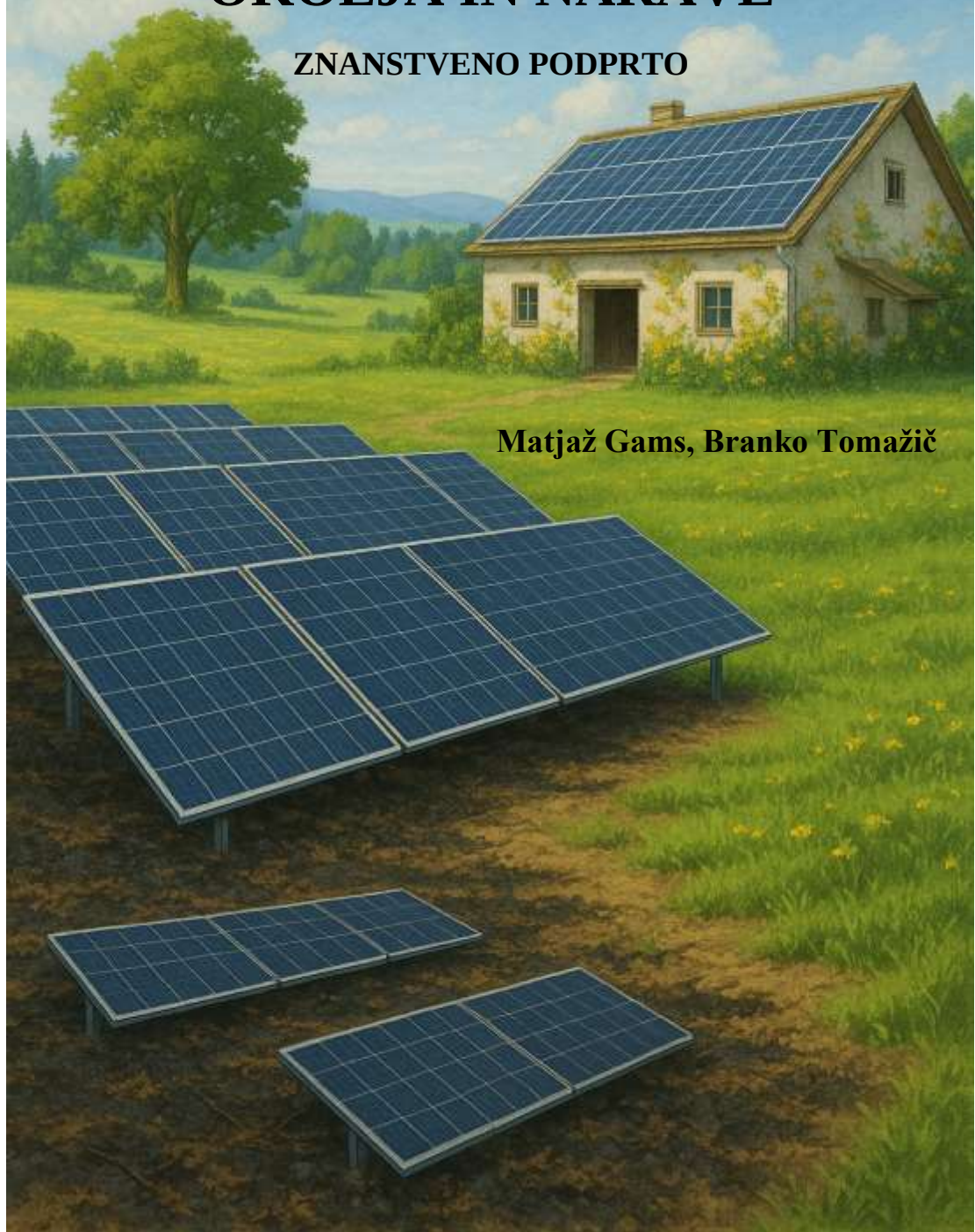


KMETIJSTVO JE VARUH OKOLJA IN NARAVE

ZNANSTVENO PODPRTO

Matjaž Gams, Branko Tomažič



KMETIJSTVO JE VARUH OKOLJA IN NARAVE

ZNANSTVENO PODPRTO

urednika
Matjaž Gams, Branko Tomažič

*Varujmo okolje s pomočjo znanosti, ne s pomočjo ideologije.
Kmetijstvo ni problem – je rešitev. Njive dihajo z naravo:
proizvajajo kisik, vežejo ogljikov dioksid in ohranjajo
ravnotežje. Kjer raste kruh, tam raste življenje.*

Opis slike na naslovnici

Nove tehnologije kot sončne panele lahko uporabljamo v korist okolja, lahko pa z njimi naredimo več škode kot koristi, npr. uničimo zelene površine.

KMETIJSTVO JE VARUH OKOLJA IN NARAVE
ZNANSTVENO PODPRTO

Organizacijski urednik: Branko Tomažič

Strokovni urednik: Matjaž Gams,

Avtorji:

- Marko Lotrič, uvodni govor
- Matjaž Gams
- Erik Margan
- Rafael Mihalič
- Tomaž Ogrin
- Jože Verbič
- Marija Klopčič

Elektronska izdaja 2025

Copyright © 2025 Matjaž Gams, Branko Tomažič

Založil: Državni svet Republike Slovenije

Tehnična pomoč in urejanje: Eva Obreza Modic

Slika na naslovnici: sliko generiral LLM po navodilih Matjaža Gamsa

Oblikovanje naslovnice: Vesna Lasič

Oblikovanje in prelom besedila: Mitja Lasič

Dostop do e-publikacije:

<http://library.ijs.si/Stacks/Literature/>

Vse pravice pridržane. Noben del te publikacije ne sme biti kakorkoli reproduciran ali prepisan brez predhodnega pisnega soglasja lastnikov avtorskih pravic.

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in
univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI](#)-ID [241615619](#)

ISBN 978-961-6453-76-9 (PDF)

Uvod

Spoštovani,

najprej bi se rad zahvalil vsem prisotnim in tistim, ki ste pomagali organizirati posvet in ste z nami delili svoje poglobljeno strokovno znanje in izkušnje. Posvet je priložnost za poglobljen premislek o vlogi kmetijstva pri varovanju okolja in narave ter o izzivih, s katerimi se kmetijski sektor sooča v sodobnem svetu.

Kmetijstvo pogosto neupravičeno nosi oznako krivca za okoljske izzive, čeprav znanstvene analize jasno kažejo, da je prav kmetijstvo ključni varuh našega okolja. Ohranja biotsko pestrost, neguje kulturno krajino in podpira življenje na podeželju. Medtem ko zelene agende vse bolj usmerjajo pozornost na obnovljive vire energije, se pogosto spregleda nepogrešljiv prispevek kmetijstva k trajnostni prihodnosti. Ob naraščajočem pritisku urbanizacije in infrastrukturnih projektov, tudi za tako imenovano zeleno energijo, se postavlja ključno vprašanje: kako dolgo bomo dopuščali izgubo dragocenih kmetijskih površin?

Komisija za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano se v svojem delu nenehno srečuje z izzivi, ki jih prinašajo vse strožje okoljske zahteve. Ti predpisi pogosto niso znanstveno utemeljeni in lahko ogrozijo trajnostni razvoj kmetijstva ter prehransko varnost države. Slovenski kmet je skozi stoletja skrbel za zemljo, ki mu je bila zaupana, in vzdrževal naravno ravnovesje s trajnostnimi metodami kmetovanja.

V zadnjih desetletjih smo priča okoljskim "zelenim" kampanjam, ki pogosto ne upoštevajo potreb po pridelavi hrane in vodijo v opuščanje kmetijskih dejavnosti ter zaraščanje podeželja. Tovrstni pristopi so dolgoročno nevzdržni in resno

ogrožajo prehransko suverenost naše države. Pod pretvezo trajnostnega razvoja se vse pogostejše pojavljajo poskusi prestrukturiranja prehranskih verig, ki favorizirajo velike korporacije in zmanjšujejo dostopnost zdrave, lokalno pridelane hrane.

Kmetijstvo ni le gospodarska dejavnost – je način življenja, ključ do preživetja in temelj zdrave družbe. Naša dolžnost je zaščititi kmetijsko zemljo, ohraniti podeželje in omogočiti kmetom, da opravljajo svoje poslanstvo: varovati naravo in zagotavljati hrano za vse nas. Današnji posvet je pomembna priložnost, da širši javnosti predstavimo kmetijstvo kot varuha okolja in narave ter to znanstveno podkrepimo.

Naj zaključim z mislijo: Če bomo danes podprli kmeta, bomo jutri zaščitili naravo in zagotovili hrano tudi za prihodnje generacije.

Hvala za vašo pozornost.

Branko Tomažič

Spoštovani,

Veseli me, da smo skupaj z Brankom Tomažičem, svetnikom in predsednikom komisije, številnimi avtorji ter ob podpori tajnice komisije mag. Eve Obreza Modic uspeli pripraviti ta zbornik, ki temelji na posvetu v Državnem svetu, zgornjem domu slovenskega parlamenta. Iskrena hvala vsem sodelujočim za njihov prispevek in trud.

Posveta smo se lotili, ker so svetovni in slovenski mediji pogosto predstavljali kmetijstvo kot enega glavnih onesnaževalcev okolja. Vsakdo z zdravo mero razuma ve, da to ni res, in se sprašuje, zakaj v imenu "stroke" postavljamo take trditve. Pa znamo strokovno dokazati, da je slovensko kmetijstvo glede onesnaževanja dejansko desetkrat manj škodljivo kot recimo promet? Znamo pokazati, da je kmetijstvo eno ključnih dejavnosti pri varovanju okolja v Sloveniji? Seveda je ekološko kmetijstvo boljše od množične uporabe pesticidov in umetnih gnojil, vendar je ključno upoštevati celoten vpliv in skupni učinek z integralom negativnih in pozitivnih vplivov kmetijstva.

Že desetletja se ukvarjam z vprašanji okolja, čeprav je moje primarno področje umetna inteligenca. Prav zato sem analiziral zgoraj omenjene trditve s pomočjo dveh sistemov umetne inteligence – dveh velikih jezikovnih modelov, ki sta zagovarjala vsak svojo plat, denimo vpliv kmetijstva in prometa na okolje. Na podlagi teh analiz in pregleda znanstvene literature ter medijskih objav je bil zaključek jasen: trditve, ki prikazujejo kmetijstvo kot glavnega onesnaževalca, niso znanstveno utemeljene, temveč temeljijo na ideološko obarvanih predpostavkah, ki ne odražajo realnega stanja.

Pravilno upravljano kmetijstvo je ključno za ohranjanje biotske raznovrstnosti, zdravja tal in stabilnosti ekosistemov. Skrajni nasprotniki kmetijstva in zagovorniki radikalnih idej, ki menijo,

da bi bil planet boljši brez ljudi, pogosto ne razumejo kompleksnosti naravnih procesov in ne cenijo neprecenljive vloge kmetijstva pri zagotavljanju trajnostne prihodnosti. Ena izmed tovrstnih empiričnih ugotovitev je, da njiva koruze neto proizvede precej več kisika kot tropski pragozd! Da taka trditev sproži napade na naše predstavitve, kaže predvsem na poskuse cenzurirati pravo znanost.

V času, ko se pojavljajo številne kampanje in regulacije, ki temeljijo na napačnih interpretacijah podatkov, je bil naš posvet še toliko bolj dragocen. Poudarili smo znanstveno preverjene argumente glede varovanja okolja in kmetijstva ter pokazali, da so mnogi ukrepi, ki jih zagovarjajo pristaši t.i. „radikalne zelene agende“, dolgoročno nevzdržni in pogosto kontraproduktivni. Namesto da bi pripomogli k varovanju okolja, ogrožajo prehransko varnost in biotsko pestrost ter pogosto povzročajo več škode kot koristi – dober primer tega so postavitve sončnih panelov na kmetijskih površinah ali ugašanje jedrskih elektrarn v Nemčiji.

Da ne bo nesporazuma - škodljivo in neznanstveno je tako zanikovanje varovanja okolja kot pretirane ideje in prav je, da se distanciramo od obeh usmeritev ter s korektnimi analizami pokažemo, kaj je res in kaj ne. Primer bi bile hidroelektrarne, ki so pred desetletjem veljale za eno najbolj trajnih in okolju prijaznih rešitev, a postavljati hidroelektrarno v dolini je okolju škodljivo, saj za enoto energije uničimo petdesetkrat več zelenih površin kot z jedrsko elektrarno, v počasi stoječi vodi pa nastajajo toplogredni plini.

Znanstveno utemeljen pristop je ključen pri oblikovanju okoljskih politik, saj le na podlagi realnih podatkov in celovitih analiz lahko sprejemamo odločitve, ki so dejansko koristne za naravo in družbo. Kmetijstvo, ki ga izvajajo odgovorni in

usposobljeni kmetje, ne pomeni uničevanja okolja, temveč njegovo zaščito in ohranjanje. Namesto da ga obravnavamo kot problem, ga moramo prepoznati kot rešitev.

V Sloveniji je pozidanih približno 60.000 hektarjev površin, ceste pa zavzemajo dodatnih 20.000 hektarjev. To pomeni, da je skupaj več kot 80.000 hektarjev zemlje nepovratno izgubljenih za kmetijsko pridelavo, kar predstavlja približno 4 % celotne površine države. Še bolj zaskrbljujoče pa je, da se to razmerje močno poveča, ko upoštevamo rodovitne ravnine in doline – tam ta odstotek dosega več kot 20 %, kar resno ogroža prehransko varnost in trajnostno prihodnost slovenskega podeželja. Kdaj se bomo zavedali, da si z uničevanjem zelenih površin sami žagamo vejo, na kateri živimo?

Naj bo naš prispevek spodbuda za širšo javno razpravo o resnični trajnosti, kjer bo kmetijstvo obravnavano kot ključen steber zdravega okolja in družbe. Če bomo znali podpreti kmete danes, bomo zaščitili naravo in stroko hkrati. Ključno pa je preprečiti uničevanje kmetijskih površin. Vsak dan izgubimo za eno nogometno igrišče najbolj kvalitetnih površin.

Poskrbimo, da bo varovanje okolja kvalitetno in strokovno, da bomo razumeli, kako pomembno je kmetijstvo za zdravo okolje in kje je dejansko največje uničevanje okolja – z novimi in novimi uničevanji zelenim površin.

Hvala vsem sodelujočim in hvala vsem bralcem.

Matjaž Gams

Vsebina / Kazalo

Mnenja urednikov, avtorjev, udeležencev (nerecenzirano)	11
Posvet v Državnem svetu Republike Slovenije	25
1. Vabilo.....	25
2. Program posveta	27
3. Nagovor predsednika Državnega sveta	29
4. Zaključki posveta	33
5. Odgovor Vlade Republike Slovenije	79
Razširjeni prispevki s posveta.....	89
1. Miti in resnice o varovanju okolja in trajnostnem kmetijstvu	91
2. Živinoreja ni le problem, je pomemben del rešitve	119
3. Problem prenosa toplote v ozračju	135
4. Zelena elektrika za vsako ceno ali koliko je res vredno "oplemenitenje" njiv z agrofotovoltaiko in vetrnicami	179
5. Kmetijstvo in podnebne spremembe	225
6. Prispevek slovenske živinoreje k podnebnim spremembam je precenjen	247

Mnenja urednikov, avtorjev, udeležencev (nerecenzirano)

Strokovna analiza pokaže, da so kmetijske površine ključne za kvalitetno okolje

Matjaž Gams, Institut »Jožef Stefan«

V Sloveniji se nekorektno napada kmetijstvo, češ da so med bolj škodljivimi aktivnostmi, hkrati pa se povsem zanemarja pozitiven vpliv kmetijstva pri ohranjanju zelenih površin. Zaradi tega zavajanja se ne zavedamo največjega uničevanja okolja – pozidavanju novih in novih kmetijskih površin, vsak dan za eno nogometno igrišče. Zelene površine niso le vir hrane in prostor za kmetijsko dejavnost, temveč imajo ključno vlogo pri zadrževanju vode, preprečevanju erozije ter hlajenju ozračja. Rastlinje omogoča bogato biodiverzitetu, izboljšuje kakovost zraka, skladišči ogljikov dioksid in zmanjšuje vpliv podnebnih sprememb, zato moramo prenehati uničevati zelene površine od gozda do njive. To in strokovni pristop sta imperativa slovenskega varovanja okolja.

Zelena agenda – rešitev ali past za okolje in družbo?

Darja Kürner, ekološka kmetovalka, prof. športne vzgoje

Prihajam s podeželja in sem prepričana ekološka kmetovalka, kot športnica tudi velika ljubiteljica narave in čistega okolja. Vendar se mi zdi zdajšnje agresivno promoviranje zelene agende in obnovljivih virov energije zaradi podnebnih sprememb škodljivo, nepotrebno in bo povzročilo uničenje gospodarstva, povečanje revščine in globalno dodatno onesnaženje narave.

CO₂ je življenjsko pomemben plin in ne onesnaževalec. Popolno razogljčenje je nemogoče in bi bilo celo nevarno za življenje na planetu. Pri govoru o podnebnih spremembah je veliko različnih mnenj tudi v znanstvenih krogih, kar je precej škodljivo in pogosto bega laično javnost., zavaja pa tudi politike in odločevalce. Zato so na pobudo zaslužnega profesorja Dr. Guusa Berkhouta leta 2019 ustanovili CLINTEL, mednarodno združenje neodvisnih znanstvenikov ki proučujejo podnebne spremembe z različnih aspektov in področij. V začetku novembra so v Pragi organizirali Mednarodno znanstveno konferenco v prostorih češkega parlamenta kjer so obravnavali mite in resnice o podnebnih spremembah. Ob tem so izdali skupno sporočilo za javnost v katerem opozarjajo, da ni potrebna nikakršna bojazen zaradi podnebnih sprememb in segrevanja planeta, ker so le ta popolnoma normalni pojavi v življenju planeta. Ugotavljajo da ne obstaja simulacijski model po katerem bi se dalo napovedati podnebne spremembe in da so bili uporabljeni napačni matematični modeli za analizo temperaturnih nihanj. Pozvali so tudi celotno znanstveno skupnost naj preneha zavajati javnost in preganjati znanstvenike ki se ne strinjajo s trenutno uradno podnebno politiko.

Nedavno so izdali deklaracijo: »There is no climate emergency« s 1977 podpisniki iz celega sveta, med njimi je tudi Nobelov nagrajenec za fiziko leta 2022 dr. John F. Clauser.

Vir: www.clintel.org

O znanstveni metodi v klimatologiji

Erik Margan, Institut »Jožef Stefan«

"Kot znanstvenik moram povedati to, kar vidim. ... Ne moreš se ukvarjati z znanostjo, če te skrbi, da bi ljudje utegnili pomisliti, da si nor." (D. Adams, Štoparski vodnik po galaksiji)

Politiki nas prepričujejo, da moramo zaupati znanosti, ali celo verjeti v znanost. Toda znanosti se ne verjame, znanost se preverja. To je temelj znanstvene metode: ko enkrat z opazovanji ugotoviš določeno korelacijo med določenimi količinami in nato sklepaš, da gre za medsebojno odvisnost je nujno, da svojo hipotezo empirično preveriš. Vendar tudi če preverjanje potrdi hipotezo, to še ne pomeni, da je nek drugi eksperiment ne bo nekoč ovrgel. Kot pravi filozof Karl Popper, teorije ni mogoče dokončno dokazati, lahko pa jo dokončno razveljavimo in za razveljavitev zadostuje eno samo dejstvo, ki se ne ujema.

"Ni pomembno kako lepa je teorija, ali kako pameten in ugleden je njen avtor; če se ne ujema z eksperimentom, je napačna."
(Richard P. Feynman)

Klimatologija je zelo zapletena, številni dejavniki vplivajo na številne druge in je izjemno težko ločiti med seboj posamezne vplive. Meritve bi morale biti izvedene tako, da izločijo vse druge možne dejavnike, ki vplivajo na rezultat, razen količine, ki jo želimo izmeriti. To pa žal ni vedno možno, oziroma vsaj ne v tolikšni meri, da bi lahko zanesljivo trdili, da gre za vzročno-posledično relacijo izključno med obravnavanima količinama. Prav tako pa meritve izvedene v laboratorijskih pogojih niso nujno reprezentativne tudi za pogoje v naravi, kjer seveda nastopajo vsi dejavniki hkrati in v različnih medsebojnih odvisnostih.

Globalna povprečna temperatura je lahko posledica številnih dejavnikov in ugotavljanje korelacije med temperaturo in koncentracijo CO₂ v ozračju ne pomeni, da drugih vplivov ni. IPCC v svojih poročilih, kjer pokažejo razliko med vplivom toplogrednih plinov in ostalimi naravnimi vzroki, izločijo samo nekatere dejavnike, ne pa vseh. Prikažejo pa rezultat, kot da je

spmemba globalne povprečne temperature skoraj izključno odvisna od spremembe koncentracije toplogrednih plinov. Enako naredijo še pri prikazu rasti koncentracije CO₂, za katero pravijo, da je pretežni vzrok (najmanj polovica) v človeških izpustitih; ob tem sicer pokažejo tudi druge naravne vire in ponore CO₂, vendar prikažejo številke tako, kot da je narava vedno v idealnem ravnovesju.

Druga težava je v tem, da se sklicujejo na številne objavljene članke in študije, kjer so znanstveniki sicer korektno opravili svoje delo in rezultate predstavili z določenimi zadržki, IPCC pa iz vsega skupaj naredi neko povprečje (s takim ali drugačnim intervalom zaupanja) in nato razglasi, da je določena odvisnost statistično ugotovljena kot "likely", "very likely", ali "virtually certain", oziroma podobno za neobstoje korelacij ("not very likely", itd.).

Tako je težko ugotoviti ali so se zmotili, in če so, kje. Treba je skrbno analizirati kaj so naredili in ukazati na morebitne napake v obliki števil, ki se ne ujemajo, ter po možnosti na fizikalne nesmisle, ali napačne predpostavke. Večini ljudi je to žal nemogoče, pa tudi če jim kdo postreže z analizo tej težko sledijo in jih ubadanje s številkami in merskimi enotami odbije, ter posledično ostanejo pri vprašanju komu verjeti. Vendar pa sklicevanje na znanstvene avtoritete ne zadostuje, stroga znanstvena analiza problema je edina merodajna za dokaz, drugega orodja nimamo.

Quo vadis evropska oskrba s hrano in energijo?

Rafael Mihalič, Fakulteta za elektrotehniko

Usmerjeno pretvarjanje energije je temelj življenja od praelice do človeka. Bolj uspešen je pri tem organizem, večje možnosti preživetja in širitve ima. Tendencia vsega, kar živi je, dokopati

se do čim več "vira energije" s čim manj napora, za čim manjšo ceno. In tako je na Zemlji že okrog štiri milijarde let.

Nič drugače ni s človeško družbo. O tem med drugim govorita teorija o minimalnem faktorju EROEI (Energy Return on Energy Investment), potrebnem za vzdrževanje določenega nivoja civilizacije in tako imenovani Jevonsov paradoks. Z drugimi besedami, za vzdrževanje visokega nivoja razvoja neke družbe mora ta svoje energetske potrebe v najširšem smislu zadovoljevati s čim manj "napora". Torej mora biti za omenjeno zadovoljevanje potreb potrebnih čim manj članov družbe. Pridelava hrane kot najosnovnejšega energetskega vira za življenje in oskrba z ostalimi potrebnimi energenti mora biti kar se da učinkovita in poceni.

Na žalost lahko brez slabe vesti zapišem, da se zastavljena evropska politika tako pri oskrbi s hrano, kot z energijo s svojo tako imenovano zeleno agendo koraka ravno v nasprotno smer. Vedno nove ovire pri pridelavi hrane in pri oskrbi z energijo botrujejo vedno višjim cenam (zanju je potrebno vedno več napora družbe) hrane in energentov. Želja po zdravi hrani in okoljevarstvo sta za veliko večino ukrepov zgolj izgovor, ki naj bi pomiril vedno bolj nezadovoljne Evropejce.

S pet in večkrat manjšim donosom ekološke pridelave od klasične in s sistemom oskrbe z energijo, katerega EROEI je 10 ali še manj, obstoječega nivoja evropske civilizacije preprosto ni mogoče vzdrževati.

Evropska komisija si je v svoji kratkoročni (do leta 2030) in dolgoročni (do leta 2050) strategiji oskrbe z energijo postavila zelo "ambiciozne" cilje glede tako imenovanega razogljičenja. V skladu z njimi naj bi v ca. dveh desetletjih (kar je v energetiki zelo kratko obdobje) obnovljivi viri energije (OVE) prevzeli celotno oskrbo Evrope z energijo. Ta bi bila zgolj še v obliki

električne energije. Glede na načrte bodo skoraj vsi dodatni viri stohastičnega, intermitirajočega tipa. To zahteva celovito rekonstrukcijo elektroenergetskega sistema (EES) in njegovega načina obratovanja ter zalogovnike električne energije za dva do tri mesece. EROEI takšnega EES bi bil pri današnji stopnji tehnologije znatno pod 10, kar je približno dvakrat premalo za obstoječi nivo življenja v Evropi. Gre za osnovne zakonitosti delovanja družbe in dolgoročno nobena bližnjica mimo omenjenih dejstev ne učinkuje.

Študija v ZDA je pokazala, da bi pretvorba obstoječega EES ZDA v takega, ki temelji zgolj na OVE, stala vsako leto 1/3 BDP ZDA. Vzdrževanje trenutnega EES porabi 4% BDP ZDA. Iz tega lahko sklepamo, da bi udejanjenje zavez Evropske komisije glede razogljičenja porabili tako rekoč ves BDP Evrope.

V luči dejstev glede (ne)vpliva antropogenega CO₂ na klimo (prispevek Erika Margana) in da povrh vsega cela EU emitira le 8% globalnih človeških izpustov CO₂, se utemeljeno lahko vprašamo: "Quo vadis evropska oskrba s hrano in energijo?"

Kmetijstvo in podnebne spremembe

mag. Tomaž Ogrin

V Sloveniji in tudi v Evropski uniji pogrešamo znanstvene podlage za ukrepe v kmetijstvu, v zvezi s podnebnimi spremembami. Državni svet je s posvetom Kmetijstvo je varuh okolja in narave, znanstveno podprto (Državni svet, 2.12.2024) zaoral ledino na tem področju.

V kmetijstvu sta kvaliteta in količina pridelka namreč močno odvisna od vremena. Slovenija ima pestro, razmeroma težko napovedljivo vreme. Imamo mešanico podnebnih vplivov, ki jih Agencija RS za okolje (ARSO) takole opredeli:

„V Sloveniji imamo tri prevladujoče tipe podnebja, na posameznih območjih pa se njihovi vplivi prepletajo: v vzhodni Sloveniji imamo zmerno celinsko podnebje, v osrednji Sloveniji subalpsko (v gorskem svetu alpsko) in zahodno od Dinarsko-Alpske pregrade submediteransko podnebje.“

Termin podnebje pomeni značilnosti (parametre) vremena skozi 30 let po dogovoru v Svetovni meteorološki organizaciji (WMO) in Slovenskem meteorološkem društvu (SMD). Podatke o vremenu pri nas zbira Agencija RS za okolje (ARSO). https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/podnebnne_razmere_v_sloveniji_71_00.pdf

Posamezen ekstremni vremenski dogodek še ni podnebna sprememba. Večja pogostnost v daljšem obdobju pa to že lahko pomeni. Najbolj očitna je rast povprečnih temperatur skozi letne čase.

Pri podnebnih spremembah razlikujemo njihovo blaženje in prilagajanje nanje. Nimamo nobenih znanstvenih podlag za ukrepe blaženja v slovenskem kmetijstvu, kot je na primer razogljčenje ali zeleni prehod. Pomembno pa je vlagati v prilagajanje kmetijstva morebitnim podnebnim spremembam in ujmam.

Namreč, vedno več je znanstvenih prispevkov, ki so dokazali na osnovi meritev, da zaradi dviganja temperatur raste količina ogljikovega dioksida v ozračju in ne obratno. Več CO₂ pomeni v kmetijstvu več pridelka. Pri tem izpusti CO₂ človekovega izvora prispevajo zgolj okrog 6 odstotkov. Prispevek metana (CH₄) iz kmetijstva pa je zanemarljiv. Trditve političnega Medvladnega foruma za podnebne spremembe (IPCC) o krivdi človeštva zanika tudi letošnji znanstveni članek z uporabo umetne inteligence (W. Soon et al., 2025):

<https://scienceofclimatechange.org/wp-content/uploads/SCC-Grok-3-Review-V5-1.pdf?utm>

<https://www.youtube.com/watch?v=L4dLIDpiXnA>

Odgovor na sklep DS o zaključkih posveta Kmetijstvo je varuh okolja in narave, znanstveno podprto iz dne 25. 2. 2025

Teos Perne, teos.perne@gmail.com

Odgovor Vlade RS je politično korekten in na videz pozitiven. Kljub temu pa je dovolj jasno razvidno, da državna uprava v sektorjih gozdarstva in kmetijstva zaostruje obstoječe in pripravlja nove omejitvene ukrepe zaradi blaženja podnebnih sprememb in krepite biotske raznovrstnosti. Vlada zavzema sledeča stališča:

- Na novo se uvaja pojem »trajnostnega kmetijstva«, kar pomeni, da se tudi na področje kmetijstva uvaja več funkcijska vloga sektorja, kakor to poznamo pri upravljanju z gozdnim prostorom. S tem se spreminja prioriteta iz zagotavljanja zadostnih količin poceni kvalitetne hrane k okoljevarstvu. Nov koncept kmetovanja naj bi po novem zasledoval gospodarski, okoljsko-podnebni in družbeni vidik trajnostnosti in uvaja trajnostno upravljanje prostora ter zagotavljanje ekosistemskih storitev v povezavi z varovanjem naravnih virov, zlasti zdravja kmetijskih tal, biotske raznovrstnosti in kakovosti voda, ohranjanjem kmetijske krajine ter blaženjem podnebnih sprememb in prilagajanjem na njih (če se to uvaja na novo, potemtakem vlada očitno smatra, da se teh vidikov doslej v sektorju ni upoštevalo).

- V razpravo o kmetijstvu se uvaja tudi druge interesne skupine, saj je iskanje sistemskih rešitev, ki istočasno

uresničujejo vse tri vidike trajnostnosti izredno zahteven proces, ki terja celovito, objektivno razpravo, temelječo na dejstvih in podatkih, ne le znotraj kmetijskega sektorja, temveč širše vzdolž verige preskrbe s hrano in tudi družbe kot celote. Glede na prakso to pomeni, da se bodo o omejitvah odločali tisti, ki se s kmetijstvom ne ukvarjajo in od njega niso odvisni.

- Vlada razume krepitev biotske raznovrstnosti v smislu zmanjševanja kmetijske in gozdarske dejavnosti, saj le ekstenzivno obdelane travniške površine, kot tudi sonaravni gozdovi nudijo večjo biodiverziteto kot gospodarsko intenzivni gozdovi ali intenzivno obdelani travniki. Nekateri načini kmetovanja in posledično nekatere kmetijske površine (njive) negativno vplivajo na ekosistemske storitve, kot so erozija tal, zadrževanje vode in shranjevanje ogljika.

- Vlada smatra kmetijski sektor za povzročitelja onesnaženja, ki močno prispeva k emisijam toplogrednih plinov. Zaradi tega bo dejavnost kmetijstva, zlasti živinoreje potrebno zmanjšati. Uvaja se prehod iz živinoreje v pridelavo rastlinske hrane za ljudi, kjer je ključni potencial predstavljajo spremembe prehranjevalnih navad, ki bi pozitivno vplivale tudi na zdravje ljudi.

Vlada utemeljuje omejitve v gozdarskem in kmetijskem sektorju na predpostavki, da je narava vse, kar ni urbana krajina in je zaradi kmetijske in gozdarske dejavnosti ogrožena, zaradi česar je potrebno te dejavnosti omejiti ali prepovedati, da se narava lahko obnovi. Človekove aktivnosti, v znatnem delu tudi kmetijstvo, so po mnenju vlade nedvoumno povzročile globalno segrevanje, kar je dejstvo. Znanost namreč jasno kaže, da so antropogene emisije, čeprav ne edine, ključni dejavnik aktualnih podnebnih sprememb.

Za realizacijo novih omejitev in oziroma funkcij v kmetijstvu in gozdarstvu bo vzpostavljen vključujoč in pravičnejši kmetijsko-prehranski sistem. Drugih virov za izvedbo večfunkcijskega trajnostnega kmetijstva vlada ne predvideva.

Ukrepi vlade so med seboj tudi v nasprotju in praktično neizvedljivi. Ukrep večjega ponora ogljika s preusmerjanjem iz živinoreje v rastlinsko pridelavo, torej večanjem njivskih površin, je v nasprotju z ukrepom večje biodiverzitete, ki terja več (ekstenzivnih) travniških površin, torej več rastlinojedih domačih živali. V primeru, da bi zaradi ukrepa spreminjanja prehranskih navad prebivalstva manjšali stalež živine in bi več kmetijskih površin lahko namenili zaraščanju s sonaravnim gozdom (s čimer naj bi podkrepili oba ukrepa, ponor ogljika in biotsko raznovrstnost), vendar je to v nasprotju z načeli prehranske varnosti. Za ekstenzivno pridelavo rastlinske hrane za ljudi bi namreč potrebovali bistveno več kmetijskih površin kot jih je v Sloveniji realno na razpolago.

Zaključek in predlog:

Glede na sprejet predlog paketa kmetijske zakonodaje, ki že vključuje v odgovoru vlade opisane ukrepe, se predpostavlja, da so politike že utemeljene na znanstveno utemeljenih dejstvih in trajnostnih rešitvah, ter da je bil postopek dialoga, sodelovanja in iskanja kompromisov že izpeljan. Ker pri tem postopku uveljavljanja trajnostnih politik v kmetijstvu in gozdarstvu predstavniki kmetijskega in gozdarskega sektorja ali sektorski strokovnjaki niso sodelovali (sodelujejo zgolj s pripombami že v fazi javne razprave) in ker te politike krepijo posege v lastninske pravice kmetov in lastnikov gozdov, ter predstavljajo pravno podlago za znatno omejevanje kmetijske in gozdarske dejavnosti, v paketu zakonov pa ni navedenih nobenih strokovnih podlag za uvajanje pričujočih ukrepov, se zahteva

takojšnje predložitve vseh strokovnih podlag in znanstvenih utemeljitev za ukrepe krepitev biodiverzitete in blaženja podnebnih sprememb. Vlada se sicer sklicuje na zadnje Ocenjevalno poročilo IPCC, vendar ta poročila nikjer ne prikazujejo empiričnih dokazov za naravne fenomene na katere se sklicuje hipoteza. Za posege v lastnino mora država namreč preskrbeti strokovno podlago, ki vsebuje nedvoumno znanstveno in strokovno dokazan fenomen zaradi katerega se uvaja ukrepe, kjer so dejstva izmerjena, preverljiva, ponovljiva in kjer se definirajo problemi, razvojne potrebe in možnosti, stanje glede fizičnih lastnosti, prepoznavnih značilnosti in pravnega stanja prizadetih, ugotovijo se tveganja ter pričakovani vplivi na posamezne sestavine prostora in okolja, pričakovani učinki na gospodarski razvoj in družbeno-socialno okolje... Brez takšne strokovne podlage so vsi ukrepi neutemeljeni in neustavni in pomenijo arbitrarno odločanje države nasproti posameznikom.

Postavljanje sončnih elektrarn na kmetijskih površinah, agrovoltaika

Matjaž Valenčič, Zveza ekoloških gibanj Slovenije-ZEG
Krško

Opozarjamo na preveč poenostavljeno obravnavo obnovljivih virov v kmetijstvu in na pavšalno odklanjanje rabe. Kmetije so namreč pomembni uporabniki energije, ki jo lahko sami pridobijo iz obnovljivih virov.

Dober primer rabe obnovljivih virov energije so kmetije s predelavo mleka, kjer je nujna hitra ohladitev mleka na 4°C. Poleg tega potrebujejo veliko energije za higieno mlekarske opreme. Sončne elektrarne lahko zagotavljajo stroškovno učinkovito rabo elektrike iz obnovljivih virov.

Zavračanje obnovljivih virov na kmetijskih površinah ni upravičeno, saj trajni nasadi lahko uspešno vključujejo fotovoltaiko. Res pa je, da agrovoltaika ni primerna za vse kmetijske kulture.

S postavitvijo sočnih elektrarn nad trajne nasade se lahko celo poveča donos kmetijskih proizvodov in zmanjša raba vode za namakanje, poleg tega pa se proizvede znatna količina elektrike iz obnovljivih virov. Sistemi morajo biti strokovno postavljeni, da prenesejo vremenske obremenitve in da omogočajo strojno obdelavo zemljišč.

Kmetijsko zemljišče po postavitvi sončne elektrarne v polni meri ohranja svojo primarno (kmetijsko) funkcionalnost in jo celo poveča. Agrovoltaika ne pomeni zgolj proizvodnje električne energije ampak upošteva celotne koristi zaradi bolj kakovostne kmetijske pridelave in dodatne proizvodnje energije.

Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo podpira agrovoltaiko kot tehnologijo, ki združuje kmetijstvo in fotovoltaične sisteme za proizvodnjo električne energije. Gre za integracijo fotonapetostnih panelov v kmetijsko infrastrukturo na poljih, hmeljiščih, vinogradih ali drugih kmetijskih površinah. Agrovoltaika omogoča rabo kmetijskih zemljišč za dva namena: za pridelavo kmetijskih pridelkov ter hkrati za proizvodnjo obnovljive električne energije. Prinaša številne prednosti: zmanjšanje izhlapevanja vode zaradi senčenja, zaščito rastlin pred vremenskimi vplivi, izboljšanje učinkovitosti rastlin zaradi regulacije svetlobe, zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in diverzifikacijo dohodka.

Sprejeti je treba dobre rešitve, kot so sončne elektrarne, ki prispevajo k zmanjšanju okoljskih obremenitev in zagotavljajo energijo iz obnovljivih virov, potrebno za kmetovanje. Tudi

kmetijski stroji prehajajo na rabo elektrike, kar bo pripomoglo k razbremenitvi okolja.

Pavšalno odklanjanje rabe obnovljivih virov v kmetijstvu ni primerno. Nič ni narobe, če smo zadržani do novosti, ampak zanikanje in kritiziranje, brez strokovnih argumentov, ni prava pot.

Posvet v Državnem svetu Republike Slovenije

1. Vabilo

Državni svet republike Slovenije

vabi na

P O S V E T

**KMETIJSTVO JE VARUH OKOLJA IN NARAVE,
ZNANSTVENO PODPRTO**

v ponedeljek, 2. 12. 2024, ob 11.30

dvorana Državnega sveta Republike Slovenije, Ljubljana,
Šubičeva 4.

Kmetijstvo je več kot le gospodarska panoga – je utrip podeželja, varuh naravne krajine in vir naše vsakdanje prehranske varnosti. Vendar se danes vse prevečkrat srečuje z neupravičeno oznako krivca za okoljske težave. Strokovne analize pritrujejo, da je kmetijstvo skrbnik našega okolja, ki ohranja biotsko pestrost, neguje pokrajino in skrbi za življenje na podeželju.

V prizadevanju za zeleni prehod bi morali ohranitev kmetijstva prepoznati kot temeljno nujnost. Hrana, ki prihaja z naših polj, je osnovna dobrina, ki povezuje našo skupnost in zagotavlja našo neodvisnost. Kmetje niso le pridelovalci; so tudi varuhi tal in narave. Medtem ko pozornost vse bolj usmerjamo na

obnovljive vire energije, se zdi, da pozabljamo na vrednost, ki jo kmetijstvo prinaša nam, naši pokrajini in naravi.

Ob tem se odpira ključno vprašanje: kako dolgo bomo še dopuščali, da kmetijske površine izginjajo pod pritiskom urbanizacije in infrastrukturnih projektov, namenjenih tudi proizvodnji obnovljivih virov energije? Prav kmetijstvo je nenadomestljivo pri varovanju naravnega bogastva, ki ga potrebujemo za zdrav in trajnosten način življenja – vrednota, ki jo moramo ohraniti za prihodnje generacije.

Vljudno vabljeni

Marko Lotrič

Predsednik Državnega sveta

Republike Slovenije

2. Program posveta

PROGRAM

11.00 – 11.30 SPREJEM UDELEŽENCEV

11.30 – 11.50 POZDRAVNI NAGOVORI

Marko LOTRIČ, predsednik Državnega sveta

Mateja ČALUŠIČ, ministrica za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Dr. Jože PODGORŠEK, predsednik Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije

11.50 – 13.20 PREDSTAVITVE

Dr. Matjaž GAMS, Kmetijstvo je najboljše za okolje

Mag. Tomaž OGRIN, Kmetijstvo in podnebne spremembe

Tanja GORIŠEK, Podnebno poročilo o stanju v kmetijstvu

Erik MARGAN, CO₂ in metan - plini življenja?

Dr. Jože VERBIČ, Prispevek slovenske živinoreje k podnebnim spremembam je preценjen

Dr. Rafael MIHALIČ, Zelena elektrika za vsako ceno ali koliko je res vredno »oplemenitenje« njiv z agrofotovoltaiko in vetrnicami

Dr. Marija KLOPČIČ, Živinoreja ni le problem, je pomemben del rešitve

Andrej REBERNIŠEK, Kmet varuh okolja in prehranske varnosti

Tevž TAVČAR, Doma ekološko in brez toplogrednih plinov,
uvoz prost za vso nesnago

13.20 – 14.00 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Posvet bosta povezovala državni svetnik Branko Tomažič in
dr. Matjaž Gams z Instituta »Jožef Stefan«.

3. Nagovor predsednika Državnega sveta

Spoštovani

- predsedujoča posvetu
 - predsednik Komisije za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano BRANKO TOMAŽIČ in
 - dr. MATJAZ GAMS,
- ministrica za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano MATEJA ČALUŠIČ,
- predsednik Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije dr. JOŽE PODGORŠEK,
- državne svetnice in državni svetniki,
- poslanke in poslanci v Državnem zboru,

ostali cenjeni udeleženci in udeleženke današnjega posveta,

V čast mi je, da vas lahko nagovorim v imenu Državnega sveta Republike Slovenije, drugega doma slovenskega parlamenta in prvega doma civilne družbe, ter v svojem osebnem imenu na posvetu, na katerem bomo skupaj naslovili eno izmed ključnih vprašanj našega časa: kako razumeti in uveljaviti kmetijstvo kot varuha, ne pa onesnaževalca okolja.

Današnji dogodek temelji na znanstvenih dokazih, ki potrjujejo, da lahko kmetijstvo z ustreznimi praksami pomembno prispeva k ohranjanju narave, biotske raznovrstnosti in k trajnostnemu razvoju. V razpravi bomo osvetlili pozitivno vlogo kmetijstva pri varovanju okolja, vključno z dobrimi praksami trajnostnega kmetovanja. Hkrati se bomo dotaknili negativnih posledic

nekaterih ukrepov, ki pod krinko zelenega prehoda povzročajo več škode kot koristi – tako okolju kot slovenski družbi.

Zeleni prehod je nujen, vendar mora temeljiti na dejanskem varovanju okolja in trajnostnem razvoju. Današnja razprava bo pokazala, kako lahko nepremišljeni in prehitri ukrepi vodijo v slabšo kakovost okolja ter dodatno obremenitev kmetijstva, ki ima ključno vlogo pri zagotavljanju prehranske varnosti.

Državni svet, zlasti Komisija za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, v okviru svojega delovanja ves čas izpostavlja pomen kmetijstva za prehransko suverenost naše države. Poudarjamo, da je treba zaščititi kmetijska zemljišča, ki morajo ostati namenjena kmetovanju.

Naravovarstveni ukrepi, kot so tisti, ki prepovedujejo obdelavo kmetijske zemlje (na primer v okviru programa Natura 2000 ali OOTT), ali nelogični posegi v kmetijska opravila – kot je prepoved košnje do določenega datuma – nas naredijo še bolj ranljive in povečujejo našo prehransko odvisnost od uvoza hrane.

Kmetje širom po Sloveniji se upravičeno sprašujejo: »Kako bomo obdržali zemljo in hkrati sledili strogim okoljskim ukrepom, ki nam onemogočajo delo?« Ta vprašanja niso zgolj retorična – so resna in zahtevajo odgovore, ki temeljijo na dialogu, sodelovanju in zdravi pameti. Vsaka zamujena priložnost za ukrepanje pomeni korak bližje kmetijski krizi in prehranski odvisnosti. Zato je ključno, da danes, tukaj, izpostavimo tudi nujnost konkretnih potez za zaščito slovenskega kmetijstva.

Če govorimo o varovanju narave in trajnosti, moramo med drugim razmišljati o pomenu in krepitvi kratkih prehranskih verig. Kratka pot od njive do krožnika ne le pomembno vpliva

na kakovost obroka, temveč hkrati bistveno pripomore k zmanjšanju ogljičnega odtisa na okolje – tako zaradi krajših prevoznih poti kot tudi zaradi odsotnosti embalaže. Hkrati je treba z ustreznimi pristopi preprečevati nelojalno konkurenco in uvoz živil vprašljive kakovosti po nerazumno nizkih cenah, tudi s krepitvijo Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin.

Če govorimo o ohranjanju biotske raznovrstnosti, moramo preprečiti zaraščanje in nedomišljeno pozidavo kmetijskih površin. Država mora zagotoviti, da kmetijska zemljišča in gozdovi ostanejo v funkciji, ki omogoča pridelavo hrane. To še toliko bolj velja za kmetijska zemljišča v obmejnem pasu, ki morajo tudi zaradi zagotavljanja teritorialne celovitosti države ostati v rokah slovenskega kmeta.

Komisija za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano bo čez tri dni na svoji seji obravnavala problematiko upada interesa mladih za prevzem kmetij v Sloveniji. Prvi pogoj, da se bodo mladi odločali za prevzem kmetij, je zagotovo, da se bo delo splačalo in da bo delo kmetice in kmeta cenjeno.

Namesto, da iz kmetijstva delamo dežurnega krivca za podnebne spremembe, moramo vložiti vse napore, da bo kmeticam in kmetom priznано, da opravljajo veliko in pomembno delo ter jim zagotoviti zadostna sredstva in ustrezno podporo za mlade prevzemnike kmetij. Kmetu bomo morali omogočiti, da kmetuje brez nerazumnih zahtev in omejitev in da mu je zagotovljena tako ekonomska kot socialna varnost.

Zavedati se moramo, da je trenutno v Sloveniji mladih nosilcev kmetij, starih do 35 let, le 3,5 odstotka, kar je daleč za primerljivimi evropskimi državami in pod evropskim povprečjem. In to zahteva ustrezno ukrepanje.

Na konferenci Informacijska družba, ki je oktobra letos potekala na Institutu Jožef Stefan, sem imel čast spregovoriti o pomenu znanstvenega pristopa pri reševanju ključnih izzivov našega časa. Prav tam so bile izpostavljene osnove za celovito in znanstveno podprto varovanje okolja.

Današnji posvet je priložnost, da postavimo razpravo na znanstveno utemeljeno podlago. Kmetijstvo želimo predstaviti kot temelj trajnostne prihodnosti – ne le kot tisto, ki nam zagotavlja hrano, temveč tudi kot nepogrešljivega zaveznika pri ohranjanju narave.

V imenu Državnega sveta se zahvaljujem vsem, ki boste s svojim znanjem in prizadevanji prispevali k tej pomembni razpravi.

Če bomo združili moči, lahko oblikujemo politiko, ki bo ščitila naravo in omogočila, da slovensko kmetijstvo ostane oziroma postane steber trajnostne prihodnosti. Ustvariti je treba pogoje, ki bodo mladim omogočili prevzem kmetij, če ne bomo izgubili generacijo skrbnikov naše zemlje in arhitektov kulturne krajine, s tem pa tudi trajnostno prihodnost Slovenije.

Hvala za vašo pozornost in želim vam uspešen posvet!

Marko Lotrič

Predsednik Državnega sveta

4. Zaključki posveta

Številka: 065-02-22/2024/18

Ljubljana, 22. 1. 2025

Državni svet Republike Slovenije je na 24. seji 22. 1. 2025, na podlagi druge alineje prvega odstavka 97. člena Ustave Republike Slovenije (Uradni list RS, št. 33/91-I, 42/97, 66/00, 24/03, 69/04, 68/06, 47/13, 75/16 in 92/21), sprejel naslednji

S K L E P

Državni svet se je seznanil z Zaključki posveta Kmetijstvo je varuh okolja in narave, znanstveno podprto ter na podlagi prvega in drugega odstavka 97. člena Poslovnika Državnega sveta poziva Vlado Republike Slovenije, da zaključke posveta prouči in se do njih opredeli v roku 30 dni.

* * *

Zaključki posveta se glasijo:

»Državni svet je 2. decembra 2024 organiziral posvet Kmetijstvo je varuh okolja in narave, znanstveno podprto.

Kmetijstvo je več kot le gospodarska panoga – je utrip podeželja, varuh naravne krajine in vir naše vsakdanje prehranske varnosti. Vendar se danes vse prevečkrat srečuje z neupravičeno oznako krivca za okoljske težave. Strokovne analize potrjujejo, da je kmetijstvo skrbnik našega okolja, ki ohranja biotsko pestrost, neguje pokrajino in skrbi za življenje na podeželju.

V prizadevanju za zeleni prehod bi morali ohranitev kmetijstva prepoznati kot temeljno nujnost. Hrana, ki prihaja z naših polj, je osnovna dobrina, ki povezuje našo skupnost in zagotavlja našo neodvisnost. Kmetje niso le pridelovalci; so tudi varuhi tal in narave. Medtem ko pozornost vse bolj usmerjamo na obnovljive vire energije, se zdi, da pozabljamo na vrednost, ki jo kmetijstvo prinaša nam, naši pokrajini in naravi.

Moderna analiza, ki temelji na najnaprednejših metodah umetne inteligence in obsežnih objavah s področja varovanja okolja, kaže, da kmetijstvo v Sloveniji ni eden glavnih onesnaževalcev, temveč ima pozitiven vpliv na okolje. V nasprotju z nekaterimi medijskimi navedbami, ki primerjajo škodljivost slovenskega kmetijstva s škodljivostjo prometa, so raziskave pokazale, da je ta razlika za red velikosti v prid kmetijstva. Če upoštevamo tudi pozitivne učinke kmetijstva, kot sta proizvodnja kisika in vezava ogljikovega dioksida, ugotovimo, da kmetijske površine prispevajo k bolj zdravemu okolju podobno ali celo bolj kot nekateri naravni ekosistemi, kot je na primer brazilski pragozd. Podobno velja za energetske proizvodnje: nepremišljena postavitve vetrnih elektrarn ali sončnih celic ali hidroelektrarn v naravnih območjih praviloma povzroči več škode kot koristi in zato ni v skladu z načeli varovanja okolja. Ob tem se odpira ključno vprašanje: kako dolgo bomo še dopuščali, da kmetijske površine izginjajo pod pritiskom urbanizacije in infrastrukturnih projektov, namenjenih tudi proizvodnji obnovljivih virov energije? Prav kmetijstvo je nenadomestljivo pri varovanju naravnega bogastva, ki ga potrebujemo za zdrav in trajnosten način življenja – vrednota, ki jo moramo ohraniti za prihodnje generacije.

I.

Posvet sta povezovala predsednik Komisije Državnega sveta za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Branko Tomažič in prof. dr. Matjaž Gams iz Instituta Jožef Stefan.

II.

Uvodoma so udeležence nagovorili Marko Lotrič, predsednik Državnega sveta, Mateja Čalušić, ministrica za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, dr. Jože Podgoršek, predsednik Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije in Branko Tomažič, predsednik Komisije Državnega sveta za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Na posvetu so sodelovali prof. dr. Matjaž Gams z Instituta Jožef Stefan, s prispevkom z naslovom Kmetijstvo je najboljše za okolje, mag. Tomaž Ogrin z Instituta Jožef Stefan je spregovoril o kmetijstvu in podnebnih spremembah, Tanja Gorišek z Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano je predstavila Podnebno poročilo o stanju v kmetijstvu, Erik Margan z Instituta Jožef Stefan je imel prispevek z naslovom CO₂ in metan - plini življenja?, dr. Jože Verbič s Kmetijskega inštituta Slovenije je spregovoril o tem, da je prispevek slovenske živinoreje k podnebnim spremembam precejšen, prof. dr. Rafael Mihalič s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani je imel prispevek z naslovom Zelena elektrika za vsako ceno ali koliko je res vredno oplemenitenje njiv z agrofotovoltaiko in vetrnicami, prof. dr. Marija Klopčič z Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je spregovorila o tem, da živinoreja ni le problem, je pomemben del rešitve, Andrej Rebernišek s Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije, Zavoda Ptuj, je

izpostavil, da je kmet varuh okolja in prehranske varnosti, zadnji prispevek z naslovom Doma ekološko in brez toplogrednih plinov, uvoz prost za vso nesnago pa je podal Tevž Tavčar s tednika Kmečki Glas. Predavatelji so predstavljali svoja znanstvena spoznanja, analize in mnenja ter niso predstavljali stališč institucij ali organizacij, razen kjer je bilo eksplicitno navedeno.

III.

Predsednik Državnega sveta Marko Lotrič je v uvodnem nagovoru poudaril izjemen pomen kmetijstva pri ohranjanju narave, biotske raznovrstnosti in trajnostnem razvoju. Izpostavil je, da je zeleni prehod nujen, vendar mora temeljiti na dejanskem varovanju okolja in premišljenih rešitvah, ne pa na ukrepih, ki zaradi nepremišljenosti in prehitevanja dodatno obremenjujejo kmetijstvo ter slabšajo kakovost okolja. Kmetijstvo ima osrednjo vlogo pri zagotavljanju prehranske varnosti, zato je ključnega pomena zaščita kmetijskih zemljišč, zlasti pred zaraščanjem in nepremišljeno pozidavo, pri čemer mora biti posebna pozornost namenjena zemljiščem v obmejnem pasu. Nujna je krepitev kratkih prehranskih verig, ki ne le zmanjšujejo ogljični odtis, temveč tudi omogočajo dostop do kakovostne, lokalno pridelane hrane. Preprečevanje nelojalne konkurence in uvoza živil vprašljive kakovosti po nerazumno nizkih cenah je ključno za dolgoročno vzdržnost slovenskega kmetijstva.

Posebna skrb mora biti usmerjena k mladim nosilcem kmetij, saj jih je v Sloveniji le 3,5 %, kar je daleč pod evropskim povprečjem. Da bi mlade spodbudili k prevzemu kmetij, je treba zagotoviti, da bo njihovo delo cenjeno ter ekonomsko in socialno vzdržno. Namesto da je kmetijstvo označeno kot glavni

krivec za podnebne spremembe, je treba priznati njegovo ključno vlogo pri ohranjanju narave in kulturne krajine. S premišljenim sodelovanjem, znanstveno utemeljenimi politikami in podporo kmetom lahko zagotovimo, da slovensko kmetijstvo ostane temelj prehranske suverenosti in nepogrešljiv partner pri varovanju okolja ter trajnostnem razvoju naše družbe.

Ministrica za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (v nadaljevanju: MKGP) Mateja Čalušić je izpostavila, da je kmetijstvo osrednjega pomena pri ohranjanju okolja, a se hkrati sooča z velikimi izzivi, kot so podnebne spremembe, izguba biotske raznovrstnosti, degradacija tal in naraščajoče potrebe po hrani zaradi rasti svetovnega prebivalstva. Kljub tem izzivom ima kmetijstvo pomembno vlogo pri iskanju rešitev. Trajnostna raba naravnih virov – vode, zemlje, zraka in biotska raznovrstnost sta ključna cilja sodobnega kmetijstva. MKGP je zavezano jasni viziji, da so najboljša kmetijska zemljišča temelj prehranske varnosti in nepogrešljiv vir za pridelavo hrane, zato jih je treba trajno zaščititi in prilagoditi na podnebne spremembe. Za izboljšanje prehranske varnosti Slovenije je MKGP pripravilo načrt za vzpostavitev temeljev za dolgoročni razvoj in trajnostno prihodnost slovenskega kmetijstva. Pri tem je ključno zavedanje celotne družbe, da brez kmetijskih zemljišč ni hrane, nujno je tudi sodelovanje vseh deležnikov, saj je uspeh mogoč le s skupnimi prizadevanji.

Kmetje poleg pridelave hrane opravljajo širšo družbeno vlogo, saj so skrbniki krajine, varuhi tradicije in inovatorji, ki s svojimi praksami neposredno vplivajo na kakovost okolja. Razvoj kmetijstva, prilagojenega na sodobne izzive, temelji na znanosti in raziskavah. Inovacije v tehnologiji, genetiki, digitalizaciji ter obnovljivih virih energije omogočajo kmetom učinkovitejše in okolju prijaznejše delo. Med naprednimi praksami izstopajo

precizno kmetijstvo, ki optimizira rabo virov, ter tehnike, kot so zmanjšana obdelava tal, kolobarjenje in integrirano varstvo rastlin, ki varujejo tla in spodbujajo biotsko raznovrstnost. Kmetijstvo ima ključno vlogo pri boju proti podnebnim spremembam z ukrepi, kot so shranjevanje ogljika v tleh, uporaba obnovljivih virov energije in uvajanje podnebno odpornih kultur. Za širšo uporabo najboljših razpoložljivih praks je nujno zagotoviti dostopnost inovacij vsem kmetom. To zahteva uvedbo ustreznih politik, dodelitev ciljnih subvencij ter izvajanje izobraževalnih programov, ki skupaj podpirajo trajnostni razvoj kmetijstva.

Kmetijstvo ne more samo nositi bremena okoljske odgovornosti. Le partnerstvo med kmeti, znanostjo, odločevalci in širšo družbo lahko zagotovi ravnovesje med pridelavo hrane in ohranjanjem narave. Prihodnost kmetijstva je neločljivo povezana s prihodnostjo celotne družbe. Podpora trajnostnim in znanstveno podprtim praksam bo prispevala k oblikovanju bolj zdravega, odpornega in pravičnega sveta. Slovensko kmetijstvo mora postati trden steber skupne odgovornosti do narave in okolja – varuh dediščine, ki smo jo prejeli, ter zagotovilo za prihodnost, ki jo bomo zapustili prihodnjim generacijam.

Predsednik Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije (v nadaljevanju: KGZS) dr. Jože Podgoršek je predstavil ključno vlogo KGZS pri spodbujanju trajnostnega razvoja kmetijstva in varovanju okolja. KGZS s pomočjo izobraževanj in svetovanja podpira kmete pri uvajanju najboljših praks za pridelavo hrane, zmanjševanje vplivov na okolje ter ohranjanje naravnih virov, kot so rodovitna tla, biotska raznovrstnost in čista voda. Javna služba kmetijskega svetovanja KGZS je ključna pri prenosu znanja in inovacij na kmetije. Med januarjem in avgustom 2024 je služba opravila več kot 17.000 ur svetovalnih storitev,

organizirala številne strokovne dogodke ter pripravila obsežne članke in objave. Svetovalci pomagajo kmetom pri trajnostnem upravljanju kmetijskih zemljišč, uvajanju naprednih praks ter varovanju vodnih virov pred onesnaženjem.

