

# Klimatske promjene i Zdravlje edukativni materijal za predavanja u učionici



Erasmus+



CLIMATEMED

CLIMATEMED Projekat – 2024



**Co-funded by  
the European Union**

**Disclaimer:** Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the Foundation for the Development of the Education System. Neither the European Union nor entity providing the grant can be held responsible for them.

The CLIMATEMED Project has developed this learning material with the support of the European Committee under the Erasmus+ framework  
2021-2-HU01-KA220-HED-000050972.

**CLIMATEMED Project lead partner:**

University of Pécs, Pécs, Hungary

**CLIMATEMED Project consortium partners:**

Center for Health, Exercise and Sport Science,  
Beograd, Serbia

George Emil Palade University of Medicine,  
Pharmacy, Science, and Technology of Târgu  
Mureș, Târgu Mureș, Romania

National Pharmacy and Public Health Center,  
Budapest, Hungary

University College Cork – National University of  
Ireland, Cork, Ireland

**CLIMATEMED Project contributor partners:**

University of Szeged, Albert Szent-Györgyi  
Medical School, Department of Public Health,  
Szeged, Hungary

University of Novi Sad, Serbia Faculty of Sport  
and Physical Education, Novi Sad, Serbia



# Sadržaj

- 1.** Klimatske promene i njihovi efekti – opšti uvod ..... I.-1
- 2.** Termoregulacija, toplotni efekti, toplotni udar..... II.-1
- 3.** Uticaj klimatskih promena na kardiovaskularne bolesti (KVB) ..... III.-1
- 4.** Klimatske promene i metabolički poremećaji ..... IV.-1
- 5.** Uticaj temperature na funkciju bubrega i bubrežne bolesti ..... V.-1
- 6.** Uticaj klimatskih promena na trudnoću, reproduktivni ishod ..... VI.-1
- 7.** Uticaj klimatskih promena na mentalne bolesti, profesionalno opterećenje ..... VII.-1
- 8.** Farmakološki aspekti, lekovi ..... VIII.-1
- 9.** Uticaj klimatskih promena na vektorske bolesti i druge infekcije..... IX.-1
- 10.** Uticaj klimatskih promena na bolesti koje se prenose vodom, toksične alge, balneologija.. X.-1
- 11.** Uticaj klimatskih promena na alergije i kožne bolesti ..... XI.-1
- 12.** Uticaj klimatskih promena na rak, gljivične bolesti, mikotoksine..... XII.-1
- 13.** Uticaj šumskih požara, suša, ekstremnih vremenskih pojava ..... XIII.-1
- 14.** Ozelenjavanje zdravstvenog sistema, adaptacija, nejednakosti ..... XIV.-1

# Klimatske promene i njihovi efekti

## – opšti uvod

# Ishodi učenja

Po uspešnom završetku kursa, studenti će biti u stanju da:

- se upoznaju sa opštim saznanjima o klimatskim promenama i uzrocima globalnog zagrevanja
- analiziraju osetljive grupe stanovništva, najugroženije osobe
- steknu znanja o direktnim, indirektnim i tercijarni uticajima klimatskih promena na zdravlje ljudi
- proučavaju regionalne uticaje i opasnosti po zdravlje u vezi sa klimom
- nauče o glavnim zdravstvenim temama u vezi sa klimatskim promenama i na taj način dobiju želju za dalje proučavanje zdravstvenih efekata klimatskih promena

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/klimatske-promene-i-zdravlje> Pristupljeno 29. juna 2023.



**Klimatske promjene: proces, pojava ili ljudska aktivnost koja može da izazove gubitak života, povrede ili drugi uticaj na zdravlje, štetu na imovini, društveni ili ekonomski poremećaj ili degradaciju životne sredine.**

<https://unfccc.int/> Pristupljeno 16. marta 2023

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

Klimatske promene su jedan od najvećih izazova našeg vremena. Danas je opšte prihvaćeno da su klimatske promene i gubitak biodiverziteta međusobno povezani i da su i jedno i drugo sve više pod uticajem ljudskih aktivnosti.

Našom edukativnom serijom želimo da skrenemo pažnju na brojne rizike koje predstavlja degradacija ekoloških i klimatskih sistema Zemlje, uključujući pretnje po bezbednost vode i hrane, kvalitet vazduha, dostupnost prirodnih resursa koji se koriste za medicinske, duhovne ili rekreativne svrhe i sredstva za život, raseljavanje stanovništva, sukobi i katastrofe i potencijalni uticaji na obrasce bolesti.

Klimatske promene mogu biti posledica prirodnih procesa ili spoljašnjih uticaja kao što su modulacije solarnih ciklusa, vulkanske erupcije ili antropogene promene u sastavu atmosfere ili korišćenja zemljišta.

Član 1. Okvirne konvencije Ujedinjenih nacija o klimatskim promenama (eng. United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) definiše klimatske promene kao „promenu klime koja se direktno ili indirektno pripisuje ljudskoj aktivnosti koja menja sastav globalne atmosfere i koja je evidentna i pored primećene prirodne varijabilnosti klime u uporedivim vremenskim periodima“.

UNFCCC tako pravi razliku između klimatskih promena koje se mogu pripisati ljudskim

aktivnostima koje menjaju sastav atmosfere i klimatske varijabilnosti koja se može pripisati prirodnim uzrocima.

Rizik od klimatskih promena – Potencijal za štetne posledice u vezi sa klimom, [n.pr.](#) uticaj na kvalitet života, sredstva za život, zdravlje i blagostanje, ekosisteme i vrste, ekonomska, socijalna i kulturna dobra, usluge (uključujući ekosistem usluge) i infrastrukturu.

Antropogene klimatske promene – klimatske promene uz pretpostavku uticaja čoveka, kao što je globalno zagrevanje

Globalno zagrevanje (GW): trend zagrevanja tokom prošlog veka; takođe: svaki period u kome se povećava temperatura Zemljine atmosfere.



“We are on the brink of missing the opportunity to limit global warming to 1.5°C.”

UN Emissions Gap Report, 2019



“Climate change is the single biggest risk that exists to the economy today.”

Henry Paulson,  
Former United States Secretary of the Treasury



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

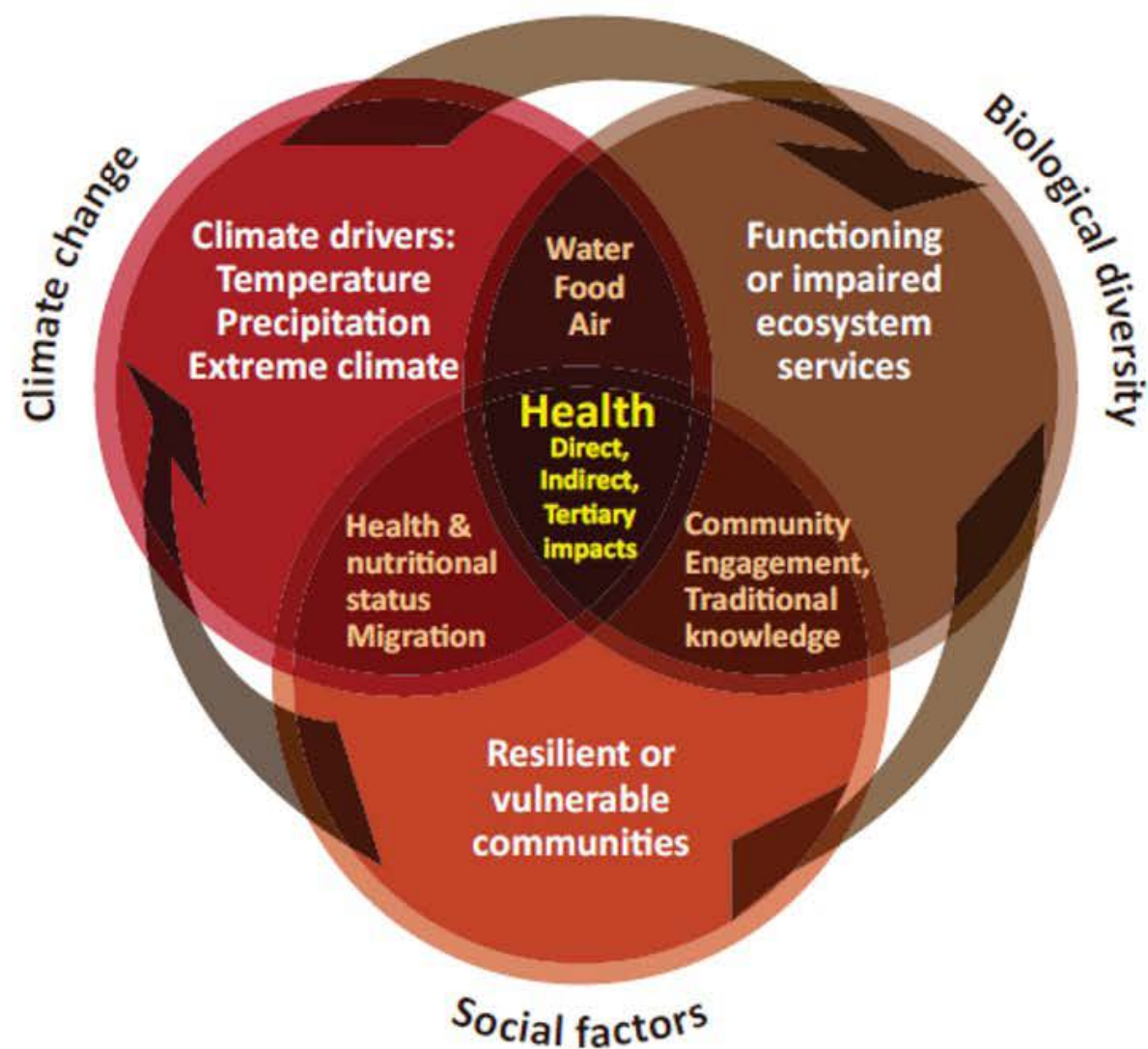


→ Međuvladin panel za klimatske promene, (eng. The Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) zaključio je da svet mora ograničiti porast temperature na 1,5°C, da bi sprečio katastrofalne posledice po zdravlje i sprečio milione smrtnih slučajeva povezanih sa klimatskim promenama. Prošle emisije su već dovele do određenog porasta nivoa globalne temperature i drugih neizbežnih promena klime. Međutim, globalno zagrevanje od čak 1,5°C ne smatra se bezbednim; svaki dodatni deseti deo stepena zagrevanja ozbiljno će uticati na živote i zdravlje ljudi.

→ Iako niko nije bezbedan od ovih rizika, ljudi čije zdravlje je klimatska kriza najpre i najteže pogodila su ljudi koji najmanje doprinose njenim uzrocima, a najmanje su u stanju da zaštite sebe i svoje porodice od nje – ljudi u zemljama sa niskim prihodom i zajednice u nepovoljnom položaju.

→ | [doi.org/10.4337/9781788974912.1.50](https://doi.org/10.4337/9781788974912.1.50)





[https://www.cdc.gov/climateandhealth/images/climate\\_change\\_health\\_impacts](https://www.cdc.gov/climateandhealth/images/climate_change_health_impacts) Pristupljeno 16. marta 2023

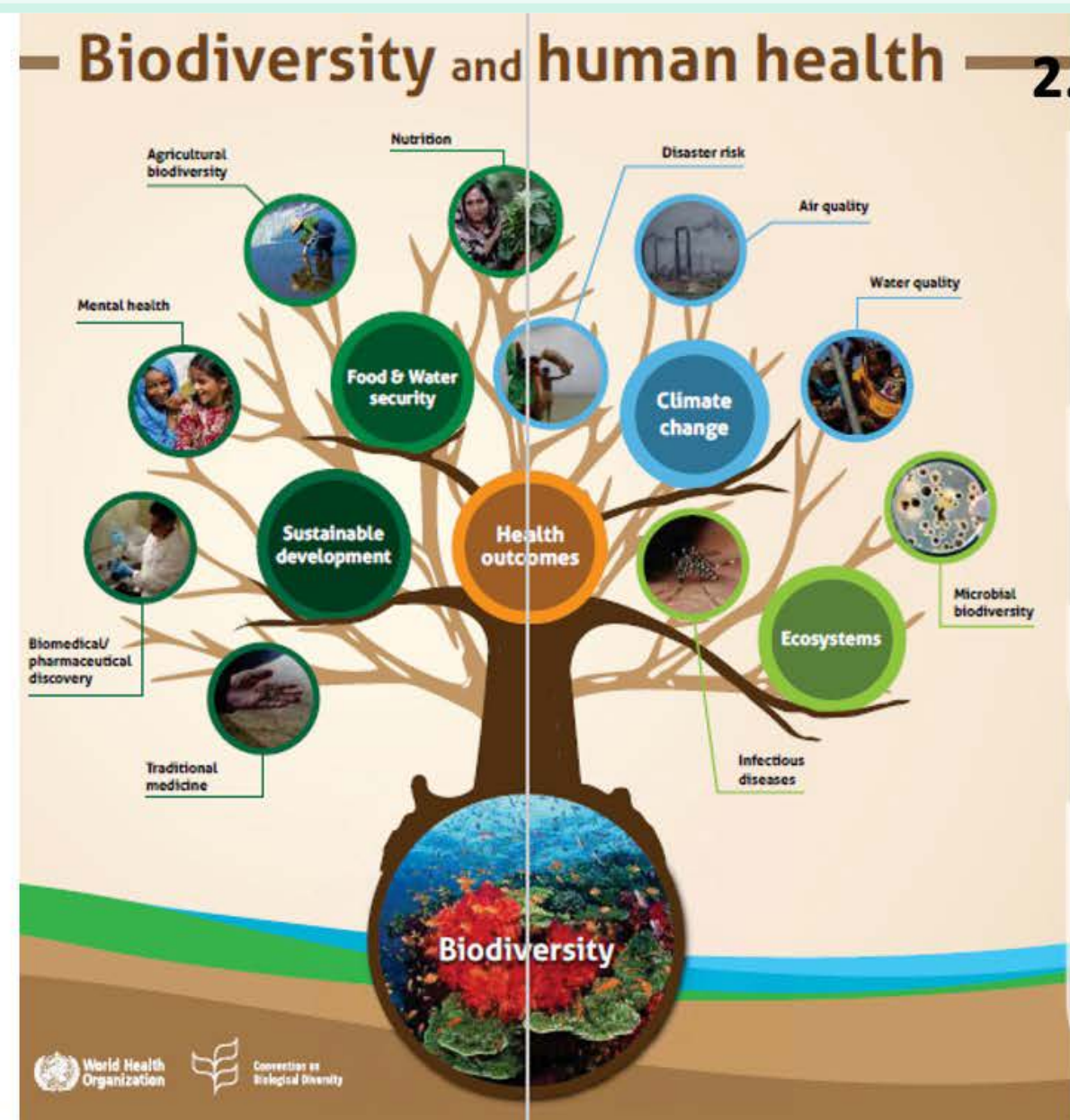
Erasmus+ **Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

Veze između biodiverziteta i zdravlja manifestuju se na različitim prostornim i vremenskim skalama.

<https://www.cbd.int/health/SOK-biodiversity-en.pdf>, p. 15, Pristupljeno 16. marta 2023.



Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Na planetarnom nivou, ekosistemi i biodiverzitet igraju ključnu ulogu u određivanju stanja Zemljinog sistema, regulišući njegove materijalne i energetske tokove i njegove odgovore na nagle i postepene promene. Na intimnijem nivou, ljudski mikrobiom – simbiotske mikrobne zajednice prisutne u našim crevima, na koži, respiratornim i

mokraćno-genitalnim putevima, doprinose našoj ishrani, mogu pomoći u regulisanju našeg imunološkog sistema i sprečavanju infekcija.



## Ključni sektori koji se odnose na zdravlje, životnu sredinu i klimatske promene



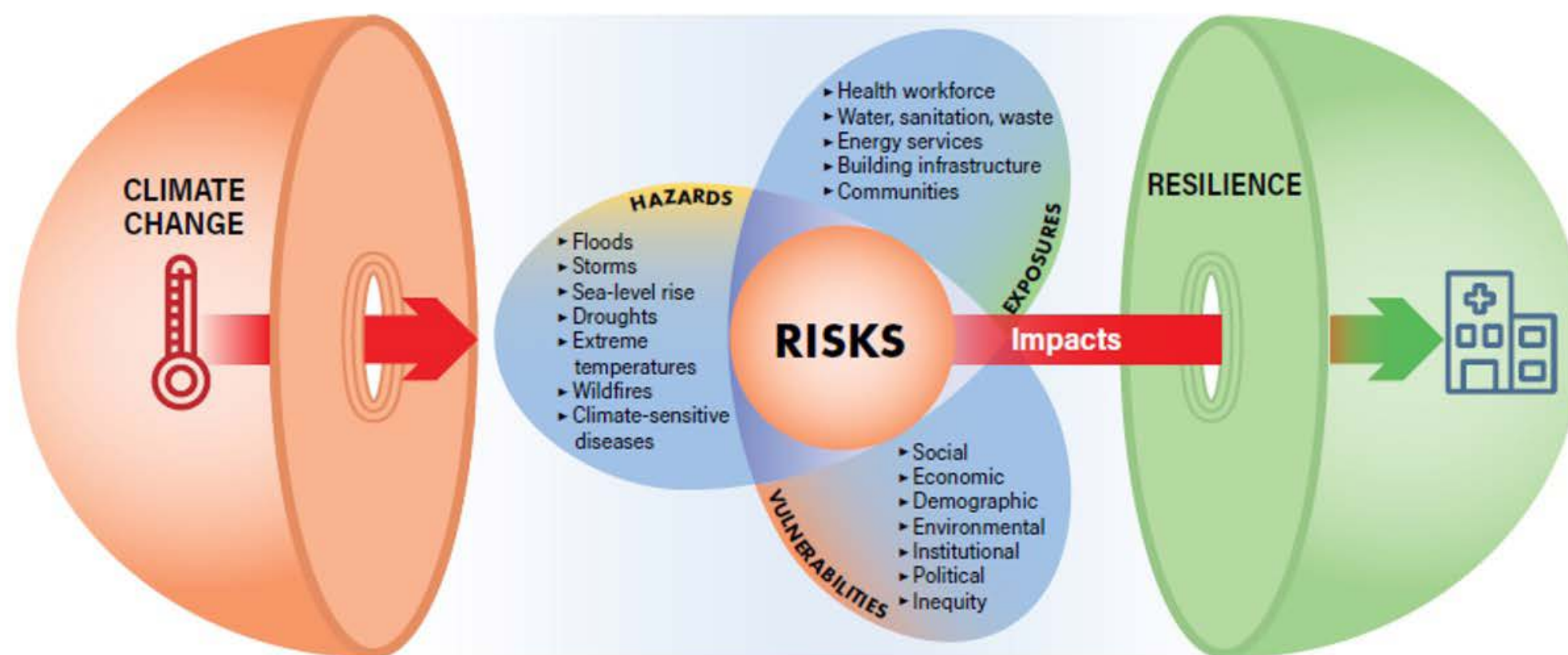
[https://www.who.int/docs/default-source/climate-change/who-global-strategy-on-health-environment-and-climate-change-a72-15.pdf?sfvrsn=20e72548\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/climate-change/who-global-strategy-on-health-environment-and-climate-change-a72-15.pdf?sfvrsn=20e72548_2)– str. 6, pristupljeno 20. juna 2023

Erasmus+ **Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Impacts of climate-related risks on health care facilities



World Health Organization, Checklists to assess vulnerabilities in health care facilities in the context of climate change, ISBN 978-92-4-002290-4 (electronic version) – p. 7.

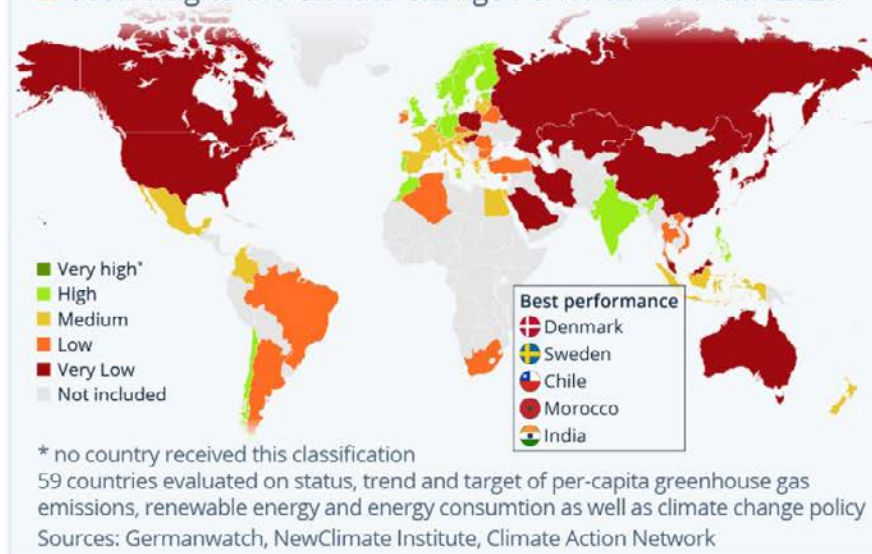
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Which Countries Act to Protect the Climate?

Countries ranked by their climate protection performance according to the Climate Change Performance Index 2023



<https://www.statista.com/chart/28816/climate-change-performance-index/> elérve: 2023 június 16

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Oblasti sa slabom zdravstvenom infrastrukturuom – uglavnom u zemljama u razvoju – biće najmanje sposobne da se nose bez pomoći da se pripreme i odgovore na izazove.

Smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte kroz bolji izbor transporta, hrane i energije može dovesti do poboljšanja zdravlja, posebno kroz smanjenje zagađenja vazduha.

→ <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health>

Klimatske promene već utiču na zdravlje na bezbroj načina, uključujući i to što dovode do smrti i bolesti usled sve češćih ekstremnih vremenskih događaja, kao što su toplotni talasi, oluje i poplave, poremećaj sistema ishrane, porast zoonoza i vektorskih bolesti, kao i problemi mentalnog zdravlja. Štaviše, klimatske promene potkopavaju mnoge društvene determinante dobrog zdravlja, kao što su sredstva za život, jednakost i pristup zdravstvenoj zaštiti i strukturama socijalne podrške.

Ove klimatski osetljive zdravstvene rizike nesrazmerno osećaju najugroženiji, uključujući žene, decu, etničke manjine, siromašne zajednice, migranti ili raseljena lica, starija

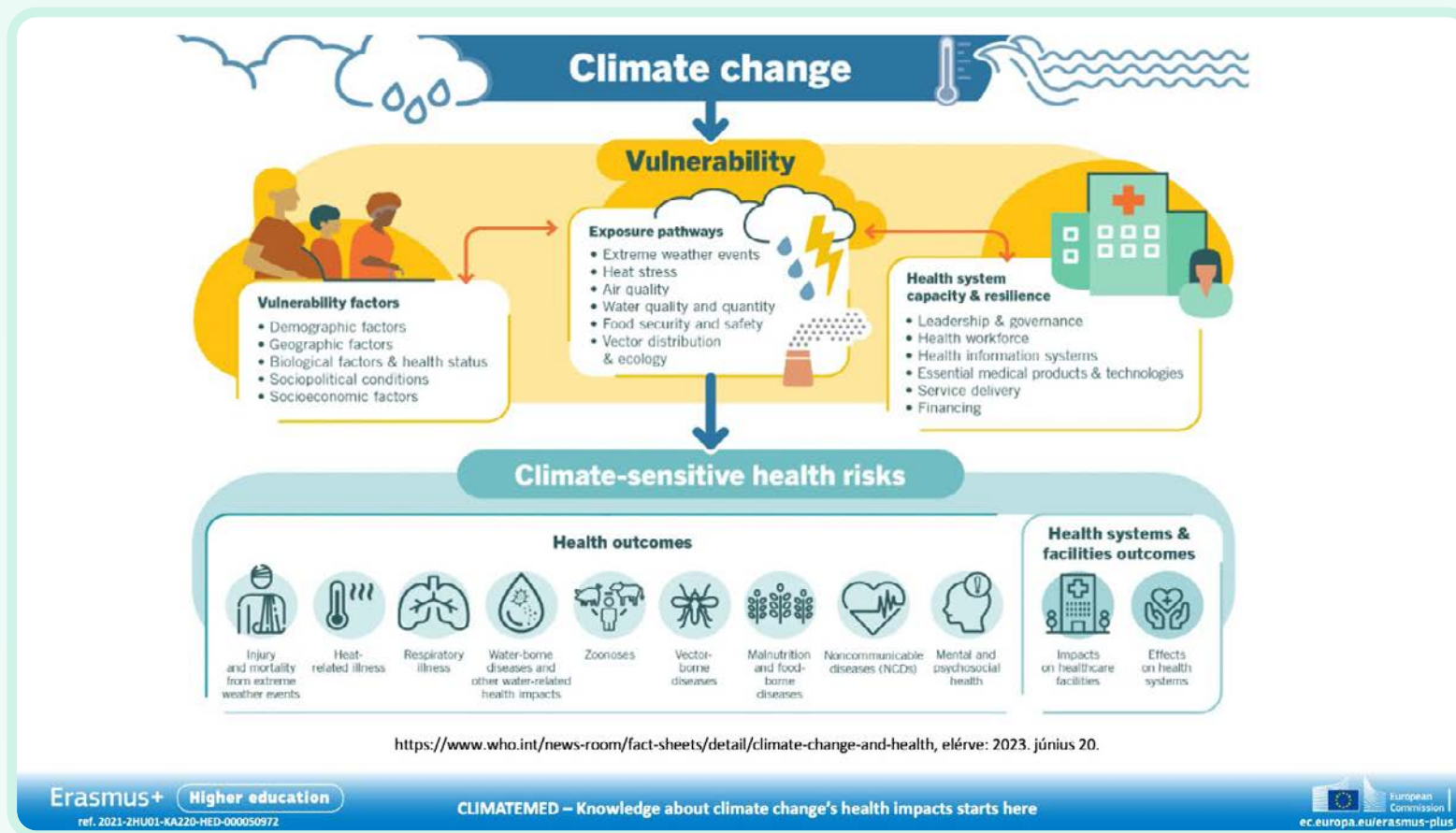
populacija i stanovništvo sa osnovnim bolestima.

Klimatske promene utiču na zdravlje i direktno i indirektno i veoma su ispoljene u ekološkim, društvenim i determinantama javnog zdravlja.

One ugrožavaju osnovne postulate dobrog zdravlja – čist vazduh, bezbednu vodu za piće, snabdevanje hranom i sigurno sklonište – i imaju potencijal da podriju decenije napretka u globalnom zdravlju.

Očekuje se da će između 2030. i 2050. klimatske promene izazvati oko 250 000 dodatnih smrtnih slučajeva godišnje, od neishranjenosti, malarije, dijareje i toplotnog stresa.





## Ugrožene populacije

**Geografija:** Veća je verovatnoća da će iskusiti zdravstvene efekte stanovnici nižih priobalnih naselja, socijalno i ekonomski ugroženo ruralno stanovništvo koje se oslanja na samostalnu poljoprivredu i sa lošijim pristupom uslugama, kao i radnici na otvorenom u zemljama sa toplom klimom. Predviđa se da će regioni Azije i Afrike iskusiti 85 do 95% globalne izloženosti multisektorskim rizicima (uključujući rizike po sektore vode, energije i zemljišta, kao što su intenzitet suše i nedostatak vode, promena potražnje za hlađenjem i izloženost toplotnim talasima, degradacija staništa i prinosi useva)

**Autohtoni identitet:** Klimatske promene predstavljaju veće rizike po zdravlje domorodačkim narodima koji u velikoj meri

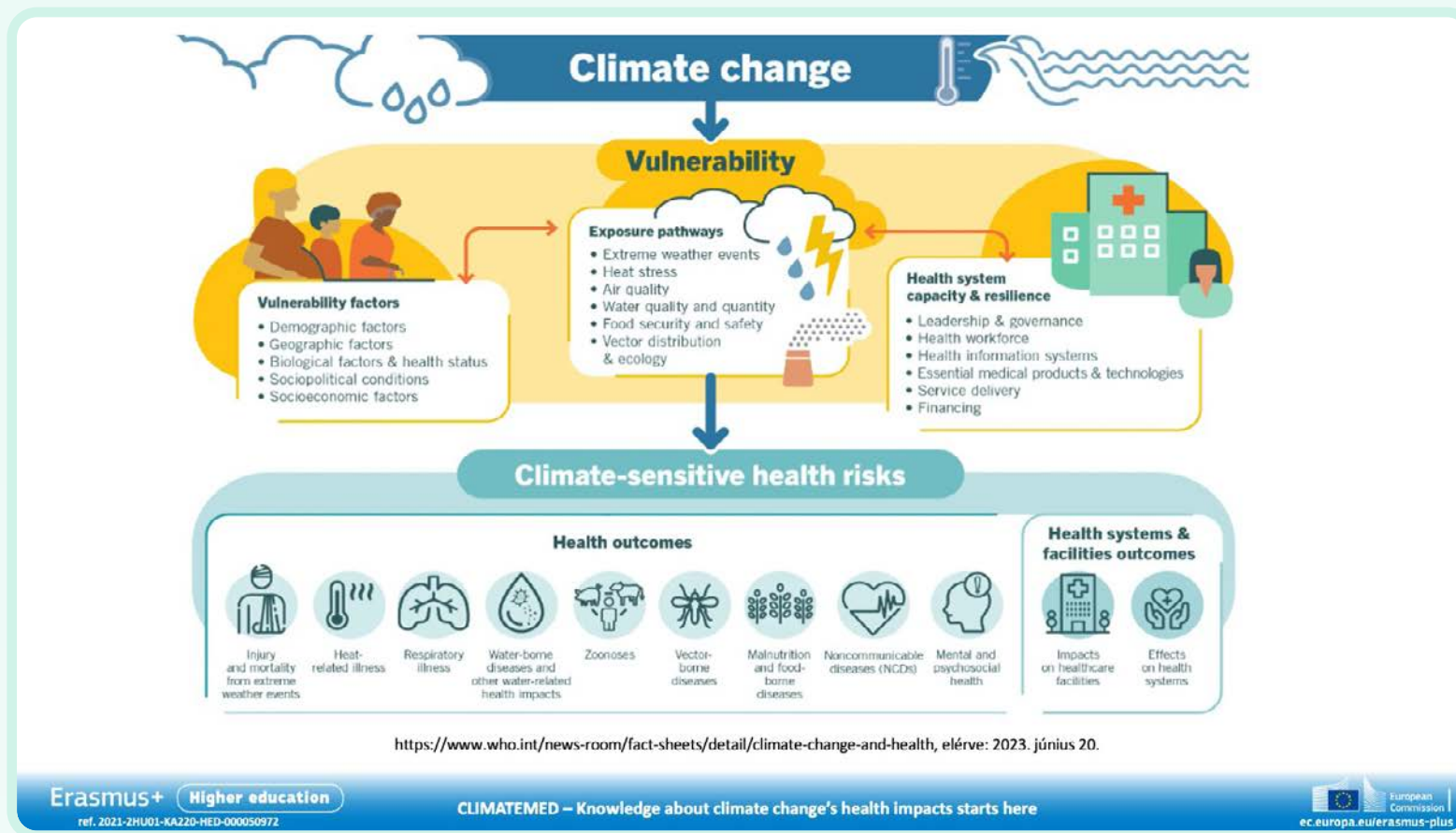
zavise od lokalnih resursa i žive u delovima sveta gde se klima brzo menja, kao što je populacija Inuita na kanadskom Arktiku.

