

ENERGIJA ZA ČLOVEŠTVO

Odgovori in ugovori na ugovore

► Rafael Mihalič* in Mišo Alkalaj**



Da je energija v našem življenju res bistvenega pomena, je pokazal velik odziv bralcev naše revije na štiri zaporedne prispevke na temo energetike doma in po svetu, objavljene od marca do zdaj. Ker pa so bili v njih večkrat navedeni podatki ter sklepi, ki so v nasprotju z uradno politiko tako Slovenije kot EU, za konec serije objavljamo še nekaj dodatnih razlag, pojasnil in utemeljitev kot odgovore na prejete najpogostejše pomisleke, pripombe in kritike.

1 »Članek ... nasprotuje uveljavljenim znanstvenim dognanjem o globalnem segrevanju.«

Take trditve so se v medijih še posebno razbohotile leta 2013 po objavi članka z naslovom *Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature*. Celo nekdanji ameriški predsednik Barack Obama je pozneje tvitnil: *Sedemindvetdeset odstotkov znanstvenikov se strinja: podnebne spremembe so resnične, nevarne in povzročajo jih človek*. Toda v članku te trditve sploh ni, pač pa John Cook in sodelavci ugotavljajo, da tezo pod-

pira 97,1 % povzetkov tistih člankov, ki so se do vprašanja opredelili ZA ali PROTI. A v 66,39 % povzetkov sploh ni izraženo nobeno stališče do razlogov za sodobno ogrevanje ozračja, 0,65 % povzetkov človeško krivdo eksplicitno zavrača, 0,33 % pa si glede človeškega vpliva ni na jasnem. Domnevno večinsko mnenje, da človeški izpusti toplogrednih plinov povzročajo kritično globalno ogrevanje, v omenjenem članku izraža le 32,62 % vseh povzetkov.

Dejansko je ta obseg znanstvene podpore še previsoko ocenjen. Ko so leta 2015 analizo istega nabora

* 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.

člankov korektnije ponovili David R. Legates in sodelavci, se je izkazalo, da le 0,53 % obdelanih člankov argumentirano in eksplicitno podpira 'konsenz'. Ob podrobnem pregledu so našli še 0,34 % člankov, ki podpirajo standardno definicijo 'konsenza', tj., da človeški izpusti toplogrednih plinov (predvsem CO₂) povzročajo nevarno ogrevanje ali kritične podnebne spremembe. Nadaljnjih 7,69 % člankov eksplicitno podpira 'konsenz', a brez argumentacije. Skupaj torej 8,6 % vseh. Od kod takšna razlika?

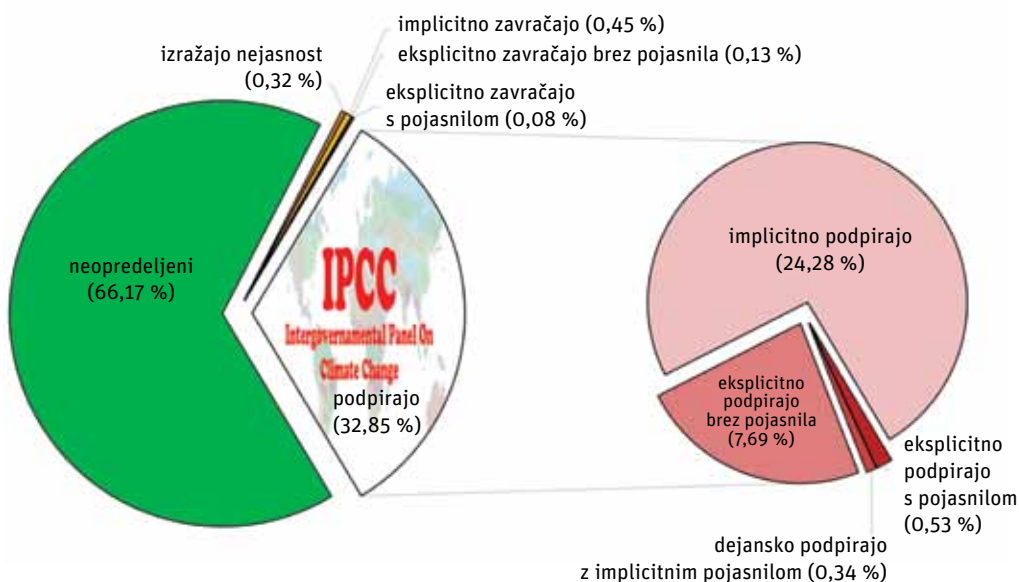
Cook in sodelavci so v podporo 'konsenzu' prišteli t. i. implicitno podporo, kar je znanstveno neutemeljeno. Ta kategorija vsebuje članke, ki se začnejo z navedbo npr. *IPCC napoveduje dvig temperatur za 2 °C... in potem povsem znanstveno korektno izvajajo posledice*. To je seveda daleč od strinjanja s trditvijo IPCC, da se bodo temperature zares dvignile za 2 °C, ampak gre zgolj za izvajanje možnih posledic iz take predpostavke.

