

# Globalno zdravlje i klimatske promjene

---

**Novinc, Dino**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:544117>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

Dino Novinc

Globalno zdravlje i klimatske promjene

DIPLOMSKI RAD



**Zagreb, 2015.**

Ovaj diplomski rad izrađen je na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Škola narodnog zdravlja „Andrija Štampar“, Katedra za zdravstvenu ekologiju i medicinu rada pod vodstvom doc. dr. sc. Iskre Alexandre Nole i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2015/2016.

# Sadržaj

Sažetak.....	I
Summary .....	1
Popis kratica .....	2
1. Uvod.....	3
1.1. Globalno zdravlje.....	3
1.2. Vrijeme i klima .....	4
2. Klimatske promjene.....	5
2.1. Uzroci klimatskih promjena.....	5
2.1.1. Antropogeni utjecaj .....	5
2.2. Posljedice klimatskih promjena.....	10
2.2.1. Atmosfera.....	10
2.2.2. Ocean, kriosfera i razina mora .....	13
2.2.3. Ugljik i ostali biokemijski ciklusi.....	15
2.3. Projekcije za budućnost.....	17
3. Zdravstveni učinci klimatskih promjena i javnozdravstveno djelovanje .....	19
3.1. Toplina i hladnoća .....	19
3.2. Zarazne bolesti.....	25
3.2.1. Malaria .....	26
3.3. Poplave i oluje .....	29
3.4. Pothranjenost .....	31
3.5. Kardiopulmonalno zdravlje .....	34
3.6. Mentalno zdravlje .....	37
4. Zaključak.....	39
5. Zahvale .....	40
6. Literatura.....	41
7. Životopis.....	47

## Sažetak

### GLOBALNO ZDRAVLJE I KLIMATSKE PROMJENE

DINO NOVINC

Sveučilište u Zagrebu

Medicinski fakultet

Klimatske promjene utječu na uvjete okoliša diljem svijeta. Prema najnovijim projekcijama znanstvenika koji se bave klimom i povezanim događajima predviđeno je da će se trenutni vremenski obrasci nastaviti i intenzivirati. Kako se ti obrasci mijenjaju tako se mijenja i učestalost te pojavnost bolesti. Klimatske promjene su najveći uzrok rastućih zdravstvenih i javnozdravstvenih problema na globalnoj razini. U ovom preglednom radu prikazani su direktni i indirektni učinci klimatskih promjena na ljudsko zdravlje te populacije na koje će te klimatske promjene imati najveći utjecaj: porast učestalosti i geografske distribucije kroničnih bolesti, zaraznih i nezaraznih bolesti, pojava novih prijetnji ljudskom zdravlju – pothranjenost uslijed gubitka obradivih površina uzrokovano poplavama i salinizacijom. Prikazani su sadašnji utjecaji klimatskih promjena i njihov utjecaj na globalno zdravlje, te javnozdravstveno djelovanje – sadašnje i buduće – koje je neophodno kako bi se zaustavile negativne posljedice na globalno zdravlje. Dugoročno gledano – prevencija povećanog morbiditeta i mortaliteta uzrokovanih ekstremnim temperaturama, onečišćenjem atmosfere, povećanim brojem prirodnih katastrofa, smanjenjem obradivih površina – predstavlja jedini način očuvanja globalnog zdravlja.

**Ključne riječi: atmosfersko onečišćenje, globalno zdravlje, javnozdravstveno djelovanje, klimatske promjene, prirodne katastrofe, zdravstveni učinci**

# Summary

## GLOBAL HEALTH AND CLIMATE CHANGE

DINO NOVINC

University of Zagreb

School of Medicine

Climate change is affecting environmental conditions around the world. According to the most recent projections by climate scientists weather patterns are projected to continue and intensify. As they change the incidence and human disease patterns also change. Climate change is the biggest cause of growing health and public health problems on a global level. In this review paper direct and indirect effects of climate change on human health and population on which climate change will have the greatest impact are shown: increase in frequency and geographic distribution of chronic diseases, communicable and non-communicable diseases, the emergence of new threats to human health - undernutrition due to loss of arable land caused by flooding and salinization. Current effects of climate change and their impacts on global health, as well as public health action - present and future - which is essential in order to stop the negative effects on global health are shown. In the long run prevention of increased morbidity and mortality caused by extreme temperatures, air pollution, an increased number of natural disasters and reduction of arable land is the only way of preserving the global health.

**Keywords: air pollution, climate change, global health, health effects, natural disasters, public health action**

## Popis kratica

AR5 (Fifth Assessment Report) – Peto izvješće o klimatskim promjenama

DALY (Disability Adjusted Life Year) - godina života prilagođena na nesposobnost

GOB – globalno opterećenje bolestima

GWP (Global Warming Potential) – Potencijal globalnog zatopljenja

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) – Međuvladin panel o klimatskim promjenama

RF (Radiative Forcing) – mjera učinka nekog čimbenika na učinak zračenja u mijenjanju ravnoteže ulaznih i izlaznih energija u Zemljinom atmosferskom sustavu

RS I – IPCC-ova radna skupina I

RS II – IPCC-ova radna skupina II

SREX (Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation) - Poseban izvještaj o ekstremnim uvjetima i katastrofama

UN – Ujedinjeni narodi

WHO (World Health Organization) – Svjetska Zdravstvena Organizacija

WMO (World Meteorological Organization) – Svjetska Meteorološka Organizacija

YLD (Years Lost due to Disability) - godine zdravog života izgubljene zbog nesposobnosti

YLL (Years of Life Lost due to premature mortality) - godine života koje su izgubljene zbog prijevremene smrti

# 1. Uvod

Globalno zdravlje i klimatske promjene su dva pojma od velikog javnozdravstvenog značaja. Oba se odnose na promjene koje su u međusobnom odnosu budući da klimatske promjene značajno utječu na sliku globalnog zdravlja. Upravo poznavanje njihova sadržaja važno je za razumijevanje njihova odnosa.

## 1.1. Globalno zdravlje

Za sada ne postoji jedinstvena općeprihvaćena definicija globalnog zdravlja. (Beaglehole & Bonita 2010). Definicija koju predlažu Koplan et al. (2009) glasi: "Globalno zdravlje je područje istraživanja i prakse koje stavlja naglasak na unapređenje zdravlja i postizanje jednakosti u zdravlju za sve ljude diljem svijeta. Globalno zdravlje naglašava pitanja, determinante i rješenja transnacionalnog zdravlja; uključuje mnoge discipline unutar i izvan zdravstva te promovira interdisciplinarnu suradnju; ono je sinteza preventive bazirane na populaciji te kliničke skrbi na razini pojedinca."

Beaglehole & Bonita (2010) su sastavili kraću i nešto jasniju definiciju koja se temelji na prethodnoj, a glasi: "Globalno zdravlje je kolaborativno transnacionalno istraživanje i akcija za promicanje zdravlja za sve."

Važno je napomenuti da riječ globalno u "globalnom zdravlju" označava opseg problematike, a ne njezinu lokaciju (Koplan et al. 2009).

Stanje globalnog zdravlja moguće je odrediti kroz globalno opterećenje bolestima (GOB), kojim se omogućuje procjena važnosti bolesti, ozljeda i rizičnih čimbenika u različitim populacijama svijeta što bi potom poslužilo kao osnova za planiranje istraživanja, razvoja, kreiranje zdravstvene politike i financiranje.

Globalno opterećenje bolestima se procjenjuje koristeći *Disability Adjusted Life Years* (DALY-e) - godine života prilagođene na nesposobnost, mjeru baziranu na vremenu koja kombinira *Years of Life Lost (YLL) due to premature mortality*- godine



života koje su izgubljene zbog prijevremene smrti i *Years Lost due to Disability* (YLD) - godine zdravog života izgubljene zbog nesposobnosti. Zbroj svih DALY-a u populaciji (GOB) je mjera razlike između trenutnog zdravstvenog stanja i idealne situacije, u kojoj bi cijela populacija živjela do dugovječnosti, bez bolesti i nesposobnosti (Kolčić & Vorko Jović 2012).

## 1.2. Vrijeme i klima

Važno je razlikovati značenje vremena od klime. Vrijeme označava atmosferske uvjete na određenom mjestu i vremenu uzimajući u obzir temperaturu, tlak, vlažnost, vjetar, i ostale ključne parametre (meteorološke elemente); prisutnost oblaka, oborine, i pojavnost specijalnih fenomena, kao što su oluje s grmljavinom, tornado i ostali. Klima u užem smislu se često definira kao prosječno vrijeme ili striktnije, kao statistički opis u smislu prosječnosti i varijabilnosti relevantnih količina tijekom perioda koji obuhvaća mjesec do tisuće ili čak milijune godina (Cubasch et al. 2013).

Klima se u širem smislu odnosi na srednje stanje klimatskog sustava koji se sastoji od niza komponenata i njihovih međudjelovanja. Komponente klimatskog sustava su (Patarčić 2015):

- atmosfera - omotač oko Zemljine površine koji se sastoji od plinova i krutih i tekućih čestica (aerosol)
- hidrosfera - oceani, mora, rijeke, jezera, površinske i podzemne vode
- kriosfera - ledenjaci, morski led, led rijeka i jezera, smrznuto tlo, snijeg
- tlo - čije karakteristike kao što su reljef, vrsta tla i vegetacija definiraju međudjelovanje s drugim komponentama klimatskog sustava
- biosfera - živa bića na Zemlji.

## **2. Klimatske promjene**

Često se globalno zatopljenje i klimatske promjene koriste kao sinonimi, iako zapravo imaju različite definicije. Globalno zatopljenje označava povišenje prosječne površinske temperature planeta od industrijske revolucije, nastalo primarno zbog emisije stakleničkih plinova sagorijevanjem fosilnih goriva, dok klimatske promjene označavaju dugotrajnu promjenu klime koja uključuje promjene obrazaca temperature, oborina i vjetra kroz period od nekoliko desetljeća ili dulje (Leiserowitz et al. 2014). To znači da su po definiciji klimatske promjene širi pojam koji obuhvaća globalno zatopljenje.

### **2.1. Uzroci klimatskih promjena**

Jedan od većih razloga klimatskih promjena je i onečišćenje atmosfere uzrokovano pojačanom emisijom stakleničkih plinova (koji doprinose globalnom zatopljenju). Povećana količina stakleničkih plinova može biti posljedica prirodnih procesa, kao što su isparavanja iz oceana i vulkanske erupcije, a obuhvaćaju vodenu paru, ugljični dioksid, metan i ugljični monoksid. Međutim, najveći dio stakleničkih plinova dolazi iz antropogenih izvora, a obuhvaćaju ugljični dioksid, dušikove okside i klorfluorugljikovodike iz industrijskih procesa, prometnih aktivnosti i poljoprivrede (Valić 2001, Myhre et al. 2013). Promjena u sastavu atmosfere koja je započela s industrijskom revolucijom rezultat je ljudske aktivnosti (Hegerl et al. 2007), a njezini štetni učinci posebno rastu od druge polovice 20. stoljeća.

#### **2.1.1. Antropogeni utjecaj**

Ljudski utjecaj na klimatski sustav je nedvosmislen. To je evidentno iz porasta koncentracija stakleničkih plinova i uočenog globalnog zatopljenja (IPCC 2013a).

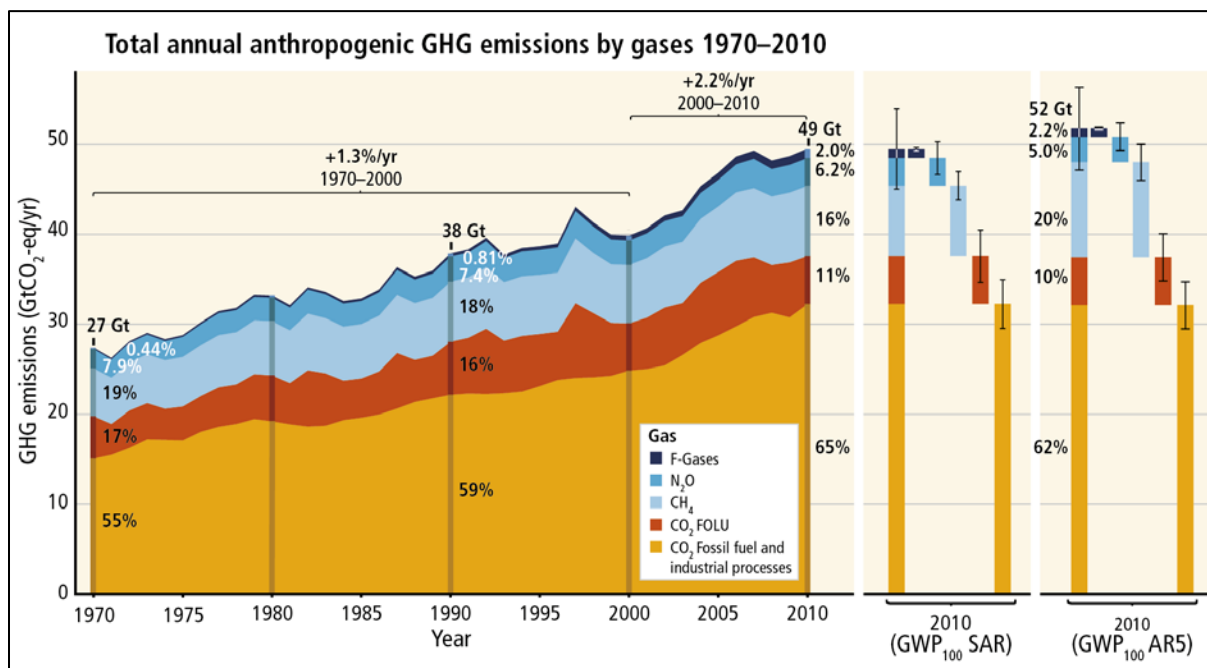
Razne ljudske aktivnosti su uzrok klimatskih promjena bilo kroz povećanje koncentracija stakleničkih plinova i aerosola u atmosferi, promjene albeda (omjera reflektiranog u odnosu na dolazno sunčevo zračenje na nekoj površini) ili drugih promjena, neke od značajnijih su (Forster et al. 2007):

- sagorijevanje fosilnih goriva
- krčenje šuma
- produkcija cementa
- uzgoj stoke
- proizvodnja riže
- korištenje halogeniranih ugljikovodika u industrijskim procesima i uređajima za hlađenje
- spaljivanje biomase
- uporaba umjetnih goriva
- rudarstvo.

