

SPOROČILA MEDVLADNEGA ODBORA ZA PODNEBNE SPREMEMBE IPCC

Major findings from the IPCC Fourth Assessment Report "Climate Change 2007"

Lučka Kajfež Bogataj* UDK 551.583

Povzetek

Podnebne spremembe so celovita tematika, s katero morajo biti odločevalci jasno seznanjeni, in sicer z njihovimi vzroki, posledicami in blaženjem. Zato sta leta 1988 svetovna meteorološka organizacija in program ZN za okolje (UNEP) skupaj ustanovila IPCC in ga imenovala medvladni forum za podnebne spremembe. Osnovna naloga IPCC je zagotavljati svetu jasna in uravnotežena sporočila o razumevanju podnebnih sprememb. V letu 2007 je izšlo četrto poročilo (IPCC AR4) medvladnega odbora za podnebne spremembe, ki podaja najnovejša znanstvena spoznanja o stanju podnebnega sistema in o njegovih predvidenih prihodnjih spremembah, o vplivih že opazovanih in prihodnjih podnebnih sprememb na naravo in družbo, o ranljivosti in prilagajanju na te spremembe in o možnih načinih blaženja podnebnih sprememb. V članku je podan pregled najpomembnejših ugotovitev, predvsem prikaz resnih posledic, ki bi jih imele nebrzdane podnebne spremembe na gospodarstvo in blaginjo človeštva.

Abstract

Climate change is a very complex issue: policymakers need an objective source of information about the causes of climate change, its potential environmental and socio-economic consequences and the adaptation and mitigation options to respond to it. This is why WMO and UNEP established the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in 1988. The IPCC is a scientific body: the information it provides through its reports is based on scientific evidence and reflects existing viewpoints within the scientific community. Because of its intergovernmental nature, the IPCC is able to provide scientific, technical and socio-economic information in a policy-relevant but policy neutral way to decision-makers. The IPCC provides its reports at regular intervals. The Fourth Assessment Report "Climate Change 2007" was finalized in 2007. Some of the major findings from this report are presented in this article. It is shown that climate change, if unmitigated, can have serious implications for the economic well-being of human society and also that global efforts to address the problem remain weak and inadequate, even as changes in climate become more serious.

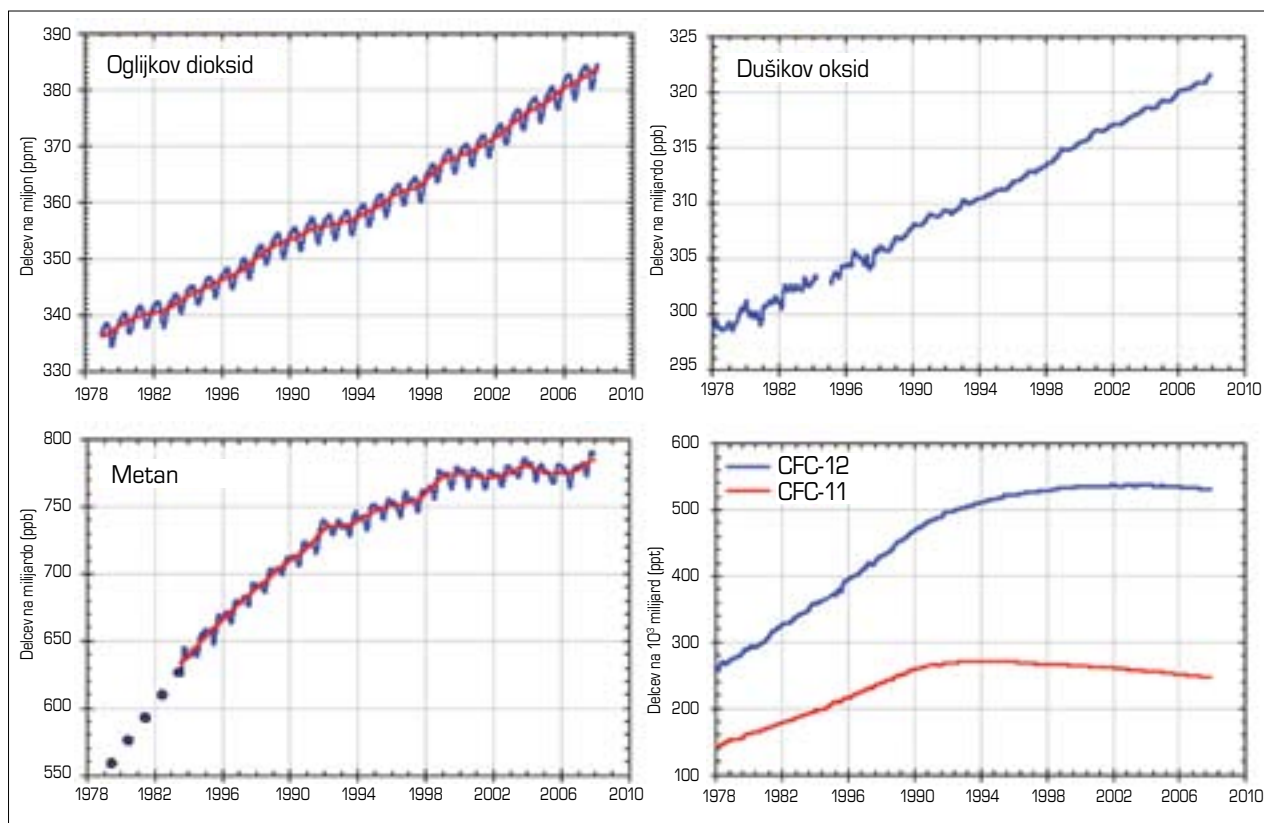
Uvod

Podnebne spremembe postajajo vse očitnejše, prav tako tudi njihove fizikalne, okoljske in socialne posledice. Stroški zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov, vključno s poplavami, sušami in nevihtami, naraščajo tudi v bogatih državah. Nadaljnja sprememba podnebja bo prizadela osnovne sestavine življenja ljudi po svetu – dostop do vode, proizvodnjo hrane, zdravje in okolje. Na stotine milijonov ljudi bi lahko trpelo lakoto, pomanjkanje vode in izgubo bivališč na obali zaradi dviga morske gladine. Ogroženo bo zdravje ljudi, več bo boleznih, ki jih prinašajo insekti, na primer malarije. Topljenje ledenikov bo povzročalo različne težave z vodo, kmetijskih pridelkov bo manj, še zlasti v Afriki. Najmanj 200 milijonov ljudi se bo moralo preseliti zaradi poplavljanja obal in kar 40 % bioloških vrstam bo grozilo izumrtje. Ekstremnega vremena bo nedvomno več.