Podobno se izkaže za druge članke, s pomočjo katerih so zagovorni-

ki teze o antropogenem ogrevanju v preteklosti utemeljevali trditve o 'znanstvenem konsenzu'. Tako npr. Naomi Oreskes leta 2004 ugotavlja, da noben znanstvenik ne nasprotuje trditvi, *da se globalne podnebne spremembe dogajajo in da je človeška dejavnost vsaj delni razlog za to* – kar bi podpisala tudi večina skeptikov. Peter T. Doran in Maggie Kendall Zimmerman v svojem članku iz leta 2009 ugotavljata, da kar 97,4 % znanstvenikov pozitivno odgovarja na vprašanje: *Ali menite, da človeška dejavnost pomembno prispeva k spremembi povprečnih svetovnih temperatur?* A glede na obseg njune analize to pomeni vsega 75 posameznikov, kar je seveda daleč premalo za kakršno koli kredibilno trditev.

Domnevni konsenz znanstvene sfere v prid antropogenemu ogrevanju je torej del politične ideologije in ne znanosti – pač v skladu z naslednjimi navodili podjetja *Institute for Public Policy Research* za stike z javnostmi: *... zainteresirani deležniki morajo (do vprašanj o znanosti podnebnih sprememb; op. avt.) zavze-*

☉ Prikaz dejanske podpore vseh znanstvenih člankov tezi o nevarnem antropogenem ogrevanju (vir: Legates in sod., 2015)



ti odnos, kot da je bila razprava že dobljena, vsaj v stikih z javnostmi. To pomeni obnašati se, kot da podnebne spremembe obstajajo in so resnične, ter da so posamezne dejavnosti (za zmanjševanje izpustov CO₂; op. avt.) učinkovite. Ta 'dejstva' je treba obravnavati kot danosti, o katerih ni treba govoriti. Kar je strategija v skladu z načelom: Če poveš dovolj veliko laž in jo ponavljaš, ji bodo ljudje prej ali slej verjeli.

'Uveljavljena znanstvena dognanja o globalnem segrevanju', kot to ponavlja večina skrajnih okoljevarstvenikov, pomenijo tezo, da človeški izpusti toplogrednih plinov,

predvsem CO₂ (ŽIT 2010/1, str. 50; ŽIT 2011/1, str. 28), povzročajo katastrofalno ogrevanje (ali podnebne spremembe) in zato zahtevajo takojšnje protiukrepe. Večina znanstvenikov, ki jih predvsem okoljevarstveniki zaradi tega označujejo kot 'zanikovalce', meni, da za takšno tezo ni zadostnih dokazov; da se njene napovedi ne uresničujejo in da se ne ujemajo z meritvami. Iz tega sledi, da zelo dragi in za družbo uničujoči protiukrepi še zdaleč niso upravičeni.

Kaj napihujejo mediji in politiki (ter zakaj), je seveda povsem druga stvar.

