiti, vseeno pa zahtevajo kritično maso strokovnjakov in znanja ter namenska sredstva za razvoj. V tej povezavi bi bilo koristno predvideti tudi financiranje večjega števila mladih raziskovalcev, ki raziskujejo na področju elektronike, optoelektronike in fotovoltaike, saj sektor še nima dovolj lastnega kapitala za dolgoročno vlaganje v potrebne kadre. Slovenija ima vse potrebne osnove, da se lahko vključi v katerokoli tehnologijo kot celoto ali posamezne segmente proizvodnje opreme za sončne elektrarne. Potrebno je pripraviti Slovenski akcijski načrt s programom spodbud raziskav, razvoja in proizvodnje opreme in sistemov sončnih elektrarn.

V Sloveniji je trg sončnih elektrarn v porastu, predvsem zaradi ugodne odkupne cene. V javnosti se zaradi neinformiranosti pogosto pojavljajo vprašanja o donosnosti investicije v sončno elektrarno, najprimernejši tehnologiji in višini investicije, vpliva osončenja na različnih lokacijah in podobno. Za analizo ekonomske upravičenosti investicije sem izbral dve konkretni lokaciji v Portorožu in Ljubljani ter pridobil ponudbe za gradnjo sončne elektrarne velikosti 50 kWp na ravni strehi, kjer je predvidena postavitve modulov pod optimalnim kotom 31° oziroma 26°. Razlika v obeh primerih je le v lokaciji oziroma sončnemu obsevanju. Izračunal sem statične kazalce in dinamične za obdobje 15 let. Neto sedanja vrednost in interna stopnja donosa v obeh primerih kažeta na donosno investicijo.

Zasebni kapital praviloma investira v investicije na področju OVE, ki imajo interno stopnjo donosa 10 % ali več (Ragwitz et al., 2007). Kljub temu sončna elektrarna poleg ekonomskega

učinka omogoča pozitivno reklamo v javnosti, saj gre za proizvodnjo zelene električne energije in prispeva k čistejšemu okolju. Sončne elektrarne so trenutno v Sloveniji in svetu tudi predmet prestiža, kar naredi tovrstne projekte še privlačnejše. Ekonomska upravičenost sončnih elektrarn v osrednji Sloveniji je na pragu rentabilnosti, saj znaša diskontirana točka preloma 13 let. Na Primorskem, kjer je 10 % večje sončno obsevanje, je rentabilnost investicije višja in s tem tudi varnost naložbe. Zaključimo lahko, da so sončne elektrarne ob dosegu nizke investicijske vrednosti in določbam Uredbe o električni energiji na pragu želene donosnosti zasebnih investorjev. Zato je potrebno opozoriti in izpostaviti na dodatne koristi sončnih elektrarn. Investitorji lahko to investicijo izrabijo za prikaz svojega pozitivnega odnosa do okolja in promocijo tudi pri svojih strankah. Sončne elektrarne imajo tako poleg neposrednih ekonomskih koristiti tudi okoljske in družbene ter posledično ponovno ekonomske. Sončne elektrarne predstavljajo ekonomsko upravičeno in zaradi Uredbe varno naložbo, ki pa neposredno ne prinaša visokih dobičkov, saj znaša interna stopnja donosa od 8 do 9 %, diskontirana točka preloma je čez 10 let ob upoštevanju diskontne stopnje 6 %. Trenutni pogoji torej še ne omogočajo visokih donosov zasebnega kapitala.

Nadaljnji razvoj gre v smeri izboljšanja izkoristkov modulov in zmanjšanja investicij. Sončne elektrarne so čisti vir energije in lahko pričakujemo še večjo rast v prihodnosti ter ključno vlogo pri zagotavljanju trajnostnega razvoja.

Zaključujem z besedami Topiča (2008), predstojnika Laboratorija za fotovoltaiko in optoelektroniko na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani: »Fotovoltaika postaja posel sedanjosti, ne več prihodnosti, kar je veljalo še nekaj let nazaj«.