Izpostavil je nekaj ključnih dejstev iz prvega Podnebnega poročila o stanju v kmetijstvu za leto 2023, ki dokazujejo napredek slovenskega kmetijstva na področju trajnostnega razvoja. Izpusti toplogrednih plinov v kmetijstvu so se med letoma 1986 in 2022 zmanjšali za približno 16 %, leta 2022 pa je kmetijstvo prispevalo le 10,6 % k skupnim emisijam toplogrednih plinov. Pri tem je opozoril tudi na nova znanstvena dognanja o metanu, ki kažejo, da se ta toplogredni plin razgrajuje hitreje in je njegov vpliv na okolje manjši. Poraba gnojil, zlasti fosforja in kalija, se je od leta 1999 prepolovila. Kmetijski sektor (vključno z gozdarstvom) letno ustvarja neto ponor približno 700 kt CO₂ ekvivalentov, kar pomeni, da sektor pomembno prispeva k zmanjševanju emisij na nacionalni ravni.

Opozoril je na zmotno dojemanje kmetijstva kot enega največjih onesnaževalcev, kar pogosto izhaja že iz osnovnošolskih učbenikov. Dejal je, da kmetijstvo že dolgo ni več del problema, temveč ključni del rešitve, saj slovenski kmetje že zdaj pomembno prispevajo k zmanjševanju uporabe pesticidov, prilagajanju na podnebne spremembe in ohranjanju narave. Opozoril je na izzive, s katerimi se soočata kmetijstvo in gozdarstvo zaradi podnebnih sprememb, ter pozval k odgovornim in premišljenim odločitvam. Pri tem je poudaril, da mora biti zeleni prehod evolucija, ne revolucija na škodo slovenskih kmetov in lastnikov gozdov.

Predsednik Komisije Državnega sveta za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Branko Tomažič je poudaril, da slovenski kmet že

stoletja skrbno upravlja zemljo, ki mu je zaupana, pri čemer so naše podeželje, biotska raznovrstnost in kulturna krajina rezultat trajnostnega dela kmeta. Kmetje razumejo, da je narava njihov zaveznik in vir preživetja, zato so skozi stoletja ohranjali naravno ravnovesje ter skrbeli za prehransko varnost in trajnostno rabo virov. Današnje stanje slovenske narave je tako predvsem posledica njihovega prizadevnega dela, ne pa sodobnih naravovarstvenih konceptov. Meni, da nerealistične okoljske zahteve in zelene kampanje, ki pogosto rušijo vzpostavljeno ravnovesje, vodijo v zaraščanje podeželja in resno ogrožajo prehransko suverenost. Opozoril je, da brez kmetov ni hrane in da je kultivirano podeželje ključ do trajnostne prihodnosti. Pretirane zahteve, kot so zaščita velikih zveri ali habitatov, pogosto zanemarljajo potrebe kmetijstva, kar dodatno ogroža lokalno pridelavo hrane. Izpostavil je tudi nevarnosti globalnih trendov, ki pod pretvezo trajnosti favorizirajo velike korporacije, omejujejo dostopnost lokalno pridelane hrane in uvajajo tehnologije, kot so gensko spremenjeni organizmi in sintetični nadomestki. Te inovacije lahko negativno vplivajo na zdravje prebivalstva ter dolgoročno ogrozijo prehransko suverenost. Prepričan je, da kmetijstvo ni le gospodarska dejavnost, temveč ključ do preživetja in temelj zdrave družbe. Pozval je k zaščiti kmetijske zemlje, ohranjanju podeželja ter zagotavljanju pogojev, ki kmetom omogočajo opravljanje njihovega poslanstva – zagotavljanja hrane za vse. Podpora kmetijstvu danes pomeni zaščito narave in prehranske varnosti za prihodnje generacije.

Prof. dr. Matjaž Gams z Instituta Jožef Stefan, je s prispevkom z naslovom Kmetijstvo je najboljše za okolje, izpostavil, da je kmetijstvo v medijih pogosto kritizirano, da škodi okolju, a strokovna in zdravorazumska resnica je ravno nasprotna:

kmetijstvo je osnovni varuh okolja. Znanost ima ključno vlogo pri ustvarjanju novega znanja, analizi trenutnih razmer in nudenju strokovne podpore odločevalcem. Njena naloga je, da z objektivno analizo dejanskih razmer pridobi relevantne podatke, ki so podlaga za utemeljene in dolgoročno koristne odločitve. Tako vsako leto na strokovni konferenci Miti in resnice o okolju, naslavljajo aktualne izzive in pridejo do kar nekaj drugačnih zaključkov, ki se razlikujejo od javno razširjenih prepričanj.

Izpostavil je, da se vsi zavedamo nujnosti varovanja okolja, vendar pri tem ni enostavnih rešitev. Zato je ključna strokovna analiza, ki služi kot temelj za premišljene in odgovorne odločitve. Ob tem se postavlja temeljno vprašanje: kaj dejansko pomeni varovanje okolja? Posebej je izpostavil Belo knjigo o strokovnem varovanju okolja, pripravljeno v prejšnjem mandatu Državnega sveta. Poudaril je, da varovanje okolja pomeni zaščito življenja – ljudi, živali in rastlin – ter opozoril, da je pomembno razumeti, kje je življenje najbolj prisotno. Na avtocestah in v trgovskih središčih je okolje večinoma mrtvo, medtem ko so kmetijske površine, travniki in gozdovi prostori bujnega življenja. Izpostavil je, da tam, kjer je kmet, tam je tudi življenje. Kljub temu je prav kmetijstvo pogosto tarča javnih in medijskih kritik, ki ga označujejo kot okoljsko spornega, kar pa je v veliki meri neutemeljeno.

Najprej je treba jasno opredeliti, kaj najbolj škoduje okolju in življenju. Glede rasti števila prebivalstva in povečevanja življenjskega standarda ugotavlja, da se globalna rodnost že zmanjšuje, kar pomeni, da to ni več glavni problem. Ključna vprašanja se torej nanašajo na način ravnanja z okoljem, zato je treba prepoznati dejavnosti, ki okolje uničujejo, in tiste, ki so zanj dejansko koristne. Poudarja, da fosilna goriva, ki so eden največjih virov emisij CO₂, predstavljajo resno grožnjo okolju.

Nasprotno pa so emisije iz kmetijstva (npr. metan pri kravah) v javnosti pogosto neupravičeno predstavljene kot eden največjih onesnaževalcev. Podatki jasno kažejo, da je razmerje med emisijami premoga in alternativnimi viri, kot so jedrska, vetrna in sončna energija, izrazito v korist slednjih. Kljub temu opozarja na previdnost pri radikalnih zahtevah za zeleni prehod. Zelene politike in prehod na trajnostne vire energije zahtevajo poglobljene analize. Na videz enostavne rešitve, kot so množična uvedba električnih avtomobilov ali postavitev vetrnih elektrarn, brez celostne presoje njihovih dolgoročnih vplivov na okolje, lahko prinesejo več škode kot koristi. Strokovne analize kažejo, da je jedrska energija bistveno učinkovitejša pri zmanjševanju emisij in trajnostni porabi virov kot mnogi popularni pristopi. Pri tem je ključno, da se odločitve o energetske rešitvah ne sprejema zgolj na podlagi cene ali enostranskih kazalnikov, temveč celostne ocene vseh vplivov.

Nadalje je izpostavil pomen ohranjanja biotske raznovrstnosti, saj globalizacija in invazivne vrste ogrožajo avtohtone živalske in rastlinske vrste. Radikalno odstranjevanje invazivnih vrst, kot so na primer nutrije, je nujno za preprečevanje izgube biodiverzitete. Predstavil je izjemno zgovorne podatke o prispevkih kmetijstva k okolju. Kmetijske površine prispevajo k proizvodnji kisika, absorpciji CO₂ in ustvarjanju biomase v znatno večjih količinah kot površine brez vegetacije, kot so avtoceste ali mestna območja. Kljub temu se v medijih in v javnosti največkrat poudarjajo le negativni vidiki kmetijstva, medtem ko se njegovih pozitivnih vplivov na okolje skoraj ne omenja. To je paradoks, saj je ravno kmetijstvo ključni dejavnik ohranjanja življenja in okolja. Poudaril je, da največja okoljska grožnja v Sloveniji ni kmetijstvo, temveč izguba kmetijskih površin. Po številu avtocestnih kilometrov in površini trgovskih središč smo med vodilnimi v Evropi, kar vodi v nadaljnje

uničevanje dragocenih obdelovalnih kmetijskih zemljišč. Ob tem izpostavlja, da je postavljanje sončnih panelov po kmetijskih površinah eno najbolj nesmiselnih uničevanj okolja v imenu njegove zaščite. Takšna praksa je skrajno neučinkovita in okoljsko škodljiva, vendar je v javnosti pogosto predstavljena kot koristna.

Zaključil je, da varovanje okolja pomeni varovanje življenja zato mora temeljiti na strokovnih, objektivnih analizah. Kmetijstvo je dejavnost, ki najbolj prispeva h kakovosti življenja in okolja, vendar je pogosto neupravičeno kritizirano. Naloga znanosti in strokovnih razprav je, da na to opozorijo ter spremenijo percepcijo javnosti in odločevalcev. Le z razumnim pristopom in celovito analizo lahko zagotovimo trajnostno prihodnost za vse.

Mag. Tomaž Ogrin z Instituta Jožef Stefan je v prispevku z naslovom Kmetijstvo in podnebne spremembe izpostavil, da podnebne spremembe postavljajo kmetijstvo, kot eno najbolj vremensko občutljivih panog, pred številne izzive. Ekonomijo kmetijstva dodatno ogrožajo vremenske ujme, kot so dolgotrajne suše, poplave, toče, zemeljski plazovi, ekstremni vetrovi ter nenadne temperaturne spremembe (npr. pozebe). Zaščita pred tovrstnimi pojavi ni novost, vendar se zaradi podnebnih sprememb pričakuje pogostejša pojavnost ekstremnih vremenskih razmer, kar zahteva prilagoditve na sistemski ravni.

Izpostavil je pomen ločevanja med vremenom in podnebjem, zlasti v kontekstu razprav o podnebnih spremembah. Kmetijstvo v Sloveniji deluje v raznolikih podnebnih pogojih, saj na različnih območjih prevladujejo trije osnovni podnebni tipi: zmerno celinsko podnebje na vzhodu, subalpsko podnebje v osrednjem delu države (vključno z alpskim podnebjem v

gorskem svetu) ter submediteransko podnebje na zahodu. Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) spremlja vremenske razmere z meritvami, kot so temperature in padavine, ter pri napovedih upošteva dolgoročnejshe podnebne trende. V skladu z usmeritvami Svetovne meteorološke organizacije se podnebne razmere ocenjujejo na osnovi 30-letnih obdobj, da bi se izognili napačnim interpretacijam podnebnih razmer zaradi vplivov različnih cikličnih sprememb.

Primarna naloga politike je zagotoviti kmetijstvu ustrezno in učinkovito zaščito pred vremenskimi ujmami, ki močno obremenjujejo gospodarstvo tega sektorja. Ti ukrepi sodijo v okvir prilagajanja na podnebne spremembe, katerih obseg in narava ostajata nepredvidljiva. Ob tem je ključno poudariti, da uvajanje strogih ukrepov, kot je razogljčenje, z radikalnim zmanjševanjem izpustov ogljikovega dioksida (CO_2) in metana (CH_4) v kmetijstvu, ni nesporno znanstveno utemeljeno, saj je še mnogo nepojasnjene. CO_2 predstavlja zgolj 0,042 % atmosfere, pri čemer so človeški izpusti ocenjeni na le 4–6 % tega deleža, kar pomeni približno 0,0025 % vseh atmosferskih plinov. Zato ostaja ključno vprašanje, ali je lahko tako majhen delež ogljikovega dioksida resnično glavni povzročitelj globalnega segrevanja, saj dosedanje znanstvene ugotovitve tega nedvoumno ne potrjujejo. Čeprav je metan močan toplogredni plin, je v atmosferi prisoten v zelo nizkih koncentracijah, njegova vloga pri podnebnih spremembah pa je še vedno predmet raziskav. CO_2 je hkrati ključen za fotosintezo in rast rastlin, kar dokazuje tudi praksa povečevanja koncentracij CO_2 v rastlinjakih na približno 1200 ppm za izboljšanje pridelka. Ne gre spregledati, da ima CO_2 tudi ključno vlogo pri uravnavanju pH vrednosti morske vode; z reakcijo z vodo ohranja njen pH na približno 8,2, kar je rahlo bazično in bistveno za obstoj morskih ekosistemov. Brez te naravne regulacije bi pH

lahko narasel na približno 12, kar bi onemogočilo preživetje večine morskih organizmov.

Politike, ki temeljijo na domnevah brez trdnih znanstvenih dokazov, lahko povzročijo več škode kot koristi. Vztrajanje pri radikalnem razogljčenju bi znatno oslabilo gospodarsko stabilnost kmetijskega sektorja, ogrozilo preživetje kmetij, zlasti v Sloveniji, kjer so te v povprečju manjše kot v drugih državah EU, in dodatno povečalo njihovo ranljivost. Za učinkovito in trajnostno prilagajanje na podnebne spremembe je nujno spodbujati ukrepe, utemeljene na preverjenih znanstvenih dognanjih. Obenem je nujna poglobljena znanstvena razprava o dejanskih dejavnikih podnebnih sprememb, vključno z vplivi, kot so oblaki, vodna para in albedo (odbojnost Zemljine površine), ki imajo ključno vlogo pri uravnavanju podnebja. Mnogi protesti kmetov v Evropi so opomin politiki, da mora najprej znanstveno utemeljiti učinek izpustov CO₂ in CH₄ na vreme in podnebja planeta in Slovenije. Resnost kmetijske pridelave in njen pomen za prehransko varnost prebivalstva ne dopuščata izvajanja ukrepov »na pamet«, kot jih trenutno uvaja politika, vključno z ukrepi v Strateškem načrtu skupne kmetijske politike 2023–2027. Takšni ukrepi so pogosto vprašljivi in včasih celo nesmiselni.

Izpostavil je tudi nujnost strateškega pristopa pri umeščanju infrastrukturnih objektov v prostor, zlasti v primeru infrastrukture za obnovljive vire energije, ki se jo v zadnjem času nekritično umešča v prostor, kar povzroča škodljive posledice za okolje ter kmetijstvo in gozdarstvo. Kot sporno prakso je navedel postavljanje vetrnih elektrarn in fotovoltaike na kmetijskih in gozdnih površinah, kar pogosto zahteva tudi goloseke. Zaskrbljujoče je predvsem umeščanje tovrstnih objektov na vodovarstvena območja, kjer bi bilo po njegovem

mnenju treba prepovedati gradnjo in zaščititi vodne vire. Vetrne elektrarne predstavljajo tveganje za zdravje zaradi pulzov nizkofrekvenčnega hrupa, pri čemer na tem področju še vedno nimamo ustreznih predpisov. Naša politika bi morala Evropski komisiji jasno sporočiti, da ne bomo dopuščali uničevanja Slovenije z nerazumnim širjenjem infrastrukture za obnovljive vire energije, ki v mnogih primerih ni ekonomsko upravičena, ni okoljsko sprejemljiva ali zanesljiva ter povečuje stroške infrastrukture brez zagotovitve želenih učinkov. Treba je razviti znanstveno utemeljene rešitve, ki so prilagojene lokalnim razmeram in potrebam prebivalstva.

Poudarja, da je treba pozorno in kritično spremljati svetovna dogajanja, kot so razne pobude za umetno meso in proizvodnjo hrane - moke iz insektov ter žuželk (ta naj bi bila že odobrena v sosednji Hrvaški), ki jih spodbuja Svetovni gospodarski forum. Te pobude predstavljajo potencialno nevarnost za tradicionalno kmetijstvo, ki ga je treba zaščititi.

Tanja Gorišek z Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo (v nadaljevanju: MKGP) in prehrano je predstavila prvo Podnebno poročilo o stanju v kmetijstvu, ki združuje vse ključne podatke in aktivnosti, povezane s podnebnimi ukrepi v kmetijstvu. Gre za vsebinsko zelo kompleksno poročilo, ki je rezultat sodelovanja med MKGP, Kmetijskim inštitutom Slovenije, Gozdarskim inštitutom, Geološkim zavodom Slovenije in javno službo kmetijskega svetovanja KGZS. Prvič so vsi ključni podatki zbrani na enem mestu, kar omogoča celovito razumevanje podnebnih izzivov in iskanje rešitev, ki zahtevajo interdisciplinarni pristop. Namen poročila je zagotoviti strokovno, nevtrarno in s podatki podprto vsebino, dostopno širši javnosti. MKGP si prizadeva, da bi poročilo postalo pomemben vir informacij ter relevantno za širšo strokovno javnost, in bo

lahko služilo kot podlaga za strokovne razprave in izhodišče za nadaljnji razvoj učinkovitih podnebnih ukrepov v kmetijstvu. V prihodnje si bodo prizadevali za širitev sodelovanja in nadaljnje izboljšanje kakovosti poročila.

Med ključnimi vsebinami podnebnega poročila je izpostavila poglavja, ki obravnavajo blaženje podnebnih sprememb, trajnostno rabo kmetijskih in gozdnih zemljišč, energetska učinkovitost v kmetijstvu, stanje in upravljanje kmetijskih tal, optimizirano rabo gnojil, prilagajanje na podnebna tveganja ter izvajanje spremljajočih aktivnosti na področju raziskav, strokovnih nalog in javne službe kmetijskega svetovanja.

Poudarila je pomen celovitega pristopa, ki vključuje tako blaženje kot prilagajanje podnebnim spremembam. Pri prilagajanju gre za strateško zmanjševanje ranljivosti sektorja z vidika podnebnih tveganj in krepitev odpornosti. V zvezi z blaženjem podnebnih sprememb je ključno zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, kot sta metan in dušikov oksid. Metan se večinoma sprošča zaradi fermentacije v prebavilih živali ter skladiščenja gnoja, medtem ko dušikov oksid izhaja iz uporabe in skladiščenja gnojil. Kmetijstvo, ki prispeva približno 10 % nacionalnih emisij toplogrednih plinov, je pogosto označeno kot sektor z visokimi emisijami. Podatki kažejo, da govedoreja prispeva približno 70 % emisij znotraj kmetijskega sektorja, kar predstavlja okoli 7 % vseh toplogrednih plinov v državi. Kljub temu so emisije v zadnjih desetletjih v upadu – od leta 1986 do 2022 so se zmanjšale za 16 %, kar je posledica več dejavnikov, vključno z zmanjšanjem obsega živinoreje in izboljšavami v rastlinski pridelavi. Stabilizacija emisij iz njivskih površin ter zmanjševanje emisij v rastlinski in živinorejski proizvodnji kažejo pozitivne trende, ki jih je treba še okrepiti. Nujno je prilagajanje podnebnim spremembam, ki vključuje ukrepe za

zmanjšanje ranljivosti in povečanje odpornosti kmetijstva na ekstremne vremenske razmere, kot so suše in poplave. Posebej je poudarila nujnost pospešenega uvajanja namakalnih sistemov, zlasti na področju pridelave zelenjave. Trenutno se namakalni sistemi v Sloveniji večinoma uporabljajo za hmelj, vendar obstaja znaten potencial za širšo uporabo. Ta pa je odvisna od več dejavnikov, vključno z interesom kmetovalcev, poenostavitvijo administrativnih postopkov ter ustrezno podporo politiko.

Ob tem poročilo jasno izpostavlja, da kmetijstvo ni zgolj vir emisij, temveč ima tudi velik potencial za ponor ogljikovega dioksida, še posebej prek skladiščenja ogljika v kmetijskih zemljiščih. Ustrezno in trajnostno upravljanje kmetijskih zemljišč omogoča, da kmetijstvo postane ključen dejavnik v boju proti podnebnim spremembam, saj ne le zmanjšuje emisije, temveč tudi aktivno prispeva k odvzemu ogljikovega dioksida iz ozračja. Pri tem se izpostavlja pomen kmetijstva pri soočanju s podnebnimi izzivi ter poudarja nujnost ukrepov, ki obravnavajo vse vidike tega sektorja. Izpostavljena je bila tudi problematika poročanja, kjer so prispevki kmetijstva k ponorom ogljika pogosto spregledani, kar je lahko posledica neustreznih ali pomanjkljivih metodologij poročanja. Stabilnost emisij iz njivskih površin ter postopno zmanjševanje ponorov iz travinja kažeta na potrebo po nadaljnjem trajnostnem upravljanju zemljišč. Celosten pristop izpostavlja ključni pomen kmetijstva v boju proti podnebnim spremembam ter poudarja potrebo po ukrepih, ki vključujejo učinkovito poročanje in trajnostno dolgoročno upravljanje kmetijskih virov.

Kmetijstvo v Sloveniji se sooča z resnimi izzivi, med katerimi izstopa izguba kmetijskih zemljišč zaradi urbanizacije, pozidave, umeščanja infrastrukture in zaraščanja. Po obsegu

njivskih površin na prebivalca je Slovenija na samem repu Evropske unije, za njo je le nekaj držav, ki so pomanjkanje kmetijskih zemljišč nadomestile z zelo intenzivnim kmetijstvom. Z zmanjšanjem obsega in kakovosti kmetijskih površin pa upada tudi njihova sposobnost skladiščenja ogljika in s tem prispevek k blaženju podnebnih sprememb. Pri obravnavi problematike izgube kmetijskih zemljišč se pozornost pogosto osredotoča zgolj na ekonomske posledice, premalo pa se upošteva širši vidik, povezan z izgubo ključnih ekosistemskih in podnebnih funkcij, ki jih ta zemljišča zagotavljajo. Celostno vrednotenje teh funkcij je ključno za oblikovanje trajnostne kmetijske politike, ki bo uravnoteženo varovala naravne vire in zagotavljala prehransko varnost. Izpostavila je, da so kmetijska tla v Sloveniji kakovostna in dobro založena s hranili. Na področju manjšanja rabe mineralnih gnojil so vidni pozitivni trendi, prav tako se zmanjšuje bilančni presežek dušika in fosforja. Ti kazalniki odražajo trajnostno naravnane ukrepe in izboljšane kmetijske prakse.

Na področju energetske učinkovitosti v kmetijstvu trenutno prevladuje uporaba dizelskega goriva, sledijo električna in toplotna energija. Vendar se v kmetijskem sektorju porabe in proizvodnje obnovljivih virov energije še vedno ne spremlja sistematično, kar bo v prihodnje treba izboljšati. Sončne celice na strehah kmetijskih objektov trenutno predstavljajo najpogostejši vir obnovljive energije, hkrati pa ostajajo številni neizkoriščeni potenciali, kot je geotermalna energija, ki bi lahko pomembno prispevala k večji energetske učinkovitosti in trajnostnemu razvoju kmetijstva.

Erik Margan z Instituta Jožef Stefan (v nadaljevanju: IJS) je uvodoma pojasnil, da predstavljena stališča v prispevku z naslovom CO₂ in metan - plini življenja? niso uradna stališča

IJS, temveč njegovo osebno mnenje. Predstavil je podatke in argumente, ki izhajajo iz javno dostopnih uradnih virov in kažejo na pogosto nekonsistentnost in neutemeljenost uradnih političnih stališč ter stališč aktivistov glede podnebne krize, predvsem v povezavi z emisijami CO₂. K podnebnim spremembam prispevajo naravni dejavniki bistveno bolj kot emisije CO₂. Pa vendar se v javnosti CO₂ v okviru Medvladnega foruma za podnebne spremembe (IPCC), OZN, Evropske komisije, slovenskih državnih organov, množičnih medijev in podnebnih aktivistov pogosto predstavlja kot glavni vir onesnaževanja okolja, kar služi kot utemeljitev t. i. radikalnega zelenega prehoda. Vendar analize kažejo, da je nujen bolj uravnotežen in premišljen pristop obravnave podnebnih sprememb. Avtor poudarja, da trenutni podatki ne potrjujejo obstoja podnebne krize, in celo izraža mnenje, da nismo v podnebni krizi, kot nas poskušajo prepričati. Statistični podatki kažejo, da suše in poplave ne izkazujejo izrazitih dolgoročnih trendov poslabševanja. Število močnih tornadov v ZDA celo upada, medtem ko tropske nevihte in njihova energija ostajajo večinoma stabilne. Zato meni, da številne zgrešene napovedi pripomorejo k pretiranim ocenam o nujnosti in obsegu podnebnih ukrepov.

CO₂ namreč ni le ena izmed sestavin ozračja, ampak ključen plin za življenje na zemlji. Rastline ga uporabljajo pri fotosintezi, kar omogoča pridelavo hrane in ozelenitev planeta. NASA-jeve študije so pokazale, da se je zaradi višjih koncentracij CO₂ v zadnjih desetletjih pozelenitev planeta povečala za približno 15 %. CO₂ tako ni »nesnaga«, temveč hrana za rastline, kar je še posebej pomembno v primerih suše, saj višje koncentracije izboljšujejo odpornost rastlin. Človeški izpusti CO₂ znašajo približno 36 Gton na leto, kar predstavlja zgolj okoli 5 % naravnega letnega pretoka CO₂ med ozračjem, kopenskimi

rastlinami in bakterijami ter oceani (780 Gton na leto). Naravni cikli in ponori CO₂ vsako leto izmenjajo približno četrtno celotne količine CO₂ v ozračju. To kaže, da človeški vpliv na ravni CO₂ v atmosferi ni prevladujoč.

Podnebje se spreminja, lokalno tudi zaradi človekovih posegov v prostor, vendar to ni neposredno povezano z izpusti CO₂. Naravni procesi, kot so sončno sevanje, geološki dogodki in vodna para, igrajo veliko pomembnejšo vlogo pri uravnavanju temperature planeta. Toplogredni učinek CO₂ je omejen, saj je njegov spektralni prispevek k segrevanju delno prekrit z vodno paro, ki je v ozračju prisotna v 10- do 100-krat večjih količinah. Že Fourier, francoski matematik in fizik, je dognal, da do toplogrednega učinka pride le, če se segretemu zraku prepreči dvigovanje, širjenje in posledično ohlajanje. V odprtem ozračju so tako pogoji za toplogredni učinek omejeni, učinek pa je zanemarljivo majhen.

Zgodovinski podatki kažejo, da se temperature in ravni CO₂ v preteklosti pogosto niso gibale vzporedno, kar izpodbija preprosto vzročno-posledično razmerje med njima. Geološka preteklost Zemlje kaže, da so se temperature pogosto spreminjale neodvisno od koncentracij CO₂. Meni, da se danes Zemlja nahaja v obdobju, ki je po geoloških merilih blizu ledeni dobi, koncentracija CO₂ v ozračju pa je zgodovinsko gledano na nizki ravni. Kot zanimivost je omenil, da je trenutna koncentracija CO₂ približno stokrat manjša od tiste v izdihanem zraku ljudi. Poleg tega fotosinteza, ključni proces za preživetje rastlin, preneha delovati pri koncentracijah CO₂ pod 150 delcev na milijon, kar bi povzročilo množično odmrtnost rastlin. CO₂ je ključen za ohranjanje življenja na Zemlji in prispeva k biološki produktivnosti ter odpornosti ekosistemov. CO₂ zato ni preprost gumb na planetarnem termostatu, kot ga pogosto predstavljajo,

temveč deluje kot eden od številnih dejavnikov v zapletenem sistemu naravnih procesov. Ukrepi za zmanjšanje emisij CO₂, ki so osnova zelenega prehoda, temeljijo na napačnih predpostavkah in imajo lahko negativne posledice. Namesto demonizacije CO₂ bi morali njegovo vlogo v ekosistemu obravnavati z vidika trajnosti in podpore življenju.

Koncentracija metana (CH₄) se je v zadnjih 40 letih povečala z 1,65 na 1,95 delca na milijon, kar ne predstavlja katastrofe. Po ocenah IPCC naj bi povprečni življenjski čas metana v atmosferi znašal približno 12 let, vendar novejša raziskave kažejo, da je ta čas bistveno krajši. Ker je metan dvakrat lažji od zraka, se hitro dviguje v višje plasti atmosfere, kjer je izpostavljen močnejšemu ultravijoličnemu sevanju in višjim koncentracijam ozona, kar pospešuje njegovo razgradnjo. Poleg tega približno 95 % metana v ozračju izvira iz naravnih virov – iz zemlje oziroma zemeljskih procesov.

Dr. Jože Verbič s Kmetijskega inštituta Slovenije je spregovoril o tem, da je prispevek slovenske živinoreje k podnebnim spremembam precenjen. Izpostavil je, da ima živinoreja, kljub izpustom toplogrednih plinov, tudi pomembne pozitivne vplive zlasti v povezavi s shranjevanjem ogljika v kmetijskih tleh. Ključna vloga se kaže pri trajnem travinju in uporabi hlevskega gnoja, kar prispeva k povečevanju zalog organskega ogljika v tleh ter hkrati zmanjšuje posledice emisij CO₂. Travniki so pomemben ponor ogljika, saj na letni ravni absorbirajo med 400 in 600 kiloton ogljika. Da živinoreja prispeva k večanju zalog ogljika v njivskih tleh, dokazujejo dolgoročni poskusi, ki jih izvajata centra za razvoj kmetijstva in podeželja v Jablah in Rakičanu. Poskusi, ki trajajo že več kot 30 let (kolobar brez gnojil z organskimi ostanki ali z dodatkom hlevskega gnoja), jasno kažejo, da uporaba hlevskega gnoja bistveno povečuje

zaloge organskega ogljika, kar krepi dolgoročno rodovitnost in trajnost kmetijskih površin ter povečuje biotsko raznovrstnost. Hlevski gnoj je nepogrešljiv vir organskega materiala, ki izhaja iz živinoreje. Njegova uporaba je ključna za ohranjanje zdravja tal in trajnostno kmetovanje.

Zgodovinski pregled raziskav o metanu razkriva, da je problematika metana znana že več kot 150 let. Prve raziskave so pokazale, da rejne živali izločajo metan zaradi fermentacije v prebavilih, pri čemer izgubijo 10 do 20 % zaužite energije. Živinorejska stroka si tako že desetletja prizadeva zmanjšati te izgube, kar ne prinaša samo okoljskih koristi, temveč tudi povečuje učinkovitost proizvodnje mleka in mesa. Leta 2006 je poročilo Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) z naslovom Dolga senca živinoreje pritegnilo veliko pozornosti širše javnosti z navedbo, da živinoreja povzroča 18 % globalnih emisij toplogrednih plinov. Ta trditev je pogosto napačno interpretirana, saj upošteva celotno živinorejo na svetovni ravni, pri čemer so velike razlike med regijami. Na primer število govedi v Afriki presega 190 milijonov, medtem ko jih je v Evropi manj kot 90 milijonov. Evropska intenzivna živinoreja je emisije metana v zadnjih desetletjih zmanjšala za 35 %, medtem ko so se v Južni Ameriki in Afriki emisije povečale tudi zaradi znatnega povečanja števila živali. Prispevek evropske živinoreje k svetovnim emisijam metana tako znaša le 1,5 %. Glede na kratko obstojnost metana to pomeni, da bi dodatno znatno zmanjšanje evropske živinoreje imelo minimalen vpliv na globalno koncentracijo metana v ozračju.

Ker je prispevek slovenske živinoreje k podnebnim spremembam precenjen približno za 4,6-krat, so se v zvezi s tem pojavili trije ključni nezaželeni učinki.

Prvič - stigmatizacija poklica živinorejca - medijski diskurz, ki kmete pogosto prikazuje kot povzročitelje škode okolju, negativno vpliva na ugled poklica. Ta družbena stigma je zagotovo eden od razlogov za drastično zmanjšanje števila govedorejskih kmetij, med letoma 2020 in 2022 se je njihovo število prepolovilo.

Drugič - neustrezne prehranske smernice - nepravilna ocena vpliva metana, povezanega z živinorejo, vodi do pritiska na prilagajanje prehranskih smernic, ki niso strokovno utemeljene. Prehranske smernice bi morale primarno izhajati iz zdravstvenih vidikov prehrane, ne pa zgolj iz enostranskih okoljskih ocen.

Tretjič - preusmerjanje pozornosti od resničnih izzivov živinoreje - namesto osredotočanja na metan bi bilo treba več pozornosti nameniti drugim pomembnim vprašanjem, kot so zmanjšanje sproščanja dušikovih spojin v okolje (vključno z amonijakom in onesnaževanjem voda) ter omejevanje uporabe hrane za krme, ki bi bila primerna za prehrano ljudi, ter večja izraba nejedljive biomase, kot so trava, žetveni ostanki in stranski proizvodi. Prežvekovalci so namreč prilagojeni za predelavo tovrstne biomase, kar je izjemno pomembno za trajnostno kmetijstvo. Krava ima naravo idealno simbiozo mikroorganizmov v prebavnem sistemu, ki omogoča pretvorbo energije celuloze v mleko in meso. Ta naravni proces poteka pri optimalnih pogojih, ki jih žival - krava sama vzdržuje. Zagotavlja ustrezno temperaturo in anoksične razmere za fermentacijo, hkrati pa omogoča odvajanje produktov fermentacije, ki se pretvorijo v mleko in meso. Ob ustreznem gospodarjenju je krava sposobna sama nabrati hrano – biomaso. Kompleksnosti in učinkovitosti krave ni mogoče posnemati v nobenem laboratoriju, čeprav se na trgu že pojavlja laboratorijsko pridelano meso.

Zdi se, da se oddaljujemo od ohranjanja integriranih in diverzificiranih načinov kmetovanja, ki so značilni za slovensko kmetijstvo. Integrirani kmetijski sistemi, ki združujejo poljedelstvo in živilorejo, prispevajo k večji trajnosti in odpornosti kmetijstva.

Prof. dr. Rafael Mihalič s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani je imel prispevek z naslovom Zelena elektrika za vsako ceno ali koliko je res vredno oplemenitenje njiv z agrofotovoltaiko in vetrnicami. Izpostavil je, da je temelj vsake civilizacije njena sposobnost učinkovitega pretvarjanja energetskih virov za lajšanje življenja in spodbujanje napredka. Ta koncept ostaja nespremenjen že tisočletja, pri čemer je zanesljiva oskrba z energijo ključna za obstoj in razvoj sodobne družbe. Vendar sodobne težnje, kot je razogljčenje, prinašajo kompleksne izzive. Predpostavka, da je mogoče zmanjšati porabo energentov, hkrati ohraniti življenjski standard in doseči cilje, kot je zmanjšanje emisij CO₂, se pogosto sooča s pragmatičnimi omejitvami, zlasti v luči naraščajočih stroškov. Industrija in kmetijstvo sta med prvimi, ki občutijo posledice teh sprememb. Njuna ranljivost se hitro prenaša na druge segmente družbe, kar poudarja nujnost premišljenega pristopa k energetski tranziciji.

Evropska unija se je odločila za ambiciozno, a tvegano energetsko strategijo, ki vključuje popolno razogljčenje do leta 2050 z osredotočenjem na obnovljive vire energije. Kljub deklarativnemu poudarku na trajnosti in okoljski odgovornosti pa ta pristop prinaša številne izzive, tako tehnične kot finančne, ki vzbujajo dvome o njegovi izvedljivosti v predvidenih časovnih okvirih. Poleg tega so vprašljive tudi dejanske okoljske koristi te politike.

Medtem ko sta sončna in vetrna energija pogosto predstavljeni kot najcenejša energetska vira, realni izračuni kažejo drugačno sliko. Vsak energetski vir – od sonca in vetra do premoga – je brezplačen le do trenutka, ko ga začnemo izkoriščati. Stroški električne energije iz obnovljivih virov se hitro povečujejo, ko vključimo subvencije in druge stroške. Analiza za leto 2023 razkriva, da so subvencije za sončne elektrarne znašale 200 evrov na megavatio uro, kar je štirikratnik povprečne predkovidne cene električne energije. Čeprav je postavitve sončne elektrarne na prvi pogled relativno dostopna, stroški narastejo, ko je treba zagotoviti ustrezno infrastrukturo. Obstoječi elektroenergetski sistem, zgrajen skozi stoletja razvoja elektrotehnike, ni bil zasnovan za podporo množične decentralizirane proizvodnje, ki jo omogočajo obnovljivi viri. Uresničitev slogana Sončna elektrarna na vsako streho bi zahtevala celovito prenovo omrežja – od nizko- do sredjenapetostnih sistemov – kar bi bilo izjemno drago, na podeželju pa zaradi nizke gostote prebivalstva še dražje. Poleg tega obnovljivi viri energije zahtevajo dodatne hranilnike energije, prilagoditve sistema za obvladovanje nepredvidljive proizvodnje ter zagotovitev rezerve energije v obdobjih brez sonca in vetra. Ključno vprašanje - kdo bo nosil stroške teh sprememb, ostaja odprto, vendar je jasno, da se bo finančno breme na koncu preneslo na družbo.

Ne gre spregledati okoljskih posledic, povezanih z implementacijo novih energetskih sistemov. Na primer za postavitve 1.000 kilometrov bakrenih kablov, ki bi bili potrebni za nov sistem, bi potrebovali ogromne količine bakra iz na primer rudnikov v Čilu, kar bi povzročilo obsežne okoljske vplive v državah proizvajalkah. Takšen izvoz težav ne rešuje globalnih izzivov – zgolj preusmerja bremena na druga območja, medtem ko ohranjamo navidezno urejenost na

domačem dvorišču. Poleg tega ostaja odprto vprašanje recikliranja teh sistemov po koncu njihove življenjske dobe. Dodatno skrb vzbuja umeščanje vetrnih elektrarn na kmetijska zemljišča. Vse te posledice zahtevajo temeljito analizo in uravnoteženo obravnavo v širšem kontekstu trajnostnega razvoja, saj ignoriranje teh vidikov vodi k neupravičenim kompromisom med energetske cilji in dejanskimi okoljskimi ter družbenimi stroški.

Kljub napredku tehnologije in pocenitvi obnovljivih virov energije njihova dejanska cena še vedno ostaja visoka zaradi potrebnih prilagoditvenih ukrepov v strukturi in obratovanju elektroenergetskega sistema. Vrednotenje investicij, ki temelji zgolj na ceni obnovljivih virov, ne odraža vseh dejanskih stroškov, kar ustvarja izkrivljeno sliko o njihovih ekonomskih prednostih. Zato je na mestu kritika trenutnega pristopa k ocenjevanju stroškov obnovljivih virov, ki ne upoštevajo celotnih stroškov za družbo. Koncept izravnane stroška električne energije (angl. levelized cost of electricity) (LCOE) zanemara dodatne stroške, kot so posodobitev omrežja, subvencije in negativni vplivi na okolje ter prostorski konflikti, kar bi bilo zajeto v izračunu po konceptu polnega stroška električne energije (angl. full cost of electricity) (FCOE).

Problem, s katerim se soočamo pri povečanju deleža obnovljivih virov energije (OVE), predvsem sončnih elektrarn, je t. i. kanibalski učinek, ki znižuje tržno vrednost proizvedene energije iz OVE zaradi njihove povečane uporabe in vodi v tržne disfunkcije. Subvencije in administrativni posegi na trgu z električno energijo, kot so obvezni odkupi energije iz OVE, dodatno poslabšujejo situacijo.

V Nemčiji subvencije za obnovljive vire pogosto ustvarjajo pogoje, ko cena električne energije na trgu pade pod nič.

Upravljalci omrežja so tako prisiljeni odkupovati energijo po približno 120 evrov na megavatno uro, hkrati pa jo na trgu prodajajo po simboličnem evru ali celo plačujejo za njen odjem. Posledično nastajajo mesečne izgube v višini dveh milijard evrov, kar destabilizira trg in povečuje finančne obremenitve.

V preteklosti je cena električne energije sledila predvidljivemu vzorcu porabe – bila je višja podnevi, ko je poraba največja, in nižja ponoči. Danes pa proizvodnja iz sončnih elektrarn, ki doseže vrh prav ob največji porabi, pogosto povzroči padec cene pod nič. V Nemčiji, kjer je penetracija sončne energije visoka, je cena električne energije na borzi negativna tudi do 17 ur na dan. Kanibalski učinek močno vpliva na vrednost energije iz obnovljivih virov. V Nemčiji je zaradi tega učinka pričakovana vrednost energije iz sončnih elektrarn prepolovljena, če pa vključimo še stroške prerazporejanja proizvodnje (angl. redispatching), pade na četrtno. Ker je evropski energetski trg povezan, ta učinek prizadene tudi države z manjšim deležem sončnih elektrarn, vključno s Slovenijo.

Kanibalski učinek in trenutni sistem subvencioniranja OVE povzročata tržna neravnovesja. Trenutna politika prednostno spodbuja naložbe v sončne in vetrne elektrarne ter baterijske hranilnike, hkrati pa zanemara tehnološko in ekonomsko najučinkovitejše vire, kot so jedrske elektrarne, plinsko-parne elektrarne in premogovne elektrarne z visokim izkoristkom. Posledično postajajo ekonomsko smiselni predvsem energetske manj učinkoviti proizvodni načini, podprti z javnimi subvencijami. Takšen razvoj vodi v destabilizacijo energetskega sistema ter dolgoročno ogroža zanesljivost in trajnostno oskrbo z energijo.

Kritičen je bil tudi do evropske politike zmanjšanja emisij CO₂ v naslednjih 20 letih. Poudaril je, da cilji, kot si jih zastavlja

Evropa, zlasti Slovenija, nimajo zadostnega globalnega vpliva, da bi lahko sama bistveno prispevala k zmanjšanju emisij. Nadomestitev preostalih 90 % fosilnih virov v naslednjih 20 letih je realno neuresničljiva glede na dosedanja napredek.

Izpostavlja, da trenutni energetske sistem favorizira tiste, ki od njega profitirajo, medtem ko breme nosijo oziroma bo nosila celotna družba. Pri taki energetske politiki pa obstaja zelo veliko vprašanje, ali bo Evropi uspelo zagotoviti zanesljivo in poceni oskrbo z električno energijo. Še posebno velja to vprašanje izpostaviti v obstoječi krizi evropske industrije, strmemu padanju konkurenčnosti njenega gospodarstva in kmetijstva ter nakazujočih se varnostnih in ekonomskih krizah (trgovinske vojne) v prihodnje. Pozval je k odgovornemu in strokovno premišljenemu ukrepanju in ekonomsko utemeljenemu energetske preходу.

Prof. dr. Marija Klopčič iz Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je spregovorila o tem, da živinoreja ni le problem - je pomemben del rešitve. Izpostavila je, da svetovno prebivalstvo narašča hitreje, kot raste proizvodnja hrane, kar predstavlja velik izziv za zagotavljanje prehranske varnosti. Hkrati se povečuje globalno povpraševanje po kakovostnih živilih živalskega izvora. Po ocenah naj bi se do leta 2030 povpraševanje po mesu povečalo za 73 %, povpraševanje po mlečnih izdelkih pa za 58 %. Rast bo še posebej izrazita v državah v razvoju, kjer narašča srednji razred in s tem dostop do kakovostnih živil. Do leta 2030 se predvideva tudi znatna rast svetovnega gospodarstva. Indija in Kitajska bosta skupaj predstavljali približno 40 % svetovne potrošnje srednjega razreda, medtem ko sta v letu 2010 prispevali manj kot 10 %. Ta sprememba bo bistveno preoblikovala sestavo globalne porabe hrane. Poleg teh trendov vojni konflikti, kot so razmere v Ukrajini in drugje po svetu,

predstavljajo veliko tveganje za trajnostni razvoj živinoreje in prehransko varnost na sploh, saj vplivajo na oskrbovalne verige in stabilnost globalnih trgov.

Živinoreja ima ključno vlogo pri zagotavljanju prehranske varnosti, saj omogoča pretvorbo hrane, ki ni primerna za neposredno prehrano ljudi, v hranilno bogata živila, kot sta meso in mleko. Približno 86 % pridelane hrane, ki jo zaužijejo živali, sicer ni uporabna za človeško prehrano, kar potrjuje pomen živinoreje za trajnostno rabo virov. Poleg tega se vse bolj povečuje skrb za zdravje in dobrobit živali, kar neposredno vpliva na kakovost živalskih proizvodov. Na drugi strani pa nepredvidljive vremenske razmere negativno vplivajo na zdravje in počutje živali ter na pridelavo krme, kar predstavlja dodatne izzive za trajnostni razvoj živinoreje.

Predstavila je podatke o svetovnem staležu rejnih živali ter staležu v Evropski uniji, iz katerih je razvidno, da se je populacija rejnih živali v EU v zadnjih 20 letih zmanjšala za 8,9 %, trend zmanjševanja števila rejnih živali pa se še vedno nadaljuje. V letu 2023 je stalež živali v EU znašal: 133 milijonov prašičev, 74 milijonov goveda ter 68 milijonov ovac in koz. Večino živali v EU se redi v nekaj državah, pri čemer izstopajo Španija, Francija, Grčija in nekatere druge države. Slovenija pa sodi med države z najmanjšim staležem rejnih živali v Evropski uniji.

Živinoreja porabi 70 % kmetijskih zemljišč, vključno z območji, ki niso primerna za pridelavo hrane za ljudi. Zmanjšanje živinoreje bi imelo negativen vpliv na globalno segrevanje, rodovitnost tal in biotsko raznovrstnost. Če bi Evropska unija popolnoma ukinila živinorejo, to ne bi bistveno vplivalo na emisije toplogrednih plinov, bi pa resno ogrozilo ohranjanje rodovitnosti tal in biotske raznovrstnosti. Živinoreja namreč

prispeva k ohranjanju rodovitnosti tal z vnosom organske mase in živalskih izločkov, kar izboljša strukturo tal, povečuje njihovo kapaciteto za zadrževanje vode in pomembno prispeva k biotski raznovrstnosti.

Kar zadeva ambivalenten (protisloven) učinek intenzivne živinoreje na biotsko raznovrstnost, je kljub negativnim vplivom treba poudariti, da prežvekovalci prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti. Reja teh živali omogoča pridelavo raznovrstnih krmnih rastlin, vključno z medovitimi vrstami, ter terja obdelovanje različnih tipov travnikov in pašnikov. Diverzifikacija kmetijskih zemljišč in skrb za urejeno krajino pomagata ohranjati habitate, kar pozitivno vpliva na biotsko raznovrstnost ter zdravje tal, kar je ključno za ohranjanje rodovitnosti.

V Sloveniji trajno travinje zadnjih 50 let obsega kar 58 % vseh kmetijskih zemljišč, kar našo državo uvršča med vodilne države v Evropski uniji na tem področju. Večina teh površin leži na območjih z omejenimi možnostmi za kmetijsko dejavnost, kjer je kar 75 % površin pokritih s travinjem. Na teh območjih izvajanje druge kmetijske dejavnosti ni mogoče, kar še dodatno poudarja pomen živinoreje. Travinje je namreč primerno izključno za rejo prežvekovalcev, kot so govedo, drobnica in konji. Opuščanje živinoreje ima negativne posledice za okolje in kulturno krajino. Z zaraščanjem travnikov in pašnikov se zmanjšuje biotska raznovrstnost, povečuje pa se tveganje za erozijo tal in požare. Z opuščanjem živinoreje se pokrajina zarašča in izgublja svojo pestrost.

Čeprav živinoreja porabi med 8 in 15 % globalnih vodnih virov (FAO, 2020), je vpliv te porabe močno odvisen od regionalnega indeksa vodnega stresa (WSI). Slovenija ne sodi med države z visokim vodnim stresom. Voda je ključnega pomena za

preživetje ljudi, živali in rastlin, vendar se bo razpoložljiva količina pitne vode z leti verjetno zmanjševala. Obenem bo ta količina vse bolj neenakomerno razporejena skozi leto, kar bo imelo vpliv na vse dele ekosistema. Zgovorni so tudi podatki o porabi vode, ki kažejo, da je za pridelavo enega kilograma govejega mesa potrebnih med 20 in 520 litrov vode, za kilogram prašičjega ali perutninskega mesa 190 litrov, za kilogram mleka pa med 1 in 100 litri. Za primerjavo, ljudje za enkratno tuširanje porabimo med 50 in 70 litrov vode.

Nesporno je, da so negativni vplivi živinoreje na okolje prisotni, vendar jih je mogoče učinkovito zmanjšati z različnimi ukrepi. Eden ključnih pristopov je genska selekcija živali. Izboljšanje zdravja živali prispeva k večji produktivnosti in daljši življenjski dobi. Uporaba inhibitorjev metana in specifičnih prehranskih dodatkov lahko prav tako zmanjša proizvodnjo metana v prebavilih živali. Poleg tega učinkovita uporaba organskih gnojil zmanjšuje emisije in izboljšuje kakovost tal, medtem ko pestrost kolobarja, ki vključuje raznolike vrste rastlin, pripomore k izboljšanju strukture tal in zmanjšanju potrebe po kemičnih sredstvih. Sekvestracija ogljika na travinju, z urejanjem travnikov in pašnikov, povečuje zadrževanje ogljika v tleh, kar pomaga zmanjšati koncentracijo CO₂ v ozračju. Trajni travniki so še posebej pomembni za zadrževanje ogljika in zmanjšanje podnebnih sprememb. Zmanjšanje uporabe pesticidov pozitivno vpliva na zdravje ekosistemov in biotsko raznovrstnost. Sodobni hlevski sistemi omogočajo boljše pogoje za živali, kar izboljšuje njihovo dobrobit in produktivnost. Precizna živinoreja, ki uporablja napredne tehnologije za natančno spremljanje in prilagajanje potrebščin živali, povečuje učinkovitost in zmanjšuje okoljske obremenitve. Kmetje v Sloveniji in EU že vlagajo v napredne tehnologije in sodobne hlevske sisteme, ki

omogočajo večjo produktivnost, boljše pogoje za živali in zmanjšanje okoljskih vplivov.

Krožno gospodarstvo v živinoreji prinaša številne koristi, saj omogoča učinkovitejšo izrabo lokalnih virov in zmanjšuje odvisnost od uvoza, zlasti beljakovinskih virov, kot je soja iz Južne Amerike, s čimer se zmanjšuje tudi ogljični odtis. Povečana pestrost kolobarja izboljša kakovost tal in zmanjšuje potrebo po kemičnih sredstvih, kar prispeva k večji trajnosti in zdravju okolja. Živinoreja je ključen element trajnostnega krožnega kmetijsko-živilskega sistema, saj omogoča učinkovito kroženje hranil ter zmanjšanje odvisnosti od zunanjih virov, kot so dušična gnojila in fosilna goriva. Vključevanje živinoreje v krožno gospodarstvo je ključno za ohranjanje zdravih tal, biotske raznovrstnosti in kulturne krajine, saj pripomore k ravnovesju med proizvodnjo hrane, varstvom okolja in trajnostnim razvojem.

Živinoreja je nepogrešljiv del trajnostnega kmetijskega sistema, ki omogoča prehransko varnost, ohranjanje naravnih virov in vzdrževanje kulturne krajine. Prilagoditev sistemov živinoreje sodobnim izzivom je nujna, pri čemer je treba upoštevati regionalne specifičnosti in iskati ravnovesje med globalnimi cilji ter lokalnimi potrebami. Živinoreja mora pridobiti legitimnost kot trajnostna rešitev, ki združuje okoljske, gospodarske in družbene koristi. Prežvekovalci so osrednjega pomena za krožno gospodarstvo, potrebne pa so nekatere prilagoditve, ki bodo zmanjšale vpliv na okolje in izboljšale učinkovitost pridelave hrane. S pravilnim upravljanjem ima živinoreja potencial, da postane ključen dejavnik pri reševanju globalnih izzivov, kot sta podnebna kriza in zagotavljanje prehranske varnosti.

Andrej Rebernišek s Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije, Zavoda Ptuj, je izpostavil, da je kmet varuh okolja in prehranske varnosti. Kmet danes ni več zgolj pridelovalec hrane, temveč široko izobrazena oseba, ki obvlada kompleksna multidisciplinarna znanja. Sodobno kmetovanje je bistveno zahtevnejše kot pred desetletji, saj se od kmetov zahteva stalno prilagajanje na tehnološke, okoljske in zakonodajne spremembe. Trenutna zakonodaja, vključno s strateškimi dokumenti, kot je Strateški načrt za kmetijstvo s preko 1300 stranmi, je preobsežna in pogosto nerazumljiva, kar otežuje njeno izvajanje. Pri tem izpostavlja, da je treba predpise poenostaviti, da bodo jasni in jih prilagoditi na specifične potrebe različnih velikosti kmetij. Trenutno enoten pristop, ki ne razlikuje med majhnimi in velikimi kmetijami, demotivira manjše kmete in ogroža njihovo dolgoročno obstojnost, čeprav so prav ti ključni za ohranjanje obdelanosti slovenskega podeželja, preprečevanje zaraščanja in varovanje biotske raznovrstnosti.

Kmet je že zgodovinsko prvi varuh narave in okolja, saj je skozi svoje delovanje ohranjal okolje in kulturno krajino. Kljub temu je pogosto neupravičeno označen kot glavni krivec za degradacijo okolja, pri čemer glavni naravovarstveni kritiki pogosto prihajajo iz urbanih območij in ne razumejo naravnih procesov. Izpostavljeno je bilo, da je za dosego trajnostnih rešitev nujno potrebno vzpostaviti zaupanje in sodelovanje med kmeti, naravovarstveniki ter državnimi institucijami. Le z vključevanjem vseh deležnikov v pripravo zakonodajnih okvirov lahko zagotovimo uravnotežene in trajnostne rešitve.

Strateški cilj prehranske varnosti v Sloveniji ostaja pogosto zgolj deklarativen, brez jasnih in konkretnih ukrepov za njegovo uresničitev. Kritičen je bil do zelenega prehoda, ki prinaša zmanjševanje obdelovalnih površin in ekstenzifikacijo

kmetovanja, kar je v nasprotju z naraščajočimi potrebami prebivalstva, dvigovanjem življenjskega standarda in spopadanjem s podnebnimi spremembami ter globalnimi krizami kot je tudi vojna v Ukrajini. Izpostavil je tudi kritično pomanjkljivost pri samooskrbi z gnojili, semeni in fitofarmacevtskimi sredstvi v Sloveniji, kar se je izrazito pokazalo med pandemijo COVID-19.

Pri prilagajanju kmetijstva na podnebne spremembe je opozoril, da kmetijstvo ni edini sektor, ki prispeva k okoljskim spremembam. Izpostavil je vpliv letalskega in cestnega prometa, urbanizacije in gradnje infrastrukture, pri čemer denimo asfalt povečuje temperaturo ozračja. Meni, da je nujno trajnostno načrtovanje prostora, ki bi zmanjšalo negativne posledice za kmetijska zemljišča in vodne vire. Slovenija ima kljub izzivom eno najbolj ohranjenih kulturnih krajin in bogato biotsko raznovrstnost, kar je v veliki meri zasluga kmetov. Kljub temu njihov prispevek pogosto ni priznan, poklic kmeta pa v naši družbi ostaja stigmatiziran.

Generacijska pomladitev kmetij je nujna za prihodnost kmetijstva, vendar mladi kmetje potrebujejo večjo podporo in družbeno priznanje, da bi se odločili za prevzem kmetij. Izpostavljena je bila tudi potreba po zagotavljanju primerljivega stabilnega dohodka, saj negotovost dodatno zmanjšuje privlačnost poklica.

Predlaga jasne, razumljive in praktične predpise, regijski pristop k reševanju specifičnih lokalnih težav ter trajno financiranje naravovarstvenih in vodovarstvenih projektov, kot so npr. suhi zadrževalniki. Te vsebine pa ne smejo biti enačene s socialnimi vidiki podpor, temveč morajo biti jasno usmerjene k ohranjanju okolja in kmetijskih zemljišč. Ključnega pomena je ozaveščanje javnosti o pomenu kmetijstva, spoštovanje poklica kmeta bi

morali začeti graditi že v vrtcih in osnovnih šolah, da bi kmetijstvo v družbi dobilo mesto, ki si ga zasluži.

Tevž Tavčar s tednika Kmečki Glas je v prispevku z naslovom Doma ekološko in brez toplogrednih plinov, uvoz prost za vso nesnago izpostavil, da je evropska kmetijska politika eno ključnih področij, s katerim se intenzivno ukvarjajo tako nacionalne kot evropske institucije, saj je povezana z visokimi finančnimi vložki. Čeprav je njen namen podpirati trajnostno in konkurenčno kmetijstvo, pogosto ne naslavlja potreb kmetov, temveč se prilagaja širšemu volilnemu telesu. Politiki tako obljublajo boljšo prehrano, reševanje podnebnih sprememb in trajnostne pristope, kar pa prinaša nesorazmerne zahteve za evropske kmete. Ideološka razhajanja med političnimi strankami dodatno vplivajo na prioritete, kot je ekološko kmetijstvo, ki je kljub nespornimi koristim povezano z višjimi stroški in dodatnimi zahtevami.

Skupna kmetijska politika omogoča določene prilagoditve na ravni posameznih držav članic, kar vodi do razlik v implementaciji. Po posameznih področjih pa je politika enotno zavezujoča za vse države članice, kar lahko povzroča neskladja. Konkretni primer je zahteva po enotnem zmanjšanju uporabe fitofarmacevtskih sredstev za 50 %, ne glede na dejansko rabo. Na Nizozemskem, kjer povprečna uporaba presega 200 kilogramov dušika na hektar, so razmere bistveno drugačne kot v Sloveniji, kjer ta količina komaj doseže 50 kilogramov na hektar. Podobno neusklajenost povzročajo ciljne kvote za ekološko kmetijstvo. Francija, kot prestolnica najboljše hrane na svetu, je ugotovila, da ne bo mogla teh doseči ciljev in je zavrnila ta sprejeti plan ter izstopila iz evropske zaveze za povečanje deleža ekoloških površin.

Evropsko kmetijstvo je že zdaj med najbolj ekološkimi in trajnostnimi na svetu, hkrati pa se sooča z dejstvom, da so EU meje za uvoz kmetijskih izdelkov praktično odprte na stežaj. To ustvarja neenakopravno konkurenco z izdelki iz tretjih držav, kjer proizvodnja hrane ni podvržena tako strogim regulativam skupne kmetijske politike. Poleg tega so kmetijske površine v teh državah bistveno večje. Tako uvoženi pridelki iz Južne Amerike in drugih izvoznih zunaj EU pogosto ne ustrezajo visokim evropskim standardom, kar odpira vprašanja o njihovi kakovosti in trajnostni proizvodnji. Hkrati so evropski kmetje zavezani strogi zakonodaji, ki občutno zvišuje stroške pridelave, zaradi česar so ti med najvišjimi na svetu. Zahteve skupne kmetijske politike predstavljajo znatno finančno breme tako za posamezne kmete kot za države članice, kar postavlja evropsko kmetijstvo pred velik izziv – ohraniti trajnost in hkrati ostati konkurenčno v globalnem okolju.

Potrošniške navade v Sloveniji ostajajo usmerjene v nizkocenovne izdelke, kar dodatno otežuje položaj domačih kmetov. V preteklosti je minister Jože Mencinger izjavil, da je edini pomemben dejavnik nizka cena hrane, kar še danes odseva v slovensko potrošniški miselnosti. Podobno je Frans Timmermans, eden od avtorjev evropskega zelenega dogovora, ob vprašanju, kdo bo kupoval drago evropsko hrano, izjavil, da bodo to bogati meščani. Ta izjava spominja na znamenite besede kraljice Marije Antoinette iz 18. stoletja: »Če nimate kruha, jejte pčico,« in poudarja odtujenost od realnosti, s katero se srečujejo kmetje in potrošniki.

IV.

V razpravi so sodelovali Janez Beja iz Združenja hribovskih in gorskih kmetov Slovenije; Teos Perne, Civilna iniciativa 74; Anton Medved, državni svetnik in predsednik Sindikata kmetov Slovenije; Matjaž Valenčič iz Zveze ekoloških gibanj Slovenije; Darja Kirner, ekološka kmetica; Rok Sedminek, podpredsednik Zveze lastnikov gozdov in član odbora Evropskega združenja lastnikov gozdov; Karel Lipič iz Zveze ekoloških gibanj Slovenije; Milan Vnuk, kmet iz Dravskega polja; Roman Zalokar, predsednik Kmečkega sindikata za prehransko varnost ter gozdno in vodno gospodarstvo; Andrej Kastelic, kmet in živinorejec iz Novega mesta in Boris Orešek, sadjar iz Sevnice in predstavnik Sindikata kmetov Slovenije.

