

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Srečko HORVAT

**SONČNA ELEKTRARNA KOT DOPOLNILNA
DEJAVNOST NA KMETIJI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Srečko HORVAT

**SONČNA ELEKTRARNA KOT DOPOLNILNA DEJAVNOST NA
KMETIJI**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**THE SOLAR POWER PLANT AS SUPPLEMENTARY ACTIVITY ON
THE FARM**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2010

Horvat S. Sončna elektrarna kot dopolnilna dejavnost na kmetiji
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko, 2010

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija kmetijstvo - zootehnika. Opravljeno je bilo na Katedri za agrarno ekonomiko, politiko in pravo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomske naloge imenovala prof. dr. Stanka Kavčiča.

Recenzent: prof. dr. Rajko BERNIK

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Silvester ŽGUR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Stanko KAVČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Rajko BERNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 25.05.2010

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega dela v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je diplomsko delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Srečko HORVAT

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Vs

DK UDK 631(043.2)=163.6

KG kmetijstvo/kmetije/dopolnilne dejavnosti/sončna elektrarna/Slovenija

KK AGRIS A01

AV HORVAT, Srečko

SA KAVČIČ, Stanko (mentor)

KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

LI 2010

IN SONČNA ELEKTRARNA KOT DOPOLNILNA DEJAVNOST NA KMETIJI

TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)

OP X, 54 str., 5 pregl., 21 sl., 65 vir.

IJ SI

JI sl/en

AI Sončne elektrarne so v zadnjih nekaj letih doživele hiter razvoj. Poplava različnih informacij, mnogo najrazličnejših ponudnikov storitev in opreme ter spreminjanje zakonskih predpisov odpirajo pri odločitvi investitorjem za to dejavnost mnogo vprašanj. V nalogi smo proučili tehnološko tehnične in ekonomske možnosti za razvoj dejavnosti sončnih elektrarn na kmetijah ter sociološki vpliv te dejavnosti na kmečko družino. Rezultati kažejo, da je izgradnja sončne elektrarne na kmetiji lahko ekonomsko upravičena tako v primeru izvedbe z lastnimi sredstvi, z ugodnimi bančnimi posojili ali pa s sofinanciranjem v obliki javnih sredstev, vendar v vseh primerih le pod pogojem visokega sofinanciranja odkupne cene električne energije. Naložba ne prinaša velikih dobičkov, vendar je s 15 letno zajamčeno odkupno ceno dovolj varna. Ker so dobički nizki, finančni tokovi pa za vsak posamezen primer zelo različni, je nujno pred pričetkom investicije natančno proučiti vse možne načine izvedbe investicije, saj pri nepremišljeni odločitvi lahko stroški hitro presežejo prihodke, naložba pa v tem primeru ne prinese pričakovanega donosa. Tehnološko tehnični parametri delovanja sončnih elektrarn sicer kažejo, da naprave delujejo zanesljivo in v povprečju nad načrtovano proizvodnjo. Uvedba dejavnosti sončne elektrarne ima za kmetijo, kmečko družino in razvoj podeželja pozitivne učinke. Novi zakonski predpisi, ki urejajo in zagotavljajo finančne spodbude za izgradnjo sončnih elektrarn in prodajo električne energije, pa so bistveno poslabšali pogoje razvoja in delovanja te dejavnosti na kmetijah. V kolikor ne bo prišlo do bolj spodbudnih pogojev za investicije na tem področju, lahko pričakujemo, da se razvoj te dejavnosti ne bo širil, ampak bo v nekaj letih zamrl. Zaradi vseh pozitivnih učinkov na okolje, prostor in širši razvoj pa bi bilo dejavnost sončnih elektrarn na kmetijah smiselno spodbujati tudi v prihodnje.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 631(043.2)=163.6
CX agriculture/farms/supplementary activities/solar powerplant/Slovenia
CC AGRIS A01
AU HORVAT, Srečko
AA KAVČIČ, Stanko (supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
PY 2010
TI THE SOLAR POWER PLANT AS SUPPLEMENTARY ACTIVITY ON THE FARM
DT Graduation thesis (Higher Professional Studies)
NO X, 54 p., 5 tab., 21 fig., 65 ref.
LA SI
AL sl/en
AB The solar power plants have experienced a rapid development in the last few years. A flood of different information, many various services and equipment providers and the modification of the statutory regulations raise many questions within the investor's decision for this activity. In this thesis, we examined the technologically technical and economic possibilities for the development of the solar power plant activity on the farms and the sociological impact of this activity on the farmer's family. The results indicate that the construction of a solar power plant on the farm may be economically justified in case of self-financed realization with favourable bank loans or by co-financing in the form of public funds, but in any case, only under the condition of high co-financing of the electricity purchase price. The investment does not produce large profits, but with the 15-years guaranteed purchase price it is sufficiently safe. Since profits are low, and the financial flows in each case are different, before the start of the investment it is necessary to examine carefully all possible ways of investment realization, since with a thoughtless decision, costs may quickly exceed the income, so the investment in this case does not bring the expected revenue. Technologically technical parameters of the operation of solar power plants show that the appliances function reliably and on average above the planned production. The introduction of solar power plant activity has positive effects on the farmer's, the farm family and rural development. However, new statutory regulations, which regulate and provide financial incentives to build solar power plants and sell electricity, have essentially worsened the conditions for development and operation of this activity on the farms. If more stimulating conditions for investment in this area will not be established, we can expect that the development of this activity will not expand, but will stop in a few years. Due to all the positive effects on the environment, spatial planning, and the broader development, it would be reasonable to continue to stimulate the solar power plant activity on the farms.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI).....	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog.....	IX
Okrajšave in simboli	X
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV.....	3
2.1 ZGODOVINA FOTOVOLTAIKE.....	3
2.2 SONCE, NEIZČRPEN VIR ENERGIJE.....	4
2.3 SONČNE CELICE.....	5
2.3.1 Delovanje sončnih celic.....	5
2.3.2 Vrste sončnih celic.....	6
2.4 FOTONAPETOSTNI (FN) MODULI.....	11
2.4.1 Vrste napetostnih modulov	11
2.5 FOTONAPETOSTNI SISTEMI.....	13
2.6 RAZSMERNIKI	14
2.7 REGULATORJI POLNJENJA.....	14
2.8 AKUMULATORske BATERIJE	14
2.9 LOKACIJA NAMESTITVE MODULOV	15
2.9.1 Izkoristek FN modula	15
2.9.2 Sončno sevanje	15
2.9.3 Temperatura.....	16
2.9.4 Vpadni kot sončnega sevanja na površino in lega FN modula	16
2.9.5 Senčenje	17
2.9.6 Sledilni sistem	17
2.9.7 Programska oprema	18
2.10 STROŠKI GRADNJE IN VZDRŽEVANJA.....	18

2.10.1	Stroški gradnje fotonapetostnih sistemov	18
2.10.2	Stroški vzdrževanja fotonapetostnih sistemov	19
2.11	PRIKLJUČITEV SONČNE ELEKTRARNE NA DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE.....	20
2.11.1	Poizkusno obratovanje	22
2.11.2	Odkup in prodaja električne energije	22
2.11.3	Vrsta podpore	22
3	METODE DELA	25
3.1	UGOTAVLJANJE EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI SONČNE ELEKTRARNE NA KMETIJI	25
3.2	UGOTAVLJANJE STANJA NA ŽE DELUJOČIH SONČNIH ELEKTRARNAH NA SLOVENSКИH KMETIJAH	26
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	28
4.1	EKONOMSKA UPRAVIČENOST SONČNE ELEKTRARNE NA KMETIJI	28
4.1.1	Opis investicije	28
4.1.2	Predvideni prihodki	30
4.1.3	Predvideni odhodki	33
4.1.4	Finančna analiza	34
4.2	REZULTATI ANKETE.....	40
4.2.1	Kmetija in kmetijske dejavnosti ter starostna struktura nosilca dopolnilne dejavnosti	41
4.2.2	Informiranost in razlogi nosilca za izvedbo investicije	43
4.2.3	Zakonodaja in razumevanje zakonodaje	44
4.2.4	Tehnična izvedba in točnost predvidenega delovanja	45
4.2.5	O investiciji, stroških in prihodkih	46
4.2.6	Splošno mnenje nosilcev o investiciji	48
5	SKLEPI	49
6	POVZETEK	51
7	VIRI	53

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Gostota moči sončnega sevanja pri različnih vremenskih razmerah (Topič in sod., 2009).....	5
Preglednica 2: Pregled materialov za izgradnjo sončnih celic (Materiali in tehnologije ..., 2009)	7
Preglednica 3: Cena zagotovljenega odkupa (EUR/MWh) v letu 2009	24
Preglednica 4: Cena zagotovljenega odkupa (EUR/MWh) v letu 2010 – neuradno izračunane podpore (Določanje višine podpor..., 2009)	24
Preglednica 5: Glavne značilnosti analiziranih različic izvedbe naložbe in rezultati finančne analize za dobo 15 let.....	37
Preglednica 6: Investicije, stroški in prihodki na kmetijah	47

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Kmetijski objekt, predviden za sončno elektrarno (Prostorski ..., 2010)	28
Slika 2: Pričakovana proizvodnja električne energije SE 44,64 kW v petnajstih letih	31
Slika 3: Načrtovani prihodki SE v petnajstih letih pri naložbi končani v letu 2010	32
Slika 4: Prihodki SE v petnajstih letih z upoštevanim odbitkom prodajne cene ter končno investicijo v letu 2010	33
Slika 5: Finančni tok po letih za primere, končane v letu 2010	39
Slika 6: Finančni tok za primere, končane v letu 2011	39
Slika 7: Deleži anketiranih kmetij po velikosti v ha.....	41
Slika 8: Anketirane kmetije po številu GVŽ	42
Slika 9: Deleži kmetij glede na GVŽ/ha.....	42
Slika 10: Deleži primerov zahtevane dokumentacije	44
Slika 11: Deleži sončnih elektrarn po velikosti	45
Slika 12: Delež dejanske in načrtovane letne proizvodnje električne energije	46
Slika 13: Delež kmetij, ki so potrebovale kredit, ki so dobile nepovratna sredstva in ki so davčni zavezanci.....	47

KAZALO PRILOG

Priloga A: Parametri finančne analize desetih primerov

Priloga B: Anketa Sončna elektrarna – dopolnilna dejavnost na kmetiji

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

SE: sončne elektrarne

Polprevodnik tipa P: obdelan silicij, ki ima manj zunanjih elektronov kot silicij

Polprevodnik tipa N: obdelan silicij, ki ima več zunanjih elektronov kot silicij

Si: silicij

FN: fotonapetnostni modul

AR: anti refleks

AM: vrednost zračne mase (air mass)

ZGO: zakon o gradnji objektov

PGD/PZI: projekt gradbenih del/ projekt za izvedbo

EZ: energetski zakon

OP: obratovalna podpora

OZ: zagotovljen odkup

MKGP: ministrstvo za kmetijstvo, gospodarstvo in prehrano

UE: upravna enota

SMA: sistem nadzora in diagnostika

A: anuitetni faktor

H: čas povprečnega letnega obsevanja

GVŽ: glav velike živine

1 UVOD

Sonce je neizmeren vir energije, ki vpliva na pojave v našem osončju in poganja zemeljski ekosistem. Odkar je bilo odkrito, kako iz energije svetlobe lahko pridobimo električno energijo, je fotovoltaika veda (ki proučuje pretvorbo energije sonca v električno energijo) napredovala do tehnične in tehnološke uporabnosti v vsakdanjem življenju. Sprva je bila uporaba omejena na manjše predmete, kot so kalkulatorji in polnilci za električne akumulatorje za električne pastirje in podobno, sedaj pa je tehnološki napredek pripeljal sončne elektrarne že na naše strehe.

Omejene zaloge fosilnih goriv, višanje njihovih cen in negativni vplivi na okolje so glavni razlogi za razvoj novih alternativnih virov energije. Sonce sije povsod in sončna elektrarna je ena izmed načinov izrabe obnovljivih virov za proizvodnjo električne energije.

Slovenija se je zavezala, da bo do leta 2020 dosegla dvajset odstotno oskrbo z električno energijo, pridobljeno iz obnovljivih virov energije in da bo zmanjšala izpuste CO₂. Tudi druge evropske države so sprejele podobne obveze, zato so z različnimi ukrepi spodbudile hitrejši razvoj teh dejavnosti.

Sončne elektrarne so v zadnjih nekaj letih naredile pravi »boom« v razvoju. S pomočjo državnih in evropskih spodbud pa so te investicije postale ekonomsko zanimive. Tudi na naših kmetijah, predvsem na območjih z idealno lego in na že obstoječih objektih, ki imajo dovolj veliko primerno površino, je naložba v to dejavnost lahko upravičena in donosna. Vendar se, kot pri vsaki hitro rastoči dejavnosti, pojavlja mnogo vprašanj in zapletov.

Ponudniki, ki ponujajo svoje usluge za tako tehnično kot birokratsko zahtevno izvedbo, so se pojavili kot "gobe po dežju". Njihove izkušnje in znanje niso zmeraj na nivoju pričakovanj, zato se pri izvedbi projekta lahko hitro pojavijo zapleti. Vložki v izgradnjo in postavitev sončne elektrarne pa so zelo veliki. Tudi zakonodaja se delno spreminja in poskuša slediti hitremu razvoju s prilagoditvijo predpisov. Velike neznanke ostajalo vzdrževanje, odkupna cena, nekatere tehnične rešitve in podobno. V množici ponudb in

neznank se lahko investitor kar hitro zaplete v slabo izbiro in pri že tako nizki donosnosti lahko postane projekt neizvedljiv in ekonomsko neupravičen.

Cilj diplomskega dela je najti nekaj odgovorov na pogosto zastavljena vprašanja investorjev in ugotoviti, ali je naložba v izgradnjo sončne elektrarne kot dopolnilne dejavnosti na naših kmetijah smiselna, dovolj varna in ekonomsko upravičena. Predstavili bomo izkušnje nekaterih, ki to dejavnost že imajo. Prikazali bomo vpliv novih predpisov ter skušali odgovoriti na vprašanje, ali so sredstva, ki jih za ta namen ponuja država, dovolj spodbudna, da bi bil omogočen hitrejši razvoj sončnih elektrarn na slovenskih kmetijah.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZGODOVINA FOTOVOLTAIKE

Beseda fotovoltaika izvira iz grške besede »phos«, kar pomeni svetloba in iz besede »volt« (Materiali in tehnologije ..., 2009). Fotovoltaika je veda, ki preučuje pretvorbo energije svetlobe v električno energijo (Lenardič, 2009).

Leta 1839 je francoski eksperimentalni fizik Alexandre Edmond Becquerel (1821 – 1891) odkril fotonapetostni pojav, to je pojav pretvorbe energije svetlobe v električno energijo (Sprehod skozi ..., 2009). Podobno odkritje je uspelo leta 1873 Willoghby Smithu, ki je kot inženir, zaposlen pri Telegraph Construction Company v Veliki Britaniji, raziskoval materiale za izdelavo podvodnih kablov. Z uporabo različnih filtrov je dognal, da je prevodnost selena sorazmerna količini svetlobe, ki ji je material izpostavljen. Prvo izdelano selensko foto celico je deset let pozneje opisal Charles Fritts (Lenardič, 2009). Prve sončne celice, ki so bile izdelane iz selena, so imele izkoristek 1 do 2 % (Lenardič, 2009).

Albert Einstein je bil eden najbolj zaslužnih za razlago o fotonapetostnem pojavu, za to objavljeno ugotovitev iz leta 1904 je prejel Nobelovo nagrado. Poljak Jan Czohralski je leta 1918 razvil metodo za pridobivanje monokristalnega silicija, ki ga uporabljamo praktično še danes, kar je omogočilo izdelavo prvih monokristalnih sončnih celic leta 1941 (Sprehod skozi ..., 2009). Od takrat dalje so bile raziskave zelo intenzivne in uspešne. Rezultati so prinašali izboljšave tako sončnih celic kot sistemov in že leta 1958 so v ZDA izstrelili satelit Vanguard I, ki je kot prvi satelit za vir električne energije uporabljal sončne celice (Lenardič, 2009).

V letih od 1980 do 1989 so bili izgrajeni prvi večji samostojni fotovoltaični sistemi, najprej z močjo 1 MW, vendar so kmalu sledili večji (Sprehod skozi ..., 2009).

Danes največjo dinamiko gradnje novih sončnih fotonapetostnih elektrarn beležijo v državah, ki imajo področje dobro urejeno (s predpisi in zakonodajo), pri čemer izstopata Nemčija in Španija. V zadnjih nekaj letih beleži fotonapetostna kot gospodarska panoga strmo, v povprečju več kot 50-odstotno letno gospodarsko rast. Zelo se povečuje število na omrežje priklopljenih fotonapetostnih elektrarn, skupni obseg poslov industrije, ki se ukvarja s fotonapetostno, pa bo kmalu primerljiv z obsegom poslov letalske in vesoljske industrije. Fotonapetostna je tako že prestopila prag samostojne gospodarske panoge, podjetja že kotirajo na borzah, močno se povečujejo tudi investicije in zaposlovanje (Lenardič, 2009).