**Trenutni zdravstveni status:** Populacije sa visokom prevalencom stanja kao što su dijabetes, ishemijska bolest srca i HIV, biće osetljivije na zdravstvene efekte klimatskih promena. Populacije izložene osnovnim nivoima patogena i parazita kao što su denga virus (denga groznica) i plazmodijum (malarija) biće u većem riziku od izbijanja epidemije nakon poplava.

**Starosna dob:** Deca su fiziološki podložnija neuhranjenosti, dijareji, malariji i denga groznici. Veća je verovatnoća da će domaćinstva sa decom imati prihode niže od prosečnih,

što decu čini podložnijom nestašici hrane. Stariji ljudi su često manje fiziološki sposobni da reaguju na stresore kao što su toplota i zagađenje vazduha i imaju tendenciju da iskuse veće rizike tokom ekstremnih događaja, zbog svoje slabije pokretljivosti i ograničene sposobnosti da se izvuku iz opasnih situacija.

**Pol:** Žene i devojčice mogu biti izložene većem riziku zdravstvenih efekata klimatskih promena zbog nižeg socioekonomskog statusa i ograničenja koja nameću rodne uloge. U mnogim zemljama, žene i devojke imaju niže osnovne vrednosti ishrane i imaju veći rizik od loše ishrane tokom perioda nestašice hrane. U razvijenim zemljama muškarci su pod većim rizikom od smrti zbog poplava. Međutim, žene se suočavaju sa većim rizikom u zemljama u razvoju, gde je ukupan rizik od smrtnih slučajeva od poplava veći. Tokom toplotnih talasa, muškarci doživljavaju visok rizik od zdravstvenih efekata zbog većeg broja u poslovima koji se obavljaju napolju, iako su žene svih uzrasta možda izložene većem riziku tokom toplotnih talasa uopšte.



**Socio-ekonomski status:** Najsiriromašnije zemlje i regioni unutar njih su najpodložniji zdravstvenim efektima klimatskih promena; socioekonomski najsiriromašniji pojedinci su najugroženiji tokom toplotnih talasa, poplava i tropskih ciklona.

**Pristup zdravstvenoj zaštiti i uslugama:**

Populacije sa lošijim pristupom zdravstvenoj zaštiti i uslugama generalno imaju lošiju otpornost na klimu. Smanjeni kapaciteti zdravstvene zaštite i usluga nakon prirodnih nepogoda mogu omogućiti ponovnu pojavu zaraznih bolesti osetljivih na klimu.

→ <https://chasecanada.org/wp-content/uploads/2021/01/Climate-Change-Toolkit-for-Health-Professionals-Full-Toolkit.pdf>



**40** % of households around the world lack handwashing facilities.

**7** million people die each year from air pollution.

**More than 50** % of the world's population lives in cities.

Multiple vulnerabilities increase the risk of health impacts:

**Ugrožene populacije**



The less able, pregnant, or already infirm



The poor, displaced, and homeless



Children & the elderly



Athletes



Outdoor & manual workers

Many human activities put pressure on the natural environment and increase the risk that new diseases will emerge.

Poor nutrition is a major cause of ill health.

**USD 400** billion is spent on subsidizing fossil fuel use.

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health>. Pristupljeno 20. juna 2023

<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/climate-change-and-health/advocacy-partnerships/manifesto-infografika>

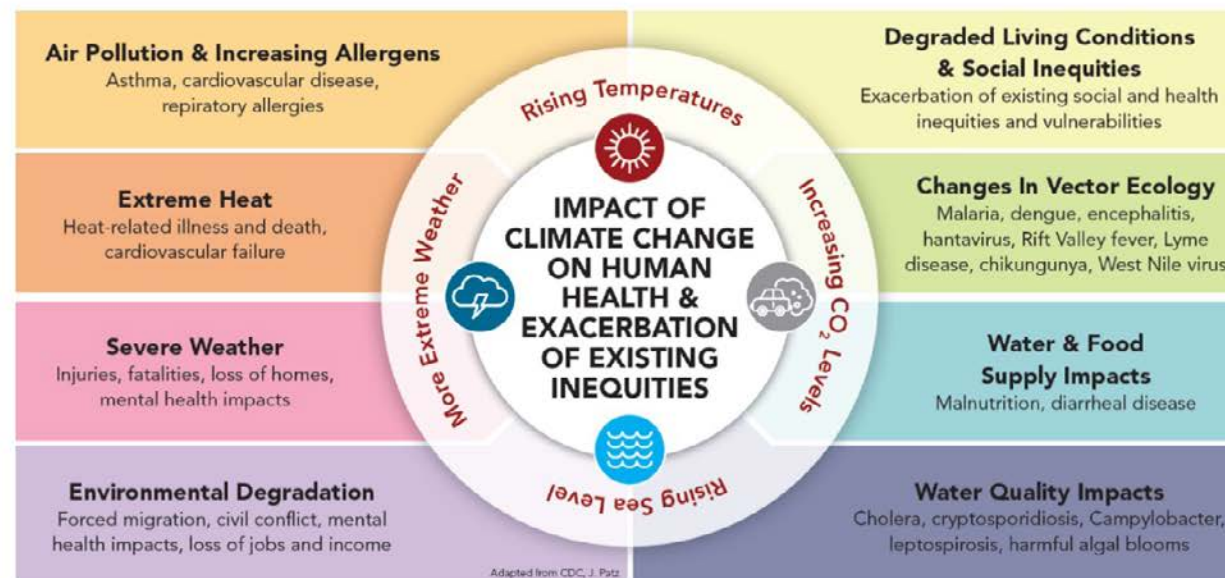
Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Direktni, indirektni i tercijarni uticaji klimatskih promena na zdravlje ljudi



<https://www.adaptationclearinghouse.org/resources/california-climate-change-and-health-equity-program.html>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

**Direktni uticaji** na zdravlje su oni koji se direktno, uzročno mogu pripisati klimatskim promenama i/ili klimatskoj varijabilnosti, kao što je kardiovaskularni rizik povezan sa toplotnim talasima ili rizik od povreda povezan sa intenzivnijim i češćim olujama.

**Indirektni uticaji** na zdravlje nastaju kao mnogobrojni, kao što su promena u distribuciji vektorskih bolesti i zagađenje vazduha u interakciji sa toplotnim talasima.

**Tercijarni uticaji** – kategorija je, po nizu veličina, najvažniji zdravstveni rizik povezan sa klimatskim promenama. To uključuje zdravstvene uticaje gladi, prisilne migracije i ljudskih sukoba, koji su rezultat geofizičkih i ekoloških posledica klimatskih promena,

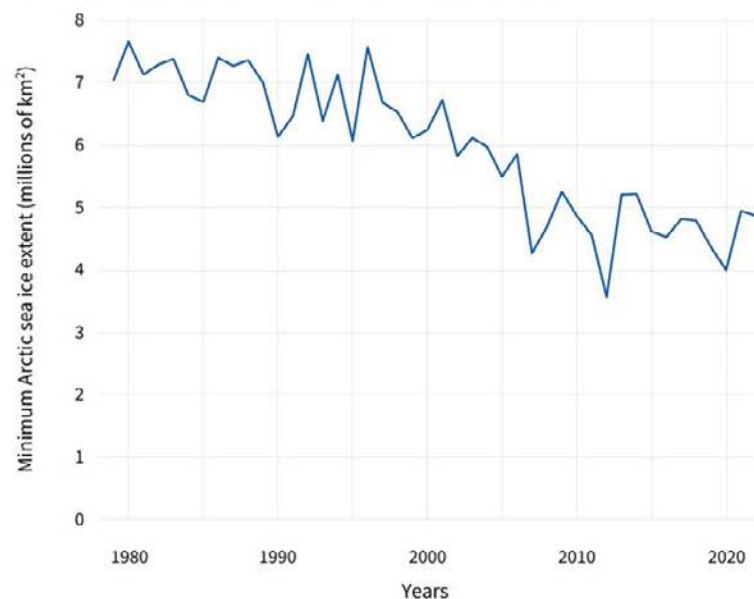
uključujući promenu ekosistema, porast nivoa mora i dugoročne poremećaje u vodosnabdevanju i proizvodnji hrane.

→ [https://www.cdc.gov/climateandhealth/images/climate\\_change\\_health\\_impacts](https://www.cdc.gov/climateandhealth/images/climate_change_health_impacts).



## Direktni uticaji - Toplota

### ARCTIC SEA ICE YEARLY MINIMUM

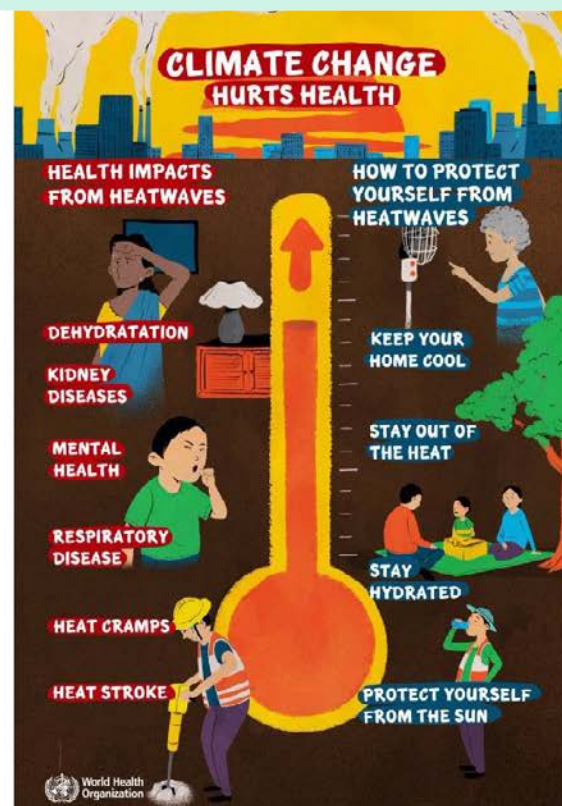


<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-arctic-sea-ice-summer-minimum>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972



European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Direktni uticaji - Toplota

Izloženost toploti može imati direktan uticaj na morbiditet i mortalitet na nivou populacije, zbog povećanja bolesti povezanih sa toplotom (toplotna iscrpljenost i toplotni udar) i većeg rizika od kardiovaskularnih, respiratornih i bubrežnih bolesti

I visoke temperature i toplotni talasi povezani su sa više hospitalizacija kod mentalnih bolesti i povećanim rizikom od samoubistva

Toplota i toplotni talasi takođe utiču na radni kapacitet sektora privrede kao što su poljoprivreda, industrija i usluge.

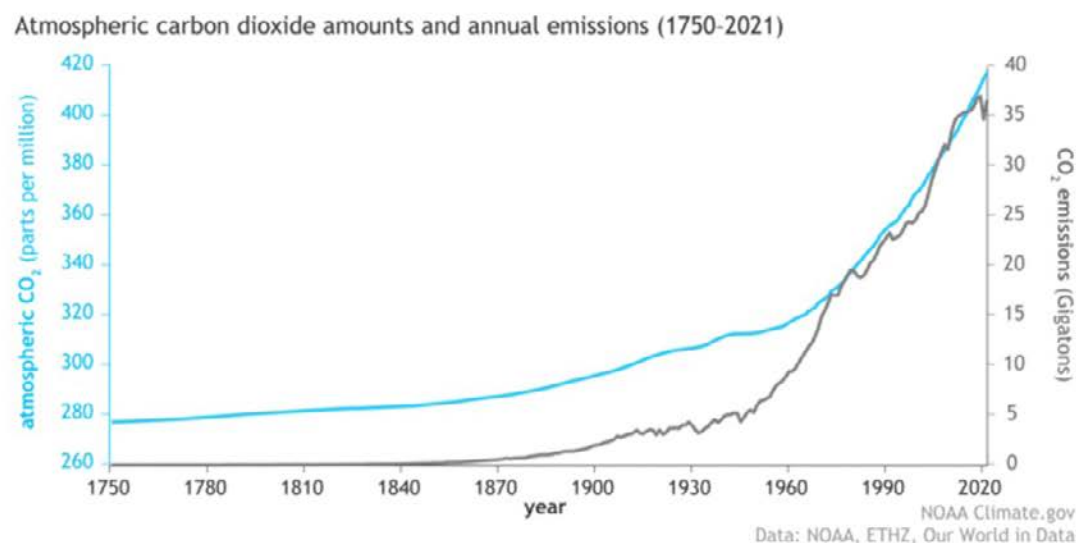
Uticaj toplotnog talasa na zdravlje zavisi od intenziteta i trajanja toplotnih talasa,

aklimatizacije i adaptacije stanovništva, infrastrukture i pripremljenosti.

Ljudi sa hroničnim bolestima koji svakodnevno uzimaju lekove imaju veći rizik od komplikacija i smrti tokom toplotnog talasa, kao i stariji ljudi i deca.

Reakcije na toplotu zavise od sposobnosti svake osobe da se prilagodi, a ozbiljni efekti se mogu pojaviti iznenada. Zbog toga je važno obratiti pažnju na upozorenja i preporuke lokalnih vlasti.

## Indirektni uticaji



Količina ugljen-dioksida u atmosferi (plava linija) porasla je zajedno sa ljudskim emisijama (siva linija) od početka industrijske revolucije 1750. godine.

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>, pristupljeno 16. marta 2023.

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



### Indirektni uticaji

**Zagađenje vazduha:** procenjuje se da izaziva sedam miliona prevremenih smrti godišnje širom sveta

Najveći deo zagađenja vazduha izazvanog ljudskim aktivnostima je posledica sagorevanja goriva za električnu energiju, kuvanje, grejanje, transport, industrijske i poljoprivredne procese. Pošto ove aktivnosti dodatno proizvode emisije gasova sa efektom staklene bašte (GHC), klimatske promene i zagađenje vazduha su neraskidivo povezani.

Klimatske promene utiču na nivo zagađenja vazduha jer više temperature povećavaju broj reakcija koje izazivaju porast prizemnog ozona u atmosferi. Topliji uslovi mogu povećati

proizvodnju i oslobađanje alergena u vazduhu (kao što su spore gljivica i polen biljaka), a viši nivoi ugljen-dioksida (CO<sub>2</sub>) mogu stimulisati rast ovih biljaka. Povećanje alergena u vazduhu može izazvati astmu i druge alergijske respiratorne bolesti.

**Šumski požari:** Predviđa se da će se učestalost velikih požara povećati u mnogim delovima sveta kao rezultat klimatskih promena. Šumski požari mogu dovesti do: akutne smrti usled opekotina i trauma, potrebe za hitnom evakuacijom i simptoma posttraumatskog stresnog poremećaja kod preživelih u evakuacijama. Dim može proizvesti izuzetno visok nivo zagađenja vazduha.

**Ultra - ljubičasto zračenje:** Incidencija i prevalenca nemelanomskih karcinoma kože i očnih bolesti povezanih sa kataraktom povezani su sa nivoima ultraljubičastog (UV) zračenja i maksimalnim letnjim temperaturama. Neizvesno je kako će klimatske promene u budućnosti uticati na stopu raka kože

**Zarazne bolesti koje se prenose hranom i vodom:** Na prenošenje dijareje i crevnih bolesti utiču promene temperature i padavine, a studije pokazuju da više temperature i nedostatak vode povećavaju učestalost pojave dijareje.

Klimatske promene mogu uticati na rast, opstanak, postojanost, prenošenje i/ili virulentnost određenih patogena utičući na kapacitet lokalnog ekosistema da deluje kao rezervoar za vrste koje su vektori bolesti koje se prenose sa životinja.

**Vektorske bolesti:** Na širenje vektorskih bolesti (uključujući malariju, denga groznicu, virus zapadnog Nila i lajmsku bolest) utiču temperatura, padavine, poplave, ekonomski razvoj i programi javnog zdravlja. Na primer, ekonomski razvoj i programi javnog zdravlja mogu smanjiti rizik od malarije i denga groznice, međutim, u većini slučajeva, klimatske promene će povećati rizik.

## Climate Change, the Great Displacer

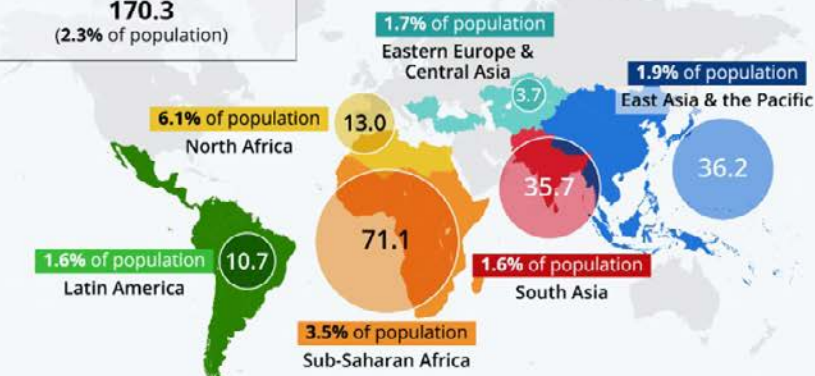
Average number of internal climate migrants by 2050 per region (in millions)\*



Total in surveyed regions

**170.3**

(2.3% of population)



\* Modeled on pessimistic reference = High emission & unequal development scenarios concerning water availability, crop productivity and sea-level rise  
Source: World Bank

<https://www.statista.com/chart/26117/average-number-of-internal-climate-migrants-by-2050-per-region/> Pristupljeno 20. juna 2023.

Erasmus+

Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Tercijarni uticaji

**Sredstva za život i siromaštvo:** toplota može imati velike efekte na radni kapacitet, posebno u poljoprivredi. Ostali rizici po zdravlje na radu povezani sa klimatskim promenama uključuju povećan rizik od malarije i denga groznice kod radnika na terenu, kao i rizik od povreda i smrtnosti usled ekstremnih vremenskih pojava i poplava

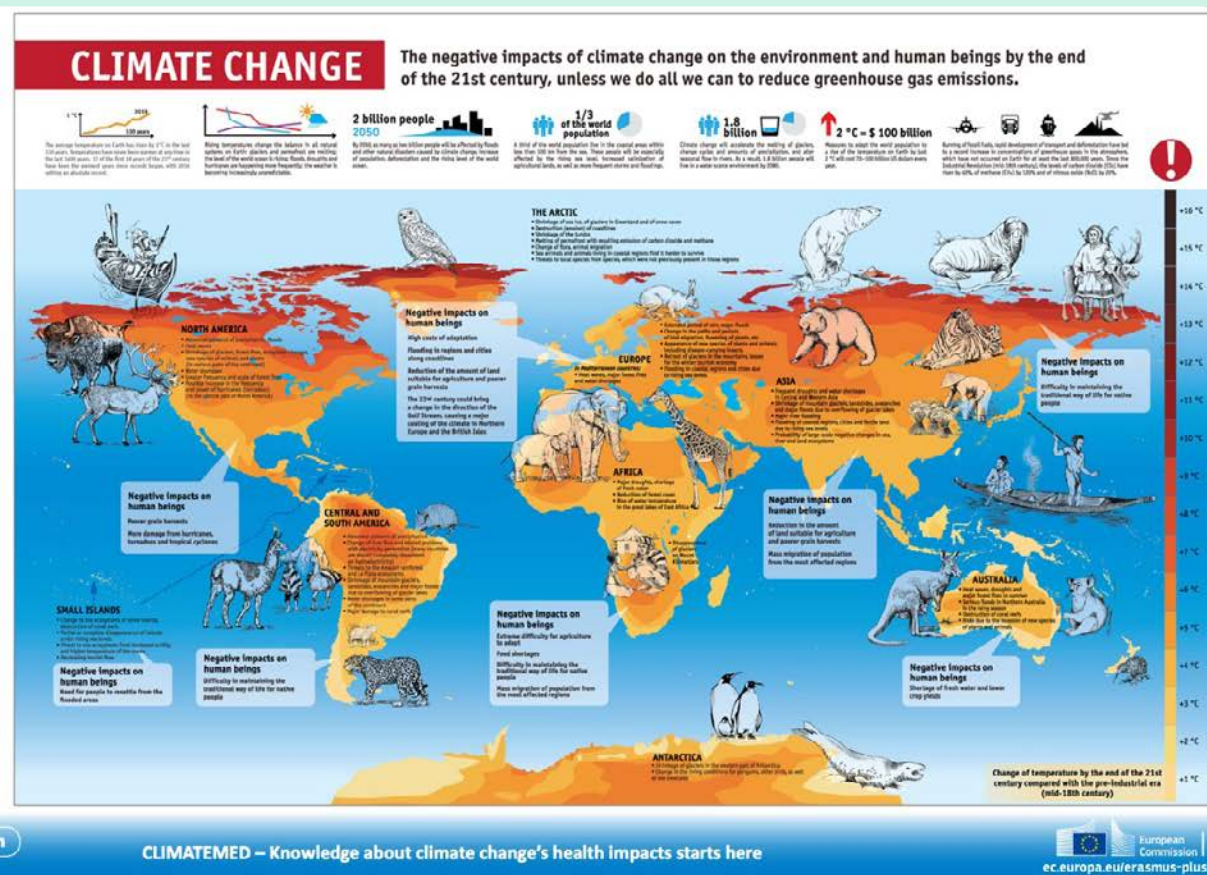
**Migracija i raseljavanje:** Društveni, ekonomski i ekološki faktori koji su u osnovi odluka o migraciji su složeni i raznoliki, što otežava posmatranje ili procenu veličine efekata klimatskih promena.

Populacije koje žive u arktičkim, tropskim regionima i na malim ostrvskim državama u razvoju suočavaju se sa najvećom pretnjom raseljavanja. U scenariju globalnog zagrevanja od 2 stepena Celzijusa, ove populacije će možda morati da se kreću na udaljenosti većoj od 1000 km, uz evakuaciju iz ovih oblasti do tropskih ivica i subtropskih područja koja povećavaju gustinu naseljenosti na ovim destinacijama za 300%

**Sukobi:** Klimatske promene mogu biti jedan od mnogih pokretača sukoba u različitim regionima. Na primer, pokazalo se da suša značajno povećava verovatnoću trajnog sukoba između naroda ili grupa zavisnih od poljoprivrednih sredstava za život



## Regionalni uticaji



**Afrički continent:** Kompleksni izazovi za vodne resurse; Smanjena produktivnost useva koja negativno utiče na dostupnost hrane na nacionalnom i regionalnom nivou, ali i kod pojedinačnih domaćinstava; Promene u geografskom opsegu i učestalosti vektorskih i vodenih bolesti.

**Polarni regioni:** Arktik i Antarktik – Rizici za slatkovodne, kopnene i morske ekosisteme sa promenama u ledu, snežnom pokrivaču, permafrostu, slatkovodnim i okeanskim uslovima. Povećana nesigurnost izvora hrane i vode i oštećenje infrastrukture. Izazovi bez presedana za severne zajednice zbog složenih međusobnih veza između opasnosti povezanih sa klimom i korišćenja zemljišta za život ako

stope promena premašuju prilagođavanje zajednica.

**Australija i Azija:** Degradacija sistema koralnih grebena u Australiji. Povećana učestalost i intenzitet štete od poplava na infrastrukturi i naseljima. Povećani rizici za priobalnu infrastrukturu i nizijske ekosisteme.

**Evropa:** Poplave u rečnim slivovima i duž obala izazvane povećanom urbanizacijom, porastom nivoa mora, obalnom erozijom i poplavnim rečnim proticajima. Povećane restrikcije vode. Veća učestalost ekstremnih toplotnih događaja i povezani rizik od šumskih požara u Evropi i ruskom regionu tajgi.

**Centralna i Južna Amerika:** Smanjena dostupnost vode u polusušnim regionima i regionima zavisnim od topljenja glečera. Smanjenje proizvodnje i kvaliteta hrane. Širenje vektorskih bolesti na višim nadmorskim visinama i geografskim širinama koje se šire dalje od ekvatora.

**Severna Amerika:** Gubitak imovine i kompaktnosti ekosistema izazvan požarima, ljudski morbiditet i smrtnost. Povećan rizik od smrtnosti od toplote. Urbane poplave u rečnim i priobalnim područjima.

**Azija:** Povećanje poplava reka, obala i gradova. Povećan rizik smrtnosti od toplote. Povećan rizik od nestašice vode i hrane uzrokovane sušom.

**Male ostrvske države:** Gubitak sredstava za život, priobalnih naselja, infrastrukture, usluga ekosistema i ekonomske stabilnosti zbog porasta globalnog srednjeg nivoa mora i visokog nivoa vode.

