

PRİČAKOVANE POSLEDICE PODNEBNIH SPREMOMB V SLOVENIJI Tanja Čelebič

UDK: 911.2:551.583(497.4)
COBISS: 1.04

IZVLEČEK

Príčakovane posledice podnebnih sprememb v Sloveniji

Članek opisuje spremembe v slovenskih makroregijah, ki jih je pričakovati pod vplivom podnebnih sprememb. Znanstveniki ugotavljajo, da so se povprečne letne temperature zraka v Sloveniji v zadnjih desetletjih povišale, medtem ko se količina padavin ni bistveno spremenila. V 21. stoletju naj bi prišlo do otoplitve, medtem ko so napovedi glede padavin bolj nezanesljive. Podnebne spremembe bodo močno vplivale na življenje. Posledice podnebnih sprememb se bodo razlikovale. V različnih slovenskih makroregijah bodo posledice različne, tako pozitivne kot negativne.

KLJUČNE BESEDE

podnebje, Slovenija, podnebne spremembe

ABSTRACT

Anticipated effects of climatic changes in Slovenia

Changes in Slovenian macroregions are described, as they are anticipated due to the influence of climatic changes. The scientists have established that the average yearly air temperatures in Slovenia have increased in the last decades, while the precipitation amount has not changed significantly. Warming up is anticipated in the 21st century, while the forecasts made for precipitation have proved to be less reliable. Climatic changes will strongly influence the life. The effects of climatic changes will vary from one Slovenian macroregion to another and they will be positive as well as negative.

KEY WORDS

climate, Slovenia, climatic changes

AVTORICA

Tanja Čelebič,

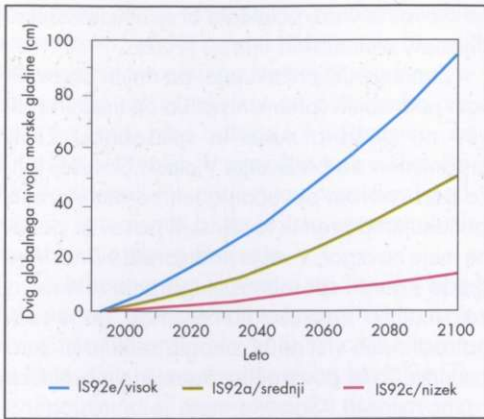
Naziv: univerzitetna dipl. geografinja
Naslov: Gospodinjška 17, 1000 Ljubljana, Slovenija
Telefon: +386 (0)1 505 24 59

Podnebne spremembe napovedujejo s pomočjo podnebnih modelov. Najbolj razviti so globalni cirkulacijski modeli – GCM modeli. So splošni modeli cirkulacije v oceanih in atmosferi; vključujejo predstavitev procesov na zemeljskem površju, procesov, povezanih z oceani, in mnoge druge procese. Temeljijo na fizikalnih zakonih, ki pojasnjujejo atmosfersko in oceansko dinamiko, dopolnjujejo pa jih empirični podatki. Večina poskusov je namenjena ocenam vplivov podvojenih koncentracij ogljikovega dioksida na svetovne podnebne spremembe. V zvezi z različnimi scenariji so določene nejasnosti, povezane:

- z emisijami toplogrednih plinov (le-te so odvisne od družbenogospodarskih, prebivalstvenih in političnih dejavnikov),
- s povratnimi učinki (gozdovi, oblaki ...),
- z naravno spremenljivostjo podnebja,
- z regionalno razporeditvijo podnebnih sprememb,
- s poenostavitvami GCM simulacij,
- s pogostostjo in intenzivnostjo ekstremnih vremenskih pojavov,
- z učinki polarnega ledu na dvig morske gladine (3).