Leta 2003 objavljeno Pentagonovo poročilo je podnebne spremembe prvič uradno predstavilo kot ogrožanje nacionalne varnosti. Zanimanje politike in posameznikov za poročilo je bilo izjemno, tako v prej pasivnih ZDA kakor tudi v svetu nasploh. Podoben premik je povzročilo tudi leta 2006 objavljeno Sternovo poročilo (Stern, 2006), kjer je bilo prvič objavljeno uradno priznanje, da so podnebne spremembe tudi grožnja svetovnemu gospodarstvu. V poročilu je poudarjeno, da je še mogoče preprečiti najhujše posledice globalnega segrevanja, vendar je potrebno takojšnje ukrepanje vlad, gospodarstvenikov in posameznikov. V nasprotnem primeru bodo podnebne spremembe ogrožale varnost družbe in držav ter mednarodno varnost, saj bodo sprožale politične in gospodarske krize (WBGU, 2008).

Največ pozornosti je v letu 2007 vzbudilo četrto poročilo (IPCC AR4) medvladnega odbora za podnebne spremembe (IPCC), ki podaja najnovejša znanstvena spoznanja o stanju podnebnega sistema in o njegovih predvidenih prihodnjih spremembah, o vplivih že opazovanih in prihodnjih podnebnih sprememb na naravo in

* prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva ulica 101, Ljubljana, lucka.kajfez.bogataj@bf.uni-lj.si



Slika 1. Naraščanje vsebnosti nekaterih toplogrednih plinov v ozračju (NOAA, 2008) v obdobju zadnjih 30 let (1978–2007)

Figure 1. Global averages of the concentrations of the major, well-mixed, long-lived greenhouse gases - carbon dioxide, methane, nitrous oxide, CFC-12 and CFC-11 from the NOAA global flask sampling network in the last 30 years (1978-2007).

družbo, o ranljivosti in prilagajanju na te spremembe in o možnih načinih blaženja podnebnih sprememb ter o gospodarskih in tehnoloških vidikih blaženja. Namen pričujočega članka je pregled novosti v navedenih poročilih.

Zgodovina in delovanje IPCC

IPCC sta leta 1988 skupaj ustanovila svetovna meteorološka organizacija in program ZN za okolje (UNEP) in ga imenovali medvladni forum za podnebne spremembe, zato lahko v njem sodelujejo vse države članice teh dveh organizacij. Seveda pa se s podnebnimi spremembami znanstveniki niso začeli ukvarjati šele z ustanovitvijo IPCC, ampak že prej. Leta 1979 je svetovna meteorološka organizacija organizirala prvo svetovno podnebno konferenco v Stockholmu. Že ta je pred skoraj tridesetimi leti prepoznala podnebne spremembe kot resen problem človeštva.

Osnovna naloga IPCC je zagotavljati svetu jasna in uravnotežena sporočila o razumevanju podnebnih sprememb. Pri tem je vodilo IPCC, da mora biti politično pomemben, vendar odločevalcem in politikom ne sme predpisovati, kaj naj storijo (angl. policy relevant but not policy prescriptive). Medvladni forum za podnebne spremembe je v svetovnem merilu vodilno strokovno telo za izdelavo ocen o podnebnih spremembah. Vodi ga odbor, sestavljen iz predsednika in treh članov, v njegovem okviru pa delujejo še tri delovne skupine s po dvema sopredsednikoma in

šestimi podpredsedniki (<http://www.ipcc.ch/about/ipcc-bureau-tfb.htm>). Vse te funkcije so znanstvene in ne politične. Delovne skupine obravnavajo različne vidike podnebnih sprememb: prva fizikalne osnove; druga učinke ter ranljivost in prilagajanje in tretja blaženje, kar pomeni zmanjševanje emisij toplogrednih plinov. Merila za izbiro strokovnjakov za navedena mesta so znanstvene reference in čim enakomernejša regijska zastopanost v svetovnem merilu.

IPCC v presledkih do šest let izdela in objavi svoje poročilo, vmes, odvisno od potreb, pa tudi krajša posebna poročila in tehnične dokumente. Za vse to uporablja najnovejše znanstvene, tehnične in družbeno-gospodarske informacije, pomembne za razumevanje podnebnih sprememb, pri tem pa sam ne opravlja raziskav. Seveda znanstveniki, ki sicer sodelujejo pri delu IPCC, v okviru svojih institucij take raziskave opravljajo. Sprejeto je pravilo, da sme IPCC pri izdelavi svojih poročil uporabljati le preverjene znanstvene izsledke, ki združijo vsako kritično presojo. To je zagotovljeno z dvojnimi mednarodnim pregledom osnutkov poročil in s končnim pregledom in sprejetjem dokumentov na plenarnih zasedanjih IPCC ali njegovih delovnih skupin. Pri pregledu prvega osnutka sodelujejo samo strokovnjaki, pri pregledu drugega pa strokovnjaki in vlade. Znanstveniki, zbrani v IPCC, vse dobljene pripombe in predloge pregledajo in ocenijo ter po svoji presoji vključijo v naslednji osnutek. Na končni obravnavi poročila na plenarnem zasedanju se krajši

povzetek obravnava od vrstice do vrstice, daljši dokument pa se sprejema po večjih delih.