2.2 SONCE, NEIZČRPEN VIR ENERGIJE

Sonca je osrednje telo našega sončnega sistema in je nastalo pred približno 4,6 milijarde let, sijalo pa bo še slabih 5 milijard let. Zajema več kot 99 % celotne mase našega sončnega sistema. Z energijo, ki jo seva, omogoča življenje na Zemlji. Jedrske reakcije in drugi fizikalni pojavi na Soncu povzročajo sevanje elektromagnetnih valov od najkrajših pa do zelo dolgih valovnih dolžin. Energija z naraščanjem valovne dolžine hitro upada, tako da sevanje z valovnimi dolžinami od 10 μm , obsega le še 0,05 % celotne energije sončnega sevanja. Tudi valovanje krajših valovnih dolžin, na primer ultravijolična svetloba, ne prispeva bistveno k celotni energiji sončnega spektra. Vendar pa je za vsakdanje življenje pomembna, saj ima uničujoč vpliv na žive organizme (Lenardič, 2009).

Sončno sevanje (G), je gostota moči na enoto površine, ki jo Zemlja prejema od Sonca. Enota za sončno sevanje je W/m^2 . Glede na vir sevanja, kot ga sprejemajo ploskve na Zemlji, razlikujemo (Lenardič, 2009):

- neposredno sevanje – sevanje sončnih žarkov;
- difuzno sevanje neba – razpršeno sevanje celotnega neba;
- odbito sevanje – sevanje, ki se odbija od okolice in pada na opazovano ploskev.

Za pretvorbo sončne energije v električno ali toplotno energijo so pomembni predvsem prispevki neposrednega sevanja, v manjši meri pa tudi difuznega in odbitega sevanja. Za

pretvorbo energije sončnega sevanja v električno energijo je najpomembnejši prispevek neposrednega sončnega sevanja, zato je pravilna usmerjenost fotonapetostnih modulov zelo pomembna. Pri sprejemnikih sončne energije tudi difuzno sevanje prispeva kar precejšen del energije, kar pri fotonapetostnih modulih ni naključje (Lenardič, 2009).

Preglednica 1: Gostota moči sončnega sevanja pri različnih vremenskih razmerah
 (Topič in sod., 2009)

Vreme	Jasno	Meglono/oblačno (sonce le slabo vidno)	Oblučno (sonce ni vidno)
Celotno sevanje (W/m ²)	600 – 1000	200 - 400	50 - 150
Difuzni delež (%)	10 - 20	20 - 80	80 - 100

Največ energije sončnega sevanja prejme Zemlja med 9. uro dopoldan in 16. uro popoldan, kar moramo kolikor je mogoče upoštevati pri načrtovanju sistema in pri montaži polja modulov. Moduli morajo biti nameščeni tako, da so v tem časovnem intervalu kar najmanj osenčeni. Navidezno gibanje Sonca po nebu grafično opišemo z diagramom sončne poti (Lenardič, 2009).

2.3 SONČNE CELICE

2.3.1 Delovanje sončnih celic

Sončne celice so v osnovi polprevodniške diode z veliko površine, zgrajene iz dveh različnih tipov polprevodniških plasti. Ena plast ima presežek elektronov (donatorji), to plast imenujemo polprevodnik tipa *n*. Druga plast ima primanjkljaj elektronov in jo imenujemo plast tipa *p* (Topič in sod., 2009).

Čisti silicij kot najpogostejši material za polprevodniške elemente in tudi za sončne celice nima primernih lastnosti. Če pa mu dodamo elemente, ki imajo na zunanji ovojnici en elektron več oziroma manj kot silicij, pa lahko dosežemo želene lastnosti. Najpogosteje (kot primeri) se dodajata bor ali fosfor in tako se dobi polprevodnik tipa p ali n . Pri združitvi polprevodnikov tipa p in n nastane električno polje in napetost približno 0,6 V, ki zaustavi nadaljnje prehajanje elektronov oziroma vrzeli (Lenardič, 2009).

Sončne celice delujejo tako, da energija svetlobe, ki vpada na kristalno mrežo polprevodnika, ob določenih pogojih izbija elektrone, kar v materialu vodi k nastanku dodatnih vrzeli. Zaradi vedno več sproščenih elektronov in vrzeli se pojavi presežek negativnega naboja (elektroni) ter presežek pozitivnega naboja (vrzeli). Posledica tega je električna napetost med priključnima sponkama sončne celice in ob ustrezni povezavi steče tok (Lenardič, 2009).

Če je sončna celica še naprej izpostavljena svetlobi, se proces izbivanja elektronov nadaljuje in sončna celica stalno generira električni tok, ki je sorazmeren jakosti sončnega sevanja, ki vpada na sončno celico (Lenardič, 2009). Pri tem se polprevodnik praktično ne obrablja niti niso potrebni kakšni vrteči deli ali pretvarjanje energije v toplotno ali mehansko (Sončne elektrarne na kmetijah, 2009).

2.3.2 Vrste sončnih celic

Sončne celice lahko razdelimo glede na:

- kristalno zgradbo, kjer ločimo amorfne, polikristalne in monokristalne sončne celice;
- tehnološke postopke, kjer jih razvrstimo na sončne celice izdelane iz Si rezin in na tankoplastne celice, ki se proizvajajo s pomočjo vakumskih tehnologij (Materiali in tehnologije ..., 2009).

Pri **silicijevih kristalnih sončnih celicah** je glavni element za izdelavo silicij. Razlog je predvsem v tem, da ga je zelo veliko v naravi (kar 1/3 zemeljske skorje), je nestrupen,

okolju prijazen, lahko se tali, lahko se obdeluje, njegove električne lastnosti (obstoje do 125 °C) omogočajo uporabo Si polprevodniških elementov tudi v najzahtevnejših primerih uporabe (Materiali in tehnologije ..., 2009).

Monokristalne sončne celice imajo urejeno kristalno strukturo. Silicij ima v vsej celici urejeno kristalno mrežo. Monokristalne sončne celice so temno sive ali črne barve.

Polikristalne sončne celice imajo deloma urejeno kristalno strukturo, kar je vidno tudi s prostim očesom, kristalna mreža je urejena znotraj določenega območja. Polikristalne sončne celice so modre barve. Zaradi enostavnejših proizvodnih postopkov je končna cena modulov iz polikristalnih celic nižja kot iz monokristalnih celic (Lenardič, 2009).

Osnova za izdelavo sončne celice je blok kristalnega silicija, katerega proizvodnja lahko poteka na različne načine. Z diamantno žago se iz bloka reže nekaj desetink mm debela rezina, ki se nato položi med dve plan paralelni, nasproti rotirajoči plošči, s čimer dosežemo izravnavo obeh ravnin rezine na nekaj tisočin mm natančno. Takšno rezino se obdela še z jedkanjem, difuzijo s fosforjem in odstranjevanjem oksidnih plasti. Na zadnji strani se izdelava površina kontaktov iz srebra, ki vsebuje 1% aluminija. Na podoben način se izdelava še kontakte na sprednji strani celice. Sledi sintranje in nanašanje anti refleksne plasti (Materiali in tehnologije ..., 2009).

Preglednica 2: Pregled materialov za izgradnjo sončnih celic (Materiali in tehnologije ..., 2009)

Material	Debelina (mm)	Učinkovitost (%)	Barva	Slabost	Prednost
Monokristalne Si sončne celice	0,3	15 – 18	Temno modra, črna z AR plastjo, siva brez AR plasti	Dolgotrajen postopek proizvodnje, potrebno žaganje rezin	Najbolj raziskan in tudi v naslednjih letih zelo obetajoč material. Tudi v naslednjih letih bo prevladoval na trgu. Uporaben posebno tam, kjer je zahtevano veliko razmerje moč/površina.

se nadaljuje

nadaljevanje

Material	Debelina (mm)	Učinkovitost (%)	Barva	Slabost	Prednost
Polikristalne Si sončne celice	0,3	13 – 15	Modra z AR plastjo, srebrno siva brez AR plasti	V primerjavi s tankoplastnimi tehnologijami dolg proizvodni postopek. Potrebno žaganje rezin.	Najbolj pomemben material na trgu, tudi še v naslednjih letih.
Polikristalne prosojne Si sončne celice	0,3	10	Modre z AR plastjo, srebrno siva brez AR plasti	Nižja učinkovitost pretvorbe, posebni proizvodni postopki za doseganje prosojnosti celic.	Zanimivi gradniki sistemov integriranih v zgradbah. Možna tudi proizvodnja dvostranskih celic.
EFG	0,28	14	Modra z AR plastjo	Omejena uporaba proizvodnih postopkov (malo proizvajalcev).	Hitra rast kristala, žaganje rezin ni potrebno, Možnost znatnega znižanja proizvodnih stroškov.
Polikristalne Si celice v obliki traku	0,3	12	Modra z AR plastjo, srebrno-siva brez AR plasti	Omejena uporaba proizvodnih postopkov.	Žaganje rezin ni potrebno. Možnost znatnega znižanja proizvodnih stroškov.
Apex (polikristalne Si) sončne celice	0,03 do 0,1 + keramični substrat	9,5	Modra z AR plastjo, srebrno-siva brez AR plasti	Proizvodne postopke uporablja en sam proizvajalec.	Žaganje rezin ni potrebno. Možnost znatnega znižanja proizvodnih stroškov.
Monokristalne Si celice v obliki dendritne mreže	0,13 vključno s kontakti	13	Modra z AR plastjo	Omejena uporaba proizvodnih postopkov.	Žaganje rezin ni potrebno, možna proizvodnja v obliki trakov.
Amorfni silicij	0,0001 + 1 do 3 substrat	5 – 8	Rdeče, modre, črne	Nižja učinkovitost in krajša življenjska doba.	Žaganje rezin ni potrebno. Možnost znatnega znižanja proizvodnih stroškov. Zelo obetajoč. material.
Kadmijev telurid (CdTe)	0,008 + 3 steklen substrat	6 – 9(modul)	Temno zelena, črna	Strupene surovine...	Možnost znatnega znižanja proizvodnih stroškov.
Bakrov-Indijev-diselenid (CIS)	0,003 + 3 steklen substrat	7,5 – 9,5 (modul)	Črna	Omejena zaloga indija v naravi.	Možnost znatnega znižanja proizvodnih stroškov.
Hbridni Si (HIT) sončne celice	0,02	18	Temno modra, črna	Omejena uporaba proizvodnih postopkov.	Visoka učinkovitost, boljši temperaturni koeficienti, manjša debelina.

Druge vrste silicijevih kristalnih sončnih celic:

- EFG – sončne celice so polikristalne celice z zelo urejeno strukturo, tako da jih po lastnostih pogojno prištevamo k monokristalnim celicam. EFG-celice so pravilne kvadratne ali pravokotne oblike. Nimajo priskekanega roba in imajo večjo moč modula ob manjši površini.

- Dvostranske kristalne sončne celice so celice, kjer fotonapetostna pretvorba poteka na obeh straneh celice. Takšne celice odlikuje visok izkoristek, vedno dostopnejše cene pa so primerne tudi za uporabo v komercialne namene. Eden od možnih primerov uporabe je na primer uporaba pri protihrupnih ograjah ob prometnicah.

- Tankoplastne kristalne sončne celice so zaradi majhne debeline lahko nanese na tankih substratih, ki so lahko tudi upogljivi, pri čemer celica zadrži vse lastnosti kristalnih celic (visok izkoristek, dolga življenjska doba, itd.). Izkoristek takšnih celic dosega 13 %, kar je povsem primerljivo z izkoristkom klasičnih kristalnih celic.

- Polikristalne sončne celice v obliki traku so celice, ki imajo podobno strukturo kot EFG-celice, debele so 0,3 mm, izkoristek pa je okrog 12 %.

- Mikrokristalne sončne celice so zelo tanke in imajo samo 10 % izkoristek.

- Krogelne kristale sončne celice imajo obliko kroglic s premerom približno 1 mm, ki so vtisnjene v sendvič strukturo izolatorja in dveh prevodnih folij (Lenardič, 2009).

Za razliko od kristalnih sončnih celic, ki imajo urejeno kristalno strukturo, so **amorfne silicijeve sončne celice**, zgrajene so iz silicija, ki ima neurejeno strukturo (Lenardič, 2009).

Amorfne sončne celice se izdelujejo podobno kot integrirana vezja (Materiali in tehnologije ..., 2009). Značilnost sončnih celic iz amorfnega silicija je upadanje izkoristka v prvih tednih delovanja. Tipične vrednosti električnih parametrov, ki jih v specifikacijah

podajajo proizvajalci, veljajo takrat, ko se izkoristek ustali, in so torej v prvih tednih delovanja višje specificirani. Za razliko od kristalnih sončnih celic je temperaturni koeficient amorfne celice pri visoki temperaturi ugodnejši, kar pomeni boljši izkoristek pri visokih temperaturah modulov.

Poznamo tudi večslojne amorfne sončne celice (dve ali tri slojne), kjer so sloji sončne celice občutljivi na različne valovne dolžine (modra, zelena in rdeča svetloba) (Lenardič, 2009).

Hibridna sončna celica je zgrajena iz amorfne in kristalne silicija. Ugodnejši, kot pri kristalnih celicah, je tudi temperaturni koeficient moči, ki se pri hibridnih celicah z naraščanjem temperature spreminja počasneje (Lenardič, 2009).

Med vsemi tankoplastnimi celicami imajo **celice iz baker-indijevega selenida** (CIS) največji izkoristek, vendar se trenutno uporabljajo v laboratorijskih raziskavah (Lenardič, 2009).

Izkoristek **sončne celice iz kadmijevega telurida** je nekaj manj kot 10 %. Za te celice velja, da imajo v primeru difuznega sevanja večji izkoristek od kristalnih silicijevih sončnih celic (Lenardič, 2009).

Prosojne sončne celice lahko delimo na prosojne kristalne in prosojne amorfne sončne celice. Prosojne kristalne celice so v osnovi povsem navadne kristalne celice, katerim so s posebnim postopkom z laserjem vrezani utorji, tako da celica postane delno prosojna. Prosojnost je odvisna od velikosti utorov in znaša tipično med 0 in 30 %. Prosojne amorfne sončne celice se izdelajo tako, da z mikroperforiranjem in podobnimi načini kot pri kristalnih celicah dosežemo delno prosojnost (Lenardič, 2009).

2.4 FOTONAPETOSTNI (FN) MODULI

Fotonapetostni modul (FM) je najmanjši element, izdelan za proizvodnjo električne energije, ki je lahko trajno izpostavljen vremenskim pogojem. Fotonapetostni modul je osnovni še zamenljiv element fotonapetostnega sistema. Sestavljen je iz večjega števila med seboj povezanih sončnih celic. FN module lahko ločimo glede na tehnologijo sončnih celic (monokristalne, polikristalne, amorfne module, ...). Več sončnih celic medsebojno povežemo in hermetično zapremo v modul. Danes imajo moduli, ki so namenjeni predvsem sončnim elektrarnam, poleg standardnih nazivnih napetosti (12 V, 24 V, 48 V) še različne druge nazivne napetosti (Topič in sod., 2009).

Celice lahko v modul povežemo zaporedno ali vzporedno, s čimer povečujemo napetost oziroma tok modula. Celice so med seboj vezane tako, da je zgornji kontakt ene celice povezan s spodnjim kontaktom druge celice. Med seboj povezane celice nato laminiramo med vrhnjim steklom in steklom ali plastiko na zadnji strani. Takšen laminat je nato običajno uokvirjen z aluminijem (Rotovnik in sod., 2009).

Osnovni električni podatki modulov, ki jih navajajo proizvajalci, veljajo oziroma so izmerjeni pri standardnih preskusnih pogojih. Standardni preizkusi pogoji veljajo za vse tipe modulov ne glede na vrsto celic oziroma izvedbo modula. Električni podatki za posamezne module se podajajo pri vrednosti sončnega sevanja 1000 W/m^2 , temperaturi okolice $25 \text{ }^\circ\text{C}$ in vrednosti zračne mase $AM = 1,5$ (Lenardič, 2009).

2.4.1 Vrste napetostnih modulov

Fotonapetostni moduli iz kristalnih celic

Izdelani so iz 36 ali 72 med seboj povezanih monokristalnih ali polikristalnih sončnih celic. Lahko so zelo različnih moči od 1 W pa do 300 W. So najbolj uporabljeni, saj imajo dobre lastnosti tudi v slabših temperaturnih pogojih. Moduli z monokristalnimi celicami dajejo večjo izhodno moč pri manjši površini in imajo manjši padec proizvedene nazivne

moči glede na čas, vendar so dražji od modulov s polikristalnimi celicami. Zato so v večini primerov uporabe, kjer nismo omejeni z razpoložljivim prostorom, polikristalni moduli dobra izbira, saj nudijo primerljive lastnosti za nižjo ceno (Lenardič, 2009).

Fotonapetostni moduli iz amorfnega silicija

Amorfne sončne celice imajo sicer slabšo učinkovitost, vendar imajo zelo dobre lastnosti tudi v pogojih slabše osvetljenosti, dobro pa v primerjavi s kristalnimi moduli izkoriščajo tudi difuzno sevanje. Boljše izkoristke silicijevih amorfnih modulov lahko dosegamo z večplastnimi sončnimi celicami. Uporaba teh modulov je zelo raznovrstna: od manjših (prenosni računalniki, mobilni telefoni, ...) do večjih sistemov (fasade, strešne kritine, ...) (Lenardič, 2009).

