

# Klimatske promjene i utjecaj na zdravlje

**Ksenija ZANINović, mr. sc., meteorolog,  
biometeorolog  
Marjana GAJIĆ-ČAPKA, mr. sc.,  
meteorolog**

Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb

## Ključne riječi

*klimatske promjene  
utjecaj na zdravlje  
infektivne bolesti*

## Key words

*climate change  
health impact  
infectious diseases*

**Primljeno:** 2007–12–11

**Received:** 2007–12–11

**Prihvaćeno:** 2008–01–24

**Accepted:** 2008–01–24

## Uvod

Klima na Zemlji je sistem koji se stalno mijenja zbog utjecaja različitih prirodnih činitelja kao što su sunčeva i vulkanska aktivnost, te astronomski parametri. Tijekom posljednjih sto godina ekstenzivno povećanje ljudskih aktivnosti uzrokovalo je dodatni, neposredni učinak na klimu. Temperatura, oborina i drugi klimatski elementi mijenjaju se u složenim interakcijama, kao posljedica promjena u sustavu zračenja na Zemlji. Staklenički plinovi radijacijski su vrlo aktivni i značajni, jer u velikoj mjeri propuštaju kratkovalno Sunčevo zračenje a apsorbiraju dugovalno Zemljino zračenje, sprečavajući na taj način hlađenje zemljine površine. Takvo radijacijsko povećanje temperature zove se »efekt staklenika«, a plinovi koji ga stvaraju »staklenički plinovi«. Život na zemlji upravo je moguć zbog postojanja prirodnih stakleničkih plinova u atmosferi, prvenstveno vodene pare. Zbog tog djelovanja temperatura na Zemlji je oko 32 °C viša no što bi bila bez tog djelova-

Riječ stručnjaka

Povećana koncentracija stakleničkih plinova zbog ljudskih aktivnosti uzrokovala je globalno zatopljenje koje je u proteklom stoljeću bilo najveće u posljednjih 1000 godina. Zatopljenje je zabilježeno i u Hrvatskoj, gdje je temperatura na obali porasla više nego u unutrašnjosti, pri čemu je zatopljenju na obali najviše pridonio porast ljetnih, a u unutrašnjosti zimskih temperatura zraka. Klimatske promjene utječu na zdravlje ljudi, pri čemu se najviše ističe povećana smrtnost za toplinskih valova, čija se učestalost također povećava s globalnim zatopljenjem. Infektivne bolesti osobito su podložne vremenskom utjecaju, jer vrijeme, pa tako i klimatske promjene, utječe na sve sudionike transmissijskog ciklusa – patogene, prijenosnike i ljude.

## Climate change and the influence on health

Expert Review

The increased concentration of greenhouse gases caused by the human activities has an impact on the global warming, the highest one during the last 1000 years. The warming has been also observed in Croatia. The air temperature increased along the Croatian Adriatic coastland more than in the mainland. Summer temperature increase contributed at most to the annual increase at the coast, and the winter temperature increase over the inland. Climate change has an impact on the human health, mostly expressed in an increased mortality during heat waves, whose frequency has also increased with the global warming. Infectious diseases are especially subject to weather influence, because weather, and thereby climate changes, influence all participants in the transmission cycle – pathogens, vectors and humans.

nja. Prosječna globalna temperatura iznosi oko 15 °C. S industrijskom revolucijom krajem osamnaestog stoljeća koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi počela je rasti doprinoseći dodatnom povećanju temperature zbog ljudske aktivnosti. Međutim, istovremeno emisija aerosola u atmosferu ima suprotno djelovanje i doprinosi smanjenju temperature.

Zbog dobivanja znanstvenih, tehničkih i socioekonomskih informacija važnih za razumijevanje klimatskih promjene, njezinih mogućih posljedica i mogućnosti prilagodbe i ublažavanja, Svjetska meteorološka organizacija (*World Meteorological Organization*, WMO) i Program za okoliš Ujedinjenih naroda (*United Nations Environment Programme*, UNEP) osnovali su Međuvladino tijelo za klimatske promjene (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC). Ono okuplja stručnjake različitih struka koji na temelju rezultata istraživanja znanstvenika iz cijeloga svijeta donose izvješća o klimatskim promjenama, njihovim složenim uzrocima i posljedicama.

## Globalne klimatske promjene

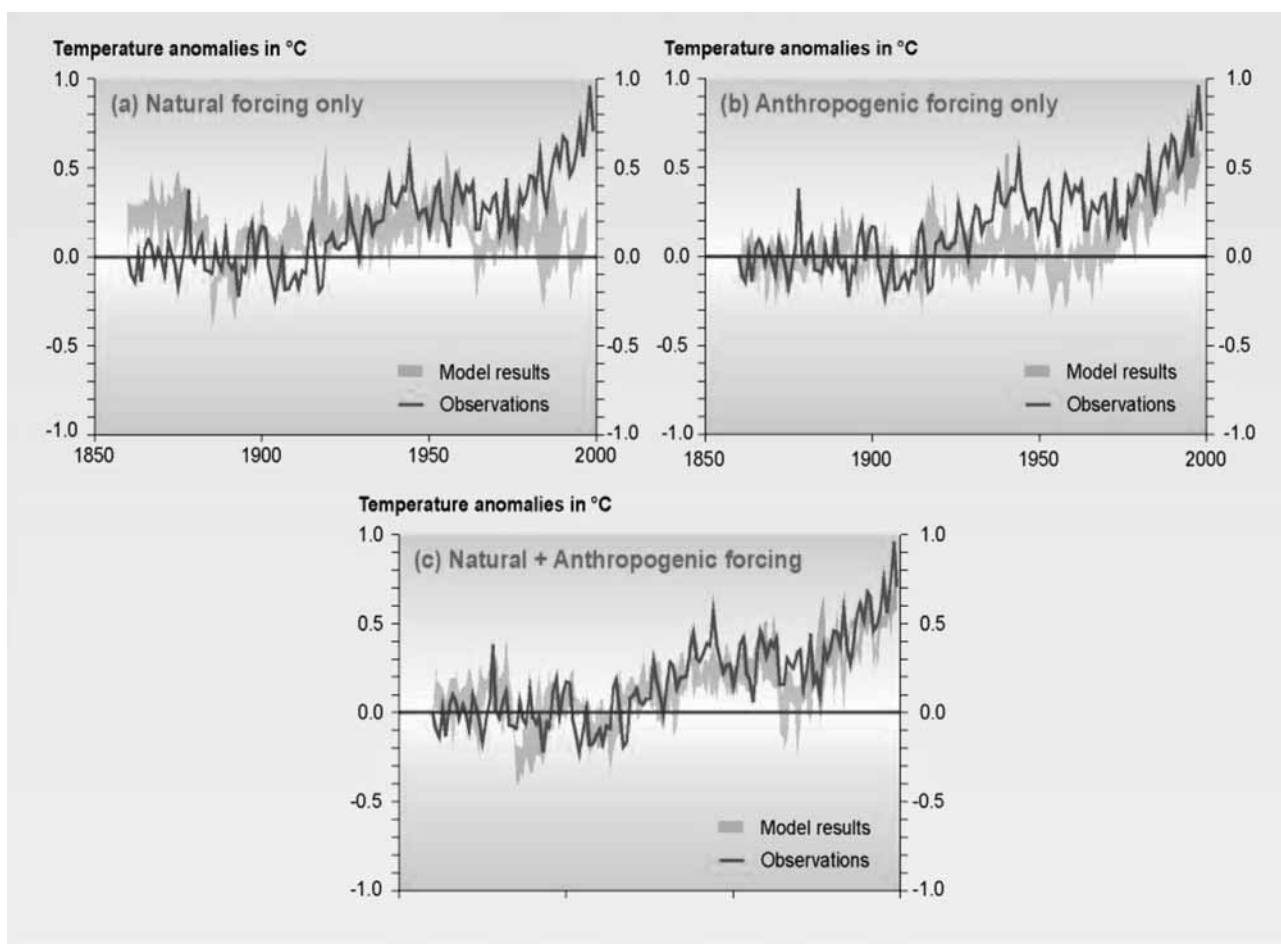
Prvo IPCC izvješće iz 1990. godine ustanovilo je da se *s klimom nešto događa*. U drugom izvješću iz 1995. godine istaknuto je da postoji antropogeni signal unutar prirodne klimatske varijabilnosti. Treće IPCC izvješće iz 2001. naglašava da postoje novi i jači dokazi da se najviše opaženih zatopljenja proteklih 50 godina vjerojatno (vjerojatnost 66–90 %) može dovesti u vezu s ljudskim djelovanjem. Četvrto izvješće IPCC-a 2007. – nepobitno utvrđuje da je opaženo zatopljenje od sredine 20. stoljeća vrlo vjerojatno (vjerojatnost 90–99 %) uzrokovano opaženim povećanjem koncentracija antropogenih stakleničkih plinova (Slika 1).