Posljedica ljudskih aktivnosti je emisija 4 glavna staklenička plina: ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), dušikov oksid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) i halogenirani ugljikovodici (skupina plinova koja sadrži fluor, klor i brom)(Forster et al. 2007).

Antropogene emisije stakleničkih plinova su se povećale od predindustrijske ere, većinom zbog ekonomskog napretka i rasta populacije, te su trenutno više nego ikada (Slika 1.). Njihovi učinci, zajedno s učincima ostalih antropogenih čimbenika (aerosoli u atmosferi, iskorištavanje zemlje) su uočeni u cijelom klimatskom sustavu, te su vjerojatno dominantan uzrok spomenutog zatopljenja od sredine dvadesetog stoljeća (IPCC 2014a).

U 2010. godini 34,6% antropogenih emisija stakleničkih plinova je poteklo iz sektora energetske opskrbe (od toga 25% otpada na proizvodnju struje i topline, a 9,6% na ostalu energiju), 24% je nastalo kao posljedica agrikulture, šumarstva i ostalog iskorištavanja zemlje, 21% je poteklo iz industrije, 14% iz transporta i 6,4% iz urbanih područja (Slika 2.)(IPCC 2014b).



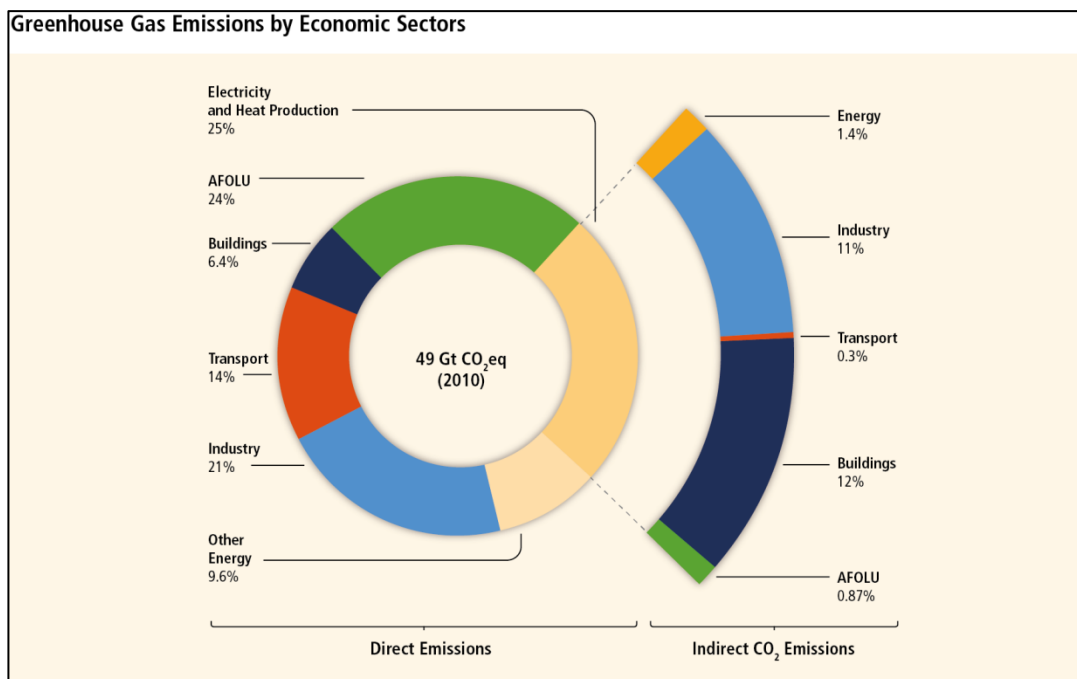
**Slika 1.** Ukupne godišnje emisije antropogenih stakleničkih plinova (GHG) za razdoblje od 1970. do 2010. godine.

Legenda: plinovi: narančasto - CO<sub>2</sub> nastao iz sagorijevanja fosilnih goriva i industrijskih procesa; CO<sub>2</sub> FOLU - CO<sub>2</sub> nastao kao posljedica šumarstva i drugog iskorištavanja zemlje; F-gases - fluorirani plinovi navedeni u Kyoto Protokolu.

Izvor: IPCC 2014b s dozvolom pravne službe IPCC-a.

Na slici 1. su prikazane ukupne godišnje emisije antropogenih green house gases (GHG) - stakleničkih plinova, izražene u ekvivalentu gigatone CO<sub>2</sub> po godini (GtCO<sub>2</sub>-eq/yr), te iz koje je uočljiv trend porasta emisija GHG.

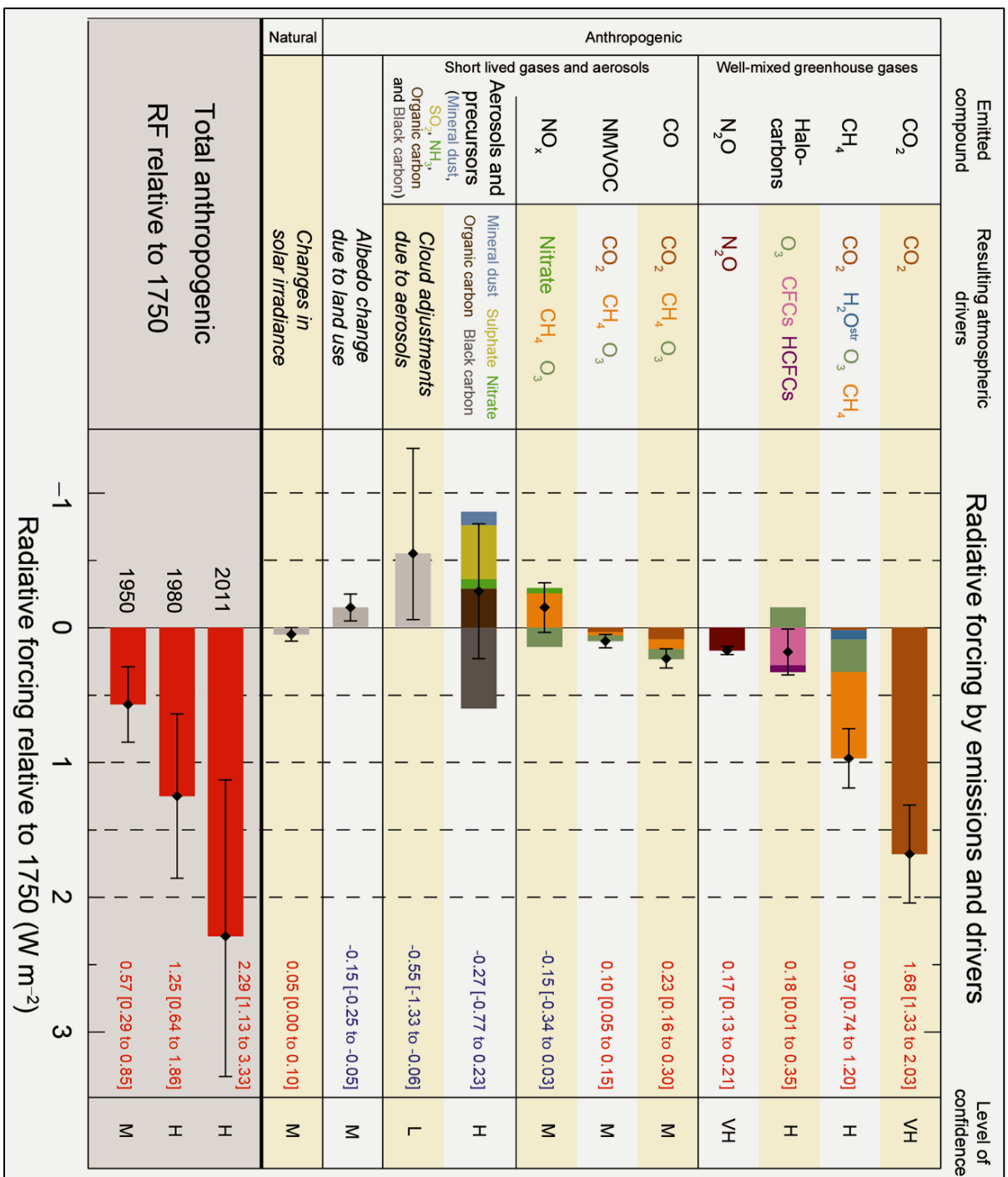
Kako bi se mogao usporediti utjecaj različitih stakleničkih plinova na globalno zatopljenje *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) – Međuvladin panel o klimatskim promjenama je razvio *Global Warming Potential* (GWP) - Potencijal globalnog zatopljenja (High Global Warming Potential Gas Abatement 2015). To je mjera koja nam govori koliko energije emisija 1 tone nekog plina će apsorbirati tijekom određenog perioda (obično se koristi period od 100 godina - GWP<sub>100</sub>) u odnosu na energiju apsorbiranu zbog emisije 1 tone ugljikovog dioksida, koja se koristi kao referentna vrijednost (Understanding Global Warming Potentials 2015).



**Slika 2.** Ukupne antropogene emisije stakleničkih plinova po ekonomskim sektorima za 2010. godinu.

Izvor: IPCC 2014b s dozvolom pravne službe IPCC-a

Postoji nekoliko mjera za kvantificiranje utjecaja nekog čimbenika na promjenu klime. Jedna od najčešće korištenih jest mjera učinka nekog čimbenika na učinak zračenja (*radiative forcing* - RF) u mijenjanju ravnoteže ulaznih i izlaznih energija u Zemljinom atmosferskom sustavu (izražena u vatima po četvornom metru  $Wm^{-2}$ ) i oznaka je važnosti koju taj čimbenik ima kao potencijalni mehanizam u promjeni klime. Pozitivnim RF-om dolazi do grijanja površine, dok se kod negativnog površina hladi (Myhre et al. 2013). Ukupan RF je pozitivan, te je doveo do apsorpcije energije u klimatski sustav. Najveći čimbenik koji utječe na ukupan RF za 2011. godinu u odnosu na 1750. godinu je povišenje koncentracije atmosferskog CO<sub>2</sub> (Slika 3.) (IPCC 2013a).



**Slika 3.** Procjene ukupnog RF-a u odnosu na 1750. godinu zajedno s vrijednostima RF-a za pojedinačne pokretače klimatskih promjena

Izvor: IPCC 2013a s dozvolom pravne službe IPCC-a

## **2.2. Posljedice klimatskih promjena**

Posljedice klimatskih promjena mogu se pratiti na razini okoliša i kao zdravstveni učinci u populaciji. Posljedice na okoliš vidljive su kao promjene u prosječnim, globalnim temperaturnim rasponima, promjeni u raspodjeli oborina i učestalosti prirodnih katastrofa, a sve te posljedice su vidljive i kroz utjecaj na zahvaćene populacije. Zahvaćene populacije će, bez obzira na vrstu klimatske promjene kojom su direktno pogođene, uvijek imati neki oblik zdravstvene posljedice. Mnoge promjene koje su se dogodile od 1950-tih godina do danas pridonose današnjem zagrijavanju atmosfere te povećanju koncentracija stakleničkih plinova što rezultira promjenama u količini snijega i leda (koje su se smanjile), razini mora/oceana (koja je porasla)(IPCC 2013a).

### **2.2.1. Atmosfera**

Svako od posljednjih tri desetljeća je bilo jedno za drugim sve toplije nego li i jedno prethodno desetljeće od 1850. godine. Na sjevernoj hemisferi, razdoblje od 1983. do 2012. je vjerojatno bilo najtoplije u zadnjih 1400 godina (IPCC 2013a).

