

Pet do dvanaest za 2°C



Uvod: Savezništvo se razvija

Zemlje svijeta su se složile da će „preventirati opasni antropogeni uticaj na klimatski sistem“ (Član 2 Okvirne konvencije Ujedinjenih Nacija o klimatskim promjenamaⁱ) još 1992. godine. Međutim, do skoro, većina zemalja se nisu složile oko toga šta to znači. U toku prošle godine, grupa zemalja koje su se složile oko određenog cilja - da ograniče globalno zagrijavanje na ispod 2°C ili 1,5 °C – je značajno porasla: a sada je čine 133 zemljeⁱⁱ. U junu 2009. čak i SAD su se složile sa ciljem G8 da se globalno zagrijavanje ograniči na 2 °C. Sve u svemu, ukupni broj zemalja koje se slažu da globalno zagrijavanje bude ograničeno na 2 °C ili manje čine oko 75% globalne energije i emisije CO₂ⁱⁱⁱ, kao i oko 80% globalne populacije^{iv} u 2005. godini.

Dobre vijesti za Kopenhagen?

To su dobre vijesti, jer takvo ograničenje zagrijavanja se direktno može prevesti u obim emisije koju sebi možemo priuštiti a da ne pređemo tu granicu. Ovim je definisana ukupna veličina obima emisije, iako je pitanje koje je sada na pregovaračkom stolu kako podijeliti taj obim na zemlje i u kom vremenskom periodu. Ali ovdje je kraj dobrim vijestima.

Iako pozivaju na 2°C, zemlje i dalje zadržavaju veliki dio obima. Drugim riječima, obećanja iz kopenhagenskih pregovora nas ne vode tamo kuda bi trebali da idemo: Pravo ka budućnosti sa skoro nultom emisijom ugljenika do kraja vijeka.

Ovaj informator takođe ima za cilj da ukaže na neke činjenice o cifri od 2°C (Prvi dio) i šansama da održimo zagrijavanje ispod te cifre. Počecemo kratkim ispitivanjem tvrdnje da li moramo premašiti 2°C (Drugi dio). Onda ćemo pogledati šta ovaj nivo znači za ukupnu veličinu obima emisija - naš dozvoljeni budžet emisija (Četvrti dio), prije nego prodiskutujemo kako se taj obim može podijeliti (Četvrti dio). Na kraju, pogledaćemo trenutno stanje pregovora, tj. koja su obećanja zemlje trenutno dale (Peti dio).

Prvi dio: Istorija 2°C

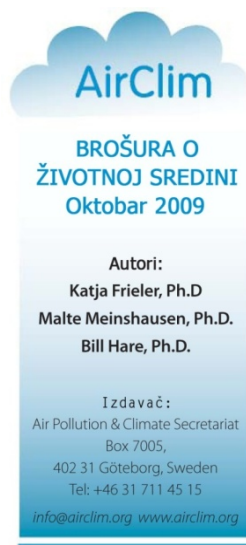
Porijeklo cifre od 2°C

Na osnovu dostupnih naučnih podataka o ozbiljnim regionalnim uticajima do kraja 1980-ih godina, Savjetodavna grupa formirana od strane Svjetske meteorološke organizacije, Međunarodnog Savjeta Naučne Zajednice i Programa za životnu sredinu Ujedinjenih Nacija je preporučila globalno srednje površinsko zagrijavanje od 2°C u odnosu na predindustrijske nivoe kao „gornju granicu preko koje se očekuje da će rizik od ozbiljnog oštećenja ekosistema i nepredvidivih posljedica rapidno povećati“^v. Dalje, Njemačko Savjetodavno vijeće o globalnim promjenama^{vi} je preporučilo cifru od 2°C na osnovu mišljenja da bi zagrijavanje trebalo održati u okviru granica koje su poznate iz nedavnog toplog doba (interglacijala). Godine 1996 nakon razmatranja Drugog procjenjivačkog izvještaja^{vii} (eng. skr. SAR) međuvladine komisije za klimatske promjene (eng.skr. **IPCC**), koji je istakao ozbiljne posljedice koje se mogu očekivati ukoliko nivo zagrijavanja premaši 2°C, Evropska Unija je po prvi put ustanovila 2°C kao svoj cilj^{viii}.

Da li su 2°C naučni cilj?

Da li su 2°C naučni ili nenaučni cilj? Ni jedno, ni drugo. To je strateška meta koja je zasnovana na nauci, slično načinu na koji se određuje ograničenje brzine za drumski saobraćaj. Bilo koji cilj takve vrste predstavlja procjenu vrijednosti donešenu od strane izrađivača strategije i, poželjno, potkrijepljenu od strane nauke u pogledu posljedica koje će uslijediti ukoliko se globalno zagrijavanje ne ograniči na manje od 2°C. Uz rastuće naučno poimanje problema, kao što je ocijenjeno u Četvrtom procjenjivačkom izvještaju (AR4) IPCC, teško je zaključiti bilo šta drugo sem da prevencija „opasnog antropogenog uticaja na klimatski sistem“ predstavlja ograničenje globalnog zagrijavanja na maksimalnih 2°C, i vrlo vjerovatno, manje od toga.

Sa jedne strane, neki s pravom tvrde da su današnje klimatske promjene zaista opasne (npr. sjetite se žrtava toplotnog talasa u Evropi 2003. godine^{ix,x}).



Iako smo se dosad suočili sa relativno blagim globalnim zagrijavanjem od $0,8^{\circ}\text{C}$, ipak smo bili svjedoci izumiranja koralna nevidenih razmjera, izazvanog neobično visokim temperaturama mora^{xi}; u historiji nezabilježenih toplotnih talasa i porasta broja najmoćnijih i najdestruktivnijih tropskih ciklona koji su povezani sa rastućom temperaturom površine mora^{xii}.

Uzimajući u obzir informacije iz IPCC AR4 i sve ono što je od tada zapaženo i predviđeno, vrijednosni sistem koji bi ciljao na cifru višu od 2°C bi se graničio sa apsurdom. Ne definisati kao opasne takve posljedice kao što su potpuno izumiranje koralnih grebena, još jače suše u Mediteranskom području^{xiii}, nagli prelaz jugozapada SAD-a u poluisušeno područje^{xiv}, vjerovatnoću još jačih ciklona^{xv}, ili skoro potpunu sigurnost dugoročnog podizanja nivoa svjetskog mora u visini od više metara^{xvi}, bi zasigurno predstavljalo subjektivnu procjenu. Ali takav stav vjerovatno ne bi dijelilo mnogo ljudi.

2°C nije bezbjedan nivo

Naravno, cifra od 2°C ne predstavlja „bezbjedan nivo“. Upravo zbog ovoga 80 najranjivijih zemalja u razvoju apeluju na ograničavanje globalnog zagrijavanja na $1,5^{\circ}\text{C}$, umjesto na 2°C . Ovu grupu čine Savez malih ostrva (AOSIS) i grupa Najnerazvijenijih zemalja (LDC) koji su najnezaštićeniji kada se radi o klimatskim promjenama. Predviđeno je da će globalno zagrijavanje od 2°C u ovim zemljama prouzrokovati neprihvatljivu štetu. Dugoročno povećanje nivoa svjetskog mora će vjerovatno staviti završnu tačku na historiju mnogih ostrva koja polako umiru, čak i na nivou zagrijavanja od 2°C .