→ <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/11/The-Regional-Impact.pdf>

# Klasifikacija opasnosti od klimatskih uticaja na zdravstvene ustanove i opšte zdravlje

## A. Hidrometeorološke opasnosti

	HAZARD TYPE	EXAMPLES OF EXPOSURE PATHWAYS
Hydrological	<b>Flood</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riverine</li> <li>• Coastal</li> <li>• Flash</li> <li>• Mudslides</li> <li>• Erosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Water, soil, food contamination</li> <li>• Lack of power</li> <li>• Increased vector habitat</li> <li>• Flooded health care facilities</li> <li>• Flooded sewage and waste areas</li> <li>• Impaired access to health care facilities</li> <li>• Impacts on the supply chain</li> <li>• Impaired mobility and transportation</li> </ul>
	<b>Storm</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tropical cyclones</li> <li>• Local storms</li> <li>• Winds</li> <li>• Dust storms</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lack of power</li> <li>• Damaged health care facilities</li> <li>• Impaired access to health care facilities</li> <li>• Water, soil contamination</li> <li>• Particulate matter (air pollution)</li> <li>• Disruption of food productivity</li> </ul>
Meteorological	<b>Extreme temperature</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heatwaves</li> <li>• Cold waves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Power outages</li> <li>• Water, food contamination</li> <li>• Air pollution (ozone formation)</li> <li>• Impaired access to food and water</li> <li>• Frozen water pipes*</li> <li>• Loss of water pressure*</li> <li>• Internal flooding of health care facilities*</li> <li>• Impaired mobility and transportation*</li> </ul> <p>(*cold wave specific)</p>

SZO, Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 12-13



# Klasifikacija opasnosti od klimatskih uticaja na zdravstvene ustanove i opšte zdravlje

## A. Hidrometeorološke opasnosti

	HAZARD TYPE	EXAMPLES OF EXPOSURE PATHWAYS
Climatological	<b>Drought</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meteorological</li> <li>• Hydrological</li> <li>• Agricultural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduced water access</li> <li>• Reduced hygiene</li> <li>• Lack of power</li> <li>• Water contamination</li> <li>• Reduced ability to deliver services</li> <li>• Increased water salinity</li> <li>• Dust and air pollution</li> <li>• Reduced land productivity causing food insecurity</li> </ul>
	<b>Wildfire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Power outages</li> <li>• Direct threats to health infrastructure</li> <li>• Impacts on the supply chain</li> <li>• Impaired access to health care facilities</li> <li>• Air pollution</li> </ul>

SZO, Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 12-13

## Klasifikacija opasnosti od klimatskih uticaja na zdravstvene ustanove i opšte zdravlje

### B. Faktori životne sredine

<b>Sea-level rise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increased salinity intrusion (water, soil)</li> </ul>
HAZARD TYPE	EXAMPLES OF EXPOSURE PATHWAYS
coastal floods and erosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Food contamination</li> <li>Flooded health care facilities</li> <li>Flooded sewage and waste areas</li> <li>Impaired access to health care facilities</li> </ul>
<b>Direct hazard from increased temperatures</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Accelerated growth, transmission, virulence of certain pathogens leading to increased biological hazards</li> <li>Ozone formation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increased biological hazards</li> <li>Change in climate-sensitive diseases (increase in health care facility admissions)</li> <li>Water and food contamination</li> <li>Air pollution (ozone formation)</li> <li>Impacts on biodiversity (control of new pathogens)</li> <li>Threats to building infrastructure from melting permafrost</li> </ul>

SZO, Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 12-13



## Klasifikacija opasnosti od klimatskih uticaja na zdravstvene ustanove i opšte zdravlje

### C. Biološki

(bolesti osetljive na klimu)

HAZARD TYPE	EXAMPLES OF EXPOSURE PATHWAYS
Airborne diseases	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Respiratory infections</li> <li>▪ Meningococcal meningitis</li> <li>▪ Influenza</li> </ul>
Waterborne diseases	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diarrhoeal diseases</li> <li>▪ Cholera</li> <li>▪ Typhoid fever</li> </ul>
Foodborne diseases	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hepatitis A</li> <li>▪ Foodborne microbial hazards</li> </ul>
Zoonotic diseases	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leptospirosis</li> <li>▪ Hantavirus disease</li> </ul>
Vectorborne diseases	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dengue</li> <li>▪ Malaria</li> <li>▪ Chikungunya</li> <li>▪ Zika</li> <li>▪ Rift Valley fever</li> <li>▪ West Nile virus</li> <li>▪ Lyme disease</li> </ul>

SZO, Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 12-13

## Klasifikacija opasnosti od klimatskih uticaja na zdravstvene ustanove i opšte zdravlje

D. Zdravstveni ishodi osetljivi na klimatske promene

### Noncommunicable diseases and injuries

- Chronic respiratory diseases
- Cardiovascular diseases
- Unintentional injuries
- Mental health outcomes
- Malnutrition
- Kidney diseases

E. Tehnološki (pod uticajem klimatske nepogode)

### Industrial hazards (as a result of a climate hazard such as a storm, flood, or wildfire)

- Chemical spill
- Structural collapse
- Occupational hazards (health workforce)
- Environmental pollution (air, water, soil)
- Food contamination
- Infrastructure disruption causing: power outages; contamination of water supply, solid waste, wastewater, food and water; communication system failure; medical equipment, products and services, supply system failure; build up of hazardous waste

F. Društveni (pod uticajem klimatske nepogode)

### Displaced populations

### Famine

- Water and food scarcity
- Mental health problems
- Protein-energy malnutrition
- Conflict and violence

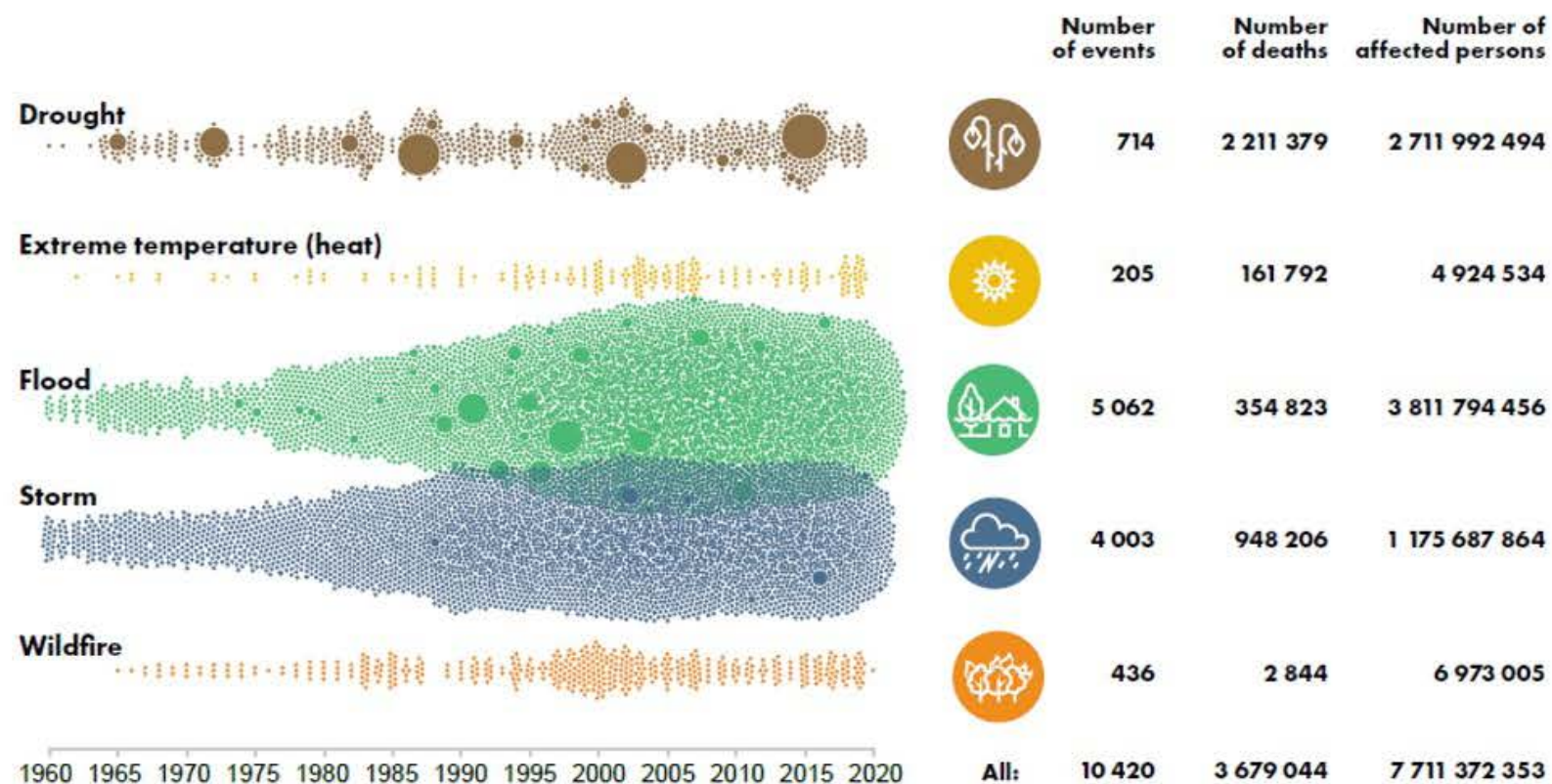
SZO, Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 12-13

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Broj događaja, umrlih i pogođenih osoba od 1960. godine za sušu, ekstremne temperature (vrućine), poplave, oluje i požare

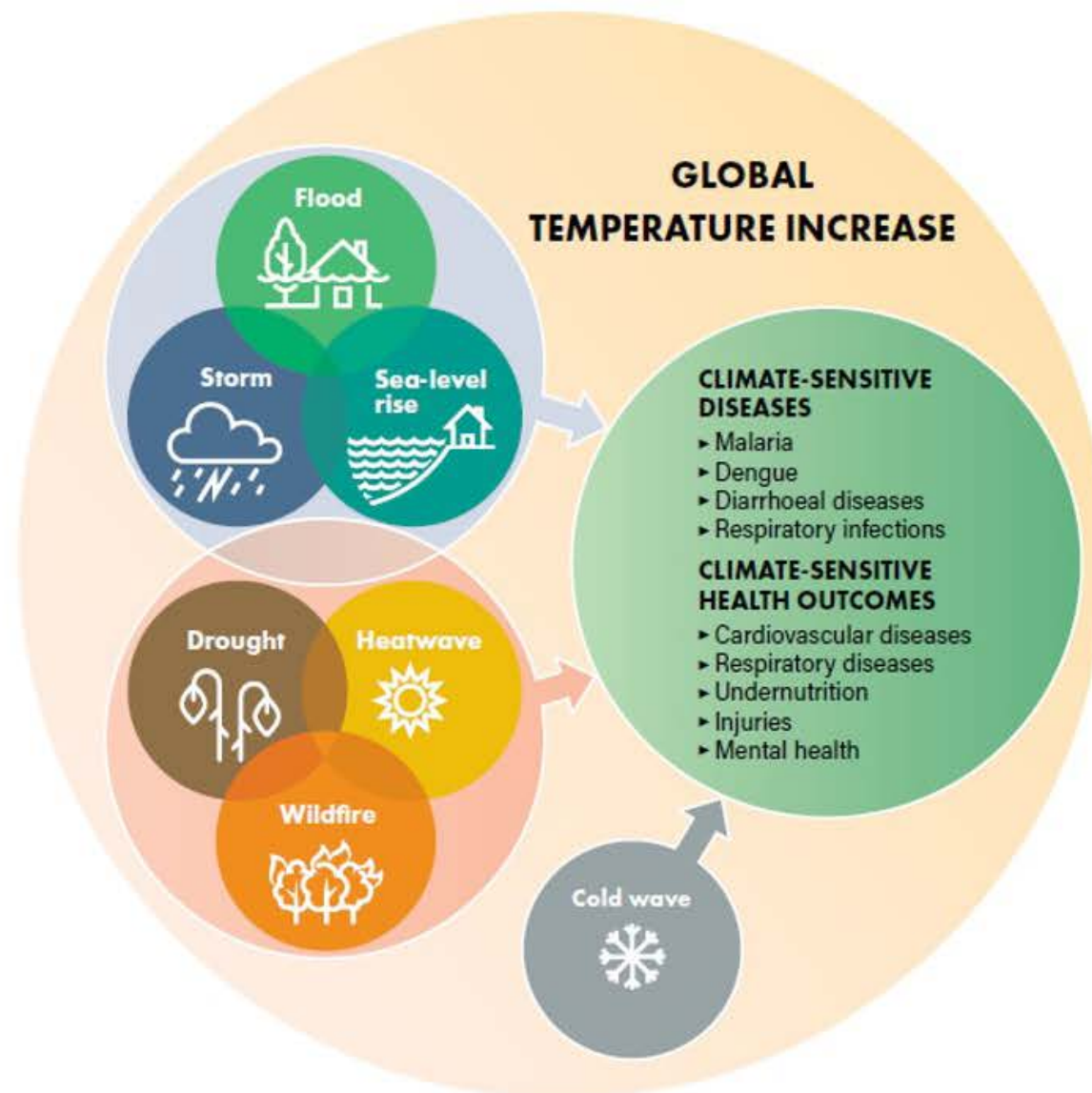


Note: Each dot represents an event; circle size represents the number of affected persons.

Sources: (24); graphs produced with RAW Graphics (25).


SZO, Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 16





SZO. Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 22


## Bolesti osetljive na klimu i zdravstveni ishodi osetljivi na klimu

CLIMATE HAZARD	CLIMATE-SENSITIVE DISEASES (INFECTIOUS DISEASES)	CLIMATE-SENSITIVE HEALTH OUTCOMES (NONCOMMUNICABLE DISEASES AND UNINTENTIONAL INJURIES)
<b>INCREASED TEMPERATURE</b> 	Waterborne diseases (diarrhoeal diseases, <i>Naegleria fowleri</i> infection, campylobacter infection, cholera, harmful algal bloom toxins); vectorborne diseases (dengue, malaria, Lyme disease, West Nile virus, Rift Valley fever, tickborne encephalitis); zoonotic diseases (rodentborne diseases, hantavirus diseases, leptospirosis); foodborne diseases (salmonellosis, mycotoxin effects); airborne diseases (influenza and other respiratory infections)	Cardiovascular diseases; chronic respiratory diseases (asthma, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), respiratory allergies); protein-energy malnutrition (adverse nutritional effects causing childhood stunting)

SZO. Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 17-19




## Bolesti osetljive na klimu i zdravstveni ishodi osetljivi na klimu

CLIMATE HAZARD	CLIMATE-SENSITIVE DISEASES (INFECTIOUS DISEASES)	CLIMATE-SENSITIVE HEALTH OUTCOMES (NONCOMMUNICABLE DISEASES AND UNINTENTIONAL INJURIES)
<b>FLOOD</b> 	Water- and food-borne diseases (diarrhoea from bacterial, viral and parasitic diseases, hepatitis A, typhoid fever, gastroenteritis, salmonellosis, <i>Escherichia coli</i> infection, cholera, cryptosporidium, campylobacteriosis, intestinal nematode infections); vectorborne diseases (dengue, Zika virus disease, malaria, chikungunya, West Nile virus fever); zoonotic diseases (rabies, rodentborne diseases, hantavirus diseases, leptospirosis); acute respiratory infections (influenza, pneumonia); eye and skin infections; tetanus; legionellosis	Deaths; drowning; physical traumas; hypothermia; animal bites; chemical poisoning and intoxication; electrical shock; mental health effects (acute traumatic stress, anxiety and depression, insomnia); cardiovascular diseases (stroke, diabetes, heart attack); chronic respiratory diseases (asthma, COPD, respiratory allergies); venomous animal bites (snakes, scorpions); eye, nose and skin irritation; protein-energy malnutrition; renal failure (due to lack of access to health care, dialysis)

SZO. Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 17-19


## Bolesti osetljive na klimu i zdravstveni ishodi osetljivi na klimu

CLIMATE HAZARD	CLIMATE-SENSITIVE DISEASES (INFECTIOUS DISEASES)	CLIMATE-SENSITIVE HEALTH OUTCOMES (NONCOMMUNICABLE DISEASES AND UNINTENTIONAL INJURIES)
<b>STORM</b> 	Diarrhoeal diseases; cholera; hepatitis A; vectorborne diseases; zoonotic diseases; intestinal nematode infections; tetanus; respiratory infections; polymicrobial wound infections (by <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Serratia</i> , <i>Proteus</i> and <i>Pseudomonas</i> ); mucormycosis	Deaths; drowning; physical traumas; wounds; hypothermia; animal bites; chemical poisoning and intoxication; electrical shock; mental health effects (acute traumatic stress, anxiety and depression, insomnia); cardiovascular diseases; chronic respiratory diseases (asthma, COPD, respiratory allergies); protein-energy malnutrition; renal failure (due to lack of access to health care, dialysis)

SZO. Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 17-19




## Bolesti osetljive na klimu i zdravstveni ishodi osetljivi na klimu

CLIMATE HAZARD	CLIMATE-SENSITIVE DISEASES (INFECTIOUS DISEASES)	CLIMATE-SENSITIVE HEALTH OUTCOMES (NONCOMMUNICABLE DISEASES AND UNINTENTIONAL INJURIES)
<b>SEA-LEVEL RISE</b> 	Diarrhoeal diseases; cholera; hepatitis A; vectorborne diseases; zoonotic diseases; respiratory infections	Deaths; drowning, electrical shock; mental health (acute traumatic stress, anxiety and depression); cardiovascular diseases (hypertension); chronic respiratory diseases (asthma, COPD, respiratory allergies); protein-energy malnutrition; kidney disease

SZO. Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 17-19


## Bolesti osetljive na klimu i zdravstveni ishodi osetljivi na klimu

CLIMATE HAZARD	CLIMATE-SENSITIVE DISEASES (INFECTIOUS DISEASES)	CLIMATE-SENSITIVE HEALTH OUTCOMES (NONCOMMUNICABLE DISEASES AND UNINTENTIONAL INJURIES)
<b>DROUGHT</b> 	Diarrhoeal diseases; cholera; hepatitis A; vectorborne diseases (dengue, malaria, Zika virus disease, chikungunya, Lyme disease, West Nile virus fever, Valley fever); zoonotic diseases; intestinal nematode infections; respiratory infections; eye and skin infections (scabies, trachoma, conjunctivitis); meningococcal meningitis	Cardiovascular diseases; chronic respiratory diseases (asthma, COPD, respiratory allergies); kidney diseases; cancers (skin, bladder, lung); protein-energy malnutrition; mental health effects (stress, anxiety and depression); eyes, nose and skin irritation; musculoskeletal problems

SZO. Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 17-19




## Bolesti osetljive na klimu i zdravstveni ishodi osetljivi na klimu

CLIMATE HAZARD	CLIMATE-SENSITIVE DISEASES (INFECTIOUS DISEASES)	CLIMATE-SENSITIVE HEALTH OUTCOMES (NONCOMMUNICABLE DISEASES AND UNINTENTIONAL INJURIES)
<b>HEATWAVE</b> 	Respiratory infections; water- and food-borne diseases (campylobacteriosis, salmonellosis, diarrhoeal diseases, cholera, cryptosporidiosis); harmful algal bloom toxins	Death; cardiovascular diseases (stroke, heart diseases, diabetes, thrombogenesis); heat stress; heat exhaustion; heat syncope; heat oedema; heat rash; dehydration-induced heat cramps; chronic respiratory diseases (asthma, COPD, respiratory allergies); protein-energy malnutrition; kidney disorder; aggravated chronic pulmonary conditions; eyes and skin irritation; mental illness; metal and chemical toxicity

SZO. Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 17-19


## Bolesti osetljive na klimu i zdravstveni ishodi osetljivi na klimu

CLIMATE HAZARD	CLIMATE-SENSITIVE DISEASES (INFECTIOUS DISEASES)	CLIMATE-SENSITIVE HEALTH OUTCOMES (NONCOMMUNICABLE DISEASES AND UNINTENTIONAL INJURIES)
<b>WILDFIRE</b> 	Increased susceptibility to respiratory infections	Death; burns; injuries; mental health effects (acute traumatic stress, anxiety and depression, insomnia); chronic respiratory diseases (asthma, COPD, respiratory allergies); cardiovascular diseases (heart stroke, diabetes); dehydration-induced heat cramps; smoke intoxication (from particulate matter and other air pollutants); wheezing and shortness of breath; adverse pregnancy outcomes (e.g. low birth weight and preterm birth); carbon monoxide poisoning; eyes, nose and skin irritation (corneal abrasion)

SZO. Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 17-19



## Bolesti osetljive na klimu i zdravstveni ishodi osetljivi na klimu

CLIMATE HAZARD	CLIMATE-SENSITIVE DISEASES (INFECTIOUS DISEASES)	CLIMATE-SENSITIVE HEALTH OUTCOMES (NONCOMMUNICABLE DISEASES AND UNINTENTIONAL INJURIES)
<b>COLD WAVE</b> 	Respiratory infections (such as influenza)	Deaths; cardiac workload leading to cardiovascular stress (heart diseases); exposure to extreme cold which causes veins and arteries to narrow and blood to become more viscous increasing cardiac workload; hypothermia leading to cardiac workload; aggravation of pre-existing chronic diseases such as diabetes, respiratory diseases (asthma, chronic bronchitis and emphysema) and cardiovascular conditions (heart diseases, stroke); frostbite (freezing of skin exposed to the cold)

SZO. Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronska verzija) – str. 17-19

## Ključne poruke

- Da budemo svesni da su klimatske promene sada veliki zdravstveni rizik i uzročnik sve više smrtnih slučajeva
- Da posvetimo više pažnje najugroženijim grupama i efektima u sopstvenom okruženju
- Da budemo svesni da smo usred klimatske krize i da je odgovornost zajednička, a izbegavanje neželjenih efekata globalnog zagrevanja je izazov današnjice koji treba da nas motiviše da uvedemo razumne promene u sopstveni način života.
- Ovi kursevi mogu pružiti savremena znanja o efektima klimatskih promena na zdravlje ljudi i mogu pomoći u suočavanju sa novim izazovima izazvanim klimatskim promenama.

## Testirajte svoje znanje

- Šta treba da uradimo da smanjimo emisiju gasova sa efektom staklene bašte?
- Molimo vas da nabrojite ugrožene populacije i najosetljivije grupe!
- Navedite primere za direktne uticaje klimatskih promena na zdravlje ljudi!
- Navedite primere indirektnih uticaja klimatskih promena na zdravlje ljudi!
- Kakav je uticaj globalnog zagrevanja na migracije?
- Koji kontinent je najviše pogođen klimatskim promenama?
- Koji su tipovi bioloških opasnosti povezani sa klimom i značajno utiču na zdravstvene ustanove i opšte zdravlje?
- Koji su najvažniji zdravstveni ishodi osetljivi na klimu?



## Preporučeno čitanje

- Kontrolne liste za procenu ranjivosti u zdravstvenim ustanovama u kontekstu klimatskih promena. Ženeva: Svetska zdravstvena organizacija, 2021, ISBN 978-92-4-002290-4
- Smernice SZO za zdravstvene ustanove otporne na klimu i ekološki održive. Ženeva: Svetska zdravstvena organizacija, 2020. ISBN 978-92-4-001222-6
- Zbornik SZO i drugih smernica UN o zdravlju i životnoj sredini, ažuriranje 2022. Ženeva: Svetska zdravstvena organizacija; 2022. (SZO/HEP/ECH/EHD/22.01)
- <https://chasecanada.org/wp-content/uploads/2021/01/Climate-Change-Toolkit-for-Health-Professionals-Full-Toolkit.pdf>, pristupljeno 20. juna 2023.
- <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/11/The-Regional-Impact.pdf>, pristupljeno 20. juna 2023.

# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg  
Emil Palade u Targu Murešu – Targu Mureș, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



# Termoregulacija, toplotni efekti, toplotni udar



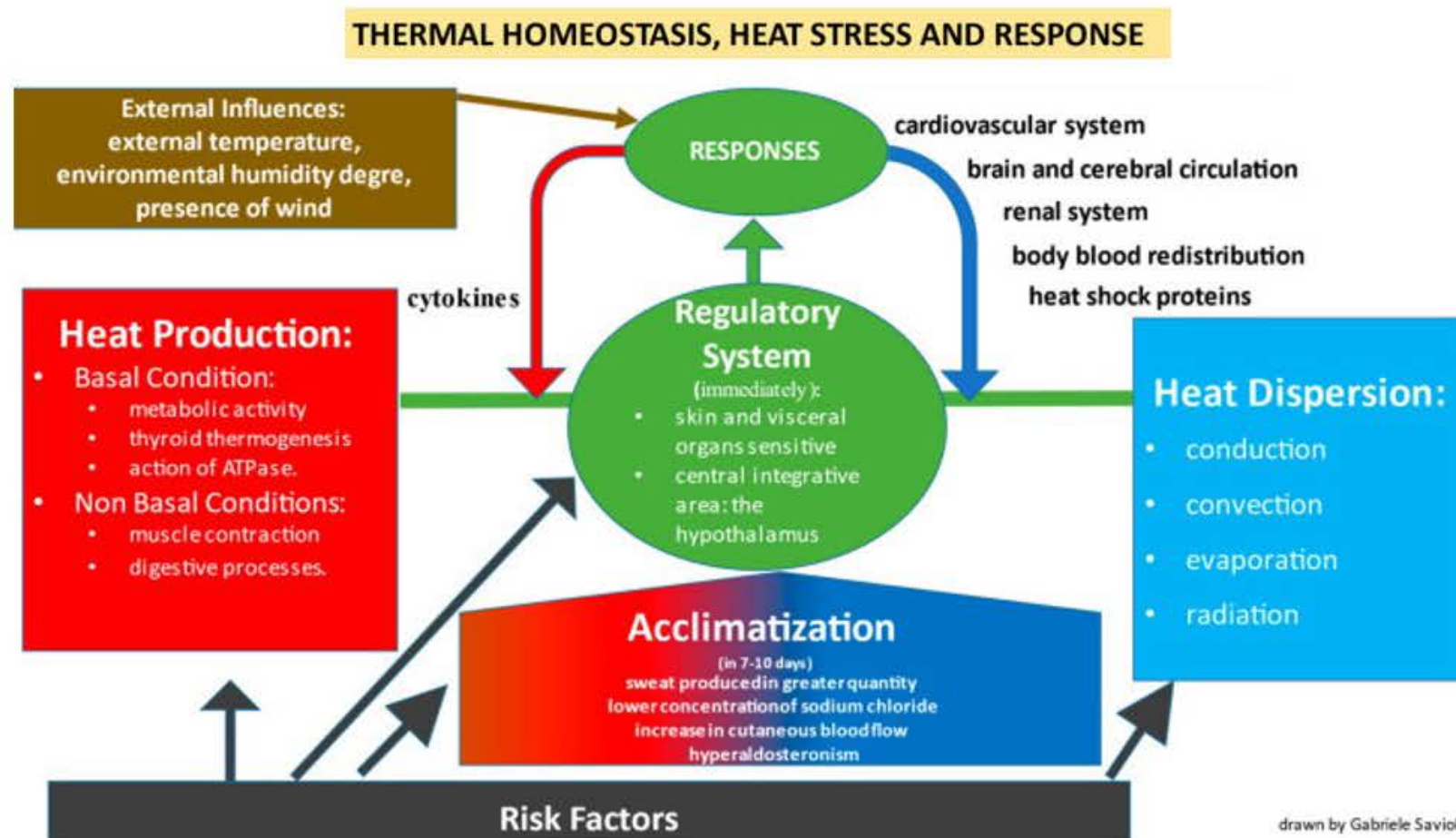
# Ishodi učenja

Po završetku, studenti će moći da:

- razumeju termoregulatorne i hemodinamske reakcije na prekomerno izlaganje toploti;
- razumeju mehanizme, kliničke manifestacije, dijagnozu i lečenje bolesti izazvanih toplotom;
- prepoznaju rane znake toplotnog udara, koji zahtevaju hitnu medicinsku pomoć;
- sprovedu odgovarajuće mere hlađenja i reanimacije

## Ekstremne temperature – Ključne tačke

- Klimatske promene predstavljaju jedinstven rizik za brzorastuću populaciju starijih pacijenata.
- Kliničari, bolnice, kreatori politika i finansijski organizatori moraju biti pripremljeni za trenutne i buduće potrebe.
- Uključivanje vremenskog modeliranja i intervencija u okviru javnog zdravlja u radu sa ugroženim grupama stanovništva može smanjiti teret toplotnog stresa za pojedince i zdravstveni sistem.



Kada je telo pod toplotnim stresom, toplotna homeostaza se održava kroz regulisani balans (odmah kroz regulatorni sistem i posle 7-10 dana kroz proces aklimatizacije) između faktora koji proizvode toplotu (crveni kvadrat) i rasipaju toplotu (plavi kvadrat). Međutim, faktori rizika, od kojih je na neke moguće uticati, dok na druge nije, mogu da ugroze i sisteme regulacije i aklimatizacije i faktore koji mogu da proizvode ili rasipaju toplotu.

Izvor : doi: [10.3390/biomedicines10102542](https://doi.org/10.3390/biomedicines10102542)



## Rizične grupe

Visoke temperature mogu uticati na SVAKOG , ali postoje određeni faktori koji povećavaju rizik pojedinca tokom toplotnog talasa. Oni uključuju:

- **starost:** posebno stariji od 75 godina, oni koji žive sami i koji su socijalno izolovani ili oni koji žive u staračkom domu
- **hronične i teške bolesti:** uključujući bolesti srca ili pluća, dijabetes, bubrežnu insuficijenciju, Parkinsonovu bolest i teške mentalne bolesti
- **nemogućnost prilagođavanja:** bebe i veoma mladi, osobe sa invaliditetom, ležeći pacijenti, oni koji unose velike količine alkohola, oboleli od Alchajmera
- **faktori životne sredine i prekomerna izloženost:** život u stanu na poslednjem spratu, beskućnici, oni koji obavljaju aktivnosti ili poslove na velikim vrućima ili na otvorenom, kao i poslove koji uključuju visok nivo fizičkog napora

Izvor : The health impacts of hot weather and the Heatwave Plan for England

[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wq2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_TechnicalSummary.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wq2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_TechnicalSummary.pdf)

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

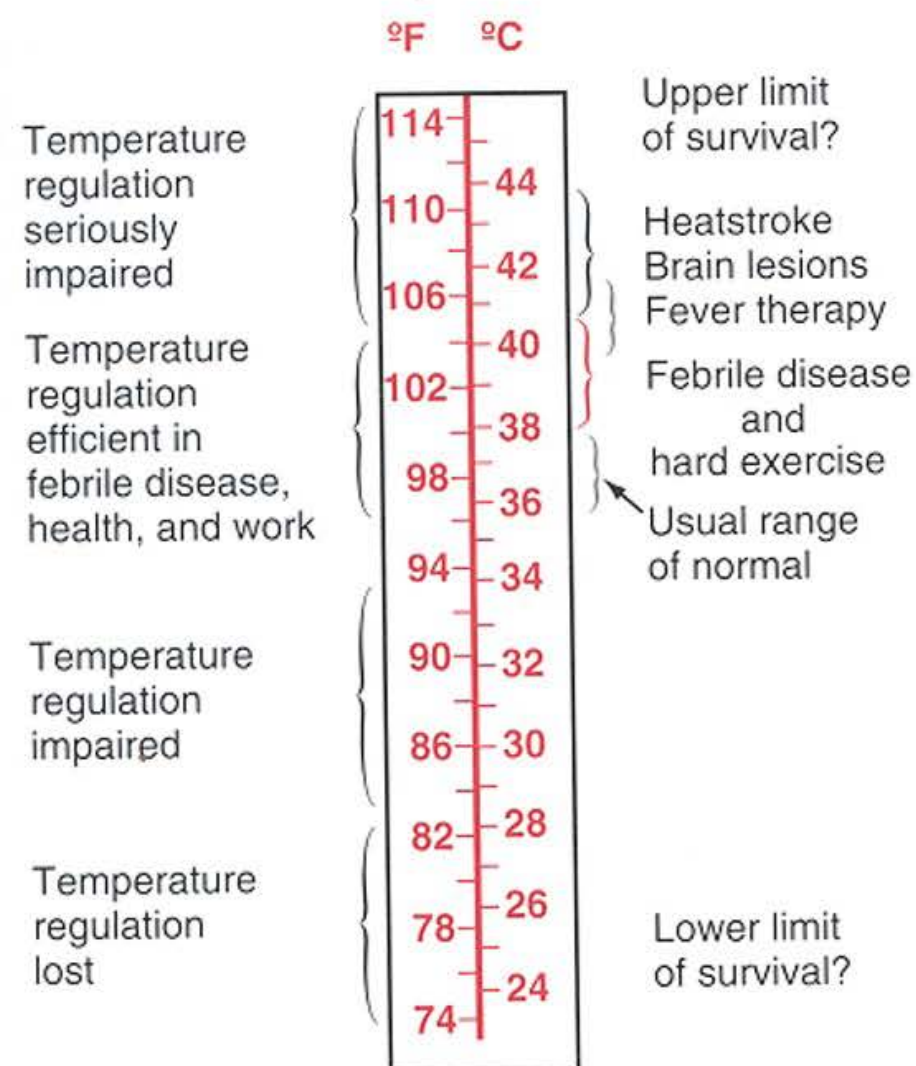
 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

# Zdravstveni radnici treba da razumeju zašto se rizik povećava

Grupe sa povećanim rizikom:

- Starije osobe
  - smanjeno znojenje, umanjen osećaj žeđi
- Osobe koje ne zahtevaju ambulantne intervencije
  - ne traže hladnije lokacije ili ne paze na hidrataciju
- Osobe sa kardiopulmonalnim i bubrežnim stanjima
  - Opterećenje cirkulacije i dehidracija
- Osobe koje uzimaju lekove za mentalno zdravlje
  - termoregulacija
- Deca (0-4) i starija deca – termoregulatorna pitanja i aktivnosti
- Sportski entuzijasti – mogu preterati
- Radnici – mogu biti izloženi većem riziku
- Beskućnici – možda ne prepoznaju opasnost ili nemaju resurse da je izdrže

# Temperatura tela i efekti na zdravlje





# Šta je termoregulacija?

Termoregulacija je regulacija telesne temperature

- Složena interakcija između centralnih i perifernih procesa
- Normotermija je normalna temperatura tela (36,8-37,2 °C)
- Kada su ljudi izloženi toplotnom stresu (tj. povišenim temperaturama životne sredine, fizičkoj aktivnosti ili kombinaciji oba), sistem termoregulacije uključuje niz fizioloških mehanizama za održavanje toplotne ravnoteže.
- Unutrašnja toplota proizvedena ćelijskim disanjem (metabolička proizvodnja toplote) je uravnotežena brzinom toplote koja se gubi sa površine kože u okolno okruženje kombinacijom suve razmene toplote (kondukcija, konvekcija i zračenje) i razmene toplote isparavanjem.

