



Človeštvo je v vojni, v kateri je samemu sebi sovražnik. Segrevanje ozračja zaradi ogljikovega dioksida, ki ga od industrijske revolucije spuščamo v ozračje, lahko privede do propada civilizacije. Vodilni svetovni odločevalci razpravljajo, spremeni pa se prav malo. Svet se obnaša podobno kot ob začetku druge svetovne vojne, ko ni dojel nevarnosti nacizma, le da so lahko posledice globalne tople grede še mnogo hujše.

Življenje na Zemlji bo ostalo in ljudje bodo doživeli usodo dinozavrov

Tekst

Martin Čopič

Foto

Jure Eržen

Trditve iz uvoda se verjetno zdi-
jo hudo pretirane. A na to, da
se podnebje ogreva, smo se že
tako navadili, da ga sprejema-
mo kot dejstvo, s katerim se
občasno ukvarja neko medna-
rodno telo (IPCC), tu in tam politiki obljubijo
ukrepe, vendar jih nato ne izvedejo. V času
od prvih resnih opozoril okoli leta 1980, da
se zaradi človeških izpustov CO₂ podnebje
ogreva, se je koncentracija CO₂ povečala za
dvakrat toliko kot od začetka industrializa-
cije do leta 1980. Trenutno človeštvo poku-
ri okoli 80 odstotkov več premoga kot leta
2000. Ne le iz ust ameriških republikancev,
tudi pri nas se v javnosti pojavljajo dvomi,
ali ogrevanje res povzroča človek, saj navse-
zadnje vemo, da se je v Zemljini preteklosti
globalna temperatura mnogokrat dvignila in
znižala.

Naj najprej orišem osnovna dejstva, ki ned-
vomno kažejo na to, da je za ogrevanje krivo
človeštvo. Meritve kažejo, da se je od začetka
industrializacije sredi 19. stoletja do danes
koncentracija CO₂ v atmosferi povečala z 280
milijonink (ppm) na 400 ppm. To povečanje
je skladno z ocenami, koliko ogljika, pred-
vsem v obliki premoga in nafte, smo poku-
rili v tem obdobju. Fizikalno dejstvo je, da je
ogljikov dioksid prozoren za vidno svetlobo,
ki predstavlja poglavitni del sončne energije,
ki jo prejme Zemlja. V stabilnem podnebju
mora Zemlja prav toliko energije tudi oddati,
če naj bo temperatura v povprečju konstan-
tna. Oddaja jo v obliki infrardečega sevanja, to
je svetlobe z bistveno daljšo valovno dolžino
od vidne, za katero pa CO₂ ni prozoren. Zato
se pri povečani koncentraciji CO₂ povprečna
temperatura mora dvigniti, vprašanje je le, za
koliko. Pojav je povsem enak kot pri vrtnih to-
plih gredah, kjer je steklena ali plastična stre-
ha prepustna za vidno svetlobo, za infrardečo
pa ne, zato je temperatura v steklenjaku višja
od zunanje. Meritve nedvomno kažejo, da se
globalna temperatura dviguje skladno s pove-
čevanjem koncentracije CO₂, doslej za skoraj
eno stopinjo. Že samo to pušča le malo dvoma,
da je kriv človek.

Višja koncentracija torej povzroča višjo
globalno temperaturo. Kolikšno je to pove-
čanje, pa ni enostavno vprašanje in odgovor
lahko dajo le zahtevni računalniški modeli
Zemljinega podnebja. Podobno kot pri napo-
vedovanju vremena tudi klimatski modeli ne
morejo dati natančne napovedi, potrjujejo pa,
da je dosednji dvig temperature posledica iz-
pustov CO₂. Napovedujejo, da je najverjetnej-
še povišanje nekje med 1,5 in 2 stopinjama,
če bomo izpuste CO₂ začeli takoj zmanjševa-
ti tako, da bodo do leta 2050 padli na nič. Pri
sedanjih izpustih bi v manj kot desetih letih
presegli zgornjo mejo koncentracije CO₂, pri
kateri bi dvig temperature verjetno ostal pod
dvema stopinjama. Če pa bi se nadaljeval se-
danji trend izpustov, lahko do leta 2100 globalna tempera-
tura naraste tudi za 5 stopinj.