Tankoplastni moduli

Uporaba tankoplastnih modulov je lahko v zelo raznolikih izvedbah. Ker se kot substrat uporabljajo zelo različni materiali, so možne najrazličnejše uporabe. Zelo pogosta je izvedba amorfnih tankoplastnih modulov na kovinskih substratih za oblaganje fasad ali za prekrivanje streh. Substrat je lahko tudi fleksibilen, kot na primer vodo tesna folija, ker omogoča izdelavo modulov v obliki bal, ki jih nato na mestu polaganja enostavno razvijemo (Lenardič, 2009).

Prosojni fotonapetostni moduli

Stopnja prosojnosti modulov je lahko različna, odvisna od namena uporabe in uporabljenih sončnih celic oziroma tehnologije izdelave modulov. Takšne module, ki lahko nadomestijo prosojne površine ali senčila, uporabljamo kot zasteklitve zimskih vrtov, fasad, atrijev in podobnih delov objektov. Boljši prosojni moduli imajo lastnosti dobrih oken, kar velja tako za toplotno izolativne kot tudi za zvočno izolativne lastnosti. Poleg funkcije okna ali prosojnega senčila pa sončne celice v takšnih zasteklitvah generirajo tudi električno energijo (Lenardič, 2009).

Mehanski in drugi parametri modulov

Poleg izhodne moči FN modulov bi bilo pomembno omeniti tudi:

- jamstvo na izhodno moč (po 10 letih 90 % ali 85 %, po 25 letih 80 % ali 75 %),
- vrste celic,
- proizvodni podatki,
- odpornost modula proti sunkom vetra (N/m^2 ali km/h),
- odpornost proti udarcem,
- dimenzije modula,
- težo,
- certifikate, ki jim modul ustreza,
- jamstvo proizvajalca na izhodno moč,
- garancijsko dobo (Lenardič, 2009).

2.5 FOTONAPETOSTNI SISTEMI

FN sistemi so sestavljeni iz večjega števila medsebojno povezanih FN modulov in ustrezne regulacijske opreme. Glavna delitev sistemov je glede na uporabo, to so sistemi za samooskrbo (z avtonomnim obratovanjem) in sistemi za oddajo električne energije v omrežje (omrežni sistemi) (Rotovnik in sod., 2009).

Avtonomni sistemi oskrbujejo porabnike znotraj lokalnega električnega omrežja. Lahko delujejo z akumulatorjem ali brez akumulatorja, lahko so sistemi za enosmerne ali izmenične porabnike, lahko pa so v kombinaciji z drugimi generatorji električne energije (Rotovnik in sod., 2009).

Avtonomni oziroma samostojni fotonapetostni sistemi za napajanje naprav in porabnikov so v splošnem sestavljeni iz fotonapetostnih modulov, polnilnega generatorja, akumulatorja in regulatorja napetosti. Poznamo izvedbe malih FN modulov za napajanje specifičnih izdelkov (na primer v kalkulatorju) za majhne moči ter izvedbe standardnih FN modulov za vršne moči od nekaj W do nekaj 100 W (Rotovnik in sod., 2009).

Omrežni FN sistemi oddajajo električno energijo v električno omrežje, zato jih imenujemo sončne elektrarne. Omrežni FN sistemi so najbolj razpršeni in perspektivni sistemi, ki zahtevajo le FN generator (FN module), razsmernik, dodatni števec električne energije in zaščitne komponente (Rotovnik in sod., 2009).

2.6 RAZSMERNIKI

Razsmernik je najpomembnejši del povezave fotonapetostnega sistema z javnim elektroenergetskim omrežjem. Naloga razsmernika je preoblikovati enosmerne vhodne veličine (napetost, tok, ...) v izmenične izhodne veličine. Razsmernik mora ustrezati strogim kriterijem in standardom. Ker se območje delovanja nenehno spreminja (noč, dan), mora biti razsmernik čim bolj prilagodljiv. Hkrati pa mora reagirati tudi na razmere ob preobremenitvi ali izpadu omrežja. Preko delovanja razsmernika lahko tudi nadzorujemo delovanje omrežnih FN sistemov (Lenardič, 2009).

2.7 REGULATORJI POLNJENJA

Regulator polnjenja je del avtonomnega fotonapetostnega sistema, ki skrbi za pravilno polnjenje akumulatorskih baterij. Njegova naloga je obenem tudi zaščita baterij pred prenapolnjenjem in pred preglobokim praznjenjem. Tako premočno polnjenje kot pregloboko praznjenje skrajšujeta življenjsko dobo baterij, ki imajo tudi sicer med vsemi elementi fotonapetostnih sistemov najkrajšo življenjsko dobo (Lenardič, 2009).

2.8 AKUMULATORSKE BATERIJE

Za shranjevanje energije nam v samostojnih FN sistemih služijo akumulatorske baterije. Energijo iz baterij porabimo takrat, ko sončnega sevanja ni dovolj na razpolago. Dobro

poznavanje njihovih lastnosti in pravilno dimenzioniranje sta pomembni tudi s stroškovnega stališča, saj akumulatorske baterije predstavljajo velik del stroškov. Zgradba svinčevih baterij s tekočim elektrolitom je v osnovi enaka zgradbi avtomobilskih akumulatorskih baterij, le da so svinčene plošče debelejšje, kar omogoča dolgotrajno ciklično delovanje in globlje praznjenje (Lenardič, 2009).

2.9 LOKACIJA NAMESTITVE MODULOV

Izbira primerne lokacije in postavitve FN modulov je zelo pomembna za samo delovanje in energetski izplen. Slabo izbrana lokacija in nenatančno ovrednotenje solarnih dobitkov vplivata na učinkovitost delovanja elektrarne in vračilno dobo naložbe. Računsko spadajo ti načrtovalski koraki med zahtevnejše, zato si je potrebno pomagati z ustrezno programsko opremo za izračun natančnejših podatkov (Lenardič, 2009).

2.9.1 Izkoristek FN modula

Izkoristek FN modula je razmerje med prejeto močjo sončnega sevanja in oddano električno močjo. Če je FN modul obremenjen z manjšo ali večjo močjo od maksimalne moči, bo proizvedena električna moč manjša od maksimalne. Zato je za učinkovito delovanje FN modula pomembno, da pri obremenitvi z maksimalno električno močjo deluje z največjim izkoristkom pri danih pogojih sončnega obsevanja (Rotovnik in sod., 2009)

2.9.2 Sončno sevanje

Pri praktični izrabi sončne energije je potrebno poznavanje količine in tipa vpadnega sončnega sevanja na zemeljsko površino. Gostota moči sevanja se stalno spreminja glede na čas dneva, vremenske razmere in letni čas. Gostoto moči sevanja merimo v vatih na

kvadratni meter (W/m^2). Energijo sevanja, to je integrirano moč preko določene časovne periode, imenujemo obsevanje in jo podajamo v vatnih urah na kvadratni meter (Wh/m^2). Največja moč sončne celice je označena z W_p (peak Watt), izmerjena pa je pri standardizirani vrednosti sončnega sevanja ($1000 W/m^2$), temperaturi okolice 25 °C in $AM = 1,5$ (air mass). Sončni celica ima v tej obratovalni točki tudi največji izkoristek. Faktor zračne mase AM (air mass) je merilo višine sonca nad obzorjem. Faktor $AM1$ pomeni višino sonca 90° , torej je sonce v zenitu. Pot sončnega sevanja čez atmosfero je najkrajša, zato sta odboj in absorbcija najmanjša, gostota moči sevanja na zemlji pa največja (Rotovnik in sod., 2009)

2.9.3 Temperatura

Izkoristek sončne celice se zmanjšuje z naraščanjem njene temperature, saj se v tem primeru zmanjšuje napetost odprtih sponk. Meritve so potrdile, da je pri temperaturi sončne celice 60 °C izkoristek nižji za 20% glede na nazivno vrednost (Topič in sod., 2009).

2.9.4 Vpadni kot sončnega sevanja na površino in lega FN modula

Slovenija ima ugodno geografsko lego in pogoje, da lahko FN sistemi delujejo tudi na naših strehah. V srednji Evropi dosežemo največji letni izkoristek sončnega modula s 30° kotom in pri azimutu -5° , s takšnimi nakloni pa so zgrajene večina streh pri nas. Zaradi difuzne svetlobe in odbite svetlobe pa je vpliv vpadnega kota manjši, kot bi pričakovali. Do razmeroma največjih razlik prihaja le v sončnih jasnih dneh, medtem ko so razlika v oblačnih dneh neznatna. Tudi odbita svetloba, na primer od drugih objektov ali zasnežene pokrajine, lahko veliko prispeva v dnevnu izplenu. Seveda je v Sloveniji najugodnejša lega za postavitve FN modulov v smeri proti jugu in naklonom 32° . Boljše izkoristke lahko dobimo tudi s sledilnimi sistemi (Rotovnik in sod., 2009).

2.9.5 Senčenje

Senčenje pri FN sistemih predstavlja veliko večjo težavo, kot pri ostalih oblikah izkoriščanja sončne energije. Idealni fotonapetostni sistemi so načrtovani tako, da do senčenja sploh ne prihaja v nobenem letnem času oziroma času dneva. Poleg tega, da senčenje močno znižuje dobitke fotonapetostnih sistemov, je lahko tudi vzrok okvar, saj dolgotrajno delno senčenje modula pomeni potencialno nevarnost pregrevanja posameznih osenčenih celic in s tem nastajanja »vročih točk«, kar lahko delno ali popolno uniči celico (Lenardič, 2009).

Sončna celica z najmanjšim tokom določa količino elektrike, ki lahko teče skozi množico zaporedno vezanih celic. To pomeni, da se izhodna moč zmanjša enako, če je delno senčena ena sama celica oziroma celotna vrsta zaporedno vezanih celic ali celo modulov. Senčenje, ki ga povzročijo drevesa in sosednje zgradbe, kot tudi držala za ventilatorje, dimniki in podobno, omejuje in v najslabšem primeru celo ustavi proizvodnjo celotne verige zaporedno vezanih modulov (Rotovnik in sod., 2009).

Ne smemo pa pozabiti, da na sončne celice, prekrite s snegom, vejami, listjem ali drugo umazanijo, svetloba ne more prodreti in je izplen ničen tudi še na tako jesen in sončen dan. Zato je potrebno v krajih z dolgotrajno snežno odejo računati že pri načrtovanju, kako bomo sneg odstranili s celic (Sončne elektrarne na kmetijah, 2009).

2.9.6 Sledilni sistem

S pomočjo sledilnih sistemov lahko povečano donosnost sončne elektrarne. Poznamo dva tipa sledenja: enoosno in dvoosno sledenje. Pri enoosnem – dnevnem sledenju se moduli obračajo od vzhoda proti zahodu, njihov naklon pa ostaja enak. Pri dvoosnem sistemu moduli dnevno sledijo soncu, istočasno pa se spreminja tudi njihov naklon, tako da je sprejemna površina modulov vedno pravokotna na vpadni sončni žarek. Sledilniki lahko delujejo po že vnaprej določenem programu, ali pa sledijo soncu s pomočjo senzorjev. Upravičenost uporabe sledilnikov pri klasičnih fotonapetostnih modulih je odvisna od

višine investicije, ki je potrebna za mehansko konstrukcijo sledilnika, dodatne elektronike in vzdrževanja sistema ter od lokalnih klimatskih pogojev. Pri enoosnem sledenju lahko proizvedemo okoli 15–20 % več energije kot s statičnim sistemom, z dvoosnim sledilnikom pa pridobimo okoli 30–35 % več energije (Fotovoltaika, 2010).

2.9.7 Programska oprema

Na trgu je na voljo veliko najrazličnejših orodij za potrebe analize, simulacije in ekonomskega ovrednotenja fotonapetostnih sistemov. Namenjena so najrazličnejšim skupinam uporabnikov, temu primerni sta tudi njihova zmogljivost in posledično cena. Najenostavnejša orodja omogočajo zgolj enostavno oceno delovanja (izplen in osnovni ekonomski izračuni), najzahtevnejša pa omogočajo natančno simulacijo delovanja sistema vključno z analizo osenčenja (Lenardič, 2009).

2.10 STROŠKI GRADNJE IN VZDRŽEVANJA

2.10.1 Stroški gradnje fotonapetostnih sistemov

- Stroški FN modlov (fiksni, sledljivi, vgradni,...) predstavljajo ≈ 55 % stroškov gradnje.
- Razsmerniki 13 % stroškov gradnje.
- Inštalacijski material 15 % stroškov gradnje.
- Montaža 10 % stroškov gradnje.
- Ostalo pa načrtovanje in dokumentiranje sistema.

Pri samostojnih sistemih predstavljajo akumulatorske baterije 30 % stroškov gradnje (Lenardič, 2009).

Padci cen solarnih elektrarn so trg postavili na glavo (Padec cen, 2009):

- V letu 2006 se je cena (postavitvev elektrarne na ključ) iz 6000 €/kWp znižala na 4600 €/kWp. Trenutna cena je nekje med 3600 in 4100 €/kWp.
- Vzroki so v

- močnem povečanju kapacitet solarnih modulov in ponudbe na trgu;
 - manjšem povpraševanju v nekaterih vodilnih državah pri izgradnji, zaradi nižanja subvencij.
- Napovedujejo se padci cen tudi do 2500 €/kWp.

Potrebno je paziti na kvaliteto materiala in kakovost storitve. Previdnost ne bo odveč, če se preverijo pogoji garancije pri izvedbi in materialu (Padec cen, 2009).

2.10.2 Stroški vzdrževanja fotonapetostnih sistemov

Stroške vzdrževanja fotonapetostnega sistema delimo na (Lenardič, 2009):

- Redne stroške vzdrževanja, ti so načrtovani stroški, ki jih lahko brez težav predvidimo pri načrtovanju sistema, zajemajo pa na primer periodične vizualne preglede sistema, kontrolo spojev, po potrebi košnjo trave in podobno. Višina rednih stroškov je, glede na izkušnje iz prakse, ocenjena na < 0,1 % investicije letno.
- Izredne oziroma nenačrtovane stroške vzdrževanja, to pa so vsi tisti stroški, ki jih ne moremo z gotovostjo napovedati vnaprej. V to skupino spadajo na primer nepredvidene okvare razsmernikov ali drugih elementov sistema, udari strel, mehanske poškodbe modulov (na primer zaradi močnega vetra) in podobno. Nenačrtovani stroški so ocenjeni na 0,05 do 0,2 % investicije letno.

Skupni stroški vzdrževanja tako dosegajo od 3 do 8 % investicije, kar je pri načrtovanju treba seveda upoštevati (Lenardič, 2009).

Poseben primer so večji stroški, povezani z razsmerniki v omrežnih sistemih in z akumulatorskimi baterijami v otočnih sistemih. Praviloma je treba razsmernike po desetih letih vsaj temeljito pregledati in po potrebi obnoviti (zamenjati) njihove vitalne dele

(stikalni mostiči). Pri otočnih sistemih je po desetih letih prav tako treba zamenjati akumulatorske baterije, ki predstavljajo velik del cene otočnega sistema (Lenardič, 2009).

Sistem načeloma deluje brez dodatne delovne sile, vendar je potrebno delovanje nadzorovati, če je potrebno FN module čistiti in periodično kontrolirati tudi parametre sistema (tok in napetost). Pomembno je, da vse morebitne napake pravočasno odpravimo in tako zavarujemo sistem pred morebitnimi poškodbami in omogočimo pravilno delovanje (Lenardič, 2009).

2.11 PRIKLJUČITEV SONČNE ELEKTRARNE NA DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE

Postopki za priključitev sončne elektrarne na distribucijsko omrežje so povzeti iz vira Priključitev sončne elektrarne (2010).

- Vloga za projektne pogoje/ pogoje za projektiranje/ za izdelavo PZI (50. člen ZGO-1 Ur. l št. 110/02).
 - Vloga se naslovi na pristojno distribucijsko podjetje.
 - V vlogi so podani osnovni podatki o predvideni SE ter dokazila o lastništvu objekta, na katerem se postavlja SE.
- Izdaja projektnih pogojev.
 - Izda referat za soglasja v službi za energetska načrtovanje v sodelovanju s službo za zaščito in obratovalne meritve, dispečersko službo ter službo za merjenje el. energije, ki pripravi projektne pogoje.
 - Rok je 15 dni.
 - V projektnih pogojih so podani načini priključitve na distribucijsko omrežje, merilne in zaščitne naprave, način obratovanja, potrebne ojačitve omrežja.
- Izdelava PGD/PZI.
 - Pri izdelavi PZI mora investitor/ projektant upoštevati vse projektne pogoje (meritve prevzete in oddane el. energije, nazivno napetost, frekvenco, maksimalno proizvodno moč, izklop v primeru izpada napetosti na omrežje ter sinhronizacija na omrežje.