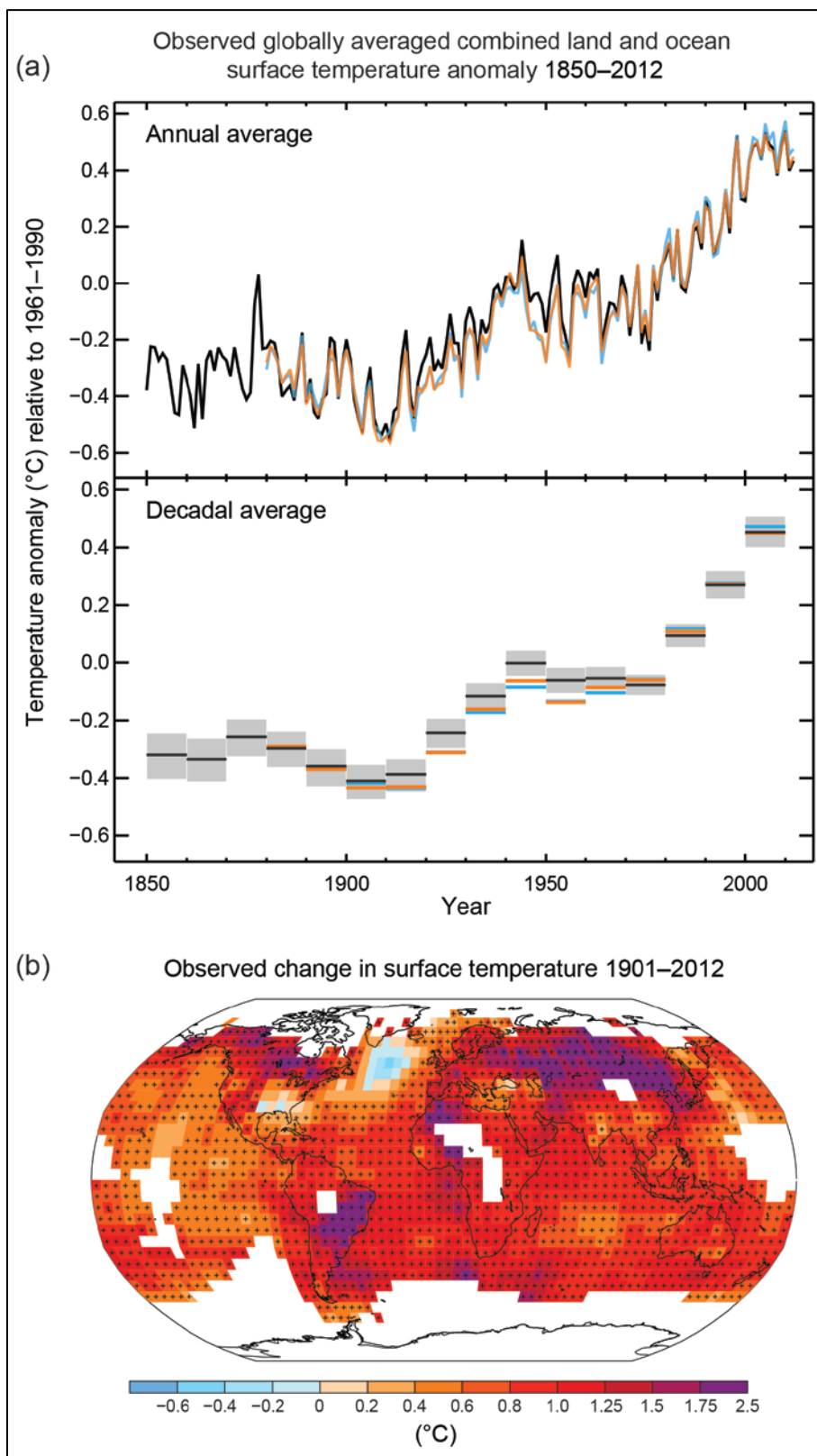
Globalni prosjek površinske temperature kopna i oceana ukazuje na porast od 0,85 [0,65 do 1,06] °C tijekom perioda od 1880. do 2012. godine. Kao što je vidljivo u donjem dijelu Slike 4. u posljednjem stoljeću gotovo cijeli planet je iskusio zatopljenje površine. Gornji dio te iste slike prikazuje godišnji prosjek, kao i desetljetne prosječne vrijednosti anomalije površinske temperature kopna i oceana za razdoblje od 1850. do 2012. godine (IPCC 2013a).

Od 1901. godine prosječna količina oborina se povećala u kopnenom području umjerenog pojasa sjeverne hemisfere (Slika 5.)(IPCC 2013a).

### ***Ekstremni vremenski i klimatski događaji***

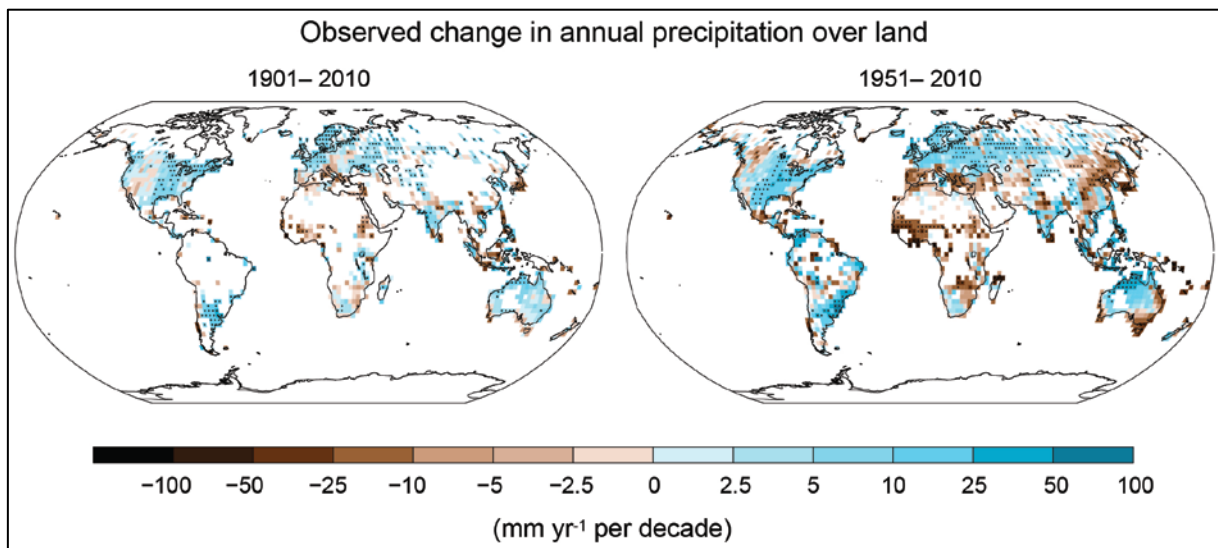
Pojave mnogih ekstremnih vremenskih i klimatskih događaja su primijećene nakon 1950. godine. Vrlo je vjerojatno da se smanjio broj hladnih dana i noći dok se broj toplih dana i noći povećao na globalnoj razini. Pri tome su hladni dani/hladne noći definirani kao dani u kojima maksimalna temperatura, tj. noći u kojima minimalna temperatura, pada ispod 10-te centile, a u slučaju toplih dana/toplih noći ona prelazi 90-tu centilu. Primijećeno je da se frekvencija toplinskih valova povisila u velikom dijelu Europe, Azije i Australije. Isto tako više je kopnenih regija koje su pogođene događajima koji uključuju jake oborine (IPCC 2013a, b).





**Slika 4.** Uočena globalna prosječna anomalija površinske temperature

Izvor: IPCC 2013a s dozvolom pravne službe IPCC-a



**Slika 5.** Karte uočenih promjena oborina u razdobljima od 1901. do 2010. godine te od 1951. do 2010. godine.

*Izvor: IPCC 2013a s dozvolom pravne službe IPCC-a*

### 2.2.2. Ocean, kriosfera i razina mora

Ocean utječe na klimu tako što pohranjuje i transportira velike količine topline, sudjeluje u hidrološkom ciklusu, kao i u ciklusu ugljika. To potvrđuju činjenice da oko 93% viška toplinske energije u zadnjih 50 godina je pohranjeno u oceanu, više od tri četvrtine ukupne izmjene vode između atmosfere i Zemljine površine putem isparavanja i oborina se odvija iznad oceana, te činjenica da uz to što sadrži 50 puta više ugljika nego li atmosfera ujedno i usporava brzinu klimatskih promjena apsorpcijom dijela emisija CO<sub>2</sub> nastalog zbog ljudske aktivnosti (Rhein et al. 2013).

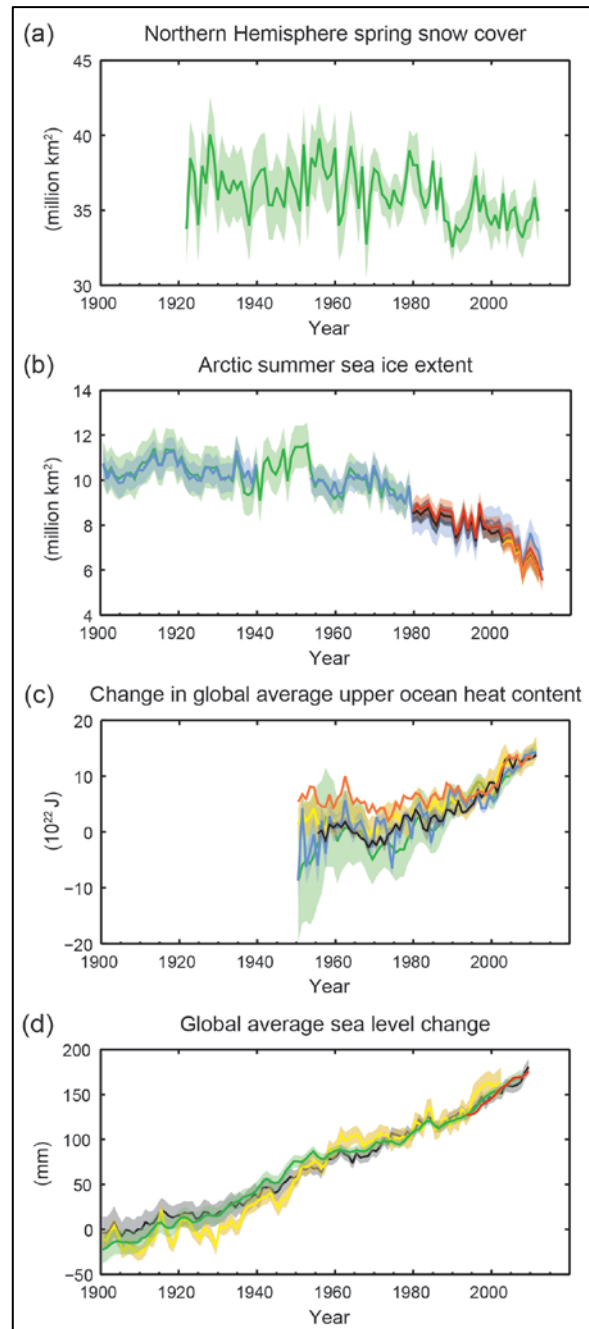
Mjerenja ukazuju na to da se gornji dio oceana (0-700m) zagrijao od 1971. do 2010. godine (Slika 6. c), te je vjerojatno da se zagrijavao i od 1870-tih godina do 1971. godine (IPCC 2013a).

Kriosfera, koja obuhvaća snijeg, led rijeka i jezera, morski led, ledenjake, ledene grebene i pokrove, te zaleđeno tlo, igra veliku ulogu u klimatskom sustavu

kroz njezin utjecaj na izmjenu površinske energije, vodeni ciklus, primarnu produktivnost, površinsku izmjenu plinova i razinu mora (Vaughan et al. 2013).

Tijekom posljednjih dva desetljeća, ledeni pokrov Grenlanda i Antarktika je gubio na masi, ledenjaci su se nastavili smanjivati gotovo diljem cijelog svijeta. Isto tako je uočen negativan utjecaj na arktički morski led (Slika 6. b) i proljetni snježni pokrov sjeverne hemisfere koji su se također nastavili smanjivati (Slika 6. a) (IPCC 2013a).

Stopa porasta razine mora od sredine 19. stoljeća bila je veća od prosječne stope tijekom prethodna dva tisućljeća. U razdoblju od 1901. do 2010. godine globalna prosječna razina mora je porasla za 0,19 [0,17 do 0,21] m (Slika 6. d) (IPCC 2013a).