*Izvor : Pediatric Thermoregulation - Society for Pediatric Anesthesia  
[pedsanesthesia.org](https://pedsanesthesia.org)*

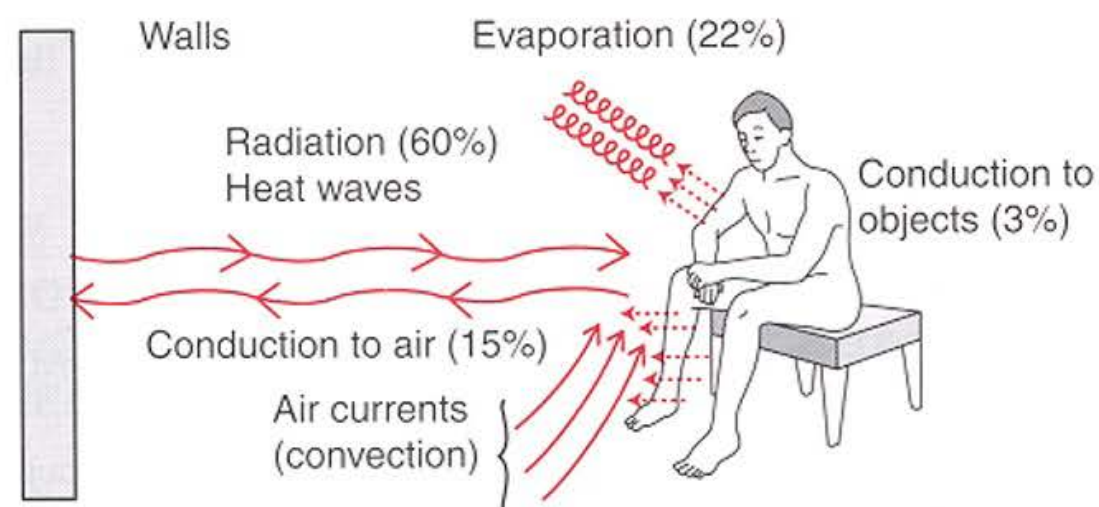
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Termoregulacija – načini razmene toplote – Definicije

- Radijacija
  - Gubitak toplote infracrvenim toplotnim zracima (5-20  $\mu\text{m}$  ili 10-20 puta veće talasne dužine od vidljive svetlosti)
- Provodljivost
  - Prelazak toplote sa tela na čvrsti objekat
- Isparavanje
  - Gubitak toplote putem vodene pare u okolnu atmosferu
- Konvekcija
  - Efekti promena u spoljašnjem okruženju (npr. vetar i voda)



# Fiziologija kontrole temperature

## Unos

Toplota putuje duž A delta (hladnih) i C (toplih) vlakana preko spinothalmičnog trakta u prednjem delu kičmene moždine.

Toplota prolazi preko kože, dubljih tkiva, hipotalamusa i drugih delova mozga i kičme

*Izvor : Pediatric  
Thermoregulation -  
Society for Pediatric  
Anesthesia  
[pedsanesthesia.org](http://pedsanesthesia.org)*

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](http://ec.europa.eu/erasmus-plus)



# Fiziologija kontrole temperature

## Centralna regulacija

Centralna regulacija počinje prethodnom obradom u kičmenoj moždini i moždanom stablu. Ulaz toplote je modulisan brojnim neurotransmiterima.

Hipotalamus je integrator informacija o temperaturi. On upoređuje ulaze sa graničnim temperaturama da bi odredio svaki termoregulatorni odgovor.

Dorsomedijalno jezgro, periakvaduktalna siva materija srednjeg mozga i nucleus raphe pallidus u meduli takođe igraju važnu ulogu.

*Izvor : [Pediatric Thermoregulation - Society for Pediatric Anesthesia](#)  
[pedsanesthesia.org](https://pedsanesthesia.org)*

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Fiziologija kontrole temperature

## Odgovori

Eferentne reakcije su i bihevioralne i autonomne.

Reakcije u ponašanju su prvenstveno određene unosom temperature preko kože i uključuju stvari kao što su ulazak u zatvoren prostor kada je napolju hladno, oblačenje džempera i kretanje.

Autonomne reakcije su prvenstveno određene unutrašnjom temperaturom i uključuju vazomotornu aktivnost kože, vazokonstrikciju ili vazodilataciju i znojenje

*Izvor : Pediatric  
Thermoregulation -  
Society for Pediatric  
Anesthesia  
[pedsanesthesia.org](http://pedsanesthesia.org)*

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](http://ec.europa.eu/erasmus-plus)

## Kako se termoregulacija kod beba razlikuje?

Odnos površine tela i zapremine

odrasli: 0,4

Normalna beba: 1

Gubitak i dobijanje toplote su mnogo brži kod odojčadi.

Izvor: Pediatric Thermoregulation - Society for Pediatric Anesthesiologists [anesthesia.org](https://www.spa-anesthesia.org)

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

### Razmena toplote

**Prenos toplote kroz cirkulaciju (tj. vaskularni konvektivni prenos toplote) je najvažniji put razmene toplote unutar tela.**

Skladištenje toplote u telesnim tkivima zavisi od odnosa između proizvodnje toplote, rasipanja toplote i, u manjoj meri,

→ energije koja se razmenjuje tokom mehaničkog rada.

Prekomerna akumulacija toplote ili oslobađanje toplote je povezano sa

→ fiziološkim funkcijama ćelijskih i organskih sistema, što može dovesti do oštećenja ljudskih performansi.

Zbog toga je potreban dobro razvijen sistem kontrole za regulisanje razmene toplote unutar tela i između kože i okoline.

Dva puta razmene toplote unutar tela su:

- „međucelijski provodni prenos toplote“ i „vaskularni konvektivni prenos toplote“.
- Provodljivost toplote kroz tkiva u ljudskom telu je spor proces i, u udovima, prvenstveno zavisi od temperaturnog gradijenta između mišića i kože i toplotne provodljivosti mišića.
- **Hemodinamski odgovori na stres okoline određuju se veličinom opterećenja okoline (toplota ili hladnoća) i trajanjem.**

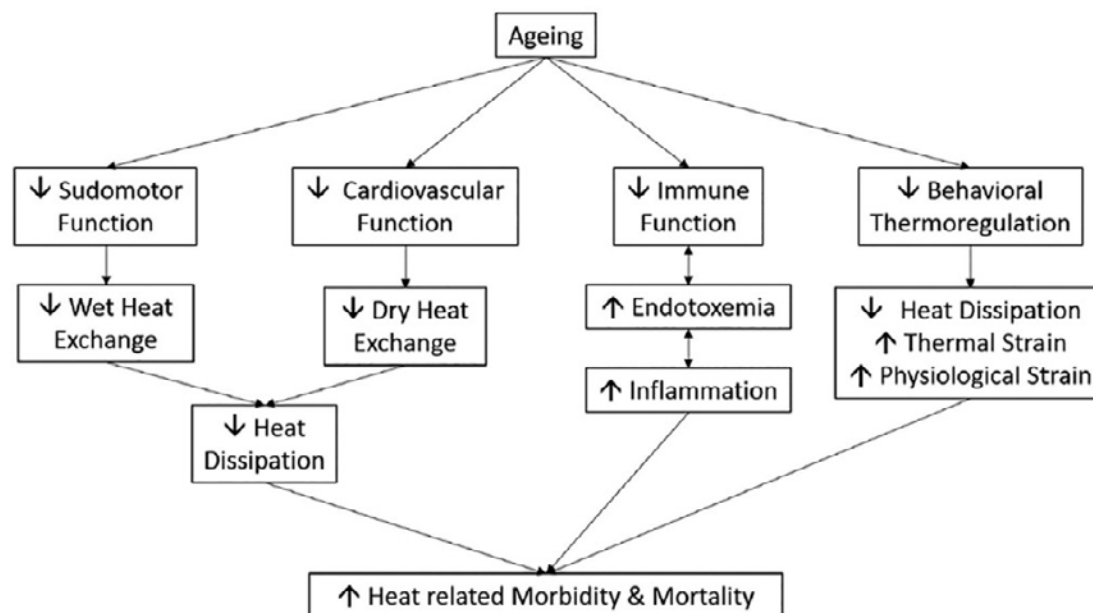
→ | [doi: 10.1113/expphysiol.2011.058701](https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058701)



## Kontrola starenja i termoregulacije

- Starije osobe imaju poremećenu termoregulaciju i povećan rizik od bolesti izazvanih toplotom, posebno kada se fizička aktivnost obavlja na vrućini.
- Povećanje metaboličke i mišićne aktivnosti povećava proizvodnju toplote.
- Promena unutrašnje telesne temperature kao posledica dodatne toplotne energije uskladištene u telu, deluje kao aferentni impuls centralnom nervnom sistemu,
  - koji naknadno šalje eferentne signale odgovarajućim efektorskim organima
    - tako započinje kontinuirano pojačano znojenje i cirkulaciju u koži, obezbeđujući da se osnovna telesna temperatura održava u sigurnim granicama.

Izvor : Balmain BN, et al.: *Aging and Thermoregulatory Control: The Clinical Implications of Exercising under Heat Stress in Older Individuals*. doi: 10.1155/2018/8306154.



### Faktori koji doprinose povećanom riziku od toplotnih bolesti i smrti tokom starenja

Izvor : Balmain BN, et al.: Aging and Thermoregulatory Control: The Clinical Implications of Exercising under Heat Stress in Older Individuals. doi: 10.1155/2018/8306154

#### Starosne promene u znojenju

Starije osobe pokazuju odloženi unutartemperaturni prag koji otpočinje znojenjem i smanjenje mogućnosti gubitka toplote isparavanjem (zbog niže ukupne stope znojenja) u poređenju sa mlađim zdravim osobama.

Čini se da ovo smanjenje znojenja nije posledica smanjenja broja aktiviranih znojnih žlezda, već smanjenja količine proizvedenog znoja po žlezdi.

Funkcija znojnih žlezda može da opada u perifernom ka centralnom pravcu kako koža stari.

Oslabljeni kapacitet gubitka toplote isparavanjem kod starijih osoba rezultira većom toplotnom energijom koja se skladišti u telu, što može dovesti do porasta telesne temperature i do potencijalno opasnih nivoa.

#### Starosne promene u krvotoku kože (skin blood flow – SkBF)

Kožni vazomotorni tonus pruža efikasan način za upravljanje termičkim opterećenjem, pomoću preraspodele srčanog volumena radi podešavanja kožnog krvotoka.

Termoregulatorno indukovana preraspodela protoka krvi u kožu smatra se osnovnim termoregulacionim odgovorom.

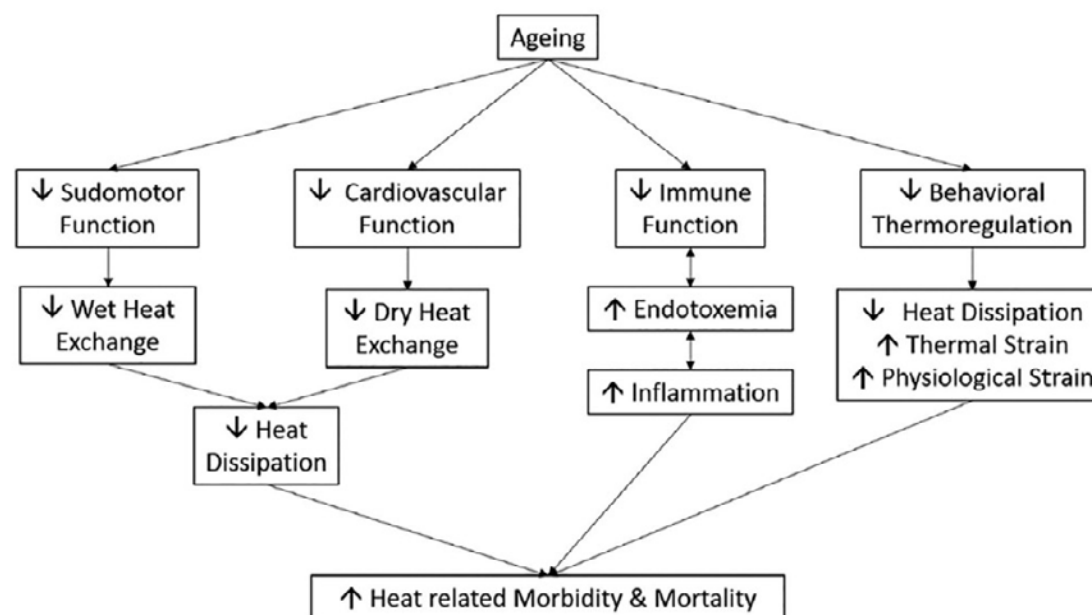
Stariji pojedinci pokazuju:

- oslabljeno prilagođavanje krvotoka kože za datu promenu temperature,
- manje vremenski zavisne promene u krvotoku kože u poređenju sa mlađim pojedincima.

Pojačanje kožnog krvotoka izazvano termoregulacijom prvenstveno je posredovano simpatičkim holinergičnim aktivnim vazodilatatornim sistemom. Aktivna kožna vazodilatacija je posredovana oslobađanjem acetilholina i nepoznatih kotransmitera, koji olakšavaju kožnu vazodilataciju putem mehanizama zavisnih od NO.

Starije osobe pokazuju poremećeni vazodilatatorni odgovor na hipertermiju što se može pripisati smanjenoj osetljivosti aktivnog vazodilatatornog sistema. Ova smanjena osetljivost dovodi do smanjene signalizacije kotransmitera i, na taj način, do oslabljene kožne vazodilatacije zavisne od NO.

Stoga, u poređenju sa mlađim osobama, stariji pojedinci se pretežno oslanjaju na kompromitovanu kožnu vazodilataciju zavisnu od azotnog oksida (NO) da bi pojačali tok krvi kroz kožu kao odgovor na izlaganje okolnoj toploti i/ili fizičku aktivnost.



### Faktori koji doprinose povećanom riziku od toplotnih bolesti i smrti tokom starenja

Izvor : Balmain BN, et al.: Aging and Thermoregulatory Control: The Clinical Implications of Exercising under Heat Stress in Older Individuals. doi: 10.1155/2018/8306154

#### Ostale razlike

Starije osobe pokazuju niži srčani volumen tokom pasivnog toplotnog stresa u poređenju sa mlađim osobama.

Manji minutni volumen i preraspodela protoka krvi tokom toplotnog stresa mogu biti posledica promena u statusu tečnosti u vezi sa uzrastom.

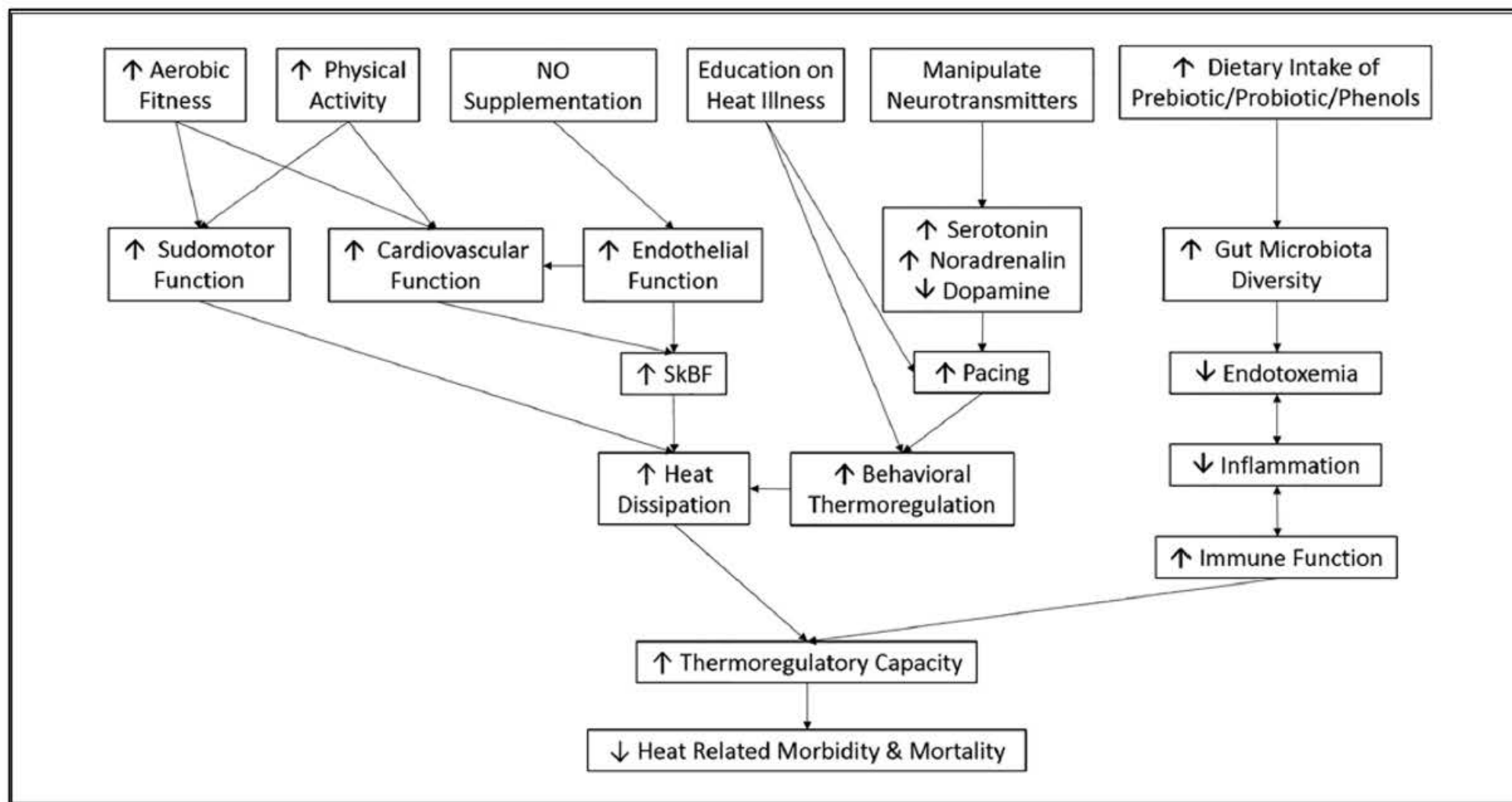
Starije osobe pokazuju smanjenje osećaja žeđi, a sposobnost bubrežnog čuvanja natrijuma i vode opada sa starenjem.

Kao takvi, ovi nalazi sugerišu da je kapacitet za prilagođavanje velikog povećanja intravaskularnog volumena krvi i da je količina krvi koja je dostupna da cirkuliše kroz kožnu

vaskularnu mrežu ograničena kod starijih osoba u poređenju sa njihovim mlađim kolegama.

→ | [doi: 10.1155/2018/8306154](https://doi.org/10.1155/2018/8306154)





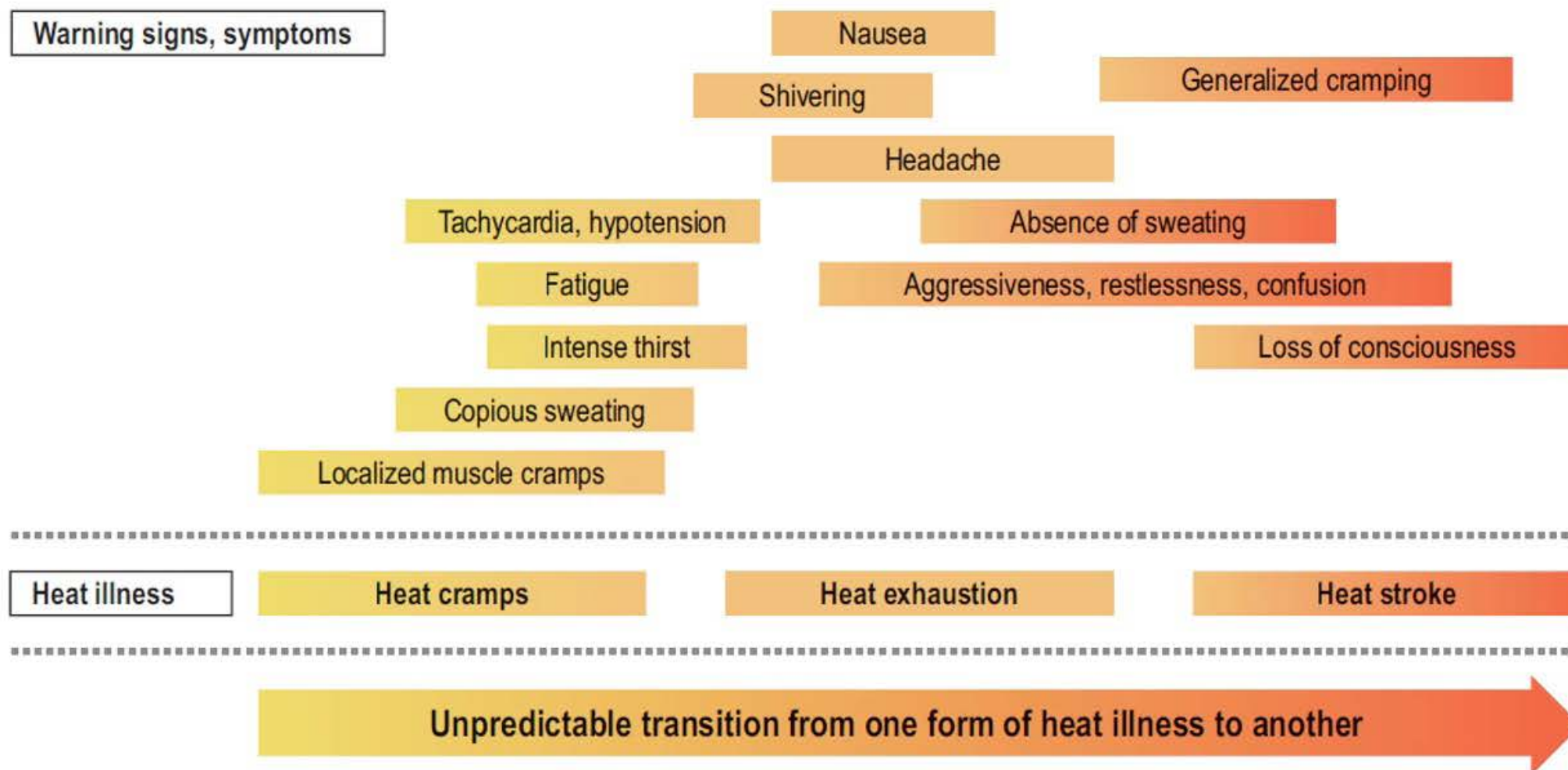
**Predložene strategije intervencije i mehanizmi za poboljšanje termoregulacije kod starijih osoba.**

Izvor : Millyard A, et al. *Impairments to Thermoregulation in the Elderly During Heat Exposure Events..* doi: 10.1177/2333721420932432.

# Ključne poruke - termoregulacija

## Kako sprečiti toplotne bolesti

Rizične grupe	Mehanizam	Prevenција
Odojčadi	Nepotpuno razvijena termoregulacija, manja telesna masa i zapremina krvi, visok nivo zavisnosti od roditelja, rizik od dehidracije u slučaju dijareje	Održavanje unutrašnjeg okruženja hladnim. Proveravanje sobne i telesne temperature. Nabavka tečnosti i elektrolita.
Žene; starije ili veoma starije osobe	Promene u termoregulaciji, funkciji bubrega i zdravstvenim stanjima, smanjen unos vode i smanjena fizička sposobnost	Održavanje unutrašnjeg okruženja hladnim. Proveravanje sobne i telesne temperature. Nabavka tečnosti i elektrolita. Ograničavanje fizičke aktivnosti. Praćenje lekova, sprečavanje neželjenih efekata. Držanje lekova na hladnom.



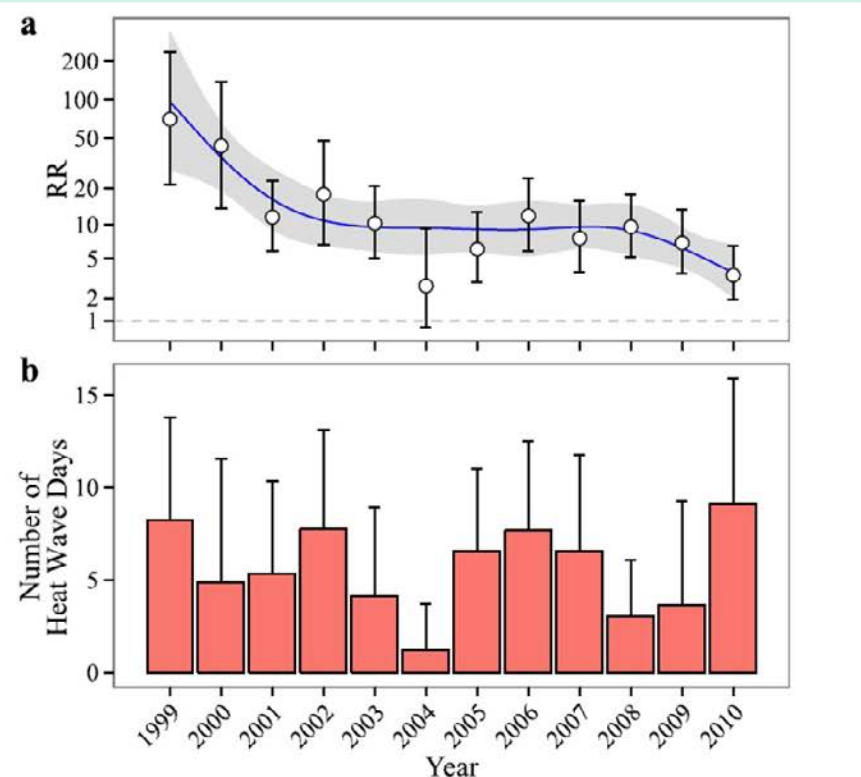
## Simptomi toplotnog udara

Izvor : Leyk D et al.: Health Risks and Interventions in Exertional Heat Stress. doi: 10.3238/arztebl.2019.0537



## Vremenski trend relativnog rizika

Vremenski trend (a) relativnog rizika (RR) od toplotnog udara u danima toplotnog talasa u poređenju sa odgovarajućim kontrolnim danima i (b) prosečnog broja dana toplotnog talasa po okrugu godišnje u periodu 1999–2010 (trake greške predstavljaju jednu standardnu devijaciju)



doi: 10.1186/s12940-016-0167-3

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Vremenski trend (a) relativnog rizika (RR) od toplotnog udara u danima toplotnog talasa u poređenju sa odgovarajućim kontrolnim danima i (b) prosečnog broja dana toplotnog talasa po okrugu godišnje u periodu od 1999. do 2010. (error barovi predstavljaju jednu standardnu devijaciju)

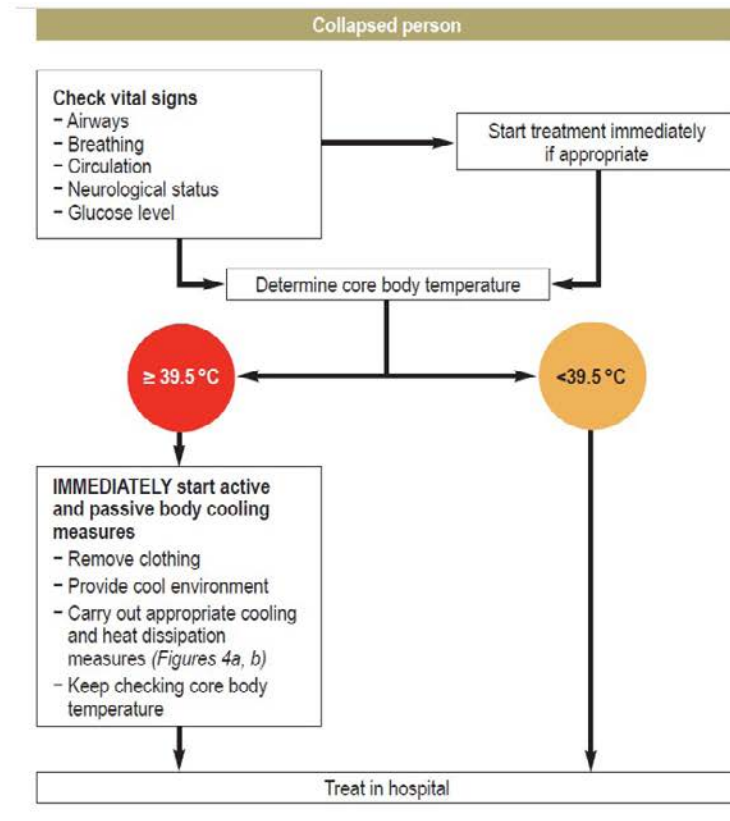
Prijave toplotnog udara tokom toplotnih talasa u 1.916 američkih okruga za period od 1999. do 2010. i modifikatori njihovog efekta

→ Hospitalizacije zbog toplotnog udara povezane sa toplotnim talasima dramatično su opadale tokom vremena, što ukazuje na povećanu otpornost na ekstremne vrućine kod starijih odraslih osoba.

- Značajni rizici, međutim, i dalje ostaju do 2010. godine, a mogli bi se rešiti kroz intervencije javnog zdravlja na regionalnom nivou kako bi se dodatno povećala centralna klimatizacija i praćenje toplotnih talasa.
- RR je značajno opao sa 71,0 (21,3–236,2) u 1999. na 3,5 (1,9–6,5) u 2010.

## Kako možemo prepoznati toplotni udar?

Dijagram toka za upotrebu u slučaju sumnje na toplotni udar pri naporu



doi: 10.3238/urztebl.2019.0537.

