



Tehnološka platforma za fotovoltaiiko

STRATEŠKI RAZVOJNI PROGRAM

Prpravili:
Partnerji slovenske tehnološke platforme za fotovoltaiiko

KAZALO

1	Predstavitev Fotovoltaike	3
1.1	Sončne celice	3
1.1.1	Izdelava sončnih celic	3
1.1.2	Kristalne sončne celice	4
1.1.3	Amorfne sončne celice	5
1.1.4	Druge vrste sončnih celic	5
1.2	Proces pretvorbe sončne energije v električno energijo	5
1.2.1	Sončni moduli	6
1.2.2	Lastnosti sončnih sistemov	8
2	Izhodišča tehnološke platforme za fotovoltaike	9
3	Opis in analiza posebnosti trga sončnih celic/modulov	11
3.1	Geografska značilnost trga in pomen za EU	11
3.2	Posebnost trga glede na značilnost pretežnih ponudnikov in potrošnikov	12
3.3	Posebnost trga glede na proizvod	14
3.4	Posebnost trga glede na stopnjo organiziranosti	15
3.4.1	Zakonodajni okvir EU	16
4	Zakaj strateški raziskovalni program (SRP)?	16
5	Pravila delovanja skupine povezana v mrežo/platformo	17
5.1	Delitev nalog med partnerji in pravila vključevanja novih partnerjev	17
6	Opredelitev vizije in strateških ciljev razvoja mreže	18
7	Analiza potencialov in priložnosti za razvoj tehnologij	19
8	Identifikacija ožjih tehnoloških področij mreže	21
9	Organizacija mreže in načrt razvoja mreže	22
10	Aktivnosti PV platforme v Sloveniji	22
11	Strateške usmeritve PV platforme	25
12	Razširjanje znanja o fotovoltaiki v Sloveniji	28
13	Vključevanje v evropske raziskovalne konzorcije	29
14	Literatura in viri	29
15	Kazalo tabel in slik	30

1 Predstavitev fotovoltaike

Fotovoltaika je veda, ki preučuje pojave pretvorbe sončne energije neposredno v električno energijo. Proces pretvorbe je čist, zanesljiv in potrebuje le svetlobo kot edini vir energije. V tabeli 1 je prikazan zgodovinski razvoj fotovoltaike.

Tabela 1: Zgodovinski pregled razvoja fotovoltaike

Leto	Dogodek
1839	Becquerel odkrije fotovoltaični učinek
1954	Izdelana prva silicijeva solarna celica v Bell-ovih laboratorijih
1958	Prvi satelit na energijo pridobljeno iz fotovoltaike
1966	CdS/Cu ₂ O fina prevleka celic
1974	Prva amorfná Si celica
1983	Prva fotovoltaična elektrarna s kapacitetami preko 1 MW
1985	Prva silicijeva solarna celica z učinkovitostjo nad 20 %
1989	Prvo zaporedje solarnih celic z učinkovitostjo nad 30 % koncentrirane svetlobe

Proces pretvorbe poteka preko sončnih celic. Za boljše funkcioniranje so sončne celice povezane skupaj v solarne module. Več solarnih modulov lahko povežemo skupaj z ostalimi potrebnimi komponentami v različne sisteme.

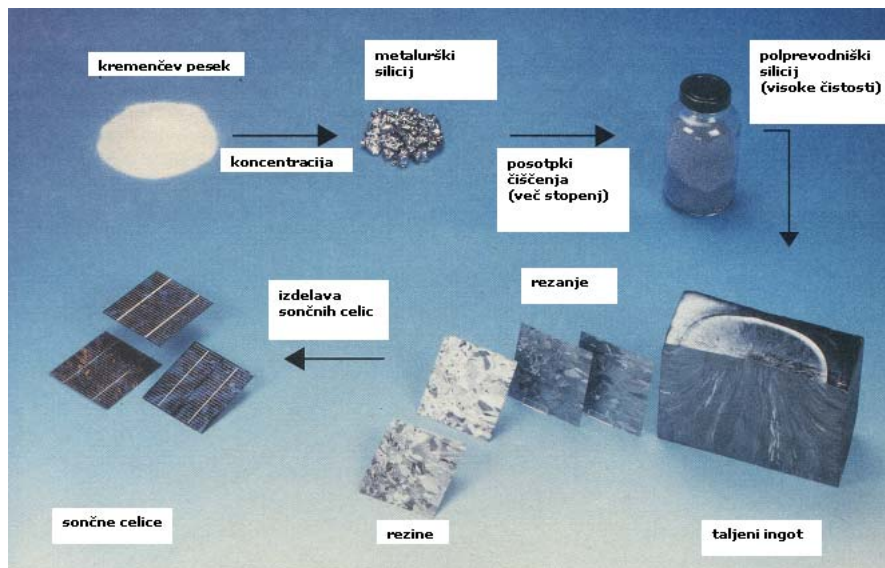
1.1 Sončne celice

1.1.1 Izdelava sončnih celic

Sončne celice so sestavljene iz polprevodnih materialov. Vsi polprevodni materiali imajo fotovoltaični učinek, vendar so solarne celice izdelane le iz nekaterih polprevodnih materialov, kjer je ta pojav bolj poudarjen. To so predvsem materiali kot na primer silicij (Si), ki so prav tako pomembni za elektronske komponente.

Na današnjem trgu za gradnjo sončnih celic 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. Potrebno je več korakov v procesu pridobitve iz kremenčevega peska za silicij visoke čistosti, ki se ga potrebuje za mikroelektroniko in tehnologijo sončnih celic. V sliki 1 je prikazan postopek izdelave sončnih celic iz kremenčevega peska.

Slika 1: Postopek izdelave sončnih celic



Tako kot na ostalih področjih polprevodniške tehnologije so osnova za monokristalne silicijeve sončne celice ploščice narezane iz enega samega čistega kristala, ki je še dodatno obdelan v procesu. Iz tega materiala so industrijsko proizvedene sončne celice z učinkovitostjo med 15 in 18%. Dandanes te celice predstavljajo največji tržni delež.

1.1.2 Kristalne sončne celice

V to skupino prištevamo tako polikristalne, kot tudi monokristalne sončne celice. Osnova za izdelavo celic je blok kristalnega silicija. Rezine silicija, ki so osnova za izdelavo sončnih celic režemo iz bloka z diamantno žago. Izrezane rezine, debeline 1mm, ki so rezane na 1/10 mm natančno se nato položi med dve plan-paralelni, nasproti rotirajoči, kovinski plošči s čimer dosežemo izravnanje obeh ravnin rezine na nekaj tisočink mm natančno. Nato sledi postopek izdelave celic, ki je sestavljen iz sledečih korakov:

Najprej se dopirane rezine jedka do globine nekaj mikrometrov. Na ta način odstranimo nepravilnosti v strukturi kristala, ki so nastale zaradi žaganja, obenem pa se rezine na ta način tudi očisti. Temu postopku sledi difuzija. Pri temperaturi 800°C pride do difuzije fosforja, ki ga dovajamo v plinasti obliki, v notranjost materiala. Nastane N dopirana plast in oksidna plast, bogata s fosforjem, na vrhu rezine, zaradi reakcije s kisikom. Rezine se nato zložijo v obliko kocke, ki se nato jedka v kisikovi plazmi, s čimer odstranimo N plast na robovih. V naslednji fazi s pomočjo mokrega kemijskega jedkanja odstranimo še oksidne plasti na površinah rezin.

Na zadnji strani se nato izdelava površina kontaktov iz srebra, ki vsebuje 1% aluminija. Srebro se na površino celic tiska preko maske, s posebnim postopkom. Nato se potiskano celico sintra pri visokih temperaturah. Na podoben način tiskamo še kontakte za povezavo na prednji strani celic. Tudi antirefleksno plast nanašamo na podoben način. Na izbiro imamo titanove paste .

1.1.3 Amorfne sončne celice

Amorfne sončne celice izdelujemo s podobnimi postopki, kot integrirana vezja. Zaradi tega tovrstne module večkrat imenujemo tudi tankoplastni moduli (thin-film modules). Postopek izdelave amorfnih sončnih celic je sledeč:

Najprej steklen substrat temeljito očistimo. Sledi nanašanje spodnje kontaktne plasti. Površina se nato strukturira - razdeli v trakove. V vakuumu se pod vplivom visokofrekvenčnega električnega polja nanaša plast amorfnega silicija. Ponovno sledi delitev v trakove. Nato sledi še nanašanje zgornjih kovinskih elektrod.

1.1.4 Druge vrste sončnih celic

Ostale, manj uporabljane sončne celice so še celice izdelane z EFG (Edge Defined Film fed Growth) metodo in APex celice iz silicija, celice izdelane iz kadmijevega telurida in celice izdelane iz bakrovega-indijevega selenida (CIS).

EFG celice se izdelujejo neposredno iz taline silicija, s čimer odpade žaganje na rezine, kar pomeni prihranek proizvodnih stroškov in prihranek materiala, saj ni odpadnega materiala zaradi žaganja. Pri proizvodnem postopku izdelave EFG celic se iz taline silicija vleče trak silicija v obliki pravilne cevi z osmimi ravnimi stranicami. Dolžina cevi znaša nekaj m. Ravne stranice cevi se nato z laserjem razžagajo v posamezne sončne celice. Dimenzije posameznih sončnih celic znašajo 100x100 mm in so v večini primerov pravilne kvadratne oblike. To ima za posledico večjo moč modula ob manjši površini za razliko od kristalnih modulov, kjer so celice v obliki kvadrata s prisekanimi robovi. Kontakti so izvedeni v obliki bakrenih trakov, posamezne celice pa se nato združujejo na podoben način, kot pri ostalih vrstah celic. EFG celice izdeluje proizvajalec ASE.

Za razliko od EFG celic so Apex celice polikristalne z zaščitenim proizvodnim postopkom, proizvaja pa jih le proizvajalec Astropower Inc.

Celice iz kadmijevega telurida in bakrovega-indijevega selenida (CIS) se zaenkrat uporabljajo v manjši meri in še to pretežno v laboratorijskih raziskavah. Komercialni moduli iz zadnjih omenjenih materialov so zaenkrat še zelo redki.

Svetovna proizvodnja modulov je sestavljena iz 48% monokristalnega silicija, 30% polikristalnega silicija in iz 20% amorfnega silicija, ki so uporabljeni v potrošniških proizvodih.

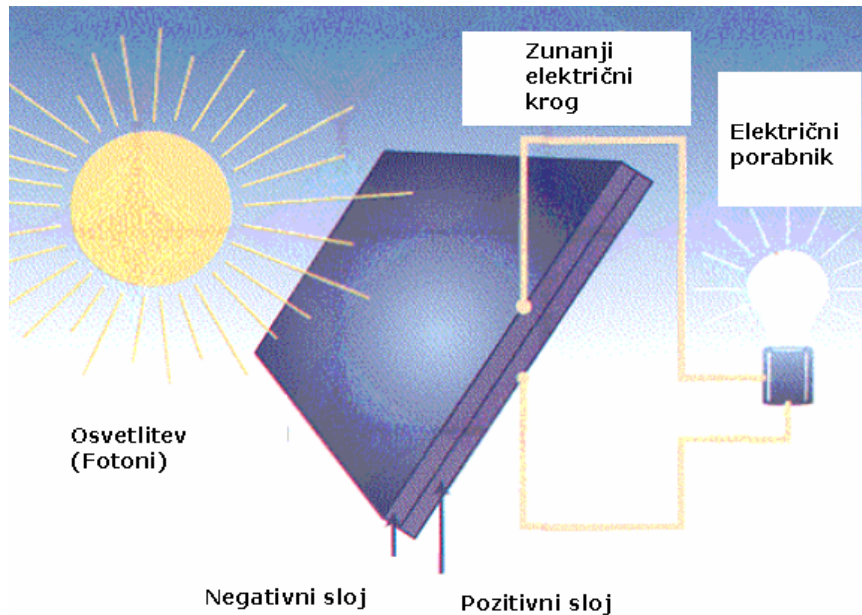
1.2 Proces pretvorbe sončne energije v električno energijo

Solarne celice neposredno pretvarjajo sevanje sonca v električno energijo. So nekakšne velike diode sestavljene iz najmanj dveh plasti polprevodnega materiala, in sicer so običajno izdelane iz monokristalnega, polikristalnega in amorfnega 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 električni krog. Absorbirana energija sonca je bila konvertirana v električno energijo. Delež

proizvedene električne energije iz vpadne svetlobne energije se imenuje izkoristek (η) solarne celice.

