

# O NAPOVEDANI PODNEBNI SPREMEMBI IN NJENEM VPLIVU NA NARAVNE NESREČE V SLOVENIJI

## On the Predicted Climate Change and its Influence on Natural Disasters in Slovenia

Ivan Gams\*

UDK 551.58:502.58(497.4)

### Povzetek

Sredstva javnega obveščanja in strokovnjaki so zelo neenotni glede vzrokov, obsega in posledic otoplitve svetovnega ozračja zaradi antropogenih emisij toplogrednih plinov. Na kratko so povzete ugotovitve Medvladnega panela za podnebno spremembo (IPCC) kot plod usklajenega raziskovanja tega vprašanje. Novejše zvišanje letnih temperatur, ki smo mu delno priča tudi v Sloveniji, pa si lahko razlagamo tudi s povrnitvijo toplejšega podnebja izpred "male ledene dobe". Po obeh variantah lahko pričakujemo premaknitev podnebnih pasov proti severu Evrope. V tem članku ocenjujemo, katere naravne in njim podobne nesreče bi predvidena otoplitev povečala v celinski Sloveniji.

### Abstract

Since the little ice age, winter temperatures in Slovenia have gradually increased by a few tenths of a degree Centigrade. In the nearby Italian city of Trieste, where a weather station has been continuously located on the same spot near the coast, the average annual temperature has increased by 0.3°C in this century. Since most of the older weather stations in our country are located in valleys and basins, they have registered even more rapid increases in temperatures. The temperatures in the 1980's were above average, and those in the 1990's even higher. At the Kredarica weather station (2514 m) the average summer temperature and the May temperature in the period from 1992-1994 were above the 1961-1990 average by 1.6°C and 1.8°C, respectively. The summer temperatures in the period from 1991-1997 were higher than the 1961-1990 average by 0.745°C. The nearby Triglav glacier began to disappear in the 1990's. This increase in temperatures may be the consequence of the return of a warmer climate typical of the period before the little ice age, or caused by the greenhouse effect. The contribution reports on these changes primarily on the basis of publications issued by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In both cases of warming of the atmosphere,

the submediterranean climate currently prevailing in approx. one seventh of Slovene territory, mostly in the Primorje region, would expand northeast to most of the territory which now has a cooler, moderately continental climate. This would increase the hazard of drought, particularly in the Dinaric Karst and in all areas built of permeable carbonate rocks in general (2/5 of the country), as well as in areas lying on gravel and sand deposits, especially in pre-alpine valleys and basins. The duration of thunderstorms with hail and lightning would increase. There would also be an increased threat of forest fires, which are presently limited to the Primorje (coastal) region. Among factors increasing the threat of drought, changes in the precipitation regime could prove even more dangerous than increases in temperature and evapotranspiration (now between 550 and 750 mm yearly). Precipitation in the Primorje region is currently most abundant in late autumn, particularly in November, while in the northeastern part of the country it is most abundant in summer. The expansion of the submediterranean precipitation regime to central and all of southern Slovenia would increase the threat of drought due to decreasing summer precipitation, while increased precipitation in November (outside the vegetation season) would increase the flood hazard. The summer water levels of rivers would fall considerably, increasing pollution hazards. The warming of areas with a continental climate would not reduce the threat of spring frost, because a drier submediterranean climate would even facilitate the formation of dew in relief depressions. Raising the upper forest or crop cultivation limit would not bring any practical benefits because land cultivation in hilly areas has been in decline for several decades. Increased prevention against drought, the construction of multi-purpose water reservoirs, more extensive protection of crops against hail and frost, more intensive irrigation and improved water supply in small villages not connected to the public main are some useful measures recommended at present and in the event of the continued worsening of climatic conditions.

## O raziskovanju podnebnega spreminjanja

V 70. letih je zaradi napovedanih podnebnih sprememb svetovna naravovarstvena javnost postala zaskrbljena do te mere, da so vlade od svetovne meteorološke in nekaterih drugih strokovnih zvez zahtevale pojasnila o njihovih vzrokih in navodila za ukrepanje. Na eni prvih mednarodnih konferenc na to temo leta 1979 v Ženevi, ki so se je poleg meteorologov in klimatologov udeležili tudi predstavniki vlad in teles ZN, sem poslušal mnenja strokovnjakov, da so zvišane temperature, suša in druge ujme posledica človekovih posegov, drugi pa so obratno trdili, da so to krajša naravna podnebna nihanja. Sklepi tedanje in mnogih poznejših konferenc, ki so upoštevali mnenje Svetovne meteorološke organizacije (WMO), so bili podobni: nekateri vremenski procesi so še neraziskani, potrebujemo več sredstev in časa za njihovo raziskavo.