Klimatski sustav određuju brojne interakcije između Sunca, oceana, atmosfere, kopna i živih organizama. Sastav atmosfere je u tom slučaju značajan budući da pojedini plinovi i čestice apsorbiraju toplinu koju Zemlja oslobađa u atmosferu zračenjem, doprinoseći dodatnom zagrijavanju atmosfere. Narušavanjem odnosa u kemijskom

sastavu zraka, narušava se i ravnoteža klimatskog sustava s klimatski mjerljivim posljedicama.

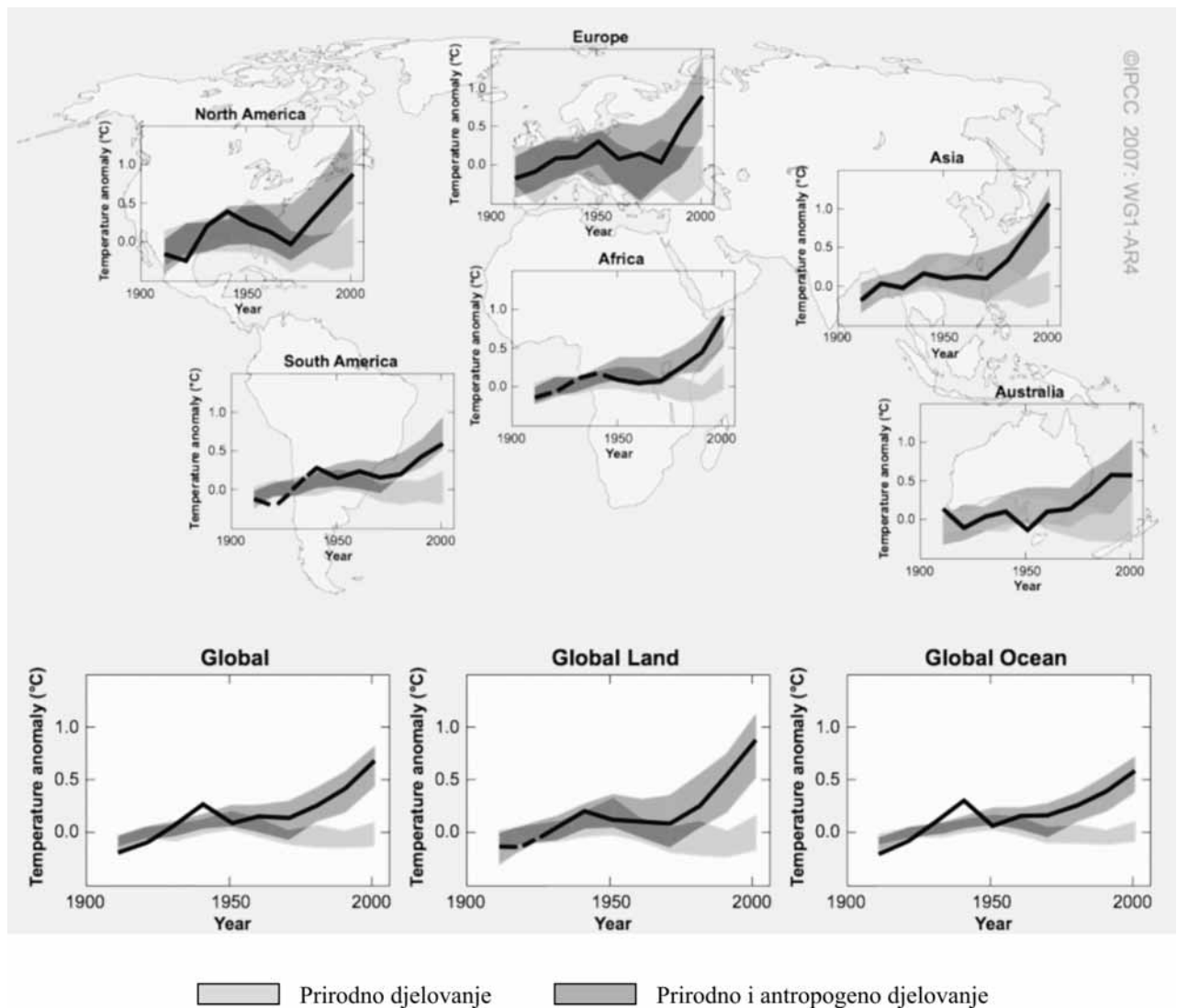
Ljudska aktivnost je povećala atmosferske koncentracije stakleničkih plinova ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  i troposferskog ozona) što je dovelo do porasta temperature, ali povećanje koncentracije aerosola smanjuje temperaturu. Povećana koncentracija klorofluorovodika (HFCs, PFCs i  $\text{SF}_6$ ) dovela je do razaranja stratosferskog ozona.

Mjerenja pokazuju da porast srednje globalne temperature zraka u posljednjih 80 do 100 godina iznosi 0,3 do 0,6 °C i to je najveći porast u posljednjih 1000 godina (Slika 4), ali postoje regionalne razlike. Zatopljenje je izraženije nad kopnom nego nad morem, pa je u skladu s time jače nad Europom, Sjevernom Amerikom i Azijom nego nad Afrikom, Australijom i južnom Amerikom (Slika 2). U instrumentalnom razdoblju 1861.–2000. devedesete godine dvadesetog stoljeća su bile najtoplija dekada, a 1998. najtoplija godina. Zatopljenje je donijelo i povećanje broja vrućih dana te smanjenje broja hladnih dana i



**Slika 1.** Globalne temperaturne promjene kao rezultat prirodnih promjena (gore lijevo), antropogenog utjecaja (gore desno) i zajednički utjecaj prirodnih promjena i antropogenog utjecaja (dolje). Izvor [1]

**Figure 1.** Changes of annual global mean surface temperatures caused by natural forcing only (upper left), anthropogenic forcing only (upper right) and combined natural and anthropogenic forcing (down). Source [1]



Slika 2. Regionalne razlike temperaturnih promjena. Izvor [2]

Figure 2. Regional differences between temperature changes. Source [2]

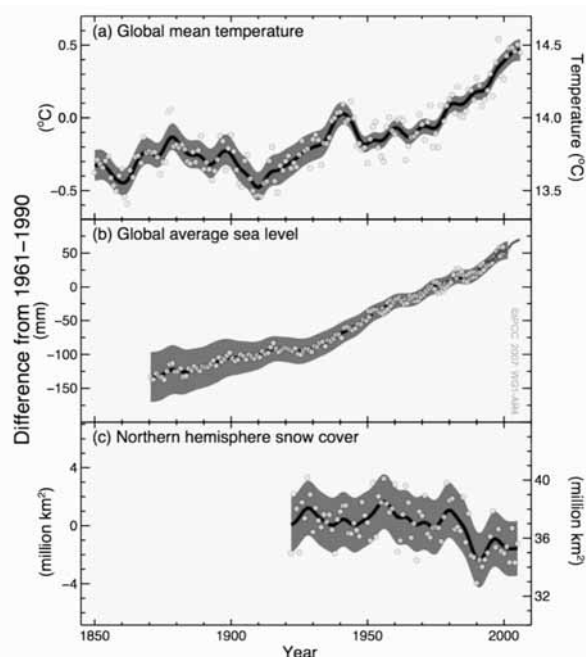
mrazeva. Na većem dijelu sjeverne hemisfere povećana je količina oborine, ali je u području sjeverne i zapadne Afrike te na Mediteranu količina oborine smanjenja, što je dovelo do povećanja učestalosti i jakosti ljetnih suša u nekim područjima Azije i Afrike.