Napetostna razlika potencialov je ustvarjena na stiku negativne in pozitivne plošče. Velikost te napetosti je odvisna od uporabljenega tipa polprevodnega materiala, ni pa odvisna od same velikosti sončne celice. Tok se spreminja glede na velikost celice in z intenzivnostjo svetlobe. Celice so med seboj povezane v module. Konfiguracija niza celic in paralelna povezava določajo proizvodne zmožnosti modula. Na sliki 2 je prikazano delovanje sončne celice.

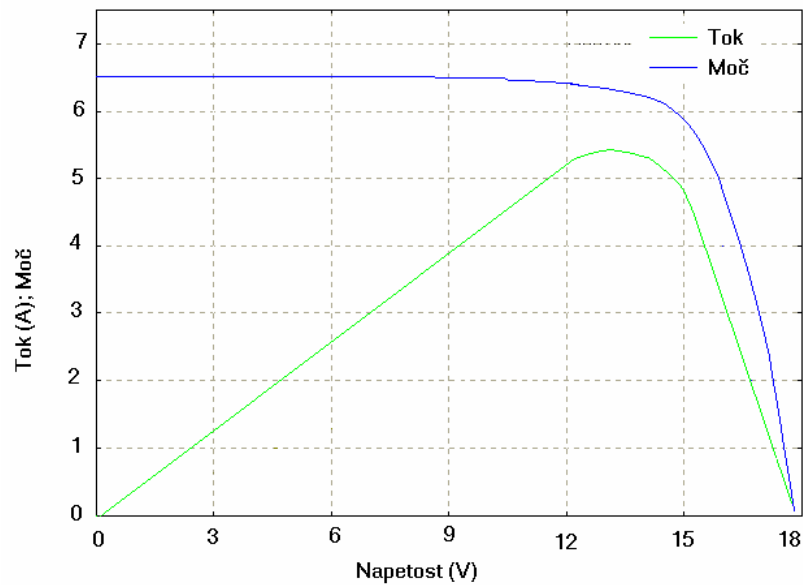
Slika 2: Delovanje sončne celice



1.2.1 Sončni moduli

Z namenom, da dosežemo večjo moč se posamezne sončne celice povezuje v module. Pri povezovanju sončnih celic iz kristalnih ploščic se kontakti, narejeni na vsaki posamezni celici, spojijo skupaj s ploščatim bakrenim trakom. Za zahtevano napetost in tok je potrebno določeno število sončnih celic. Polje tako povezanih celic je najprej laminirano s posebnimi folijami in potem pokrijemo s stekleno oz. stekleno-plastično ploščo, ki jih zaščiti pred okoljem in na kateri je omogočena namestitev aluminijastega ogrodja za montažo.

Slika 3: I(U) karakteristika sončnega modula

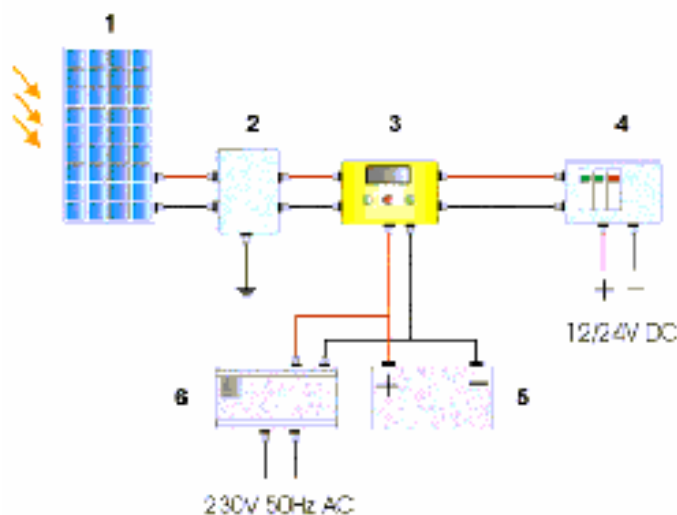


Navadno se moduli montirajo na ogrodje. Če se hočemo izogniti dodatni postavitvi konstrukcije lahko kot ogrodje vzamemo že obstoječe površine objektov. Možni načini montaže sončnih modulov so:

- strešna montaža
- fasadna montaža.

S povezavo večjega ali manjšega števila solarnih modulov med seboj dobimo raznovrstne solarne sisteme (od samostojnih sistemov majhnih moči do elektrarn moči več MW).

Slika 4: Sončni sistem



1.2.2 Lastnosti sončnih sistemov

Pri namestitvi sončnega sistema je treba upoštevati njegove karakteristične lastnosti:

- sončni moduli proizvajajo elektriko samo ko so osvetljeni,
- količina proizvedenega toka je odvisna od intenzivnosti osvetljevanja,
- sončni moduli proizvajajo enosmerni tok,
- sončni sistem ima maksimalno moč, ki je določena s karakteristikami električnega toka (tok, napetost).

Sončni sistemi predstavljajo stroškovno učinkovit, zanesljiv vir energije za področja, kjer zaradi odročnosti oziroma težkega terena ni mogoče oziroma ni rentabilno (stroškovno izvedljivo) napajanje iz električnega omrežja. Raba sončnih sistemov se je razširila tudi na druga področja (izven odročnih področij), ko so začele cene komponent sončnih sistema padati, cene rabe električne energije naraščati in ko so postali okoljski stroški proizvodnje energije iz konvencionalnih virov očitni in so se začeli upoštevati v ekonomsko družbenih bilancah.

Sončni sistemi so prilagodljivi, delujejo tiho, neodvisno od goriv. Poleg razvoja tehnologije so proizvajalci na področju fotovoltaike z vizijo prihodnosti poskrbeli za estetski videz. Hiše oziroma stavbe z vgrajenim solarnim sistemom se ločijo od ostalih stavb v okolici in simbolizirajo skrb, odgovornost za okolje njihovih prebivalcev.

Slika 5: Integracija sončnih celic na stavbo ter primer sončne elektrarne



Zelo pomembna lastnost solarne elektrarne pa je, da se pri proizvodnji električne energije ne sproščajo emisije toplogrednih plinov in ne onesnažujejo okolja. Prav tako je sončna elektrarna zelo zanesljiva, saj deluje daljše obdobje brez potrebnega vzdrževanja in ker gre za fiksno pritrjene dele so stroški vzdrževanja zelo nizki. Poleg tega je skonstruiran model kakršnekoli velikosti in se ga lahko dogradi ali premakne na drugo lokacijo. Kar se tiče stroškov postavitve, pa so le-ti nizki in v primeru integriranih sistemov se s tem znižujejo tudi stroški ostalega materiala.

Sončne elektrarne imajo tudi nekaj karakteristik, ki so upočasnile njihov hitrejši razvoj. Investicija za postavitve elektrarne na sončno energijo je še vedno zelo visoka. Cena električne energije iz take elektrarne je večja od cene elektrike proizvedene iz konvencionalnih virov, vendar ne dovolj, da bi spodbudila razvoj in da bi bila elektrarna konkurenčnejša. Poleg tega pa elektrarne na sončno energijo proizvajajo elektriko samo preko dneva ob sončni svetlobi. Njihova proizvodnja električne energije tudi močno variira glede na vremenske pogoje.

2 Izhodišča tehnološke platforme za fotovoltaike

Sončna energija je obnovljiv trajnostni vir energije, ki v zadnjem desetletju izredno pridobiva na pomenu. Distribuirane elektrarne na sončno energijo vgrajene v gradbene objekte so zelo verjetno eden od pomembnejših bodočih virov električne energije. V najrazvitejših državah, še posebej v Nemčiji in na Japonskem, dajejo razvoju tega energetskega vira zelo veliko pozornost. V zadnjih treh letih je bilo na primer v Nemčiji zgrajenih več kot 80 MW sončnih elektrarn na leto. Poleg samih elektrarn se ogromno dela na znanstvenem in raziskovalnem področju, razvija pa se tudi pomembna industrija opreme. V proizvodnjo opreme je vključenih ogromno število majhnih podjetij, v zadnjem času pa se v to področje vključujejo tudi velike svetovne energetske multinacionalke kot so SHELL, British Petrol, RWE in multinacionalke s področja elektronike kot so SHARP, KYOCERA, SANYO, MITSUBISHI itd.

Podpredsednica Evropske Komisije, gospa Loyola de Palacio, je decembra 2003 ustanovila strokovni posvetovalni odbor PV-TRACK, ki je pripravil poročilo »A Vision for PV Technology for 2030 and Beyond«. Glede na ugotovitve podane v poročilu, bodo prihodnja desetletja odločilna za razvoj sončnih elektrarn. EU ima enkratno priložnost, da razvije obsežen, trajnostno naravnani in inovativni ekonomski sektor. Tak razvoj bo zahteval ambiciozno in skladno politiko podpore tehnološkega razvoja, tržnih mehanizmov in promocije. Dosedanji razvoj je povezan s heterogenimi politikami posameznih držav. Najbolj uspešna v razvoju je Nemčija, ki je leta 2000 sprejela zakon o obnovljivih virih energije, s sistemom fiksnih odkupnih cen. V obratovanju ima že 400 MW sončnih elektrarn, EU skupaj pa 560 MW. Fiksna odkupna cena za sončne elektrarne v Nemčiji je na nivoju 0,55 €/kWh. Sistem fiksnih odkupnih cen s primerno višino imajo še Španija 0,4 €/kWh, Portugalska 0,41 €/kWh, Luksemburg 0,45€/kWh in Slovenija 0,37 €/kWh. Inštalirane kapacitete v svetu zadnjih 10 letih rastejo s stopnjo nad 30% letno, nosilke razvoja pa so Japonska, Nemčija in ZDA. Skupna inštalirana moč sončnih elektrarn v svetu je bila v letu 2003 približno 2.500 MW. Z večanjem obsega proizvedene opreme pada njihova cena in sicer podvojitve proizvodnje pomeni 20% znižanje cen sončnih modulov. Nadaljnje padanje cen je možno pričakovati samo ob kontinuirani rasti trga in ob pospešenih vlaganjih v raziskave in razvoj opreme. Specifična investicijska vrednost večje sončne elektrarne v letu 2004 znaša približno 5 €/Wp (brez DDV).

Prehod na globalno trajnostni način oskrbe z energijo je eden od največjih izzivov s katerim se je človeštvo kdajkoli srečalo. Obdobje prehoda bo trajalo najmanj 30-50 let, sončne elektrarne in z njimi povezane tehnologije pa bodo odigrale ključno vlogo pri tem. Z ambiciozno realno rastjo se pričakuje, da bodo inštalirane kapacitete sončnih elektrarn v letu 2030 v EU dosegle 200 GWp in v svetu 1.000 GWp. S 1.000 TWh bo to pomenilo okoli 4% svetovne proizvodnje električne energije. Glede na dolgoročni tehnični potencial pa se računa, da bi proizvodnja električne energije iz sončnih elektrarn v EU v letu 2050 imela najmanj

20% delež. Sedanji delež električne energije iz vseh OVE v EU, z upoštevanjem tudi velikih hidroelektrarn je 14%.