Doslej so bila izdelana štiri velika poročila, zadnje, četrto, leta 2007. Ta poročila so sestavljena iz treh delov, ki jih pripravijo tri delovne skupine IPCC, in sicer: prvi del predstavlja sedanje znanje fizikalnih osnov spreminjanja podnebja; drugi del podrobno analizira že opažene in pričakovane učinke podnebnih sprememb ter ranljivost in možnosti za prilagajanje nanje in tretji del obravnava možnosti za blaženje podnebnih sprememb, kar pomeni možnosti za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov. Prispevek vsake od treh delovnih skupin tvori skoraj tisoč strani dolg osnovni dokument in že omenjeni krajši povzetek (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>). Prvo tako poročilo je bilo izdelano leta 1990 in je bilo odločilno za sprejem okvirne konvencije ZN o spremembi podnebja leta 1992 na svetovnem vrhu v Riu de Janeiru. Drugo poročilo je bilo objavljeno leta 1996 in je prispevalo k sprejemu kjotskega protokola leto dni pozneje. Vsako naslednje poročilo s še večjo gotovostjo navaja človekov vpliv na spreminjanje podnebja. IPCC na koncu izda tudi sintezno poročilo, ki je povzetek poročil vseh treh delovnih skupin in je namenjeno predvsem odločevalcem.

Za boljšo predstavo o delu IPCC v zvezi s podnebnimi spremembami navajamo še nekaj zanimivih naslovov dosedanjih posebnih poročil in tehničnih dokumentov. Med prvimi omenimo tri: Letalstvo in svetovno ozračje; Varovanje ozonskega plašča in svetovnega podnebnega sistema; Zajem in spravilo ogljikovega dioksida, in med tehničnimi dokumenti dva: Podnebne spremembe in biotska raznovrstnost ter Podnebne spremembe in voda. Ta gradiva, ki jih uporablja strokovna in široka javnost, so javno dostopna v knjižni obliki in na spletnih strani v šestih jezikih.

Glavne ugotovitve zadnjega poročila IPCC iz leta 2007

Vsebnost CO₂ v ozačju že 200 let stalno narašča zaradi človekove dejavnosti. Svetovni trendi naraščanja izpustov toplogrednih plinov v zadnjih letih so zastrašujoči (slika 1). V letih od 1970 do 2004 so se svetovni izpusti toplogrednih plinov (TGP) povečali za 70 odstotkov, od 1990 do 2004 pa za 24 odstotkov. Izpusti CO₂, količinsko najpomembnejšega toplogrednega plina so narasli v letih od 1970 do 2004 za 80 odstotkov (od 1990 do 2004: 28 odstotkov). Dosedanji politični ukrepi, projekti trajnostnega razvoja in zmanjševanje intenzivnosti industrije niso prinesli vidnejših zmanjševanj izpustov. Trend naraščanja izpustov toplogrednih plinov je povezan s povečevanjem svetovnega dohodka na prebivalca in naraščanjem svetovnega prebivalstva.

V letu 2004 so razvite države, v katerih živi 20 odstotkov svetovnega prebivalstva, prispevale 46 odstotkov svetovnih izpustov toplogrednih plinov (IPCC, 2007 a). Še

posebej vzbujajo skrb napovedi, da bodo med energetskimi viri fosilna goriva še vedno prevladovala vsaj do leta 2030. Ob tej predpostavki bodo svetovni izpusti toplogrednih plinov, če ne ukrepamo, še narasli, in to od 25 do 90 odstotkov do leta 2030 (v primerjavi z 2000), odvisno od razvoja družbe, in za 60 do 240 odstotkov do leta 2100. Od dve tretjini do tri četrtine teh izpustov bodo prispevale danes nerazvite države.

Sprememba energijske bilance planeta tako povzroča povečan učinek tople grede. Pozitivni sevalni prispevek kot posledica povečanja koncentracij toplogrednih plinov od leta 1750 do danes je ocenjen na približno 2,3 Wm⁻², kar je najmanj petkrat več od naravnih sprememb na primer Sončeve aktivnosti. Samo v zadnjih 10 letih se je vpliv CO₂ na sevalno bilanco povečal kar za 20 odstotkov.

Ugotovitve o spremembah podnebnega sistema

Ogrevanje planeta je nedvoumno: ogrevajo se zrak, oceani, topi se led in sneg, gladina morij se viša. Naraščanje temperatur na kopnem in oceanov od leta 1906 do 2005 znaša 0,74 ± 0,18 stopinj Celzija. To je več, kakor je zapisano v poročilu medvladnega odbora za podnebne spremembe iz leta 2001, ko je bil ocenjen trend 0,6 ± 0,2 stopinj Celzija za obdobje od 1901 do 2000. Najizrazitejši dvig (dvakrat večji kakor v 100 letih) je v zadnjih 50 letih, kar 0,13 stopinj Celzija na desetletje. Ocean se je ogrel vsaj do globine 3000 m. Topljenje ledu in raztezanje morske vode že povzročata dvig morske gladine, ki znaša po letu 1993 kar 3,1 mm na leto.

Temperature na Arktiki naraščajo dvakrat hitreje kakor drugje na svetu. Satelitska opazovanja kažejo, da se je po letu 1978 arktični led krčil za 2,7 odstotka na desetletje, poleti pa kar za 7,4 odstotkov na desetletje. Permafrost na Arktiki se je na površini ogrel za do 3 stopinje Celzija po letu 1980. Na severni polobli je od leta 1900 do zdaj že 7 odstotkov manj sezonsko zmrznjenih tal. Na kopnem v zmernih zemljepisnih širinah se je izrazito zmanjšalo število hladnih dni, še zlasti so se zvišale najnižje nočne temperature zraka. V poletnem času se je povečalo število toplih noči.