- Upoštevati je potrebno tudi vse veljavne standarde in tehnične predpise, ukrepe varstva pri delu, itd.
- Vloga za izdajo soglasja za priključitev .
 - Vloga vsebuje osnovne podatke o sončni elektrarni in PGD/PZI.
 - Referat za izdajo soglasja pregleda vlogo in ugotavlja, če je vloga popolna, če je projekt SE skladen z izdanimi projektnimi pogoji in če je projekt skladen z organizacijskim predpisom o pregledu projektne dokumentacije zunanjega izvora. Tako o elektroenergetskih pogojih kot tudi o tehničnih pogojih.
- Izdaja soglasja za priključitev.
 - Soglasje za priključitev se izda na podlagi 71. člena EZ (Ur. l. RS št. 54/2000), Uredbe o splošni pogojih za dobavo in odjem električne energije (Ur. l. RS št. 117/2002) ter Zakona o splošnem upravnem postopku (Ur. l. RS št. 80/99, 70/00) v roku 14 dni.
- Vloga za izdajo pogodbe o priključitvi na distribucijsko omrežje.
 - Skupaj s soglasjem se pošlje vloga za izdajo pogodbe o priključitvi na distribucijsko omrežje.
- Izdaja pogodbe o priključitvi.
 - Po dokončanosti soglasja za priključitev in pred priključitvijo sledi pregled priključkov.
 - Potrebno je izdelati obratovalna navodila.
 - V pogodbi o priključitvi se uredijo medsebojna razmerja (22. člen Uredbe o splošnih dobavnih pogojih za dobavo in odjem električne energije) v zvezi s plačilom priključka, izvedbo priključka, premoženjskimi vprašanji, vzdrževanjem priključka, itd.
- Pogodba o dobavi in oddaji električne energije
 - Predhodno je potrebno pridobiti licenco, energetska dovoljenje in status za kvalificiranega proizvajalca el. energije.
 - Za plačilo je potrebno izstavlјati mesečno račune.

2.11.1 Poizkusno obratovanje

Poizkusno obratovanje se izvaja pri zagonu elektrarne. Čas trajanja poizkusnega obratovanja je 3 mesece. V tem času se sistem pripravi na stalno obratovanje, izvedejo se meritve in pridobijo ustrezna soglasja in pogodbe (Izgradnja sončne elektrarne, 2007).

2.11.2 Odkup in prodaja električne energije

Z Uredbo o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije, so določeni pogoji in načini sofinanciranja odkupa električne energije iz obnovljivih virov za dobo 15 let (Uredba o podporah ..., 2009).

2.11.3 Vrsta podpore

Glede na način, kako je odkup subvencioniran ločimo:

- Obratovalno podporo – OP.

Obratovalna podpora pomeni, da je sklenjena odprta pogodba z dobaviteljem (tako imenovana tržna pogodba za prodajo električne energije). V tem primeru se izstavljata dva računa, eden za elektriko dobavitelju, drugi za podporo Centru za podpore.

- Zagotovljen odkup – OZ.

V tem primeru proizvajalec nima sklenjene ločene tržne pogodbe za električno energijo, ampak prodaja električno energijo Centru za podporo prodaje električne energije in ima enotno ceno z zagotovljenim odkupom za čas trajanja pogodbe 15 let (Določanje višine podpor ..., 2009).

Višina obratovalne podpore in določanje cen za zagotovljen odkup se izračunava iz priznanih referenčnih stroškov Uredbe o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije (2009).

Če se za izvedbo investicije za sončno elektrarno prejmejo kakršne koli pomoči, ki se lahko štejejo za subvencijo, se morajo referenčni stroški zmanjšati za ta znesek (EUR/MWh):

$$(\text{znesek prejete pomoči (EUR)} \times A) / (\text{nazivna električna moč (MW)} \times H \text{ (h)})$$

kjer je A anuitetni faktor pri 15-letni ekonomski dobi naložbe in splošni diskontni stopnji (Uredba o podporah ..., 2009).

Referenčni stroški in cena za zagotovljen odkup so za sončne elektrarne različni glede na:

- velikostni razred,
 - o mikro (< 50 kW)
 - o mala (1MW)
 - o srednja (do 10 MW)
 - o velika (do 125 MW)
- glede na postavitve in izgradnjo,
 - o na stavbah ali gradbenih konstrukcijah
 - o so sestavni del ovoja zgradbe oziroma elementov zgradbe
 - o je zgrajena kot samostojni objekt.

(Uredba o podporah ..., 2009)

Preglednica 3: Cena zagotovljenega odkupa (EUR/MWh) v letu 2009
 (Določanje višine podpor..., 2009)

Velikostni razred proizvodne naprave	Na stavbah ali gradbenih konstrukcijah (EUR/MWh)	Sestavni del ovoja zgradbe oziroma elementov zgradbe (EUR/MWh)	Zgrajena kot samostojni objekt (EUR/MWh)
mikro (< 50 kW)	415,46	477,78	390,42
mala (1MW)	338,02	437,03	359,71
srednja (do 10 MW)	315,36	362,67	289,98
velika (do 125 MW)	227,30	269,41	215,81

Posebnost za sončne elektrarne je že v sami metodologiji določena, da se referenčni stroški vsako leto znižajo za 7 % glede na izhodiščno raven v letu 2009. Podpora se seveda z vstopom v sistem fiksira in se za konkretno elektrarno za dobo trajanja pogodbe ne spreminja več (Določanje višine podpor ..., 2009).

Preglednica 4: Cena zagotovljenega odkupa (EUR/MWh) v letu 2010 – neuradno izračunane podpore (Določanje višine podpor..., 2009)

Velikostni razred proizvodne naprave	Na stavbah ali gradbenih konstrukcijah (EUR/MWh)	Sestavni del ovoja zgradbe oziroma elementov zgradbe (EUR/MWh)	Zgrajena kot samostojni objekt (EUR/MWh)
mikro (< 50 kW)	339,38	397,34	316,09
mala (1MW)	306,42	359,43	287,53
srednja (do 10 MW)	244,68	288,67	221,08
velika (do 125 MW)	2007,65	246,81	196,9

3 METODE DELA

S pregledom literature smo pridobili potrebna znanja in informacije o sončnih elektrarnah, predvsem tehnološke in tehnične zahteve o delovanju. V nalogi skušamo ugotoviti, ali je investicija v SE na kmetijah smiselna in ali deluje v skladu z načrtovanji. Zato smo načrtovali dve ločeni metodi dela:

- ugotavljanje ekonomske upravičenosti,
- ugotavljanje stanja že delujočih SE na kmetijah.

3.1 UGOTAVLJANJE EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI SONČNE ELEKTRARNE NA KMETIJI

Pri tem delu naloge smo se odločili, da bomo na enem primeru proučili, ali je investicija upravičena ali ne. Za svoje delo smo si izbrali vzorčno kmetijo s primerno lego strehe na hlevu in primerne velikosti za to dejavnost.

Poiskali smo podatke o predvidenih stroških in prihodkih:

- Podjetje TEP.d.o.o. smo zaprosili za izdelavo tehničnega in investicijskega načrta, v katerem so bili predvideni vsi stroški do priključitve SE in potrebni tehnični podatki.
- Iz virov – uradnih listov smo izračunali predvideno odkupno ceno za dobo zajamčenega odkupa 15 let.
- V Deželni banki Slovenije smo zaprosili za ustrezne podatke o kreditih.
- Računovodski servis smo zaprosili za podatke o računovodskih storitvah.
- Stroške vzdrževanja smo upoštevali v povprečni višini, kot jih navajajo literarni viri.
- Letno proizvodnjo električne energije smo izračunavali iz predvidene povprečne letne proizvodnje vgrajenega kWp in iz tehnološkega podatka o garanciji na proizvedeno moč.

Za finančno analizo podatkov smo uporabili orodje kmetijske svetovalne službe, s katerim smo ugotavljali interno stopnjo donosnosti in finančni tok. To orodje je prilagojeno zahtevam za izdelavo poslovnih načrtov za ukrep 311: Diverzifikacija v nekmetijske dejavnosti Programa razvoja podeželja 2007 – 2013, Priročnik za izdelavo poslovnih načrtov (MKGP, 2009). Pri finančni analizi smo upoštevali podatke le za dejavnost sončne elektrarne, nismo pa upoštevali drugih dejavnosti na kmetiji, lastnega dela in plačila dohodnine.

3.2 UGOTAVLJANJE STANJA NA ŽE DELUJOČIH SONČNIH ELEKTRARNAH NA SLOVENSКИH KMETIJAH

V tem sklopu našega dela smo se odločili, da izdelamo vprašalnik (priloga B) in anketiramo nosilce dopolnilne dejavnosti, ki imajo SE na kmetiji. Anketo smo oblikovali v več sklopov vprašanj, s katerimi smo želeli dobiti odgovore o :

- sami kmetiji,
- vzrokih za naložbo v SE,
- delovanju SE,
- investiciji, stroških in prihodkih,
- pogojih delovanja in
- osebnem mnenju in napotkih.

Namen ankete je bil ugotoviti, kje delujejo, kakšne so, kako delujejo, kakšne probleme imajo in kakšne izkušnje so pri že delujočih sončnih elektrarnah v Sloveniji, ki delujejo kot dopolnilna dejavnost na kmetijah.

Za ta namen smo potrebovali podatke o že delujočih sončnih elektrarnah. Pri tem nam je pomagalo MKGP, ki nam je na našo prošnjo posredovalo podatke 11 delujočih elektrarn na kmetijah in 27 sončnih elektrarnah, kjer je izdano samo potrdilo o vpisu v evidenco dopolnilnih dejavnosti, kar pomeni, da še ne delujejo.

Naslednji korak je bil oblikovanje ankete. Anketo smo sestavili tako, da ni bila preobširna, da so bila vprašanja preprosta in odgovori smiselni, ter da se med seboj niso ponavljali. Vprašanja smo razdelili v več sklopov, ki niso bili posebej imenovani, lahko pa bi jih razvrstili v smiselne vsebine:

- kmetija in kmetijske dejavnosti ter starost nosilca dopolnilne dejavnosti,
- informiranost in razlogi nosilca za izvedbo investicije,
- zakonodaja in razumevanje zakonodaje,
- tehnična izvedba in točnost predvidenega delovanja,
- o investiciji, stroških in prihodkih,
- splošno mnenje nosilcev te dejavnosti na kmetijah o investiciji.

Izvedba ankete je bila anonimna in na kraju samem. Vse anketirane sem osebno poklical, se dogovoril za termin in jih obiskal. Za prvi sklop ankete pa so bili podatki predhodno zbrani iz javno dostopnih podatkov in zbirnih vlog na vseh 38 kmetijah. Na ta način smo prišli do nekaj ugotovitev o kmetijah in strukturi kmetij, ki so se odločile za investicijo v sončne elektrarne.

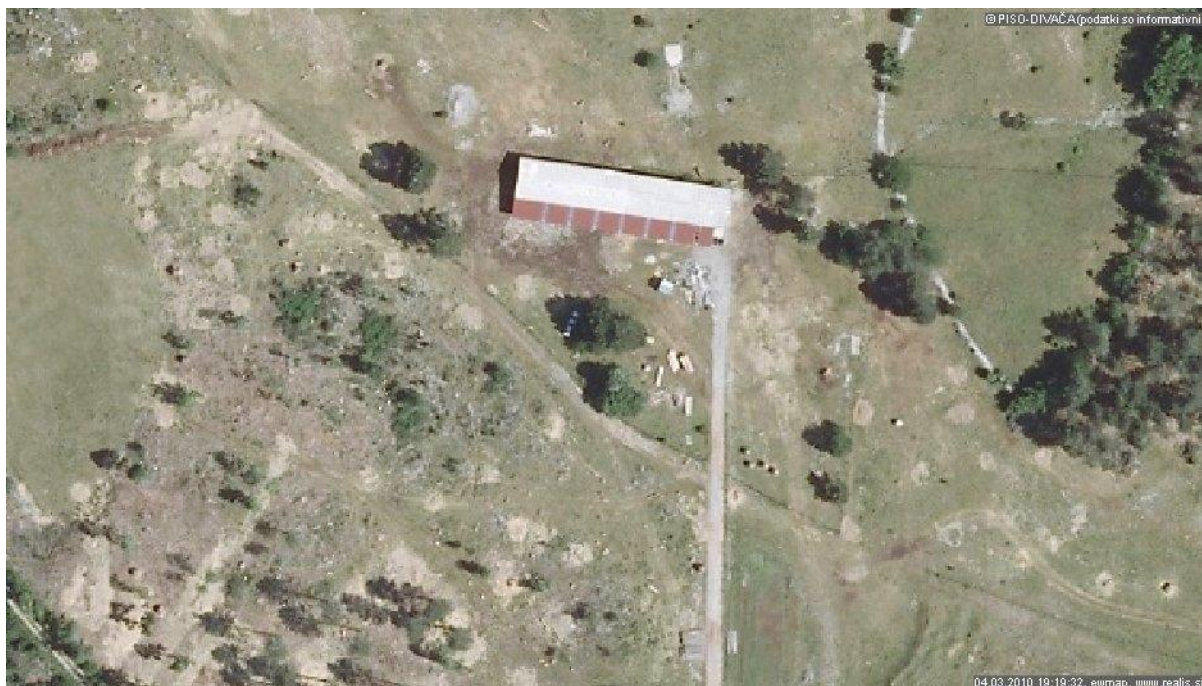
Po izvedbi ankete je bila opravljena analiza dobljenih podatkov.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 EKONOMSKA UPRAVIČENOST SONČNE ELEKTRARNE NA KMETIJI

4.1.1 Opis investicije

Objekt, na katerem smo predvideli sončno elektrarno, je kmetijski objekt – hlev z naklonom strehe nad 30 %. Lokacija je na izrazito sončni legi na območju Krasa. V okolici ni večjih dreves, stavb ali podobnih motečih predmetov, ki bi lahko povzročali senčenje. Elektro - trafopostaja je v neposredni bližini in predvidoma že dovolj močna, da je ne bi bilo potrebno dodatno povečevati ali spreminjati. Dolžina objekta je 45 m in širine 10 m, zraven objekta je na južni strani zgrajen tudi nadstrešek za spravilo strojev in orodja.



Slika 1: Kmetijski objekt, predviden za sončno elektrarno (PISO, 2010)

Za izdelavo tehničnega in investicijskega načrta smo zaprosili podjetje TEP, d.o.o., ki nam je pripravilo naslednje predloge:

Tehnični podatki:

- fotonapetosni moduli
 - monokristalni Si, 65 elementov
 - imenska moč 180 pW
 - dimenzije 1580 x 808 x 35 mm
 - garancija na moč 90 % - 12 let
 - garancija na moč 80% - 25 let
 - toleranca vršne moči +/- 5%
- omrežni razsmernik
 - največja vhodna moč DC: 15600 W
 - izhodna moč AC – nominalna 15000 W
 - izhodna moč AC – maksimalna 15000 W
 - izkoristek : največji 98 %
 - izkoristek evropski (400 V) 97,7 %
 - dimenzije (468 x 613 x 242 mm)
- SMA – sistem nadzora in diagnostika
 - komunikacija SunnyWebBox
- ostali materiali
 - nosilne konstrukcije
 - inštalacijski materiali
 - elektro omarice in podobno

Na predvideni lokaciji strehe bi bilo lahko montiranih 248 modulov s skupno nazivno močjo 44,64 Wp. V popisu del in izdelavi finančne konstrukcije sta bili zajeti tako tehnična izdelava kot tudi pomoč pri pridobivanju projektne in druge dokumentacije.

Skupna vrednost investicije za izgradnjo te SE z močjo 44,64 Wp je ocenjena na 162.254 €, kar je 3.635 € za Wp.

4.1.2 Predvideni prihodki

Za izračun predvidenih prihodkov našega modela SE smo uporabili podatke iz tehničnega načrta, veljavne zakonodaje in dostopnih podatkov meritev osončenja v RS.

Iz tehničnega načrta smo zajeli podatek o inštalirani skupni imenski moči, to je 44,64 Wp, ter podano garancijo na imensko moč, ki predvideva 20 % padec v obdobju 25 let.

V Uredbi o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije (2009) je določeno, da se pogodba o sredstvih za podpore sklenejo za dobo 15 let. V tem časovnem obdobju smo lahko izračunali ceno za 1 MWh prodane električne energije. To časovno obdobje 15 let smo odločili kot amortizacijski čas in čas, v katerem želimo doseči neke poslovne rezultate.

V omenjeni uredbi je predvideno tudi, da se referenčni stroški vsako leto znižajo za 7 % in da se referenčni stroški ustrezno znižajo glede na pridobljeno kakršno koli pomoč, ki se šteje za subvencijo. Tako bi bila v našem primeru SE z nazivno močjo 44,64 kW, ki spada v velikostni razred mikro (< 50 kW) in je zgrajena na strehi, odkupna cena zagotovljenega odkupa iz 415,46 €/MWh znižana za 7 % na 386,38 €/MWh, ker bo investicija predvidoma dokončana v letu 2010, oziroma 361,303 €/MWh, če bo podpis pogodbe za odkup električne energije šele v letu 2011.

V primeru pridobljenih javnih sredstev se cena izračuna po načinu predvidenem v omenjeni uredbi (2009):

$$\text{Odbitek} = (\text{znesek prejete pomoči (EUR)} \times A) / (\text{imenska električna moč (MW)} \times H \text{ (h)})$$

V našem primeru bi bila vrednost pridobljenih sredstev za pomoč, če upoštevamo odbitek DDV in predvidimo 50% pomoč, 67 606 €.

A je anuitetni faktor pri 15 letni ekonomski dobi naložbe in splošni diskontni stopnji, ki je objavljen v proračunskem memorandumu RS (za leto 2009 znaša 0,0778).

Nazivna električna moč naše SE je 0,04464 MW.