Janez Beja iz Združenja hribovskih in gorskih kmetov Slovenije je na posvetu izrazil veliko zadovoljstvo z razpravo in poudaril, da bi bilo ključno, da širša javnost prisluhne ter razume sporočila, predstavljena na dogodku. Ob tem je pozval k odpravi zmotnih prepričanj, da so kmetje uničevalci narave. Posebej ga je nagovorila izjava predsednika Državnega sveta, da so kmetje arhitekti naše kulturne krajine, in dodal, da so prav kmetje najpomembnejši varuhi okolja. Izpostavil je, da hribovski kmetje s svojim delom pomembno prispevajo k urejenosti podeželja, pogosto pa delujejo kot brezplačna "komunalna služba". Opozoril je na nesorazmerno vrednotenje dela na podeželju v primerjavi z mestom ter poudaril, da je lepota slovenskega okolja predvsem rezultat truda kmetov, ne politikov ali okoljevarstvenikov. Obenem je izpostavil ključni pomen živinoreje, ki je na strmih površinah pogosto edina mogoča dejavnost, ter opozoril, da bi njeno opuščanje privedlo do usodnih posledic za podeželje.

Teos Perne, Civilna iniciativa 74, je v razpravi izpostavil, da se s problematiko ukvarja že dlje časa in opozoril na resne pomanjkljivosti v znanstvenih podlagah, povezanih z zelenim prehodom. Po njegovem mnenju je osnovna teorija o vlogi CO₂ kot vzroku ali posledici globalnih sprememb še vedno zgolj hipoteza, ki po več kot stoletju ni bila znanstveno dokazana ali izmerjena. Pri obravnavi kmetijskega in gozdarskega sektorja je izpostavil nesorazmerno obremenjevanje posameznikov z ukrepi, kot je na primer popolna prepoved sečnje na tretjini gozdov. Kritično je ocenil koncept ponora ogljika v gozdovih in ga označil za znanstveno neutemeljenega, saj po njegovem prepričanju temelji na napačnih predpostavkah, ki niso podkrepjene z natančnimi meritvami ali raziskavami. Poudaril je, da kmetijstvo in gozdarstvo delujeta kot biološka krožna sistema, v katerih se ogljik ne kopiči trajno, temveč se skozi čas vrača v ozračje. Zavrača trditev, da bi ti sistemi lahko delovali kot trajni ponori ogljika, izjemo bi bilo moč pripisati zgolj školjčiščem. Kot rešitev je predlagal izvedbo konkretnih raziskav, ki bi zagotovile zanesljive strokovne podlage za sprejemanje odločitev in omogočile bolj utemeljeno ter smiselno razpravo o ukrepih v okviru zelenega prehoda.

Anton Medved, državni svetnik in predsednik Sindikata kmetov Slovenije, z veseljem ugotavlja, da je stroka na posvetu potrdila, da kmetijstvo ni problem, ampak rešitev za okolje, in poziva pristojne, naj to upoštevajo pri svojem delu. Izpostavlja hiter razvoj v zadnjih 200 letih, ki je pripeljal do trenutne družbene blaginje, ki pa je za velik del prebivalstva Republike Slovenije postala samoumevna. Meni, da je družba vredna toliko, kolikor ceni svoj najšibkejši člen – kmeta. Kmetijstvo ima ključno vlogo pri zagotavljanju hrane za prebivalstvo, vendar je kmet v današnji družbi manj cenjen kot v preteklosti. Kmet je postal

žrtev populizma in medijskega stereotipa, kjer ga predstavljajo kot največji okoljski problem. Kmetijstvo je temeljni gradnik narave in podeželja, kot ga poznamo danes. Slovenija je urejena kulturna krajina, domala skoraj naravni park Evrope. Kmet je prvi varuh narave, saj skrbi za obdelanost kmetijskih zemljišč, ki niso le površine, temveč živi biotopi, ki omogočajo rast in razvoj ekosistemov. V hektarju travnika, ki hrani eno kravo, se skriva neverjetna biotska pestrost, ki jo predstavljajo mikroorganizmi, dvakrat težji od krave, in ki zagotavljajo rast trave. Slovenski kmetje tako skrbijo za največji sistem bioreaktorjev, ki je temelj biotske pestrosti Slovenije. Ponosni so na svojo vlogo varuhov narave, vendar se soočajo s pritiskom številnih okoljevarstvenih uredb, ki ne priznavajo njihovega prispevka. Kmetijstvo ni le poklic, temveč življenjski slog. Kmet ne postaneš, ampak se kot kmet rodiš, saj kmetija potrebuje več generacij, da se postavi. Opozarja na nujnost zaščite kmetov, saj bodo brez njih prihodnje generacije lačne, če se bodo ukrepi, ki omejujejo kmetovanje, še naprej izvajali. Ob tem je izpostavil tudi, da se človek zave pomena varne in zdrave hrane šele, ko zboli. Pred tem pa porablja denar za drago tehnologijo in išče najcenejšo hrano.

Matjaž Valenčič iz Zveze ekoloških gibanj Slovenije je opozoril na preveč poenostavljeno obravnavo obnovljivih virov v kmetijstvu. Kmetije so namreč pomembni uporabniki energije, ki jo lahko pridobijo tudi iz obnovljivih virov, pri čemer je izpostavil primer mlekarne, kjer sončna elektrarna na strehi omogoča zadostno oskrbo z elektriko za hlajenje mleka. Meni, da pavšalno zavračanje obnovljivih virov na kmetijskih površinah ni upravičeno, saj trajni nasadi, kot so sadjarstvo in hmeljarstvo, lahko uspešno vključujejo fotovoltaike, res pa je, da ta ni primerna za vse kmetijske panoge. Poudaril je, da je

treba sprejeti dobre rešitve, kot so vetrnice in fotovoltaika, ki prispevajo k zmanjšanju okoljskih obremenitev. Prav tako je izpostavil, da kmetijski stroji prehajajo na elektriko, kar bo pripomoglo k zmanjšanju negativnega vpliva na okolje.

Zaprisežena ekološka kmetica Darja Kirner meni, da je Zelena agenda nesmiselna in nasprotuje njenim usmeritvam. Strokovno pritrditev za svoje stališče je prejela tudi na tem posvetu. Pri tem je izpostavila primer mednarodne znanstvene konference o podnebnih spremembah, ki je novembra 2024 potekala v Pragi pod okriljem organizacije Climate Intelligence Group. Na konferenci so ugledni mednarodni znanstveniki predstavili različne poglede na podnebne spremembe ter razpravljali o napakah v matematičnih modelih, netočnih napovedih in vplivih naravnih dejavnikov, kot so sonce, magnetizem in položaj planetov. Sklep konference je bil, da podnebnih sprememb ne gre pripisovati zgolj človekovim dejavnostim, ampak so te pretežno posledica naravnih pojavov. Poudarja, da je treba omogočiti neodvisno raziskovanje znanstvenikov brez političnih in sistemskih pritiskov. Izpostavila je, da noben znanstveni zaključek ni dokončen ter da mora znanost ostati odprta za dvome in nove izsledke, ki omogočajo napredek. Opozarja, da družba ne sme nekritično verjeti uradnim stališčem in da je treba dati priložnost neodvisni znanosti.

Rok Sedminek, podpredsednik Zveze lastnikov gozdov in član odbora Evropskega združenja lastnikov gozdov, je poudaril pomen trajnostnega upravljanja z gozdovi in naravnimi viri v Sloveniji. Izpostavil je izjemno biotsko raznolikost slovenskih gozdov, ki s 76 različnimi drevesnimi vrstami in grmovnicami sodijo v evropski vrh, ter kar 98 %-no naravno obnovo gozdov. Opozoril je na nujnost uravnoteženega pristopa pri okoljskih

ukrepih, saj prevelike omejitve ne smejo spremeniti Slovenije v "park Evrope". Slovenija ima že zdaj največ zemljišč pod Naturo 2000, dodatne omejitve bodo škodile kmetijstvu in gozdarstvu, ki sta zaradi restriktivnih ureditev že sedaj nekonkurenčna. Saj se v Sloveniji že zdaj pogosto uvaja strožje ukrepe od tistih, ki jih zahteva Evropska unija, kar še dodatno otežuje delovanje sektorjev. Kritiziral je populizem v kmetijstvu in kot zgleden primer navedel Avstrijo, kjer Kmetijsko-gozdarska zbornica zagotavlja, da je za ministra za kmetijstvo imenovan strokovnjak s tega področja. Izrazil je željo, da bi tudi v Sloveniji za kmetijske ministre imenovali kompetentne strokovnjake, ki bi sprejemali premišljene in izvedljive ukrepe. Opozoril je na tehnične omejitve pri uporabi fotovoltaičnih panelov na hmeljiščih, kjer konstrukcije ne zdržijo dodatnih obremenitev, saj ne prenesejo niti protitočnih mrež, kaj šele fotovoltaičnih sistemov, kar se je v praksi že izkazalo ob močnih vetrovih. Kot prebivalec Savinjske doline je izrazil zaskrbljenost zaradi umeščanja infrastrukture, gradbenih projektov in urbanizacije, ki vodijo v pozidavo in asfaltiranje velikih površin, s tem pa k izgubi kmetijskih zemljišč in povečanemu tveganju za poplave. Opozoril je na resne posledice, saj ob močnejših padavinah voda nima kam odteči, kar povzroča velike škode, zlasti v kmetijstvu. Izrazil je tudi kritiko politike umeščanja v prostor, ki vodi v dodatno izgubo več tisoč hektarjev zemljišč za projekte, kot so suhi vodni zadrževalniki in avtoceste. Kritičen je bil glede neprisotnosti predstavnikov Zavoda Republike Slovenije za varstvo narave na posvetu, saj bi ti lahko podali mnenja o izpostavljenih stališčih in navedbah. Prav tako je izpostavil problematiko financiranja nevladnih okoljevarstvenih organizacij in predlagal, da se več sredstev nameni znanstvenim raziskavam, ki bi zagotovile strokovne in utemeljene odgovore na aktualna vprašanja. Predlagal je tudi revizijo osnovnošolskih

učbenikov, kjer se kmetijstvo napačno označuje kot največji onesnaževalec v Sloveniji. Posebej je izpostavil učbenik za peti razred, iz katerega bi bilo po njegovi oceni treba to trditev črtati in s tem zagotoviti ustrezno predstavljanje dejstev o kmetijstvu.

Karel Lipič iz Zveze ekoloških gibanj Slovenije je uvodoma izpostavil svoje dolgoletno delovanje v nevladnem sektorju in poudaril potrebo po jasnem razlikovanju med različnimi vrstami nevladnih organizacij. V Sloveniji je po Zakonu o društvih registriranih približno 180 organizacij, vključno z društvi, zavodi, zvezami in fundacijami. Med njimi pa je okoli 30 profesionalnih in politično podprtih organizacij, pogosto označenih kot "plan B", ki zaradi svojega delovanja pogosto prispevajo k negativnemu vtisu o celotnem nevladnem sektorju. Zato poudarja, da splošno kritiziranje nevladnih organizacij ni dopustno; potrebno je jasno in konkretno poimenovati ter identificirati organizacije, na katere je kritika usmerjena. Poudaril je, da Zveza ekoloških gibanj Slovenije vedno deluje argumentirano, tudi na področju kmetijstva. Aktivno sodelujejo na strokovnih posvetih in že 28 let organizirajo okoljske posvete v Moravskih Toplicah, vendar za svoje delovanje niso deležni finančne podpore države. Kot kmet obdeluje 14 hektarjev ekološke kmetije na Kozjanskem, ki se nahaja na zemljiščih pod zaščito Nature 2000. Kmetija vključuje biotsko raznovrstnost in zaščitene suhe travnike, ki jih vzdržuje v skladu z vsemi okoljskimi standardi.

Milan Vnuk, kmet iz Dravskega polja, je poudaril, da kmetje, tudi na območjih intenzivnega kmetovanja, skrbno varujejo okolje, spoštujejo predpise in si prizadevajo ohraniti naravo za prihodnje generacije. To potrjujejo tudi redne analize, ki se izvajajo na vodovarstvenih območjih, kjer ni bilo ugotovljenih

kršitev. Ob tem je opozoril na politiko dvojnih meril: medtem ko so kmetje pod stalnim nadzorom in odgovorno ravnaajo z okoljem, se na bližnjem Pohorju neregulirano proizvaja umetni sneg, katerega kemikalije odtekaajo v podtalnico, kar je zaskrbljujoče.

Roman Zalokar, predsednik Kmečkega sindikata za prehransko varnost ter gozdno in vodno gospodarstvo, je izrazil ostro kritiko na račun slovenske kmetijske politike in zakonodaje. Opozoril je na čas Marije Terezije, ko je bila zakonodaja jasna in razumljiva – vsak zakon je bil pred uveljavitvijo preverjen, ali ga razume tudi preprost kmet. Danes pa so zakoni tako kompleksni, da jih ne razumejo niti poslanci, ki naj bi delovali v korist slovenskega naroda. Izpostavil, da je naša birokracija po letu 1990 znatno prispevala k razprodaji slovenske prehranske verige, kar je negativno vplivalo tudi na slovensko kmetijstvo. Kritiko je usmeril tudi na posameznike, ki so kljub slabim rezultatom še vedno aktivni v kmetijski politiki. Ob tem je izpostavil vprašanje, ali so bile nekatere pretekle odločitve namerno usmerjene v slabšanje položaja slovenskega kmetijstva. Kot odgovor na te izzive je skupaj s somišljeniki ustanovil Kmečki sindikat za prehransko varnost ter gozdno in vodno gospodarstvo, ki si prizadeva za zaščito in podporo slovenskega kmetijstva.

Andrej Kastelic, kmet in živinorejec iz Novega mesta, je izpostavil, da je na podlagi tega posveta upravičeno ponosen na svoj poklic in okoljske koristi, ki jih prinaša njegovo delo. Njegova dejavnost prispeva k proizvodnji kisika in zmanjševanju CO₂, pri čemer uporablja tudi prehranske dodatke za zmanjšanje izpustov metana pri živinoreji. Poleg tega z uporabo sončnih celic učinkovito zmanjšuje svoj ogljični odtis.

Edini korak, ki mu še manjka za popolno okoljsko nevtralnost, je uporaba električnega traktorja.

Boris Orešek, sadjar iz Sevnice in predstavnik Sindikata kmetov Slovenije, je poudaril pomen kmetijstva kot ključnega varuha okolja in edinega sektorja, ki zagotavlja osnovne človeške potrebe po hrani. Opozoril je na nejasnosti in spremembe v politikah, kot je prehod od zelenega k modremu, pri čemer je izrazil dvom, ali gre za dejansko spremembo ali le preimenovanje brez bistvenih vsebinskih izboljšav. Opozoril je na neracionalno upravljanje naravnih virov in zanemarjanje krogotoka hranil v naravi v skladu z veljavnimi pristopi. Poudaril je, da kmetijstvo, tudi ekološko kmetijstvo ni rudarjenje s tlemi. Krogotok hranil mora v naravi potekati in če ne poteka, je nekaj narobe. Dotaknil se je tudi nedavnih javnih kritik kmetijstva, ki ga nekateri označujejo za nekonkurenčnega kljub velikim finančnim vložkom države. Vprašal se je, ali so subvencije namenjene zgolj povečanju konkurenčnosti ali doseganju širših družbenih in okoljskih ciljev. Skeptično je ocenil fotovoltaike, katere razširjenost je močno odvisna od subvencij, in opozoril, da bi brez finančne podpore njena uporaba bistveno manjša.

V.

Na podlagi predstavitev in razprave so bili oblikovani naslednji

z a k l j u č k i :

1. Kmetijstvo ni zgolj sektor za pridelavo hrane, temveč ima ključno vlogo pri reševanju okoljskih izzivov. Znanost potrjuje,

da je kmetovanje ključnega pomena za ohranjanje biotske raznovrstnosti, izboljšanje tal in stabilnost ekosistemov. Obdelovanje kmetijskih zemljišč preprečuje zaraščanje, medtem ko ohranjanje travnikov in polj deluje kot naravni ponor ogljika. Prakse, kot so kolobarjenje in regenerativno kmetijstvo, povečujejo sposobnost tal za zadrževanje vode, zmanjšujejo erozijo in krepijo odpornost na podnebne spremembe.

2. Prvo podnebno poročilo o stanju kmetijstva potrjuje, da sektor s trajnostnimi praksami zmanjšuje emisije toplogrednih plinov, izboljšuje biodiverzitetu in krepi prehransko varnost. Poudarek na sodelovanju med znanstveniki, kmeti in odločevalci je ključnega pomena za prilagoditev kmetijstva na spremenjene podnebne razmere in za ohranitev njegove vloge kot temelja za trajnostno prihodnost.

3. Biotska raznovrstnost je temelj stabilnih ekosistemov. Travniki in kmetijske površine zagotavljajo večjo biodiverzitetu kot nekateri gozdovi. Ohranjanje takšnih površin prispeva k naravnim ekosistemskim storitvam, preprečevanju erozije in zadrževanju vode.

4. Zaščita kmetijskih zemljišč za dolgoročno prehransko varnost je nujna. Slovenija izgublja rodovitna tla s hitrostjo enega nogometnega igrišča na dan, kar ogroža prehransko varnost. Če se bo trend nadaljeval, bi do leta 2053 lahko izgubili vsa rodovitna zemljišča. Nepremišljeni infrastrukturni projekti kot so avtoceste in veleblagovnice povzročajo nepopravljivo škodo na kmetijskih površinah. Takšni projekti morajo biti preusmerjeni na degradirana zemljišča, zaščita rodovitnih tal pa mora postati prednostna naloga.

5. Kljub trditvam, da živinoreja močno prispeva k emisijam toplogrednih plinov, sodobne raziskave kažejo, da je vpliv metana kratkotrajen in manjši, kot se pogosto navaja. S

prilagoditvijo prehrane živali in naprednimi tehnološkimi rešitvami lahko emisije dodatno zmanjšamo. Poleg tega ima živinoreja pomembno vlogo pri ohranjanju krajine in biotske raznovrstnosti.

6. Zeleni prehod je potreben, vendar mora temeljiti na premišljenih in trajnostnih odločitvah. Postavljanje sončnih elektrarn na rodovitna kmetijska zemljišča ogroža prehransko varnost in uničuje naravne vire. Takšne projekte je treba usmeriti na neuporabljene površine, kot so strehe in degradirana območja. Slovenija ima priložnost postati zgled pri uvajanju trajnostnih praks v zelenem prehodu.

7. Učinek tople grede, ki ga prekomerno krepijo človeški izpusti toplogrednih plinov, ostaja predmet razprav. Hipoteza, da so antropogene emisije edini vzrok globalnega segrevanja, ni bila neposredno eksperimentalno dokazana. Prav tako so se pojavili očitki o manipulaciji podatkov, ki zahtevajo večjo transparentnost in neodvisne raziskave. Biološki krožni sistemi, kot so gozdovi in živinoreja, ogljika sicer ne vežejo trajno, kljub temu pa pomembno prispevajo k uravnavanju naravnega ogljičnega kroga.

8. Okoljske politike morajo temeljiti na preverjenih znanstvenih dognanjih in dolgoročnih učinkih, ne na ideoloških usmeritvah. Nepremišljeni ukrepi, kot je poudarjanje manj pomembnih okoljskih tem (npr. plastične slamice), ne rešujejo ključnih vprašanj, kot so izguba rodovitne zemlje in trajnostna raba naravnih virov.

9. Kmetijstvo in kmetje v družbi pogosto nepravilno uživajo slab ugled, kar je delno posledica izobraževalnega sistema, ki napačno prikazuje kmetijstvo kot glavnega krivca za onesnaževanje narave. Pomembno je poudariti dejanski prispevek kmetijstva k trajnosti, ohranjanju narave in

zagotavljanju prehranske varnosti. Z uravnoteženim izobraževalnim pristopom in prepoznavanjem kmetov kot ključnih pridelovalcev hrane ter varuhov narave lahko povrnemo njihov ugled in okrepimo družbeni pomen kmetijstva. Tak pristop bo pripomogel tudi k spodbujanju mladih, da se odločijo za prevzem kmetij, saj je trenutno nizko zanimanje za to skrb vzbujaajoče.

10. Reševanje okoljskih in kmetijskih izzivov zahteva tesno sodelovanje med kmeti, znanstveniki in oblikovalci politik. Načrtovanje mora temeljiti na znanstvenih dognanjih, vključevati vse deležnike in podpirati trajnostne rešitve, pri čemer kmetijstvo ostaja zaveznik okolja in ne njegov uničevalec.«

Marko Lotrič

Predsednik Državnega sveta

5. Odgovor Vlade Republike Slovenije



REPUBLIKA SLOVENIJA
VLADA REPUBLIKE SLOVENIJE

Gregorčičeva ulica 20–25, 1000 Ljubljana

T: +386 1 478 1000

F: +386 1 478 1607

E: gp.gs@gov.si

<http://www.vlada.si/>

Številka: 00202-5/2025/5

Datum: 25. 2. 2025

Odgovor na sklep Državnega sveta o zaključkih posveta
Kmetijstvo je varuh okolja in narave, znanstveno podprto

Vlada Republike Slovenije (v nadaljnjem besedilu: Vlada RS) je
22. 1. 2025 prejela Sklep Državnega sveta k zaključkom posveta
Kmetijstvo je varuh okolja in narave, znanstveno podprto.

Komisija Državnega sveta Republike Slovenije je na 24. seji dne
22. 1. 2025 sprejela naslednje zaključke: (zaključki so skrajšani,
op. urednikov)

1. Kmetijstvo ni zgolj sektor za pridelavo hrane, temveč ima ključno vlogo pri reševanju okoljskih izzivov.
2. Prvo podnebno poročilo o stanju kmetijstva potrjuje, da sektor s trajnostnimi praksami zmanjšuje emisije toplogrednih plinov,

izboljšuje biodiverziteto in krepi prehransko varnost. 3. Biotska raznovrstnost je temelj stabilnih ekosistemov.

4. Zaščita kmetijskih zemljišč za dolgoročno prehransko varnost je nujna.

5. Kljub trditvam, da živinoreja močno prispeva k emisijam toplogrednih plinov, sodobne raziskave kažejo, da je vpliv metana kratkotrajen in manjši, kot se pogosto navaja.

6. Zeleni prehod je potreben, vendar mora temeljiti na premišljenih in trajnostnih odločitvah.

7. Učinek tople grede, ki ga prekomerno krepijo človeški izpusti toplogrednih plinov, ostaja predmet razprav.

8. Okoljske politike morajo temeljiti na preverjenih znanstvenih dognanjih in dolgoročnih učinkih, ne na ideoloških usmeritvah.

9. Kmetijstvo in kmetje v družbi pogosto nepravilno uživajo slab ugled, kar je delno posledica izobraževalnega sistema, ki napačno prikazuje kmetijstvo kot glavnega krivca za onesnaževanje narave.

10. Reševanje okoljskih in kmetijskih izzivov zahteva tesno sodelovanje med kmeti, znanstveniki in oblikovalci politik.«
(konec krajšanja. Op. urednikov)

V nadaljevanju Vlada RS podaja odgovore k zaključkom posveta Kmetijstvo je varuh okolja in narave, znanstveno podprto.

Glede zaključkov posveta Kmetijstvo je varuh okolja in narave, znanstveno podprto, Vlada RS uvodoma poudarja pomen odprte, uravnotežene in celovite razprave o vlogi in pomenu kmetijstva v Sloveniji. Kmetijstvo namreč ni le gospodarski

sektor, temveč je sektor, ki opravlja številne funkcije v prostoru. Ključno je odpiranje razprave glede načina uresničevanja trajnostnega kmetijstva, ki je oblika kmetovanja, ki sočasno zasleduje gospodarski, okoljsko-podnebni in družbeni vidik trajnostnosti.

S trajnostnim kmetijstvom se poleg temeljne naloge proizvodnje varne in kakovostne hrane, krme in kmetijskih surovin spodbujajo širši družbeno-ekonomski razvoj podeželskih območij, trajnostno upravljanje prostora ter zagotavljanje ekosistemskih storitev v povezavi z varovanjem naravnih virov, zlasti zdravja kmetijskih tal, biotske raznovrstnosti in kakovosti voda, ohranjanjem kmetijske krajine ter blaženjem podnebnih sprememb in prilagajanjem na njih.

Vlada RS si z ukrepi kmetijske politike prizadeva podpreti večnamensko vlogo trajnostnega kmetijstva in s tem prehod v trajnosten, odpornejši, vključujoč in pravičnejši kmetijsko-prehranski sistem. Toda iskanje sistemskih rešitev, ki istočasno uresničujejo vse tri vidike trajnostnosti v kmetijstvu, je izredno zahteven proces, ki terja celovito, objektivno razpravo, temelječo na dejstvih in podatkih. Hkrati gre pri tem za iskanje konsenza ne le znotraj kmetijskega sektorja, temveč širše vzdolž verige preskrbe s hrano in tudi družbe kot celote. Pri tem ima vsak člen v verigi preskrbe s hrano (od proizvajalca, predelovalca, logistike, trgovine do potrošnika) pomemben vpliv na razvoj prehranskega sistema v Sloveniji in s tem tudi na model razvoja kmetijstva v Sloveniji.

Glede posameznih zaključkov z omenjenega posveta Vlada RS podpira zaključek, da ima lahko kmetijstvo poleg pridelave hrane ključno vlogo tudi pri reševanju okoljskih izzivov. Trajnostno kmetijstvo je predvsem tista oblika kmetijstva, ki lahko zagotavlja večfunkcionalnost in uresničevanje

ekosistemskih storitev (zaključek št. 1) in je pomembna tudi s stališča ohranjanja biotske raznovrstnosti. Neustrezno upravljanje pa lahko privede do nasprotnih učinkov, kot so degradacija tal in izguba biotske raznovrstnosti.

Prav tako Vlada RS podpira zaključek št. 2, da trajnostni model kmetijstva prispeva k blaženju podnebnih sprememb in kreptvi biotske raznovrstnosti ob hkratni pridelavi hrane, kar kažejo tudi podatki prvega Podnebnega poročila o stanju v kmetijstvu za leto 2023. Preliminarni podatki emisij toplogrednih plinov za leto 2023 pa kažejo, da so se emisije v kmetijstvu med letoma 2022 in 2023 zmanjšale za 1,7 %. Vlada RS se strinja tudi s tem, da je učinkovito sodelovanje med deležniki pomembno za prilagajanje kmetijstva na podnebne spremembe, poleg tega pa je ključno tudi za blaženje podnebnih sprememb v kmetijstvu.

Hkrati Vlada RS prepozna pomen ohranjanja biotske raznovrstnosti v kmetijskih ekosistemih (zaključek št. 3) in si zato z ukrepi kmetijske politike, ki so oblikovani v dialogu z naravovarstveno stroko in pristojnim ministrstvom, prizadeva za čim večji vpis kmetovalcev v biodiverzitetne ukrepe in močnejši razvoj in prenos znanja na tem področju.

Še naprej bodo tekla prizadevanja za dvig osveščenosti kmetov o pomenu takšnih ukrepov in za iskanje sistemskih rešitev, ki bodo stimulatívne za kmete, da se bodo še bolj odločali za trajnostne kmetijske prakse. Je pa pomembno poudariti, da biodiverziteta ni avtomatično višja na vseh travnikih ali kmetijskih površinah v primerjavi z gozdovi; veliko je odvisno od načina in intenzivnosti upravljanja ter ohranjanja posameznega ekosistema. Tako lahko tako ekstenzivno obdelane travniške površine, kot tudi sonaravni gozdovi nudijo večjo biodiverzitetu kot gospodarsko intenzivni gozdovi ali intenzivno obdelani travniki.

Poleg tega pa je v navezavi na zaključek št. 3 pomembno opozoriti, da imajo le nekateri travniki in nekatere kmetijske površine večjo biotsko raznovrstnost, kot nekateri gozdovi. Nekatero kmetijsko površino zaradi načina kmetovanja resnično prispevajo k naravnim ekosistemskim storitvam. Vendar pa nekateri načini kmetovanja in posledično nekatere kmetijske površine negativno vplivajo na ekosistemske storitve, kot so erozija tal, zadrževanje vode in shranjevanje ogljika.

Glede zaključka št. 4 se Vlada RS strinja, da so kmetijska zemljišča in zdrava kmetijska tla temelj prehranske varnosti in suverenosti. Ker so kmetijska zemljišča temelj prehranske varnosti, si s spremembami zakona o kmetijskih zemljiščih, ki je v javni razpravi, v prvi vrsti prizadeva za hitrejšo trajno zaščito kmetijskih zemljišč.

Trend izgube kmetijskih zemljišč, ki so osnova za zagotavljanje prehranske varnosti in suverenosti, je že od samostojnosti države negativen in dejstvo je, da izgubljam kmetijska zemljišča zaradi številnih interesov, ki posegajo na kmetijska zemljišča. Najbolj kritična je pozidava kmetijskih zemljišč, ker s tem trajno izgubimo potencial pridelave in ključen naravni vir - tla.

Vlada RS se strinja, da mora postati prednostna naloga zaščita rodovitnih tal, prostorsko načrtovanje pa mora biti usmerjeno na obstoječa degradirana tla oziroma mora upoštevati hierarhijo izkoriščanja zemljišč (preprečiti – ponovno uporabiti – zmanjšati – nadomestiti). Poudarja, da Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja za obdobje 2020–2030 kot ukrepe varstva tla opredeljuje tudi trajnostno upravljanje s tlemi in zemljišči ter zmanjšano neto letno rastjo pozidanih zemljišč za 25% do leta 2030 in s ciljem ničelne rasti pozidanih površin od 2050 naprej. Vlada RS zato opozarja, da bi prehranska varnost in zagotavljanje kakovostne hrane morala

biti v ospredju ne le kmetijske politike, temveč tudi drugih politik v državi. Poleg tega je varstvo kmetijskih zemljišč tudi ustavna kategorija, zato je odgovornost vseh, da se dvigne pomen varstva kmetijskih zemljišč in kmetijskih tal v družbi.

V zvezi s tem se Vlada RS strinja tudi z zaključkom št. 6, da je energetska infrastruktura smiselno prednostno umeščati izven kmetijskih zemljišč, in sicer prednostno na degradirana ali že pozidana zemljišča, na objekte itd.

Glede metana in njegovega toplogrednega učinka, navedenega v zaključku št. 5, Vlada RS meni, da je za izračun emisij toplogrednih plinov treba upoštevati mednarodno veljavno metodologijo, ki jo je izdal Medvladni odbor za podnebne spremembe (v nadaljnjem besedilu: IPCC). Uporaba nove predlagane metodologije v navezavi na metan bi namreč upoštevala le spremembe v izpustih tega toplogrednega plina, ne pa tudi učinka metana, ki je v ozračju že prisoten. Ravni metana v ozračju pa so že sedaj zelo visoke, saj so se povečale za več kot 50 % v primerjavi s predindustrijsko dobo (1850–1900). Kljub temu, da je metan v ozračju prisoten manj časa kot ogljikov dioksid, ima veliko večji potencial globalnega segrevanja, ta je 80-krat večji od potenciala ogljikovega dioksida (gledano v 20-letnem obdobju). Nova metodologija bi tudi pomenila, da lahko (predvsem večji pridelovalci) že z manjšim zmanjšanjem glav živine postanejo podnebno nevtralni, kljub temu, da bi njihove še vedno velike črede konstantno prispevale k emisijam metana v ozračje. Takšna metodologija bi tako pomenila več nepravilnosti med večjimi in manjšimi pridelovalci. Manjši pridelovalci (ki v Sloveniji prevladujejo) bi namreč bili kaznovani, če bi npr. nekoliko povečali svojo (sicer relativno majhno) čredo, medtem ko bi

takšna metodologija služila in nagrajevala predvsem globalno zelo velike pridelovalce.

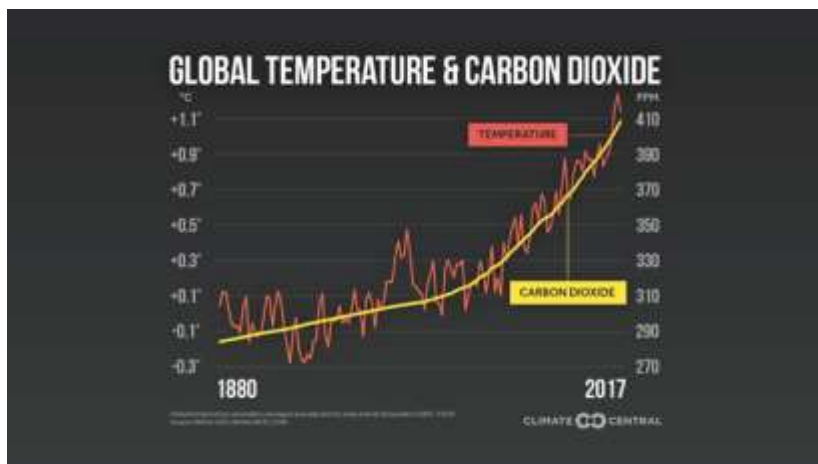
Res je, da lahko emisije toplogrednih plinov iz živinoreje do neke mere zmanjšamo s prilagoditvijo prehrane živali in tehnološkimi rešitvami. Vendar je potencial za zmanjšanje emisij preko tehnoloških rešitev relativno omejen. Večji potencial predstavljajo spremembe prehranjevalnih navad, ki bi pozitivno vplivale tudi na zdravje ljudi. Vlada RS opozarja tudi na dejstvo, da je struktura pridelave hrane v Sloveniji neuravnotežena in v segmentu sadja in zelenjave ne dosegamo ustreznih ravni samooskrbe (znašata približno 30 % in 50 %). Precejšnje zmanjšanje emisij tako lahko dosežemo z zmanjšanjem deleža živinoreje in preusmerjanjem v pridelavo rastlinske prehrane za ljudi, ter hkratnimi spremembami prehranjevalnih navad. Slovenci smo leta 2021 v povprečju pojedli za 22 % več mesa, kot povprečen Evropejec.¹ Spremembe v prehranjevalnih navadah bi torej koristile tako zdravju ljudi, kot okolju.

Predvsem z vidika kratkoročnega časovnega okvira (npr. 20 let), velja metan še vedno za močan segrevalni plin, zato so njegove emisije pomembne če se povečujejo. Živinoreja lahko pripomore k ohranjanju krajine in biotske raznovrstnosti, vendar je ta pozitiven vpliv povezan predvsem s tradicionalnimi, nizko intenzivnimi oblikami živinoreje. V nasprotju s tem pa lahko intenzivna živinoreja povzroči okoljske probleme, kot so degradacija tal in izguba biodiverzitete.

¹ [Potrošnja hrane - proteini živalskega izvora | Okoljski kazalci.](#)

Glede zaključka št. 7 Vlada RS poudarja, da je IPCC v svojem zadnjem Ocenjevalnem poročilu,² pri katerem so sodelovali znanstveniki z vsega sveta, navedel, da so človekove aktivnosti nedvoumno povzročile globalno segrevanje, kar je dejstvo. Učinek tople grede, ki nastaja zaradi toplogrednih plinov v ozračju, ne obstaja le zaradi človekovih aktivnosti in t. i. antropogenih emisij. Tudi naravni sistemi (oceani, mokrišča itd.) izpuščajo toplogredne pline v ozračje. Vendar človekove aktivnosti izpuščajo v ozračje dodatne količine toplogrednih plinov, ki tako rušijo naravno ravnovesje med viri toplogrednih plinov in ponori. Posledica rušenja tega ravnovesja so pogostejše in intenzivnejše poplave, suše, požari, vročinski valovi in drugi ekstremni vremenski pojavi. Jasno povezavo med večanjem koncentracije toplogrednih plinov v ozračju in višanjem temperature kaže tudi spodnji graf:

² [IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf](#)



Vir: How Do We Know Humans Are Causing Climate Change? | The Climate Reality Project

Znanost namreč jasno kaže, da so antropogene emisije, čeprav ne edine, kljub temu ključni dejavnik aktualnih podnebnih sprememb. Pomembno je, da se tudi v prihodnje podpirajo neodvisne, objektivne raziskave, ki bodo v podporo državam in družbi pri hitrejšemu prilagajanju na podnebne spremembe in zmanjševanju emisij toplogrednih plinov iz ozračja.

V povezavi z zaključkom št. 8 in 10 se Vlada RS strinja, da je treba okoljsko politiko voditi premišljeno in na podlagi objektivnih, znanstveno podprtih dejstev in raziskavah ter da je pri tem ključno tesno sodelovanje kmetov s stroko, kmetijskimi svetovalci, naravovarstveno in okoljsko stroko ter drugimi deležniki v sistemu znanja in inovacij. Vendar pa je pomembno izpostaviti, da vsaka okoljska problematika globalno lahko predstavlja velik in kompleksen izziv, čeprav na prvi pogled lahko deluje manj pomembna. Onesnaženost s plastiko postaja vse večji problem, posledično pa tudi onesnaženost z

mikroplastiko, ki se med drugim nalaga tudi v človeških telesih.³ Kljub na videz preprostem ukrepu, kot je prepoved uporabe plastičnih slamic, ima to lahko široke pozitivne učinke na dobrobit okolja in zdravje ljudi.

Poleg tega je ključno, da se kmetijstvo predstavi celovito in objektivno, z vseh zornih kotov, tudi znotraj izobraževalnega sistema, in da družba v prihodnje bolje ovrednoti delo kmetovalcev. Ti so ključni pridelovalci hrane za vsakega posameznika in bi zato morali biti bistveno bolj cenjeni. Zato se Vlada RS strinja z zaključkom pod št. 9. Spoštljiv odnos do kmetovalcev je eden od ključnih predpogojev (poleg ekonomske in socialne varnosti), da se bodo mladi lažje odločali za ta poklic.

³ [Microplastics are everywhere — we need to understand how they affect human health | Nature Medicine.](#)

Razširjeni prispevki s posveta

Opomba: Avtorji izražajo osebna stališča in ne stališč institucij ali združenj.

1. Miti in resnice o varovanju okolja in trajnostnem kmetijstvu

Myths and Truths of Environmental Care and Sustainable Agriculture

Matjaž Gams

Odsek za inteligentne sisteme Institut “Jožef Stefan”
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana Slovenija

ABSTRACT.

Using AI-driven scientific analysis (LLMs), this paper challenges the widespread misconception that agriculture is inherently harmful to the environment. A major but often overlooked environmental threat is the destruction of fertile agricultural land - 20–30% of which has already been lost to urbanization and infrastructure.. By examining natural cycles, methane dynamics, and biodiversity benefits, this study highlights how well-managed agricultural practices—such as diverse crop management and rotational grazing—can positively contribute to the environment. Discussions often emphasize harmful agricultural practices, overlooking the many ecosystem-supporting benefits of sustainable farming. Properly managed farmland and pastures enhance biodiversity, enrich soil health, and integrate livestock as a vital part of balanced ecosystems—contrary to prevailing myths.

The paper compares agriculture's environmental impact with other sectors and emphasizes the necessity of a more nuanced understanding of sustainability in agriculture.

POVZETEK

Z metodami umetne inteligence (LLM) prispevek izpodbija običajne napačne predstave o vplivu kmetijstva na okolje, zlasti idejo, da je kmetijstvo inherentno škodljivo. Ena največjih okoljskih škod izvira iz uničevanja kmetijskih površin, pri čemer je že 20 - 30 % rodovitnih ravnin izgubljenih zaradi urbanizacije in infrastrukture, vendar je ta vidik pogosto prezrt. Z analizo naravnih ciklov, dinamike metana in koristi biotske raznovrstnosti študija poudarja, kako dobro upravljane kmetijske prakse—kot so raznovrstne poljščine in rotacijska paša—lahko pozitivno prispevajo k okolju. Medtem ko se razprave pogosto osredotočajo na škodljive prakse, pogosto ne upoštevajo številnih pozitivnih ukrepov, ki jih trajnostno kmetijstvo uporablja za podporo ekosistemom. Nasprotno splošnim mitom pravilno obdelana kmetijska zemljišča in travniki spodbujajo biotsko raznovrstnost, izboljšujejo zdravje tal in vključujejo živali kot naravni del ekosistemov. Prispevek primerja okoljski vpliv kmetijstva z drugimi sektorji in poudarja potrebo po bolj poglobljenem razumevanju trajnostnosti v kmetijstvu.

KLJUČNE BESEDE

Trajnostno kmetijstvo, metan, biotska raznovrstnost, ekosistemi, upravljanje kmetijskih zemljišč

KEYWORDS

Sustainable agriculture, methane, biodiversity, ecosystems, farmland management

1. Uvod

Kmetijstvo se pogosto prikazuje kot eden glavnih krivcev za degradacijo okolja. Kritiki navajajo predvsem izpuste toplogrednih plinov, še posebej metana, ki ga proizvajajo prežvekovalci, ter intenzivne kmetijske prakse, ki naj bi prispevale k slabšanju kakovosti tal. Vendar pa so takšne trditve pogosto poenostavljene do strokovne vprašljivosti in ne upoštevajo številnih pozitivnih vidikov kmetijstva, kot so regeneracija ekosistemov, proizvodnja kisika, shranjevanje ogljika in krepitev biotske raznovrstnosti [1][2], pa tudi proizvodnje hrane. Pri analizi razmerij je torej očitno, da so nekatere javne trditve v nasprotju z poznanimi strokovnimi objavami, zato bomo v prispevku analizirali nekaj teh komponent.

Celostno upravljanje kmetijstva s trajnostnimi metodami, kot so rotacijska paša, ekološko kmetovanje in ohranitvena obdelava tal, ima dokazano pozitiven vpliv na okolje. Še več, po nekaterih celo "normalno" kmetijstvo s svojimi pašniki in travniki podpira okolje kot nekatere gozdne površine, saj med drugim nudi habitat številnim rastlinskim in živalskim vrstam [3]. Poleg tega tla na kmetijskih površinah prispevajo k veliki proizvodnji kisika, celo večji neto proizvodnji kot tropski pragozd, k večjemu shranjevanju ogljika, kar pomaga pri zmanjševanju emisij toplogrednih plinov v ozračje [4]. Medijske primerjave kmetijskih površin z umetno ustvarjenimi strukturami, kot so mestna območja in prometna infrastruktura, so v osnovi napačne, saj tipično navajajo samo negativne učinke, ne navajajo pa pozitivnih učinkov kmetijskih površin. Vse tu naštetu bomo predstavili na razumljiv in preverljiv način.

Poleg tega je treba opozoriti, da največjo okoljsko škodo povzroča prav uničevanje kmetijskih površin zaradi urbanizacije

in infrastrukturnih projektov. Nedavni podatki kažejo, da je zaradi širjenja mest in gradnje cest že izgubljenih več kot 30 % rodovitnih ravnin [5]. To drastično zmanjšuje sposobnost ekosistemov za absorpcijo ogljikovega dioksida in proizvodnjo kisika, kar pospešuje podnebne spremembe ter porušeno ekološko ravnovesje.

Ekstremni pogledi – tako zanikanje kot ideološki fanatizem – pogosto spregledajo kompleksnost okoljskih razmerij. Posledično pogosto zagovarjajo ukrepe, ki škodijo tako naravi kot družbi [6]. Sem sodijo tudi pretirano poudarjanje obrobnih tem, kot so plastične slamice, in spodbujanje energetske potratnih praks, kot je množično sežiganje pokojnikov [7], hkrati pa se izogibamo najbolj perečim vprašanjem varovanja okolja.

Čeprav je živinoreja pogosto označena kot eden večjih virov metana, najnovejše študije kažejo, da je njegov vpliv bistveno manj dolgotrajen kot pri ogljikovem dioksidu, saj se metan v ozračju razgradi že v približno 12 letih [8]. Z razvojem sodobnih praks, kot so izboljšane metode prehranjevanja živali, lahko emisije metana še dodatno zmanjšamo [9].

Kmetijstvo je prav tako nepogrešljivo za ohranjanje biotske raznovrstnosti. Trajnostno upravljane kmetijske površine ponujajo zavetje številnim vrstam, ki se ne morejo prilagoditi intenzivno gozdnatim ali urbaniziranim okoljem. Ta raznolikost prispeva k stabilnosti ekosistemov in njihovi odpornosti na podnebne spremembe ter druge okoljske izzive [10].

Hkrati pa je treba še enkrat opozoriti, da javne razprave pogosto poudarjajo izključno negativne vidike kmetijstva, pri čemer zanemarjajo njegove ključne ekološke funkcije, kot sta shranjevanje ogljika in zagotavljanje habitatov za različne vrste [11].

Cilj tega prispevka in posveta v Državnem svetu je raziskati dejanski vpliv kmetijstva na okolje ter analizirati trajnostne prakse, ki lahko pripomorejo k zmanjšanju škodljivih učinkov in hkrati izboljšajo ekološko ravnovesje. Razbiti želimo nekatere mite, ki kmetijstvo neupravičeno označujejo kot največjega onesnaževalca, ter prikazati, kako lahko skrbno načrtovane kmetijske metode podpirajo dolgoročno varovanje okolja.

Da bi argumentirali vlogo in pomen kmetijstva pri varovanju okolja, bomo v naslednjih razdelkih analizirali osnovne usmeritve varovanja okolja [12, 13, 14], pri čemer bomo obravnavali tako temeljne aksiome kot tudi napačne predstave. Razpravo bomo zaključili z diskusijo o najboljših pristopih za prihodnost.

2. Aksiomi / osnovne resnice o varovanju okolja

Aksiomi (osnovne usmeritve) varovanja okolja so:

2.1 Rast števila ljudi in standarda je osnovni pritisk na okolje

Ljudje za svoje delovanje in udobje potrebujejo energijo, kar pomeni, da večje število prebivalcev in višji življenjski standard povečujeta potrebo po naravnih virih in prispevata k večji stopnji onesnaženja okolja.

Čeprav se rast svetovne populacije upočasnjuje, predvsem zaradi upadanja rodnosti v večini regij (z izjemo Afrike, kjer ostaja visoka), postaja vedno bolj pomemben vpliv posameznika na okolje [15]. Manjša rodnost in staranje prebivalstva pomenita, da je ključno, kako se posamezniki vedejo glede porabe virov in svojega ekološkega odtisa. Ključni dejavniki

vključujejo uporabo prostora, uničevanje naravnih površin in podporo biotski raznovrstnosti [16].

Poselitev igra ključno vlogo v tej enačbi – kako in kje so ljudje naseljeni ter koliko prostora namenjajo različnim dejavnostim, kot so kmetijstvo, industrija, neokrnjena narava in urbani parki. Teoretično bi lahko vseh 8 milijard ljudi živelo na območju velikosti Slovenije (2 in pol m² na glavo), torej je ključno, da večina ljudi živi v mestih, če hočemo dobro okolju.

Za trajnostni razvoj je nujno zmanjšanje nepotrebne porabe virov, učinkovita raba prostora in usmeritev večine prebivalcev v urbana območja. To bi omogočilo večje površine za naravne ekosisteme, kmetijstvo in gozdove, ki so ključni za okoljsko stabilnost [17].

Za Slovenijo je priporočljivo spodbujati trajnostno rodnost (1.9 do 2.2 otroka na žensko), omejiti nenadzorovan pritok prebivalstva ter optimizirati razporeditev poselitve, pri čemer bi bilo treba večino prebivalcev usmeriti v mestna območja, da bi se ohranile naravne in kmetijske površine [18].

2.2. Izgorevanje fosilnih goriv kot eden največjih virov onesnaževanja

Tehnologije, ki temeljijo na izgorevanju fosilnih goriv (premog, nafta, plin), prispevajo k največjim izpustom toplogrednih plinov, kar povzroča segrevanje ozračja. Fosilna goriva so omejeni viri, nastali skozi milijone let, njihova uporaba pa dolgoročno ni trajnostna. Po ocenah geoloških raziskav se bo ob trenutni porabi večina zalog nafte izčrpala morda že v nekaj desetletjih, pri čemer so zaloge premoga ocenjene na približno 100 let [19][20].

Glavni toplogredni plini, ki nastajajo pri izgorevanju, so ogljikov dioksid (CO₂), metan (CH₄) in dušikovi oksidi (NO_x). CO₂ ima dolgoročne učinke, saj ostaja v atmosferi več stoletij in prispeva k podnebnim spremembam [11].

Zato je ključno preiti na obnovljive vire energije, kot so vetrnice, jedrska energija, sončne elektrarne in hidroelektrarne, ki povzročajo bistveno manj emisij [21]. Vendar pa imajo tudi te tehnologije svoje omejitve, kot so vpliv na ekosisteme, prostorske zahteve in varnostna tveganja [22].

Nekatere t.i. trajnostne rešitve, kot je proizvodnja biogoriv, pa so se izkazale za okoljsko vprašljive, saj pogosto povzročajo več emisij in ekoloških škod, kot jih dejansko prihranijo. Npr. proces pridelave oljne repice za gorivo zahteva več fosilnih goriv za pridelavo kot končni energijski prihranek, kar pomeni, da ne prispeva k zmanjšanju emisij [23].

Slovenija mora v prihodnje postopno opuščati termoelektrarne na premog ter preiti na stabilne trajnostne vire energije, kot je jedrska energija, ki je ena najbolj čistih možnosti za dolgoročno energetska neodvisnost [24][25]. Tudi ostale trajnostne tehnologije so primerne ob pametni uporabi.

2.3. Aksiom: Ohranjanje biotske raznovrstnosti je ključnega pomena za stabilnost ekosistemov

Zmanjševanje biotske raznovrstnosti, ki ga pospešujejo izgorevanje, uničevanje naravnih habitatov, razširjanje monokultur in širjenje invazivnih vrst, zmanjšuje odpornost ekosistemov proti podnebnim spremembam in drugim okoljskim dejavnikom. Monokulturni sistemi, ki prevladujejo predvsem v intenzivnem kmetijstvu, ustvarjajo enolična okolja, ki nudijo manj življenjskih prostorov prostoživečim rastlinam in

živalim. Poleg tega so takšni ekosistemi bolj dovzetni za bolezni in škodljivce, zaradi česar se uporablja več pesticidov in umetnih gnojil, kar dodatno obremenjuje okolje [26, 27, 28].

V Sloveniji monokulture niso tako izrazite kot v nekaterih drugih državah, kjer so cele regije namenjene gojenju ene same kulture, kot je na primer oljna palma (*Elaeis guineensis*) v tropskih predelih, kar povzroča množično krčenje gozdov, zmanjšanje biotske raznovrstnosti ter povečanje emisij toplogrednih plinov [29].

Invazivne vrste so eden najpomembnejših dejavnikov izgube biotske raznovrstnosti. Te vrste pogosto nimajo naravnih plenilcev v novih ekosistemih, kar jim omogoča hitro širjenje in izpodrivanje avtohtonih vrst. Poleg ekološke škode lahko invazivne rastline, kot je ambrozija, resno vplivajo tudi na zdravje ljudi, saj povzročajo alergijske reakcije. Kljub zakonodaji, ki zahteva redno odstranjevanje te rastline, se v številnih občinah tega ne izvaja ustrezno [30].

Tudi naravni gozdovi niso vedno optimalni ekosistemi, če jim primanjkuje habitatne raznolikosti. Strnjeni gozdovi pogosto nimajo potrebne raznolikosti, da bi podpirali širok spekter vrst, zato je bolj smiselno ohranjati mozaično krajino, kjer so naravne jase, kmetijske površine in občasne poseke, ki ustvarjajo heterogene ekosisteme. Takšna okolja omogočajo širši spekter organizmov in večjo odpornost na spremembe v okolju [31].

Dodatno grožnjo biotski raznovrstnosti predstavljajo tudi genetsko spremenjene rastline, ki so pogosto razvite tako, da vsebujejo insekticide ali so odporne na določene herbicide. To ne vpliva zgolj na škodljive organizme, temveč negativno vpliva tudi na koristne žuželke, kot so opraševalci, in dolgoročno škoduje celotnemu prehranskemu spletu [32].

Poseben problem za biotsko raznovrstnost predstavljajo avtoceste in druge velike infrastrukturne ovire, ki fragmentirajo habitat in preprečujejo gibanje prostoživečih živali. Poleg fizične pregrade so prometne površine tudi mesta pogostih trkov z divjimi živalmi, kar zmanjšuje populacije in prispeva k zmanjšanju genetske pestrosti vrst [33].

Za zaščito biotske raznovrstnosti so nujne učinkovite strategije, ki vključujejo nadzor in odstranjevanje invazivnih vrst, primerno upravljanje kmetijskih in gozdnih površin ter skrbno načrtovanje infrastrukture. Na primer, dejanske kazni za lastnike zemljišč, ki ne odstranjujejo alergogenih rastlin, bi lahko povečale odgovornost pri upravljanju invazivnih rastlin. Prav tako bi morala biti dovoljena regulirana odstranitev invazivnih živali, kot so nutrije, ki so v določenih vodnih ekosistemih postale resna težava [34].

Če bi povsod na svetu prevladovali enaki pogoji, bi se drastično zmanjšala globalna biotska raznovrstnost. Ljudje s svojimi dejavnostmi spreminjajo prehranske verige in habitate, kar vodi do zmanjšanja vrstne pestrosti. Na primer, sesalci danes predstavljajo približno 6.400 vrst, pri čemer ljudje in njihove domače živali predstavljajo več kot 96 % biomase sesalcev, medtem ko divji sesalci predstavljajo le še štiri odstotke [35]. Če se bo ta trend nadaljeval, lahko pričakujemo nadaljnje izgube naravnih vrst, kar bo imelo nepredvidljive posledice za ekosisteme, pa tudi na siromašenje kvalitete življenja.

Invazivne vrste, kot je nutrija (*Myocastor coypus*), izrivajo avtohtone vrste in spreminjajo strukturo ekosistemov. Pred naselitvijo nutrij na določenem območju so tam živeli avtohtoni glodalci, ribe in druge vodne vrste, ki so bile del naravnega ravnovesja. Nutrije pa s svojo velikostjo in prehranskimi navadami močno vplivajo na lokalne vrste, uničujejo rastlinstvo

in spreminjajo habitatne pogoje. Kljub temu številni prebivalci nasprotujejo njihovem odstranjevanju, saj se ne zavedajo daljnosežnih posledic, ki jih te invazivne vrste povzročajo [36, 37].

Da bi izboljšali stanje biotske raznovrstnosti, bi bilo smiselno uvesti redne akcije odstranjevanja invazivnih vrst, podobno kot se izvaja čiščenje okolja. Prav tako je ključnega pomena boljše izobraževanje javnosti o pomenu biotske raznovrstnosti in posledicah neukrepanja pri širjenju invazivnih organizmov [38].

2.4. Aksiom: Trajnostni razvoj zahteva večji učinek z manjšo porabo energije s pomočjo naprednih tehnologij in pametne rabe virov

Trajnostni razvoj ne pomeni predvsem zmanjšanja porabe, temveč odpravo neučinkovitih pristopov ter povečanje učinkovitosti s pametno uporabo virov in tehnologij. Ena izmed ključnih tehnologij v tem kontekstu je umetna inteligenca (AI), ki omogoča avtomatizacijo in optimizacijo sistemov za zmanjšanje porabe energije brez ogrožanja razvoja [39, 40]. Namesto da slepo povečujemo porabo, moramo iskati inovativne rešitve, ki omogočajo večjo učinkovitost z manjšo porabo energije.

Preprost primer tega so drevesa. Drevo, zasajeno pred stavbo, lahko nudi senco in posledično zmanjša potrebo po hlajenju stavbe za do 20 %, kar je naraven način za zmanjšanje porabe energije brez potrebe po dodatnih tehnoloških rešitvah. Hkrati drevesa prispevajo k izboljšanju kakovosti zraka in podpirajo biotsko raznovrstnost [41].

Na globalni ravni se srečujemo s hitrim upadanjem kmetijskih površin, kar resno ogroža zmožnost trajnostne pridelave hrane

in dolgoročno stabilnost ekosistemov. Letno izgubimo približno 10 milijonov hektarjev kmetijskih zemljišč zaradi urbanizacije, širjenja cestne infrastrukture, krčenja gozdov in intenzivnega kmetijstva. Ta izguba ustreza 14 milijonom nogometnih igrišč [42]. V Amazoniji vsako minuto posekajo štiri nogometna igrišča gozda. Ali bomo nadaljevali v tej smeri, dokler ne bo uničena celotna pokrajina?

Tudi Slovenija se sooča s podobnim problemom, saj vsak dan izgubimo površino enega nogometnega igrišča kmetijskih zemljišč. To zmanjšuje prostor za pridelavo hrane in dodatno obremenjuje okolje. Širitev infrastrukture in gradnja novih objektov na teh zemljiščih prispevata k izginjanju naravnih površin ter povečujejo segrevanje podnebja [43]. Takšne prakse ne zmanjšujejo samo biotske raznovrstnosti, temveč povečujejo tudi energetske porabe in izpuste toplogrednih plinov [44].

Poleg tega se zaradi naraščajoče urbanizacije povečuje potreba po cestah, veletrgovskih centrih in stanovanjskih kompleksih na kmetijskih zemljiščih. To ne zmanjšuje le površin, ki so nujne za pridelavo hrane, ampak povečuje tudi emisije zaradi povečane uporabe fosilnih goriv in umetnih materialov.

Namesto širjenja neekonomskih in okolju škodljivih praks bi morali vlagati v tehnološke inovacije in naravne rešitve, ki omogočajo večji učinek ob manjši porabi virov. Pametno zasnovana infrastruktura, uporaba umetne inteligence za energetske učinkovitost in trajnostne rešitve, kot so zelene površine v mestih, lahko bistveno zmanjšajo porabo energije ter pripomorejo k dolgoročni stabilnosti ekosistemov.

Če analiziramo trenutne okoljske politike v Sloveniji in zaključke relevantnih strokovnih konferenc, opazimo precejšnja razhajanja. Kljub jasnim strokovnim argumentom javnost in

mediji pogosto nimajo dostopa do celovite slike, kar vodi v napačne odločitve in neustrezne ukrepe [45].

3. Miti o okolju in kmetijstvu

3.1. Kmetijstvo je okolju neprijazno

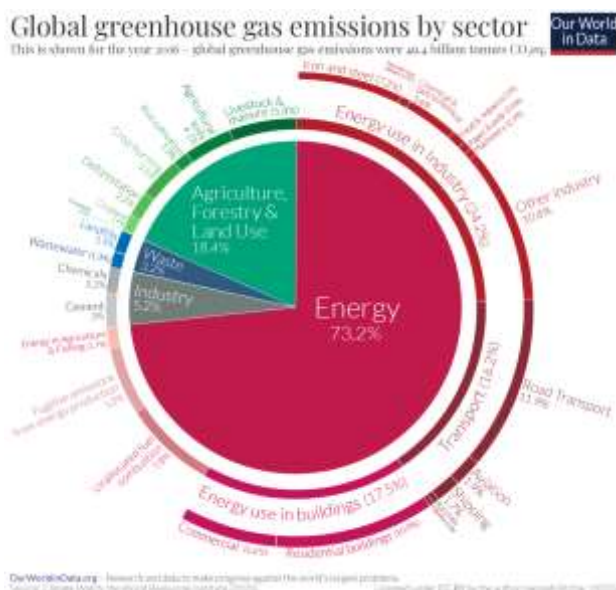
Mit o kmetijstvu kot glavnemu uničevalcu okolja je v resnici napačen in temelji na napačnih virih. Dobro upravljano kmetijstvo ne le podpira biotsko raznovrstnost, temveč tudi prispeva k trajnostnemu okolju. Seveda obstajajo neekološke in škodljive prakse, vendar pravilno izvajane metode kmetovanja, kot so rotacijska paša, ohranjevalna obdelava tal in diverzifikacija pridelkov, bistveno pripomorejo k stabilnosti ekosistemov [46].