Napovedi antropogeno povzročenih podnebnih sprememb so odvisne od napovedi bodočih emisij toplogrednih plinov in aerosolov. Za njihovo predvidevanje znanstveniki uporabljajo emisijske scenarije. Tako emisijski scenarij IS92 vključuje napovedi emisij CO₂, CH₄, N₂O, halokarbonov (CFC in njihovih nadomestkov HCFC in HFC) in vplivov troposferskega ozona, sulfatnih aerosolov ter aerosolov od zgorevanja biomase do leta 2100 (1, 2, 3).

Znanstveniki so dokazali, da so se globalne temperature zraka na zemeljski površini od konca 19. stoletja do zdaj povečale za 0,3–0,6 °C, od tega v zadnjih 40 letih za okrog 0,2–0,3 °C. Za 20. stoletje je značilno tudi skromno pozitivno naraščanje količine padavin (za odstotek). Količina se je najbolj povečala v višjih zemljepisnih širinah severne poloble v zimskih mesecih. Napovedi globalnih padavin za vnaprej so neenotne; lahko pride tako do povečanja kot do zmanjšanja namočenoosti. Napovedi temperaturnih sprememb so bolj



Slika 1: Predviden dvig morske gladine do leta 2100 (1, 2).

enosmerne. V zadnjem času je splošno sprejeto, da naj bi se globalne temperature povečale. Z večanjem koncentracij CO_2 podnebni modeli napovedujejo največje segrevanje ozračja v višjih zemljepisnih širinah. Segrevanje bo v povprečju največje pozno jeseni in pozimi. Povečala se bo tudi pogostost naravnih ujm, na primer močnih nalivov, poplav, suš, požev (2).

V Evropi je bil za 20. stoletje značilen trend naraščanja količine padavin, le v južnem delu celine se je količina zmanjševala. V prihodnje je pričakovati večje naraščanje v zimskem in manjše naraščanje v poletnem času. V južni Evropi naj bi temperaturna rast dosegla $1,5^\circ\text{C}$, v severni pa kar $2,5\text{--}4,5^\circ\text{C}$. Večina podnebnih modelov predvideva, da bo zaradi učinka tople grede v južni Evropi poleti padavin manj (4). Tako naj bi se na območjih, ki zajemajo Sredozemlje in srednjo Evropo, količina padavin zmanjšala do 20%, na območjih severno od Alp pa povečala za 10–50% (10).

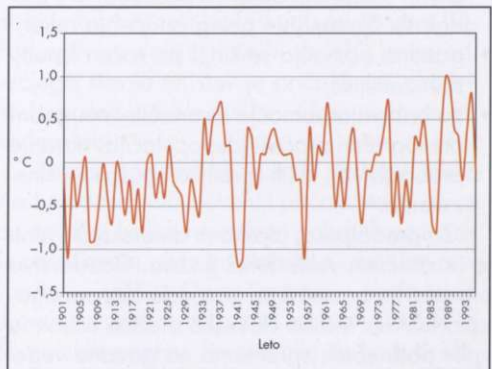
Opazovanja so pokazala, da so bile temperature zraka v Sloveniji v zadnjih letih višje od dolgoletnih povprečij. V Ljubljani so bili nadpovprečno topli vsi meseci, razen oktobra. Na Kredarici se je po 2. svetovni vojni občutno otopila zima. Letne količine padavin se v Ljubljani v zadnjih 140 letih sicer niso občutno spremenile, vendar se je višek padavin premaknil z oktobra na junij (5). Meteorologi zaznavajo

krajšanje trajanja snežne odeje, skrčil se je tudi triglavski ledenik.

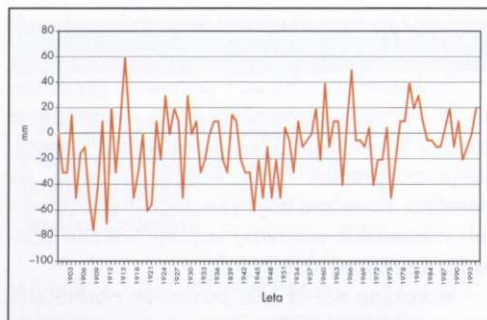
Podnebni scenarij za v prihodnje predvideva povečanje povprečne letne temperature zraka v Sloveniji za 1°C in zvečanje ali zmanjšanje povprečnih letnih količin padavin za desetino. Povečala naj bi se pogostost ekstremnih vremenskih pojavov, trajanje snežne odeje pa še naprej skrajševalo.