**Slika 6.** Višestruki promatrani indikatori mijenjajuće globalne klime

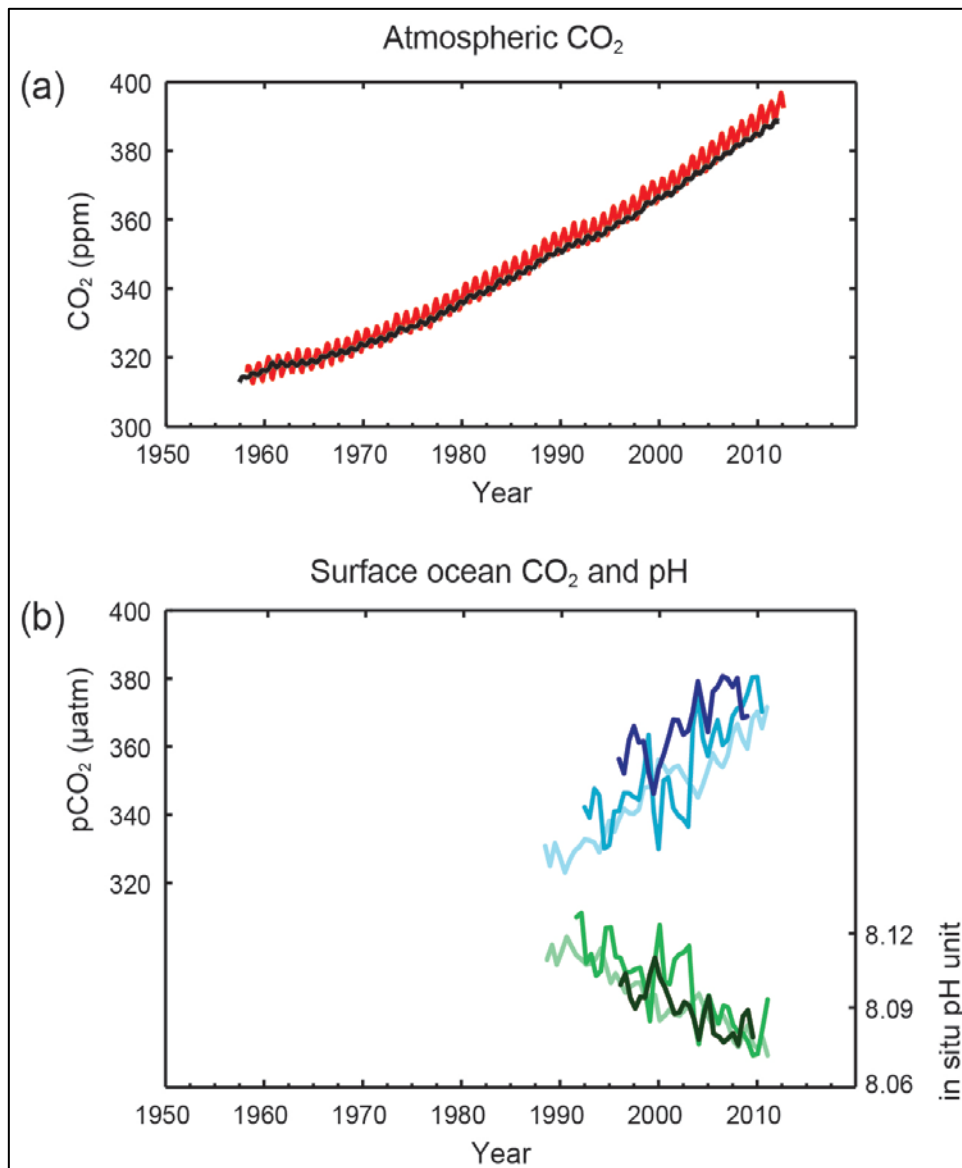
Izvor: IPCC 2013a s dozvolom pravne službe IPCC-a

### 2.2.3. Ugljik i ostali biokemijski ciklusi

Atmosferske koncentracije ugljikovog dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), i dušikovog oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) su se znatno povisile u zadnjih 800 000 godina što je utvrđeno iz ledenih jezgri. Koncentracije ugljikovog dioksida su se povisile za 40% u odnosu na emisije prije industrijske revolucije, primarno zbog emisija nastalih izgaranjem fosilnih goriva i sekundarno zbog promjene u emisiji uslijed iskorištavanja zemlje. Utjecaj povišenih atmosferskih koncentracija stakleničkih plinova ocean je sposoban donekle ublažiti kroz apsorpciju  $\text{CO}_2$ , no to pak dovodi do acidifikacije oceana (IPCC 2013a, Rhein et al. 2013).

U 2011. godini koncentracije ugljikovog dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), i dušikovog oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) su bile 391 ppm (ppm - udio molekula stakleničkog plina u milijun molekula suhog zraka)(Slika 7. a), 1803 ppb (ppb - udio molekula stakleničkog plina u milijardi molekula suhog zraka), i 324 ppb, te su premašivale predindustrijske razine za otprilike, 40%, 150% i 20% (IPCC 2013a).

Acidifikacija oceana je kvantificirana kroz smanjivanje pH. U kemiji pH označava logaritamsku ljestvicu koja se koristi za određivanje kiselosti ili lužnatosti, pri čemu smanjenje od jedne jedinice pH odgovara deseterostrukom povećanju u koncentraciji vodikovih iona, tj. povećanja kiselosti. U površinskom djelu oceana pH se smanjio za 0,1 od početka industrijske ere, što odgovara povećanju koncentracije vodikovih iona od 26%. Na slici 7. vidljive su promjene u vrijednosti pH Atlantika i Pacifika mjerene na tri različite postaje kroz razdoblje od 1990-tih do 2011. godine (IPCC 2013a).



**Slika 7.** Višestruki promatrani indikatori mijenjajućeg globalnog ciklusa ugljika

**Legenda:** lokacije mjerenja: crveno - Mauna Loa (19°32'S, 155°34'Z); crno - sjevernom polu (89°59'J, 24°48'Z); tamno plavo/tamno zeleno – Atlantik (29°10'S, 15°30'Z); plavo/zeleno – Atlantik (31°40'S, 64°10'Z); svijetlo plavo/svijetlo zeleno – Pacifik (22°45'S, 158°00'Z)

Izvor: IPCC 2013a s dozvolom pravne službe IPCC-a

### 2.3. Projekcije za budućnost

Zbog nelinearnosti procesa koji se odvijaju u klimatskom sustavu, nije moguće za buduće projekcije klime ekstrapolirati trendove promjena klimatskih parametara koji su uočeni u prošlosti. Zbog toga se za prikaz komponenata klimatskog sustava i njihovih međudjelovanja koriste globalni klimatski modeli, odnosno govori se o simulacijama klime klimatskim modelima (Patarčić 2015).

Globalni klimatski model sastoji se od modela atmosfere, oceana, tla i leda te uključuje cikluse ugljika i sumpora. Model se temelji na zakonima fizike prikazanim matematičkim jednadžbama koje opisuju procese u pojedinim komponentama klimatskog sustava uzimajući u obzir i njihova međudjelovanja te stoga govorimo o združenom sustavu (Patarčić 2015).

Prema najblažem klimatskom scenariju, globalne površinske temperature na kraju 21. stoljeća povećat će se u prosjeku za 1,5°C, a prema najgorim scenarijima i za više od 2°C u odnosu na razdoblje od 1850. do 1900 godine. Toplinski valovi će se pojavljivati češće i trajati duže. Kako će se Zemlja zagrijavati, očekuje se da će sadašnja vlažna područja imati više oborina, a suha područja manje, iako će biti i iznimaka (IPCC 2013a).

Projekcije klimatskih promjena temeljene su na više scenarija budućih koncentracija stakleničkih plinova i aerosola, koji dovode do različitih rezultata u budućnosti. U izvještaju prve radne skupine (RS I) IPCC-a navode se procjene klimatskih promjena na globalnoj i regionalnoj skali za početak, sredinu i kraj 21. stoljeća (IPCC 2013a).

S obzirom na to da se ocean zagrijava, a ledenjaci i ledeni pokrov se smanjuju, globalna srednja morska razina će nastaviti rasti i to brže nego što smo iskusili u proteklih 40 godina – upozorava RS I. Ujedno toplina će prodrijeti s površine u dubine oceana što će utjecati na oceansku struju (IPCC 2013a).

Klimatske promjene će utjecati na procese ugljikovog ciklusa tako da će pogoršati povišenje koncentracije CO<sub>2</sub> u atmosferi. Daljnja apsorpcija ugljika na razini oceana će povećati acidifikaciju oceana (IPCC 2013a).

Kumulativne emisije CO<sub>2</sub> uvelike će determinirati globalno prosječno površinsko zatopljenje do kraja 21. stoljeća, a i kasnije. Mnogi aspekti klimatskih promjena će trajati mnogo stoljeća čak i ako se emisije CO<sub>2</sub> zaustave (IPCC 2013a).

### **3. Zdravstveni učinci klimatskih promjena i javnozdravstveno djelovanje**

Dokazi u zadnjih 20 godina ukazuju na to da klimatske promjene mogu biti povezane s nepovoljnim zdravstvenim ishodima (Patz et al. 2014). Nekoliko je poznatih učinaka klimatskih promjena na ljudsko zdravlje. Riječ je o bolestima i bolesnim stanjima koja su posljedica ili su povezani s vremenskim uvjetima i klimom. Učinci klimatskih promjena na ljudsko zdravlje su direktni i indirektni. U direktne svrstavamo: toplinu i hladnoću, poplave i druge ekstremne vremenske događaje te ultraljubičasto zračenje. Indirektni učinci klimatskih promjena vidljivi su kroz promjenu vektorske slike zaraznih bolesti, veću incidenciju kardiovaskularnih i respiratornih bolesti, pothranjenost uslijed gubitka obradivih površina te na pogoršanje mentalnog zdravlja zahvaćene populacije (Smith et al. 2014).

Bitno je napomenuti da iako postoji mnogo studija o utjecaju vremena i klime na zdravlje, mali je broj studija utjecaja samih klimatskih promjena, jer se klimatske promjene definiraju u desetljećima pa će biti potrebno vrijeme kako bi se proveo dovoljan broj studija za utvrđivanje uzročno-posljedične povezanosti (Smith et al. 2014).

#### **3.1. Toplina i hladnoća**

Poseban izvještaj IPCC-a o ekstremnim uvjetima i katastrofama (SREX) govori o tome kako je na globalnoj razini došlo do sveukupnog smanjenja broja hladnih dana i noći te do povećanja broja toplih dana i noći. Prema tome njihovo je mišljenje da je vjerojatno došlo do povećanja broja smrti povezanih s toplinom. Istovremeno porast minimalne temperature je vjerojatno doveo do smanjenja broja smrti povezanih s naglim nastupom perioda hladnog vremena. Međutim negativan utjecaj učestalijih toplinskih ekstrema daleko nadmašuje prednosti zbog manje hladnih dana (Smith et al. 2014).



Izlaganje toplini je čimbenik koji može pridonijeti egzacerbaciji mnogih zdravstvenih problema. U visoko razvijenim zemljama većina smrti povezanih s toplinom su vjerojatno zbog kardiovaskularnih i respiratornih uzroka. Glavni načini putem kojih tijelo eliminira toplinu za vrijeme toplinskog stresa su znojenje, povećan srčani minutni volumen i preusmjeravanje krvotoka prema koži. Kada je okolišna temperatura veća od temperature tjelesne jezgre, znojenje je primarni fiziološki način odavanja topline. Ti odgovori mogu biti smanjeni ili produženi u starijih ljudi, osoba s kroničnim bolestima ili kod uzimanja nekih lijekova (npr. diuretika) (Hajat et al. 2010). Za vrijeme visokih temperatura osim starijih i kronično bolesnih, socijalno izolirani pojedinci, ljudi koji rade na otvorenom te djeca su posebno pod rizikom (WHO/WMO 2012).

U bolesti i bolesna stanja direktno povezana s toplinom spadaju: toplinski grčevi, toplinska iscrpljenost te toplinski udar.