LITERATURA IN VIRI

1. Analiza spodbujanja skozi »feed-in« sisteme (2007). Ljubljana: ApE.
2. ApE – Agencija za prestrukturiranje energetike. Najdeno 5. februarja 2009 na spletni strani www.ape.si
3. Brecl, K., & Topič, M. (2005). *Aktualne raziskave s področja fotovoltaike v EU*. Najdeno 5. aprila 2009 na spletni strani <http://www.pv-platforma.si>
4. Brigham, F. E., & Gaspenski, C. L. (1994). *Financial Management*. Orlando: The Dryden Press.
5. Boyle, G. (2004). *Renewable energy: power for a sustainable future*. Oxford: Oxford University Press.
6. Borzen – Center za podpore. Najdeno 15. avgusta 2009 na spletni strani <http://www.borzen.si/slo/centerzapodpore/ocentruzapodpore>
7. Čarman, M. (2007). *Analiza ekonomske učinkovitosti fotonapetostnih elektrarn v Sloveniji*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
8. Česen, M., Lah, P., Al Mansour, F., Urbančič, A., Kranjčević, E., & Merše, S. (2009). *Letni energetske pregled za leto 2007. IJS Delovno poročilo, IJS-DP-10058*. Ljubljana: Inštitut Jožef Štefan.
9. DLR (2009). *German Aerospace Center*. Najdeno 22. januarja 2009 na spletni strani <http://www.dlr.de>
10. EEG Payment Provision 2009. *Payment provisions in the future EEG for the year 2009*. Najdeno 22. avgusta 2009 na spletni strani <http://www.feed-in-cooperation.org/content/view/29/51/>
11. EIONET – Evropsko okoljsko informacijsko in opazovalno omrežje v Sloveniji. Najdeno 28. aprila na spletni strani <http://eionet-si.arso.gov.si/Dokumenti/GIS/zrak/#P%20/%20P>
12. Ekosklad, Slovenski okoljski javni sklad. Razpisi 2009. Najdeno 25. novembra 2009 na spletni strani <http://www.ekosklad.si>
13. Englander, D., Meht, S., & Bradford, T. (2009). *2009 Global PV demand analysis and forecast: The anatomy of a shakeout II. Executive Summary*. Chicago: Reentech Media inc, Prometheus Institute.
14. EPIA *annual report 2008* (2009). Brussels: EPIA.
15. EPIA – Evropsko združenja industrije za sončne elektrarne. Bruselj. Najdeno 15. aprila 2009 na spletni strani <http://www.epia.org>
16. EPIA. *Global market outlook for photovoltaics until 2013* (2009). Brussels: EPIA.
17. EPIA. *Solar Generation V (2008). Solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020*. Brussels: EPIA.
18. EPIA. *Solar Generation (2004). Solar electricity for over 1 billion people and 2 million jobs by 2020*. Brussels: EPIA.
19. Europa Gateway to the European Union (b.1.). *Energy*. Najdeno 20. avgusta 2009 na spletni strani http://europa.eu/pol/ener/overview_en.htm

