



# ENERGIJA ZA ČLOVEŠTVO

Kaj danes v globalni  
energetski oskrbi ni realno

► Rafael Mihalič\* in Mišo Alkalaj\*\*

V razpravah o t. i. obnovljivih virih energije (OVE) in stroških zanje prej ali slej priplava na površje argument, da je pri OVE primarni energent (veter, sončna svetloba, vodni tokovi, biomasa itn.) zastonj. Drži; a prav tako so zastonj premog, naravni plin, surova nafta, uran itn. – dokler so še pod zemljo. S stroški se srečamo, ko začnemo primarni energent pretvarjati v kaj uporabnejšega. In to velja tako za OVE kot za izkoriščanje klasičnih energentov.

**S**KRAJNI OKOLJEVARSTVENIKI, KI BI POVSEM 'RAZOGLJIČILI' ČLOVEŠKO RABO ENERGIJE, kot okoljsko primerne priznavajo samo vetrne elektrarne, fotonapetostne module, bioplinarne itn., ki jih označujejo kot 'sodobne OVE' (ŽIT 2012/2, str 46). Večje hidroelektrarne zanje ne veljajo kot okoljsko sprejemljive, in ker imajo okoljevarstveniki presenetljivo velik vpliv na politično odločanje, tudi niso deležne podpore iz finančnih shem za OVE niti nimajo zagotovljenega odkupa proizvedene energije.

Ker so t. i. sodobni OVE, ki dobivajo največ državnih subvencij, vezani predvsem na proizvodnjo električne energije, začnimo s ključnimi

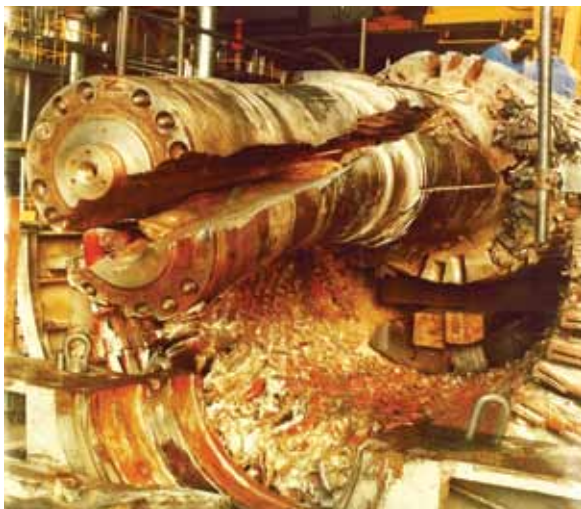
lastnostmi elektroenergetskega sistema (EES), ki otežujejo množično vključevanje teh virov.

#### ► **ELEKTRIČNA ENERGIJA JE HITRO POKVARLJIVO BLAGO**

Čeprav trg z električno energijo obstaja že desetletja, elektrika vendarle ni takšno blago, s kakršnim se sicer trguje na borzah. Elektrike namreč ni mogoče skladiščiti; ali natančneje rečeno: ni je mogoče skladiščiti v za elektroenergetske sisteme uporabnem obsegu in za sprejemljivo ceno. Zato jo moramo porabiti bolj ali manj takoj, ko jo proizvedemo. Če presežka ali primanjkljaja energije, ki se steka v EES, ta ni

\* Prof. dr. Rafael Mihalič je predstojnik Katedre za elektroenergetske sisteme in naprave ter vodja Laboratorija za preskrbo z električno energijo (LPEE) na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani.

\*\* Mišo Alkalaj je vodja Centra za mrežno infrastrukturo na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani.



☞ Takole so videti posledice 'karambola' v elektroenergetskem sistemu.

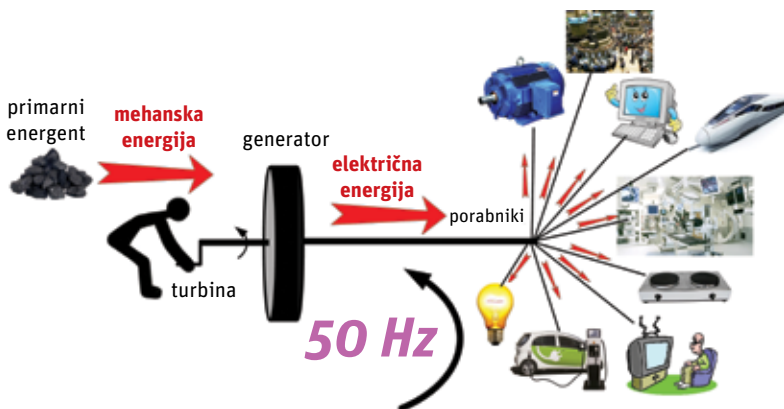
sposoben zelo hitro uravnatežiti s porabo ali pa se 'ujame' v hitro nihanje med proizvodnjo in porabo, morajo zaščitni sistemi čim prej izključiti določene naprave, sicer lahko pride do razpada EES in/ali do poškodb naprav, ki so nanj priključene. In občasno se to tudi res zgodi. Zato se morata v EES ves čas sproti uravnateževati proizvodnja in poraba; ali z drugimi besedami: *moč*, ki jo zagotavljajo generatorji, se mora ves čas prilagajati *moči* porabe (upoštevajoč izgube).