Kdo tudi ne podpira teze o antropogenem ogrevanju

Naslednjih 12 vrhunskih znanstvenikov ne podpira teze o antropogenem ogrevanju (v oklepajih so povezave na videoposnetke, v katerih sami pojasnjujejo svoje stališče):

- astrofizikarka Sallie Baliunas, Center za astrofiziko Harvard-Smithsonian (www.youtube.com/watch?v=s3CjSBCahBc),
- klimatolog John Christy, profesor na Univerzi Alabama (Huntsville), nekdanji član IPCC (www.youtube.com/watch?v=ttNg1F7TOYO),
- klimatologinja Judith Curry, članica Odbora za podnebne raziskave pri Nacionalnem raziskovalnem svetu ZDA (www.youtube.com/watch?v=GujLcfdovE8),
- fizik Ivar Giaever, Rensselaer Polytechnic Institute, dobitnik Nobelove nagrade za kemijo leta 1973 (www.youtube.com/watch?v=Dk60CUkf3Kw),
- fizik William Happer, zaslužni profesor na Univerzi Princeton (www.youtube.com/watch?v=WCU6bzRypZ4),
- atmosferski fizik Richard Lindzen, zaslužni profesor na MIT (www.youtube.com/watch?v=srVeSmXFX-w),
- ekolog Patrick Moore, soustanovitelj okoljevarstvene organizacije Greenpeace (www.youtube.com/watch?v=5Smhn1gL6Xg),
- atmosferski fizik Garth Paltridge, Državna univerza Avstralije (www.youtube.com/watch?v=R8oiXUZ-rVQ),
- geolog Ian Plimer, zaslužni profesor na Univerzi v Melbournu (www.youtube.com/watch?v=94BeCbh8OEQ),
- astrofizik in klimatolog Nir Shaviv, Fizikalni inštitutu Racah pri Univerzi v Jeruzalemu (www.youtube.com/watch?v=2lNnggKFYuO),
- fizik Roy Spencer, Univeza Alabame (Huntsville), AMSR-E (NASA) (www.youtube.com/watch?v=kotqWXZkZSO),
- fizik Henrik Svensmark, profesor na Oddelku za solarno fiziko na Danskem nacionalnem inštitutu v Københavnu (www.youtube.com/watch?v=EDTmM74nDcw).

2. »... stroški postavitve fotonapetostnih modulov za nominalno proizvodnjo 2157 TWh ... kjer avtorja na strani 27 v prid svojim trditvam operirata samo s trenutnimi stroški, nikjer pa ne navajata, kako bi bilo, če bi se stroški na enoto s časom bistveno znižali, kot se dogaja z večino proizvodov, ki se množično proizvajajo.«

V članku (ŽIT 2017/4, str. 22) je bilo eksplicitno poudarjeno, da gre bolj za občutek in da je ideja praktično neuresničljiva. V bistvu bi bila resnična izvedba tega še neprimerno dražja od navedene – in to ne glede na razvoj tehnologije ter morebitno nižanje cen. Razlogov za to je več.

– Vprašanje je, koliko se sončne elektrarne še lahko pocenijo. Sami fotonapetostni moduli verjetno imajo nekaj manevrskega prostora, pa tudi izboljšanje izkoristka in zmanjšanje vpliva staranja se lahko implicitno odražata na njihovi pocenitvi; a sam polprevodniški material se je že toliko pocenil, da v skupni investiciji nima več tako prevladujočega deleža kakor še pred nekaj leti. Drugi stroški za konstrukcijo in opremo sončne elektrarne, pa močnostni polprevodniški pretvornik, priklop na omrežje, zaščitni elementi, stikalna oprema itn. se v splošnem ne nižajo več; možne so celo njihove podražitve.

– Da bi bila v prispevku navedena ocena čim verjetnejša, je bila predstavljena samo z energetskega stališča. Dejstvo je, da je elektroenergetski sistem (EES) zgrajen robustno, zato manjši delež stohastične proizvodnje obnovljivih virov energije (OVE) ne vpliva na njegovo obratovanje. Če pa naj bi OVE nadomestili znatni del klasičnih elektrarn, na koncu zaradi problema zagotavljanja potrebne skoraj stodontne rezerve in/ali shranje-

valnikov energije strošek zelo naraste, glede na razmere lahko tudi na nekajkratno vrednost.

