



Vetrnica

ISSN 1855-7457

*glasilo Slovenskega
meteorološkega društva*

WWW.METEO-DRUSTVO.SI

0613

PODNEBNE SPREMEMBE 2013
FIZIKALNA PODLAGA

Povzetek za oblikovalce politik

VSEBINA:

3 UVODNIK

5 PRISPEVEK PRVE DELOVNE SKUPINE K PETEMU POROČILU MEDVLADNEGA ODBORA ZA PODNEBNE SPREMEMBE 2013

6 A. UVOD

6 B. OPAŽENE SPREMEMBE PODNEBNEGA SISTEMA

6 B.1 OZRAČJE

11 B.2 SVETOVNO MORJE

11 B.3 KRIOSFERA

13 B.4 VIŠINA MORSKE GLADINE

14 B.5 KROŽENJE OGLJIKA IN OSTALI BIOGEOKEMIČNI KROGI

15 C. VZROKI PODNEBNIH SPREMEMB

17 D. RAZUMEVANJE PODNEBNEGA SISTEMA IN NJEGOVIH NEDAVNIH SPREMEMB

17 D.1 OVREDNOTENJE PODNEBNIH MODELOV

18 D.2 KOLIČINSKA OCENA ODZIVOV PODNEBNEGA SISTEMA

19 D.3 ZAZNAVANJE PODNEBNIH SPREMEMB IN ISKANJE VZROKOV

20 E. BODOČE PODNEBNE SPREMEMBE NA SVETOVNI IN REGIONALNI SKALI

21 E.1 OZRAČJE: TEMPERATURA

24 E.2 OZRAČJE: VODNI KROG

25 E.3 OZRAČJE: KAKOVOST ZRAKA

25 E.4 SVETOVNO MORJE

25 E.5 KRIOSFERA

26 E.6 VIŠINA GLADINE MORJA

27 E.7 KROŽENJE OGLJIKA IN OSTALI BIOGEOKEMIČNI KROGI

28 E.8 STABILIZACIJA PODNEBJA, OBSOJENOST NA PODNEBNE SPREMEMBE IN NJIHOVA NEPOVRATNOST

30 OKVIR SPM.1: ZNAČILNI POTEKI VSEBNOSTI (RCP)



Izdaja:

Slovensko meteorološko društvo
Vojkova 1b,
SI - 1000, Ljubljana
<http://www.meteo-drustvo.si>

Glavna urednica: Mojca DOLINAR

Uredniški odbor: Matjaž ČESEN, Damijana KASTELEC,
Jožef ROŠKAR, Iztok SINJUR, Gregor VERTAČNIK

Tehnično urejanje: Mojca DOLINAR, Jožef ROŠKAR

Oblikovna zasnova: Sabina KOŠAK, Solos, d.o.o.

Ljubljana, OKTOBER 2013

ISSN 1855-7457

Fotografija na naslovnici:

Slikovna podlaga angleškega poročila:
Folgefonna glacier on the high plateaus of Sørfjorden, Norway
(60°03' N - 6°20' E) © Yann Arthus-Bertrand / Altitude.

Naslov uredništva:

Vojkova 1b
SI-1000, Ljubljana
vetrnica.smd@gmail.com



Slovensko
meteorološko
društvo
Od 1954

 **UVODNIK**

Pred tremi leti smo v Slovenskem meteorološkem društvu (SMD) organizirali niz predavanj in okroglih miz na temo podnebnih sprememb. Tako smo se odzvali na številne razprave o podnebnih spremembah, ki so običajno dosegale višek v času zasedanj Konference pogodbenic Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja (Conference of Parties - COP). Razprave so bile v medijih in javnosti pogosto pomankljive, zavajajoče in celo v nasprotju z znanstvenimi dognanji. Rezultat predavanj društva je bilo Stališče Slovenskega meteorološkega društva o podnebnih spremembah, zasnovano na strokovnih temeljih in odraz zadnjih spoznanj znanosti na tem področju. Stališče smo objavili v tretji številki Vetrnice, ki je izšla marca 2011.

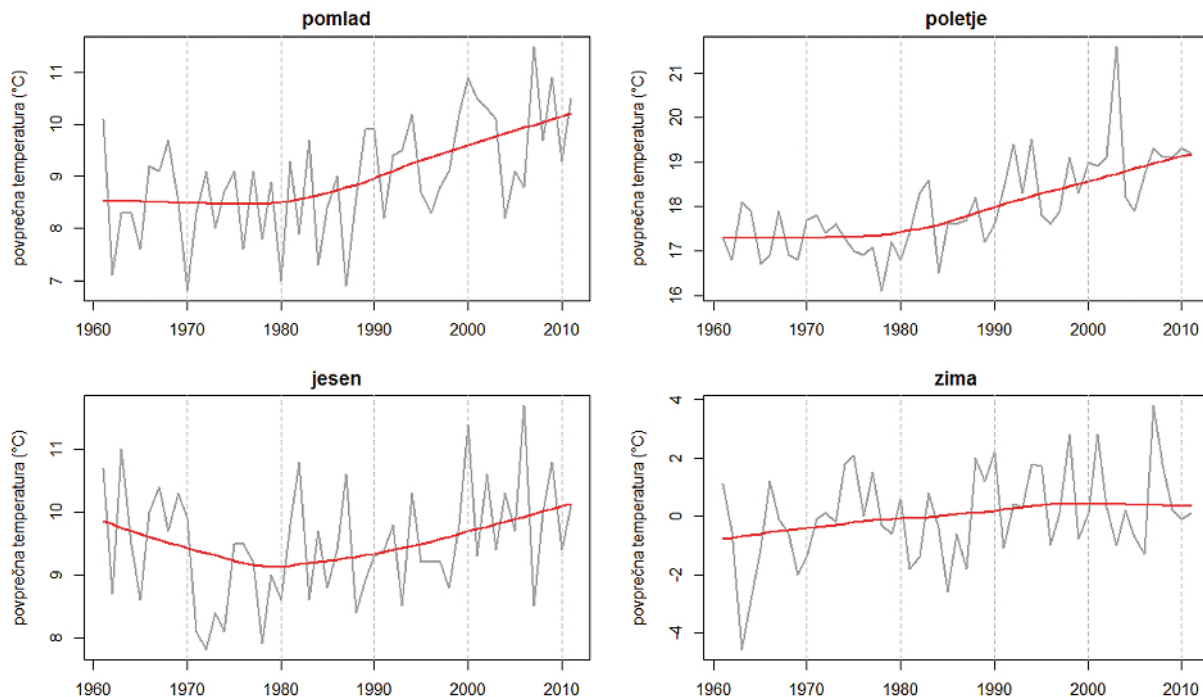
Tematika podnebnih sprememb ni nova, le v zadnjem desetletju je bila pogosto zlorabljena za pridobivanje medijske pozornosti in nabiranje političnih točk. Posebno glasni so bili zanikovalci podnebnih sprememb v službi močnih lobijev, ki zagovarjajo dosedanja gospodarski razvoj, temelječ na poceni energiji, pridobljeni iz fosilnih goriv. Na to se je društvo odzvalo in prevedlo Strokovni vodnik po dvomih o globalnem segrevanju (The Scientific Guide to Global Warming Skepticism). Prevod smo objavili na spletnem naslovu društva in natisnili v 300 izvodih. Poleg tega smo v slovenski jezik prevedli strokovne odgovore na 60 najpogosteje uporabljenih trditev zanikovalcev. Odgovore najdete na spletnem naslovu www.skepticalscience.com.

Na podnebne spremembe, ki bi utegnile biti posledica človekovih dejavnosti, so nekateri znanstveniki začeli opozarjati že pred več kot petdesetimi leti. Sčasoma se je okrepilo zavedanje, da utegnejo imeti v naslednjih desetletjih in stoletjih podnebne spremembe velik vpliv na človeštvo. Tako sta že leta 1988 Generalna skupščina Združenih narodov in Svetovna meteorološka organizacija skupaj ustanovili Medvladni odbor za podnebne spremembe (angleško: Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC). Namen tega medvladnega telesa je temeljito proučevanje podnebnega sistema in predstavitev znanstvenih ugotovitev na tem področju skupaj z oceno učinkov podnebnih sprememb na okolje ter družbo. Ker znanost na tem področju hitro napreduje, IPCC približno na sedem let obnavlja oziroma izdaja nova poročila o zadnjih znanstvenih izsledkih. Več tisoč svetovno priznanih znanstvenikov prostovoljno dela v treh skupinah, ki vsaka posebej pripravi poročilo o najnovejših znanstvenih izsledkih za svoje področje. Prva skupina proučuje mehanizem podnebja in njegovih sprememb, torej fizikalne podlage sprememb in njihove učinke v času in prostoru. Na podlagi poročila te skupine ostali dve skupini pripravita svoji poročila. Druga skupina povzema, kako bodo ugotovljene podnebne spremembe vplivale

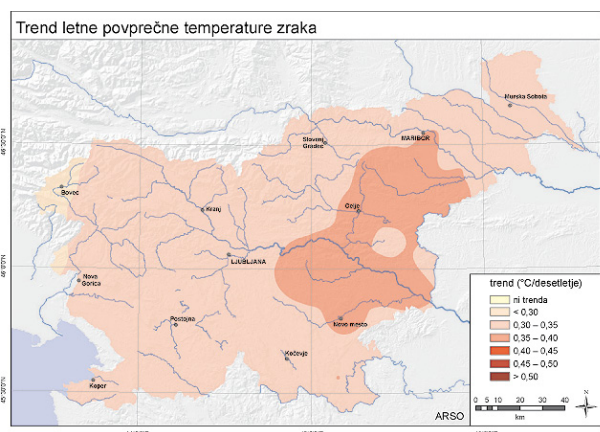
na človeštvo, kako ranljive so posamezne družbene skupine na podnebne spremembe in kakšne možnosti prilagajanja obstajajo. Tretja delovna skupina se ukvarja z možnostmi blaženja podnebnih sprememb.

Dne 27. septembra 2013 je bil potrjen in objavljen, a še ne dokončno oblikovan prvi del petega poročila IPCC, ki obravnava fizikalne podlage podnebnih sprememb. Poročilo je pripravilo 209 vodilnih in več kot 600 drugih avtorjev, pregledalo pa 50 urednikov. Sprememb od zadnjega poročila je precej, saj je v zadnjih sedmih letih podnebna znanost precej napredovala. Zelo opazna sprememba v primerjavi s četrtim poročilom je, da so tokrat podane verjetnosti za posamezne napovedane procese ali spremembe, večja sprememba so tudi scenariji izpustov. Medtem ko so bili v predhodnih štirih poročilih le-ti zasnovani na scenarijih bodočega družbenega razvoja, so tokrat vezani na časovni potek vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju. Samo poročilo je zelo obsežno in obravnava meritve posameznih sestavnih delov podnebnega sistema, modeliranje podnebja, zanesljivost modelskih simulacij in končno tudi ovrednoti napovedi modelov za bližnjo in daljno prihodnost. Za oblikovalce politik so avtorji prvega dela poročila pripravili povzetek, kjer so zbrani ključni poudarki celotnega poročila.

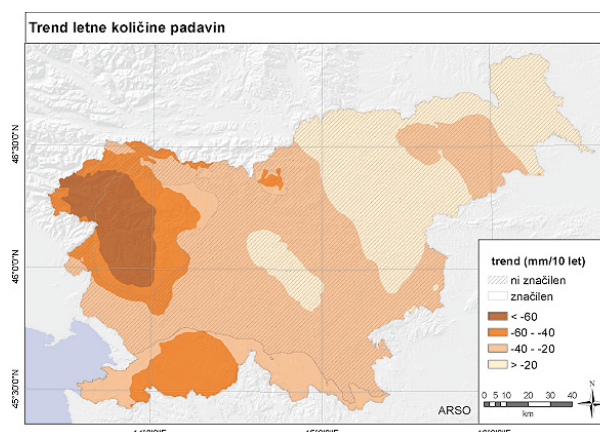
V društvu smo se odločili, da povzetek prevedemo, saj je njegova vsebina zelo pomembna tudi za Slovenijo in njen družbeni razvoj. Čeprav v mednarodni in tudi slovenski strokovni javnosti že več let ni dvoma, da je za podnebne spremembe kriv človek, pa se na to temo v medijih in laični javnosti še vedno pojavljajo različna zavajajoča ugibanja. Prevod povzetka petega poročila IPCC je nadaljevanje društvenih dejavnosti na področju podnebnih sprememb, ki smo jih začeli pred tremi leti z nizom predavanj in z oblikovanjem Stališča SMD o podnebnih spremembah, in s katerimi želimo javnost opozoriti na resnost problema. Podnebne spremembe namreč niso nek oddaljen problem daleč v Tihem oceanu, ampak ga že občutimo tudi v Sloveniji. Kot ugotavljajo na Agenciji RS za okolje v okviru projekta Podnebna spremenljivost Slovenije, so opažene spremembe v Sloveniji lahko celo bolj drastične kot na svetovni ravni. Povprečna prizemna temperatura zraka se je v Sloveniji v zadnjih petdesetih letih dvignila za 1,7 °C, kar je precej več kot na svetovni ravni (manj kot 1 °C). Čeprav je Slovenija geografsko zelo majhna v primerjavi s svetom in Evropo, niti časovna niti prostorska slika sprememb nista enotni (glej slike 1, 2 in 3). Čeprav Slovenija velja za z vodo bogato državo in zaenkrat še ni opaziti spremembe višine padavin na letni ravni, pa se že kažejo nekatere spremembe v padavinskem režimu in izjemnih padavinskih dogodkih. Vse to nam govori, da se bomo v bodoče tudi v Sloveniji zelo verjetno srečevali z vse bolj pogostimi posledicami podnebnih sprememb. Poleg zelo neposrednih



Slika 1. Časovni potek povprečne temperature zraka po meteoroloških letnih časih v obdobju 1961–2011 za celotno Slovenijo (siva krivulja) in glajeno drseče povprečje (rdeča krivulja). (Vir: Vertačnik in sodelavci: Podnebna spremenljivost Slovenije, Glavne značilnosti gibanja temperature zraka v obdobju 1961–2011)



Slika 2. Karta časovnega trenda letne povprečne temperature zraka v Sloveniji v obdobju 1961–2011 na homogeniziranih podatkih (Vir: kot na sliki 2)



Slika 3. Karta časovnega trenda letne vsote padavin v Sloveniji v obdobju 1961–2011 na homogeniziranih podatkih (Vir: Dolinar in sodelavci: Climate Change in Slovenia in the period 1961–2011, ICAM 2013)

znakov in posledic podnebnih sprememb – vročih poletij, milejših zim in pogostejših sušnih obdobj ter poplav – se bomo morali soočiti tudi s posrednimi družbenimi in političnimi spremembami (pomanjkanje pitne vode, sprememba vrst v rastlinskem pokrovu, selitveni pritiski...).

Povzetek poročila, ki je pred vami, temelji na naj-novejših ugotovitvah znanosti o podnebnih spremembah in ne pušča več nobenega dvoma, da je za marsikatero spremembo podnebja, ki smo ji že priča, krivo človeštvo. Še več, poročilo kaže na to, da zgolj blažene sprememb ne bo zadostovalo in se bomo morali prilagajati. Vsako zanikanje teh dejstev je zgolj

neodgovorno odlaganje problema na čas, ko bo tudi za prilagajanje prepozno in nas lahko doletijo katastrofe večjih razsežnosti. Nujno je, da dejstva o podnebnih spremembah oblikovalci politik upoštevajo pri oblikovanju razvojnih strategij Slovenije. Zato upamo, da smo v društvu s prevodom povzetka najširši slovenski javnosti olajšali pot do razumevanja podnebnih sprememb in prispevali delček k boljši ozaveščenosti javnosti o problemih v zvezi s podnebnimi spremembami, ki bodo iz leta v leto samo še naraščali.

Uredniški odbor



ipcc – MEDVLADNI ODBOR ZA PODNEBNE SPREMEMBE

Prispevek prve delovne skupine k Petemu poročilu Medvladnega odbora za podnebne spremembe 2013: Fizikalna podlaga

Povzetek za oblikovalce politik

Avtorji: Lisa Alexander (Avstralija), Simon Allen (Švica/Nova Zelandija), Nathaniel L. Bindoff (Avstralija), François-Marie Bréon (Francija), John Church (Avstralija), Ulrich Cubasch (Nemčija), Seita Emori (Japonska), Piers Forster (Združeno Kraljestvo), Pierre Friedlingstein (Združeno Kraljestvo/Belgija), Nathan Gillett (Kanada), Jonathan Gregory (Združeno Kraljestvo), Dennis Hartmann (Združene države Amerike), Eystein Jansen (Norveška), Ben Kirtman (Združene države Amerike), Reto Knutti (Švica), Krishna Kumar Kanikicharla (Indija), Peter Lemke (Nemčija), Jochem Marotzke (Nemčija), Valérie Masson-Delmotte (Francija), Gerald Meehl (Združene države Amerike), Igor Mokhov (Rusija), Shilong Piao (Kitajska), Gian-Kasper Plattner (Švica), Qin Dahe (Kitajska), Venkatachalam Ramaswamy (Združene države Amerike), David Randall (Združene države Amerike), Monika Rhein (Nemčija), Maisa Rojas (Čile), Christopher Sabine (Združene države Amerike), Drew Shindell (Združene države Amerike), Thomas F. Stocker (Švica), Lynne Talley (Združene države Amerike), David Vaughan (Združeno kraljestvo), Shang-Ping Xie (Združene države Amerike)

Avtorji dodatnih prispevkov: Myles Allen (Združeno kraljestvo), Olivier Boucher (Francija), Don Chambers (Združene države Amerike), Jens Hesselbjerg Christensen (Danska), Philippe Ciais (Francija), Peter Clark (Združene države Amerike), Matthew Collins (Združeno kraljestvo), Josefino Comiso (Združene države Amerike), Viviane Vasconcellos de Menezes (Avstralija/Brazilija), Richard Feely (Združene države Amerike), Thierry Fichet (Belgija), Arlene Fiore (Združene države Amerike), Gregory Flato (Kanada), Jan Fuglestad (Norveška), Gabriele Hegerl (Združeno kraljestvo/Nemčija), Paul Hezel (Belgija/Združene države Amerike), Gregory Johnson (Združene države Amerike), Georg Kaser (Avstrija/Italija), Vladimir Kattsov (Rusija), John Kennedy (Združeno kraljestvo), Albert Klein Tank (Nizozemska), Corinne Le Quéré (Združeno kraljestvo/Francija), Gunnar Myhre (Norveška), Tim Osborn (Združeno kraljestvo), Antony Payne (Združeno kraljestvo), Judith Perlwitz (Združene države Amerike/Nemčija), Scott Power (Avstralija), Michael Prather (Združene države Amerike), Stephen Rintoul (Avstralija), Joeri Rogelj (Švica), Matilde Rusticucci (Argentina), Michael Schulz (Nemčija), Jan Sedláček (Švica), Peter Stott (Združeno kraljestvo), Rowan Sutton (Združeno kraljestvo), Peter Thorne (Združene države Amerike/Norveška/Združeno kraljestvo), Donald Wuebbles (Združene države Amerike)

Ta povzetek je potrebno navesti kot:

IPCC, 2013: Summary for Policymakers: Climate Change 2013: The Physical Science Basis.

Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)].

Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Prevod: Klemen Bergant, Mojca Dolinar, Andrej Kranjc, Jožef Roškar, Gregor Vertačnik

A. Uvod

Prispevek prve delovne skupine k Petemu poročilu o oceni podnebnih sprememb (AR5) Medvladnega odbora za podnebne spremembe (ang. Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) upošteva nove dokaze o podnebnih spremembah, pridobljene na podlagi številnih neodvisnih znanstvenih analiz, ki obsegajo opazovanje podnebnega sistema, arhive paleoklimatskih podatkov, teoretične študije podnebnih procesov in simulacije s podnebnimi modeli. Temelji na prispevku prve delovne skupine k Četrtemu poročilu in vključuje nove ugotovitve poznejših raziskav. Kot sestavni del petega ocenjevalnega kroga predstavlja Posebno poročilo IPCC o obvladovanju tveganj ob izjemnih dogodkih in katastrofah za spodbujanje prilagajanja podnebnim spremembam (ang. Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation – SREX) pomembno podlago za informacije o spreminjajočem se vremenu in podnebnih skrajnostih.