Edini blažilnik, ki elektrarnam omogoča nekaj časa – gre za veli-

kostni red nekaj sekund –, da se odzovejo na spremembo moči porabnikov, npr. priklop/odklop bremena ali vklop/izpad elektrarne, so vrteče se mase težkih – to je pomembno! – rotorjev generatorjev, tj. v njih shranjena kinetična energija. Če odziv proizvajalcev energije ni pravočasen ali ni ustrezen, potem frekvenca (ta je v Evropi 50 Hz) uide iz sprejemljivega območja (npr. 47,5–52 Hz) in večina elektrarn se zaščitno izključi. Razpad sistema je v tem primeru neizbežen.

V medijih lahko pogosto preberemo skrajno zavajajoč argument, ki na temelju *energije*, porabljene v določenem obdobju, trdi, da bi lahko dovolj elektrike proizvedli z 'okoljsko nespornimi' obnovljivimi viri (žal na podobno zgrešenem razmišljanju temeljijo tudi številne uradne energetske strategije). Energija, ki jo fotonapetostni moduli ali vetrne elektrarne proizvedejo takrat, ko je nihče ne rabi, je izgubljena – ali pa jo moramo nekako shraniti, kar neizogibno prinese izgube in je povezano z dodatnimi stroški.

Uporaben elektroenergetski sistem je vedno zasnovan tako, da ima nekaj notranje rezerve; že zato, da se lahko prilagaja razliki med porabo



☞ V elektroenergetskem sistemu je treba ves čas 'loviti' ravnotežje med proizvodnjo in porabo.

podnevi in ponoči, pozimi in poleti. Zato tudi lahko brez večjih pretresov prenese majhen delež nepredvidljivih OVE. Ko pa ta preseže določeno mejo, postanejo ukrepi za vzdrževanje stabilnosti EES vse dražji in v končni fazi tudi vse manj učinkoviti. Kje je ta meja, je odvisno predvsem od zasnove (tj. robustnosti) EES, pa tudi od zanesljivosti, ki jo od nje pričakujemo; če se sprijaznimo z občasnimi redukcijami, si lahko vsekakor privoščimo več OVE, kakor če zahtevamo zanesljivo oskrbo. Številni politični zagovorniki 'razogljičenja' za vsako ceno se ne zavedajo, da ima zanesljivost elektroenergetskega sistema resne posledice za gospodarstvo: država, ki ni sposobna zagotavljati stabilnosti oskrbe z električno energijo, postane banana republika; gospodarska dejavnost se zniža, investicije presahnejo, politična moč začne upadati.

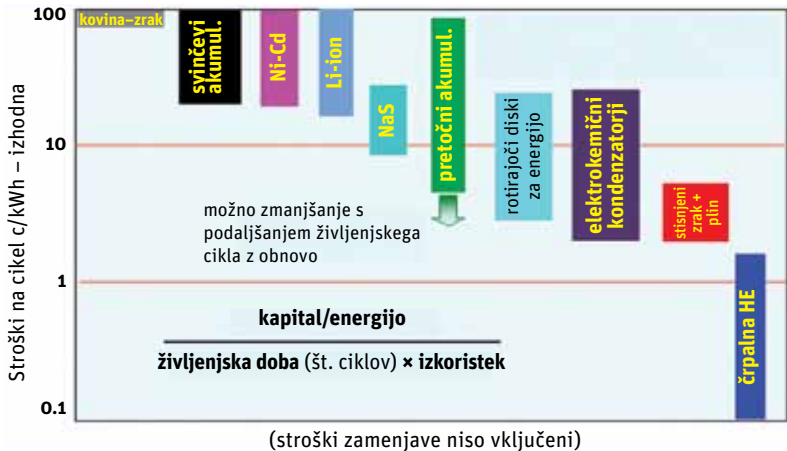
Na podlagi redkih kvantitativnih raziskav je mogoče okvirno oceniti, da lahko EES, ki temelji na klasičnih virih, brez posebnih težav ublaži motnje, če delež energije iz nepredvidljivih OVE ne preseže 10–15 % (delež je močno odvisen od strukture in delovanja EES). Če je delež takih OVE višji, je stabilnost omrežja še vedno mogoče vzdrževati z dodatnimi ukrepi in napravami, katerih cena z rastjo deleža nepredvidljivih OVE eksponentno narašča. A pri še tako robustno zasnovanem EES je vsaj pri okvirno 35-odstotnem deležu nepredvidljivih OVE meja, ko finančni vložki za ohranjanje stabilnosti postanejo nerazumno visoki (dejansko precej višji od vrednosti v OVE proizvedene energije), ukrepi pa nesprejemljivi tudi za prebivalstvo (npr. množica novih močnih prenosnih daljnovodov).