20. *Evropska tehnološka platforma za fotovoltaike*. Najdeno dne 29. aprila 2009 na spletni strani <http://www.eupvplatform.org>
21. *Feed in cooperation. Publications*. Najdeno dne 29. aprila 2009 na spletni strani <http://www.feed-in-cooperation.org/>
22. Fokus (2005). *Podnebne spremembe: Spreminjam navade, ne pa podnebja!* Ljubljana: Fokus, društvo za sonaravni razvoj.
23. Gosar, A. (2009, 15. januar): V Ketzinu poskusno vtiskajo ogljikov dioksid globoko pod površje. *Delo*, str. 18.
24. Grča, D. (2009, 9. februar). Ker ima Primorska več sonca kot drugi, je raj za sončne elektrarne. *Delo, priloga FT Gospodarsko-finančni tednik*, št. 137.
25. Jan, A. (2007). *Obnovljivi viri energije in učinkovita raba energije* (Izobraževanje učiteljev v okviru projektov Aktivno učenje in Otroci za prihodnost). Velenje: ApE d.o.o.
26. Kastelec, D. (2008). *Sončno obsevanje v Sloveniji*. Predstavitev na drugi fotovoltaični konferenci. Najdeno 5. junija 2009 na spletni strani <http://slo-pv.fe.uni-lj.si/welcome.aspx>
27. Kastelec, D., Rakovec, J., & Zakšek, K. (2007). *Sončna energija v Sloveniji*. Ljubljana: Založba ZRC, ZRC SAZU.
28. *Kazalci okolja v Sloveniji* (2009). Najdeno 28. aprila 2009 na spletni strani <http://www.kazalci.arso.gov.si>.
29. Klein, A., Held, A., Ragwitz, M., Resch, G., & Faber, T. (2006). *Evaluation of different feed-tariff design options – Best practice paper of the International Feed-in Cooperation. A research project funded by the Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU)*. Berlin: Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research.
30. Klobučar, M. (2006). *Kako in kaj z obnovljivimi viri v prihodnje?* (Naš stik, glasilo slovenskega elektrogospodarstva). Ljubljana: Elektro Slovenija d.o.o.
31. Kobentar, E. (2009). About the Weather. The British Chamber of Commerce in Slovenia. *SBR Slovenian business report, Winter 2009*, 16-19.
32. Komisija evropskih skupnosti (2008). *Paket ukrepov za izvajanje ciljev EU v zvezi s podnebnimi spremembami in obnovljivimi viri energije za leto 2020*. Delovni dokument služb komisije, Ocena učinkov. Bruselj: Komisija evropskih skupnosti, 2008.
33. Komisija evropskih skupnosti (2006). *Zelena knjiga: Evropska strategija za trajnostno, konkurenčno in varno energijo*. Bruselj: Komisija Evropskih skupnosti, 2006.
34. Lefley, F. (1999). A Creative Way of Looking at the NPV. *Management Accounting*, 39–41.
35. Lumby, S. (1994). *Investment Appraisal and Final Decisions*. London: Chapman&Hall.
36. Medved, S. (1993). *Solarni inženiring*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.

37. Medved, S. (2006). *Solarni sistemi za pripravo tople vode in ogrevanje stavb – možnosti in perspektive* (Izobraževanje inštalaterjev sprejemnikov sončne energije). Ljubljana, Obrtna zbornica Slovenije.
38. Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO – Agencija RS za okolje. Najdeno 5. aprila 2009 na spletni strani <http://www.arso.gov.si>
39. Mramor, D. (1993). *Uvod v poslovne finance*. Ljubljana: Gospodarski vestnik.
40. Nemas, F. (2008, 31. januar). *Dražja kot je nafta, bolj se splača vlagati v energijske izboljšave*. Finance, januar 2008. 26-27.
41. Nemas, F., & Likovič, A. (2006). *Trg sončnih elektrarn je v letu 2005 zaživel*. EGES, 3, 80-82.
42. Paradiž, B., & Kranjc, A. (2001). *Prvo poročilo okvirni konvenciji ZN o spremembi podnebja*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor.
43. Pehnt, M., Krewitt, W., Nitsch, J., Nast, M., Trieb, F., Viebahn, P., Staiss, F., Langniss, O., & Kratzat, M. (2006). *Renewable energie, Inovation for the future*. Berlin: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).
44. Piano, B. (2009, 9. februar). Sonce je boljše od državnih obveznic. Ljubljana: *Delo*, priloga FT Gospodarsko-finančni tednik, št. 137.
45. Pučko, D., & Rozman, R. (1995). *Ekonomika podjetja*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
46. Räuber, A. (2004). *Tehnologija sončnih celic in njihove lastnosti*. Prevod F. Smole in B. Kren. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.
47. Ragwitz, M., Held, A., Resch, G., Faber, T., Haas, R., Huber, C., Coenraads, R., Voogt, M., Reece, G., Morthorst, E. P., Jensen, S. G., Konstantinaviciute, I., & Heyder, B. (2007). *Assessment and optimisation of renewable support schemes in the European electricity market*. Karlsruhe: OPTRES.
48. Ristinen, A. R., & Kraushaar, J. J. (2006). *Energy and the environment*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
49. RSZS. *Energija za Slovenijo: možnost razvoja* (1991). Ljubljana: Republiški sekretariat za energetiko.
50. Solana, J. (2008, 13. marec). Podnebne spremembe in mednarodna varnost. Ljubljana: *Delo*, 5.
51. SIST/TC PVS: Fotonapetostni sistemi (b.1.). Najdeno 1. maja 2009 na spletnem naslovu <http://iskalo.sist.si/TC/FMPro?-db=sist%5ftdt%5fslo.fp5&-format=sistdetailstran.html&-lay=f1&-sortfield=oznaka%5f%5ftdt&-max=150&-recid=36130&-findall=>
52. *Solar World* (b.1.). Najdeno 24. julija 2009 na spletnem naslovu <http://www.solarworld.de/>
53. *Sončno obsevanje Evrope* (b.1.). Najdeno 15. januarja 2009 na spletnem naslovu <http://re.jrc.cec.eu.int/pvgis/solradframe.php?en&europa>