– Če naj OVE zamenjajo znatni del klasičnih elektrarn, morajo tudi dinamično imeti funkcionalnost klasičnih elektrarn, da lahko EES sploh obratuje s konstantno frekvenco. To pa spet tehnično ni izvedljivo, če v EES z velikim deležem OVE del elektrarn ne obratuje 'na prazno' (t. i. sistemska storitev zagotavljanja rotirajočih mas), kar seveda stane.

– Pri EES z velikim deležem OVE lahko presežki moči – če te ni mogoče zajezi oz. evakuirati iz sistema (denimo pri veliki množici razpršenih virov, npr. sončnih modulov na strehah) – povzročijo še večje težave kakor pomanjkanje moči in lahko vodijo do razpada EES. Da bi to preprečili, so potrebni tehnično zahtevni in dragi ukrepi.

– Ker gre pri OVE za 'razpršene' vire, je to razpršeno elektriko treba 'pobratiti skupaj'. Z drugimi besedami, deželo je treba prepresti z mrežo daljnovodov. To pa je glede na odnos javnosti do postavitve vodov (ŽIT 1995/9, str. 45; ŽIT 2012/12, str. 40) nemogoče in obenem zelo drago. Samo za informacijo: namesto ene nove 1000-megavatne termoelektrarne in njene priključitve na obstoječe 400-kilovoltno omrežje bi kot energetski ekvivalent ob enaki funkcionalnosti potrebovali okoli 5000 vetrnic, kakršna stoji na Razdrtem, in 10–20 črpalnih elektrarn Avče (oziroma za 1000 MW plinskih elektrarn za rezervo) ter najmanj petdeset – če ne verjetno celo več – 110-kilovoltnih daljnovodov. Še za en daljnovod ni mogoče dobiti soglasij, kaj šele za 50! Skratka, misija nemogoče.

Če povzamemo: stroški, ki so bili v članku omenjeni samo 'za občutek', bi bili v resnični izvedbi še nekajkrat višji, pa čeprav bi se fotonapetostni moduli pocenili do vrednosti nič. Velja namreč, da cena postavitve OVE še zdaleč ne odraža cene OVE med obratovanjem v EES. Njihova cena je lahko kot del EES nekajkrat večja. V bistvu njihova vključitev povzroči stroške na drugih področjih. Podobno, kot lahko s sto evrov vrednim kolesom na novem Ferariju povzročimo za tisoč evrov stroškov, če ga naslonimo nanj.

3. »Kjotski sporazum Slovenijo obvezuje, da izpuste toplogrednih plinov zmanjša za vsaj 8 % glede na leto 1990.«

Veljavnost Kjotskega sporazuma se je iztekla 31. 12. 2012.

4. »Pariški sporazum EU in Slovenijo obvezuje k povečanju deleža brezogljivičnih virov energije.«

Pariški sporazum je lahko formalnopравни izgovor za nacionalne ukrepe v smeri zniževanja izpustov toplogrednih plinov, ne pomeni pa nobene mednarodnopravne obveznosti – niti za EU niti za Slovenijo. Pri takem statusu sporazuma so vztrajali Američani. Prav zato je lahko ameriški predsednik Barack Obama Pariški sporazum podpisal, ne da bi ga dal v potrditev Senatu, kar je v ZDA sicer zakonska obveznost za vse mednarodne pogodbe, ki vsebujejo obveznosti. Torej je še posebno nesmiselno, če povsem neobvezujoč sporazum trmasto uresničujemo v svojo škodo (ŽIT 2016/2, str. 54; ŽIT 2016/3, str. 64).

Pariški sporazum je sestavljen na podlagi načrtovanih, nacionalno določenih prispevkov – INDC (angl.