Tedaj so za spremembo krivili predvsem povečano koncentracijo ogljikovega dioksida (CO<sub>2</sub>) v ozračju oziroma kurjenju fosilnih goriv. Temu plinu še vedno pripisujejo 60 % krivde za otoplitev ozračja. Po novih razlagah spadajo med toplogredne pline CO<sub>2</sub>, metan (CH<sub>4</sub>), dušikov suboksid (N<sub>2</sub>O), fluorirani ogljikovodiki (HFC), perfluorirani ogljikovodiki (PFC) in žveplov heksafluorid (SF<sub>6</sub>). Po svetu si prizadevajo zmanjšati njihove emisije. Potem ko so k raziskavam o procesih v ozračju in o povezavah med ozračjem, vodovjem in zemeljsko površino pritegnili veliko svetovnih strokovnih zvez in raziskovalcev, zlasti v okviru projekta Človek in biosfera, za uskladitev in pripravo navodil za preventivno ukrepanje pa oblikovali novo telo - Medvladni panel za podnebno spremembo (IPCC), je nastala domala nepregledna tuja literatura o procesih v atmosferi in njeni povezanosti z drugimi dejavniki, tudi z živim svetom in človeštvom. O nastanku tople grede, njenih vzrokih in učinkih je bil v Ujmi že objavljen članek (20), zato se bomo tu omejili na novejši pregled.

\* univ. prof. v p., dr., Ul. Pohorskega bat. 185, Ljubljana

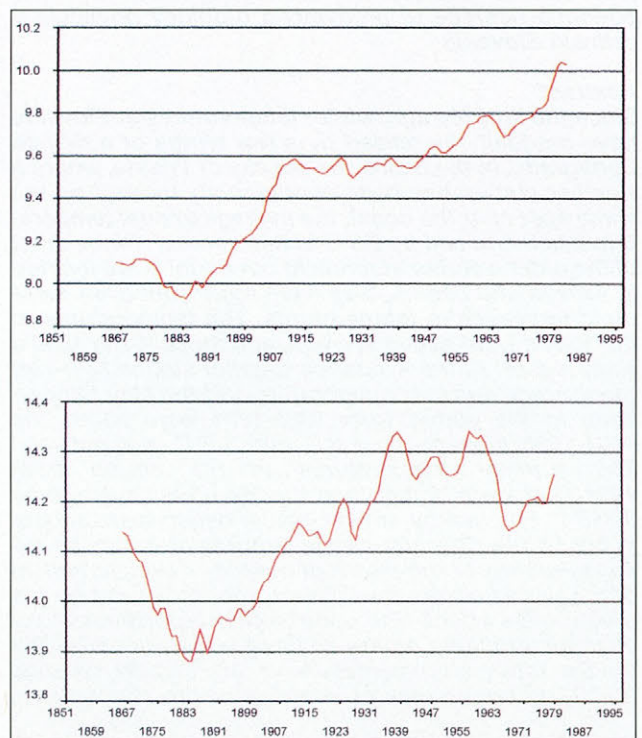
V strokovni javnosti še vedno obstajata dva tabora. Prvi misli, da gre za podnebno spremembo zaradi človekovega posega v naravo, drugi pa navaja naravno spremenljivost podnebja. V dva milijona let dolgem pleistocenu se je zračna temperatura na Zemlji glede na terciarno podnebje občutno znižala, v pleistocenskih ledenih dobah pa še dodatno za 5 do 12° glede na sedanjo, domnevno medledeno dobo. Na začetku holocena, ko je na Zemlji živel le dober milijon ljudi, je bila v borealni dobi temperatura za 1 do 2° višja od današnje. V atlantski in subatlantski dobi se je znižala, v srednjem veku med 12. in 14. stoletjem pa zvišala. V novem veku je nastopila ohladitev, imenovana tudi mala ledena doba, ko so bili v 19. stoletju alpski ledeniki po koncu zadnje ledene dobe največji. Če se je svetovno ozračje v enem stoletju segrelo za 0,2 do 0,5°, kot trdijo mnogi, pomeni to po mnenju nekaterih samo povratek v čas pred malo ledeno dobo. Nihanja so bila tudi v mali ledeni dobi. Tridesetletni temperaturni povprečki najstarejše srednjeevropske vremenske postaje Berlin so sredi 18. stoletja enako visoki kot sredi tega stoletja. Podoben je temperaturni potek mlajših postaj Dunaj in Praga. Podatke za mesto Berlin so zmanjšali glede na le malo mlajšo podeželsko postajo. Zaradi "mestne klime" oz. širjenja mesta ljubljanska tridesetletna povprečja dokaj enakomerno rastejo že vse 20. stoletje. To je vidno tudi po primerjavi s Trstom (1841 - 1985), kjer je bila postaja ves čas na istem mestu, na robu mestnega naselja blizu morske obale (7) (glej sliko). Podobne razlike (0,5 do 0,7°) so bile med mestom in podeželjem tudi v Celju, Mariboru in Pliberku (8). Računi o segrevanju ozračja po svetu samo na podlagi vremenskih postaj v mestih so zato dvomljive vrednosti. To velja tudi za podatke Ljubljane in Zagreba (11, 12). Skeptiki o človeku kot krivcu za spremembe menijo, da je doba instrumentalnega merjenja vremenskih prvin prekratka, da bi mogli ugotoviti, ali gre za spremembo ali nihanje. Večinsko mnenje pa je, da so v Evropi v tem stoletju postale za nekaj desetink stopinje toplejše zime, za poletja pa mnenja niso enotna. Očitek o prekratkotrajnem ugotavljanju velja tudi za višinski ozon, v katerem naj bi nad poloma nastajale t.i. luknje (10).