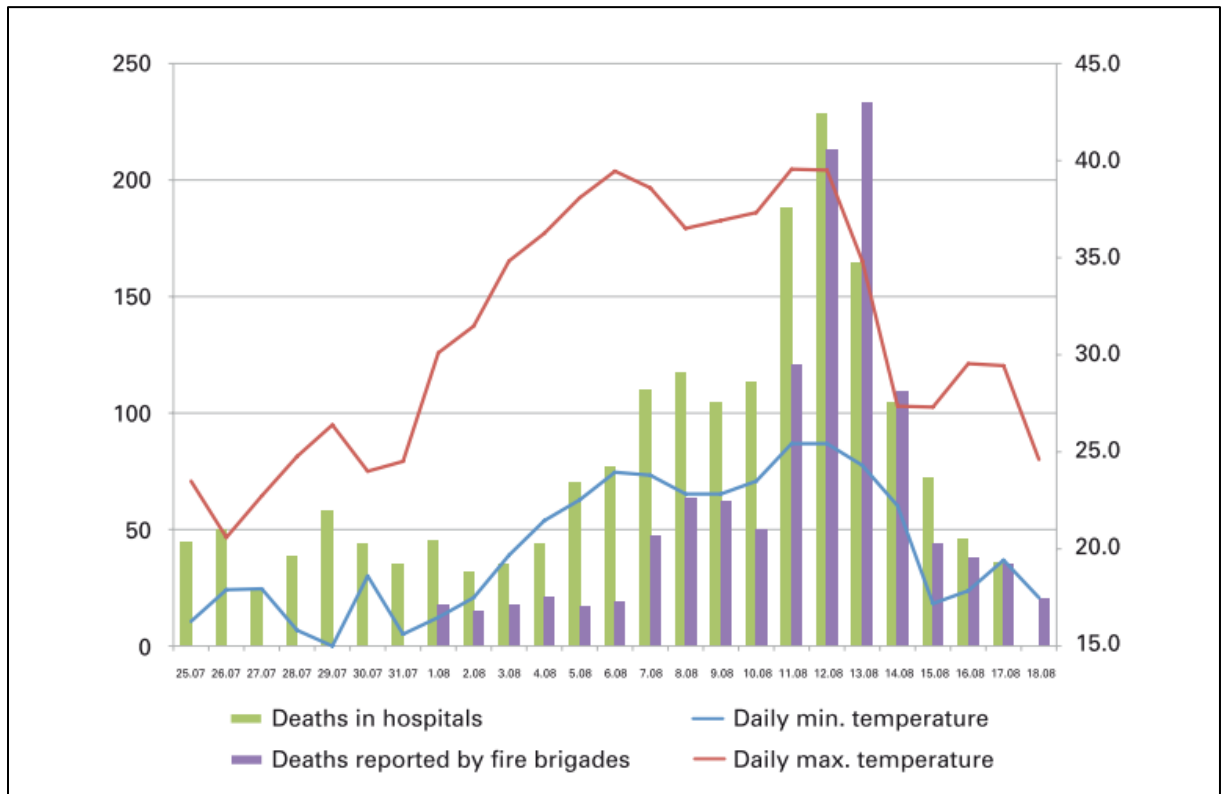
**Toplinski grčevi** su mišićni grčevi koji nastaju uslijed izlaganja prekomjernoj toplini i neadekvatnog unosa tekućine. **Toplinska iscrpljenost** je stanje u kojem je temperatura tjelesne jezgre iznad 38°C, a ispod 40°C. Mogući znakovi i simptomi su glavobolja, mučnina, povraćanje, slabost, hipotenzija te konfuzija. Ako se ne tretira na vrijeme toplinska iscrpljenost može prijeći u toplinski udar (Wexler 2002).

**Toplinski udar** je životno ugrožavajuće oboljenje karakterizirano temperaturom tjelesne jezgre iznad 40°C, vrućom i suhom kožom te disfunkcijom središnjeg živčanog sustava koja rezultira delirijem, konvulzijama ili komom. Unatoč adekvatnom snižavanju tjelesne temperature i agresivnom tretmanu, toplinski udar je često smrtonosan, a oni koji prežive mogu zadobiti trajna neurološka oštećenja (Bouchama & Knochel 2002).

Prema meta-analizi koja je uspoređivala čimbenike rizika povezane s toplinskim valovima najznačajniji su: vezanost za krevet, već postojeće psihijatrijsko oboljenje, ne izlaženje iz kuće na dnevnoj osnovi, nemogućnost brige za samog sebe, kardiovaskularna bolest i plućna bolest (Bouchama et al. 2007). Toplinski val označava uzastopne vruće dane; točno koliko dana i koliko visoke temperature moraju biti je na različite načine definirano (Smith et al. 2014). Toplinski valovi utječu

na ruralna područja, no pogotovo su ozbiljni u gradovima, gdje efekt urbanog toplinskog otoka dodatno povisuje temperature za više od 5°C te to povišenje temperature pogoršava štetne učinke ozona i onečišćenja zraka na zdravlje (WHO/WMO 2012). Urbani toplinski otok označava gradsko područje sa značajno višom okolišnom temperaturom, zbog povećanog termalnog kapaciteta, u odnosu na okolna ruralna područja. Do povećanog termalnog kapaciteta dolazi uslijed gradnje pomoću materijala koji nedovoljno reflektiraju toplinu kao i zbog loše ventilacije nastale zbog visokih zgrada (Luber & Prudent 2009).

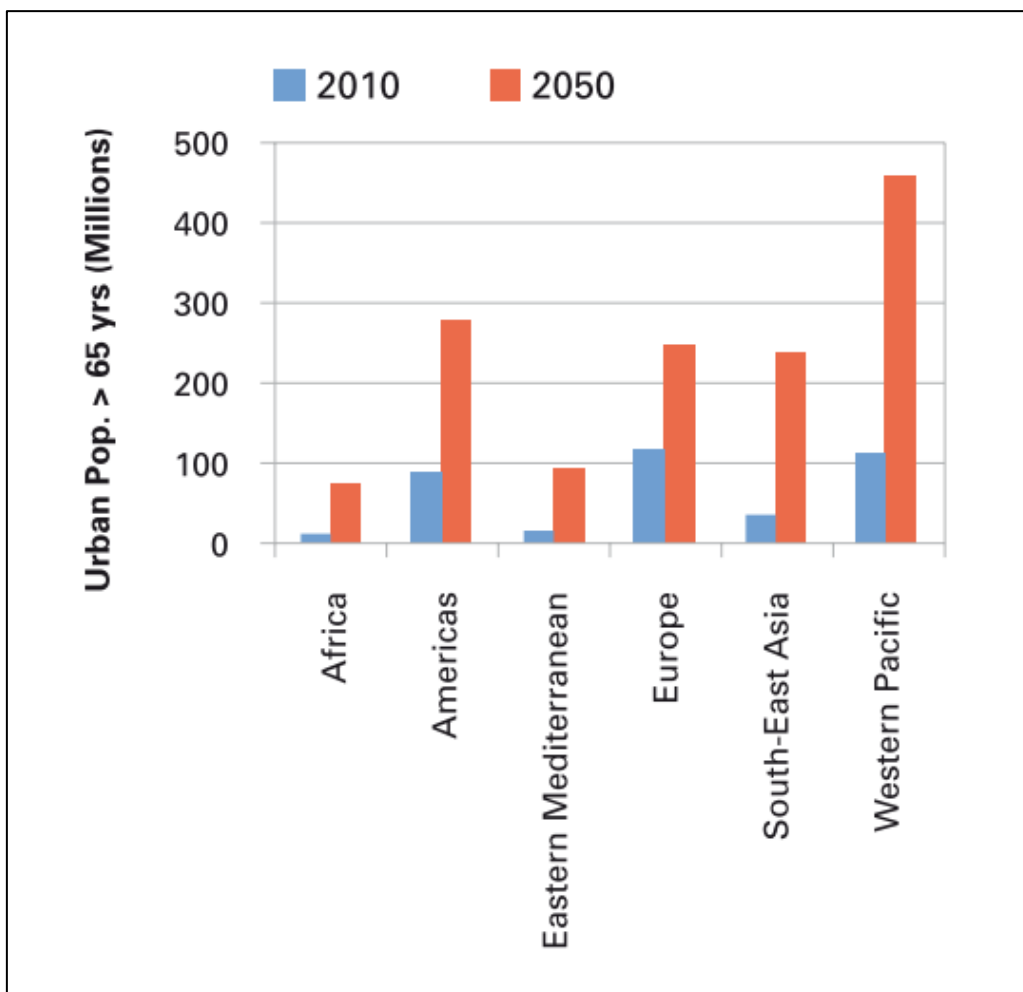
Iako ekstremna toplina utječe na populacije diljem svijeta, neki od najdramatičnijih toplinskih valova su se dogodili u regijama svijeta s nižom prosječnom temperaturom i u umjerenom klimatskom pojasu. Jedan takav slučaj jest ljetni toplinski val u Europi 2003. godine koji je uzrokovao porast stope mortaliteta za 4 do 5 puta nego što je bilo očekivano na vrhuncu događaja u nekim gradovima, te je uzrokovao više od 70 000 dodatnih smrti u 12 zemalja (WHO/WMO 2012). Samo u Parizu tog ljeta je bilo oko 15 000 smrti više u usporedbi sa stopom mortaliteta od 2000. do 2002. godine i projekcijama za 2003. godinu (Fouillet et al. 2006). Na slici 8. uspoređen je broj smrti s vrijednostima minimalne i maksimalne temperature za vrijeme toplinskog vala u Parizu 2003. godine.



**Slika 8.** Toplinski val u Parizu, ljeto 2003. godine

*Izvor: Atlas of health and climate (2012) s dozvolom WHO.*

Zabrinjavajuća činjenica jest da se očekuje daljnji porast temperature, kao i pojačanje intenziteta i frekvencije ekstremnih toplinskih događaja. Toplinski događaji koji se danas odvijaju jednom u svakih 20 godina, u budućnosti (do 2050-tih godina), će se događati u prosjeku svakih 2-5 godina. Populacijski rast, starenje i urbanizacija će povećati broj osoba pod rizikom. Do 2050. godine procjenjuje se da će biti barem 3 puta više osoba starijih od 65 godina koje će živjeti u gradovima diljem svijeta (Slika 9.)(WHO/WMO 2012). Sve to će dovesti do značajnog porasta broja smrti povezanih s toplinom na globalnoj razini. U 2030. godini se očekuje porast za oko 90 000 smrti, a 2050. godine za oko 250 000 smrti u slučaju da izostanu rezultati mjera koje se provode u svrhu smanjenja stakleničkih plinova u atmosferi (Honda et al. 2014).



**Slika 9.** Broj ljudi starijih od 65 godina u gradovima.

*Izvor: Atlas of health and climate (2012) s dozvolom WHO.*

## Javnozdravstveno djelovanje

Preventivne mjere koje su se pokazale učinkovite u smanjivanju nepovoljnog utjecaja topline na ljudsko zdravlje uključuju: uspostavu sustava upozorenja na toplinske valove, edukaciju javnosti, stvaranje hladnije okoline (pomoću klimatizacijskih uređaja i uspostavljanja centara za hlađenje), sadnju drveća i druge vegetacije, modifikaciju urbanog područja da pruži adekvatnu ventilaciju i korištenje materijala i boja koje povećavaju refleksiju topline (O'Neill et al. 2009).

### *Sustav upozorenja na toplinske valove*

Sustav upozorenja na toplinske valove je sustav koji koristi meteorološke prognoze za inicijaciju akutnih javnozdravstvenih intervencija koje obuhvaćaju objave u medijima, otvaranje centara za hlađenje, kućne posjete ili telefonske pozive upućene osobama pod rizikom te biltene na internetskim stranicama (O'Neill et al. 2009).

### *Klimatizacijski uređaji i centri za hlađenje*

Gradovi u Sjedinjenim Američkim Državama s većom prevalencijom klimatizacijskih uređaja imaju nisku stopu ili pak nemaju mortalitet povezan s toplinom. Dodatna korist klimatizacijskih uređaja je što filtrirajući smanjuju onečišćenje zraka. No u slučaju nestanka struje su neupotrebljivi, a dok rade emitiraju toplinu te povisujući okolišnu temperaturu te mogu zapravo dovesti do ukupnog povišenja u mortalitetu. Centri za hlađenje su centri u zajednici u kojima osobe bez klimatizacijskog uređaja mogu boraviti za vrijeme ekstremno visokih temperatura. Oni su možda učinkovitiji od pojedinačnih jedinica za klimatizaciju jer mogu obuhvatiti veći broj pojedinaca (O'Neill et al. 2009).

### *Povećanje albeda i sadnja drveća*

Studije koje su istraživale efekt urbanog toplinskog otoka su pokazale da albedo, ili refleksija, urbane površine je najvažnija odrednica veličine otoka. Stoga povećanje albeda na razini grada može dovesti do smanjenja temperature. Zeleni krovovi, tj. sadnja zelenila na krovovima isto može smanjiti efekt urbanog toplinskog otoka i smanjiti otjecanje oborinskih/olujnih voda. Povećanje albeda i više vegetacije mogu ujedno smanjiti razinu ozona blizu površine i troškove povezane s korištenjem klimatizacijskih uređaja (O'Neill et al. 2009).

### 3.2. Zarazne bolesti

Neke od najvirulentnijih infekcija su ujedno i jako osjetljive na klimatske uvijete. Na primjer, temperatura, oborine, i vlaga imaju snažan utjecaj na reprodukciju, preživljavanje, i učestalost uboda komaraca koji prenose malariju i dengue groznicu, dok temperatura utječe na životni ciklus samih infektivnih agenata. Isti meteorološki čimbenici utječu na prijenos hidričnih i bolesti koje se prenose hranom kao što su kolera i ostali oblici dijarealnih bolesti. Vrući, suhi uvjeti pogoduju meningokoknom meningitisu - glavnom uzroku bolesti u većem dijelu Afrike. Sve te bolesti su veliki zdravstveni problemi, te iako je javnozdravstvena zajednica napravila posljednjih desetljeća važne pomake u borbi protiv tih bolesti, one će nastaviti uzrokovati smrt i patnju u dogledno vrijeme. Jedan od važnih izazova u kontroli svih tih zaraznih bolesti jest razumijevanje, i gdje je moguće, predviđanje njihove distribucije u vremenu i prostoru kako bi se omogućile ciljane intervencije, te anticipirale i prevenirale epidemije. To ukazuje na potrebu za kvalitetnom suradnjom između meteorološke i zdravstvene zajednice (WHO/WMO 2012).