V povezavi z višanjem temperature zraka in temperature površine oceanov se je povečala vlažnost zraka, posledica pa so povečane pogostnosti obilnih padavinskih dogodkov, tudi tam, kjer letna količina padavin upada. Svetovno se je letna količina padavin nad kopnim v obdobju od 1901 do 2004 povečala, regionalno pa so trendi zelo različni. Na kopnem se povečuje pogostnost suš, predvsem zaradi okrepljenih zahodnih vetrov in premika lege polarne fronte. Zahodni deli celin postajajo toplejši kakor vzhodnejši, še zlasti pozimi. Bolj sušno postaja po letu 1970 v Sahelu, Sredozemlju, južni Afriki in južni Aziji, bolj mokro pa na vzhodu Severne in Južne Amerike, na severu Evrope in v severni ter osrednji Aziji. Izmerjeno je tudi zakisovanje površinskega sloja oceanov, saj se je povprečna vrednost

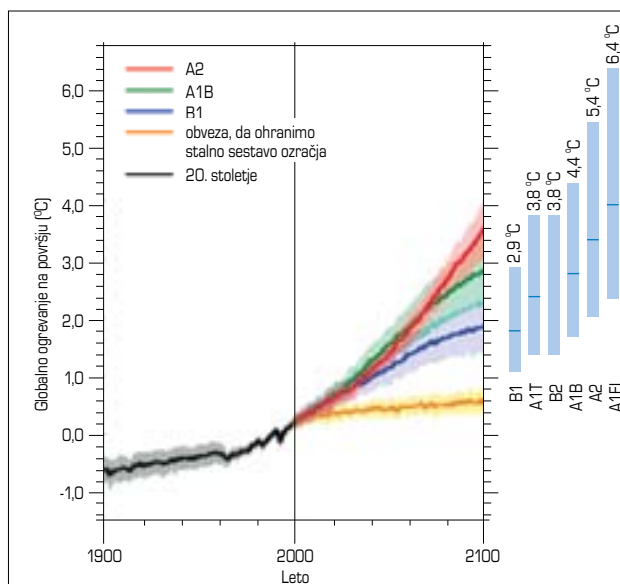
pH znižala za 0,1 v zadnjih 200 letih. Spreminja se tudi slanost morja v posameznih oceanskih bazenih, saj se spreminja vodni cikel.

Za nekatere dele podnebne sistema še ni trdnih dokazov o podnebnih spremembah, na primer na Antarktiki, kjer primanjkuje tudi meritev. Prav tako ni jasnih znakov, da bi se bistveno spreminjalo kroženje oceanov. Premalo je dokazov za trditve, da se spreminjajo značilnosti tornadov, toče, neviht in podobnega.

Razvoj svetovnega podnebja v tem stoletju

Kako se bo podnebni sistem odzval na različne naravne in človekove vplive, najpogosteje ugotavljamo z različnimi modeli splošnega kroženja (MSC), v katere kot ključni vhodni podatek vstavljamo različne scenarije izpustov toplogrednih plinov. Medvladni odbor za podnebne spremembe uporablja štiri skupine scenarijev (A1, A2, B1 in B2), ki se razlikujejo v družbeno-gospodarskem razvoju v prihodnosti in zlasti v izpustih in končnih vsebnostih toplogrednih plinov in aerosolov v ozračju. Skupina scenarijev A1 predstavlja hiter in svetovni gospodarski razvoj, scenariji A2 predvidevajo raznolik svet s hitro rastjo prebivalstva. Skupina scenarijev B1 predstavlja nagel preobrat v gospodarskih strukturah glede oskrbovalnega in informacijskega gospodarstva, manjše porabe surovin ter vpeljave čistejših in učinkovitejših tehnologij. Pri scenarijih B2 so v ospredju krajevne rešitve za zmerno gospodarsko rast, socialno enakost in okoljsko trajnost. Najpogosteje analiziramo dve skupini scenarijev, A2 in B2. Različni modeli splošnega kroženja se na spremembe sestave ozračja odzovejo različno, kar kaže na negotovost napovedovanja prihodnjih podnebnih sprememb. Modelne intervalne ocene temperaturnih sprememb (glede na obdobje 1961–1990) do leta 2100 prikazuje slika 2.

Za naslednjih 20 let lahko z veliko gotovostjo pričakujemo nadaljnje dviganje svetovne temperature za 0,2 stopinj Celzija na desetletje (IPCC, 2007 b). Do konca stoletja je dvig svetovne temperature odvisen od našega obnašanja in ustalitve vsebnosti CO₂ v ozračju. V najboljšem primeru bo ta znašala +1,8 stopinj Celzija (glede na obdobje od 1961 do 1990), če bomo nadaljevali z naraščanjem izpustov toplogrednih plinov, pa povprečno kar +4 stopinj Celzija z zgornjo mejo 6,4 stopinj Celzija. Regionalni vzorci ogrevanja bodo odstopali od zgoraj navedenih povprečij. Kopno in severne zemljepisne širine se bodo ogrele bisveno bolj, kakor kaže svetovno povprečje. Spreminjali se bodo regionalni vremenski vzorci, in sicer vzorci kroženja zraka, padavine, ekstremi in led. Prišlo bo do preporazdelitve padavin, zlasti močno bo zaradi suše v poletnem času prizadeto Sredozemlje (slika 3). Morska gladina se bo v povprečju dvignila za vsaj 30 cm, v najslabšem primeru pa za 58 cm. Morja se bodo še naprej zakisovala, pH lahko še pade za do 0,35, kar bo pomenilo



Slika 2. Napovedi temperaturnih sprememb (glede na obdobje 1961–1990) do leta 2100 za različne scenarije. Največji dvig temperature je pri scenariju A1FI, ki predstavlja hiter in svetovni gospodarski razvoj z nebrzdano rabo fosilnih goriv.