Na ovom nivou, ako ne i prije, ljetnji morski ledeni pokrivač na Arktiku će vjerovatno nestati, a zajedno sa njim i njegovi jedinstveni ekosistemi i vrste koje zavise od leda, kao što su polarni medvjedi. Ne možemo zanemariti ni mogućnost da ubrzano topljenje leda Grenlandskog ledenog pokrivača i dezintegracija zapadno-antarktičkog ledenog pokrivača mogu započeti i ispod nivoa od 2°C , potapajući naseljene delte rijeka i niska priobalna područja širom Zemlje u narednim vjekovima. Ograničavanje globalnog zagrijavanja ispod 2°C bi zasigurno pomoglo da se izbjegniju najgore posljedice. Dakle, o 2°C se često misli kao o pragu iznad koga bi se suočili sa nekontrolisanim rizicima.

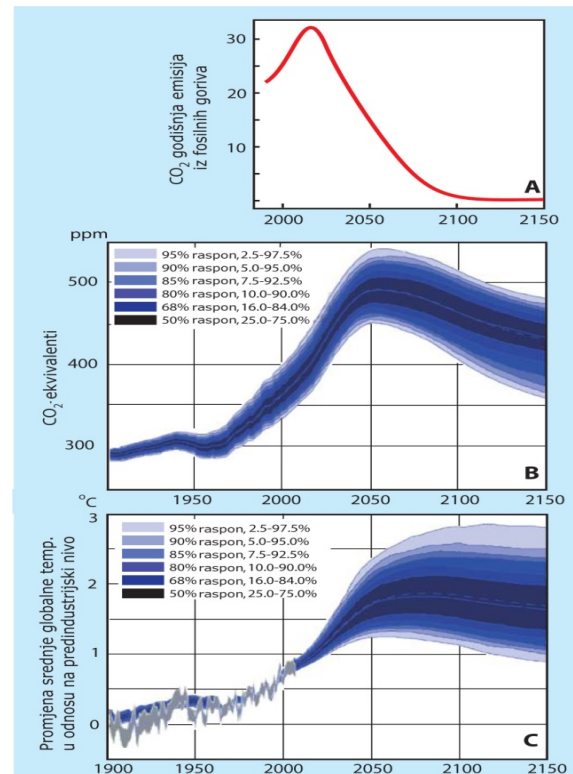
Dio 2: Može li se povećanje od 2°C izbjeći?

Koncentracija gasova staklene bašte je već oko 450ppm CO₂ ekv., kako možemo izbjeći 2°C ?

Atmosfera je već napunjena gasovima staklene bašte - do te mjere da će se zagrijavanje od 2°C vjerovatno dogoditi, i to ako se ispoštuju dva uslova: prvi, da koncentracija gasova staklene bašte ostane na današnjem nivou, i drugi, da se sve rashladne hemikalije, kao što su aerosoli, eliminišu.

Onda se postavlja pitanje, da li smo već posvećeni ostvarivanju cilja od 2°C ?

Nismo, a sljedeći pasusi će objasniti i zašto.



Slika 1: A: Emisija CO₂ iz fosilnih goriva po optimističnom scenariju koji prepostavlja dvostruko umanje emisije Kjoto gasova staklene bašte do 2050. u odnosu na 2000. godinu (Schellhuber, 2008). B: Posljedične koncentracije gasova staklene bašte + uticaj aerosola prevedene u ekvivalentnu koncentraciju CO₂. Proračuni su zasnovani na modelu karbonskog ciklusa smanjene složenosti MAGIC6.0. Raspon nesigurnosti je izračunat korištenjem statističke metodologije koju je uveo Meinshausen i sar. 2009 (vidjeti Dodatak). C: Posljedične promjene u srednjoj globalnoj temperaturi u odnosu na preindustrijske nivoe.

Ukupni antropogeni uticaji na zagrijavanje i hlađenje klime određuju prosječnu globalnu temperaturu. Cifra od 450 ppm CO₂ ekv. uključuje samo

zagrijavanje koje je posljedica gasova staklene bašte CO₂, CH₄, N₂O i raznih vrsta fluorouglenika, uključujući hidrofluorouglenike, ali ne i hlađenje, koje je posljedica aerosola. Efekat aerosola je taj da smanjuje kombinovane posljedice promjene klime svih gasova staklene bašte u vrijednost približno samom CO₂ - oko 385 ppm CO₂ ekv.

Ukoliko bi ovog trenutka smanjili sve emisije, njihove koncentracije bi ponovo pale. U slučaju CO₂, značajna količina bi i dalje bila preraspodjeljena u okeane i biosferu. Što se tiče drugih gasova, ograničena trajnost u atmosferi bi rezultirala postepenim opadanjem njihovih koncentracija na prirodne nivoe.

Dakle, naša obaveza je najbolje definisana verzijom emisije koja bi vodila ka najvećem mogućem procentu njenog smanjivanja koji bi se smatrao ekonomski i tehnički ostvarljivim, a koji ne bi, recimo, izazvao veće poremećaje u obezbjeđivanju energijom. Kao posljedica, "savjesne" koncentracije bi se prvo povećale iznad današnjeg nivoa, ali bi se potom dugoročno smanjile ispod njega. Drugim riječima, nismo obavezni da ostanemo na ili iznad današnjeg nivoa koncentracije gasova staklene bašte. To je stvar izbora.

Čak iako bi aerosolni rashladni štit nestao tokom vremena (pošto je to veoma preporučljivo iz više razloga, u prvom redu zbog kvaliteta vazduha), zagrijavanje koje će iz toga proistići ne mora premašiti 2°C^{xvii}. Na primjer, nepovoljni scenariji iz Četvrtog procjenjivačkog izvještaja IPCC svi predviđaju veliko smanjenje emisija aerosola do sredine vijeka, a uprkos tome je u njima maksimalno zagrijavanje ograničeno ispod 2°C (Tabela 3.10 IPCC AR4, WG III^{xviii}). Slika 1 takođe pokazuje scenario koncentracija gasova staklene bašte i globalnog srednjeg zagrijavanja, koji uključuje značajno smanjenje rashladnih zagrađivača vazduha, paralelno sa zamjenom fosilnih goriva i tehnološkim inovacijama. Prateći gornju granicu cilja smanjenja emisija koji zastupa G8, u ovom scenariju su globalne Kjoto emisije gasova staklene bašte upola smanjene do 2050. godine, prema Šelnhuberu, 2008. To će skoro zasigurno izazvati prekoračenje granice od 450 ppm CO₂ ekv. (uključujući efekte aerosola), mada takođe postoji šansa od 1:3, ili nešto više, da će granica od 2°C biti premašena.