## ► **VKLJUČEVANJE OVE S SHRANJEVALNIKI ENERGIJE**

Seveda je mogoče električno energijo tudi hraniti; prav temu so namenjeni akumulatorji v naših avtomobilih, prenosnih telefonih in še številnih drugih napravah (ŽIT 2015/10, str. 30). A ker si dandanes težko predstavljamo, da bi morali avto zagnati z ročnim 'kurblo' kakor v zgodnjih obdobjih avtomobilizma (prenosni telefon pa ne bi bil prenosni, če bi deloval samo priključen na električno omrežje), in ker za te namene potrebujemo zelo malo energije, se pač sprijaznimo z dejstvom, da je takšno shranjevanje elektrike zelo neučinkovito in sorazmerno drago. Npr. na velikem avtomobilskem akumulatorju lahko vidimo napis, da hrani 100 amperskih ur (Ah), kar ustreza 1,2 kWh. To pomeni, da s shranjeno energijo takega akumulatorja ne bi mogli skuhati niti krompirja za družinsko kosilo.

Če bi želeli s hranilniki električne energije vključevati OVE v EES, se moramo zavedati, da je treba k drugim stroškom na naši položnici prišteti še odplačilo začetne investicije v hranilnike ter stroške shranjevanja in izgub. Če oba stroška seštejemo (ob upoštevanju življenjske dobe posameznih shranjevalnih sistemov), se kot daleč najugodnejši izkažejo shranjevalniki električne energije črpalne hidroelektrarne. A tudi ti bistveno povišajo ceno električne energije za uporabnike. V postopku shranjevanja v črpalnih hidroelektrarnah se namreč 25–30 % električne energije izgubi. Poleg tega zahtevajo visoka začetna vlaganja – v EU od 470 do 2170 EUR na instalirani kW moči –, kar je prav tako treba odplačati v ceni energije.

⇒ Cena shranjevanja energije (Vir: Cigre WG, brošura 458)



In končno, primernih lokacij za take elektrarne ni prav veliko, saj zahtevajo akumulacijska jezera s precejšnjo površino, zaželeno sta tudi neporozen teren in ustrezna višina nad vodnim virom, iz katerega želimo črpati. Očitno je, da bo večina primernih lokacij v hribih, zaradi česar lahko pričakujemo žolčno nasprotovanje zaščitnikov narave.

Obrat kapitala, vloženega v črpalno hidroelektrarno, je 50–100 let, kar je med klasičnimi elektrarnami daleč najdaljša doba, zato so komercialni vlagatelji zelo redki. Tovrstne elektrarne običajno zahtevajo velika vlaganja države, zato ni presenečenje, da ima po BDP/prebivalca najbogatejša država na svetu, Luksemburg, tudi rekord v deležu črpalnih hidroelektrarn – kar 54,8 % vse instalirane moči.

Države, ki bodo tudi v prihodnje subvencionirale nepredvidljive vire, kot so vetrne in sončne elektrarne, bodo seveda morale prej ali slej začeti graditi shranjevalnike, v katerih bodo nekako shranile presežno energijo za čas, ko bodo razmere v EES take, da bo poraba nizka in vremenske razmere ugodne za proizvodnjo OVE; ko bodo razmere obrnjene, pa

jo bodo oddajali v omrežje. Zato prav EU s svojim velikim deležem sodobnih OVE v prihodnjih osmih letih načrtuje postavitev črpalnih hidroelektrarn s skupno močjo 7 GW, kar je daleč največ na svetu. Seveda taka strategija dražje električno energijo za končnega potrošnika.

### ▶ VETRNE ELEKTRARNE

Električna energija iz vetrnih elektrarn pomeni največji delež vseh t. i. sodobnih OVE, saj so te v letu 2014 proizvedle 3 % svetovne elektrike, v EU 27 pa celo 9 %. Ker države, ki spodbujajo gradnjo vetrnih elektrarn, še nimajo zadovoljivih zmogljivosti za shranjevanje odvečne proizvodnje in prav tako ne pametnih omrežij (ŽIT 2017/2, str. 66), ki bi omilili posledice nepredvidljive proizvodnje vetrnih elektrarn, se že danes dogajajo razpadi EES. Tako Južna Avstralija že od decembra 2016 doživlja izpade in redukcije, ker se je odločila za velik delež OVE, zdaj pa ob visokih temperaturah (in s tem povečani porabi) ter bistveno zmanjšani proizvodnji OVE (predvsem zaradi izpada vetra) njen EES preprosto

ne more več amortizirati primanjkljajev. Tudi prenizka proizvodnja nemških OVE je najverjetneje povzročila izpad električne energije v Bruslju 9. februarja letos.