Uočeni su brojni fizikalni i biološki indikatori klimatskih promjena kao što su povećanje srednje razine mora, trajanje leda na rijekama i jezerima, topljenje nepolarnih ledenjaka, smanjenje snježnog pokrivača i smrznutoga tla, pomicanje snježne granice, promjene u godišnjim dobima i vegetacijskom razdoblju, a s time i u fenološkim fazama (početak cvatnje biljaka, početak žućenja lišća, opadanje lišća), pomak granica pojedinih biljnih i životinjskih vrsta, promjene u razmnožavanju i cvjetanju te bijeljenje koraljnih grebena u Pacifiku. (Slika 3)

Promjene temperature zraka u budućnosti prema različitim scenarijima emisije ugljičnog dioksida proračuna-

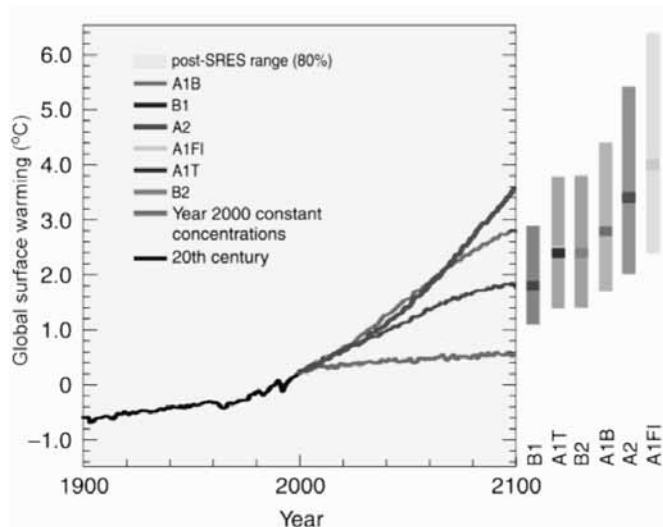
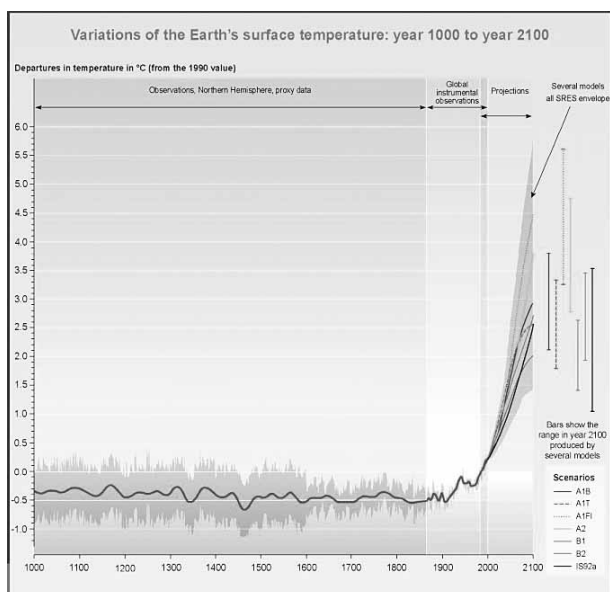
vaju se pomoću različitih modela klimatskih scenarija (Slika 4). Prema IPCC izvješću iz 2001 [1], oni predviđaju porast srednje globalne temperature između 1,4 i 5,8 °C u razdoblju 1990.–2100., što je 2–10 puta više od zatopljenja u XX. stoljeću i vjerojatno najveće zatopljenje u posljednjih 10 000 godina. Prema IPCC izvješću iz 2007. [2] te su procjene donekle promijenjene, pa predviđeni porast srednje globalne temperature u razdoblju 1980.–2100. iznosi 1,8 do 4,0 °C. Projekcije predviđaju porast godišnjih količina oborine u 21. stoljeću na globalnoj skali, ali se regionalno predviđa i smanjenje i povećanje količine oborine od 5 do 20 %.

Klimatske promjene uzrokovane antropogenim utjecajem dugo će se osjećati zbog velike tromosti klimatskog sustava. Kad bi se emisija ugljičnog dioksida odmah smanjila na razinu iz 1990. godine, za stabilizaciju njegove koncentracije u atmosferi bilo bi potrebno 100 do 300 go-



**Slika 3.** Globalna promjena temperature (a) i srednje razine mora (b) te promjena snježnog pokrivača na sjevernoj hemisferi (c), odstupanja od srednjaka 1961.–1990. Izvor [2]

**Figure 3.** Changes in global average surface temperature (a); global average sea level rise (b) and Northern Hemisphere snow cover (c), differences from 1961–1990 means. Source [2]



**Slika 4.** Varijacije prizemne temperature zraka od 1000. do 2000. godine i projekcije očekivanih promjena do 2100. prema različitim scenarijima emisije CO<sub>2</sub> u okviru SRES prema izvješću IPCC 2001 (lijevo) i IPCC 2007 (desno). Izvor [1] i [2]

**Figure 4.** Variation of mean surface temperature in the period 1000 to 2000 and projections of expected changes until 2100 for different CO<sub>2</sub> emission from SRES envelope according to IPCC 2001 report (left) and IPCC 2007 report (right). Source [1] i [2]

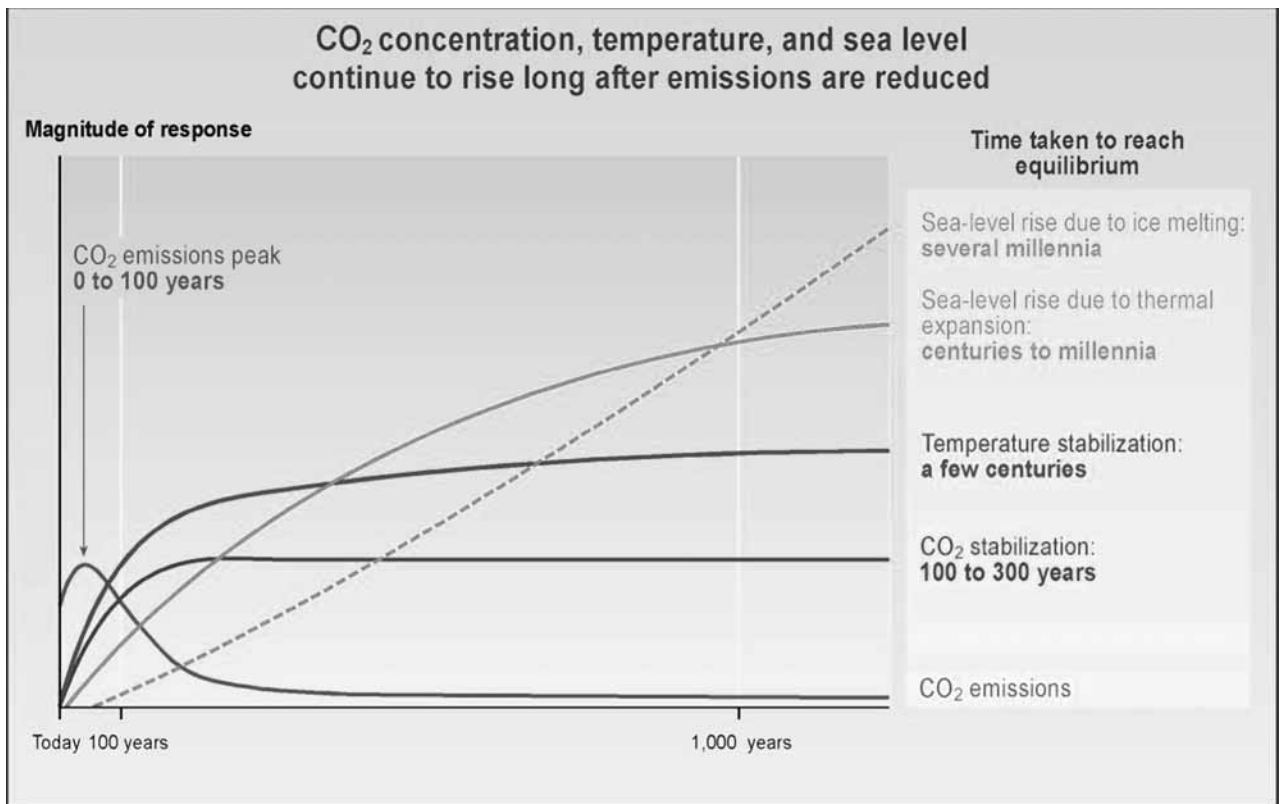
dina. Porast temperature nastavio bi se još nekoliko stoljeća. Za stabilizaciju povišenja morske razine zbog termičke ekspanzije morske vode bilo bi potrebno više stoljeća do jednog milenija, dok bi za zaustavljanje povišenja morske razine zbog topljenja leda bilo potrebno nekoliko milenija (Slika 5).