In kakšne naj bi bile posledice podnebnih sprememb? Preden jih začnemo podrobneje opisovati, velja opozoriti na še nekaj svojiskih značilnosti Slovenije. Naša država je na stiku štirih evropskih makroregij (Alpe, Panonska nižina, Sredozemlje in Dinarsko gorstvo). Lahko jo razdelimo na pet makroregij (submediteranska Slovenija, subpanonska Slovenija, dinarska Slovenija, alpska Slovenija in predalpska Slovenija), ki se razlikujejo tako po naravnogeografskih kot po družbenogeografskih značilnostih. Glede na to, da so za vsako makroregijo značilne samosvoje poteze, je pričakovati, da se bodo posledice podnebnih sprememb med posameznimi makroregijami pomembno razlikovale. V vsaki od njih se bodo pojavljali določeni problemi in določene pozitivne posledice.

Podnebne spremembe bodo vplivale na posamezne pokrajnotvorne prvine (rastlinstvo, živalstvo, vodovje, relief, prst, človek – zdravje) in gospodarske dejavnosti (kmetijstvo, gozdarstvo, turizem, oskrba z energijo, oskrba z vodo). Posledice podnebnih sprememb bodo močne, zmerne



Slika 2: Odstopanje povprečnih letnih temperatur zraka v Evropi v obdobju 1901–1995 od dolgoletnega povprečja (11).



Slika 3: Odstopanje povprečnih letnih količin padavin v Evropi v obdobju 1901–1995 od dolgoletnega povprečja (11).

ali šibke, pozitivne ali negativne. Problem tovrstnega napovedovanja je v dejstvu, da znanost ne more natančno predvideti podnebnih sprememb, zato tudi ni mogoče natančno predvideti njihovih posledic. Zato je v nadaljevanju poudarek na navajanju pričakovanih problemov, ne pa na podajanju kvantitativnih ocen o tem, za koliko se bo določen pojav spremenil.

V predalpski in alpski Sloveniji so naravne razmere za kmetovanje slabe. Poljedelstvo poleg neugodnih reliefnih razmer (strmi nakloni!) omejujejo tudi podnebni dejavniki. Z naraščanjem temperature zraka bi lahko prišlo do premika potencialne zgornje meje pridelovanja kmetijskih kultur v višje nadmorske višine, kar bi lahko bilo pozitivno, a se tega najbrž ne bo izkoristilo. Razlogi za to so naslednji:

- glavni omejitveni dejavnik poljedelstva v predalpski Sloveniji je poleg podnebja relief,
- gozdna območja se širijo na račun kmetijskih zemljišč,
- za hribovita območja so značilni neugodni demografski procesi (depopulacija, staranje prebivalstva), ki jih spremlja opuščanje kmetovanja.

Za predalpsko, alpsko in dinarsko Slovenijo je značilen velik delež gozda. Gozdarstvo predstavlja pomembno gospodarsko panogo, zato lahko z vidika človeške družbe ocenimo vpliv podnebnih sprememb na gozdno vegetacijo kot zelo pomemben. Več negativnih posledic je pričakovati za gozdno vegetacijo: alohtona smreka, ki prevladuje, je hladnoljub-

na drevesna vrsta; povečala bi se nevarnost škodljivcev, vremenskih ujm ... (1, 2).