Intended Nationally Determined Contributions), ki jih je vsaka članica pripravila sama. V sporazumu jasno piše (17. alineja 4. člena), da je vsaka podpisnica sama odgovorna za izpolnjevanje svojega INDC. V 15. členu sporazum definira tudi 'mehanizem, ki naj olajša in promovira skladnost s (pariškim) sporazumom' kot komite strokovnjakov, v 2. alineji pa določa, da ta mehanizem ne sme biti 'konflikten ali kaznovalen' ter da mora posebno upoštevati 'relativne nacionalne možnosti in okoliščine podpisnic'.



Podobno kot bi želeli na dlani stoječo palico obdržati v navpičnem položaju, mora v elektroenergetskem sistemu moč proizvodnje električne energije ves čas 'loviti' ravnovesje z močjo porabe. To pa je mogoče doseči samo s klasičnimi (regulabilnimi) elektrarnami.

Nobenega drugega mednarodnega organa ni, ki bi imel pristojnosti preverjati, kako članice izpolnjujejo svoje INDC. Vse drugo o zniževanju izpustov so samo namere in/ali želje, ki jih podpisnice sporazuma brez kakršnih koli obveznosti jemljejo na znanje.

Celo če skupni rezultat INDC Pariškega sporazuma ocenimo v skladu s predpostavkami IPCC (Medvladni odbor za podnebne spremembe) o vplivu človeških izpustov toplogrednih plinov na podnebje Zemlje, je neobvezujoči rezultat neobvezujočega sporazuma smešen: če bi se namreč vse podpisnice strogo držale svojih INDC do leta 2100, bi to (po modelih IPCC!) pomenilo znižanje globalne temperature za 0,17 °C – v primerjavi s tem, da ne bi storile nič.

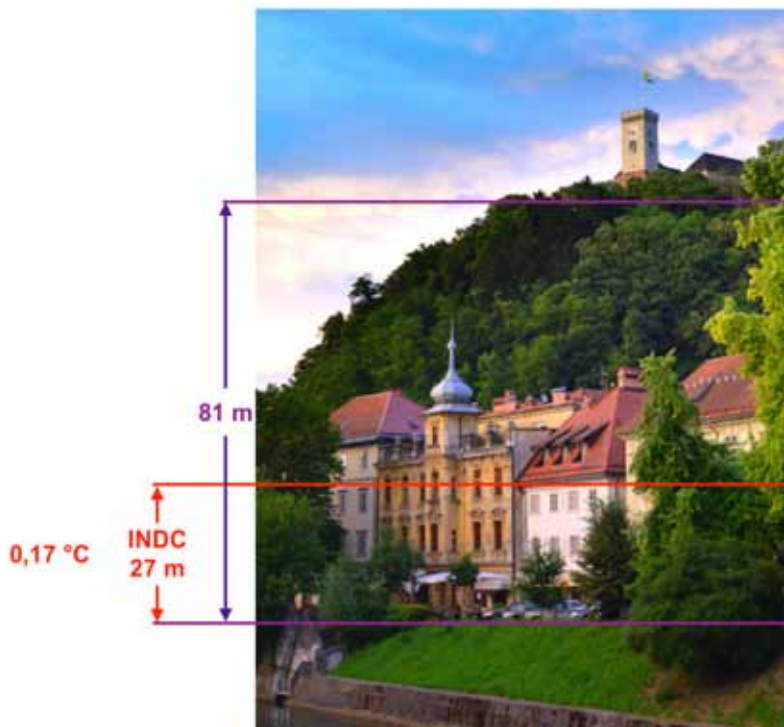
To pa žal ne pomeni, da je uresničevanje neobvezujočega Pariškega

sporazuma poceni. Po ocenah IFC, ki je del skupine Svetovne banke, bi moral svet za uresničevanje neobveznih ciljev Pariškega sporazuma do leta 2030 samo v 'nizko-ogljivo' infrastrukturo vložiti 52,4–85,5 bilijonov EUR. Če predpostavimo, da bi bil delež stroškov Slovenije proporcionalen njenemu BDP (po podatkih World Bank za leto 2015) to pomeni 30–49 milijard EUR. Za primerjavo povejmo, da je bil po podatkih World Bank za leto 2015 celotni BDP Slovenije 43,8 milijarde EUR.