Pričujoč Povzetek za oblikovalce politik (ang. Summary for Policymakers – SPM; v nadaljevanju Povzetek) sledi zgradbi celotnega poročila Prve delovne skupine. Vsebinska je podprta z nizom poudarjenih zaključkov, ki skupaj predstavljajo zgoščen povzetek. V uvodu glavnih poglavij so v ležečem tekstu na kratko povzete metodološke osnove, na katerih temelji poročilo.

Stopnja gotovosti ključnih dognanj v tem poročilu temelji na oceni temeljnega znanstvenega razumevanja problema s strani avtorjev in je izražena v obliki kvalitativne stopnje zaupanja (od zelo nizke do zelo visoke) in, kadar je to mogoče, tudi s količinsko verjetnostjo (od skoraj nemogoče do skoraj zanesljivo). Stopnja zaupanja v veljavnost posameznega dognanja temelji na vrsti, količini, kakovosti in skladnosti dokazov (sem sodijo razumevanje fizikalnega ozadja procesa, teorija, podatki, modeli, strokovno mnenje) in na stopnji soglasnosti¹. Verjetnostne ocene količinskih mer negotovosti posameznega dognanja temeljijo na statistični analizi opazovanj ali modelskih rezultatov, ali obojega, in na strokovni oceni². Kjer je primerno,

1 V tem Povzetku za oblikovalce politik uporabljamo naslednje izraze za opis razpoložljivih dokazov: skopi, zmerni, močni; za stopnjo skladnosti: nizka, srednja, visoka. Stopnjo zaupanja izražamo z uporabo petih označevalnikov: zelo nizka, nizka, srednja, visoka in zelo visoka. Stopnjo zaupanja pišemo v ležeči pisavi (npr. *srednja stopnja zaupanja*). Določenemu dokazu in izjavi o skladnosti dokazov lahko pripišemo različne stopnje zaupanja, a sta naraščajoči stopnji dokazov in skladnosti dokazov povezani z naraščajočo stopnjo zaupanja. (za podrobnosti glej Poglavlje 1 in okvir TS.1).

2 V tem Povzetku za oblikovalce politike uporabljamo naslednje izraze za označevanje ocenjene verjetnosti izsledka: skoraj zanesljivo (verjetnost 99–100 %), zelo verjetno (90–100 %), verjetno (66–100 %), deloma verjetno (33–66 %), malo verjetno (0–33 %), zelo malo verjetno (0–10 %), skoraj nemogoče (0–1 %). Kjer je primerno, uporabljamo dodatne izraze (skrajno verjetno: 95–100 %, bolj verjetno kot ne: >50 %, in skrajno malo verjetno: 0–5 %). Ocenjeno verjetnost pišemo v ležeči pisavi, npr. *zelo verjetno* (za podrobnosti

so dognanja zapisana v obliki dejstev brez uporabe ocene negotovosti. (Glej poglavje 1 in okvir TS.1 za več podrobnosti o specifičnem jeziku, ki ga IPCC uporablja za izražanje negotovosti)

Podlago za pomembne ključne odstavke v tem Povzetku lahko najdete v poglavjih celotnega poročila in v Tehničnem povzetku (ang. Technical Summary) (<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/#.Um9n51M298E>). Sklici nanje so podani v zavutih oklepajih.

B. Opažene spremembe podnebnega sistema

Opazovanje podnebnega sistema temelji na neposrednih meritvah ter na daljinskem zaznavanju s satelitov in drugih platform. Začetek merilne dobe za temperaturo in ostale spremenljivke sega v sredino 19. stoletja. Z bolj celovitimi in raznolikimi nizi podatkov razpolagamo za obdobje od leta 1950 naprej. Paleoklimatske rekonstrukcije podaljšajo nekatere nize podatkov od nekaj sto do več milijonov let v preteklost. Skupaj tvorijo izčrpen pogled na spremenljivost in dolgotrajne spremembe v ozračju, svetovnemu morju, kriosferi in na kopnem.

Segrevanje podnebnega sistema je nedvoumno in od leta 1950 naprej so mnoge od opaženih sprememb nenavadne ali brez primere na časovni skali od desetletij do tisočletij. Ozračje in svetovno morje sta se ogrela, obseg in prostornina snežne odeje in ledu sta se skrčila, višina gladine morja se je dvignila in vsebnost toplogrednih plinov se je povečala (glej slike SPM.1, SPM.2, SPM.3 in SPM.4). {2.2, 2.4, 3.2, 3.7, 4.2–4.7, 5.2, 5.3, 5.5–5.6, 6.2, 13.2}

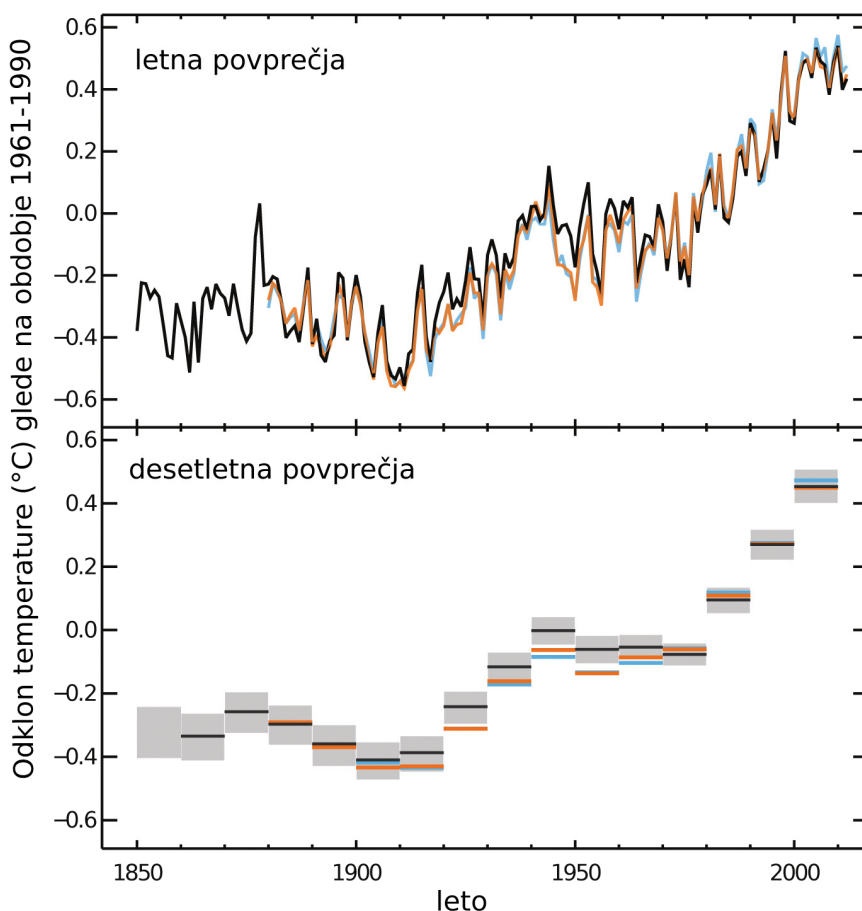
B.1 Ozračje

V vsakem od zadnjih treh desetletij je bilo ozračje blizu zemeljskega površja toplejše od predhodnega in vseh desetletij v obdobju od leta 1850 (glej sliko SPM.1). Obdobje 1983–2012 je bilo na severni polobli verjetno najtoplejše 30-letno obdobje v zadnjih 1400 letih (srednja stopnja zaupanja). {2.4, 5.3}

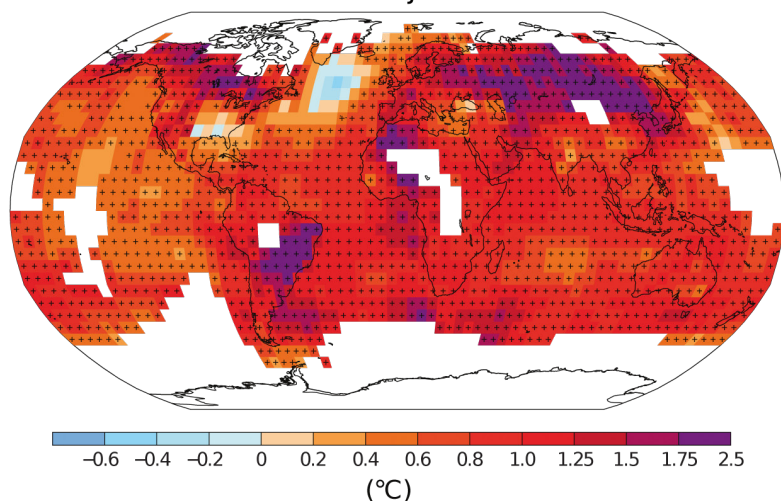
- Povprečna prizemna temperatura zraka nad kopnim in morji na svetovni ravni, izračunana s pomočjo linearnega trenda v obdobju 1880–2012, za katerega je bilo na razpolago več neodvisnih podatkovnih nizov, kaže, da se je segrelo za

glej Poglavlje 1 in okvir TS.1).

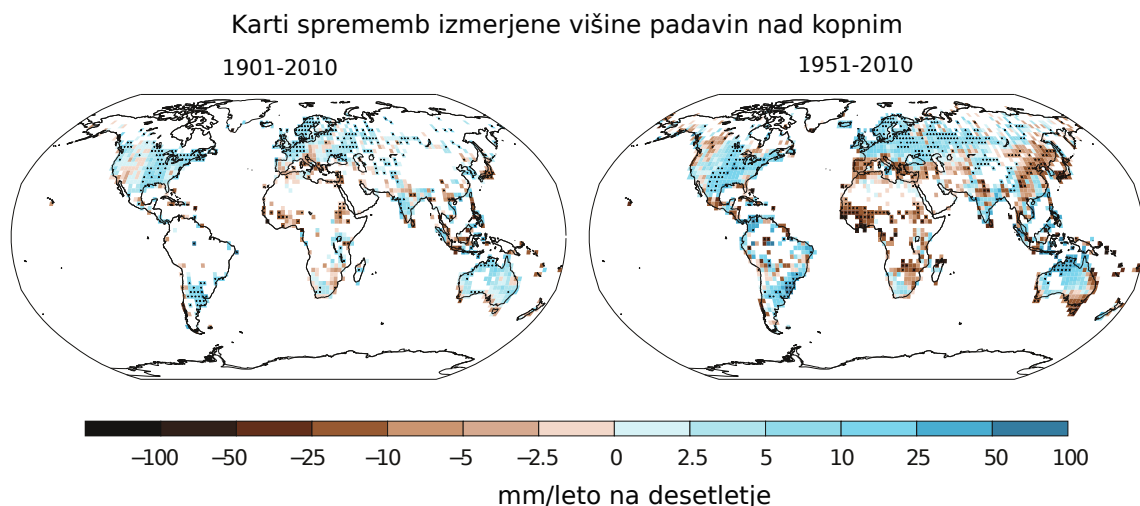
- (a) Časovni potek izmerjenega povprečnega odklona prizemne temperature zraka nad kopnim in morjem na svetovni ravni v obdobju 1850-2012



- (b) Karta izmerjenih sprememb prizemne temperature zraka v obdobju 1901-2012



Slika SPM.1. (a) Časovni potek izmerjenega povprečnega odklona prizemne temperature zraka na svetovni ravni nad kopnim in morjem v obdobju 1850–2012 iz treh podatkovnih zbirk. Gornji graf: povprečne letne vrednosti, spodnji graf: desetletna povprečja, vključujoč oceno negotovosti za zbirko označeno s črno. Odkloni se nanašajo na povprečje obdobja 1961–1990. (b) Karta izmerjenih sprememb prizemne temperature zraka od 1901 do 2012, izračunanih iz trendov temperature, določenih z linearno regresijo na eni podatkovni zbirki (oranžna črta na grafu a). Trende so izračunali, kjer je bilo na razpolago dovolj podatkov za zanesljivo oceno (torej samo za tiste točke mreže, kjer je bilo več kot 70 % podatkov v nizu ter več kot 20 % razpoložljivih podatkov v prvih in zadnjih 10 % časovnega obdobja). Ostala področja so bela. Točke mreže, kjer so trendi značilni pri 10 % stopnji zaupanja, so označeni z znakom +. Za izpis podatkov in ostale tehnične podrobnosti glej dodatek k Tehničnemu povzetku (ang. Technical Summary Supplementary Material). [slike 2.19–2.21; slika TS.2]



Slika SPM.2. Karti sprememb izmerjenih padavin od 1901 do 2010 in od 1951 do 2010 (trendi so izračunani po enakih kriterijih kot na sliki SPM1.b), izdelani na osnovi podatkov ene podatkovne zbirke. Za več tehničnih podrobnosti glej dodatek k Tehničnemu povzetku. {TS TFE.1, slika 2; slika 2.29}

0,85 [od 0,65 do 1,06]³ °C. Celoten porast med povprečjema obdobja 2003–2012 in obdobja 1850–1900, dobljen na osnovi najdaljšega razpoložljivega niza podatkov, znaša 0,78 [0,72 do 0,85] °C⁴. (glej sliko SPM.1). {2.4}

- V najdaljšem obdobju (1901–2012), za katerega je na razpolago dovolj meritev za izračun regionalnih trendov na zadosti velikem delu Zemlje, se je skoraj celotna površina Zemlje segrela. (glej sliko SPM.1) {2.4}
- Poleg izrazitega segrevanja v večdesetletnem obdobju kaže povprečna prizemna temperatura zraka na svetovni ravni znatno spremenljivost na desetletni in medletni ravni (glej sliko SPM 1). Zaradi naravne spremenljivosti so trendi, izračunani na kratkih časovnih obdobjih, zelo občutljivi na datum začetka in konca in v splošnem ne odražajo podnebnih trendov daljših časovnih obdobj. Tak primer je trend segrevanja v zadnjih 15 letih (obdobje 1998–2012, ki znaša 0,05 [od -0,05 do +0,15] °C na desetletje) in je povezan z zelo izrazitim pojavom El Niña v začetku obdobja. V primerjavi s trendom, izračunanim na podatkih od leta 1951 (obdobje 1951–2012, ki znaša 0,12

[od 0,08 do 0,14] °C na desetletje)⁵, je ocenjena vrednost prej omenjenega 15-letnega trenda manjša. {2.4}

- Rekonstrukcije prizemne temperature zraka na ravni celin kažejo z visoko stopnjo zaupanja, da so bila večdesetletna obdobja v času srednjeveškega podnebnega odklona (950–1250) na nekaterih območjih tako topla kakor ob koncu 20. stoletja. Omenjena topla obdobja pa niso sovpadla po vseh območjih, kot je to značilno za segrevanje ob koncu 20. stoletja (*visoka stopnja zaupanja*). {5.5}
- *Skoraj zanesljivo* se je od sredine 20. stoletja na svetovni ravni troposfera ogrela. Bolj popolne meritve omogočajo večjo zanesljivost ocene sprememb temperature v troposferi na izventropskem delu severne poloble kakor drugod. Obstaja *srednja stopnja zaupanja* glede stopnje segrevanja in njene vertikalne strukture v izventropskem območju severne poloble, na drugih območjih pa je *stopnja zaupanja nizka*. {2.4}
- *Stopnja zaupanja* za spremembo višine padavin, povprečene po celotni površini kopnega, je od leta 1901 do 1950 *nizka* in potem *srednja*. Povprečne padavine na kopnih področjih srednjih širin severne poloble so se po letu 1901 povečale (*srednja stopnja zaupanja* pred letom 1951 in *visoka* potem). Za druge zemljepisne širine imajo dolgoročni pozitivni ali negativni trendi, povprečeni po površini, *nizko stopnjo zaupanja* (glej sliko SPM.2). {TS TFE.1, slika 2; 2.5}

3 V prispevku Prve delovne skupine k AR5 je negotovost količinsko označena z 90-odstotnim intervalom negotovosti, razen če je navedeno drugače. 90-odstotni interval negotovosti, ki je podan v oglatih oklepajih, z 90-% verjetnostjo zajame dejansko vrednost ocenjene količine. Intervali negotovosti niso nujno simetrični okrog ustrezne najboljše ocene. Kadar je mogoče, je navedena tudi najboljša ocena vrednosti.

4 Obe metodi, predstavljeni v tej točki, sta bili uporabljeni tudi v AR4. Po prvi je razlika izračunana na podlagi najboljše ocene linearnega trenda za vsa leta v obdobju 1880–2012. Po drugi je izračunana razlika med povprečjema obdobjem 1850–1900 in 2003–2012. Izračunane vrednosti skupaj s pripadajočim 90 % intervalom zaupanja torej medsebojno niso neposredno primerljive (2.4).

5 Trendi 15-letnih obdobj, ki se začnejo z leti 1995, 1996 in 1997 so 0,13 [od 0,02 do 0,24], 0,14 [od 0,03 do 0,24] in 0,07 [od -0,02 do +0,18] na desetletje.

Preglednica SPM.1. Izjemni vremenski in podnebni dogodki: ocena nedavno opaženih sprememb na svetovni ravni, prispevek človeka k spremembam in projekcije nadaljnjih sprememb v zgodnjem (2016–2035) in poznem (2081–2100) obdobju 21. stoletja. Poudarjeno besedilo označuje, kje AR5 (črno) nudi popravljeno oceno na svetovni ravni glede na Posebno poročilo IPCC o obvladovanju tveganj ob izjemnih dogodkih in katastrofah za spodbujanje prilagajanja podnebnim spremembam (SREX, modro) ali na Četrto poročilo IPCC - AR4 (rdeče). Projekcije za zgodnje obdobje 21. stoletja v preteklih poročilih niso bile prikazane. Projekcije v pričujočem poročilu so narejene glede na referenčno obdobje 1986–2005 in z uporabo novih scenarijev značilnih potekov vsebnosti - RCP (glej okvir SPM.1), razen če ni drugače navedeno. Za definicije izjemnih vremenskih in podnebnih dogodkov glej Slovar.