## Problemi

- Da li je zaposleni konzumirao dovoljno tečnosti?
- Da li je hladio telo?
- Koliko je vremena proveo u senci? Da li se odmorio?
- Da li je poslodavac, pre stupanja na posao, proverio da je zaposleni sposoban za rad?

## Šta možemo učiniti da sprečimo toplotni udar?

Studija slučaja

### Fatalna nesreća na radu

- Radnik je radio pod šatorom od folije tokom letnjih sezonskih radova, brao paprike, osam sati dnevno u izuzetno vrućem vremenu (u vreme uzbune od toplote drugog stepena), kao deo pojednostavljene šeme zapošljavanja. Radnici su u svakom trenutku dobijali tečnost.
- Drugog dana rada, oko 15 časova, radnik je, iako nije završio sa branjem započetog reda paprika, predahnuo na senovitom mestu pored šatora od folije. Radniku koji je već bio

tamo rekao je da mu je muka, nakon čega se srušio i izgubio svest. Preminuo je ubrzo nakon što je odveden u bolnicu.

- Prema obdukcijском izveštaju, „otkaz disajnog i cirkulatornog sistema koje je bilo uzrok smrti očigledno je posledica toplotnog udara izazvanog visokim ambijentalnim temperaturama “.

## Heat related illnesses

*Heat syncope* – dizziness and fainting, due to dehydration, vasodilation, cardiovascular disease and certain medications

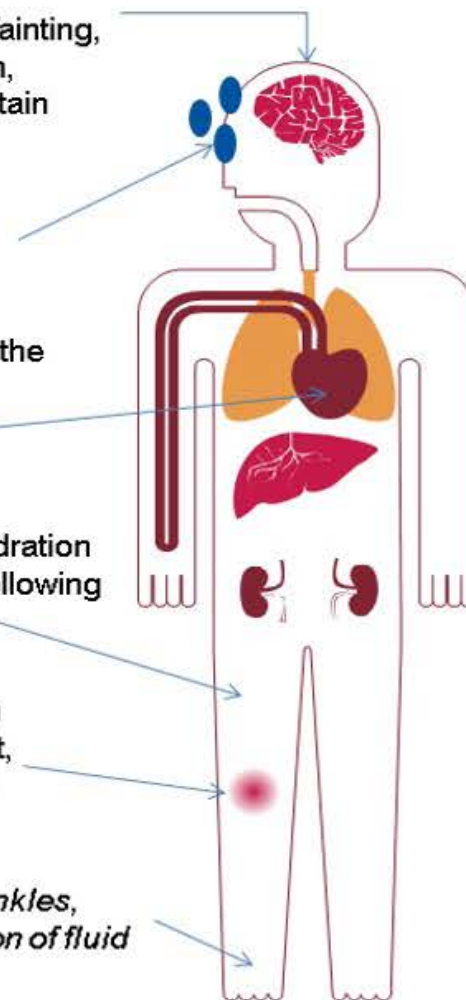
Excessive sweating can deplete fluid and salts

When blood temperature rises, the body stimulates sweat glands, dilates blood vessels and increases the heart rate

*Heat cramps* – caused by dehydration and loss of electrolytes, often following exercise

Increased blood flow to the skin cools the body by radiating heat, leading to heat rash (small, red itchy papules)

*Heat oedema* – mainly in the ankles, due to vasodilation and retention of fluid



### Health effects of heat

*The main causes of illness and death during a heatwave are respiratory and cardiovascular diseases. Additionally, there are specific heat-related illnesses including:*

#### Heat Exhaustion

- Nausea or irritability
- Dizziness
- Muscle Cramps or weakness
- Feeling faint
- Headache
- Fatigue
- Heavy sweating
- High body temperature

#### Heatstroke

- Hot, dry skin or profuse sweating
- Confusion
- Loss of consciousness
- Seizures
- Very high body temperature

Izvor : : <https://ukhsa.blog.gov.uk/2020/06/24/covid-19-and-summer-temperatures/>

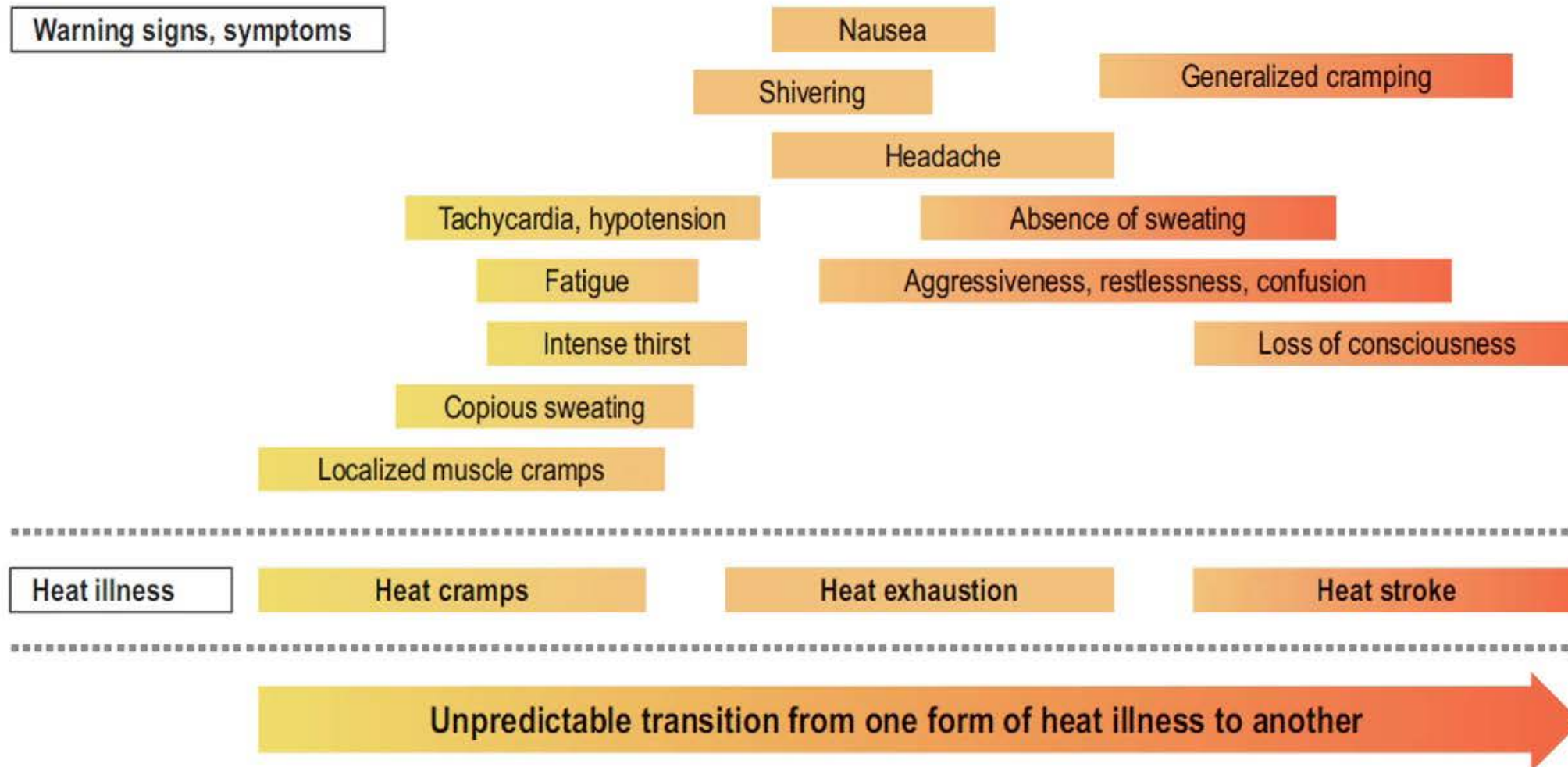
Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus





## Simptomi toplotnog udara

Izvor : Leyk D et al.: Health Risks and Interventions in Exertional Heat Stress. doi: 10.3238/arztebl.2019.0537

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Poređenje visoke telesne temperature i akutne infekcije

	Hipertermija	Akutna infekcija
Telesna temperatura:	visoka	visoka (drhtavica)
Temperatura kože:	↑↑↑≥38,5°C, crvena, topla i suva	↑↑↑≥38,5°C, mokra, vruća
Krvni pritisak:	Nizak	U početku normalan, kasnije nizak
Parametri infekcije (CRP, BSG, leukocitoza):	nisu povišeni	Povišeni
Izlučivanje urina	uveliko smanjeno	U početku normalno, kasnije se blago smanjuje
Reakcija nakon adekvatnog unosa elektrolita i tečnosti:	brza normalizacija	minimalno poboljšanje
Reakcija na antipiretičke lekove:	nema ili ima vrlo malo poboljšanja	brzo poboljšanje

Izvor : Public Health advice on preventing health effects of heat. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

Erasmus+ **Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

## Poređenje toplotne iscrpljenosti i toplotnog udara

	Znaci toplotne iscrpljenosti	Znaci toplotnog udara
Koža	hladna i vlažna	crvena, vruća i suva
Krvni pritisak	nizak	U početku normalan, kasnije nizak
Telesna temperatura	Normalna, kasnije se smanjuje	Veoma visoka temperatura >40°C, moguće febrilne konvulzije
Puls	tahikardija	tahikardija, navojni puls
Gastro-intestinalni simptomi	gubitak apetita, mučnina, povraćanje	mučnina
Neurološki simptomi	slabost, vrtoglavica, umor, kolaps	moguća je naizmenična glavobolja, budnost i nesvestica (edem mozga!).
Ishod	brz početak, kratko trajanje ako se pravilno interveniše	Stanje opasno po život, mogu se razviti akutne komplikacije

Izvor : Public Health advice on preventing health effects of heat. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>



# Blaga i umerena toplotna oboljenja i njihovo lečenje

Zdravstveno stanje	Znaci i simptomi/mehanizmi	Menadžment
Toplotni osip	Male crvene papule koje svrbe pojavljuju se na licu, vratu, gornjem delu grudnog koša, ispod dojke, prepona i skrotuma. Ovo može uticati na bilo koji uzrast, ali preovlađuje kod male dece. Može doći do infekcije stafilokokom. Pripisuje se jakom znojenju tokom vrućeg i vlažnog vremena.	Smanjite znojenje tako što ćete ostati u klimatizovanom prostoru, uz često tuširanje i nošenje svetle odeće. Održavati pogođeno područje suvim. Lokalni antihistaminik i antiseptik preparati se mogu koristiti za smanjenje nelagodnosti i sprečavanje sekundarne infekcije.
Toplotni edem	Edem donjih udova, obično gležnjeva, pojavljuje se na početku vruće sezone. Ovo se pripisuje vazodilatacijom u periferiji izazvanoj toplotom, kao i zadržavanjem vode i soli.	Lečenje nije potrebno jer obično edem opada nakon aklimatizacije. Diuretici se ne savetuju.
Toplotna sinkopa  <i>Izvor : Public Health advice on preventing health effects of heat. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <a href="https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat">https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat</a></i>	Uključuje kratak gubitak svesti ili ortostatsku vrtoglavicu. Česta je kod pacijenata sa kardiovaskularnim oboljenjima ili onih koji uzimaju diuretike, pre aklimatizacije. Pripisuje se dehidraciji, perifernoj vazodilatacija i smanjen venski povratak što dovodi do smanjenog minutnog volumena srca.	Pacijent treba da se odmara na hladnom mestu i da bude postavljen u ležeći položaj sa nogama i kukovima uzdignutim radi povećanja venskog povratka. Drugi ozbiljni uzroci sinkope moraju biti isključeni.



# Blaga i umerena toplotna oboljenja i njihovo lečenje

Zdravstveno stanje	Znaci i simptomi/mehanizmi	Menadžment
Toplotni grčevi	Bolni mišićni grčevi se javljaju najčešće u nogama, rukama ili stomaku, obično na kraju kontinuirane vežbe. Ovo se može pripisati dehidraciji, gubitku elektrolita usled jakog znojenja i umora mišića.	Savetuje se da se odmah odmorite na hladnom mestu. Istegnite mišiće i nežno masirajte. Može biti potrebna oralna rehidracija, korišćenjem rastvora koji sadrži elektrolite. Treba potražiti medicinsku pomoć ako toplotni grčevi traju duže od jednog sata.
Toplotna iscrpljenost	Simptomi uključuju intenzivnu žeđ, slabost, nelagodnost, anksioznost, vrtoglavicu, nesvesticu i glavobolju. Osnovna temperatura može biti normalna, subnormalna ili blago povišena (manje od 40 °C). Puls je končast sa posturalnom hipotenzijom i praćen brzim plitkim disanjem. Nema promene mentalnog statusa. Ovo se može pripisati smanjenju vode i/ili soli koje je rezultat izlaganja visokoj toploti okoline ili naporne fizičke vežbe.	Premestite pacijenta u ohlađen prostor u hladu ili na klimatizovano mesto. Pacijent treba da se skine. Nanesite hladnu vlažnu tkaninu ili poprskajte hladnom vodom i koristite ventilator ako je dostupan. Položite pacijenta i podignite njegove ili njene noge i kukove da biste povećali venski povratak. Započnite oralnu hidrataciju. Ako mučnina sprečava oralni unos tečnosti, razmislite o intravenskoj hidrataciji. Ako je hipertermija iznad 39 °C ili oštećeno mentalnog stanja ili se javi trajna hipotenzija, tretirati kao toplotni udar i prebaciti pacijenta u bolnicu.

Izvor : Public Health advice on preventing health effects of heat. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869.  
<https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

Izvor : Public Health advice on preventing health effects of heat. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

Erasmus+ Higher education  
 ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Lečenje toplotnog udara opasnog po život

Stanje	Intervencija	Cilj
<p>Izlaganje toplotnom stresu (toplotni talas, letnja sezona i/ili iscrpna vežba)</p> <p>Promene u mentalnom statusu (anksioznost, delirijum, napadi, koma)</p>	<p>Izmerite unutrašnju temperaturu (rektalna sonda). Ako je <math>&gt; 40^{\circ}\text{C}</math>, premestite se na hladnije mesto, skinite odeću, pokrenite spoljašnje hlađenje; hladni oblozi na vratu, pazuhu i preponama, neprekidno provetravanje (ili držite otvorene prozore ambulate) dok se koža prska vodom na <math>25\text{--}30^{\circ}\text{C}</math>. Postavite pacijenta bez svesti na bok i oslobodite disajne puteve.</p> <p>Dajte kiseonik 4 l/min.</p> <p>Dajte izotonični kristaloid (normalni fiziološki rastvor).</p> <p>Brzo prebacite na odeljenje hitne pomoći.</p>	<p>Dijagnoza toplotnog udara.</p> <p>Smanjiti temperaturu jezgra na <math>&lt; 39,4^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Održavati hlađenje pomoću strujećeg vazduha.</p> <p>Podsticati hlađenje isparavanjem.</p> <p>Smanjiti rizik od aspiracije.</p> <p>Povećajte arterijsku zasićenost kiseonikom na <math>&gt; 90\%</math>.</p> <p>Obezbedite proširenje zapremine.</p>

Izvor : Public Health advice on preventing health effects of heat. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



# Lečenje u bolnici

Stanje	Intervencija	Cilj
Hipertermija	Potvrdite dijagnozu termometrom kalibrisanim za merenje visokih temperatura (40–47 °C). Pratite temperaturu kože i rektuma; nastaviti sa hlađenjem.	Održavajte temperaturu kože > 30 °C. Zaustavite rashlađivaenje kada je rektalna temperatura < 39,4 °C.
Napadi	Razmotrite benzodiazepine.	Kontrolišite napade.
Respiratorna insuficijencija	Razmotrite elektivnu intubaciju (za oštećeno gutanje i refleksivan kašalj ili pogoršanje respiratorne funkcije)	Zaštitite disajne puteve i povećajte oksigenaciju (saturacija arterije kiseonikom do > 90%).
hipotenzija	Dajte ekspandere zapremine, dodajte vazopresore i razmotrite praćenje centralnog venskog pritiska	Povećati srednji arterijski pritisak > 60 mmHg, obnoviti perfuziju organa i oksigenaciju tkiva (svest, izlučivanje urina, nivo laktata).
Rabdomioliza	Proširite zapreminu normalnim fiziološkim rastvorom, intravenozno furosemid i manitol ili intravenski natrijum Bikarbonat. Pratite kalijum i kalcijum u serumu i lečite čak i umerena stanja hiperkalemije.	Sprečiti oštećenje bubrega izazvano mioglobinom. Promovisati bubrežni protok krvi i diurezu. Obezbedite alkalizaciju urina.
Post-hlađenje		Sprečiti po život opasnu srčanu aritmiju.
Sistem višestrukih organa disfunkcija	Koristite nespecifičnu terapiju podrške.	Pomoć u oporavku funkcije organa.

Izvor : Public Health advice on preventing health effects of heat. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Ključne poruke

- Niz blagih do ozbiljnih uticaja na zdravlje može biti rezultat izlaganja visokim temperaturama. Naročito kada temperature ostaju visoke tokom dužeg perioda.
- Glavni uzroci bolesti i smrti tokom toplotnog talasa su respiratorne i kardiovaskularne bolesti.
- Postoje specifični zdravstveni efekti i bolesti u vezi sa toplotom, uključujući: Toplotni grčevi, toplotni osip, toplotni edem, toplotna sinkopa, toplotna iscrpljenost, toplotni udar.

Šta treba da uradite u vezi sa toplotnom bolešću:

- Ako su simptomi blagi, hidrirajte se i sklonite se sa vrućine
- Ako su teži (toplotna iscrpljenost), hidrirajte se, ohladite, pređite na hladnije mesto
- Ako dođe do toplotnog udara, pridržavajte se uputstava posebne hitne pomoći

## Testirajte svoje znanje

- Koja je najveća opasnost po zdravlje u Evropi u vezi sa klimom?
- Ko je u opasnosti od ekstremne vrućine?
- Koji su načini razmene toplote?
- Kako biste opisali fiziologiju kontrole temperature?
- Koji faktori doprinose povećanju rizika od toplotnih bolesti prilikom starenja?
- Možete li razlikovati bolest prouzrokovanu toplotom od zaraznih bolesti?
- Kako biste postavili dijagnozu toplotnog udara?
- Kako biste lečili umereno stanje bolesti prouzrokovane toplotom?
- Kako biste lečili ozbiljan toplotni udar?



## Preporučeno čitanje

- IPCC-AR/ Technical Report [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_TechnicalSummary.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_TechnicalSummary.pdf)
- The health impacts of hot weather and the Heatwave Plan for England [https://www.hcpa.info/wp-content/uploads/2018/06/The-health-impacts-of-hot-weather-and-the-Heatwave-Plan-for-England\\_fina....pdf](https://www.hcpa.info/wp-content/uploads/2018/06/The-health-impacts-of-hot-weather-and-the-Heatwave-Plan-for-England_fina....pdf)
- *Balmain BN, Sabapathy S, Louis M, Morris NR. Aging and Thermoregulatory Control: The Clinical Implications of Exercising under Heat Stress in Older Individuals. Biomed Res Int. 2018 Aug 2;2018:8306154. doi: 10.1155/2018/8306154.*
- González-Alonso J. Human thermoregulation and the cardiovascular system. *Exp Physiol.* 2012 Mar;97(3):340-6. doi: 10.1113/expphysiol.2011.058701
- Rublee C, Dresser C, Giudice C, Lemery J, Sorensen C. Evidence-Based Heatstroke Management in the Emergency Department. *West J Emerg Med.* 2021 Feb 26;22(2):186-195. doi: 10.5811/westjem.2020.11.49007. PMID: 33856299; PMCID: PMC7972371.
- Leyk D, Hoitz J, Becker C, Glitz KJ, Nestler K, Piekarski C. Health Risks and Interventions in Exertional Heat Stress. *Dtsch Arztebl Int.* 2019 Aug 5;116(31-32):537-544. doi: 10.3238/arztebl.2019.0537. PMID: 31554541; PMCID: PMC6783627
- Public Health advice on preventing health effects of heat. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg  
Emil Palade u Targu Murešu – Targu Mureș, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



# Uticaj klimatskih promena na kardiovaskularne bolesti (KVB)



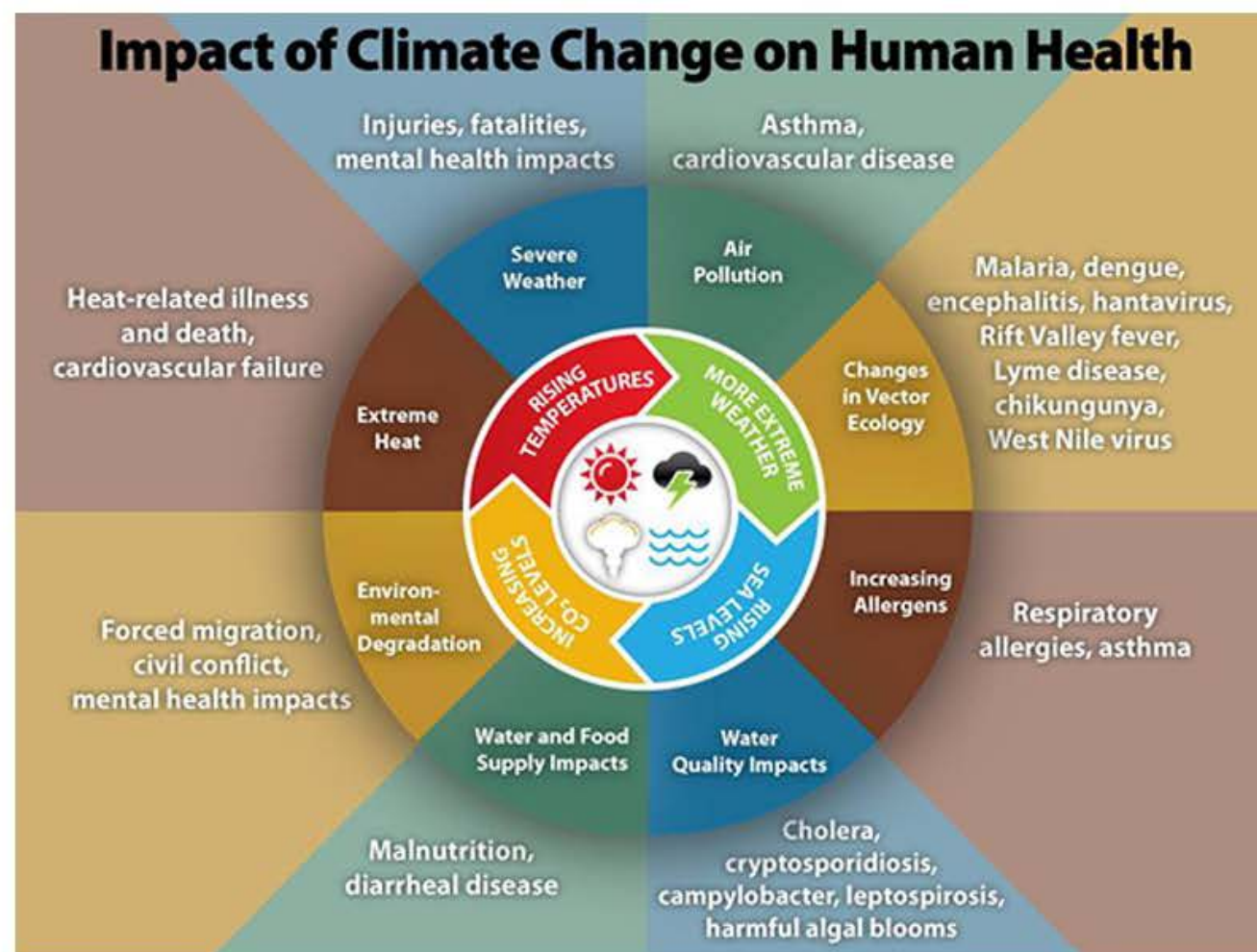
# Ishodi učenja

Po uspešno završenom času učesnici će biti u stanju da

- Opišu međusobne veze između klimatskih promena i kardiovaskularnih bolesti (KVB)
- Shvate kako temperatura vazduha, zagađenje vazduha, šumski požari i prašina utiču na KVB
- Identifikuju podpopulacije koje su posebno osetljive na efekte klimatskih promena na KVB
- Diskutuju o tome kako ublažiti KVB povezane sa klimatskim promenama
- Identifikuju aktivnosti koje zdravstveni radnici mogu da preduzmu da pripreme populacije sa ugroženim kardiovaskularnim zdravljem za ekstremne vremenske prilike i prirodne katastrofe

# Uticaj klimatskih promena na kardiovaskularne bolesti (KVB)

- Klimatske promene (KP) su najveći egzistencijalni izazov za zdravlje planeta i ljudi.
- Među mnogim efektima, klimatske promene utiču na KVB i opšte zdravlje, a ovo predstavlja višestruki problem koji treba hitno da se reši na različitim nivoima.



Uticaj klimatskih promena na zdravlje ljudi.

[https://www.cdc.gov/climateandhealth/images/climate\\_change\\_health\\_impacts600w.jpg?\\_=06389](https://www.cdc.gov/climateandhealth/images/climate_change_health_impacts600w.jpg?_=06389)

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

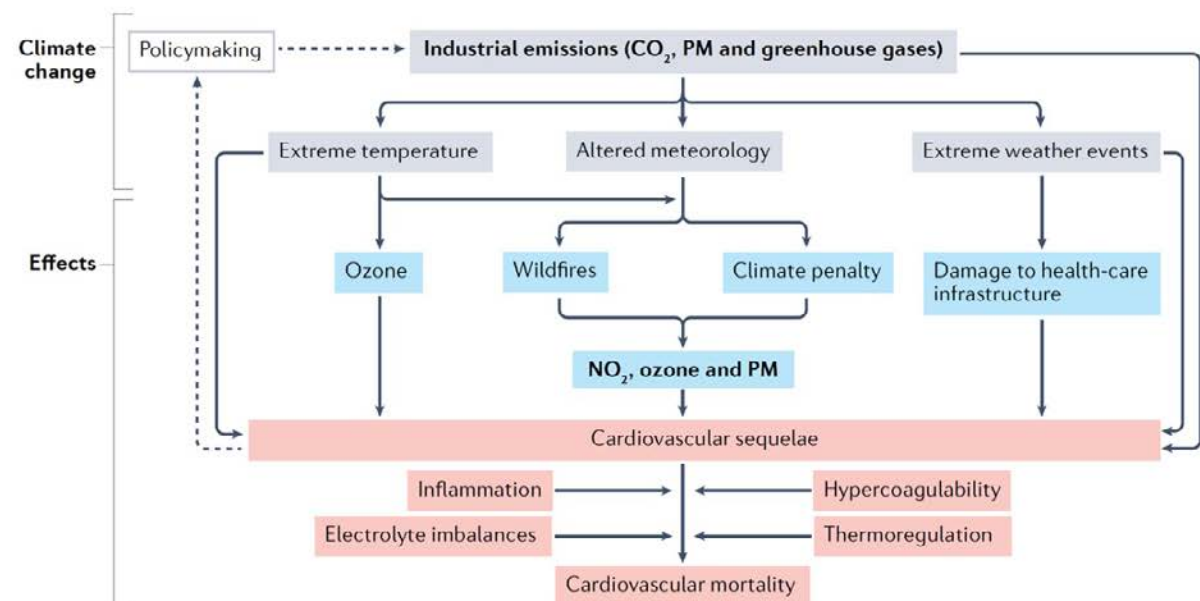
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Na primer, **2019. godine, oko 18,6 miliona ljudi je umrlo od KVB širom sveta**, a KVB ostaje vodeći uzrok smrti u svetu.

Shodno tome, **neophodno je otkriti veze** koje postoje između KK i drugih stresora i KVB kako bi se razvile strategije ublažavanja i prevencije.

## Klimatske promene i KVB



Uticaj klimatskih promena na razvoj kardiovaskularnih bolesti.

Source: from Khraishah et al., 2022

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Direktna izloženost **ekstremnim vremenskim prilikama**, temperaturama okoline, toplotnim talasima, hladnoći i širokom spektru zagađivača ima potencijal da pogorša bolest kod osoba sa osnovnim KVB stanjima i doprinese razvoju bolesti kod onih bez poznate KVB.

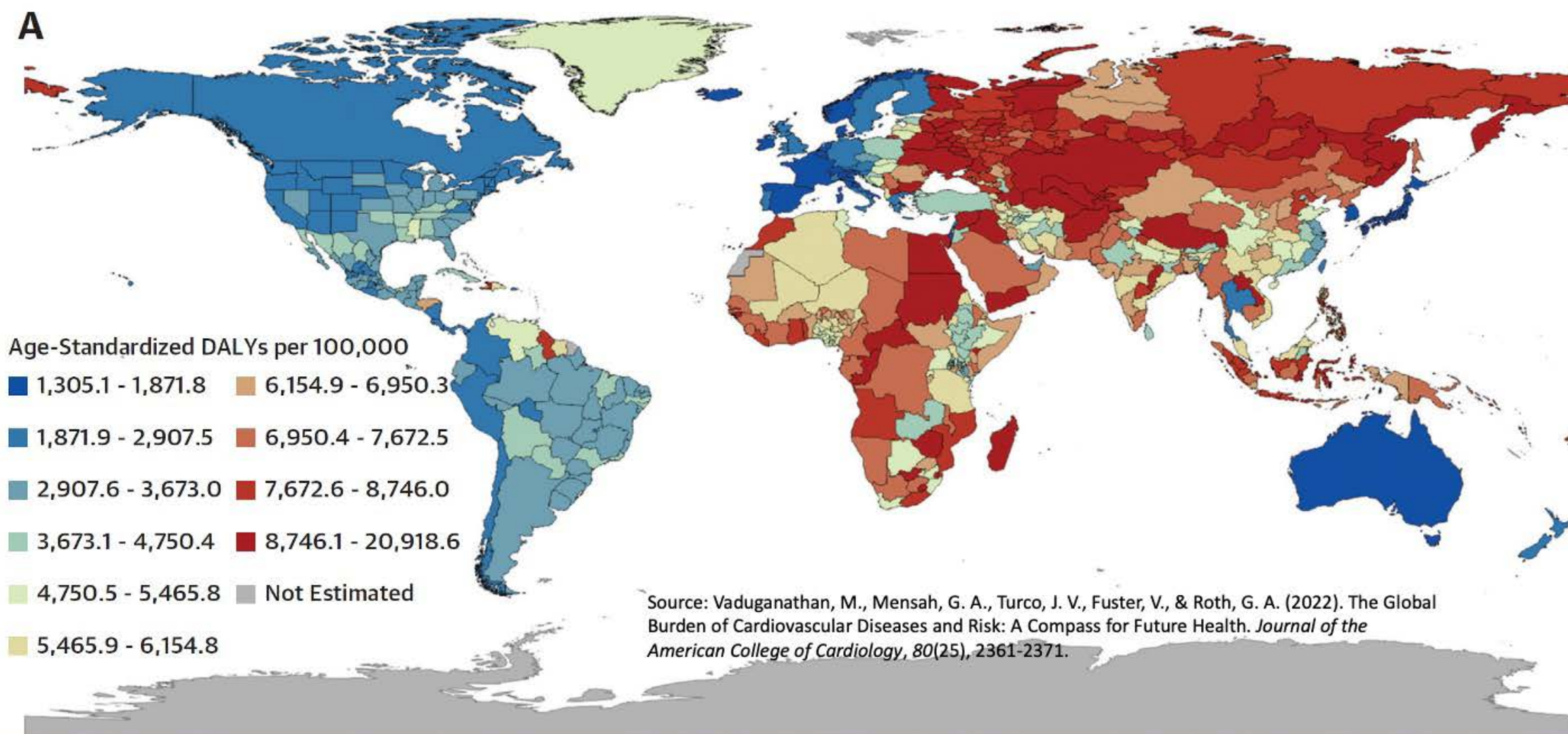
Čini se da se najverovatniji mehanizmi odnose na **ekstremne vremenske prilike i zagađenje vazduha**, od kojih svaki može imati nezavisne, ali međusobno povezane efekte na zdravlje kardiovaskularnog sistema.