Povprečni koeficient EroEI (angl. Energy Received over Energy Invested) – ta pomeni razmerje med pridobljeno količino in energijo, vloženo v pridobivanje (ŽIT 2017/4, str. 20) –, ki ga v testih dosegajo vetrne elektrarne, je sicer 19,8 : 1, vendar gre tako visoka vrednost predvsem na račun meritev ob stalni hitrosti vetra, za katero so vetrnice načrtovane. Težava pa je v tem, da tudi na območjih s stalnimi vetrovi, kot je npr. zahodna obala Evrope, veter vendarle ne piha ves čas z enako hitrostjo. Kadar je hitrost vetra pod tisto, za kakršno je načrtovan optimum vetrne elektrarne, njena proizvedena moč upada s tretjo potenco (ŽIT 2010/2, str. 38; ŽIT 2010/9, str. 52). Če se npr. hitrost vetra zniža za 20 % pod načrtovani optimum, proizvodnja pade na 1/2, kadar hitrost vetra naraste za približno 2/3 nad načrtovani optimum, pa mora operater zavrteti lopatice vzporedno s smerjo vetra in turbino ustaviti, da je veter ne uniči – takrat je proizvodnja seveda enaka nič.

Vetrne elektrarne so torej nepredvidljivi viri, in če hočemo z njimi uravnavati moč proizvodnje in pora-

be, so potrebne predvidljive rezerve. Te lahko zagotovimo s klasičnimi elektrarnami. Friedrich Wagner je na podlagi podatkov o proizvodnji nemških OVE v letih 2010–2013 in 2015 izračunal, da je bilo mogoče proizvodnjo OVE (največja obremenitev = 100 %) uskladiti z delovanjem EES samo ob dodanih 89 % energije iz klasičnih elektrarn. In to v Nemčiji, ki ima enega največjih ter najbolj robustno zasnovanih sistemov na svetu! To seveda pomeni, da gre odvečna energija bodisi v nič ali v prodajo po skrajno nizkih (občasno celo negativnih!) cenah. Je pa res, da lastnika OVE zaradi tega ne boli glava, saj mu država zagotavlja odkup vse proizvedene energije po t. i. vstopni tarifi, ki je precej nad tržno ceno električne energije (ŽIT 2017/3, str. 24). Druga pot bi bila, da bi za shranjevanje odvečne energije, ki jo proizvedejo vetrne elektrarne kot najpogostejši OVE, zgradili ustrezne zmogljivosti, npr. v črpalnih hidroelektrarnah. A to bi EROEI energije, ki jo lahko generiramo z vetrnimi elektrarnami, več kot prepolovilo.

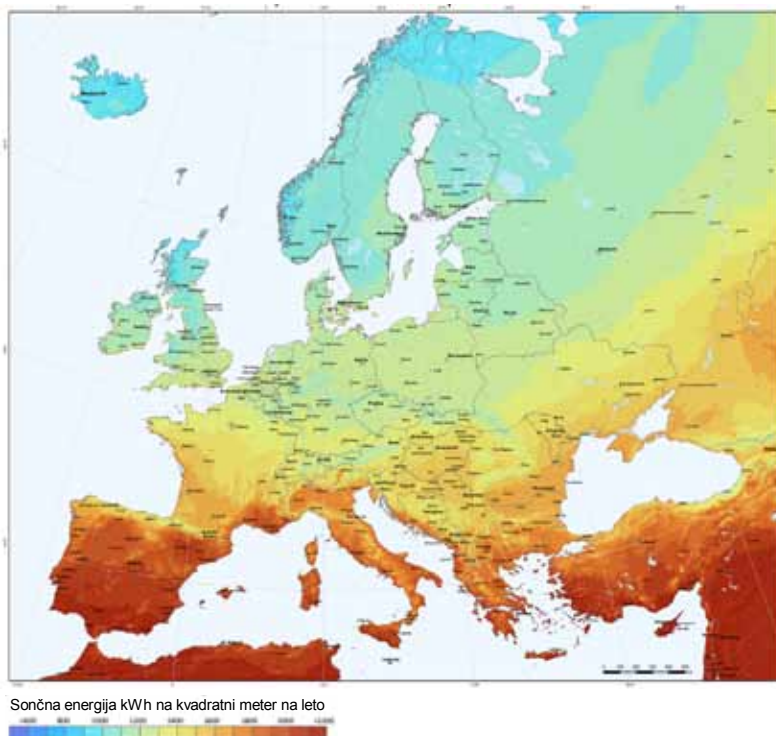
### ► SONČNA ENERGIJA

Sončno sevanje ima na območju Zemljine orbite gostoto sevalne moči 1367 W/m<sup>2</sup>. Seveda vsa ta količina