Pojav in smer časovnega trenda	Ocena, da je prišlo do sprememb (običajno od leta 1950, razen če je drugače navedeno)	Ocena vpliva človeka na opažene spremembe	Verjetnost nadaljnjih sprememb	
			Zgodnje 21. stoletje	Pozno 21. stoletje
Toplejši in/ali redkejši hladni dnevi in noči na večini kopenskih območij	Zelo verjetno {2.6}	Zelo verjetno {10.6}	Verjetno {11.3}	Skoraj zanesljivo {12.4}
	<i>Zelo verjetno</i>	<i>Verjetno</i>	–	<i>Skoraj zanesljivo</i>
	<i>Zelo verjetno</i>	<i>Verjetno</i>	–	<i>Skoraj zanesljivo</i>
Toplejši in/ali pogostejši vroči dnevi in noči na večini kopenskih območij	Zelo verjetno {2.6}	Zelo verjetno {10.6}	Verjetno {11.3}	Skoraj zanesljivo {12.4}
	<i>Zelo verjetno</i>	<i>Verjetno</i>	–	<i>Skoraj zanesljivo</i>
	<i>Zelo verjetno</i>	<i>Verjetno (velja samo za noči)</i>	–	<i>Skoraj zanesljivo</i>
Topla obdobja/vročinski valovi. Povečanje pogostosti in/ali trajanja na večini kopenskih območij	Srednja stopnja zaupanja na svetovni ravni. Verjetno v velikih predelih Evrope, Azije in Avstralije {2.6}	Verjetno ^a {10.6}	Ni uradno ocenjeno ^b {11.3}	Zelo verjetno {12.4}
	<i>Srednja stopnja zaupanja na mnogih (a ne vseh) območjih</i>	Ni uradno ocenjeno	–	<i>Zelo verjetno</i>
	<i>Verjetno</i>	<i>Bolj verjetno kot ne</i>	–	<i>Zelo verjetno</i>
Obilni padavinski dogodki. Povečanje pogostosti, jakosti in/ali količine obilnih padavin	Verjetno na več kopenskih območjih povečanje kakor zmanjšanje ^c {2.6}	Srednja stopnja zaupanja {7.6, 10.6}	Verjetno na mnogih kopenskih območjih {11.3}	Zelo verjetno na večini kopenskih območij zmernih širin in na vlažnih tropskih območjih {12.4}
	<i>Verjetno na več kopenskih območjih povečanje kakor zmanjšanje</i>	<i>Srednja stopnja zaupanja</i>	–	<i>Verjetno na številnih območjih</i>
	<i>Verjetno na večini kopenskih območij</i>	<i>Bolj verjetno kot ne</i>	–	<i>Zelo verjetno na večini kopenskih območij</i>
Povečanje jakosti in/ali trajanja suše	Nizka stopnja zaupanja na svetovni ravni. Verjetno spremembe na nekaterih območjih ^d {2.6}	Nizka stopnja zaupanja {10.6}	Nizka stopnja zaupanja ^g {11.3}	Verjetno (srednja stopnja zaupanja) na regionalni do svetovni ravni ^h {12.4}
	<i>Srednja stopnja zaupanja na nekaterih območjih</i>	<i>Srednja stopnja zaupanja</i> ^f	–	<i>Srednja stopnja zaupanja za nekatera območja</i>
	<i>Verjetno na nekaterih območjih od leta 1970</i> ^e	<i>Bolj verjetno kot ne</i>	–	<i>Verjetno</i> ^e

Povečanje dejavnosti močnih tropskih ciklonov	Nizka stopnja zaupanja v dolgoročne (stoletne) spremembe. Skoraj zanesljivo na severnem Atlantiku po letu 1970 (2.6) <i>Nizka stopnja zaupanja</i> <i>Verjetno na nekaterih območjih po letu 1970</i>	Nizka stopnja zaupanja ⁱ {10.6} <i>Nizka stopnja zaupanja</i> <i>Bolj verjetno kot ne</i>	Nizka stopnja zaupanja ^g {11.3} – –	Bolj verjetno kot ne v zahodnem delu severnega Tihega oceana in v severnem Atlantskem oceanu ^j {14.6} <i>Bolj verjetno kot ne v nekaterih oceanih</i> <i>Verjetno</i>
Povečano pojavljanje in/ali velikost izjemno visoke višine gladine morja	Verjetno (po letu 1970) {3.7} <i>Verjetno (pozno 20. stoletje)</i> <i>Verjetno</i>	Verjetno ^k {3.7} <i>Verjetno</i> ^k <i>Bolj verjetno kot ne (k)</i>	Verjetno ^l {13.7} – –	Zelo verjetno ^l {13.7} <i>Zelo verjetno (m)</i> <i>Verjetno</i>

- * Težko je neposredno primerjati ugotovitve iz posameznih poročil. Pri nekaterih podnebnih spremenljivkah so bili ocenjeni drugi vidiki, popravljen vodnik za negotovosti je bil uporabljen v poročilih SREX in AR5. K posodobljenim ugotovitvam so pri spevali nove razpoložljive informacije, izboljšano znanstveno razumevanje, nadaljne analize podatkov in modelov in posebne razlike v uporabljeni metodologiji v različnih ocenjevalnih študijah.
- a Pripisovanje vzroka človeku temelji na razpoložljivih študijah vzorčnih primerov. *Verjetno* se je zaradi vpliva človeka verjetnost za pojav določenih vročinskih valov na posameznih območjih več kot podvojila.
- b Modeli že za bližnjo prihodnost predvidevajo daljše trajanje in povečanje jakosti ter prostorskega obsega vročinskih valov in toplih obdobj.
- c Za večino celin stopnja zaupanja v izračunane trende ni višja od *srednje*, razen za Severno Ameriko in Evropo, kjer se je *verjetno* povečala pogostost ali jakost obilnih padavin z nekaj sezonske ali regionalne spremenljivosti. *Zelo verjetno* je bilo prej omenjeno povečanje v osrednjem delu Severne Amerike.
- d Pogostost in jakost suše se je *verjetno* povečala v Sredozemlju in Zahodni Afriki in *verjetno* zmanjšala v osrednjem delu Severne Amerike in v severovzhodni Avstraliji.
- e V AR4 je ocenjena velikost območja, ki ga je prizadela suša.
- f SREX podaja oceno, da je s *srednjo stopnjo zaupanja* človekov vpliv prispeval k nekaterim spremembam v vzorcih suše, opaženim v drugi polovici 20. stoletja. Ocena temelji na pripisanih učinkih padavinskih in temperaturnih sprememb. Vzrok sprememb, ki so povzročili sušo na posameznih območjih, je SREX pripisal *nizko stopnjo zaupanja*.
- g V predvidene spremembe vlažnosti tal je *stopnja zaupanja nizka*.
- h Od regionalne do svetovne ravni se bo na trenutno sušnih območjih do konca 21. stoletja po scenariju RCP8.5 *verjetno* zmanjšala vlažnost tal in povečala kmetijska suša (*srednja stopnja zaupanja*).
- i S *srednjo stopnjo zaupanja* je zmanjšanje vpliva aerosola nad Severnim Atlantikom vsaj delno prispevalo k opaženemu povečanju dejavnosti tropskih ciklonov od sedemdesetih let 20. stoletja na tem območju.
- j Na osnovi strokovne presoje in ocenitve projekcij na podlagi scenarija SRES A1B (ali podobnega scenarija).
- k Pripisovanje vzroka človeku temelji na tesni zvezi med opaženimi spremembami povprečne in izjemne višine gladine morja.
- l Z *visoko stopnjo zaupanja* bo ta dvig izjemno visoke višine gladine morja večinoma posledica dviga povprečne višine gladine morja. *Stopnja zaupanja* v projekcije viharjev in z njimi povezanega viharnege valovanja na regionalni ravni je *nizka*.
- m V SREX je ocenjeno, da bo z *zelo veliko verjetnostjo* dvig povprečne višine gladine morja prispeval k nadaljnjemu dviganju izjemno visokih voda na obalnih področjih.



- Od leta 1950 dalje so bile opažene spremembe v številnih izjemnih vremenskih in podnebnih dogodkih (za podrobnosti glej preglednico SPM.1). Na svetovni ravni je *zelo verjetno*, da je število hladnih dni in noči upadlo in število toplih dni in noči naraslo⁶. Pogostost vročinskih valov se je na večjih območjih Evrope, Azije in Avstralije *verjetno* povečala. *Verjetno* je več kopnih območij, kjer se je število dogodkov z močnimi padavinami povečalo, kot takih, kjer se je zmanjšalo. Pogostost ali intenzivnost obilnih padavin se je *verjetno* povečala v severni Ameriki in Evropi. Na drugih kontinentih je *zaupanje* v spremembe obilnih padavin največ *zmerno*. {2.6}

B.2 Svetovno morje

Z visoko stopnjo zaupanja lahko trdimo, da je več kakor 90 % nakopičene energije v obdobju od 1971 do 2010 šlo v segrevanje svetovnega morja. Zgornji sloj svetovnega morja (0–700 m) se je v obdobju 1971–2010 skoraj zanesljivo segrel (glej sliko SPM.3), v obdobju od 70. let 19. stoletja do 1971 pa je zanesljivost segrevanja *verjetna*. {3.2; okvir 3.1}

- Segrevanje svetovnega morja je največje blizu površja in v obdobju 1971–2010 se je sloj do globine 75 m segreval za 0,11 [od 0,09 do 0,13] °C na desetletje. Od objave Četrtega poročila so bile sistematične napake v podatkih temperature v zgornjem sloju morja prepoznane in zmanjšane, kar povečuje *zanesljivost* ocene sprememb. {3.2}
- *Verjetno* je, da se je svetovno morje v obdobju od 1957 do 2009 v sloju med 700 in 2000 m segrelo. Za obdobje 1992–2005 je na razpolago dovolj podatkov za oceno spremembe temperature globlje od 2000 m na svetovni ravni. *Verjetno* je, da v tem obdobju na globini med 2000 in 3000 m ni zaznanih značilnih trendov temperature. *Verjetno* pa je, da se je v tem obdobju svetovno morje segrevalo v sloju od 3000 m globine do dna. Največje segrevanje so izmerili v Južnem oceanu. {3.2}
- V relativno dobro vzorčenem 40-letnem obdobju 1971–2010 se je več kot 60 % neto povečanja energije podnebnega sistema shranilo v zgornjem sloju svetovnega morja (0–700 m) in okrog 30 % v globinah pod 700 m. Povečanje količine toplote v zgornjem sloju v tem obdobju, ocenjeno iz linearnega trenda, je *verjetno* 17 [15–19] x 10²²

J⁷ (glej sliko SPM.3). {3.2, okvir 3.1}

- *Približno tako verjetno kot ne* je količina shranjene toplote svetovnega morja v sloju do globine 700 m naraščala počasneje v obdobju 2003–2010 kakor v obdobju 1993–2002 (glej sliko SPM.3). Skladiščenje toplote v sloju 700–2000 m, kjer je medletna spremenljivost manjša, se je v obdobju od 1993 do 2009 *verjetno* nadaljevalo z nezmanjšano hitrostjo. {3.2, okvir 9.2}
- *Zelo verjetno* so po letu 1950 območja velike slanosti, kjer v vodni bilanci prevladuje izhlapevanje, postala bolj slana; območja z majhno slanostjo, kjer prevladujejo padavine, pa so medtem postala bolj sladka. Regionalni trendi v slanosti svetovnega morja predstavljajo posredni dokaz, da so se izhlapevanje in padavine nad svetovnim morjem spremenili. (*srednja stopnja zaupanja*). {2.5, 3.3, 3.5}
- Z izmerjenimi podatki ne moremo dokazati trenda v atlantskem meridionalnem povratnem toku (ang. Atlantic Meridional Overturning Circulation – AMOC), ki bi slonel na desetletje dolgem nizu podatkov celotnega atlantskega meridionalnega povratnega toka ali na daljših nizih podatkov njegovih posameznih delov. {3.6}

B.3 Kriosfera

V zadnjih dveh desetletjih sta ledena pokrova na Grenlandiji in Antarktiki izgubljala maso, ledeniki so se krčili skoraj po celem svetu, površina morskega ledu v Arktičnem morju in snežne odeje na severni polobli se je še naprej zmanjševala. (*visoka stopnja zaupanja*) (glej sliko SPM.3) {4.2–4.7}

- Hitrost izgubljanja mase ledenikov⁸ po svetu, izključujoč ledenike na obrobju ledenih pokrovov⁹, je bila v obdobju 1971–2009 *zelo verjetno* 226 [od 91 do 361] gigaton na leto (Gt/leto) in v obdobju 1993–2009 *zelo verjetno* 275 [od 140 do 410] Gt/leto¹⁰. {4.3}

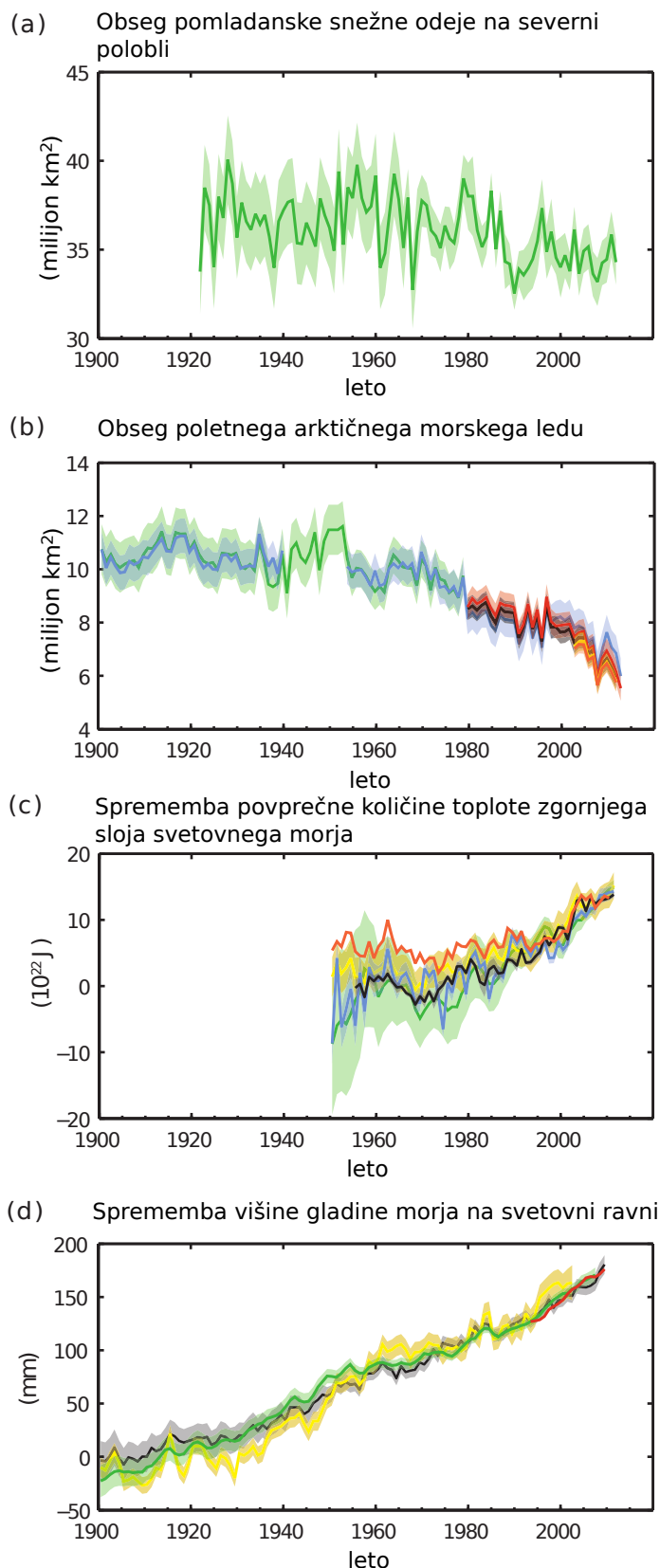
7 Stalni toplotni tok skozi površino svetovnega morja velikosti 1 Wm⁻² v enem letu poveča količino toplote v morjih za 1,1 x 10²² J.

8 Sklicevanje na "izgubo ledu" ali "izgubo mase" pomeni neto izgubo ledu, to je razlika med akumulacijo ledu in taljenjem skupaj z lomljenjem ledenih gora.

9 Zaradi metodoloških razlogov ocena izgube ledu z ledenih pokrovov Antarktike in Grenlandije vključuje spremembe ledenikov na obrobju. Tako so ledeniki na obrobju izključeni iz vrednosti, ki so podane za ledenike.

10 Izguba ledu velikosti 100 Gt/leto ustreza dvigu višine gladine morja za 0,28 mm/leto.

6 Za definicije izrazov hladni dnevi/hladne noči, topli dnevi/tople noči in vročinski valovi glej Slovar.



Slika SPM.3. Več kazalcev spreminjajočega se podnebja na svetovni ravni: (a) obseg povprečne pomladanske (marec–april) snežne odeje na severni polobli, (b) obseg povprečnega poletnega (julij–september) arktičnega morskega ledu, (c) sprememba povprečne količine toplote zgornjega sloja (0–700 m) svetovnega morja na svetovni ravni za obdobje 2006–2010 in glede na povprečje vseh podatkovnih zbirk za leto 1970, (d) višina gladine morja na svetovni ravni glede na povprečje 1900–1905 iz najdaljšega tekočega niza podatkov, pri čemer so vsi uporabljeni nizi podatkov usklajeni na enako vrednost leta 1993, ko so se začele meritve s satelitskimi višinomeri. Vse časovne vrste (barvne črte ustrezajo različnim zbirkam podatkov) prikazujejo letne vrednosti. Kjer so bile ocenjene, so negotovosti označene z barvnim senčenjem. Spisek zbirk podatkov najdete v dodatku k Tehničnemu povzetku. {slika 3.2, 3.13, 4.19 in 4.3: FAQ 2.1, slika 2; slika TS.1}

- Povprečna hitrost izgubljanja mase grenlandskega ledenega pokrova se je *zelo verjetno* znatno povečala s 34 [od -6 do +74] Gt/leto v obdobju 1992–2001 na 215 [od 157 do 274] Gt/leto v obdobju 2002–2011. {4.4}
- Povprečna hitrost izgubljanja mase antarktičnega ledenega pokrova se je *verjetno* povečala s 30 [od -37 do +97] Gt/leto v obdobju 1992–2001 na 147 [od 72 do 221] Gt/leto v obdobju 2002–2011. Z *zelo visoko stopnjo zaupanja* omenjena izguba ledu izvira pretežno s severnega dela Antarktičnega polotoka in Amundsenovega morskega sektorja Zahodne Antarktike. {4.4}
- Letno povprečje obsega arktičnega morskega ledu se je v obdobju 1979–2012 zmanjševalo s hitrostjo, ki je *zelo verjetno* v razponu od 3,5 do 4,1 % na desetletje (razpon od 0,45 do 0,51 milijona km² na desetletje), obseg poletne najmanjše količine ledu pa se je *zelo verjetno* zmanjševal v razponu od 9,4 do 13 % na desetletje (razpon od 0,73 do 1,07 milijona km² na desetletje) (trajni morski led). Povprečno zmanjševanje desetletnega povprečnega obsega arktičnega morskega ledu je bilo najhitrejše poleti (*visoka stopnja zaupanja*); obseg ledu se je od leta 1979 naprej zmanjševal v vseh letnih časih in v vseh zaporednih desetletjih (*visoka stopnja zaupanja*) (glej sliko SPM.3). Na podlagi rekonstrukcij je umik poletnega arktičnega morskega ledu in dvig površinske temperature morja v zadnjih treh desetletjih nenavaden vsaj v zadnjih 1450 letih (*srednja stopnja zaupanja*). {4.2, 5.5}
- *Zelo verjetno* se je letno povprečje obsega antarktičnega morskega ledu v obdobju 1979–2012 povečevalo v razponu od 1,2 do 1,8 % na desetletje (razpon od 0,13 do 0,20 milijonov km² na desetletje). Razlike v omenjeni hitrosti so med posameznimi območji izrazite (*visoka stopnja zaupanja*); na nekaterih območjih se je obseg povečeval in na drugih zmanjševal. {4.2}
- Z *zelo visoko stopnjo zaupanja* se je obseg snežne odeje na severni polobli od sredine 20. stoletja zmanjševal (glej sliko SPM.3). Marčevski in aprilski povprečni obseg snežne odeje na severni polobli se je v obdobju 1967–2012 zmanjševal s hitrostjo 1,6 [od 0,8 do 2,4] % na desetletje in junijski obseg z 11,7 [od 8,8 do 14,6] % na desetletje. V tem obdobju obseg snežne odeje na severni polobli v nobenem mesecu leta ni kazal statistično značilnega povečanja. {4.5}
- Od zgodnjih 80. let 20. stoletja se je temperatura permafrosta zvišala na večini območij (*visoka stopnja zaupanja*). Segrevanje za do 3 °C je bilo izmerjeno v severnih delih Aljaske (obdobje od

zgodnjih 80. let 20. stoletja do sredine prvega desetletja 21. stoletja) in do 2 °C v nekaterih delih severne evropske Rusije (obdobje 1971–2010). Tam je v obdobju 1975–2005 prišlo tudi do izrazitega zmanjšanja debeline in površinskega obsega permafrosta (*srednja stopnja zaupanja*). {4.7}

- Številni dokazi kažejo, da je bilo segrevanje Arktike od sredine 20. stoletja zelo izrazito. {okvir 5.1, 10.3}

B.4 Višina gladine morja

Hitrost dviganja višine gladine morja je bila od sredine 19. stoletja večja od povprečne hitrosti v preteklih dveh tisočletjih (*visoka stopnja zaupanja*). V obdobju 1901–2010 se je višina gladine morja na svetovni ravni v povprečju dvignila za 0,19 [od 0,17 do 0,21] m (glej sliko SPM.3). {3.7, 5.6, 13.2}

- Ocenjeni in izmerjeni podatki o višini gladine morja nakazujejo, da se je proti koncu 19. in v začetku 20. stoletja zgodil prehod od razmeroma majhne povprečne hitrosti dvigovanja, ki je prevladovalo v preteklih dveh tisočletjih, k večji hitrosti (*visoka stopnja zaupanja*). *Verjetno* se je od začetka 20. stoletja naraščanje hitrosti dvigovanja višine gladine morja na svetovni ravni nadaljevalo. {3.7, 5.6, 13.2}
- Povprečna hitrost dviganja povprečne višine gladine morja na svetovni ravni je *zelo verjetno* znašala 1,7 [od 1,5 do 1,9] mm/leto med letoma 1901 in 2010, 2,0 [od 1,7 do 2,3] mm/leto med letoma 1971 in 2010 ter 3,2 [od 2,8 do 3,6] mm/leto med letoma 1993 in 2010. Podatki mareografskih postaj in satelitskih višinomerov so skladni glede hitrejšega dviga v zadnjem od omenjenih obdobj. *Verjetno* so bile podobno visoke hitrosti tudi med letoma 1920 in 1950. {3.7}
- Od zgodnjih 70. let 20. stoletja izguba mase ledenikov in toplotno razširjanje svetovnega morja zaradi segrevanja skupaj z *visoko stopnjo zaupanja* pojasnita 75 % izmerjenega dviga višine gladine morja na svetovni ravni. V obdobju 1993–2010 je z *visoko stopnjo zaupanja* dvig višine gladine morja na svetovni ravni skladen z vsoto izmerjenih prispevkov zaradi toplotnega razširjanja morja (1,1 [od 0,8 do 1,4] mm/leto), zaradi sprememb ledenikov (0,76 [od 0,39 do 1,13] mm/leto), zaradi grenlandskega ledenega pokrova (0,33 [od 0,25 do 0,41] mm/leto), zaradi antarktičnega ledenega pokrova (0,27 [od 0,16 do 0,38] mm/leto) in zaradi prispevka kopnih vodnih zalog (0,38 [od 0,26 do 0,49] mm/leto). Vsota vseh teh prispevkov je 2,8 [od 2,3 do 3,4] mm/leto. {13.3}