Znanje o preteklem podnebnem spreminjanju in o zvezah med koncentracijo CO<sub>2</sub> in zračno temperaturo so obogatile tudi datacije morskih in obalnih sedimentov in globoke vrtnice v ledenike in v zemljo (17). Z vrtnjem v grenlandski ledenik so ugotovili med daljšimi podnebnimi nihaji tudi več kratkih, dolgih le nekaj desetletij (21). Napredek pri poznavanju procesov v ozračju je zadnji dve desetletji prinesla izboljšana metoda modelov (simuliranja) s pomočjo zmogljivejših računalnikov. Pod vodstvom že omenjenega Medvladnega panela za podnebno spremembo so uporabljali izboljšane modele za ugotavljanje medsebojne odvisnosti med različnimi dejavniki, na primer med atmosfero in oceani, kemizmom in sestavo ozračja in aerosoli ter vlago v njem, za zveze med nihanjem ledeno-snežnih površin in zračno temperaturo. Več vemo o ekosistemskem kroženju ogljika med ozračjem, vodovjem in morsko ter jezersko sedimentacijo, o vplivu tople grede na morsk gladino in poraščenost kopnega površja, o toploti oceanske vode in njeni prevladujoči vlogi pri nastajanju in porabi ogljika. Bolje poznamo ekosistemsko kroženje CO<sub>2</sub> med zrakom in vegetacijo, zlasti gozdnim drevjem. Če bi po vsem svetu v zadnjem poldrugem stoletju tako povečali gozdove kot v Sloveniji (od 38 % površja sredi prejšnjega stoletja na 54 % v sedanosti), bi po Kohlmaier-Weber-Houghtonu (15) občutno zadržali zvečevanje CO<sub>2</sub> v ozračju.

Napovedi za prihodnost s pomočjo modeliranja temeljijo na spoznanju zakonitosti v polpreteklosti, za katero pa ugotavljajo še vedno nova gibalna ali dajejo drugačno vrednost starim dejavnikom. Zaradi tega se dokaj razlikujejo. Upoštevajo več možnosti zvečanja CO<sub>2</sub>: a) enakomerno, b) pospešeno naraščanje, c) začetno naraščanje in nato zmanjševanje zaradi zmanjšanja emisij

toplogrednih plinov v času preventivnega ukrepanja. Medvladni panel trdi, da je pridobljeno znanje o zvišanju zračne temperature po svetu in o antropogenih vzrokih doseglo tako zanesljivost, da lahko argumentirano zahteva od držav zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. Po kombiniranih modelih se bo svetovno ozračje do leta 2100 otoplelo za 1,2 do 3° (1).