Na kraju krajeva, skoro sigurno ćemo premašiti koncentraciju od 450 ppm CO₂ ekv. (uzimajući u obzir i uticaj rashladnih sredstava) u toku nekoliko decenija. Jedino ukoliko bi globalna emisija odmah počela da opada za oko 7% godišnje, ukupno djelovanje bi ostalo ispod 450 ppm CO₂ ekv. Kao što je prikazano na Slici 1, ovo probijanje nivoa koncentracije ne mora da za posljedicu ima prekoračenje nivoa od 2°C. Ovaj fenomen se može uporediti sa uključivanjem termostata rerne na 220°C, ako gasove staklene bašte uporedimo sa termostatom. Ako dovoljno brzo isključite rernu, temperatura u njoj nikad neće dostići podešenih 220°C.

Sve u svemu, nemamo razloga da budemo samozadovoljni. Da bi dugoročno osigurali bezbjednost klime, moraćemo da se vratimo na stare koncentracije CO₂. Prvi i najvažniji uslov za zaustavljanje daljeg povišenja koncentracija je ponovno smanjenje emisije. Vrhunac emisije se mora dostići što brže, kako bi mogli krenuti obratnim putem - bar od 2015. pa nadalje. Samo ukoliko se posle te tačke emisija smanji dovoljno brzo možemo zaustaviti dalji porast u srednjim temperaturama. Da bi se zaustavio rast nivoa mora, jednostavno nema drugog načina do da se CO₂ odstrani iz atmosfere. Jedino ovakva „negativna“ emisija će nam dozvoliti da se, dugoročno gledano, vratimo na nivo koncentracije ispod 350ppm CO₂, kao što je predložio Hansen (2008) - uz neke šanse da bar ograničimo porast nivoa mora.

Da li bi fokusiranje na problem kratkotrajnih agenasa koji doprinose zagrijavanju pomoglo?

Postoji još jedan, veoma važan aspekt aerosola: iako se procjenjuje da oni svi zajedno djeluju kao rashlađivači (-1,4W/m² prema Ramanatanu i Karmajklju, 2008^{xix} i -1,2W/m² prema IPCC AR4 WG I^{xx}), crni ugljenik (eng. BC) je komponenta sa izraženim efektom zagrijavanja (+0,20 (0,05; 0,35) W/m² samo od crnog ugljenika iz fosilnih goriva (IPCC AR4 WG I); +0,9 (0,65; 1,15) W/m² prema Ramanatanu i Karmajklju, 2008, uključujući druge izvore, kao sagorjevanje biomase). Dakle, smanjenje emisije čađi će pomoći da se smanji globalno zagrijavanje. Ova čađ potiče uglavnom od kivanja uz pomoć biogoriva, sagorjevanja fosilnih goriva (pogotovu dizela i uglja) i sagorjevanja biomase povezanog sa krčenjem šuma i spaljivanjem ostataka usjeva. Dakle, smanjenje emisije čađi ne bi samo bilo od ogromne koristi u pogledu poboljšanja kvaliteta vazduha (u zatvorenom). Pošto čađ na snijegu može

izazvati smanjenje refleksije snijega i ledenih pokrivača, smanjenje njegove emisije može predstavljati posebno pogodan uticaj na himalajske glečere ili arktičke ekosisteme.

Ipak, nijedno od ovih smanjenja ne bi trebalo da se vrši na račun smanjivanja fokusa na glavnog krivca, CO₂. Ukoliko kratkotrajni agensi, poput čađi i metana, kao i hidrofluorouglenika, budu smanjeni kao kompenzacija većem emitovanju gasova koji se dugotrajno zadržavaju u atmosferi, onda je to medvjeda usluga, jer dugoročno gledano, kada obim klimatskih promjena bude dramatičniji nego danas, samo sadašnje emisije gasova sa dugim životnim vijekom će biti važne.

Ovo ne znači da čađ ne treba smanjivati. Naprotiv, smanjenje vazdušnog zagađenja, produžetak životnog vijeka himalajskih glečera koji obezbjeđuju vodu i usporavanje trenutnog zagrijavanja Arktika su dovoljni razlozi za brzo djelovanje. Međutim, rješavanje problema kratkotrajnih djelujućih agenasa ne predstavlja zamjenu za smanjenje CO₂. Takođe je važno napomenuti da će prelazak na energetski sistem koji ima veoma niske emisije CO₂ brzo smanjiti emisiju čađi, mada je to nimalo ili vrlo malo primjenjivo u suprotnom smjeru. Drugim riječima, brzo smanjenje CO₂ će značiti da će biti lakše da se brzo smanji i čađ.

Djelovanje	Radijativno djelovanje (W/m ²)	Najoptimističnija procjena koncentracije ekvivalenata CO ₂ (ppm), ako se svi ukazani agensi računaju pojedinačno ²⁴
CO ₂	1.66 (1.49, 1.83)	380 CO ₂
Metan (CH ₄)	0.48 (0.43, 0.53)	415 CO ₂ eq (CO ₂ + CH ₄)
N ₂ O	0.16 (0.14, 0.18)	427 CO ₂ eq
Halokarboni	0.34 (0.31, 0.37)	455 CO ₂ eq
Ozon iz troposfere	0.35 (0.25, 0.65)	486 CO ₂ eq
Ozon iz stratosfere	-0.05 (-0.15, 0.05)	482 CO ₂ eq
Korišćenje zemljišta	-0.20 (-0.40, 0.00)	464 CO ₂ eq
Crni ugljenik na snijegu	0.10 (-0.00, 0.20)	473 CO ₂ eq
Direktne posljedice aerosola	-0.50 (0.90, -0.10)	431 CO ₂ eq
Indirektne posljedice aerosola	-0.70 (-1.81, -0.30)	378 CO ₂ eq

Tabela 1. Današnji antropogeni uticaj na atmosferu. Radijativno djelovanje izazvano ljudskim faktorom, zajedno sa glavnim krivcem, CO₂ su prikazani lijevo, njihovo radijativno djelovanje (mjera njihovog uticaja na zagrijavanje) je prikazano u srednjoj koloni (uzeto iz Tabele 2.12 u IPCC AR4, WG I) i odgovarajuća optimistična koncentracija ekvivalenata CO₂^{xxi} je prikazana desno.

Treći dio: Ukupni obim - kolike su dozvoljene emisije?

Mnoga iznenađenja prate jedinstvene eksperimente

Postavljanje cilja od 2°C ili 1,5°C u uputstva za globalno smanjenje emisija u toku sljedećih decenija predstavlja jedan od naših najvažnijih i najhitnijih zadataka. Moramo da odgovorimo na pitanje koja gornja granica će biti postavljena za emisije kako bi se globalno zagrijavanje držalo ispod ciljnih vrijednosti. Ali, nažalost, određivanje ovog broja nije jednostavno: iako je poznata činjenica da antropogene emisije gasova staklene bašte mogu izazvati i da su izazvale globalno zagrijavanje^{xxii}, nije moguće predvidjeti tačnu količinu zagrijavanja koja bi bila rezultat potpuno precizne trajektorije emisije. Ovo zavisi od mnogih faktora, kao što su: količina CO₂ koju zadržavaju ili ispuštaju biosfera i okean; snaga radioaktivne sile koja je povezana sa koncentracijom CO₂ i drugih gasova staklene bašte koji će se zadržati u atmosferi; i rashlađujući efekat aerosola, kao i dio zagrijavanja koji ublažavaju okeani. Ipak, nedavno je postignut veliki napredak u vezi sa količinskim određivanjem ovih veličina koje variraju.