Tudi v Sloveniji nam je uspelo prepričati vlado, da je sprejela določene ukrepe za spodbujanje hitrejšega razvoja tega energetskega vira. Z Uredbo o kvalificiranih proizvajalcih in s Sklepom o cenah je zagotovljena cena električne energije 89,6 SIT/kWh. Izraba sončne energije je tudi v skladu s prizadevanji Slovenije, da se zmanjša naraščanje emisij CO₂ v naslednjem srednjeročnem obdobju. Slovenija je leta 1995 ratificirala Okvirno konvencijo Združenih narodov o spremembi podnebja, s katero se zavezuje, da bo oblikovala, izvajala, objavljala in redno ažurirala nacionalne oziroma regionalne programe za omejevanje emisij toplogrednih plinov, ki niso predmet Montrealskega protokola. Večja uporaba obnovljivih virov energije je tudi eden najpomembnejših instrumentov za zmanjševanje emisij CO₂, ki jih je predvidel konec leta 1997 sprejeti protokol o zmanjševanju podnebnih sprememb v Kjotu. Slovenija je ratificirala Konvencijo ZN o spremembi podnebja in podpisala Kjotski protokol, ki zahteva zmanjšanje količine toplogrednih plinov za 8% do leta 2010, glede na leto 1996.

Spodbujanje in izvajanje ukrepov učinkovite rabe energije ter večja izraba OVE pomembno prispeva k zmanjšanju CO₂ emisij. Minimizaranju okoljskih vplivov v celotnem ciklu pridobivanja energije posveča posebno pozornost tudi Energetska listina, ki jo je podpisala tudi Slovenija. V 19. členu Aneksa 1 se podpisnice med drugim zavezujejo, da bodo upoštevale okoljske zahteve pri oblikovanju in izvajanju svojih energetskih politik, da bodo pri oblikovanju cen upoštevale okoljske stroške in koristi v celotnem ciklu ter da bodo dale poseben poudarek razvoju, rabi in promociji OVE. Poleg pozitivnega učinka na okolje z vidika zmanjšanja emisij toplogrednih plinov in zmanjšanja obremenjevanja naravnih virov je treba poudariti tudi pozitiven vpliv iz makroekonomskega vidika. Koristi od izkoriščanja energije sonca so namreč izredno večstranske in prinašajo tudi celo vrsto lokalnih in regionalnih prednosti (NEP, 2003).

Najvažnejši makroekonomski vpliv izkoriščanja obnovljivih virov energije je varčevanje fosilnih virov; zanesljivejša oskrba; zmanjševanje uvozne odvisnosti; zmanjševanje odpadkov (radioaktivni, itd); nov vir energije; razvoj lokalnega in nacionalnega gospodarstva; lokalna razpoložljivost; nova delovna mesta in decentralizacija oskrbovalnih sistemov.

Povečanje obnovljivih virov energije prinaša državi veliko prednosti. So domač vir energije, ki lahko veliko pripomore k zmanjšanju odvisnosti od uvoza fosilnih goriv, ki skozi proces svojega izkoriščanja v termoelektrarnah povzročajo veliko onesnaževanje in škodo okolju, kar seveda ni v skladu s smernicami, ki jih je postavila EU na področju energetske in ekološke politike. Razvoj obnovljivih virov energije je torej nujno potreben, če hočemo doseči okoljske cilje, ki smo si jih zadali (predvsem gre tu poudariti zmanjševanje CO₂ emisij). Obnovljivi viri so tudi pomemben element pri lokalnem razvoju in ustvarjanju novih delovnih mest.

Iz ekonomskega vidika predstavlja raba obnovljivih virov energije večjo konkurenčnost na domačem in tujih trgih. Do sedaj instalirane kapacitete sončnih elektrarn v Sloveniji se gibajo okoli 200 kWp. Prvi elektrarne so bile avtonomne za dobavo električne energije gorskim kočam. Prva elektrarna moči 1,1 kW priključena na omrežje je bila postavljena leta 2001, v letu 2004 pa je bila postavljena in priključena večja sončna elektrarna (SE) moči 5 kW. Trg se je začel v letu 2005 hitro razvijati. Do sedaj so bile zgrajene in priključene na omrežje:

- SE 16 kW Flycom Radovljica,
- SE 16 kW LEA v Lescah,
- SE 16 kW Gorenjske elektrarne v Radovljici,

- SE Nanos Abram 4,5 kW,
- SE 8 kW na poslovni stavbi Elektro Primorske v Novi Gorici in Izoli 2,6 kW,
- SE FERI Maribor 4,5 kW,
- SE Jarše pri Domžalah 35,6kW,
- SE Miran Kramberger Ptuj 3x 4,1 kW,
- SE Labore –Gorenjske elektrarne 30 kW,
- SE PRISTAN Maribor 35,9 kW,
- SE HTZ Muzej premogovništva Velenje 5 kW,
- SE Čelesnik Bled 3,3 kW,
- SE Mavčiče 35,7 kW in
- SE ANDERLE Žerovnica 6,3 kW .

S postavitvijo večjega števila sončnih elektrarn bi pomembneje prispevali k večji izrabi sončne energije v Sloveniji, povečali delež OVE pri proizvodnji električne energije in posledično prispevali k razvoju domače znanosti in industrije opreme za foto-napetostne sisteme. Razvoj trga bi torej vplival na konkurenčnosti ponudbe visoko kakovostne opreme in storitev na domačem in možnostjo nastopa tudi na tujih trgih.

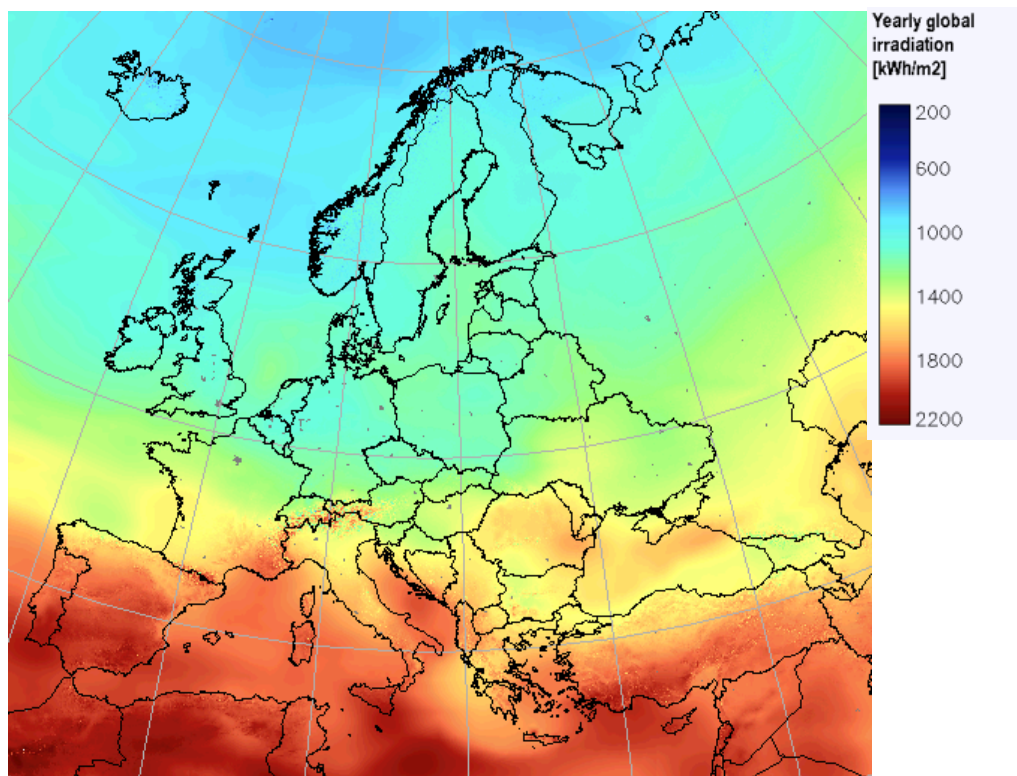
3 Opis in analiza posebnosti trga sončnih celic/modulov

3.1 Geografska značilnost trga in pomen za EU

Sončne elektrarne oziroma njihova proizvodnja električne energije je pogojena s sončnim obsevanjem. Pretvorba v električno energije 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).

Na sliki 6 je prikazan energetski potencial sončnih elektrarn za Evropo, 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.

Slika 6: Sončno obsevanje Evrope



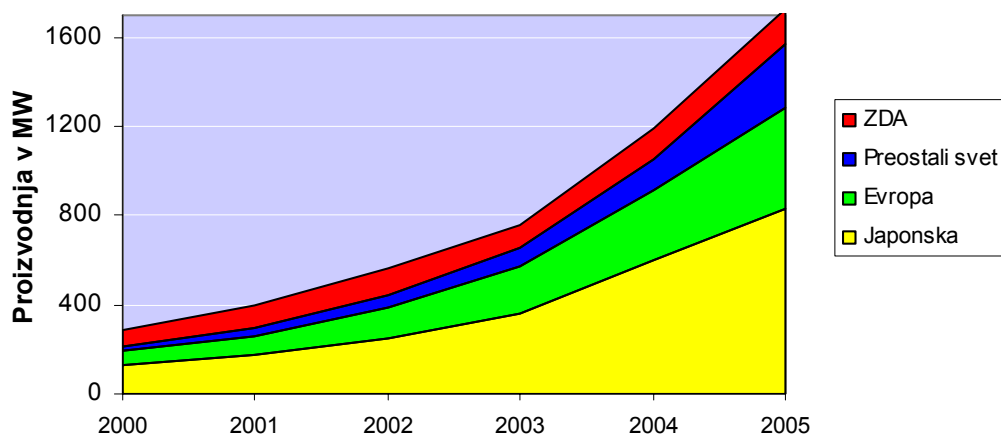
Vir: <http://re.jrc.ecc.eu.int/pvgis>

Stroški proizvodnje električne energije iz sončne so visoki v primerjavi s konvencionalnimi načini proizvodnje, predvsem zaradi relativno nizkih izkoristkov pretvorbe in visokih investicijskih stroškov. Samo povpraševanje oziroma interes investitorjev za postavitev sončnih elektrarn pa je odvisen predvsem od ekonomskega interesa oziroma ugodnih zakonodajnih pogojev. Predvsem v Evropi je uspešen nemški zakon obnovljivih virov, kjer je odkupna cena električne energije ustrezno visoka in omogoča ugoden donos elektrarn.

3.2 Posebnost trga glede na značilnost pretežnih ponudnikov in potrošnikov

Proizvodnje kapacitete sončnih celic in modulov so skoncentrirane na treh ključnih področjih, in sicer EU, ZDA in Japonska. Skupna proizvodnja v letu 2005 predstavlja 83% svetovnega trga proizvodnje. Od tega ima največji delež Japonska, in sicer skoraj polovico. Proizvodnja v Evropi pa predstavlja 27% svetovne proizvodnje in pričakuje se, da bo ta delež v prihodnosti pomembneje zrasel. V nadaljevanju je prikazana proizvodnja v MW po največjih državah ter proizvodnja v največjih evropskih podjetjih.