→ Pogoršanje kvaliteta vazduha zbog povećanih zagađivača može pogoršati ekstremne fluktuacije nivoa temperature, a ove promene mogu dovesti do daljeg pogoršanja kvaliteta vazduha.

Pored toga, **indirektni efekti KP** na kardiovaskularno zdravlje uključuju višestruke složene puteve izloženosti, uključujući pristup zdravoj hrani i čistoj vodi, prevozu, stanovanju, struji, komunikacionim sistemima, medicinskoj pomoći i drugim društvenim determinantama zdravlja, a sve je to od suštinskog značaja za održavanje kardiovaskularnog zdravlja.



## CENTRAL ILLUSTRATION Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks

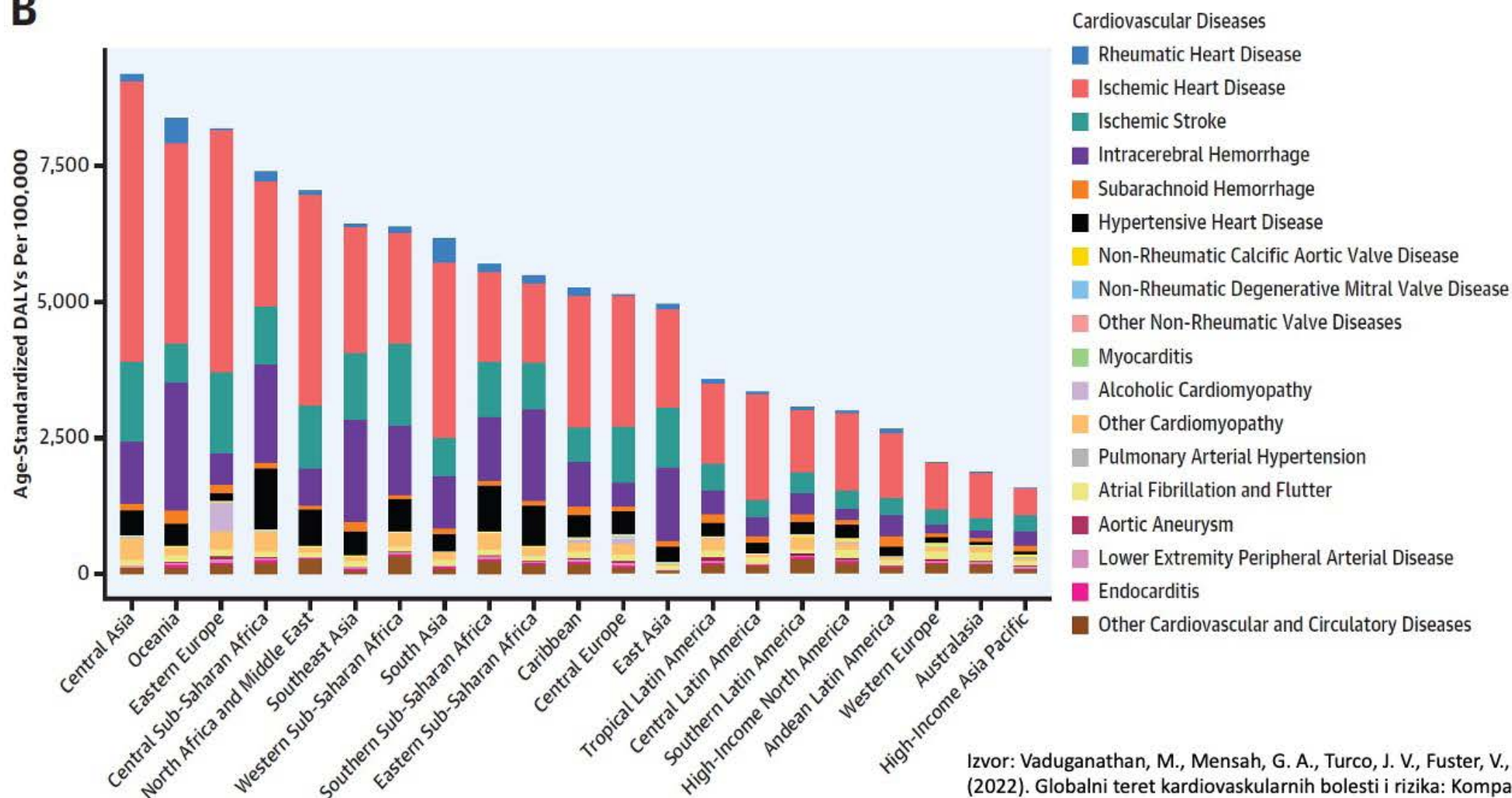


Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

**B**



Izvor: Vaduganathan, M., Mensah, G. A., Turco, J. V., Fuster, V., & Roth, G. A. (2022). Globalni teret kardiovaskularnih bolesti i rizika: Kompas za buduće zdravlje. *Journal of the American College of Cardiology*, 80(25), 2361-2371.

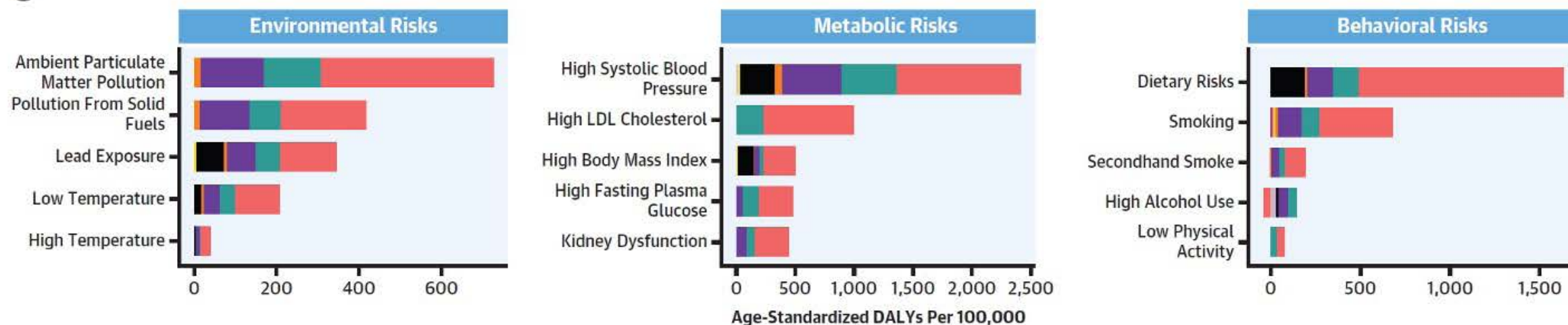
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



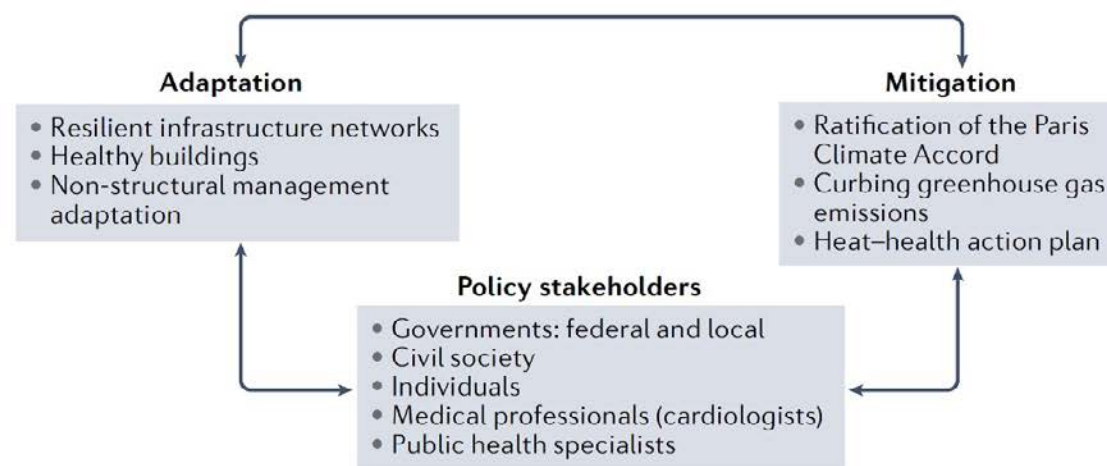
C



Izvor: Vaduganathan, M., Mensah, G. A., Turco, J. V., Fuster, V., & Roth, G. A. (2022). Globalni teret kardiovaskularnih bolesti i rizika: Kompas za buduće zdravlje. Journal of the American College of Cardiology, 80(25), 2361-2371.



## Klimatske promene i KVB



Integrativna strategija klimatskih promena. Integrirani pristup suočavanju sa klimatskim promenama kroz strategije prilagođavanja i ublažavanja koje uključuje zainteresovane strane politike na više nivoa  
Izvor: from Khraishah et al., 2022

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

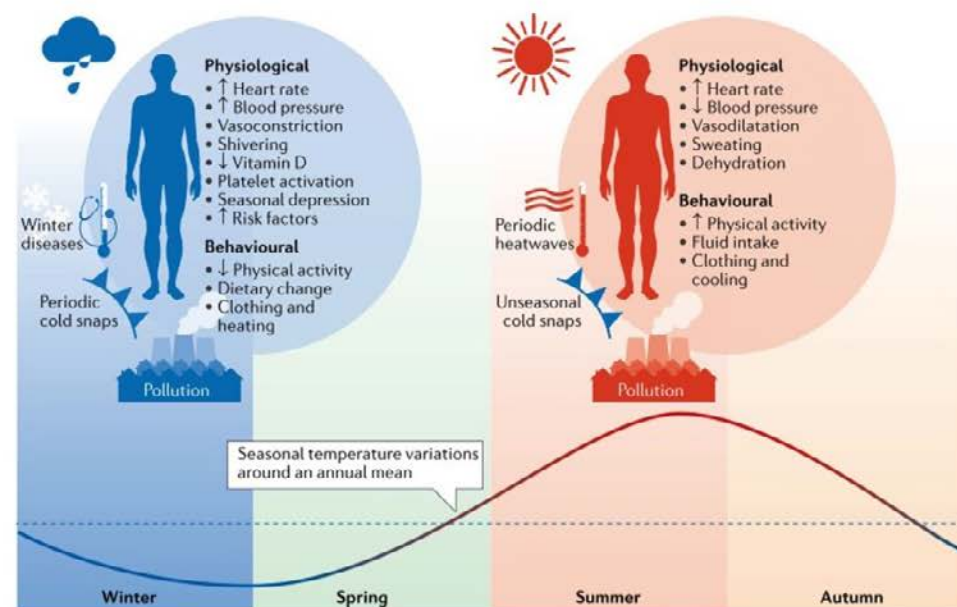
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

U lekciji ćemo naučiti o vezama između:

- **temperatura vazduha** (toplotni talasi i hladnoće) i KVB,
- **zagađenje vazduha** (čestice i ozon) i KVB,
- **šumski požari, pustinjska prašina i KVB**, kao i oko
- **ranjive podpopulacije**,
- **kako ublažiti KVB povezane sa klimatskim promenama**,
- i pružićemo neke **poruke za lekare i kardiologe**.

## Temperatura vazduha utiče na KVB



Nature Reviews | Cardiology  
Model sezonskih varijacija kardiovaskularnih bolesti: interakcije između pojedinca i sredine  
Izvor: from Stewart et al., 2017

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

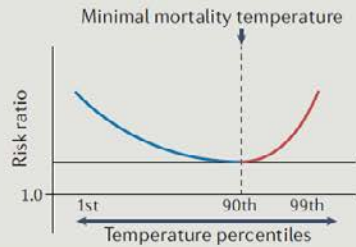
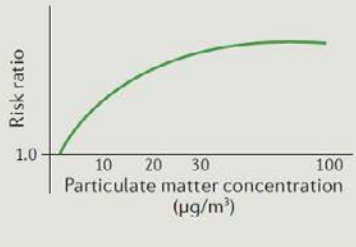
### I niske i visoke temperature doprinose kardiovaskularnom morbiditetu i mortalitetu.

U 2019. godini, Globalna studija o teretu bolesti uvela je **neoptimalne temperature kao faktor rizika za smrt širom sveta**, sa najvećim opterećenjem mortaliteta povezanim sa niskim, a ne visokim temperaturama.

Globalna analiza iz 2021. procenjuje da **je >5 miliona smrtnih slučajeva godišnje povezano sa neoptimalnim temperaturama**.

**Očekuje se da će se ovi trendovi pogoršati u narednim godinama** s obzirom na kontinuirano globalno zagrevanje i veću ranjivost pacijenata sa višestrukim faktorima rizika za KVB<sup>61</sup>.

## Temperatura vazduha utiče na KVB

Feature	Ambient temperature	Particulate matter
Unit of measurement	Degrees Fahrenheit or Celsius	Micrograms per cubic metre
Exposure assessment	Average daily outdoor air temperature, usually measured from meteorological stations	Average daily particulate matter (PM <sub>2.5</sub> and PM <sub>10</sub> ) levels, usually measured by regulatory monitoring networks or estimated from models with fine spatiotemporal resolution
Study design	Time-series and case-crossover studies for short-term effects; longitudinal cohort studies for long-term effects	Time-series and case-crossover studies for short-term effects in time-series and case-crossover studies; longitudinal cohort studies for long-term effects
Lag effect	Cold temperatures up to 3 weeks; hot temperatures up to 1 week	Up to 5 days (short-term effects)
Exposure-response curve		

PM<sub>2.5</sub>, fine particulate matter  $\leq 2.5 \mu\text{m}$  in diameter; PM<sub>10</sub>, particulate matter  $\leq 10 \mu\text{m}$  in diameter.

Temperature and particulate matter as climate change related health exposures  
Source: from Khraishah et al., 2022

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Efekat **kratkotrajnog izlaganja temperaturnim fluktuacijama na mortalitet** pokazao je da je odnos izloženost-odgovor inherentno nelinearan i da može proizvesti krivulje u obliku slova U, V ili J.

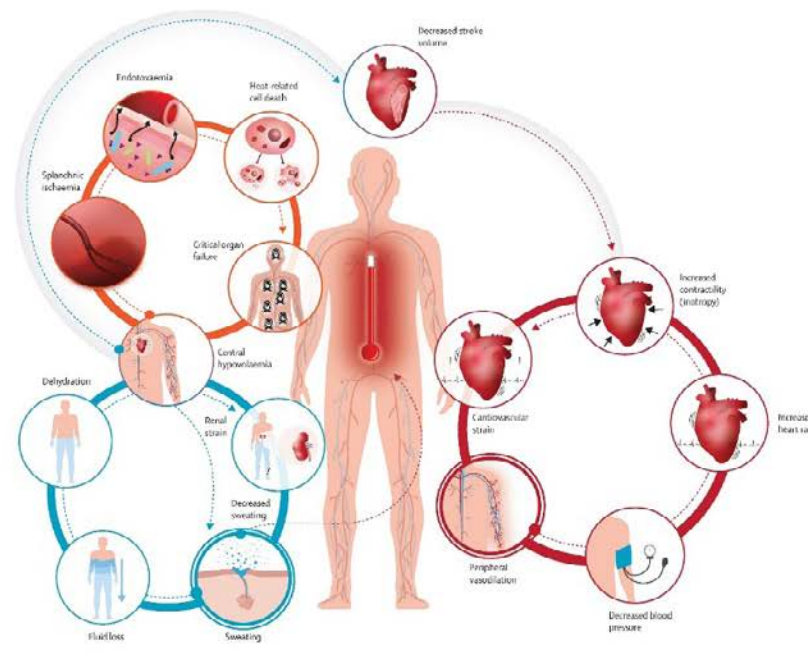
**Optimalna temperatura** (koja se odnosi na srednju dnevnu temperaturu na kojoj se javlja najniži mortalitet i poznata je i kao minimalna temperatura mortaliteta) je demarkacija ili tačka savijanja krivih i može varirati u zavisnosti od klimatske zone, geografske lokacije i ranjivosti stanovništva.

Još jedan uzrok koji treba uzeti u obzir je **odloženi ili „zakasneli” efekat** stresora životne sredine, kao što su ekstremne temperature ili zagađenje vazduha.

**Zdravstveni efekti izlaganja** ekstremnoj niskoj temperaturi obično traju duže (do 2 nedelje ili više) od efekata izlaganja ekstremnim toplotnim događajima, koji obično traju 2-3 dana.



## Epidemiologija KVB povezanih sa temperaturom: Kardiovaskularni faktori rizika



→ Pored toga, **povećanje srednje temperature okoline je povezano sa nižim nivoom HDL u plazmi i višim nivoima LDL u plazmi.**

→ Više temperature su povezane sa **manje vremena provedenog u vežbanju**, što potencijalno može povećati rizik od KVB na duži rok.

→ Ekstremne temperature mogu uticati na rizik od razvoja **dijabetesa** i mogu biti povezane sa lošom kontrolom glikemije kod pacijenata sa osnovnim dijabetesom.

→ Kratkoročne fluktuacije temperature takođe su povezane sa **nivoom krvnog pritiska**.

→ Studije u različitim klimatskim uslovima i populacijama su pokazale **inverznu povezanost između temperature i nivoa krvnog pritiska** istog i/ili prethodnih dana.

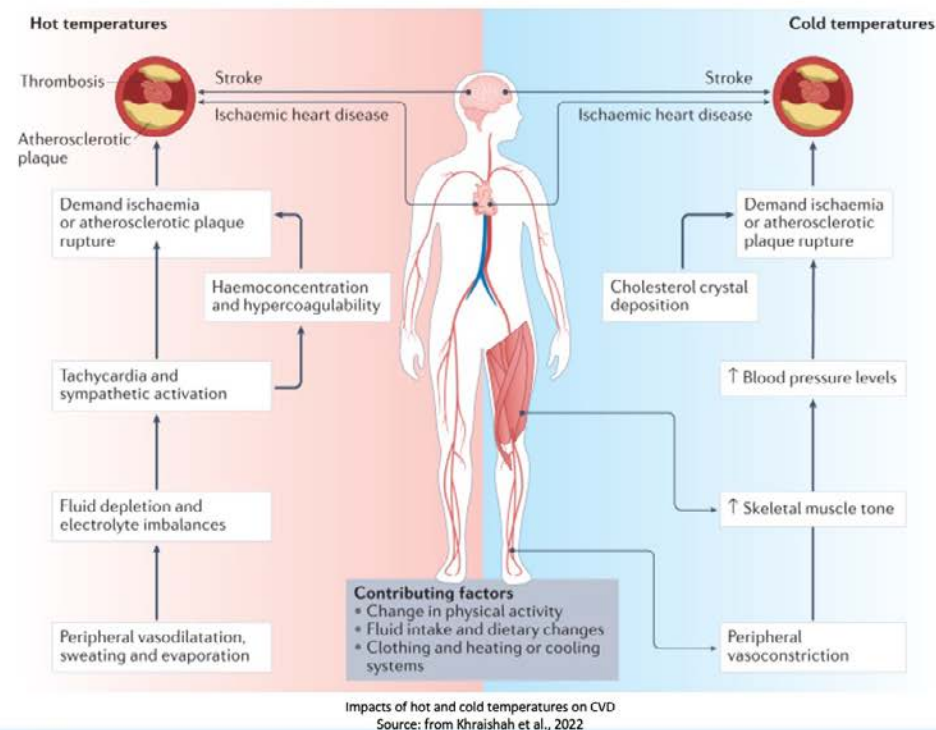
→ Studije su pokazale da je **smanjenje srednje spoljašnje temperature od 1 °C povezano sa povećanjem sistolnog krvnog pritiska za 0,26 mmHg i dijastolnog krvnog pritiska za 0,13 mmHg.**

→ Zanimljivo, pokazalo se da je **noćni krvni pritisak** viši tokom letnjih meseci nego u zimskim mesecima, što sugerise da bi zagrevanje klime moglo imati suprotne efekte i suprotstaviti se tradicionalnim mehanizmima kardio zaštite.

→ **Toplije noći** mogu dovesti do povećanja krvnog pritiska nekoliko sati kasnije tokom sledećeg popodneva.

→ **Smanjeno trajanje ili kvalitet sna** je takođe predložen kao potencijalni mehanizam za naizgled paradoksalno povišenje noćnog krvnog pritiska tokom toplijeg vremena.

## Epidemiologija KVB povezanih sa temperaturom: Kardiovaskularni mortalitet



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ Relativni **rizik od smrti od svih uzroka i kardiovaskularne smrti** naglo se povećava ako srednja dnevna temperatura ide iznad ili ispod optimalne temperature.

→ **Povećanje ili smanjenje temperature okoline za 1 °C** iznad ili ispod praga optimalne temperature bilo je povezano sa povećanjem kardiovaskularnog mortaliteta od 3,44% i 1,66%, respektivno.

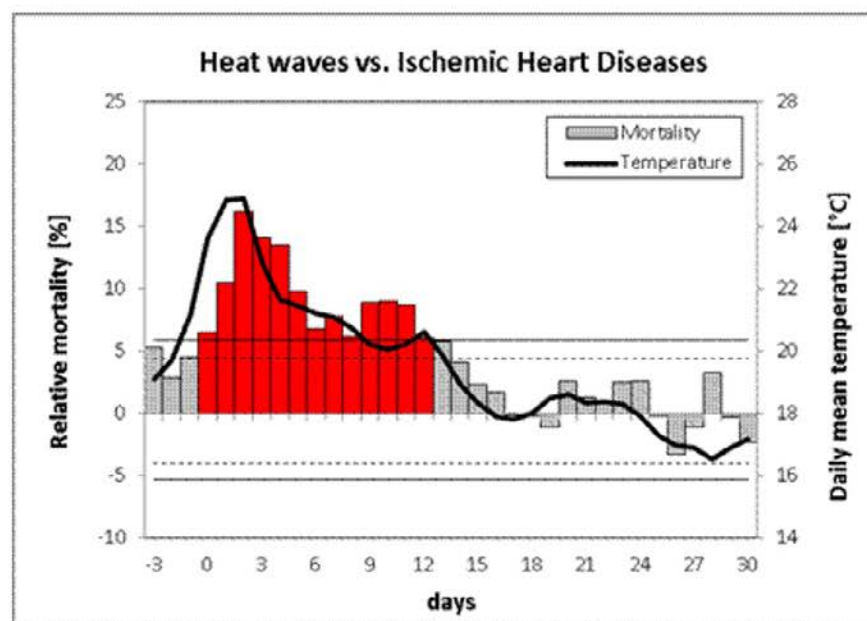
→ Analiza vremenskih serija u Engleskoj i Velsu tokom letnjih meseci za period 1993-2006 pokazala je povećanje kardiovaskularnog mortaliteta za 1,8% za svaki porast od 1 °C iznad regionalnog toplotnog praga.

→ Analiza vremenske serije pojedinaca iz >270 kineskih gradova procenjena tokom 2013–2015 pokazala je da su **niske temperature** imale veću povezanost sa kardiovaskularnom smrtnošću nego visoke temperature okoline.

→ U poređenju sa optimalnom temperaturom, ekstremne niske temperature su bile povezane sa povećanjem kardiovaskularnog mortaliteta od 92%, sa trajnim efektima koji su trajali >14 dana.

→ Nasuprot tome, ekstremno visoke temperature su bile povezane sa povećanjem kardiovaskularnog mortaliteta od 22%.

## Epidemiologija KVB povezanih sa temperaturom: Ishemijska bolest srca



Influence of Heat Waves on Ischemic Heart Diseases in Germany  
Source: <https://www.mdpi.com/2225-1154/2/3/133>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ **Ekstremi visoke i niske temperature su povezani sa povećanom incidencom IM.**

→ Veza između niskih temperatura i hospitalizacije IM je dobro opisana u literaturi, a povezanost između toplote i hospitalizacije IM je manje konzistentna.

→

→ Studija iz Augsburga, Nemačka, uporedila je **incidencu IM** tokom perioda 1987–2000 i 2001–2014:

→ Tokom ranijeg perioda, IM je bio izazvan samo izlaganjem hladnoći, ali se relativni rizik od IM izazvanog toplotom značajno povećao tokom drugog perioda.

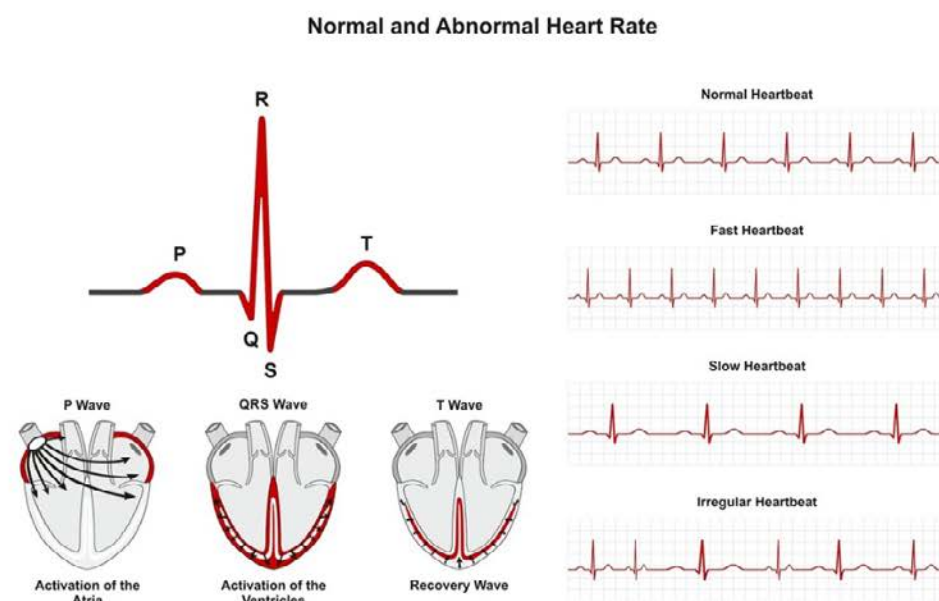
→ Povećana osetljivost na toplotu bila je više dokaza kod pacijenata sa dijabetesom i hiperlipidemijom, naglašavajući važnost prikazivanja neoptimalne temperature kao faktora rizika za KVB, posebno u ranjivim podgrupama<sup>89</sup>.

→ Neke studije nisu pronašle vezu između toplijih temperatura i povećane incidencije MI u Madridu, Španiji, i Engleskoj i Velsu.

→ Međutim, meta-analiza 23 studije pokazala je da **je relativni rizik od hospitalizacije IM 1,016 za svaki porast temperature okoline od 1 °C i 1,014 za svaki pad od 1 °C.**



## Epidemiologija KVB povezanih sa temperaturom: HF prijemi i aritmij



Source: <https://www.carolinaheartandleg.com/wp-content/uploads/2018/04/ARRHYTHMIA.jpg>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Brojne studije su **pokazale veći prijem HF i mortalitet tokom zimskih meseci**, uporedo sa povećanjem mortaliteta u vezi sa respiratornim bolestima.
- Veći **dnevni temperaturni opseg** (razlika između maksimalne i minimalne temperature u jednom danu) takođe je povezan sa većim prijemom HF.
- Studija od >30.000 poseta odeljenju hitne pomoći u vezi sa aritmijom u Seulu, Južna Koreja, otkrila je da je svako smanjenje srednje temperature za 1 °C i povećanje dnevnog temperaturnog opsega za 1 °C povezano sa povećanjem rizika od srčanih aritmija koji se može pripisati. 1,06% i 1,84%, respektivno.

- U analizi podgrupa, žene i starije osobe starosti ≥65 godina bile su podložnije promenama u dnevnom temperaturnom opsegu nego njihovi muški i mlađi kolege, respektivno.

## Epidemiologija KVB povezanih sa temperaturom: Udar

Što se tiče **incidencije moždanog udara**, nije pronađena povezanost između visokih temperatura i moždanog udara u meta-analizi 20 studija, dok su niske temperature povećale rizik od moždanog udara za 0,9%.