Shuman (2011) navodi kako su dodatna istraživanja potrebna vezana uz epidemiologiju i ekologiju zaraznih bolesti koje će vjerojatno biti pogođene klimatskim promjenama. Isto tako navodi kako su ta istraživanja nedovoljno financirana, primarno zato što se radi o kategoriji "zanemarenih bolesti", što znači da te bolesti primarno zahvaćaju ljude koje žive u siromaštvu.

Promjene u uzorcima transmisije zaraznih bolesti je vjerojatno jedna od glavnih posljedica klimatskih promjena. Moramo naučiti više o temeljnoj kompleksnoj uzročnoj vezi, primijeniti tu informaciju u predviđanju budućih utjecaja, koristeći cjelovite, bolje validirane i integrirane modele (WHO 2015).

### 3.2.1. Malarija

Malarija je parazitska bolest koja se prenosi ubodom inficiranih komaraca roda *Anopheles*. Postoji mnogo vrsta parazita malarije, no od pet koji utječu na čovjeka najveća prijetnja zdravlju su *Plasmodium vivax* i *Plasmodium falciparum* (WHO/WMO 2012). Iako je glavna karakteristika malarije vrućica, klinički nalaz može biti iznimno raznolik te može rangirati od blage glavobolje do teških komplikacija koje vode u smrt, pogotovo u slučaju *falciparum* malarije (Bartoloni & Zammarchi 2012).

Unatoč napretku u posljednjim godinama malarija je i dalje bolest od globalnog i regionalnog značenja. Ona je perzistentna prijetnja zdravlju nacijama u razvoju gdje predstavlja ogromnu prepreku mjerama ekonomskog razvoja i smanjuje vjerojatnost življenja zdravog života, pogotovo među ženama, djecom i ruralnim siromašnim stanovništvom (WHO/WMO 2012).

Na malariju otpada 2,68% od ukupnih DALY-a prema podacima studije o globalnom opterećenju bolestima iz 2013. godine. Prema istim podacima ona i dalje spada u pet glavnih uzroka smrti djece mlađe od pet godina (Institute for Health Metrics and Evaluation 2015).

Procjene broja oboljelih i smrti jako variraju: broj oboljelih je negdje između 200 do 500 milijuna, dok smrti oko 1 milijun na godinu. Oko 80% tih slučajeva bolesti i više od 90% smrti se odnosi na 35 zemalja centralne Afrike. Te zemlje podnose najveći teret malarije zbog više čimbenika: najsmrtonosniji tip parazita, najučinkovitiji vektor i loša ruralna infrastruktura (WHO/WMO 2012).

Sezonalnost transmisije malarije je bila prepoznata u ranim stadijima epidemioloških istraživanja. To je dovelo do rasuđivanja da klimatske promjene mogu utjecati na područja gdje se prenosi malarija. Razvoj *P. falciparum* je veoma ovisan o temperaturi i prestaje kada ona padne ispod 16°C. Larve komaraca *Anopheles gambiae* se neće razviti u odrasle jedinke kada je temperatura ispod 16°C, a preživljavanje komarca je limitirano na područja u kojima je temperatura okoliša ispod 40°C. Više okolišne temperature povišuju brzinu metabolizma insekta, što dovodi do češćih uboda. Također, više temperature podržavaju brži razvoj parazita malarije

unutar komarca, povećavajući vjerojatnost da će vektor postati infektivan prije nego li umre. Kao rezultat toga, kontakt vektora i čovjeka, time i frekvencija infektivnih uboda se povisuje pri višim temperaturama. Iznad 35°C preživljavanje vektora opada. Potencijal za transmisiju vektora čini se optimalnim pri 28-30°C. Mnoge druge vrste vektora osim *A. gambiae* mogu prenositi malariju, neke od njih su manje ovisne o okolišnim klimatskim uvjetima. Nastup kišnog perioda je isto povezan s povišenjem incidencije malarije zbog veće gustoće vektora, što je dovelo do razvoja sezonskih prognoza i sustava ranog upozorenja u Africi. Ujedno otkriveno je da vlaga određuje životni vijek komaraca u nekim regijama (Béguin et al. 2014).

### **Javnozdravstveno djelovanje**

Mapiranje, prognoziranje vremena, praćenje tih varijabli i neuobičajenih uvjeta koji mogu potaknuti epidemiju kao što su oluje ili prestanak suše u regiji, omogućavaju zdravstvenim djelatnicima bolje razumijevanje nastupa, intenziteta i trajanja sezone transmisije (WHO/WMO 2012).

Trenutačno znamo malo o utjecaju klimatskih promjena na distribuciju zaraznih bolesti. Unatoč ograničenom znanju u literaturi postoji nekoliko često citiranih primjera koji ukazuju da su klimatske promjene već utjecale na distribuciju zaraznih bolesti, konkretno na malariju. Jedan takav primjer je širenje malarije početkom 1950-tih godina u brdske regije istočne Afrike gdje ova bolest do tada nije postojala. U isto vrijeme došlo je do značajnog smanjenja u prevalenciji malarije u Sahel-u, sušnoj regiji zapadne Afrike koju je tada zahvatila posebno teška suša. Stoga, klimatske promjene ne moraju uvijek rezultirati širenjem tropskih zaraznih bolesti već mogu biti praćene pomacima u geografskom rasponu. U slučaju malarije u brdskim područjima Afrike, taj pomak je rezultirao visokim morbiditetom i mortalitetom zbog širenja bolesti među većinom neimunom populacijom (Shuman 2011).

Ponovno pojavljivanje lokalno prenošene malarije u Grčkoj 2009. godine uzrokovane s *P. vivax* ukazuje na mogućnost ponovnog javljanja malarije na



područjima gdje je bila eradikirana te naglašava potrebu za kvalitetnim praćenjem i mjerama kontrole populacije vektora kao i za pojačanom osviještenošću i edukacijom kliničara u području autohtone malarije (Andriopoulos et al. 2013).

Izrada modela kojima se predviđaju buduće situacije i povezani problemi, posebice zdravstveni, predstavlja okosnicu preventivnog javnozdravstvenog djelovanja. Budući da je malarija jedan od rijetkih klimatski osjetljivih zdravstvenih ishoda, upravo nju su modelirale više nego jedna istraživačka skupina što je omogućilo izradu prve studije koja uspoređuje modele te bolesti. Rezultati te studije ukazuju da buduća klima može biti pogodnija za transmisiju malarije u tropskim brdskim regijama. Međutim, druge važne socioekonomske čimbenike kao što su iskorištavanje zemlje, populacijski rast, urbanizacija, migracijske promjene i ekonomski razvoj će trebati uzeti u obzir za detaljnije procjene budućeg rizika (Caminade et al. 2014).

Model Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), koji uzima u obzir i socioekonomski razvoj, predviđa daljnje značajno smanjivanje geografskog utjecaja malarije do 2050. godine. Prema tom modelu klimatske promjene imaju puno slabiji utjecaj nego li porast bruto nacionalnog dohotka po glavi stanovnika. Taj ishod, međutim, počiva na optimističnim procjenama socioekonomskog razvoja. Čak i tada, klimatske promjene imaju važan utjecaj na projiciranu distribuciju malarije, dovodeći do povećanja u projiciranoj populaciji pod rizikom u usporedbi sa scenarijem u kojem nije došlo do klimatskih promjena (Béguin et al. 2014).

### 3.3. Poplave i oluje

Poplave su najčešći tip prirodnih katastrofa. Oko 120 milijuna ljudi je izloženo obalnim poplavama povezanim s tropskim olujama svake godine (Lloyd et al. 2014a, Smith et al. 2014). Poplave mogu uzrokovati masivna razaranja, rezultirajući gubitkom života i uništavanjem kako privatnog vlasništva, tako i kritičnih javnozdravstvenih infrastruktura što dovodi do enormnih ekonomskih gubitaka. (WHO/WMO 2012).

Učinak poplava na zdravlje može biti kratkoročan i dugoročan. U kratkoročne se svrstavaju smrti zbog utapanja i akutne traume, ozljede, zdravstveni učinci zbog izloženost toksičnim tvarima, hidrične i vektorske zarazne bolesti. U dugoročne učinke poplava na zdravlje, koji su puno manje istraženi od kratkoročnih, se pak svrstavaju pogoršanje zdravstvenog stanja kronično oboljelih osoba (većinom zbog prekida u opskrbi lijekovima), poremećaji metalnog zdravlja, pothranjenost zbog uništavanja usjeva te lošiji ishodi trudnoća i nepovoljniji učinak na zdravlje djece zbog učinka na zdravlje trudnica. Pod najvećim rizikom od poplava su siromašno gradsko stanovništvo, majke i djeca, stariji i kronično oboljele osobe (Alderman et al. 2012).

Većina scenarija klimatskih promjena ukazuje na to da se u budućnosti mogu očekivati češći meteorološki događaji s intenzivnim oborinama u većini dijelova svijeta. Ako se to dogodi poplave u manjim slivovima će biti češće, no u slučaju većih slivova posljedice su neizvjesne. Znanstveni dokazi ujedno ukazuju na to da će klimatske promjene intenzivirati olujne valove - događaje u kojima se razina mora privremeno povisi zbog ekstremnih meteoroloških uvjeta. To će se dogoditi zbog dva razloga. Prvo, ti događaji će biti češći zbog porasta razine mora uslijed otapanja ledenjaka, a drugo zbog zagrijavanja mora koje će vjerojatno kao posljedicu imati veću učestalost tropskih oluja. Osim toga populacijski rast je posebno jak u obalnim urbanim područjima što će dovesti do toga da će veći broj ljudi biti pod rizikom obalnih poplava. Po pitanju izloženosti, očekuje se da će biti više ljudi izloženo poplavama u Aziji, Africi te Središnjoj i Južnoj Americi (Alderman et al. 2012, Smith et al. 2014).

## Javnozdravstveno djelovanje

Javnozdravstveno djelovanje u poplavama i olujama biti će definirano područjem u kojem se događaju, njihovom snagom, kao i socioekonomskim statusom zahvaćene populacije. Neki od načina kojima se može ojačati (javno)zdravstvena skrb i ublažiti utjecaj poplava i oluja su vidljivi iz sljedeća dva primjera:

1. Godine 1970. do sada najrazornija tropska oluja u svijetu je odnijela oko 500 000 života u Bangladešu, a druga 1991. godine oko 140 000 života. Od 1991. godine, vlada je uz potporu Ujedinjenih naroda (UN), uključujući WHO i WMO, uspostavila sustav ranog upozorenja, skloništa uz obalna područja, timove za spašavanje kao i obuku i opremu za prvu pomoć. Učinkovitost tih mjera se pokazala kada je 2007. godine tropska oluja Sidr pogodila Bangladeš. Ta oluja je bila slične jačine kao ona iz 1991., no broj poginulih je bio značajno manji – 3000 (WHO/WMO 2012).

2. Godine 2010. u Pakistanu je poplava oštetila ili uništila 500 bolnica i klinika, što naglašava činjenicu kako je potrebno je graditi bolnice koje mogu podnijeti lokalne katastrofe, po mogućnosti u područjima koja nisu sklona poplavama kako populacija ne bi ostala bez zdravstvenih usluga kada su najpotrebnije (WHO/WMO 2012).

### 3.4. Pothranjenost

Pothranjenost je oblik malnutricije. To je fizičko stanje koje se mjeri koristeći, među ostalom, antropometrijske indekse kao što je zastoj u rastu (visina za dob). Manjak hrane je jedan od mnogih uzroka pothranjenosti koji, među ostalima, uključuju loše sanitarne mjere, neadekvatan pristup pitkoj vodi, niske razine edukacije žena, opetovane epizode infektivnih bolesti i malu porođajnu težinu (Lloyd et al. 2011). Zastoj u rastu može biti umjeren i težak. Umjerenim zastojem u rastu djece smatra se ako je težina djeteta više od 2 standardne devijacije ispod prosjeka očekivane za dob, dok je težak zastoj u rastu ako se radi o više od 3 standardne devijacije (Lloyd et al. 2011).

Pothranjenost ima veliki utjecaj na globalno zdravlje s obzirom na to da je procijenjena kao temeljni uzrok 45% svih smrti djece mlađe od 5 godina (3,1 milijuna smrti). Osim toga, pothranjenost majki i djece je zaslužna za 10% ukupnog globalnog opterećenja bolestima (Black et al. 2008).

Pothranjenost je jedan od najvažnijih zdravstvenih problema vezanih za klimatske promjene. Tri su mehanizma koja utječu na opskrbu hranom: smanjenje usjeva, povećani gubici i smanjenje hranjivog sadržaja. U prosjeku, očekuje se da će klimatske promjene smanjiti globalnu produkciju hrane za 2% po desetljeću, čak i dok se potražnja povećava za 14%. Konkretno, očekuje se da će klimatske promjene smanjiti usjeve pšenice, kukuruza, sorghuma (žitarice iz porodice trava) i prosa za otprilike 8% diljem Afrike i Južne Azije do 2050. godine. Učestalost bolesti biljaka uzrokovanih gljivama, bakterijama, virusima i algašicama, koje su odgovorne trenutno za 16% gubitaka usjeva, može značajno porasti s klimatskim promjenama. Osim toga nutritivna vrijednost nekih usjeva će se smanjiti. Uslijed povećanih atmosferskih koncentracija CO<sub>2</sub> dolazi do poboljšanja rasta biljaka, no pritom može doći do smanjenja sadržaja bjelančevina u pšenici i riži, kao i željeza i cinka u usjevima kao što su riža, soja, pšenica i grašak (Patz et al. 2014).

