

PARAMETRI EKONOMIKE FOTONAPETOSTNIH SISTEMOV

Sebastijan SEME, Katarina DEŽAN, Gorazd ŠTUMBERGER

POVZETEK

Delo predstavlja parameter ekonomike fotonapetostnih sistemov. Parametri ekonomike so pomembni za izračun upravičenosti investiranja v projekt izgradnje fotonapetostnih sistemov. Pri tem so predstavljeni parametri tako za tehnični kot tudi finančni izračun kazalcev vrednotenja investicije. Na tehnični izračun vplivajo parametri, ki se kažejo v načinu, legi in velikosti postavitve sistema, izbiri materialov modulov, vrste razsmernikov in izplenu proizvodnje električne energije. Pri vrednotenju investicije v iskanje upravičenosti izgradnje je poleg tehničnega dela izredno pomemben še finančni izračun. Tako je potrebno oceniti začetne stroške investicije, letne stroške vzdrževanja in obratovanja ter odkupno ceno električne energije. Za napovedovanje opisanega, je poznavanje osnov ekonomike fotonapetostnih sistemov pogoj za ustrezno vrednotenje investicijskih stroškov in posledično prihodkov od prodaje električne energije.

ABSTRACT

This work deals with economic parameters of photovoltaic systems. Economic parameters are important for the calculation of the investment in the photovoltaic systems. The parameters for the calculation of the technical and financial evaluations of the investment are presented. The technical calculation is affected by parameters, such as, manner, position, size of the system, the materials of the modules, inverters and electric energy produced by the photovoltaic system. For evaluating the investment technical and financial calculations are important. It is necessary to assess the initial investment costs, annual maintenance and operational costs, and also the redemption price of electric energy. The evaluation of investment costs and consequently income from electric energy sales are required for understanding the basics of the economics of photovoltaic systems.

1. UVOD

Število prebivalcev na svetu nenehno raste in s tem se izrazito povečujejo tudi energetske potrebe. Po ocenah [1] v letu 2013 na svetu živi že več kot 7 milijard ljudi. Omejene zaloge fosilni goriv, od katerih smo odvisni že 200 let, pa se ob taki hitrosti povečevanja potreb po energiji še bolj pospešeno zmanjšujejo.

Obnovljivi viri energije so po drugi strani neusahljivi viri energije in dostopni kjerkoli na Zemlji. Države, ki s fosilnimi energenti niso bogate, lahko dosežejo energetske neodvisnosti

prav z obnovljivimi viri energije in se tako uspejo izogniti morebitnim težavam in grožnjam s prekinitvijo dobave energije od zunaj. Energija, pridobljena iz obnovljivih virov, z razvojem tehnologije postaja vedno cenejša, kar je velika prednost v času ekonomske krize.

Sonce je eden od najbolj obetajočih obnovljivih virov energije. Zaradi državnih subvencij električni energiji proizvedeni iz sonca, je tudi eden izmed najbolj ekonomsko privlačnih načinov pridobivanja energije. Fotonapetostne sisteme, ki omogočajo pridobivanje električne energije iz sonca lahko razdelimo v štiri večje kategorije: otočni enosmerni sistemi, otočni izmenični sistemi, centralni omrežni sistemi in razpršeni omrežni sistemi. V članku smo osredotočeni na razpršene omrežno priključene fotonapetostne sisteme.

Glavni elementi fotonapetostnega sistema so fotonapetostni moduli, montaža oziroma uporaba sledilnega sistema, razsmernik, transformator in priključitev na omrežje. Fotonapetostni moduli so sestavljeni in skupka med seboj smiselno povezanih sončnih celic. Najpogostejši material za izdelavo sončnih celic je silicij, vsekakor pa se v zadnjih časih pojavljajo tudi drugi materiali, ki prodirajo na trg. Na splošno velja, da sončna celica iz silicija, ki temelji na kristalni rezini, zagotavlja sorazmerno velik izkoristek. Slabost se kaže v relativno dragi izdelavi, medtem ko so tankoplastne sončne celice cenejše za izdelavo, vendar z manjšim izkoristkom.

Ker imajo fotonapetostni moduli različne lastnosti, v smislu izkoristka, stroškov izdelave, stopnjo degradacije in drugo, ne moremo trditi, da je kateri fotonapetostni modul primeren za vse vrste projektov izgradnje fotonapetostnih sistemov. V grobem se za dobre fotonapetostne module pričakuje, da imajo življenjsko dobo med 25 in 30 let, čeprav bo izkoristek z leti upadal [2].

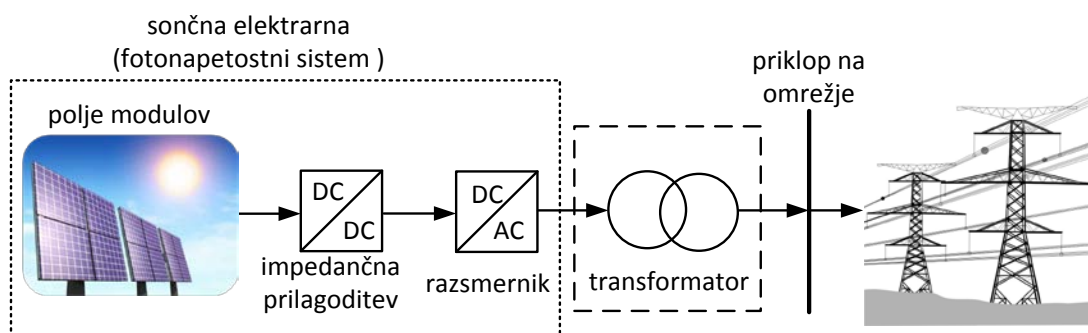
Cilj članka je predstaviti pristop iskanja ekonomske upravičenosti investiranja v projekt sončne elektrarne. Pristop iskanja ekonomske upravičenosti investiranja in vrednotenja investicije v fotonapetostni sistem je predstavljen s pomočjo tehničnega in finančnega izračuna kazalcev uspešnosti.