Slika 7: Svetovna proizvodnja celic/modulov po največjih državah



Vir: Maycock, 2006

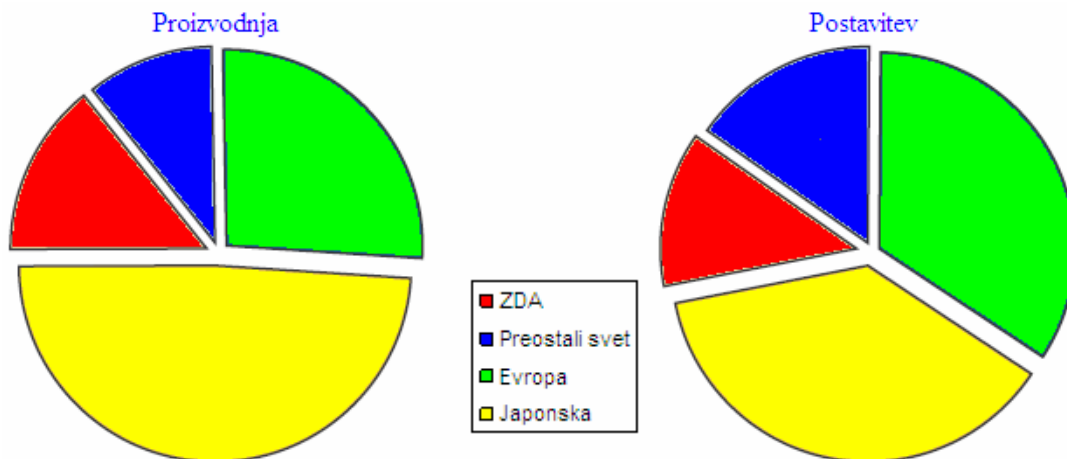
Tabela 2: Proizvodnja največjih evropskih podjetij za proizvodnjo celic in modulov (v MW)

Podjetje	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Q-Cells			8	28	75	160
Schott Solar	10	16	25	38	53	82
Isofoton (ES)	10	18	27	35	53	53
Deutsche Solar				17	28	38
Photowatt (FR)	14	14	17	20	22	24
Ersol			9	9	16	20
Shell (DE)	3	8	9	25	10	17
BP Solar (ES)	9	12	17	16	24	17
Sunways			5	5	11	16
Antec					7	8
Eurosolar (IT)	2	4	3	4	4	5
Helios (IT)	2	2	3	4	4	5
Ostali	11	13	13	10	8	7
Skupaj	61	86	135	210	314	452

Vir: Maycock, 2006

Po počasnejšem začetku pa zadnjih pet let trg sončnih elektrarn raste s povprečno stopnjo 40%. Na spodnji sliki pa je prikazana primerjava proizvodnje in porabe po skupinah in razvidno je, da sta največja trga Evropa (34%) ter Japonska (38%). Sama proizvodnja na Japonskem pa znaša 49% in s tem presega svojo potrošnjo. Japonska je neto izvoznik.

Slika 8: Svetovna proizvodnja in poraba po državah v letu 2003

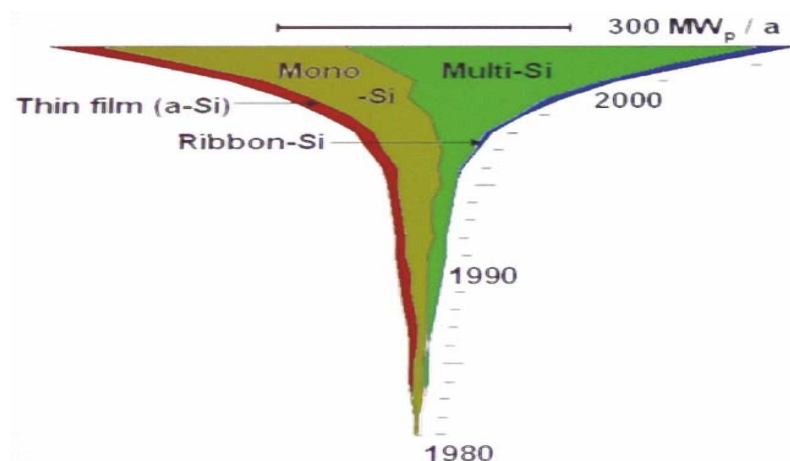


Vir: A vision for photovoltaic technology, 2005

3.3 Posebnost trga glede na proizvod

Sončne elektrarne se med seboj razlikujejo predvsem glede na vrsto modulov oziroma sončnih celic, ki so povezani v modul. Najbolj razširjena je uporaba silicijevih celic, in sicer mono in multikristalnih. Na spodnji sliki 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 primeren.

Slika 9: Delež posameznih tehnologij



Vir: Brecl, Topič 2005

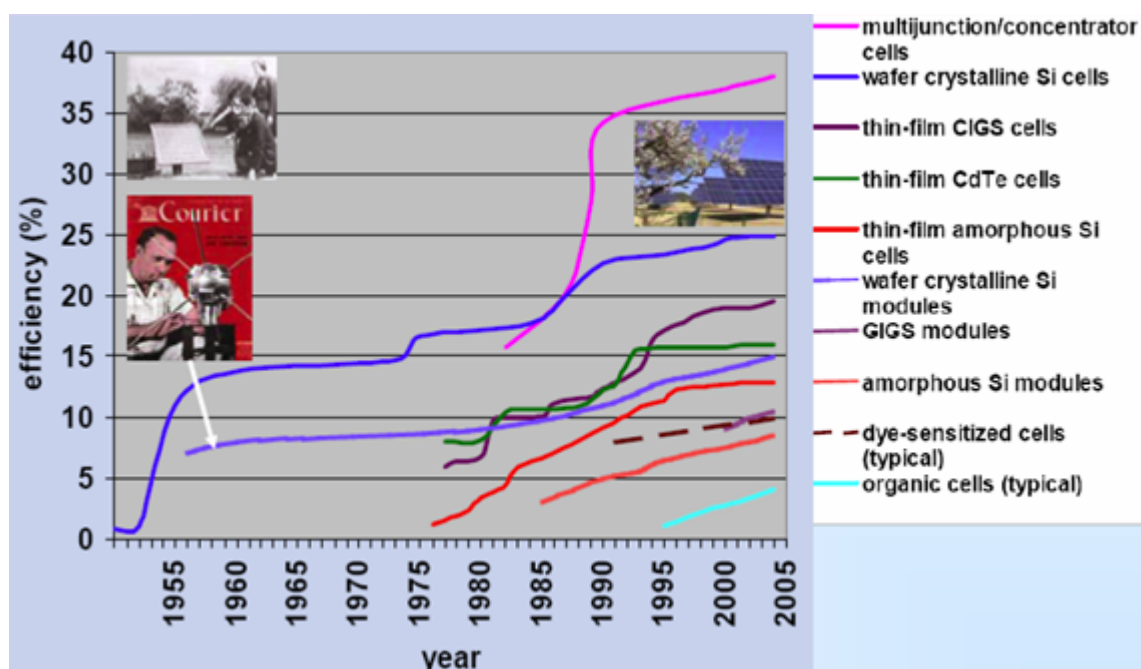
Tabela 3: Karakteristike različnih celic

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

Vir: Prirejeno po Aktualne raziskave s področja PV v EU

Razvoj trga s sončni 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. Na spodnji sliki je prikazan razvoj različnih sončnih celic in povečevaje izkoristkov. Velik razmak je viden po letu 1985.

Slika 10: Razvoj in izkoristki posameznih sončnih celic



Vir: Brecl, Topič 2005

3.4 Posebnost trga glede na stopnjo organiziranosti

Trg opreme sončnih elektrarn dobiva pomembne razsežnosti v zadnjih desetih letih. Večinoma so proizvajalci vpeti in medsebojno (tudi lastniško) povezani v tehnološko verigo od priprave ingotov za razrez na rezine, izdelava sončne celice ter njihova povezava v module. Podjetja so med seboj povezana in večina jih pokriva vse korake. Posledica take organiziranosti je, da večje proste ponudbe na trgu ni. Pri tankoplastnih moduli pa tehnološka veriga mnogo bolj enostavna, saj se sončne celice in moduli izdelujejo hkrati.

3.4.1 Zakonodajni okvir EU

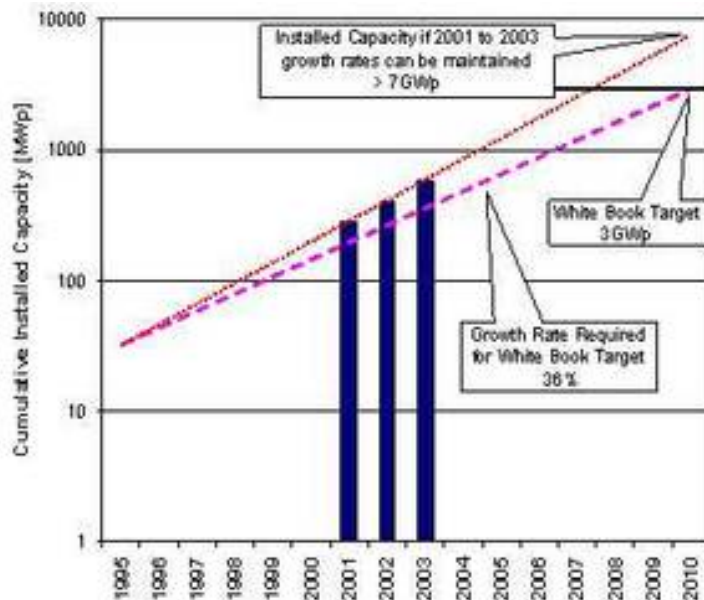
Na nivoju EU številni dokumenti omogočajo okvir za razvoj obnovljivih virov energije na splošno in tudi posebno za fotovoltaike oziroma sončne elektrarne (Vir: A vision for photovoltaic technology):

1. Bela knjiga in Akcijski načrt, kjer je zastavljen cilj 3 GW sončnih elektarn do leta 2010.
2. Zelena knjiga, ki pokriva področje zanesljivosti oskrbe in predvideva povečanje deleža obnovljivih virov iz 6% leta 1996 na 12% do leta 2010.

Razvoj evropske industrije sončnih elektrarn in povpraševanja po njih kot vir energije je močno povezan z omenjenimi dokumenti. Posamezne države EU pa morajo zastavljene cilje doseči, pri čemer je izbira pristopa in oblikovanja politik prepuščena posamezni državi.

V prilogi 2 je podan pristop spodbujanja trga sončnih elektrarn po posameznih državah EU.

Slika 11: Stanje sončne industrije v svetu



Vir: Waldau, Status Report on Photovoltaics

Število novih delovnih mest pa bo mogoče le ob stabilni dolgoročni politični ureditvi, ki bo omogočala ustrezen donos investitorjem v sončne elektrarne. Poleg politične ureditve pa so potrebne tudi izboljšave sončnih celic in tehnologije celotnega sistema.

EU je na dobri poti, da doseže prej omenjeni cilj 3 GWp do 2010. Na sliki je prikazana potrebna rast za dosego cilja, ter dejansko stanje inštaliranih kapacitet sončnih elektrarn. Z upoštevanjem dejanskega trenda je prikazano, da se bo postavljeni cilj Bele knjige in Akcijskega načrta dosegel že v letu 2008. V 2010 pa bodo celotne inštalirane kapacitete sončnih elektrarn presegle 7 GWp ali okoli 16 Wp na prebivalca.

Glede na podatke Evropskega združenja industrije za sončne elektrarne (EPIA) je v tej industriji bilo zaposlenih v letu 2003 okoli 15.000 ljudi. Trend nadaljnega razvoja in povečanje

4 Zakaj strateški raziskovalni program (SRP)?

Čeprav so zanesljive sončne elektrarne komercialno dosegljive in pogosto (veliko) uporabljane, so pomembne nadaljnje raziskave, da bodo postale SE eden glavnih virov pridobivanja energije iz alternativnih virov, posledično pa utrditev evropske industrije na področju sončnih elektrarn. Trenuten nivo cen za sončnih elektrarne konkurira drugim alternativnim virom električne energije, povezanih na omrežje, konvencionalnim elektrarnam pa po trenutnih cenah brez spodbud še ne more tekmovati. Potrebno in možno je drastično znižanje cen PV sistemov, kar je objavljeno v dokumentu »A Vision for Photovoltaic Technology«, ki ga je objavil »Photovoltaic Technology Research Advisory Council (PV

TRAC)« v letu 2005 (<http://www.eupvplatform.org>). Potreben je nadaljnji razvoj za vzdrževanje in utrditev evropske PV industrije na globalnih trgih, predvsem zaradi konkurence in visoke stopnje inovacij.

Raziskovanje in razvoj je nujen za nadaljnjo rast sončnih elektrarn. Izvajanje skupnih raziskav na področju perečih problemov je edini način za doseg kritične mase in učinkovitosti, ki je potrebna za visok nivo implementacije tehnologije in konkurenčnosti v industriji. Zato se je Tehnološka platforma za fotovoltaike odločila za oblikovanje Strateškega razvojnega programa (SRP) za učinkovitejšo realizacijo te vizije. SRP lahko služi kot vhod za 7. okvirni program (glavni vir finančne podpore za skupne evropske raziskave), kot tudi olajšuje nadaljnjo koordinacijo raziskovalnih programov v državah članicah.