Source: <https://www.express.co.uk/life-style/health/852809/heart-disease-flu-cold-winter>

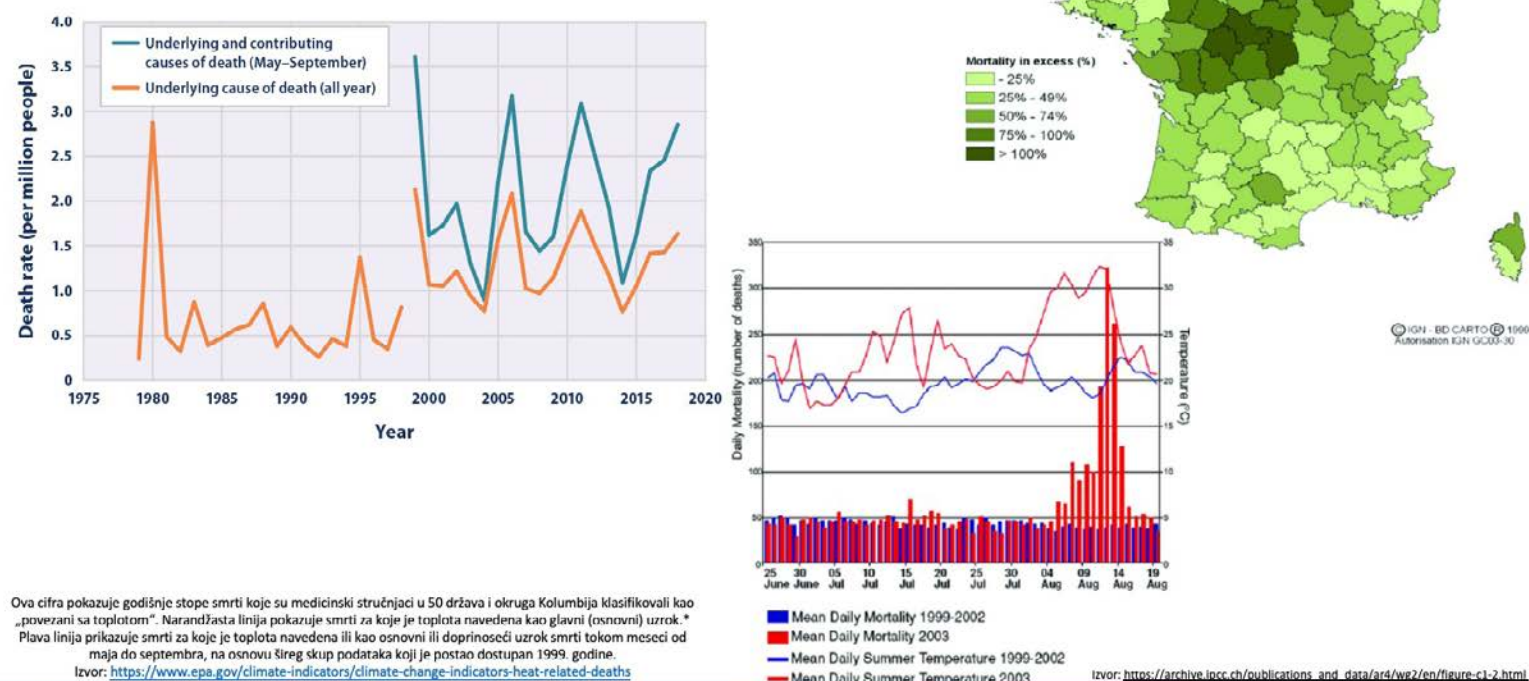
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

- Studije o povezanosti moždanog udara (i njegovih podtipova) i temperature okoline dale su **nedosledne nalaze**.
- Što se tiče **incidencije moždanog udara**, nije pronađena povezanost između visokih temperatura i moždanog udara u meta-analizi 20 studija, dok su niske temperature povećale rizik od moždanog udara za 0,9%.
- U sistematskom pregledu i meta-analizi 20 studija i oko 2.000.000 događaja, **povećanje ili smanjenje temperature okoline za 1 °C povećalo je rizik od smrti uzrokovane moždanim udarom za 1,5%, odnosno 1,2%**.
- Kao i kod drugih kardiovaskularnih ishoda, efekti hladnog vremena su se javili 2-4 dana nakon izlaganja, dok su se efekti toplote javili istog dana.
- Druga studija je pokazala da su niže temperature bile u značajnoj korelaciji sa većim rizicima od svih podtipova moždanog udara, ali je pronađena značajna heterogenost u veličini efekta u zavisnosti od **geografske širine i prosečnih temperatura** na mestu istraživanja.

## Uticaj toplotnih talasa i hladnoće na KVB



Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Lako **toplotni talasi** nisu nova pojava, očekuje se da će se njihov intenzitet, učestalost i trajanje povećati usled klimatskih promena. U meta-analizi koja je objedinila efekte toplotnih talasa na smrtnost od svih uzroka i kardiorespiratornu smrtnost koristeći različite definicije toplotnog talasa, **toplotni talas od  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  tokom  $\geq 3$  dana otkrio je 21% povećan rizik od kardiovaskularne smrti**. Još jedna studija meta-analize otkrila je da toplotni talasi povećavaju kardiovaskularnu smrtnost za 15%. Nasuprot tome, objedinjavanje 18 studija (sa različitim definicijama toplotnog talasa) **nije otkrilo povezanost između toplotnih talasa i kardiovaskularnog morbiditeta**.

**Toplotni talasi u julu 1995. u Čikagu, SAD, i u leto 2003. u Evropi**, bili su ključni u pružanju uvida u štetne efekte toplotnih talasa na zdravlje.

U **Čikagu**, osmodnevni toplotni talas u julu 1995. doveo je do više od 600 smrtnih slučajeva i 3.300 poseta hitnoj pomoći.

Uočeno je povećanje broja bolničkih prijema u Čikagu od 11% zbog dehidracije, toplotnog udara i toplotne iscrpljenosti, posebno kod pacijenata sa KVB (kao što je hipertenzija) i dijabetesom.

Tokom **evropskog toplotnog talasa** u julu i avgustu 2003. godine, temperature u rasponu od  $35^{\circ}\text{C}$  do  $40^{\circ}\text{C}$  su više puta zabeležene u više zemalja Zapadne i Centralne Evrope.

Analiza iz 16 evropskih zemalja otkrila je **70.000 dodatnih smrtnih slučajeva** tokom leta 2003. u poređenju sa letnjim referentnim periodima za period 1998–2002.

**Zahlađenja** su definisana pragom niske temperature koji traju određeno trajanje (obično  $>2$  uzastopna dana). Studije su otkrile da su **periodi zahlađenja** povezani sa povećanjem smrtnosti od kardiovaskularnih bolesti za 11%. Prema podacima iz Britanske regionalne studije o srcu, **zahlađenja su dvostruko povećala rizik od smrti u vezi sa koronarnom bolešću srca ili moždanim udarom**. Nekoliko meteoroloških varijabli može doprineti osetljivosti na toplotu i hladnoću, uključujući **vlažnost, vetar i sunčevo zračenje**. **Morbiditet i mortalitet** se mogu povećati sa povećanjem temperature, delom zbog povezanog povećanja nivoa vlažnosti, što stavlja stres na termoregulacioni sistem.



### Uticaji zagađenja vazduha na KVB: čestice (PM)

Pollutant	Averaging Time	2005 AQGs	2021 AQGs
PM <sub>2.5</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Annual 24-hour	10 25	5 15
PM <sub>10</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Annual 24-hour	20 50	15 45
Ozone (O <sub>3</sub> ) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Peak Season*+ 8-hour**	- 100	60 100
Nitrogen dioxide (NO <sub>2</sub> ) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Annual 24-hour*	40 -	10 25
Sulfur dioxide (SO <sub>2</sub> ) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24-hour	20	40
Carbon monoxide (CO) $\text{mg}/\text{m}^3$	24-hour*	-	4

\*Time averaging: flow for 2021: 1. Peak season: average of daily (average 8-hour) ozone concentrations during the six consecutive months with the highest observed 1-hour average of ozone for guidelines. 1-hour average, 90, 16 minute average, and CO: 8-hour, 1-hour, and 15 minute averages unchanged from previous recommendations. Source: World Health Organization.

WHO air quality guidelines from 2021  
Source: [https://www.iaair.com/newsroom/2021\\_WHO\\_air\\_quality\\_guidelines](https://www.iaair.com/newsroom/2021_WHO_air_quality_guidelines)

WHO air quality guidelines from 2021  
Source: <https://www.who.int/newsroom/2021-who-air-quality-guidelines>

Erasmus+ Higher education

**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**



European  
Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Zagađenje vazduha utiče na KVB

Postoji **veliki broj dokaza** o efektima zagađenja vazduha na kardiovaskularni i kardiometabolički morbiditet i mortalitet.

**Primarni zagađivači vazduha** se emituju iz prirodnih ili antropogenih izvora direktno u atmosferu, dok sekundarni zagađivači nastaju usled hemijskih reakcija ili fizičkih interakcija između samih primarnih zagađivača ili sa drugim komponentama atmosfere.

→ Primeri primarnih zagađivača uključuju čestice (PM), ugljen monoksid (CO), sumpor dioksid (SO<sub>2</sub>) i okside azota kao što je azot dioksid (NO<sub>2</sub>)

→ Sekundarni zagađivači uključuju sekundarne  $\text{PM}_{2.5}$  i fotohemijske oksidante kao što je  $\text{O}_3$ .

**Kriva izloženost-odgovor između nivoa  $O_3$  ili PM i zdravstvenih ishoda je hiperbolična, sa ostrim porastima na nižim nivoima izloženosti koji dostižu plato na višim nivoima.**

**PM** – koji se obično meri u mikrogramima po kubnom metru (masa po zapremini) od strane regulatornih i nadzornih mreža, ali se ponekad procenjuje na finijim prostornim rezolucijama korišćenjem podataka daljinskog senzora – je mešavina čvrstih i tečnih supstanci koje potiču iz prirodnih izvora (uključujući materijal od kore kao što je kao pesak i so), poljoprivredni izvori (kao što su đubrivo na bazi amonijaka)

i antropogeni izvori (kao što je sagorevanje fosilnih goriva).

**PM** se može kategorisati prema veličini :

→ PM<sub>10</sub> se odnosi na čestice koje se mogu udahnuti sa aerodinamičkim prečnikom od <10 μm (1 μm mikrometar] = 0.001 mm).

→ PM<sub>2.5</sub> do finih čestica <2,5 μm i

→ PM<sub>0.1</sub> do ultrafinih čestica <0,1 μm

→ Veličina PM-a određuje sudbinu i način transporta čestica, kao i njihovu lokaciju u respiratornom traktu gde će se slegnuti

Trenutni dokazi sugerišu da je nivo izloženosti  $PM_{2.5}$  koji može posredovati štetnim efektima po zdravlje znatno ispod nivoa izloženosti  $PM_{2.5}$  preporučenim u **smernicama za kvalitet vazduha Svetske zdravstvene organizacije (SZO)** ( $<5 \mu g/m^3$  za godišnje nivoe i  $<15 \mu g/m^3$  za dnevne nivoe), bez dokaza o nižem pragu ispod kojeg se nivoi  $PM_{2.5}$  smatraju bezbednim.

## Utjecaji zagađenja vazduha na KVB: čestice (PM)

2005 V.S. 2021 WHO air quality guidelines (AQGs)  
Preventable PM2.5 deaths avoided if new AQGs met globally: ~80% Source: WHO

Pollutant	Averaging Time	2005 AQGs	2021 AQGs
PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Annual 24-hour	10 25	5 15
PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Annual 24-hour	20 50	15 45
Ozone (O <sub>3</sub> ) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Peak Season*+ 8-hour**	- 100	60 100
Nitrogen dioxide (NO <sub>2</sub> ) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Annual 24-hour*	40 -	10 25
Sulfur dioxide (SO <sub>2</sub> ) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24-hour	20	40
Carbon monoxide (CO) $\text{mg}/\text{m}^3$	24-hour*	-	4

\* Hour averaging time for 2021. \*\* Peak season: average of daily maximum 8-hour concentrations during heavy ozone-producing months with the highest measured concentrations of ozone (predominantly May, June, July, and August). \* Annual, 24-hour, and 12-hour averages are based on annual, 24-hour, and 12-hour averages. Source: World Health Organization.

WHO air quality guidelines from 2021  
Source: <https://www.who.int/newsroom/2021-who-air-quality-guidelines>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Dokazi iz studije iz 2017. sugeriraju kontinuiranu vezu između nivoa O<sub>3</sub> i mortaliteta pri koncentracijama <60 delova na milijardu (ppb), što je niži opseg od onog koji se smatra američkim nacionalnim standardima kvaliteta ambijentalnog vazduha (70 ppb tokom 8 h).

Procene efekata između nivoa O<sub>3</sub> i mortaliteta su niže nego kod PM<sub>2.5</sub>.

**Stratosferski O<sub>3</sub>** je prirodni molekul u stratosferi Zemlje koji deluje kao važan štit apsorbujući ultraljubičasto zračenje koje emituje Sunce.

**Prizemni (troposferski) O<sub>3</sub>** razlikuje se od stratosferskog O<sub>3</sub>. Na nivou tla, O<sub>3</sub> je glavni sekundarni zagađivač, a njegovo formiranje je podstaknuto fotohemijskim reakcijama azot-oksida i isparljivih organskih jedinjenja u atmosferi obasjanoj suncem.

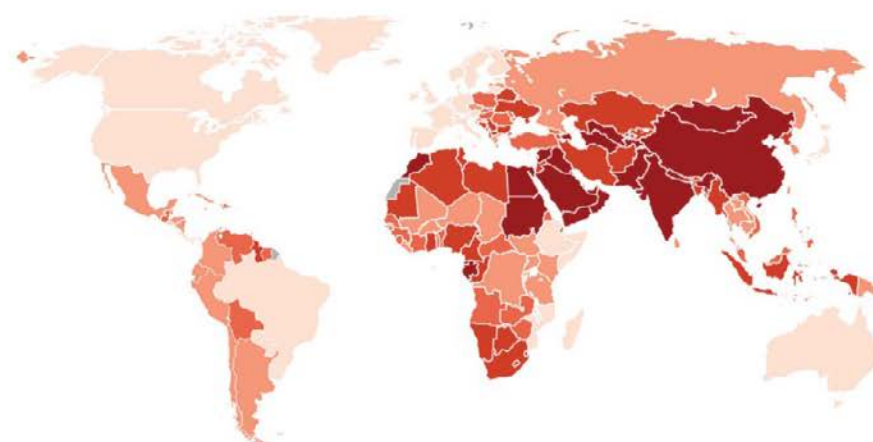
Isparljiva organska jedinjenja se uglavnom emituju antropogenim aktivnostima, kao što je sagorevanje fosilnih goriva u industrijskim procesima, kućama i motornim vozilima.

Reakcije koje dovode do formiranja O<sub>3</sub> takođe su pod velikim **uticajem meteoroloških fluktuacija** koje se vide sa klimatskim promenama.

Povećanje temperature okoline dovodi do povećanja prizemne koncentracije O<sub>3</sub> koje bi moglo biti teško ublažiti s obzirom na odnos između temperature okoline i nivoa O<sub>3</sub>. Nivoi O<sub>3</sub> se mere kao maksimalna koncentracija od 8 sati u delovima na milion ili milijardu zapremine.

## Epidemiologija zagađenja vazduha i KVB: Kardiovaskularni mortalitet

A Global Cardiovascular Disease Mortality Attributable to Air Pollution



Global CVD mortality attributable to air pollution Source: from Rajagopalan and Landrigan (

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Brojne studije su istakle **vezu između krvnog pritiska i nivoa zagađenja vazduha**.

Prevalencija **hipertenzije bila je povezana sa kratkotrajnom i dugotrajnom izloženosti** PM<sub>2.5</sub> od 10 µg/m<sup>3</sup>.

→ Kratkoročno izlaganje povećanjima od 10 µg/m<sup>3</sup> u PM<sub>2.5</sub> takođe je povezano sa porastom sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska za 1–3 mmHg.

Pokazalo se da **lične strategije za ograničavanje izloženosti zagađenju vazduha** (kao što je upotreba maski za lice i prečištača vazduha u zatvorenom prostoru) značajno smanjuju nivo krvnog pritiska, podržavajući tako

strategije za smanjenje zagađenja vazduha kao način za prevenciju i lečenje hipertenzije.

Analiza iz 2020. godine pokazala je značajnu povezanost između **povećanja nivoa** PM<sub>2.5</sub> od 10 µg/m<sup>3</sup> i incidencije i prevalencije dijabetesa tipa 2.

Istraživači su takođe otkrili značajnu povezanost između **povećanja nivoa** HO<sub>2</sub> od 10 µg/m<sup>3</sup> i prevalencije dijabetesa tipa 2.

Kratkoročna i dugotrajna izloženost PM<sub>2.5</sub> i drugim zagađivačima povećavaju rizik od kardiovaskularnih događaja.

U velikoj **američkoj** studiji (n = 517,043), dugotrajna izloženost (između 2000. i 2009.) PM<sub>2.5</sub> bila je povezana sa 10% povećanjem kardiovaskularnog mortaliteta za svakih 10 µg/m<sup>3</sup> povećanja nivoa PM<sub>2.5</sub>.

**Podaci iz Canadian** Census Health and Environment Cohort iz 2001. godine pokazali su da se procene 10-godišnjeg omjera opasnosti za kardiovaskularni mortalitet povećavaju za 25% za svakih 10 µg/m<sup>3</sup> povećanja koncentracije PM<sub>2.5</sub>.

U jednoj studiji iz **Kine**, u okruženju visokih nivoa PM<sub>2.5</sub> (srednja vrednost 43,7 µg/m<sup>3</sup>), svakih 10 µg/m<sup>3</sup> povećanja nivoa PM<sub>2.5</sub> bilo je povezano sa povećanjem kardiovaskularnog mortaliteta od 12%.

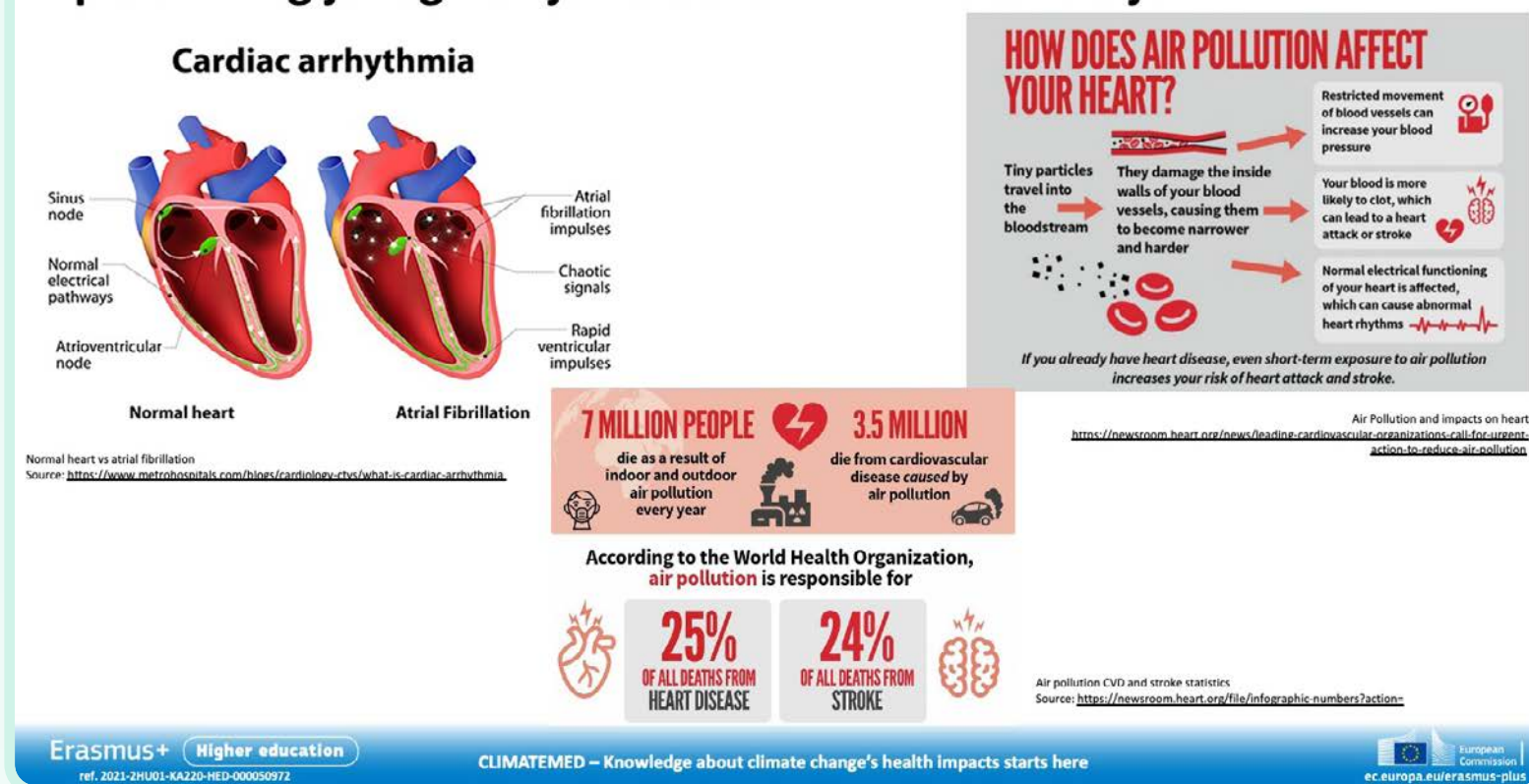
Meta-analiza studija pokazala je skromnu, ali značajnu povezanost **između kratkotrajne izloženosti** PM<sub>2.5</sub> (24-časovna prosečna koncentracija) i kardiovaskularnog mortaliteta.

Studija Meng et al. (2021) su pokazali da je **povećanje izloženosti** HO<sub>2</sub> od 10 µg/m<sup>3</sup> povezano sa povećanjem kardiovaskularnog mortaliteta od 0,37% dan nakon izlaganja.

**Veza između prizemne koncentracije** O<sub>3</sub> i **kardiovaskularnog mortaliteta** ostaje nejasna.



## Epidemiologija zagađenja vazduha i KVB: Otkazivanje srca



**Kratkoročna izloženost glavnim zagađivačima vazduha** (CO, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>, ali ne i O<sub>3</sub>) bila je povezana sa marginalnim povećanjem rizika od IM.

→ Istraživači su otkrili povećanje rizika od IM za 1,1% i 2,5% povezano sa svakim povećanjem koncentracije HO<sub>2</sub> od 10 µg/m<sup>3</sup>, odnosno PM<sub>2,5</sub>.

U analizi podataka iz šest populacionih kohortnih studija iz **Danske, Nemačke, Holandije i Švedske** (n = 137,148), povećanje od 10 µg/m<sup>3</sup> u dugotrajnoj izloženosti NO<sub>2</sub> je povezano sa značajnim povećanjem incidencije bolesti koronarne arterije (CAD). Međutim, dugotrajna izloženost prizemnom O<sub>3</sub> ili PM<sub>2,5</sub>

nije bila povezana sa povećanjem incidencije CAD.

Meta-analiza studija je pokazala da je inkrementalno povećanje **od 10 µg/m<sup>3</sup>** u dugotrajnoj izloženosti PM<sub>2,5</sub> značajno povezano sa smrću od CAD, ali ne i sa incidencom IM. Konačno, ponavljano, **kontinuirano izlaganje zagađenju vazduha** tokom celog života može doprineti razvoju koronarnih plakova visokog rizika i povećati rizik od ateroskleroze.

Više studija je pokazalo **vezu između izloženosti zagađenom vazduhu i hospitalizacije zbog srčane insuficijencije (HF)**.

**Kratkotrajna izloženost glavnim zagađivačima vazduha** (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>, ali ne i O<sub>3</sub>) bila je povezana sa povećanjem hospitalizacija i mortaliteta sa HF.

→ Analiza je takođe pokazala da je inkrementalno povećanje nivoa PM<sub>2,5</sub> od 10 µg/m<sup>3</sup> povezano sa povećanjem od 2,12% u hospitalizacijama ili smrti od HF, pri čemu su najsnažnije asocijacije zabeležene na dan izlaganja.

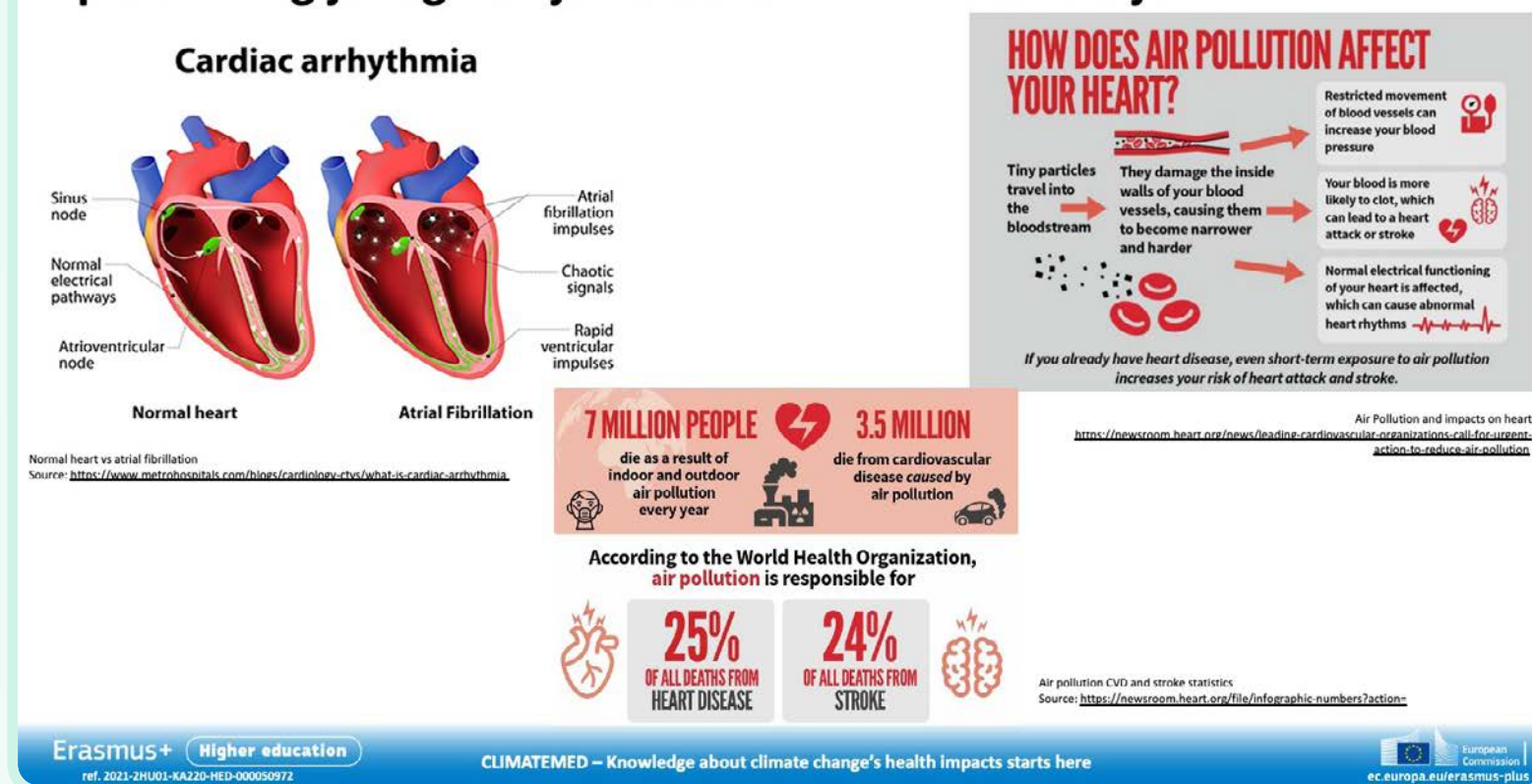
Stdija stanovnika Ontarija u Kanadi takođe je pokazala **vezu** između dugotrajne izloženosti velikim zagađivačima vazduha i povećanog broja primanja HF

→ Povećanje od 5% i 3% u prijemu HF bilo je povezano sa svakim povećanjem interkvartilnog opsega izloženosti PM<sub>2,5</sub> i O<sub>3</sub>, respektivno.

Dalje studije su opravdane kako bi se potvrdila veza između dugotrajne izloženosti zagađenju vazduha i rizika od HF.

**Veza između kratkoročne i dugotrajne izloženosti zagađenju vazduha i povećanog rizika od moždanog udara** je dobro utvrđena.

## Epidemiologija zagađenja vazduha i KVB: Otkazivanje srca



Studija na **pacijentima sa implantabilnim kardioverter-defibrilatorom** otkrila je 39% povećan rizik od događaja ventrikularne aritmije sa svakim povećanjem interkvartilnog opsega nivoa  $PM_{2.5}$ .

Među zdravim osobama i onima sa istorijom KVB, i kratkoročna i dugotrajna izloženost  $PM_{2.5}$  su povezane sa **povećanim opterećenjem prevremenih ventrikularnih kontrakcija**.

**Postoji pozitivna povezanost između kratkotrajne izloženosti  $PM_{2.5}$  i hospitalizacije zbog moždanog udara, incidenca moždanog udara i mortalitet od moždanog udara.** Pored toga, analiza je otkrila pozitivnu povezanost između povećanja od  $10 \mu g/m^3$  u kratkotrajnoj izloženosti  $NO_2$  i hospitalizacijama od moždanog udara, incidenci moždanog udara i mortalitetu od moždanog udara.

Povećanje od  $10 \mu g/m^3$  u **dugotrajnoj izloženosti  $PM_{2.5}$  je povezano sa 13% povećanim rizikom od incidenata moždanog udara i 24% povećanim rizikom od cerebrovaskularne smrti.**

Štaviše, povećanje od  $10 \mu g/m^3$  u **dugotrajnoj izloženosti  $NO_2$**  bilo je povezano sa povećanjem incidencije moždanog udara za 8%.