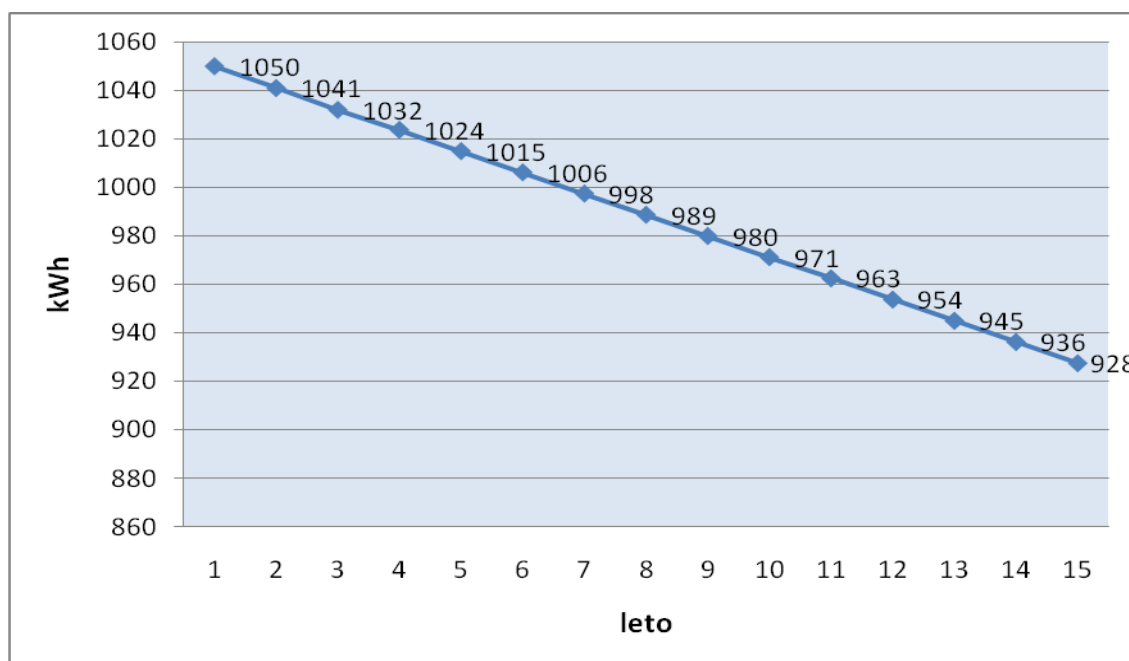
H je po metodologiji za določanje referenčnih stroškov za fotovoltaike vrednost 1050 h, kar pomeni, da 1 kW inštalirane moči SE letno proizvede v Sloveniji povprečno 1050 kWh električne energije.

$$\text{Odbitek} = (67606 \text{ €} \times 0,0778) / (0,04464 \text{ MW} \times 1050 \text{ h}) = 112,2 \text{ €/MWh}$$

$$\text{Cena} : 386,39 \text{ €/MWh} - 112,2 \text{ €/MWh} = 274,19 \text{ €/MWh}$$

Tako bi bila v primeru pridobljenih 50 % sredstev pomoči za izgradnjo SE odkupna cena zagotovljenega odkupa 0,27419 €/kWh v letu 2010 in 0,249103 €/kWh v letu 2011.

V poglavju Pregled objav smo predstavili različne vplive na proizvodnjo in izkoristek montirane SE, tako tehnične vplive kot vplive okolja. Pomemben dejavnik je tudi število sončnih dni oziroma osončenost mikro lokacije. Če so vsi pogoji delovanja primerni in je lokacija pravilno izbrana, je povprečna proizvodnja električne energije v Sloveniji 1050 kWh na 1 kWp nameščenih sončnih modulov.

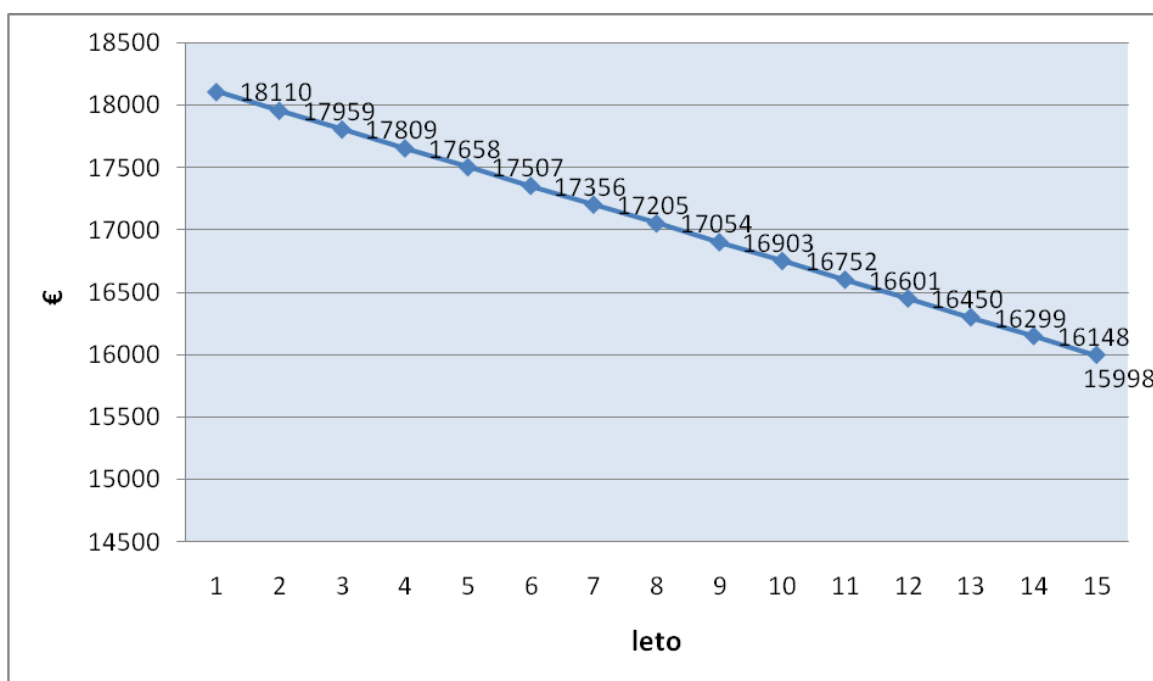


Slika 2: Pričakovana proizvodnja električne energije SE 44,64 kW v petnajstih letih

Pričakovano letno proizvodnjo električne energije smo izračunali po obrazcu:

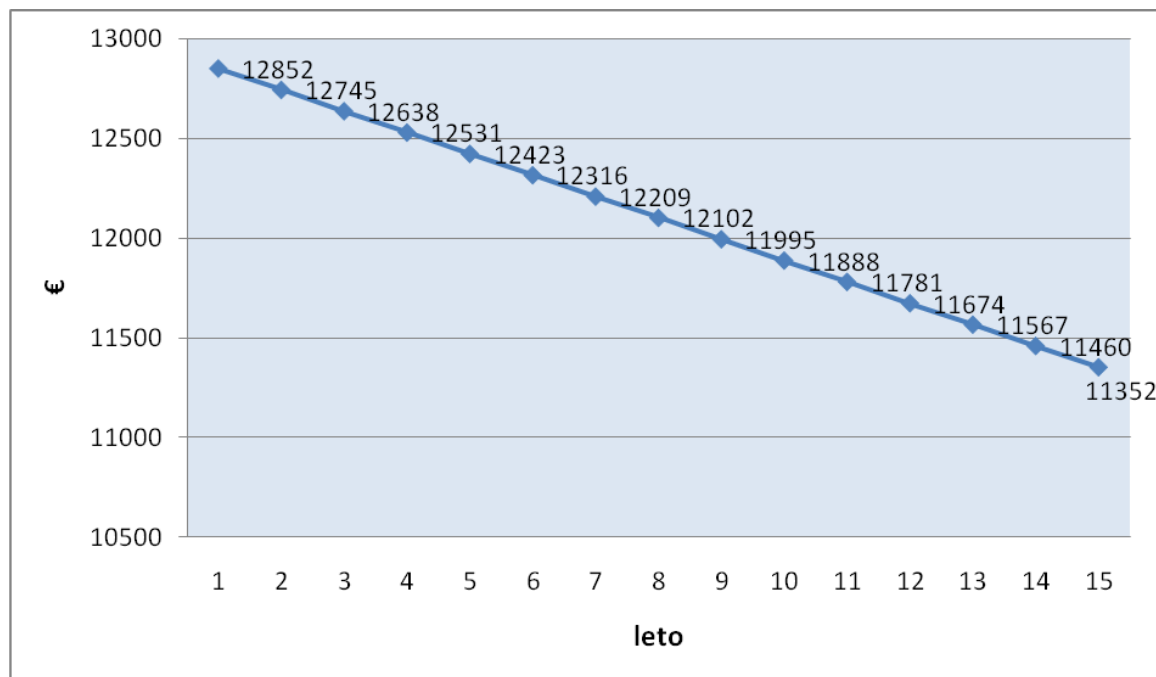
Letna proizvodnja električne energije (kWh) = moč SE (44,64 kWp, vsako leto zmanjšan za % padca moči) x 1050 h (povprečno letno obsevanje v RS). Rezultati so prikazani na sliki 2.

V primeru, da ne prejmemo pomoči za izvedbo investicije za SE z močjo 44,64 kWp, ki je končana v letu 2010, bi predvideni prihodki od prodaje električne energije v 15 letih dosegli skupno vrednost 255.809 €. Letni prihodki v tem primeru so prikazani na sliki 3.



Slika 3: Načrtovani prihodki SE v petnajstih letih pri naložbi končani v letu 2010

Če za izvedbo investicije pridobimo 50 % pomoči (investicijske vrednosti brez DDV) v skupni vrednosti 67.606 €, se že v letu 2010 zagotovljena odkupna cena ustrezno zniža na 0,27419 EUR / kWh. V tem primeru bi predvideni prihodki (po posameznih letih so prikazani na sliki 4) od prodaje električne energije v 15 letih znašali skupaj 181.532 €, seveda, če bi bila investicija zaključena in pogodba o odkupu električne energije podpisana res že v letu 2010.



Slika 4: Prihodki SE v petnajstih letih z upoštevanim odbitkom prodajne cene ter končno investicijo v letu 2010

4.1.3 Predvideni odhodki

Strošek vzdrževanja

V poglavju pregled objav smo omenili, da razdelimo stroške vzdrževanja v predvidene in nepredvidene stroške, ter da skupni stroški vzdrževanja dosega od 3 do 8 % investicijske vrednosti, kar je pri načrtovanju seveda treba upoštevati.

Za izračun stroška vzdrževanja smo v petnajstletnem obdobju predvideli 6 % vrednosti investicije, kar skupaj znaša 9.735 EUR oziroma 649 EUR letno.

Strošek računovodskih storitev je praktično zelo majhen, saj se mesečno izdaja le en račun in so stroški minimalni. Na podlagi ponudbe računovodskega servisa je bil predviden strošek za vodenje poslovne knjige, pisanje bilanc in poročil v višini 288 EUR letno.

Strošek zavarovanja je strošek, ki je specifičen za vsakega posameznika posebej in odvisen predvsem od stopnje zavarovanja. Ker so zavarovanja zelo različna in bonitete posameznikov pri zavarovalnicah različni, smo se odločili za upoštevanje zavarovanja na neamortizacijsko vrednost investicije za izgradnjo z letno premijo v višini 0,2 %. Dobljen znesek smo ustno primerjali s podatki zavarovalnice in ugotovili, da sta si zneska podobna.

Kot strošek smo upoštevali tudi strošek amortizacije od vrednost investicije za obdobje petnajstih let.

Vrednost investicije $162.255 \text{ €} / 15 \text{ let} = 10.817 \text{ €} / \text{letno}$.

Skupna vrednost predvidenih stroškov vzdrževanja, zavarovanja, amortizacijske vrednosti in računovodskih storitev v petnajstih letih je 169.512 €.

Strošek odplačevanja obresti smo upoštevali s pomočjo informativnega amortizacijskega načrta kredita, ki nam ga je posredovala banka. Za primerjavo smo uporabili več možnosti kreditnih pogojev ter rezultate primerjali med seboj. V primeru lastnih sredstev, stroška obresti nismo upoštevali, oportunitetni stroški lastnih sredstev pa so torej zajeti v dobljenem rezultatu.

4.1.4 Finančna analiza

Za investicijo, ki smo jo opredelili kot vzorčno, smo predvideli izvedbo na različne načine, ki se razlikujejo predvsem glede na vire financiranja in čas podpisa pogodbe za odkup električne energije. Za vsak primer smo pripravili finančno analizo.

1. primer

V prvem primeru smo pripravili finančno analizo s predpostavkami, da izvedemo celotno investicijo z lastnimi sredstvi in podpišemo pogodbo o odkupu električne energije v letu 2010.

2. primer

V drugem primeru smo predpostavili, da izvedemo celotno investicijo z lastnimi sredstvi in podpišemo pogodbo o odkupu električne energije z enoletnim zamikom (v letu 2011).

3. primer

Tretja različica predvideva izvedbo celotne investicije s posojilom po pogojih za naložbe v kmetijske dejavnosti, z dobo odplačevanja 15 let. Podpis pogodbe o odkupu električne energije bi bil v letu 2010.

4. primer

Četrta različica je enaka tretji, le doba odplačevanja posojila je skrajšana na 10 let.

5. primer

Ta varianta je enaka četrti, le podpis pogodbe o odkupu električne energije je zamaknjen v leto 2011.

6. primer

V šestem primeru smo predpostavili, da izvedemo investicijo delno z lastnimi sredstvi in delno z nepovratnimi sredstvi iz naslova ukrepa 311 Programa razvoja podeželja 2007-2013. Podpis pogodbe o odkupu električne energije smo predvideli v letu 2010. Javnih sredstev pri izračunu kazalnikov upravičenosti (zadnjih treh v preglednici 5), merjenih skozi učinke zasebnega investitorja, nismo upoštevali kot (njegove) odlive.

7. primer

V sedmem primeru smo analizo zastavili na enakih predpostavkah kot v šestem primeru, vendar smo investicijo pri izračunu ekonomskih kazalnikov obravnavali kot celoto vložka zasebnih in javnih sredstev. Ta analiza skuša simulirati presojo upravičenosti vlaganja javnih sredstev pod veljavnimi pogoji, pri katerih kot odliv vkalkuliramo celoten zagonski kapital (javna in zasebna sredstva), na strani prilivov pa upoštevamo zgolj zasebne učinke (materializirane v nižji odkupni ceni v odvisnosti od deleža sofinanciranja naložbe).

8. primer

Ta analiza temelji na enakih predpostavkah kot primer 6, le podpis pogodbe o odkupu električne energije je zamaknjen v leto 2011.

9. primer

Različica predpostavlja izvedbo investicije s posojilom z dobo odplačevanja 10 let v kombinaciji z nepovratnimi sredstvi. Podpis pogodbe o odkupu električne energije je predviden v letu 2010.

10. primer

Enake predpostavke kot pri predhodni analizi, le podpis pogodbe o odkupu električne energije je zamaknjen v leto 2011.

Ključne predpostavke vseh desetih analiz in dobljeni rezultati finančne analize so prikazani v preglednici 5. Podrobnejši rezultati finančne analize (po letih in sumarno) pa so povzeti v prilogi A.

Preglednica 5: Glavne značilnosti analiziranih različic izvedbe naložbe in rezultati finančne analize za dobo 15 let

Glavne značilnosti analiziranih različic izvedbe naložbe										
Primer	1	2	3	4	5	6	7*	8	9	10
Lastna sredstva (€)	162.255	162.255	0	0	0	97.353	97.353	97.353	0	0
Nepovratna sredstva (€)	0	0	0	0	0	64.902	64.902	64.902	64.902	64.902
Vrednost kredita (€)	0	0	162.255	162.255	162.255	0	0	0	97.353	97.353
Lastna sredstva za odplačevanje kredita (€)	0	0	6.278	38.292	49.605	0	0	0	8.619	19.937
Doba vračila kredita (leta)	0	0	15	10	10	0	0	0	10	10
Leto začetne dejavnosti	2010	2011	2010	2010	2011	2010	2010	2011	2010	2011
Rezultati finančne analize za dobo 15 let										
Dohodki skupaj (€)	77.228	60.626	- 4.789	38.049	21.446	2.951	2.951	- 13.658	- 20.544	- 37.153
Letno pokritje skupaj (€)	243.803	227.200	243.803	243.803	227.200	169.526	169.526	152.916	169.526	152.916
Finančni tok skupaj (€)	239.483	222.880	- 4.534	38.303	21.701	165.206	165.206	148.596	44.313	27.704
Interna stopnja donosnosti (%)	5,43	4,35	5,43	5,43	4,35	7,65	0,23	5,94	7,65	5,94
Neto sedanja vrednost pri disk. st. 5 % (€)	4.451	- 6.578	4.451	4.451	- 6.578	16.920	- 44.891	5.887	16.920	5.887
Uspešnost (€)**	77.228	60.626	- 4.534	38.303	21.701	67.853	2.951	51.243	44.313	27.704

* V tem primeru vrednosti investicije nismo zmanjšali za predvidena nepovratna sredstva, ampak smo finančno analizo opravili ob predpostavki celotnih odlivov (skupno vlaganje sredstev države in lastnika). V ostalih analizah pri izračunu rezultatov javnih sredstev v odlivih nismo upoštevali.