Klimatske promjene mogu imati povoljne i nepovoljne učinke na ljudsko zdravlje, biološku raznolikost, proizvodnju žitarica, smanjenje zaliha vode, smanjenje kvalitete pitke vode, klimatsku varijabilnost, broj ekstremnih događaja.

### Klimatske promjene u Hrvatskoj

Područje Hrvatske smješteno je u širokoj prijelaznoj zoni promjene smjera trendova klimatskih veličina. Kontinentalni dio Hrvatske ima sezonske i godišnje promjene slične onima na istočnom dijelu Alpi i južnom dijelu Panonske ravnice. Sjeverni dio hrvatske obale Jadrana pokazuje promjene slične onima u nizinskim dijelovima zapadnog dijela Alpi i južne Europe. Međutim, uspoređujući smjer i intenzitet temperaturnih tendencija s onima u središnjoj Europi, nema promjena koje bi se mogle pripisati samo lokalnom antropogenom utjecaju.

U Hrvatskoj postoji pet meteoroloških postaja koje imaju neprekinute nizove motrenja dulje od sto godina, koji su potrebni za proučavanje klimatskih promjena. To su postaje Zagreb-Grič (od 1862.), Crikvenica (1891.), Osijek (1899.), Gospić (1872.) i Hvar (1858.).



Slika 5. Tromost klimatskog sustava. Izvor [1]

Figure 5. Inertia of climate system. Source [1]

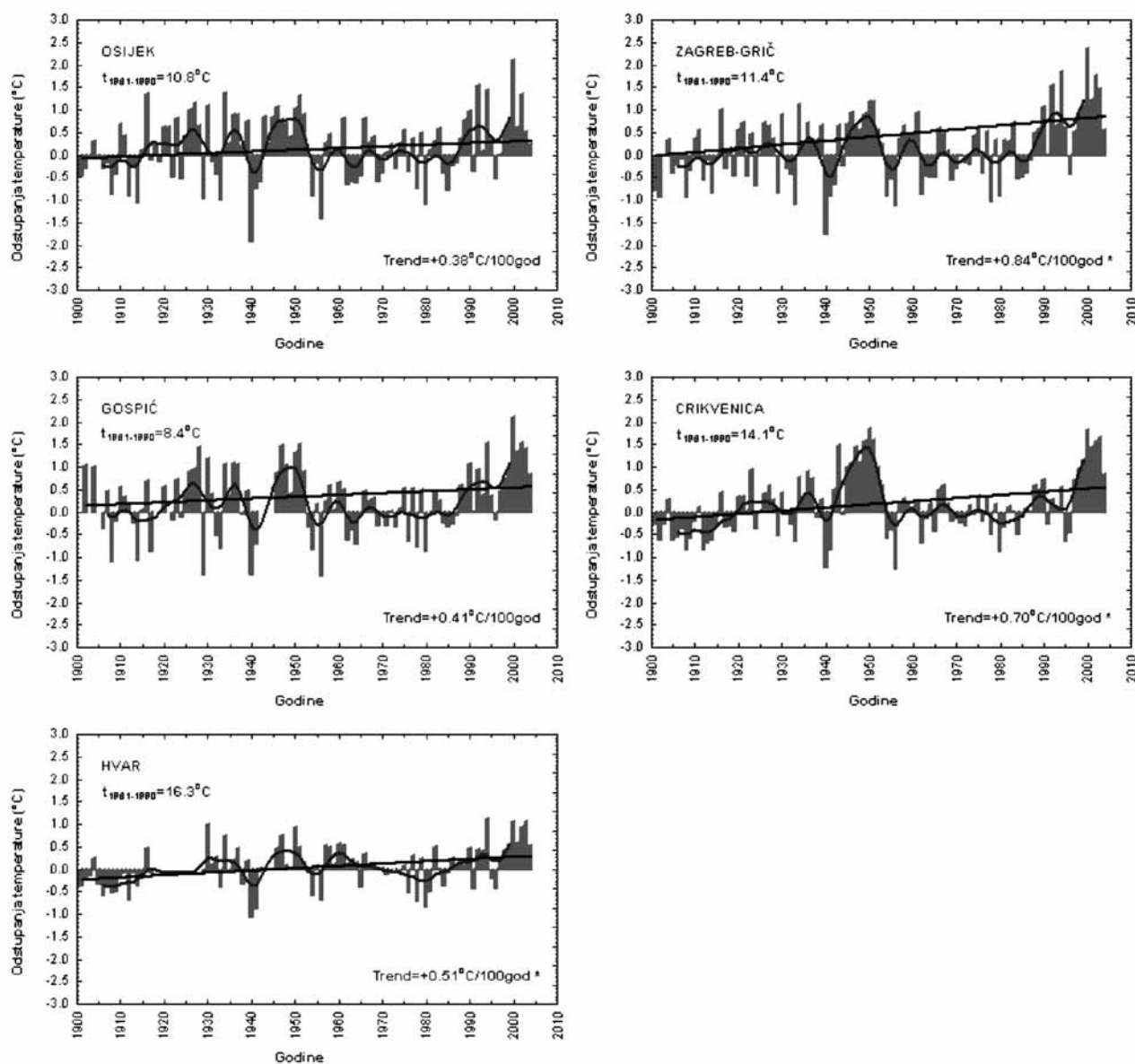
Tablica 1. Trendovi temperature zraka i oborine po godišnjim dobima i za godinu. Podebljani su trendovi signifikantni na razini  $\alpha = 0,05$

Table 1. Seasonal and annual temperature and precipitation trends. Bold are trends significant at the level  $\alpha = 0.05$

	Osijek	Zagreb-Grič	Gospić	Crikvenica	Hvar
Trend temperature zraka 1901.–2000. (°C / 100 godina)					
ZIMA	+0,4	+0,9	+1,1	+0,6	+0,4
PROLJEĆE	+0,2	+0,7	0,0	-0,1	+0,2
LJETO	+0,3	+0,5	-0,3	+0,7	+0,3
JESEN	+0,3	+0,5	0,0	+0,6	+0,5
GODINA	+0,3	<b>+0,7</b>	+0,2	<b>+0,5</b>	<b>+0,4</b>
Trend temperature zraka 1901.–2004. (°C / 100 godina)					
ZIMA	+0,4	+1,0	+1,1	+0,7	+0,4
PROLJEĆE	+0,4	+0,9	+0,3	+0,2	+0,4
LJETO	+0,4	+0,8	+0,2	+1,1	+0,6
JESEN	+0,3	+0,6	+0,2	+0,8	+0,6
GODINA	+0,4	<b>+0,8</b>	+0,4	<b>+0,7</b>	<b>+0,5</b>
Trend količine oborine 1901.–2000. (% / 100 godina)					
ZIMA	+6	-3	-27	-18	<b>-29</b>
PROLJEĆE	<b>-41</b>	-11	-20	-22	-20
LJETO	+7	+12	+9	-27	+28
JESEN	-30	-14	+1	-9	-4
GODINA	-13	-3	-8	<b>-18</b>	-12