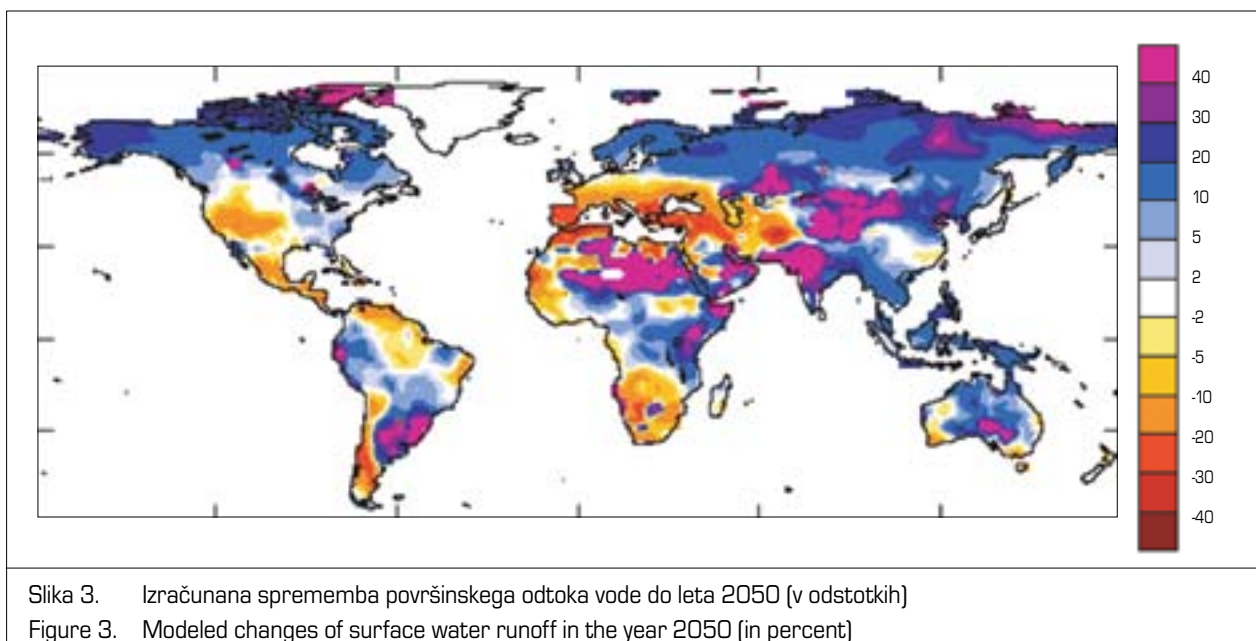
Figure 2. Multi-model global averages of surface warming for scenarios A2, A1B and B1, shown as continuations of the 20th-century simulations.

topljenje karbonatnih sedimentov v plitvih vodah in ogrozilo številne morske organizme. Vse več bo obilnih padavin in vročinskih valov. Slednji bodo intenzivnejši in daljši. Tropskih ciklonov bo morda manj, bodo pa bistveno močnejši in uničujoči. Geografska pot premikanja različnih neurij, sedaj pogostih v tropskem pasu, se bo pomikala severneje.

Podnebni scenariji predvidevajo za Evropo izrazito ogrevanje do konca stoletja, od 2,5 do 5,5 stopinj Celzija. Zime so bodo najbolj ogrele na severu Evrope, poletja pa v južni in srednji Evropi. Letna količina padavin se bo povečala na severu in zmanjšala na jugu. Padavine poleti se bodo zmanjšale, od 30 do 45 odstotkov v Sredozemlju, pa tudi v zahodni in srednji Evropi. Manjše razlike v poletnih padavinah bosta imeli Severna Evropa in Skandinavija.

Posledice podnebnih sprememb v Evropi

Podnebno pogojena tveganja in nevarnosti se bodo povečali, vendar različno v zemljepisnih regijah. Poplave pozimi bodo pogostejše v obalnih območjih, pomladne bodo povezane s topljenjem snega v osrednji in vzhodni Evropi, povsod pa bodo pogostejše hudourniške poplave. Poplavljanje obal ob pogostejših neurjih bo prizadelo atlantske obale, še zlasti v povezavi z dvigovanjem morske gladine. Do leta 2080 bo letno ogroženih dodatnih 2,5 milijona Evropejcev (Parry in sod., 2007).



Toplejše in bolj sušno podnebje bo botrovalo pogostejšim in daljšim sušam. Do leta 2070 bodo suše, ki danes nastajajo v južni in jugovzhodni Evropi v povprečju enkrat na 100 let, postali dogodki, do katerih bo prihajalo na manj kakor 50 let. Podaljšano bo obdobje s tveganjem za požare v naravi, verjetnost njihovega nastanja bo večja. Brez prilagoditvenih ukrepov bo ogroženo zdravje ljudi zaradi vročinskih valov, poplav, večje izpostavljenosti nalezljivim boleznim in boleznim, povezanih s hrano.

Podnebne spremembe bodo močno poglobile evropske regionalne razlike v dostopnosti do naravnih virov in v premoženjskem stanju. Primernost kmetijskih rastlin in njihova produktivnost se bosta zaradi višjih temperatur v severni Evropi povečali in zmanjšali v Sredozemlju in jugovzhodni Evropi. Gozdovi se bodo širili na severu in se umikali na jugu Evrope. Propadanje gozda bo najočitnejše na jugu Evrope. Razlike v dostopnosti vodnih virov bodo postale večje, površinski odtok vode se bo povečal v severni in severozahodni Evropi in zmanjševal v južni in jugovzhodni Evropi. Poletni nizki pretoki se bodo v srednji Evropi zmanjšali za polovico, v južni Evropi pa do 80 odstotkov.