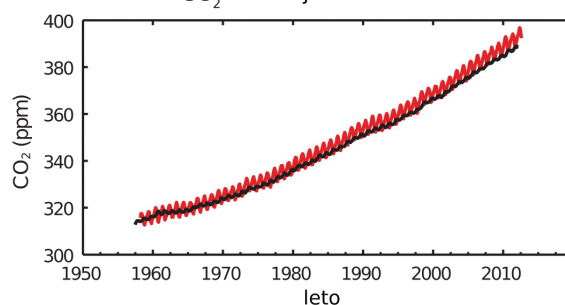
- Z zelo visoko stopnjo zaupanja je bila najvišja povprečna višina gladine morja na svetovni ravni dosežena v prejšnjem medlednem obdobju (pred 129.000–116.000 leti) in sicer nekaj tisoč let vsaj pet metrov nad sedanjo. Z visoko stopnjo zaupanja ni preseгла sedanje za 10 m. Zelo verjetno je med zadnjo medledeno dobo grenlandski ledeni pokrov k dvigu višine gladine morja na svetovni ravni prispeval od 1,4 do 4,3 m; k temu lahko s srednjo stopnjo zaupanja prištejemo prispevek antarktičnega ledenega pokrova. Ta sprememba višine gladine morja se je zgodila zaradi sprememb Zemljine tirnice in nagiba Zemljine osi in sočasno z visoko prizemno temperaturo zraka na višjih zemljepisnih širinah, ki je bila, povprečena čez več tisoč let, najmanj 2 °C višja od sedanje (visoka stopnja zaupanja). {5.3, 5.6}

B.5 Kroženje ogljika in ostali biogeokemični krogi

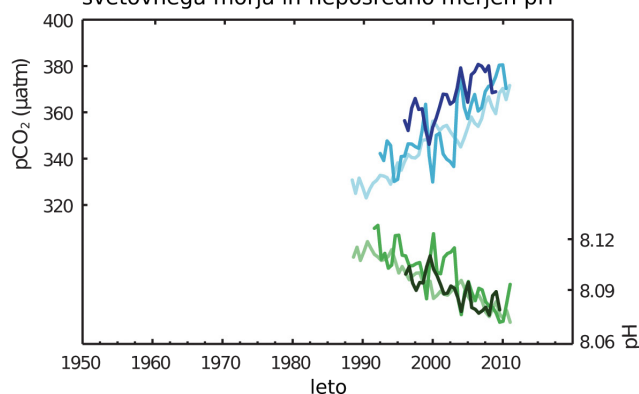
Vsebnosti plinov CO₂, CH₄ in N₂O v ozračju so se dvignile do ravni, ki so brez primere v najmanj zadnjih 800.000 letih. Vsebnost CO₂ je od predindustrijske dobe narasla za 40 %, največ zaradi izpustov iz fosilnih goriv, na drugem mestu pa zaradi neto izpustov, ki so posledica spremembe rabe tal. Svetovno morje je vsrkalo okoli 30 % človekovih izpustov CO₂, kar povzroča zakisljevanje (glej sliko SPM.4). {2.2, 3.8, 5.2, 6.2, 6.3}

- Zaradi človekove dejavnosti so se vse vsebnosti toplogrednih plinov CO₂, CH₄ in N₂O v ozračju od leta 1750 povečale. V letu 2011 je vsebnost CO₂ znašala 391 ppm¹¹, CH₄ 1803 ppb in N₂O 324 ppb in tako preseгла predindustrijsko raven za okoli 40 %, 150 % in za 20 %. {2.2, 5.2, 6.1, 6.2}
- Današnje vsebnosti CO₂, CH₄ in N₂O bistveno presegajo najvišje vsebnosti teh plinov, ki so bile v zadnjih 800.000 letih zabeležene v ledenih vrtinah. Povprečne hitrosti naraščanja vsebnosti v ozračju v zadnjem stoletju so, z zelo visoko stopnjo zaupanja, brez primere v zadnjih 22.000 letih. {5.2, 6.1, 6.2}
- Povprečni letni izpusti CO₂ zaradi rabe fosilnih goriv in proizvodnje cementa so v obdobju 2002–

(a) Vsebnost CO₂ v ozračju



(b) Delni tlak raztopljenega CO₂ na površini svetovnega morja in neposredno merjen pH



Slika SPM.4. Opazovani kazalci sprememb kroženja ogljika na svetovni ravni: (a) vsebnost ogljikovega dioksida (CO₂) v ozračju merjena na Mauni Loi (19° 32'N, 155° 34'W – rdeča) in na južnem tečaju (89° 59'S, 24° 48'W – črna) od leta 1958 dalje; (b) delni tlak raztopljenega CO₂ na površini svetovnega morja (modre krivulje) in neposredno merjen pH (zeleno krivulje), ki ponazarja kislost morskih voda. Meritve so iz dveh merilnih mest v Atlantskem oceanu (29° 12'N, 15° 30'W – temno modra/temno zelena; 31° 40'N, 64° 10'W – modra/zelena) in enega merilnega mesta v Tihem oceanu (19° 32'N, 155° 34'W – svetlo modra/svetlo zelena). Podrobnosti o podatkovnih nizih so podane v celotnem poročilu in v dodatku Tehničnega povzetka. {sliki 2.1 in 3.18; slika TS.5}

2011 znašali 8,3 [od 7,6 do 9,0] GtC¹² na leto (visoka stopnja zaupanja). Leta 2011 so znašali 9,5 [od 8,7 do 10,3] GtC na leto, kar je 54 % nad vrednostjo iz leta 1990. Povprečni letni neto CO₂ izpusti zaradi človekovega spreminjanja rabe tal so v obdobju 2002–2011 znašali 0,9 [od 0,1 do 1,7] GtC na leto (srednja stopnja zaupanja). {6.3}

- Od leta 1750 do leta 2011 je bilo z izpusti CO₂ zaradi rabe fosilnih goriv in proizvodnje cementa v ozračje spuščeno za 375 [od 345 do 405] GtC, medtem ko je bil izpust zaradi izsekavanja gozdov in drugih sprememb rabe tal ocenjen na 180 [od 100 do 260] GtC. Skupnih izpustov zaradi človekove dejavnosti je bilo tako 555 [od 470 do 640] GtC. {6.3}

¹¹ ppm («parts per million», delcev na milijon delcev) ali ppb («parts per billion», delcev na milijardo delcev) je razmerje med številom molekul plina in skupnim številom molekul v suhem zraku. Primer: 300 ppm pomeni 300 molekul plina na milijon molekul suhega zraka.

¹² Ena gigatona ogljika = 1 GtC = 1015 gramov ogljika = 1 petagram ogljika = 1 PgC. To ustreza 3,67 Gt CO₂.



- Od skupnih izpustov CO₂ v ozračje, ki so nastali zaradi človekove dejavnosti, je 240 [230–250] GtC ostalo v ozračju. Svetovno morje je vsrkalo 155 [od 125 do 185] GtC, 160 [od 70 do 250] GtC pa so uskladiščili naravni zemeljski ekosistemi (skupni preostali ponori kopne zemlje) (glej sliko TS4). {3.8, 6.3}
- Zakisanje morij se meri s padcem pH¹³ vrednosti. Vrednost pH površinske morske vode se je od začetka industrijske dobe zmanjšala za 0,1 (visoka stopnja zaupanja), kar ustreza 26 % dvigu vsebnosti oksonijevega iona (glej sliko SPM.4). {3.8; okvir 3.2}

C. Vzroki podnebnih sprememb

Naravni procesi in človekove dejavnosti, ki spreminjajo Zemljino energijsko bilanco, predstavljajo vzroke podnebnih sprememb. S sevalnim prispevkom¹⁴ (ang. Radiative forcing) ovrednotimo spremembo v energijskih tokovih, ki jih povzročajo omenjeni vzroki. Spremembe so ovrednotene za leto 2011 glede na leto 1750, razen če je drugače navedeno. Pozitiven sevalni prispevek vodi k segrevanju in negativen k ohlajanju površja. Sevalni prispevek je ocenjen na podlagi neposrednih in daljinskih meritev, lastnosti toplogrednih plinov in aerosolov ter izračunov numeričnih modelov, s katerimi pojasnjujemo opažene procese. Izpusti nekaterih spojin posredno vplivajo tudi na vsebnost drugih snovi v ozračju. Sevalni prispevek zaradi človekovih dejavnosti je lahko naveden kot sprememba vsebnosti posameznih snovi v ozračju¹⁵. Lahko pa navedemo sevalni prispevek, ki temelji na izpustih posamezne spojine in je bolj neposredno povezan s človekovimi dejavnostmi. Ta vsebuje prispevke vseh snovi, na katere imajo vpliv izpusti. Oba pristopa za prikaz skupnega sevalnega prispevka zaradi človekove dejavnosti sta glede na vzroke podnebnih sprememb enakovredna. V tem poročilu sta za

¹³ pH je merilo kislosti na osnovi logaritmične skale: zmanjšanje pH vrednosti za eno enoto ustreza desetkratnemu povečanju vsebnosti oksonijevega iona ali kislosti.

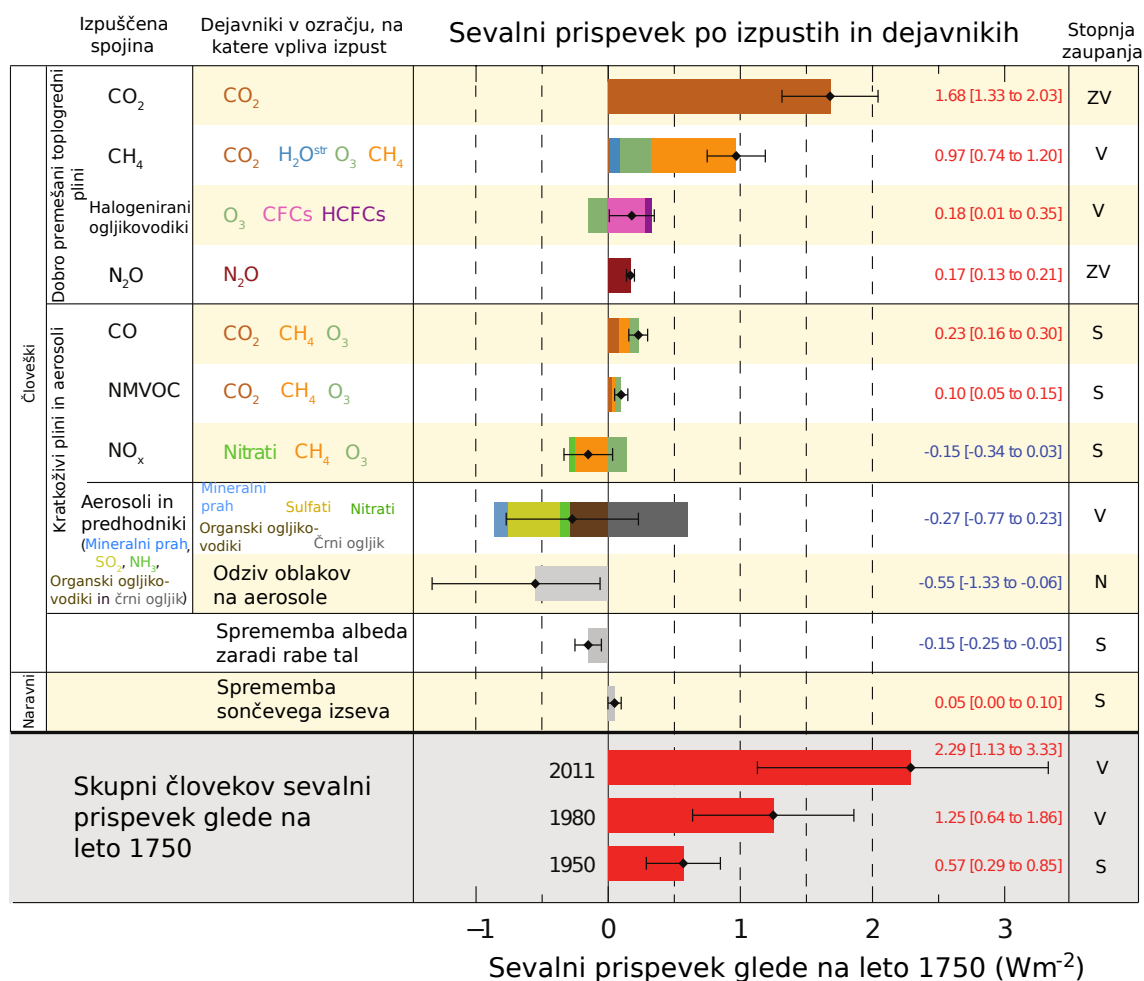
¹⁴ Jakost vzrokov je, tako kot v prejšnjih poročilih IPCC, ovrednotena s sevalnim prispevkom z enoto vat na kvadratni meter (Wm⁻²). Sevalni prispevek predstavlja odstopanje energijskega toka zaradi posameznega vzroka in je izračunan za tropopavzo ali vrh ozračja. V tradicionalnem konceptu sevalnega prispevka, ki je bil uporabljen v prejšnjih poročilih IPCC, so vse razmere na tleh in v troposferi zadržane na stalni vrednosti. V tem poročilu se pri izračunu sevalnega prispevka dobro premešanih toplogrednih plinov in aerosolov fizikalne spremenljivke, razen za morje in morski led, lahko hitro prilagodijo majhnim spremembam. Sprememba koncepta odseva znanstveni napredek glede na prejšnje ocene in se kaže v izboljšani oceni končnega temperaturnega odziva zaradi omenjenih vzrokov. Za vse ostale vzroke so ti popravki manj poznani in domnevno majhni, zato se zanje uporablja tradicionalni sevalni prispevek.

¹⁵ Tak pristop navajanja sevalnega prispevka je bil uporabljen v Povzetku za oblikovalce politike Četrtega poročila.

prikaz vrednosti sevalnega prispevka uporabljena oba pristopa, čeprav je poudarek na pristopu, ki temelji na izpustih.

Skupni sevalni prispevek je pozitiven in je vodil k vnosu energije v podnebni sistem. Največji doprinos k skupnemu sevalnemu prispevku je povzročil porast vsebnosti CO₂ v ozračju od leta 1750 (glej sliko SPM.5). {3.2 okvir 3.1, 8.3, 8.5}

- Skupni sevalni prispevek zaradi človekove dejavnosti leta 2011 glede na leto 1750 je 2,29 [od 1,13 do 3,33] Wm⁻² (glej sliko SPM.5) in je od leta 1970 naraščal hitreje kakor v predhodnih desetletjih. Najboljša ocena skupnega sevalnega prispevka zaradi človekove dejavnosti za leto 2011 je za 44 % višja od ocene za leto 2005, objavljene v Četrtem poročilu. Ta razlika je posledica nadaljnje rasti vsebnosti večine toplogrednih plinov in tudi boljših ocen sevalnega prispevka aerosolov, ki kažejo, da je hladilni učinek aerosolov šibkejši. {8.5}
- Sevalni prispevek zaradi izpustov dobro premešanih toplogrednih plinov (CO₂, CH₄, N₂O in halogeniranih ogljikovodikov) v letu 2011 glede na leto 1750 je 3,00 [od 2,22 do 3,78] Wm⁻² (glej sliko SPM.5). Sevalni prispevek zaradi spremembe vsebnosti teh plinov pa je 2,83 [od 2,26 do 3,40] Wm⁻² {8.5}
- Zgolj izpusti CO₂ so povzročili sevalni prispevek velikosti 1,68 [od 1,33 do 2,03] Wm⁻² (glej sliko SPM.5). Skupaj z izpusti ostalih plinov, ki vsebujejo ogljik in so tudi pripomogli k dvigu vsebnosti CO₂, znaša sevalni prispevek 1,82 [od 1,46 do 2,18] Wm⁻². {8.3, 8.5}
- Izpusti samega CH₄ so povzročili sevalni prispevek velikosti 0,97 [od 0,74 do 1,20] Wm⁻² (glej sliko SPM.5). To je veliko več od ocene na podlagi vsebnosti CH₄, ki znaša 0,48 [od 0,38 do 0,58] Wm⁻² (nespremenjeno od Četrtega poročila). Omenjena razlika v ocenah je posledica spremembe vsebnosti ozona in stratosferske vodne pare zaradi izpusta CH₄ in ostalih izpustov, ki posredno vplivajo na CH₄. {8.3, 8.5}
- Izpusti halogeniranih ogljikovodikov, ki se širijo v stratosfero in redčijo ozonsko plast, povzročajo neto pozitiven sevalni prispevek velikosti 0,18 [od 0,01 do 0,35] Wm⁻² (glej sliko SPM.5). Njihov lasten pozitiven sevalni prispevek je prevladal nad negativnim sevalnim prispevkom zaradi redčenja stratosferskega ozona, ki ga povzročajo. Pozitivni sevalni prispevek vseh halogeniranih ogljikovodikov je podobne velikosti kot je bil ocenjen v Četrtem poročilu. Znižal se je sevalni prispevek kloro-fluoro-ogljikovodikov, povečal pa



Slika SPM.5. Ocene sevalnega prispevka v letu 2011 glede na leto 1750 in skupne negotovosti za glavne vzroke podnebnih sprememb. Podane so vrednosti sevalnega prispevka¹⁵ na svetovni ravni, ki so razdeljene glede na izpuste spojin ali glede na procese, ki so posledica različnih vzrokov. Najboljše ocene neto sevalnega prispevka so označene s črnim karom ter pripadajočim intervalom negotovosti; številčne vrednosti so prikazane na desni strani slike skupaj z nivojem zaupanja v neto prispevek (ZV – zelo visoka stopnja zaupanja, V – visoka stopnja zaupanja, S – srednja stopnja zaupanja, N – nizka stopnja zaupanja, ZN – zelo nizka stopnja zaupanja). Sevalni prispevek albeda zaradi črnega ogljika na snegu in ledu je upoštevan v stolpcu aerosoli – črni ogljik. Manjši sevalni prispevki, na primer sevalni prispevek kondenzacijskih sledi (0,05 Wm⁻², vsebuje tudi prispevek cirusnih oblakov, ki nastanejo zaradi kondenzacijskih sledi), HFC-jev, PFC-jev in SF6 (skupaj 0,03 Wm⁻²) niso prikazani. Sevalni prispevek glede na vsebnost plinov je vsota prispevkov, ki so prikazani s stolpci enake barve. Na sliki ni prikazanega sevalnega prispevka ognjeniških izbruhov, ker ga je zaradi njegove neradne narave težko primerjati z ostalimi sevalnimi prispevki. Skupni sevalni prispevek zaradi človekovega vpliva je podan za tri različna leta glede na izhodiščno leto 1750. Nadaljnje tehnične podrobnosti, vključujoč razpon negotovosti za posamezne komponente ali procese, so podani v dodatku Tehničnega povzetka. {8.5; slike 8.14–8.18; sliki TS.6 in TS.7}

se je sevalni prispevek mnogih njihovih nadomestkov. {8.3, 8.5}

- Izpusti kratkoživih plinov prispevajo k sevalnemu prispevku zaradi človekove dejavnosti. Izpusti ogljikovega monoksida skoraj zanesljivo povzročajo pozitiven sevalni prispevek, medtem ko izpusti dušikovih oksidov (NO_x) verjetno povzročajo neto negativen sevalni prispevek (glej sliko SPM.5). {8.3, 8.5}
- Sevalni prispevek skupnega učinka aerosolov v ozračju, ki zajema tudi odziv oblačnosti na aerosole, je -0,9 [od -1,9 do -0,1] Wm⁻² (srednja stopnja zaupanja). Ta sevalni prispevek je vsota negativnega prispevka večine aerosolov in pozitivnega prispevka absorpcije sončnega sevanja na črnem ogljiku. Medtem ko negotovost v prispevku aerosolov prevladuje v skupni negotovosti celotnega sevalnega prispevka v industrijski dobi, pa z visoko stopnjo zaupanja lahko trdimo, da so aerosoli skupaj z njihovim vplivom na oblake izničili znaten del prispevka dobro premešanih toplogrednih plinov na svetovni ravni. Še vedno pa sevalni prispevek aerosolov povzroča največjo negotovost ocene skupnega sevalnega prispevka. {7.5, 8.3, 8.5}

nega prispevka absorpcije sončnega sevanja na črnem ogljiku. Medtem ko negotovost v prispevku aerosolov prevladuje v skupni negotovosti celotnega sevalnega prispevka v industrijski dobi, pa z visoko stopnjo zaupanja lahko trdimo, da so aerosoli skupaj z njihovim vplivom na oblake izničili znaten del prispevka dobro premešanih toplogrednih plinov na svetovni ravni. Še vedno pa sevalni prispevek aerosolov povzroča največjo negotovost ocene skupnega sevalnega prispevka. {7.5, 8.3, 8.5}

- Prispevek ognjeniških aerosolov v stratosferi ima lahko velik učinek na podnebje v obdobju nekaj let po ognjeniških izbruhih. V obdobju 2008–2011 je več manjših izbruhov povzročilo sevalni

prispevek velikosti $-0,10$ [od $-0,13$ do $-0,07$] Wm^{-2} . To je približno dvakrat toliko, kolikor je ta znašal v obdobju 1999–2002. {8.4}

- Sevalni prispevek zaradi spremenjene solarne konstante je ocenjen na $0,05$ [od $0,00$ do $0,10$] Wm^{-2} . Satelitska opazovanja sprememb solarne konstante v obdobju 1978–2011 kažejo, da je ta ob zadnjem Sončevem minimumu manjša, kakor je bila ob prejšnjih dveh minimumih. To se odraža v sevalnem prispevku, ki med zadnjim minimumom (leta 2008) in minimumom leta 1986, znaša $-0,04$ [od $-0,08$ do $0,00$] Wm^{-2} . {8.4}
- K neto sevalnemu prispevku v zadnjem stoletju skupni naravni sevalni prispevek zaradi sprememb solarne konstante in ognjeniških aerosolov prispeva zelo malo. Izjema so le kratka obdobja po večjih ognjeniških izbruhih. {8.5}

D. Razumevanje podnebnega sistema in njegovih nedavnih sprememb

Razumevanje nedavnih sprememb podnebnega sistema izhaja iz združitve opazovanj, študij procesov povratnih zank in modelskih simulacij. Pri vrednotenju sposobnosti podnebnega modela, da simulira nedavne spremembe, moramo upoštevati stanje posameznih delov podnebnega sistema na začetku simulacije kot tudi naravne in človekove prispevke, ki jih v modelu uporabljamo za povzročanje sprememb. V primerjavi s Četrtem poročilom zdaj daljša in podrobnejša opazovanja ter izboljšani podnebni modeli omogočajo, da zaznane spremembe v več delih podnebnega sistema pripišemo človekovemu vplivu.