Izračunavali so tudi pozitivne učinke spremembe, ki pa zelo zaostajajo za negativnimi. Razgradnja povečane koncentracije CO<sub>2</sub> v ozračju je polstoletni proces. Zato je po mnenju Panela skrajni čas za preventivno ukrepanje vsega človeštva (21). Na tej podlagi so številni vladni delegati na konferenci v japonskem mestu Kioto v decembru 1997 načelno podprli t. i. kiotski protokol k okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja, med njimi tudi slovenska vladna delegacija. Slovenski komite za vprašanja spremembe podnebja je na seji 15. julija 1998 sprejel sklep, da podpira podpis protokola. Slovenska vlada bo državnemu zboru predlagala odobritev protokola, po katerem se obvezuje, da bo država v 5-letnem obdobju 2008 do 2023 zmanjšala letne emisije toplogrednih plinov povprečno za osem odstotkov glede na leto 1986.



Slika. 30-letni drseči povprečni temperature (°C) v Ljubljani (zgoraj) in v Trstu (spodaj) 1851-1995.

Figure. 30-year average temperatures (°C) in Ljubljana (above) and in Trieste (below) (1851-1995)

Podpis kiotskega protokola kaže na spremenjeno razmerje med skeptiki in zagovorniki antropogene pogojenosti sedanje otopleitve po svetu. V zadnjem desetletju mnoge dežele poročajo o zvišanih temperaturah, tudi Slovenija. Trditev, da je na ljubljanski postaji število zaporednih izredno toplih let preseglo vse dosedanje rekorde, je sicer dvomljive vrednosti zaradi mestne klime, a ni daleč od resnice. V obdobju 1961 do 1990 je bilo nadpovprečno toplo prvo in še bolj zadnje desetletje, vmesno pa hladnejše. Poglejmo si ta tri desetletja nekaterih postaj, ki so zunaj večjih naselij: Čepovan 8,4, 8,3 in 8,5°, Nanos - Pleša 5,3, 5,2 in 5,4°, Smarna gora 8,6, 8,4 in 8,6°, Lipoglav 9,1, 8,9 in 9,1°, Malkovec 9,4, 9,3 in 9,5°, Dom na Komni (1520 m) 3,7, 3,6 in 3,9°, Kravec 3,1, 2,8 in 3,2°, Kredarica (2514 m) -1,7,

-1,8 in -1,2° (24). Tu so postala devetdeseta leta precej toplejša. Poletne temperature v letih 1989 in 1991 - 1994 so presegle povprečne obdobja 1961 - 1990 za 1,6°, majske za 1,8°. Stevilo ur s sončnim sevanjem se je zvečalo za deset odstotkov. Povprečna temperatura Kredarice v letih 1961 - 1990 je -1,6°. V sedmih letih 1961 - 1997 znaša ta povpreček (po arhivu HMZS) -0,86°, kar je za 0,7° več. V obdobju 1961 - 1998 sta imeli le dve izjemno topli leti temperaturo -0,2°, leto 1969 in 1992. Leta 1994 je bila le -0,1°. V dolinskih in kotlinskih postajah so se zlasti zvišali dnevni minimumi, verjetno zato, ker se po bolj gozdnatem pobočju zdaj ponoči spušča manj ohlajen zrak kot prej po travnatem. Triglavski ledenik je že na začetku desetletja prvič v tem stoletju razpadel in deli obsegajo skupno le še 2 do 3 ha (v letih 1946 - 1990 je obsegal 11 - 16 ha).

Böhmu (3) je analiza podnebja v Avstriji pokazala, da ne gre za splošno otoplitev zaradi toplogrednih plinov, temveč za povečanje kratkovalovnega sončnega sevanja ob zvišanem zračnem pritisku v višinah. Zato snežna odeja leži krajši čas. To ugotavljajo tudi v slovenskih gorah (4). V Avstriji so pri spremembah znatne regionalne razlike. Na jugovzhodu in jugu države zdaj bolj prevladuje suho-toplo vreme nad toplo-vlažnim. Podnebne spremembe trajajo povprečno 27 let (3).