Porast temperature zraka tijekom dvadesetog stoljeća u Hrvatskoj izraženiji je na obali nego u kontinentalnom području. Iznimku čini Zagreb-Grič, gdje se ne može is-

ključiti urbani utjecaj, tj. toplinski otok grada (Tablica 1). Na priobalju najveći doprinos tom porastu dale su temperature toplog dijela godine, dok su u kopnenim područji-

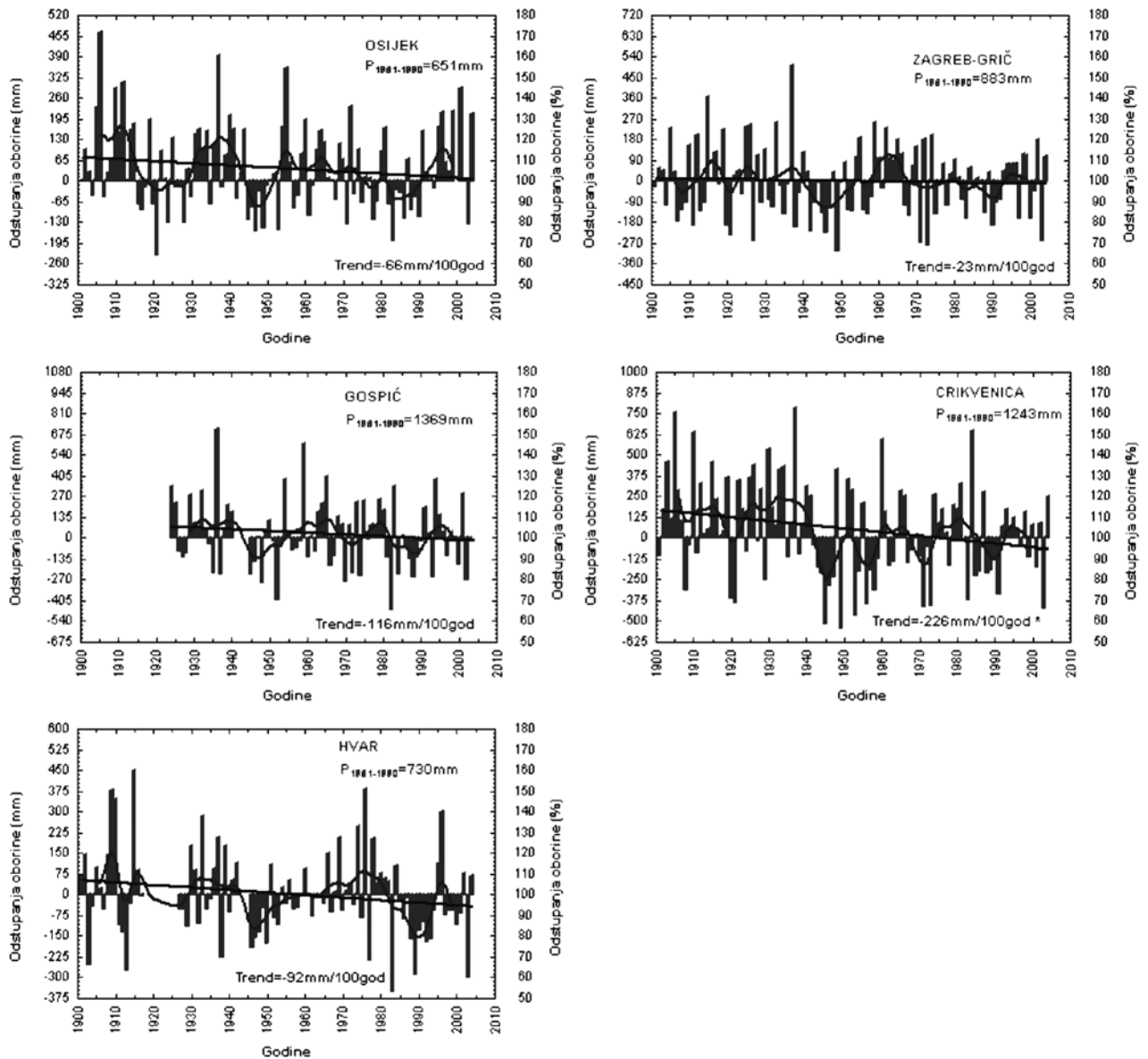


Slika 6. Trendovi srednje godišnje temperature zraka na postajama u Hrvatskoj, razdoblje: 1901.–2004.

Figure 6. Mean annual temperature trends at the meteorological stations in Croatia, period: 1901–2004

ma od sezonskih temperatura najviše rasle zimske. Najveći doprinos porastu godišnjih temperatura zraka dale su promjene u toplom dijelu godine na obali i to jeseni na Hvaru i ljeta u Crikvenici, a u kontinentalnom dijelu promjene zimskih temperatura. Početkom 21. stoljeća (do 2004. godine) pozitivni temperaturni trendovi, uočeni u dvadesetom stoljeću, još su povećani. Kao i na globalnoj razini, tako su i u Hrvatskoj, devedesete godine (1991.–2000.) bile najtoplija dekada 20. stoljeća. Od deset najtoplijih godina 20. stoljeća u posljednjoj dekadi (1991.–2000.) zabilježeno ih je 5 na Zagreb-Griču, 3 u Osijeku i na Hvaru te 2 u Gospiću i Crikvenici. Uključujući u taj slijed i podatke do 2004. godine, uočava se da 2002. ulazi u 10 najtoplijih.

Trend godišnjih količina oborine ukazuje na njihovo smanjenje tijekom 20. stoljeća na cijelom području Hrvatske, čime se ono pridružuje tendenciji osušenja na Mediteranu (Slika 6, Tablica 1). Jače je izraženo na području sjevernog Jadrana (Crikvenica: –18 %, statistički signifikantno), na dalmatinskim otocima (Hvar: –12 %) i u istočnoj Slavoniji (Osijek: –13 %), nego u brdskom području (Gospić: –8 %) i sjeverozapadnoj Hrvatskoj (Zagreb-Grič: –3 %). Glavni doprinos godišnjim promjenama dala su smanjenja jesenjih i proljetnih količina. U razdoblju 1991.–2004. na čitavom je području Hrvatske zabilježeno osušenje, koje je izraženije u sjevernom primorju, na dalmatinskim otocima i u istočnoj Slavoniji. U kontinentalnoj nizinskoj Hrvatskoj smanjene su proljetne



Slika 7. Trendovi srednje godišnje količine oborine na postajama u Hrvatskoj, razdoblje: 1901.–2004.

Figure 7. Mean annual precipitation trends at the meteorological stations in Croatia, period: 1901–2004

i jesenje količine oborine, u brdskom dijelu i na otocima zimske i proljetne, dok su na sjevernom Jadranu oborine smanjene u svim sezonama.