Vpliv človeka na podnebni sistem je jasen. Dokaz za to so naraščajoče vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju, pozitivni sevalni prispevek, izmerjeno segrevanje in razumevanje podnebnega sistema. {2–14}

D.1 Ovrednotenje podnebnih modelov

Podnebni modeli so se od Četrtega poročila izboljšali. Modeli znajo poustvariti izmerjene vzorce prizemne temperature zraka in trendov na kontinentalni skali za mnogo desetletij, vključno s hitrejšim segrevanjem od sredine 20. stoletja in ohlajanjem, ki sledi ognjeniškim izbruhom (zelo visoka stopnja zaupanja). {9.4, 9.6, 9.8}

- Dolgoročne modelske simulacije za obdobje 1951–2012 kažejo trend prizemne temperature zraka na svetovni ravni, ki se zelo dobro ujema z dejansko izmerjenim trendom (zelo visoka stopnja zaupanja). Nasprotno pa med modelskimi in

izmerjenimi trendi za krajše časovne intervale (od 10 do 15 let) obstajajo znatne razlike (tak primer je obdobje od 1998 do 2012). {9.4, okvir 9.2}

- Vzroka za izmerjeno zmanjšano stopnjo trenda prizemnega segrevanja v obdobju 1998–2012 v primerjavi z obdobjem 1951–2012 sta približno v enaki meri manjši trend sevalnega prispevka in ohlajevalni prispevek notranje spremenljivosti podnebnega sistema, vključujoč mogočo pre-razporeditev toplote v svetovnem morju (srednja stopnja zanesljivosti). Zmanjšan trend sevalnega prispevka je prvenstveno posledica ognjeniških izbruhov in pojemajoče faze 11-letnega Sončevega cikla. Treba pa se je zavedati, da za ovrednotenje vloge sprememb v sevalnem prispevku na nižji trend ogrevanja velja nizka stopnja zaupanja. S srednjo stopnjo zaupanja lahko znaten delež razlik med simuliranim in izmerjenim trendom pripišemo notranji desetletni spremenljivosti podnebnega sistema. Za modele namreč velja, da ne morejo natančno predstaviti časovnega poteka notranje spremenljivosti. Del razlike med trendoma lahko pripišemo tudi napakam pri ovrednotenju sevalnega prispevka. Za nekatere modele pa del razlike izvira iz premočnega odziva na naraščajoč sevalni prispevek toplogrednih plinov in ostale človekove vplive (predvsem vpliv aerosolov). {9.4, okvir 9.2, 10.3, okvir 10.2, 11.3}
- Stopnja zaupanja v sposobnost modelov, da simulirajo prizemno temperaturo zraka na regionalni skali, je nižja kot za večje skale. Vendar pa z visoko stopnjo zaupanja lahko trdimo, da so simulacije prizemne temperature zraka na regionalni skali boljše kot so bile v času priprave Četrtega poročila. {9.4, 9.6}
- Od Četrtega poročila je bil narejen precejšen napredek v ocenah izjemnih vremenskih in podnebnih dogodkov. Modelsko simulirani povprečeni trendi pogostosti izjemno toplih in hladnih dni in noči na svetovni ravni v drugi polovici 20. stoletja se večinoma ujemajo z izmerjenimi. {9.5}
- V primerjavi s Četrtem poročilom so se simulacije padavinskih vzorcev na kontinentalni skali nekoliko izboljšale. Na regionalni ravni padavine niso tako dobro simulirane, vrednotenje rezultatov pa otežuje merilna negotovosti. {9.4, 9.6}
- Današnji modeli precej bolje simulirajo nekatere pomembne podnebne pojave. Z visoko stopnjo zaupanja lahko trdimo, da so se statistike monsunov in El Niña–južnega nihanja, ki temeljijo na simulacijah mnogih modelov, od Četrtega poročila izboljšale. {9.5}
- Podnebni modeli sedaj vključujejo več procesov v oblakih in vpliva aerosolov ter njihovega

medsebojnega delovanja, kakor v času nastanka Četrtega poročila. Stopnja *zaupanja* v predstavitev in količinsko oceno teh procesov v modelih pa še vedno ostaja na *nizki* ravni. {7.3, 7.6, 9.4, 9.7}

- Obstajajo trdni dokazi, da je padajoč trend v polletnem obsegu arktičnega morskega ledu od leta 1979 realistično predstavljen z več modeli, kakor v času nastajanja Četrtega poročila. Pri tem približno četrtnina modelov kaže trend, ki je enako velik ali večji od tistega iz opazovanj. Za obseg antarktičnega morskega ledu večina modelov kaže šibek padajoč trend, vendar je razpon rezultatov med posameznimi modeli zelo velik. To je v nasprotju s šibkim naraščajočim trendom v opazovanjih. {9.4}
- Številni modeli realistično simulirajo opazovane spremembe količine toplote zgornjega sloja svetovnega morja (od 0 do 700 m) od leta 1961 do leta 2005 (*visoka stopnja zaupanja*), pri čemer povprečje modelskih nizov v večjem delu omenjenega obdobja ustreza razponu dosegljivih ocen na podlagi izmerjenih podatkov. {9.4}
- Podnebni modeli, ki opisujejo kroženje ogljika (modeli Zemljinega sistema) simulirajo tokove CO₂ med svetovnim morjem in ozračjem z značilnim vzorcem na svetovni ravni. V tropskem območju CO₂ izhaja iz svetovnega morja v ozračje, medtem ko v srednjih in visokih geografskih širinah svetovno morje predstavlja ponor CO₂. V večini teh modelov je velikostni red simuliranih kopenskih in morskih ponorov ogljika na svetovni ravni ob koncu 20. stoletja znotraj opazovalnih ocen. {9.4}

D.2 Količinska ocena odzivov podnebnega sistema

Študije spremembe temperature zraka, povratnih zank v podnebnem sistemu in sprememb v Zemljini energijski bilanci, ki temeljijo tako na modelih kot na opazovanjih, skupaj zagotavljajo zaupanje v ocenjeno stopnjo segrevanja na svetovni ravni kot odgovor na pretekle in bodoče spremembe sevalnega prispevka. {okvira 12.2 in 13.1}

- Neto povratna zanka iz skupnega učinka spremembe vodne pare v ozračju in razlik v segrevanju ozračja in površja, je *skrajno verjetno* pozitivna in torej krepi podnebne spremembe. Predznak neto sevalne povratne zanke zaradi vseh vrst oblakov skupaj je *verjetno* pozitiven. Negotovost v predznaku in velikosti povratne zanke zaradi oblakov je v glavnem posledica še vedno prisotne negotovosti o vplivu segrevanja ozračja na nizke oblake. {7.2}
- Z ravnovesno podnebno občutljivostjo (ang. Equilibrium Climate Sensitivity – ECS) merimo odziv podnebnega sistema na stalen sevalni prispevek na večstoletni časovni skali. Določena je z ravnovesno spremembo prizemne temperature zraka na svetovni ravni, ki jo povzroči podvojitve vsebnosti CO₂ v ozračju. Ravnovesna podnebna občutljivost je *verjetno* v razponu od 1,5 °C do 4,5 °C (*visoka stopnja zaupanja*), *skrajno malo verjetno* manjša kot 1 °C (*visoka stopnja zaupanja*) in *zelo malo verjetno* večja od 6 °C (*srednja stopnja zaupanja*)¹⁶. Spodnja meja ocenjenega verjetnega razpona je tako nižja od navedenih 2 °C v Četrtem poročilu, medtem ko zgornja meja ostaja enaka. Te nove ocene so posledica boljšega razumevanja podnebnih procesov, daljših podatkovnih nizov iz ozračja in svetovnega morja ter novih ocen sevalnega prispevka. {TS TFE.6, slika 1; okvir 12.2}
- Hitrost spreminjanja in velikost podnebnih sprememb na svetovni ravni sta določeni s sevalnim prispevkom, podnebnimi povratnimi zankami in kopičenjem energije v podnebnem sistemu. Ocene teh količin za zadnja desetletja se ujema-jo z ocenjenim *verjetnim* razponom ravnovesne podnebne občutljivosti v okviru meja ocenjene negotovosti. To dejstvo zagotavlja močan dokaz za naše razumevanje človekovega vpliva na podnebne spremembe. {okvir 12.2 in 13.1}
- Prehodni podnebni odziv (ang. Transient Climate Response – TCR) meri odziv podnebnega sistema na naraščajoč sevalni prispevek na desetletni do stoletni časovni skali. Določen je s spremembo prizemne temperature zraka na svetovni ravni ob podvojitvi vsebnosti CO₂ v ozračju po scenariju naraščanja vsebnosti za 1 % na leto. Prehodni podnebni odziv je *verjetno* v razponu od 1,0 °C do 2,5 °C (*visoka stopnja zaupanja*) in *skrajno malo verjetno* večji od 3 °C. {okvir 12.2}
- Sorodna količina je prehodni odziv podnebja na nakopičene izpuste ogljika (ang. Transient Climate Response to Cumulative Carbon Emissions – TCRE). Meri prehodni odziv podnebnega sistema na nakopičene izpuste ogljika (glej poglavje E.8). TCRE je definiran kot dvig prizemne temperature zraka na svetovni ravni pri izpustu 1000 PgC v ozračje. TCRE je *verjetno* v razponu od 0,8 °C do 2,5 °C na 1000 PgC in je uporaben do skupnega izpusta velikosti okoli 2000 PgC, torej do nastopa temperaturnega viška (glej sliko SPM.10). {12.5; okvir 12.2}

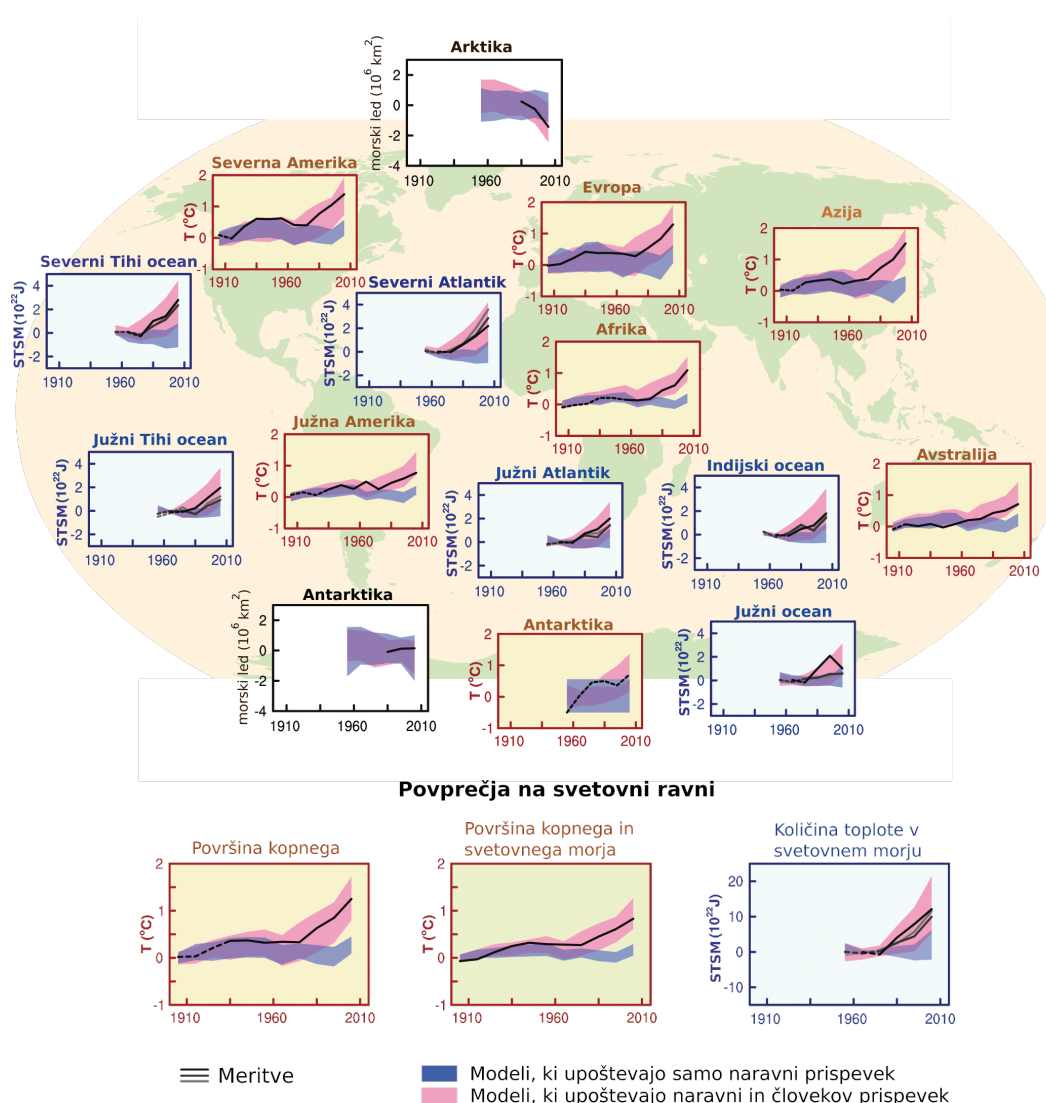
¹⁶ Trenutno za ravnovesno podnebno občutljivost ni možno podati najboljše ocene, saj ni dobrega ujemanja med ovrednotenimi teoretičnimi študijami in dokazi.

- Za primerjavo prispevkov izpustov različnih snovi k podnebnim spremembam lahko uporabljamo različna merila. Katero merilo in tudi kateri časovni horizont sta najprimernejša, je zelo odvisno od tega, kateri vidik podnebnih sprememb je za neko aplikacijo najpomembnejši. Nobeno merilo ne zmore natančne primerjave vseh posledic različnih izpustov. Vsa merila imajo določene omejitve in negotovosti. Potencial segrevanja na svetovni ravni (ang. Global Warming Potential – GWP) temelji na vsoti sevalnega prispevka v določenem časovnem intervalu. Potencial spremembe temperature na svetovni ravni (ang. Global Temperature

change Potential) pa temelji na spremembi povprečne prizemne temperature zraka na svetovni ravni v določenem času. Posodobljene vrednosti obeh so podane v tem Poročilu. {8.7}

D.3 Zaznavanje podnebnih sprememb in iskanje njihovih vzrokov

Človekov vpliv lahko zasledimo pri segrevanju ozračja in svetovnega morja, pri spremembah svetovnega vodnega kroga, zmanjševanju snežne odeje in ledu, dvigu višine gladine morja na svetovni ravni,



Slika SPM.6. Primerjava opaženih in simuliranih podnebnih sprememb, ki temeljijo na treh kazalcih v veliki skali v ozračju, kriosferi in svetovnem morju: spremembi prizemne temperature zraka nad celinskim kopnim (rumeno ozadje grafov), septembrskem obsegu morskega ledu na Arktiki in Antarktiki (belo ozadje grafov) in količini toplote v zgornjem sloju večjih delov svetovnega morja (modro ozadje grafov). Prikazane so tudi povprečne spremembe na svetovni ravni. Za prizemne temperature zraka so podani odkloni glede na obdobje 1880–1919, za količino toplote v zgornjem sloju morij glede na obdobje 1960–1980 in za obseg morskega ledu glede na obdobje 1979–1999. Vsi časovni nizi so desetletna povprečja, njihove vrednosti so prikazane na sredini desetletij. Če je prostorska pokritost obravnavanih področij pod 50 %, je temperatura narisana s prekinjeno črto. Za količino toplote in obseg morskega ledu je pri dobri pokritosti s podatki in njihovi zelo dobri kakovosti uporabljena neprekinjena črta; prekinjena črta je uporabljena, če je pokritost s podatki samo primerna in je negotovost zato večja. Prikazani modelski rezultati so pripravljani na osnovi rezultatov skupine modelov iz CMIP5, pri čemer osenčeni pasovi predstavljajo interval zaupanja med 5 in 95 %. Za ostale tehnične podrobnosti, vključujoč definicije geografskih področij, glej dodatek k Tehničnemu povzetku. {slika 10.21; slika TS.12}

kot tudi pri spremembah nekaterih podnebnih skrajnosti (glej sliko SPM.6 in preglednico SPM.1). Dokazi o človekovem vplivu so se od Četrtega poročila IPCC še okrepili. Skrajno verjetno je, da je bil človekov vpliv prevladujoč vzrok opaženega segrevanja od sredine 20. stoletja. {10.3–10.6, 10.9}