Kao i sa svakim jedinstvenim eksperimentom, poput onoga koji upravo izvodimo sa klimom Zemlje, očekuju nas iznenađenja. U istoriji čovječanstva, klima nikada ranije nije bila gumuta u pravcu takvih nivoa zagrijavanja kakvi nas očekuju. Ne možemo biti sigurni da veliki mehanizmi pozitivne povratne sprege, kao što je ispuštanje metan hidrata sa dna okeana pri zagrijavanju mora, neće predstavljati veliki izvor zagrijavanja koji će nas opteretiti u budućnosti. Ne možemo biti sigurni kako će zaista proces kruženja ugljenika reagovati u širokom dijapazonu Zemljinih ekosistema. Ali neke stvari su sigurne. Zasiurno znamo da će se klima zagrijati, i jasno je da će zagrijavanje od 2°C ugroziti više suvozemnih, slatkovodnih i morskih vrsta nego u bilo kom periodu skore geološke prošlosti^{xxiii}.

Pristup regulisanja rizika - kvantifikovanje dozvoljenih emisija

S obzirom na veličine koje variraju, strategije klimatskih promjena se moraju shvatiti kao tehnike kontrolisanja rizika. Kao i kod mnogih drugih vrsta strategija, moramo ne samo da definišemo cilj, već i

koliko smo sigurni da ćemo ga doći. Dakle, postavlja se pitanje: "Koja je količina emisija dozvoljena, ukoliko želimo da održimo globalno zagrijavanje ispod 1,5°C ili 2°C uz vjerovatnoću od X%?"^{xxv} Za svaki od načina emisije postojaće određeni rizik prekoračenja date temperaturne granice usljed promjenljivih projekcija - i to bez uzimanja u obzir već pomenute potencijalne jake povratne sprege. Odlučivanje o mogućim načinima smanjenja emisija je nesigurno, kao i većina političkih odluka. Međutim, mnogo truda je utrošeno na kvantifikovanje i smanjenje nesigurnih parametara vezanih za ovo konkretno pitanje.

Postoje četiri nedavno urađene studije (Majnschauen i sar., 2009.; Alen i sar. 2009^{xxiv}; Metjuz i sar. 2009^{xxv}; Zigfild i sar. 2009^{xxvi}) koje imaju veoma obuhvatan pristup kvantifikaciji promjenljivih parametara povezanih sa pitanjem šta predstavljaju "dozvoljene količine" globalnih emisija. Ovdje ćemo se fokusirati na metodologiju koja uključuje sve gasove staklene bašte (Majnschauen i sar. 2009). Za procjenjivanje vjerovatnoće prekoračenja srednjeg globalnog zagrijavanja od 2°C u XXI vijeku uz svaku varijantu emisija korišten je model klimatskog kruženja ugljenika smanjene složenosti. Dakle, izvršen je veliki broj testiranja modela, baziran na različitim postavkama ulaznih parametara koji variraju unutar svojih promjenljivih dometa. Više detalja o metodologiji je izloženo u Dodatku.

Izračunavanje mogućnosti probijanja ciljne vrijednosti na velikom broju profila emisije nam pokazuje da:

1. Uopšteno, vjerovatnoća prekoračenja zavisi od kumulativnih emisija, tj. emisija koje se zbrajaju u toku dugog vremenskog perioda, a ne na određenom emisionom profilu.
2. Ukoliko prihvatimo mogućnost prekoračenja od 25%, promjena kumulativne emisije CO₂ iz fosilnih goriva i korištenja zemljišta mora da se ograniči na 1000 Gt CO₂. Ukoliko smo voljni da prihvatimo 50%-nu mogućnost da zagrijavanje pređe 2°C, onda je granica emisije 1440 Gt CO₂.

Ne možemo priuštiti sagorjevanje današnjih rezervi

Ali šta zapravo znače brojke od 1000 Gt CO₂ i 1440 Gt CO₂? Ima li ikakve nade da će fosilna goriva biti iscrpljena prije nego što dosegamo ova ograničenja? Odgovor je ne. Sagorjevanje trenutno poznatih ekonomski dostupnih rezervi nafte, gasa i uglja

uveliko premašuje "dozvoljene emisije" koje bi držale globalno zagrijavanje ispod 2°C: poznate emisije CO₂ od 2000. do danas (2009.) već ukupno iznose više od 300 Gt CO₂. Dakle, preostalo nam je manje od 700 Gt CO₂, ukoliko želimo da zadržimo vjerovatnoću od 75%^{xxvii} da će globalno zagrijavanje ostati manje od 2°C. Uzimajući u obzir da je količina ekonomski dostupnih rezervi fosilnih goriva oko 2800 Gt CO₂^{xxviii,xxix}, to je manje od četvrtine. Na osnovu sadašnje količine emisije od 36,3 Gt CO₂ godišnje, budžet od 700 Gt CO₂ će biti iscrpljen do 2027. godine. Dalje, treba imati na umu da su ukupne procjene resursa, uključujući nekonvencionalne resurse, vjerovatno mnogostruko više od ekonomski dostupnih rezervi.

Zar ne bi korišćenje tehnologije CCS-a dozvolilo sagorjevanje svih fosilnih goriva?

Kratak odgovor je - ne, i evo zašto: izdvajanje i skladištenje ugljenika (eng.skr. CCS) je važna tehnologija, vrijedna je naše podrške i važno je da bude u komercijalnoj ponudi, sa razumnim rješenjima pitanja kao što su postojanost, curenje, transport itd. I da, tačno je: ako se sagorjevanje fosilnih goriva u termoelektrani na uglj kombinuje sa CCS-om, onda takva termoelektrana postaje neutralna.

Zašto onda CCS ne može spasiti industriju uglja? Kako bi dugoročno dostigli bezbjedne klimatske uslove, tj. kako bi se vratili na koncentraciju CO₂ od 250 ppm, moraćemo da smanjimo sve emisije praktično na nulu prije kraja ovog vijeka, i svi su izgledi da će emisija CO₂ morati biti blizu nule neposredno posle polovine vijeka. Zapravo, da bi se spriječilo dalje podizanje nivoa mora ili kontinuirana acidifikacija okeana, ne postoji drugi način sem negativne emisije CO₂. Ova negativna emisija je, na primjer, moguća uz kombinaciju elektrana za biološko gorivo i CCS-a. Dakle, jednostavno ne možemo priuštiti da utrošimo raspoloživi geološki prostor za skladištenje na ugljen-dioksid iz termoelektrana na uglj, jer ćemo ga morati upotrebiti da isisamo ugljenik iz atmosfere. Za velike izvore poput termoelektrana, neutralizacija ugljenika jednostavno neće biti dovoljno dobra opcija.