5 Pravila delovanja skupine povezana v mrežo/platformo

Vsi partnerji slovenske tehnološke platforme so podpisali dogovor o sodelovanju in pismo o nameri, s katerima so potrdili resen namen in interes za izvedbo aktivnosti za vzpostavitev in nadaljnjo sodelovanje v okviru tehnološke platforme za fotovoltaike.

Partnerji so s pismom o nameri izrazili, da:

- bodo sodelovali z vsemi ostalimi partnerji projekta in nudili potrebno podporo pri vzpostavljanju tehnološke platforme,
- opravili dodeljene naloge kakovostno s ciljem dosege končnega cilja in ne bodo delovali v škodo celotnemu projektu ter
- so prepričani v pomembnost tehnološke platforme, da bo imela velik in pozitiven odziv in vpliv na slovensko industrijo in javnost na področju prenosa znanja in informacij na področju izrabe sončne energije.

Koordinator projekta bo vodil delo in skupaj z ostalimi partnerji v skupini določil delovne skupine za izvedbo posameznih del.

Za izvedbo posameznih nalog in aktivnosti bodo bile oblikovane delovne skupine za posamezne naloge, ki bodo koordinirale in usklajevale delo na enoten način. Vodje delovnih skupin bodo delili naloge, skrbeli za priprave, vodenje in organizacijo del. Vsi odgovorni vodje delovnih skupin bodo stalno sodelovali s koordinatorjem platforme, tako da bo delo stalno usklajeno in da bodo vseskozi zasledovan cilji vzpostavitve in delovanja platforme.

5.1 Delitev nalog med partnerji in pravila vključevanja novih partnerjev

V tehnološki platformi za fotovoltaike poleg podjetja ApE, ki je koordinator projekta sodelujejo še številna podjetja iz različnih segmentov sončnih elektrarn, tako industrije kot storitveni sektor. Odgovorne osebe vseh sodelujočih podjetij bodo sodelovale v usmerjevalnem odboru, v okviru katerega se bodo obravnavali in sprejemali vsi skupni formalni dokumenti, usmeritve za delo, programi del, finančni načrti in poročila. V okviru usmerjevalnega odbora bo potekalo tudi sprejemanje novih članov mreže. Ostali predstavniki partnerjev v projektu se bodo vključevali v delovne skupine za ožja tehnološka področja.

Koordinator platforme je podjetje ApE d.o.o., ki bo skrbel za nemoten potek dela na projektu in bo odgovoren za razporejanje in porabo finančnih sredstev.

Platforma je odprta za nove zainteresirane člane, ki vidijo interes sodelovanja na področju sončnih elektrarn. Med sedanjimi partnerji je oblikovan dogovor, da lahko nove člane sprejemajo obstoječi člani platforme s konsenzom. Prav tako lahko novi potencialni člani sami izrazijo interes za sodelovanje v grozdu. Nove člane potrdi usmerjevalni odbor s konsenzom partnerjev. Potencialni novi člani bodo ob izraženem interesu za vključitev v platformo morali podati vlogo za sprejetje, v kateri bo opisano podjetje, njegova dejavnost, razloge za vstop in vizijo delovanja v okviru delovanja platforme. V primeru sprejetja novega člana bo le-ta moral podpisati vstopno izjavo in medsebojni dogovor o sodelovanju na projektu. Način obsega in finančni vidik sodelovanja novih članov pa bo definiran na podlagi izraženegega interesa, opravljene analize skladnosti z obstoječimi aktivnostmi in končne potrditve s strani članov.

6 Opredelitev vizije in strateških ciljev razvoja mreže

Tehnološka platforma za fotovoltaike združuje relevantne akterje iz industrije, znanosti in politike. Ta platforma lahko neposredno vpliva na oblikovanje, implementacijo in podpira izvedbo strategije za razvoj trga na področju fotovoltaike. Predstavniki so iz področja industrije, raziskovalnih institucij, energetskih podjetij, politike, nevladnih organizacij in ostalih strokovnjakov (arhitekti, inštalaterji,...), finančni akterji, itd.

Osnovna vizija vzpostavitve in razvoja platforme za fotovoltaike je tako dvig in razširjanje znanja med člani platforme in širšo javnostjo. S skupnim delovanjem in izmenjavo znanja želimo doseči sinergijske učinke, ki lahko bistveno povečajo neposredne in posredne koristi slovenskih podjetij na tem področju. Razvoj tehnološke platforme bo omogočil lažje sodelovanje med slovenskimi partnerji ter tudi lažje sodelovanje in razpoznavnost med partnerji v tujini na področju fotovoltaike. S sodelovanjem na razvojno raziskovalnih projektih bodo partnerji dvignili raven znanja in definirali konkurenčne prednosti na specifičnem področju ter jih nato izrabili v smeri konkurenčne proizvodnje opreme za sončne elektrarne. Z medsebojnim delovanjem industrijskih in svetovalnih podjetij z razvojnimi institucijami se bo raven znanja povečevala in ohranjala konkurenčna prednost.

S pomočjo širjenja informacij ter znanja se želi na dolgi rok vzpodbuditi povpraševanje in ponudbo po sončnih elektrarnah in tako ustvariti prodoren trg v Sloveniji ter s tem spodbuditi slovenske proizvajalce za vstop na tuje trge sončnih elektrarn, pri čemer bi jim v veliko pomoč prišla tehnološka platforma. Razvijajoči mednarodni trg zahteva opremo visoke kakovosti podjetja jo lahko razvijejo le s skupnimi razvojno raziskovalnimi projekti.

Glavne aktivnosti tehnološke platforme za fotovoltaike:

- Redne posodobitve strateškega raziskovalnega programa, v kateri bodo določeni prioritete RTD za kratkoročno in dolgoročno obdobje. Vključeni bodo bili tudi ukrepi za povečanje sodelovanja podjetij v okviru mreže.
- Določitev mehanizmov za angažiranje privatnega in javnega kapitala potrebnega za implementacijo raziskovalnih in razvojnih strategij.
- Določitev aktivnosti povezanih s priložnostmi izobraževanja in usposabljanja visoko kvalitetne delovne sile, ki lahko zagotovi učinkovito implementacijo prihodnjih tehnologij.

- Ustanovitev komunikacijskega procesa med člani platforme, ki vključuje tudi zviševanje zavesti javnosti o fotovoltaiki.

Strateški cilji platforme tako so:

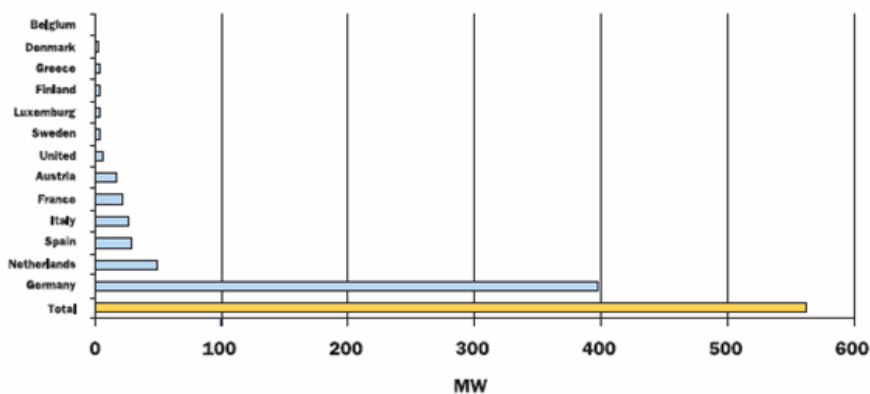
- Usmerjen razvoj domače znanosti, znanj in specializirane opreme.
- Odprava ovir za večjo uporabo sončne energije v Sloveniji.
- Vzpostavljanje novega, perspektivnega trga za opremo sončnih elektrarn in proizvodnjo električne energije v Sloveniji.
- Skupno pridobivanje domačih in tujih partnerjev za nastope na večjih trgih v tujini.
- Vključevanje slovenske tehnološke platforme v iniciative Evropske tehnološke platforme za fotovoltaiko.

7 Analiza potencialov in priložnosti za razvoj tehnologij

Nacionalni energetski program (NEP 2004) podaja oceno potenciala za sončne elektrarne, in sicer naj bi bil potencial 0,5 MW do leta 2010 in 5 MW do leta 2020. Sami pa ocenjujemo, da je potencial za postavitve sončnih elektrarn v Sloveniji bistveno večji. Samo na področju Primorske je ocenjen potencial na več 10 MW sončnih elektrarn. Trenutno je v Sloveniji inštaliranih okoli 250 kWp, do konca leta pa se pričakujejo nove investicije. Prav tako je v pripravi izgradnja nekaj sončnih elektrarn tudi v energetskih podjetjih, ki so tudi člani platforme. Holding slovenske elektrarne ima v programu izgradnje do leta 2007 sončne elektrarne s skupno močjo 1 MW, Elektro Primorska pa 200 kW. Glede na zagotovljeno ceno ocenjujemo, da ima Slovenija zelo dobre možnosti, da se aktivno vključi in pomembno vpliva na izvajanje EU vizije na področju sončnih elektrarn. Za Slovenijo je to dobra možnost, da pristopi k razvoju določene industrije in v okviru planiranega razvoja trga sončnih elektrarn doseže v posameznih podjetjih ustrezne gospodarske koristi. V posameznih podjetjih že potekajo analize možnosti za proizvodnjo različne opreme. V podjetju Bisol so postavili proizvodnjo linijo s kapaciteto 15 MWp sončnih modulov na leto.

V Evropi in celem svetu je področje fotovoltaike in izrabe sončne energije že relativno dobro razvito. Temu v prid kaže tudi naslednji graf, ki kaže instalirane moči sončne elektrarne v Evropi. Razviden je prevladujoči delež Nemčije, ki je imela že 400 MW instaliranih sončnih elektrarn.

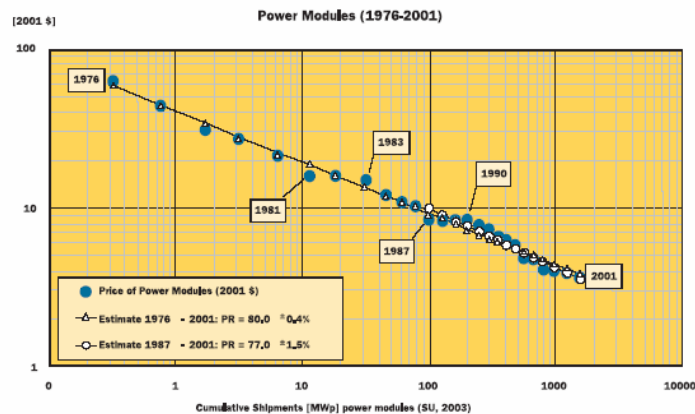
Slika 12: Skupne instalirane moči v Evropi 1/1/2004 (EurObserver 2004)



Vir: A Vision for PV Technology for 2030 and Beyond, report by PV TRACK

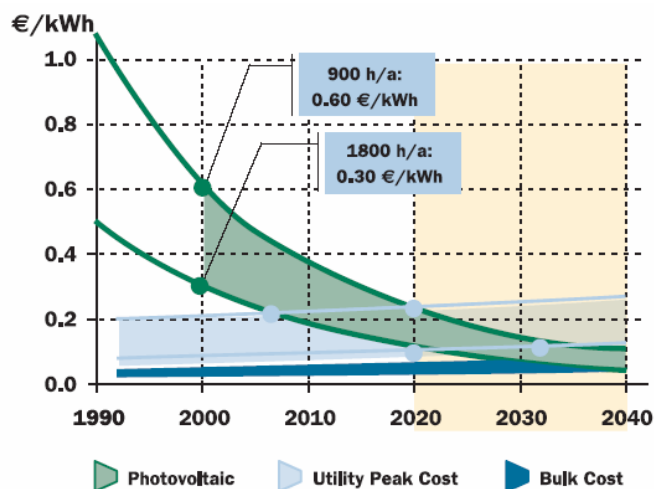
Z investiranjem v sončne elektrarne se je spodbudil tudi razvoj v smeri zniževanja stroškov in v nadaljevanju je prikazano gibanje cene solarnih modulov od leta 1976 do 2001. V sliki je razvidna povezanost padanja stroškov opreme z investiranjem v sončne elektrarne. Zniževanje stroškov pa omogoča doseganje boljših ekonomskih rezultatov in s tem se zanimanje za sončne elektrarne še povečuje.