** Uspešnost naložbe smo pri tem kazalniku ugotavljali iz finančnega toka (primeri 1-5), kumulativnega finančnega toka (primeri 6-8) in upoštevanjem skupne vrednosti odplačila obresti (primeri 9-10).

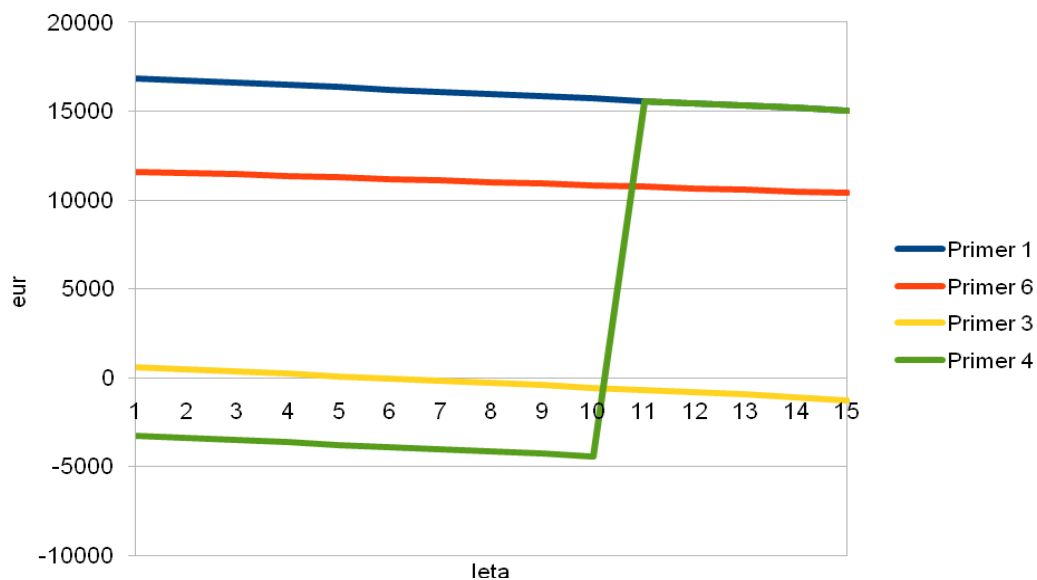
Finančna analiza posameznih primerov nam prikaže finančni tok, dinamiko prihodkov, odhodkov in dobička. Iz teh rezultatov lahko izračunamo tudi nekatere uveljavljene kazalnike donosnosti naložbe (interna stopnja donosnosti in neto sedanja vrednost – slednjo smo računali pri 5 % diskontni stopnji).

Iz rezultatov opravljene analize lahko podamo različne ugotovitve, med katerimi zagotovo kaže izpostaviti vsaj naslednje:

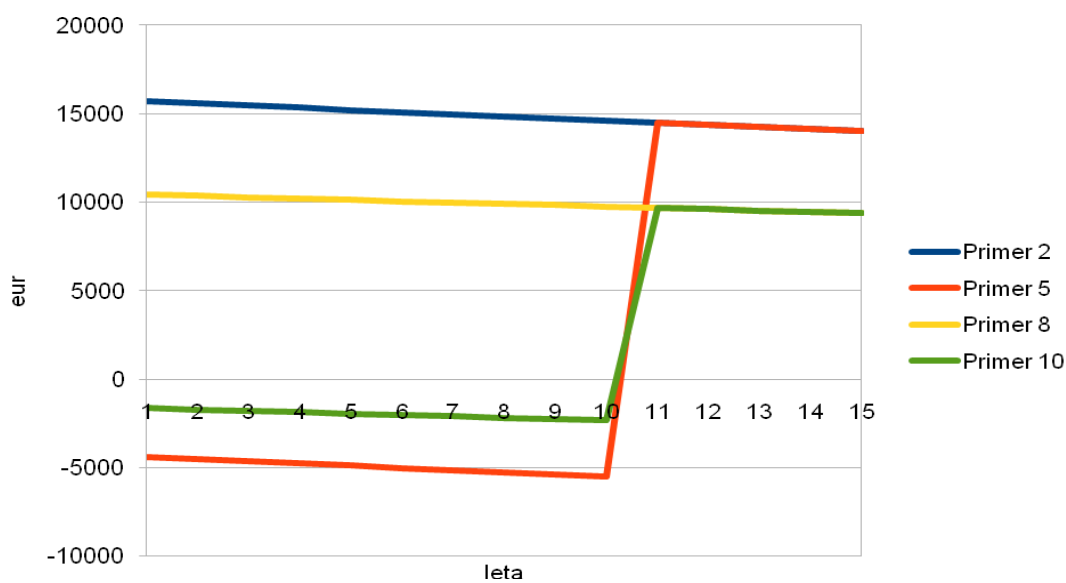
- Najboljše rezultate lahko pričakujemo, če investicijo izvedemo v celoti z lastnimi sredstvi (primer 1), čeprav smo pričakovali, da bo rezultat boljši v primeru pridobitve nepovratnih sredstev za sofinanciranje izvedbe investicije (primer 6). Rezultat različice 6 je za zasebnega investitorja manj ugoden predvsem zaradi občutno nižje odkupne cene.
- Postopno zniževanje sofinanciranja odkupne cene električne energije vsako leto za 7% nas že v primeru enoletnega zamika izvedbe naložbe (ali pa le podpisa pogodbe o odkupu) pripelje do nižje stopnje donosnosti od minimalne pričakovane (5%). Takšne naložbe lahko z ekonomskega vidika uvrstimo med naložbe, ki so komajda še upravičene, če sploh (primer 2, primer 5).
- Naložba je lahko popolnoma neuspešna tudi, če investicijo v celoti izvedemo z navadnim kreditom s 15 letnim odplačevanjem (primer 3).
- S presojo upravičenosti celotne naložbe, v katero skupaj vstopata s sredstvi država in lastnik (primer 7), pridemo do zelo slabih rezultatov (zaradi zmanjšane odkupne cene električne energije). V kolikor vložka javnih sredstev pri presoji z zasebnega vidika ne upoštevamo (na strani odlivov), pa je donosnost naložbe razmeroma ugodna - v naših analiziranih različicah višja od 5 % (primeri 6 in 8 do 10).
- Ugotovili smo, da bi bil rezultat izvedbe investicije boljši, če najamemo ugodni bančni kredit za dobo 10 let in zaključeno investicijo v letu 2010 (primer 4), kot da zaradi dolgih birokratskih postopkov kljub prejetim nepovratnim sredstvom končamo investicijo šele v letu 2011 (primer 10).
- S primerjavo rezultatov lahko ugotovimo tudi, da je rezultat izvedbe investicije boljši, če najamemo ugoden bančni kredit s krajšo dobo odplačevanja in zaključimo investicijo v najkrajšem možnem času, saj nam v nasprotnem primeru učinke

izvedene naložbe zmanjšajo višje obveznosti odplačila obresti in nižje odkupne cene električne energije.

Te rezultate ponazarjamo tudi s sliko finančnih tokov (sliki 5 in 6).



Slika 5: Finančni tok po letih za primere, končane v letu 2010



Slika 6: Finančni tok za primere, končane v letu 2011

Slika 5 prikazuje gibanje finančnih tokov na letni ravni v primeru dokončane investicije v letu 2010, slika 6 pa v primeru, da je pogodba o odkupu električne energije podpisana v letu 2011. Iz teh prikazov lahko vidimo, da v kolikor naložbe (deloma) ne financiramo s posojilom, finančni tok enakomerno pada zaradi zmanjševanja količine proizvedene električne energije (primeri 1, 2, 6 in 8). Primerjava dinamike finančnega toka med izvedbo investicije samo z lastnimi sredstvi (primera 1 in 2) in izvedbo investicije z lastnimi in nepovratnimi sredstvi (primera 6 in 8) nazorno kaže, da izvedba z lastnimi sredstvi daje boljše rezultate.

Na sliki 5 lahko vidimo, da je finančni tok v primeru izvedbe celotne investicije z navadnim kreditom za 15 let v prvih petih letih še pozitiven, v naslednjih letih pa prilivi ne zadoščajo več za pokrivanje finančni obveznosti odplačevanja posojila.

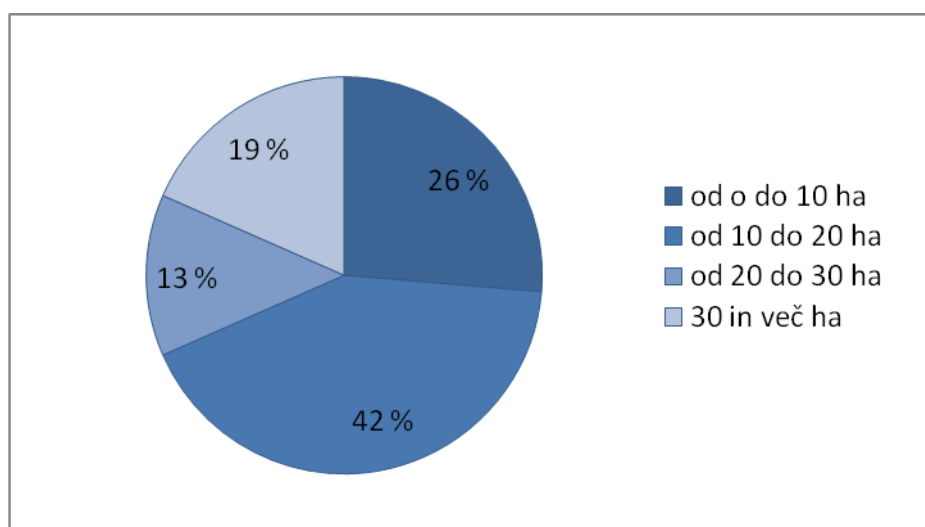
V primeru najetega kredita za 10 let je v prvih desetih letih finančni tok bolj ali manj negativen (primeri 4, 5, 9 in 10). Zato je za pokritje finančnih obveznosti do posojila potrebno zagotoviti dodatna sredstva (razvidno iz preglednice 5). Ta dodatna sredstva, ki jih moramo zagotoviti skozi 10 letno obdobje, bi lahko primerjali z rentnim varčevanjem ali podobnimi naložbami. V zadnjih petih letih, ko finančnih obveznosti do posojila ni več, prihodki povrnejo vložena sredstva in ustvarijo dobiček.

4.2 REZULTATI ANKETE

MKGP nam je posredovalo podatke 38 kmetij, ki so vpisane v register dopolnilnih dejavnosti. Na teh kmetijah že delujejo ali bodo delovale sončne elektrarne. Izkazalo se je, da le šest sončnih elektrarn od enajstih dejansko že obratuje. Pri pregledu podatkov opravljene ankete smo ugotovili, da se tudi pri večjem številu opravljenih anket rezultati bistveno najbrž ne bi spremenili, saj so se odgovori večinoma ponavljali.

4.2.1 Kmetija in kmetijske dejavnosti ter starostna struktura nosilca dopolnilne dejavnosti

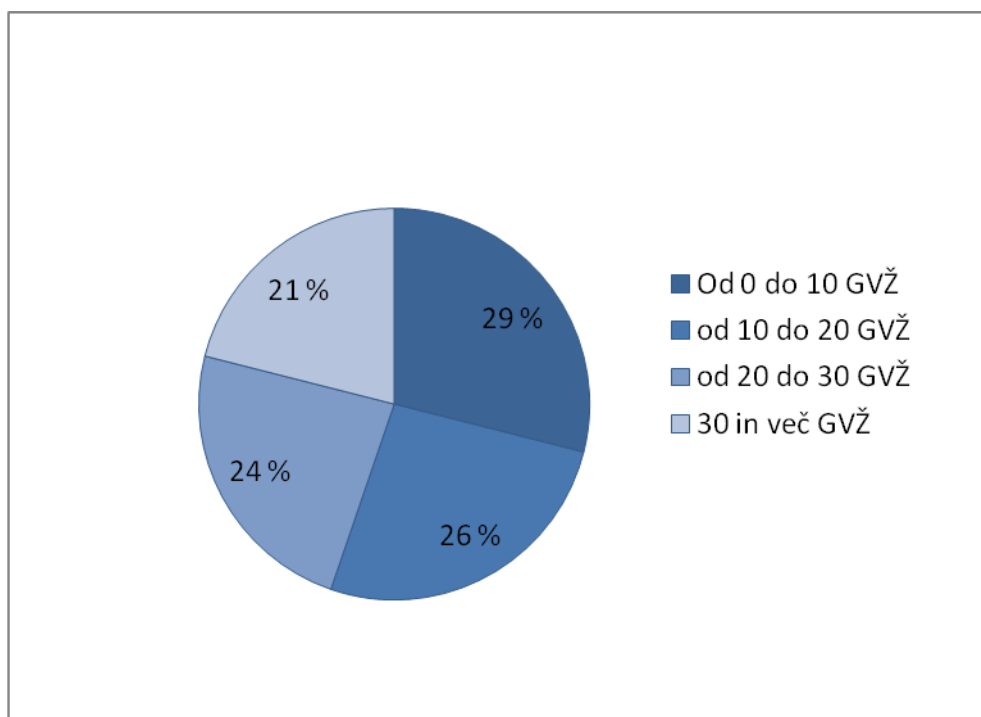
Analiza ankete je pokazala, da je največ kmetij (42 %), ki imajo delujočo sončno elektrarno kot dopolnilno dejavnost, velikih od 10 do 20 ha, manjših od 10 ha je 26 % in večjih od 20 ha 32 % (Slika 7).



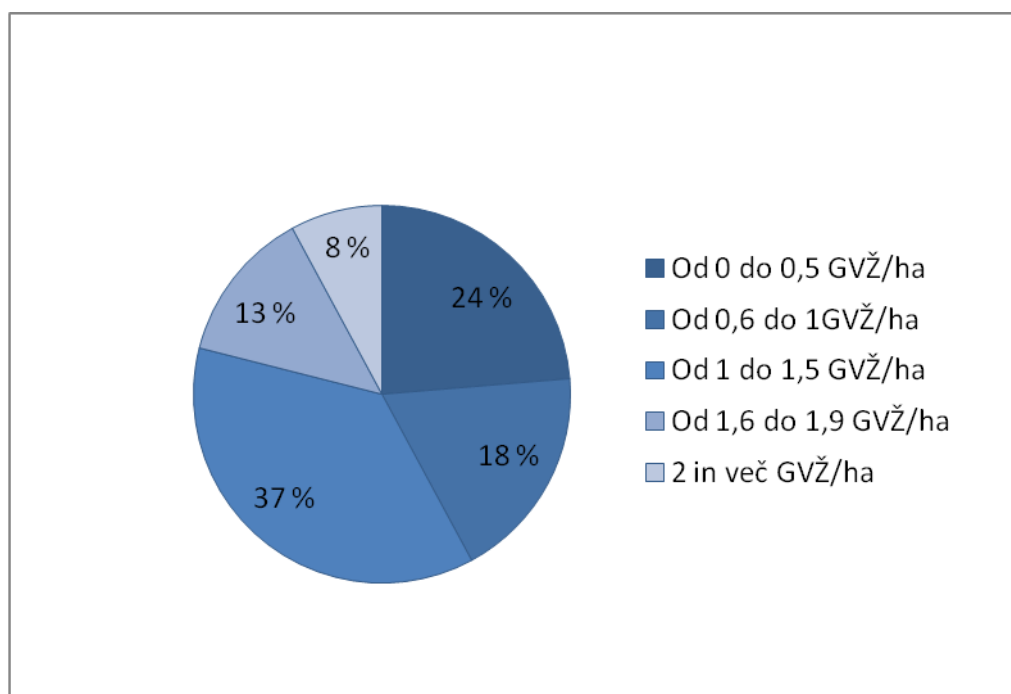
Slika 7: Deleži anketiranih kmetij po velikosti v ha

Število živali, ki jih redijo na anketiranih kmetijah, je zelo različno in čeprav je delež kmetij, ki redijo živali v obsegu do 10 GVŽ najvišji, je delež ostalih kmetij, ki imajo od 10 do 20 GVŽ, od 20 do 30 GVŽ in nad 30 GVŽ, skoraj enak (slika 8).

Na anketiranih kmetijah smo izračunali tudi obtežbo GVŽ/ha. Ugotovili smo, da je največ kmetij (37 %) z obtežbo od 1 do 1,5 GVŽ/ha in da je na tretjini kmetij (32 %) obtežba nižja od 1 GVŽ/ha (slika 9).



Slika 8: Anketirane kmetije po številu GVŽ



Slika 9: Deleži kmetij glede na GVŽ/ha

Povprečna velikost kmetije, ki bo imela ali že ima delujočo sončno elektrarno kot dopolnilno dejavnost, je v Sloveniji 38,5 ha in ima povprečno 29,7 GVŽ. Zato lahko ugotovljamo, da so te kmetije po velikosti in po številu živali nadpovprečne. Razloge lahko najdemo ravno v tem, da imajo velike živinorejske kmetije veliko objektov z velikimi površinami streh, na katerih so lahko montirane sončne elektrarne.