Buduće klimatske promjene mogu utjecati na prinose usjeva kroz niz mehanizama koji nisu uključeni u trenutne modele, kao što je povećanje ekstremnih vremenskih događaja (npr. suše i obilne kiše), porast razine mora (gubitak usjeva uslijed gubitka obradivog zemljišta zbog poplava ili salinizacije), promjene u potražnji za vodom i povećanje učestalosti bolesti i različitih štetnika. Nadalje, klimatske promjene će vjerojatno utjecati na pothranjenost kroz druge rute osim utjecaja na prinos usjeva. Može doći do gubitka sredstva za život uslijed smanjenja plodnosti zemlje te do povećanja siromaštva. Zarazne bolesti poput dijarealnih bolesti i malarije mogu postati prevalentne. Ti čimbenici, za koje se može očekivati da će povećati rizik od buduće pothranjenosti, se ne uzimaju u obzir u postojećim modelima (Lloyd et al. 2014b).

Više od 800 milijuna ljudi trenutačno proživljava kroničnu glad, a pretežno se nalaze tamo gdje će prinosi usjeva biti najteže pogođeni (Patz et al. 2014). U slučaju da se trenutni socioekonomski uvjeti nastave, prema modelu WHO, u 2030. godini očekuje se 7,5 milijuna više djece sa zastojem u rastu dok za 2050. godinu se očekuje da ta brojka poraste na 10,1 milijun (Slika 10., stupci B). Čak i neovisno o tome koji se socioekonomski scenarij uzima u obzir (niski rast (L), trenutačni uvjeti (B), visoki rast (H)) očekuje se da će klimatske promjene povećati broj djece sa zastojem u rastu u odnosu na budućnost bez klimatskih promjena. To predstavlja veliki zdravstveni problem kad se uzme u obzir da umjeren zastoj u rastu povećava rizik od smrti za 1,6 puta, a teški za 4,1 puta. Osim toga zastoj u rastu je povezan s većim rizikom od nezaraznih bolesti i nižom ekonomskom produktivnošću u odrasloj dobi (Lloyd et al. 2014b).

Geografska područja za koja se očekuje da će biti najviše pogođena, po pitanju broja djece zaostale u rastu, su subsaharska Afrika i Južna Azija (Lloyd et al. 2014b).



**Slika 10.** Broj djece mlađe od 5 godina sa zastojem u rastu zbog klimatskih promjena u 2030. i 2050. godini

Izvor: Preuzeto iz *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s* s dozvolom WHO.

## Javnozdravstveno djelovanje

U posljednjem izvještaju IPCC-a, koji je obuhvatio dosadašnje studije vezane za projekcije utjecaja klimatskih promjena na pothranjenost, navodi se da će klimatske promjene imati značajan negativan utjecaj na dostupnost kalorija po stanovniku, pothranjenost u djetinjstvu i na smrti djece, te DALY-je povezane s pothranjenošću u zemljama u razvoju (Smith et al. 2014).

Da bi se smanjila i prevenirala buduća pothranjenost potrebno je povećati dostupnost hrane. U tome može pomoći slobodnija trgovina; ulaganje u prometne i komunikacijske infrastrukture za osiguranje pravodobnih lokalnih dostava; navodnjavanje, promoviranje održivih poljoprivrednih praksa i kontinuiran tehnološki napredak. Osim toga potrebno je poboljšati socioekonomske uvjete i smanjiti emisije stakleničkih plinova (Schmidhuber & Tubiello 2007, Lloyd et al. 2011).

### 3.5. Kardiopulmonalno zdravlje

Promjene u globalnom klimatskom sistemu su rezultirale viši mortalitetom i morbiditetom, posebice među vulnerabilnim osobama s već postojećom kardiopulmonalnom bolešću. Osim što može doći do povećanja morbiditeta i mortaliteta uslijed češćih temperaturnih ekstrema, klimatske promjene mogu utjecati na kardiopulmonalno zdravlje i preko onečišćenja zraka (Rice et al. 2014).

*„Onečišćenje zraka označava prisutnost u zraku jedne ili više tvari takvih značajki i u takvim koncentracijama da mogu biti štetni za život i zdravlje ljudi i/ili životinja odnosno da mogu negativno utjecati na biljni svijet, na osjećaj udobnosti čovjeka te da mogu oštetiti predmete koji mu služe. Izvori onečišćenja zraka mogu biti iz prirode (šumski požari, pješčane oluje, vulkanske erupcije, pelud, bakterije, virusi), no mnogo su važniji oni izvori koji su posljedica ljudske djelatnosti kao što su sagorijevanje, industrijski procesi, promet i poljoprivreda.“ (Valić & Cigula 2001).*

Najvažniji sastojak atmosferskog zagađenja povezan s kardiopulmonalnim zdravljem su raspršene (lebdeće) čestice koje nastaju sagorijevanjem fosilnih goriva i služe kao nosači najčešćih zagađivača gusto naseljenih područja – sumporovih i dušikovih oksida (industrijska izgaranja i prometne aktivnosti). Veličina raspršenih čestica odrediti će i mjesto do kojega će one dospjeti inhalacijom – gornji ili donji dio respiratornog trakta pa će time i utjecati na pojavnost i težinu bolesti (Valić & Cigula 2001).

Uslijed onečišćenja atmosfere uočava se povećana incidencija kroničnih respiratornih bolesti, morbiditet uslijed istih, kao i pri atmosferskim incidentima povećani mortalitet. Također, kardiovaskularne bolesti u populaciji dodatno su naglašene pri većim atmosferskim onečišćenjima, posebno pri većim koncentracijama CO (Valić & Cigula 2001).

Više razine CO<sub>2</sub> i toplija klima će vjerojatno pogoršati globalno opterećenje alergijskim bolestima, čija je prevalencija u porastu u industrijaliziranom svijetu već više od 50 godina. Diljem svijeta, između 10 i 30% ljudi periodično pati od alergijskog rinitisa. Više temperature produžuju peludnu sezonu u umjerenim klimama jer biljke

cvjetaju ranije u proljeće. Od 1995. do 2009. godine peludna sezona se produžila s 13 na 27 dana iznad 44° sjeverno u Sjedinjenim Američkim državama. U umjerenom pojasu zbog klimatskih promjena ekstremni vremenski uvjeti, koji uključuju jake vjetrove, i teške oborine će biti učestaliji što može pridonijeti iznenadnom otpuštanju velike količine alergena (Rice et al. 2014).

Svjetska zdravstvena organizacija procjenjuje da diljem svijeta 235 milijuna ljudi pati od astme. Ona može biti uzrokovana mnogim čimbenicima, uključujući lošom kvalitetom zraka i prisutnošću snažnih aeroalergena (WHO/WMO 2012). Duže, potentnije sezone alergija će vjerojatno biti značajno nepovoljne za osobe s astmom. Veći broj studija rađenih u umjerenim klimama su utvrdile povećanje broja posjeta hitnim odjelima zbog astme za vrijeme visokih koncentracija peluda (Rice et al. 2014).

## **Javnozdravstveno djelovanje**

Najopsežnija procjena utjecaja izlaganja ljudi čestičnom i ozonskom onečišćenju na globalno zdravlje objavljena u posljednjih godina jest „Komparativna procjena rizika“ provedena kao dio projekta „Globalnog opterećenja bolestima“ iz 2010. godine (Lim et al. 2012). Njome je utvrđeno da je zdravstveni utjecaj kućnog izlaganja čestičnom onečišćenju zraka zbog lošeg sagorijevanja krutih goriva za kuhanje, zajedno s općim okolišnim onečišćenjem zraka, bio oko 6,8 milijuna preuranjenih smrti godišnje, s oko 5% preklapanja tj. radi općeg okolišnog onečišćenja nastalog zbog upotrebe kućanskih goriva. Stavljeno u okvir DALY-a, čestično onečišćenje zraka jer bilo odgovorno za oko 190 milijuna DALY-a u 2010. godini, tj. za oko 7,6% svih ukupnih DALY-a. To svrstava čestično onečišćenje zraka među najveće globalne rizične čimbenike uz pušenje, visoki krvni tlak i alkohol (Smith et al. 2014).

Upravo zbog sve većeg broja ljudi koji obolijevaju od kardiopulmonalnih bolesti uzrokovanih onečišćenjima iz atmosfere, najveći je značaj preventivnog djelovanja. Uz provođenje mjera za zaštitu zraka (ocjenjivanje učinaka onečišćenja, sistematsko



mjerenje koncentracija onečišćujućih tvari i usporedba s graničnim vrijednostima, smanjenje emisija na izvorima i upozoravanje stanovništva za vrijeme visokih koncentracija), kontinuiranu edukaciju vulnerabilnih grupa i liječnika obiteljske medicine, najveći će značaj imati provođenje mjera za smanjenje stakleničkih plinova na globalnoj razini (Valić & Cigula 2001).

### 3.6. Mentalno zdravlje

Osim što klimatske promjene mogu utjecati na tjelesno zdravlje mogu utjecati i na mentalno zdravlje (Padhy et al. 2015). Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji mentalno zdravlje se definira kao stanje dobrobiti u kojem pojedinac ostvaruje svoje potencijale, može se nositi s normalnim životnim stresom, može raditi produktivno te je sposoban pridonositi svojoj zajednici (Vins et al. 2015).

Tako će vremenski uvjeti kao što su poplave, suše i toplinski valovi imati tendenciju povećanja stresa u onih koji su već mentalno oboljeli, a za one koje još nisu oboljeli to može biti dovoljan stres da obole (Smith et al. 2014). Klimatske promjene mogu utjecati na mentalno zdravlje direktno izlažući ljude psihološkoj traumi povezanoj s većom frekvencijom, intenzitetom i trajanjem katastrofa povezanih s klimom, uključujući i izlaganje ekstremnim temperaturama, a i uništavajući krajolik, što pak smanjuje osjećaj pripadnosti koji ljudi imaju iz njihove povezanosti sa zemljom. Indirektan utjecaj klimatske promjene mogu imati utječući na tjelesno zdravlje i na dobrobit zajednice. Na prvo kroz povećanje toplinskog stresa, razne bolesti i prekid opskrbe hranom, dok na drugo kroz nastalu ekonomsku štetu koja pak dovodi do oštećenja društvenog tkiva zajednice (Berry et al. 2010).

Povećanje okolišne temperature uslijed globalnog zatopljenja će vjerojatno povećati učestalost agresivnog ponašanja i nasilnih samoubojstava. Prolongirane suše uslijed klimatskih promjena mogu dovesti do većeg broja samoubojstava zemljoradnika. Povećanje frekvencije prirodnih katastrofa, kao što su poplave, tropske oluje i požari, može povećati učestalost posttraumatskog stresnog poremećaja, poremećaja prilagođavanja i depresije. Promjene u klimi i globalno zatopljenje mogu dovesti do potrebe za migracijom, što pak može dovesti do akulturacijskog stresa koji može biti podloga za razne psihijatrijske poremećaje (Padhy et al. 2015).

Klimatske promjene i mentalno zdravlje su veliki i rastući globalni problemi. Unatoč tome problemi mentalnog zdravlja povezanih s klimatskim promjenama su

slabo istraženi, a još manje je istraživanja napravljeno po pitanju njihovih dugoročnih efekata (Berry et al. 2010).

### **Javnozdravstveno djelovanje**

U smislu javnozdravstvenih strategija koje štite mentalno zdravlje u slučaju prirodnih katastrofa najviše se radi na jačanju društvenih potpornih mreža i pružanju zdravstvene zaštite usmjerene na mentalno zdravlje nakon katastrofe. Kad su u pitanju prolongirane suše korisno je povećati zdravstvenu pismenost po pitanju mentalnog zdravlja, ojačati zajednicu kroz društvene događaje te širiti informacije vezane za sušu. U slučaju migracija važna zaštitna strategija je održati obitelji, čak i cijele zajednice na okupu (Patz et al. 2014).

## 4. Zaključak

Klimatske promjene su najveći uzrok rastućih zdravstvenih i javnozdravstvenih problema na globalnoj razini. Iako dosadašnje studije potvrđuju povezanost povećane incidencije niza bolesti/bolesnih stanja u populacijama diljem svijeta i klimatskih promjena, još uvijek se čini kao da cost-benefit preventivnog djelovanja nije prepoznat od strane vodećih osoba.