Slika 13: Dinamika gibanja cen sončnih modulov 1976-2001



Vir: A Vision for PV Technology for 2030 and Beyond, report by PV TRACK

Slika 14: Gibanje proizvodne cene sončne električne energije



Vir: A Vision for PV Technology for 2030 and Beyond, report by PV TRACK

Sončne elektrarne priključene na električno omrežje bodo po pričakovanjih v naslednjih 10 letih v večjem delu EU premagale glavno oviro, in sicer konkurenčnost z električno energijo iz konvencionalnih elektrarn. Prav tako bo uporaba opreme, kot normalne gradbene komponente, pospešila tržno penetracijo strešnih sistemov in močno vplivala na nove gradbene zasnove in standarde. Do 2030 bodo zelo verjetno proizvodni stroški sončne energije dovolj nizki, da bodo lahko konkurirali na večini trgov z električno energijo, še posebno če bo cena fosilnih goriv naraščala kot je pričakovano in če bo ustrezno vključen pozitiven okoljski vpliv sončnih elektrarn. Proizvodni stroški PV pa se analizirajo na različnih nivojih glede na tip aplikacije. Tako se za avtonomne sisteme uporablja primerjava z uporabo dizelskega agregata ali z razširitvijo električnega omrežja. V tem primeru se velikokrat izkaže, da uporaba sončne elektrarne ni le čistejši in zanesljivejši vir dobave električne energije, ampak se tudi izkaže tudi kot cenejša možnost. Proizvodni stroški sončne električne

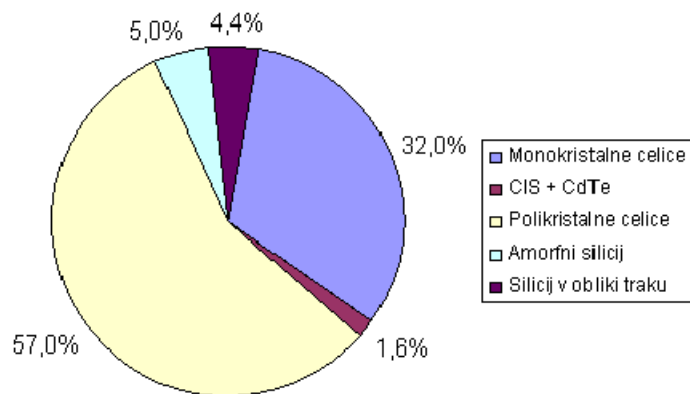
energije so trenutno na nivoju od 0,25 do 0,65 €/kWh v Evropi, odvisno od lokalnega sončnega obsevanja. Do 2010-2015 naj bi se ti stroški razpolovili in v letu 2030 naj bi bili od 0,05-0,12 €/kWh.

Prav tako se pričakuje znižanje stroškov sončnih modulov in celotnih sistemov. V omenjenem dokumentu PV-TRAC-ka so zastavljene ciljne cene modulov in sistemov. Do leta 2010 je načrtovana cena modulov 2 €/Wp in cena sistemov 3 €/Wp. Do leta 2020 se pričakuje, da bo cena modulov manjša od 1 €/Wp in cena sistemov €/Wp, do 2030 pa cena modulov manjša od 0,5 €/Wp in cena sistemov 1 €/Wp.

8 Identifikacija ožjih tehnoloških področij mreže

Sam proces pretvorbe sončne v električno energijo je čist, zanesljiv in potrebuje le svetlobo kot edini vir energije. Proces pretvorbe poteka preko sončnih celic, ki so sestavljene iz polprevodnih materialov. Najbolj je razširjena uporaba silicija (Si), ki je prav tako pomemben za izdelavo elektronskih komponent. Tako sončne celice delimo glede na njihovo kristalno zgradbo ali pa glede na material iz katerega so zgrajene. Glede na zgradbo ločimo monokristalne, polikristalne in amorfne celice. Na trgu, kot rečeno, prevladuje silicij, ki je drugi najpogostejši kemijski element v zemeljski skorji in se ga lahko pridobiva na primer iz kremenčevega peska. Za silicij visoke čistosti, ki se ga potrebuje za mikroelektroniko in tehnologijo solarnih celic, je potrebna vrsta tehnološko in energetsko zahtevnih korakov.

Slika 15: Tržni deleži posameznih vrst celic



Vir: EGS, št. 5/2004

Tako kot na ostalih področjih polprevodne tehnologije so osnova za monokristalne silicijeve sončne celice rezine narezane iz ingotov zelo visoke čistosti. Iz takega materiala so nato industrijsko 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. Največji izkoristek imajo sončne celice iz galijevega arsenida (GaAs). Novi postopek izdelave monokristalnega GaAs je relativno enostaven. Pri GaAs celicah je drag material glavna ovira za njihovo širšo uporabo.

Ožja področja delovanja tehnološke platforme so tako:

- Področje proizvodnje sončnih modulov z uporabo različnih materialov za proizvodnjo sončnih celic, ki omogočajo doseganje različnih vrednosti pretvorbe oziroma

učinkovitosti. To področje bo pokrivala znanstveno tehnološka skupina. Področje pokriva področja razvoja fotovoltaike glede na prioritete 7. okvirnega programa.

- Ekonomika sončnih elektrarn in njihova prihodnost.
- Informiranje, promoviranje, izobraževanje.
- Marketing in potencial na tujem trgu.

9 Organizacija mreže in načrt razvoja mreže

Tehnološka platforma za fotovoltaike bo povezovala javne in zasebne raziskovalne institucije na področju fotovoltaike s podjetji, ki so proizvajalci opreme za to področje. V okviru te tehnološke platforme bodo ustanovljeni usmerjevalni odbor in posamezne delovne skupine. Usmerjevalni odbor bodo sestavljale odgovorne osebe vseh članov tehnološke platforme.

Tehnološka platforma za fotovoltaike bo v formalnem smislu organizirana tako, da bo imela usmerjevalni odbor, koordinatorja platforme in vodje delovnih skupin. Osnovne funkcije posameznih organov so naslednje:

Usmerjevalni odbor

Sestavljajo ga odgovorne osebe vseh članov platforme. Usmerjevalni odbor obravnava vse pomembnejše načrte sodelovanja in z večino glasov sprejema skupne formalne dokumente, usmeritve za delo, programe del, finančne načrte in poročila. Usmerjevalni odbor se skliče na predlog koordinatorja platforme ali najmanj dveh članov platforme. Usmerjevalni odbor bo tudi predstavil pravila vključevanja novih članov v mrežo in poskrbel za vključevanje slovenske tehnološke platforme za fotovoltaike v European Photovoltaics Technology Platform.

Koordinator platforme

Koordinator platforme je podjetje ApE, ki je tudi uradni predstavnik platforme in je formalno potrjen s podpisom Doseženega dogovora skupine- Obrazec št. 2. Osnovne funkcije koordinatorja so: vodenje, koordinacija aktivnosti in organiziranje dela platforme, priprava načrtov del in poročil. Koordinator platforme je odgovoren za razporejanje in porabo finančnih sredstev. Koordinator platforme podjetje ApE bo organiziralo tudi potrebno tehnično administrativno podporo za nemoteno delovanje.

Vodje projektov delovnih skupin za ožja tehnološka področja

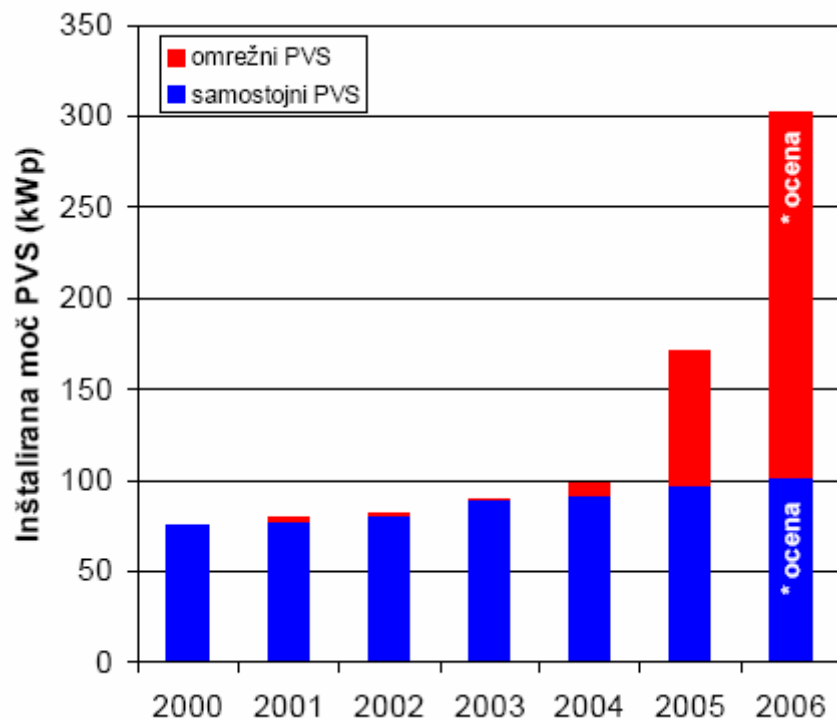
Vodje projektov delovnih skupin za ožja tehnološka področja bodo imenovani za posamezna tehnološka področja in projekte. Njihova naloga bo priprava, vodenje in organizacija del in poročil na področju, za katerega bodo imenovani. Vodje projektov medsebojno sodelujejo.

10 Aktivnosti PV platforme v Sloveniji

Lahko rečemo, da je v letu 2005 trg sončnih elektrarn zaživel, saj smo bili priča postavitvi kar nekaj večjih elektrarn, iskanje informacij s strani potencialnih investitorjev je vedno večje. Do konca leta 2004 je bilo ocenjeno, da je v Sloveniji v obratovanju za približno 100 kW sončnih elektrarn, za konec leta 2005 pa jih je 200 kW, porast je bil tako 100%. V letošnjem letu je bilo postavljenih 155 kW SE, ki so priključeni na omrežje. Do leta 2005 je bila torej izgradnja

sončnih elektrarn razmeroma skromna in omejena na otočne sisteme, v glavnem za napajanje planinskih koč. Prva sončna elektrarna moči 1,1 kW, ki je bila priključena na električno omrežje je bila postavljena na ApE v Ljubljani šele leta 2001 in je nekako spodbudila pripravo ustrežnejše regulative za to področje. Glede na interes in pripravo projektov gre pričakovati, da se bo taka dinamika nadaljevala tudi v prihodnjih letih. Imidž fotovoltaike bo verjetno tudi med slovenskim prebivalstvom postal vedno bolj pozitiven, kot je že sedaj v Nemčiji, kjer je veliko državljanov preko gradnje lastnih sončnih elektrarn ali preko udeležbe pri skupnih investicijah udeleženi že neposredno udeleženi.