Znanstveniki pričakujejo, da naj bi pod vplivom podnebnih sprememb prišlo do močnih vplivov na gozdno mejo in sposobnost živih organizmov za preživetje. V alpski Sloveniji lahko pod vplivom povečanja temperature zraka pričakujemo premik rastlinskih pasov in gozdne meje navzgor, v večje nadmorske višine. Vendar je v gorah sposobnost migriranja rastlinstva zelo majhna, zato obstaja nevarnost, da se večina rastlinskih vrst ne bi zmogla seliti in bi zato izumrla. To bi povzročilo zmanjšanje biološke raznovrstnosti. Gozdna meja je antropogeno znižana, zato je toliko bolj ranljiva in bi bila biološka raznovrstnost ob njej še bolj ogrožena. V Alpah je tudi mnogo endemitov, ki preživijo le v svojskih življenjskih okoliščinah; spremenjene podnebne razmere bi močno zmanjšale sposobnost njihovega preživetja. Vprašanje, kako preprečevati negativne posledice podnebnih sprememb na živa bitja, predvsem na izumiranje posameznih živalskih in rastlinskih vrst, ostaja odprto.

V alpski Sloveniji je trajanje snežne odeje najdaljše. V zadnjih desetletjih je opazna težnja skrajševanja trajanja in tanjšanja debeline snežne odeje, kar vpliva na trajanje smučarske sezone. Rešitev se kaže v umetnem zasneževanju. Upoštevati je potrebno, da so naši gorski turistični kraji vse bolj usmerjeni v poletni turizem in da širijo turistično ponudbo z vključevanjem športnih dejavnosti, ki niso povezane s snegom. Zato lahko pričakujemo, da skrajšanje snežne odeje gorskih turističnih krajev ne bo prizadelo v tolikšni meri kot velikih smučarskih središč v tujini (6).

Krajšanje trajanja snežne odeje bo imelo določene posledice tudi za vodovje. Tako bodo viški pretokov na vodotokih, ki so odvisni od taljenja snega oziroma snežne retinence, nastopili prej. Sčasoma lahko pričakujemo tudi spremembo rečnih režimov.

Za dinarsko Slovenijo je značilna prevlada kraska in kraškega vodnega odtoka. Tipične so vsakoletne poplave kraških polj in kraški izviri, ki predstavljajo pomemben vir pitne vode, zato bi bil vpliv podnebnih sprememb na

zmanjšanje ali povečanje njihove izdatnosti zelo pomemben. Vendar predvidevamo, da bi podnebne spremembe na podzemeljsko vodno mrežo vplivale počasneje kot na površinsko, saj vode na krasu hitro odtečejo v podzemlje. Za dinarsko Slovenijo je značilno tudi veliko število podzemeljskih endemitov; v primeru podnebnih sprememb bi prišlo do spremenjenih razmer za njihovo življenje.

Za subpanonsko Slovenijo sta značilni kmetijski panogi sadjarstvo in vinogradništvo. Tu je ob submediteranski Sloveniji trajanje sončnega obsevanja in vegetacijske dobe najdaljše (7). V prihodnje naj bi se vegetacijska doba pričela prej (10). Na prvi pogled bi to lahko ocenili za pozitivno, vendar pa ne smemo zanemariti dejstva, da bi se v tem smeru povečala nevarnost pozeb; prav vinska trta, sadno drevje in nekatere vrste zelenjave so na nizke temperature zraka zelo občutljive (1, 10). V primeru povečanih temperatur zraka bi prišlo do pomika potencialne meje uspevanja vinske trte v večje nadmorske višine. Kmetijstvo bo ogrožala tudi pogostejša suša, zlasti v poletnih mesecih. To bi lahko bilo neugodno za pridelavo zgodnje zelenjave in sadja, ki potrebuje sorazmerno velike količine vode v rasti dobi. Zato bi bilo potrebno večjo pozornost nameniti namakanju. Po Matičiču (8) je intenzivno namakanje smiselno v sadjarstvu in vrtnarstvu. Možni vodni viri so površinski vodni zadrževalniki, kali, odpadne vode ... Problem je v dejstvu, da so potrebe po namakanju in vodi največje takrat, ko je na razpolago najmanj vode.