2. FOTONAPETOSTNI SISTEMI

Ob uporabi izrazoslovja, ki je v skladu s standardom SIST-TP IEC TR 61836, lahko rečemo, da fotonapetostni sistemi pretvarjajo energijo vidnega dela spektra sončnega sevanja neposredno v električno energijo. Osnovni gradnik vsakega fotonapetostnega sistema je sončna celica, ki generira električno moč, ko je izpostavljena sončnemu sevanju (IEC 60904-3). Več med seboj povezanih sončnih celic tvori modul. Modul predstavlja najmanjšo, pred vplivi okolja zaščiteno celoto (IEC 60904-3 in IEC 61277). Skupina med seboj električno in mehansko povezanih modulov, ki tvorijo električno in mehansko zaključeno celoto, je panel (IEC 61277). Panel je namenjen kot inštalacijska enota polja. Polje je mehansko zaključena celota modulov skupaj z nosilno strukturo, vendar brez temeljev, sledilnih mehanizmov, elementov termičnega nadzora in drugih podobnih elementov, ki tvorijo enoto za proizvodnjo električne energije v sistemu enosmernega toka (IEC 61277). Če polju panelov, ki tvori enoto za proizvodnjo električne energije v sistemu enosmernega toka, dodamo še DC/DC pretvornik za impedančno prilagoditev, DC/AC razsmernik za pretvorbo enosmerne električne veličine v

izmenične in algoritem za doseganje točke največje moči polja, dobimo fotonapetostni sistem oziroma sončno elektrarno. Povzeto po [3].

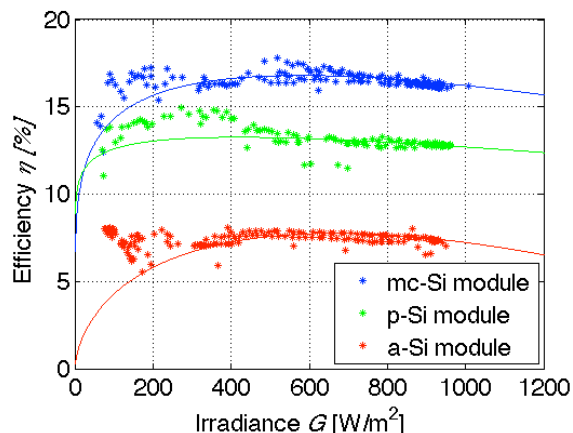
Sončna elektrarna za svoje delovanje potrebuje porabnik oziroma ponor energije. Glede na način priključitve porabnika ločimo sončne elektrarne na elektrarne, ki niso namenjene za vzporedno obratovanje z javnim električnim omrežjem, in elektrarne, ki so priključene na javno električno omrežje. Sončne elektrarne, ki niso namenjene za vzporedno obratovanje z javnim električnim omrežjem, se pogosto uporabljajo za oskrbo porabnikov z električno energijo na težje dostopnih krajih, za napajanje odročnih komunikacijskih postaj, napajanje vodnih črpalk in podobno. Tovrstne elektrarne, ki jih imenujemo tudi otočne sončne elektrarne, potrebujejo za fleksibilno obratovanje ustrezno akumulatorsko baterijo in regulator polnjenja. Sončne elektrarne, ki so priključene na javno električno omrežje, imenujemo tudi omrežne sončne elektrarne; te so priključene vzporedno na električno omrežje in ne potrebujejo akumulatorske baterije in regulatorja polnjenja. Celotno proizvedeno električno energijo ali samo njen del oddajajo neposredno v električno omrežje. Osnovni način priključitve omrežne sončne elektrarne skupaj z njenimi gradniki je shematsko prikazan na sliki 2.1. Povzeto po [3].



Slika 2.1: Osnovni način priključitve omrežne sončne elektrarne

2.1 Fotonapetostni moduli

Delovanje fotonapetostnih modulov najlažje opišemo s pomočjo karakteristike $I-U$ fotonapetostnega modula. Ne glede na strukturo ali materiale fotonapetostnih modulov je karakteristika le-te v kvalitativnem smislu vedno enaka. Glavni parametri, ki vplivajo na obliko karakteristike $I-U$ in moči fotonapetostnega modula, so: gostota moči sončnega sevanja, temperatura sončne celice, površina in število med seboj povezanih sončnih celic ter upornost bremena. Vpliv omenjenih parametrov na delovanje fotonapetostnih modulov je podrobneje opisan v [4] in [5]. V tem delu pokažimo izkoristek treh vrst fotonapetostnih modulov v odvisnosti od jakosti sončnega sevanja. Slika 2.2 kaže izkoristek fotonapetostnih modulov v odvisnosti od jakosti sončnega sevanja za monokristalni (mc-Si), polikristalni (p-Si) in amorfni (a-Si) modul.



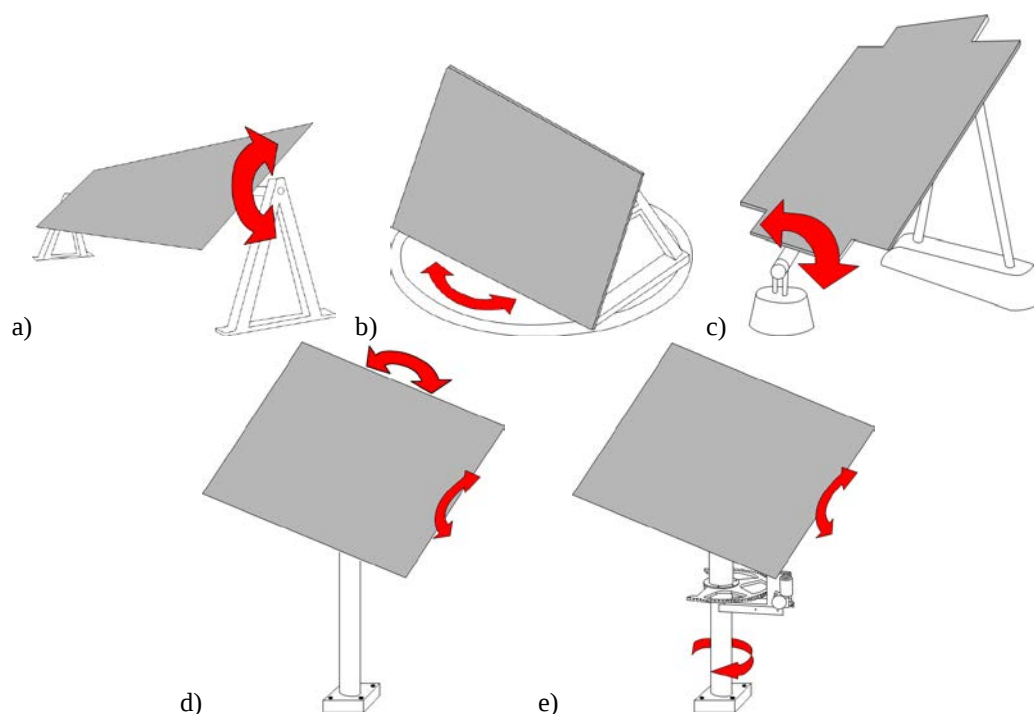
Slika 2.2: Izkoristek fotonapetostnih modulov v odvisnosti od jakosti sončnega sevanja za monokristalni (mc-Si), polikristalni (p-Si) in amorfni (a-Si) modul.

Iz slike 2.2 vidimo, da ima v danem primeru najvišji izkoristek monokristalni fotonapetostni modul, medtem ko ima najnižji izkoristek amorfni fotonapetostni modul. Pravilna izbira fotonapetostnih modulov je zelo pomembna pri izplenu sončne energije za proizvodnjo električne energije. Zraven pravilne izbire fotonapetostnih modulov ne smemo pozabiti tudi na pravilo postavitve le teh.

2.2 Postavitev fotonapetostnih modulov

Pri postavitvi fotonapetostnih modulov moramo upoštevati pot Sonca (smer sončnih žarkov), da na sprejemno površino pade čim več energije sončnega sevanja. Tako velja za Slovenijo, da je najprimerneje, da so fotonapetostni moduli usmerjeni v smeri jug in pod povprečnim naklonom 34 stopinj. Povedano velja za fiksne postavitve fotonapetostnih modulov.

Obstajajo še druge možnosti postavitve fotonapetostnih modulov za doseg večjega izplena energije sončnih žarkov za proizvodnjo električne energije. Največji izplen energije sončnih žarkov dobimo takrat, ko žarki padajo pravokotno na sprejemno površino. To pa lahko dosežemo le s sistemi za sledenje. Sistem za sledenje je gibljiva mehanska struktura za montažo fotonapetostnih modulov, ki sestoji iz mehanike, elektrotehnike in informacijskih tehnologij. Tako poznamo več vrst sistemov za sledenje, ki se ločijo glede na število osi vrtenja, uporabljen pogon in vodenje. Pri tem imamo dva osnovna sistema in sicer: eno-osni in dvo-osni sledilni system prikazana na sliki 2.3.

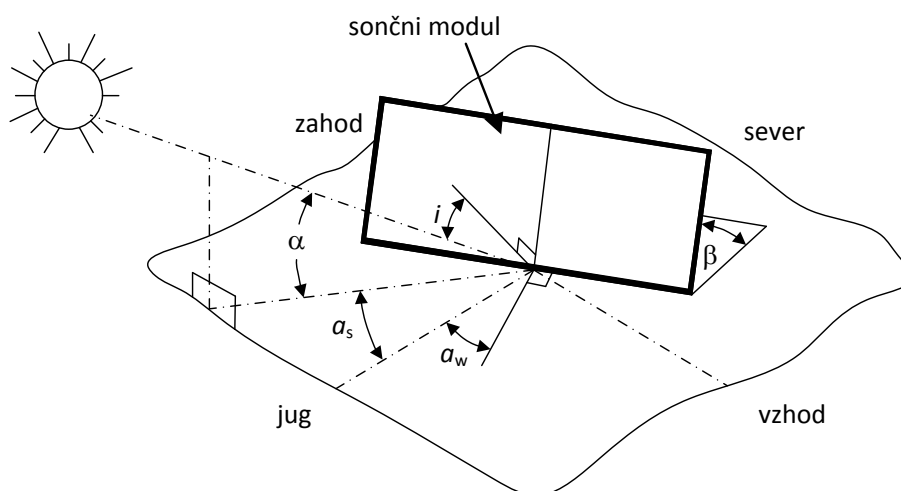


Slika 2.1: a) enoosni vodoravni sledilnik, b) enoosni navpični sledilnik, c) enoosni naklonski sledilnik, d) dvoosni polarni sledilnik in e) dvoosni azimutni sledilnik

Na sliki 2.3 so prikazani eno-osni in dvo-osni sledilni sistemi (sledilniki). Pri čemer poznamo enoosni vodoravni (angl: *Horizontal single axis tracker HSAT*), navpični (angl: *Vertical single axis tracker VSAT*) in naklonski (angl: *Tilted single axis tracker TSAT*) sledilnik. Dvoosne sledilnike delimo na polarne (angl: *Polar-altitude dual axis tracker PADAT*) in azimutne (angl: *Azimuth-altitude dual axis tracker AADAT*).

3. ENERGIJA SONČNEGA SEVANJA

Avtorji v [6] predstavljajo različne metode za napoved sončnega sevanja. Vendar za dejansko izkoriščanje energije sončnega sevanja ni dovolj poznati le energijo sončnega sevanja na vodoravno površino, ampak je dobro vedeti, kolikšen prirastek lahko pričakujemo, če so fotonapetostni moduli v tem obdobju poljubno usmerimo. Tako je v [3] predstavljeno, kako je s sončnim sevanjem pri tleh na poljubno usmerjeno ploskev. Če povzamemo avtorje v [3] in [7], da opazovana ploskev ni pravokotna na smer sončnih žarkov, moramo upoštevati še dva kota. Tako je sončno sevanje na poljubno usmerjeno ploskev definirano z naklonskim kotom β in azimutnim kotom a_w ploskve, kot je prikazano na sliki 3.1.



Slika 3.1: Definicije kotov za poljubno usmerjeno ploskev

Naklonski kot β opazovane ploskve, v našem primeru sončnega modula, je kot med ravnino opazovane ploskve in horizontalno ravnino. Ploskev, postavljena vodoravno, ima naklonski kot β enak 0° , ploskev, postavljena navpično, ima naklonski kot β enak 90° . Azimut opazovane ploskve α_w predstavlja kot med normalo opazovane ploskve, projekcijo na horizontalno ploskev in smerjo proti jugu. Po dogovoru so koti za ploskve, ki so usmerjene proti vzhodu, negativni in koti za ploskve, ki so obrnjene proti zahodu, pozitivni. Južno usmerjene ploskve imajo azimut α_w enak nič.

4. KAZALCI USPEŠNOSTI INVESTICIJE V SONČNO ELEKTRARNO

V nadaljevanju, bomo opredelili smiselnost investicije v postavitev sončne elektrarne pri čemer bomo uporabili metodo Neto sedanje vrednosti (NSV). Neto sedanja vrednost (angl. *net present value*) ali čista sedanja vrednost, je eno najpogostejše uporabljenih meril za presojanje smiselnosti investicije. Izračunamo jo z (1) ali (2) pri čemer vse bodoče letne donose izbranega projekta D_{it} z uporabo izbrane obrestne mere oziroma diskontne stopnje r_i reduciramo na današnjo vrednost.

$$NSV = \sum_{t=1}^T \frac{D_{it}}{(1+r_i)^t} - I_i \quad (1)$$

ali zapisano drugače:

$$NSV = \sum_{t=1}^T D_{it} r_i - I_i \quad (2)$$

pri čemer pomenijo T celotno število časovnih obdobij oziroma življenjska doba investicije, t posamezno časovno obdobje oziroma leto, v katerem projekt generirajo neto donose, D_{it} neto donosi projekta v posameznem obdobju, r_i izbrana diskontna stopnja oziroma zahtevana

donosnost dolgoročne naložbe, i-ti izbrani kazalnik in I_i vrednost naložbe oziroma strošek investicije izbranega projekta.

Za izračun letnih donosov, moramo poznati letni denarni tok podjetja, ki vsebuje prihodke od prodaje električne energije in davčne olajšave ter stroške. Prihodki, ki jih investitorju prinaša tovrstna naložba na letni ravni so odvisni od velikosti sončne elektrarne in od vremenskih pogojev. Letni stroški v obravnavanem primeru predstavljajo predvsem stroške letnega vzdrževanja ter stroški zamenjave razsmerniških komponent, ki nastopijo v 15 letu.

Za pravilno ovrednotenje letnih denarnih tokov, je le te potrebno diskontirati na današnjo vrednost pri čemer moramo predhodno določiti kakšno stopnjo donosa želimo z naložbo doseči. Stopnja donosnosti investicije, naj bi bila večja od obrestne mere, po kateri bi se obrestoval naš vložen kapital na banki. Izhajajoč iz tega v vsakem letu izračunamo diskontni faktor $(1/(1+r))^t$, ki ga pomnožimo z letnim denarnim tokom (3).

$$Dr_{it} = D_{it}/(1+r)^t \quad (3)$$

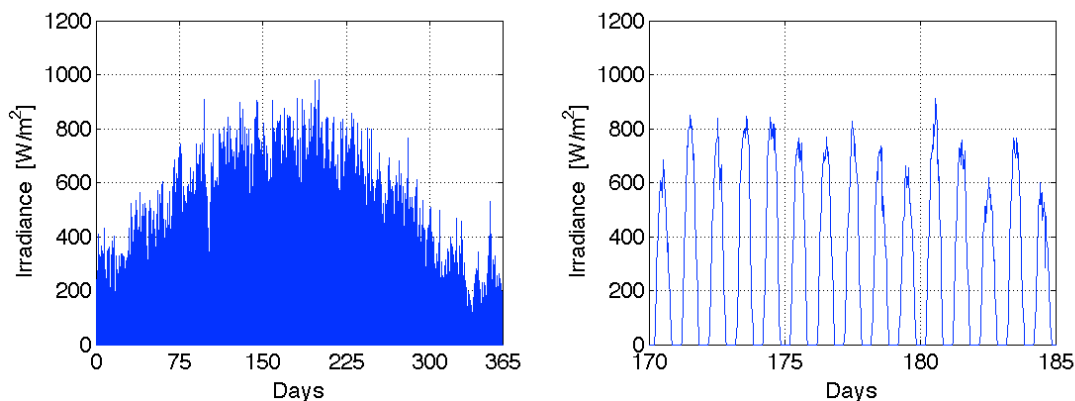
Ko od vsote diskontiranih letnih donosov izbranega projekta Dr_{it} , odštejemo začetni strošek investicije oziroma vrednost naložbe I_i , dobimo neto sedanjo vrednost izbranega projekta NSV.

Z upoštevanjem časovne dimenzije sedanjega vlaganja in prihodnjega denarnega donosa lahko z izbrano diskontno stopnjo zelo hitro ugotovimo, ali je investicija smotrna ali ne. Pozitivna NSV pomeni, da sedanja vrednost celotnega pozitivnega toka koristi presega sedanjo vrednost celotnega negativnega toka stroškov, oziroma da je razlika med vrednostjo proizvodnega ali ohranjenega bogastva in vrednostjo porabljenih sredstev pozitivna. Naložbo sprejmemo, če je njena NSV večja od nič; če pa je njena vrednost manjša od nič, jo zavrnamo. V primeru več naložbenih možnosti izbiramo tisto, ki ima najvišjo pozitivno neto sedanjo vrednost [8].

5. REZULTATI

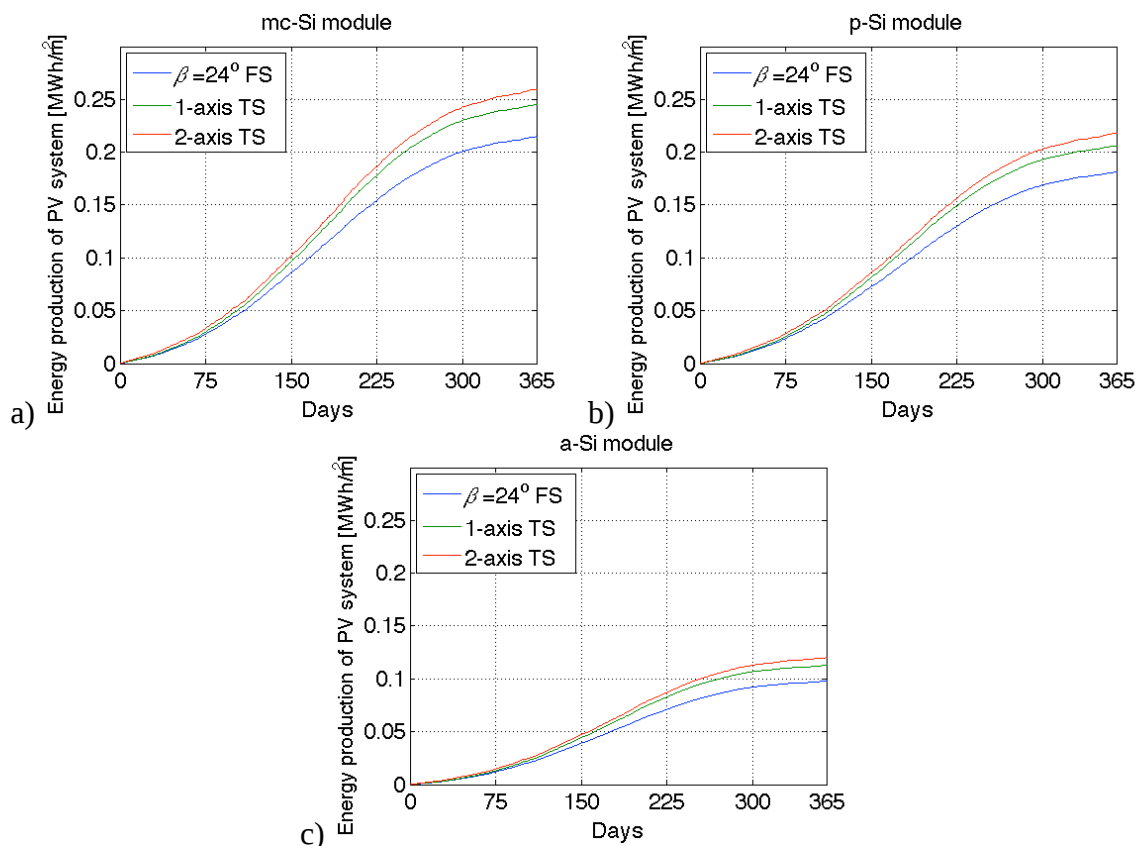
V nadaljevanju, bomo predstavil rezultate kazalcev uspešnosti investicije v izgradnjo sončne elektrarne. Pri tem bomo kot vhodne podatke uporabili polurne vrednosti jakosti sončnega sevanja za izračun proizvedene električne energije za tri različne možnosti postavitve sončnih elektrarn – fiksna postavitve, enoosno sledenje in dvoosno sledenje. Prav tako bomo izbirali med tremi različnimi tipi sončnih modulov - monokristalni (mc-Si), polikristalni (p-Si) in amorfni (a-Si) silicijeve fotonapetostne module. Za izračun prihodkov bomo upoštevali trenutno odkupno ceno električne energije iz sončnih elektrarn. Na investicijski strani bomo upoštevali začetne stroške, ki se spreminjajo glede na velikost sončne elektrarne in stroške vzdrževanja ter zamenjave opreme.

Na sliki 4.1 levo je prikazano 10. letno povprečje gostote moči sončnega sevanja na vodoravno površino v polurnih vrednostih. Slika 4.1 desno prikazuje povprečno gostoto moči sončnega sevanja na vodoravno površino samo za 15 dni v letu (od 20. julij do 4. avgust).



Slika 4.1: 10. letno povprečje gostote moči sončnega sevanja

S pomočjo gostote moči sončnega sevanja na enoto površine (slika 4.1) in izkoristka fotonapetostnega modula (slika 2.2) izračunamo proizvedeno električno energijo fotonapetostnega sistema. Proizvedeno električno energijo za različne vrste fotonapetostnih modulov izračunamo pri različnih postavitvah fotonapetostnega sistema. Tako so na sliki 4.2 prikazane proizvedena električna energija na enoto površine za različne vrste fotonapetostnih modulov pri različnih postavitvah.

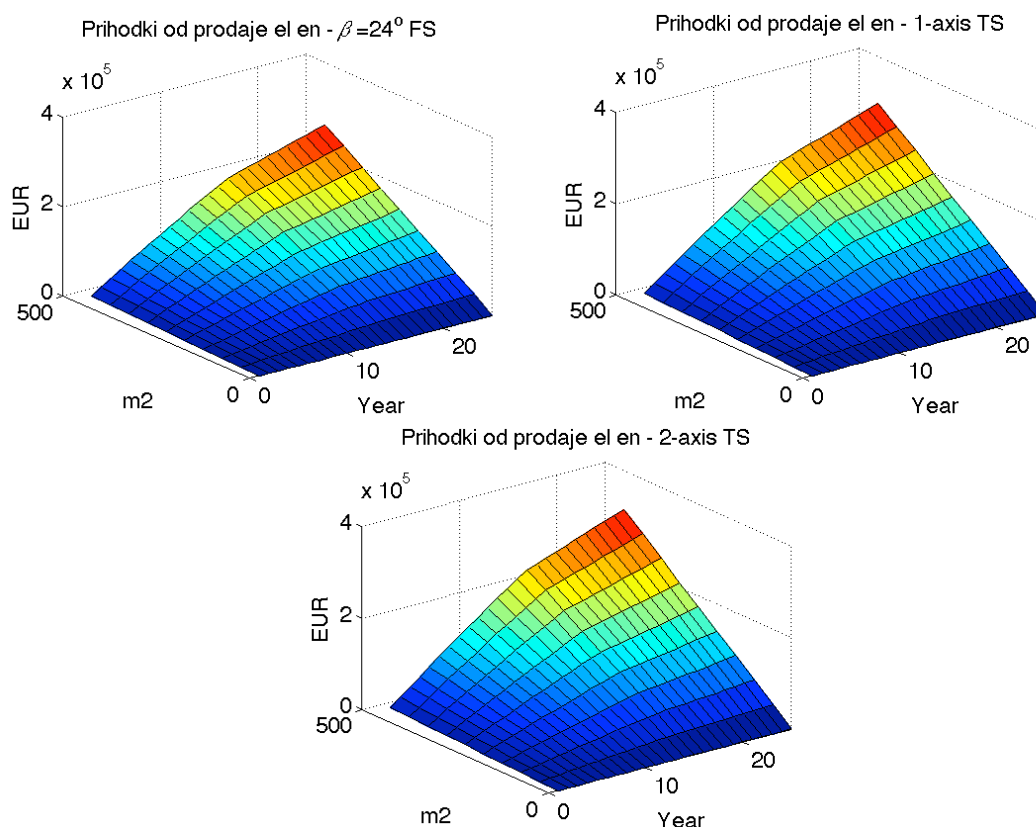


Slika 4.2: Proizvedena električna energija za različne vrste fotonapetostnih modulov

Na sliki 4.2 a) je prikazana proizvedena električna energija na enoto površine za monokristalne silicijeve (mc-Si) fotonapetostne module tako za fiksno postavitev pod kotom 24 (FS), enoosno sledenje (1-axis TS) in dvoosno sledenje (2-axis TS). Na sliki 4.2 b) je prikazana proizvedena električna energija na enoto površine za polikristalne silicijeve (p-Si) fotonapetostne module tako za fiksno postavitev pod kotom 24 (FS), enoosno sledenje (1-axis TS) in dvoosno sledenje (2-axis TS). Na sliki 4.3 c) je prikazana proizvedena električna energija na enoto površine za amorfne silicijeve (a-Si) fotonapetostne module tako za fiksno postavitev pod kotom 24 (FS), enoosno sledenje (1-axis TS) in dvoosno sledenje (2-axis TS).

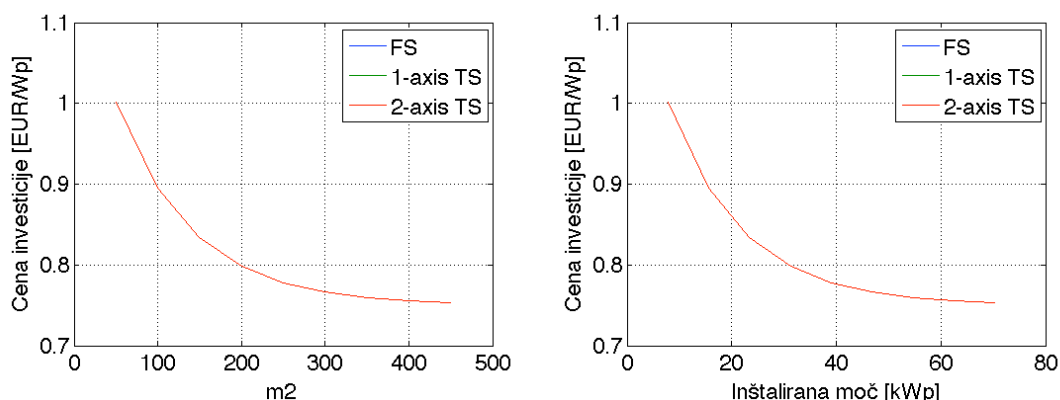
S pomočjo letne proizvodnje električne energije na enoto površine za različne vrste fotonapetostnih modulov (mc-Si, p-Si in a-Si) in različne možnosti postavitve (FS, 1-axis TS in 2-axis TS) izračunamo investicijske stroške in prihodke od prodaje električne energije.

V nadaljevanju je podan izračun predvidene proizvodnje električne energije in predvideni investicijski stroški za monokristalne (mc-Si), polikristalne (p-Si) in amorfne (a-Si) silicijeve fotonapetostne module. Na sliki 4.3 so prikazani predvideni prihodki od prodaje električne energije ob upoštevanju obratovalne podpore 102,42€ za januar 2013 v odvisnosti od površine in 25 letnega obdobja obratovanja. Zraven odkupne cene električne energije upoštevamo še površino elektrarne.



Slika 4.3: Predviden prihodek od prodaje električne energije fiksnega sistema, enoosnega in dvoosnega sistema glede na površino v EUR upoštevajoč monokristalne fotonapetostne module

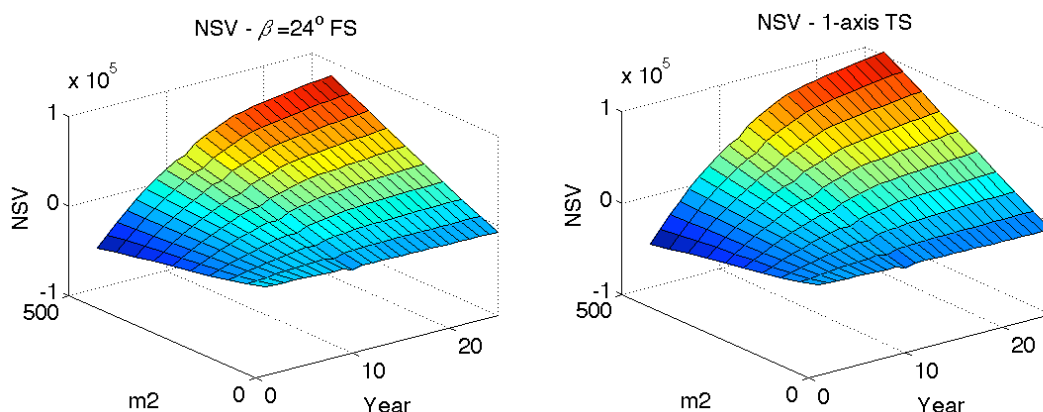
V tem delu bomo pokazali investicijske stroške kot neodvisne stroške glede na tip elektrarne. Drugače povedano so stroški izgradnje sončne elektrarne enaki tako za fiksno postavitve, enoosno sledilno ali dvoosno sledilno elektrarno. Stroški so odvisni le od velikosti elektrarne in z površino zmanjšujejo. Tako je na sliki 4.4 prikazana cena investicije na enoto inštalirane moči v odvisnosti od površine (slika 4.4 levo) in inštalirane moči (slika 4.4 desno).

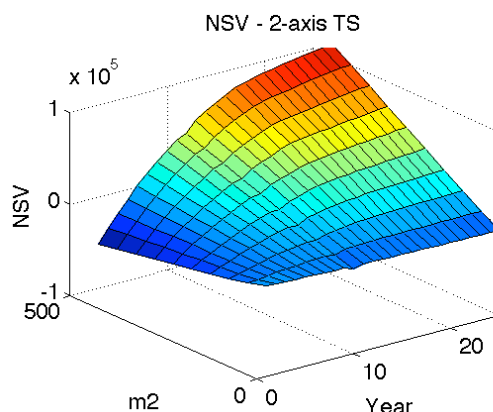


Slika 4.4: Cena investicije glede na površino oziroma inštalirano moč

Cena investicije je odvisna od velikosti elektrarne in načina postavitve. V primeru manjših elektrarn je cena investicije na inštalirano moč večja in z velikostjo elektrarne pada. Predvidena investicijska cena enoosnega sledilnega sistema in dvoosnega sledilnega sistema je v tem primeru enaka fiksni postavitvi.

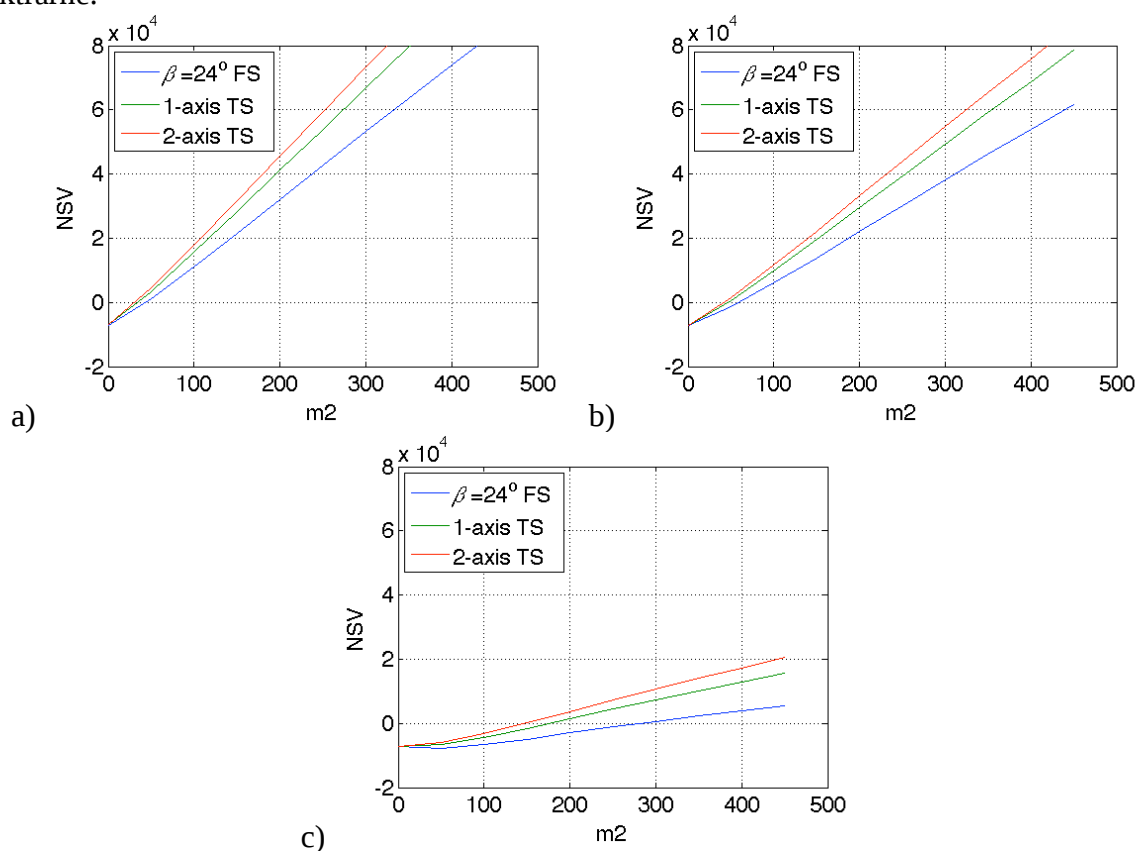
Kako se prihodki od prodaje električne energije in investicijski stroški odražajo v neto sedanjí vrednosti (NSV) kaže slika 4.5. Na sliki 4.5 je prikazana NSV v odvisnosti od števila let obratovanja in površine elektrarne. V 10 letu obratovanja je planirana zamenjava razsmernikov.