54. Stern, N. (2006). *Stern Review on the economics of climate change*. UK, Office of climate change. Najdeno 15. januarja 2009 na spletnem naslovu http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm
55. Statistični urad Republike Slovenije (SURS), *Prebivalstvena ura*. Najdeno 20. februarja na spletnem naslovu <http://www.stat.si>
56. Škarja, M., Novak, P., Orel, B., Bregar, Z., Ivanjko, Š., Hlebčar, B., Matvoz, D., Masič, M., Kralj, P., Nemač, F., Likovič, A., Andrejašič, T., Lampič, G., Kupčič, I. (2007). *Primerjalna analiza trendov vlaganj v raziskave in razvoj v tehnologije na področju energije*. Ljubljana: BION.
57. Škrinjar, B. (2008, februar). Pogled v kroglo zelene prihodnosti. Ljubljana: *Finance, Priloga P&P panoge in posel, Okolje in energija*. (1).
58. *Tehnološka platforma za fotovoltaike*. Najdeno 5. januarja 2009 na spletnem naslovu <http://www.pv-platforma.si>
59. TIA – Tehnološka agencija Slovenije (2009). Najdeno 28. avgusta 2009 na spletnem naslovu <http://www.tia.si>
60. Timpe, C. (2004). *Vpliv PV sistemov na okolje in na zmanjševanje emisij toplogrednih plinov* (Prevod M. Vukadinovič). Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani.
61. Topič, M. (2009). Cena sončne elektrarne bo konkurenčna leta 2020. *Finance*, marec 2009. 26-27.
62. Topič, M. (2008). *Fotovoltaika postaja energetski posel sedanosti* (druga delavnica). Ljubljana: Tehnološka platforma za fotovoltaike.
63. Topič, M. (2005). *Raziskovalne dejavnosti na področju fotovoltaike v Sloveniji* (delavnica). Ljubljana: Tehnološka platforma za fotovoltaike.
64. Twidell, J. (2004). *Obnovljiva energija: politika in trgi* (Priročnik Soltrain: Izkoriščanje sončne energije za proizvodnjo električne energije s pomočjo fotonapetostnih sistemov; prevod F. Smole in B. Kren). Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.
65. Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije. *Uradni list RS* št. 37/2009.
66. Uredba o pogojih za pridobitev statusa kvalificiranega proizvajalca električne energije. *Uradni list RS* št. 29/2001.
67. Uredba o pravilih za določitev cen in za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije. *Uradni list RS* št. 25/2002.
68. Varl, N. (2006, december). Dragocena moč sonca. Ljubljana (*Naš stik, glasilo slovenskega elektrogospodarstva*, 68–72). Ljubljana: Elektro Slovenija d.o.o.
69. *A Vision for photovoltaic technology*. Report by Photovoltaic Technology Research Advisory Council (2004). Brussels: PV TRACK.
70. Wagner, O. V. (2007). *Podnebno sporočilo* (Izobraževanje učiteljev v okviru projektov Aktivno učenje in Otroci za prihodnost), Velenje: Agencija za prestrukturiranje energetike d.o.o..

71. Waldau, J. A., (2008). *PV status report 2008*. Ispra: Joint Research Centre: Renewable energy unit.
72. Zakon o davku od dobička pravnih oseb. *Uradni list RS* št.117/2006.
73. Žlahtič, F., & Fistravec, T. (2008, april). *Kako v Sloveniji do 25 % OVE do leta 2020?*. Ljubljana: Bilten Ministrstva za okolje in prostor Učinkovito z energijo, letnik 13 (3).