- Skrajno verjetno je več kot polovico opaženega dviga povprečne prizemne temperature zraka na svetovni ravni v obdobju 1951–2010 povzročil človek s povišanjem vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju ter z drugimi vplivi. Najboljša ocena človekovega prispevka k segrevanju je podobna opaženemu segrevanju v tem obdobju {10.3}.
- V obdobju 1951–2010 so toplogredni plini k dvigu povprečne prizemne temperature zraka na svetovni ravni *verjetno* prispevali od 0,5 °C do 1,3 °C. Prispevki preostalih vplivov človeka, vključujoč hladilni učinek aerosolov, so *verjetno* od –0,6 °C do 0,1 °C. Prispevki naravnih dejavnikov so *verjetno* od –0,1 °C do 0,1 °C in notranje spremenljivosti *verjetno* od –0,1 °C do 0,1 °C. Skupaj so ocenjeni prispevki skladni z opaženim segrevanjem, ki v tem obdobju znaša med 0,6 °C in 0,7 °C. {10.3}
- Na vseh celinah, razen na Antarktiki, je človekov vpliv *verjetno* znatno prispeval k dvigu prizemne temperature zraka od sredine 20. stoletja (glej sliko SPM.6). Zaradi velike merilne negotovosti je za Antarktiko *stopnja zaupanja* v oceno, da je človek prispeval k povprečnemu opaženemu segrevanju na vseh dosegljivih merilnih postajah, *nizka*. Je pa človekov vpliv *verjeten* pri zelo izrazitem segrevanju Arktike od sredine 20. stoletja. {2.4, 10.3}
- *Zelo verjetno* je človekov vpliv, še posebej toplogredni plini in razgradnja ozona v stratosferi, vodil k zaznanemu opaženemu vzorcu segrevanja troposfere in hkratnemu ohlajanju v spodnji stratosferi vse od leta 1961. {2.4, 9.4, 10.3}
- *Zelo verjetno* je človekov vpliv znatno prispeval k povečanju zaloge toplote na svetovni ravni v zgornjem sloju svetovnega morja (med 0 in 700 m), ki smo mu priča od 70. let 20. stoletja (glej sliko SPM.6). Očiten je človekov vpliv v nekaterih posameznih delih svetovnega morja. {3.2, 10.4}
- *Verjetno* je človek od leta 1960 naprej vplival na vodni krog na svetovni ravni. Človekov vpliv je prispeval k opaženemu povečanju vsebnosti vodne pare v ozračju (*srednja stopnja zaupanja*), spremembam padavinskega režima na kopnem na svetovni ravni (*srednja stopnja zaupanja*), ojačitvi močnih padavin nad predeli kopnega, kjer razpolagamo z dovolj podatki (*srednja stopnja zaupanja*) ter k spremembam slanosti morij na in blizu površja (*zelo verjetno*). {2.5, 2.6, 3.3, 7.6, 10.3, 10.4}
- Po izidu poročila SREX so se dodatno okrepili dokazi o človekovem vplivu na temperaturne skrajnosti. Tako je *zelo verjetno*, da je človekov vpliv vse od sredine 20. stoletja prispeval k opaženim spremembam v svetovnem merilu glede pogostosti in izrazitosti dnevni temperaturnih skrajnosti, in *verjetno*, da je človekov vpliv več kot podvojil verjetnost pojava vročinskih valov na nekaterih območjih (glej preglednico SPM.1). {10.6}.
- Od leta 1979 je človek je *zelo verjetno* prispeval k izgubi morskega ledu na Arktiki. Zaradi nepopolnih in različnih znanstvenih razlag vzrokov sprememb je *stopnja zaupanja* v znanstveno razumevanje opaženega šibkega naraščanja obsega antarktičnega morskega ledu *nizka*. *Nizka* je tudi *stopnja zaupanja* v ocene notranje spremenljivosti na tem območju. {10.5}
- Od 60. let 20. stoletja je človek *verjetno* prispeval h krčenju ledenikov in od leta 1993 k povečani površinski izgubi mase grenlandskega ledenega pokrova. V zadnjih dveh desetletjih je zaradi nizke stopnje znanstvenega razumevanja *stopnja zaupanja* v pripisovanje vzrokov za opaženo izgubo mase antarktičnega ledenega pokrova *nizka*. {4.3, 10.5}
- Človekov prispevek k zmanjšanju snežne odeje na severni polobli v spomladanskem času, opaženem od leta 1970, je *verjeten*. {10.5.3}
- *Zelo verjeten* je znaten človekov prispevek k dvigu povprečne višine gladine morja na svetovni ravni od 70. let 20. stoletja. Ta ocena temelji na *visoki stopnji zaupanja* v človekov vpliv na dva glavna prispevka k dvigu višine gladine morja, to sta temperaturno raztezanje in izguba mase ledenikov. {10.4, 10.5, 13.3}
- Obstaja *visoka stopnja zaupanja*, da v obdobju od 1986 do 2008, ko so bile na voljo satelitske meritve, spremembe skupnega sončnega obsevanja niso prispevale k dvigu povprečne prizemne temperature zraka na svetovni ravni. Obstaja pa *srednja stopnja zaupanja*, da enajstletni cikel Sončeve spremenljivosti na nekaterih območjih vpliva na desetletna podnebna nihanja. Ni bila ugotovljena nobena trdna povezava med spremembami v kozmičnem sevanju in oblačnosti. {7.4, 10.3; okvir 10.2}

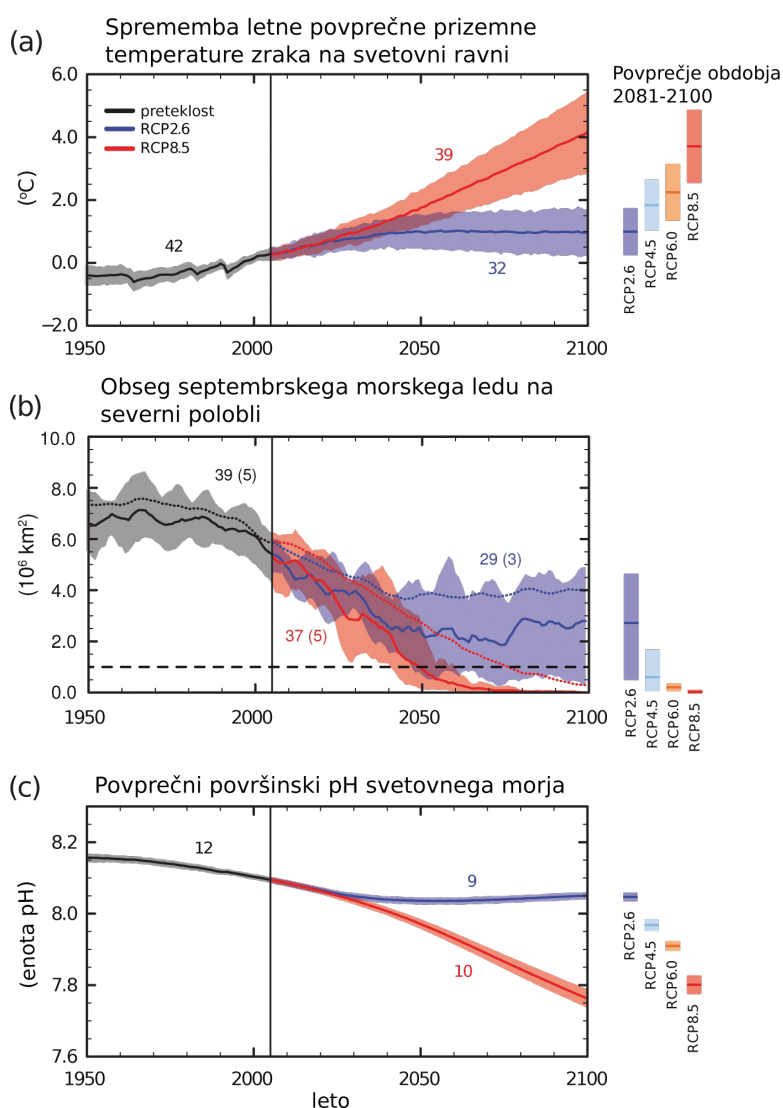
E. Bodoče podnebne spremembe na svetovni in regionalni ravni

Projekcije sprememb v podnebnem sistemu so narejene s pomočjo različnih podnebnih modelov, od preprostih modelov, modelov zmerne kompleksnosti, celovitih podnebnih modelov in modelov Zemljinega sistema. Ti modeli simulirajo spremembe, ki temeljijo na naboru scenarijev vpliva človeka. Nov nabor scenarijev, imenovan Značilni poteki vsebnosti (ang. Representative Concentration Pathways – RCP), je bil uporabljen za nove izračune s podnebnimi modeli, ki so bili izvedeni v okviru Pete faze projekta medsebojne primerjave sklopljenih modelov (ang. Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 – CMIP5), pod okriljem Svetovnega programa za podnebne raziskave (ang. World Climate Research Programme). V vseh RCP-jih so vsebnosti CO₂ leta 2100 višje kot današnje, kar je posledica nadaljnega naraščanja skupnih izpustov CO₂ v ozračje v 21. stoletju (glej okvir SPM.1). Projekcije v tem Povzetku za oblikovalce politik so podane za konec 21. stoletja (2081–2100) glede na

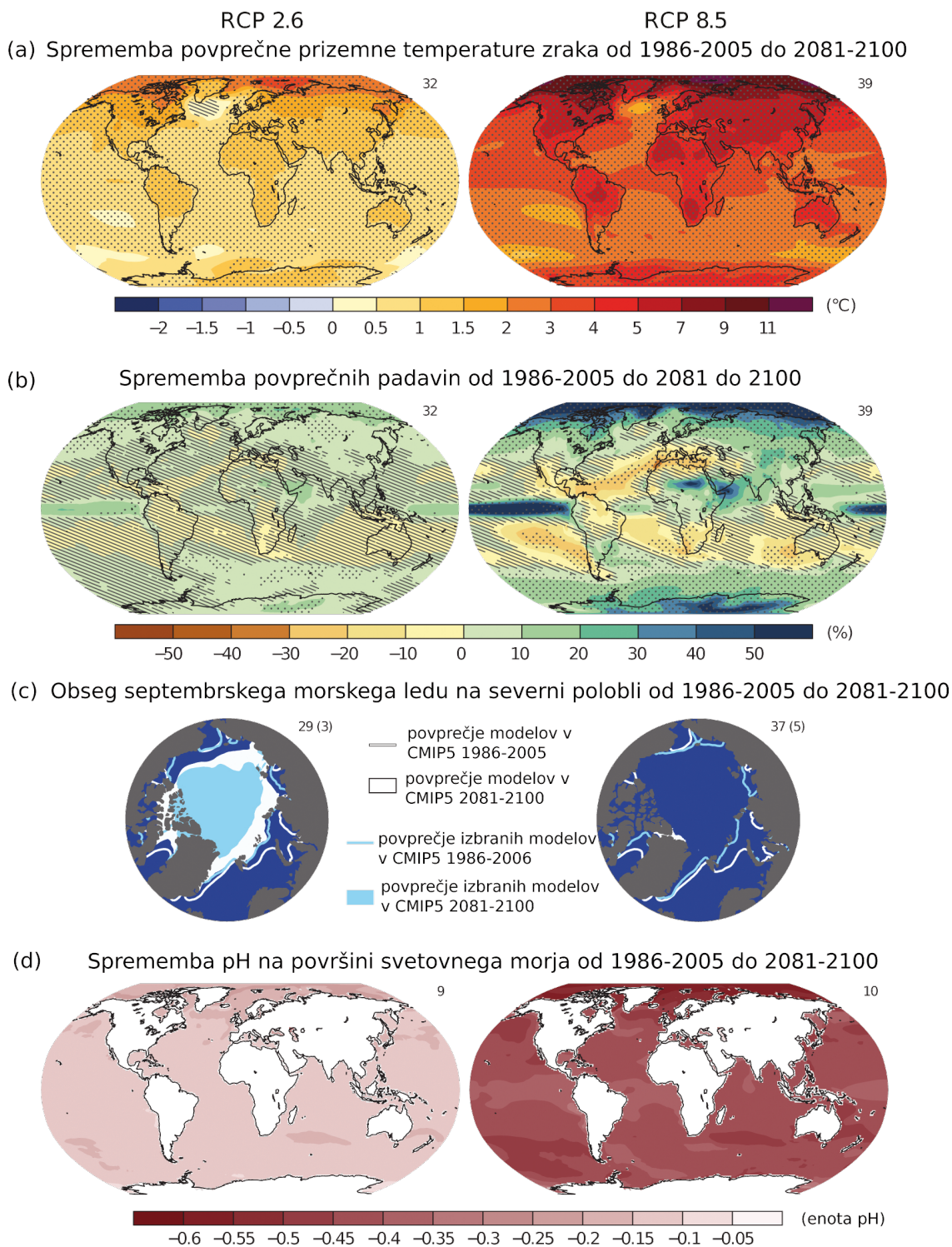
obdobje 1986–2005, razen če je navedeno drugače. Da bi te projekcije umestili v zgodovinski okvir, je nujno upoštevati opažene spremembe med različnimi obdobji. Na podlagi najdaljšega podatkovnega niza o prizemni temperaturi zraka na svetovni ravni znaša opažena sprememba med povprečjema obdobja 1850–1900 in primerjalnega obdobja AR5 0,61 [od 0,55 do 0,67] °C. Toda segrevanje je že privedlo do vrednosti, višjih od povprečja v primerjalnem obdobju AR5. Zato navedena vrednost ne predstavlja ocene zgodovinskega segrevanja do današnjih dni (glej 2. poglavje).

Nadaljevanje izpustov toplogrednih plinov bo povzročilo nadaljnje segrevanje in spremembe vseh delov podnebnega sistema. Omejevanje podnebnih sprememb bo zahtevalo znatno in stalno zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov. {6, 11-14}

- Projekcije podnebnih spremenljivk za naslednjih nekaj desetletij kažejo spremembe, katerih vzorci so podobni tistim, ki jih kažejo projekcije za



Slika SPM.7. Časovni nizi za obdobje 1950–2100, simulirani z več modeli CMIP5 za (a) sprememba letne povprečne prizemne temperature zraka na svetovni ravni glede na obdobje 1986–2005, (b) obseg septembrskega morskega ledu na severni polobli (petetno drseče povprečje) in (c) povprečni površinski pH svetovnega morja. Časovni nizi projekcij in mera negotovosti (osenčeno) so prikazani za scenarija RCP2.5 (modro) in RCP8.5 (rdeče). Črna (sivo senčeno) predstavlja modeliran zgodovinski razvoj na osnovi rekonstruiranih preteklih vplivov. Povprečja in pripadajoče negotovosti za obdobje 2081–2100 so za vse scenarije podani z obarvanimi navpičnimi pravokotniki na desni strani slike. Označeno je tudi število modelov, ki so bili zajeti v izračunu več-modelskega povprečja. Za obseg morskemu ledu (b) sta podana predvideno povprečje in negotovost (razpon med najmanjšo in največjo vrednostjo) zgolj tistih modelov, ki so najbolj povzeli klimatološko povprečje in trend obsega arktičnega morskemu ledu v obdobju 1979–2012 (število modelov je v oklepajih). Povprečje vseh modelov je označeno s pikčasto črto. Prekinjena črta predstavlja razmere skoraj brez ledu (obseg, ki je vsaj pet let zapored manjši od 10⁶ km²). Za več tehničnih podrobnosti glej dodatek k Tehničnemu povzetku. {slike 6.28, 12.5 in 12.28–12.31; slike TS.15, TS.17 in TS.20}



Slika SPM.8. Karte povprečnih rezultatov modelov CMIP5 za scenarije RCP2.6 in RCP8.5 za obdobje 2081–2100: (a) sprememba letne povprečne prizemne temperature zraka, (b) povprečna sprememba letne višine padavin v odstotkih, (c) obseg septembrskega morskega ledu na severni polobli in (d) sprememba pH na površini svetovnega morja. Spremembe na slikah (a), (b) in (d) so prikazane glede na obdobje 1986–2005. Število zajetih modelov, ki so bili uporabljeni za izračun povprečij, je označeno v zgornjem desnem kotu posamezne karte. Na kartah (a) in (b) so s šrafuro označena območja, kjer je modelsko povprečje majhno v primerjavi z notranjo spremenljivostjo (manjše od enega standardnega odklona notranje spremenljivosti 20-letnega povprečja). Pikčasto so označena področja, kjer je modelsko povprečje veliko v primerjavi z notranjo spremenljivostjo (večje od dveh standardnih odklonov notranje spremenljivosti 20-letnega povprečja) in kjer se 90 % modelov ujema po predznaku spremembe (glej okvir 12.1). Na kartah (c) črte predstavljajo modelsko povprečje obdobja 1986–2005 in zapolnjena območja konec stoletja. Modelsko povprečje je označeno z belo barvo; predviden obseg morskega ledu na podlagi modelov (njihovo število je označeno v oklepaju), ki so najbolje simulirali klimatološko povprečje in trend obsega arktičnega morskega ledu v obdobju 1979–2012, je označen s svetlo modro barvo. Za več tehničnih podrobnosti glej dodatek k Tehničnemu povzetku. [slike 6.28, 12.11, 12.22 in 12.29; slike TS.15, TS.16, TS.17 in TS.20]

Preglednica SPM.2. Predvidena sprememba povprečne prizemne temperature zraka in dviga višine gladine morja na svetovni ravni za sredino in konec 21. stoletja glede na referenčno obdobje 1986–2005. {12.4; preglednica 12.2; preglednica 13.5}

spremenljivka	scenarij	2046–2065		2081–2100	
		povprečje	verjeten razpon ^c	povprečje	verjeten razpon ^c
Sprememba povprečne prizemne temperature zraka na svetovni ravni (°C) ^a	RCP2.6	1,0	od 0,4 do 1,6	1,0	od 0,3 do 1,7
	RCP4.5	1,4	od 0,9 do 2,0	1,8	od 1,1 do 2,6
	RCP6.0	1,3	od 0,8 do 1,8	2,2	od 1,4 do 3,1
	RCP8.5	2,0	od 1,4 do 2,6	3,7	od 2,6 do 4,8
	scenarij	povprečje	verjeten razpon ^d	povprečje	verjeten razpon ^d
Dvig povprečne višine gladine morja na svetovni ravni (m) ^b	RCP2.6	0,24	od 0,17 do 0,32	0,40	od 0,26 do 0,55
	RCP4.5	0,26	od 0,19 do 0,33	0,47	od 0,32 do 0,63
	RCP6.0	0,25	od 0,18 do 0,32	0,48	od 0,33 do 0,63
	RCP8.5	0,30	od 0,22 do 0,38	0,63	od 0,45 do 0,82

Opombe:

a Ocena temelji na skupinskih simulacijah CMIP5; odkloni so izračunani glede na obdobje 1986–2005. Z uporabo podatkovne baze HadCRUT4 in oceno negotovosti (5–95% interval zaupanja) je bil opažen dvig temperature do referenčnega obdobja 1986–2005 0,61 [od 0,55 do 0,67] °C od obdobja 1850–1900 in 0,11 [od 0,09 do 0,13] °C od obdobja 1980–1999, ki je bilo referenčno obdobje za projekcije v AR4. Verjetni razponi glede na prejšnja referenčna obdobja tukaj niso bili ocenjeni, ker metode, kako upoštevati skupno negotovost v podatkih in modelih, v splošnem v literaturi niso dostopne. Prikazane predvidene in opažene spremembe ne vsebujejo možnih učinkov pristranskosti v modelih glede na meritve in glede na notranjo spremenljivost v referenčnem obdobju meritev. {2.4; 11.2; preglednice 12.2 in 12.3}

b Ocena temelji na 21 modelih CMIP5; odkloni so izračunani glede na obdobje 1986–2005. Kjer rezultati CMIP5 posamezen AOGCM in scenarij niso bili na razpolago, so bili ocenjeni, kakor je pojasnjeno v poglavju 13, preglednica 13.5. Prispevki zaradi hitre dinamične spremembe ledenega pokrova in zaradi vodnih zajetij, ki jih je zgradil človek, so obravnavani, kot da imajo enakomerno porazdelitev verjetnosti in da so v veliki meri neodvisni od scenarija. Ta pristop ne pomeni, da upoštevani prispevki ne bodo odvisni od bodočega scenarija, pomeni le to, da današnje vedenje ne dopušča količinske ocene odvisnosti. Po današnjem razumevanju lahko samo zrušitev morskih sektorjev antarktičnega ledenega pokrova, če se bo začela, povzroči dvig povprečne višine gladine morja na svetovni ravni, ki bi bil znatno nad verjetnim razponom za 21. stoletje. Obstaja *srednja stopnja zaupanja*, da ta dodaten prispevek ne bo presegel nekaj decimetrov dviga višine morske gladine v 21. stoletju.

c Ocena temelji na 5–95% intervalu zaupanja modelskih razponov. Ti razponi so potem ocenjeni kot *verjetni* razponi, po upoštevanju dodatnih negotovosti ali različnih stopenj zaupanja v modelske rezultate. Zaradi večjega relativnega pomena naravne notranje spremenljivosti in negotovosti prispevka ter posledic ne-toplogrednih plinov kakor za obdobje 2081–2100, imajo projekcije spremembe povprečne prizemne temperature zraka na svetovni ravni v obdobju 2046–2065 *srednjo stopnjo zaupanja*. V verjetnih razponih za obdobje 2046–2065 ni upoštevan možen vpliv dejavnikov, ki so vzrok za nižjo oceno razponov spremembe povprečne prizemne temperature zraka za bližnje obdobje (2016–2035), ki je nižja od modelskih razponov pri intervalu zaupanja 5–95%. Vpliv omenjenih dejavnikov na dolgoročne projekcije zaradi nezadostnega znanstvenega razumevanja ni mogoče količinsko oceniti. {11.3}

d Ocena temelji na 5–95% intervalu zaupanja modelskih razponov. Ti razponi so potem ocenjeni kot *verjetni* razponi, po upoštevanju dodatnih negotovosti ali različnih stopenj zaupanja v modelske rezultate. Za oba časovna mejnika je v projekcije povprečnega dviga višine gladine morja na svetovni ravni *srednja stopnja zaupanja*.