Napovedi modelov so odvisne od mnogih predpostavk,
ki niso povsem zanesljive. Če jih klimatologi nekoliko
spremenijo, dobijo lahko z znatno verjetnostjo precej večje
povišanje temperature. Rast tudi ni po vsem svetu enako-
merna, polarni predeli se segrevajo dva- do trikrat hitreje
od povprečja.

Selitve

Kaj pričakujemo zaradi višjih temperatur? Zaradi taljenja
ledenikov, predvsem na Grenlandiji in Antarktiki, se dvi-
ga gladina morja. Ob predpostavki ogrevanja za manj kot
dve stopinji je pričakovani dvig do konca 21. stoletja blizu
enega metra. Mnogi nizki obmorski kraji, na primer v Ban-
gladešu ali tihomorski atoli, bodo poplavljeni in njihovi
prebivalci bodo postali begunci. Problem je še dosti večji,
ker je reakcija ledenikov le slabo poznana in bi se morda
znatno hitreje talili, tako da bi se morje lahko dvignilo za
več metrov.

Nekateri tropski kraji lahko postanejo neprimerni za
človekovo življenje. Pri visoki vlažnosti in temperatu-
ri okoli 35 stopinj se človeško telo ne more več uspešno
hladiti. Dvig temperature za več kot dve stopinji lahko
povzroči, da se bo veliko število prebivalcev vročih krajev
moralo seliti.

Klimatski modeli napovedujejo, da se bodo spremenile
lokalne podnebne razmere. Ponekod se bo količina pa-
davin povečala, drugje pa zmanjšala, na primer v Sredo-
zemlju. Vendar so napovedi o povprečnih spremembah
padavin dokaj nezanesljive. Bolj pomembno je, da se bo
povečala intenzivnost padavin in spremenila njihova po-
razdelitev. Več bo hudih suš in močnih padavin s poplava-
mi. Že sedaj višja temperatura morja prispeva k nastanku
več intenzivnejših orkanov, ki povzročajo številne človeš-
ke žrtve in ogromno škodo. Suša v vzhodni Afriki ogroža
deset milijonov prebivalcev. Vsa moderna tehnika ne more
preprečiti, da v gozdnih požarih v Kaliforniji, Sredozemlju

in Avstraliji zgorijo cela naselja. Povečana kislost zaradi raztopljenega CO₂ in višja temperatura morja ogrožata obstoj koralnih grebenov.

Vse to se že dogaja pri le za slabo stopinjo povišani temperaturi. Napovedi kažejo, da moramo v naslednjih desetletjih pričakovati bistveno poslabšanje stanja. Dvig morske gladine, suše, orkani, poplave in požari bodo v najbolj prizadetih revnih deželah povzročili migracije, ki si jih danes komaj predstavljamo in jih ne bo mogoče obvladovati. To bo lahko povzročilo hude družbene prekuacije in morda vojne večjih razsežnosti. Nekatere analize celo kažejo, da pri dvigu globalne temperature znatno čez pet stopinj, kar je pri sedanjih trendih povsem možno, na svetu lahko preživi le milijarda ljudi. Strahotna družbena kataklizma, ki bi jo to povzročilo, je nepredstavljiva in bi brez dvoma popolnoma uničila civilizacijo.

Vse to je znano in vendar nekateri ne verjamejo, da so spremembe posledica človeške dejavnosti. Ker se je podnebje v Zemljini zgodovini mnogokrat spremenilo, menijo, da so sedanje spremembe naravne. Res je bilo podnebje že večkrat precej toplejše in tudi hladnejše, le da tedaj na Zemlji ni bilo človeka. Velike spremembe podnebja so vselej povzročile tudi izumrtja velikega dela živih bitij. Kar koli že bo rezultat človeškega delovanja, bo Zemlja in življenje na njej preživelo, le ljudi morda ne bo več. Beremo lahko tudi, da je več CO₂ v zraku celo koristno za rast rastlin, ker naj bi bile sedanje koncentracije blizu spodnje meje za uspešno rast. Vendar tudi za to analize kažejo, da bodo neugodne vremenske razmere, suše in ekstremno vreme povzročili manjše pridelke skoraj povsod po svetu. Morda se bodo na kakšnem območju, na primer v delih Kanade, naravne razmere res nekoliko izboljšale, nikjer pa se ne bo mogoče izogniti migracijskim pritiskom in družbenim neredom.