5. »Slovenija se je v okviru EU obvezala, da bo do leta 2030 zmanjšala izpuste toplogrednih plinov za 40 % glede na leto 1990.«

V bistvu gre za kolektivno obvezo EU 28 (INDC), ki pa še ni bila uradno razdeljena po članicah (za primerjavo: INDC Kitajske je, da bo do leta

⇒ Kdor je šel kdaj v hribe ali potoval z letalom, ve, da temperatura z nadmorsko višino upada – temu pojavu rečemo adiabatsko ohlajanje –, pri čemer je povprečna vrednost 6,4 °C za 1000 m višine (do 12 km). Temperaturna razlika 0,17 °C (kot INDC Pariškega sporazuma) je torej skladna z višinsko razliko 27 m – kar dosežemo, če se v Ljubljani povzpnemo približno do tretjine poti na Grad.



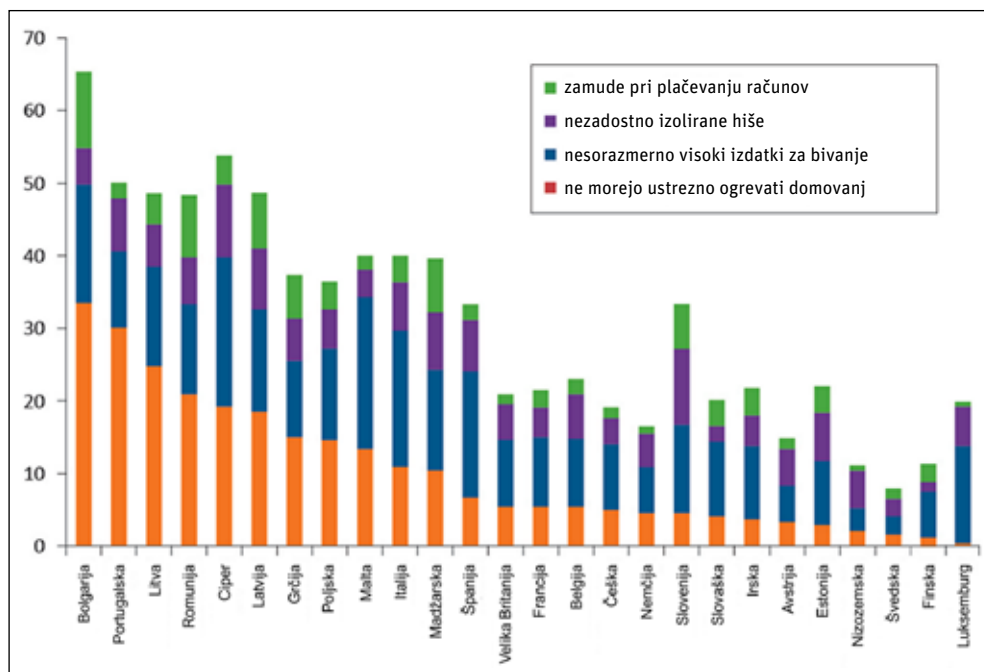
2030 ustavila rast svojih izpustov toplogrednih plinov). Obvezujočim znižanjem izpustov po posameznih državah nasprotujejo predvsem države Višegradske skupine (Poljska, Češka, Slovaška, Madžarska) ki obenem zahtevajo finančno pomoč za prestrukturiranje industrije. Konkretnim obvezam nasprotujejo tudi Bolgarija, Latvija in Romunija. V predlogu Evropske komisije z dne 20. julija 2016 najdemo podatek, da naj bi Slovenija znižala svoje izpuste za 15 % glede na leto 2005. Predlog EC je dejansko neizvedljiv, saj v seznamu upošteva tudi Veliko Britanijo (-37 %), ki je med tem za čela postopek za izstop iz EU.

Vse skupaj torej pomeni, da Pariški sporazum vsaj za zdaj ne pomeni nobene obveznosti za Slovenijo (niti neobvezujoče), saj EU še ni sprejela dogovora o razdelitvi skupnega cilja, niti se ne ve, kdaj in če ga sploh bo.