Pod vplivom toplih let v tem desetletju se je marsikdo, ki je prej odklanjal trditve o antropogenem toplogrednem ogrevanju zemlje, zbal odgovornosti pred potomci, ki bi jim zapustili "poslabšano" podnebje. Na prejšnjih konferencah o podnebnih spremembah je večina dovolila, da se je sklepna resolucija le načelno izrekla za zmanjševanje emisij CO<sub>2</sub>. V Kiotu je leta 1997 večina podprla konkretne preventivne ukrepe.

## Vpliv napovedanega zviševanja temperature na naravne in druge podobne nesreče v Sloveniji

Zadnji dve desetletji sta v Sloveniji toplejši. Za nas, ki nas tu zanimajo predvsem prihodnje naravne nesreče, je vseeno, ali se toplejše podnebje najavlja kot obnova tistega pred malo ledeno dobo ali pa se temperature zvišujejo zaradi toplogrednih plinov, kot med drugimi misli A. Hočevar (9).

V okviru Medvladnega panela so z modeli ugotavljali učinke tople grede tudi za kontinente, med njimi tudi za Evropo. Višje temperature bodo v njej povzročile premik podnebnih in ekoloških pasov proti severu (10 - 11, 12, 25). Za nas to pomeni razširitev podnebnega območja, ki ga imenujemo submediteransko podnebje, v notranjost Slovenije (opomba: submediteransko podnebje često uvrščajo med subtropska območja). V Ljubljanski kotlini bi imeli podobno podnebje kot na primer v Padski nižini ali Vipavski dolini. Razlika v letni temperaturi med Vipavsko dolino in okoli 90 km oddaljeno Ljubljansko kotlino je približno 3°. Za toliko naj bi se do leta 2100 po pesimistični varianti ogrelo svetovno ozračje. V tem primeru bi se severovzhodna meja submediteranskega podnebja s strmega roba Trnovskega gozda in Nanosa preselila na južni rob Karavank in Kamniško - Savinjskih Alp. Še višje bi bile temperature na nizkem krasu Dolenjske in Bele krajine (zdaj ima Črnomelj 10,1°) (23). Povečan submediteranski vpliv bi najbolj otoplil jesen in zimo, manj pomlad in poletje. Nevarnost spomladanskih pozeh bi kljub temu ostala, ker je v dolinah in kotlinah v bolj sušnem ozračju, kakršno je submediteransko, temperaturni nočni obrat intenzivnejši (5). Četudi bi ostala sedanja letna količina padavin, bi višje temperature zaradi večje evapotranspiracije povečale in podaljšale sušne dobe. **Sušo** bi najbolj čutili na dinarskem kraškem ozemlju in prodno - peščenih naplavinah na du kraških polj, predalpskih kotlin in dolin.

O suši je Ujma objavila več člankov, večinoma v prid namakanju. Članek v Ujmi 1994 (19) pa izpodbija potrebo po namakanju, češ da je naše podnebje izredno padavinsko. Vendar so suše posledica daljšega izostanka padavin in ne njihove povprečne razporeditve. Toda tudi v primeru dolgoletne enakomerne razporeditve padavin po mesecih prihaja poleti do zmanjšanja količine vode v globljih tleh. Rastline z globokimi koreninami zato počasneje rastejo. Primerjava količnikov mesečnih padavin s količniki rečnega odtoka v obdobju 1961 - 1990 je pokazala, da imajo reke zaradi izhlapevanja poleti najmanjši pretok tudi tam, kjer pade tedaj največ padavin, najbolj na Štajerskem, v Prekmurju in koroški regiji. Rečni vodostaj se znižuje še jeseni, in to zaradi še vedno znižujoče se gladine podtalne vode, čeprav se izhlapevanje prek rastlinstva zmanjša (Opomba: podtalna voda tu pomeni vse oblike dinamične vode pod tlemi, od pedološke do globinske v krasu in peščeno-prodnih zasipih). Pozimi in marca so padavine v celinski Sloveniji večinoma podpovprečne, rečni pretoki pa nadpovprečni (podpovprečni mesec ima manj padavin oz. odtoka kot znaša dvanajstina letne vrednosti). Povzročajo jih visoka podtalna voda in majhna evapotranspiracija, le malo pa snežniška retinca. Izjema je visokogorstvo nad zgornjo gozdno mejo, kjer vlada poseben, nivalni režim (6). Poleg poljščin bi povečana suša bolj prizadela tudi ostalo vegetacijo, proizvodnjo trave in lesni prirastek v gozdu, na kar navadno pozablamo. Potencialna evapotranspiracija že zdaj v submediteranski Sloveniji in Prekmurju v enem do treh mesecev presega povprečne padavine.