☞ Sistem vetrnih elektrarn Gvadžov na Kitajskem



↻ Letni dotok  
 sončne energije  
 (kWh) na kvadratni  
 meter površine  
 (vir: PVGIS)



energije ne pride do površja planeta, kjer bi jo lahko zajeli (ŽIT 2011/11, str. 22). Dejanska moč na površju Zemlje je odvisna predvsem od vpadnega kota sončnih žarkov, na izplen pa lahko vpliva tudi lokalno vreme, od oblačnosti do prašnih delcev v zraku. Ponoči je izplen seveda enak nič. Zato je dostopno sončno moč smiselno oceniti iz povprečja energije, ki na leto pade na določeno območje (ŽIT 2010/10, str. 58).

V Evropi se povprečna moč giblje od  $68,5 \text{ W/m}^2$  v severnem delu Norveške do  $251 \text{ W/m}^2$  na Siciliji in v južni Španiji (v Sloveniji povprečno  $171 \text{ W/m}^2$ ). Skupna energija Sonca, ki v Evropi v enem letu pade na  $1 \text{ m}^2$ , je torej od 600 kWh na Norveškem do 2200 kWh na Siciliji in v južni Španiji (v Sloveniji okoli 1500 kWh).

Primerjajmo to z ekvivalentnimi količinami nekaterih znanih energentov:

ENERGIJA SONCA NA $1 \text{ m}^2$ NA LETO/ OBIČAJNI ENERGENT	J. ŠPANIJA (2200 kWh)	SLOVENIJA (1500 kWh)	S. NORVEŠKA (600 kWh)
les (suha bukev)	581 kg	396 kg	159 kg
velenjski lignit	792 kg	540 kg	216 kg
antracit (črni premog – 9,8 kWh/kg)	224 kg	153 kg	61 kg
motorni bencin (povpr. 9,7 kWh/l)	227 l	155 l	62 l
lahko plinsko olje (dizelsko gorivo)	198 l	135 l	54 l
metan (naravni plin)	218 $\text{m}^3$	148 $\text{m}^3$	59 $\text{m}^3$

To je seveda celotna sončna energija, ki pa je ne moremo pretvoriti npr. v elektriko brez izgub.

#### ► FOTONAPETOSTNE CELICE

Prednost fotonapetostnih celic (FC) je v tem, da sončno sevanje pretvarjajo neposredno v električno energijo, pomanjkljivost pa, da tega ne počnejo kdo ve kako učinkovito in da ima že 'osnovni energent' dokaj nizko gostoto energije. Če verjameмо podatkom proizvajalca, potem ta čas z 22,8 % najučinkovitejše (monokristalne) FC na trgu izdeluje podjetje SunPower. Ob taki učinkovitosti bi v južni Španiji in na Siciliji z 1 m<sup>2</sup> celic na leto 'pridelali' 501,6 kWh, v severni Norveški 136,8 kWh ter v Sloveniji 342 kWh.

tem izgubljale zmogljivost po stopnji 0,36 % na leto. V 25 letih bi torej 1 m<sup>2</sup> FC v južni Španiji in na Siciliji proizvedel 8562 kWh, v severni Norveški 2335 kWh ter v Sloveniji 5838 kWh.

Ob upoštevanju podatka iz članka v prejšnji številke revije ŽIT po dokaj zadržani oceni SEAI (angl. Sustainable Energy Authority of Ireland) nakup, namestitvev in priključitev 1 m<sup>2</sup> FC stanejo najmanj 1000 EUR. K temu pa bi morali prišteti vsaj še strošek izvedbe ustreznih shranjevalnih zmogljivosti, da bi bila s FC proizvedena električna energija končnemu uporabniku na voljo takrat, ko bi jo zares potreboval.