V subpanonski Sloveniji je kmetijstvo podobno kot v submediteranski Sloveniji pomembna gospodarska dejavnost. Zato bodo vplivi podnebnih sprememb na kmetijstvo v tej makroregiji zelo pomembni. Prihajalo bo do problemov, povezanih s sušami, pozebami in drugimi ujami, v sadjarstvu in vinogradništvu. Za subpanonsko Slovenijo je značilna tudi pridelava žit in koruze (Pomurje, Dravsko in Ptujsko polje, Krška kotlina) (11). Obstajajo napovedi, da naj bi se pridelava nekaterih kmetijskih kultur pod vplivom povečanih koncentracij CO₂ povečala. Tovrstne pozitivne posledice podnebnih sprememb bi utegnili izničiti nekateri negativni pod-

nebni učinki, zlasti povečana pogostost ekstremnih vremenskih pojavov (suša, pozeba, močni nalivi, neurja s točo in vetrom ...) (10). Vinorodne lege v subpanonski Sloveniji praviloma spadajo med usadna območja. Zaradi pogostejših in močnejših nališov ter daljših deževnih obdobj se naj bi nevarnost usadov povečala.

Spremenjenim razmeram se lahko kmetovalci prilagajajo z ustreznimi ukrepi:

- z izborom kmetijskih rastlin, prilagojenih toplejšim podnebnim razmeram,
- z izboljševanjem genetskih značilnosti kulturnih rastlin,
- z izboljševanjem protitočne zaščite in zaščite kmetijskih kultur pred pozebami,
- z zagotavljanjem zadostnih količin vode za namakanje,
- s prilagajanjem rabe tal na usadnih območjih,
- s povečano porabo sredstev za zatiranje škodljivcev, katerih možnost preživetja se bo v toplejših podnebnih razmerah povečala.

V subpanonski in submediteranski Sloveniji se bodo na območjih s pomanjkanjem vode v sušnih poletnih mesecih povečali problemi v zvezi z zagotavljanjem zadostnih količin pitne vode. Rešitev je v izgradnji daljinskih vodovodnih sistemov, gradnji večnamenskih zadrževalnikov, zmanjšanju izgub v vodovodnem omrežju, varovanju kakovosti vodnih virov, varčevanju s pitno vodo ...

V poletnih mesecih se vodostaji vodotokov v jadranskem povodju močno znižajo. Posledica je zmanjšanje njihovih samočistilnih sposobnosti in ogroženost biološkega minimuma (9). Pod vplivom daljših sušnih obdobj in zaradi večjega števila turistov je pričakovati zaostritev tovrstne problematike, zlasti težave pri vodooskrbi.

Zaradi pogostejših sušnih obdobj lahko v submediteranski Sloveniji pričakujemo, da se bo že zdaj velika nevarnost gozdnih požarov še povečevala, zato bo potrebno izboljšati protipožarno zaščito. Območja z nizko obalo bodo ogrožena zaradi dviganja morske gladine in obmorskih poplav. Spremenila se bo tudi slanost morja, temperatura morske vode se bo povečala, vendar natančne vrednosti ni mogoče napovedati (1, 2, 10).

V submediteranski Sloveniji je najdaljše trajanje sončnega obsevanja. Pričakujemo lahko še ugodnejše možnosti za koriščenje sončne energije, kar je samo po sebi pozitivno. Vendar je problem v tem, da je trajanje sončnega obsevanja najdaljše v poletnih mesecih, ko so potrebe po energiji za ogrevanje najmanjše; trajanje kurilne sezone bo krajše. Po drugi strani naj bi se v poletnih mesecih povečale potrebe po energiji za hlajenje prostorov (10).