Povprečna starost nosilca kmetijske dejavnosti je 44,6 let. Tudi ta podatek nam je razkril jasno sliko, da se odločitve o odločitvi za to dejavnost zelo premišljene. Hkrati nam pove tudi, da se mlajši, ki načeloma nimajo dovolj lastnih sredstev, za to dejavnost ne odločajo, starejši pa se zaradi verjetne upravičenosti šele na dolgi rok, tudi ne.

4.2.2 Informiranost in razlogi nosilca za izvedbo investicije

V tem sklopu so bila postavljena tri vprašanja o dostopnosti informacij, razlogih za odločitve in razlogih proti razširjenosti te dejavnosti na kmetijah.

V zvezi z informiranostjo so anketirani navajali internet, televizijske oddaje, predavanja, informacije prijateljev in znancev, iz prakse na že delujočih kmetijah, iz časopisov, revij in podobno, skratka, splošno informiranje in izobraževanje je dovolj dobro razvito in uspešno.

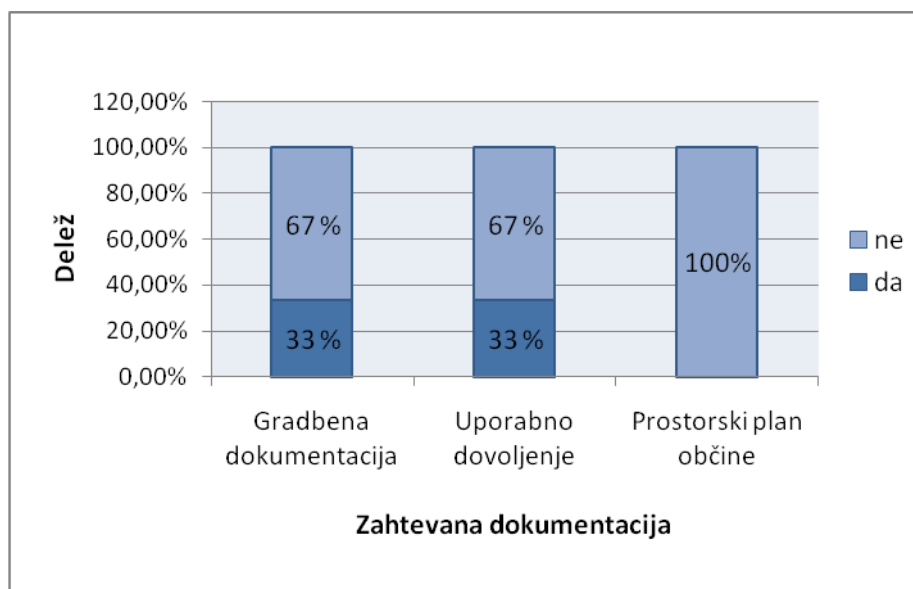
Razlogi, zakaj so se odločili za tovrstno dejavnost, so predvsem ekonomski, delno tudi ekološki, nujni zaradi samooskrbe, predvsem pa iz razloga trajnega pridobivanja dodatnih dohodkov in s tem zagotavljanja socialne varnosti kmetije v daljšem časovnem obdobju.

Tudi razloge, zakaj se v Sloveniji še več ljudi ni odločilo za to dejavnost, vidijo predvsem v neodločnosti, strahu pred birokratskimi postopki in zmožnostmi posameznika za celotno izvedbo tako velike investicije. Tako ugotavljam, da bi v bodoče kazalo v Sloveniji nekaj narediti na izboljšanju sistema pomoči za razvoj podeželja in individualnem svetovanju, ter poenostaviti postopke pridobivanja ustrezne dokumentacije.

4.2.3 Zakonodaja in razumevanje zakonodaje

V anketi smo spraševali, ali so lastniki kmetij pri izvedbi dejavnosti potrebovali gradbeno dokumentacijo, uporabno dovoljenje in ali je bila ta dejavnost posebej vpisana kot dejavnost v prostorskih planih občin.

Anketa je pokazala, da gradbenega in uporabnega dovoljenja za sončno elektrarno večina anketiranih ni potrebovala (67 %) in da anketiranim ni znano (100 %), da bi bila območja za to dejavnost posebej opredeljena v prostorskih planih (Slika 8).

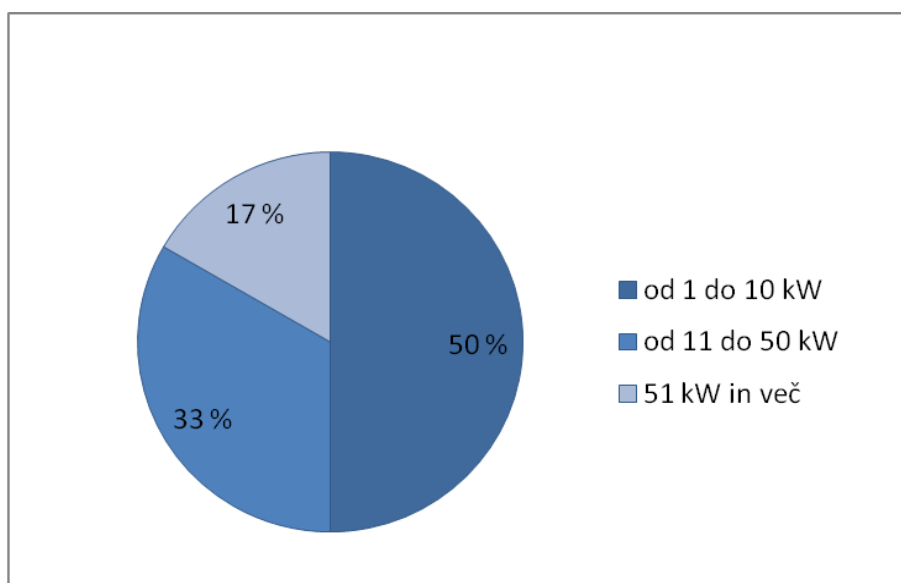


Slika 10: Deleži primerov zahtevane dokumentacije

Ugotovili smo, da so v Sloveniji (kot smo v praksi že mnogokrat ugotovili) zakoni in podzakonski akti napisani premalo jasno, premalo konkretno, ali pa se jih kot take ne da smiselno uporabljati. Zato so tolmačenja in delo pristojnih služb različni, prav tako pa tudi zahteve do investitorjev. Res je tudi, da so bile te izvedbe med prvimi v Sloveniji in da so se (po informacijah pristojnih služb) iz pristojnih ministrstev po UE podala jasna tolmačenja in navodila v zvezi s sončnimi elektrarnami.

4.2.4 Tehnična izvedba in točnost predvidenega delovanja

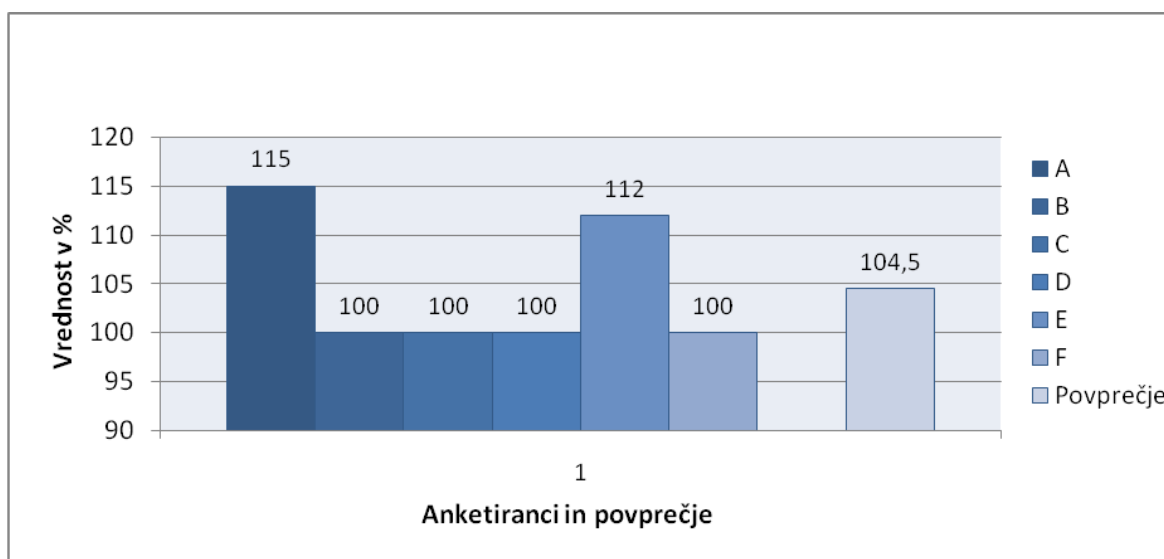
V vseh sončnih elektrarnah, obravnavanih v anketi, se uporabljajo fiksni monokristalni moduli, kar pomeni, da se investitorji odločajo za opremo z boljšim izkoristkom na površino. Po velikosti proizvodnje spada večina (83 %) v mikro naprave velikosti do 50 kW (Slika 9).



Slika 11: Deleži sončnih elektrarn po velikosti

Anketirane smo spraševali o oceni razlike med načrtovano proizvodnjo in dejansko proizvodnjo električne energije v odstotkih. Štiri anketirane kmetije navajajo, da je bilo načrtovanje pravilno, dve kmetiji pa ugotavljata celo večjo proizvodnjo od načrtovane (Slika 10).

Ugotovljeno je bilo, da je bila povprečna proizvodnja električne energije (kWh) za 4,5 % višja od predvidene, kar je zelo pomemben podatek za odločitve novih investitorjev in izvajalcev.



Slika 12: Delež dejanske in načrtovane letne proizvodnje električne energije

4.2.5 O investiciji, stroških in prihodkih

Anketirane kmetije smo označili od A do F, primerjali podatke o moči SE, vrednosti investicije, vrednosti investicije na 1kW, predvideni letni proizvodnji, prodajni ceni električne energije ter predvidenem letnem prihodku. Iz dobljenih podatkov smo izračunali povprečja. Ugotovili smo, da so si kmetije zelo različne tudi po velikosti investicije na enoto inštalirane moči (tabela 5).

Vsi anketiranci so obdavčeni iz naslova dohodnine po ugotavljanju dejanskih prihodkov in odhodkov s pomočjo enostavnega ali dvostavnega knjigovodstva. Ker je knjižna vrednost investicije zelo velika, je večinoma amortizacija večja od prihodka.

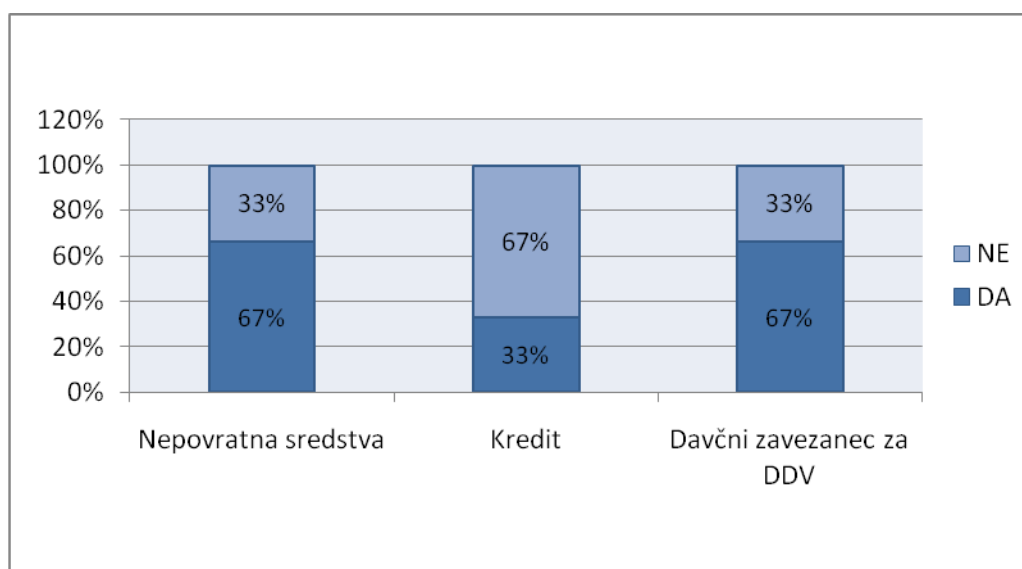
Podatki, kolikšen delež dohodka prinaša kmetijstvo, koliko dopolnilna dejavnost in koliko drugi prihodki, je praktično neuporaben, ker anketiranci večinoma nimajo teh podatkov in jih ne znajo oceniti. Praktično so vse dejavnosti sončnih elektrarn še v dobi odplačevanja investicije, pa tudi ocena drugih dohodkov ni znana.

Preglednica 6: Investicije, stroški in prihodki na kmetijah

Kmetija	Moč (kW)	Vrednost investicije (€)	Vrednost investicije za 1kW (€)	Predvidena letna proizvodnja (kWh)	Trenutna cena (€)	Predviden trenutni letni prihodek (€/leto)
A	35,4	157.000	4.435	37.170	0,42	15.574
B	4,5	100.000	22.222 (*)	4.725	0,40	1.888
C	6,6	42.000	6.363	6.930	0,40	2.769
D	40	200.000	5.000	42.000	0,40	16.782
E	67,2	400.000	5.952	7.060	0,40	2.821
F	1	8.500	8.500	1.050	0,32	332
Povpr. vrednost	25,8	151.250	6.050	16.489	0,39	6.414

(*) - ker je bila naprava dograjena je vrednost višja in ni bila upoštevana pri izračunu povprečja

Večina (67 %) anketiranih je svojo investicijo izvedla z nepovratnimi sredstvi in brez kreditov (Slika 11). Čeprav smo pričakovali, da bodo vsi zavezanci za DDV, to ni bilo tako, saj 33 % ni bilo zavezancev (Slika 11).



Slika 13: Delež kmetij, ki so potrebovale kredit, ki so dobile nepovratna sredstva in ki so davčni zavezanci

Na vprašanje, ali menijo, da je bila njihova investicija v izgradnjo sončne elektrarne finančno upravičena, vsi odgovarjajo, da je bila in da bi se za investicijo ponovno odločili.

Ugotavljamo, da so ne glede na velikost, ceno, način investiranja in pogodbene odnose o prodajni ceni investitorji zadovoljni s svojo investicijo v sončno elektrarno. Menijo, da je bila investicija ekonomsko upravičena, ter da bi se za njo ponovno odločili, oziroma večina je celo izrazila željo po razširitvi, iz česar lahko sklepamo, da imajo občutek, da je investicija v sončne elektrarne tudi dovolj varna naložba.

4.2.6 Splošno mnenje nosilcev o investiciji

Izkušnje in razmišljanja, ki bi jih želeli povedati anketirani, so zelo spodbudna in konkretna. Predvsem spodbujajo tudi ostale, naj se za investicijo odločijo, naj se ne ustrašijo birokratskih zahtev, naj uporabijo dobre materiale in dobre izvajalce.

Ekonomsko upravičenost vidijo tudi v primerjavi s kmetijskimi panogami, kjer so investicije v opremo tudi velike, dohodek pa mnogokrat dolgoročno nepredvidljiv in nejasen.

Ekološko upravičenost vidijo nekateri tudi v tem, da sončne elektrarne delujejo in proizvajajo električno energijo samo čez dan, ko je potrošnja največja in je primanjkuje, miruje pa ponoči, ko so v omrežju občutni viški električne energije. Seveda je tukaj tudi občuten doprinos k zmanjšanju onesnaženja okolja.

5 SKLEPI

Na podlagi opravljene raziskave smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- Investicija v sončne elektrarne lahko zagotovi dodaten vir dohodka na kmetiji le, če je načrtovana pravilno. To dosežemo s predhodno finančno analizo, kjer morajo biti vključeni vsi parametri načrtovanih prihodkov in odhodkov. Stopnja donosnosti v večini primerov je nizka in pri slabem načrtovanju se lahko zgodi, da postanejo odhodki večji od prihodkov, zato je zato je preišljeno načrtovanje in izvedba nujna.
- Novi zakonski predpisi, ki urejajo in zagotavljajo finančne spodbude za izgradnjo sončnih elektrarn in prodajo električne energije, so bistveno poslabšali pogoje razvoja in delovanja te dejavnosti na kmetijah. Pričakovati je, da se razvoj te dejavnosti ne bo širil, ampak v nekaj letih ustavil.
- Kmetije nimajo lastnih sredstev za izvedbo tako velikih investicij, zato potrebujejo dodatne vire. Vsak tuji kapital pa ima tudi svojo ceno, banke v obrestni meri, nepovratna sredstva države pa v znižanju odkupne cene.
- Pri pridobivanju nepovratnih sredstev lahko časovni roki trajajo nekaj mesecev, kar nas lahko pripelje v zaključek investicije naslednje leto in s tem 7 % nižjo zagotovljeno ceno električne energije, kot smo jo predvideli pred pričetkom investicije. Posledično lahko trdimo, da je lahko izvedba investicije z ugodnim posojilom hitrejša in rentabilnejša kot pridobivanje nepovratnih sredstev države, ki bi naj spodbujala razvoj te dejavnosti.
- Država bo morala ponovno proučiti pogoje in načine, kako bo učinkovito pomagala pri razvoju sončnih elektrarn na kmetijah. Tako bo zagotovila pozitivne učinke za razvoj podeželja, naravi prijazno pridobivanje električne energije iz obnovljivih virov in boljšo izrabo prostora in objektov na kmetijah.