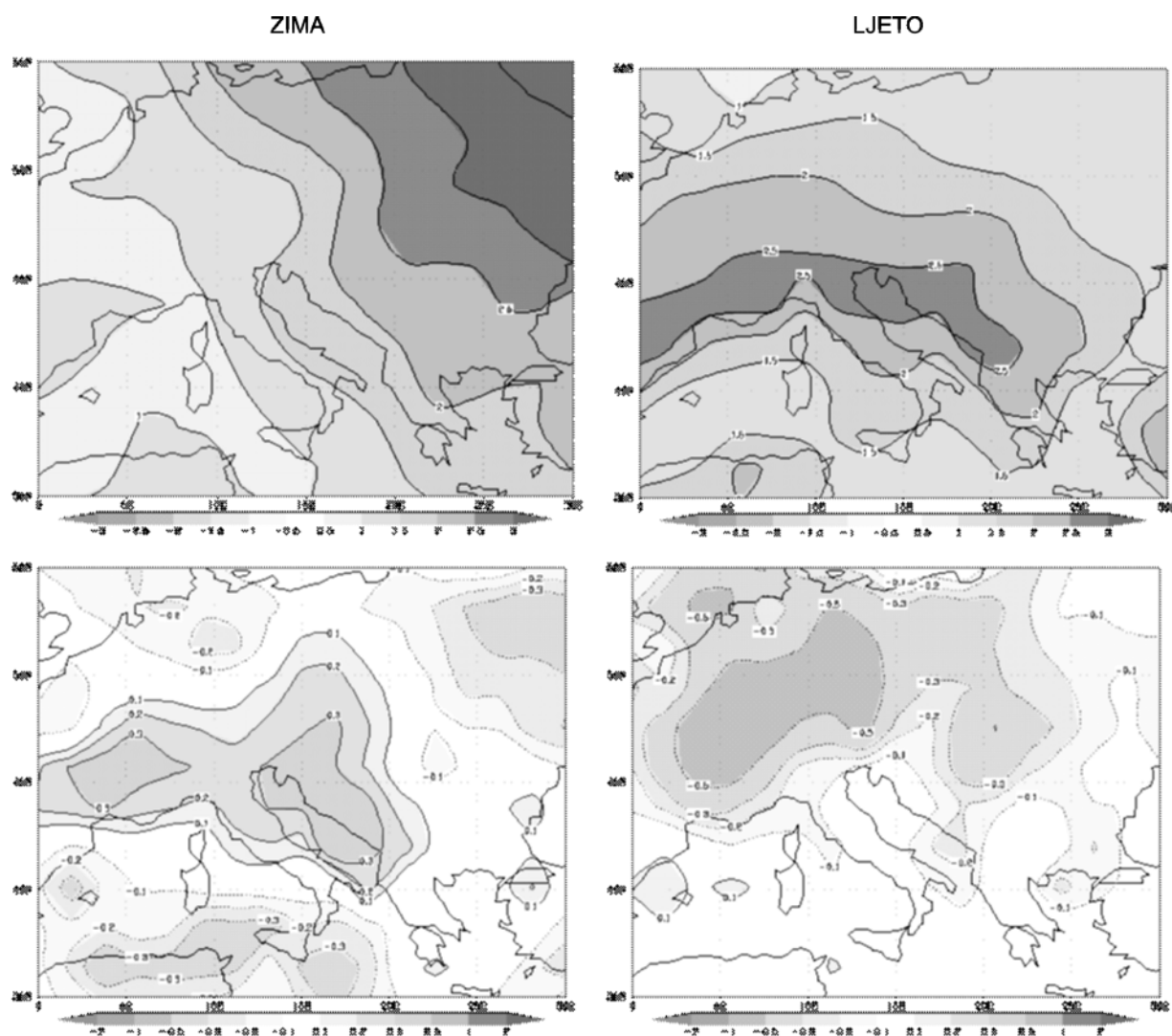
Scenariji klimatskih promjena predviđaju da će porast temperature zraka na području Hrvatske biti izraženiji ljeti nego zimi (Slika 8, gore). Očekivane promjene količine oborine zimi su vrlo male, ali se očekuje ljetno osušenje (Slika 8, dolje).

### Utjecaj klimatskih promjena na zdravlje

Atmosfera u kojoj živi nužno utječe na čovjeka posredno i neposredno (Slika 9). Neposredni utjecaj vremena očituje se kod meteorotropnih bolesti kao što su

vaskularne bolesti, astme, reuma ili rak kože. Posredni učinak vrijeme može imati na čovjeka pri prijenosu zaraznih bolesti, utjecajem na proizvodnju hrane, dostupnost pitke vode i infrastrukturu.

Od svih ekstremnih meteoroloških događaja (nevremena, tornada, poplave) najviše smrtnih slučajeva povezano je s toplinskim valovima [5]. Na slici 10. prikazan je broj smrtnih slučajeva u New Yorku za toplinskog vala u srpnju 1966. godine. Toplinski val koji je zahvatio Europu 2003. godine uzrokovao je preko 21 000 smrtnih slučajeva više od prosjeka [6]. Naša su istraživanja pokazala da je učestalost neurovegetativnih smetnji veća kod viših temperatura zraka, osobito kad maksimalna temperatura premaši 36 °C [7]. Porast temperature u okviru klimatskih



**Slika 8.** Razlike između buduće (razdoblje 2040.–2050.) i sadašnje (razdoblje 1980.–1990.) klime za temperaturu (gore) i oborinu (dolje) za zimu i ljeto. Izvor [3]

**Figure 8.** Differences between future (period 2040–2050) and present climate (period 1980–1990) for temperature (up) and precipitation (down) for winter and summer. Source [3]

promjena rezultat će i većom učestalošću toplinskih valova ljeti, ali i smanjenjem broja zimskih hladnih epizoda. To može uzrokovati povećanje smrtnosti zbog toplinskih valova, ali bi istovremeno zimsko smanjenje smrtnosti, osobito zbog kardiovaskularnih bolesti i astme, moglo biti korisna posljedica klimatskih promjena [8]. Povećanje UV zračenja zbog uništavanja ozonskog sloja povećava rizik za rak kože.

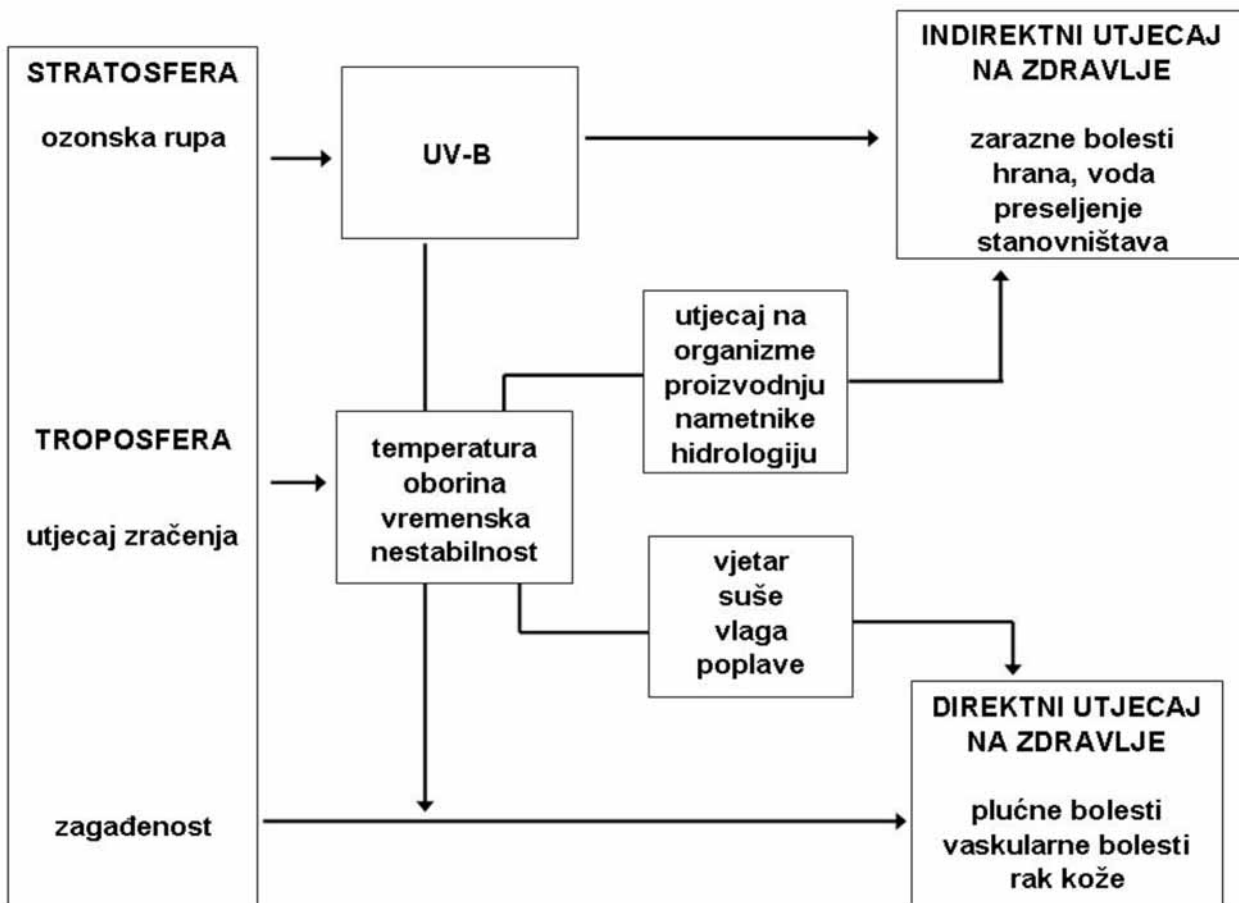
### Utjecaj klimatskih promjena na infektivne bolesti