Šta 2°C znače za nivo emisije 2050. godine?

Uopšteno gledano, emisije iz jedne godine ne obezbjeđuju dovoljno podataka o kumulativnim emisijama koje bi omogućile da se zaključi o vjerovatnoći prekoračenja ciljne vrijednosti. Visoka

ili niska emisija u 2050. godini može biti neutralizovana veoma niskim ili visokim emisijama prethodnih godina. Ali, pošto diskutujemo o "razumnim" realnim promjenama emisije, emisije 2050. zapravo postaju grub indikator vjerovatnoće prekoračenja ciljne vrijednosti. Uzimajući u obzir polazne pretpostavke o osjetljivosti klime (*vidjeti Prilog*), ispostavlja se da dvostruko umanjene globalne emisije do 2050. u odnosu na nivoe iz 1990. nije dovoljno da bi se govorilo o velikoj vjerovatnoći postizanja cilja od 2°C. I dalje postoji rizik 1:3 da će se preći 2°C.

Kao što je pomenuto, ova analiza pravi pretpostavke o tome kako bi mogla da izgleda "razumna trajektorija". Ovo se u osnovi svodi na "glatke" trajektorije sa maksimalnim procentom smanjenja od 6% godišnje u regionima sa najvećim smanjenjem emisije, tj. u zemljama OECD-a. Postoje neki planovi promjene emisije na međunarodnoj sceni koji predviđaju da će se globalna emisija stalno povećavati do 2030. i onda naglo smanjiti između 2040. i 2050. Divimo se optimizmu na kom počivaju ta predviđanja, tj. da je izgledno da će veoma oštar pad u emisijama biti postignut uz pomoć neke čudesne tehnologije u budućnosti. Četvrti procjenjivački izvještaj IPCC nije dijelio taj optimizam kada je iznio zaključak da je za niže stabilizacijske kategorije ključno da najviše emisije budu dostignute 2015. godine. Ipak, čak i ako se nivo emisije do 2050. prepolovi nakon jednog takvog oštrog pada, vjerovatnoća prekoračenja ciljne vrijednosti bi bila veća od jedne trećine, iz prostog razloga što će kumulativne emisije tokom prve polovine XXI vijeka biti previsoke.

Četvrti dio: Podjela budžeta „dozvoljene” emisije

Kako bi trebalo podijeliti budžet "dozvoljenih" emisija između zemalja svijeta na fer način predstavlja ključno pitanje pregovora o klimi. Čak i bez potrebe da se pogleda unazad, sadašnja emisija po glavi stanovnika u industrijskim zemljama je i dalje značajno viša nego emisija po glavi stanovnika u zemljama u razvoju. U 2005. godini, emisija gasova staklene bašte po glavi stanovnika je dostigla 23,5t CO₂ ekv. za SAD, 10,5t CO₂ ekv. za EU-27, 5,4t CO₂ ekv. za Kinu i 1,65t CO₂ ekv. za Indiju^{xxx>xxx>xxxii}.

Za svako pravedno rješenje kojim bi se izbjegle najgore klimatske posljedice, smanjenje emisije mora

primarno biti na teretu onih koji emituju najviše po glavi stanovnika, koji imaju mogućnost da djeluju i koji su najviše doprinjeli emisiji u prošlosti, tj. klimatskim promjenama sa kojima se danas suočavamo. Ovo je grupa zemalja OECD. Međutim, jasno je da bez zaustavljanja povećanja emisije u zemljama u razvoju poput Kine do 2020. godine nećemo uspjeti da zadržimo globalnu emisiju unutar preostalog dozvoljenog budžeta. Dakle, ne samo da je unutrašnja akcija neophodna u svim zemljama, već je neophodna velika finansijska i tehnološka podrška od strane bogatih, kako bi se omogućio razvojni put sa nultim ugljenikom za siromašne.

U ovom članku, mi ne definišemo nikakva određena pravila za podjelu preostale količine dozvoljene emisije, povezane sa razumnim izgledima održavanja globalnog zagrijavanja ispod 2°C. Umjesto toga, pratićemo konzervativni pristup, u smislu da nećemo uzimati u obzir prošlu emisiju, već jednostavno pretpostaviti da će emisija po glavi stanovnika ostati ista do 2050. godine. Naravno, o pravednosti takvog pristupa se može raspravljati; to je nešto kao pitanje je li fer da oni koji su pijani na kraju zabave traže isti udio u posljednjoj boci kao oni koji su dotad pili samo vodu (Nikolas Stern, Klimatska konferencija na Baliu, 2007). Sa druge strane, politička realnost ukazuje na to da buduća pokoljenja u zemljama OECD-a možda neće htjeti da se prijave za finansijske tranfere, jednom kada se emisija vrati na nivoe niže od trenutnih u zemljama u razvoju. U svakom slučaju, u demonstrativne svrhe, korisno je opisati svijet kakav bi izgledao sa istom količinom i distribucijom emisije po glavi stanovnika do 2050. godine, kao što je urađeno u Tabeli 2.

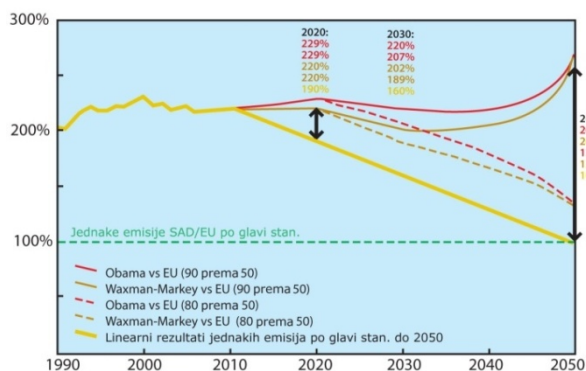
SAD	-80%	-85%	-90%	-93%
EU27	-73%	-80%	-87%	-90%
Zemlje koje nisu OECD	48%	10%	-26%	-45%
OECD	-72%	-79%	-86%	-90%
SVIJET	-9%	-32%	-55%	-66%
PROSJEK PO GLAVI STAN. (tCO ₂ eq/cap/yr)	3.04	2.26	1.52	1.13

Tabela 2. Veza između nivoa apsolutne emisije u 2050. u odnosu na 1990. pod pretpostavkom jednakih emisija Kjoto gasova staklene bašte po glavi stanovnika osim LULUCF (CRF+MATCH) u 2050. Brojevi su zasnovani na projekcijama UN o srednjem rastu populacije.