Kmetijske površine, kot so obdelane njive in travniki, ustvarjajo raznolike habitate, ki podpirajo številne vrste rastlin in živali. Evropski travniki veljajo za ene najbolj biotsko raznovrstnih ekosistemov, saj omogočajo bivališče številnim žuželkam, pticam in drugim prostoživečim vrstam [47].

Emisije metana, ki jih povzročajo prežvekovalci kot so krave, so pogosto navedene kot argument proti kmetijstvu (glej sliko 1). Metan ima močan učinek na podnebne spremembe, vendar je njegova razgradnja v atmosferi bistveno hitrejša kot pri ogljikovem dioksidu (CO_2), ki v ozračju ostaja več stoletij. Sodobne tehnologije in prehranski dodatki lahko bistveno zmanjšajo emisije metana iz živinoreje [48]. Še pomembneje je, da počasi stoječa voda, recimo jezera hidroelektrarn in močvirja proizvede dvakrat več metana kot vsa živinoreja.

Živali so ključni del naravnega kroga hranil in prispevajo k izboljšanju kakovosti tal. Paša spodbuja rast travniških rastlin,

izboljšuje strukturo tal in preprečuje erozijo. Poleg tega so živalski iztrebki pomemben vir hranil za talne organizme in insekte, katerih populacija se je v zadnjih 50 letih zmanjšala za več kot polovico. Število in masa divjih živali sta prav tako upadla, kar kaže na potrebo po trajnostnem upravljanju naravnih virov [49].



Slika 1: Izvori toplogrednih plinov; polovica do tri četrtine jih prihaja iz fosilnih goriv. Vir: Hannah Ritchie (2020) - "Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from?" Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector' [Online Resource]

Raziskave kažejo, da pravilno upravljane kmetijske površine pozitivno vplivajo na biotsko raznovrstnost. Na kakovostno vzdrževanih travnikih lahko uspeva do 40 različnih vrst rastlin na kvadratni meter, kar je bistveno več kot v monokulturnih

poljih ali pozidanih območjih, kjer je biodiverziteta minimalna [50].

V seštevku je trditev, da je kmetijstvo škodljivo za okolje, napačna in temelji na nepreverjenih informacijah. Trajnostno kmetijstvo ne le zmanjšuje negativne vplive na okolje, temveč aktivno prispeva k ohranjanju naravnih ekosistemov. Napačne predstave o kmetijstvu pogosto izhajajo iz nepoznavanja razlike med trajnostnimi in industrijskimi kmetijskimi praksami ter iz nerazumevanja ključnih ekoloških procesov.

3.2. Izmed vseh tehnologij je najbolj nevarna in škodljiva ravno jedrska

Pogosto se navaja, da je jedrska energija ena najnevarnejših tehnologij, kar pa je v resnici mit. Korektne analize kažejo, da jedrska energija proizvede minimalne izpuste CO₂ v primerjavi s fosilnimi gorivi, zaradi česar je trajnostna alternativa kljub izzivom pri ravnanju z radioaktivnimi odpadki. Poleg tega imajo nekatere obnovljive energije, kot sta sončna in vetrna, velike težave z zanesljivostjo oskrbe, saj so odvisne od vremenskih pogojev. Zato se pri primerjavah energetskega sistema pogosto uporablja kombinacija stalnih virov (hidro, jedrska, termoelektrarne) in občasnih virov, ki zahtevajo shranjevanje energije, kar lahko podvoji ali potroji stroške [51, 52].

Primerjava energetskega sistema po ključnih atributih je zbrana v Tabeli 1. Sledi komentar:

Cena na enoto energije (USD/kWh)

Jedrska energija: Povprečna cena proizvodnje znaša približno 0,09 USD/kWh. Visoki začetni stroški izgradnje so

kompenzirani z nizkimi obratovalnimi stroški in dolgoročno življenjsko dobo [53].

Fosilna goriva (premog, nafta, plin): Cena proizvodnje se giblje med 0,05 in 0,10 USD/kWh, a dolgoročno prinaša velike okoljske in zdravstvene stroške.

Sončna energija: Zadnja leta močno cenovno konkurenčna, med 0,03 in 0,06 USD/kWh, a odvisna od shranjevanja energije.

Vetrna energija: Cena med 0,04 in 0,07 USD/kWh, prav tako variabilna.

Hidroenergija: Odvisna od lokacije, med 0,03 in 0,05 USD/kWh, vendar z okoljskim vplivom velikih jezov.

Izpusti CO₂ na enoto energije (gCO₂/kWh)

Jedrska energija: Povprečno 12 gCO₂/kWh, vključno z življenjskim ciklom elektrarn [54].

Fosilna goriva: Premog 820 gCO₂/kWh, plin 490 gCO₂/kWh, nafta 720 gCO₂/kWh.

Sončna energija: Okoli 48 gCO₂/kWh, predvsem zaradi proizvodnje panelov.

Vetrna energija: Okoli 11 gCO₂/kWh.

Hidroenergija: Povprečno 24 gCO₂/kWh, a lahko več zaradi metana iz rezervoarjev.

Potrebne površine na enoto energije (m²/kWh)

Jedrska energija: Najbolj učinkovita pri prostorski rabi, povprečno 1,9 m²/kWh [55].

Fosilna goriva: 40-100 m²/kWh, zaradi rudarjenja in skladiščenja.

Sončna energija: 25-70 m²/kWh, kar predstavlja problem pri uporabi kmetijskih zemljišč.

Vetrna energija: 20-60 m²/kWh.

Hidroenergija: Od 100 m²/kWh ali več pri velikih akumulacijskih jezerih.

Število smrtnih žrtev na enoto energije (smrti/TWh)

Jedrska energija: Povprečno 0,07 smrti/TWh, vključno z velikimi nesrečami (Černobil, Fukušima) [56].

Fosilna goriva: Premog 24,6 smrti/TWh, plin 2,8 smrti/TWh, večinoma zaradi onesnaženja.

Sončna energija: 0,02 smrti/TWh, večinoma nesreče pri montaži.

Vetrna energija: 0,04 smrti/TWh.

Hidroenergija: 1,3 smrti/TWh, pri zrušitvah jezov bistveno večje število žrtev.

Tabela 1: Primerjava virov energije

Vir energij.	Cena (USD/kWh)	Izpusti CO ₂ (gCO ₂ /kWh)	Uporaba zemljišč (m ² /kWh)	Smrtnost na TWh
Jedrska	0.09	12	1.9	0.07
Fosilna goriva	0.05–0.10	490–820	40–100	2.8–24.6
Sončna	0.03–0.06	48	25–70	0.02
Vetrna	0.04–0.07	11	20–60	0.04
Hidro	0.03–0.05	24	100+	1.3

Povzetki iz Tabele 1:

- Jedrska energija povzroča najmanj CO₂ in zavzema najmanj prostora, vendar ostajajo izzivi pri ravnanju z radioaktivnimi odpadki.
- Fosilna goriva imajo najvišje izpuste in največji vpliv na zemljišča, kar jih naredi najmanj trajnostne.
- Sončna energija ima nizke emisije, a potrebuje velike površine – kar je problematično, kadar se umešča na rodovitna kmetijska zemljišča.
- Vetrna energija ima zelo nizke izpuste, vendar je njena učinkovitost močno odvisna od lokacije in vremenskih razmer.
- Hidroenergija je bolj trajnostna, vendar potrebuje velike površine, kjer se ustvarja precej toplogrednih plinov, ima tudi

velik vpliv na zemljišča in ekosisteme, še posebej ob gradnji jezov.

Tabela 2: Primerjava različnih tipov zemljišč

Vrsta zemljišča	Biotska raznovrstnost	Zmožnost absorpcije CO ₂ (t/ha/leto)	Neto proizvodnja kisika
Tropski gozd	Zelo visoka	0 (stabilen ekosistem)	0
Zmerni gozd	Visoka	2–5	Srednja
Travniki in pašniki	Srednja	1–3	Visoka
Kmetijske površine	Srednja–nizka	2–8 (odvisno od poljščine)	Visoka (npr. koruza)
Pozidane površine	Zelo nizka	0	0
Puščave	Zelo nizka	0–1	Zelo nizka

Povzetek Tabele 2:

- Tropski gozdovi so stabilni ekosistemi, ki ne proizvajajo neto kisika, saj poraba in proizvodnja ostajata v ravnovesju.
- Zmerni gozdovi absorbirajo CO₂ in prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti.

- Travniki in pašniki imajo presenetljivo pomembno vlogo pri absorpciji CO₂ in proizvodnji kisika.
- Kmetijske površine, predvsem tiste z visoko produktivnostjo, kot je koruza, proizvajajo velike količine kisika in prispevajo k zajemanju CO₂.
- Pozidane površine in puščave praktično ne prispevajo k proizvodnji kisika ali zajemanju CO₂, kar kaže na nujnost zaščite kmetijskih in naravnih ekosistemov.

Ti podatki jasno kažejo pomen trajnostnega upravljanja zemljišč in pomen kmetijskih površin za uravnavanje CO₂ in proizvodnjo kisika, kar pogosto ni ustrezno upoštevano v okoljskih politikah.

Zaključek sekcije 3:

Podatki jasno kažejo, da jedrska energija ni tako nevarna, kot se pogosto prikazuje v javnih razpravah. Ima nizke emisije CO₂, potrebuje najmanj prostora in ima nizko smrtnost na enoto proizvedene energije. V primerjavi s fosilnimi gorivi je bistveno manj škodljiva za zdravje ljudi in okolje, hkrati pa je stabilnejši vir električne energije kot sončna in vetrna energija. Kritika jedrske energije pogosto temelji na napačnih predpostavkah ali selektivni predstavitvi podatkov.

Kmetijske površine so izrednega pomena za zdravo in kvalitetno okolje, zato jih je treba zaščititi pred nadaljnjim uničevanjem.

4. Diskusija

Pravilno varovanje okolja temelji na trajnostnem razvoju, kar pomeni pametno rabo virov, zmanjšanje nepotrebnih izgub energije ter kombinacijo naravnih in tehnoloških rešitev. Na primer, uporaba jedrske energije za proizvodnjo električne

energije znatno zmanjša izpuste CO₂ v primerjavi s fosilnimi gorivi in prispeva k boju proti podnebnim spremembam. Prav tako je ključno ohranjati biotsko raznovrstnost, saj stabilni ekosistemi zagotavljajo dolgoročno odpornost na spremembe v okolju. Naravne rešitve, kot so sajenje dreves, pametno načrtovanje urbanih in podeželskih območij ter skrb za trajnostno kmetijstvo, lahko učinkovito zmanjšajo potrebo po umetnih posegih, zmanjšajo rabo energije in izboljšajo kakovost zraka.

Naštejmo še nekaj misli:

Napačne predstave v medijih – pogosto se prikazuje intenzivno kmetijstvo kot onesnaževalca, medtem ko se pozitivni vidiki, kot so absorpcija CO₂ in proizvodnja kisika, zanemarjajo.

Vloga metana pri globalnem segrevanju – Metan, ki ga oddajajo krave, resda prispeva 40 % emisij metana, vendar je bil njegov vpliv na segrevanje pogosto precenjen. Metan razpade v 12 letih, v nasprotju s CO₂, ki ostaja v atmosferi več stoletij.

Primerjava vpliva različnih sektorjev – Kmetijstvo se pogosto napačno primerja s prometom in industrijo, čeprav prispeva k ekosistemskim storitvam, ki jih ti sektorji ne morejo zagotoviti. Tako enostranske analize nimajo mesta v pravi znanosti.

Po drugi strani pa želja po varovanju okolja in neznanje zaradi napačnih predpostavkah in mitih vodijo do slabih odločitev. Eden od takšnih mitov je, da so obnovljivi viri, kot sta sončna in vetrna energija, vedno najboljša izbira za trajnostno prihodnost. Resnični podatki kažejo, da te tehnologije, če niso ustrezno umeščene, zahtevajo ogromne površine, so odvisne od vremenskih razmer ter povzročajo dodatne stroške zaradi potrebnega shranjevanja energije – torej škodijo okolju. Prav

tako je napačno prepričanje, da se lahko gospodarska rast neomejeno nadaljuje brez vpliva na okolje – trajnostna rast je mogoča le z inteligentnim načrtovanjem, zmanjševanjem nepotrebnih izgub virov in dolgoročnim razmišljanjem.

Pogosto napačno predstavljanje kmetijstva kot enega glavnih onesnaževalcev je mit, ki ga sistemsko razkrivamo v tem prispevku. Če se kmetijstvo izvaja trajnostno, igra ključno vlogo pri varovanju okolja. Regenerativno kmetovanje, paša živali na pravilno upravljanih travnikih in trajnostne obdelovalne metode prispevajo k zdravju tal, zmanjšujejo erozijo in povečujejo sposobnost tal za zadrževanje vode. Poleg tega trajnostno kmetijstvo omogoča večjo biotsko raznovrstnost kot marsikateri gozdni ekosistem, saj ustvarja bogate habitate za številne rastlinske in živalske vrste. Pa tudi klasično kmetijstvo kljub nekaterim pomanjkljivostim še vedno zelo dobro varuje okolje, zlasti v primerjavi s pozidanimi površinami.

Velik problem pri javni percepciji kmetijstva je pomanjkanje razumevanja in sodelovanja med strokovnjaki, odločevalci in širšo javnostjo. Medtem ko se intenzivno kmetijstvo pogosto napačno dojema kot norma, je dejansko večina kmetij v Sloveniji majhnih in razpršenih, z močno vpetostjo v naravne ekosisteme. Sodobni razvoj umetne inteligence in pametnih sistemov upravljanja kmetij lahko pomaga optimizirati rabo virov, zmanjšati negativne vplive na okolje in povečati učinkovitost pridelave hrane. Kljub tem možnostim pa je zanimanje za tovrstne rešitve pri odločevalcih pogosto majhno.

V zaključku je treba poudariti, da kmetijstvo ni problem, temveč del rešitve za varovanje okolja. Namesto da se kmetijstvo obravnava kot onesnaževalec, bi morali prepoznati njegov prispevek k ekološkemu ravnovesju in varstvu naravnih virov. Sodelovanje med okoljevarstveniki, kmeti in raziskovalci je

ključno za oblikovanje politik, ki bodo dejansko temeljile na znanstvenih dejstvih in ne na mitih ali ideoloških pristopih. Samo z objektivnim in strokovnim pogledom na trajnostne prakse lahko zagotovimo dolgoročno ohranjanje okolja in stabilno prihodnost za naslednje generacije.

Samo z objektivnim in strokovnim pogledom na trajnostne prakse lahko zagotovimo dolgoročno ohranjanje okolja in stabilno prihodnost za naslednje generacije [57].

Opomba: Prispevek izraža mnenje avtorja in ne inštitucije ali združenj.

Literatura

1. Garnett, T., et al. (2013). Sustainable intensification in agriculture. *Science*, 341(6141), 33-34. DOI: [10.1126/science.1234485](https://doi.org/10.1126/science.1234485).
2. Smith, P., Gregory, P. J. (2013). Climate change and sustainable food production. *Proceedings of the Nutrition Society*, 72(1), 21-28. DOI: [10.1017/S0029665112002832](https://doi.org/10.1017/S0029665112002832).
3. Shukla, P. R., et al. (2020). Climate Change and Land: An IPCC Special Report. Available at: <https://www.ipcc.ch/srccl>.
4. Lal, R. (2021). Soil carbon sequestration. *Nature Sustainability*, 4, 974–976. DOI: [10.1038/s41893-021-00722-9](https://doi.org/10.1038/s41893-021-00722-9).
5. Singh, R. (2024). Assessing the impact of sustainable agriculture practices on biodiversity conservation. *Journal of Sustainable Solutions*. DOI: 10.36676/j.sust.sol.v1.i3.13.
6. Plut, D. (2023). *Ekosistemska družbena ureditev*. Available at: <https://ebooks.uni-lj.si/ZalozbaUL/catalog/book/405>.
7. Huzenko, M., & Kononenko, S. (2024). Sustainable agriculture: Impact on public health and sustainable development. *Health Economics and Management Review*. DOI: 10.61093/hem.2024.2-08.
8. Zhang, Z. (2024). Reducing methane emissions in ruminant production: Methods and their impacts. *E3S Web of Conferences*. DOI: 10.1051/e3sconf/202458002017.

9. Muntari, M., Arciero, B.R., Kuhn, C., et al. (2024). PSV-10 Vaccination of Beef Cattle to Reduce Enteric Methane Emissions. *Journal of Animal Science*. DOI: 10.1093/jas/skae234.581.
10. Mishra, N., Pradhan, S.K., Patra, S.K., et al. (2024). Preservation of biodiversity and sustainability of ecosystem. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*. DOI: 10.9734/ajaees/2024/v42i92549.
11. Gams, M., et al. (2020). *Bela knjiga o strokovnem varovanju okolja*. Institut "Jožef Stefan". Available at: <http://library.ijs.si>.
12. Bressane, A., Silva, M. B., Goulart, A. P. G., & Medeiros, L. C. C. (2024). Understanding how green space naturalness impacts public well-being: Prospects for designing healthier cities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21, 50585.
13. Archiciński, P., Przybysz, A., Sikorska, D., Wińska-Krysiak, M., da Silva, A. R., & Sikorski, P. (2024). Conservation management practices for biodiversity preservation in urban informal green spaces: Lessons from Central European cities. *Land*, 13(60764).
14. Akshay, K. J. (2024). Urban green spaces and their role in enhancing quality of life. *i-Manager's Journal on Structural Engineering*.
15. Brown, L. R., et al. (2020). The global impact of human population growth. *Nature Sustainability*, 3(2), 92-101. DOI: [10.1038/s41893-019-0443-x](https://doi.org/10.1038/s41893-019-0443-x).
16. Nevzati, F., Veldi, M., Storie, J. T., & Külvik, M. (2024). Leveraging ecosystem services and well-being in urban landscape planning for nature conservation: A case study of peri-urban dynamics. *Conservation*, 4(1).
17. Xu, C., Xiong, Y., Liu, Z., & Chen, Y. (2024). Spatiotemporal dynamics and scenario simulation of regional green spaces in a rapidly urbanizing type I large city: A case study of Changzhou, China. *Sustainability*, 16(46125).
18. Daraojimba, A. I., Aibhamen, B., Kanayo, U., Umoh, A. A., & Bui, P. W. (2024). Urban green spaces and their impact on environmental health: A global review. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(2), 0518.
19. Smil, V. (2017). *Energy and civilization: A history*. MIT Press.
20. Sovacool, B. K. (2008). Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power. *Energy Policy*, 36(8), 2950-2963. DOI: [10.1016/j.enpol.2008.04.017](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.04.017).
21. Saporulu, F. N., Dzhumagaziev, N., Smagulov, K., & Dzhumagulova, K. (2024). The impact of renewable energy sources on the sustainable

- development of the economy and greenhouse gas emissions. *InterConf*. DOI: 10.51582/interconf.19-20.04.2024.037.
22. Zuo, J. (2024). Challenges of new energy power systems. *International Journal of Electric Power and Energy Studies*. DOI: 10.62051/ijepes.v2n3.04.
 23. Dorić, B. (2024). Economic perspective of renewable energy sources: Security of supply, innovations, and challenges. *Croatian Regional Development Journal*. DOI: 10.2478/crdj-2024-0005.
 24. Schaefer, L., & Atreya, A. (2024). Exploring the potentials and challenges of renewable energy sources. *Journal of Computing and Natural Science*. DOI: 10.53759/181x/jcns202404009.
 25. Pamfile, L. V. (2024). Energy transition: The impact of increasing energy production from renewable sources on the commercial optimization process of conventional power generation assets. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*. DOI: 10.2478/picbe-2024-0104.
 26. Messias, I., Galvanin, E., & Silva, E. (2024). P-507 Rural health and decent work: Vulnerability in low and middle-income countries (LMIC) and monoculture production. *Occupational Medicine*. DOI: 10.1093/occmed/kqae023.1267.
 27. Martinez, D. A., Gathorne-Hardy, A., & Smith, B. M. (2024). Impacts of polycultural cropping on crop yields and biodiversity: A systematic map protocol. *Ecological Solutions and Evidence*. DOI: 10.1002/2688-8319.12349.
 28. Reina, A. M. V., Avila, F. A. S., Aviles, D. F. V., & Herrera-Feijoo, R. (2024). Biological indicators of resilience in mixed and monoculture Musaceae production systems. *Revista de Gestão Social e Ambiental*. DOI: 10.24857/rgsa.v18n2-148.
 29. Leng, S. T. K., Yan, C. W., Pahri, S.-D. R., Lin, N. S., & Choy, E. A. (2024). A systematic literature review on environmental issues and challenges towards the palm oil industry. *Journal of Sustainability Science and Management*. DOI: 10.46754/jssm.2024.01.013.
 30. de Groot, M., Kozamernik, E., Kermavnar, J., Kolšek, M., Marinšek, A., Nève Repe, A., & Kutnar, L. (2024). Importance of habitat context in modelling risk maps for two established invasive alien plant species: The case of *Ailanthus altissima* and *Phytolacca americana* in Slovenia (Europe). *Plants*. DOI: 10.3390/plants1306088.
 31. Alberici, V., Desbiez, A., Pasqualotto, N., & Chiarello, A. G. (2024). Unravelling unique responses of mammal abundance to road proximity in agricultural landscapes. *Animal Conservation*. DOI: 10.1111/acv.12933.

32. Horstmann, S., Auffret, A., Herbertsson, L., Klatt, B. K., Müller, S., & Öckinger, E. (2024). Traffic intensity and vegetation management affect flower-visiting insects and their response to resources in road verges. *Journal of Applied Ecology*. DOI: 10.1111/1365-2664.14692.
33. Szabolcs, M., Mizsei, E., Zsolyomi, T., Mester, B., & Lengyel, S. (2024). Road mortality of water snakes in light of landscape structure and traffic intensity in north-eastern Hungary. *PeerJ*, 12. DOI: 10.7717/peerj.17923.
34. Avdeev, M., Tal, S., Fishman, R., Vortman, Y., & Shanas, U. (2024). The effect of 4-vinylcyclohexene diepoxide on female nutria (*Myocastor coypus*) fertility in captivity—A pilot study. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 55, 412-423. DOI: 10.1638/2023-0064.
35. Fernández-Cabello, I., Franch, M., Vilella, M., Fernandez-Arrieta, N., Rota, M., Sanglas, A., Baqué-Díaz, E., Gallardet, M., Federico, P., Peris, A., Serratosa, E., Real, J., Sayol, F., & Puig-Gironès, R. (2024). Assessing the role of habitat, climate, and anthropization gradients on terrestrial mammal diversity in the western Mediterranean basin. *Integrative Zoology*. DOI: 10.1111/1749-4877.12866.
36. Coster, S. S. (2024). Field validation of an eDNA assay for nutria illuminates a role in invasive species management. *Ecology and Evolution*, 14. DOI: 10.1002/ece3.11416.
37. Dondina, O., Orioli, V., Tirozzi, P., & Bani, L. (2024). Estimating risk to prevent damage: Predicting and preventing *Myocastor coypus* damage to transport infrastructure. *Pest Management Science*. DOI: 10.1002/ps.8128.
38. Lorenzo, P., & Morais, M. C. (2024). Repurposing waste from aggressive *Acacia* invaders to promote its management in large invaded areas in southwestern Europe. *Plants*, 13. DOI: 10.3390/plants13111428.
39. Colberg, E. M., Bradley, B. A., Morelli, T. L., & Brown-Lima, C. (2024). Climate-smart invasive species management for 21st-century global change challenges. *Global Change Biology*, 30(10), e17531. DOI: 10.1111/gcb.17531.
40. Carter, S., Mills, C., Hao, Z., Mott, R., Hauser, C. E., White, M., Sharples, J., Taylor, J., & Moore, J. L. (2024). Spatial prioritization for widespread invasive species control: Trade-offs between current impact and future spread. *Ecological Applications*, e2982. DOI: 10.1002/eap.2982.
41. Nguyen, H. Q., Tran, T. N. S., & Hoang, V. C. (2023). Urban green spaces and ecosystem services: A case study of Danang City, Vietnam. *Journal of Environmental Management and Planning*, 66(5), 1234–1248.
<https://doi.org/10.1080/09640568.2023.2156789>

42. Lal, R. (2024). Soil degradation and global land use changes: Implications for food security and sustainability. *Land Degradation & Development*. DOI: 10.1002/ldr.4978.
43. Smith, P., et al. (2024). Impact of deforestation and habitat destruction on climate change. *Global Change Biology*. DOI: 10.1111/gcb.16745.
44. Davis M., Ripple W.J., Smith P. (2024). Biodiversity loss and ecosystem collapse under habitat destruction. *Conservation Biology* 38 (2): e14056. DOI 10.1111/cobi.14056.
45. Alif, M., Hanief, L., & Astuty, S. (2024). Environmental campaigns on Instagram: Educating the public on zero waste. *Jurnal Riset Komunikasi*. DOI: 10.38194/jurkom.v7i2.1058.
46. Ayeni, O., & Olagoke-Komolafe, O. E. (2024). Environmental impact of modern agricultural practices: Strategies for reducing carbon footprint. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*. DOI: 10.51594/ijmer.v6i9.1581.
47. Nuñez, G. A., Glimskär, A., & Zacchello, G. (2024). Permanent grasslands and ecosystem services in Swedish boreal landscapes. *Agronomy*. DOI: 10.3390/agronomy14030567.
48. Zhang, Z. (2024). Reducing methane emissions in ruminant production: Methods and their impacts. *E3S Web of Conferences*. DOI: 10.1051/e3sconf/202458002017.
49. Ripple, W. J., et al. (2024). Global decline of wild animal populations due to habitat destruction and climate change. *Nature Sustainability*. DOI: 10.1038/s41893-024-02134-8.
50. Forsberg, C., Dale, B. E., & Ingersoll, E. (2024). Replacing all fossil fuels with nuclear-enabled hydrogen, cellulosic hydrocarbon biofuels, and dispatchable electricity. *ASME Open Journal of Engineering*. Article 4064592. DOI 10.1115/1.4064592.
51. Ochmann, J., Łukowicz, H., Lepszy, S., & Bartela, Ł. (2024). Repowering a coal-fired power plant according to the coal-to-nuclear pathway—Analysis of nuclear unit development from the perspective of cooling water availability. *Archives of Thermodynamics*. 45 (4): 205-213. DOI 10.24425/ather.2024.152010.
52. Grand, D., Le Brun, C., Latrobe, A., & Vidil, R. (2024). Under what conditions would the electricity mix planned for France under the Energy Transition Act work? *Reflète de la Physique*. pp. 116-121. DOI 10.1051/refdp/2024s116.

53. Sun, F., & Ren, G. (2024). Time-limited aging analysis of the containment of nuclear power plants without monitoring tendons. *Energies* 17 (13): 3325. DOI 10.3390/en17133325.
54. Dvinin, D., & Davankov, A. (2024). Ecological and economic assessment of nuclear power as a low-carbon energy source. *E3S Web of Conferences*. 555: 04001. DOI 10.1051/e3sconf/202455504001.
55. Raymond, C., Omitaomu, O., Franzese, K., Wagner, M. J., & Lindley, B. (2024). Siting analysis of a solar-nuclear-desalination integrated energy system. *Journal of Nuclear Engineering*. 5 (3): 25. DOI 10.3390/jne50325.
56. Raymond, C., Omitaomu, O., Franzese, K., Wagner, M. J., & Lindley, B. (2024). Siting analysis of a solar-nuclear-desalination integrated energy system. *Journal of Nuclear Engineering*. 5 (3): 25. DOI 10.3390/jne50325.
57. Al Mubarak, F., Rezaee, R., & Wood, D. A. (2024). Economic, societal, and environmental impacts of available energy sources: A review. *Eng*, 5(3), 1232-1265; <https://doi.org/10.3390/eng5030067>.

2. Živinoreja ni le problem, je pomemben del rešitve

Livestock farming is not just a problem, it is an important part of the solution

Marija Klopčič

Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
Groblje 3, 1230 Domžale, Slovenija

ABSTRACT

The future of livestock farming in the European Union and worldwide is closely linked to various factors such as sustainable agricultural practices, technological innovation, climate change, dietary habits, and policy frameworks. Despite environmental challenges, livestock remains a vital component of the food system, particularly in areas unsuitable for crop production. The sector must adapt to modern demands by increasing efficiency, reducing environmental impact, and enhancing animal welfare. While livestock contributes to greenhouse gas emissions and resource use, it also plays a key role in food security, biodiversity, and sustaining rural communities. With the right policies, technologies, and sustainable practices, livestock can become part of the solution to future food system challenges.

POVZETEK

Prihodnost živinoreje v Evropski uniji in po svetu je tesno povezana z raznolikimi dejavniki, kot so trajnostne kmetijske prakse, tehnološke inovacije, podnebne spremembe, prehranske

navade ter politični okvirji. Kljub okoljskim izzivom ostaja živinoreja pomemben del prehranskega sistema, zlasti na območjih, kjer rastlinska pridelava ni mogoča. Prilagajanje sektorja sodobnim zahtevam vključuje povečanje učinkovitosti, zmanjšanje vpliva na okolje in izboljšanje dobrobiti živali. Čeprav živinoreja prispeva k emisijam toplogrednih plinov in porabi naravnih virov, ima hkrati pomembno vlogo pri prehranski varnosti, biotski raznovrstnosti in vzdrževanju podeželskih skupnosti. Ob ustrezni politiki, tehnologijah in trajnostnih praksah lahko živinoreja postane sestavni del rešitve za prihodnje izzive prehranske oskrbe.

Ključne besede

Živinoreja, trajnostno kmetijstvo, prehranska varnost, biotska raznovrstnost, ekosistemske storitve

Keywords

Livestock, sustainable agriculture, food security, biodiversity, ecosystem services

1. Uvod

V luči naraščajočih podnebnih pritiskov, degradacije okolja ter globalnega povpraševanja po hranilih, je treba živinorejo obravnavati ne le kot okoljski izziv, temveč tudi kot potencialni del celostne rešitve za prihodnost kmetijsko-prehranskega sistema. Živinoreja prispeva k oskrbi z visoko-vrednimi živili (mleko, meso, jajca), omogoča učinkovito recikliranje hranil preko uporabe živalskih izločkov ter pomembno vpliva na ohranjanje kulturne krajine in trajnega travinja. Na območjih, kjer rastlinska pridelava ni ekonomsko ali okoljsko smiselna,

lahko trajnostna živinoreja izpolnjuje tako prehranske kot ekosistemske funkcije. Ob upoštevanju sodobnih znanstvenih dognanj in z implementacijo inovativnih praks ima živinoreja potencial za zmanjšanje emisij, izboljšanje produktivnosti in povečanje odpornosti lokalnih skupnosti.

Po podatkih FAO živinoreja prispeva k skoraj 40 % skupne kmetijske proizvodnje v razvitih državah in približno 20 % v državah v razvoju, s čimer podpira preživetje vsaj 1,3 milijarde ljudi po vsem svetu in zagotavlja približno 34 % prehranskih beljakovin [1]. Glede na to, da se število svetovnega prebivalstva povečuje hitreje kot proizvodnja hrane, je vloga živinoreje še kako pomembna. Do leta 2050 se pričakuje povečanje števila prebivalstva za več kot 30 % [2]. To pa pomeni, da bo potrebna vsaj 50 – 60 % večja proizvodnja hrane, kar vključuje rastlinske in živalske vire. Pri tem v ospredje stopa trajnostna živinoreja, ki lahko koristi kmetijska zemljišča, ki niso primerna za poljedelstvo [3]. Globalno povpraševanje po kakovostnih živilih živalskega izvora se povečuje zlasti v državah v razvoju. Kvantitativno se pričakuje povečanje povpraševanja po mesu za 73 % in po mleku ter mlečnih izdelkih za 58 %. Pri tem pa bodo precejšnje razlike med regijami. **Živinoreja lahko pokrije prehranske vrzeli** predvsem v regijah, kjer rastlinska pridelava ni stabilna (npr. sušna območja) [3].

Živinoreja je ključnega pomena za globalni trajnostni razvoj in prehransko varnost. Ob razpravah o podnebnih spremembah in vplivu kmetijstva se živinoreja pogosto predstavi kot glavni krivec. Vendar pa celostni pogled pokaže, da lahko živinoreja – ob ustreznem upravljanju – postane ključni del rešitve za bolj trajnosten, odporen in pravičen prehranski sistem.



Slika 1: Globalna poraba krme za živali v oskrbi rejcev – delež glavnih vrst krme, ki jih zaužijejo živali (prežvekovalci in neprežvekovalci) [3].

Pomembni vidiki živinoreje so:

- Kroženje hranil in zmanjšanje odpadkov (govedo in druge živali so sposobne predelati ostanke pridelkov in neuporabne rastlinske materiale v visoko hranilna živila – slika 1; stranski produkti živinoreje, kot je gnoj ter drugi živalski izločki, izboljšujejo rodovitnost ter kakovost tal).
- Ohranjanje krajine in narave še posebej v hribovitih in manj dostopnih območjih kjer druga oblika kmetovanja ni mogoča.
- Socialna in ekonomska vloga živinoreje, saj le-ta podpira lokalna delovna mesta, razvoj podeželja in preskrbo s hrano.

To je še posebej pomembno v kriznih časih, ko so lokalni viri ključni [3].

2. Ambivalentni učinki živinoreje

Živinoreja ima pomembne ambivalentne učinke na okolje, družbo, gospodarstvo in zdravje. Po eni strani predstavlja ključen vir prehranske varnosti, zaposlitve in lokalnega razvoja, po drugi strani pa ima nekatere negativne posledice, kot so emisije toplogrednih plinov, degradacija tal, izguba biotske raznovrstnosti ter etična vprašanja glede dobrobiti živali. Ta dvojen vpliv povzroča razprave med zagovorniki tradicionalnega kmetovanja in okoljskimi ter etičnimi gibanji [4].

Ambivalentnost živinoreje je naravna posledica njene kompleksnosti. Nobena rešitev ni univerzalna. Potrebni so lokalni pristopi, inovacije, sprememba potrošniških navad in uvajanje dobrih kmetijskih praks. Pri tem je razvoj trajnostnih modelov ključen za zmanjšanje negativnih učinkov, ob hkratnem ohranjanju pozitivnih funkcij, ki jih zagotavlja živinoreja.

Glavni ambivalentni učinki živinoreje so prikazani v naslednji preglednici.

Tabela 1: Ambivalentni učinki živinoreje [3, 4].

Pozitivni učinki	Negativni učinki
Vir beljakovin in mikro-hranil za prehrano ljudi	Emisije toplogrednih plinov (npr. metan, dušikov oksid)
Prehranska varnost in zmanjšanje lakote	Poraba naravnih virov (vode, zemlje, rastlin primernih za prehrano ljudi)
Dohodek za male kmete in zagotavljanje delovnih mest	Prispevek k izgubi biotske raznovrstnosti

Uporaba živalskih izločkov kot organsko gnojilo za izboljšanje rodovitnosti tal	Antibiotska rezistenca zaradi pretirane uporabe antibiotikov v industrijski živinoreji
Kulturna in tradicionalna vrednost živinoreje v številnih regijah	Vprašanje etike in dobrobiti živali
Vloga živinoreje pri krožnem gospodarstvu (kot je uporaba stranskih produktov)	Onesnaževanje voda in tal z gnojevko

3. Izzivi živinoreje

Živinoreja se sooča z naraščajočimi izzivi na več ravneh: okoljski pritiski, trajnostno gospodarjenje, ekonomska učinkovitost, dobrobit živali ter družbeno sprejemanje. Intenzifikacija pridelave, podnebne spremembe in omejeni viri (zlasti voda, zemlja) zahtevajo prestrukturiranje kmetijskih praks. Prav tako postajajo vedno pomembnejši integrirani pristopi – povezovanje znanja iz ekologije, veterine, agronomije, etnologije in ekonomije – za razvoj trajnostnih rešitev. Evropska unija si že od leta 1990 prizadeva za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. Od takrat so se emisije nekoliko zmanjšale, a je upad le-teh v zadnjih letih skromnejši [5]. Do leta 2050 ima EU v načrtu postati podnebno nevtralna, kar pomeni da bi morala znatno zmanjšati izpuste toplogrednih plinov na vseh področjih. Razlog za zmanjšanje emisij, ko govorimo o kmetovanju, se največkrat ne skriva v bolj trajnostnem načinu kmetovanja, temveč v zmanjšanju staleža živali in v zmanjšanju števila predvsem manjših kmetij, ki si ne morejo privoščiti velikih investicij, saj stroški vlaganja v trajnostno kmetovanje niso vedno pokriti oz. nagrajeni. Kmetijstvo naj bi prispevalo 10 % emisij vseh toplogrednih plinov, kar je v primerjavi z industrijo (38 %) in transportom (21 %) relativno malo, a ima kmetijstvo poleg direktnih onesnaževalcev, ki nastanejo kot posledica črevesne fermentacije prežvekovalcev tudi indirektno

onesnaževalce povezane predvsem s pridelavo krme kot so fosilna goriva, emisije ki se sproščajo pri gnojenju z mineralnimi gnojili itd. [6]. Kar 86 % vseh teh emisij kmetijski sektor pripisuje živinoreji.

Ko govorimo o emisijah imamo v mislih predvsem emisije metana in dušikovega oksida, ki se sprošča pri gnojenju in skladiščenju organskih gnojil. Veliko težo pri globalnem segrevanju nosi tudi CO₂, ki pa je v živinoreji pravzaprav zanemarljiv, saj večino CO₂, ki ga pridela živinoreja, rastline porabijo pri fotosintezi [6]. Metan je toplogredni plin, ki nastaja pri fermentaciji v vampu prežvekovalcev. 52% vsega metana proizvede ravno živinoreja. Metan je kratkotrajni toplogredni plin, kar pomeni, da se v atmosferi zadržuje krajši čas, nato pa se razgradi v CO₂, ki ga rastline porabijo za fotosintezo in z njo proizvajajo kisik ter organske molekule, ki jih ljudje in živali nato spet zaužijemo. Sicer ima metan v primerjavi s CO₂ kar 28-krat večji toplogredni učinek, a z uravnoteženim številom živali je količina proizvedenega metana v ravnovesju s količino razgrajenega metana. Na drugi strani pa se CO₂ iz izpustov fosilnih goriv in industrije v atmosferi zadržuje, s tem pa tudi kopiči v ozračju [7].

Živinoreja je na udaru tudi zaradi prevelike porabe pitne vode, onesnaževanja vodnih virov, slabšanja strukture tal, deforestacije itd. Vodni odtis je indikator porabe sladke vode, ki je sestavljen iz treh vrst vodnih virov, in sicer modre vode (površinske oz. podzemna voda), zelene vode (voda iz padavin) in sive vode (voda za čiščenje in recikliranje odpadnih voda). Trenutno se živinoreji očita velika poraba vode, a je pogosto izpuščen podatek da 90 % predstavlja zelena voda, ki je del vodnega kroga, človeška populacija pa temelji predvsem na modri vodi. Nasprotniki živinoreje pogosto izpostavijo, da za 1

kg mesa porabimo 15.000 l vode, a od tega je za 1 kg npr. govedine potrebno predvsem 50 l modre vode. Živinoreja tako porabi 8 % zaloge sladkovodnih voda [8]. Drugi problem povezan z vodo pa je onesnaževanje, saj hranila predvsem nitrati in fosfati s površinskim odtokom iz pognojjenih polj z neposrednim izpustom gnoja preidejo v reke, podzemne vode in druge vodne vire.

Zmanjšanje živinoreje ima lahko tudi negativne posledice. Drastično zmanjšanje živinoreje bi prineslo več slabega kot dobrega, saj bi s tem le spodbudili uvoz in uporabo mleka in mesa, s čimer bi okoljsko problematiko le preselili na druge konce sveta. Živinoreja nima le prehranske vrednosti temveč tudi ekološko, saj skrbi za kulturno krajino. Z zmanjšanjem živinoreje bi se pričelo opuščanje pašnikov, zmanjšala bi se količina organske snovi, ki bi bila na voljo za ekološko kmetovanje, na obrobni krajih, kjer živinoreja predstavlja edino možnost za gospodarstvo, bi se pričelo izseljevanje in zaraščanje pokrajine [9].

Na področju živinoreje je možno veliko izboljšav predvsem v povezavi s pridelavo krmo, ki vsebuje krmne dodatke za zaviranje delovanja metanogenih bakterij. Zlasti pašna živina pa lahko pomaga skladiščiti povečane ravni ogljika v tleh. Ko govedo popase pašnik, s tem spodbudi rastline, da razrastejo svoj koreninski sistem in absorbirajo več ogljikovega dioksida. Seveda se mora paša goveda enakomerno seliti po pašnikih in s tem obnavljati raven ogljika in hranil v tleh [9]. Na področju fosilnih goriv lahko z uporabo bioplina narejenega iz gnojevke zmanjšamo izpuste toplogrednih plinov [10]. Živinoreja pa ni le krivec pač pa tudi žrtev podnebnih sprememb, saj so rezultati močno odvisni od naravnih razmer. Tveganja pri živinoreji so povezana predvsem z nihanjem temperature. Živali so namreč

zelo občutljive na previsoke ali prenizke temperature, s čimer je povezana manjša konzumacijska sposobnost in posledično manjša prireja. Pogosto se pojavljajo reprodukcijske težave, zmanjšana mlečnost. Naravne katastrofe kot so npr. preobilne padavine, suša itd. neposredno vplivajo na poljedelstvo, ki pa je seveda tesno povezano tudi z živinorejo, saj zmanjšan pridelek pomeni tudi manj krme za živali [11].

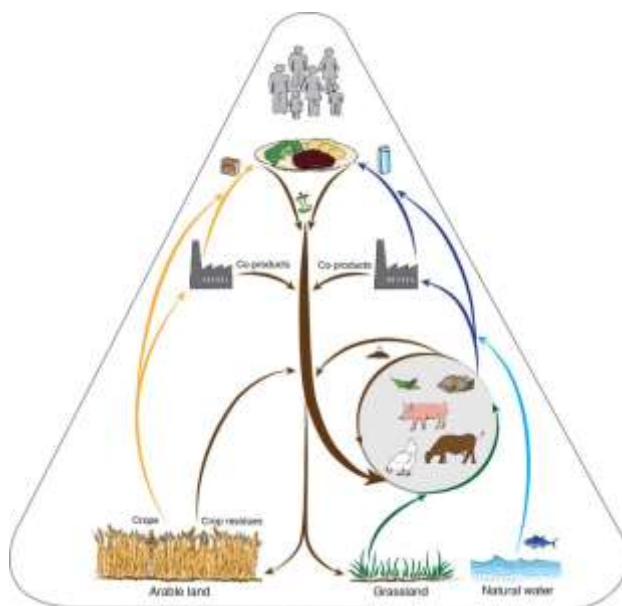
Število prebivalcev v svetovnem merilu se povečuje in naj bi se do leta 2050 povečalo kar na 10 milijard. Za prehrano teh ljudi pa bo potrebna hrana, za katero je v večji meri potrebna tudi živinoreja. Kmetje bodo zato morali proizvajati veliko več hrane, pri tem pa porabiti manj virov. V živinoreji je vse bolj potreben tehnološki napredek, katerega cilj je povečati učinkovitost, zmanjšati vpliv na okolje in zagotoviti dobro počutje živali. Tehnološki napredek v živinoreji bi lahko izboljšal tudi svetovno prehransko varnost in trajnost. Za prihodnost živinoreje so najbolj ključni trije dejavniki, in sicer tehnološki napredek, povečano povpraševanje po živalskih beljakovinah in prehod na trajnostno kmetovanje [12].

Povečano povpraševanje po mesu in drugih živalskih proizvodih se kaže predvsem v državah tretjega sveta. K temu sta pripomogla tudi rast prebivalstva in urbanizacija. Ravno zato je živinoreja v teh državah ena najhitreje rastočih kmetijskih panog. Njen delež v kmetijskem BDP znaša 33% in se hitro povečuje. Skupna prireja mesa se je v državah tretjega sveta med letoma 1980 in 2002 povečala s 45 na 134 milijonov ton, kar pomeni, da se je potrojila. Velik del te rasti se je zgodil v državah, ki so doživele hitro gospodarsko rast, zlasti v vzhodni Aziji. Povečala se je predvsem proizvodnja in poraba perutninskega ter prašičjega mesa [13]. Število prebivalcev v Podsaharski Afriki se povečuje s približno 1,2% letno rastjo,

zaradi česar se bo povpraševanje po živalskih proizvodih v Podсахarski Afriki in južni Aziji skoraj podvojilo in sicer s približno 200 kcal na osebo dnevno (leta 2000) na približno 400 kcal na osebo dnevno (leta 2050). Cene poljščin, ki se uporabljajo za prehrano, se bodo verjetno zviševale hitreje kot cene živalskih proizvodov [14].

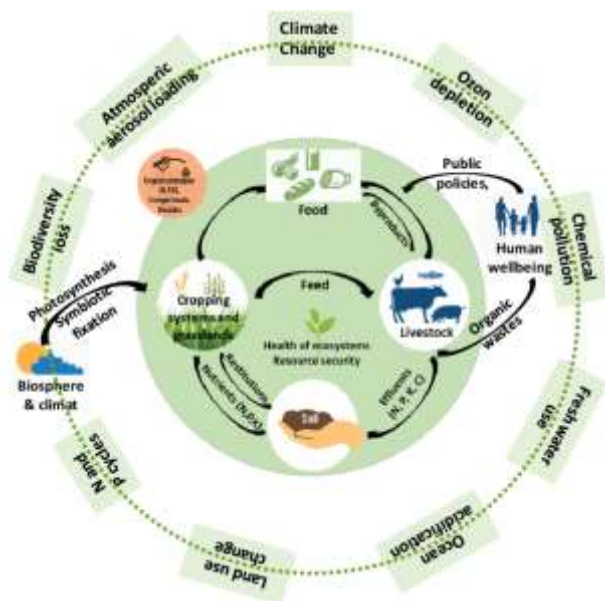
4. Živinoreja kot ključen del trajnostnega in krožnega kmetijsko-živilskega sistema

Živinoreja v trajnostnem in krožnem kmetijstvu **ne pomeni le proizvodnje mesa, mleka ali jajc**, temveč ima **celovito vlogo** pri povezanosti naravnih virov, bioloških tokov in prehranske varnosti. Ko je ustrezno upravljana, predstavlja **ključni člen krožnega sistema**, ki zmanjšuje odpadke, optimizira rabo virov in podpira lokalne ekosisteme.



Slika 2: Biofizični koncept krožnega sistema [15].

Komentar k sliki 2: Kmetijska zemljišča se primarno uporabljajo za pridelavo hrane za ljudi; biomasa, ki ni primerna za neposredno človeško prehrano, se reciklira kot krma za živali; stranski proizvodi in živalski gnoj pa se uporabljajo za ohranjanje rodovitnosti tal. Na ta način se hranila reciklirajo, živali pa prispevajo h krožnemu prehranskemu sistemu in trajnostnemu prehranjevanju ljudi.



Slika 3: Vloga in mesto živinoreje pri uravnoteženi krožni pridelavi hrane znotraj planetarnih meja [6].

Prispevek živinoreje h krožnemu sistemu se kaže preko naslednjih funkcij:

- Recikliranje stranskih produktov – živali namreč lahko učinkovito porabljajo travinje, rastlinske ostanke, žitne otrobe, tropine in druga stranske produkte, ki bi sicer postale odpadki in bi predstavljali okoljski problem
- Gnojenje in obogatitev tal – gnoj, gnojevka in kompost iz živinoreje pomembno izboljšajo rodovitnost tal in omogočajo rast kmetijskih rastlin brez ali z minimalnim dodatkom mineralnih gnojil
- Zaprta krogotok hranil – z živinorejo se ohranja naravni cikel dušika, fosforja in ogljika med tlemi, rastlinami, živalmi in človekom.

- Podpora mešani kmetijski rabi – povezava med rastlinsko in živalsko proizvodnjo (npr. poljedelstvo in živinoreja) povečuje odpornost sistema.
- Zmanjševanje odvisnosti od zunanjih inputov – manjša potreba po mineralnih gnojilih in krmi iz tujine pomembno prispeva k zmanjšanemu ogljičnemu odtisu.

Le trajnostna, sonaravna ali ekološka živinoreja v kombinaciji z lokalno rastlinsko pridelavo lahko zagotovi te koristi. Industrijska živinoreja pogosto deluje izven krožnega sistema – z visoko porabo virov, uvozom krme in netrajnostnim odlaganjem odpadkov. Zato je živinoreja lahko del rešitve – **če je trajnostno vključena v krožni sistem**. Deluje kot naravni "reciklator", hkrati pa ustvarja hrano – zagotavlja prehransko varnost, izboljšuje tla in podpira regeneracijo okolja ter ohranja biotsko raznovrstnost.

Opomba: Prispevek izraža mnenje avtorja in ne inštitucije ali združenj.

Literatura

1. Besbes, B., Alary, V., & Baltenweck, I. (2019). Livestock sector investment and policy toolkit (Isipt), making responsible decisions. FAO. Available at: <https://www.fao.org/3/ca6335en/CA6335EN.pdf>.
2. Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., Ranganathan, J., & Matthews, E. (2019). *Creating a Sustainable Food Future*. WRI, USA. Available at: https://research.wri.org/sites/default/files/2019-07/WRR_Food_Full_Report_0.pdf.
3. Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*. DOI: 10.1016/j.gfs.2017.01.001.

4. Smith, J., Tarawali, S., Grace, D. & Sones, K. (2013). Feeding the World in 2050: trade-offs, synergies and tough choices for the livestock sector. *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress*. Available at: <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1052&context=igc>
5. European Environment Agency. (2024). Greenhouse gas emissions from agriculture in Europe. Available at: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-agriculture>
6. Peyraud, J. L., & MacLeod, M. (2020). Future of EU livestock how to contribute to a sustainable agricultural sector. Bruselj: *Publications Office of the European Union*. Available at: <https://data.europa.eu/doi/10.2762/3440>
7. **Smith, P., Reay, D. & Smith, J. (2021). Agricultural methane emissions and the potential for mitigation. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. Available at: <https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0451>**
8. European Livestock Voice. 2022. How much water does it take to produce 1 kg of beef. *European Livestock Voice*. Available at: <https://meatthefacts.eu/home/more-than-meats-the-eye/environment/>
9. Renwick, A., Jansson, T., Verburg, P. H., Revoredo-Giha, C., Britz, W., Gocht, A., & McCracken, D. (2013). Policy reform and agricultural land abandonment in the EU. *Land Use Policy*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.04.005>
10. Redazione S. (2022). Carbon Farming: behind the concept, what are the concrete opportunities for livestock farming? *Carni Sostenibili*. Available at: <https://www.carnisostenibili.it/en/carbon-farming-behind-the-concept-what-are-the-concrete-opportunities-for-livestock-farming-2/>
11. Chazema, T. A. (2023). Reimagining agriculture as a culprit and victim of climate change in the global village. *NESA Center Alumni Publication*. Available at: <https://nesa-center.org/reimagining-agriculture-as-a-culprit-and-victim-of-climate-change-in-the-global-village/>
12. Finance. (2023). Kako stroka vidi rešitve, ki trajnostno preobražajo živinorejo. Available at: <https://agrobiznis.finance.si/agro-hi-tech/kako-stroka-vidi-resitve-ki-trajnostno-preobrazajo-zivinorejo/a/9018629>
13. Thornton, P. K., van de Steeg, J., Notenbaert, A., & Herrero, M. (2009). The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*. DOI: [10.1016/j.agsy.2009.05.002](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.05.002).

14. Rosegrant, M. W., Fernandez, M., & Sinha, A. (2009). Looking into the future for agriculture and AKST (Agricultural Knowledge Science and Technology). Available at: <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/ddd3db25-2c8a-47ea-87fe-3e1c73881bae/content>
15. Van Zanten, H. E., Van Ittersum, M. K., & De Boer, I. J. M. (2019). The role of farm animals in a circular food system. *Global Food Security*. DOI: 10.1016/j.gfs.2019.06.003.

3. Problem prenosa toplote v ozračju

Erik Margan

Oddelek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev

Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija

erik.margan@ijs.si

Povzetek

Podnebne spremembe so postale ključna politična tema pri razpravah o skoraj vseh vidikih načrtovanja prihodnjega razvoja in večina vladnih ukrepov je podrejena ciljem doseganja ogljične nevtralnosti družbe, s katerimi naj bi predvidene podnebne spremembe omilili in jih zadržali v še sprejemljivih okvirjih neke arbitrarno določene meje povečanja globalne povprečne temperature do $1,5^{\circ}\text{C}$ nad temperature v predindustrijski dobi. Pogosto pa dosednji in v prihodnje predvideni ukrepi predstavljajo večje omejitve razvoju družbe, kot pa znašajo ocene morebitne škode zaradi podnebnih sprememb. Predlagani ukrepi na področju omejevanja rabe energije bodo najbolj prizadela promet in industrijsko proizvodnjo, v zadnjem času pa se obetajo tudi ostre omejitve v kmetijstvu, poljedelstvu, živinoreji, gozdarstvu. To pa utegne imeti resne posledice pri oskrbi s hrano, zlasti negativno se to že odraža na samo-oskrbi. Zato je o tej problematiki nujna široka in odprta javna razprava. Politiki in podnebni aktivisti pa nas poskušajo prepričati, da je čas za razpravo potekel in da je sedaj čas za akcijo, saj naj bi nam v primeru odlašanja grozile hujše posledice. Nasprotno temu pa znanstveni podatki zbrani v zadnjih 75 letih ne kažejo trendov poslabšanja, obenem pa je na podlagi zbranih podatkov mogoče dvomiti v pravilnost hipoteze

o dominantno človeškem vplivu na sicer nesporno zabeleženo rast temperature. Medijske objave večinoma nekritično prenašajo alarmantna opozorila na prihajajoče nevarnosti. Objektivnih prikazov znanstvenih podatkov pa je malo in se večinoma nanašajo le na porast temperature in rast vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju, ki naj bi to rast temperature povzročali. Ta prispevek je poskus podati vsaj nekaj realne osnove za bolj umirjeno in na podatkih osnovano javno razpravo. Podatki o trendih na področju ekstremnih vremenskih pojavov so bili že podani na posvetu v Državnem svetu, tukaj pa se bomo osredotočili predvsem na teoretično ozadje vplivov toplogrednih plinov na podnebje. Za celovito obravnavo pa bi bilo nujno še podati analizo vseh naravnih pojavov, ki vplivajo na podnebje, zlasti tistih, ki se jih v poročilih IPCC zanemarja ali njihov pomen minimizira, vendar bo to lahko prišlo na vrsto ob neki drugi priložnosti.

Ključne besede

Toplogredni učinek ozračja, sevalno ravnovesje planeta, primerjava rasti vsebnosti toplogrednih plinov in človeških izpustov, termodinamika na molekularni ravni.

Omejitvena izjava:

Strokovni argumenti predstavljeni v besedilu so oblikovani na podlagi uradnih in javno dostopnih virov klimatoloških podatkov in so kot taki sad avtorjevega osebnega raziskovalnega dela na tem področju v prostem času, ter niso na noben način povezani z avtorjevim delom v ustanovi v kateri je avtor zaposlen, zato tudi ne izražajo uradnih stališč te ustanove, saj so ti v izključni pristojnosti vodstva ustanove.

Uvod

V tem prispevku želim opozoriti na nekatere pomembne pojave in zakonitosti, ki jih zaradi skopo odmerjenega časa ni bilo mogoče podrobno pojasniti na konferenci v Državnem svetu.

Osrednja ideja sodobne klimatologije je, da temperaturo planeta določa sevalno ravnovesje: povprečna energija sončnega sevanja, ki jo prejme površje planeta mora biti enaka povprečni energiji izstopnega infrardečega (toplotnega) sevanja. Pri tem ozračje planeta prenaša toploto iz ekvatorialnega pasu (ki sprejema več toplote kot izseva) proti poloma (ki več toplote izsevajo kot je sprejmejo). Ob spremembah podnebja lahko ozračje planeta akumulira ali oddaja toploto dokler se povprečje sevalnih energij ne izenači. Na akumulacijo toplote v ozračju vplivajo številni procesi, med temi je najpomembnejši dejavnik količina toplogrednih plinov v ozračju (pretežno ogljikovega dioksida, CO₂), ki se je v zadnjem stoletju povečala predvsem zaradi človekove aktivnosti (poglavitno zaradi rabe fosilnih goriv).

V krajši razlagi teh pojavov se bomo držali (seveda nekoliko poenostavljeno) gradiv zbranih v dosedanjih šestih izdanih poročilih Delovne skupine I Medvladnega odbora za podnebne spremembe (IPCC - Intergovernmental Panel for Climate Change, Assessment Reports 1-6, Work Group I) [1]. Tej razlagi bomo nato podali nekaj pomembnejših strokovnih ugovorov, kar bo podkrepljeno s podatki iz uradnih javno dostopnih virov različnih državnih institucij (pretežno ameriških, kot sta NASA, NOAA, ter druge, ki imajo tehnično najbolj izpopolnjene sisteme za dolgoročno zbiranje klimatoloških podatkov), ter številnih objav drugih raziskovalcev, predvsem tistih, ki so v svojih objavah predstavili tudi eksperimentalne rezultate dela.

Sevalno ravnovesje planeta

Naslednje točke na kratko povzemajo najpomembnejše vzroke in posledice posameznih klimatoloških procesov, ki so podrobneje opisani v nadaljevanju tako, kot jih navajajo zagovorniki domneve o poglavitno človeškem vplivu na podnebje, na čelu z IPCC.

- 1) Planet je običajno v sevalnem ravnovesju.
- 2) Različni procesi na površju in v ozračju planeta lahko porušijo sevalno ravnovesje.
- 3) Porušeno ravnovesje spremeni druge procese, ki potem vplivajo na ponovno vzpostavitev sevalnega ravnovesja pri drugačnih pogojih.
- 4) Ozračje planeta je pretežno prozorno za kratkovalovno sončevo sevanje.
- 5) Sončevo sevanje segreva površino planeta.
- 6) Segreto površje planeta oddaja dolgovalovno infrardeče (toplotno) sevanje.
- 7) Toplogredni plini v ozračju (ogljikov dioksid CO_2 , metan CH_4 , dušikov oksid N_2O) prestrežejo del izstopnega sevanja, zaradi česar se ozračje segreva, dokler se ponovno ne vzpostavi sevalno ravnovesje, tokrat pri višji temperaturi ozračja.
- 8) Višja temperatura površine pomeni večje izparevanje vode, višja temperatura ozračja pa omogoča, da ozračje vsebuje več vodne pare. Oboje vpliva na razpoložljivo energijo, intenziteto in pogostost ekstremnih vremenskih pojavov.
- 9) S povečanjem temperature površja (predvsem oceanov) in ozračja je povezano taljenje polarnega ledu in drugih ledenih površin, kar vpliva na dvig gladine oceanov.