Očitno je proizvodnja električne energije s FC pri današnjih cenah elektrike za investitorja lahko

LETNA PROIZVODNJA 1 m <sup>2</sup> FC (22,8 %)/OBIČAJNI ENERGENT	J. ŠPANIJA (501,6 kWh)	SLOVENIJA (342 kWh)	S. NORVEŠKA (136,8 kWh)
les (suha bukev)	132 kg	90 kg	36 kg
velenjski lignit	181 kg	123 kg	49 kg
antracit (črni premog – 9,8 kWh/kg)	51 kg	35 kg	14 kg
motorni bencin (povpr. 9,7 kWh/l)	52 l	35 l	14 l
lahko plinsko olje (dizelsko gorivo)	45 l	31 l	12 l
metan (naravni plin)	51 m <sup>3</sup>	34 m <sup>3</sup>	16 m <sup>3</sup>

Seveda bodo FC proizvajale elektriko še desetletja, čeprav bodo (vsaj po trditvah proizvajalcev) ob

donosna le ob primernih subvencijah, ki jih plačujemo vsi, predvsem skozi cene električne energije. FC s

25-LETNA PROIZVODNJA 1 m <sup>2</sup> FC (22,8 %)/OBIČAJNI ENERGENT	J. ŠPANIJA (8562 kWh)	SLOVENIJA (5838 kWh)	S. NORVEŠKA (2355 kWh)
les (suha bukev)	2253 kg	1536 kg	620 kg
velenjski lignit	3090 kg	2100 kg	844 kg
antracit (črni premog – 9,8 kWh/kg)	870 kg	597 kg	241 kg
motorni bencin (povpr. 9,7 kWh/l)	888 l	597 l	241 l
lahko plinsko olje (dizelsko gorivo)	768 l	529 l	207 l
metan (naravni plin)	871 m <sup>3</sup>	580 m <sup>3</sup>	275 m <sup>3</sup>





⊕ Elektrarna vrste CSP – Crescent Dunes, Nevada, ZDA

pridruženimi shranjevalniki torej za zdaj še ne morejo nadomestiti znatnega dela našega EES. Če bi to zaradi političnih razlogov vendarle izvedli, bi to pomenilo bistveno višje cene električne energije ter s tem nižjo konkurenčnost industrije in nižji standard prebivalstva.

Kaj pa tehnični napredek? Npr. FC, ki jih je razvilo francosko podjetje Soitec v sodelovanju z inštitutom Fraunhofer ISE v Nemčiji in CEA-Leti v Franciji, naj bi dosegale učinkovitost 46 %. Čeprav v prihodnosti lahko pričakujemo še nove znanstveno-tehnološke uspehe, pa s FC kljub vsemu ne bi mogli zagotavljati bistvenega dela električne energije za človeštvo. Celo v primeru, da bi dosegle 100-odstotno učinkovitost, bi še vedno realno dosegale EROEI največ 8–8,5 : 1 (ob upoštevanju energije za namestitev in priključitev), kar bi po tabeli potrebnih EROEI za posamezne dejavnosti pomenilo, da bi izključno s takim virom energije lahko vzdrževali kvečjemu poljedelsko družbo, ki bi skrbelo tudi za večino neproduktivnih članov kmečkih družin. (Pri oceni smo zanemarili stroške transporta takšne elektrike in njenega shranjevanja za nočni čas, ko FC ne proizvajajo nič.)

## ▶ KONCENTRIRANA SONČNA MOČ

Elektrarna vrste CSP (angl. Concentrated Solar Power) deluje tako, da z množico ogledal koncentrira sončno sevanje v majhno območje (običajno na stolpu), kjer segreva utekočinjeno sol. Toploto iz utekočinjene soli nato z izmenjevalniki prenaša v vodno paro, ki poganja običajne parne turbine z generatorji. Prednost take elektrarne (v primerjavi s FC) je v tem, da presežek pregrete soli lahko shranjuje v izoliranih shranjevalnikih in jo v izmenjevalnik dovaja takrat, ko sončne energije ni več dovolj ali ko se poraba poveča. Elektrarna vrste CSP torej lahko do neke mere sledi porabi elektrike v omrežju in celo proizvaja elektriko po sončnem zahodu. Njene pomanjkljivosti pa so precejšnja neučinkovitost takšnega zbiranja sončne energije (ki že tako ali tako ni energent z visoko gostoto), od izmenjevalnika naprej je proizvodni del tehnično enak kot v klasičnih termoelektarnah (ŽIT 2015/3, str. 24) in tudi termični izkoristek ni posebno visok (ŽIT 2014/6, str. 36). So pa elektrarne vrste CSP lahko učinkovitejše od FC na zelo vročih območjih, kjer zmogljivosti slednjih s temperaturo (nad 21 °C) upadajo. Vseeno je njihov EROEI razmeroma nizek, 1,6–1,9 : 1.

Najnovejša elektrarna vrste CSP je Crescent Dunes blizu Tonopaha v nevadski puščavi. Izbrana lokacija je skoraj idealno osončena, saj na leto prejme 2685 kWh sončne energije na m<sup>2</sup>. Na površini 1,2 km<sup>2</sup> je razporejenih 10.347 ogledal s površino 115,72 m<sup>2</sup>, ki se obračajo za soncem (t. i. heliostati). Nazivna moč generatorja je 125 MW, za celotno elektrarno navajajo 110 MW, a lastniki uradno načrtujejo letno

proizvodnjo v višini 500 GWh, kar pomeni povprečno moč 44,8 MW. Projekt je stal 975 milijonov ameriških dolarjev, kar po zdajšnjem tečaju pomeni približno 927 milijonov EUR. Po taki ceni nazivne moči bi nas TEŠ 6 stal nekaj čez pet milijard EUR, po načrtovani proizvodnji pa celo 9,213 milijarde EUR.