Na osnovu srednje projekcije rasta stanovništva (UN 2008), možemo izračunati smanjenje u globalnoj emisiji gasova staklene bašte (izraženo u CO₂ ekv.),

pod uslovom da SAD i EU27 smanje svoju emisiju do 2050. za relativne količine prikazane tamnim slovima. Dakle, prvu kolonu Tabele 2 treba čitati na sljedeći način: ukoliko SAD smanje svoju ukupnu (ne po glavi stanovnika) emisiju za 80% u odnosu na 1990. godinu, to znači emisiju od 3,04t CO₂ ekv. po glavi stanovnika. Da bi dostigli isti nivo emisije po glavi stanovnika do 2050. godine, EU27, posmatrani kao grupa, moraju smanjiti svoje ukupne emisije za 73%. Za grupu zemalja OECD, ovo znači smanjenje emisije za 72%, dok emisije u zemljama koje ne pripadaju OECD mogu da se povećaju za 48%. Ali globalno gledano, ovo znači da se emisije smanjuju samo za 9% - nedovoljno da bi postojala razumna šansa da se ostane ispod 2°C globalnog zagrijavanja.

Odnos emisija po glavi stanovnika u SAD i EU



Slika 2. Odnos emisija po glavi stanovnika SAD i stanovnika EU, pod pretpostavkom da EU u 2050. smanji emisiju gasova staklene bašte za 90% (neprekidne linije) ili 80% (isprekidane linije) u odnosu na 1990. Oker linija: linearno smanjenje u srazmjeri polazeći od danjašnjih nivoa do jednake emisije po glavi stan. u 2050. Narandžaste linije: Pod pretpostavkom da emisije SAD-a prate Waxman Markey zakon. Crvene linije: Pretpostavka da emisija SAD prati predlog predsjednika Obame. (s obzirom na UN projekciju srednjeg rasta stanovništva; emisije Kjoto gasova staklene bašte (osim LULUCF CO₂); cilj EU27 - 30% u poređenju sa 1990.)

Da bi se mogućnost prekoračenja ograničila na 25%, globalna emisija mora da se smanji za 50% ili više. Pretpostavljajući da će emisija po glavi stanovnika biti ista u 2050. godini, to znači da će SAD morati da smanje svoju emisiju za približno 90%. Za EU27 ovo znači smanjenje od 87%, i u ovom slučaju čak i zemlje koje ne pripadaju OECD-u moraju da smanje svoje emisije za 26% (vidjeti kolonu 3 Tabele 2). Prosječna emisija Kjoto gasova staklene bašte po stanovniku će, po ovom scenariju, dostići 1,52t CO₂ ekv. godišnje.

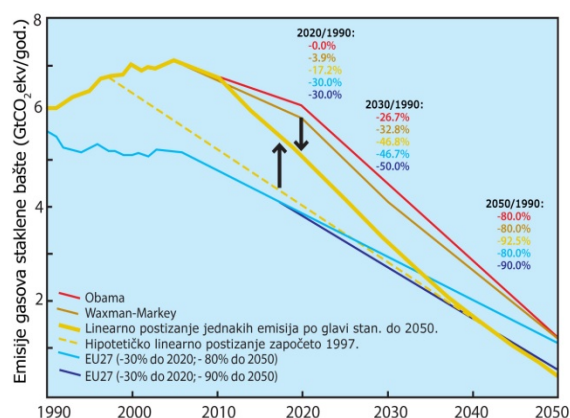
Jedino u slučaju da EU i ostatak OECD grupe smanje količinu emisija do 90% u poređenju sa nivoom iz 1990. godine, biće moguće imati i jednaku količinu

emisija u 2050. godini i ostvariti globalnu emisiju koje će biti značajno ispod 50%.

-17%-no smanjenje u SAD do 2020. je možda pravično- u poređenju sa nivoom iz 1990., ne 2005.

Zakon Veksman-Marki/HR^{xxxiii} je veliki korak za američko zakonodavstvo u pogledu klimatskih promjena, i implicira smanjenje emisije od oko 17% ispod nivoa iz 2005. do 2020. godine kao maksimuma, uključujući dodatne mjere^{xxxiv}. Međutim, to je nedovoljno za dostizanje njihovih ciljeva za 2020. godinu. Na primjer, uzmete u obzir da udjele emisija EU i SAD-a po stanovniku treba izjednačiti do 2050. godine, kao što je već opisano. Pretpostavimo da je put do cilja 2050. Jednostavna prava linija, tako da se odnos između emisija SAD i EU stabilno smanji od svoje trenutne razmjere koja iznosi 2,3 na 1 do 2050. godine. Onda, ukoliko EU cilja na 90%-no smanjenje do 2050., emisija SAD-a do 2020. bi trebala biti za 17% niža od nivoa iz 1990. - uzimajući u obzir činjenicu da se stanovništvo SAD-a stalno povećava. Vidjeti Sliku 3.

SAD i EU: ukupne emisije gasova staklene bašte



Slika 3. Projekcija apsolutnih godišnjih emisija gasova staklene bašte od strane SAD i EU27 za različite scenarije razmotrene na Slici 2 (vidjeti legendu). Dakle, cilj od -17% do 2020. za SAD bi bio značajno ispod nivoa koje implicira Waxman-Markey zakon (narandžasta linija), kao što je pokazano crnom strelicom okrenutom nadolje. S obzirom da je približavanje linija po glavi stanovnika hipotetički započeto u vrijeme Kjota (1997.), smanjenje SAD-a od 17% do 2020. je relativno „blago“, kao što je pokazano crnom strelicom okrenutom nagore. (Kjoto gasovi staklene bašte (izuzev emisija LULUCF CO₂); CRF UNFCCC 2008; produženo posle 2009. saglasno predloženim ciljevima).

Peti dio: Veliki jaz

Ispunjenje svih datih obećanja nas ne dovodi do cilja

Kopenhagenski sastanak o klimi (decembar 2009.) je prilika, možda i posljednja, da se stane na put emisije koja bi krenula u obrnutom smjeru do 2015. godine. Za sada, emisije se stalno povećavaju, a takođe se povećava i rizik po koralne grebene, delte rijeka, i područja koja su sve više pogođena sušom i nestašicom vode. Kako se kopenhagenski datum približava, industrijalizovane zemlje su počele da stavljaju na sto svoja obećanja za buduća smanjenja emisija. Neke od zemalja u razvoju su takođe izložile planirane strategije koje bi mogle smanjiti rast njihovih emisija. Šta ova obećanja i inicijative klimatskih strategija i predloga znače u pogledu postizanja cilja od 2°C (1,5°C)? Da li su sadašnji predlozi dovoljni da se dostigne taj cilj? Nažalost, najkraći odgovor je - ne.

Ukoliko posmatramo redukciju globalne emisije, neophodno je razmotriti ciljeve smanjenja, iliti strategije razvijenih i zemalja u razvoju. Rogelj i sar, 2009.^{xxxv}, su izračunali da ukupan broj zemalja koje su u mogućnosti da izračunaju buduće emisije predstavlja oko dvije trećine svjetske populacije. Ova grupa čini oko 76% globalne emisije gasova staklene bašte u 2005. godini. Rogelj i sar, 2009. su sastavili sva ova obećanja da bi predvidjeli scenario emisija do 2100. godine. Gdje god nije bilo moguće odrediti stav zemlje, pretpostavilo se da će emisija pratiti scenario „uobičajenog poslovanja“ (eng. *Business As Usual, BAU*) do 2100. (SRESA1B, Nakicenovic i Svart, 2000^{xxxvi}).