Zaradi višjih temperatur bi se zvišale tudi zgornje meje uspevanja nekaterih poljščin, zlasti koruze (13, 14). V hribih se že desetletja hitro krči obdelovalna zemlja v prid gozda, zato ni verjetno, da bi to možnost tudi izkoristili. Ugodno pa bo povečanje fotosinteze rastlinja in večji donos zaradi večje koncentracije CO<sub>2</sub> v ozračju (12, 13). Na prisojnih pobočjih bi se ogroženost zaradi suše spričo plitvih in skeletnih tal še povečala. Povečano ogroženost zaradi suše, na katero so navajeni v Primorju, bi čutili v vsej južni in delno ostali Sloveniji, še zlasti, ker bi se razširilo območje sredozemskega visokega zračnega pritiska, ki prinaša topel in suh zrak (14). Od aprila do septembra so ob takem vremenu nadpovprečne mesečne temperature povezane z **zmanjšanjem padavin**, v preostalem delu leta pa z zvečanjem. Ta zveza je dokazana na podlagi podatkov postaj v Trstu in Ljubljani za obdobje 1851 - 1985 (7, slika 9 na str. 151). Ta zveza je posledica zahodnih oceanskih vetrov, ki prinašajo padavine. Poleti ti vetrovi ozračje praviloma ohlajujejo, pozimi pa ogrejejo.

Pri padavinskem režimu sta v Sloveniji dve skrajnosti. Prva je v Primorju, kjer je poleti malo padavin, največ pa jih je novembra. Druga je v severovzhodni Sloveniji, ko pade največ padavin poleti. Ob razširitvi submediteranskega padavinskega režima bi se območje z malo poletnih padavin in viškom novembra razširilo proti severovzhodu, kjer bi se zmanjšalo območje viška poletnih padavin. To sega zdaj od vzhoda do srede Ljubljanske kotline, v višinah pa še dlje. S tem premikom bi se razširilo območje poletne sušnosti, ki bi prizadela zlasti dinarski kras in prodno-peščene naplavine. V tem primeru bi pozno jeseni zunaj dobe rasti in z njo povezane visoke evapotranspiracije padlo več padavin, zato bi se povečala nevarnost **poplav**. S to spremembo bi se povrnili padavinski režim zadnje četrtine 19. in prve polovice 20. stoletja (7, slika 8), predno se je iz Podonavja razširil celinski padavinski režim. Delež poletnih padavin se je v Ljubljani po letu 1851 spreminjal takole: 1851 - 1880 26,5 % ali 367 mm, 1919 - 1930 27,0 %, 1931 - 1960 27,1 % in v letih 1961 - 1990 30,3 % ali 422 mm (19,16). Sočasnost poteka temperaturnih in padavinskih sprememb pa ni dokazana.

Sedanje nihanje temperatur in padavin bi ostalo, toplih in vročih dni bi bilo več, padavinskih pa manj. Vroča in suha obdobja so navadno povezana s pojavom visokega zračnega pritiska, zlasti tistega s središčem v Sredozemlju in z vetrovi od jugozahoda in juga. Trajanje snežne odeje bi se seveda skrajšalo, ker bi bilo sneženja manj in ker bi sneg prej pobralo. Zmanjšal bi se obseg in pojavljanje snežnih plazov, tudi zaradi višje zgornje gozdne meje, ki pa se dviguje že zdaj.