Uporabnost elektrarn vrste CSP dodatno omejuje nizka energijska gostota sončnega sevanja. Če bi npr. želeli, da bi bila elektrarna Crescent Dunes v investicijski ceni na pridobljeni MW konkurenčna (za naše pojme veliko predragi) TEŠ 6, bi moralo v tem delu Nevade sonce oddajati na površino več kot 5000 W/m<sup>2</sup> in bi ptiči kuhani padali izpod neba. Ne glede na vse naštetje je elektrarna Crescent Dunes za lastnike dobičkonosna, in sicer iz enakih razlogov, kot so druge OVE: država namreč tovrstne projekte 'stimulira' na več načinov, tudi tako, da preplača električno energijo iz elektrarne Crescent Dunes.

### ► GEOTERMALNA ENERGIJA

Leta 2013 je povprečni prebivalec Islandije porabil slabih 210 MWh energije, kar je 2,6-krat toliko kot Američan in 5,5-krat toliko kot Slovenec. Kar 87 % vse energije, ki jo v tej hladni državi potrebujejo za ogrevanje stavb (in tudi številnih cest!), prihaja iz geotermalnih virov, s katerimi za povrh proizvedejo še 26,2 % električne energije.

Seveda je kaj takega mogoče samo v Islandiji (ŽIT 1995/4, str. 31), saj leži na srednjeatlantskem grebenu, kjer iz razpoke v morskem dnu nenehno vre magma ter Evrazijo in Ameriko potiska narazen s hitrostjo približno 1 cm na leto. Islandija je sicer znana tudi kot dežela gejzirjev



in tam že 50–300 m pod površjem naletimo na pregreto paro. Drugje na svetu se šteje kot velik uspeh, če iz globine 1500 m izčrpamo vodo s temperaturo 55 °C. Tako pridobljeno geotermalno energijo je sicer mogoče izkoriščati za ogrevanje bivalnih prostorov, a le ob uporabi toplotnih črpalk, ki seveda zahtevajo električno energijo. Vse to lahko na nekaterih ugodnih lokacijah sicer nekoliko zmanjša stroške za ogrevanje, omembe vrednega deleža vse energije, ki jo potrebujemo, pa ne more prispevati.

### ► MORSKI TOKOVI, BIOPLINARNE, ODPADKI, BIOGORIVA

Ob politično dogovorjenih in strokovno nesmiselnih strategijah za zniževanje izpustov CO<sub>2</sub> (ŽIT 2009/6, str. 51; ŽIT 2011/1, str. 28; ŽIT 2016/2, str. 54) se najde dovolj denarja za raziskave ali celo postavitev vsakovrstnih naprav za proizvodnjo energije, ki ne morejo nič oprijemljivega prispevati niti v lokalno preskrbo z energijo (ŽIT 2011/7–8/62). Tako naj bi morske tokove izkoriščali z velikimi turbinami, ki bi jih namestili na morskem dnu, kjer poteka najmočnejša termohalina cirkulacija. Podjetni-

◉ Gejzir Stokkur v Islandiji; žal so take naravne danosti drugje na svetu le redke. Manjša območja z gejzirji so pretežno v narodnih parkih v ZDA, Novi Zelandiji in Japonski.

ki, ki ponujajo take naprave, poudarjajo velikanski obseg morskih tokov in s tem veliko energijo, ki je zajeta v njih. To investitorju seveda zagotavlja neto izplen, če mu država plača izdelavo zelo velikih in temu primerno dragih gonilnikov ter tudi drago namestitev takih naprav v globinah pod 1000 m. Podobno nesmiselni so predlogi, da bi energijo pridobivali iz valov (ŽIT 1999/7–8, str. 22).

Bioplinarne so v Sloveniji že dobro zasmrdele, pa ne le dobesedno. Ob plazu državnih subvencij za 'trajnostne' vire energije so prevežani podjetniki naivnim vlagateljem ponujali tehnologijo in seveda pomoč pri pridobivanju kreditov. Večina teh bioplinarn je danes že prenehala delovati, zapustile pa so nam kupe neodplačanih kreditov, ki so končali na DUBT.