Vodni stres v Evropi se bo povečal, skupaj s številom ljudi, ki živijo v rečnih bazenih v močnem vodnem stresu. Tudi hidroenergetska zmogljivost v Evropi se bo zaradi podnebnih sprememb do leta 2070 zmanjšala v povprečju za 6 odstotkov, v Sredozemlju in okolici pa za 20 do 50 odstotkov.

Naravni ekosistemi in biotska raznolikost bosta pod močnim vplivom podnebnih sprememb. Mnogo organizmov in ekosistemov bo imelo težave pri prilagajanju novemu podnebj. V Sredozemlju bodo na primer ogroženi presihajoči vodni sistemi, v Alpah bo ogroženo do 50 odstotkov alpske flore.

Podnebne spremembe bodo izziv za vse gospodarske sektorje, saj bodo spremenile porazdelitev gospodarskih dejavnosti. Kmetijstvo se bo moralo spopasti z nara-

ščajočo potrebo po namakanju v južni Evropi. Energijske potrebe za zimsko ogrevanje se bodo zmanjšale, zato pa se bodo povečale poleti za hlajenje. V Sredozemlju se bo ogrevalna sezona do leta 2050 skrajšala za 2 do 3 tedne, poleti pa bo od 2 do 5 tednov daljša doba za hlajenje prostorov. Konice porabe elektrike bodo ponekod po novem poletu in ne pozimi. Turizem v Sredozemlju bo intenzivnejši spomladi in jeseni, manjši pa poleti. Za zimski turizem v gorah bo obdobje s snežno odejo krajše. Z vsako stopinjo dviga temperature se v Alpah ta lahko skrajša za več tednov. Pri dvigu temperature za 2 stopinji Celzija brez spremembe količine padavin bo v švicarskih Alpah smučarska sezona krajša za 50 dni.

Pri prilagajanju na podnebne spremembe nam bodo v pomoč izkušnje z odzivi na izredne vremenske dogodke. Nujno bo sistematično načrtovanje in aktivno upravljanje s tveganji, ki jih prinašajo podnebne spremembe. Države se vse bolj organizirajo pri obvladovanju posledic ekstremnega vremena. Dober primer so sistemi zgodnjega obveščanja v Evropi ob vročinskih valovih (Španija, Portugalska, Francija, Velika Britanija, Italija, Madžarska). Učinkovito prilagajanje bo po državah različno. Žal ima le malo svetovnih vlad ali njihovih državnih institucij, na primer resornih ministrstev, sistematično in kritično pripravljenih svežnjevk ukrepov za prilagajanje novemu podnebj.

Možnosti za blaženje podnebnih sprememb in za obvladovanje izpustov toplogrednih plinov

Poročilo tretje delovne skupine medvladnega odbora za podnebne spremembe se osredotoča na ukrepe za omilitev podnebnih sprememb in ponuja pregled možnosti

Vsebnost CO ₂ ob stabilizaciji	Dvig temperature	Kdaj morajo izpusti začeti upadati	Potrebno zmanjšanje izpustov TGP leta 2050
445–490 ppm	2,0–2,4 °C	2000–2015	–85 do –50 %
490–535 ppm	2,4–2,8 °C	2000–2020	–60 do –30 %
535–590 ppm	2,8–3,2 °C	2010–2030	–30 do +5 %

Preglednica 1. Odvisnost dviga svetovne temperature od vsebnosti CO₂ ob stabilizaciji, čas, ko morajo izpusti toplogrednih plinov (TGP) začeti upadati, in potrebno zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov leta 2050.

Table 1. Dependence of global temperature rise on the concentration of CO₂ upon stabilization, the time when greenhouse gas emissions must start to fall, and the necessary reduction in greenhouse gas emissions in 2050.

za zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov in analizo teh možnosti z znanstvenega, okoljskega, gospodarskega in družbenega zornega kota (Barker in sod., 2007). Svet ima tehnologijo in finančna sredstva za omejitve katastrofalnih posledic svetovnega segrevanja, a za znižanje izpustov toplogrednih plinov mora ukrepati takoj.

Od objave prejšnjega, tretjega poročila medvladnega odbora za podnebne spremembe (TAR) leta 2001 se je močno povečalo število raziskav o možnostih, ki jih ima svet za blaženje podnebnih sprememb, in to zlasti z regijskega in sektorskega vidika. V primerjavi s prejšnjim poročilom izpred šestih let tokratno poudarja nujnost ukrepov za zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov in za varovanje podnebja ter zožuje čas, ki je še na voljo, na 20 let, da omejimo temperaturni dvig samo na 2 stopinji Celzija glede na predindustrijski čas in s tem preprečimo najhujše učinke in tveganja za človeštvo, o čemer govori 2. člen okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja. Bistvena pri tem je seveda ocena stroškov ukrepov za zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov, ki niso majhni.