Pod pretpostavkom najbolje opcije gdje god je određen nivo smanjenja („trenutni najbolji scenario“) i stalnih emisija posle 2050. bez obzira na to koliki je cilj za 2050. godinu, Rogelj i sar. su došli do toga da će se globalna emisija 2020. godine povećati za 42% u odnosu na 1990. godinu. Uzimajući ovo u obzir, praktično ne postoji mogućnost da se globalno zagrijavanje ograniči na 2°C. Šansa za prekoračenje dostiže vrijednost od 100%, bazirano na metodologiji Mejnhauzena i sar., 2009. Čak je rizik da globalno zagrijavanje premaši 3°C do 2100. godine viši od 50%. Po projekciji, koncentracija atmosferskog CO₂ će premašiti 550 ppm do sredine vijeka. Ovo je nivo na kom se predviđa rastvaranje koralnih grebena usled acidifikacije okeana (Silverman i sar., 2009^{xxxvii}).

Zaključak

Dakle, iako su dobre vijesti da zemlje na umu imaju cifru od 1,5°C i 2°C, njihove sadašnje ambicije trenutno nisu dovoljne da se ona dostigne. Ključni izazov Kopenhagena je premošćavanje ovog jaza, tj. stvaranje jakih ciljnih vrijednosti za smanjenje i obezbjeđivanje dovoljne finansijske podrške za dodatno smanjenje u zemljama u razvoju. Ovaj izazov je jedino ravan pokušajima nekih strana da zakoče međunarodnu saradnju koja bi omogućila procvat međusobnog povjerenja nacija. Međunarodni sporazum koji se svodi na gomilu obećanja, gdje svaka zemlja igra po sopstvenim pravilima i provjerava sopstveni napredak, teško da će stvoriti atmosferu u kojoj ćemo imati povjerenja da naši susjedi pošteno odrađuju svoj dio posla i u kojoj ćemo moći da zaustavimo globalnu emisiju u bliskoj budućnosti. To će više izgledati kao da živimo na Divljem Zapadu. Vrelom Divljem Zapadu.

Dodatak

Metode

Naš pristup izračunavanju temperatura i koncentracija gasova staklene bašte iz trajektorija emisije (Majnsauzen i sar. 2009.) je zasnovan na Bajezijanovom Monte Karlo metodu (*Bayesian Monte Carlo method*) koji nam dozvoljava da izračunamo mogućnost prekoračenja cifre od 2°C za bilo koju varijantu emisije. Vjerovatnoća se koristi da odredi trenutni nivo nepreciznosti povezan sa projekcijama. Ova nepreciznost proističe iz velikog broja modelskih parametara koji variraju, a koji su uključeni u izračunavanje globalnog zagrijavanja za date promjene emisije. Osnovna ideja ovog pristupa je jednostavna: Umjesto da se izračuna srednje globalno zagrijavanje za određenu promjenu emisije i jedan komplet početnih modelnih parametara, ovi parametri variraju unutar raspona koji se smatra "mogućim" ili razumnim za očekivati na osnovu zapažanja. Pretpostavka o ovim rasponima je bazirana na izvještaju AR4 IPCC i nedavno objavljenoj literaturi. Na primjer, jedan od najvažnijih modelnih parametara za projekciju globalnog zagrijavanja je osjetljivost klime. Ona se definiše kao srednja globalna temperaturna promjena koja se pojavljuje usljed udvostručavanja CO₂. Za ovde prikazane rezultate, njen raspon nesigurnosti je određen vjerovatnoćom distribucije koju su odredili Frejm i sar., 2006^{xxxviii}. Ova distribucija veoma liči na procjenu iz AR4 (najbolja procjena, 3°C; vjerovatni raspon, 2.0-4.5°C). Dakle, umjesto jedne projekcije,

konačno smo dobili veliki broj projekcija. One se upoređuju sa takvim informacijama kao što su, na primjer, historijski podaci o temperaturama, i odmjeravaju se na osnovu svog slaganja sa ovim informacijskim ograničenjima. Na ovaj način, pojedine konfiguracije parametara se mogu odbaciti, jer se ne slažu sa informacijama i ukupna nepreciznost projekcija se smanjuje. Na osnovu ovog odmjerjenog kompleta projekcija, konačno je moguće odrediti vjerovatnoću prekoračenja ciljne vrijednosti za određenu promjenu emisije. Ovo se može zaključiti iz dijela projekcija koje premasuju granicu zagrijavanja od 2°C.

Zahvalnica

Zahvaljujemo Kirsten Mejsi za veoma korisne komentare na ovaj dokument

Reference

ⁱ For a history, also see Oppenheimer and Petsonk (2006) Article 2 of the UNFCCC: historical origins, recent interpretations, doi: 10.1007/s10584-005-0434-8.

ⁱⁱ See <http://tinyurl.com/Countries2C> at www.climateanalytics.org

ⁱⁱⁱ UNFCCC: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4303.php and Marland et al. (2008) Carbon Dioxide Information Analysis Center, USA. http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html.

^{iv} UN (2008) 'World Population Prospects: The 2008 Revision Population Database.', <http://esa.un.org/unpp>.

^v Rijsberman F. J. and R. J. Stewart (eds.). Targets and Indicators of Climate Change, Environment Institute, Stockholm (1990).

^{vi} WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Szenario zur Ableitung globaler CO₂-Reduktionsziele und Umsetzungsstrategien, Stellungnahme zur ersten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Berlin. Sondergutachten (1995).

^{vii} <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessmenten.pdf>

^{viii} 1939th Council meeting, Luxembourg, 25 June 1996, and http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/brochure_2c.pdf

^{ix} WHO (2004) Heat-waves: risks and responses. WHO.

^x Schär C., P. L. Vidale, D. Lüthi, C. Frei, C. Häberli, M. A. Liniger, C. Appenzeller. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves, *Nature*, 427 (2004).

^{xi} Hoegh-Guldberg, O. Low coral cover in a high-CO₂ world. *J. Geophys. Res.* 110, 1-11 (2005).

^{xii} Pachauri, R.K. and A. Reisinger (eds.), *Climate Change: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, Geneva, Switzerland (2007).

^{xiii} Sheffield, J. and E. Wood. "Projected changes in drought occurrence under future global warming from multi-model, multi-scenario, IPCC AR4 simulations." *Climate Dynamics*, 31(1): 79-105 (2008).

^{xiv} Seager, R., M. Ting, et al. "Model Projections of an Imminent Transition to a More Arid Climate in Southwestern North America." *Science* 316(5828): 1181-1184 (2007).

^{xv} Emanuel, K., R. Sundararajan and J. Williams. "Hurricanes and Global Warming: Results from Downscaling IPCC AR4 Simulations." *Bulletin of the American Meteorological Society* 89(3): 347-367 (2008). <http://dx.doi.org/10.1175%2FBAMS-89-3-347>

^{xvi} Rohling, E. J., K. Grant, M. Bolshaw, A. P. Roberts, M. Siddall, C. Hemleben and M.