Zanimivo je, da je EU glede svoje iniciative (in subvencij), da bi energijo pridobivali iz komunalnih odpadkov, v svojevrstnem protislovju: Evropska komisija je namreč oblikovala predlog, po katerem naj bi v okviru iniciative za krožno gospodarstvo podprli tudi program *Zero Waste* (*Nič smeti*). In če smeti ne bi bilo, potem iz njih tudi ne bi bilo mogoče

pridelovati energije – celo če pustimo ob strani dejstvo, da je energetska vrednost vseh današnjih komunalnih odpadkov daleč premajhna, da bi z njimi lahko zagotavljali omembevreden delež energetske preskrbe.

Mizarji so v svojih delavnicah vedno kurili lesne odpadke, a danes lahko iznajdljivi za to dobijo še državne subvencije. T. i. izkoriščanje biomase (ŽIT 2014/6, str. 32) za proizvodnjo električne energije in toplote temelji na okoljevarstveni tezi, da CO<sub>2</sub> iz človeških dejavnosti absorbira rastlinje. In če ta isto rastlinje nato zakurimo, ne proizvedemo nobenega novega CO<sub>2</sub>.

Dober primer, kako absurdne so lahko posledice te teze, je termoelektrarna Drax v Yorkshiru (Velika Britanija). Vlada je najprej porabila 826 milijonov EUR, da je tiste čase (leta 2013) najčistejšo premogovno elektrarno delno predelala na uporabo lesnih peletov. K temu je bilo treba dodati še 118 milijonov EUR za zgraditev posebnega pristanišča, v katero dovažajo lesne pelete iz ZDA, saj Velika Britanija nima dovolj lesnih odpadkov. Ob še dodatni letni subvenciji 530 milijonov evrov (za doseganje zelenih ciljev EU) zdaj termoelektrarna Drax na enoto

⇒ Termoelektrarna Drax v Yorkshiru, Velika Britanija, je bila leta 2013 najčistejša premogovna elektrarna, po predelavi na uporabo lesnih peletov pa na enoto proizvedene električne energije izpusti za 12 % več CO<sub>2</sub> kakor prej, ko je obratovala samo na premog.



proizvedene električne energije izpusti za 12 % več CO<sub>2</sub> kakor prej, ko je obratovala samo na premog.

Tudi subvencioniranje biogoriv (ŽIT 1992/7–8, str. 65; ŽIT 1995/7–8, str. 21) temelji na tezi, da naj bi z njihovim zgorevanjem samo vračali v ozračje CO<sub>2</sub>, ki so ga rastline porabile. Biogoriva so v veliki večini dveh vrst: bioetanol (ŽIT 2002/3, str. 66) je predvsem iz koruze in sladkornega trsa, biodizel (ŽIT 2002/6, str. 61) pa je navadno rastlinsko olje (ŽIT 1989/12, str. 63; ŽIT 1994/6, str. 66), običajno iz oljne palme, oljne ogrščice in soje. Subvencionirana izdelava biogoriv zato vzpostavlja konkurenco med pridelavo teh poljščin za hrano in pogon motornih vozil, s čimer draži hrano. Indur M. Goklany ocenjuje, da je spodbujanje proizvodnje biogoriv samo v letu 2010 povzročilo dodatnih 192 tisoč primerov smrti

zaradi lakote. Zato je EU subvencioniranje proizvodnje biogoriv – ob negodovanju 'zelenih' podjetnikov – (pretežno) že ukinila.

#### VIRI IN LITERATURA

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

#### SPLETNI NASLOVI

- [www.esvet.si/energija/elektroenergetski-sistem](http://www.esvet.si/energija/elektroenergetski-sistem)
- [sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna\\_energija](http://sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna_energija)
- [sl.wikipedia.org/wiki/Obnovljivi\\_viri\\_energije](http://sl.wikipedia.org/wiki/Obnovljivi_viri_energije)
- [sl.wikipedia.org/wiki/Vetrna\\_elektrarna](http://sl.wikipedia.org/wiki/Vetrna_elektrarna)
- [sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna\\_energija](http://sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna_energija)
- [sl.wikipedia.org/wiki/Geotermalna\\_energija](http://sl.wikipedia.org/wiki/Geotermalna_energija)
- [sl.wikipedia.org/wiki/Biomasa](http://sl.wikipedia.org/wiki/Biomasa)

## Dragi upokojeenci!

V mesecu maju vam nudimo **40 % POPUSTA** na vse\* knjige in priročnike Tehniške založbe Slovenije.

Ponudbo knjig si oglejte na naši spletni strani **www.tzs.si**.

Naročilo lahko oddate po telefonu, faksu ali elektronski pošti, **za priznanje popusta pa predložite kartico upokojenca.**

Vljudno vas vabimo tudi v našo maloprodajno trgovino na naslovu Lepi pot 6, 1000 Ljubljana.

\*Velja za vse knjige, ki so v prodaji več kot pol leta. Popusti se ne štejeajo.