- 10) Zmanjšanje ledenih površin zniža odbojnost (albedo) in poveča absorpcijo vstopnega sončevega sevanja, zaradi česar se površina planeta dodatno segreva.
- 11) Podobno dodatno segrevanje nastaja zaradi povečane vsebnosti vodne pare v ozračju, saj tudi vodna para ima lastnosti toplogrednega plina.
- 12) Predpostavlja se, da obstaja meja povečanja temperature nad katero se planetarni procesi spremenijo do te mere, da poti nazaj ni več, novo sevalno ravnovesje se vzpostavi pri zažvljenju manj ugodnih podnebnih pogojih.
- 13) Višjo koncentracijo toplogrednih plinov v zadnjih 100 letih naj bi povzročil človek.

Na prvi pogled zgoraj naštetе točke zvenijo prepričljivo in logično, dokler se ne poglobimo v podrobnosti. Tem točkam je mogoče ugovarjati z več vidikov.

- 1) Planet ni nikoli v sevalnem ravnovesju: ne v dnevnem, ne v letnem, ne v tisočletnem povprečju. Spremembe dneva in noči zaradi rotacije planeta, spremembe letnih časov zaradi nagnjenosti rotacijske osi, dolgoročne orbitalne spremembe, spremembe težišča sončevega sistema, spremembe aktivnosti Sonca, ter Lunin libracijski cikel vplivajo na spremembe osončenosti z različno dolgimi periodami.
- 2) Na spremembo osončenosti površja poglavitno vpliva odbojnost in neprozornost oblakov. Oblaki vplivajo tudi na ohlajanje površja in ozračja.
- 3) Sevalno ravnovesje ne velja za površje planeta, ampak za plast ozračja na nadmorski višini okoli 5,6km, od koder iz ozračja uhaja največ toplote.
- 4) V tenki plasti zraka ob površini planeta velja termodinamično ravnovesje med temperaturo tal in temperaturo zraka, zato je sevalni pretok minimalen,

spreminja se le ob prehodu med dnevno in nočno poloblo, ter pri prehodu sence oblakov.

- 5) Posledično se poglavitni delež prenosa toplote v spodnjih plasteh ozračja odvija z molekularnimi trki, konvekcijo in advekcijo, toplotno prevodnostjo ozračja, ter z izparevanjem in kondenzacijo vode.
- 6) Z višino gostota zraka postopoma pada, znižuje se zračni pritisk, pada pa tudi temperatura zraka. Temperatura ozračja je določena s kinetično energijo zračnih molekul, z višino se posledično zmanjšuje povprečna hitrost zračnih molekul, povečuje pa se njihova povprečna prosta pot med trki. Zaradi tega se z višino postopoma povečuje verjetnost, da molekula, ki vsebuje presežek energije (tega lahko pridobi bodisi s trkom z drugo molekuljo, bodisi z zajetjem fotona ustrezne frekvence) ta presežek energije izseva v obliki fotona še pred trkom z drugo molekuljo. Izsevan foton odnese ustrezen del energije molekule, tako se ozračje ohladi.
- 7) V plasteh ozračja pod 5,6km je delež sevanja v prenosu toplote majhen, prevladujoč pa postane šele v stratosferi (nad 10km).
- 8) Zaradi majhne gostote toplogrednih plinov je v zračni plasti pri tleh povprečna prosta pot fotonov (z valovno dolžino v daljnem infrardečem območju) dolga okoli 22m. Zaradi redčenja zraka z višino se ta pot povečuje in je nad 5,6km že okoli 2km. Od tod fotoni lahko zelo hitro uidejo iz ozračja v vesolje.
- 9) Toplogredni plini ne zajemajo fotonov vseh valovnih dolžin, ampak le v razmeroma ozkih pasovih, ki ustrezajo značilnim resonančnim frekvencam posameznih molekul.
- 10) Molekula, katere energijsko stanje (ki ustreza določeni valovni dolžini) je že zasedeno, ne more zajeti drugega

fotona z enako valovno dolžino. Šele ko molekula energijo sprosti, bodisi ob trku z drugo molekulo, bodisi da spontano izseva foton enake valovne dolžine, pa lahko spet zajame nov foton s tako valovno dolžino.

- 11) Molekularni trki lahko zelo dolgo vzdržujejo posamezno molekulo v vzbujenem energijskem stanju, zato do spontanega izsevanja fotonov prihaja razmeroma redko: v zraku pri tleh se to zgodi vsaki molekuli CO_2 v povprečju le dvakrat na sekundo. Na večjih višinah so molekularni trki manj pogosti in njihova povprečna energija je nižja, zato raste verjetnost, da molekula izseva foton pred trkom z drugo molekulo. Energija izsevanih fotonov predstavlja energijsko izgubo, ki ozračje ohlaja.
- 12) Meteorološke meritve vlažnosti zraka na vseh višinah ne potrjujejo domneve o dodatnemu segrevanju zaradi vodne pare: v obdobju ko se je ozračje segrevalo in je vsebnost toplogrednih plinov rasla, se je koncentracija vodne pare malenkost znižala.
- 13) Ozračje vsebuje okoli 77% dušika N_2 , okoli 21% kisika O_2 , okoli 1% argona Ar, ter okoli 1% vodne pare H_2O . Preostalo so drugi plini z nizko koncentracijo, okoli 0,042% CO_2 , 0,0002% CH_4 , itd. Koncentracija toplogrednih plinov je premajhna, da bi lahko zadrževala predpostavljeno sevalno moč, s katero naj bi tla segrevala ozračje. Ozračje se segreva adiabatno, zaradi tlaka, ki ga povzroča gravitacija planeta.
- 14) Razlike v temperaturi nastajajo zaradi naravnih sprememb in naravnih pogojev, ki določajo osončenost tal. Osončenost tal pa v veliki meri določa tvorba oblakov.
- 15) On trenutne volumske vsebnosti CO_2 v ozračju okoli 0,042%, oziroma 420 delov na milijon (ppm), je človeštvo v zadnjih 175 letih dodalo skupno med 4 in 6%, oziroma med 17 in 25 ppm. Ali drugače povedano, od zabeleženega

povečanja v zadnjih 175 letih (s 315 na 420 ppm, torej za 105 ppm) je človeštvo prispevalo kvečjemu $\frac{1}{4}$. Izračun je odvisen od začetnih pogojev, predvsem zaradi slabega poznavanja natančne koncentracije CO₂ pred letom 1958, ko je C.D. Keeling prvič začel sistematično meriti koncentracije CO₂ na Opazovalni postaji Mauna Loa, Hawaii.

Za podrobnejšo razlago ideje o sevalnem ravnovesju planeta moramo najprej pojasniti nekatere zakonitosti s področja termodinamike.

Analiza sevalnega ravnovesja

Stefan-Boltzmannov zakon sevanja omogoča izračunavanje gostote sevalne moči idealnega črnega telesa v odvisnosti od četrte potence absolutne temperature tega telesa. Matematično je izražen takole:

$$j = \sigma T^4$$

Pri tem je j površinska gostota sevalne moči izražena v enotah Watt na kvadratni meter, [W/m²]. Absolutna temperatura T je izražena v Kelvinih [K] (kar ustreza stopinjam Celzija nad absolutno ničlo, ali °C + 273). Konstanta σ (sigma) je Stefanova konstanta, katere vrednost je sprva bila empirično določena, kasneje pa so njeno vrednost izračunali s pomočjo drugih osnovnih fizikalnih konstant:

$$\sigma = 2\pi^5 k^4 / (15c^2 h^3)$$

Tu je Boltzmannova termodinamična konstanta:

$$k = 1,380649 \times 10^{-23} \text{ [Ws/K]},$$

Svetlobna hitrost:

$$c = 299792458 \text{ [m/s]},$$

Planckova akcijska konstanta:

$$h = 6,62607015 \times 10^{-34} \text{ [Ws/Hz]}.$$

Torej je vrednost Stefanove konstante:

$$\sigma = 5,670374419 \times 10^{-8} \text{ [W m}^{-2} \text{ K}^{-4}\text{]}.$$

Povprečna temperatura ozračja ob zemeljskem površju znaša okoli 288 K (15°C), takšno je 30-letno povprečje vseh meritev zbranih od vseh uradnih svetovnih meteoroloških postaj.

Površinska gostota moči sončevega sevanja, izmerjena s sateliti v zemeljski orbiti znaša po najnovejših podatkih 1361 W/m² (sateliti VIRGO, ACRIM3, SOCRE/TIM, TCTE/TIM, PREMOS). To vrednost označeno kot S_0 imenujemo 'solarna konstanta', čeprav ni konstanta, spreminja se za okoli 0,1% zaradi sprememb aktivnosti Sonca v približno 11-letnih ciklih.

Površina skozi katero sončevo sevanje vstopa do površja Zemlje je sorazmerna kvadratu zemeljskega radija: $A_S = \pi R^2$. Celotna površina Zemlje, ki seva proti vesolju, pa znaša $A_Z = 4\pi R^2$. Ker pa se Zemlja vrti in je polovica površine v temi, je povprečna gostota sevanja, ki jo planet dobi enaka vstopnemu sončevemu sevanju pomnoženemu z razmerjem površin, kjer se člen πR^2 krajša, zato imamo:

$$S_a = S_0 A_S/A_Z = S_0/4 = 1361/4 = 340,25 \text{ W/m}^2$$

Če to sevalno gostoto primerjamo z gostoto infrardečega sevanja segrelih tal, ki jo izračunamo po Stefan-Boltzmannovem zakonu

na podlagi povprečja izmerjenih temperatur površja 288 K, dobimo:

$$j = \sigma T^4 = 5,67 \times 10^{-8} \times 288^4 = 390 \text{ W/m}^2$$

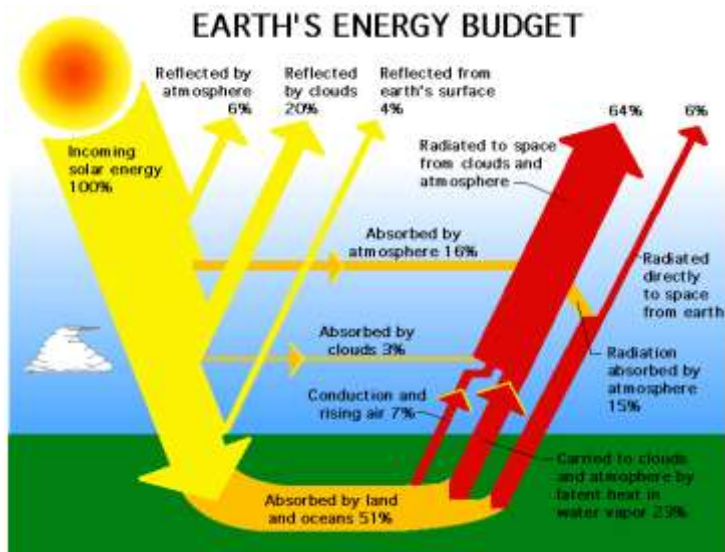
Številki se močno razlikujeta, pa še povprečno sevanje tal je večje od povprečnega vstopnega sončevega sevanja. Dodatna težava pa je, da celotno sončevo sevanje ne pride do tal, del se odbije od oblakov, del pa de absorbira v ozračju zaradi ozona, prašnih delcev, in drugih vzrokov. Ocenjuje se da je albedo (odbojnost) Zemlje $a = 0,3$. Torej se 30% vpadnega sevanja odbije v vesolje še preden pride do tal, zato ta del, gre za $340 \times 0,3 = 102 \text{ W/m}^2$, na segrevanje planeta ne vpliva. Nekaj vstopnega sevanja se absorbira tudi v ozračju, zato do tal prihaja v povprečju le okoli 165 W/m^2 .

Ker pa teoretično pričakujemo, da za telo v termodinamičnem ravnovesju mora biti celotno izstopno sevanje enako povprečju vstopnega sevanja, se postavi vprašanje kako zajeti vse pomembne procese v skupno sliko energetskih pretokov.

Prvi poskusi določanja sevalnega ravnovesja so bili opravljeni v drugi polovici 60tih let (Manabe in Wetherald, 1967 [2], ter Manabe in Bryan, 1969 [3]). Vendar takrat nekatere količine še niso bile znane dovolj natančno. To se je delno izboljšalo z meritvami s pomočjo prvega satelita tipa ERBE (*Earth Radiation Budget Experiment*, 1984-1986) ameriške vesoljske agencije NASA. V članku iz leta 1984 najdemo podane energijske deleže v odstotkih sončevega vstopnega sevanja, Sl.1.

Lahko opazimo, da se vsota vrhnjih števil izstopnega in odbitega sevanja ujema z vstopnim sončevim sevanjem, kar je osnova ideje o sevalnem ravnovesju planeta. Zaradi tega mora biti tudi vsota vseh notranjih transportov toplote v ozračju konstantna, temperatura tal in sevanje tal se lahko poveča začasno le na

račun drugih procesov, ki se morajo zmanjšati. Po določenem času pa morajo tudi notranji procesi ponovno doseči ravnovesno stanje.



Sl.1: Globalno povprečje energijskih pretokov (NASA ERBE, 1984).

Sončevo kratkovalovno sevanje zajema valovne dolžine od 0,1 do 0,39 μm v ultravijoličnem (UV) območju, med 0,39 in 0,68 μm v vidni svetlobi, ter 0,68 do 3 μm v bližnjem infrardečem (IR) območju. Okoli 6% tega vstopnega sevanja se odbije od ozračja, okoli 20% od oblakov, ter 4% od zemeljskega površja; ti deleži ne prispevajo segrevanju planeta.

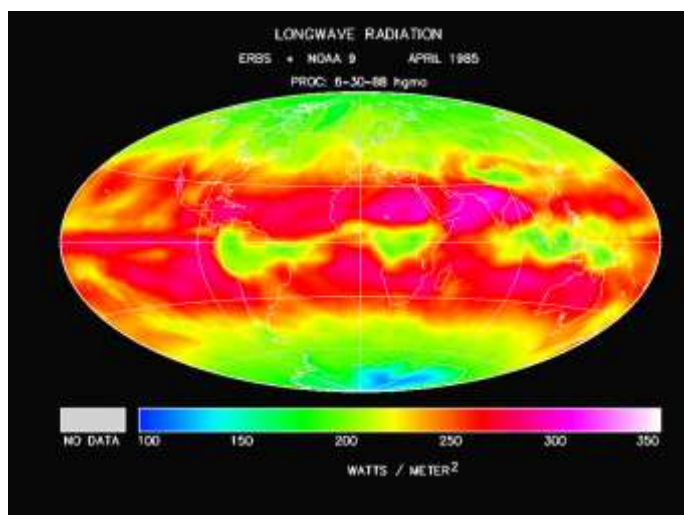
Nadaljnjih 16% se absorbira v ozračju in 3% v oblakih, zato ozemlje in oceane segreva le 51% vstopnega sevanja. Absorbirano sevanje na površju preide v termično energijo, ki nato segreva pline v ozračju. Segreto površje in ozračje sevata v dolgovalovnem infrardečem (IR) območju (3 do 70 μm) in sicer

7% zaradi toplotne prevodnosti in dviganja toplega zraka, ki segreva višje plasti ozračja, 23% zaradi kondenzacijske toplote vodne pare, ter 6% neposredno s tal. Dodatno k temu sevanju prispeva še toplota oblakov, 3%, ter 16% delež sončevega sevanja, ki je bil absorbiran v samem ozračju. Okoli 15% sevanja tal prav tako segreva višje plasti ozračja. Vse skupaj pa sestavlja okoli 64% IR sevanja. Skupno sevanje proti vesolju tako znaša $6+20+4+64+4 = 100\%$, torej je enako vstopnemu sevanju.

Ta model je sicer dovolj preprost za okvirno razumevanje procesov prenosa toplote v ozračju, vendar ima celo vrsto resnih pomanjkljivosti. Najprej, model obravnava površje Zemlje kot ravno ploščo, ki jo Sonce segreva dan in noč s povprečno $\frac{1}{4}$ svoje moči. Pri tem je faktor $\frac{1}{2}$ posledica razlike osvetljenosti med dnevno in nočno stranjo planeta; nadaljnji faktor $\frac{1}{2}$ pa je posledica kotne odvisnosti absorbirane gostote sevalne moči na dnevni strani, ki je po **Lambertovemu zakonu** sorazmerna kvadratu kosinusa vpadnega kota glede na normalo na površinsko enoto. Zaradi tako določenega povprečja se izgubi vsa vremenska dinamika, pa tudi sezonskih variacij na ta način ni mogoče ustrezno določiti. Gre za enodimenzionalni model, kjer se energija prenaša le navzdol in navzgor. Vemo pa, da je za horizontalno in vertikalno vrtnčenje zraka potrebno precej energije, ki v tem prikazu manjka. Prav tako s tem modelom ni mogoče zajeti dejstva, da je temperatura v ekvatorialnem pasu ($\pm 30^\circ$ geografske širine) približno konstantna, prenos toplote v ozračju pa segreva območja višjih geografskih širin vse do polov. Sl.2 prikazuje izmerjeno povprečno letno sevalno gostoto po posameznih območjih planeta.

Model na Sl.1 ne omogoča niti izračunov koliko toplote se ohrani v oceanih, kar sicer povzroča znatno zaostajanje

segrevanja ozračja za spremembami vstopnega sevanja. In končno, ker se v resnici osvetljena stran segreva z gostoto moči $4\times$ večjo kot se v povprečju ohlaja, je tudi dinamika segrevanja in ohlajanja nesimetrična, ozračje se segreva hitreje kot se hladi, zaradi tega pa povprečje ni na sredi med minimumom in maksimumom, ampak je nekoliko nižje. To pa tudi znatno vpliva na izračun povprečne temperature, kar pa potem spet vpliva na izračune posameznih deležev sevalnih pretokov.

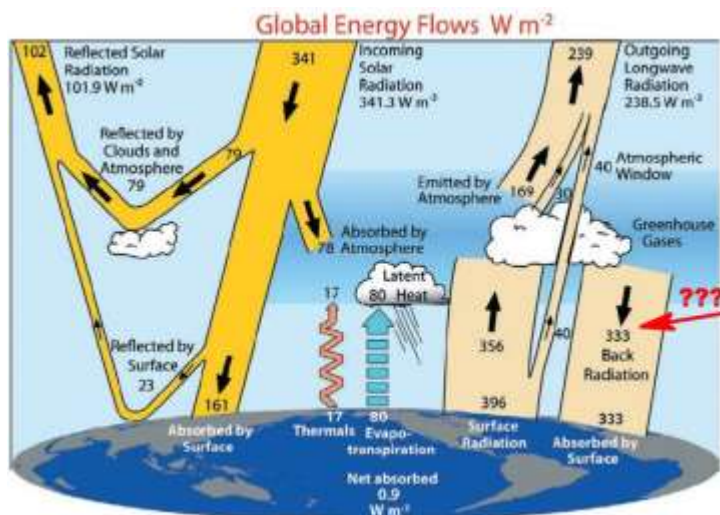


Sl.2: Povprečni podatki gostote izstopnega sevanja zajeti s satelitom ERBS, aprila 1985.

Če pa se Zemlja segreva in ohlaja pomeni, da nikoli ni v termodinamičnem ravnovesju. Zaradi temperaturnih razlik med dnevom in nočjo, med tlemi in višinskimi zračnimi plastmi, ter med ekvatorjem in poli prihaja do vetrov in drugih vremenskih pojavov, ki jih v opisanem modelu ni.

Leta 1997 sta Kiehl in Trenberth [4] predlagala nekoliko bolj zapleten model, ki je bil potem privzet še v poročilu IPCC leta

2004, SI.3, ter nato še v vseh naslednjih poročilih z manjšimi popravki. V tem modelu nastopa tudi domnevni 'toplogredni' učinek ozračja, ki naj bi pomagal razumeti, kje se v zemeljskem podnebnem sistemu zadržuje del toplote.



SI.3: Model energijskih pretokov Kiehla in Trenbertha iz leta 1997 vsebuje tudi povratno sevanje ozračja proti tlom, kar naj bi ponazarjalo kako 'toplogredni' učinek ozračja vpliva na povečanje temperature spodnjih plasti ozračja, če se poveča vsebnost 'toplogrednih' plinov v ozračju. Številke predstavljajo enakovredno gostoto sevalne moči izražene v enotah W/m^2 .

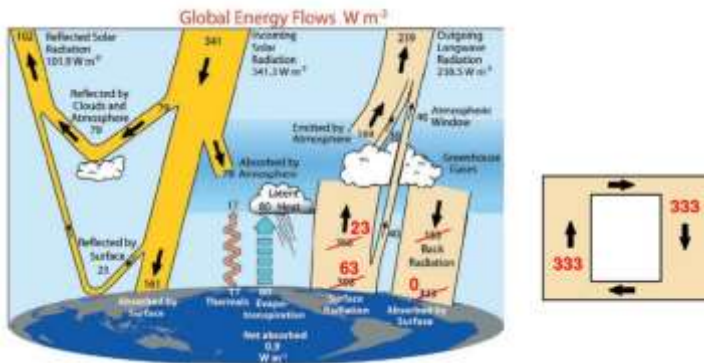
Ta model je med strokovnjaki sprva sprožil nekaj začudenja in odprl nekaj žolčnih razprav, vendar so razprave zaradi političnih pritiskov kmalu potihnile in je model obveljal kot dovolj dobra predstavitev dejanskih procesov. Še vedno pa ni razrešil mnogih drugih pomembnih vprašanj. Pomagal pa bi razrešiti prvotni problem neujemanja nekaterih pretokov, omogočil naj bi izračune temperatur posameznih območji, ter obratno, izračun sevanja na podlagi znanih temperatur, obenem pa bi pojasnil

kratkoročno in dolgoročno zadrževanje toplote v sistemu, in sicer kratkoročno v obliki segrevanja ozračja, dolgoročno pa zaradi segrevanja oceanov. Končna akumulirana toplota naj bi ustrezala razliki v gostoti sevanja za $0,9 \text{ W/m}^2$.

Temeljna težava tega modela leži v preprostem dejstvu, da se med ozračjem in tlom pretaka dvakrat več energije, kot je v sistem vstopa in izstopa. To sicer ni nemogoče, ker za nekaj časa in v določenih pogojih lahko sistem zadrži del vstopne energije. Vendar tako stanje lahko obstaja le začasno, na dolgi rok se morajo pretoki izravnati, saj segreti sistem seva mnogo več, zaradi četrte potence temperature v Stefan-Boltzmannovem zakonu. Zato tak model predstavlja energijski *perpetuum mobile* prve vrste in je fizikalno nesmiseln.

Matematično izračunani toplotni pretoki se sicer številčno ujemajo, toda fizikalno ni mogoče pojasniti kako naj hladne višje plasti ozračja sevajo in segrevajo tla bolj kot Sonce v povprečju. Prav tako je termodinamično nesmiselno, da toplogredni plini sevajo več navzdol (333 W/m^2) kot navzgor (199 W/m^2). Poleg tega, da bi morala veljati nekakšna simetrija glede smeri, bi morali toplogredni plini pri temperaturi 255 K sevati v celoti le 240 W/m^2 , kot to določa Stefan-Boltzmannov zakon in sicer polovico navzdol in polovico navzgor, kar pomeni da se izračuni ne bi izšli niti če bi bilo vse drugo tako, kot zatrjujejo pri IPCC.

Da bi ta problem razumeli, si predstavljajmo ta isti model, ki bi mu zanko s povratnim sevanjem izločili, kot na Sl.4. V tem primeru se v zanki lahko pretakajo kakršne koli vrednosti, od nič do neskončno, pa to na sistem nima nobenega vpliva.



Sl.4: Enak sistem kot na Sl.3, vendar z izločeno sevalno povratno zanko.

Domnevati je mogoče, da avtorji modela (Sl.3) niso pravilno uporabili Stefan-Boltzmannovega zakona, ali pa se niso zavedali omejene veljavnosti definicije pogojev v katerih ta zakon velja. Kot že omenjeno, Stefan-Boltzmannov zakon velja za idealno črno telo v termodinamičnem ravnovesju (torej kadar izgubo energije zaradi sevanja tega telesa lahko zanemarimo, saj mora temperatura ostati konstantna). Zemlja pa ni idealno črno telo niti na valovnih dolžinah na katerih seva, niti sicer. Prav tako ni 'sivo' telo, pri katerem je načeloma mogoče pomanjkljivosti glede na črno telo popraviti z drugimi fizikalnimi količinami (emisivnost, albedo, ...). In Zemlja ni nikoli v termodinamičnem ravnovesju, razmere se spreminjajo lokalno iz ure v uro, globalno povprečje pa iz tedna v teden. In končno, izgube energije tako zaradi sevanja kot zaradi internih procesov prenosa toplote ni mogoče zanemariti, potrebno je nujno upoštevati dinamiko sprememb.

Največja napaka pa je najbrž v dejstvu, da po definiciji Stefan-Boltzmannov zakon velja le, če opazovano telo seva proti vakuumu. Če ne, je treba v enačbi upoštevati tudi temperaturo

okolice, ter spektralno karakteristiko te okolice, katere valovne dolžine le ta absorbira, katere pa odbija, katere pa gredo skozi brez vpliva. Uporabiti bi bilo treba tako obliko enačbe:

$$j = \sigma(T^4 - T_0^4)$$

Tu je T_0 temperatura okolice. Na meji med telesom ki seva in okolico pa mora veljati tudi kontinuitetna enačba (zveznost prehoda). To pomeni, da morata biti temperatura tal in temperatura tenke zračne plasti neposredno nad tlemi enaki. Torej je razlika $T - T_0 = 0$, ali drugače povedano, **sevanja tal ni**. Prenos toplote se odvija izključno s termično prevodnostjo zraka in konvekcijo. V realnosti pa zaradi konvekcije (dviganja toplega zraka) vedno obstaja neka majhna razlika med temperaturo tal in zrakom, zato nekaj sevanja vendarle zapušča tla.

Mogoče je pokazati, da v pogojih, ko je ozračje razmeroma gosto, sevanje ni pglavitni način prenosa toplote, pač pa se ta prenaša klasično termodinamično z medsebojnimi trki molekul.

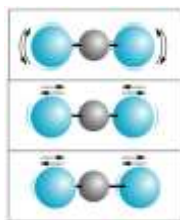
Za boljše razumevanje prenosa toplote je potrebno še nekaj povedati o kvantnih elektrodinamičnih lastnostih zračnih molekul, ter njihovih interakcijah z elektromagnetnim sevanjem.

Kadar so elektronske orbitale atomov v molekuli simetrično razporejene, je lastni električni dipolni moment molekule enak nič, zato ni interakcije molekule z elektromagnetnimi polji, katerih valovna dolžina je mnogo daljša od dimenzij same molekule. Dvoatomske molekule zraka (dušik N_2 , kisik O_2), ali žlahtni plini (enoatomski argon Ar) imajo elektronske orbitale simetrično razporejene, zato pri dolgih valovnih dolžinah ne izkazujejo dipolnega momenta in s sevanjem ne interagirajo.

Drugače pa je s triatomskimi molekulami (H_2O , CO_2 , N_2O , ...) in večatomskimi molekulami, kot je denimo metan, CH_4 . Te

imajo lahko lastni dipolni moment (denimo, pri molekuli vode H_2O tvorita vodikova atoma s kisikovim atomom kot 105° , zaradi česar je molekula polarna), ali pridobljeni dipolni moment, ko sicer simetrična molekula, taka je denimo CO_2 , zaradi trka s kakšno drugo molekulo zaniha in med nihanjem izkazuje določen dipolni moment. Posamezni načini nihanja so posledica kvantno-mehanskih resonanc medatomskih vezi in te resonance imajo zelo ozek spekter. Širina spektra okoli posamezne resonance pa se lahko poveča zaradi rotacije molekule okrog ene izmed možnih osnih simetrij.

Na Sl.5 je shematsko predstavljen primer molekule CO_2 in njenih glavnih treh resonanc [5].



Sl.5: Resonančna nihanja molekule CO_2 . Zgoraj je upogibanje, v sredini simetrično raztegovanje, spodaj pa nesimetrično. Vsakemu nihanju pripada določena resonančna frekvenca, oziroma valovna dolžina.

Molekula CO_2 ima tri glavne resonance: upogibanje molekule ustreza valovni dolžini $15\ \mu\text{m}$ in ta se nahaja blizu maksimuma zemeljskega sevanja, zato je ta najpomembnejša za določanje vpliva CO_2 na temperaturo. Preostali dve resonanci pri $4,2\ \mu\text{m}$ in $2,7\ \mu\text{m}$ sta posledici simetričnega raztegovanja in nesimetričnega raztegovanja. Nahajata pa se v območju valovnih dolžin, kjer sta tako sončevo kot zemeljsko sevanje majhna, Sl.6, zato je njun vpliv na segrevanje ozračja zanemarljiv. Obstaja še ena manjša resonanca pri $2,1\ \mu\text{m}$, ki pa

je posledica kombinacije tiste pri $4,2\ \mu\text{m}$ in ene izmed treh možnih rotacij. Vse resonance CO_2 pa so delno ali povsem prekrите s spektrom vodne pare, katere koncentracija v ozračju je 10 do 100 krat večja kot je koncentracija CO_2 .

Sl.6 prikazuje spektre sevanja Sonca in Zemlje (le to pa pri minimalni, maksimalni in povprečni temperaturi), ter spektre posameznih plinov v ozračju [6]. Skupni absorpcijski spekter predstavlja celotno energijo sevanja, ki se absorbira v ozračju. Rdeče in modro obarvani površini pa predstavljata dele spektra za katere je ozračje prozorno, oziroma prepustno in ti deleži ne vplivajo na segrevanje ozračja.

Iz prikazanih spektrov izhaja, da je najpomembnejši 'toplogredni' plin vodna para. Pri CO_2 pa je edino resonanca v okolici $15\ \mu\text{m}$ v bližini sevalnega maksimuma Zemlje in zato ima določen vpliv na segrevanje ozračja, čeprav je polovično prekrita s spektrom vodne pare.

Pri določanju vpliva CO_2 na segrevanje ozračja nastopa še en pomemben pojav, ki je močno odvisen od koncentracije CO_2 v ozračju. Na osnovi laboratorijskih meritev je bilo ugotovljeno, da je absorpcija sevanja sorazmerna logaritmu koncentracije. Empirično določena relacija je:

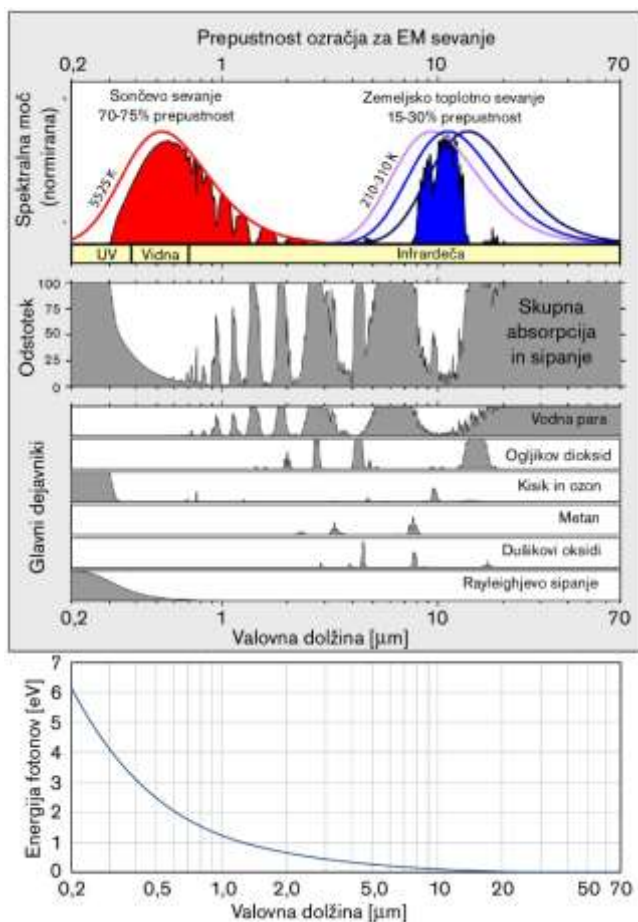
$$\Delta F = 5,35 \ln(C/C_0)$$

To pomeni, da je sprememba absorpcije sevanja ΔF sorazmerna logaritmu koncentracije C glede na začetno koncentracijo C_0 .

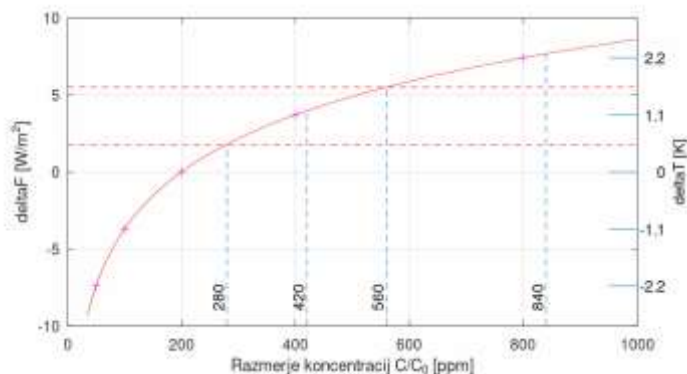
Za podvojitve koncentracije ($C/C_0 = 2$) velja:

$$\Delta F = 5,35 \ln(2) = 5,35 \times 0,6931 = 3,7083\ \text{W/m}^2$$

Torej se absorpcija sevanja z vsako podvojitvijo koncentracije CO_2 poveča za okoli $3,71\ \text{W/m}^2$. Sl.7 prikazuje to logaritmčno odvisnost.



Sl.6: Sevalni spekter Sonca (rdeča gladka krivulja), Zemlje (vijolična, modra in črna gladka krivulja), ter spektri posameznih plinov v ozračju. Kot vidimo je daleč najpomembnejši 'toplogredni' plin vodna para. **Pozor:** vsi spektri so normirani na svoj maksimum in so narisani v odvisnosti od valovne dolžine v logaritemski lestvici, ne pa od frekvence v linearni lestvici, zato površina spektra pod posamezno krivuljo ne ustreza energiji, pa tudi ne gostoti moči. Krivulja pod sliko kaže energijo fotonov v elektron-Voltih odvisno od valovne dolžine.



Sl.7: Logaritemska funkcija odvisnosti absorpcije in temperature od koncentracije CO_2 . Referenčna vrednost koncentracije C_0 je postavljena na 200 ppm. Podvojitvam koncentracije ustrezajo spremembe absorpcije za $3,7 W/m^2$ (oznake '+' na krivulji), ter lestvica temperaturnih sprememb za $1,1 K$ na desnem robu grafa. Dodani sta oznaki za koncentracijo v pred-industrijskem času (280 ppm) in današnjo (420 ppm), ter njuni podvojitvi (560 in 840 ppm).

Na podlagi te spremembe absorpcije, ter ob znani izhodiščni temperaturi planeta $T_p = 288 K$, gostoti moči vstopnega sevanja $S_0 = 1361 W/m^2$, ter albeda $a = 0,3$ lahko izračunamo še spremembo temperature ozračja ob podvojitvi koncentracije:

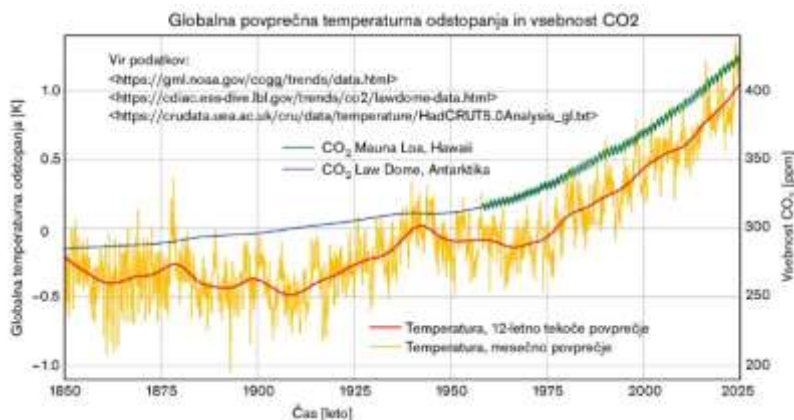
$$\Delta T = \Delta F \{T_p / [S_0(1-a)]\} = 3,71 \{288 / [1361(1-0,3)]\} = 1,12 K$$

Vsaki podvojitvi koncentracije torej ustreza povečanje temperature za $1,12 K$. To ponazarja lestvica ob desnem robu grafa na Sl.7.

Iz analiz mehurčkov zraka ujetih v polarnem ledu, Law Dome, Antarktika, Sl.8, ocenjujemo, da je bila povprečna koncentracija CO_2 v začetku industrijske dobe (med letoma 1750-1850) okoli 280 ppm. Na grafu na Sl.7 (v primerjavi z referenčno koncentracijo 200 ppm) temu ustrezata gostota sevalne moči

$1,85 \text{ W/m}^2$, ter povečanje temperature za okoli $0,5 \text{ K}$. Za današnjo koncentracijo 420 ppm potem velja povečanje absorpcije z $1,85$ na okoli 4 W/m^2 (torej za $1,15 \text{ W/m}^2$), ter rast temperature z $0,5$ na $1,2 \text{ K}$ (torej za $0,7 \text{ K}$). Po tej zakonitosti bi podvojitve koncentracije CO_2 od predindustrijske dobe, ali od 280 ppm na 560 ppm privedla do povečane absorpcije za $3,71 \text{ W/m}^2$, ter posledično porasta temperature za $1,12 \text{ K}$.

Od podvojitve koncentracije CO_2 smo še daleč. Imamo pa hud problem: laboratorijske meritve se ne skladajo s tem, kar smo izmerili v naravi. Od leta 1850 do danes se je koncentracija zvišala za 50% ($420/280 \text{ ppm}$), izmerjeno temperaturno globalno povprečje pa se je zvišalo za skoraj $1,5 \text{ K}$, Sl.8.

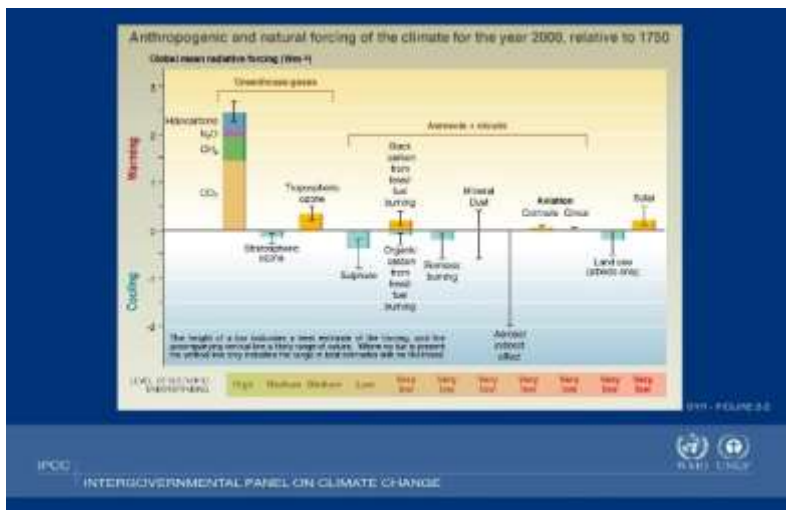


Sl.8: Globalna povprečna temperaturna odstopanja v primerjavi z vsebnostjo CO_2 od leta 1850 do 2024.

Iz tega pri IPCC sklepajo, da bi se ob podvojitvi koncentracije morala temperatura zvišati za kakšne 3 K . Zato nujno potrebujejo 'mehanizem', ki v naravi ojača učinek CO_2 za 3 krat.

CO₂ ni edini 'toplogredni' plin v ozračju. IPCC tu prišteva še metan (CH₄) dušikov oksid (N₂O), ozon (O₃), ter še nekatere druge pline (CFC, itd) v zelo majhnih količinah, vendar v ekvivalentih CO₂, pri čemur upoštevajo 'moč' teh plinov v primerjavi s CO₂, ter njihov povprečni rezidenčni čas v ozračju. Na pr., za CH₄ navajajo, da je njegov toplogredni učinek ob podvojitvi koncentracije 82 krat večji kot je učinek CO₂, a ker ima CH₄ znatno krajši rezidenčni čas (navajajo 12 let) naj bi se zato učinek CH₄ zmanjšal na le 28-kratnik učinka CO₂.

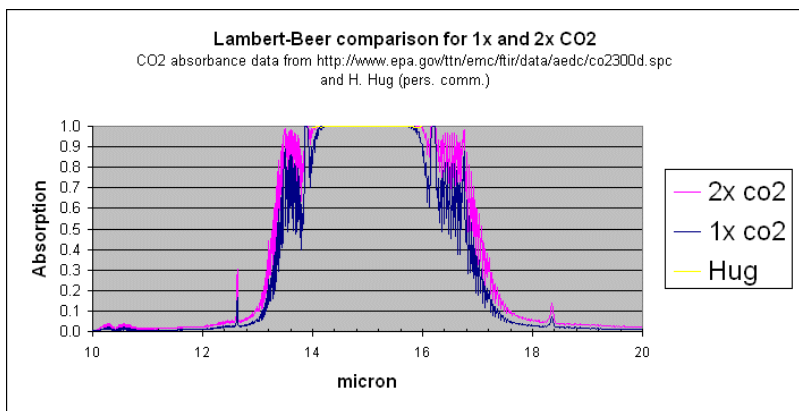
Pri tem je najbolj zanimivo, da IPCC zanemarija 'toplogredni' učinek vodne pare, ker naj bi se ta učinek izničil z ohlajevalnim učinkom nizkih oblakov zaradi povečanega albedaa in zmanjšanega segrevanja tal. Upoštevajo le majhen ohlajevalni učinek visokih cirusov. Prav tako upoštevajo majhen ohlajevalni učinek aerosolov, Sl.9.



Sl.9: Dejavniki, ki jih IPCC upošteva pri segrevanju in ohlajanju.

V Drugem poročilu IPCC (SYR) najdemo Sl.9, ki prikazuje kako se po metodologiji IPCC upoštevajo prispevki k ogrevanju in ohlajanju za posamezne dejavnike. Pod sliko pa je navedena »raven znanstvenega razumevanja«, ki je za večino dejavnikov nizka, ali zelo nizka, visoka je le za toplogredne pline. Med dejavniki pa ni vodne pare in goste nizke oblačnosti. Pa vendarle IPCC upošteva nekakšno pozitivno povratno zanko prek vodne pare. Izparevanje naj bi se zaradi toplejšega zraka povečalo in topli zrak lahko vsebuje več vodne pare (po Clausius-Clapeyronovi relaciji [7] okoli 7% več za vsako dodatno °C), kar privede do dodatnega segrevanja zlasti površja oceanov, ki potem izpuščajo še več CO₂, zaradi česar se zrak še dodatno segreje in lahko sprejme še več vodne pare, in tako v krog. Skupno naj bi se zaradi vseh teh vplivov efektivni učinek CO₂ povečal za vsaj 3× (v zadnjem poročilu AR6 se navaja območje nezanesljivosti od 2,5× do 4,5×). Tako naj bi po IPCC bila razložena razlika med laboratorijskimi meritvami in izmerjenih koncentracijah CO₂ in ostalih toplogrednih plinov pri doseženem povečanju temperature za 1,5 K glede na predindustrijsko dobo. Te domneve pa so vprašljive, kot bomo videli v kratkem.

Najprej pogledjmo kako je s spektrom CO₂ v okolici resonance pri 15 μm. Sl.10 prikazuje ta specter (bolj podrobno kot Sl.6). Prikazana sta absorpcijska spektra za sedanjo in podvojeno koncentracijo CO₂ (glej tudi [8]).



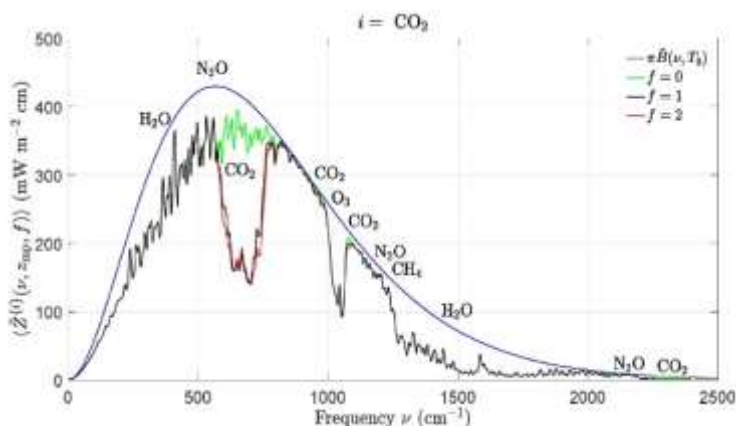
Sl.10: Podroben prikaz glavne resonance absorpcijskega spektra CO₂ (pri valovni dolžini 15 μm) pri sedanjí koncentraciji in pri podvojeni koncentraciji.

Opazimo lahko, da je vrh spektra že pri sedanjí koncentraciji v nasičenju, saj CO₂ v spodnji 200 m debeli zračni plasti ujame celotno IR sevanje, ki je v tem območju na voljo. Podvojitev koncentracije tako lahko vpliva le na robove spektra, ki še niso v nasičenju, zato je povečanje 'toplogrednega' učinka majhno, le okoli 2-3%.

Če pa še upoštevamo, da spekter vodne pare prekriva skoraj polovico spektra CO₂, zlasti desni rob med 16-18 μm valovne dolžine, pa je dejanski učinek še manjši. To potrjujejo tudi izračuni, ki sta jih opravila in leta 2020 objavila W. A. van Wijngaarden in W. Happer [9], Sl.11.

Izračuni so bili opravljeni na podlagi baze podatkov HITRAN, kjer so popisane vse lastnosti posameznih molekul, rezultati pa se popolnoma ujemajo s podatki satelitskih meritev spektra izstopnega IR sevanja.

Vidimo, da je razlika med današnjo koncentracijo CO_2 (črna krivulja) in morebitno bodočo podvojeno koncentracijo (rdeča) komaj opazna in bo v praksi verjetno nemerljiva, saj so sistemske napake merjenja temperatur in izračuna globalne povprečne temperature znotraj območja nezanesljivosti $\pm 0,25^\circ\text{C}$.

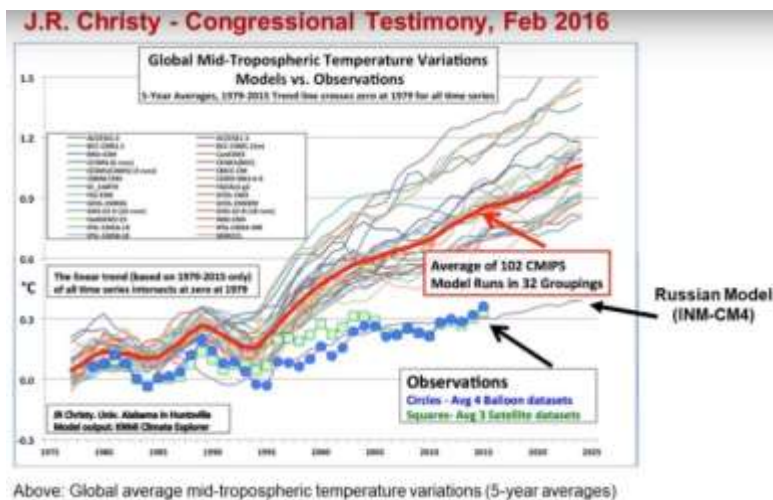


Sl.11: Primerjava Planckovega spektra sevanja Zemlje (modro) ter ozračja brez CO_2 (zeleno), ob današnji koncentraciji CO_2 (črno), ter podvojeni današnji koncentraciji (rdeče). Razlika med rdečo in črno krivuljo je komaj opazna. Oznake molekul ponazarjajo spektralna območja v katerih posamezne molekule absorbirajo sevanje. Horizontalna os je prostorska frekvenca v številu valov na cm. Valovni dolžini $15\ \mu\text{m}$ ustreza prostorska frekvenca 666 valov na cm.

Računalniške klimatske modele za IPCC ustvarjajo številne skupine raziskovalcev po vsem svetu. Kako kaže z napovedmi teh modelov?

Že pred kakšnim desetletjem sta dr. John Christy in dr. Roy Spencer (oba z University of Alabama, Huntsville) zbrala

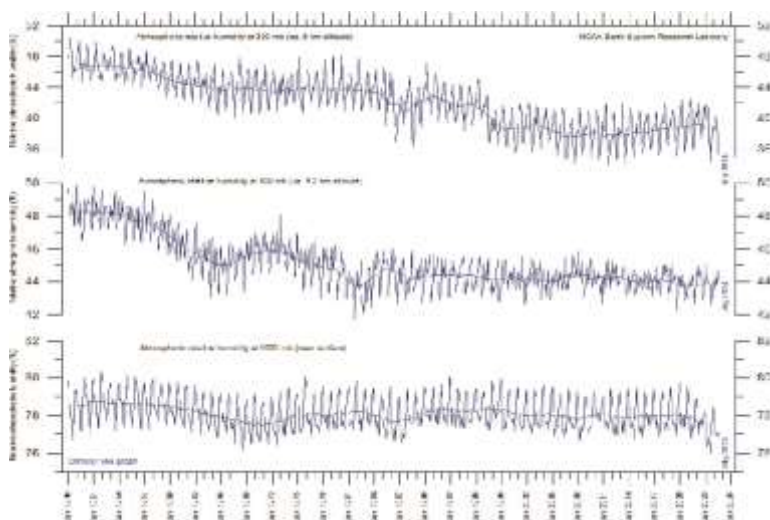
podatke 102 računalniških simulacij iz 32 virov, ter jih primerjala z meritvami temperatur opravljenimi z meteorološkimi baloni in sateliti. Rezultate je dr. Christy predstavil v svojem pričevanju pred komisijo Ameriškega Kongresa leta 2016 [10]. Sl.12 prikazuje primerjavo.



Sl.12: Primerjava napovedi temperatur 102 računalniških simulacij 32 skupin s temperaturami izmerjenimi z meteorološkimi baloni in sateliti. Začetni pogoji vseh modelov in meritev so postavljeni v leto 1979. Vsi modeli (razen enega Ruskega!) opazno odstopajo od meritev že po letu 2000. Povprečje njihovih napovedi (kar nam IPCC ponuja kot najverjetnejši scenarij prihodnosti) kaže $3\times$ hitrejšo rast temperatur kot so bile izmerjene do leta 2016.

Opazimo, da računalniško napovedane temperature naraščajo okoli $3\times$ hitreje kot izmerjene temperature. Domnevati je mogoče, da je temu razlog dejstvo, da imajo vsi ti računalniški modeli v svojih algoritmičnih vgrajeno ojačenje učinka CO₂ prek

pozitivne povratne zanke vodne pare, ki prispeva sporni faktor 3. Zato je smiselno pogledati kako se je v preteklosti spreminjala vsebnost vlage v zraku, kar že dolgo spremljamo z meteorološkimi baloni, od leta 1979 pa tudi s sateliti. Spomnimo, po že omenjeni Clausius-Clapeyronovi relaciji bi se morala povprečna vlažnost zraka ob vsakem povišanju temperature za 1°C povečati za okoli 7%. Sl.13 kaže vsebnost vodne pare [11].

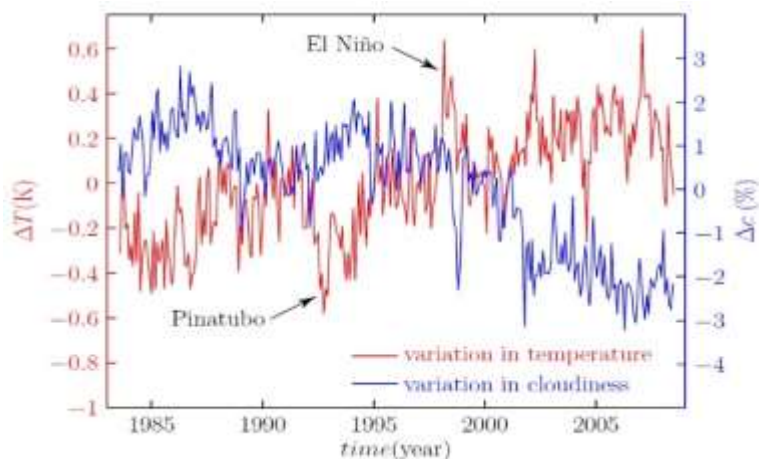


Sl.13: Globalno mesečno povprečje zračne vlažnosti na treh različnih višinah (9km, 4,2km, ter pri tleh) od leta 1948 dalje.

Opazimo lahko, da je od leta 1948 do danes, torej v obdobju največje rasti temperature ozračja, vlažnost zraka na vseh višinah malenkost padla, ne pa naraščala. To pomeni, da na vlažnost zraka vplivajo drugi procesi močnejše kot temperatura. Namreč, Clausius-Clapeyronova relacija določa, da toplejši zrak **lahko** vsebuje več vlage, ni pa to nujno. Na pr., v puščavah se

temperatura lahko dvigne na 45°C in več, zrak pa je suh. S tem pa domneva IPCC o pozitivni povratni zanki prek vodne pare pade v vodo.

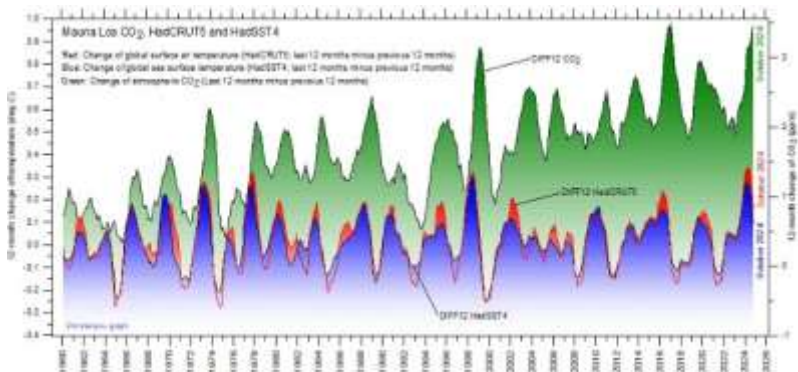
Dodatno potrdilo, da o temperaturi ozračja odloča bolj vsebnost vodne pare in tvorba oblakov, kot pa vsebnost CO₂ dobimo, če primerjamo povprečno oblačnost s temperature [12], Sl.14.



Sl.14: Spremembe povprečne globalne temperature (rdeče) in odstotka oblačnosti (modro). Kauppinen in Malmi, 2019 [12].

Iz Sl.14 je razvidno, da že 4% zmanjšanja globalne oblačnosti lahko razloži celotno zabeleženo spremembo globalne povprečne temperature med letoma 1986 in 2009. Če odštejemo vpliv oblačnosti, ostane za vpliv CO₂ bore malo.

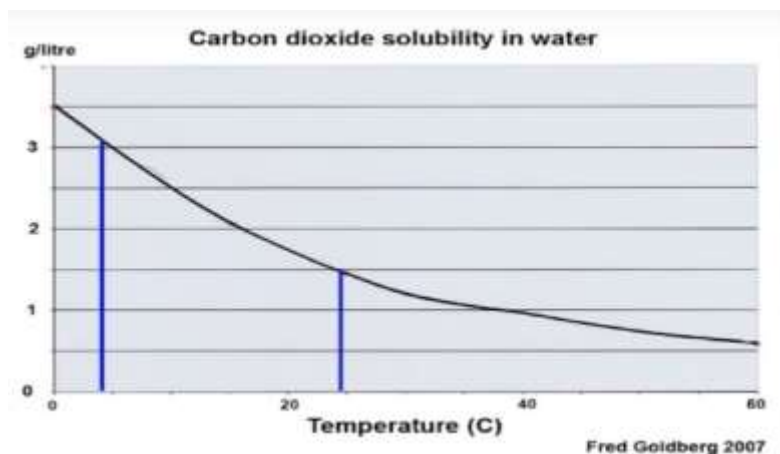
Tudi iz podatkov o rasti temperature in vsebnosti CO₂ je razvidno, da CO₂ zaostaja za temperaturo na vseh časovnih intervalih, od prazgodovine do sprememb letnih časov [13, 14].



Sl.15: Primerjava rasti vsebnosti CO₂ v ozračju z rastjo kopenskih in oceanskih temperatur od leta 1960 dalje. Spremembe vsebnosti CO₂ zaostajajo za temperaturami za nekaj mesecev [13].

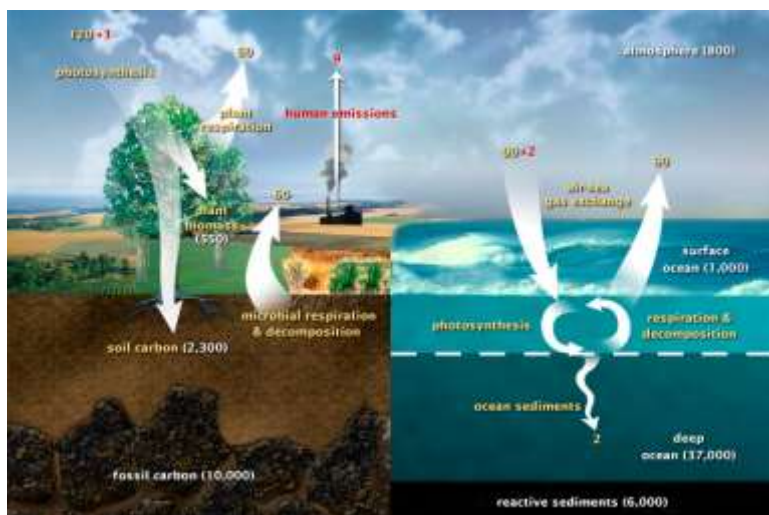
Zaostanek spremembe vsebnosti CO₂ za spremembami temperature zraka si lahko razložimo če pogledamo topnost CO₂ v morski vodi v odvisnosti od temperature vode. Voda ima mnogo večjo termično kapaciteto kot zrake, zato se počasi segreva in počasi hladi. Topnost CO₂ v vodi je pri 4°C okoli 3 grama na liter, pri 24°C pa le še 1,5 grama na liter, Sl.16. Zato tudi CO₂ hitreje uhaja iz toplejše vode [15].

Potrebno je še preveriti kolikšni so naravni pretoki CO₂ v primerjavi s tistimi izpusti, ki so posledica človekovih dejavnost, predvsem rabe goriv.



Sl.16: Topnost CO₂ v vodi v odvisnosti od temperature vode [15].

Dvom v dejansko velikost človeškega vpliva na podnebje, predvsem zaradi izpustov CO₂ in drugih 'toplogrednih' plinov je podprt z znanstvenimi podatki o pretoku snovi v naravi. Tudi IPCC navaja te podatke v svojih poročilih (v vsakem poročilu so vrednosti rahlo različne, pa vendar). Sl.17 je bila objavljena leta 2012, kaže pa številke v milijardah ton ogljika, (GtC), ne pa CO₂; za vrednosti CO₂ je treba prikazane številke množiti z razmerjem molarnih mas CO₂/C: $(12+2 \times 16)/12 = 3.667$). Današnje številke izpustov so za kakšnih 7% višje kot takrat, vendar razmerja v grobem še veljajo [16].