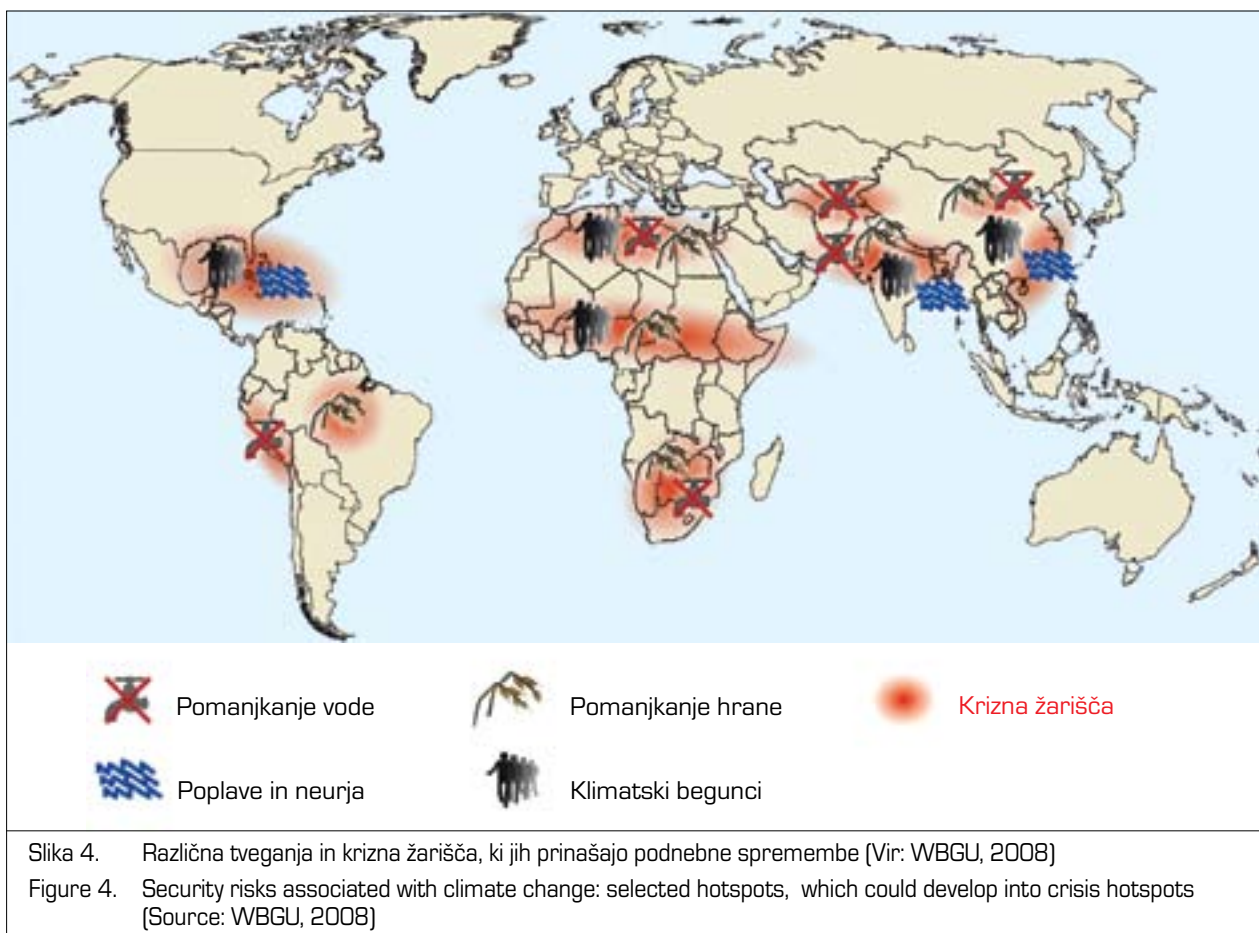
Brez ukrepov in še z nadaljnjo rabo fosilnih goriv bodo svetovni izpusti toplogrednih plinov še naraščali, in to celo za 90 odstotkov do leta 2030 v primerjavi z letom 2000, kar bi prineslo nepredvidljive posledice.

V vseh sektorjih gospodarstva obstajajo ekonomske zmožnosti za omejevanje izpustov toplogrednih plinov. Višja, ko bo cena izpusta tone CO₂, manj bo izpustov in vsebnost CO₂ v ozračju se bo ustalila na nižji vrednosti. Cena do 50 ameriških dolarjev na tona ekvivalenta CO₂ omogoča (ustalitev) na ravni 550 ppm (volumskih delcev na milijon ekvivalenta CO₂, cena 100 ameriških dolarjev na tona ekvivalenta CO₂ pri 450 do 550 ppm ekvivalenta CO₂). To bi omogočalo dvig svetovne temperature zraka za 2 do 3 stopinje Celzija glede na predindustrijski čas (preglednica 1). Načeloma bi višja cena fosilnih goriv pomenila večjo konkurenčnost nefosilnih alternativ. Tržne zmožnosti za zmanjševanje izpustov so precej manjše kakor gospodarske, vendar bi različni politični ukrepi lahko premostili razkorak. Znanstveniki v IPCC menijo, da je največja možnost za varčevanje pri proizvodnji energije: povečana učinkovitost, več kombinacije toplote in moči, obnovljive energije, prehod z nafte na plin. Takoj na drugem mestu je povečana energijska učinkovitost stavb.

Ocena makroekonomskih stroškov za ustalitev vsebnosti toplogrednih plinov na ravni med 445 in 535 ppm ekvivalenta CO₂ je v mejah od 1 do 2 odstotka (največ 3 odstotke) svetovnega bruto družbenega proizvoda. Stroški za omejitve segrevanja ozračja na še sprejemljiv razpon od 2 do 2,4 stopinje Celzija bi tako na leto znašali manj kakor 0,12 odstotka svetovnega bruto družbenega proizvoda. Da bi preprečili najhujše posledice svetovnega segrevanja in omejili višanje temperature, se morajo izpusti toplogrednih plinov ustaliti najpozneje v osmih letih, do leta 2015. Do sredine stoletja se morajo izpusti v primerjavi z letom 2000 znižati za 50 do 85 odstotkov. Stroški za zmanjševanje podnebnih sprememb so za zdaj še obvladljivi in so lahko celo manjši, če bi politika dejavno spodbujala tehnološke spremembe. Srednjeročni ukrepi, kakor so modernizacija energetske infrastrukture v deželah v razvoju, bi lahko začrtali poti k dolgoročnemu svetovnemu zmanjševanju izpustov toplogrednih plinov. Obnovljivi viri in povečana energijska učinkovitost lahko vodita v večjo energijsko varnost, zaposlovanje in večjo kakovost zraka. Obnovljivi viri bi lahko dosegli delež od 30 do 35 odstotkov pri proizvodnji elektrike do leta 2030, celo pri ceni izpusta od 20 do 50 ameriških dolarjev na tona ekvivalenta CO₂. Jasno postaja, da je rast izpustov, ki jih povzročata promet, največja. Trg ne bo ustavil naraščanja, še zlasti ne v letalskem in ladijskem prometu. Nujni so odločni ukrepi politike.