Kucera. "Antarctic temperature and global sea level closely coupled over the past five glacial cycles." *Nature Geosci* 2(7): 500-504 (2009). <http://dx.doi.org/10.1038/ngeo557>

^{xvii} Schellnhuber H-J. Global warming: Stop worrying, start panicking? *Proc. Nat. Academy of Science*, 105, 38, 14239-14240 (2008).

^{xviii} Metz B., O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds). *Climate Change 2007: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2007, United Kingdom and New York, NY, USA (2007).

^{xix} Ramanathan V., G. Carmichael. Global and regional climate change due to black carbon. *Nature Geoscience* (2008).

^{xx} Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L.

Miller (eds.). *Climate Change 2007: The Physical Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (2007).

^{xxi} Using formula $CO_2eq = 278 * \exp(\text{total RF}/5.35)$.

^{xxii} IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Intergovernmental Panel on Climate Change.

^{xxiii} Fischlin, A., G. F. Midgley, et al. (2007). *Ecosystems, their properties, goods, and services. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson. Cambridge UK, Cambridge University Press: 211–272.

^{xxiv} Allen M. R., D. J. Frame, C. Huntingford, C. D. Jones, J. A. Lowe, M. Meinshausen, N. Meinshausen. Warming caused by cumulative carbon emissions towards the trillionth tonne. *Nature*, 458, doi:10.1038/nature08019 (2009)

^{xxv} Matthews H. D., N. P. Gillett, P. A. Stott, K. Zickfeld. The proportionality of global warming to cumulative carbon emissions, *Nature* 459, 829–832 (2009).

^{xxvi} Zickfeld, K., M. Eby, H.D. Matthews, A.J. Weaver, 2009. Setting cumulative emission targets to reduce the risk of dangerous climate change, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States* (submitted).

^{xxvii} Technical Summary. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

^{xxviii} Clarke, A.W., J.A. Trinnaman (eds.). 2007 survey of energy resources, *World Energy Council* (2007)

^{xxix} Rempe, H., S. Schmidt, U. Schwarz-Schampera. Reserves, resources and availability

of energy resources 2006, German Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (2007).

^{xxx} www.unfccc.int

^{xxxi} Höhne, N., H. Blum, J. Fuglestvedt, R.B. Skeie, A. Kurosawa, G. Hu, J. Lowe, L.K. Gohar, B. Matthews, A.C. Nioac de Salles, C. Ellermann. Contributions of individual countries' emissions to climate change and their uncertainty, *Climatic Change* (submitted).

^{xxxii} Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, *World Population Prospects: The 2008 Revision*, <http://esa.un.org/unpp>

^{xxxiii} American Clean energy and security act of 2009, HR 2454, 111th Congress, 1st session; bill passed by the House of Representatives June 26, 2009.

^{xxxiv} WRI (World Resources Institute) summary of H.R. 2454, the American Clean energy and security Act, J. Larson, A. Kelly and R. Heilmayr, July 2009.

^{xxxv} Rogelj J., B. Hare, J. Nabel, K. Macey, M. Schaeffer, K. Markmann, M. Meinshausen. Halfway to Copenhagen, no way to 2°C. *Nature Reports Climate Change*, published online, doi:10.1038/climate.2009.57 (2009).

^{xxxvi} Nakicenovic, N., Swart, R. *IPCC Special Report on Emissions Scenarios* Cambridge Univ. Press (2000).

^{xxxvii} Silverman J., B. Lazar, L. Cao, K. Caldeira, J. Erez. Coral reefs may start dissolving when atmospheric CO₂ doubles, *Geophysical Research Letters*, 36, L05606, doi:10.1029/2008GL036282 (2009)

^{xxxviii} Frame, D. J., D. A. Stone, P.A. Stott, M. R. Allen. Alternatives to stabilization scenarios. *Geophys. Res. Lett.* 33, L14707, doi:10.1029/2006GL025801 (2006).

Autori

Dr Katja Frieler (katja.frieler@pik-potsdam.de) je matematičar i doktor u oblasti „Fizika atmosfere“ na Univerzitetu Potsdama. Kao kandidat za doktorat, radila je u Alfred-Wegener Institutu za polarna i morska istraživanja (AWI, Potsdam) na hemijskom modeliranju polarnih stratosfernih gubitaka ozona. Član je PRIMAP-a (Potsdamski integrisani model za procjenu vjerovatnoće promjene emisija u realnom vremenu), istraživačke grupe na Potsdamskom Institutu za istraživanje uticaja na klimu (PIK). Trenutno radi na statističkim pristupima regionalnim klimatskim projekcijama.

Dr Malte Meinshauzen je doktor u oblasti klimatskih nauka i strategija i nosilac diplome iz oblasti nauka o životnoj sredini na Švajcarskom Federalnom Institutu Tehnologije, Švajcarska. U 2000. godini je dobio diplomu M.Sc. u oblasti „Promjene i regulacija životne sredine“ na Oksfordskom Univerzitetu, Velika Britanija. Prije nego što se pridružio Potsdamskom Institutu za istraživanje uticaja na klimu u septembru 2006. godine, držao je post-doktorat u Nacionalnom centru za atmosferska istraživanja u Bolderu, Kolorado. Ostvario je autorski doprinos raznim poglavljima Četvrtog procjenjivačkog izvještaja Međuvladine komisije za klimatske promjene (IPCC AR4). Trenutno vodi PRIMAP istraživačku grupu na PIK-u.

Air Pollution & Climate Secretariat
Göteborg, Švedska

www.airclime.org



Dr.h.c. Bill Hare (bill.hare@climateanalytics.org) je fizičar i naučnik u oblasti životne sredine sa više od 20 godina iskustva u nauci, uticajima i strategijama za klimatske promjene i stratosferski gubitak ozona. On je bio glavni autor komponente izveštaja AR4 IPCC pod nazivom „Klimatske promjene 2007: Ublažavanje klimatskih promjena“ i pokretač tema dugoročnih problema i Člana UNFCC u Izvještaju o sintezi IPCC AR4. 2008. godine mu je dodjeljena titula počasnog doktora nauka od strane Merdok Univerziteta za njegov doprinos u pitanjima promjene klime. On je jedan od najiskusnijih stručnjaka za međunarodnu klimatsku strategiju, koji prati i oblikuje pregovore od 1990. i savjetuje mnoge predsjednike delegacija i visoke političare po pitanjima nauke o klimi i klimatskim strategijama. Trenutno zajedno sa Dr Meinshauzen vodi PRIMAP istraživačku grupu, a takođe je i Direktor „Climate Analytics“ (www.climateanalytics.org).

Projekat „Distribution of the climate brochure „Nigh noon for 2°C“ realizuje se u susret samitu u Kopenhagenu koji će se održati od 07.12. do 18.12.2009. godine. Projekat se realizuje u saradnji sa NVO Zelena Akcija iz Zagreba i uz podršku AirClime, Air Pollution & Climate Secretariat, Švedska.

NVO Green Home
Podgorica, Crna Gora

www.greenhome.co.me