PRILOGE

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Slovar kratic.....	1
Priloga 2: Izračun ekonomske upravičenosti sončne elektrarne moči 50 kW v Ljubljani	2
Priloga 3: Izračun ekonomske upravičenosti sončne elektrarne moči 50 kW v Portorožu.....	4

Priloga 1: Slovar kratic

ApE	Agencija za prestrukturiranje energetike d.o.o.
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
EOD	Energijska odplačilna doba
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz: nemški zakon o obnovljivih virih energije
ESRR	Evropski sklad za regionalni razvoj
ETS	Shema trgovanja z emisijskimi kuponi
FIT	Feed in tariff
IPCC	Medvladnega odbora za podnebne spremembe
Mtoe	Mega ton ekvivalenta
NANENU	Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost
NEK	Nuklearna elektrarna Krško
kWh	Proizvedena električna energija merjenja v kilovatnih urah
MWh	Proizvedena električna energija merjenja v MWh (1 MWh = 1.000 kWh)
ppm	Enota za merjenje koncentracije, ki je definirana kot število masnih ali volumskih delov izbrane snovi v milijonu delov raztopine ali zmesi
OVE	Obnovljivi viri energije
OVE-E	Električna energija proizvedena iz OVE
SPTE	Soproizvodnja toplote in električne energije
TGC	Sistem kvot z zelenimi certifikati
TGP	Toplogredni plini
toe	Ton ekvivalenta kurilnega olja ekstra lahkega (1 toe = 42 GJ)
TWh	Proizvedena električna energija merjenja v TWh (1 TWh = 1000000000 kWh)
URE	Učinkovita raba energije
ZN	Združeni narodi

Priloga 2: Izračun ekonomske upravičenosti sončne elektrarne moči 50 kW v Ljubljani

Tabela 1: Ekonomska upravičenost sončne elektrarne 50 kW v Ljubljani

Izkaz uspeha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Prihodki (EUR)		21829	21698	21568	21438	21310	21182	21055	20928	20803	20678	20554	20431	20308	20186	20065
Faktor proizvodnje		1	0,994	0,988036	0,982108	0,976215	0,97036	0,96454	0,95875	0,953	0,94728	0,94159	0,93594	0,93033	0,92475	0,9192
Odkupna cena (EUR/MWh)		415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415
Proizvodnja (kWh)		52.541	52.226	51.913	51.601	51.292	50.984	50.678	50.374	50.072	49.771	49.473	49.176	48.881	48.587	48.296
Stroški (EUR)		15.209	14.833	14.457	14.081	13.705	13.329	12.953	12.577	12.201	11.825	11.449	11.073	10.697	10.320	11.065
Vzdrževanje in delovanje sistema		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Amortizacija		7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	8.689
Obresti		5.641	5.265	4.889	4.513	4.137	3.761	3.385	3.009	2.633	2.256	1.880	1.504	1.128	752	376
Dobiček (EUR)		6.619	6.864	7.110	7.357	7.604	7.853	8.102	8.351	8.602	8.853	9.105	9.358	9.611	9.866	9.000
Davek (EUR)		1.324	1.373	1.422	1.471	1.521	1.571	1.620	1.670	1.720	1.771	1.821	1.872	1.922	1.973	1.800
Čisti dobiček (EUR)		5.295	5.492	5.688	5.886	6.084	6.282	6.481	6.681	6.882	7.083	7.284	7.486	7.689	7.893	7.200