Svetovne emisije TGP se morajo začeti zmanjševati takoj po letu 2030. Naslednjih 20 let bo torej odločalo, kako velik bo dvig povprečne temperature in kakšne bodo posledice podnebnih sprememb in kolikšni škodi se lahko izognemo. Če omejimo vsebnost toplogrednih plinov na 445 do 490 ppm ekvivalenta CO₂, se bo svetovna temperature dvignila za 2,0 do 2,4 stopinj Celzija, vendar se morajo izpusti začeti zmanjševati že čez 15 let in do leta 2050 biti 50 odstotkov manjši kakor danes. Če omejimo vsebnost toplogrednih plinov na 535 do 590 ppm ekvivalenta CO₂, se bo svetovna temperature dvignila za 2,8 do 3,2 stopinj Celzija, pri ustalitvi vsebnosti toplogrednih plinov na 590 do 710 ppm ekvivalenta CO₂ pa se bo svetovna temperatura dvignila za 3,2 do 4,0 stopinj Celzija. Učinki in škoda bodo neprimerno večji, zlasti dvig morja. V vsakem primeru bodo stroški ukrepanja zdaj manjši kakor škoda zaradi posledic podnebnih sprememb.

Med konkretnimi ukrepi je najprej nujno treba določiti tako ceno izpustov CO₂, da se bo bolj izplačalo vlagati v tehnologije in izdelke z majhnimi izpusti ogljika. Vloga vlad, javnih



vlaganj in zakonov je nepogrešljiva (takse TGP, standardi, svetovno trgovanje z izpusti, dovolilnice za izpuste, prostovoljni dogovori in podobno). Države v razvoju prednostno potrebujejo nove tehnologije. Seveda bi pomagalo tudi dosledno izvajanje kjotskega protokola (katerega cena je zdaj ocenjena nižje), predvsem pa novi mednarodni dogovori. Ob tem bi se morali vsi zavedati, da imajo ukrepi za zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov številne dodatne pozitivne učinke, med drugim večjo energijsko varnost, nove naložbe in zaposlovanje ter večjo kakovost zraka, kar pomeni tudi manj zdravstvenih problemov.

Sklepne misli

Klimatološki modeli jasno kažejo, da bi za ohranitev podnebnih sprememb na približno današnji ravni morale razvite države in tudi Slovenija v naslednjih desetletjih zmanjšati porabo fosilnih goriv za 80 odstotkov. Vemo pa, da je trd oreh že kjotski protokol, po katerem naj bi razviti svet zmanjšal svoje izpuste le za okoli 3 odstotke. Evropska unija si je zadala zahtevni načrt, da bo zmanjšala izpuste za 20 odstotkov do leta 2020. Velike države, kakor so ZDA, Kitajska in Indija, o kakšnih omejitvah za zdaj nočejo slišati. Verjetno je, da se bodo podnebne spremembe samo še stopnjevale, če se ne bomo hote odpovedali današnjemu načinu življenja. Bogate države se lahko še desetletja upirajo neugodnemu vremenu z namakanjem, valobrani, dobrimi zavarovalnicami in ustrezno zdravstveno oskrbo. Lahko uvedejo nove

tehnologije, izobražujejo prebivalstvo in izvajajo različne preventivne ukrepe. Prilagoditvena sposobnost Afrike in večine Azije pa je zelo majhna. Ljudje, ki so najmanj krivi za sedanje podnebne spremembe, bodo nosili največje breme njihovih posledic.

Pričakovane podnebne spremembe so značilni vir čeznacionalnega nevojaškega ogrožanja. Za države pomenijo ne le ekološko tveganje, temveč bodo ogrožale varnost posameznika, varnost družbe in države ter mednarodno varnost (slika 4). Sprožale bodo politične, gospodarske, energetske, migracijske, socialne in zdravstveno-epidemiološke krize. V skrajnem primeru se lahko zgodi, da bodo sprožile celo vojaške posege.

Viri in literatura

1. Barker, T., I. Bashmakov, L. Bernstein, J. E. Bogner, P. R. Bosch, R. Dave, O. R. Davidson, B. S. Fisher, S. Gupta, K. Halsn s, G. J. Heij, S. Kahn Ribeiro, S. Kobayashi, M. D. Levine, D. L. Martino, O. Masera, B. Metz, L. A. Meyer, G.-J. Nabuurs, A. Najam, N. Nakicenovic, H.-H. Rogner, J. Roy, J. Sathaye, R. Schock, P. Shukla, R. E. H. Sims, P. Smith, D. A. Tirpak, D. Urge-Vorsatz, D. Zhou, 2007. Technical Summary. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds)], Cambridge

- University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
2. IPCC, 2007 a. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
 3. IPCC, 2007 b. Climate Change 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
 4. NOAA, 2008. The NOAA ANNUAL GREENHOUSE GAS INDEX (AGGI). NOAA Earth System Research Laboratory, Boulder (<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/>)
 5. Parry, M. L., O. F. Canziani, J. P. Palutikof and Co-authors, 2007. Technical Summary. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 23–78.
 6. Stern, N., 2006. The Economics of Climate Change. The Stern Review. Cambridge University Press. Available for download at <http://www.hm-treasury.gov.uk/index.cfm>.
 7. Schwartz, P. and D. Randall, 2003. An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security. Pentagon report Pentagon, Washington D.C. (www.ems.org/climate/pentagon_climatechange.pdf).
 8. WBGU, 2008. German Advisory Council on Global Change (WBGU): Climate Change as a Security Risk. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2008.