Dugoročno gledano - prevencija povećanog morbiditeta i mortaliteta uzrokovanih ekstremnim temperaturama, onečišćenjem atmosfere, povećanim brojem prirodnih katastrofa, smanjenjem obradivih površina – predstavlja jedini način očuvanja globalnog zdravlja. Sve mjere ublažavanja klimatskih promjena koje nam stoje na raspolaganju imamo moralnu obavezu upotrijebiti kako bi zaštitili sadašnje i buduće zdravlje globalne populacije.

## **5. Zahvale**

Zahvaljujem se doc.dr.sc. Iskri Alexandri Noli na uputama, strpljenju i razumijevanju koje mi je pružila za vrijeme pisanja ovog rada.

Ujedno se ovom prilikom zahvaljujem na pruženoj podršci tijekom studija svojim brižnim roditeljima.

## 6. Literatura

- Alderman K, Turner LR, Tong S (2012) Floods and human health: a systematic review. *Environ Int* 47:37–47
- Andriopoulos P, Economopoulou A, Spanakos G, Assimakopoulos G (2013) A local outbreak of autochthonous *Plasmodium vivax* malaria in Laconia, Greece—a re-emerging infection in the southern borders of Europe? *Int J Infect Dis* 17:e125–e128
- Bartoloni A, Zammarchi L (2012) Clinical aspects of uncomplicated and severe malaria. *Mediterr J Hematol Infect Dis* 4:e2012026
- Beaglehole R, Bonita R (2010) What is global health? *Glob Health Action* 3
- Béguin A, Rocklöv J, Åström C, Sauerborn R, Louis V, Hales S (2014) Malaria. In: Hales S, Kovats S, Lloyd S, Campbell-Lendrum D (eds) *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. Geneva, Switzerland, World Health Organization
- Berry HL, Bowen K, Kjellstrom T (2010) Climate change and mental health: a causal pathways framework. *Int J Public Health* 55:123–32
- Black RE, Allen LH, Bhutta Z a., Caulfield LE, Onis M de, Ezzati M, Mathers C, Rivera J (2008) Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet* 371:243–260
- Bouchama A, Dehbi M, Mohamed G, Matthies F, Shoukri M, Menne B (2007) Prognostic factors in heat wave related deaths: a meta-analysis. *Arch Intern Med* 167:2170–2176
- Bouchama A, Knochel JP (2002) Heat stroke. *N Engl J Med* 346:1978–88
- Caminade C, Kovats S, Rocklov J, Tompkins AM, Morse AP, Colón-González FJ, Stenlund H, Martens P, Lloyd SJ (2014) Impact of climate change on global malaria distribution. *Proc Natl Acad Sci U S A* 111:3286–91
- Cubasch U, Wuebbles D, Chen D, Facchini MC, Frame D, Mahowald N, Winther J-G (2013) Introduction. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (eds) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, p 119–158

- Forster P, Ramaswamy V, Artaxo P, Bernsten T, Betts R, Fahey DW, Haywood J, Lean J, Lowe DC, Myhre G, Nganga J, Prinn R, Raga G, Schulz M, Dorland R Van (2007) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press
- Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, Guihenneuc-Jouyaux C, Clavel J, Jouglu E, Hémon D (2006) Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health* 80:16–24
- Global Burden of Disease Study 2013 Collaborators (2015) Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 386:743–800
- Hajat S, O'Connor M, Kosatsky T (2010) Health effects of hot weather: from awareness of risk factors to effective health protection. *Lancet* 375:856–63
- Hegerl GC, Zwiers FW, Braconnot P, Gillett NP, Luo Y, Marengo Orsini JA, Nicholls N, Penner JE, Stott PA (2007) Understanding and Attributing Climate Change. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., Cambridge University Press
- High Global Warming Potential Gas Abatement (2015) <http://www.c2es.org/technology/factsheet/high-global-warming-potential-gas-abatement>. Accessed 13.10.2015.
- Honda Y, Kondo M, McGregor G, Kim H, Guo Y-L, Hales S, Kovats S (2014) Heat-related mortality. In: Hales S, Kovats S, Lloyd S, Campbell-Lendrum D (eds) *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. Geneva, Switzerland, World Health Organization
- Institute for Health Metrics and Evaluation (2015) GBD Compare. <http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare>. Accessed 18.11.2015.
- IPCC (2013a) Summary for Policymakers. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (eds) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, p 1–30

- IPCC (2013b) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (TF Stocker, D Qin, G-K Plattner, M Tignor, SK Allen, J Boschung, A Nauels, Y Xia, V Bex, and PM Midgley, Eds.). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press
- IPCC (2014a) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Team Core Writing, RK Pachauri, and LA Meyer, Eds.). Geneva, Switzerland, IPCC
- IPCC (2014b) *Summary for Policymakers. In: Edenhofer O, Pichs-Madruga R, Sokona Y, Farahani E, Kadner S, Seyboth K, Adler A, Baum I, Brunner S, Eickemeier P, Kriemann B, Savolainen J, Schlömer S, Stechow C von, Zwickel T, Minx JC (eds) Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press*
- Kolčić I, Vorko Jović A (2012) *Epidemiologija*. Zagreb, Medicinska naklada
- Koplan JP, Bond TC, Merson MH, Reddy KS, Rodriguez MH, Sewankambo NK, Wasserheit JN (2009) Towards a common definition of global health. *Lancet* 373:1993–1995
- Leiserowitz A, Feinberg G, Rosenthal S, Smith N, Anderson A, Roser-Renouf C, Maibach E (2014) *What's In A Name? Global Warming vs. Climate Change*. New Haven, CT
- Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, Amann M, Anderson HR, Andrews KG, Aryee M, Atkinson C, Bacchus LJ, Bahalim AN, Balakrishnan K, Balmes J, Barker-Collo S, Baxter A, Bell ML, Blore JD, Blyth F, Bonner C, Borges G, Bourne R, Boussinesq M, Brauer M, Brooks P, Bruce NG, Brunekreef B, Bryan-Hancock C, Bucello C, Buchbinder R, Bull F, Burnett RT, Byers TE, Calabria B, Carapetis J, Carnahan E, Chafe Z, Charlson F, Chen H, Chen JS, Cheng AT-A, Child JC, Cohen A, Colson KE, Cowie BC, Darby S, Darling S, Davis A, Degenhardt L, Dentener F, Jarlais DC Des, Devries K, Dherani M, Ding EL, Dorsey ER, Driscoll T, Edmond K, Ali SE, Engell RE, Erwin PJ, Fahimi S, Falder G, Farzadfar F, Ferrari A, Finucane MM, Flaxman S, Fowkes FGR, Freedman G, Freeman MK, Gakidou E, Ghosh S, Giovannucci E, Gmel G, Graham K, Grainger R, Grant B, Gunnell D, Gutierrez HR, Hall W, Hoek



HW, Hogan A, Hosgood HD, Hoy D, Hu H, Hubbell BJ, Hutchings SJ, Ibeanusi SE, Jacklyn GL, Jasrasaria R, Jonas JB, Kan H, Kanis JA, Kassebaum N, Kawakami N, Khang Y-H, Khatibzadeh S, Khoo J-P, Kok C, Laden F, Lalloo R, Lan Q, Lathlean T, Leasher JL, Leigh J, Li Y, Lin JK, Lipshultz SE, London S, Lozano R, Lu Y, Mak J, Malekzadeh R, Mallinger L, Marcenes W, March L, Marks R, Martin R, McGale P, McGrath J, Mehta S, Mensah GA, Merriman TR, Micha R, Michaud C, Mishra V, Mohd Hanafiah K, Mokdad AA, Morawska L, Mozaffarian D, Murphy T, Naghavi M, Neal B, Nelson PK, Nolla JM, Norman R, Olives C, Omer SB, Orchard J, Osborne R, Ostro B, Page A, Pandey KD, Parry CDH, Passmore E, Patra J, Pearce N, Pelizzari PM, Petzold M, Phillips MR, Pope D, Pope CA, Powles J, Rao M, Razavi H, Rehfuess EA, Rehm JT, Ritz B, Rivara FP, Roberts T, Robinson C, Rodriguez-Portales JA, Romieu I, Room R, Rosenfeld LC, Roy A, Rushton L, Salomon JA, Sampson U, Sanchez-Riera L, Sanman E, Sapkota A, Seedat S, Shi P, Shield K, Shivakoti R, Singh GM, Sleet DA, Smith E, Smith KR, Stapelberg NJC, Steenland K, Stöckl H, Stovner LJ, Straif K, Straney L, Thurston GD, Tran JH, Dingenen R Van, Donkelaar A van, Veerman JL, Vijayakumar L, Weintraub R, Weissman MM, White RA, Whiteford H, Wiersma ST, Wilkinson JD, Williams HC, Williams W, Wilson N, Woolf AD, Yip P, Zielinski JM, Lopez AD, Murray CJL, Ezzati M, AlMazroa MA, Memish ZA (2012) A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 380:2224–60

Lloyd SJ, Kovats RS, Chalabi Z (2011) Climate change, crop yields, and undernutrition: development of a model to quantify the impact of climate scenarios on child undernutrition. *Environ Health Perspect* 119:1817–23

Lloyd S, Kovats S, Chalabi Z (2014a) Coastal flood mortality. In: Hales S, Kovats S, Lloyd S, Campbell-Lendrum D (eds) *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. Geneva, Switzerland, World Health Organization

Lloyd S, Kovats S, Chalabi Z (2014b) Undernutrition. In: Hales S, Kovats S, Lloyd S, Campbell-Lendrum D (eds) *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. Geneva, Switzerland, World Health Organization

Luber G, Prudent N (2009) Climate change and human health. *Trans Am Clin Climatol Assoc* 120:113–7

Myhre G, Shindell D, Bréon F-M, Collins W, Fuglestedt J, Huang J, Koch D, Lamarque J-F, Lee D, Mendoza B, Nakajima T, Robock A, Stephens G,

- Takemura T, Zhang H (2013) Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (eds) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press
- O'Neill MS, Carter R, Kish JK, Gronlund CJ, White-Newsome JL, Manarolla X, Zanobetti A, Schwartz JD (2009) Preventing heat-related morbidity and mortality: New approaches in a changing climate. *Maturitas* 64:98–103
- Padhy SK, Sarkar S, Panigrahi M, Paul S (2015) Mental health effects of climate change. *Indian J Occup Environ Med* 19:3–7
- Patarčić M (2015) Klima i klimatske promjene. [http://klima.hr/klima.php?id=klimatske\\_promjene#sec1](http://klima.hr/klima.php?id=klimatske_promjene#sec1). Accessed 3.10.2015.
- Patz JA, Frumkin H, Holloway T, Vimont DJ, Haines A (2014) Climate change: challenges and opportunities for global health. *JAMA* 53726:1565–80
- Rhein M, Rintoul SR, Aoki S, Campos E, Chambers D, Feely RA, Gulev S, Johnson GC, Josey SA, Kostianoy A, Mauritzen C, Roemmich D, Talley LD, Wang F (2013) Observations: Ocean. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (eds) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, p 255–316
- Rice MB, Thurston GD, Balmes JR, Pinkerton KE (2014) Climate change. A global threat to cardiopulmonary health. *Am J Respir Crit Care Med* 189:512–9
- Schmidhuber J, Tubiello FN (2007) Global food security under climate change. *Proc Natl Acad Sci U S A* 104:19703–19708
- Shuman EK (2011) Global climate change and infectious diseases. *Int J Occup Environ Med* 2:11–9
- Smith KR, Woodward A, Campbell-Lendrum D, Chadee DD, Honda Y, Liu Q, Olwoch JM, Revich B, Sauerborn R (2014) Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. In: Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, White LL (eds) *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the*

- Intergovernmental Panel of Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, p 709–754
- Understanding Global Warming Potentials (2015)  
<http://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gwps.html>. Accessed 3.10.2015.
- Valić F (2001) Globalni zdravstvenoekološki problemi. In: Zdravstvena ekologija. Zagreb, Medicinska naklada
- Valić F, Cigula M (2001) Onečišćenje zraka. In: Zdravstvena ekologija. Zagreb, Medicinska naklada
- Vaughan DG, Comiso JC, Allison I, Carrasco J, Kaser G, Kwok R, Mote P, Murray T, Paul F, Ren J, Rignot E, Solomina O, Steffen K, Zhang T (2013) Observations: Cryosphere. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (eds) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, p 317–382
- Vins H, Bell J, Saha S, Hess JJ (2015) The Mental Health Outcomes of Drought: A Systematic Review and Causal Process Diagram. *Int J Environ Res Public Health* 12:13251–75
- Wexler RK (2002) Evaluation and treatment of heat-related illnesses. *Am Fam Physician* 65:2307–14
- WHO Climate change and infectious diseases.  
<http://www.who.int/globalchange/climate/summary/en/index5.html>. Accessed 22.11.2015.
- WHO/WMO (2012) Atlas of health and climate. Geneva, Switzerland, World Health Organization

## 7. Životopis

Rođen sam u Zagrebu 5.11.1988. godine.

Obrazovanje:

- OŠ Marija Jurić Zagorka 1995.-2003.
- XV Gimnazija („MIOC“) 2003.-2007.
- Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu 2007.-