Oddaljeni Pariz

Na pariški podnebni konferenci leta 2015 so se države zavezale, da bodo naredile vse, da se bo Zemlja segrela za manj kot dve stopinji, cilj naj bi bil le stopinja in pol. Zato bi bilo treba takoj začeti zmanjševati izpuste toplogrednih plinov, tako da bi najkasneje do leta 2050 padli na nič. In celo v tem primeru je znatna verjetnost, da bo dvig temperature večji. A izpusiti le še rastejo, samo v letu 2018 za več kot 2 odstotka. Na zadnji konferenci v Katovicah decembra 2018 se je državam uspelo dogovoriti le, kako bodo poročale o napredku. Tako se zdi, da bo pariške cilje nemogoče doseči. In celo če jih bomo, je znatna verjetnost, da bo povišanje temperature tolikšno, da bo ogrožen obstoj civilizacije.

Svet mora torej ukrepati takoj. Ni se mogoče zanašati na bodoče tehnološke rešitve, treba je uporabiti vse, kar imamo danes na voljo. Spremembe morajo biti sistemske na globalni ravni. Spodbujanje posameznikov, da bistveno zmanjšajo svoj ogljični odtis z drastično spremembo življenjskih navad, ne more dati potrebnega rezultata.

Kaj je treba storiti? Največji vir CO₂ je kurjenje premoga in nafte v termoelektrarnah. Te naj bi nadomeščali obnovljivi viri, predvsem sončne in vetrne elektrarne. A obnovljivi viri imajo velik problem: nestalnost. Električno energijo bi bilo treba na neki način shranjevati, za kar pa danes nimamo ustrezne tehnologije, ki bi pokrila vse potrebe.

Za shranjevanje električne energije, ki je nujno za stabilen sistem obnovljivih virov, obstaja danes nekaj glavnih načinov. Ena možnost so baterije, ki pa so za splošno uporabo drage in potrebujejo velike količine surovin, kot na primer litij. Zato so predvsem primerne v transportu, ni pa mogoče pričakovati, da bodo lahko zadostile potrebam omrežij sončnih in vetrnih elektrarn. Vabljava možnost, o kateri je dosti govora, je vodikova tehnologija. Vodik lahko pridobivamo z elektrolizo vode. Iz njega lahko z gorivnimi celicami z zmernimi izgubami nazaj pridobimo električno energijo. A gorivne celice so zaradi katalizatorjev drage, poleg tega pa je shranjevanje in prenašanje vodika po plinovodih zelo zahtevno.

Sintetični metan

Iz vodika in CO₂ je mogoče proizvajati metan. V Nemčiji imajo že nekaj poskusnih proizvodnih obratov. Metan je glavna komponenta naravnega plina, zato ga je lahko transportirati in ga brez večjih težav uporabljamo v obstoječih motorjih z notranjim izgorevanjem. Ker pri njegovi sintezi porabimo ravno toliko CO₂, kot ga nastane z izgorevanjem, je ogljično nevtralen. Slaba stran je, da je energijski izkoristek proizvodnje metana iz elektrike relativno slab. Sintetični metan je za vozila lahko alternativa elektriki.

Vse več je električnih avtomobilov, kar je seveda dobro, a pomembno je, kako je elektrika pridobljena. Termoelektrarne imajo podoben energijski izkoristek kot motorji z notranjim izgorevanjem. Če polnimo avtomobil z elektriko iz Teš 6, tako nismo prav nič manj prispevali k segrevanju ozračja. Baterije v avtomobilih bodo lahko pomagale reševati problem shranjevanja električne energije iz obnovljivih virov, po drugi strani pa bo treba za zagotavljanje dovolj elektrike bistveno povečati kapacitete električnega omrežja. Promet namreč predstavlja okoli tretjino vse porabe energije in ni mogoče pričakovati, da se bodo avtomobili polnili le tedaj, ko je elektrike iz obnovljivih virov dovolj.

Iz navedenega sledi, da se le na sonce in veter še kar nekaj časa ne moremo zanašati in so stabilno delujoče elektrarne nujne. Edina resna alternativa elektrarnam na fosilna goriva so jedrske elektrarne, ki pa se na nesrečo v mnogih državah zdijo politično nesprejemljive. Na tem mestu nimam prostora za širša pojasnila, vendar trdno verjamem jedrskim strokovnjakom, da je delovanje modernih jedrskih central in shranjevanje odpadkov zelo varno. Odpovedati se jedrski tehnologiji v raz-

merah, ki lahko vodijo v zaton civilizacije, je povsem nerazumno. Kozmična ironija bi bila, da bi se človeštvo s pomočjo jedrske energije razstrelilo, namesto da bi jo **porabilo za svojo** rešitev.