- Dodaten dohodek na kmetiji iz dejavnosti sončne elektrarne izboljša socialno varnost družinskih članov na kmetiji. Ker za to dejavnost ni potrebno veliko opravljenih ur dela in ni fizično težjih opravil, jo lahko opravljajo fizično manj sposobni člani družine (upokoјenci, invalidi), ali pa tudi zaposleni oziroma nosilci osnovne dejavnosti, ki poleg svojega rednega dela na kmetiji lahko opravijo še vse potrebno za to dejavnost.

- Izvedene investicije sončnih elektrarn kažejo pozitivne učinke pri razvoju kmetije. Nosilci so z novo dejavnostjo zadovoljni in uspešni. Zato bi bilo smiselno dejavnost širiti in spodbujati, kjer so pogoji primerni in izvedba smiselna.

6 POVZETEK

Sonce je neizmeren vir energije, izkoriščanje sončne svetlobe pa eden od najbolj čistih alternativnih načinov pridobivanja električne energije iz obnovljivih virov. Praktično je dostopno vsem in vsakomur, ki zagotovi okoljske in tehnične pogoje. Z nižanjem investicijskih stroškov naprav in materialov ter z izboljšanjem tehnoloških parametrov so postale sončne elektrarne smiselne in dostopne ne samo z ekološkega, ampak tudi z ekonomskega vidika. Z denarnimi in drugimi spodbudami so države, ki se zavedajo pomena takšnega načina pridobivanja električne energije, spodbudile razvoj in širitev izgradnje sončnih elektrarn. Tudi v Sloveniji se je država odzvala in prisluhnila uvajanju novih trendov, ter pripravila paket ukrepov za spodbujanje razvoja sončnih elektrarn, dostopni vsem in vsakomur, ki bi v tej dejavnosti videl priložnost.

V nalogi smo proučili tako tehnološko tehnične kot tudi ekonomske možnosti za razvoj dejavnosti sončnih elektrarn na kmetijah. Zanimal nas je tudi vpliv te dejavnosti na kmečko družino tako s sociološkega kot tudi z ekonomskega vidika. Opravljeno analizo lahko razdelimo v tri sklope: pregled objav, izvedba finančne analize in izvedba ankete.

S pregledom objav smo pridobili ustrezna znanja in odgovore v zvezi s tehnološko tehničnimi rešitvami za izgradnjo sončne elektrarne. Predstavili smo osnovna znanja o fotovoltaiiki, o vrsti materialov in naprav, o zunanjih vplivih okolja na delovanje sončne elektrarne, o delovanju in vzdrževanju, o postopkih za pridobitev dovoljenja za izgradnjo sončne elektrarne in prodajo električne energije, ter o vrstah podpor pri izgradnji in obratovanju sončnih elektrarn.

Finančno analizo smo pripravili na podlagi primera z razlogom, da ugotovimo ekonomsko upravičenost investicije, vpliv bančnih posojil in vpliv državnih spodbud na ekonomsko upravičenost investicije. Ugotovili smo, da je izgradnja sončne elektrarne na kmetiji ekonomsko upravičena le v primeru, da se izvede investicijo z lastnimi sredstvi, ugodnimi bančnimi posojili ali pa z državnimi spodbudami, tako z nepovratnimi sredstvi za naložbo kot s sofinanciranjem odkupne cene električne energije. Naložba ne prinaša velikih dobičkov, vendar je s 15 letno zajamčeno odkupno ceno dovolj varna. Ker so dobički nizki

in so parametri prihodkov in odhodkov za vsak posamezen primer zelo različni, je nujno pred pričetkom investicije natančno proučiti vse možnosti in načine izvedbe investicije, saj lahko prihodki pri nepremišljeni odločitvi postanejo nižji od stroškov in naložba postane neupravičena in nesmiselna.

Anketo smo izvajali na kmetijah, kjer že delujejo sončne elektrarne. Pripravili smo sklop vprašanj o sami kmetiji, o izvedbi investicije in o splošnem mnenju in socioloških vplivih te dejavnosti na kmečko družino. Ugotovili smo, da so bile investicije izvedene na pretežno živinorejskih, po velikosti, v slovenskem merilu, nadpovprečnih kmetijah, kjer so uporabili za postavitve modulov strehe že obstoječih objektov. S tem so izboljšali izrabo teh objektov. Ker so bile te sončne elektrarne na kmetijah postavljene med prvimi v Sloveniji, so bili pogoji, ki jih zakonodaja predpisuje, še precej nejasni in nerazumljivi, zato so bili postopki za pridobitev ustrezne dokumentacije različni. Tehnološko tehnični parametri delovanja sončnih elektrarn kažejo, da naprave delujejo dobro in v povprečju nad načrtovano proizvodnjo. Uvedba dejavnosti sončne elektrarne ima na kmetijo, kmečko družino in razvoj podeželja pozitivne učinke. Lastniki sončnih elektrarn so z novo dejavnostjo zadovoljni, tako z ekonomskega vidika kot tudi z vidika lastnega zadovoljstva, da so prispevali delček v mozaiku izboljšanja vplivov na okolje pri pridobivanju električne energije.

Ugotovitve in delo, ki smo ga opravili s pripravo diplomske naloge, sem nenačrtovano, zaradi aktualnosti in povpraševanja, predstavil na dveh predavanjih (v Sežani in v Cerknem), namenjenih kmetijam, ki jih ta vrsta dejavnosti zanima kot razvoj dopolnilnih dejavnosti na kmetijah. Glede na število in odziv poslušalcev ter vprašanja, ki so bila postavljena, lahko sklepam, da je zanimanja za to dejavnost veliko in da nas čaka še veliko dela pri razvoju sončnih elektrarn na kmetijah.

7 VIRI

Določanje višine podpor električni energiji proizvedeni iz OVE in SPTE in višine podpor v letu 2010. Ljubljana, Borzen, organizator trga z električno energijo, d.o.o., 16. 12. 2009.

http://www.mg.gov.si/fileadmin/mg.gov.si/pageuploads/Energetika/Porocila/Podpore2010_v1.2.pdf (2. feb. 2009)

Fotovoltajika. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za fotovoltajiko in optoelektroniko. PV portal - slovenski portal za fotovoltajiko. <http://pv.fe.uni-lj.si/Welcome.aspx?action=PV&ID=0> (2. feb. 2010)

Izgradnja sončne elektrarne. 2007. Kobarid, TEP Posoško energetska podjetje d.o.o. (Interno gradivo)

Lenardič D. 2009. Fotonapetostni sistemi. Priročnik. Gradniki, načrtovanje, namestitve in vzdrževanje. Ljubljana, Agencija POTI: 50 str.

Materiali in tehnologije v fotovoltajiki. Tehnologije v fotovoltajiki. 2001-2009. <http://www.pvresources.com/si/tehnologije.php> (7. jun. 2009)

MKGP (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano). 2009. Priročnik za izdelavo poslovnega načrta za ukrep 311: Diverzifikacija v nekmetijske dejavnosti Programa Razvoja podeželja 2007-2013. http://www.mkgp.gov.si/si/javni_razpisi/?tx_t3javnirazpis_pi1%5Bshow_single%5D=841 (12. mar. 2009)

Padec cen: solarni trg se postavlja na glavo. 2009. Kmetovalec, 77, 6: 4-5

PISO (Prostorski informacijski sistem občin). <http://www.geoprostor.net/piso/ewmap.asp?obcina=DIVACA> (4. mar. 2010)

Priključitev sončne elektrarne na distribucijsko omrežje. PV Platforma.

<http://www.pv-platforma.si/sPrikljucitev.html> (7. feb. 2010)

Rotovnik P., Šega D., Zahojnik S. 2009. Vpliv odklona na moč fotonapetostnega modula.

Raziskovalna naloga. Velenje, Elektro in računalniška šola, 2009.

http://mladiraziskovalci.scv.si/admin/file/oddane_naloge/1041_378730_3_.pdf

(10. mar. 2010)

Sončne elektrarne na kmetijah. 2009. Kmetovalec, 11, 77: 19- 27

Sprehod skozi čas. Zgodovina fotovoltaike. 2001-2009.

<http://www.pvresources.com/si/zgodovina.php> (7. jul. 2009)

Topič M., Brecl k., Krč J., Vukadinović m., Krašovec Opara U., Smole F. Električna iz
sonca. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za fotovoltajiko
in optoelektroniko.

http://lpvo.fe.uni-lj.si/El_iz_sonca/el_iz_sonca.htm (29. nov. 2009)

Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije. Ur.l. RS
št. 37-1780/09

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so mi pomagali in me spodbujali pri mojem študiju.

Priloga A:

Parametri finančne analize desetih primerov
(dohodek pri bilanci uspeha, letno pokritje, finančni tok, interna stopnja donosnosti)

1. Izvedba investicije z lastnimi sredstvi (v letu 2010)																
Dohodek	6054	5924	5795	5666	5536	5407	5278	5149	5019	4890	4761	4631	4502	4373	4244	77228
Letno pokritje	17159	17029	16900	16771	16641	16512	16383	16254	16124	15995	15866	15736	15607	15478	15349	243803
Finančni tok	16871	16741	16612	16483	16353	16224	16095	15966	15836	15707	15578	15448	15319	15190	15061	239483
Interna stopnja donosnosti:	5,43%															
Neto sedanja vrednost pri disk.	4.451															
Finančni uspeh	77228															
2. Izvedba investicije z lastnimi sredstvi (v letu 2011)																
Dohodek	4878	4759	4639	4520	4400	4281	4161	4042	3922	3803	3683	3564	3444	3325	3205	60626
Letno pokritje	15983	15864	15744	15625	15505	15386	15266	15147	15027	14908	14788	14669	14549	14430	14310	227200
Finančni tok	15695	15576	15456	15337	15217	15098	14978	14859	14739	14620	14500	14381	14261	14142	14022	222880
Interna stopnja donosnosti:	4,35															
Neto sedanja vrednost pri disk. st. 5%:	-6.578															
Finančni uspeh	60626															
3. Izvedba investicije z navadnim kreditom za 15 let (v letu 2010)																
Dohodek	-3266	-2997	-2643	-2321	-1952	-1568	-1107	-656	-155	374	971	1584	2251	2964	3733	-4789
Letno pokritje	17159	17029	16900	16771	16641	16512	16383	16254	16124	15995	15866	15736	15607	15478	15349	243803
Finančni tok	607	478	349	220	90	-39	-168	-298	-427	-556	-685	-815	-944	-1073	-1273	-4534
Interna stopnja donosnosti:	5,43%															
Neto sedanja vrednost pri disk.	4.451															
Finančni uspeh	-4.534															
4. Izvedba investicije s kreditom za SE in dobo 10 let (v letu 2010)																
Dohodek	-915	-460	64	577	1133	1712	2345	2992	3681	4408	4761	4631	4502	4373	4244	38049
Letno pokritje	17159	17029	16900	16771	16641	16512	16383	16254	16124	15995	15866	15736	15607	15478	15349	243803
Finančni tok	-3244	-3373	-3503	-3632	-3761	-3890	-4020	-4149	-4278	-4442	15578	15448	15319	15190	15061	38303
Interna stopnja donosnosti:	5,43%															
Neto sedanja vrednost pri disk.	4.451															
Finančni uspeh	38.303															

se nadaljuje

nadaljevanje

5. Izvedba investicije s kreditom za SE in dobo 10 let (v letu 2011)																
Dohodek	-2091	-1625	-1091	-569	-4	585	1229	1885	2584	3320	3683	3564	3444	3325	3205	21446
Letno pokritje	15983	15864	15744	15625	15505	15386	15266	15147	15027	14908	14788	14669	14549	14430	14310	227200
Finančni tok	-4419	-4539	-4658	-4778	-4897	-5017	-5136	-5256	-5375	-5529	14500	14381	14261	14142	14022	21701
Interna stopnja donosnosti:	4,35%															
Neto sedanja vrednost pri disk.	-6.578															
Finančni uspeh		21.701														
6. Izvedba investicije z nepovratnimi sredstvi in lastnimi sredstvi (v letu 2010) z upoštevanjem, da se vrednost investicije zmanjša za nepovratna sredstva																
Dohodek	795	710	624	539	453	368	282	197	111	26	-60	-145	-231	-316	-402	2951
Letno pokritje	11900	11814	11729	11644	11558	11473	11387	11302	11216	11131	11045	10960	10874	10789	10703	169526
Finančni tok	11612	11526	11441	11356	11270	11185	11099	11014	10928	10843	10757	10672	10586	10501	10415	165206
Interna stopnja donosnosti:	7,65%															
Neto sedanja vrednost pri disk.	16.920															
Finančni uspeh		67853														
7. Izvedba investicije z nepovratnimi sredstvi in lastnimi sredstvi (v letu 2010)																
Dohodek	795	710	624	539	453	368	282	197	111	26	-60	-145	-231	-316	-402	2951
Letno pokritje	11900	11814	11729	11644	11558	11473	11387	11302	11216	11131	11045	10960	10874	10789	10703	169526
Finančni tok	11612	11526	11441	11356	11270	11185	11099	11014	10928	10843	10757	10672	10586	10501	10415	165206
Interna stopnja donosnosti:	0,23%															
Neto sedanja vrednost pri disk.	-44891															
Finančni uspeh		2.951														
8. Izvedba investicije z nepovratnimi sredstvi in lastnimi sredstvi (v letu 2011) z upoštevanjem, da se vrednost investicije zmanjša za nepovratna sredstva																
Dohodek	-381	-457	-532	-608	-684	-759	-835	-911	-986	-1062	-1138	-1213	-1289	-1365	-1440	-13658
Letno pokritje	10724	10648	10573	10497	10421	10346	10270	10194	10119	10043	9967	9892	9816	9740	9665	152916
Finančni tok	10.436	10.360	10.285	10.209	10.133	10.058	9.982	9.906	9.831	9.755	9.679	9.604	9.528	9.452	9.377	148.596
Interna stopnja donosnosti:			5,94%													
Neto sedanja vrednost pri disk. st. 5%:			5887													
Finančni uspeh			51243													

se nadaljuje

Priloga B:

ANKETA: SONČNA ELEKTRARNA - DOPOLNILNA DEJAVNOST NA KMETIJI

Dejavnosti na kmetiji in dejanska velikost kmetije

- a. živinoreja (število in vrsta živali) _____
- b. poljedelstvo (ha njiv) _____
- c. trajni nasadi (ha) _____
- d. gozd (ha) _____
- e. zaposleni na kmetiji _____
- f. zaposleni izven kmetije _____
- g. ostali člani družine s prihodki _____

Število članov na kmetiji

- a. odrasli _____
- b. otroci _____

Starost nosilca dopolnilne dejavnosti _____

Kje in kako ste zvedeli za možnost, da postavite svojo lastno sončno elektrarno?

- a. Iz časopisa, revije.
- b. Od prijateljev in znancev.
- c. Že več let sem preučeval to možnost.
- d. Drugo. _____

Razlog, zakaj ste postavili sončno elektrarno?

- a. Ekonomski – investicija se je zdela ekonomsko upravičena.
- b. Ekološki .

c. Trajnostni – investicija bo zagotavljala siguren dohodek v daljšem časovnem obdobju.

d. Drugo. _____

Zakaj se po vašem mnenju v Sloveniji ne postavi več sončnih elektrarn?

a. Slaba obveščенost

b. Premalo donosna investicija

c. Prekratko obdobje zajamčene cene

d. Drugo _____

Ste za postavitev sončne elektrarne potrebovali gradbeno dokumentacijo?

a. da

b. ne

Ste pridobili uporabno dovoljenje po končani postavitvi?

a. da

b. ne

Je bila dejavnost sončne elektrarne posebej opredeljena v prostorskih planih občine?

a. da

b. ne

Je postavitev modulov samostojna ali na strehi nekega drugega objekta?

a. Samostojna, fiksni

b. Samostojna, sledilni

c. Na strehi _____

Vrsta sončnih celic.

a. Monokristalne

b. Polikristalne

c. Amorfnе

Maksimalna moč? _____

S kakšnim odstotkom deluje ?

_____ % med načrtovano letno proizvodnjo in dejansko.

_____ % med maksimalno kapaciteto in dejansko pridobljeno močjo.

Vrednost investicije? _____ €

Ste za izvedbo investicije pridobili nepovratna sredstva ?

a. ne

b. da, _____ €

Ste davčni zavezanec za DDV?

a. Da

b. Ne

Ste za izvedbo investicije potrebovali kredit?

a. Ne

b. Da, _____ €

Koliko let imate zagotovljeno odkupno ceno električne energije in kakšna je cena?

a. _____ let, _____ €

b. Nimam večletne zagotovljene odkupne cene. Trenutna cena je _____ €

Kakšno knjigovodstvo vodite za potrebe plačevanja akontacije dohodnine?

a. Enostavno knjigovodstvo

b. Dvostavno knjigovodstvo

c. Po normiranih stroških

Koliko % prinaša dopolnilna dejavnost na kmetiji? _____ %

Koliko % prinaša kmetijska dejavnost na kmetiji? _____ %

Koliko % prinašajo ostali dohodki (plača, pokojnina,...)? _____ %

Menite, da je bila vaša investicija v izgradnjo sončne elektrarne finančno opravičena ?

a. Da

b. Ne

Se bi za investicijo ponovno odločili?

a. Da

b. Ne,

zakaj _____

Vaše mnenje in napotki o investiciji v sončne elektrarne: