



DRUŽINSKA EKONOMIKA SONČNIH ELEKTRARN

► Mišo Alkalaj* in Leon Valenčič**

»Nemoralno je dopustiti, da naivnež obdrži svoj denar.«

(W. C. Fields, ameriški igralec in komik)

PRI BRANJU REKLAM (PRE)PRODAJALCEV FOTONAPETOSTNIH MODULOV in 'analiz' njihovih strokovnih podpornikov (številni so žal v ali pri vladi) bi pomislili, da je proizvodnja električne energije s sončnimi elektrarnami že dandanes lahko povsem komercialna dejavnost (tj., da lahko zagotavlja dobiček tudi brez državnih subvencij) oziroma je tik pred tem. Toda če pogledamo dejanske, na tehničnih podatkih temelječe številke, so razmere precej drugačne (ŽIT 1993/9, str. 18; ŽIT 2002/10, str. 52; ŽIT 2014/6, str. 36; ŽIT 2017/5, str. 22).

Zagovorniki proizvodnje električne energije s sončnimi elektrarnami pogosto poudarjajo, da je primarni energent – sončna svetloba – brezplačen. To seveda drži, ampak enako velja tudi za premog, plin ali uran,

dokler so še v zemlji. Cena začne naraščati, ko skušamo vir energije izkoristiti. Pri tem pa je dodatna težava sončnega sevanja v tem, da je njegova gostota energetsko dokaj majhna. Po podatkih Evropskega informacijskega sistema za fotovoltaike (angl. PVGIS – Photovoltaic Geographical Information System) v Sloveniji pade na kvadratni meter optimalno nameščenega fotonapetostnega modula od 950 do 1700 kWh sončne energije na leto (ŽIT 2010/10, str. 58; ŽIT 2017/5, str. 22). Če upoštevamo, da ta čas najučinkovitejši komercialno dobavljivi monokristalni fotonapetosti moduli – gre za serijo X22 ameriškega proizvajalca SunPower – dosežejo zmogljivost 22,8 %, bi z njimi lahko v Sloveniji na leto 'pridelali' od 216,6 do 387,6 kWh/m².

* Mag. Mišo Alkalaj je bil do upokojitve vodja Centra za mrežno infrastrukturo na Inštitutu Jožef Stefan.

** Mag. Leon Valenčič je vodja oddelka *Splošna energetika in načrtovanje energetskih sistemov* na Elektroinštitutu Milan Vidmar.



☉ Letna količina sončne energije v Sloveniji (Vir: PVGIS)

Po uradnih podatkih je bilo leta 2016 v Sloveniji 820.541 gospodinjstev, ki so porabila povprečno 3973 kWh na leto. Bi potemtakem lahko domačim potrebam zadostili s povprečno 10,25–18,34 m² fotonapetostnih modulov na gospodinjstvo? Seveda ne. A najprej izračunajmo, kako bi se ta zares najmanjši obseg gospodinjenske sončne elektrarne finančno iztekel. Po podatkih Statističnega urada RS je povprečna cena električne energije za gospodinjstva 0,16 EUR/kWh (podatek za drugo četrtletje 2018). Povprečni letni izdatek gospodinjstva za električno energijo je torej 635,68 EUR. Po drugi strani je cena nabave, namestitve in priključitve fotonapetostnih modulov vsaj 1000 EUR/m². Če bi za njihovo namestitev na streho za obdobje 25 let najeli 10.250–18.340 EUR kredita po obrestni meri 3,3 % (kot velja za stanovanjska posojila), bi morali odplačevati (zaokroženo) 589–1054 EUR na leto. Na najugodnejših lokacijah na Primorskem bi s takšno investicijo zaslužili do 46,68 EUR na leto – seveda ob predpostavki, da bi se povsem odklopili od javnega omrežja (sicer bi morali plačevati najmanj priključnino), in seveda, če bi fotonapetostni moduli delovali optimalno; drugje po Sloveniji bi že v tem pogledu delali izgubo.

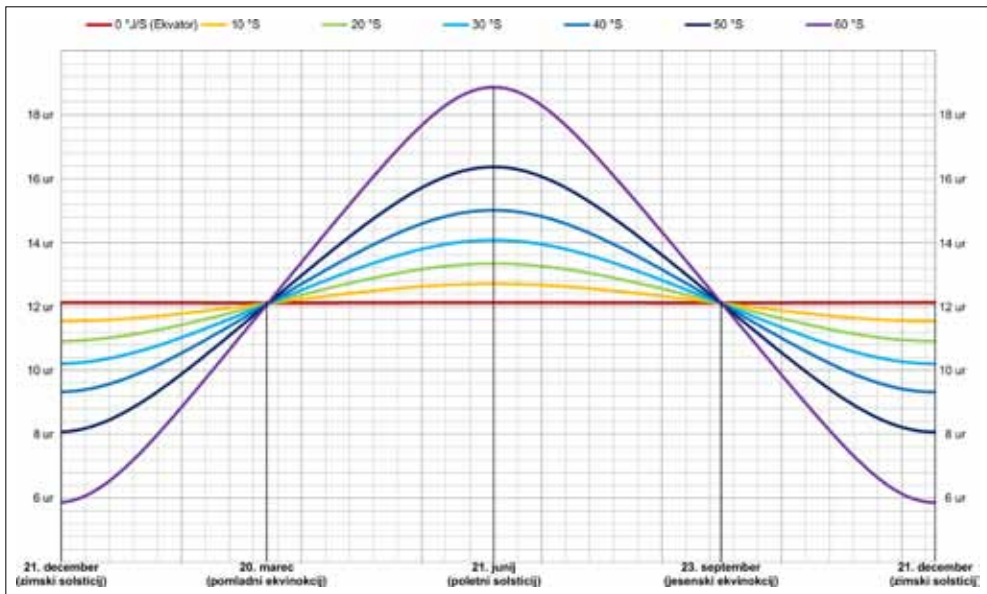
Gospodinjstvo ekonomiko sončne elektrarne smo na 'samo' 25 let izračunali zato, ker je povprečna izguba moči fotonapetostnih modulov na podlagi monokristalnega silicija 0,8 % na leto. To pomeni, da bodo v 25 letih izgubile približno 22 % zmogljivosti, kar bi morali upoštevati pri obsegu proizvodnje. Na koncu obračunskega obdobja bi morali še vedno imeti dovolj modulov za proizvodnjo 3973 kWh električne ener-

gije – torej na začetku 12,53–22,42 m², z letnim odplačilom 880–1575 EUR (za obračunsko obdobje 25 let). A da bo izračun preprostejši in razumljivejši (ter za ta prikaz povsem zadovoljiv), bomo tudi pri nadaljnjih izvajanjih zanemarili dejstvo, da se zmogljivost fotonapetostnih modulov z leti zmanjšuje.

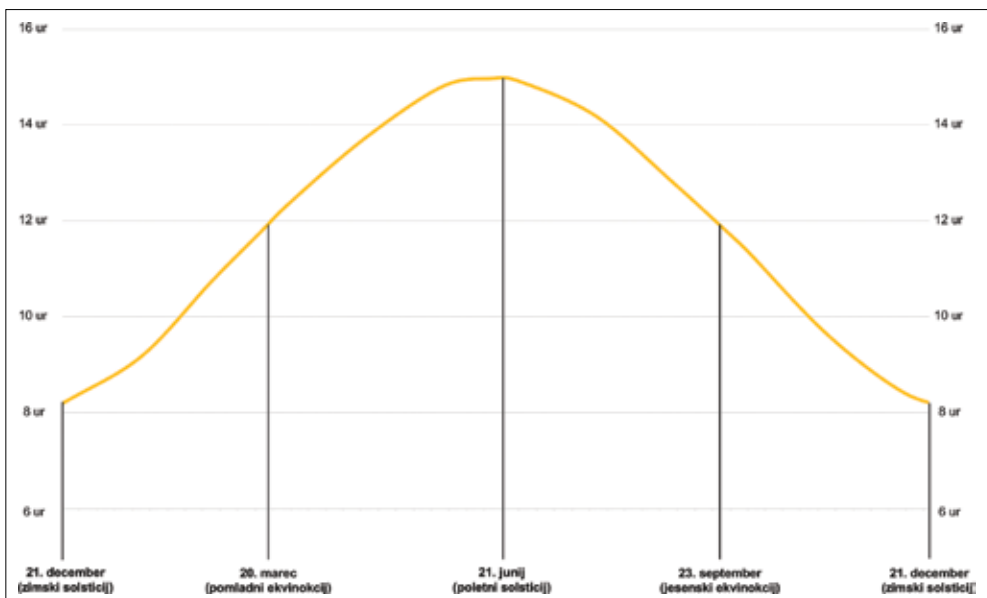
▶ SHRANJEVANJE ZA SUHE ČASE

Ampak 10,25–18,34 m² fotonapetostnih modulov bi ob največji osončenosti v idealnih razmerah dalo le 3–5,5 kW (večino časa še precej manj), kar očitno ni dovolj za delovanje več gospodinjstevskih strojev hkrati, kuhanje, ogrevanje sanitarne vode itn. Poleg tega fotonapetostni moduli ponoči ne proizvajajo nič. Z njimi proizvedeno električno energijo bi torej morali ob presežku proizvodnje nad porabo neke shranjevati in ob primanjkljaju od tam črpati. Če razmišljamo o shranjevalniku električne energije za gospodinjstvo, pride praktično v poštev le akumulatorski sistem na podlagi litijevih celic. Ob tem moramo upoštevati, da polnjenje in praznjenje akumulatorjev pomeni vsaj 20 % izgube električne energije. Za amortiziranje dnevni presežkov/primanjkljajev sicer ne bi potrebovali izrazito velike zmogljivosti akumulatorja, a kot bomo videli pozneje, bi moral biti ta zaradi razlik v letnih časih vseeno kar velik. Dolžina dneva pozimi ali poleti se razlikuje, fotonapetostni moduli pa lahko proizvajajo električno energijo samo takrat, ko sije sonce.

Osončenost seveda ni edini dejavnik, ki vpliva na učinkovitost fotonapetostnih modulov. V hladnejši polovici leta je sonce nižje nad obzorjem, torej je pot žarkov skozi ozrač-



☞ Trajanje osonečnosti (dneva) na različnih zemljepisnih širinah (vir: MrReid.org)



☞ Ljubljana leži 46° 03' 20" severno in 14°30' 30" vzhodno, iz česar lahko izračunamo, da je imela leta 2018 (zaokroženo) 4466 ur sončne svetlobe, od tega 1782 ur od 1. januarja do 20. marca in od 23. septembra do 31. decembra (39,9 %) ter 2684 ur od 20. marca do 23. septembra (60,1 %).

je daljša in s tem absorpcija večja; poleg tega je v tem obdobju tudi več oblačnosti. Iz podatkov o proizvodnji

sončnih elektrarn v Nemčiji (ki je po osonečnosti in podnebnju podobna Sloveniji) lahko razberemo, da foto-

napetostni moduli v toplejši polovici leta proizvedejo približno štirikrat toliko elektrike kot v hladnejši.

Ampak za naš prikaz finančne utemeljenosti zadostuje, če proizvodnjo sončnih elektrarn računamo samo na podlagi osončenosti. Potem bi v obdobju od 23. septembra do 20. marca proizvedli največ 1585 kWh, od 20. marca do 23. septembra pa vsaj 2388 kWh od skupno 3973 kWh, kolikor je povprečna letna poraba električne energije v slovenskem gospodinjstvu. Če torej predpostavimo, da naša sončna elektrarna na leto proizvede točno toliko električne energije, kot je porabimo, bo treba v bolj osončeni polovici leta 'pridelano' energijo shranjevati zaradi razlike v proizvodnji v mesecih z manjšo osončenostjo. Velikost akumulatorskega sistema bi morali preračunati glede na dinamiko porabe. A za vsaj približno oceno privzemi-

mo, da bi zadostovalo shraniti razliko med povprečjem in proizvodnjo v toplejši polovici leta, torej približno 400 kWh (kar pa je v resnici pre malo in poleg tega ne upošteva dejstva, da pozimi porabimo več elektrike kot poleti).

Zdajšnja cena Li-ionskih akumulatorskih sistemov (430 EUR/kWh) naj bi se po precej optimističnih ocenah do leta 2030 znižala na 173 EUR/kWh. Pri današnjih cenah bi torej za Li-ionski akumulator z zmogljivostjo 400 kWh plačali vsaj 172.000 EUR, po pričakovanjih za leto 2030 pa 68.000 EUR.

Čeprav je slišati tudi teze, da bi lahko za hišni akumulator uporabljali kar tistega v električnem vozilu, se to ne bi izšlo, saj slednjega vsaj del časa sploh ne bo v hiši. Dandanes najzmogljivejši akumulator (100 kWh) ima Tesla Model S 100D, ki stane okoli 125.000 EUR (v ZDA), ta čas najcenejši električni avto v Sloveniji – Renault Zoe Life – pa ima akumulator z zmogljivostjo 22 kWh. Dinamika črpanja elektrike iz akumulatorja ne zagotavlja, da bo ta zjutraj, ko bi se želeli odpeljati v službo, poln; verjetneje bo precej izprazen, saj fotonapetostni moduli ponoči ne proizvajajo nič. Električnih vozil, ki bi jih lahko ob enem uporabljali kot gospodinske akumulatorje, za zdaj še ni. Sicer pa: kakšno varčevanje naj bi to bilo, če bi kot hišni akumulator kupili kar akumulatorski avtomobil, ki (v primerjavi z ekvivalentnim bencinskim avtomobilom) že sam po sebi v družinskem proračunu pomeni izgubo (ŽIT 2018/9, str. 20)?

Li-ionski akumulatorji z vsakim ciklom polnjenja/praznjenja izgubijo nekaj svoje zmogljivosti; koliko natančno, je najprej odvisno od nji-



➔ Hišni akumulatorski sistem Tesla PowerWall 2 z zmogljivostjo 13,5 kWh stane 5900 USD (oziroma okrog 4100 EUR).



hove kakovosti, poleg tega pa tudi od temperature okolice (za akumulatorje te vrste je idealna temperatura 25 °C). Ameriški Nacionalni laboratorij za obnovljivo energijo (angl. NREL – National Renewable Energy Laboratory) trdi, da naj bi Li-ionski akumulatorski sistemi praviloma zdržali od sedem do deset let. To pomeni, da bi morali v našem obračunskem obdobju 25 let akumulatorje (ki pomenijo veliko večino cene akumulatorskega sistema) zamenjati vsaj dvakrat. S tem se gospodinjstva ekonomika fotonapetostnih panelov seveda povsem podre.

► OBLJUBE, OBLJUBE, OBLJUBE

Kot je bilo že omenjeno, smo v naši analizi upoštevali za zdaj najučinkovitejše na trgu dostopne fotonapetostne module, ki zmorejo 22,8-odstotno pretvorbo sončne energije v električno. Ob tem je treba povedati, da se doslej najučinkovitejši fotonapetostni moduli ponašajo s 44-odstotnim izkoristkom, a so zgolj laboratorijski izdelek; nobenega podatka ni, ali jih bodo kdaj proizvajali za trg in kakšna bo njihova cena. Zagovorniki fotonapetostnih sistemov in žal tudi številni vladni svetovalci



🔗 Za zdaj najučinkovitejši komercialno dobavljivi monokristalni fotonapetostni moduli serije X22 ameriškega proizvajalca SunPower dosežejo zmogljivost 22,8 %. (Vir: www.yelp.com)

bi na tem mestu pripomnili, da se bo cena modulov v prihodnosti še precej znižala. O neutemeljenosti tovrstnih pričakovanj smo že pisali (ŽIT 2017/7–8, str. 40), zato ponovimo samo najpomembnejše protiargumente. Pri ceni fotonapetostnih modulov je verjetno res še nekaj maneverskega prostora, pa tudi izboljšanje izkoristka in zmanjšanje vpliva staranja v bistvu pomenita pocenitev. Vendar pa se je sam polprevodniški material že toliko pocenil, da v skupni investiciji nima več tako prevladujočega deleža kakor še pred nekaj leti. Tudi preostali kon-

strukcijski elementi za namestitve sončne elektrarne, močnostni polprevodniški pretvornik, priklop na omrežje, zaščitni elementi, stikalna oprema itn. se v splošnem ne cenijo več; možne so celo podražitve.

Kar se tiče cene shranjevalnih sistemov, bi bile sončne elektrarne s potrebnimi akumulatorji nerentabilne celo ob upoštevanju prej omenjene pričakovane cene Li-ionskih akumulatorjev leta 2030. Poleg tega se cena na porabljeno/proizvedeno kilovatno uro nič ne spremeni, če ima več gospodinjstev skupne shranjevalnike. Takšna zasnova projekt dejansko podraži, saj potrebujemo še skupno omrežje za povezavo pod sistemov. Če pa bi želeli Li-ionske akumulatorje nadomestiti na primer z najcenejšimi napravami za shranjevanje električne energije, tj. s črpalnimi elektrarnami, bi morali v ta namen (poleg same črpalne elektrarne!) zgraditi še dodatno visokonapetostno omrežje.

Zavedati se moramo, da se električna energija nenehno draži. Ker pomeni pomemben delež stroškov za proizvodnjo, transport in montažo tako fotonapetostnih modulov kot akumulatorskih sistemov, je tudi s tega vidika neutemeljeno pričakovati, da bi se ti lahko še bistveno pocenili.

In končno, namen tega članka je stroškovno analizirati današnje stanje, kar je očitno mogoče le ob upoštevanju ta trenutek dostopne tehnologije in cen, saj predvidevanja in obljube ne morejo vplivati na današnjo smiselnost vlaganja v domače elektrarne na podlagi fotonapetostnih modulov. Ko (in če) bo prišla svetla prihodnost, bo treba vse skupaj preračunati še enkrat.

Zato se raje vprašajmo:

▶ KAKO ZASLUŽITI S FOTONAPETOSTNIMI MODULI?

Ekonomsko smiselno bi bilo, da se najprej odpovemo najdražjemu delu sistema, tj. akumulatorjem. Toda v tem primeru bi morali vso proizvodnjo sončne elektrarne takoj prodati – ne glede na to, ali takrat električno energijo kdo potrebuje ali ne. In prav to v enem od členov zagotavlja Energetski zakon RS, ki pravi:

Podpora se izvaja kot:

– *zagotovljen odkup proizvedene električne energije, dobavljene v javno omrežje električne energije, po ceni, ki jo določi vlada, za proizvodne naprave z nazivno električno močjo, manjšo od 1 MW;*

Že ta zakon draži električno energijo za vse uporabnike. Kadar električno omrežje prevzema več električne energije iz sončnih elektrarn, je treba zmanjšati proizvodnjo variabilnih klasičnih elektrarn (pri nas je to samo TEŠ6). Te morajo zato več 'žagati' (spreminjati režim proizvodnje), da lahko sledijo potrebam elektroenergetskega omrežja, kar seveda pomeni manj učinkovito proizvodnjo električne energije. Pri hidroelektrarnah pa je treba bodisi zmanjšati tok vode na gonilnike in/ali lopatice premakniti v drugačen položaj oziroma celo spustiti vodo neizkoriščeno mimo gonilnikov. Če ne gre drugače, mora elektroenergetski sistem (EES) presežek električne energije prodati v tujino, pri čemer so cene zelo nizke in včasih celo negativne (izvoznik mora plačati, da nekdo prevzame njegove presežke električne energije). Kadar je – po drugi strani – proizvodnja sončnih elektrarn nizka (ali na primer ponoči celo nična), morajo variabilne elektrarne povišati svojo

proizvodnjo, kar gre spet na račun slabše učinkovitosti. Alternativa je, da manjkajočo elektriko uvozimo dražje, kot bi jo lahko s klasičnimi elektrarnami proizvedli sami, ali pa, da zaženemo plinsko elektrarno Brestanica, ki ima daleč najvišjo lastno ceno energije v Sloveniji.

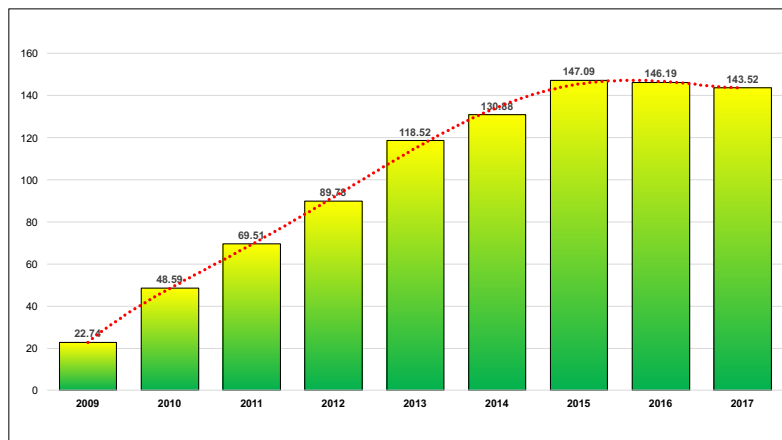
Ker mora torej EES vzdrževati ravnotežje moči med proizvodnjo in porabo, bomo že z majhnim deležem nepredvidljivih virov, kot so sončne elektrarne, povzročili stroške na drugih področjih – nekako tako kot lahko s kolesom za 100 EUR povzročimo za desetkrat toliko stroškov na novem ferrariju, če ga neprevidno prislonimo nanj ...