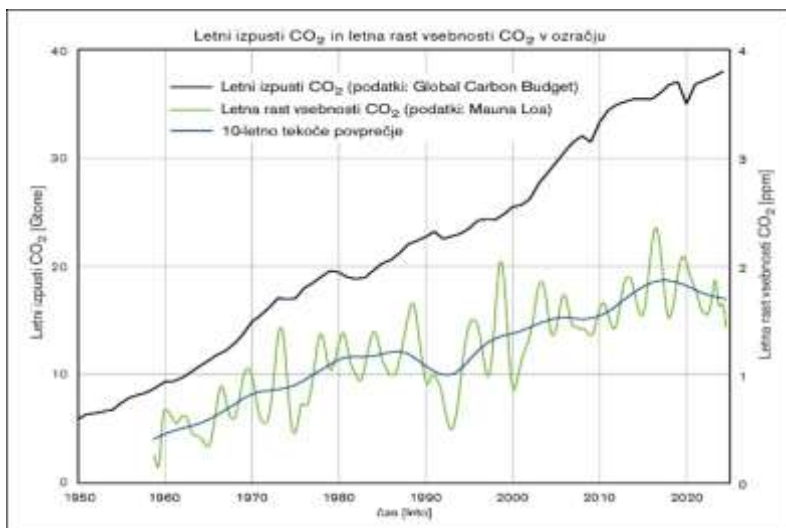


Sl.17: Shematski prikaz pretokov ogljika (C, ne CO₂!) v naravi med različnimi viri in ponori. Rumene številke označujejo naravne pretoke, rdeče številke predstavljajo človeške prispevke, bele številke pa označujejo količine v naravnih rezervoarjih. Oceani vsebujejo okoli 47 krat več ogljika kot ozračje, tla in biomasa pa okoli 30 krat več. Zaradi naravnih virov in ponorov se v ozračju vsako leto zamenja okoli 1/4 celotne količine CO₂. Človek k tem pretokom prispeva le okoli 4%, pa še to le od leta 2010 dalje (prej znatno manj).

Zaradi naravnih virov in ponorov se vsako leto izmenja približno 1/4 vsega CO₂ v ozračju in sicer 120 + 90 GtC, v primerjavi s celotno količino 800 GtC. Temu pretoku človeštvo dodaja letno okoli 9 GtC. Preračunano v CO₂ in za današnje čase (leto 2024) znaša celotna količina CO₂ v ozračju okoli 3300 Gt, letni naravni pretok znaša 847 Gt CO₂, človeštvo pa temu pretoku dodaja okoli 36 Gt CO₂, pa še to le v novejšem času, po letu 2010.

Efektivno znaša človeški prispevek le 4,2% naravnega letnega pretoka. Od tega naravni ponori absorbirajo 2,33% in v ozračju ostaja le 1,84%. Časovni potek teh količin prikazuje Sl.18.

Na Sl.18 lahko opazimo, da so do leta 2000 letni izpusti in rast vsebnosti CO₂ v ozračju naraščali približno sorazmerno. Po letu 2000 pa so se človeški izpusti povečevali okoli 3× hitreje kot prej, predvsem zaradi hitrega razvoja Kitajske, Indije, ter še nekaterih drugih držav v razvoju (v vseh razvitih državah so izpusti že postopoma padali). Pa vendar se to na rasti vsebnosti CO₂ sploh ni poznalo, ta se je ustalila pri okoli 1,8 ppm na leto.



Sl.18: Primerjava letnih izpustov CO₂ zaradi rabe fosilnih goriv in letnega prirasta CO₂ v ozračju. Do leta 2000 sta obe količini naraščali sorazmerno (močno se pozna le izbruh ognjenika Mt. Pinatubo leta 1991). Po letu 2000 pa so se začeli človeški izpusti povečevati skoraj 3× hitreje kot prej, rast vsebnosti CO₂ v ozračju pa se je ustalila pri 1,8 ppm na leto [17].

Opozoriti je treba na naslednje:

Kadar imamo v enem obdobju med dvema količinama korelacijo, v drugem obdobju pa anti-korelacijo, lahko z gotovostjo trdimo, da med temi količinami ni vzročne povezanosti, ali pa je ta šibka in drugi procesi prevladujejo.

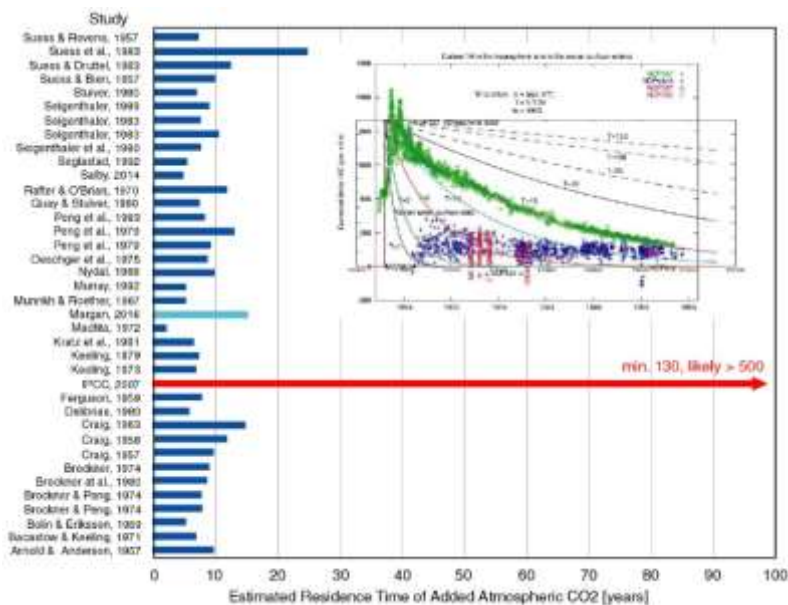
Opazimo tudi, da so človeški izpusti naraščali enakomerno z manjšimi odstopanji, med tem ko je rast CO_2 v ozračju divje nihala in je za določanje trenda potrebno vzeti kar 10-letno tekoče povprečje.

Dodatno lahko opazimo, kako je izbruh vulkana Mt. Pinatubo leta 1991 opazno z aerosoli zastrl stratosfero, zato se je površje oceanov ohladilo in izpuščalo manj CO_2 .

Leto 1991 se sicer pozna tudi pri človeških izpustih, vendar je to posledica spopadov na bližnjem vzhodu, zaradi česar so se cene nafte povečale in je poraba za malenkost padla. Podobne spremembe izpustov, ki so posledica ekonomije lahko opazimo tudi ob letu 1973 in 1978 (prvi in drugi naftni šok), pa potem leta 2008, ko je izbruhnila nepremičninska kriza v ZDA, ter leta 2019 po izbruhu epidemije COVID. Po letu 2012 pa tudi opažamo upočasnitev rasti izpustov zaradi trgovinske vojne med ZDA in Kitajsko, zato tudi počasnejše rasti Kitajske ekonomije.

Še en dodaten problem predstavlja določanje rezidenčnega časa CO_2 v ozračju. Rezidenčni čas določamo kot potrebno obdobje, da se enkrat izpuščena količina CO_2 zaradi naravnih ponorov absorbira. Pri tem nekateri raziskovalci navajajo čas, ko se izpuščena količina zmanjša na polovico, drugi pa za prag določijo vrednost $1/e$, kjer je $e = 2,71828\dots$, ker gre za eksponentno padajoč proces. IPCC trdi, da je rezidenčni čas

CO₂ v ozračju najmanj 130 let, verjetno pa več kot 500, ali celo 1000 let. Zato naj bi se tista polovica človeških izpustov, ki se ne absorbira v tekočem letu, kopičila v ozračju v celoti. Uporabljajo tudi argument, da je za učinek na ozračje vseeno ali neko molekulo, ki jo ocean zajame potem nadomesti druga, ki jo ocean izpusti. Toda tak način obravnave privede do napake v izračunu, saj naravne vire in ponore uravnavajo neodvisni procesi, ki se povrh še sami s časom močno spreminjajo. Zato s preprostim seštevanjem in odštevanjem ni mogoče priti do pravilnega rezultata. Pa tudi sicer, vsa svetovna literatura navaja čase med 3 in 15 let, v povprečju okoli 7, kar je v pričo velikost naravnih pretokov pričakovano. Na Sl.19 je podana primerjava rezidenčnih časov kot so jih določili različni raziskovalci [17].



Sl.18: Določanje rezidenčnega časa CO₂ v ozračju. Različni avtorji so uporabili različne metodologije in dobili različne rezultate, od 3 do 15 let, v povprečju okoli 7 let. Edino IPCC trdi, da mora biti rezidenčni čas večji od 130 let (domnevajo, da celo 500). Sam sem za izračun uporabil konvolucijski integral izpustov, kjer sem za sistemski odziv na vneseno količino uporabil podatke zniževanja radio-izotopa ¹⁴C (manjši graf v sliki) in dobil razmeroma konzervativen rezultat 15 let.

Za svoj izračun rezidenčnega časa, ter posledično sedanje količine CO₂, ki jo je do današnjih dni prispevalo človeštvo, sem uporabil podatke o zniževanju vsebnosti radioizotopa ogljika ¹⁴C. Ta radioizotop ima pol-razpadni čas okoli 5700 let, njegova vsebnost glede na ¹²C je okoli 1%, nastaja pa nenehno v visokih plasteh ozračja, kjer kozmični visokoenergetski delci bombardirajo dušik ¹⁴N. Zato so meritve vsebnosti ¹⁴C uporabne pri datiranju arheoloških ostankov biološkega porekla. IPCC

trdi, da bi na podlagi zmanjševanja vsebnosti tega radioizotopa določili količino človeških izpustov, saj v fosilnih gorivih (nafta, premog) teh izotopov ni več, ker so že zdavnaj razpadli. Težava pa je, da smo z jedrskimi eksplozijami v ozračju med letoma 1945-1963 vsebnost ^{14}C podvojili. Po letu 1963 je bil uveljavljen sporazum o prepovedi jedrskih eksplozij v ozračju, ki so se mu pridružile vse države z jedrskim orožjem, nazadnje še Kitajska in Francija. Zato se vsebnost ^{14}C v ozračju od leta 1963 spontano zmanjšuje po eksponentno padajoči krivulji, kot posledica naravnega ponora CO_2 . Ta krivulja pada precej hitreje, kot bi na podlagi teze IPCC o vplivu izpustov bilo možno. Zato pa je možno ta potek uporabiti kot sistemski odziv na spremembo vsebnosti CO_2 . Postopek, ki se v takih primerih uporablja v fiziki in v inženirskih problemih se v matematiki imenuje konvolucijski integral, ali krajše konvolucija. Je sicer analitično zahteven postopek, toda numerično ga je mogoče zelo preprosto programirati v katerem od številnih matematičnih računalniških programov. Ker pa so bili vsi numerični podatki že javno dostopni, sem ta postopek izvedel tudi sam.

Rezidenčni čas, ki sem ga dobil iz podatkov za padanje vsebnosti ^{14}C znaša 15 let (graf v Sl.19). V tem času se neka izpuščena količina CO_2 zmanjša za faktor $1/e$, oziroma na okoli 37% začetne količine. V naslednjih 15 letih pa spet, na 13%, in tako naprej. Če potem to funkcijo uporabimo v konvoluciji in z njo obdelamo celotne človeške izpuste od leta 1850 do danes dobimo, da so človeški izpusti prispevali okoli 20% zabeležene rasti CO_2 v tem obdobju (od 280 do 420 ppm), ali okoli 28 ppm. To pa je okoli 6% celotne količine CO_2 , ki je trenutno v ozračju.

Če bi torej privzeli, da je domneva IPCC o vplivu CO_2 na temperaturo pravilna, bi potem človeška krivda za podnebne spremembe prav tako predstavljala le 6% delež. Prevedeno v

temperaturo, katere zabeležena dosedanja rast znaša okoli 1°C , bi to pomenilo $0,06^{\circ}\text{C}$ [18].

Mimogrede, od navedenih avtorjev študij rezidenčnega časa na Sl.19 omenimo dve nesporni avtoriteti na tem področju. C. D. Keeling, ki je že leta 1958 postavil laboratorij za merjenje vsebnosti CO_2 na opazovalnici Mauna Loa, v svojih študijah iz leta 1973 in 1979 navaja številke okoli 7-8 let. Podobno pa Bolin in Eriksson v študiji iz leta 1959 navajata številko okoli 6 let in Bert Bolin je kasneje postal prvi predsednik IPCC.

Primerjava energijske gostote sevanja z energijsko gostoto molekularnih trkov

Da sevalno ravnovesje ne določa temperature ozračja pri tleh lahko ugotovimo tudi s primerjavo energijske gostote sevanja z energijsko gostoto molekularnih trkov.

Izhajamo iz dejstva, da na prehodu med tlemi in ozračjem mora veljati kontinuitetna enačba, kar pomeni, da imata tla in tenka plast zraka tik ob tleh enako temperaturo.

Vzemimo za primer razmerja pri globalni povprečni temperaturi površja $T_p = 288\text{ K}$.

V ozračju pa naj vlada standardni atmosferski pritisk $p_0 = 101325\text{ Pa}$.

Gostota zraka pri teh pogojih je dovolj nizka, da lahko za enačbo stanja privzamemo relacijo, ki velja za idealne pline, kjer je produkt pritiska in volumna pri določeni temperaturi konstanten:

$$pV = nRT$$

Tukaj je p atmosferski pritisk; V je enotni volumen 1 m^3 ; n je število molov povprečnih molekul zraka v enotnem volumnu; univerzalna plinska konstanta $R = 8,3145 \text{ J/(mol K)}$; T pa je povprečna temperatura. Iz znanih standardnih pogojev in sestave zraka mora biti vrednost $n = 42,29$.

Na molekularni ravni pa velja relacija:

$$nR = Nk$$

kjer je Boltzmannova konstanta $k = 1,381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$; N je število molekul.

Iz tega izračunamo število molekul v 1 m^3 zraka:

$$N = nR/k = 42,29 \times 8,3145 / 1,381 \times 10^{-23} = 2,546 \times 10^{25}$$

Povprečno razdaljo med molekulami dobimo s tretjim korenem inverznega števila molekul:

$$d = (1/N)^{1/3} = 3,4 \times 10^{-9} \text{ m}$$

Povprečna hitrost molekul je približno enaka zvočni hitrosti, $v = 340 \text{ m/s}$. Od tod lahko dobimo povprečen čas med dvema trkoma:

$$t = d/v = 3,4 \times 10^{-9} / 340 = 10^{-11} \text{ s}$$

Oziroma obrnjeno, vsaka molekula v vsaki sekundi doživi okoli 10^{11} trkov (sto milijard). Temu primerna je tudi hitrost izmenjave energije med molekulami.

V takih pogojih se redko zgodi, da kakšna molekula spontano preide iz višjega v nižje energijsko stanje. Prav tako tudi molekula v višjem energijskem stanju ne more zajeti fotona s frekvenco, ki ustreza temu energijskemu stanju, saj je to stanje večino časa že zasedeno. Za posamezno molekulo CO_2 velja, da

v takih pogojih izseva odvečno energijo približno na vsake $\frac{1}{2}$ sekunde. Velja pa enaka verjetnost tudi za zajetje fotona s strani molekule v nižjem energijskem stanju. Ker za energijski pretok morata biti izpolnjena oba pogoja sledi, da vsaka molekula CO_2 v povprečju zajame foton in ga nato odda približno enkrat na sekundo.

Če je v ozračju volumski delež CO_2 okoli 400 molekul na milijon in če je razmerje molarnih mas zraka proti CO_2 enako 28,9/44 pomeni, da je število molekul CO_2 v 1 m^3 enako:

$$N_{\text{CO}_2} = (400/10^6) \times (28,9/44) \times 2,546 \times 10^{25} = 6,689 \times 10^{21}$$

Energija fotonov z valovno dolžino $\lambda = 15 \mu\text{m}$ je po Planckovi relaciji:

$$E = hc/\lambda = 6,626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 / 15 \times 10^{-6} = 1,325 \times 10^{-20} \text{ J}$$

Povprečna prosta pot takih fotonov v ozračju v bližini tal je okoli 22 m. Iz vsega skupaj sledi, da molekule CO_2 vsebovane v 1 m^3 zraka vzdržujejo energijski pretok okoli:

$$E_{\text{tot}} = E \times N_{\text{CO}_2} / x_f = 1,325 \times 10^{-20} \times 6,689 \times 10^{21} / 22 = 4,03 \text{ J}$$

Pričakovani energijski pretok s tal, ki smo ga izračunali na podlagi povprečne globalne temperature po Stefan-Boltzmannovem zakonu, naj bi znašal okoli 390 W/m^2 . Absorpcija toplogrednih plinov v ozračju izračunana po modelu IPCC (AR6) pa znaša 159 W/m^2 . Izračunani sevalni energijski pretok E_{tot} , ki ga prenašajo molekule CO_2 je v primerjavi s tem okoli $40\times$ premajhen.

Zaključek

Sklepamo torej, da se velika večina transporta toplote v nižjih plasteh ozračja odvija prek molekularnih trkov. Sevalno ravnovesje prihaja do izraza šele na višini okoli 5,6 km, kjer je

gostota ozračja pol manjša kot pri tleh, zato je povprečna razdalja med molekulami večja, temperatura in s tem tudi hitrost molekul pa manjša, čas med trki je daljši, zato je verjetnost, da molekula spontano odda foton večja, prav tako pa je večja verjetnost, da foton zajame. S te plasti v vesolje uhaja največ sevanja, ki ga potem zaznajo sateliti v zemeljski orbiti.

Sklepamo tudi, da je - tako na podlagi teoretičnih izračunov kot na podlagi meritev - spekter CO₂ v nasičenju in se s podvojitvijo koncentracije spremeni le za par odstotkov. Zato nadaljnja rast vsebnosti CO₂ ne more privedi do opaznega porasta temperature. Nasprotno, porast temperature zaradi drugih sprememb (predvsem zmanjšane oblačnosti) lahko privede do izdatnejšega izpusta CO₂ iz oceanov.

Nadalje lahko ugotovimo, da CO₂ oziroma sam ogljik v naravi kroži, saj so vsi biološki procesi na osnovi ogljikovih spojin. Tudi kmetijska dejavnost predstavlja en tak krožni pretok. Edini dolgoročni naravni ponor ogljika predstavlja oceanski zooplankton, katerega lupinice so zgrajene iz kalcijevega karbonata, CaCO₃, ki se po odmrtnosti teh organizmov nalaga na morskem dnu. Ta proces je tako učinkovit, da se je raven CO₂ v ozračju v teku zadnjih pol milijarde let znižala s 4.000 ppm na samo 180 ppm ob koncu zadnje ledene dobe pred 12.000 leti. Vemo pa da pod vsebnostjo 150 ppm ni več mogoča absorpcija CO₂ v listih rastlin, fotosinteza ni več mogoča in rastline odmrejo, za njimi pa vsi ostali organizmi. Če ne želimo, da bi se kaj takega zgodilo v naslednji ledeni dobi je treba še danes poskrbeti za dodatne količine CO₂ v ozračju. Prizadevanja za nizko-ogljichnost človeških dejavnosti in posledično omejevanja kmetijstva in proizvodnje hrane nimajo nobenega smisla. Za onesnaževanje z različnimi drugimi snovmi, ki nastaja ob rabi fosilnih goriv je

treba poskrbeti na druge tehnološko inovativne načine, podobno kot je bilo to storjeno z uvedbo katalizatorjev v avtomobilih.

Zahvala

Predsedstvu Državnega sveta in organizatorjem posveta na temo kmetijske politike želim čestitati za pogum in izraziti hvaležnost, da so omogočili vsestransko odprt dialog tudi o spornih in pogosto prezrtih in nerazumljenih vsebinah podnebne problematike, pa tudi energetike in kmetijstva. Mnogi znanstveniki v privatnih pogovorih izražajo ne le dvom glede uradne podnebne politike, ampak tudi zaskrbljenost zaradi medijske cenzure in agresivnega kratenja možnosti javne kritike vladne politike na tem področju, a si ravno zaradi tega o tem ne upajo javno spregovoriti. Upam, da bo minuli posvet v Državnem svetu v prihodnje odprl možnosti za bolj kritične in konstruktivne razprave o vseh ključnih razvojnih usmeritvah naše družbe, vključno s podnebno in okoljsko problematiko.

Prvotno sem nameraval za Zbornik posveta o kmetijstvu opisati nekatere pogosto ponavljane neresnice o tem, kako se človeški vpliv na podnebje že pozna na številnih pojavih, zlasti na ekstremne vremenske pojave. Vendar je objavo Zbornika prehitela vlada s svojim odgovorom na poudarke izrečene na posvetu, ki so objavljeni tudi v povzetku posveta. Zato tukaj priporočam ogled Tabele 1212 poglavja 12 poročila Delovne skupine I zadnjega poročila IPCC AR6 [1], str.1856, kjer je v prvem stolpcu podano katere vse pojave smo do sedaj že zabeležili, bodisi glede povečanja njihove pojavnosti ali pogostosti, bodisi glede zmanjšanja. Lahko opazimo, da je večina polj v prvem stolpcu tabele belih, kar pomeni, da bodisi sprememb pri teh pojavih še ni bilo mogoče zaznati, ali pa je zanesljivost zbranih dokazov nezadostna.

S tem so potrjeni vsi podatki o vplivu na vreme, ki sem jih v svojem nastopu v DS pokazal.

Viri:

- [1] IPCC AR6 Work Group I, Full Report, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf
- [2] Manabe and Wetherald, Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity, J. Atm. Sci., 1967 <https://climate-dynamics.org/wp-content/uploads/2016/06/manabe67.pdf>
- [3] Manabe and Bryan, Climate Calculations with a Combined Ocean-Atmosphere Model, J. Atm. Sci., 1969 https://journals.ametsoc.org/downloadpdf/view/journals/atsc/26/4/1520-0469_1969_026_0786_ccwaco_2_0_co_2.pdf
- [4] Kiehl and Trenberth, Earth's Annual Global Mean Energy Budget, 1997 https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/78/2/1520-0477_1997_078_0197_eagmeb_2_0_co_2.xml
- [5] Izračuni in animacije vibracijskih in rotacijskih načinov molekul, CO₂: <https://www.physics.mcgill.ca/~hilke/232/232.html>
- [6] Spektri toplogrednih plinov (Wikipedia) https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas
- [7] Clausius-Clapeyronova relacija, Wikipedija https://en.wikipedia.org/wiki/Clausius%E2%80%93Clapeyron_relation
- [8] Schildknecht, D., Saturation IR abs. by CO₂ <https://arXiv.org/abs/2004.00708v2>
- [9] Wijngaarden and Happer, Earth Thermal Radiation 5 Greenhouse Gases <https://arxiv.org/pdf/2006.03098.pdf>
- [10] J. Christy, Testimony Highlights, House Natural Resources Committee <https://www.youtube.com/watch?v=Cz45fETw078>
- [11] NOAA Earth System Research Lab. <http://climate4you.com/> (Greenhouse gases)
- [12] Kaupinen and Malmi, No Evidence for AGW, 2019 <https://arxiv.org/pdf/1907.00165.pdf>
- [13] Maunaloa CO₂, HadCRUT5 and HadSST4 <http://climate4you.com/> (Greenhouse gases)
- [14] Margan, Žit 2023, 5 in 6: Brez panike <https://www.tzs.si/zivljenje-in-tehnika>
- [15] Goldberg, F., Rate of increasing concentrations of CO₂ <http://ruby.fgcu.edu/courses/twimberley/envirophilo/goldberg.pdf>
- [16] Global Carbon Budget, Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_system

- [17] Margan, Žit 2019, 9 in 10: Antropogeni dečez CO₂ v ozračju
<https://www.tzs.si/zivljenje-in-tehnika>
- [18] Harde, H., and Salby, M., What controls CO₂, 2021
https://www.researchgate.net/profile/Hermann-Harde/publication/373256244_What_Controls_the_Atmospheric_CO_2_Level/links/64e373a10453074fbda5183f/What-Controls-the-Atmospheric-CO-2-Level.pdf

4. Zelena elektrika za vsako ceno ali koliko je res vredno "oplemenitenje" njiv z agrofotovoltaiko in vetrnicami

**Green electricity at any price or how much is
“enrichment” of fields through agrophotovoltaics and
wind turbines really worth?**

Rafael Mihalič
UL, Fakulteta za elektrotehniko
Tržaška 25, 1000 Ljubljana, Slovenija

OMEJITVENA IZJAVA

Vse v prispevku navedene trditve so osebno stališče avtorja in ne odražajo stališča institucije, v kateri je zaposlen.

RESTRICTIVE STATEMENT

All statements made in the article are the personal views of the author and do not reflect the views of the institution where he is employed.

ABSTRACT

The use of energy is the basis of the development of any civilization. A higher level of civilization always requires more energy than a lower level, but at the same time must represent lower “costs” for society. The EU has decided to “decarbonise” its energy supply and in a few decades only electricity from “carbon-free” sources will be used as a primary energy source.

The majority should come from stochastic renewable energy sources (RES). This requires a reconstruction or transformation of the entire electricity system (EPS) and drastic interventions in the environment. LCOE method is most commonly used worldwide to evaluate investments in the mentioned RES. If the share of renewable energy in EPS is small, the use of the method is justified to some extent, but as the share increases, not at all. The costs of the necessary adjustments of the remaining EPS, which are not taken into account by LCOE, become the decisive factor and can exceed the LCOE results many times over. Therefore, this “generally accepted” method for assessing RES should under no circumstances be used at national level.

RES, in particular wind power and solar energy, are accounting for an increasingly large share of electricity generation. This development is due to subsidies and a privileged position on the market. If "wind and sun are free" and subsidies are nevertheless necessary, one can rightly ask: "How much is electricity from renewable energies worth on the market?".

In this article, we have therefore analysed the market value of renewable energy generation for Germany and Slovenia for 2023 and the first half of 2024. The calculations are based on publicly available data.

It turns out that due to the characteristics of RES and the operating characteristics of the electric power system, there is a pronounced cannibal effect on the market in both Germany and Slovenia. In Slovenia, this effect reduces the market value of energy from SE in 2024 to just over half of what would be expected if there were no renewables in the EPS. This value is only slightly higher than in Germany, although the relative share of energy from SE is only about half as high as in Germany. From this we can conclude that, due to the interconnectedness

of the Entso-e system, the Germans are partly "exporting" the problem of price cannibalism, while Slovenia is "importing" it.

Due to this distortion of the European market, it makes economic sense to build only the least technically efficient power plants, which could have devastating economic consequences for society and environmental degradation in the long term. Given the insignificant impact of human-caused CO₂ emissions on the environment and Slovenia's completely negligible contribution to this, we can rightly question the feasibility of such a measure.

POVZETEK

Raba energije je temelj razvoja vsake civilizacije. Višja stopnja civilizacije rabi vedno več energije, kakor nižja, hkrati pa mora predstavljati manjši "strošek" za družbo. EU je sklenila, da bo svojo oskrbo z energijo "razogljičila", v nekaj desetletjih naj bi kot primarni energetski vir rabili samo še električno energijo iz "brezogljčnih" virov. Večinski delež naj bi predstavljali stohastični obnovljivi viri energije (OVE). To pa zahteva rekonstrukcijo oz. preobrazbo celotnega elektroenergetskega sistema (EES) in drastične posege v prostor. Za ovrednotenje investicij v omenjene OVE se v svetu večinoma uporablja metode LCOE. Če je delež OVE v EES majhen, je uporaba metode do neke mere opravičljiva, kakor pa ta delež narašča pa nikakor ne. Stroški potrebnih prilagoditev ostalega EES, ki jih LCOE ne upošteva, namreč postanejo odločilni faktor in lahko za večkrat presežejo rezultat LCOE. Zato te "splošno sprejete" metode vrednotenja OVE na nacionalni ravni nikakor ne bi smeli uporabiti.

Rast OVE, predvsem vetrnih (VE) in sončnih elektrarn (SE), je bila v zadnjem desetletju eksplozivna in ti predstavljajo že opazen delež v proizvodnji električne energije. Ta razvoj

lahko pripišemo subvencijam in privilegiranemu položaju na trgu. Če naj bi bila "veter in sonce zastonj" in subvencije kljub temu potrebne, se lahko upravičeno vprašamo: "Koliko pa je na trgu sploh vredna električna energija iz OVE?"

V članku smo zato za Nemčijo in Slovenijo analizirali tržno vrednost proizvodnje OVE za leto 2023 in prvo polovico leta 2024. Izračuni so temeljili na javno dostopnih podatkih.

Izkazalo se je, da zaradi lastnosti OVE in obratovalnih značilnosti EES tako v Nemčiji, kakor Sloveniji, pride do izrazitega kanibalskega učinka na trgu. V Sloveniji omenjeni učinek zmanjša tržno vrednost energije iz SE v letu 2024 na nekaj nad polovico tiste, ki bi jo pričakovali, če v EES ne bi bilo SE. Ta vrednost je le malo nad tisto v Nemčiji, čeprav je relativni delež energije iz SE približno 2 x manjši, kot v Nemčiji. Sklepamo, lahko, da zaradi povezanosti Entso-e sistema Nemci problem kanibalizma cen deloma "izvažajo", mi pa "uvažamo".

Zaradi take popačitve evropskega trga je ekonomsko smiselno graditi le tehnično gledano najmanj učinkovite elektrarne, kar lahko ima na dolgi rok za družbo pogubne ekonomske posledice in degradacijo okolja. Upravičeno se lahko vprašamo o smiselnosti takega početja v luči neznatnega vpliva človeških izpustov CO₂ v okolje in povsem zanemarljivega deleža Slovenije pri tem.

KLJUČNE BESEDE

LCOE, FCOE, viri električne energije, obnovljivi viri, OVE, stroški Obnovljivi viri energije, OVE, cene električne energije, elektroenergetski trg, tržna vrednost električne energije, kanibalski učinek

KEYWORDS

LCOE, FCOE, power sources, renewables, RES, costs, Renewables, RES, Electricity prices, Electricity market. Market value of electric power, Cannibalisation effect

1. UVOD

Zastavimo si najprej temeljni vprašanji, ki se sami po sebi porodita ob idejah za realizacijo politike tako imenovanega energetskega preobrata, ki ga v Evropi pogosto ponarodelo označujemo z nemškim izrazom "Energiewende". Skoraj vedno se najprej pojavi ideja, da lahko rabo energije v družbi bistveno zmanjšamo "ob skoraj" enaki kakovosti življenja prebivalcev. Če nam to uspe, bo potrebne energije manj, in čeprav bo dražja, bomo približno na istem. Prvo vprašanje je torej: "Ali res potrebujemo toliko energije?"

Drugo vprašanje pa je: "Ali nebi mogli zamenjati vseh do sedaj izkoriščanih virov energije s čim bolj "okoljsko sprejemljivim" recimo, lesom, sončnimi ali vetrnimi elektrarnami, ostalimi alternativnimi viri itd. ?"

V bistvu je tako razmišljanje povsem logično in smiselno, dokler si ga ne pogledamo nekoliko pobliže. Ni potrebno biti poseben ekspert, pa tudi zgodovina je to pokazala, da ugotovimo, da je odgovor na obe vprašanji zelo kratek in zelo jasen. ***DA, sodobna, kompetitivna in razvojno naravnana družba potrebuje veliko in vedno več čim preprosteje dostopnih virov energije; torej takih, ki so poceni in za pridobivanje ter izkoriščanje katerih je potrebno vložiti čim manj energije!!!***

SPI



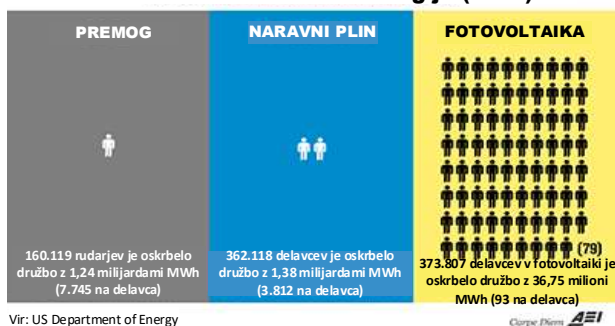
Slika 1: Indeks socialnega napredka SPI glede na rabo energije (povzeto po[1])

Logika, ki stoji za to trditvijo je v svoji osnovi zelo preprosta. Če želimo razvito družbo, kjer zagotovitev osnovnih življenjskih potreb (recimo zdrava hrana, ustrezno bivališče) ne bo problem za nikogar, kjer bo urejena skrb za dela nezmožne, vsem dostopno zdravstvo, šolstvo, sociala, umetnost, potem mora zelo majhen delež ljudi poskrbeti za življenje tistih, ki omogočajo prej navedene dejavnosti. Z drugimi besedami, če velik delež prebivalstva skrbi za dostop družbe do energetskih virov, da zagotovi stopnji razvitosti družbe ustrezne osnovne pogoje za življenje članov te družbe, ostalih preprosto ni dovolj za izvedbo ostalih omenjenih dejavnosti v potrebnem obsegu. V razviti družbi mora zelo majhen delež ljudi (čim manjši, tem bolje) poskrbeti za energetske (pri čemer lahko kot najosnovnejšo, temeljno obliko energije smatramo hrano) in materialne potrebe družbe. O tem nekoliko obširneje pišejo v [2]. To pa omogoča visoka stopnja avtomatizacije proizvodnje hrane in materialnih dobrin, predelave, transporta ter s tem povezana visoka raba energije.

Pogosto utemeljevanje nujnosti energetskega prehoda tudi zaradi zagotavljanja "zelenih" delovnih mest je odsev bodisi neznanja promotorjev teh idej, bodisi njihovega zavestnega zavajanja. V ZDA so izračunali ([3] na podlagi [4]), da je za isto količino energije iz sončnih elektrarn potrebno 79 krat več delavcev, kakor če to energijo dobimo iz premoga. Seveda v Evropi ni veliko drugače, kakor lahko sklepamo npr. iz nedavnega tvita [5], kjer avtor navaja: "Leta 2009 je bilo v Nemčiji pri JE, ki so proizvedle 135 TWh elektrike, zaposlenih 35.000 ljudi, danes je pri vetrnicah, ki so proizvedle letno 80 TWh, zaposlenih 160.000 ljudi."

Ko se bo pol ljudi v družbi ukvarjalo z gradnjo vetrnic, montažo sončnih panelov, razkopavanjem ulic in polaganjem novih kablov, uvajanjem elektronskih sistemov za pametna mesta, pametne vasi, pametne porabnike in ostale "pametne zadeve", servisiranjem vsega tega (ker stokrat bolj komplicirana zadeva se po navadi tudi vsaj stokrat pogosteje kvari) itd., itd., se lahko vprašamo naslednje: "Kdo bo pa prideloval hrano (po možnosti EKO-BIO, brez gnojil in pesticidov in s pet krat manjšim donosom), zdravil, učil, pazil na nepokretne in onemogle, razvijal nove tehnologije... ?" To, kaj pomeni pomanjkanje zdravnikov, medicinskih sester, učiteljev, socialnih delavcev, inženirjev itd., Slovenija in Evropa že lepo občutita na lastni koži.

Število delavcev potrebnih za oskrbo družbe z isto količino električne energije (2016)



Slika 2 – Potreben "napor" družbe za oskrbo z energijo – primer: ZDA 2016 [3]

Tudi pri promotorjih energetske preobrazbe priljubljena čudežna skovanka "energetska optimizacija" pri vsem skupaj ne pomaga kaj dosti. Danes je pridobivanje energentov in surovin ter proizvodnja dobrin že v največji meri optimizirana, saj na globalnem trgu sicer podjetja nimajo nobene možnosti. Nenazadnje teoriji, da učinkovitejša raba energije zmanjša porabo energentov nasprotuje t. i. Jevonsov paradoks [6], ki ugotavlja (in zgodovina je to potrdila), da je učinek ravno obraten. T. Garrett [7] v skladu s tem pravi: "Če naredimo civilizacijo energetske učinkovitejšo, ji preprosto omogočimo hitrejšo rast in porabo več energije." Z drugimi besedami družba postane bolj konkurenčna in se še hitreje razvija, za kar rabi še več energije. Kakor omenja taisti avtor lahko predstavimo človeško družbo kot neke vrste toplotni stroj, ki rabi energijo za njeno aktivnost, ki jo lahko merimo v BDP. V študiji, ki jo omenja so proučili družbe 2000 let v preteklost, njihov BDP in rabo energije (tudi človeške, živalske) in prišli do zaključka oz. izračuna, da je razmerje med proizvedenim BDP (oziroma SPI – Indeksom socialnega napredka, s katerim sta skoraj povsem

korelirana) in raba primarne energije skozi vso zgodovino skoraj konstanta. Sklepamo lahko torej: "Večji BDP (in s tem SPI), večja raba energije". To potrjuje tudi graf na Slika 1.

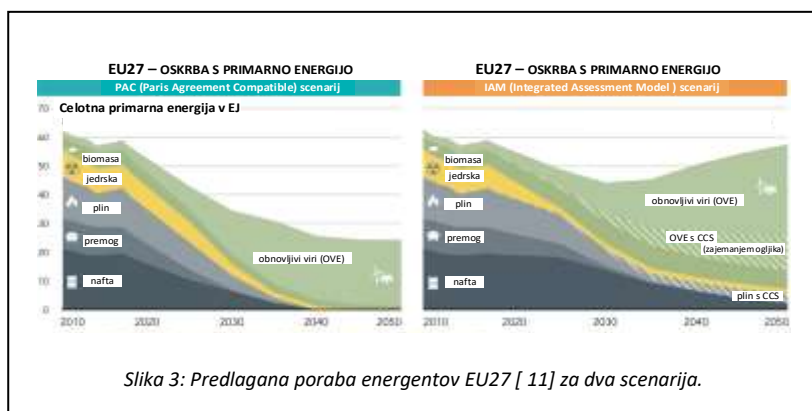
Očitno družb z visokim SPI in nizko rabo energije ni (rdeča elipsa), in da sposobnost koristne rabe energije zagotavlja blagostanje v družbi (modro obrobjeno področje). Seveda nekoliko zamegli dogajanje blagovna in energetska menjava med državami, vendar je trend nesporen.

Kot povzetek navedenega lahko uporabimo misel iz [8], kjer pravijo približno tako (prevedel avtor): "Gospodarsko dejavnost je povsod nujno potrebno oskrbeti z zadostno količino energije – omejitev te oskrbe skoraj vedno predstavlja hkrati zastoj družbenega razvoja in njene gospodarske rasti."

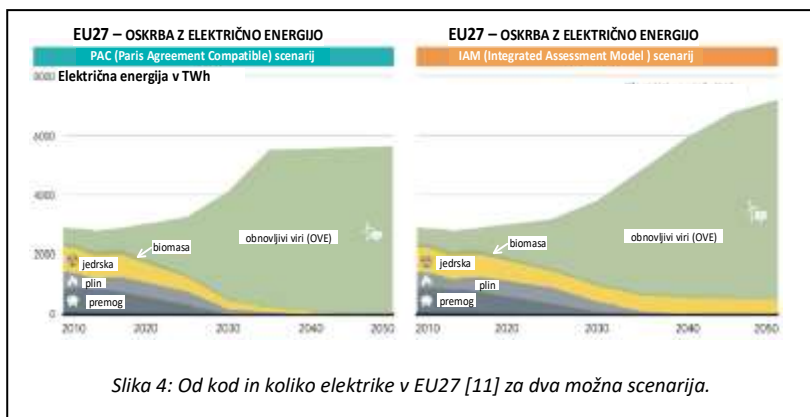
2. KAKO SI JE ENERGETSKO OSKRBO ZAMISLILA EVROPA

Decembra 2019 je Evropska komisija predstavila ambiciozen predlog, da bo EU27 do leta 2050 postala podnebno nevtralna (Seveda samo po izpustih; če bomo uvažali recimo iz premoga pridobljeno elektriko iz ne-EU27 držav, to izgleda nikogar ne bo motilo). Predlog določa posebne cilje zmanjšanja emisij do leta 2030 in popolnega razogljičenja do 2050 [9]. Nadalje je Svet EU v sporočilu za javnost 27. junija 2022 objavil novico, da je dosegel dogovor o višjih ciljih za obnovljive vire energije in energijsko učinkovitost [10], in sicer, da "EU do leta 2030 zmanjša neto emisije toplogrednih plinov za vsaj 55 % v primerjavi z ravni iz leta 1990 in hkrati doseže 40-odstotni delež energije iz obnovljivih virov v skupni mešanici virov energije do leta 2030. Hkrati naj bi se zmanjšala poraba energije na ravni EU, in sicer 36-odstotno poraba končne energije in 39-odstotkov poraba primarne energije."

Glede na zaveze [9] je ekspertna skupina v svojem poročilu za EU27 [11] predstavila pot, ki ji moramo slediti, da dosežemo tako imenovano "podnebno nevtralnost". Skladno s tem poročilom, ki je za dosego zastavljenih ciljev zahtevalo hitrejše razogljičenje od do takrat predvidenega v EU27, je ta tudi sprejela predhodno omenjene "višje cilje" [10]. V bistvu gre za realizacijo ciljev v skladu s Pariškim sporazumom in s pomenljivim naslovom: "1.5°C pot za Evropo: doseganje najvišje možne podnebne ambicije" (prevedel avtor iz: "1.5°C Pathways for Europe: Achieving the highest plausible climate ambition"). Razmere glede porabe energentov na tej poti so predstavljene na sliki 3.



Očitno naj bila skoraj celotna raba energije po letu 2050 v obliki elektrike, skratka vse na elektriko. Pustimo ob strani vprašanje, kako to udejanjiti (problem električnih avtomobilov, električnih tovornjakov in ladij, polnilne infrastrukture itd.) in privzemimo, da bo praktično edina energija, ki jo bomo še rabili, električna. Torej ostali energenti v končni rabi sploh ne bodo več relevantni in zato pogled na scenarij proizvodnje električne energije pravzaprav pove vse– Slika 4.



Za prelomno leto 2030 v strategiji razogljčenja v [11] podajajo konkretne številke za oba scenarija, ki so prikazane v tabeli 1. Omenjena "1.5°C kompatibilna" strategija označuje skladnost s Pariškim sporazumom, ki naj bi preprečil antropogeno ogrevanje planeta za več, kakor 1.5°C.

Glede na Sliko 4 bi bilo treba v naslednjih ca. 7 letih povečati proizvodnjo električne energije za približno 1/3 in hkrati zapreti plinske in premogovne elektrarne, po enem scenariju pa tudi večino jedrskih. V naslednjih ca. 25 letih pa bi bilo treba proizvodnjo elektrike podvojiti. Če upoštevamo, da hidroelektrarn v Evropi skorajda ni več kje postaviti, bi morala vsa električna energija za zamenjavo elektrarn na fosilna goriva in predvideno rast proizvodnje priti iz obnovljivih virov (OVE), recimo SE, VE, geotermalnih elektrarn, elektrarn na biomaso, bioplin, valove itd. Trenutno prispevajo **OVE ca. 10%**, ostalo do ca. 30% v Tabeli 1 pa hidroelektrarne, biomasa itd. Ker bo dodatnih hidroelektrarn zanemarljivo malo in bo glede na Sliko 4 tudi biomasa igrala bolj kot ne zanemarljivo vlogo, bo treba torej vso manjkajočo energijo nadomestiti z OVE. V Tabeli 1 to pomeni 90 % od 1,3 kratnika za leto 2030, torej za ca. 120 %

sedanje proizvodnje. Glede na to, da OVE trenutno prispevajo 10 % to pomeni 12-kratnik sedanje količine OVE v naslednjih 7 letih oz. 20-kratnik sedanje količine OVE v naslednjih ca. 25 letih.

Tabela 1: Proizvodnja električne energije leta 2030 skladno z "1.5°C kompatibilno" strategijo

	 obnovljivi viri (tudi biomasa)	 premog	 fosilni plin	 jedrska energija
2017	31%	23%	18%	26%
2030	76–90% IAM – PAC	0–2% IAM – PAC	3–8% PAC – IAM	7–14% IAM – PAC

Po vseh merilih so omenjene številke nepredstavljivo velike in povsem na dlani je, da jih ni moč doseči brez velikih posegov v okolje, saj degradiranih področij za tako veliko količino OVE niti približno ne bi bilo dovolj. Ena v zadnjem času vedno pogostejše promoviranih idej zagovornikov omenjene politike je tako imenovana "agrofotovoltaika". Po domače povedano, postavitve sončnih panelov na kmetijske površine, ki bi jih v nekoliko omejenem obsegu še naprej uporabljali za pridelavo hrane. Koliko je to realno izvedljivo (razen v specifičnih primerih) v večjem obsegu je zelo vprašljivo. Nekatere komentarje na to temo, ki sem jih neuradno slišal od ljudi, ki se preživljajo s kmetijsko proizvodnjo lahko primerjam kvečjemu z bruhanjem žvepla in ognja, če pustim detajle ob strani.

Ker vsa zgodba okrog energetskega preobrata temelji na okoljevarstvu je pred realizacijo potrebno jasno določiti kdo je pristojen in kdo nosi finančne posledice sanacije okoljske škode, ki jo omenjene nove tehnologije povzročajo bodisi ob izrednih vremenskih dogodkih, tehničnih okvarah in nenazadnje; kdo bo financiral razgradnjo in neškodljivo odstranitev vse te

infrastrukture po koncu življenjske dobe. Samo kot primer, recikliranje sončnih panelov in kril vetrnih elektrarn tehnično-ekonomsko ni rešeno. Marsikaj konča na deponijah ali preprosto zakopljejo. Z logiko, da naj izgradnjo in proizvodnjo elektrike subvencionira država (beri: davkoplačevalci), dobiček pobere "investitor" (pa ne država in torej ne davkoplačevalci), z odstranitvijo nevarnih odpadkov po havarijah ali ob koncu življenjske dobe pa se naj zopet ukvarja država (zopet na plečih davkoplačevalcev), verjetno ni vse v redu. Na opisano privatizacijo dobičkov in socializacijo izgub lahko gledamo tudi kot na legalno krajo večine prebivalcev. Slike v nadaljevanju (Slika 5) pustimo brez komentarja, saj same po sebi dovolj povedo.

Čaka nas torej kar precejšen "izziv".



Havarija po neurju v Slovenski Bistrici



<https://twitter.com/andercot/status/1754865412003737985>

https://twitter.com/ancoreenergy_eu/status/1573709854945968129

V imenu ekologije



<https://stopthesethings.com/2022/09/03/toxic-blade-time-bomb-new-study-exposes-scale-of-wind-industrys-poisonous-plastics-legacy/>

<https://stopthesethings.com/wp-content/uploads/2020/05/burying-wind-turbine-blades.jpg>

Kam s tem? Zakopavanje odsluženih vetrnic z buldožerjem kot ekološka rešitev?

Slika 5: Havarije In razgradnjo je potrebno vzeti v zakup. Ali res hočemo to?

3. KOLIKO PA BO TO STALO?

V nadaljevanju pustimo denarne špekulacije s strani kogarkoli že ob strani in privzemimo, da strošek odraža pač potreben "napor" družbe, za realizacijo nečesa.

Kot že rečeno mora biti za uspešno družbo "strošek" oskrbe z energijo čim manjši, predpogoj, da ga optimiziramo (najdemo načine, da je najmanjši možen) pa je seveda ovrednotenje investicij v oskrbo z energijo. Tu pa se zadeva lahko zelo zaplete in na videz relativno preprost problem postane skoraj nerešljiv.

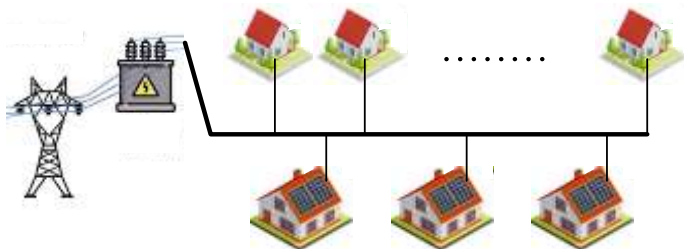
V javnosti pogosto uporabljena krilatica "veter in sonce sta zastonj" pri stroških prehoda na OVE na žalost ne pomaga kaj dosti. Nenazadnje lahko rečemo tudi: "Premog je zastonj, leži tam v Šaleški dolini, pojdi in si ga nakoplji!" Seveda je vsak energent sam po sebi zastonj, dokler ga "pustimo na miru", s stroški je povezano njegovo izkoriščanje.

Tehnologija OVE, zlasti sončnih elektrarn (SE), vetrnih elektrarn (VE) in shranjevanja električne energije je v preteklih desetletjih izjemno napredovala. Cene, recimo sončnih panelov (pa ne le njih) in njihove tehnične karakteristike so, še posebej, če vzamemo v ozir ceno na proizvedeno enoto električne energije, povsem neprimerljive s tistimi v začetku tisočletja. Izkazalo se je tudi, da v primeru "nekega zmernega" deleža OVE v določenem elektroenergetskem sistemu (EES) ti lahko pozitivno prispevajo k ekonomiki njegovega obratovanja, v določenih primerih pa tudi k njegovi zanesljivosti. Tudi kakih večjih tehničnih problemov ni pričakovati. Problem nastane, če delež OVE zraste nad omenjeni "zmerni delež", ker celoten koncept obstoječih EES tega ne omogoča in bi v primeru izpolnitve zavez evropske politike zahteval tektonske spremembe v strukturi in obratovanju EES.

Za ilustracijo si predstavljajmo, da imamo neko električno omrežje, ki napaja nek zaselek, kakor vidimo na sliki 6.

Večina slovenskih nizkonapetostnih (NN) napajalnih sistemov (glavni vod, napajalni transformator) je bila zasnovana za povprečno električno moč gospodinjstva reda 1 ali 2 kW. Praviloma lahko vsak "potegne" bistveno večjo moč, vendar to ne počno vsi naenkrat oz. se to zgodi zelo poredko in kratkotrajno in tak scenarij omrežje brez problemov prenese. Seveda se pri načrtovanju upošteva še neka rezerva, ki med drugim zajame predvideni razvoj in širitve zaselka. Tak koncept je očitno zelo uspešno deloval zadnjih približno 100 let.

Sedaj pa si predstavljajmo, da v skladu z doktrino "Energiewende" nekatera gospodinjstva želijo namestiti sončne elektrarne (SE), se ogrevati s pomočjo toplotnih črpalk (TČ) in polniti električna vozila (EV). Vsak od omenjenih porabnikov oz. proizvajalcev električne energije ima moč reda 10 kW. Pa še nekaj je nadvse pomembno. Čas visoke obremenitve omrežja ni bolj ali manj slučajno porazdeljen po porabnikih (nizek faktor istočasnosti), kakor je bil pred uvedbo novodobne tehnologije, pač pa, ko sije sonce, sije hkrati na vse SE, ko je zunaj zelo mrzlo, delajo hkrati vse TČ in prepričan sem, da bodo 31. avgusta zvečer, dan pred prvim šolskim dnevom ali okrog 20. junija zvečer (dan pred počitnicami, beri dopustom) skoraj vsi električni avtomobili priključeni na polnilce.



Slika 6: Shema električnega napajanja zaselka

Zaradi omenjene rezerve obremenljivosti napajalnega sistema si dandanes del prebivalcev (recimo 10%, ponekod morda več, ponekod pa še manj) lahko privošči SE in/ali TČ in/ali domače napajanje EV. Tokovi IN NAPETOSTI morajo biti v sprejemljivih mejah. Sedaj pa si predstavljajmo, da se recimo v naselju s 30 porabniki (hišami -gospodinjstvi), kjer trije že imajo SE, na obstoječe omrežje želi priključiti še četrti. To pa recimo tehnično ne gre več (in "elektro" mu ne da soglasja). Pogoj za njegovo priključitev je zamenjava obstoječega oz. dodatni napajalni vod (kabel - beri razkopavanje cest, pločnikov) in zamenjava napajalnega transformatorja. Cena prvih treh SE je torej vsebovala ceno same elektrarne in kvečjemu močnejši dovod med glavnim vodom in gospodinjstvom, cena četrtega pa omenjeno + zamenjavo glavnega voda + zamenjavo transformatorja. Omenjeni "dodatni" stroški praviloma večkratno presegajo strošek SE. Tako ojačano omrežje bi morda ustrezalo za namestitve še nekaj SE, potem pa bi se našel spet kdo, ki bi moral investirati v nadaljnje ojačitve, pa morda ne le NN omrežja, pač pa morda celo naprav na srednji napetosti.

Tu se seveda porodi kar nekaj vprašanj za milijon dolarjev.

- Kdo naj kaj plača?

- Ali je prav, da prvi dobijo od "elektra" dovoljenje za instalacijo SE, ostali pa ne? Kje je tu enakopravnost? Obstoječe omrežje smo plačali vsi!
- Kako porazdeliti stroške, ko problem nastane zaradi velikega deleža SE na srednjenapetostnem ali celo visokonapetostnem sistemu, kjer "krivde" oz. vzroka nastanka potreb po ojačitvi oz. rekonstrukciji sistema ni mogoče jasno pripisati določenemu elementu?
- Kdo bo plačal božjastno drag sistem shranjevanja električne energije na nacionalni ravni in za daljši čas, ki je tehnično nujen, če naj napajamo družbo s stohastičnimi viri?
- Kdo bo plačal škodo ob morebitnih "blackoutih" povzročenih od OVE? Ali vsi pod pretvezo "naravne nesreče?"
- Zakaj plačujemo subvencije v OVE preko dražje elektrike oz. omrežnine v Evropi vsi in na ta način vzpostavljamo "anti Robin Hood sistem", kjer revnejši subvencionirajo bogatejše?
- Kdo bo financiral pametna mesta, pametna omrežja, pametne skupnosti in kar je ostalega "pametnega", da bo moč integrirati kopico OVE v sistem?
- Zakaj bi se morali tisti, ki "s tem nimajo nič" v novodobnem elektroenergetskem sistemu prilagajati proizvodnji, se sprijazniti z večtarifnim sistemom, kot posledico integracije OVE, se sprijazniti z morebitno zmanjšano zanesljivostjo sistema ali zamenjavi žarnic in drugih čisto uporabnih naprav iz obdobja "220-tih" voltov, če sosed postavi na streho SE in nam napetost zaradi tega naraste na sicer dovoljenih 250 voltov ali čez in nam stare naprave "skuri"?

Odgovor na večino zgornjih vprašanj je na žalost ob današnjem stanju duha v evropski družbi jasen in (zopet na žalost) je večina teh vprašanj retoričnih in kakor izgleda bo "nastradal povprečni

Janez Novak". Zato, da se je sploh mogoče kompetentno pogovarjati (ali vsaj dajati tak videz) pa je v luči predhodnih dilem ključno naslednje osnovno vprašanje.

- "Kako ovrednotiti strošek OVE na družbo?"

V zvezi s slednjim vprašanjem se je v svetu najbolj uveljavil (verjetno zato, ker favorizira OVE) tako imenovani pristop LCOE (Levelized Cost Of Electricity) ali če skušamo posloveniti: "izravnanih stroškov električne energije". Obstajajo trudi drugi pristopi (recimo VALCOE, LACE, LCOS), a se osredotočimo na LCOE. Ta princip upošteva pravzaprav samo investicijo v OVE in tekoče stroške obratovanja in kvečjemu investicijo v kratkotrajne shranjevalnike električne energije, ki naj bi zgladile samo največje konice oz. skoke v proizvodnji OVE in imajo kapaciteto le za nekaj ur proizvodnje OVE. Tak pristop uveljavlja tudi znana konzultantska firma Lazard v svojem poročilu (april 2023). Potemtakem ne preseneča, da v poročilu prikaže ceno električne energije iz OVE nižjo od cene "klasičnih" virov, recimo nuklearnih elektrarn (NE). Seveda pri Lazardu niso edini, pač pa se večina izračunov rentabilnosti OVE v svetu izvede po LCOE principu. Tovrstne ocene potem z veseljem povzamejo mainstream mediji in v družbi je kar naenkrat "splošno znano dejstvo", da so OVE najcenejša varianta oskrbe z energijo.

Če si LCOE princip ogledamo v luči primera iz začetka tega poglavja, bi veljal le za prve tri investitorje v recimo SE (dejali smo, da se četrti ne more več priklopiti), ki izkoristijo inherentno rezervo EES. Prvi trije plačajo torej zgolj lastno SE in dovod do centralnega napajalnega voda.

V bistvu lahko to dejstvo posplošimo na celoten EES, in sicer velja, da majhen delež stohastične proizvodnje OVE lahko brez posebnih ukrepov oz. investicij prenese vsak EES. Ob tem se

takoj pojavi vprašanje, kaj pomeni "majhen delež?" Na to pa na žalost ni mogoče dati enoznačnega odgovora. To je namreč odvisno od same strukture EES in lastnosti elektrarn v sistemu, z drugimi besedami od tega, kolikšen je delež elektrarn, ki se lahko brez škode prilagajajo hkrati porabnikom in stohastiki OVE, kakšne so zmožnosti prilagajanja porabe, kakšne so zmožnosti shranjevanja električne energije, kakšna je prenosna zmogljivost EES, kakšna je sposobnost EES vzdrževati električne parametre v vseh točkah omrežja v varnih mejah, pa še kaj bi se našlo. Dodatno zaplete dejstvo, da nam tudi odgovor na vsa zastavljena vprašanja v nekem trenutku ne da odgovora za isti EES v drugačnem obratovalnem stanju. Če navedemo dva banalna primera, npr. situacija v istem EES je povsem drugačna v času velike porabe, kakor v času minimalne porabe, ali pa recimo, kaj pomaga velika količina prilagodljivih hidroelektrarn, če ni vode.

Vse skupaj postane seveda še bolj zapleteno, pa se spet naslonimo na obravnavani ilustrativen primer, ko hočemo priključiti četrto SE (in kasneje peto, šesto dvajseto), za katero pa obstoječe omrežje nima več "dovolj rezerve". Naenkrat se odpre v točkah naveden kup vprašanj. Če ta vprašanja oz. dileme posplošimo na celoten EES in "električno" plat problema, se izkaže, da princip LCOE ne upošteva sprememb, ki jih je potrebno izvesti v EES, da lahko priklopimo večji delež stohastičnih OVE od navedenega "majhnega deleža", za katerega zadostuje inherentna rezerva EES.

Potrebne spremembe EES zaradi vključitve stohastičnih OVE so posledice osnovnega fizikalnega dejstva, da mora biti v EES vstopajoča energija v vsakem trenutku enaka iz EES izstopajoči energiji, hkrati pa mora biti frekvenca električne napetosti konstantna oz. se sme spreminjati v zelo ozkih mejah okrog

nazivne (v Evropi 50 Hz). To, da mora biti EES in njegovi elementi zgrajeni tako, da omogočajo pretok zahtevane energije ob hkratnem zagotavljanju kakovostne napetosti porabnikom V *VSAKEM TRENUTKU* je samo po sebi umevno dejstvo. Z drugimi besedami, tok ne sme preseči določene vrednosti, napetost se mora gibati znotraj nekaj % okrog tako imenovane nazivne vrednosti. (Če smo zelo natančni, slednjega ni moč vedno in v popolnosti zagotoviti, recimo med okvarami v EES, zato se odstopanje tolerira v posebnih primerih za kratke čase.). Če torej želimo vzpostaviti na stohastičnih OVE temelječ in hkrati samozadosten EES ter prehod ogrevanja in osebne mobilnosti na elektriko, bi bilo potrebno poleg same izgradnje OVE (kar predvideva metoda LCOE) ustrezno prilagoditi EES. To pa pomeni kup nadaljnjih investicij.

- Nadomestno proizvodnjo, ko OVE ne dajo nič ali ne dajo dovolj energije vsaj za dva meseca ali več. "Brezogljjična" alternativa za to so baterijski shranjevalniki električne energije ali morda proizvodnja vodika in/ali sintetičnih goriv. Prva možnost je izven domene realnega, saj trenutna svetovna proizvodnja vseh baterij ne pokrije niti potreb Slovenije za kaj takega, drugi dve alternativni pa sta nesprejemljivo dragi in povezani z enormnimi izgubami energije.
- Kompletno bi bilo potrebno prenoviti slovenski NN sistem in mu za nekajkrat povečati prenosno zmogljivost, kar pomeni zamenjavo ca. 46 000 km vodov in ca. 16 000 transformatorjev. Samo stroške tega nekateri ocenjujejo na reda 10 mrd evrov. Kdor bi bil sposoben dobiti potrebna dovoljenja, mehanizacijo in delovno silo za izvedbo česa takega v naslednjih nekaj letih bi moral imeti verjetno magične sposobnosti Marvelovih superjunakov.