Slika 4.5: NSV v odvisnosti od števila let obratovanja in površine elektrarne za fiksni sistem, enoosni in dvoosni sistema upoštevajoč monokristalne fotonapetostne module

Za lažjo primerjavo je na sliki 4.6 prikazana NSV vse tri vrste postavitve pri čemer so uporabljeni monokristalni (mc-Si), polikristalni (p-Si) in amorfni (a-Si) silicijeve fotonapetostne module. NSV je prikazana za 25. leto obratovanja v odvisnosti od površine elektrarne.



Slika 4.6: NSV na koncu 25. letnega obdobja v odvisnosti od površine za a) monokristalne (mc-Si), polikristalne (p-Si) in amorfne (a-Si) silicijeve fotonapetostne module pri različnih postavitvah.

Iz slike 4.6 vidimo, da se investicija v izgradnjo fotonapetostnih sistemov manjših površin ne povrne niti po 25 letih saj je NSV v tem času negativna. Manjšo vrednost dobička prav tako predstavljajo fotonapetostni sistemi, ki uporabljajo fotonapetostne module z nižjim izkoristkom (slika 4.6 c)). Ker smo v obravnavanih primerih uporabili enake vrednosti stroškov tako za fiksne kot sledilne fotonapetostne sisteme se pokaže, da investicija v sledilne sisteme doprinese večji dobiček po 25. letih obratovanja.

6. SKLEP

V članku so predstavljeni parametri ekonomike fotonapetostnih sistemov. Pokazan je pristop iskanja ekonomske upravičenosti investiranja in vrednotenja investicije v fotonapetostni sistem s pomočjo tehničnega in finančnega izračuna kazalcev uspešnosti. Finančni izračun kazalcev uspešnosti je izveden s pomočjo metode Neto sedanje vrednosti. Iz podanih rezultatov lahko zaključimo, da ob enaki začetni ceni investicije tako za fiksne kot za sledilne sisteme, imajo sledilni sistemi večji dobiček. Prav tako je pomembna pravilna izbira fotonapetostnih modulov. Pri kazalcih sprejete investicije pa igra glavno vlogo obratovalna podpora za sončne elektrarne, ki se iz meseca v mesec spreminja.

7. VIRI, LITERATURA

- [1] www.worldometers.info
- [2] Utility Scale Solar Power Plants - A Guide For developers And investors, February 2012.
- [3] S. Seme, "Optimalno sledenje fotonapetostnega sistema soncu ob upoštevanju izgub pogonskega sklopa", doktorska disertacija, Maribor 2011.
- [4] K. H. Lam, J. Close, W. Durisch, "Modelling and degradation study on a copper indium diselenide module", Solar Energy, 77, (2004), str. 121-127.
- [5] W. Durisch, B. Bitnar, J. C. Mayor, H. Kiess, K. H. Lam, J. Close, "Efficiency model for photovoltaic modules and demonstration of its application to energy yield estimation", Solar Energy Materials & Solar Cells, 91, (2007), str. 79-84.
- [6] N.Z.Al-Rawahi, Y.H.Zuriga, N.A.Al-Azri, "Prediction of Hourly Solar Radiation on Horizontal and Inclined Surfaces for Muscat/Oman", The Journal of Engineering Research Vol 8 No 2 (2011) 19-31.
- [7] S. Seme, G. Štumberger, J. Voršič, "Optimalna orientacija fotonapetostnih pretvornikov za doseg največjega možnega izkoristka sončnega obseva", Komunalna energetika, Maribor 2009.
- [8] Lužnik Pregl, Rajka in Križaj Bonač, Geraldina. 1991. Priročnik za izdelavo investicijskega programa. Ljubljana: Ljubljanska banka, institut za ekonomiko investicij in Bančni vestnik.

NASLOV AVTORJEV

doc. dr. Sebastijan Seme¹
Katarina Dežan, mag. ekon.in posl. ved
red. prof. Gorazd Štumberger²

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko
Hočevarjev trg 1, 8270 Krško, Slovenija

²Univerza v Mariboru, Fakulteta, za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija

Tel: + 386 3 7770 400 Fax: + 386 3 7770 420
Elektronska pošta: sebastijan.seme@um.si