Lastniki sončnih elektrarn, ki vso proizvodnjo oddajajo v omrežje, dobijo električno energijo plačano po t. i. vstopnih tarifah (angl. feed-in tariff). Za mikro sončne elektrarne (do 50 kW) na stavbah je bila vstopna tarifa leta 2011 (ob uveljavitvi prve različice zakona o posebni podpori nizkoogljičnim virom energije) 477,78 EUR/MWh (oziroma 0,47778 EUR/kWh). Pozneje je vlada z odloki to ceno zniževala, a zgodovina ni nepomembna, saj velika večina sončnih elektrarn še dandanes prodaja

elektriko po nadtržni vstopni tarifi, ki se določi ob vključitvi elektrarne v EES in velja 15 let. (Tistim, ki so se najbolje znašli in so sončne elektrarne postavili že leta 2011, bo država še do leta 2026 odkupovala elektriko po 477,78 EUR/MWh.) Od novembra 2012 je zagotovljena odkupna cena za električno energijo iz mikro sončnih elektrarn na stavbah 150 EUR/MWh. Na evropskih borzah so se cene električne energije v letih 2015–2017 gibale od 20 do 80 EUR/MWh.

Poleg tega država lastnikom sončnih elektrarn zagotavlja še t. i. obratovalno podporo, tj. nadomestila za knjigovodsko izračunano razliko med odkupno ceno in obratovalnimi stroški (ki seveda vključujejo tudi amortizacijo, odplačilo kredita za nakup ipd.). To omogoča *Uredba o podporah elektriki, proizvedeni iz obnovljivih virov energije in v soproduktivni toplote in elektrike z visokim izkoristkom*, ki je začela veljati 26. novembra 2016. V njenem 25. členu namreč piše:

(8) Obratovalna podpora se določi kot razlika med ceno elektrike proizvodne naprave in referenčno tržno ceno elektrike.



ⓘ Izplačila za električno energijo iz OVE in SPTE v Sloveniji po letih v mio. EUR (vir: Borzen)

‘Obratovalna podpora’ se za obnovljive vire energije, kot so fotonapetostni moduli, določi s t. i. *Eko pogodbo* za 15 let.

Drugo skupino morebitnih vlagateljev v sončne elektrarne spodbuja država s t. i. virtualnim merjenjem (angl. net metering). Gospodinjski proizvajalec sončne elektrike bi bil namreč ‘stimuliran’, če bi lahko oddajo in odjem speljal prek enotnega števca ter plačal le čisti presežek (torej bi ob presežku proizvodnje nad porabo ‘vrtel števec nazaj’). Točno tak je bil dejansko predlog zagovornikov ‘čiste energije’ in *Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije* je to (vsaj delno) uzakonila. Pri samooskrbi se sicer merita prejeta in oddana energija, obračuna pa se enkrat na leto, kar že pomeni, da lastnik sončne elektrarne ‘vrti števec nazaj’ z elektriko v času presežka proizvodnje električne energije, ko je ta najcenejša, in jo torej v razmerju 1 kWh : 1 kWh zamenjuje za zimsko, ki je dražja. Za presežek oddane energije lastniki takih sončnih elektrarn ne dobijo plačila. Če imajo letno bilanco izravnano, nekaj plačajo samo za prispevke in priključno moč, izognejo pa se plačilu omrežnine za porabljeno energijo. Da se tak pristop lastnikom sončnih elektrarn očitno splača, kaže med drugim podatek, da so leta 2017 na omrežje priključili za slabih 6,5 MW (nazivna moč) ‘sončnih elektrarn v samooskrbi’.

Zakonodaja Slovenije (in številnih drugih držav) torej že zagotavlja, da so sončne elektrarne profitne – seveda predvsem na račun cene elektrike, davkov in prispevkov, ki jih plačujemo vsi državljani. Zato najbrž ne preseneča, da imajo države z najvišjim deležem nizkoogljičnih virov tudi najdražjo električno energijo.