- Prenoviti bi bilo potrebno tudi večino distribucijskih sistemov in velja v principu ugotovitev iz prejšnje točke.
- Ker imajo OVE relativno zelo majhne obratovalne ure (v kolikšnem času polne obremenitve bi proizvedli dejansko proizvedeno energijo – SE v Sloveniji recimo reda 11%), bi bilo potrebno dimenzionirati proizvodnjo OVE, prenos energije in shranjevalnike na nekajkratnik sedanje nazivne moči naprav. Torej tudi prenosni nivo EES ne bi mogel uiti krepki razširitvi. Tu pa postanejo zadeve še bolj zanimive. Če sklepamo po preteklih izkušnjah je namreč za postavitev 400 kV daljnovoda v naših logih in okolici potreben čas okrog 30 let (daljnovoda Maribor – Dunaj in Krško – Beričevo). HE Mokrice "umeščajo v prostor" okrog 10 let, pa po meni znanih podatkih prve lopate še niso zasadili.
- V primeru, da bi se odločili za shranjevanje električne energije v sintetični metan ali vodik bi bilo treba zgraditi ustrezno infrastrukturo, ki bi morala biti dimenzionirana na nekajkratnik sedanje moči EES Slovenije, saj bi v kratkem času visoke proizvodnje OVE morali shraniti energijo za daljši čas. Poleg tega bi morala biti proizvodnja električne energije še reda 2 x višja, kakor pri shranjevanju z akumulatorji, ker je izkoristek pri pretvarjanju iz elektrike v metan ali vodik, transportu in hranjenju zelo veliko izgub. Pretvorba nazaj v električno energijo pa izkoristek dodatno še drastično zniža.
- Vsemu temu lahko dodamo še škodljive vplive na okolje in družbo zaradi ogromne potrebe po bakru, grafitu, litiju, kobaltu redkih zemljah – beri rudarjenju gigantskih razsežnosti, ki jih tak sistem zahteva. Nakup surovin ali elementov EES drugje ne zmanjša vpliva na okolje, samo prestavi ga drugam, po navadi tja, kjer so okoljski standardi bistveno nižji, kot v EU, da o suženjskem delu ne govorimo.

Namerno dolga interpretacija vplivov OVE na potrebo po rekonstrukciji celotnega EES je bila izbrana, da čim jasneje ilustrira, zakaj je metoda **LCOE povsem neprimerna** za ovrednotenje stroškov električne energije OVE. Če bi jo že lahko do neke mere uporabili pri majhnih deležih OVE v EES pa z rastjo deleža OVE in s tem potreb po prilagoditvi ostalega EES, postaja vedno manj primerna. O tem pišeta nekoliko obširneje avtorja v [12] in predlagata tako imenovano metodo FCOE (Full Cost Of Electricity), torej "polne" stroške električne energije iz virov, ki poleg stroškov:

- izgradnje,
- goriva in
- obratovanja

(le to upošteva metoda LCOE) upošteva tudi stroške:

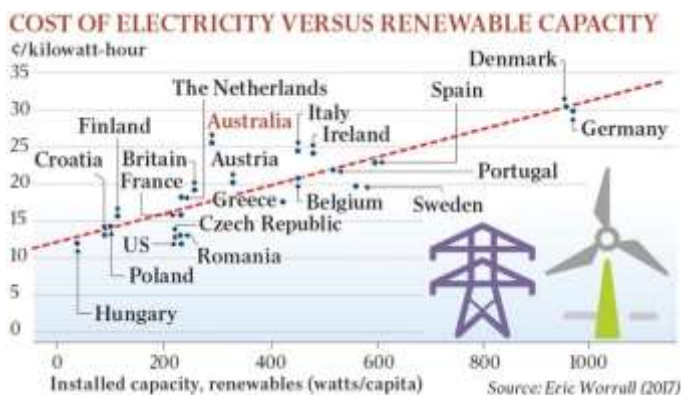
- prenosa energije,
- prilagajanja EES stohastiki proizvodnje,
- hranilnikov energije,
- rezerve,
- vpliva na okolje,
- recikliranja OVE po koncu življenjske dobe,
- rabe prostora (cena zemljišča neposredno in posredno zaradi znižane vrednosti okoliških zemljišč),
- ostalih vplivov in metrike (recimo ERoEI).

Omenjene dodatne stroške FCOI je zelo težko ovrednotiti, so pa očitno znatni in OVE postanejo z večanjem njihovega deleža krepko dražji od klasičnih virov elektrike (slika 7).

Kljub temu, da je kup relevantnih igralcev na svetovni sceni (IEA, IEEJ, IMF, ACE, OECD) neposredno ali "med vrsticami" označilo LCOE kot povsem neprimerno metodo za vrednotenje investicij v stohastične OVE (Jože P. Damjan v svoji kolumni

omenja 106 000 zadetkov na iskanje "what is wrong with LCOE"), pa se za upravičevanje investicij v stohastične OVE v veliki večini še vedno uporablja LCOE.

In seveda investicija v omenjene vire je ekonomsko ugodna, gradi se jih na veliko, a glej čudo! Najdražjo elektriko imajo države z največ OVE (glej sliko 7); in seveda: "Zakaj OVE rabijo subvencije, ko sta sonce in veter zastonj, cena OVE pa tako nizka?!"

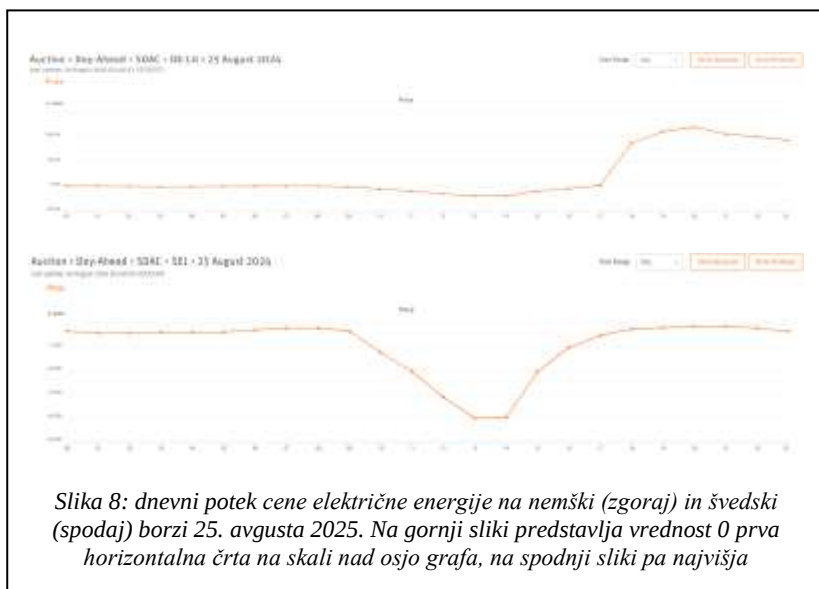


Slika 7: Več OVE, dražja elektrika (trend - rdeča črtkana črta – znaša 0,03 centa/kW dodatne moči OVE)

4. KOLIKO PA JE VREDNA TAKA ENERGIJA?

V predhodnem poglavju smo obravnavali vprašanje cene električne energije iz OVE. Če naj v skladu z evropskimi političnimi cilji dobršen del Slovenije prekrijemo s sončnimi paneli in neokrnjeno naravo "posejemo" z vetrnicami, je vsekakor na mestu vprašanje: "Koliko pa je sploh vredna tako proizvedena elektrika?"

Najbolj logično je poiskati ta podatek tam, kjer se z njo trguje, torej na borzi za električno energijo. V primerjavi s klasično borzo je na tej nihanje cene blaga s katerim se trguje (elektrike) bistveno večje in cena lahko pade tudi pod nič. Ilustrativen primer prikazujeta primera na spodnjih slikah. Na prvi je bila cena elektrike negativna od polnoči do 17. ure, na drugi pa kar ves dan. Poglejmo si torej, kaj to pomeni za smiselnost investicije v nove elektrarne (koliko bi bila vredna njihova elektrika) in zakaj do takih situacij prihaja.



Kot rečeno za neko družbo oz. državo, kot celoto, velja, da nekega "zmernega deleža" OVE ni smiselno preseči. Še zdaleč pa ne velja za akterje na trgu, ki v taki situaciji lahko pridobijo velike ekonomske koristi. S tem sicer ni nič narobe, problem pa je, da so te koristi pogojene s siromašenjem tihe večine in z "zdravo konkurenco" nimajo veliko opraviti..

V tržnem gospodarstvu pač razvoj družbe diktirajo pravila trga, zato si v nadaljevanju pogledjmo, kakšno vlogo na njem igrajo intermitirajoči OVE (sončne, vetrne elektrarne) in kakšna je dejanska tržna vrednost njihove električne energije. Z drugimi besedami; zanima nas, koliko bi bila na trgu vredna električna energija OVE, če bi za vse nove OVE elektrarne ta trenutek ukinili njihov privilegirani položaj na trgu z električno energijo in bi bile te povsem izenačene s "klasičnimi" viri.

Pri analizi smo pod drobnogled vzeli leto in pol dogajanja na nemški in slovenski borzi z električno energijo. Omenjeno časovno obdobje smo izbrali, ker podatki zaradi pretresa in spremembe funkcioniranja celotne družbe med "obdobjem covida" niso relevantni, po drugi strani pa je večanje instalirane moči in s tem deleža OVE pri proizvodnji električne energije tako hiter, da analiza stanja pred letom 2020 ne bi imela nobenega smisla.

Nemčija je bila izbrana, ker gre za državo, ki je po eni strani sinonim za "Energiewende" (energijski preobrat) in zaradi njene ekonomske in politične teže v veliki meri diktira evropsko politiko na tem področju, po drugi strani pa ima odličen sistem javno dostopnih podatkov povezanih s proizvodnjo virov električne energije (recimo [13, 14]). Pri Sloveniji smo se seveda omejili le na sončne elektrarne, saj je prispevek vetrnih elektrarn zanemarljiv.

4.1 Osnove trga električne energije

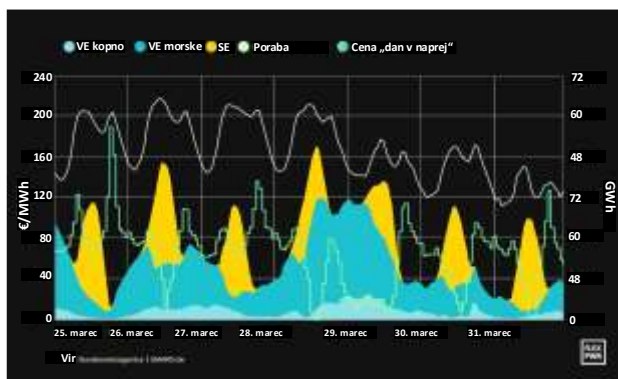
Principi trgovanja z električno energijo v Evropi so relativno zapleteni in so za povprečnega prebivalca Evrope prej, kot ne, španska vas. Ker pa razvoj EES v veliki meri diktira prav trg, je potrebno poznati vsaj njegove osnove, saj sicer ni mogoče niti razumeti, niti predvideti, niti načrtovati prihodnjega razvoja

EES. Zlasti slednje dejstvo pa je ključnega pomena za zanesljivo dobavo električne energije in ga opisuje znana krilatica: "Ko se v EES pojavijo problemi, je že 10 let prepozno." Torej si v nadaljevanju ogledimo nekaj osnovnih dejstev.

Trg z električno energijo v EU so začeli uvajati ob koncu prejšnjega stoletja in se od tedaj neprestano razvija. Že v 80-tih je Evropska komisija začela zagovarjati tako imenovani prosti evropski trg z električno energijo. Prej so bili namreč EES bolj ali manj omejeni na posamezne države. Povezovanje EES med seboj in vzpostavljanje velikega sinhrono delujočega sistema je tehnično in regulatorno izjemno kompleksna naloga in lahko traja reda desetletja, kakor kaže praksa pri priključitvi dežel vzhodnega bloka po padcu železne zaves. Ima pa velik, povezan EES, velike prednosti pred majhnim in omogoča zanesljivejšo in cenejšo obratovanje. Ker gre za tehnično zelo zapleten sistem, pri katerem je, zato da sploh lahko stabilno obratuje, potrebno zagotavljati določene tehnične pogoje in upoštevati tehnične omejitve, mora biti tudi trg z električno energijo z jasnimi pravili in omejitvami zasnovan tako, da je skladen s tehničnimi pogoji za varno obratovanje EES. Električna je namreč izrazito neprimerno blago za trgovanje in lahko bi rekli, da zanjo prosti trg ni ustrezna rešitev. Problem pa je, da zaenkrat v družbenem sistemu, v katerem živimo, boljše rešitve ne poznamo.

Osnova obratovanja EES je dejstvo, da se ta mora sproti prilagajati (zagotavljati energijo) porabi, ki se tekom vsake minute, ure, dneva, tedna, sezone ves čas spreminja. Skratka proizvodnja in poraba morata biti ves čas v ravnotežju. To ravnotežje pa zagotavljajo elektrarne z neprestanim prilagajanjem proizvodnje. Različne elektrarne pa imajo različne obratovalne karakteristike, različno sposobnost

prilagajanja proizvodnje, različne načine in čase zagona, različne investicijske stroške, različne tekoče stroške (cena primarnega energenta, na primer goriva), različne stroške zagona, različne dinamične lastnosti, različne možnosti zaustavitve (pri npr. jedrskih elektrarnah sta zaustavitev in ponoven zagon kompleksen in dolgotrajen, več dni trajajoč proces, povezan z velikimi stroški), pa še kaj bi se našlo. Stohastični OVE (VE, SE) dandanes nimajo sposobnosti prilagajanja potrebam EES, kar sicer ne pomeni, da je tehnično ne bi mogle imeti, vendar za ceno manjših dobičkov, v kolikor to ne bi bilo podprto s še dodatnimi subvencijami. Ker torej OVE nimajo ene od osnovnih lastnosti, ki jih elektrarne morajo imeti, jih pravzaprav ne moremo imenovati "elektrarne". To so stohastični viri električne energije in kar "narava da", pač proizvedejo. Tu pa se že nakazuje, kam pes taco moli. Razliko med proizvodnjo in porabo (ki se ves čas spreminja) morajo izravnovati "klasični" viri (ali v prihodnosti shranjevalniki električne energije, ki pa so zaenkrat za resno sistemsko shranjevanje za red velikosti predragi, razen tega pri današnji tehnologiji na Zemlji še zdaleč niti ni dovolj surovin zanje). Seveda obstaja tudi možnost prilagajanja porabnikov (prostovoljnega ali prisilnega – beri izklopi), ampak s tem je razkošja kadarkoli dostopne elektrike za ljudi konec in znamenite redukcije iz 80-tih let lahko doživijo renesanso.

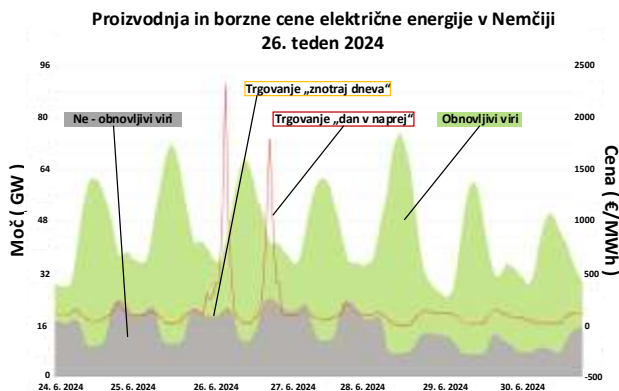


Slika 9: Proizvodnja OVE in cena na borzi EPEX (Nemčija) zadnji teden marca [16]

Omenjeni problemi so tem večji, čim večji je delež OVE. Kljub posebnostim trga z električno energijo, pa na njem vendarle še vedno veljajo klasična tržna pravila, torej če je blaga veliko, je poceni, če ga je malo, pa je drago. Ker je električna energija za funkcioniranje družbe nujna, zato lahko ob pomanjkanju doseže neverjetne cenovne skoke (v J. Avstraliji npr. v nekaj urah skoraj 300+ - kratnik, torej 30 000 % dolgoletnega povprečja [15]).

Še zanimivejša je situacija, ko je elektrike preveč. Nekaterih elektrarn in tisočev SE namreč ni moč poljubno izklapljeti. Takrat doseže električna energija na borzi vrednosti blizu nič ali celo negativne vrednosti (V smislu: "Plačamo ti, samo vzemi!"). Ilustracijo prikazuje slika 9.

Jasno je razvidno, da sta cena na borzi in proizvodnja OVE obratno korelirani. Še bolj zanimiva je situacija na isti borzi junija in julija, kjer je cena v 12 urah skočila iz vrednosti malo nad 0 na skoraj 2500 €/MWh in nazaj na 0 ter v naslednjih 12 urah podobno – slika 10, 14. junija pa je bila cena okrog poldneva negativna, približno -150 €/MWh (negativen trikratnik neke povprečne borzne cene).



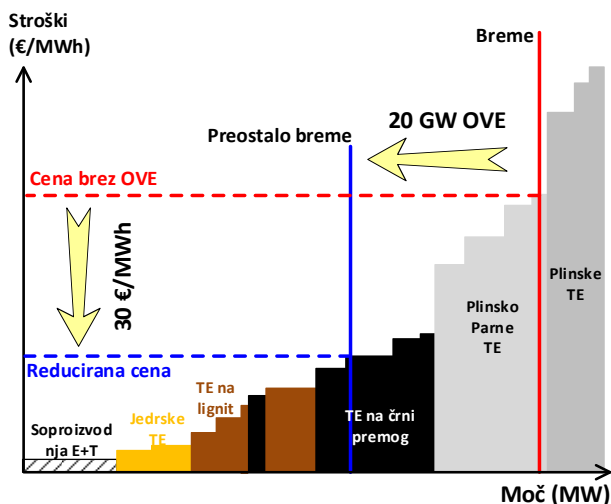
Slika 10: Proizvodnja OVE in cena na borzi EPEX (Nemčija) zadnji teden junija [13]

Ob tem se lahko upravičeno vprašamo, kak smisel sploh ima graditi recimo dodatne SE, če je pa takrat, ko proizvajajo največ, cena elektrike skoraj nič, in kako se obstoječim izide račun. Kratek odgovor je: "Ker so subvencionirane in njihov dohodek ni odvisen le od tržne cene." Torej lastnikov kaj dosti ne motijo negativne cene na borzi. Seveda pa to vpliva na vse udeležence na borzi. Problematične so zlasti elektrarne, ki rabijo dolgo časa (beri: je drago) za zagon in tiste, ki imajo sicer nizke stroške obratovanja in velike stalne stroške (beri: velika investicija) in torej za rentabilnost potrebujejo veliko obratovalnih ur. Tipično gre za jedrske elektrarne, dobre premogovne elektrarne z visokim izkoristkom, plinsko-parne elektrarne, lahko tudi za pretočne hidroelektrarne oz. elektrarne z majhno akumulacijo.

V takih razmerah se elektrarn z nizko ceno primarnega energenta in visokimi investicijskimi stroški (beri: dobrih, energetsko učinkovitih elektrarn) ne izplača graditi. Ob nespremenjenem trendu bi količina OVE narasla do meje, ko bi ob ugodnih naravnih danostih proizvajali velike presežke električne

energije, ki bi jih bodisi na nek način "metali vstran" (recimo s prelivanjem vode v hidroelektrarnah – kar se je dogajalo s HE na Savi poleti - in/ali zaustavitvijo jedrskih elektrarn) ali shranjevali v hranilnikih električne energije. Kot smo že omenili, na sistemskem nivoju to preprosto ne gre. Na OVE in hranilnikih temelječ EES je sicer tehnično teoretično mogoče izgraditi, vendar njegove cene niti najbogatejša družba ne bi mogla plačati. V ZDA so izračunali, da bi to pomenilo 1/3 BDP vsako leto samo za vzdrževanje obratujočega EES. V Evropi, katere BDP je pol manjši (cene shranjevalnikov pa so iste), bi to pomenilo še bistveno večji delež. Povsem nerealno.

Ob tem še enkrat poudarimo, da pri dosedanji razpravi o ceni elektrike gre za ceno, ki bi jo dosegla na borzi dodatna elektrarna (marginalna cena). Logiko trgovanja ponazarja slika 11.



Slika 11: Logika določanja cene na borzi Vir: prirejeno po [17]

Na sliki 11 je obrazložena logika določanja borzne cene po obstoječih pravilih. Na abscisni osi je potrebna moč porabe in/ali proizvodnje, predvidena za npr. določeno uro prihodnjega dneva, na abscisi pa je cena za 1 MWh električne energije. Višina bar diagramov predstavlja minimalno ceno, ki jo lahko na trgu ponudijo posamezne elektrarne (na MWh). V bistvu gre za lastno ceno proizvodnje, pod katero bi proizvajale izgubo. Cena zadnje elektrarne, ki je potrebna za zadovoljitev porabe (recimo stičišče polne in črtkane rdeče črte) potem velja (toliko dobijo plačano) za vse elektrarne na levi strani. Problem te logike je, da se OVE privzeto postavijo s ceno 0 na začetek tega diagrama. Na ta način imajo zagotovljen odjem, kar je po "zdravi kmečki logiki" povsem ustrezno. Na ta način se poraba iz "klasičnih" elektrarn zmanjša (na sliki 11 konkretno za 20 GW), saj jo pokrijejo OVE. Posledično se "rdeča črta" pomakne v diagramu proti izhodišču na območje cenejših elektrarn (modra črta).

To ima dve, pravzaprav tri posledice. Prva posledica je, da dobre plinsko – parne elektrarne in elektrarne na črni premog ostanejo "brez posla" – glej sliko. Če se to dogaja pogosto, postanejo nerentabilne in bankrotirajo. Druga posledica je, da vse elektrarne levo od modre črte zaslužijo manj. Za fiksno subvencionirane OVE (tudi t. i. "net-metering" lahko štejemo v to skupino) to ni tak problem, za ostale pa je. Tretja posledica pa je pravzaprav posledica prvih dveh in pomeni, da nihče ne bo več investirал denarja v dobre elektrarne z dobrim izkoristkom, ki pa jih je praviloma problematično pogosto zaganjati/ugašati oz. jim močno variirati obremenitev. Po tej logiki se bo izplačalo graditi le poceni elektrarne s slabim izkoristkom in zelo dragim primarnim energentom. Slednje ni ovira, saj ko OVE "presahnejo", je cena samo nebo ("sky is the limit") – glej npr. sliko 10.

Še opomba; na sliki 11 nas ne sme zavesti nizka cena jedrskih elektrarn. Gre za spremenljive stroške, ki so pri njej zelo nizki. Če bi upoštevali investicijo, pri tej ceni ne bi bila nikoli rentabilna. To dejstvo je seveda odločilno za investicije v nove objekte.

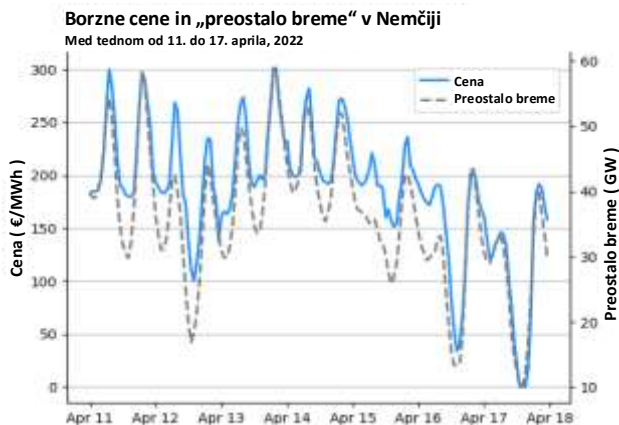
Na ta način pa se tudi dejanska tržna vrednost proizvodnje OVE zmanjša. Več je OVE, bolj je ta pojav izrazit, bolj se niža tržna cena drugim elektrarnam in tudi samim OVE. Govorimo o tako imenovanem učinku kanibalizma ("cannibalisation effect").

Omenjena razlaga opisuje osnovni princip trgovanja z elektriko, obstaja še kup dodatnih mehanizmov, ki tehnično omogočajo, da EES stabilno obratuje in lahko ceno potisnejo tudi v negativne vrednosti (kar po opisani logiki ni mogoče).

Podrobnejši ekonomski izračuni so razmeroma kompleksni in podrobneje razložijo, zakaj z večanjem subvencioniranih SE in VE privede do padca vrednosti njihove električne energije na borzi proti ali celo pod 0.

Pri zelo majhnem deležu OVE v EES cena oz. vrednost električne energije sledi logiki, ki smo jo poznali pred desetletji. Ponoči in med dela prostimi dnevi, ko večina ljudi in industrije rabi manj elektrike, je cena nizka, podnevi pa je poraba bistveno višja in temu ustrezno tudi cena. Zato je vloga SE v začetku za obratovanje EES pozitivna. Slika pa se diametralno spremeni, če recimo SE v nekem EES proizvedejo reda 10 ali 15 % elektrike. Majhni omenjeni številki sta lahko zavajajoči in delež SE lahko pomeni za EES veliko večji problem, kot bi lahko sklepali iz njiju. Namreč, SE imajo v Sloveniji obratovalne ure, ali bolj po domače, izkoriščenost (koliko dejansko proizvedejo v primerjavi z njihovim teoretičnim maksimumom = maksimalna osončenost 24 ur na dan), nekje okrog 10%. To pomeni, da je pri 10% deležu proizvodnje vgrajena moč SE okrog povprečne

proizvodnje sistema. Ko torej sonce zasi je opoldne povsod "na polno"(se zgodi tu in tam), SE praktično pokrijejo porabo. Kam pa z viški iz elektrarn, ki jih ni moč zaustaviti?

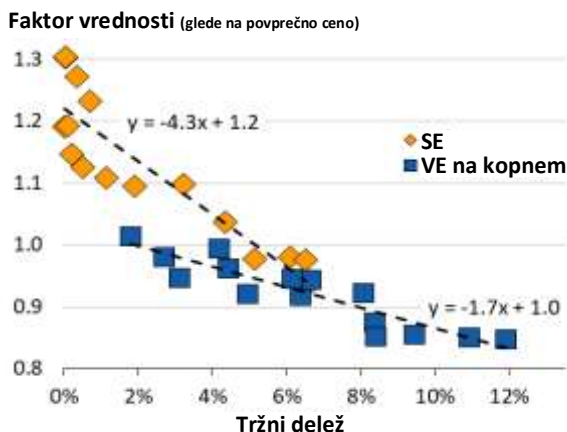


Slika 12: Kanibalska logika; več OVE, manjša cena [18]

Možnosti je sicer več, a nobena ni ravno poceni. Nemci npr. v takih primerih izvažajo elektriko skoraj zastonj, zvečer (ko SE "ugasnejo") pa jo po zelo visoki ceni uvažajo. In potem se ljudje čudijo, da se elektrika draži, in da ima Nemčija skoraj najdražjo elektriko na svetu?!

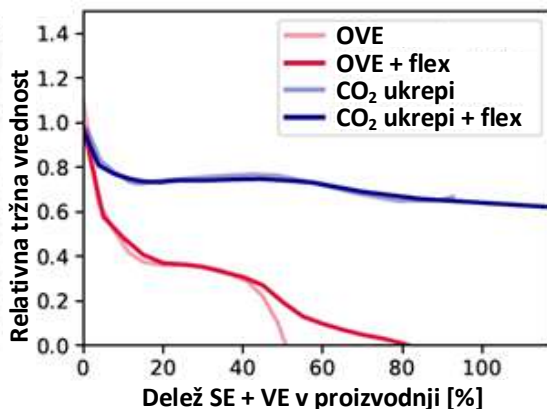
Ilustracija je na sliki 12, ki prikazuje ceno elektrike (modra krivulja) v odvisnosti od t. i. preostalega bremena (residual load), se pravi bremena, ki ga ni moč pokriti z OVE (modra vertikalna črta na sliki 11), pač pa s klasičnimi elektrarnami (ali uvozom). Če OVE pokrijejo skoraj vso porabo, je seveda preostalo breme majhno (slika 11 – modra črta gre levo, črtkana modra črta pa se pomika navzdol) in cena pade, v skrajnem primeru na 0. Konkretno izračune so za Nemčijo na podlagi borznih podatkov izvedli v [7] – glej sliko 13 (vsak kvadratega

predstavlja eno leto)! Čeprav so podatki stari in delež OVE še relativno majhen, je logika nedvoumna. Hkrati potrjuje tudi omenjeno premiso, da majhen delež SE na obratovanje EES vpliva blagodejno, saj SE proizvajajo podnevi, ko je poraba (in cena) električne energije višja. Zato je tudi "faktor vrednosti" na začetku okrog 1,3 (130 % povprečne cene) in je nekako do 5 % deleža proizvodnje iz SE nad 1.



Slika 13: Kanibalska logika – dolgoročni trend [17]

Opisana logika je v ekonomiji že dolgo znana in nekaj avtorjev se je problema lotila znanstveno, pri čemer so upoštevali zakonitosti trga v EU, karakteristike EES, možnosti prenašanja energije po EE omrežju itd. Gre za relativno obsežne izračune, za ilustracijo pa podajamo sliko 14. Avtor prispevka [18] je analiziral scenarije razvoja vrednosti električne energije OVE v odvisnosti od večanja njihovega deleža v proizvodnji EES.



Slika 14: Ničvrednost energije iz OVE in "Dekanibalizacija" po ekonomistično [18]

Pri tem je ugotovil, da samo s subvencijami, brez posebnih dodatnih ukrepov, vrednost njihove proizvodnje pri 50 % deležu OVE pade proti 0. S povečanjem fleksibilnosti EES v smislu možnosti shranjevanja električne energije in prilagajanja porabnikov (oznaka "flex") je sicer mogoče nekaj narediti, vendar se pri višjem deležu OVE cena še vedno giblje blizu ničle. "Rešitev" je našel v spremembi regulative in drastičnem povečanju cene izpustov CO₂. Kaj si o tej rešitvi mislijo davkoplačevalci lahko samo ugibamo.

4.2 Kaj pravijo številke

Kot je bilo že omenjeno, je vsak EES specifičen glede strukture, lastnosti in razporeditve virov, možnosti prenašanja energije, lastnosti porabnikov itd. Zato kvantitativna analiza scenarijev nekega EES, povezanih bodisi s tehničnimi lastnostmi ali ekonomskimi kazalci, v splošnem ne velja za nek drug EES ali, zlasti pri velikih EES (kar evropski EES je), ne velja niti za

druga območja istega EES. Zato smo si zastavili vprašanje: "Kje na teh grafih iz prejšnjega poglavja pa se nahaja Nemčija in kje Slovenija. V uvodu smo navedli razloge za izbiro Nemčije, kot reference.

Na podlagi javno dostopnih podatkov torej pogledjmo, koliko bi bila na trgu vredna električna energija OVE, če bi za vse nove OVE elektrarne ta trenutek ukinili njihov privilegirani položaj na trgu z električno energijo in bi bile te po logiki iz Slike 11 povsem izenačene s "klasičnimi" viri. Kot rečeno smo v analizi upoštevali leto in pol dogajanja po koroni na nemški in slovenski borzi z električno energijo.

Kljub dobri dostopnosti do podatkov [13, 19], je bilo treba nekatere faktorje privzeti. Zlasti velja to za podatke proizvodnje slovenskih SE. Pred leti so na strani ELES, kjer prikazujejo trenutne in historične podatke o proizvodnji in porabi [20] podajali tudi proizvodnjo SE, vendar so to kasneje ukinili. Pridobivanje teh podatkov namreč ni preprosto. Če je veliko SE na nizki napetosti (hišne SE), bi bilo potrebno sprotno zbirati podatke za vsako gospodinjstvo s SE posebej. Zbiranje podatkov na nivoju nizkonapetostnega izvoda ali celo na srednji napetostni strani namreč ne pove mnogo, saj ni mogoče gotovo ločiti med visoko proizvodnjo SE in hkratno visoko porabo ter nizko proizvodnjo SE in hkratno nizko porabo. Podoben problem velja za lastnike SE s tako imenovanim net-meteringom.

Na omenjeni ELES-ovi strani imajo za podatke proizvodnje SE v Sloveniji preusmeritev na ustrezno stran Entso-e [21] in uporabljeni podatki izvirajo od tam. Borzne cene smo povzeli po [22], podatke o količini instaliranih SE v Sloveniji pa po [23] in [24].

Pri analizi podatkov sta se pojavila dva problema. Prvi je bil ta, da so bili nam dostopni podatki o instalirani moči sončnih elektrarn samo za trenutek ob koncu leta. Za natančne izračune, koliko je v bistvu celoten sistem SE izkoriščen, bi potrebovali ta podatek za vsako uro. Ker je bil prirast instalirane moči SE leta 2023 v Sloveniji izjemno visok (več od 400 MW - od manj od 700 MW na več, kot 1100 MW), tudi povprečna vrednost ne bi dala sprejemljivih rezultatov. Razen tega (med analizo) ni bilo mogoče najti podatka o instalirani moči elektrarn na polovici leta 2024. Zato smo privzeli linearno rast instalirane moči SE skozi časovni točki 31. 12. 2022 in 31. 12. 2023 za celotno študirano obdobje. Kasneje je ELES v sporočilu za javnost [25] objavil, da bo uvedel na svoji spletni strani tudi sprotno spremljanje proizvodnje in količine obnovljivih virov v Sloveniji. Na žalost za naše obravnavano obdobje to ne pomaga veliko, smo pa imeli priložnost narediti preizkus za eno časovno točko in primerjati ELES-ove nove podatke z našimi predpostavljenimi (ekstrapolacija v letu 2024). Izkazalo se je, da so se skoraj povsem skladajo. To sicer ni dokaz, je pa dober indic, da so naše predpostavke blizu dejanskemu stanju, če zaupamo ELES-ovi oceni trenutnega dejanskega stanja.

Drug problem so predstavljali podatki o urni proizvodnji slovenskih SE na strani Entso-e. Pri analizi se je namreč izkazalo, da je skupna letna proizvodnja (preprost seštevek urnih podatkov) veliko manjša, kot bi jo pričakovali iz podatkov o instalirani moči SE glede na nek tipičen faktor izkoriščenosti (kot rečeno okrog 10 %) in tudi bistveno manjša od podatka na [23]. Špekuliramo lahko, da je slovenski operater pošiljal Entso-e le podatke, do katerih je imel dostop (nekaj več kot polovica ocenjene dejanske energije SE). Zato smo urne podatke o proizvodnji SE v Sloveniji normirali tako, da je bila na koncu leta energija enaka objavljeni letni proizvodnji [23]. Tak pristop

je smiseln, ker dejanski poslani podatki, čeprav niso kompletni, podajo časovno razporeditev proizvodnje, z drugimi besedami, kakor je osončena polovica SE, približno tako je po vsej verjetnosti osončena tudi druga polovica. V prejšnjem odstavku omenjeni test je to predpostavko povsem potrdil.

Menimo, da je nekoliko daljši uvod s pojasnilom glede uporabljenih podatkov nujen, ker leži izvorni greh množice študij in prispevkov (zlasti na področju tako imenovane podnebne politike in energetike, ki "dokazujejo" potrebo po neskončnem plačevanju t. i. zelenega prehoda) v prirejenih ali selekcioniranih podatkih (Dokazov in analiz na to temo je veliko, a zaradi nebitvenosti referenc na tem mestu ne navajamo). V nadaljevanju torej pogledjmo, kaj so pokazali izračuni.

Situacija v Nemčiji

Tabela 2: izračuni za Nemčijo

Izračunana vrednost ↓ / Leto →	2023	2024
Povprečna cena na borzi [€/MWh]	95	68
Povprečen zaslužek 1 MW VE na uro [€/h]	19,4	14,6
Povprečen zaslužek 1 MW SE na uro [€/h]	6,7	4,3
Vrednost proizvodnje VE glede na povprečno ceno na borzi [%]	85	87
Vrednost proizvodnje SE glede na povprečno ceno na borzi [%]	77	64
Delež VE v proizvodnji D [%]	32	29
Delež SE v proizvodnji D [%]	12	13
Strošek redispatchinga [Mrd €]	2,35	1,175*
Vrednost proizvodnje VE obremenjene za delež redispatchinga na instalirano moč** glede na povprečno ceno na borzi [%]	63	60
Vrednost proizvodnje SE obremenjene za delež redispatchinga na instalirano moč** glede na povprečno ceno na borzi [%]	54	37

* - privzeto

** - v Nemčiji konkretno delitev med VE in SE ca. pol – pol.

Izračuni za leto 2023 in prvo polovico leta 2024 za razmere v Nemčiji so predstavljeni v Tabeli 2.

Preurejanje predhodno dogovorjene proizvodnje (redispatching) lahko v veliki meri pripišemo volatilnosti proizvodnje OVE. Seveda podatkov, kdo je za posamezen primer "odgovoren" ni in tega velikokrat niti ni moč nedvoumno ugotoviti. Menimo, da razdelitev med VE in SE glede na njihovo instalirano moč predstavlja sprejemljiv kompromis, ki poda vsaj dobro oceno za ta del stroškov implementacije OVE v EES.

Situacija v Sloveniji

Adekvatno izračunom za Nemčijo smo izvedli te tudi za Slovenijo (tabela 3). Osnovna razlika med naboroma je v tem, da v Sloveniji nismo upoštevali VE, ker je njihov delež zanemarljiv.

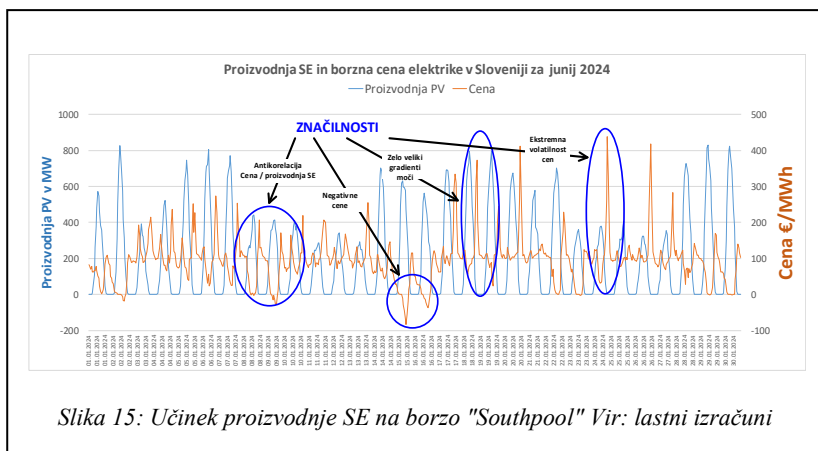
Tabela 3: izračuni za Slovenijo

Izračunana vrednost ↓ / Leto →	2023	2024
Povprečna cena na borzi [€/MWh]	104	73
Povprečen zaslužek 1 MW SE na uro [€/h]	6,6	5,1
Vrednost proizvodnje SE glede na povprečno ceno na borzi [%]	83	70
Delež SE v proizvodnji RS [%]	4,6	7,7

Poglejmo, kaj nam povedo ti rezultati.

Diskusija

Preden začnemo z interpretacijo rezultatov velja omeniti, da pri analizi nemških in slovenskih razmer v EES (proizvodnja, poraba) in dogajanja na ustreznih borzah [13, 26] ne gre za dva različna EES, temveč za en povezan EES in dve različni področji. Različne borzne cene nastajajo le zaradi omejenih možnosti prenosa energije. Ker sta obe področji vpeti v skupen sistem (Entso-e), se sistemski učinki OVE na obravnavanih področjih ne odražajo na borzne cene enako, kot bi se, če bi imeli opravka z električnima otokoma. Vpliv je "mehkejši", ker se različna področja do neke mere dopolnjujejo in tudi o tem govorimo, ko izpostavljamo prednosti povezave v velik EES. Neglede na to pa je možno potegniti vzporednice med predstavljenimi ekonomskimi izračuni iz literature (Slike 12, 13, 14) in med obravnavanima deloma Entso-e. V Nemčiji je vrednost elektrike iz OVE (zmanjšana za ca. 15 % pri VE in med 40 % in 50 % povprečne cene pri SE – ne pozabimo faktor rednosti za VE se začne pri ca. 100 % in za SE pri ca. 130 % Glej Sliko 13), tudi ob upoštevanju redispatchinga (zmanjšanje za ca. 40 % pri VE in za ca 60 % pri SE), nekoliko višja, kakor bi sklepali recimo iz Slike 14. Razliko lahko pripišemo omenjenemu "omehčanju" kanibalskega učinka zaradi možnosti izmenjave energije z drugimi področji. Električna okolica Nemčije namreč po prispevku OVE za njo zaostaja in blaži omenjeni učinek.



V Sloveniji je prispevek OVE med 5 in 10 x manjši, kakor v Nemčiji, zato je smiselno primerjati rezultate s tistimi na Sliki 13. Izkaže se, da je kanibalski učinek v Sloveniji (zmanjšanje vrednosti za reda 50 % povprečne cene – zopet ne pozabimo, primerjalna vrednost je 130%) precej večji od tistega, ki bi ga razbrali iz Slike 13, se pa precej dobro sklada s Sliko 14. Sklepamo lahko, da je v električni okolici Slovenije odstotek proizvodnje iz SE večji, kakor v Sloveniji, kar pomeni, da Slovenija v bistvu "uvaž" kanibalski učinek SE, saj je relativno majhen trg. Omenjeno dejstvo do neke mere potrjuje dogajanje na borzi "Southpool". Močna volatilitnost cene (nihanje, skoki) namreč ne morejo biti povzročeni z nihanjem proizvodnje le slovenskih SE – glej Sliko 15 – so pa kvalitativno gledano razmere identične dogajanju na drugih (recimo nemški) borzah.

5. SKLEP

"Veter in sonce sta zastonj!" je krilatica, ki jo pogosto slišimo bodisi bodi si od ljudi, ki ne vedo veliko o realnosti, bodisi od tistih, ki namerno zavajajo. Vgradnja OVE (recimo SE in/ali

VE) v EES od neke "zmerne" meje naprej povzroči dodatne indirektne stroške v EES.

Podatki o tem, koliko je resnična tržna cena elektrike iz OVE (SE in VE) v Nemčiji in Sloveniji kažejo precej pesimistično sliko. Zaradi narave proizvodnje iz OVE, lastnosti obratovanja EES in značilnosti porabnikov prihaja z naraščanjem deleža proizvodnje iz OVE do tako imenovanega kanibalskega učinka na trgu z električno energijo. OVE zbijajo tržno ceno elektrike in po drugi strani ekonomsko onemogočajo tehnično gledano najboljše elektrarne: dobre premogovne elektrarne z visokim izkoristkom, neamortizirane jedrske elektrarne in plinsko-parne elektrarne z visokim izkoristkom.

Bankrot in zapiranje ter seveda ustavitev izgradnje elektrarn, ki niso subvencionirane, razen poceni plinskih elektrarn z odprtim ciklom, slabim izkoristkom in zelo drago elektriko, lahko obratovanje EES pripelje v nemogočo situacijo, cene elektrike na borzi pa do nepredstavljljivih skokov.

Izkazalo se je, da je s kanibalskim učinkom povezano relativno znižanje cene VE v Nemčiji nekje 15 %, SE pa za ca. 50 % od povprečne tržne cene. Če omenjenim VE in SE "naprtime" še stroške "redispatchinga", se ti številki povečata na ca. 40 % oz. 90 %.

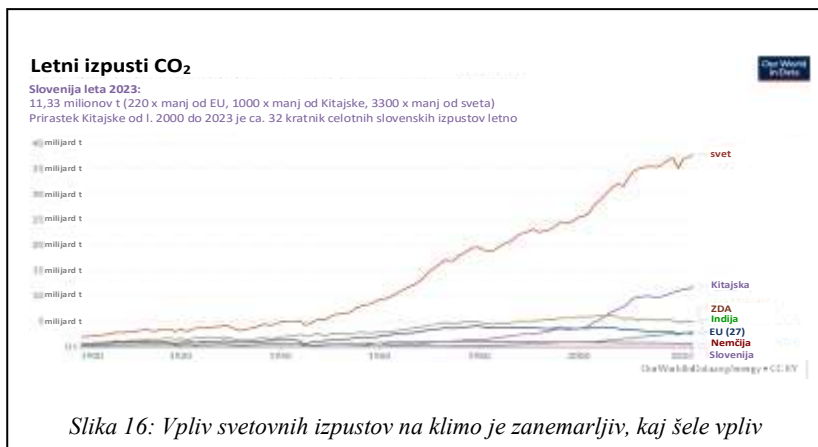
Za razliko od nemškega je situacija v Sloveniji nekoliko slabša, kot bi pričakovali glede na sliko 13. Cena energije SE je za več kot 50 % povprečne borzne cene nižja od tiste, ki bi jo pričakovali, če bi v EES bilo le malo SE (pade iz 130 % na 70 % povprečne borzne cene). Kanibalski učinek Slovenija v bistvu "uvaž" in elektrika iz njenih SE je na trgu manj vredna, kakor bi pričakovali "iz teorije". V razmerah, kjer bi bili akterji na trgu izenačeni, ne bi imele nove SE možnosti ekonomskega

preživetja. In to, brez tega, da bi jim "naprtili" stroške "redispatchinga", kaj šele morebitnih shranjevalnikov.

6. ZA KONEC

Po vsem povedanem je, vsaj tako upam, na dlani, da vztrajanje pri evropski politiki energetskega prehoda verjetno pomeni zaton Evrope kot ekonomske in industrijske velesile. Samo vprašamo se lahko, kako bomo ob taki miselnosti v prihodnje predstavljali Slovenijo kot deželo neokrnjene narave, Kranjske čebele, kozolcev, zdrave hrane itd. Z naravo prekrito s sončnimi celicami in posekami sredi gozdov, kjer bodo stali 150 ali 200 m visoki kolosi s temelji iz železobetona vsak v velikostnem redu polovice olimpijskega plavalnega bazena, ki bodo tam ostali za vedno (temelji)?

Na koncu se ozrimo na začetek in se vprašajmo: "Zakaj vse skupaj, pravzaprav?" Kakor je pokazal v svojem prispevku Erik Margan niti podvojitev obstoječe vsebnosti CO₂ v ozračju ne bi zaznavno spremenila temperature planeta. Splošna ocena je, da človeštvo prispeva letno ca. 1/20 CO₂, ki se sprosti v ozračje zaradi naravnih procesov. Od te 1/20 prispeva Slovenija še 3300 krat manj (glej Sliko 16), skupaj torej 1/66.000 – ti delež.



Poigrajmo se še malo s številkami. Med letoma 2000 in 2023 se je količina kitajskih izpustov povečala vsako leto za 32-kratnik slovenskih letnih izpustov CO₂ v 2023. Z drugimi besedami: če bi v Sloveniji v trenutku odpravili vse izpuste, bi to samo kompenziralo rast izpustov Kitajske za 11 dni. Vse letne izpuste Slovenije pa Kitajska naredi v 8 urah.

Upam, da se bo nekoč nekje nekdo vprašal, kdo je bil v imenu nesmiselne evropske politike oskrbe z energijo odgovoren za:

- uničenje evropske industrije,
- uničenje evropskega kmetijstva,
- uničenje evropskega standarda (BDP EU/ZDA: 1. 2008 1/1, sedaj 1/2),
- uničenje evropskega srednjega razreda

in jih poklical na odgovornost.

REFERENCE

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_energy_consumption_per_capita <https://www.stromdaten.info/>

- [2] Energy, EROI and quality of life. Jessica G. Lambert, , Charles A.S. Hall, Stephen Balogh, Ajay Gupta, Michelle Arnold. Energy Policy, Volume 64, January 2014, Pages 153–167 – DOI: 10.1016/j.enpol.2013.07.001
- [3] <https://www.aei.org/carpe-diem/inconvenient-energy-fact-it-takes-79-solar-workers-to-produce-same-amount-of-electric-power-as-one-coal-worker/>
- [4] “U.S. Energy and Employment Report“
https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/01/f34/2017%20US%20Energy%20and%20Jobs%20Report_0.pdf
- [5] twitter.com/drago_babic/
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/William_St Stanley_Jevons
- [7] Timothy J. Garrett; Are there basic physical constraints on future anthropogenic emissions of carbon dioxide?,
<https://arxiv.org/pdf/0811.1855.pdf>
- [8] The Energy for Growth Hub, The Modern Energy Minimum: The case for a new global electricity consumption threshold, Version: September 30, 2020,
<https://www.rockefellerfoundation.org/wp-content/uploads/2020/12/Modern-Energy-Minimum-Sept30.pdf>
- [9] https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en
- [10] <https://www.consilium.europa.eu/sl/policies/clean-energy/>
- [11] Climate Analytics, 1.5°C Pathways for Europe: Achieving the highest plausible climate ambition, https://climateanalytics.org/media/1-5pathwaysforeurope_2.pdf
- [12] Schernakau and Smith; The Unpopular Truth, Energieia Publishing, 2023
- [13] <https://www.stromdaten.info/>
- [14] <https://energy-charts.info/?l=de&c=DE>
- [15] <https://eike-klima-energie.eu/2024/08/09/hoelle-mit-erneuerbaren-energien-in-australien-in-beiden-groessten-bundesstaaten-steigen-die-strompreise-morgens-und-abends-auf-bis-zu-16-000-us-dollar/>
- [16] Bundesnetzagentur | SMARD
- [17] <http://open-electricity-economics.org/book/text/07.htm>

5. Kmetijstvo in podnebne spremembe

V kmetijstvu sta kvaliteta in količina pridelka močno odvisna od vremena. V Sloveniji in tudi v Evropski uniji pogrešamo znanstvene podlage za ukrepe v kmetijstvu v zvezi z blažitvijo podnebnih sprememb. Državni svet je s posvetom Kmetijstvo je varuh okolja in narave, znanstveno podprto (DS, 2.12.2024) zaoral ledino na tem področju.

mag. Tomaž Ogrin
tomaz.ogrin@ijs.si

POVZETEK

Pri obravnavi podnebnih sprememb je pomembno ločevanje vremenskih pojavov od dejanskih sprememb podnebja določenega območja.

Množijo se znanstveni dokazi na osnovi meritev, da izpusti ogljikovega dioksida (CO_2) iz človekovih dejavnosti ne upravljajo z vremenom in podnebji na Zemlji. Prav tako izpusti metana (CH_4) od govedi nimajo vpliva na vreme in podnebja na našem planetu.

Zaključki političnega organa Organizacije združenih narodov (OZN) Medvladnega foruma za podnebne spremembe (IPCC) o krivdi CO_2 za podnebne spremembe, predvsem za rast temperatur ozračja so zgolj hipoteze (domneve). V znanosti odločajo meritve. Rast CO_2 je posledica rasti temperatur, predvsem oceanov (70% površine) in ne obratno.

Kmetijstvu je potrebno pomagati pri prilagajanju na podnebne spremembe. Ni znanstvenih dokazov, da bi slovensko

kmetijstvo lahko vplivalo na podnebne spremembe. Z ukrepi kot so razogljičenje in zeleni prehod ne smemo obremenjevati kmetijstva. Več CO₂ pomeni več pridelka.

Zgornje ugotovitve so povzete iz strokovne in znanstvene literature, ki je dostopna za neposredno komuniciranje z njihovimi avtorji.

Ključne besede

Kmetijstvo, podnebne spremembe, ogljikov dioksid, razogljičenje, Državni svet, Vlada

UVOD

Splošno

Ločujemo vreme in podnebje. Po dogovoru v Svetovni meteorološki organizaciji (WMO) in Slovenskem meteorološkem društvu (SMD) termin *podnebje* pomeni značilnosti vremena skozi 30 let. Podatke o vremenu pri nas zbira Agencija RS za okolje (ARSO). Teh je veliko, med temi temperatura, vlažnost, padavine, osončenost/oblačnost in še več parametrov. **(1)**

Vreme napovedujejo za 15 dni, spremembe različnih podnebij pa še ni uspelo napovedati. Vseeno nekaj sprememb opažamo kot na primer "zelene zime", višje povprečne temperature, manj snega.

Večje pogostosti ali odsotnosti nekaterih vremenskih pojavov pa že lahko pomenijo spremembe lokalnega podnebja.

Slovenija ima pestro, razmeroma težko napovedljivo vreme. Imamo mešanico podnebnih vplivov, ki jih ARSO takole opredeli:

„V Sloveniji imamo tri prevladujoče tipe podnebja, na posameznih območjih pa se njihovi vplivi prepletajo: v vzhodni Sloveniji imamo zmerno celinsko podnebje, v osrednji Sloveniji subalpsko (v gorskem svetu alpsko) in zahodno od Dinarsko-Alpske pregrade submediteransko podnebje.“

Zato so v Sloveniji vplivi na kmetijstvo in gozdarstvo zelo različni po pokrajinah in po nadmorskih višinah.

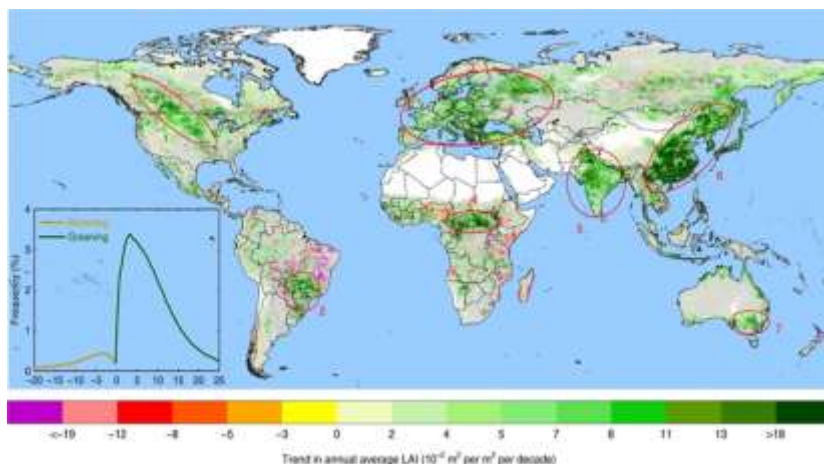
Med podnebnimi spremembami izstopa segrevanje ozračja planeta. Posebej za kmetijsko pridelavo poljščin in za rast gozdov pa je pozitivnega pomena rast ogljikovega dioksida v zraku (fotosinteza).

Vloga CO₂ v ozračju

Več CO₂ v zraku pomeni ozelenitev planeta.

Na primer: Satelitski posnetki in satelitski podatki v obdobju 2000 – 2017. (2)

Izpostavljena je ozelenitev v Indiji in na Kitajskem. Na sliki so obkrožena območja intenzivnejše ozelenitve:



Na Kitajskem **ozelenitev** izhaja iz gozdov (42 %) in obdelovalnih površin (32 %), v Indiji pa predvsem iz obdelovalnih površin (82 %) z manjšim prispevkom gozdov (4,4 %). Kitajska pripravlja ambiciozne programe za ohranjanje in širjenje gozdov, da bi ublažila degradacijo tal, onesnaževanje zraka in podnebne spremembe. Proizvodnja hrane na Kitajskem in v Indiji se je od leta 2000 povečala za več kot 35 %, predvsem zaradi povečanja pridelovalnih površin z večkratnimi posevki, ki jih omogoča uporaba gnojil ter namakanje površin in/ali podtalnice.

CO₂ v atmosferi pa ima še eno pomembno vlogo:

CO₂ reagira z vodo in s tem zadržuje pH morske vode na okrog 8,2. Vzorec morske vode, ki sem ga vzel pri Piranu, je v laboratoriju na Inštitutu Jožef Stefan pokazal prav tak pH.

Sicer pa pH morja redno meri Morska biološka postaja v Piranu, del Nacionalnega inštituta za biologijo v Ljubljani. Nad morsko gladino pa merijo tudi CO₂.

Za primerjavo: pH 8,2 dobimo, ko v vodi raztopimo sodo bikarbono, natrijev bikarbonat (NaHCO_3), ki jo včasih popijemo, da pomirimo želodec. In res, večina CO_2 v oceanih je v obliki bikarbonatnih ionov (HCO_3^-), ob sproščanju kislih H^+ ionov.

Samo bazične, raztopljene soli natrija, kalija pa kalcija in magnezija bi pH oceanov močno dvignile (na 11,4) in bi bilo življenje organizmov ogroženo.

Ni nobene bojazni, da bi morja postala kisla (pod pH 7). Če bi bilo dvakrat več CO_2 v zraku, bi pH padel iz 8,2 na 7,9. (3).

Deževnica (skoraj destilirana voda) je pa rahlo kisla, pod pH 7, ko izpira CO_2 iz zraka.

Prav reakcija CO_2 z vodo je vzrok, da se velike količine CO_2 iz ozračja raztapljajo v vodi, za razliko od drugih plinov v zraku, ki se samo raztapljajo, z vodo pa ne reagirajo, npr. kisik.

In še ena pomembna lastnost: v mrzlih oceanskih vodah se raztaplja še enkrat več CO_2 kot v toplem ekvatorialnem pasu. Vsak dvig temperature oceanov izžene CO_2 v ozračje.

To je tudi eden od vzrokov za zviševanje naravnega CO_2 v atmosferi.

Ogljikov dioksid je torej v dinamičnem odnosu do oceanov (temperatura ter delni tlak CO_2 v zraku – Henryjev zakon, ter ponor zaradi tvorbe apnenca CaCO_3), ki pokrivajo 70 % površine Zemlje, prav tako pa tudi do rastlinstva.

OBRAVNAVA PODNEBNIH SPREMEMB

Politika in znanost obravnavata podnebne spremembe največ iz dveh vidikov:

A. BLAŽENJE PODNEBNIH SPREMEMB

B. PRILAGAJANJE NA PODNEBNE SPREMEMBE

A. Blaženje podnebnih sprememb

Podnebne spremembe, predvsem rast povprečne temperature ozračja (navidezna temperatura) naj bi ublažili tako, da bi zmanjšali izpuste CO₂ človeškega izvora in izpuste metana (CH₄) iz kmetijstva, pretežno iz govedoreje.

Blaženje podnebnih sprememb je privzela politika, npr.: s Pariškim sporazumom (2016). V smeri blaženja najdemo posebej v EU termina kot: *neto ničelne emisije toplogrednih plinov do leta 2050*, poznano tudi kot "*razogljičenje*" in *evropski zeleni dogovor*.

Cilj naj bi bil omejitev globalnega segrevanja pod 1,5 °C. Za blaženje so predvidena velika finančna sredstva in prisila v obliki davka na izpuste CO₂. **(4)**

Žal pa manjkajo poljudno predstavljena znanstvena dejstva, ki bi upravičila te ukrepe in velika denarna sredstva ter davek na CO₂.

Ljudje si ne morejo pomagati s Poročili IPCC, Medvladnega, torej političnega, foruma za podnebne spremembe na več tisoč straneh.

Ker gre za ukrepe, katerih posledice bi močno negativno prizadele kmetijstvo in ostalo gospodarstvo, vključno z energetiko. Nekatere posledice se že kažejo, odtod protesti, tudi v EU. **Zato je ključnega pomena pridobiti znanstvene podlage, ki upravičujejo te ukrepe.**

Poleg tega pričakujemo tudi PSPG (SWOT) analizo blaženja podnebnih sprememb, prirejeno iz gospodarstva: Prednosti (Strengths), Slabosti (Weaknesses), Priložnosti (Opportunities), Grožnje (Threats). (5) To je pripomoček za ocenjevanje primernosti ukrepov.

A1. Količinska razmerja plinov v ozračju

V odsotnosti znanstvenih utemeljitev omenjenih ukrepov skušamo najprej obnoviti šolsko sliko naše atmosfere. Najpomembnejši podatek je količinska sestava ozračja.