Popoln prehod na obnovljive vire bi zahteval zelo veliko finančnih vlaganj, tehničnih naporov in časa. Pri hitrosti, s katero to dela Nemčija, bi svet za popolno ukinitve fosilnih goriv potreboval vsaj sto let. Pred desetletji sta Francija in Švedska v manj kot dvajsetih letih nadomestili veliko večino elektrarn na fosilna goriva z jedrskimi centralami. Z vlaganji, podobnimi francoskim ali švedskim, bi bilo možno v dveh do treh desetletjih preiti na brezogljično pridobivanje energije na vsem svetu.

Usoda dinosavrov

Seveda je treba v celoti čim bolj zmanjšati porabo energije, tako z izboljšanjem učinkovitosti kot tudi s spremembo življenjskih navad. A posebej v bogatih delih sveta smo se navadili na udobno življenje, ki se mu težko odpovemo, revnejši del človeštva pa upravičeno pričakuje izboljšanje življenja. Vsi se bomo morali odpovedati pretiranemu trošenju, a če bomo takoj začeli z vsemi ukrepi, ki so na voljo, lahko vendarle dosežemo sprejemljivo kvaliteto življenja za večino človeštva.

Ljudje se težko odpovemo lastnim kratkoročnim koristim in udobju za prihodnost skupnosti. Ključni sistemski ukrep, ki lahko vodi do tega, da bodo posamezniki, podjetja in politične skupnosti začeli resno zmanjševati izpuste toplogrednih plinov, je davek na CO₂. Nekatere države ga že uvajajo, na primer v Franciji je trenutno okoli 40 EUR/tono in naj bi se do leta 2022 zvišal na 80 EUR/tono. V drugih državah je večinoma bistveno manj-

ši. Davek bi moral biti enak po vsem svetu in dovolj visok, vsaj 100 EUR na tonu CO₂. To bi na primer povečalo ceno bencina za okoli 30 centov. Slovenija s porabo fosilnih goriv izpusti okoli pet ton na leto na prebivalca, davek bi bil torej 500 EUR na prebivalca na leto ali dva odstotka GDP. S tem denarjem bi lahko v manj kot desetih letih zgradili nuklearno elektrarno, ki bi nadomestila premogovne. Na globalni ravni bi davek prinesel okoli 3000 milijard EUR. Ta sredstva bi se morala porabiti za investicije v brezogljične tehnologije, del pa tudi za pomoč revnim državam. Investicije bi poleg prestrukturiranja lahko prinesle tudi vzdržno gospodarsko rast.

Tolikšen davek na izpust CO₂ bi povzročil, da bi bile termoelektrarne na premog povsem nerentabilne. Teš 6 izpusti 0,8 kg CO₂ na kWh in bi ga morali že pri mnogo manjšem davku zapreti, saj že brez njega deluje z izgubo. Slovenija bi zato morala elektriko kupovati ali zgraditi novo jedrsko centralo. **V Evropi** pa bi Nemčija morala preklicati sklep o zaprtju jedrskih central in s tem pomagati pri nadomeščanju premogovnih central.

Človeštvo je pred izzivom, kakršnega še ni bilo. Če ne bomo vsi v nekaj letih dojeli nuje za resne spremembe in naredili vse, kar je možno, da prenehamo v ozračje izpuščati CO₂ in druge toplogredne pline, je znatna verjetnost, da se na preveliko povišanje globalne temperature ne bomo mogli prilagoditi, kar lahko povzroči konec civilizacije. Zemlja in življenje na njej bosta ostala, ljudje pa bodo doživeli usodo dinosavrov. ●

Dr. Martin Čopič je upokojeni profesor fizike Univerze v Ljubljani ter raziskovalec na Institutu Jožef Stefan.

Odpovedati se jedrski tehnologiji v razmerah, ki lahko vodijo v zaton civilizacije, je povsem nerazumno. Kozmična ironija bi bila, da bi se človeštvo s pomočjo jedrske energije razstrelilo, namesto da bi jo **porabilo za svojo** rešitev.

Popoln prehod na obnovljive vire bi zahteval zelo veliko finančnih vlaganj, tehničnih naporov in časa. Pri hitrosti, s katero to dela Nemčija, bi svet za popolno ukinitve fosilnih goriv potreboval vsaj sto let.