Utjecaj vremena na infektivne bolesti je posredan. Vrijeme može utjecati na uzročnike zaraznih bolesti, ali i na prijenosnike vektore ili vodu. Vremenski utjecaj je naj-

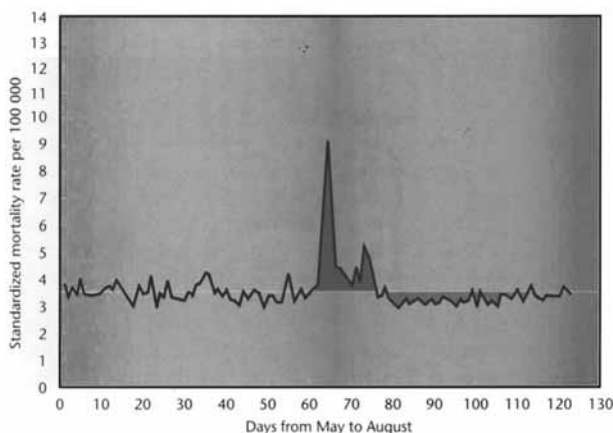
slabiji u slučajevima direktnog prijenosa antropozoa, jer je taka uzročnik najmanje izložen vanjskom utjecaju. Kod direktnog prijenosa zoonoz, čovjek može biti zaražen slučajno, transmisijski ciklus se sastoji od tri elementa, a opstanak patogena u prirodi ovisi i o vremenskim uvjetima, pa je utjecaj vremena na te bolesti veći nego u prethodnom slučaju. Indirektni prijenos antropozoa uključuje također tri elementa, čovjeka, patogen i prijenosnika, sve podložne vremenskom utjecaju. Najveći utjecaj vremena je prisutan u slučaju indirektnog prijenosa zoonoz, kod kojih se transmisijski ciklus sastoji od četiri elementa (Slika 11).

Vektori, patogeni i nositelji žive i razmnožavaju se u optimalnim klimatskim uvjetima i promjene tih uvjeta mogu značajno modificirati svojstva prijenosa bolesti.

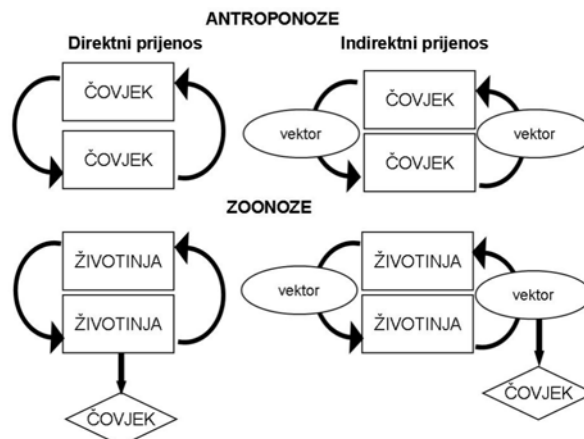




Slika 9. Shematski prikaz utjecaja atmosfere na čovjeka  
 Figure 9. Scheme of the atmospheric influence on human



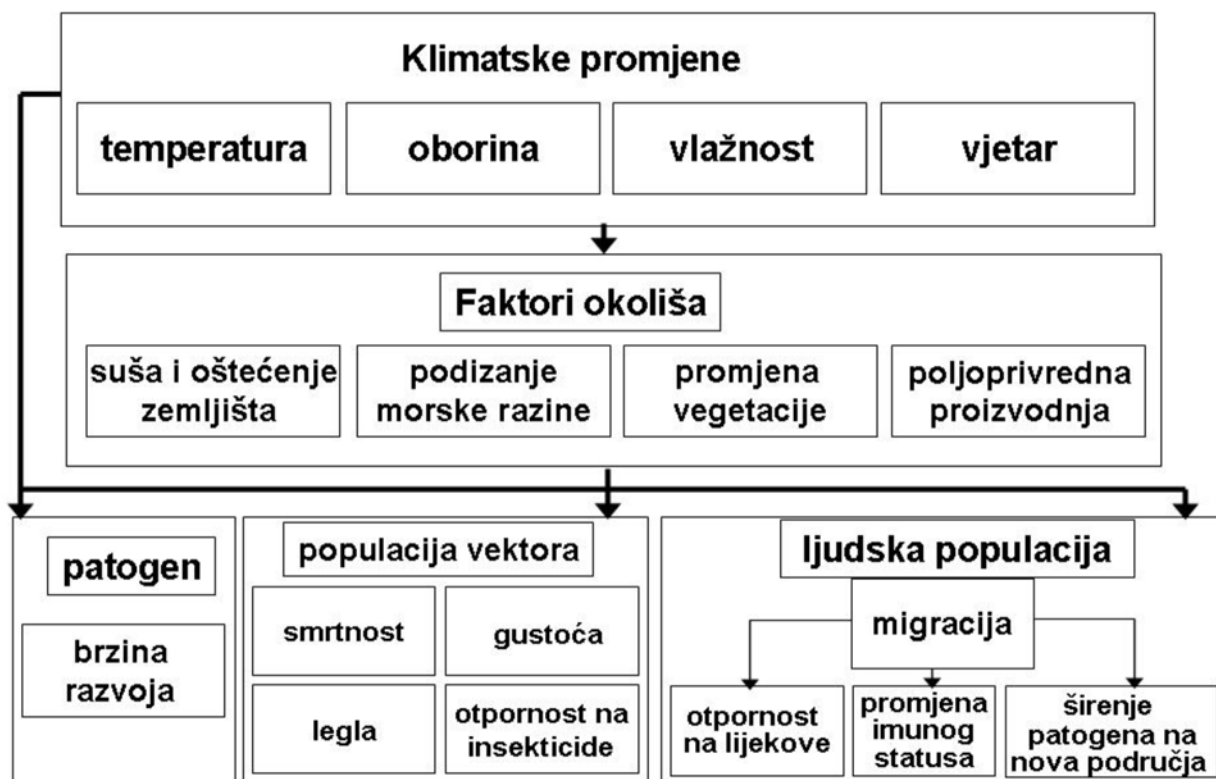
Slika 10. Utjecaj pojave toplinskog vala na dnevnu smrtnost u New Yorku. Izvor [4]  
 Figure 10. Influence of heatwave on daily mortality in New York. Source [4]



Slika 11. Četiri glavna tipa prijenosnog ciklusa zaraznih bolesti. Izvor [9]  
 Figure 11. Four main types of transmission cycle for infectious diseases. Source [9]

Bolesti u čije su prijenosne cikluse uključeni vektori ili životinje osjetljivije su na utjecaje okoliša nego bolesti koje uključuju samo patogen i čovjeka.

Najvažniji faktori okoliša uključuju klimatske faktore i faktore okoliša. Klimatski su faktori temperatura, oborina, vlažnost i vjetar, a faktori okoliša suša, povišenje



Slika 12. Glavni utjecaji klimatskih promjena na bolesti koje prenose vektori

Figure 12. Mean influences of climate change on vector borne diseases

morske razine, promjena vegetacije i poljoprivredna proizvodnja (Slika 12).