Sestava suhega zraka v volumskih odstotkih je: dušik N₂ 78 %, kisik O₂ 21 %, argon Ar 0,9 %, plini v sledovih: ogljikov dioksid CO₂ 0,042 %, metan CH₄ 0,0002 %.

Vlažen zrak pa vsebuje še vodo (H₂O) povprečno med 1 in 4 %, kar malo zniža ostale odstotke. (6)(7)

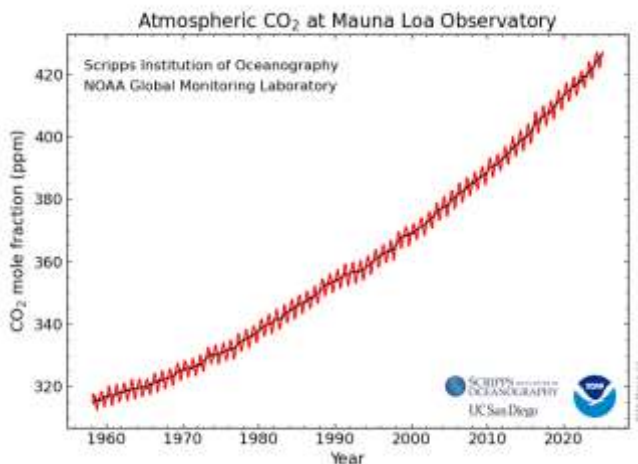
Posebej nas zanima koncentracija CO₂, domnevnega povzročitelja segrevanja ozračja.

Znanost in politika uporabljata podatek za koncentracijo CO₂ v zraku iz meritev na gori Mauna Loa, na višini 3.400 m, na Havajih, v Tihem oceanu. Podatek pomeni ves CO₂, tako naravnega kot človeškega izvora (izpusti). (8) Slika 1.

Podatek za mesec **februar 2025 je 427 ppm CO₂** v suhem zraku, leto prej pa je bila koncentracija CO₂ 425 ppm. Najdemo pa tudi podatke za koncentracije CO₂ po svetu.

V odstotkih iz enote ppmv (parts per million, v volumskih deležih), $(427 \text{ m}^3 \text{ CO}_2 / 1.000.000 \text{ m}^3 \text{ zraka}) \times 100 = \underline{0,0427 \% \text{ CO}_2}$

Koncentracija 0,0427 % CO₂ pomeni torej celoten CO₂ v atmosferi, naravno prisoten in naši izpusti zraven, na Mauna Loi.



Slika 1: Časovni potek rasti CO₂, Mauna Loa

Oglejmo si nekaj koncentracij in lastnosti CO₂ :

- spodnja kritična meja CO₂ v zraku je 150 ppm, pri kateri rastline propadejo, s tem pa tudi večina drugih živih bitij, z nami vred.
- ogljikov dioksid uporabljamo tudi v rastlinjakih za boljšo rast, optimum je pri 1.200 ppm CO₂.
- pri vrenju mošta se tudi sprošča CO₂. Ker je težji od zraka, se nabira na dnu zidanic in je nevaren, zaradi odsotnosti kisika. V zidanice zato vstopamo s prižgano svečo, ki na meji s CO₂ gasne. S CO₂ gasimo požare.

Koncentracijo CO₂ v Sloveniji merijo tudi v ARSO. V tabeli so neuradne meritve celotnega CO₂ na postajah in sicer letna povprečja ter maksimum in minimum.

Neuradne zato, ker še ni predpisa, so pa natančne in točne. Za leto 2023 so polletne vrednosti. Enote: ppmv

2021	POV	MAX	MIN
Lj Bež	513	1268	453
Zagorje	408	678	354
Krvavec	326	351	305
Iskrba	424	709	360

2022	POV	MAX	MIN
Lj Bež	534	683	483
Zagorje	413	676	363
Krvavec	330	394	314
Iskrba	434	666	365
Solkan	429	510	393

2023/2	POV	MAX	MIN
Lj Bež	543	1143	496
Zagorje	409	516	360
Krvavec	333	362	313
Iskrba	426	726	373

A2. Delež CO₂ človeškega izvora v celotnem CO₂

Koncentracija CO₂ na vulkanski gori Mauna Loa obsega CO₂ naravnega izvora in izpustov človeštva.

Ker so podnebni ukrepi usmerjeni predvsem proti **izpustom CO₂ človeštva**, je logično vprašanje, kakšen pa je delež izpustov v celotnem CO₂.

Znanstvena in poljudnoznanstvena literatura obsega več ocen za delež izpustov.

Erik Margan, Inštitut Jožef Stefan, je izračunal z uporabo konvolucijskega integrala, da je **antropogeni delež CO₂ 4,3 % (9)(10)**

Druga znanstvena literatura navaja, da je CO₂ iz izpustov **med 4 in 6 % v celotnem CO₂**. Naravnega CO₂ torej od 96 – 94 %.

A3. Delež CO₂ človeškega izvora v atmosferi

Vzemimo višjo vrednost, torej 6 % v naravnem CO₂, da izračunamo, kaj ta odstotek pomeni v **celotni atmosferi**. V celotni atmosferi je 0,0427 % **vsega CO₂** (Mauna Loa). Samo **človeških izpustov CO₂ v celotni atmosferi je torej 6 % od 0,0427 %**. Rezultat je **0,0026 % CO₂ človeškega izvora v celotni atmosferi**.

Rezultat terja znanstveni odgovor na vprašanje, s kakšnim mehanizmom naj bi **tako majhna** količina človeškega CO₂ povzročala segrevanje ozračja in podnebne spremembe.

To vprašanje sem postavil javno v časopisu Dnevnik. **(11)** Doslej brez odgovora odgovornih, prav tako tudi na poziv za nenapadanje ogljikovega dioksida. **(12)**

V primeru, da znanstveni odgovor ne obstaja oziroma ga ni možno dobiti, je **smiseln izstop Slovenije iz Pariškega sporazuma**, ki je omogočen po 28.členu Sporazuma.

Znatna finančna sredstva pa se preusmeri v razvoj kmetijstva in gozdarstva s povečano dodano vrednostjo.

A4. Vzroki za rast temperatur in vloga CO₂

Splošno je znano, da je **voda (H₂O) kot vlaga** v zraku močno prevladujoč toplogredni plin pri privzemanju toplote od tal in oceanov, kakor tudi po količini v zraku (od 1 do 4 odstotke).

Voda ima pri tem še eno lastnost, da je močna konkurenca ogljikovemu dioksidu pri privzemanju (absorpciji) toplote, saj mu **odvzema pomemben del absorpcijskega** spektra, v katerem bi CO₂ absorbiral, če ne bi bilo vode.

Če to vemo, se moramo **vprašati po znanstvenih podlagah za ukrep zniževanja CO₂**, ki ga je v celoti zgolj 0,043 odstotke v atmosferi, naših izpustov CO₂ pa v sledovih 0,0026 odstotka.

Svetovna in domača znanost, še posebej neodvisna, na tem področju vsebuje dovolj dokazov iz meritev (ne modelov), pravzaprav vedno več, da naši izpusti CO₂ ne uravnavajo podnebnih sprememb.

Navajam nekatere prispevke na tem področju.

1) Prenos toplote s površin v ozračje

Obstaja še drug mehanizem, ne le toplogrednost (absorpcija).

Velika večina transporta toplote v nižjih plasteh ozračja se odvija prek **molekularnih trkov**. Sevalno ravnovesje prihaja do izraza šele na višini okoli 5,6 km, kjer je gostota ozračja pol manjša kot pri tleh, zato je povprečna razdalja med molekulami

večja, temperatura in s tem tudi hitrost molekul pa manjša, čas med trki je daljši, zato je verjetnost, da molekula spontano odda foton večja, prav tako pa je večja verjetnost, da foton zajame. S te plasti v vesolje uhaja največ sevanja, ki ga potem zaznajo sateliti v zemeljski orbiti. Erik Margan, 2025. **(13)**

2) Rast temperatur in CO₂

Koncentracija CO₂ raste zaradi dviganja temperature in ne obratno.

Torej segrevanje ozračja **ni** posledica rasti CO₂. Norveški znanstvenik dr. Humlum s sodelavci (2013) je z uporabo meritev temperatur po svetu dokazal, da **rast CO₂ zaostaja za rastjo temperatur** zaradi naravnih vzrokov več mesecev do enega leta. **(14)**

Dr. Humlum vsako leto izda tudi letni pregled podnebnih dogajanj na našem planetu.

Vendar IPCC v 6.poročilu (AR6_WGI, 2021), fizikalne osnove, na 2.400 straneh, ne navaja tega avtorja!

3) Koncentracija CO₂ zaostaja za rastjo temperatur.

Rast celotnega CO₂ torej ni vzrok podnebnim spremembam. Naših izpustov pa je v tem le 6 odstotkov.

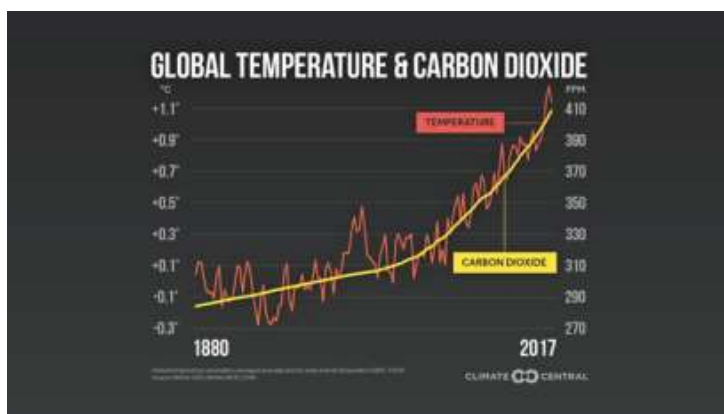
Koutsoyiannis in Kundzewicz (2020) sta z uporabo najbolj zanesljivih globalnih podatkov o temperaturah in koncentracijah CO₂, zbranih iz več virov, ki zajemajo časovni interval 1980-2019, dokazala, da rast CO₂ zaostaja za rastjo temperatur za dobo enega leta. **(15)**

Tudi tega avtorja ni v AR6 poročilu IPCC.

4) Zaključki Komisije Državnega sveta RS o Posvetu DS in odgovor Vlade. (16)

Sedmi zaključek navaja: »Učinek tople grede, ki ga prekomerno krepijo človeški izpusti toplogrednih plinov, ostaja predmet razprav. Hipoteza, da so antropogene emisije edini vzrok globalnega segrevanja, ni bila neposredno eksperimentalno dokazana.«

V odgovoru na 7. zaključek Vlada med drugim navaja: »*Jasno povezavo med* večanjem koncentracije toplogrednih plinov v ozračju in višanjem temperature kaže tudi spodnji graf:«



Graf kaže povezavo med temperaturo in CO₂. Ne kaže pa **vzročnosti**, ki je vlada ne omenja. Ali CO₂ raste zaradi višanja temperature, ali temperatura raste zaradi večanja CO₂?

V poglavju **A4**, točka 2) in 3) avtorji dokažejo iz meritev, da **je rast CO₂ posledica rasti temperature**.

5) Zakaj se ozračje segreva?

Sonce obseva Zemljo v glavnem z vidno svetlobo, ki je plini v atmosferi ne zadržijo. Del te svetlobe se odbije nazaj v vesolje, del pa se spremeni v toploto, ki segreva ozračje. Odbojnost (albedo) izkazujejo tako oblaki kot površina planeta. Če je odbojnost manjša, se več svetlobe spremeni v toploto.

Nikolov in Zeller (2024) dokažeta na

osnovi satelitskih podatkov, da je vzrok segrevanja atmosfere zmanjšanje albeda (odbojnosti), predvsem oblakov in ne toplogredni plini oziroma CO₂ in voda (H₂O). **(17)**

Zmanjšanje albeda po letu 1980 in še posebej po letu 2000 je bilo s študijami ugotovljeno že pred tem.

6) Vloga oblakov in vodne pare (H₂O) pri segrevanju ozračja

Zaključek obravnave oblakov v študiji dr. W. Happerja je, da so za podnebne spremembe in segrevanje ozračja pomembni predvsem oblaki, torej stanje oblačnosti in vodna para. Ter, **da CO₂ ni "krmilna ročica" za uravnavanje Zemljinega podnebja. (18)**

Tudi tega avtorja ni v poročilu IPCC, čeprav ima objave že pred več leti.

- 7) Empirični dokazi, ob sodelovanju umetne inteligence, nasprotujejo trditvi IPCC, da so CO₂ izpusti človeštva krivi za podnebne spremembe. (19)(20)

Dr. W. Soon in J. Cohler s soavtorji sta vpregla umetno inteligenco po imenu Grok 3 beta v pomoč pri pregledu obsežne literature, jo postavila za prvega avtorja v članku, kar posebej obrazložita na YT.

W. Soona ne najdemo v 6. IPPC poročilu, kljub 30 letni znanstveni aktivnosti.

- 8) Podnebne spremembe poganjajo naravni procesi in ne izpusti CO₂ človeštva.

Dr. Hermann Harde (21) iz opazovanj **dokaže ujemanje svojih zaključkov z žagasto krivuljo rasti CO₂** iz observatorija na Mauna Loi. Koncentracija CO₂ namreč niha v skladu z letnimi časi. Od oktobra do maja CO₂ narašča, od junija do septembra pa upada. Vzrok je vegetacija predvsem na severni polobli.

Obenem ugotavlja, da je rast CO₂ na lokaciji Havajev, kjer je Mauna Loa, v **zamiku za rastjo lokalne temperature** za 6 do 7 mesecev, kar se tudi na globalnem nivoju ujema z ugotovitvami drugih raziskovalcev.

IPPC tudi njega ne omenja v svojem poročilu.

- 9) **"Podnebje uravnava narava in ne človek"**, je že leta **2008** dokazoval dr. Singer, ki je deloval (1924-2020) v skupini znanstvenikov iz celega sveta, na predavanju na Inštitutu Jožef Stefan. Pri tem je uporabil tudi IPCC

podatke, vendar z drugačno interpretacijo. Njegovi zaključki so, da »dokazi jasno kažejo, da ogljikov dioksid neznatno prispeva h globalnemu segrevanju in zato ni „onesnaževalo“. To dejstvo še ni splošno priznано, zato nerazumni strahovi pred globalnim segrevanjem še vedno izkrivljajo energetska in gospodarska politika. Vsa prizadevanja za zmanjšanje emisij CO₂ na svetovni ali državni ravni so nesmiselna, v vsakem primeru pa neučinkovita in zelo draga. Na splošno je toplejše podnebje koristno.« (22)

10) Znanost in politika o podnebnih spremembah

Prav vpletanje politike v znanost je prispevalo k temu, da informacije znanstvenikov, ki dokazujejo, da izpusti CO₂ in metana (CH₄) ne morejo uravnavati zemljine atmosfere, ne prispejo do javnosti.

Stanje je, vse podprto z viri, odlično

predstavil mag. Alkalaj s knjigo: Podnebna

prevara (2010). (23)

B. PRILAGAJANJE NA PODNEBNE SPREMEMBE

Kmetijstvo je, z ozirom na druge panoge gospodarstva, **bistveno bolj izpostavljeno vremenskim dogajanjem**. Ekonomijo kmetijstva poslabšajo vremenske ujme oziroma izredni dogodki kot so daljša suša (uporaba brezpilotnikov z vodo), poplave, toča, zemeljski plazovi, izjemni vetrovi in nenadne temperaturne

spremenbe (pozeba, ipd.), požari – domnevna večja pogostost teh vremenskih pojavov.

Zaščita proti ujmam je bila že doslej potrebna in ni novost. Ni pa dobra (poplave, suše, toča).

Podnebne spremenbe pa nam lahko prinesejo **večjo pogostnost ekstremnih pojavov** in s tem škode.

V kmetijstvu je politika razogljičenja nesprejemljiva. Usmeritev proti CO₂ je dokazano napačna, kar je pokazano v poglavju A.

Kar je nujno je:

1. **Preprečiti pozidave kmetijskih zemljišč**, imamo jih močno pod evro povprečjem na prebivalca. Zagotovimo jih še za prihodnje generacije!
2. **Rešitev je v strateškem prostorskem planiranju**, na primer industrijsko-poslovno-obrtnih con za več občin skupaj, ne tako kot zdaj, imamo 212 občin, prav tako stanovanjskih naselij.
3. **Pozidave vodovarstvenih območij prepovedati** (Magna, kanal C0 Ljubljana, novi načrti...), voda je ob podnebnih spremembah ključnega pomena, tudi za prihodnje generacije, CO₂ pa ni.
4. **Prepoved gradnje vetrnih elektrarn v slovenskem hribovju**, tudi tam so prebivalci in kmetovanje pod težjimi

pogoji kot v ravninah (Pohorje, Kras, Loški Potok, Ojstrica, Paški Kozjak, Rogatec, itd.). Jih želimo pregnati, kot se to dogaja v tujini?

5. Ustava ščiti hribovsko prebivalstvo: 71.člen (varstvo zemljišč): »Država skrbi za gospodarski, kulturni in socialni napredek prebivalstva na gorskih in hribovitih območjih.
6. **Ni predpisov za hrup vetrnic in oddaljenost**, na kar opozarjamo mnogi že več kot 15 let. Imamo domače negativne izkušnje na Krasu z vetrnico pri Dolenji vasi, KS Senožeče, občina Divača. Ljudje so v **brezpravnem položaju**, inšpekcija ne ukrepa z izjavo, da ni predpisov, ne za hrup ne za oddaljenost od VE do bivališč, šol, vrtcev in delovnih mest.. Pri določenih razmerah zaradi hrupa vetrnice ni spanja.

Toda: **Ustava** RS v 2. členu: Slovenija je **pravna** in socialna država.

7. **Vetrne elektrarne** nimajo delovnih mest, subvencije gredo v tujino, plačujemo tuja delovna mesta, uničujejo turizem s hrupom in prisotnostjo. Vse zaradi dogme, da so izpusti CO₂ krivi, da je topleje.

Primer iz Hrvaške: Vetrne elektrarne nad Senjem **onemogočajo turizem zaradi posebnega pulznega hrupa** v nizkofrekvenčnem področju (pod 200 Hz) in kot infrazvok (pod 20 Hz), ki nastaja, ko gre krilo vetrnice mimo stebra. Ta hrup gre **tudi skozi zaprta okna** (dolga valovna dolžina). (24)

Infrazvok in nizkofrekvenčni hrup sta skozi 20 let življenjske dobe vetrnic škodljiva za zdravje in dobro počutje (definicija zdravja po SZO/WHO): preprečujeta spanje med drugim, zato so gosti pobegnili.

8. **Prepoved gradnje sončnih elektrarn na kmetijskih zemljiščih.** Zemljišča morajo biti prosta tudi za **menjave kultur**, ne pa, da bi investitor povsod izigral s pridelavo jagod pod paneli (primera: Krvavi Potok, Hrpelje Kozina; Zgornje Počakovo, Radeče).

Politika je dolžna sporočiti evropski komisiji, da Slovenije ne bomo uničevali z obnovljivimi viri, treba je zmanjšati odstotek OVE. VE in SE so nezanesljivi viri, dražijo infrastrukturo, ne dajejo toplote, saj CO₂ ni problem. Problem je onesnaževanje zraka. Problem je premalo varčna raba energije.

9. **Ukiniti je treba dodajanje biodizla v motorno gorivo**, ga samo draži in namesto vlaganja v prehranske kulture izgubljam o kmetijske površine (če uvoz, pa drugi izgubljajo), saj CO₂ ni problem.

10. Prečistiti je treba program Skupne kmetijske politike 2023-2027, zato imamo odprte roke, kot piše:

„Pri novi skupni kmetijski politiki EU je namesto dosedanjih pravil in skladnosti poudarek na rezultatih in **smiselnosti (smotrnosti) ukrepov**. Države članice v večji **meri same odločajo**, kako najbolje izpolniti skupne cilje evropske kmetijske politike in se hkrati odzvati na

specifične potrebe svojih kmetov, podeželskih skupnosti in širše družbe.“

Nam ni treba izgubljati kmetijskih zemljišč in gozdov zaradi OVE. (25)(26)

11. Prepoved dodatkov za hrano govedi zato, da ima manj izpustov metana.

Evropska komisija je predstavila strategijo

EU za zmanjšanje emisij metana.

Izjavljajo: „Metan je za ogljikovim dioksidom drugi največji povzročitelj podnebnih sprememb.“ Trditev nima znanstvene osnove.

Količine CH₄ so v zraku minimalne.

Vpliv izpustov iz govedoreje na podnebne spremembe **ni znanstveno dokazan!**

12. Sončne elektrarne na kmetijskih zemljiščih.

Program predvideva sončne elektrarne **na kmetijskih zemljiščih** z obrazložitvijo, da bodo ščitile posevke pred točo. Imamo že nekaj poškodb sončnih panelov zaradi toče, zato je ideja slaba.

ZAKLJUČEK

Predlagam Državnemu svetu, da nujno nadaljuje s strokovno razpravo samo o podnebnih spremembah, saj je poleg kmetijstva na udaru celotna družba zaradi velikih in nepotrebnih finančnih vložkov.

Samo za uničenje hribovitega sveta in škodo za tamkajšnje prebivalstvo in kmetijstvo se ponujajo velike subvencije (**milijonski zneski**) za izgradnjo vetrnic, z izgovorom, da gre za borbo **proti CO₂**.

Po dosedanjih izkušnjah, žal, **strankarski Državni zbor ni sposoben** opraviti take razprave.

V prispevku so dokazi, da izpusti CO₂ človeštva niso problem in ne spreminjajo podnebja.

LITERATURA

16. https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/po-dnebn-razmere_v_sloveniji_71_00.pdf
17. Chi Chen et al., Nature Sustainability | Vol 2 | February 2019 | 122–129
<https://www.nature.com/articles/s41893-019-0220-7>
18. <https://co2coalition.org/wp-content/uploads/2021/11/2015-Cohen-Happer-Fundamentals-of-Ocean-pH.pdf>
19. <https://www.consilium.europa.eu/sl/policies/paris-agreement-climate/>
20. <https://sodobnipodjetnik.si/swot-analiza-definicija-in-primeri/>
21. <https://www.thoughtco.com/chemical-composition-of-air-604288>
22. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Zrak>
23. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>
24. Margan E. (ŽiT 2019), <https://radlek.si/wp-content/uploads/2019/12/Antropogeni-dele%C5%BE-CO2-v-ozra%C4%8Dju-1.-del-1.pdf>
25. Margan, E. (ŽiT 2019), <https://radlek.si/wp-content/uploads/2019/12/Antropogeni-dele%C5%BE-CO2-v-ozra%C4%8Dju-2.-del-1.pdf>
26. Ogrin, T. (2024). Dnevnik, 22.11.2024 <https://www.dnevnik.si/mnenja/odprta-stran/zeleni-prehod-ceno-bomo-spoznali-ko-bomo-na-cilju-2-2703417/>
27. Ogrin, T. (2023). Delo, 8.7.2023 <https://www.delo.si/mnenja/pisma-bralcev/nehajmo-napadati-ogljikov-dioksid>

28. Margan, E. (2025). Zbornik posveta v DS
29. Humlum, O. et al. (2013) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921818112001658?via%3Dihub>
30. Koutsoyiannis, D., Kundzewicz, Z. W., (2020), https://www.researchgate.net/publication/344316410_Atmospheric_Temperature_and_CO2_Hen-or-Egg_Causality_Version_1
31. Vlada RS, dopis št. 00202-5/2025/5 z dne 25.2.2025
32. Nikolov, N., Zeller, K.F. (2024) <https://www.mdpi.com/2673-7418/4/3/17>
33. Happer, W. (2024) https://eike-klima-energie.eu/wp-content/uploads/2024/07/Happer_Talk-IKEK-16-Wien.pdf
34. Grok 3 beta, Soon, W et al., (2025) <https://scienceofclimatechange.org/wp-content/uploads/SCC-Grok-3-Review-V5-1.pdf>
35. Soon, W., Cohler, J. (Nelson, T. Podcast) (2025) <https://www.youtube.com/watch?v=L4dLIDpiXnA>
36. Harde, H. (2019)
37. Singer, S.F. (2008) https://videolectures.net/kolokviji_singer_nnha/
38. Alkalaj, M. (2010) , Podnebna prevara, Orbis, Ljubljana <https://marjankogelnik.files.wordpress.com/2015/03/podnebna-prevara.pdf>
[dopolnjeno 2011](https://marjankogelnik.files.wordpress.com/2015/03/podnebna-prevara.pdf)
39. Vetrna Elektrarna Senj (HR) <https://n1info.hr/vijesti/kineska-vjetroelektrana-u-senju-ne-moze-dobiti-uporabnu-dozvolu-zbog-buke-gosti-nam-otkazuju/>
40. <https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/skupna-kmetijska-politika-poletu-2020/>
41. <https://skp.si/>

6. Prispevek slovenske živinoreje k podnebnim spremembam je precenjen

Contribution of Slovenian livestock production to climate change is overestimated

Jože Verbič

Kmetijski inštitut Slovenije

Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana, Slovenija

POVZETEK

Prispevek se ukvarja z učinki slovenske živinoreje na podnebne spremembe. Metoda, ki jo najpogosteje uporabljamo za pretvorbo izpustov različnih toplogrednih plinov na skupni imenovalac (GWP₁₀₀), precenjuje prispevek slovenske živinoreje k dodatnemu segrevanju za 4,6 -krat. Metoda ne upošteva kratke obstojnosti metana v ozračju. Zanemarja dejstvo, da je zaradi kratke obstojnosti metana njegov učinek na dodatno segrevanje, bolj kot od letnih izpustov, odvisen od dinamike izpustov. Izpusti metana iz slovenske in evropske živinoreje so se v preteklosti zmanjševali in zaradi tega so trenutne količine metana v ozračju iz tega vira manjše kot nekoč. Izpusti torej ne prispevajo k dodatnemu segrevanju zemeljskega površja, ampak k njegovemu ohlajanju. V prispevku so prikazani tudi pozitivni učinki živinoreje k ponorom ogljikovega dioksida v kmetijska tla. Sklenjeno je bilo, da so s precenjenim prispevkom slovenske živinoreje k podnebnim spremembam povezani nekateri negativni pojavi kot so neupravičena stigmatizacija poklica živinorejca, pritiski na strokovno

neutemeljeno prilagajanje prehranskih smernic in preusmerjanje pozornosti od nekaterih pravih izzivov živinoreje.

KLJUČNE BESEDE

Živinoreja, metan, potencial globalnega segrevanja, ponor ogljika

ABSTRACT.

The article deals with the impact of Slovenian livestock farming on climate change. The most commonly used method to convert emissions of various greenhouse gases to a common denominator (GWP_{100}) overestimates the contribution of Slovenian livestock farming to additional warming by a factor of 4.6. The method does not take into account the short residence time of methane in the atmosphere. It ignores the fact that due to the short persistence of methane, its effect on additional warming depends more on the dynamics of emissions than on annual emissions. Methane emissions from Slovenian and European livestock farming have decreased in the past, so the current amounts of methane in the atmosphere from this source are lower than in the past. Therefore, the emissions do not contribute to additional warming of the Earth's surface, but to its cooling. The article also shows the positive impact of livestock farming on carbon dioxide sinks in agricultural soils. It was concluded that the overestimated contribution of Slovenian livestock farming to climate change is related to some negative phenomena, such as the unjustified stigmatisation of the livestock farming profession, the pressure to adapt nutritional guidelines without professional justification and diverting attention from some of the real challenges of livestock farming.

KEYWORDS

Livestock production, methane, global warming potential, carbon sink

1. Uvod

Prežvekovalci so tekom evolucije, ki se je začela pred približno 50 milijoni leti [1], razvili eno od najbolj dovršenih oblik sožitja med živaljo in mikroorganizmi. Prežvekovalec nudi vampovim mikroorganizmom primerno okolje. S svojimi aktivnostmi (npr. paša) poskrbi za stalen dotok hranil, mikroorganizmom zagotavlja anaerobne razmere in primerno temperaturo. S sprotnim odvajanjem produktov fermentacije (predvsem gre za hlapne organske kisline) in sproščanjem pufernih snovi, ki dotekajo v vamp predvsem s slino, zagotavlja primerno pH vrednost in s tem preživetje mikrobne populacije. Na drugi strani poskrbijo vampovi organizmi za prebavljanje sestavin celičnih sten rastlinskih tkiv (npr. celuloze), ki jih višji organizmi s svojimi prebavnimi encimi ne morejo prebaviti. S tem vstopa prek živalskih proizvodov v prehransko verigo tudi rastlinska biomasa, ki je ljudje neposredno ne moremo prebaviti. Ob spoštovanju načel dobre kmetijske prakse pridelamo v osrednji Evropi na vsak kg rastlinske hrane vsaj štiri kilograme nejedljive biomase, ki jo je mogoče uporabiti za krmljenje rejnih živali [2]. Večino te biomase lahko izkoristimo le ob pomoči prežvekovalcev, točneje vampovih mikroorganizmov. Vampovi mikroorganizmi imajo pomembno vlogo tudi pri detoksifikaciji strupenih sekundarnih metabolitov rastlin. To omogoča, da v prehransko verigo vstopajo tudi rastlinski materiali, ki so za monogastrične živali in ljudi toksični. Ob prebavi celuloze in njej podobnih sestavin rastlinskih tkiv izkazujejo vampovi mikroorganizmi tudi izjemen potencial sinteze mikrobnih

beljakovin. Mikrobnе beljakovine prispevajo približno dve tretjini vseh aminokislin, ki jih prežvekovalci naložijo v mleko in meso [3]. Podobno kot rastline, lahko vampovi mikroorganizmi za sintezo beljakovin izkoristijo nebeljakovinske vire dušika, kot je industrijsko proizvedena sečnina.

Ob številnih zgoraj omenjenih prednostih pa ima mikrobna prebava v predželodcih tudi slabosti. Ena od njih je nastajanje metana, ki ga proizvajajo metanogene arheje. Z metanom prežvekovalci izgubijo od približno 2 do 10 % vse zaužite energije. Zaradi tega se je začela kmetijska znanost z metanom ukvarjati davno pred odkritjem njegovega toplogrednega učinka. Prvi respirometer za govedo, ki je omogočal tudi meritve metana, je izdelal Gustav Kühn že leta 1879 [4]. Nadaljnji razvoj te opreme in številne meritve ob koncu 19. stoletja so omogočile Oskarju Kellnerju vpeljavo sistema škrobne vrednosti, s katerim je bilo mogoče na podlagi kemijske sestave krme napovedati rezultate reje pri govedu [5]. S takim sistemom, ki je temeljil tudi na meritvah metana, smo se razmeroma zgodaj seznanili tudi v Sloveniji. Leta 1918 je izšla knjižica z natančnimi navodili za računanje škrobne vrednosti krme in tabelami o sestavi in energijski vrednosti različnih krmil [6].

Toplogredni vidik sproščanja metana iz prebavil rejnih živali ima precej krajšo zgodovino od prehranskega. Prvo poročilo medvladnega odbora za podnebne spremembe je bilo izdano leta 1990 [7]. Prve ocene izpustov metana za Slovenijo so bile objavljene leta 2001 (8). Istega leta so bile predstavljene tudi možnosti za zmanjšanje izpustov (9), pri čemer je bilo izpostavljeno, da so rešitve, ki temeljijo na lokalnem omejevanju intenziviranja kmetijstva le navidezne, saj bi s tem izpuste le premestili v države, iz katerih uvažamo hrano. Podatki o izpustih

toplogrednih plinov so ostali sprva bolj ali manj neopaženi. Z izidom poročila Dolga senca živinoreje (Livestock's Long Shadow) (10), ki ga je Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo izdala leta 2006, je postala živinoreja v središču pozornosti prizadevanj za zmanjšanje vpliva človeštva na podnebje. Številni mediji so iz poročila enostransko izpostavili sporočilo, da je živinoreja glavni povzročitelj izpustov toplogrednih plinov, da je odgovorna za 18 % izpustov, kar je več od prometa. Odgovornost so naprtili intenzivni evropski in ameriški živinorej ob tem pa spregledali navedbo istega poročila, da je prispevek Zahodne Evrope in Severne Amerike k globalnim izpustom metana iz prebavil rejnih živali le nekaj več kot desetina (10,75 %). Prav tako v številnih medijskih objavah ni bilo pojasnjeno, da se struktura izpustov toplogrednih plinov v Evropi precej razlikuje od strukture na globalni ravni. V Sloveniji je bil npr. v letu 2022 delež prometa v skupnih izpustih toplogrednih plinov približno 3,4 krat večji od kmetijstva (37,11 % proti 10,93 %, [11]). Podroben vpogled v svetovno kmetijstvo razkrije nekatera dejstva, ki so za večino prebivalstva, pa tudi za znaten del kmetijskih strokovnjakov, nepredstavljiva. Eno od teh je, da redijo v Afriki približno dvakrat več govedi kot v Evropi (189,6 proti 91,1 milijonov, v glavah velike živine) [12], pa tudi, da ima živina v Afriki ob prehranjevalni in delovni vlogi tudi pomembno vlogo na področju lokalnega bančništva. Pri slednjem ne gre le za medsebojno plačevanje in zaščito pred inflacijo, ampak tudi za bančne račune, ki temeljijo na živalih [13]. Premalo je poznano tudi dejstvo, da je intenziviranje živinoreje z vidika vpliva na podnebje ugodno. V intenzivnejših načini reje priredimo enako količino mesa, mleka in jajc z manjšim številom živali, s tem pa se zmanjša intenzivnost izpustov (t.j. količina izpustov na enoto proizvoda). Za svetovno živinorejo je značilna zelo velika

variabilnost v intenzivnosti izpustov. Pri mleku se npr. intenzivnost izpustov giblje od 1,6 kg ekv CO₂ na kg v Evropi do 9 kg ekv CO₂ na kg v podsaharski Afriki [14]. Na račun intenziviranja reje se je lahko v Evropi število govedi po letu 1960 zmanjšalo (za približno 35 %), v Afriki pa se je še naprej povečevalo (za približno 2,8 krat) [12].

2. Izpusti metana: Ali je njihov učinek na dodatno segrevanje ovrednoten pravilno?

Kmetijstvo je z vidika izpustov toplogrednih plinov precej specifično. Za razliko od drugih sektorjev gospodarstva in potrošnje, pri katerih so najpomembnejši izpusti ogljikovega dioksida, nastajata v kmetijstvu predvsem metan in didušikov oksid. Za namene primerjave učinka različnih toplogrednih plinov in sektorjev med seboj je treba izpuste preračunati na skupni imenovalec, t.j. v ekvivalente (ekv) ogljikovega dioksida. Za to najpogosteje uporabimo metodo, ki upošteva potencial globalnega segrevanja za stoletno obdobje (Global Warming Potential, GWP₁₀₀). Ta metoda je bila v zadnjem desetletju deležna kritik, da zanemara obstojnost različnih toplogrednih plinov v ozračju. V središču razprav je bil (in je še) metan. Za razliko od ogljikovega dioksida, ki ostane v ozračju več stoletij, in didušikovega oksida, ki je obstojen približno 110 let, se metan oksidira v približno 12 letih [15]. Kritika metode GWP₁₀₀ temelji med drugim na ugotovitvah, da le-ta razmeroma slabo oceni odziv temperature zemeljskega površja na izpuste kratko-obstoјnih toplogrednih plinov [16] in da v primeru vzdržnih ali padajočih izpustov prikriva napredek proti podnebnemu cilju, ki ga Pariški sporazum določa v °C glede na predindustrijsko dobo [17]. Te kritike resno obravnava tudi zadnje (šesto) ocenjevalno poročilo Medvladnega odbora za podnebne spremembe [18], ki

izpostavlja, da metoda GWP_{100} ni najbolj primerna za oceno kumulativnega učinka metana na podnebje, saj ne upošteva njegove kratke obstojnosti v ozračju. S problematiko se ukvarja tudi Okvirna konvencija Združenih narodov o spremembi podnebja (UNFCCC). Na 27. Konferenci pogodbenic v Sharm El-Sheikhu leta 2022 je bilo izglasovano, da lahko pogodbenice ob GWP_{100} dodatno poročajo tudi na podlagi alternativnih metod, ki upoštevajo kratko obstojnost metana v atmosferi [19].

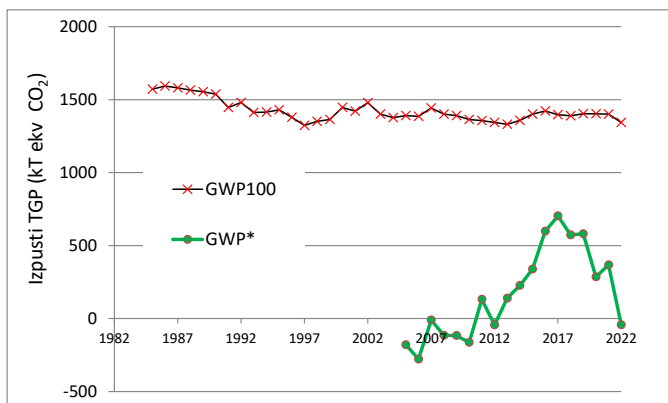
V Sloveniji so se začele razprave o realnosti ocen izpustov metana na segrevanje zemeljskega površja najprej v strokovnih krogih, ki se ukvarjajo z živinorejo. Drugega julija 2020 je potekala kratka razprava o tej problematiki na Razširjenem kolegiju vodij oddelkov za živinorejo Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije. Leta 2021 so bili predstavljene prve ocene, ki so upoštevale obstojnost metana v atmosferi [20 in 21]. Istega leta je bilo na morebitno precenitev učinka metana iz živinoreje opozorjeno v Podnebnem ogledalu [22]. Od takrat so bile izvedene številne predstavitve novega pristopa k ocenjevanju toplogrednega učinka metana. Po pričakovanju so kmetijski strokovnjaki in kmetje nov koncept hitro sprejeli, velik del nekmetijske stroke, ki se opredeljuje do podnebnih vprašanj, pa je do njega nezaupljiv ali mu celo nasprotuje.

3. Kakšen je ocenjen učinek slovenske živinoreje na segrevanje zemeljskega površja, če pri izpustih metana upoštevamo njegovo obstojnost v atmosferi?

Primerjava dveh metod za oceno izpustov toplogrednih plinov iz slovenske živinoreje je predstavljena na Sliki 1. Obe metodi temeljita na izpustih metana in didušikovega oksida, kot jih poročamo UNFCCC. Razlika je le v preračunu teh izpustov v

ekv. CO₂. Pri metodi GWP₁₀₀ gre za uveljavljeno metodo, pri kateri preračun izvedemo tako, da izpuste metana pomnožimo s faktorjem 28, izpuste didušikovega oksida pa s faktorjem 265. Pri metodi po Cain in sod. [23] (metoda GWP*) pa ob izpustih metana v tekočem letu upoštevamo tudi izpuste iz preteklosti. To omogoča, da ob metanu, ki smo ga v tem letu v ozračje izpustili na novo, ocenimo tudi učinek metana, ki smo ga izpustili v preteklosti, pa se je v tem letu oksidiral. Izpusti didušikovega oksida so po obeh metodah obravnavani enako.

Glede na novejša spoznanja o učinku izpustov metana lahko trdimo, da metoda GWP* bolje oceni učinek slovenske živinoreje na dodatno segrevanje zemeljskega površja kot metoda GWP₁₀₀. Primerjava obeh metod kaže, da GWP₁₀₀ vseskozi precenjuje prispevek slovenske živinoreje k dodatnemu segrevanju, za obdobje 2018–2022 za 4,6 -krat (Slika 1, Tabela 1). V letih 2005–2010, v letu 2012 in ponovno v letu 2022 smo po metodi GWP* beležili negativne izpuste. To pomeni, da je obseg oksidacije metana iz preteklih izpustov presegal sprotno izpuste metana in da je ta razlika v teh letih kompenzirala tudi izpuste didušikovega oksida. Za obdobje pred letom 2005 po metodi GWP* nimamo podatkov, saj postopek računanja terja podatke za 20-letno obdobje pred letom prikazovanja.



Slika 1: Izpusti toplogrednih plinov v slovenski živinoreji po metodi globalnega segrevanja za stoletno obdobje (GWP_{100}) in metodi, ki upošteva kratko obstojnost metana v atmosferi (GWP^*). Prikazane vrednosti vključujejo izpuste metana in izpuste didušikovega oksida (vir podatkov: KIS, 2024, [24]).

Metoda preračunavanja posameznih toplogrednih plinov na skupni imenoalec (GWP_{100} ali GWP^*) zelo vpliva tudi na strukturo izpustov. Po metodi GWP_{100} je prispevek slovenske živinoreje k skupnim izpustom (vsi sektorji) v obdobju 2018–2022 ocenjen na 8,33 %, po metodi, ki upošteva obstojnost metana v ozračju (GWP^*), pa na 2,40 % (Tabela 1).

Tabela 1: Primerjava metod GWP_{100} in GWP^* za preračun izpustov toplogrednih plinov v slovenski živinoreji v ekv CO_2 za obdobje 2018-2022 (vir podatkov: KIS, 2024, [24])^{a, b}

	GWP_{100}	GWP^*
Izpusti v živinoreji (kT ekv CO_2)	1373	299
Delež živinoreje v skupnih izpustih toplogrednih plinov (%)	8,33	2,40

^a izpusti metana in didušikovega oksida, vključno s posrednimi izpusti, ki nastanejo zaradi uhajanja dušikovih spojin iz hlevov in gnojišč.

^b podatki, ki so bili razpoložljivi v času predstavitve. Podatki, ki so na razpolago v času priprave tega besedila (vključno z letom 2023) kažejo, da so razhajanja med obema metodama še večja, kot je prikazano zgoraj.

K razmeroma majhnim izpustom slovenske živinoreje po metodi GWP^* je prispevalo razmeroma uspešno dejansko zmanjševanje izpustov metana (plina). Za razliko od ogljikovega dioksida, pri katerem se z vsakim novim izpustom koncentracija v atmosferi poveča, pri metanu za doseganje ničelnih izpustov le teh ni treba zmanjšati na nič. Zadostuje že zmanjševanje za približno 0,3 % na leto [25] in v Sloveniji smo v določenih obdobjih to že dosegali. Če izpuste zmanjšujemo hitreje, se bo planet ohlajal. Na drugi strani pa se moramo zavedati, da je ob morebitnem hitrem povečevanju izpustov metana njegov učinek na globalno segrevanje večji, kot ga ocenimo z metodo GWP_{100} . Metoda GWP^* to jasno izkazuje [25].

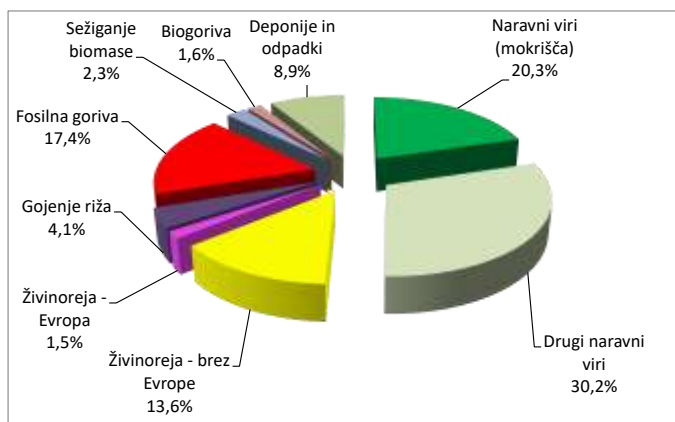
4. Potencial slovenske in evropske živinoreje za zmanjšanje koncentracij metana v ozračju

Kljub temu, da z vzdržnimi izpusti metana živinoreja ne prispeva k dodatnemu globalnemu segrevanju, prizadevanja za

zmanjšanje izpustov niso odveč. Z zmanjševanjem izpustov se v atmosferi vzpostavi novo ravnotežje med oksidacijo metana in novimi (sprotnimi) izpusti. Z zmanjšanjem izpustov se koncentracija metana v atmosferi zmanjša in temu sledi ohlajanje planeta. Gre za privlačno rešitev, ki pa ima omejen realni potencial, saj je bil le ta v Evropi v precejšnjem obsegu že izkoriščen. S povečevanjem učinkovitosti reje v Evropi priredimo enako količino mesa, mleka in jajc z znatno manjšim številom živali kot nekoč. Evropa je edini kontinent, na katerem se izpusti zmanjšujejo že več desetletij [26] (Saunois in sod., 2020). V Sloveniji so se od leta 1986 zmanjšali za 16,5 % [27]. To pomeni, da je zaradi slovenske in evropske živinoreje v atmosferi trenutno manj metana, kot ga je bilo nekoč. Tudi ocene za bistveno daljše obdobje (več kot 100 let) kažejo na zmanjševanje izpustov metana. V Nemčiji so izpusti metana iz prebavil rejnih živali že od leta 2003 pod ravno iz leta 1892 [28]. Za Slovenijo podatkov o izpustih pred letom 1985 nimamo, podatki o številu živine na število prebivalcev pa kaže, da je bila živinoreja na našem ozemlju relativno pomembnejša kot je sedaj. Pred prvo svetovno vojno smo imeli na 1000 prebivalcev približno dvakrat več govedi, skoraj petkrat več prašičev, dobrih 10 % več drobnice in približno šestkrat več konj kot sedaj (preračunano na podlagi [29] in [30]).

K metanu v atmosferi prispevajo številni naravni in antropogeni viri (Slika 2). Po podatkih Global Methane Budget [26] je od skupnih izpustov približno polovica naravnih, polovica pa antropogenih. Pri antropogenih so ob izpustih zaradi rabe fosilnih goriv in izpustih iz živinoreje pomembni še izpusti iz deponij in odpadkov, izpusti iz riževih polj, izpusti zaradi sežiganja biomase in izpusti zaradi rabe biogoriv. Na podlagi bilanc metana in ob upoštevanju njegove kratke obstojnosti v ozračju je mogoče oceniti, da bi se z ukinitvijo vse evropske

živinoreje koncentracija metana v ozračju zmanjšala za 1,5 %. Dejanski potencial je precej manjši. Podrobni podatki kažejo, da v EU-27 80,3 % metana v živinoreji prihaja iz prebavil rejnih živali, 19,7 % pa iz skladišč za živinska gnojila [31]. Če bi uspeli ves metan iz skladišč za živinska gnojila zajeti v bioplin za proizvodnjo obnovljive energije in izpuste iz prebavil zmanjšati za 30 % (npr. z dodatki inhibitorjev metanogeneze v krmne obroke, [32]), bi se izpusti in posledično koncentracije metana v ozračju zmanjšale za približno 0,65 % (lastni preračuni).



Slika 2: Struktura globalnih izpustov metana (ocene za obdobje 2008-2017, vir podatkov Saunois in sod., 2020 [26])

5. Prispevek živinoreje k ponorom ogljikovega dioksida

Z živinorejo povezane dejavnosti lahko prispevajo k blaženju podnebnih sprememb z odvzemom ogljikovega dioksida iz ozračja. Gre za ugoden učinek dobro vodene živinoreje na zaloge ogljika v kmetijskih tleh. Z rejo govedi, drobnice in konj vzdržujemo obsežne travnike, ki izkazujejo ponor ogljikovega

dioksida. V letu 2022 je ta v Sloveniji obsegal 314,2 kt ekv CO₂ [33]. Pomeni, da je ta ponor izničil vse izpuste iz živinoreje, če jih obračunamo z metodo GWP* (podatki so v Tabeli 1). Živinska gnojila povečujejo tudi zaloge organskega ogljika v njivskih tleh. Rezultati tridesetletnega kolobarnega poskusa na dveh lokacijah [34] kažejo, da so se zaloge organskega ogljika pri gnojenju s hlevskim gnojem povečale bolj kot pri zaoravanju žetvenih ostankov (v Jabljah za 35 %, v Rakičanu pa za 69 %, Tabela 2).

Tabela 2: Vpliv gnojenja s hlevskim gnojem na spremembe zalog organskega ogljika v njivskih tleh med izvajanjem dolgoletnih (1993-2023) kolobarnih poskusov (koruza/pšenica/ ozimni ječmen ali jari oves) na dveh lokacijah (Kolmanič in sod., 2025, [34])

Postopek	Jablje	Rakičan
Odvzem celotnega pridelka nadzemne biomase	- 0,7 t/ha	+ 7,0 t/ha
Zaoravanje žetvenih ostankov	+ 2,6 t/ha	+ 7,0 t/ha
Gnojenje s hlevskim gnojem ^a	+ 3,5 t/ha	+ 11,8 t/ha

^a 30 t vsako tretje leto

6. Sklep

Sklenemo lahko, da splošno uveljavljena metoda preračunavanja izpustov metana v ekvivalente ogljikovega dioksida (GWP₁₀₀) zelo precenjuje učinek slovenske živinoreje na segrevanje zemeljskega površja. Letni izpusti metana se zmanjšujejo in ob upoštevanju relativno kratke obstojnosti metana v ozračju ugotavljamo, da je zaradi slovenske živinoreje v ozračju manj metana, kot ga je bilo nekoč. Poleg tega prispeva živinoreja z vzdrževanjem travnikov in z vnosom živinskih

gnojil v tla k odvzemom ogljikovega dioksida iz ozračja. S precenjenim prispevkom slovenske živinoreje k podnebnim spremembam so povezani nekateri negativni pojavi kot so: a) neupravičena stigmatizacija poklica živinorejca in b) pritiski na strokovno neutemeljeno prilagajanje prehranskih smernic, ki bi morale v prvi vrsti upoštevati zdravstvene vidike prehranjevanja. Pretiravanje z učinkom živinoreje na podnebje povzroča tudi preusmerjanje pozornosti od nekaterih pravih izzivov živinoreje kot so: a) zmanjšanje sproščanja dušikovih spojin v okolje, b) izboljšanje počutja živali, c) zmanjšanje uporabe krme, ki bi jo lahko namenili neposredni prehrani prebivalstva, d) izboljšanje izkoriščanja travniške krme za prirejo živalskih proizvodov in e) ohranitev integriranih in diverzificiranih načinov kmetovanja s kombiniranjem rastlinske pridelave in živinoreje.

Literatura

1. Hackmann T.J., Spain J.N. (2010). Invited review: ruminant ecology and evolution: perspectives useful to ruminant livestock research and production. *Journal of Dairy Science*, 93(4), 1320-34. DOI: [10.3168/jds.2009-2071](https://doi.org/10.3168/jds.2009-2071)
2. Windisch, W. (2021) Can we do without livestock? *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 16, 193–194. DOI: [10.1007/s00003-021-01338-w](https://doi.org/10.1007/s00003-021-01338-w)
3. Verbič, J. (2002). Factors affecting microbial protein synthesis in the rumen with emphasis on diets containing forages. V: 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchproduktion und Rindermast. 24. in 25. april 2002. Irdning: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, 13-18. https://raumberg-gumpenstein.at/jdownloads/Tagungen/Viehwirtschaftstagung/Viehwirtschaftstagung_2002/1v_2002_verbic.pdf
4. Breirem, K. (1952). Kellner, Oscar – (May 13, 1851 – September 22, 1911). *Journal of Nutrition*, 47, 3-10.
5. Kellner, O. (1905) Die Ernährung der landwirtschaftliche Nutztiere. Berlin, Paul Parey, 594 s

6. Anon. (1918). Presojanje krmil po škrobnih vrednotah. Gospodarska navodila št. 62, Ljubljana, Kranjska C.Kr. kmetijska družba, 12. s.
7. IPCC (1992). Climate Change: The 1990 and 1992 IPCC Assessments. IPCC first assessment report. Overview and policymaker summaries and 1992 IPCC supplement. <https://www.ipcc.ch/report/climate-change-the-ipcc-1990-and-1992-assessments/>
8. Verbič, J., Podgoršek, P. (2001). Ocena izpustov toplogrednih plinov iz kmetijstva v Sloveniji: 1. Gibanja izpustov v živinoreji. Sodobno kmetijstvo, 34(1), 2-4.
9. Verbič, J., Sušin, J., Podgoršek, P. (2002). Ocena izpustov toplogrednih plinov iz kmetijstva v Sloveniji: 3. Struktura izpustov in možnosti za zmanjšanje. Sodobno kmetijstvo, 34(2), 64-71.
10. FAO (2006). Livestock's long shadow. Environmental issues and options. FAO, 390 s. <https://www.fao.org/4/a0701e/a0701e00.htm> (4. 9. 2023)
11. Mekinda Majaron, T. (2024). Izpusti toplogrednih plinov [PB03]. Kazalci okolja v Sloveniji, ARSO, <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/izpusti-toplogrednih-plinov-12> (4.4.2024)
12. FAO (2024). FAOSTAT Statistical Database. Food and agriculture data. <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (17.7.2024)
13. Bote, M., Mago, S., Hofisi, C. (2014). Innovative rural financing in Zimbabwe: A case of cattle banking. International Business & Economics Research Journal, 13(4), 815-822. DOI: [10.19030/iber.v13i4.8689](https://doi.org/10.19030/iber.v13i4.8689)
14. Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B., Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
15. IPCC (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, R. J. B., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., Zhou, B. editors. Cambridge University Press, Cambridge United Kingdom and New York USA, 2391 pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/9781009157896>.
16. Smith, S.M., Lowe, J.A., Bowerman, N.H.A., Gohar, L.K., Huntingford, C., Allen, M.R. (2012). Equivalence of greenhouse-gas emissions for peak temperature limits. Nature Climate Change, 2: 535–538. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate1496>.

17. Cain, M., Jenkins, S., Allen, M.R., Lynch, J., Frame, D.J., Macey, A.H., Peters, G.P. (2021). Methane and the Paris Agreement temperature goals. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 380:20200456. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0456>.
18. IPCC (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. editors. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York USA, 2029 pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/9781009157926.002>.
19. UNFCCC 2023. Report on the Conference of the Parties on its twenty-seventh session, held in Sharm el-Sheikh from 6 to 20 November 2022. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its twenty-seventh session. DOI: <https://unfccc.int/documents/626564>. (26. 2. 2024)
20. Verbič, J. (2021) Scenariji zmanjševanja emisij TGP do leta 2050 za sektor kmetijstvo: predavanje na posvetu Predstavitev analize scenarijev zmanjševanja emisij TPG v sektorjih kmetijstvo in LULUCf, Institut Jožef Stefan, Ljubljana, 3. mar. 2021.
21. Verbič, J. (2021). Izzivi slovenske živinoreje na področju zmanjševanja njenih vplivov na okolje. V: SALOBIR, Janez (ur.), KUNEJ, Tanja (ur.). Nekateri vidiki trajnostne prehrane živali. 8. znanstveni posvet Raziskovalni izzivi v živinoreji - Ločniškarjevi dnevi 2021, 25. 11. 2021, Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 9.
22. Verbič, J., Pečnik, Ž., Sušin, J., Đorić, M., Petelin-Visočnik, B. (2021). Podnebno ogledalo 2021: Kmetijstvo. Ljubljana: Inštitut Jožef Stefan, 38 s.
23. Cain, M., Lynch, J., Allen, M. R., Fuglestedt, J. S., Frame, D. J., Macey, A. H. (2019). Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants. *npj Climate and Atmospheric Science*, 2, 29. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41612-019-0086-4>
24. KIS (2024) Emisije metana, didušikovega oksida, ogljikovega dioksida, amonijaka, NMVOC, NOX, PM10 in PM2,5 v kmetijstvu. Emisijske evidence, Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije. (16. 8. 2024, interni podatki).
25. Lynch, J., Cain, M., Pierrehumbert, R., Allen, M. (2020). Demonstrating GWP*: a means of reporting warming-equivalent emissions that captures the contrasting impacts of short- and long-lived climate pollutants. *Environmental Research Letters*, 15 (4), 044023. DOI 10.1088/1748-9326/ab6d7e

26. Saunio, M., Stavert, A.R., Poulter, B., Bousquet, P., Canadell, J.G., Jackson, R.B., Raymond, P.A., Dlugokencky, E.J., Houweling, S., Patra, P.K., Ciais, P., Arora, V.K., Bastviken, D., Bergamaschi, P., Blake, D.R., Brailsford, G., Bruhwiler, L., Carlson, K.M., Carrol, M., Castaldi, S., Chandra, N., Crevoisier, C., Crill, P.M., Covey, K., Curry, C.L., Etiope, G., Frankenberg, C., Gedney, N., Hegglin, M.I., Höglund-Isaksson, L., Hugelius, G., Ishizawa, M., Ito, A., Janssens-Maenhout, G., Jensen, K.M., Joos, F., Kleinen, T., Krummel, P.B., Langenfelds, R.L., Laruelle, G.G., Liu, L., Machida, T., Maksyutov, S., McDonald, K.C., McNorton, J., Miller, P.A., Melton, J.R., Morino, I., Müller, J., Murguía-Flores, F., Naik, V., Niwa, Y., Noce, S., O'Doherty, S., Parker, R.J., Peng, C., Peng, S., Peters, G.P., Prigent, C., Prinn, R., Ramonet, M., Regnier, P., Riley, W.J., Rosentreter, J.A., Segers, A., Simpson, I.J., Shi, H., Smith, S.J., Steele, L.P., Thornton, B.F., Tian, H., Tohjima, Y., Tubiello, F.N., Tsuruta, A., Viovy, N., Voulgarakis, A., Weber, T.S., van Weele, M., van der Werf, G.R., Weiss, R.F., Worthy, D., Wunch, D., Yin, Y., Yoshida, Y., Zhang, W., Zhang, Z., Zhao, Y., Zheng, B., Zhu, Q., Zhu, Q., Zhuang, Q. (2020). The Global Methane Budget 2000–2017, *Earth System Science Data* 12, 1561–1623. DOI: <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>.
27. Verbič, J., Pečnik, Ž. (2024). Izpusti metana in didušikovega oksida (KM14). Agencija RS za okolje, Kazalci okolja. <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/izpusti-metana-didusikovega-okside-5> (19. 11. 2024)
28. Kuhla, B.; Viereck, G. (2022). Enteric methane emission factors, total emissions and intensities from Germany's livestock in the late 19th century: A comparison with the today's emission rates and intensities. *Science of the Total Environment*, 848, 157754, (29. 11. 2022). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157754>
29. Brezigar, M. (1918). *Osnutek slovenskega narodnega gospodarstva*. Celje, Omladina, 198 s.
30. SURS (2024). SiStat. Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije. <https://pxweb.stat.si/SiStat/sl/Podrocja/Index/85/kmetijstvo-gozdarstvo-in-ribistvo> (16. 8. 2024)
31. EEA (2025). EEA greenhouse gases — data viewer. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer> (19. 11. 2024)
32. Yu, G., Beauchemin, K.A., Dong, R. (2021). A review of 3-nitrooxypropanol for enteric methane mitigation from ruminant livestock. *Animals*, 11(12), 3540, <https://doi.org/10.3390/ani11123540>.

33. Mekinda Majaron, T., Logar, M., Verbič, J., Pečnik, Ž., Mali, B., Kušar, G., Stare, R. (2024). Slovenia's national inventory report 2024. GHG emissions inventories 1986-2022. Submitted under the United nations framework convention on climate change. Ljubljana: Ministry of the Environment and Spatial Planning: Slovenian Environment Agency, 2024, 395 s.
34. Kolmanič, A., Žnidaršič Pongrac, V., Ograjšek, S., Verbič, J. (2025). Zaloge organskega ogljika v tleh po tridesetih letih večletnih poskusov IOSDV v Sloveniji. V: Šantavec, I., Čeh, B., Stajnko, D. in Dolničar, P. (ur), Novi izzivi v agronomiji 2025, Zbornik simpozija, Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo, 244-251.