Slika 16: Dinamika sončnih elektrarn v Sloveniji (fotonapetostnih sistemov)



Vir: Topič Marko, 2006

Odločilen vpliv za sedanjí razvoj trga sončnih elektrarn je bilo sprejetje določene regulative za kvalificirane proizvajalce. V letu 2001 je bila najprej sprejeta vladna Uredba o pogojih za pridobitev statusa kvalificiranega proizvajalca električne energije (URL št. 29/2001), v letu 2002 pa še vladna Uredba o pravilih za določitev cen in za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije (URL št. 25/2002). Sočasno je bil sprejet sistem zagotovljenih cen, ki je bil opredeljen v Sklepu o cenah in premijah za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev (URL št. 25/02, 8/04 in 75/06). Za sončne elektrarne je bila v letu 2002 postavljena cena za elektrarne do 36 kW v višini 64 SIT/kWh, ki pa še ni bila dovolj visoka za potencialne investitorje. V letu 2004 je bila ta cena povišana na 89,67 SIT/kWh, investicije so tako postale za investitorje tudi ekonomsko zanimive. V juliju 2006 je bila odpravljena omejitev 36 kW, sedaj cena 89,67 SIT/kWh velja za vse elektrarne, ne glede na velikost. Investiranje v sončne elektrarne je podprto tudi z ugodnejšimi posojili s strani Ekološkega sklada. Sistem fiksnih cen je odigral veliko vlogo in ima velik pomen za razvoj fotovoltaike za celotno Evropo, zato ga je potrebno ohraniti in ustrezno nadgrajevati tudi v prihodnjih letih.

Dobro je, da razvoj trga v Sloveniji spremljajo tudi določeni segmenti razvoja v industriji, saj je v letošnjem letu predviden zagon proizvodnje sončnih modulov z letno kapaciteto 15 MWp v podjetju Bisol d.o.o.. Določene študije in analize so bile narejene glede možnosti vključevanja TDR Metalurgija Ruše v posamezne faze proizvodnje silicija in sončnih celic. Trenutno je TDR Ruše v fazi prodaje. Potencialni edini kupec načrtuje posodobitev tehnološke opreme in naložbe v novo opremo za proizvodnjo solarnega silicija. Na področju izdelave strojev za proizvodnjo sončnih celic je aktivna in ima nadaljnje razvojne ambicije podjetje KEKO-Oprema iz Žužemberka. Na področju izdelave posameznih električnih komponent s področja regulacije, zaščite, meritev, nadzora itd obstaja cela vrsta renomiranih podjetij, kot npr: Iskra sistemi, Iskra zaščite, Iskraemeco, ETI Elektroelement, TAB itd., ki bi se ob znanju in tehnologiji s katero razpolagajo, v relativno kratkem času lahko zelo aktivno vključila v razvoj in izdelavo specializiranih komponent in sistemov za sončne elektrarne.

V Sloveniji so bi le v okviru slovenske tehnološke platforme za fotovoltaike oblikovane tri delovne skupine po vzoru evropske tehnološke platforme, in sicer:

- **DS1 – politika in instrumenti,**
vodja skupine ApE,
člani: FE, BISOL, KON TIKI SOLAR, HTZ, FERI
Analiza podpornih in zakonodajnih mehanizmov v Sloveniji in predlog sprememb
- **DS2 – razvoj trga**
vodja skupine HTZ,
člani BISOL, KON TIKI SOLAR, ApE, E3, FERI
Cilj je pripraviti projektne aktivnosti za izvedbo predvidenih projektov.
- **DS3 – znanost, tehnologija in aplikacije**
vodja skupini FE,
člani FERI, BISOL, HTZ
Raziskave in razvoj so vpete predvsem v evropski raziskovalni in inovacijski prostor in potreba je vključitev industrije. DS3 pokriva predvsem področje raziskav in razvoja materialov, elektronskih struktur in proizvodnih tehnologij sončnih celic in fotonapetostnih (PV) modulov z uporabo različnih polprevodniških materialov in tehnologij za proizvodnjo sončnih celic, ki omogočajo doseganje različnih učinkovitosti pretvorbe ob različnih stroških

Potencialne možnosti so, glede na izkušnje iz proizvodnje električnih naprav in komponent v Slovenski industriji, relativno velike, če bo trg sončnih elektrarn kontinuirano rasel in če bo industrija pravočasno spodbujena v razvoj in vlaganja v to področje. V ta namen bi bilo primerno analizirati možnosti slovenske industrije na praktično vseh segmentih, oziroma na celotni proizvodni verigi.

11 Strateške usmeritve PV platforme

Delo v okviru platforme je v prihodnosti usmerjeno v smeri izboljševanja pogojev za investiranje v sončne elektrarne ter posledično spodbujanje razvoja in rasti trga. Približati se želimo državam, kot je Nemčija in Španija, ki so daleč v ospredju po uporabi sončne energije v Evropi.

Za razvoj slovenske fotovoltaike v obsežen, trajnostno naravnan in inovativen gospodarski sektor so potrebne vzpodbude in finančne podpore v:

- aplikativno usmerjene raziskave in razvoj novih tehnologij na raziskovalno razvojnih institucijah in podjetjih (npr. strateški razvojni projekti,),
- prenos inovativnih pristopov v majhna in srednja podjetja,
- razvoj proizvodnih zmogljivosti in storitev na področju fotovoltaike,
- ustvarjanju strokovnih kadrov za doseganje kritične mase.

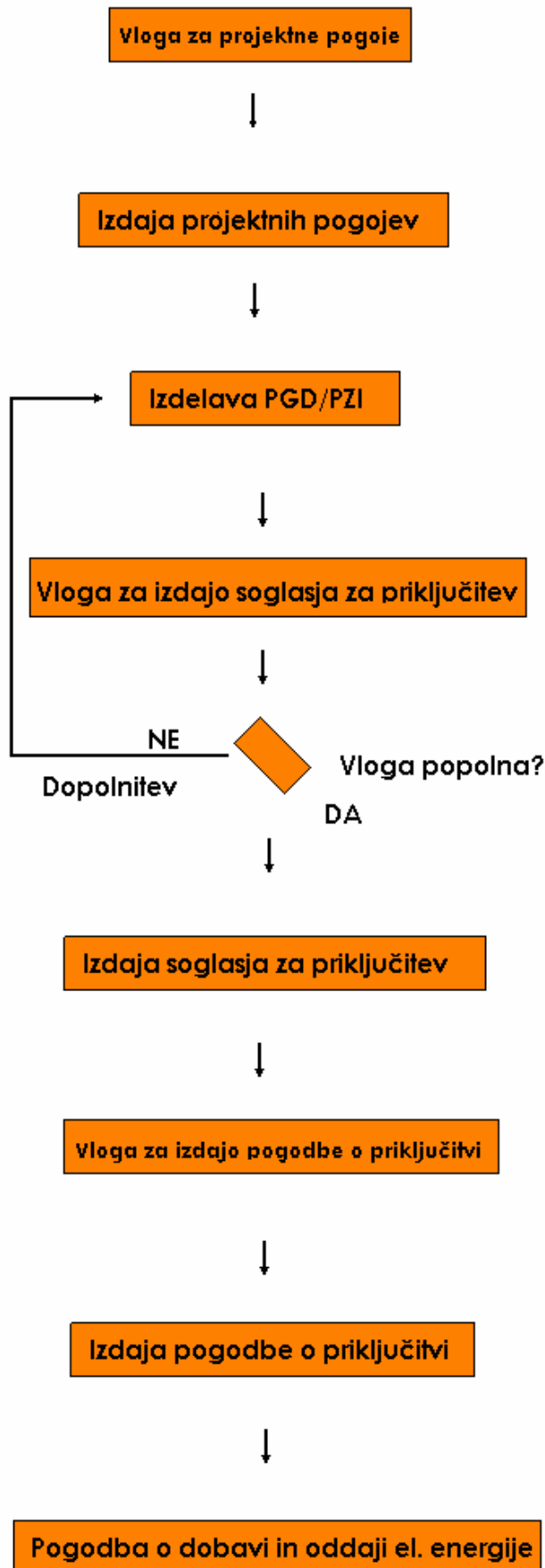
Za doseganje potrebno visoke učinkovitosti sistema zagotovljenih cen in za dolgoročni razvoj trga sončnih elektrarn mora sistem temeljiti na naslednjih bistvenih izhodiščih:

- Pogodba, ki se sklepa med distributerji električne energije in kvalificiranimi proizvajalci energije je sedaj napisana za odkup električne energije za obdobje 10 let. Zaradi vračilne dobe SE, ki znaša okoli 15 let je cilj podaljšanja dobe pogodb na 15-20 let po cenah, ki so vnaprej določene in napisane v pogodbi.

- Problematika v zvezi s priključevanjem na električno omrežje se za enkrat kaže le pri manjših sončnih elektrarnah, ker večjih od 36 kW za enkrat ni še nihče gradil, saj so do nedavnega le-te bile ekonomsko stimulirane. Pri manjših napravah za enkrat še ni prišlo do večjih težav v zvezi z mestom priključitve, razen da so posamezni upravljavci električnega omrežja zahtevali ločene priključke in relativno zahtevno in drago zaščitno in merilno opremo. Za večje naprave pa predstavlja določitev najugodnejše točke povezave potencialno veliko možnost za morebitne nesporazume in konfliktne situacije. Upravljavci omrežja radi prakticirajo in poudarjajo t.i. preobremenitve omrežja - ali z zahtevami za oteženo upravljanje in planiranje proizvodnje, zato pogosto prihaja do različnih pojmovanj in interesov. To seveda ogroža varnost investiranja in s tem gotovost primerne izpeljave posameznih projektov.

Za ustrezno razreševanje takih problemov bi bila najustreznejša zakonska ureditev tega področja. Zakon bi moral jasno uzakoniti načelo in dolžnosti obstoječega upravljavca omrežja k optimiranju in k izgradnji omrežja, ki omogoča normalno vključevanje novih sončnih elektrarn.

V nadaljevanju je prikazan postopek pridobivanja potrebnih dovoljenj za priključitev sončne elektrarne na električno omrežje.



Referent za soglasja v službi za energetska načrtovanje v sodelovanju s službo za zaščito in obratovalne meritve, dispečersko službo ter službo za merjenje el. energije pripravi projektne pogoje:

rok – cca 15 dni

V p.p. podan način priključitve na distribucijsko omrežje, merilne in zaščitne naprave, način obratovanja, potrebne ojačitve omrežja, ... (upoštevana "Navodila za priključevanje in obratovanje elektrarn inštalirane električne moči do 10 MVA", GIZ, maj 2001)

Pri izdelavi PZI mora investitor/projektant upoštevati vse projektne pogoje (Meritve prevzete in oddane el. Energije, Nazivna napetost in frekvenca, Maksimalna proizvodna moč, izklop v primeru izpada napetosti na omrežju ter sinhronizacija na omrežje skladno z navodili upravljalca/operatorja omrežja)

Vloga za izdelavo soglasja za priključitev (v fazi priprave na GIZ v okviru delovne skupine za soglasja)

Vloga vsebuje:

- Osnovni podatki o SE (priključna moč, leto priključitve, lokacija, itd.)
- PGD/PZI
- Upravne koleke – taksa v višini 4.250,00 SIT (po ZUT)

Referent za izdajo soglasja pregleda vloge:

- Popolnost vloge
- Skladnost projekta SE s projektnimi pogoji
- pregled projekta skladno z organizacijskim predpisom o pregledu projektne dokumentacije zunanjega izvora
 - Elektroenergetski pogoji
 - Tehnični pogoji:
 - Ločilno mesto
 - Stično mesto
 - Merilno obračunsko mesto
- Nepopolno vlogo je potrebno dopolniti

Po dokončnosti soglasja za priključitev in pred priključitvijo sledi pregled priključka.

Potrebno je izdelati obratovalna navodila (projektant ali EL).