kasnejša obdobja 21. stoletja, le da so prve manj izrazite. Naravna notranja spremenljivost bo imela še vedno glavni vpliv na podnebje, še posebej kratkoročno in na regionalni ravni. V sredini 21. stoletja bo velikost predvidenih sprememb že postala znatno odvisna od izbire scenarijev izpustov (okvir SPM.1). {11.3; okvir 11.1; priloga I}

časovnim potekom koncentracije, zato ne zajamejo nedoločenosti v kroženju ogljika, ki vpliva na vsebnost CO₂ v ozračju. Predviden dvig višine gladine morja je predvsem na račun izboljššanega modeliranja prispevkov ledu na kopnem večji kot v Četrtem poročilu. {11.3.6, 12.3, 12.4, 12.4.9}

- Predvidene podnebne spremembe, temelječe na značilnih potekih koncentracij (RCP), so, upoštevajoč razlike med scenariji, podobne tistim iz Četrtega poročila. Celotni razpon projekcij za »visoke« RCP je manjši kakor za primerljive scenarije, ki so bili uporabljeni v Četrtem poročilu. Za razliko od scenarijev izpustov SRES, ki so bili uporabljeni v Četrtem poročilu, so RCP, ki so bili uporabljeni v simulacijah CMIP5, v Petem poročilu določeni s

E.1 Ozračje: prizemna temperatura zraka

Sprememba prizemne temperature zraka na svetovni ravni bo ob koncu 21. stoletja verjetno preseгла 1,5 °C v primerjavi z obdobjem od 1850 do 1900 po vseh scenarijih RCP, razen scenarija RCP2.6. Verjetno bo preseгла 2 °C v primeru scenarijev RCP6.0 in RCP8.5, ter bolj verjetno kot ne tudi v primeru

scenarija RCP4.5. Segrevanje se bo nadaljevalo tudi po letu 2100 po vseh scenarijih RCP, razen po scenariju RCP2.6. Segrevanje bo še naprej kazalo medletno do desetletno spremenljivost in ne bo enakomerno na vseh območjih. (glej sliki SPM 7 in SPM.8). {11.3, 12.3, 12.4, 14.8}

- Sprememba prizemne temperature zraka na svetovni ravni bo v obdobju 2016–2035 glede na obdobje 1986–2005 *verjetno* v obsegu od 0,3 °C do 0,7 °C. Ta ocena temelji na vrsti dokazov ob predpostavki, da ne bo večjih izbruhov ognjenikov in stoletnih sprememb v skupnem sončnem obsevanju. Glede na naravno notranjo spremenljivost kratkoročno pričakujemo večji dvig povprečne letne temperature in povprečne temperature posameznih letnih časov v tropskih in subtropskih območjih, kot v srednjih geografskih širinah (*visoka stopnja zaupanja*). {11.3}
- Predviden dvig prizemne temperature zraka na svetovni ravni bo za obdobje 2081–2100 glede na obdobje 1986–2005 v razponu rezultatov simulacij s CMIP5 modeli, ki so temeljile na različnih potekih koncentracij, *verjetno* od 0,3 °C do 1,7 °C (RCP2.6), od 1,1 °C do 2,6 °C (RCP4.5), od 1,4 °C do 3,1 °C (RCP6.0) in od 2,6 °C do 4,8 °C (RCP8.5). Obstaja *zelo visoka stopnja zaupanja*, da se bo območje Arktike segrevalo hitreje kot celoten svet v povprečju in da bo povprečno segrevanje zraka nad kopnim večje kot nad svetovnim morjem (glej sliki SPM.7 in SPM.8 in preglednico SPM.2). {12.4, 14.8}
- Glede na obdobje 1850 do 1900 bo sprememba povprečja prizemne temperature zraka na svetovni ravni ob koncu 21. stoletja *verjetno* po scenarijih RCP4.5, RCP6.0 in RCP8.5 presegla 1,5 °C (*visoka stopnja zaupanja*). Segrevanje bo *verjetno* preseglo 2,0 °C po scenarijih RCP6.0 in RCP8.5 (*visoka stopnja zaupanja*), bolj *verjetno* kot ne po scenariju RCP4.5 (*visoka stopnja zaupanja*) in *malo verjetno* po scenariju RCP2.6 (*srednja stopnja zaupanja*). Segrevanje za več kakor 4 °C je *malo verjetno* po scenarijih RCP2.6, RCP4.5 in RCP6.0 (*visoka stopnja zaupanja*) ter *enako verjetno* kot ne po scenariju RCP8.5 (*srednja stopnja zaupanja*). {12.4.}
- *Skoraj zanesljivo* bo ob dvigu povprečja temperature zraka na svetovni ravni v večini krajev na kopnem več vročih in manj hladnih temperaturnih skrajnosti na dnevni in sezonski časovni skali. *Zelo verjetno* se bodo vročinski valovi pojavljali pogosteje in bodo trajali dlje. Občasni skrajno hladni zimski dnevi bodo še vedno prisotni. (glej preglednico SPM.1). {12.4}

E.2 Ozračje: vodni krog

Spremembe vodnega kroga na svetovni ravni, ki bodo posledica segrevanja v 21. stoletju, ne bodo enotne. Povečala se bo razlika med suhimi in namočenimi območji in med deževnimi in sušnimi obdobji, vendar pri tem regionalne izjeme niso izključene (glej sliko SPM.8). {12.4, 14.3}

- Predvidene spremembe vodnega kroga se bodo na obsežni prostorski skali v naslednjih desetletjih odražale v podobnem vzorcu, kakor se bodo proti koncu stoletja, a z manjšo velikostjo. Na spremembe v bližnjih obdobjih in na regionalni ravni bo močno vplivala naravna notranja spremenljivost, prav tako nanje lahko vplivajo človekovi izpusti aerosolov. {11.3}
- V visokih geografskih širinah in na ekvatorialnem delu Tihega oceana je *verjetno*, da se bo po scenariju RCP8.5 povprečna letna višina padavin do konca stoletja zvišala. Na številnih območjih zmernih geografskih širin in subtropskih suhih območjih se bo po scenariju RCP8.5 povprečna višina padavin do konca tega stoletja *verjetno* znižala, medtem ko se bo v namočenih območjih zmernih širin *verjetno* povišala (glej sliko SPM.7). {7.6, 12.4, 14.3}
- Izjemni padavinski dogodki bodo v večjem delu zmernih širin na kopnem in na namočenih tropskih območjih do konca tega stoletja zaradi naraščajoče povprečne prizemne temperature zraka na svetovni ravni *zelo verjetno* postali izrazitejši in pogostejši (glej preglednico SPM.1) {7.6.2, 7.6.5, 12.4.5}
- Na svetovni ravni se bo površina, kjer se pojavljajo monsunki sistemi, v 21. stoletju *verjetno* povečala. Medtem ko bodo monsunki vetrovi *verjetno* slabeli, se bodo monsunske padavine zaradi večje količine vlage v ozračju *verjetno* okrepile. Nastop monsunskega deževja bo *verjetno* zgodnejši ali pa se ne bo kaj dosti spremenil. Konec monsunskega deževja bo *zelo verjetno* kasnejši, kar pomeni, da bo monsunska doba daljša. {14.2.1}
- El Niño-južno nihanje (El Niño - Southern Oscillation – ENSO) bo v 21. stoletju *zelo verjetno* ostalo glavni način medletne spremenljivosti v tropskem Tihem oceanu, z vplivom na svetovni ravni. Zaradi večje količine vodne pare se bo spremenljivost v višini padavin, povezanih z ENSO, na regionalni ravni *verjetno* povečala. Naravna spremenljivost izrazitosti in prostorskega vzorca ENSO je velika, zato *stopnja zaupanja* v katerokoli od predvidenih sprememb ENSO in z njim povezanih

regionalnih pojavov za 21. stoletje ostaja nizka. {5.4, 14.4}

E.3 Ozračje: kakovost zraka

- Razpon projekcij kakovosti zraka (ozon in PM_{2.5}¹⁷ v prizemnem zraku) je predvsem odvisen od izpuštov (vključno s CH₄) in manj od fizikalno pogojenih podnebnih sprememb (*srednja stopnja zaupanja*). Z visoko stopnjo zaupanja pa lahko trdimo, da v svetovnem merilu segrevanje zmanjšuje vsebnost prizemnega ozona. Visoke vsebnosti CH₄ (RCP8.5) lahko učinek segrevanja zabišejo in vsebnost prizemnega ozona glede na scenarije z majhnimi spremembami vsebnosti CH₄ (RCP4.5, RCP6.0) do leta 2100 povečajo za okoli 8 ppb (25 % glede na sedanjo vsebnost) (*visoka stopnja zaupanja*). {11.3}
- Opaženi in z modeli izračunani dokazi kažejo, da lahko pri višji temperaturi zraka in ostalih nespremenjenih pogojih na onesnaženih območjih pričakujemo proženje regionalnih povratnih zank v kemijskih procesih in lokalnih izpustih, kar bo nadalje povečalo najvišje vsebnosti ozona in PM_{2.5} (*srednja stopnja zaupanja*). V primeru PM_{2.5} lahko podnebne spremembe vplivajo na naravne vire aerosolov kot tudi na njihovo izločanje iz ozračja s padavinami, a v splošnem vplivu podnebnih sprememb na prostorsko razporeditev PM_{2.5} ne moremo pripisati nobene gotovosti. {11.3}

E.4 Svetovno morje

Na svetovni ravni se bo svetovno morje v 21. stoletju še naprej segrevalo. Toplota se bo prenašala s površja v globino, kar bo vplivalo na kroženje vode v morjih. {11.3, 12.4}

- Najmočnejše segrevanje je predvideno za površino morij na tropskih in subtropskih območjih severne poloble. V večjih globlinah bo segrevanje najbolj izrazito v Južnem oceanu (*visoka stopnja zaupanja*). Najboljše ocene segrevanja morja do konca 21. stoletja so za zgornjih nekaj sto metrov nekje od 0,6 °C (RCP2.6) do 2,0 °C (RCP8.5) in v globini okoli 1 km nekje od 0,3 °C (RCP2.6) do 0,6 °C (RCP8.5). {12.4, 14.3}
- Zelo verjetno bo atlantski meridionalni povratni tok v 21. stoletju slabel. Najboljše ocene in razpon¹⁸ oslabitve, ki ga kažejo rezultati CMIP5,

je 11 % (od 1 do 24 %) po scenariju RCP2.6 in 34 % (od 12 do 54 %) po scenariju RCP8.5. Verjetno bo tok nekoliko oslabil že do leta 2050, a se bo v nekaterih desetletjih tudi zaradi velike notranje spremljivosti začasno okreplil. {11.3, 12.4}

- Po obravnavanih scenarijih je zelo malo verjetno, da se bo atlantski meridionalni povratni tok v 21. stoletju zaustavil ali preskočil v drugo stanje. Stopnja zaupanja v oceno razvoja toka po 21. stoletju je zaradi omejenega števila analiz in dvoumnih rezultatov nizka. Toda ob močnejšem in stalnem segrevanju zaustavitve toka po 21. stoletju ni mogoče izključiti. {12.5}

E.5 Kriosfera

Ob naraščanju povprečne temperature zraka na svetovni ravni se bo zelo verjetno arktični morski led v 21. stoletju še naprej krčil in tanjšal; snežna odeja na severni polobli se bo krčila. Prostornina ledenikov se bo še naprej predvidoma manjšala. {12.4, 13.4}

- Na osnovi povprečja rezultatov različnih modelov se bo do konca 21. stoletja arktični morski led krčil skozi vse leto. Upad septembrskega obsega bo znašal od 43 % po scenariju RCP2.6 do 94 % po scenariju RCP8.5; upad februarskega obsega bo znašal od 8 % po scenariju RCP2.6 do 34 % po scenariju RCP8.5 (*srednja stopnja zaupanja*) (glej sliki SPM.7 in SPM.8). {12.4}
- Na podlagi ocen modelov, ki najbolje opišejo povprečne razmere arktičnega morskega ledu in njegov trend v obdobju 1979–2012, je po scenariju RCP8.5 skoraj kopno¹⁹ stanje v Arktičnem oceanu v septembru verjetno že pred sredino stoletja (*srednja stopnja zaupanja*) (glej sliki SPM.7 in SPM.8). Za ostale značilne poteke vsebnosti ni možno zanesljivo predvideti, kdaj v 21. stoletju lahko Arktični ocean v septembru ostane skoraj brez ledu. {11.3, 12.4, 12.5}
- Konec 21. stoletja je ob dvigu prizemne temperature zraka na svetovni ravni na Antarktiki predvideno zmanjšanje obsega in prostornine morskega ledu (*nizka stopnja zaupanja*). {12.4}
- Do konca 21. stoletja bo po scenariju RCP2.6 izginilo 15–55 % in po scenariju RCP8.5 35–85 % sedanje skupne prostornine vseh ledenikov na svetu, izključujoč ledenike na obrobju Antarktike

17 PM_{2.5} se nanaša na trdne delce s premerom, ki je manjši od 2,5 mikrometra – mere za vsebnost aerosola v ozračju.

18 Razponi v tem poglavju se nanašajo na razpon rezultatov

modelov CMIP5.

19 Razmere v Arktičnem oceanu se smatra za skoraj brez ledu, ko je obseg morskega ledu vsaj pet let zapored manjši od 10⁶ km².

(srednja stopnja zaupanja). {13.4, 13.5}

- Obseg pomladanske snežne odeje na severni polobli se bo glede na povprečje modelskih izračunov po scenariju RCP2.6 do konca 21. stoletja predvidoma skrčil za 7 % in po scenariju RCP8.5 za 25 %. {12.4}
- Skoraj zanesljivo se bo ob dvigu temperature zraka na svetovni ravni obseg permafrosta blizu površja na visokih severnih geografskih širinah zmanjšal. Do konca 21. stoletja naj bi se območje permafrosta blizu površja (do globine 3,5 m) glede na povprečje modelskih izračunov predvidoma skrčilo za od 37 % (RCP2.6) do 81 % (RCP8.5) (srednja stopnja zaupanja). {12.4}

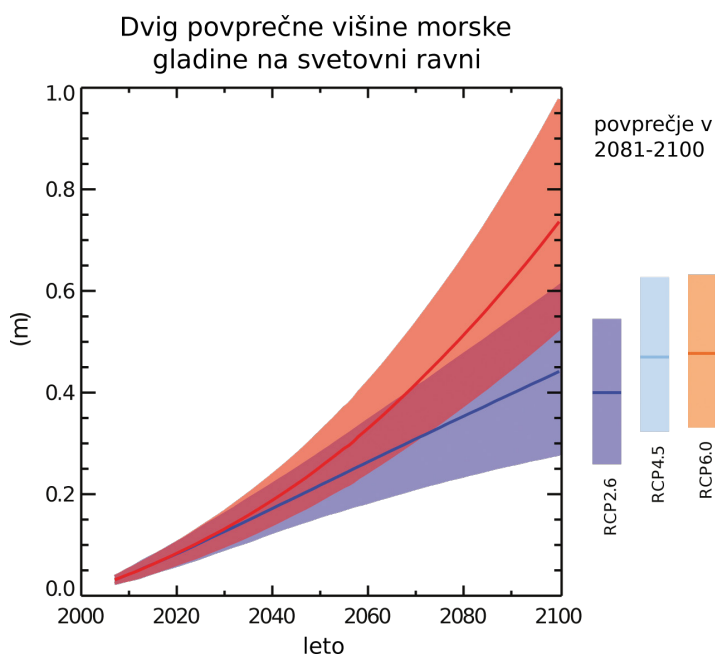
E.6 Višina gladine morja

Povprečna višina gladine morja na svetovni ravni bo v 21. stoletju še naprej naraščala (glej sliko SPM.9). Zaradi povečanega segrevanja svetovnega morja in povečane izgube mase ledenikov in ledenih pokrovov bo po vseh scenarijih RCP hitrost dvigovanja višine gladine morja zelo verjetno večja od izmerjene vrednosti v obdobju 1971–2010. {13.3–13.5}

- Stopnja zaupanja v projekcije dviga višine gladine morja na svetovni ravni se je od Četrtega poročila povečala zaradi izboljšane razumevanja

fizikalnih procesov, ki vplivajo na višino gladine morja, izboljšane skladnosti rezultatov modelov, ki temeljijo na simulaciji posameznih procesov, z meritvami in zaradi vključitve dinamičnih sprememb ledenih pokrovov. {13.3–13.5}

- Dvig višine gladine morja bo na svetovni ravni in za obdobje 2081–2100 glede na obdobje 1968–2005 verjetno v razponu 0,26–0,55 m po scenariju RCP2.6, 0,32–0,63 m po scenariju RCP 4.5, 0,33–0,63 po scenariju RCP6.0 in 0,45–0,82 po scenariju RCP8.5 (srednja stopnja zaupanja). Po scenariju RCP8.5 bo dvig višine gladine morja do leta 2100 znašal 0,52–0,98 m in hitrost dvigovanja višine gladine morja v obdobju 2081–2100 8–16 mm/leto (srednja stopnja zaupanja). Omenjeni razponi so izvedeni iz podnebnih projekcij CMIP5 v kombinaciji z modeli, ki temeljijo na simulaciji posameznih procesov, in pregledom literature o prispevku ledenikov in ledenih pokrovov. (glej sliko SPM.9, preglednico SPM.2). {13.5}
- V scenarijih RCP predstavlja temperaturno raztezanje 30–55 % in ledeniki 15–35 % celotnega dviga višine gladine morja na svetovni ravni v 21. stoletju. Povečanje površinskega taljenja grenlandskega ledenega pokrova bo večje od povečanja količine snežnih padavin. To pomeni, da bo prispevek spremembe površinske masne bilance k bodočemu dvigu višine gladine morja pozitiven (visoka stopnja zaupanja). Medtem ko bo površinsko taljenje na antarktičnem ledenem pokrovu



Slika SPM.9. Projekcije dviga povprečne višine gladine morja na svetovni ravni v 21. stoletju glede na obdobje 1986–2005, na podlagi izračunov modelov CMIP5, ki temeljijo na simulaciji posameznih procesov in za scenarija RCP2.6 in RCP8.5. Ocenjen verjeten razpon vrednosti je prikazan z osenčenim pasom. Ocenjeni verjetni razponi povprečja v obdobju 2081–2100 za vse scenarije RCP so podani z barvnimi pokončnimi stolpci na desni, s pripadajočo mediano – vodoravno črto. Za več tehničnih podrobnosti glej dodatek k Tehničnemu povzetku. {preglednica 13.5, slike 13.10 in 13.11; slike TS.21 in TS.22}

ostalo majhno, se bo količina snežnih padavin povečala (*srednja stopnja zaupanja*) – prispevek spremembe površinske masne bilance k bodočemu dvigu višine gladine morja bo negativen. Spremembe v odtoku z obeh ledenih pokrovov bodo k dvigu skupno verjetno prispevale od 0,03 do 0,20 m do obdobja 2081–2100 (*srednja stopnja zaupanja*). {13.3–13.5}

- Kakor lahko danes razumemo, bi dvig višine gladine morja na svetovni ravni v 21. stoletju znatno nad verjetnim razponom lahko povzročilo le popolno sesedanje morskih sektorjev antarktičnega ledenega pokrova, če bi do njega prišlo. Kljub temu ta dodaten prispevek ne bi presegel nekaj decimetrov dviga višine gladine morja v 21. stoletju (*srednja stopnja zaupanja*). {13.4, 13.5}
- Pretehtane so bile osnove za projekcije večjega dviga višine gladine morja na svetovni ravni v 21. stoletju in sklenjeno je bilo, da je trenutno pre malo dokazov za oceno verjetnosti določenih višin gladine morja nad *verjetnim* razponom višin gladine morja. Številne projekcije deloma izkustvenih modelov dviga višine gladine morja na svetovni ravni so višje od projekcij modelov, ki temeljijo na simulaciji posameznih procesov (do okoli dvakrat tolikšne), a v znanstveni skupnosti glede teh projekcij ni soglasja o njihovi zanesljivosti, zato je *stopnja zaupanja* v te projekcije *nizka*. {13.5}
- Dvig višine gladine morja po svetu ne bo enoten. Do konca 21. stoletja se bo višina gladine morja zelo *verjetno* dvignila na več kakor 95 % morske površine. Na okoli 70 % vse obale na svetu se bo višina gladine morja predvidoma dvignila toliko kakor v svetovnem povprečju ali kvečjemu do 20 % več ali manj. {13.1, 13.6}