Vremenskih postaj, kjer je bilo v nizu 1961 - 1991 nekaj manj padavin kot v obdobju 1931 - 1960, je malo več kot drugih (19, 16). Tudi v toplih 90. letih je bilo padavin večinoma manj. Če se bosta oba pojava (višje temperature in manj padavin) stopnjevali, bodo pogostejši **gozdni požari**, in to ne samo na Krasu in v Primorju, ampak tudi v celinski notranjosti države. Zaradi večje sušnosti bo v nekatere kraje in domove, ki niso vključeni v dobro **vodovodno oskrbo, treba** dovajati več pitne vode. V letnih pregledih nesreč v Ujmi piše, da je treba zlasti v hribovske kraje in tiste na dolomitu s cisternami dovajati pitno vodo že ob zmerni suši. Da bi nizke vode s premalo kisika bolj ogrožale živi svet v njih in da bi reke postale bolj občutljive za onesnaženje, ni potrebno posebej utemeljevati. Zaradi vsega navedenega in zaradi vodne energije bodo postali zahtevki za gradnjo večnamenskih vodnih akumulacij in naprav za namakanje spet glasni.

Če se bodo uresničile napovedi o otoplitvi, se bo zaradi večjega ogretja zemeljske površine povečalo zračno dvigovanje in ob vlažnem zraku bo nastajalo več točenostnih oblakov. Čas pojavljanja **toče** se bo podaljšal. Ze toplo leto 1997 je bilo glede tega rekordno. Če bi opuščeno protično zaščito čimprej zamenjali s splošnim zavarovanjem za primer toče, bi bilo to koristno za sedanjost in prihodnost.

Slovenija je sicer pretežno gorata dežela in ima malo priobalnih nižin. V Koprskem Primorju so na obalni ravnici pomembna mesta in gospodarski objekti, zato bi jo zviševanje morske gladine kljub temu prizadelo. Modeli o zvišanju morske gladine temeljijo na različnih napovedih o bolj ali manj povečanih koncentracijah CO<sub>2</sub> in drugih toplogrednih plinov, ki bi ob zvišani temperaturi bolj ali manj topili ledenike. Napovedi o dvigu gladine do leta 2100 zaradi taljenja ledenikov so zato v razponu med 25 in 40 cm (22). Izredno visoka voda že zdaj poplavlja del naše nizke obale, med drugim naplavno ravnico okoli Kopra, del njegove luke, del ravnice v Strunjanu in pri Luciji in precejšen kos ravnine pri Sečovljah (2). V primeru otoplitve bi bile te poplave pogostejše in obsežnejše. Povišati bi morali tudi protipoplavne obalne nasipe pri Kopru, Izoli in Piranu. Po nekaterih virih naj bi se morska gladina na leto dvigovala za 0,2 - 2 mm ali več, po drugih pa so razlike po svetu velike in zato povprečki dvomljivi. V Sredozemlju naj bi se letno zviševala za 0,2 mm letno (21). Kjer se nekdaj poledenelo ozemlje še dviga, se morska gladina celo znižuje. Na ugrezajoči se dinarski obali je dvig jadranske gladine večji. Na morskem postaji v Bakru se gladina na leto zviša za 6 cm v 100 letih (23).

## Sklep

Zaradi razlogov, opisanih v članku, pri sedanjosti otoplitvi ozračja, ki je zajela znaten del sveta, ni možno ugotoviti, do kolikšne mere gre za naravno podnebno nihanje in do kolikšne učinkuje človeštvo s posegom v naravo. Človekov vpliv na ozračje ne moremo zanikati in ker lahko neugodno spremeni podnebje za več desetletij, je preventivno ukrepanje zaradi previdnosti utemeljeno. Dopustiti pa moramo tudi možnost, da se vrača toplejše podnebje pred malo ledeno dobo. V obeh primerih je treba oceniti naravne in njim podobne nesreče v spremenjenih podnebnih razmerah, kar je glavni cilj tega članka.

Zaradi napovedanega premika podnebnih pasov proti severu bi se na razširjenem območju primorskega podnebja v južni in osrednji Sloveniji zvišala temperatura, povečala sušnost, zlasti na dinarskem krasu in prodnih ravninah, z večjo prevlado polja visokega zračnega pritiska bi bilo manj padavin, povečalo bi se območje padavinskega viška novembra in zmanjšalo ozemlje s poletnim viškom. Zaradi tega bi se povečala pogostost suše in poznojesenskih poplav. Vodna oskrba bi se otežila, povečala bi se ogroženost površinskih rek ob onesnaženju, več bi bilo gozdnih požarov in podaljšalo bi se obdobje, ko pada toča.

Povečano ukrepanje proti tem nesrečam bi bilo v prid tudi sedanjosti zaščiti in preprečevanju naravnih in njim podobnih nesreč.