V drugem delu serije prispevkov o energetiki (ŽIT 2017/4, str. 20) je bilo posebno poudarjeno, da bi bilo zniževanje izpustov toplogrednih plinov (predvsem CO₂) za Slovenijo bistveno dražje kot za razvite članice EU, saj za nas energija pomeni večji delež BDP in bi nas samo 'razogljichenje' proizvodnje elektrike okvirno stalo vsaj 10 % BDP na leto. Ob že danes neobvladljivem proračunskem primanjkljaju bi to pomenilo bankrot države.

Ne glede na to, kakšne nacionalne cilje bi si izmislili v Bruslju, se moramo vprašati, koga pravzaprav zastopajo izvoljeni in pooblašeni predstavniki Slovenije, ki jih plačujemo iz naših davkov. In če naj bi (kot se zdi smiselno) zastopali interese te države, ne bi smeli podpirati ideoloških smernic, ki jo pehajo v propad, državljane pa v energetska revščino.

👉 Energetska revščina v EU; koga že zebe? (Vir: Aleksandra Tomczak, CornerStone)



☉ Če napovedane pozitivne in negativne vidike podnebnih sprememb, kot jih predvideva IPCC, obravnavamo enakopravno, bo leta 2100 ceneje odpravljati domnevno škodo in prilagajati človeške dejavnosti, kakor pa bi stalo danes po IPCC potrebno 'razogljičenje' vse proizvodnje in uporabe energije, za katero večina znanstvenikov sploh ni prepričana, ali bi sploh lahko preprečilo napovedane podnebne spremembe.

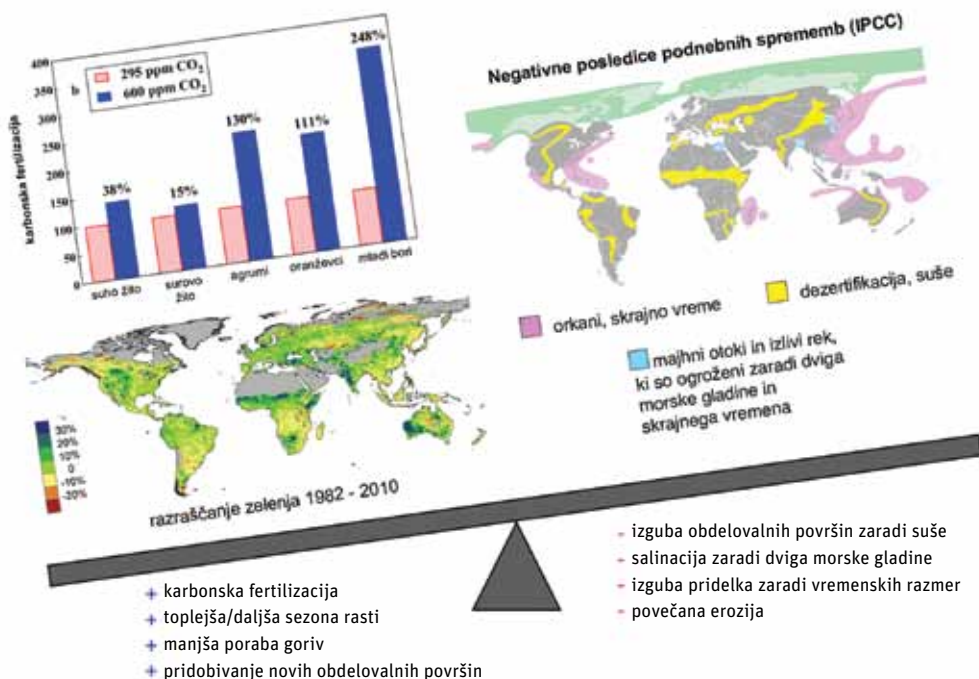
6. »Napovedane posledice človeških izpustov toplogrednih plinov so tako katastrofalne, da smo po načelu previdnosti dolžni takoj ukrepati.«