▶ DOBIČEK NA RAČUN DRŽAVNIH PODPOR

Vsakovrstne podpore sončnim in drugim ‘nizkoogljičnim’ obratom za proizvodnjo električne energije temeljijo na predpostavki, da človeški izpusti CO₂ (ŽIT 2009/6, str. 51; ŽIT 2011/1, str. 28; ŽIT 2016/2, str. 54) povzročajo nevarno ogrevanje oziroma podnebne spremembe v ozračju Zemlje. Za to tezo dejansko ni nobene empirične potrditve in del znanstvene srenje nanjo gleda s pridržkom. A privzemimo, da je vseeno tako. Bi z uvedbo gospodinjskih sončnih elektrarn lahko nizkoogljično zadostili vsaj domačim potrebam? Ali je potem prav, da države spodbujajo gradnjo sončnih elektrarn, saj s tem zmanjšujejo domnevno nevarne človeške izpuste CO₂?

Nikakor ne. Po podatkih ameriškega Nacionalnega laboratorija za obnovljivo energijo (NREL) sodobni fotonapetostni moduli v približno štirih letih sicer res proizvedejo dovolj elektrike, da pokrijejo energijo, ki je potrebna za njihovo izdelavo. Ampak izračun upošteva le energijo, potrebno za kristalizacijo silicija (tj. izdelavo fotonapetostnih filmov na podlagi monokristalnega silicija), kar pa še zdaleč ni vse. Energijo namreč potrebujemo tudi za lepljenje teh filmov na steklene plošče, izdelavo stekla in aluminija za okvirje, montažo v okvirje, namestitvev, priključitev (skupaj z izdelavo sklopov za priključitev) – da izgub, ki jih sončna elektrarna povzroči v EES, niti ne omenjamo. Analiza tudi ne upošteva posledic nestabilnosti, ki jih nepredvidljivi viri povzročijo v EES.

Ne glede na prej omenjeno analizo NREL lahko izračunamo, da je raz-

merje med vloženo in prejeto energijo (angl. EROEI – Energy Received over Energy Invested) za sončne elektrarne v idealnih razmerah (in ob življenjski dobi 25 let) le 6,25 : 1. Ob optimistično predvidenem tehnološkem napredku bi lahko sončne elektrarne dosegle EROEI = 8,5 : 1, a to je še vedno krepko premalo, da bi nadomestile klasične vire, kot so premogovne, vodne, plinske in jedrske elektrarne, ki dosegajo EROEI od najmanj 26 : 1 do več kot 100 : 1 (ŽIT 2017/6, str. 32). Tako neučinkovit vir energije preprosto ne more poganjati naše civilizacije (ŽIT 2017/4, str. 20). Seveda je odločitev o vlaganju v gradnjo sončne elektrarne stvar posameznika – ampak kakšen je smisel politične podpore sončnim elektrarnam in drugim nepredvidljivim OVE (ŽIT 2012/5, str. 22; ŽIT 2017/5, str. 22)?

V našem računu za porabljeno električno energijo lahko vidimo, da plačamo približno 20 % celotne vsote kot *Prispevek za SPT in OVE*. Če predpostavimo, da gredo vsakovrstne subvencije za OVE samo iz tega vira (kar pa sicer ni res), to pomeni, da pet povprečnih gospodinjstev s tem plača celoten račun za elektriko enega. Kot smo že navedli, je bilo leta 2016 v Sloveniji 820.541 gospodinjstev. Če naj sončne elektrarne prinašajo vsaj 200-odstotni dobiček

(za njenega lastnika, preprodajalca, banko itn.), potem 769.257 povprečnih gospodinjstev plača dovolj omejenega prispevka za 51.284 hišnih sončnih elektrarn.

In to je razlog za – za koga morada nekoliko žaljiv – izrek v podnaslovu članka: naivci smo mi vsi, ki na strehah nimamo sončnih elektrarn, a obenem skozi ceno električne energije, davke in prispevke plačujemo dobiček tistim, ki jih imajo (še bolj pa seveda preprodajalcem fotonapetostnih modulov). Da taka oblika 'spodbujanja' OVE ne more nikoli privedi do pokritja naših potreb po električni energiji, lahko ugotovimo s preprostim premislekom: kako bi se to izteklo, če bi imela vsa slovenska gospodinjstva na strehi dovolj veliko sončno elektrarno, da bi nominalno pokrila svojo porabo?

VIRI IN LITERATURA

- Obširen seznam uporabljene literature in virov je zainteresiranim na voljo v uredništvu.

SPLETNI NASLOVI

- 1-stromvergleich.com/strom-report/renewable-energy-germany/
- extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g2182.pdf
- www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815200000785

2. konferenca

za informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, elektroniko in mehatroniko

Rogla, hotel Planja
30. – 31. maj 2019

<https://iktem.si>