Likvidnostni tok																
Prihodki	156.700	21.829	21.698	21.568	21.438	21.310	21.182	21.055	20.928	20.803	20.678	20.554	20.431	20.308	20.186	62.120
Prihodki iz poslovanja		21.829	21.698	21.568	21.438	21.310	21.182	21.055	20.928	20.803	20.678	20.554	20.431	20.308	20.186	20.065
Financiranje																
Lastna sredstva	31.340,00															
Kredit	125.360,00															
Ostanek vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.055
Odhodki	156.700	17.322	16.995	16.668	16.342	16.015	15.689	15.362	15.036	14.710	14.384	14.059	13.733	13.408	13.083	29.333
Investicija	156.700															16.800
Stroški brez amortizacije		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Obresti		5.641	5.265	4.889	4.513	4.137	3.761	3.385	3.009	2.633	2.256	1.880	1.504	1.128	752	376
Glavnica		8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357
Davek iz dobička		1.324	1.373	1.422	1.471	1.521	1.571	1.620	1.670	1.720	1.771	1.821	1.872	1.922	1.973	1.800
Neto prilivi	0	4.506	4.702	4.899	5.097	5.295	5.493	5.692	5.892	6.092	6.294	6.495	6.697	6.900	7.103	32.787
Kumulativni n.p.		4.506	9.209	14.108	19.205	24.499	29.992	35.685	41.577	47.669	53.963	60.458	67.155	74.055	81.159	113.945

Finančni tok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Prilivi	0	21.829	21.698	21.568	21.438	21.310	21.182	21.055	20.928	20.803	20.678	20.554	20.431	20.308	20.186	62.120
Prihodki	0	21.829	21.698	21.568	21.438	21.310	21.182	21.055	20.928	20.803	20.678	20.554	20.431	20.308	20.186	20.065
Financiranje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostane v.p.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42055,1
Odlivi	156.700	3.324	3.373	3.422	3.471	3.521	3.571	3.620	3.670	3.720	3.771	3.821	3.872	3.922	3.973	20.600
Investicija	156.700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.800
Stroški brez amortizacije		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Davek		1.324	1.373	1.422	1.471	1.521	1.571	1.620	1.670	1.720	1.771	1.821	1.872	1.922	1.973	1.800
Neto prilivi	156.700	18.505	18.325	18.146	17.967	17.789	17.611	17.434	17.258	17.082	16.907	16.733	16.559	16.386	16.213	41.520
Kumulativni n.p.	156.700	138.195	119.870	101.725	-83.758	-65.969	-48.358	-30.923	-13.665	3.417	20.324	37.057	53.616	70.002	86.215	127.735

Diskontna stopnja	6,0%															
Diskontni factor	1	0,9434	0,8900	0,8396	0,7921	0,7473	0,7050	0,6651	0,6274	0,5919	0,5584	0,5268	0,4970	0,4688	0,4423	0,4173
Diskontirana NSV	156.700	17.457	16.309	15.235	14.231	13.293	12.415	11.595	10.828	10.111	9.441	8.815	8.229	7.682	7.171	17.325
Kumulativna DNSV	156.700	139.243	122.933	107.698	-93.467	-80.174	-67.759	-56.164	-45.336	-35.225	-25.784	-16.969	-8.740	-1.058	6.113	23.438

Doba vračanja (let)	8
Donosnost investicije	12,65%
Obdobje izračuna	15 let
ISD	8,12%
NSV	22.112
RNSV	14,11%
Točka preloma (let)	13

Priloga 3: Izračun ekonomske upravičenosti sončne elektrarne moči 50 kW v Portorožu

Tabela 2: Ekonomska upravičenost sončne elektrarne 50 kW v Portorožu

Izkaz uspeha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Prihodki (EUR)		24318	24172	24027	23883	23740	23598	23456	23315	23175	23036	22898	22761	22624	22488	22353
Faktor proizvodnje		1	0,994	0,98804	0,98211	0,97622	0,97036	0,96454	0,95875	0,953	0,94728	0,94159	0,93594	0,93033	0,92475	0,9192
Odkupna cena (EUR/MWh)		0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415
Proizvodnja (kWh)		58.534	58.182	57.833	57.486	57.141	56.799	56.458	56.119	55.782	55.448	55.115	54.784	54.456	54.129	53.804
Stroški (EUR)		15.209	14.833	14.457	14.081	13.705	13.329	12.953	12.577	12.201	11.825	11.449	11.073	10.697	10.320	11.065
Vzdrževanje in delovanje sistema		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Amortizacija		7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	7.568	8.689
Obresti		5.641	5.265	4.889	4.513	4.137	3.761	3.385	3.009	2.633	2.256	1.880	1.504	1.128	752	376
Dobiček (EUR)		9.109	9.339	9.570	9.802	10.035	10.268	10.503	10.738	10.974	11.211	11.449	11.688	11.928	12.168	11.288
Davek (EUR)		1.822	1.868	1.914	1.960	2.007	2.054	2.101	2.148	2.195	2.242	2.290	2.338	2.386	2.434	2.258
Čisti dobiček (EUR)		7.287	7.471	7.656	7.842	8.028	8.215	8.402	8.591	8.780	8.969	9.159	9.350	9.542	9.734	9.031