Če priključek izpolnjuje vse pogoje, za objekt so izdelana obratovalna navodila, se sklene Pogodba o priključitvi, s katero se uredijo medsebojna razmerja v zvezi (22. člen Uredbe o splošnih dobavnih pogojih za dobavo in odjem e.e.):

- S plačilom priključka
- Izvedbo priključka
- Premoženjskimi vprašanji
- Vzdrževanjem priključka

Po pridobitvi soglasja je potrebno skleniti pogodbo o dobavi in odjemu električne energije

Predhodno je potrebno pridobiti licenco, energetska dovoljenje in urediti pravni status za kvalificiranega proizvajalca)

Mesečno izstavljanje računov

Vir: Elektro Ljubljana, Žumer, 2004; lastna analiza

- Prispevek k višjim stroškom električne energije mora prihajati od vseh porabnikov, da se s tem doseže neodvisnost delovanja sistema od državnega proračuna. Primer lahko vzamemo v projektu Modra energija ki ga izvaja podjetje HSE d.o.o..
- Dolgoročna varnost planiranja in naložb za investitorje na podlagi zakonsko določenih pogojev, brez nepotrebnih omejitev, kar lahko zagotovi dolgoročno in trajno uvajanje trga.
- Odprava nenaklonjenosti za investicijo v SE za fizične osebe. Sedanja rešitev za fizične osebe predvideva plačilo DDV za opremo in storitve pri investiciji v sončno elektrarno in napoved dohodka iz prodaje električne energije ter plačilo dohodnine glede na dohodninski razred zavezanca, postavlja take investitorje v položaj, da so za njih take investicije ekonomsko povsem nezanimive. Na drugi strani je pa ravno potencial na področju stanovanjskih zgradb izredno velik in v bodočnosti se računa, da bo vsaka zgradba tudi proizvajalec električne energije
- Nobenih omejitev glede obsega izgradnje novih sončnih elektrarn in brez nepotrebnih ovir za investicije v večje kapacitete industrije.
- Višja cena mora veljati za vse sončne elektrarne. S spremembo vladnega sklepa v juniju 2006 je bila odpravljena meja 36 kW, kar bo omogočalo načrtovanje tudi večjih elektrarn. Velikost je sedaj normalno omejena z velikostjo objektov (streh in fasad).
- Odpraviti je treba pojem »proizvodnja za lastne potrebe«, ki v uredbi o pogojih za gradnjo enostavnih objektov, določa vrsto upravnih dovoljenj, ki jih je potrebno pridobiti za graditev sončnih elektrarn. Pojem je povsem v nasprotju z uredbami o kvalificiranih proizvajalcih, katerih osnovni instrument spodbujanja izgradnje sončnih elektrarn je zagotovljena prodaja električne energije po višjih cenah.
- Potrebno je spremeniti član v uredbi, ki določa 5% znižanje odkupne cene po petih letih za obstoječe elektrarne. Predvideti in uvesti je potrebno 5% letno zniževanje tarif za nove naprave, saj se na podlagi razvoja dosega zniževanje stroškov.
- Odkupne cene elektrarn se morajo razlikovati glede na vrsto aplikacij in stimulirati se mora dobra integracija v objekte. Vzor lahko najdemo v aktih o obnovljivih virih v Nemčiji, kjer je cena različna za postavitve SE na objekte in za postavitve na talne površine. Velikost sončnih elektrarn, ki so vgrajene na objekte, je sama po sebi omejena z razpoložljivimi površinami ter primernostjo streh, fasad in drugih osončenih površin. Poleg tega je postavitve SE na tradicionalno grajene stavbe, stavbe v arheološkem varstvu nemogoče oz. oteženo v smislu arhitekturnega vkomponiranja. Zato predlagamo, da je odkupna cena SE, ki so vkomponirane v strehe in fasade stavb višje od SE na tleh.
- Obstajati mora v naprej določena redna revizija višine tarif, ki omogoča ustrezno reagiranje pri eventualnem negativnem razvoju trga. Spremljanje trga in določitev cen bi lahko potekala v delavni skupini 1 – DS1, ki bi na podlagi letnih poročil trga določala ceno.
- Prav tako je pomembno uvajanje SE v javnem sektorju, predvsem kot učinkoviti pripomoček v izobraževanju v osnovnih in srednjih šolah. Tako bi poleg učinkovite rabe energije lahko učence in dijake osveščali in informirali o ekološki izrabi naravnih virov energije.
- Pomembna je tudi predstavitev novih in obstoječih tehnologij in proizvodov izrabe energije s pomočjo sončnih celic na sejnih elektronike oz. energetike. S tem bi dosegli informiranje javnosti in spodbujanje podjetij za vključitev v ta sektor energetike. Ob naraščanju števila agencij in podjetij, prisotnih na sejmih, bo potreba po samostojnih sejmih o ekološki izrabi energije postala nujna. Pomembnost teh sejmov ni samo v obliki informiranja, ampak je tudi oblika poslovnega komuniciranja na mednarodnih trgih. Tako se predvsem za

domača podjetja poveča potencialni trg. Sodelovanje na tujih trgih ponuja možnost rasti lokalnih podjetij, ki proizvajajo opremo za sončne elektrarne. Predvsem je tukaj pomembno sodelovanje inštitutov in drugih raziskovalnih institucij z industrijo. V tujini je zaradi višjih potreb veliko več denarja namenjenih za raziskave

- Potrebno je uvesti letna šolanja na državni ali mednarodni ravni za načrtovanje in postavitev SE s pridobitvijo certifikatov. Na ta način bomo omogočili kvalitetno načrtovanje in izgradnjo SE in pridobili več strokovnega kadra, kar posledično omogoči nadaljnji razvoj podjetij in novo odprtje delavnih mest.

12 Razširjanje znanja o fotovoltaiki v Sloveniji,

Razširjanje znanja v Sloveniji bo v okviru platforme potekalo na dveh področjih:

- **Promocija** predstavlja pomemben sklop, saj na eni strani vsebuje pripravo potrebnih promocijskih aktivnosti same platforme, na drugi strani pa tudi promocijo fotovoltaike kot znanosti. Ključni pomen pri promociji ima internetni portal platforme. Glavni namen splošnega informacijskega spletnega portala tehnološke platforme za fotovoltaiko je informacijska podpora delovanju platforme. Portal poleg ažurnih informacij o aktualnih dogodkih in novicah vsebuje tudi predstavitvene podatke o platformi z vključeno vizijo ter člani platforme, različne dokumente, publikacije ter tudi interno stran, v okviru katere si bodo lahko člani platforme na najhitrejši način izmenjevali informacije in tako dvigovali raven znanja vseh članov. Spletni portal je z vsemi pomembnimi podatki tudi v angleškem jeziku za potrebe internacionalizacije platforme.

V okviru promocije platforme in fotovoltaike so predvidena različna promocijskega in informacijskega materiala. Člani platforme bodo po potrebi izdali informativna gradiva. Prva brošura o tehnologiji fotovoltaike, stanju razvoja ter pv platformo je na spletni strani.

Glavna promocijska aktivnost se bo izvajala s pomočjo letnih fotovoltaičnih konferenc, ki bodo organizirane praviloma na najdaljši dan v letu (21. junija). Vsakoletni program se bo prilagodil potrebam na trgu in samih članov pv platforme.

- **Izobraževanje** predstavlja zelo pomemben sklop aktivnosti, saj je znanje ključno za nadaljnji razvoj platforme oziroma skupno sodelovanje članov ter za nadaljnjo sodelovanje z evropsko tehnološko platformo. V okviru izobraževanja je poudarek na izobraževanju članov platforme, kar je ključnega pomena za nadaljnje aktivnosti platforme. Izobraževanje bo potekalo preko udeležb na tujih seminarjih in drugih dodatnih izobraževanj. Potekalo bo tudi spoznavanje in sodelovanje s sorodnimi domačimi in evropskimi platformami, kar bo vodilo k izmenjavi izkušenj in znanja. Organizirani pa bodo tudi seminarji za ciljno publiko z namenom izobraževanja bodočih strokovnjakov na področju fotovoltaike ter z namenom širjenja znanja in vzbujanja interesa za investicije v sončne elektrarne.

13 Vključevanje v evropske raziskovalne konzorcije

Sodelovanje z evropskimi raziskovalnimi konzorciji že poteka v okviru okvirnih programov Evropske unije in programa Intelligent Energy Europe, vendar je omejeno na posamezne projekte slovenskih podjetij in institucij. Na tem področju je cilj platforme prispevati, da bo Slovenija na področju fotovoltaike še bolj aktivno vključevala v evropske raziskovalne konzorcije. Dostopnost relevantnih informacij preko spletne strani slovenske platforme bo omogočila večjo možnost za izobraževanje, pridobivanje znanja in izkušenj od slovenskih in evropskih institucij, podjetij in podobnih povezav. Računamo, da bomo lahko dosegli ustrezno zastopnost slovenskih predstavnikov in poleg tega ima veliko vlogo tudi sodelovanje na sestankih evropske tehnološke platforme za fotovoltaike in s tem neposredno dostopnost do ustreznih informacij in znanj.

14 Literatura in viri

Literatura

1. A vision for photovoltaic technology: Report by Photovoltaic Technology Research Advisory Council (PV TRACK). Brussels, 2005.
2. Brecl Kristijan, Topič Marko: Aktualne raziskave s področja fotovoltaike v EU, 2005. Tehnološka platforma za fotovoltaike, www.pv-platforma.si.
3. Hirschman P. William: Silicon shortage – so What!. Photon international, march 2006.
4. Maycock Paul: PV News
5. Maycock Paul: PV Market Update, Renewable energy world, review issue 2005-2006. James&James, UK, July-August 2005, Volume 8 number 4.
6. PV status report 2005, Waldau Jäger Arnulf: Research, solar cell production and market implementation of Photovoltaics: www.ies.jrc.cec.eu.int
7. Solar generation: Solar electricity for over 1 billion people and 2 million jobs by 2020. EPIA, October 2004
8. Status of PV Research, Solar Cell Production and market implementation in Japan, USA and European union. Joint research Centre ISPRA, 2002.
9. System prices, IEA PV systems programme (<http://www.oja-services.nl/iea-pvps/isr/index.htm>).
10. Trends in Photovoltaic Applications: Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2004. (<http://www.oja-services.nl/iea-pvps/isr/index.htm>), 2005
11. Waldau Jäger Arnulf: Status Report on Photovoltaics (<http://ies.jrc.cec.eu.int/123.html>)
12. 2006 worlds industry report, highlights (www.solarbuzz.com)
13. Žumer Boštjan: Priključevanje sončnih elektrarn na distribucijsko omrežje. 29.11.2004.

Viri

1. Evropska tehnološka platforma za fotovoltaiiko (www.eupvplatform.org)
2. Tehnološka platforma za fotovoltaiiko (www.pv-platforma.si)
3. http://europa.eu.int/comm/eurostat/ramon/search/index.cfm?TargetUrl=DSP_SEARCH_LABEL&table=N_NACE&nom=NACE%5F1%5F1&code=32.10&IntPcElmtKey=594023&IntKey=594062&IntCurrentPage=2
4. PV resources (<http://www.pvresources.com/en/links.php>)
5. <http://re.jrc.cec.eu.int/pvgis/solradframe.php?en&europe>

15 Kazalo tabel in slik

Kazalo tabel

Tabela 1: Zgodovina razvoja fotovoltaike.....	3
Tabela 2: Proizvodnja največjih evropskih podjetij za proizvodnjo celic in modulov.....	13
Tabela 3: Karakteristike različnih celic.....	15

Kazalo slik

Slika 1: Postopek izdelave sončnih celic.....	4
Slika 2: Delovanje sončne celice.....	6
Slika 3: I(U) karakteristika sončnega modula.....	7
Slika 4: Sončni sistem.....	7
Slika 5: Integracija sončnih celic na stavbo.....	8
Slika 6: Sončna elektrarna.....	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Slika 7: Sončno obsevanje Evrope.....	12
Slika 8: Svetovna proizvodnja celic/modulov po največjih državah.....	13
Slika 9: Svetovna proizvodnja in poraba po državah v letu 2003.....	14
Slika 10: Delež posameznih tehnologij.....	14
Slika 11: Razvoj in izkoristki posameznih sončnih celic.....	15
Slika 12: Stanje sončne industrije v svetu.....	16
Slika 13: Skupne instalirane moči v Evropi 1/1/2004 (EurObserver 2004).....	19
Slika 14: Dinamika gibanja cen sončnih modulov 1976-2001.....	20
Slika 15: Gibanje proizvodne cene sončne električne energije.....	20
Slika 16: Tržni deleži posameznih vrst celic.....	21
Slika 17: Dinamika sončnih elektrarn v Sloveniji (fotonapetosnih sistemov).....	23