Tudi če pustimo ob strani dejstvo, da se nobena od dosedanjih napovedi Medvladnega odbora za podnebne spremembe (IPCC) ni uresničila, je mogoče oceniti, koliko škode bi preprečili ob predpostavki, da so človeški izpusti toplogrednih plinov zares krivi za večino podnebnih sprememb, kot jih napovedujejo modeli IPCC. Prav tako lahko ocenimo škodo, ki bi lahko po IPCC nastala, če ne storimo nič. In zanesljivost obeh ocen je enaka kot zanesljivost ocene o predvideni rasti temperatur/intenzivnosti podnebnih sprememb po modelih IPCC. Možni strošek napovedane škode zaradi neomejenih človeških izpustov toplogrednih plinov (denimo leta 2100) je treba še pretvoriti v današnjo vrednost, tj. upoštevati najmanj t. i. diskontno

stopnjo. Ob upoštevanju podatka, da je v obdobju 1996–2017 povprečna rast BDP v EU 1,71 %, je odplačilo škode v višini npr. 1 milijon EUR leta 2100 danes vredno 244.803 EUR.

Po drugi strani države za zniževanje izpustov že danes prevzemajo konkretne stroške, ki so samo v letu 2015 dosegli 1,5 bilijona USD, kar pomeni (zaokroženo) 4,1 milijarde USD na dan! In večina zagovornikov antropogenega ogrevanja se strinja, da so ti vložki nezadostni, da bi ustavili napovedane podnebne spremembe.

Tudi po napovedih IPCC naj bi imele antropogene podnebne spremembe nekatere pozitivne posledice: zelenjenje Zemlje zaradi povišane zračne vsebnosti CO₂ pomeni večjo pridelavo prehrabnih in industrijskih rastlin; domnevno ogrevanje planeta bi omogočilo poljedelsko pridelavo na danes neuporabnih površinah; toplejše podnebje bi po-



menilo manjši strošek ogrevanja za večino človeškega prebivalstva itn.

7. »Pri vsem navajanju alternativnih virov pridobivanja energije ste 'pozabili' na zelo pomemben vir – vodik. Z elektrolizo vode je dokaj lahko pridobiti vodik in kisik. S fotocelicami je to tudi razmeroma poceni.«

Vodik (vsaj na Zemlji) ne more biti vir energije, ampak kvečjemu posrednik, akumulator. V pridobivanje vodika moramo namreč vložiti energijo, ki se nam le delno povrne. Pri elektrolizi ali termolizi vode za pridobivanje vodika gre za začetek približno 40 % vložene energije v toploto, torej v izgubo (ki ni zajeta v pridobljenem vodiku).

Pridobivanje električne energije s sončnimi celicami ni poceni že zaradi nizke gostote temeljnega energenta, tj. sončnega sevanja. Če tako pridobljeno energijo potem porabimo za pridobivanje vodika in s tem pridelamo nadaljnjih (vsaj



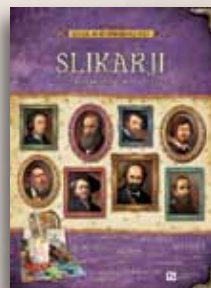
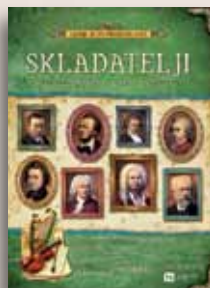
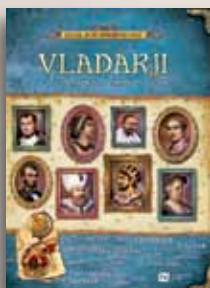
40 % izgube, pade EROEI končne energije (vodika) na 60 % EROEI sončnih celic, za katere je bilo že v članku (ŽIT 2017/5, str. 22) utemeljeno, da ne morejo pomeniti vira energije, ki bi lahko vzdrževal našo civilizacijo.

🔗 **Mazdino vozilo HR-X je leta 1991 poganjal Wanklov motor na vodik.**

VIRI IN LITERATURA

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

LJUDJE, KI SO SPREMENILI SVET



Zbirka predstavlja življenjepise najpomembnejših osebnosti v zgodovini, ki veljajo za vodilno silo moderne človeške ustvarjalnosti in dosežkov.