Likvidnostni tok																
Prihodki	156.700	24.318	24.172	24.027	23.883	23.740	23.598	23.456	23.315	23.175	23.036	22.898	22.761	22.624	22.488	64.409
Prihodki iz poslovanja		24.318	24.172	24.027	23.883	23.740	23.598	23.456	23.315	23.175	23.036	22.898	22.761	22.624	22.488	22.353
Financiranje																
Lastna sredstva	31.340															
Kredit	125.360															
Ostanek vrednosti projekta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.055
Odhodki	156.700	17.820	17.490	17.160	16.831	16.501	16.172	15.843	15.514	15.185	14.856	14.528	14.199	13.871	13.543	29.791
Investicija	156.700															16.800
Stroški brez amortizacije		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Obresti		5.641	5.265	4.889	4.513	4.137	3.761	3.385	3.009	2.633	2.256	1.880	1.504	1.128	752	376
Glavnica		8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357	8.357
Davek iz dobička		1.822	1.868	1.914	1.960	2.007	2.054	2.101	2.148	2.195	2.242	2.290	2.338	2.386	2.434	2.258
Neto prilivi	0	6.498	6.682	6.867	7.053	7.239	7.426	7.613	7.802	7.991	8.180	8.370	8.561	8.753	8.945	34.617
Kumulativni n.p.		6.498	13.180	20.047	27.100	34.339	41.764	49.378	57.179	65.170	73.350	81.720	90.282	99.035	107.980	142.597

Finančni tok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Prilivi	0	24.318	24.172	24.027	23.883	23.740	23.598	23.456	23.315	23.175	23.036	22.898	22.761	22.624	22.488	64.409
Prihodki	0	24.318	24.172	24.027	23.883	23.740	23.598	23.456	23.315	23.175	23.036	22.898	22.761	22.624	22.488	22.353
Financiranje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostane v.p.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42055,1
Odlivi	156.700	3.822	3.868	3.914	3.960	4.007	4.054	4.101	4.148	4.195	4.242	4.290	4.338	4.386	4.434	21.058
Investicija	156.700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.800
Stroški brez amortizacije		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Davek		1.822	1.868	1.914	1.960	2.007	2.054	2.101	2.148	2.195	2.242	2.290	2.338	2.386	2.434	2.258
Neto prilivi	156.700	20.497	20.305	20.113	19.923	19.733	19.544	19.355	19.168	18.980	18.794	18.608	18.423	18.239	18.055	43.351
Kumulativni n.p.	156.700	136.203	115.899	-95.785	-75.862	-56.129	-36.586	-17.230	1.937	20.918	39.712	58.320	76.743	94.981	113.036	156.387

Diskontna stopnja	6,0%															
Diskontni factor	1	0,9434	0,8900	0,8396	0,7921	0,7473	0,7050	0,6651	0,6274	0,5919	0,5584	0,5268	0,4970	0,4688	0,4423	0,4173
Diskontirana NSV	156.700	19.336	18.071	16.888	15.781	14.746	13.778	12.872	12.026	11.234	10.494	9.803	9.156	8.551	7.986	18.089
Kumulativna DNSV	156.700	137.364	119.293	102.405	-86.624	-71.878	-58.101	-45.228	-33.202	-21.968	-11.474	-1.671	7.485	16.036	24.021	42.110

Doba vračanja (let)	7
Donosnost investicije	14%
Obdobje izračuna	15 let
ISD	9,75%
NSV	39.726
RNSV	25,35%
Točka preloma (let)	11