Ena od posledic podnebnih sprememb bodo tudi spremenjene možnosti za izrabo vodne energije. Za Dravo, kjer je večina slovenskih hidroelektrarn, je značilen snežni rečni režim. Ob hitrejšem taljenju snega bi viški pretokov nastopili prej, nižki naj bi bili še nižji. Ob tem naj bi na rabo vodne energije vplivali še spremenjena letna količina padavin, spremenjena razporeditev padavin po mesecih, hidrološke suše, daljša deževja ter močnejši nalivi.

V subpanonski Sloveniji naj bi podnebne spremembe vplivale tudi na močvirja, pomembne naravne ekosisteme z veliko biološko raznovrstnostjo. Ob tovrstnem vrednotenju je potrebno upoštevati tudi vpliv človeka, saj se je v zadnjih desetletjih površina močvirij zaradi melioracij z osuševanju zmanjšala.

Kotlinsko-dolinska območja so v zadnjih desetletjih območja intenzivnega zgoščanja prebivalstva, gospodarskih dejavnosti in infrastrukture. Pričakovati je, da se bodo tovrstne težnje še nadaljevale, obenem pa lahko ravnano na teh območjih pričakujemo nekaj negativnih posledic podnebnih sprememb. V prihodnje naj bi se najbolj povečala nevarnost poplav (10). Poplave že zdaj ogrožajo imetje in povzročajo škodo na infrastrukturi, v primeru močnejših in pogostejših poplav pa pričakujemo še poslabšanje stanja. Zato bi bilo potrebno z urejanjem hudournikov, gradnjo zadrževalnikov visokih voda in drugimi ukrepi izboljšati obrambo pred poplavami. Kotlinsko-dolinska območja so tudi naša glavna območja podtalnice. Kako se bo pod vplivom podnebnih sprememb obnašala gladina talne vode, je težko zanesljivo napovedati.

V poletnih mesecih bo pod vplivom povečanih temperatur zraka in povečanih koncentracij talnega ozona človekovo zdravje še bolj ogroženo. Predvidevamo, da bodo podnebne spremembe močno vplivale na življenje in delovanje človeške družbe, zato bo potrebno poiskati ustrezne strategije prilagajanja spremenjenim bivanjskim razmeram.

tracij talnega ozona človekovo zdravje še bolj ogroženo. Predvidevamo, da bodo podnebne spremembe močno vplivale na življenje in delovanje človeške družbe, zato bo potrebno poiskati ustrezne strategije prilagajanja spremenjenim bivanjskim razmeram.

1. *Climate Change 1995. Adaptations and Mitigation of Climate Change. Scientific-Technical Analyses: Contribution of Working Group I. to Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press. Cambridge, 1996.
2. *Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I. to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press. Cambridge, 1996.
3. *Climate Change and Human Health.* Geneva World Health Organisation, 1996.
4. Galičič, M. 1995: Kakšno bo podnebje v prihodnjem stoletju? *Življenje in tehnika*, XVIII/9.
5. Gams, I., Krevs, M. 1990: Klimatska nihanja po vojni pri nas. *Ujma*, 4.
6. Jeršič, M. 1997: Turistična rekreacija in urejanje prostora. *Academia Turistica: Aktualna znanstvena turistična misel. Nacionalno turistično združenje.* Portorož.
7. Kajfež-Bogataj, L. 1992: Vpliv pričakovanih klimatskih sprememb na živi svet. *Geografija v šoli*, 2.
8. Matičič, B. 1994: Suša in namakanje v Sloveniji. *Ujma*, 8.
9. Pečenko, A. 1994: Določanje stopenj požarne ogroženosti naravnega okolja v Sloveniji. *Ujma*, 8.
10. Plut, D. 1997: Pokrajinski vidiki vloge vodnih virov v sonaravnem razvoju Slovenije. *Okolje*, 1-2.
11. *The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability.* The Press Syndicate of the University of Cambridge. Cambridge, 1998.
12. Vrišer, I. 1998: *Gospodarska geografija. Geografija Slovenije.* Slovenska matica. Ljubljana.