Porast **temperature** ubrzava metabolizam vektora, oni se češće hrane pa je češći dodir s nositeljem i veća mogućnost infekcije. Porast temperature može povećati proizvodnju jaja i skratiti vrijeme inkubacije. Svaka promjena minimalne temperature može znatno utjecati na opstanak vektora, pa tako primjerice tople zime povećavaju populaciju vektora. Opstanak se može smanjiti ili povećati ovisno o vrstama. Promjena temperature nadalje može uzrokovati promjenu osjetljivosti vektora na neke patogene, promjenu brzine povećanja populacije vektora, sezone njihovog pojavljivanja i prijenosa te rasprostranjenosti. Tako je primjerice uočeno širenje malarije u Africi na veće nadmorske visine (*highland malaria*).

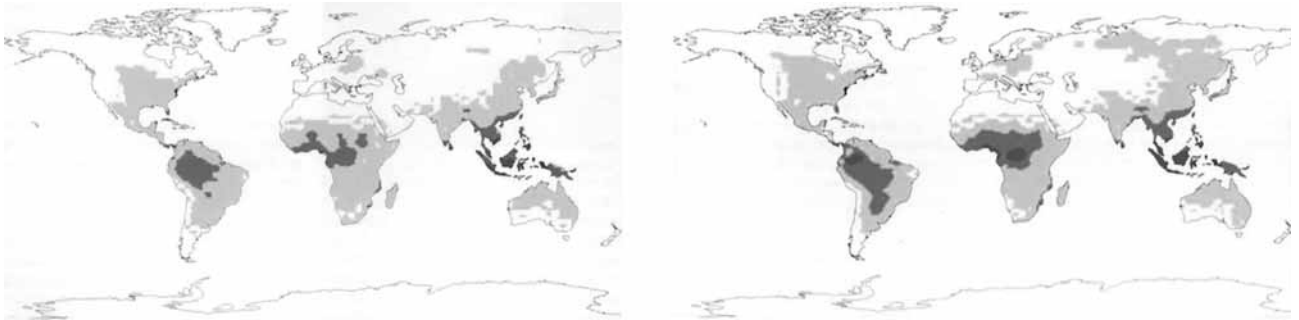
Utjecaj **oborine** može biti dvojak. Visoka temperatura i velika relativna vlažnost zraka produžavaju opstanak vektora, pa više oborine može povećati populaciju vektora stvaranjem novih legla za larve, ali jake oborine ili snježni pokrivač mogu uništiti legla. S druge strane niska vlažnost uzrokuje dehidraciju koja se kompenzira češćim hranjenjem i stvaranjem više generacija vektora. Manjak oborina pak dovodi do osušenja rijeka i stvaranja lokvi ustajale vode pogodne za legla (malarija u sezoni bez oborine). Oborina povoljno utječe na vegetaciju i dostupnost hrane i povećanje populacije kraljeznjaka, prijenos-

nika bolesti. Poplave mogu smanjiti njihovu populaciju, ali bježanje od poplave s druge strane povećava mogućnost kontakta s ljudima.

**Vjetar** utječe na rasprostranjenost vektora, a **porast morske razine** smanjuje ili uništava legla.

Temperatura utječe na porast i život uzročnika infekcija koje se prenose vodom. Porast temperature može produžiti sezonu ili geografsku rasprostranjenost, a u morskom okolišu visoke temperature stvaraju povoljne uvjete za cvjetanje mora. Oborina utječe na prijenos i širenje infektivnih tvari, a jake oborine zagađuju vodu.

Uočene veze utjecaja vremenskih prilika na infektivne bolesti dovelo je do razvoja više modela za prognozu širenja infektivnih bolesti zbog klimatskih promjena [9]. **Statistički modeli** su empirički modeli koji uključuju meteorološke varijable za procjenu bioklimatskog okvira za razne bolesti koje prenose vektori. (CLIMEX, Malaria-Potential-Occurrence-Zone model). **Matematički modeli** povezuju scenarije klimatskih promjena s varijablama bolesti važnim za transmisivni potencijal (reprodukcija, učestalost hranjenja, opstanak, inkubacija (MIASMA i MARA/ARMA za malariju, CIMSIM i DENSIM za denge groznicu). Modelom MIASMA proračunat je rizik za širenje malarije danas i u budućnosti (Slika 13). **Modeli bazirani na krajobrazu** ne uključuju samo neposredni klimatski utjecaj već i njezin utjecaj na obitavališta pato-

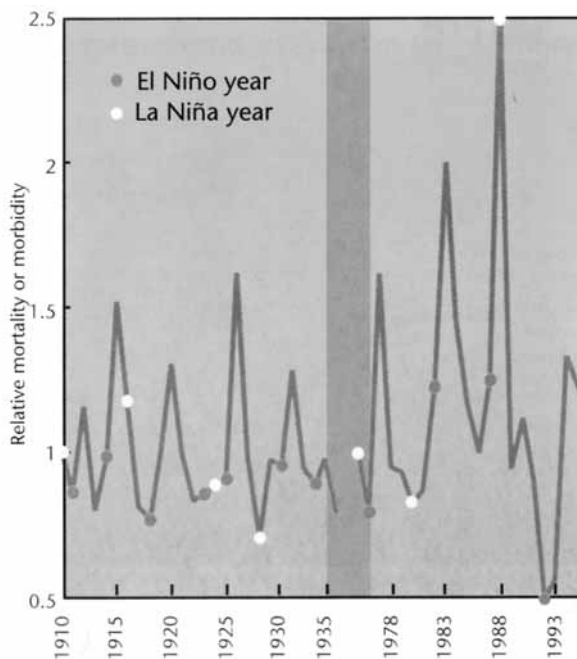


**Slika 13.** Rizična područja za prijenos malarije danas (lijevo) i 2050. godine (desno) prema klimatskom modelu. Izvor [4]

**Figure 13.** Areas at risk of malaria transmission today (left) and in 2050 (right) based on climate model. Source [4]

gena i vektora, a često su bazirani na satelitskim podacima. **Modeli za sistem ranog upozoravanja (ENSO)** temelje se na uočenoj čvrstoj vezi između ENSO (El

Niño) i bolesti (malarija, hantavirus, Rift Valley groznica, kolera) a rizik je moguće procijeniti nekoliko mjeseci ranije (Slika 14).



**Slika 14.** Pobol i smrtnost od malarije u Venezueli i El Niño događaji. Izvor [4]

**Figure 14.** Malaria mortality and morbidity in Venezuela and El Niño events. Source [4]

## Literatura

- [1] Climate Change 2001. Synthesis Report: Intergovernmental panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/english/index.htm>
- [2] Climate Change 2007. Synthesis Report: Intergovernmental panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm>
- [3] Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva. Second, Third and Fourth National Communication of the Republic of Croatia under the United Nations Framework Convention on Climate Change, 2006., 107 str.
- [4] WMO. Weather, Climate and Health, WMO 1999; No. 892, 34 str.
- [5] Chagnon et al. The July Heat Wave in the Midwest: A Climatic Perspective and Critical Weather Factors, Bull. Amer. Meteor. Soc., 1996; 77 (7): 1507–1518.
- [6] Rudel, E., Matzarakis, A., Koch, E. Potential increase of heat load on humans in a changing climate. World Resource Review 2005; 17, 32–44.
- [7] Zaninović, K. The influence of meteorological parameters on the acute neurovegetative disability, ECAM 2003, Roma, 15.–19. 9. 2003, CD
- [8] McMichael, A.J., A. Haines, R. Slooff, S. Kovats. Climate change and human health, Task Group of WHO, WMO, UNEP, WHO, Geneva, 1996, 297 str.
- [9] McMichael, A.J., D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko, J.D. Sheraga, A. Woodward. Climate change and human health, Risks and Responses, WHO, Geneva, 2003, 322 str.