E.7 Kroženje ogljika in ostali biogeokemični krogi

Podnebne spremembe bodo vplivale na procese kroženja ogljika tako, da bodo okrepile povečanje vsebnosti CO₂ v ozračju (*visoka stopnja zaupanja*). Nadaljnji ponor ogljika v svetovnem morju bo povečal njegovo zakisanje. {6.4}

- Ponor človekovega izpusta CO₂ v svetovnem morju se bo do leta 2100 nadaljeval po vseh štirih scenarijih RCP; večji ponor bo za višje poteke koncentracij (*zelo visoka stopnja zaupanja*). V kolikšni meri bo v bodoče kopno ponor ogljika, je manj zanesljivo. Večina modelov po vseh scenarijih RCP predvideva, da bo kopno še naprej vsrkavalo več ogljika, kakor ga bo oddajalo. Nekateri modeli predvidevajo, da bo kopno zaradi skupnega učinka podnebnih sprememb in spremembe rabe tal oddajalo več ogljika, kakor ga bo vsrkavalo. {6.4}
- Na podlagi rezultatov modelov Zemljinega sistema obstaja *visoka stopnja zaupanja*, da bo povratna zanka med podnebjem in kroženjem ogljika v 21. stoletju pozitivna; kar pomeni, da bodo kopenski in morski ponori ogljika samo deloma izravnali naraščajočo vsebnost CO₂ v ozračju, ki nastaja zaradi podnebnih sprememb. Zaradi tega bo več izpuščenega CO₂ ostalo v ozračju. Pozitivno povratno zanko med podnebjem in kroženjem ogljika na stoletni do tisočletni časovni skali potrjujejo paleoklimatski podatki in rezultati modelov. {6.2, 6.4}
- Modeli Zemljinega sistema po vseh scenarijih RCP predvidevajo, da se bo kislost svetovnega morja povečala. Pripadajoče znižanje pH površinskega sloja svetovnega morja bo do konca 21. stoletja v razponu¹⁸ od 0,06 do 0,07 po scenariju RCP2.6,

Preglednica SPM.3. Nakopičeni izpusti CO₂ v obdobju 2012–2100, ki so skladni z vsebnostmi po scenarijih RCP in simulirani s pomočjo modelov Zemljinega sistema v okviru CMIP5. {6.4, preglednica 6.12, slika TS.19}

Scenarij	Skupni izpusti CO ₂ v obdobju 2012–2100 (v GtC ^a)			
	GtC		GtCO ₂	
	Povprečje	Razpon	Povprečje	Razpon
RCP2.6	270	od 140 do 410	990	od 510 do 1505
RCP4.5	780	od 595 do 1005	2860	od 2180 do 3690
RCP6.0	1060	od 840 do 1250	3885	od 3080 do 4585
RCP8.5	1685	od 1415 do 1810	6180	od 5185 do 7005

a 1 Gigatona ogljika = 1 GtC = 10¹⁵ gramov ogljika, kar ustreza 3,67 GtCO₂.

od 0,14 do 0,15 po scenariju RCP4.5, od 0,20 do 0,21 po scenariju RCP6.0 in od 0,30 do 0,32 po scenariju RCP8.5 (glej sliki SPM.7 in SPM.8). {6.4}

- Skupni izpusti CO₂²⁰, ki so za obdobje 2012–2100 skladni z vsebnostmi CO₂ v scenarijih RCP, so po izračunih 15 modelov Zemljinega sistema naslednji¹⁸: od 140 do 410 GtC za scenarij RCP2.6, od 595 do 1005 GtC za scenarij RCP4.5, od 840 do 1250 GtC za scenarij RCP6.0 in od 1415 do 1910 GtC za scenarij RCP8.5 (glej preglednico SPM.3). {6.4}
- Do leta 2050 bodo izpusti CO₂ na podlagi izračunov modelov Zemljinega sistema po scenariju RCP2.6 manjši od izpustov leta 1990 (od 14 % do 96 %). Na podlagi izračunov približno polovice modelov lahko sklepamo, da se bodo morali izpusti po scenariju RCP2.6 do konca 21. stoletja zmanjšati skoraj na nič, medtem ko druga polovica modelov kaže, da bo potrebno iz ozračja več CO₂ odstraniti, kakor vanj izpustiti. {6.4, slika TS.19}
- Ocenjen izpust CO₂ in CH₄ v ozračje, ki izvira iz permafrosta, ki se odmrzuje, naj bi bil v 21. stoletju po scenariju RCP8.5 v razponu od 50 do 250 GtC (*nizka stopnja zaupanja*). {6.4}

E.8 Stabilizacija podnebja, obsojenost na podnebne spremembe in njihova nepovratnost

Skupni izpusti CO₂ bodo v veliki meri določali dvig povprečne prizemne temperature zraka na svetovni ravni do konca 21. stoletja in kasneje (glej sliko SPM.10). Večina sprememb v podnebnem sistemu bo vztrajala stoletja, četudi bi prenehali z izpuščanjem CO₂. Zaradi preteklih, sedanjih in bodočih izpustov CO₂ smo obsojeni na večstoletne podnebne spremembe. {12.5}

- Nakopičeni skupni izpusti CO₂ in odziv prizemne temperature zraka na svetovni ravni sta približno sorazmerna (glej sliko SPM.10). Katerikoli temperaturni dvig je²¹ povezan z razponom nakopičenih izpustov CO₂, kar pomeni, da mora npr. večjemu izpustu v zgodnejših desetletjih slediti manjši izpust kasneje. {12.5}
- Za omejitev segrevanja, ki ga povzročajo zgolj človekovi izpusti CO₂ na manj kot 2 °C od obdobja 1861–1880²² in pri verjetnosti >33 %, >50 % in > 66 % bodo morali nakopičeni izpusti CO₂ iz

vseh človekovih virov ostati med 0 in okoli 1570 GtC (5760 GtCO₂), 0 in 1210 GtC (4440 GtCO₂) ter 0 in okoli 1000 GtC (3670 GtCO₂)²³. Navedene zgornje meje se zmanjšajo na 900 GtC (3300 GtCO₂), 820 GtC (3010 GtCO₂) in 790 GtC (2900 GtCO₂), če upoštevamo še vpliv drugih dejavnikov, kakor v RCP2.6. Do leta 2011 smo skupno izpustili že 515 [od 445 do 585] GtC (1890 [od 1630 do 2150] GtCO₂). {12.5}

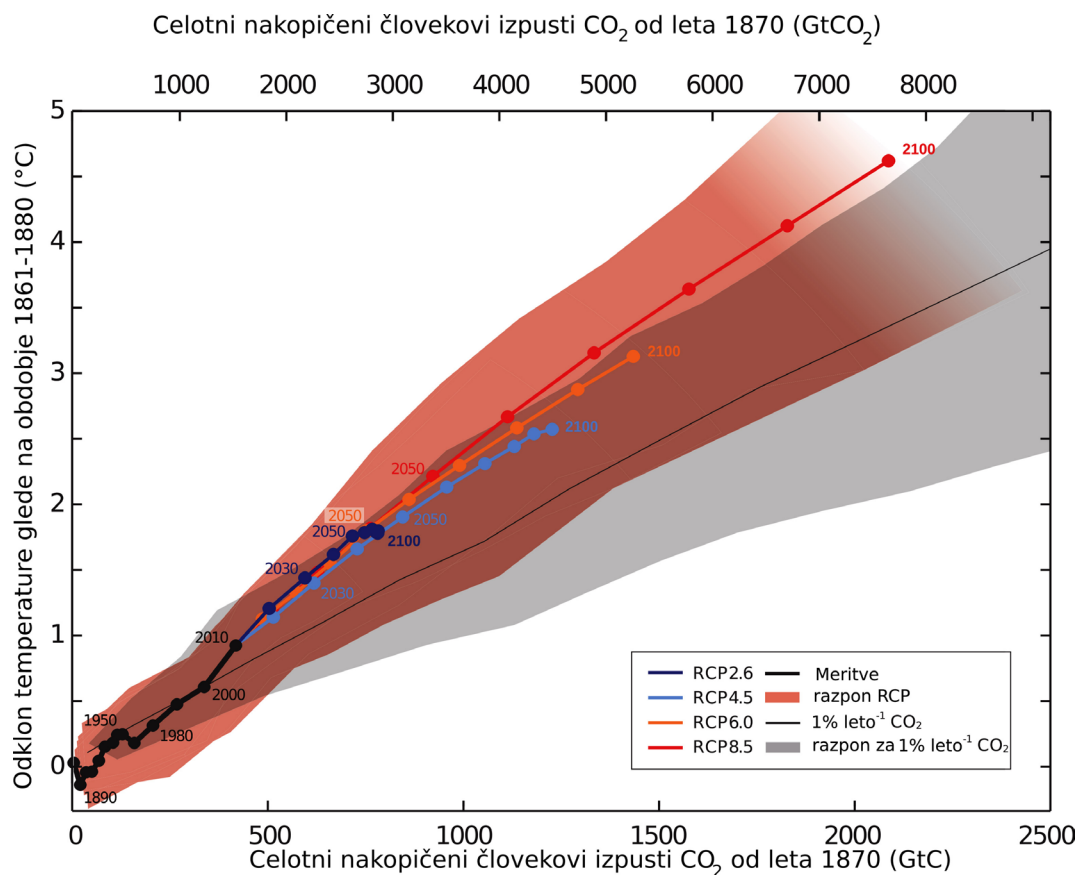
- Nižji ciljni dvig temperature zraka ali večja verjetnost, da se temperatura zraka ne bo dvignila nad določeno raven, bo zahteval še manjše nakopičene izpuste CO₂. Če upoštevamo ogrevalni učinek povečanja vsebnosti ostalih toplogrednih plinov, zmanjšanje aerosolov ali izpust toplogrednih plinov iz permafrosta, se dovoljena kvota CO₂ za določen ciljni dvig temperature zmanjša (glej sliko SPM.10). {12.5}
- Velik del podnebnih sprememb, ki jih povzroča človek z izpusti CO₂, je nepovratnih na nekajstoletni do tisočletni časovni skali, razen v primeru obsežnega in dolgotrajnega odstranjevanja CO₂ iz ozračja. Prizemna temperatura zraka bo ostala približno stalna na višji ravni še nekaj stoletij po popolnem prenehanju človekovih izpustov CO₂. Zaradi dolgotrajnosti prenosa toplote z morske površine v globine se bo ogrevanje svetovnega morja nadaljevalo še stoletja. Odvisno od scenarija bo okoli 15–40 % izpuščenega CO₂ ostalo v ozračju dlje od 1000 let. {Okvir 6.1, 12.4, 12.5}
- *Skoraj zanesljivo* se bo naraščanje povprečne višine gladine morja na svetovni ravni nadaljevalo po letu 2100, zaradi temperaturnega raztezanja tudi več stoletij. Peščica razpoložljivih modelskih rezultatov za obdobje po letu 2100 kaže na porast povprečne višine gladine morja na svetovni ravni do leta 2300 za manj kot 1 meter pri sevalnem prispevku, ki ustreza izpustom CO₂, ki dosežejo višek, nato upadejo in ostanejo pod 500 ppm, kot v scenariju RCP2.6. Za sevalni prispevek, ki ustreza vsebnosti CO₂ nad 700 ppm, a pod 1500 ppm, kot v scenariju RCP8.5, je predviden dvig od enega do več kakor treh metrov (*srednja stopnja zaupanja*). {13.5}
- Dolgotrajna izguba mase ledenih pokrovov bi povzročila večji dvig višine gladine morja, pri čemer bi bil del izgube mase nepovraten. *Z veliko stopnjo zaupanja* bi dolgotrajni temperaturni dvig nad določeno mejo v tisočletju ali več vodil k skorajšnjemu izginotju grenlandskega ledenega pokrova – to bi povzročilo do sedemmetrski dvig višine gladine morja na svetovni ravni. Trenutne ocene

20 Iz fosilnih goriv, cementa, industrije in gospodarskega sektorja, ki se ukvarja z odpadki.

21 Za ovrednotenje tega razpona CO₂ izpustov je potrebno upoštevati tudi druge ne-CO₂ dejavnike.

22 Prvo dvajsetletno obdobje, pridobljeno z modeli.

23 To temelji na oceni prehodnega odziva podnebja na skupne izpuste ogljika (TCRE, glej poglavje D.2)



Slika SPM.10. Porast prizemne temperature zraka na svetovni ravni v odvisnosti od nakopičenih izpustov CO₂ na podlagi dokazov iz različnih virov. Z barvnimi črtami so prikazani rezultati modelov z različnim opisom podnebno-ogljikovega cikla, in sicer do leta 2100 in za vsak scenarij. Desetletna povprečja so označena s pikami na posameznih črtah. Zaradi jasnosti so označena povprečja nekaterih desetletij (na primer 2050 označuje desetletje 2040–2049). Modelski rezultati za zgodovinsko obdobje 1860–2010 so označeni s črno barvo. Barvno označene površine na sliki označujejo razpon rezultatov štirih scenarijev RCP, ki bledijo, ko se manjša število razpoložljivih modelov za scenarij RCP8.5. S tanko črno črto in sivo barvo sta označena povprečje in razpon v simulacijah s skupino modelov CMIP5, kjer vsako leto povečamo vsebnost CO₂ za 1 % (simulacije z 1-odstotnim letnim dvigom vsebnosti CO₂). Za določeno vrednost nakopičenih izpustov CO₂ simulacije z 1-odstotnim letnim dvigom vsebnosti CO₂ kažejo na manjše segrevanje kakor simulacije na osnovi scenarijev RCP, ki poleg CO₂ vključujejo še druge dejavnike. Vrednosti temperature so podane glede na časovno obdobje 1861–1880, vrednosti izpustov pa glede na leto 1870. Desetletna povprečja so povezana z daljico. Za ostale tehnične podrobnosti glej Tehnični povzetek v dopolnilnem materialu. [slika 12.45; TS TFE.8; slika 1]

kažejo, da je meja za takšen temperaturni dvig glede na predindustrijsko obdobje višja od 1 °C (nizka stopnja zaupanja), vendar nižja od 4 °C (srednja stopnja zaupanja). Možen odziv na vpliv podnebnih dejavnikov je nenadna in nepovratna izguba ledu s potencialno nestabilnih morskih sektorjev antarktičnega ledenega pokrova, a so trenutno dosegljivi dokazi in razumevanje procesov nezadostni za izdelavo količinske ocene. {5.8, 13.4, 13.5}

- Predlagane so bile metode namernega spreminjanja podnebja za boj proti podnebnim spremembam, imenovane geoinženiring. Omejena količina dokazov onemogoča izčrpano količinsko oceno in oceno vpliva metod upravljanja s sončnim sevanjem (ang. Solar Radiation Management – SRM), kakor tudi metod odstranjevanja ogljikovega

dioksida (ang. Carbon Dioxide Removal – CDR) na podnebni sistem. Metode CDR imajo glede potenciala na svetovni ravni biogeokemične in tehnološke meje. Dokazi glede ocene količine zmanjšanja CO₂ s pomočjo metod CDR na stoletni časovni skali, so nezadostni. Modeliranje nakazuje, da imajo metode SMR potencial, da izničijo znaten del temperaturnega dviga na svetovni ravni, a bi hkrati njihova uporaba spremenila vodni krog na svetovni ravni in ne bi zmanjšala zakisevanja morij. Če bi iz kateregakoli razloga ukinili SRM, bi prizemna temperatura zraka na svetovni ravni zelo hitro narasla do vrednosti, skladne s sevalnim prispevkom toplogrednih plinov (visoka stopnja zaupanja). Metode CDR in SRM s seboj prinašajo stranske učinke in dolgotrajne posledice na svetovni ravni. {6.5, 7.7}

Okvir SPM.1

Značilni poteki vsebnosti (RCP)

Projekcije podnebnih sprememb v Prvi delovni skupini IPCC terjajo informacije o bodočih izpustih ali vsebnosti toplogrednih plinov, aerosolov in ostalih podnebnih dejavnikov. Te informacije so pogosto izražene v obliki različnih scenarijev človekovih dejavnosti, ki v tem poročilu niso ocenjene. Scenariji, ki jih je uporabljala Prva delovna skupina, so se osredotočili na človekove izpuste in ne vključujejo sprememb naravnih dejavnikov, kot so vplivi Sonca in ognjenikov ali naravni izpusti, na primer CH_4 in N_2O .

Za Peto poročilo IPCC je znanstvena skupnost določila nabor štirih novih scenarijev, ki se imenujejo značilni poteki vsebnosti (ang. Representative Concentration Pathways – RCP). Identificiramo jih lahko po približnem skupnem sevalnem prispevku leta 2100 glede na leto 1750: $2,6 \text{ Wm}^{-2}$ pri scenariju RCP2.6, $4,5 \text{ Wm}^{-2}$ pri scenariju RCP4.5, $6,0 \text{ Wm}^{-2}$ pri scenariju RCP6.0 in $8,5 \text{ Wm}^{-2}$ pri scenariju RCP8.5. Pri rezultatih CMIP5 so navedene vrednosti le okvirne, saj je sevalni prispevek, ki izvira iz vseh dejavnikov, zaradi posebnih lastnosti modelov in obravnave kratkoživih podnebnih dejavnikov različen od modela do modela. Med navedenimi štirimi scenariji RCP je eden z vključenim blaženjem podnebnih sprememb, ki vodi do zelo majhnega sevalnega prispevka (RCP2.6), dva stabilizacijska scenarija (RCP4.5 in RCP6.0) in scenarij z zelo velikim izpustom toplogrednih plinov (RCP8.5). Scenariji RCP tako za razliko od scenarijev SRES v Tretjem in Četrtem poročilu zajemajo razpon podnebnih strategij v 21. stoletju. Pri scenarijih RCP6.0 in RCP8.5 vrh sevalnega prispevka do leta 2100 še ni dosežen. Pri scenariju RCP2.6 doseže sevalni prispevek vrh in nato upada, pri scenariju RCP4.5 pa se do leta 2100 stabilizira. Vsak scenarij RCP podaja izčrpen nabor prostorskih podatkov o spremembi rabe tal, izpustih onesnaževal v ozračje po gospodarskih sektorjih in določa letne vrednosti vsebnosti in človekovega izpusta toplogrednih plinov do leta 2100. Scenariji temeljijo na kombinaciji modelov za celostno oceno razvoja, preprostih podnebnih modelov, kemijskih procesov v ozračju in modelov kroženja ogljika na svetovni ravni. Medtem ko scenariji zajamejo velik razpon skupnega sevalnega prispevka, ne zajamejo polnega razpona možnega izpusta, ki je naveden v literaturi, še posebej pri aerosolih.

Večina simulacij v okviru CMIP5 in modelov Zemljinega sistema je bila izvedenih s predpisano vsebnostjo CO_2 , ki do leta 2100 doseže 421 ppm (RCP2.6), 538 ppm (RCP4.5), 670 ppm (RCP6.0) in 936 ppm (RCP8.5). Skupaj s predpisano vsebnostjo CH_4 in N_2O znaša skupni ekvivalent vsebnosti CO_2 475 ppm (RCP2.6), 630 ppm (RCP4.5), 800 ppm (RCP6.0) in 1313 ppm (RCP8.5). S scenarijem RCP8.5 so bile izvedene dodatne simulacije z modeli Zemljinega sistema v sklopu CMIP5 s predpisanim izpustom CO_2 , kot je bil podan prek modelov za celostno oceno razvoja. Za vse scenarije RCP so bili na podlagi v scenarijih predpisanih izpustov kemično reaktivnih plinov (CH_4 , N_2O , HCF-ji, NO_x , CO, NMVOC) izvedeni dodatni izračuni s posodobljenimi podatki o kemijskih procesih v ozračju in modeli (vključno s komponento kemijskih procesov v ozračju in podnebja v modelih CMIP5). Te simulacije omogočajo raziskavo negotovosti, ki so povezane s povratnimi zankami v kroženju ogljika in kemijskimi procesi v ozračju.



Termoelektrarna Šoštanj, Foto: Iztok Sinjur

SPONZORJI, KI SO OMOGOČILI IZID VETRNICE:



MEIS storitve za okolje
d. o. o.

Agencija RS
za okolje



CGS plus d. o. o.



AMES d.o.o.



Solos d.o.o.



Klaro d.o.o.