## Literatura

1. An Introduction to Simple models used in the IPCC Second Assessment Report, 1997. IPCC technical paper II. Intergovernmental panel on climate change. WM + UNEP. 47.
2. Bernot, F., 1993: Poplava ob slovenski obali. Ujma, 7, 65-66, Ljubljana.
3. Böhm, R., 1996: Alpine Climatology in a Changing Climate. Proc. 24th Int. conference of Alpine meteorology. ICAM 96, Bled. Hidrometeorološki zavod RS, Ljubljana, s.196-200.
4. Cegnar, T., 1996: Relations among significant temperature, precipitation and snow cover anomalies. Proc. 24<sup>th</sup> Int. Conf. on Alpine meteorology. ICAMP 96, Bled. Hidrometeorološki zavod RS, Ljubljana, 40 - 46.
5. Gams, I., 1996: Termalni pas v Sloveniji. Geografski vestnik. Ljubljana.
6. Gams, I., 1998 : Primerjava mesečnih koeficientov za padavine in odtoke kot metoda ugotavljanja rečnega režima. Geografski vestnik, Ljubljana ( v tisku).
7. Gams, I., M. Krevs: 1990 : Ali nam grozi poslabšanje podnebja? Ujma 4, Ljubljana, 147 - 154.
8. Gams, I., M. Krevs, 1997 : Mestna klima na Slovenskem-Geografski obzornik 44, Ljubljana, 20 -23.
9. Hočevar, A., 1992 : Antropogeni vpliv na klimatske razmere na zemlji. Geografija v šoli 2, Ljubljana, 39 - 46.
10. Kajfež - Bogataj, 1990 : Ozonska plast se usodno tanjša. Ujma 4, Ljubljana, 155 -157.
11. Kajfež - Bogataj, L., 1992 : Opazovane klimatske spremembe v Sloveniji. Geografija v šoli 2, Ljubljana, 56 - 60.
12. Kajfež - Bogataj, L., 1995 : Drought probability and its explanated changes in Slovenia. Biotechnical faculty, univ. Ljubljana, Resume, 65, 1994, 9 - 17.
13. Kajfež - Bogataj, L., 1996a : Use of comprehensive crop models for assessment of the climatic variability impacts. Proc. Int. Conference on Alpine Meteorology, ICAM 96, Bled. Hidrometeorološki zavod RS, Ljubljana, 409 - 416.
14. Kajfež - Bogataj, L., 1996b : The role of dynamic crop simulation models in assessment of the impact of climate variability. Biometeorology, Proc. 14 th Int. Congress of biometeorology, Ljubljana (Resume).
15. Kohlmaier, G.H., M Weber, R.A. Houghton, 1998: Carbon dioxide mitigation in forestry and wood industry. Springer Verlag, Berlin, 372.
16. Padavine 1961 - 90, 1995. Klimatografija Slovenije. HMZ RS, Ljubljana.
17. Pasquale, C., M. Vedona, P.Chiozzi, 1996 : Climatic signal from underground temperatures. Proc. 24<sup>th</sup> Int. Conference on Alpine meteorology, ICAM 96, Bled. Ljubljana, 201 - 208.
18. Pristov, J., 1994: Namočenost in evapotranspiracija v Sloveniji. Ujma 8, 169-173, Ljubljana.
19. Pučnik, J., 1980 : Velika knjiga o vremenu. Ljubljana, Cankarjeva založba, 340.
20. Roškar, J., 1992: Spremembe klime. Ujma 6, Ljubljana, 95 - 100.
21. Schneider, S., 1997: The Rising Seas. Scientific American, Special report, 96 -101.
22. Stabilization of Atmospheric Greenhouse Gasses : Physical, Hydrological and Socio-economical Implications, 1997: IPCC Technical paper III. Intergovernmental panel on climate change, 48.
23. Šegofa, T., 1982: Razina mora i vertikalno gibanje dna Jadranskog mora od Ris-wirmskog interglaciala do danas. Geološki vestnik, 35, Zagreb, 93 - 109.
24. Temperature zraka. 1995. Hidrometeorološki zavod RS. Ljubljana.
25. The Regional Impact of Climate Change, 1997 : An Assessment of Vulnerability. Summary for policymakers. Intergovernmental panel on climate change. 16.