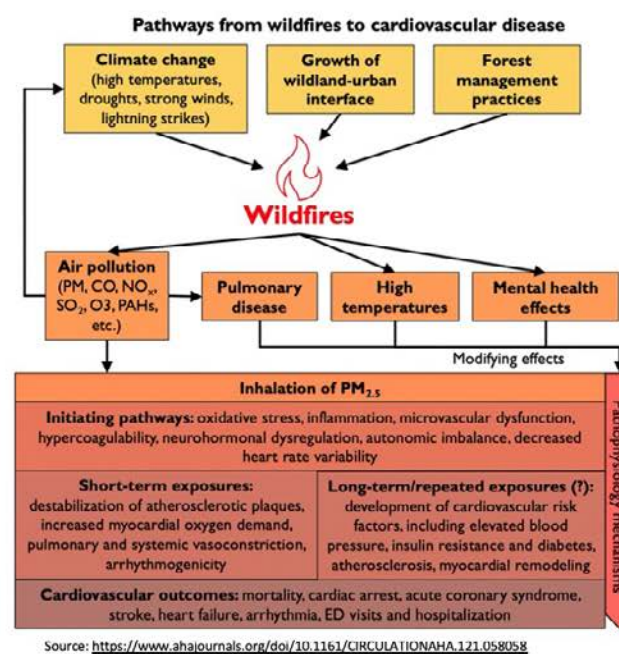
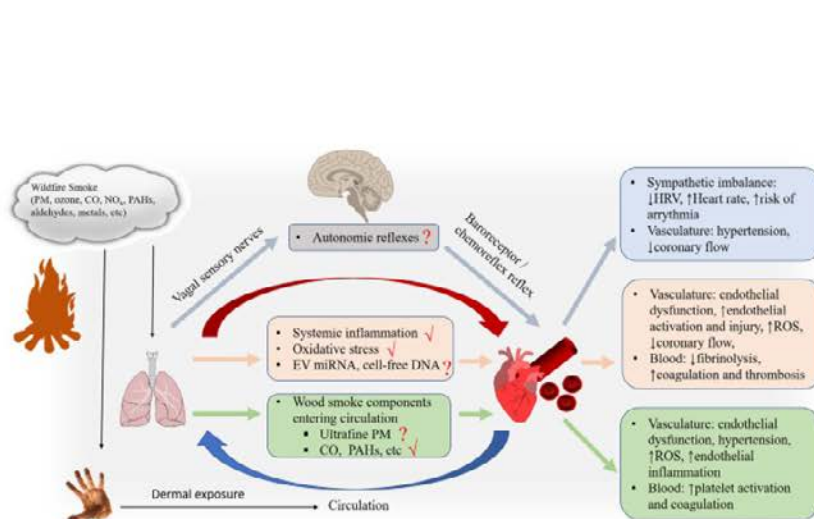
Povezanost između cerebrovaskularnih događaja i izloženosti  $PM_{10}$  ili mlevenom  $O_3$  je manje konzistentna.

**Pokazalo se da kratkotrajna izloženost zagađenju vazduha povećava rizik od atrijske fibrilacije.**

Povećanje **nivoa  $PM_{2.5}$**  od  $10 \mu g/m^3$  povezano je sa povećanjem rizika od atrijske fibrilacije koji se može pripisati populaciji od 0,89%.



## Šumski požari, pustinjska prašina i KVB



→ Na primer, studije koje su ispitivale zajednice pogođene šumskim požarima 2003. godine u Britanskoj Kolumbiji, Kanada, i tokom 1990-ih u Australiji, nisu otkrile povećanje broja kardiovaskularnih hospitalizacija.

→ Međutim, studije koje su procenjivale šumske požare 2003. u južnoj Kaliforniji, SAD, i 1997. u Indoneziji, otkrile su veće stope kardiovaskularnih hospitalizacija nego u drugim godinama.

S obzirom da šumski požari postaju sve važniji faktor koji doprinosi zagađenju vazduha, ovaj izvor zaslužuje ozbiljno razmatranje kao faktor rizika za kardiovaskularne događaje.

→ Dim od šumskog požara, na primer, može sadržati značajan udeo **ultrafinih čestica**, koje predstavljaju faktor rizika za KVB.

→ Štaviše, dim od šumskog požara takođe može sadržati oksidativne komponente kao što su **policiklični aromatični** ugljovodonici koji mogu da pogoršaju štetne kardiovaskularne efekte.

→ U neposrednoj blizini šumskih požara, **visoke temperature** i oslobađanje drugih gasovitih komponenti takođe mogu da pogoršaju štetne kardiovaskularne efekte, posebno kod osoba sa već postojećim KVB.

**Dim od šumskih požara** sve više doprinosi zagađenju vazduha u mnogim delovima sveta.

**I učestalost i trajanje požara su dramatično porasli** u poslednje dve decenije kao posledica klimatskih promena

Procenjeno je da je približno 10,3 miliona pojedinaca u SAD iskusilo **nezdrave nivoe kvaliteta vazduha** (prosečan dnevni PM<sub>2.5</sub> od požara >35 µg/m<sup>3</sup>) koji su bili povezani sa izloženosti šumskom požaru tokom ≥10 dana između 2008. i 2012.

Mnoge studije su dosledno pokazivale **vezu između kratkoročne smrtnosti od svih uzroka i šumskih požara**, pri čemu je svaki porast od 10 µg/m<sup>3</sup> u izloženosti PM<sub>2.5</sub> izazvan požarima

rezultirao povećanjem smrtnosti od svih uzroka za 0,8–2,4%.

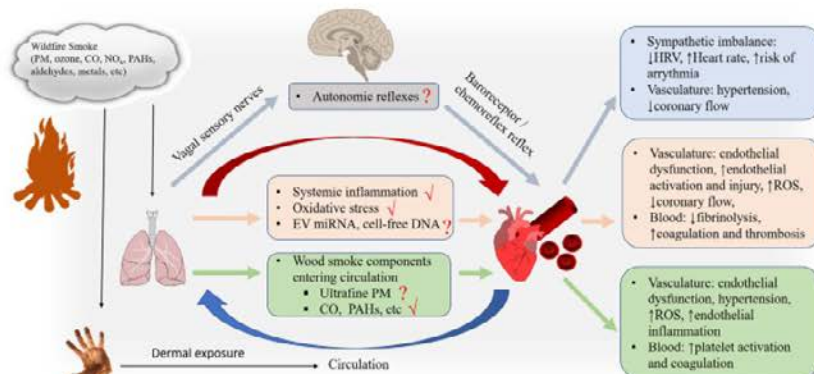
Iako su dokazi koji povezuju izloženost požaru dimu sa respiratornim ishodima (uključujući **hospitalizacije**) čvrsti, podaci o vezi između izloženosti požaru dimu i KVB su ograničeni relativno manjim uzorcima.

Izloženost PM<sub>2.5</sub> dima od šumskog požara povezana je **sa povećanim kardiovaskularnim mortalitetom i vanbolničkim srčanim zastoja**, sa procenama efekata sličnim onim nivoima koje izazivaju PM<sub>2.5</sub> u okruženju.

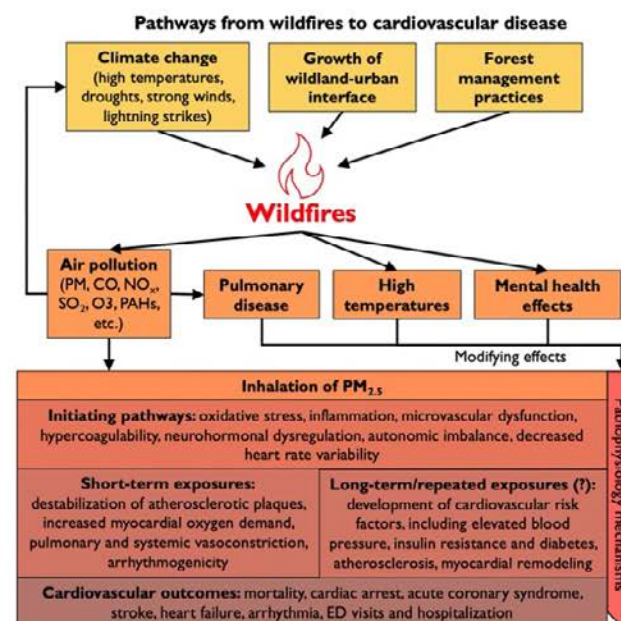
Međutim, primećeni su **mešoviti rezultati** kod kardiovaskularnih hospitalizacija.



## Šumski požari, pustinjska prašina i KVB



Source: <https://particleandfibretoxicology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12989-020-00394-8>



Source: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.058058>

U meta-analizi studija o zdravstvenim efektima izloženosti prašini u Aziji iz 2020. godine, **uočeno je povećanje kombinovane cirkulatorne i respiratorne smrtnosti od 2,33% tokom dana sa prašinom** u poređenju sa danima bez prašine, na dan 0 (dan izlaganja prašini) i povećanje od 3,99% na dan 3 (3 dana nakon početnog izlaganja).

U studiji koja je ispitivala kardiovaskularne efekte prašine koja je stigla u Tajpej, Tajvan, od azijskih pustinjskih oluja, uočeno je **povećanje** od 26%, 35% i 20% u hitnim posetama za sveukupnu KVB, ishemijsku bolest srca i cerebrovaskularne nesreće, respektivno, tokom perioda pogođenih olujom u poređenju sa periodima pre oluje.

S obzirom da **peščane i prašinske oluje** pogađaju >150 zemalja širom sveta, milijarde ljudi su u opasnosti od zdravstvenih posledica ovih oluja.

Peščane i prašinske oluje su **snažno povezane sa klimatskim promenama** i nizom međusobno povezanih faktora.

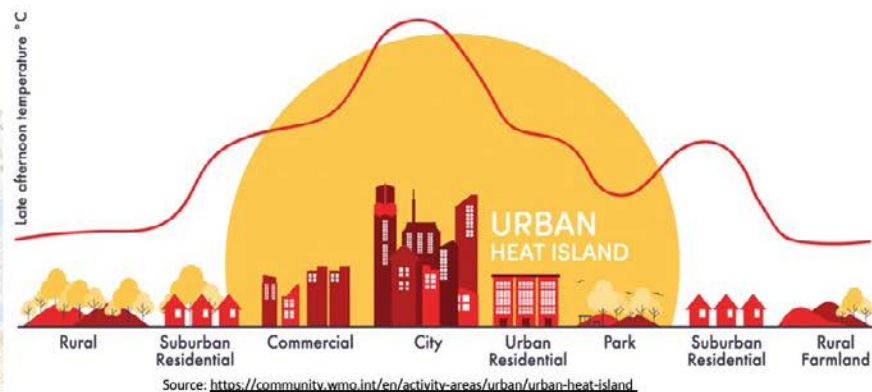
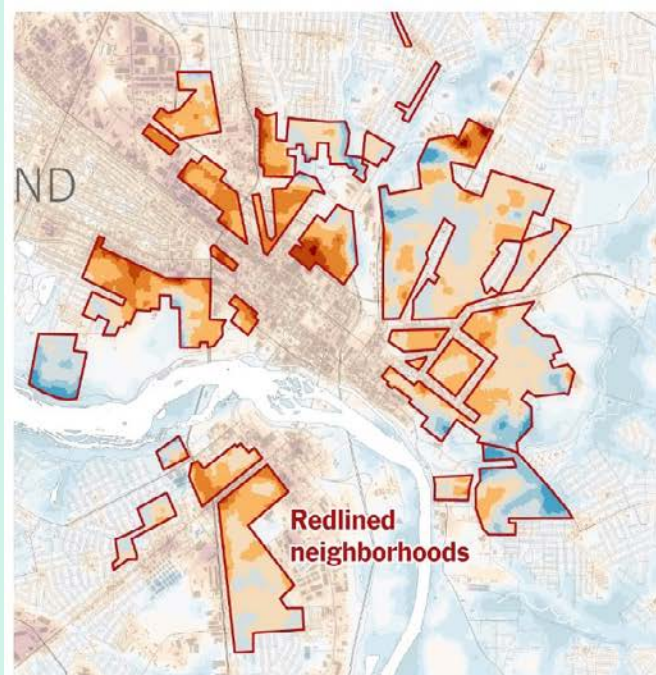
→ Ovi faktori uključuju zagrevanje klime, fenomen El Niño i veće razlike u temperaturi između kopna i mora, što rezultira većim razlikama pritiska koji stvaraju jake vetrove, smanjenje padavina, gubitak vlage u zemljištu i krčenje šuma.

Glavna komponenta peščanih i prašinskih oluja je PM<sub>10</sub>, ali su prisutne i značajne količine grubih PM (PM<sub>2,5-10</sub>) i PM<sub>2,5</sub>.

Povezanost između povećanja koncentracije čestica prašine i mortaliteta sugerise verovatnoću **kratkoročnog povećanja mortaliteta tokom prašnih oluja**.

Sistematski pregled efekata na zdravlje povezanih sa pustinjskom prašinom pokazao je **povećanje smrtnosti od svih uzroka za 0,27% u dane kada je prašina bila** u poređenju sa danima bez prašine.

## Ranjive podpopulacije



Source: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/08/24/climate/racism-redlining-cities-global-warmup.html>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Ranjivost na klimatske promene se definiše kao **sklonost da se na njih negativno reaguje**.
- **Priobalna i nizijska geografska područja**, kao i gusto naseljeni gradovi sa lošim infrastrukturnim sadržajima, nude manju zaštitu od potencijalnih zdravstvenih rizika povezanih sa ekstremnim klimatskim promenama.
- Drugi faktori kao što su **beskućništvo**, tip stanovanja i nedostatak zelenih površina doprinose ranjivosti u odnosu na klimatske promene.

→ Na primer, tokom toplotnog talasa u letnjim mesecima 2003. godine u Evropi, stanovnici starih zgrada sa nedostatkom toplotne izolacije imali su dvostruko veći rizik od smrti u poređenju sa stanovnicima koji žive u dobro izolovanim zgradama.

→ Klimatske promene imaju različite efekte na **različite demografske i socioekonomske podgrupe koje žive u različitim geografskim oblastima**.

→ **Starost** je najkonzistentniji modifikator efekta na individualnom nivou kardiovaskularnog mortaliteta uzrokovnog temperaturom, pri čemu su starije osobe podložnije štetnim

zdravstvenim efektima uzrokovanim ekstremnim temperaturama.

→ Tokom toplotnih talasa 1995. u Čikagu, SAD, i 2003. u Parizu, Francuska, **smrtnost je bila najveća kod starijih pacijenata vezanih za krevet, sa pratećim bolestima, kao što su gojaznost, KVB i mentalni i neurološki poremećaji**.

→ Pojedinci iz **etničkih manjinskih grupa** takođe mogu biti podložniji štetnim efektima po zdravlje posredovanim događajima povezanim sa temperaturom.

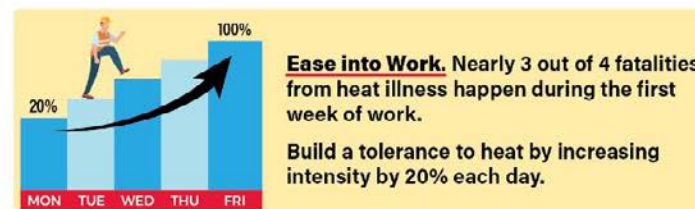
→ Na primer, Afroamerikanci imaju povećanu smrtnost od svih uzroka tokom ekstremnih vremenskih događaja povezanih sa toplotom i hladnoćom u poređenju sa belim pojedincima, efekat koji je vođen nižim socioekonomskim resursima i brojnim drugim socijalno nepovoljnim okolnostima među afroameričkim stanovništvom.



## Ranjive podpopulacije



## Prevent Heat Illness at Work



Source: <https://toolkit.climate.gov/image/3378>

Source: <https://www.famelab.gr/thousands-of-migrant-workers-died-in-qatars-extreme-heat/>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

**Posao** pojedinca takođe može uticati na njegovu podložnost klimatskim uticajima na zdravlje.

**Ručni i građevinski radnici** imaju tendenciju da rade na otvorenom i izloženi su toploti i zagađenju.

Tokom toplotnih talasa 2003. u Parizu u Francuskoj, **fizički radnici su imali dvostruko do trostruko veći mortalitet od svih uzroka u poređenju sa pojedincima koji rade u kancelariji.**

U ekstremno toplim regionima, **radnici migranti** preuzimaju zahtevnije poslove i stoga su u velikoj meri izloženi ekstremnoj toploti i zagađenju vazduha.

→ U Kuvajtu je utvrđen trostruko veći rizik od kardiovaskularne smrti od ekstremne vrućine među radnicima migrantima u poređenju sa populacijom domaćina.

**Izbeglice i imigranti** su još jedna subpopulacija sa povećanim rizikom od kardiovaskularnih događaja povezanih sa klimom.

**Jezičke barijere, loši životni uslovi i socioekonomski dispariteti** povezani su sa povećanom ugroženošću izbeglica usled toplote.

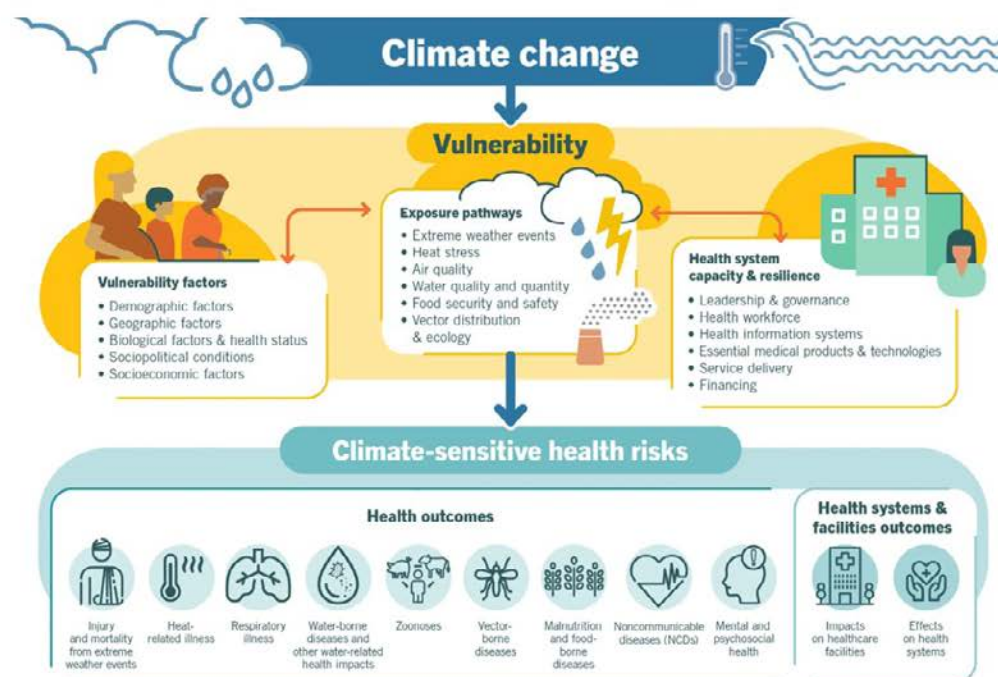
Radnici migranti imaju tendenciju da uzimaju poslove koji su manje plaćeni i sa dužim radnim vremenom, često nisu zaštićeni javnom politikom **i rade u nesigurnim uslovima sa**

**malo obuke o bezbednosti i zdravlju na radu** i visokim rizikom od povreda na radu

**Ugrožena mobilnost, smanjena kognitivna funkcija** i drugi mentalni ili bihevioralni faktori takođe mogu povećati podložnost zdravstvenim efektima povezanim sa klimom, posebno ako se ne preduzmu mere za ublažavanje ovih rizika.



## Kako ublažiti KVB povezane sa klimatskim promenama?



koji mogu uticati na regione, zemlje i lokalnu sredinu sa klimatskim promenama.

→ Multiregionalna analiza koja je obuhvatila 451 lokaciju u 23 zemlje procenivala je smrtnost uzrokovanu toplotom i hladnoćom prema scenarijima koji su u skladu sa ciljevima Pariskog sporazuma (povećanje od 1,5 °C i 2,0 °C) u odnosu na ekstremnije scenarije (povećanje od 3,0 °C i 4,0 °C).

Ako globalne srednje temperature ostanu unutar ciljeva Pariskog sporazuma, analiza je predvidela da će se sprečiti veliki porast smrtnosti od temperature.

Procena zdravstvenog rizika za pacijente i zajednice i stepena izloženosti klimatskim promenama je važna za primenu bilo koje strategije ublažavanja.

Ključni fokus ove strategije je klimatska adaptacija koja se fokusira na pripremu, suočavanje i reagovanje na efekte trenutnih i kasnijih problema klimatskih promena.

Strategija je centralno fokusirana na upravljanje rizicima i neizvesnostima koje predstavljaju klimatske promene.

Zbog toga je proces prilagođavanja posebno važan za kardiovaskularno zdravlje s obzirom na promenljiv efekat koji će klimatske promene imati na svim nivoima, od pojedinaca do zajednica, zemalja i regiona.

Jedna jasna oblast fokusa je na zgrade i infrastrukturu otporne na klimu.

Klimatske promene naglašavaju **dilemu** sa kojom se suočavaju medicinski radnici u rešavanju zdravstvenih problema na individualnom nivou koji se manifestuju iz većih hijerarhijskih i međusistemskih procesa.

Stoga, malo je verovatno da će **neciljane strategije ili preporuke** za intervenciju na ličnom nivou biti najefikasniji pristup sa stanovišta troškova, napora ili pravičnosti.

Za rešavanje ovog egzistencijalnog problema **hitno je potrebna intervencija na više nivoa od individualnog do sistemskog ili globalnog pristupa.**

→ Ova intervencija treba da uključi međudisciplinarnu saradnju između lekara,

istraživača, radnika u javnom zdravstvu, politikologa, zakonodavaca i nacionalnih lidera kako bi se ublažili efekti klimatskih promena.

Pretnje izazvane klimatskim promenama navele su 190 zemalja da pristanu na odredbe **Pariskog sporazuma** potpisanog 2015. godine.

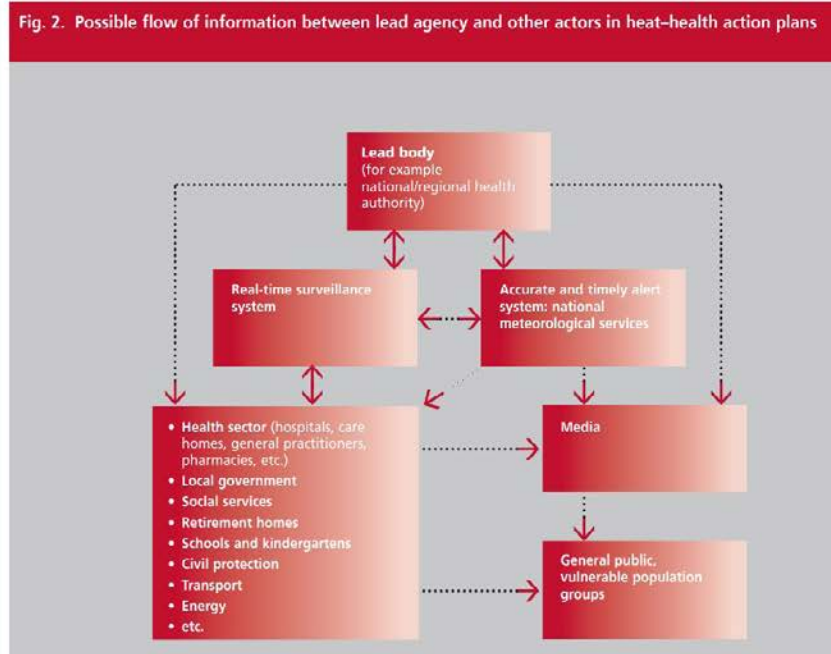
Prema sporazumu, zemlje bi **ograničile globalno zagrevanje na <2,0 °C iznad preindustrijskih nivoa (sa ambicioznijim ciljem od <1,5 °C).**

→ Sporazum je dalje prepoznao važnu ulogu sub-državnih aktera kao što su lokalne i regionalne vlasti, civilno društvo i privatni sektor u prilagođavanju različitim uslovima

## Kako ublažiti KVB povezane sa klimatskim promenama?



Source: <https://www.hsph.harvard.edu/healthybuildings/>



Source: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/9789289071918-eng.pdf>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



**Infrastruktura otporna na klimu** definiše se kao planirani, projektovani, izgrađeni i upravljani pristup koji predviđa, priprema i prilagođava se značajnim stresorima životne sredine.

Ova infrastruktura treba da bude projektovana i izgrađena **da izdrži, reaguje i brzo se oporavi** od poremećaja izazvanih klimatskim ekstremima, posebno za ranjive pojedince sa već postojećim KVB.

**Zdrave zgrade** treba da promovišu toplotni komfor i da imaju potencijal da spreče štetne zdravstvene ishode.

**Prilagođavanje klimatskim promenama na individualnom nivou** uključuje ugradnju

sistema za klimatizaciju i grejanje i prečistača vazduha.

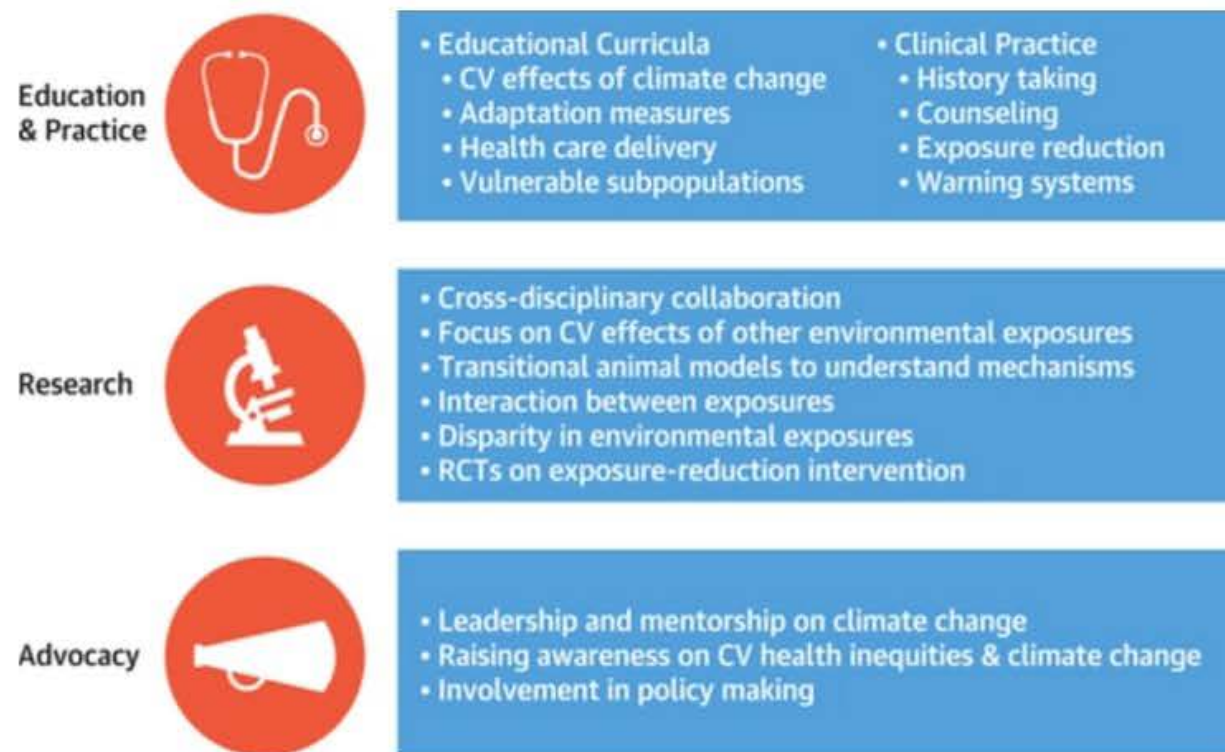
**Toplotno-zdravstveni akcioni planovi (Heat-health action plans, HHAP)** su primer okvira koji je razvila regionalna kancelarija SZO za Evropu kao odgovor na letnje toplotne talase 2003. godine i koji su usvojeni od strane nekoliko regionalnih i nacionalnih vlasti da usmere svoje napore u prevenciji toplote.

HHAP-ovi uključuju **smernice za zajednički odgovor na uslove prekomerne toplote, sisteme blagovremenog upozorenja, širenje informacija, smanjenje izloženosti toploti u zatvorenom prostoru, hitan odgovor zdravstvenih sistema i urbanističko planiranje.**

Do danas, podaci o **efikasnosti HHAP-a** su ograničeni i potrebne su dalje studije kako bi se pomoglo donosiocima odluka da odaberu najprikladnije preventivne mere i poboljšaju HHAP.



# Poruke za lekare i kardiologe



Source: <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jacc.2022.10.040>

- **Klimatske promene, izloženost životnoj sredini i profesionalna istorija treba da se smatraju glavnim faktorima rizika koji mogu negativno uticati na kardiovaskularno i opšte zdravlje.**
- Lekari bi trebalo da budu u mogućnosti da daju **smernice o tome kako ublažiti ove faktore rizika**, posebno za pacijente sa višestrukim kardiovaskularnim faktorima rizika ili istorijom kardiovaskularnih bolesti.
- Ove preporuke se mogu podeliti u dve široke kategorije koje **ublažavaju zagađenje vazduha ili ekstremne temperature** izazvane klimatskim promenama.



# Poruke za lekare i kardiologe

- Primeri **preporuka za smanjenje izloženosti zagađenju vazduha** uključuju:
  - izbegavanje aktivnosti na otvorenom u danima sa povišenim nivoima zagađenja,
  - upotreba maski N95 ili maski protiv finih čestica (PM<sub>2.5</sub>),
  - korišćenje unutrašnjih prečistača vazduha, i
  - ugradnja jedinica za grejanje, ventilaciju i klimatizaciju sa visokoefikasnim filterom za čestice vazduha
  - ugroženi pacijenti bi takođe trebalo da izbegavaju korišćenje plinskih peći, kamina i tamjana, što sve može pogoršati zagađenje vazduha u zatvorenom prostoru.



# Poruke za lekare i kardiologe



Source:  
<https://www.weather.gov/rah/heat>

Da bi se smanjio rizik od toplote, pacijente treba savetovati o:

- izbegavanju aktivnosti na otvorenom tokom dana sa ekstremnim vrućinama,
- o održavanju odgovarajuće hidratacije, i
- o tome kako koristiti unutrašnje sisteme za kontrolu toplote i smanjiti oslanjanje na tradicionalne jedinice za klimatizaciju koje same mogu doprineti emisiji gasova sa efektom staklene bašte.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

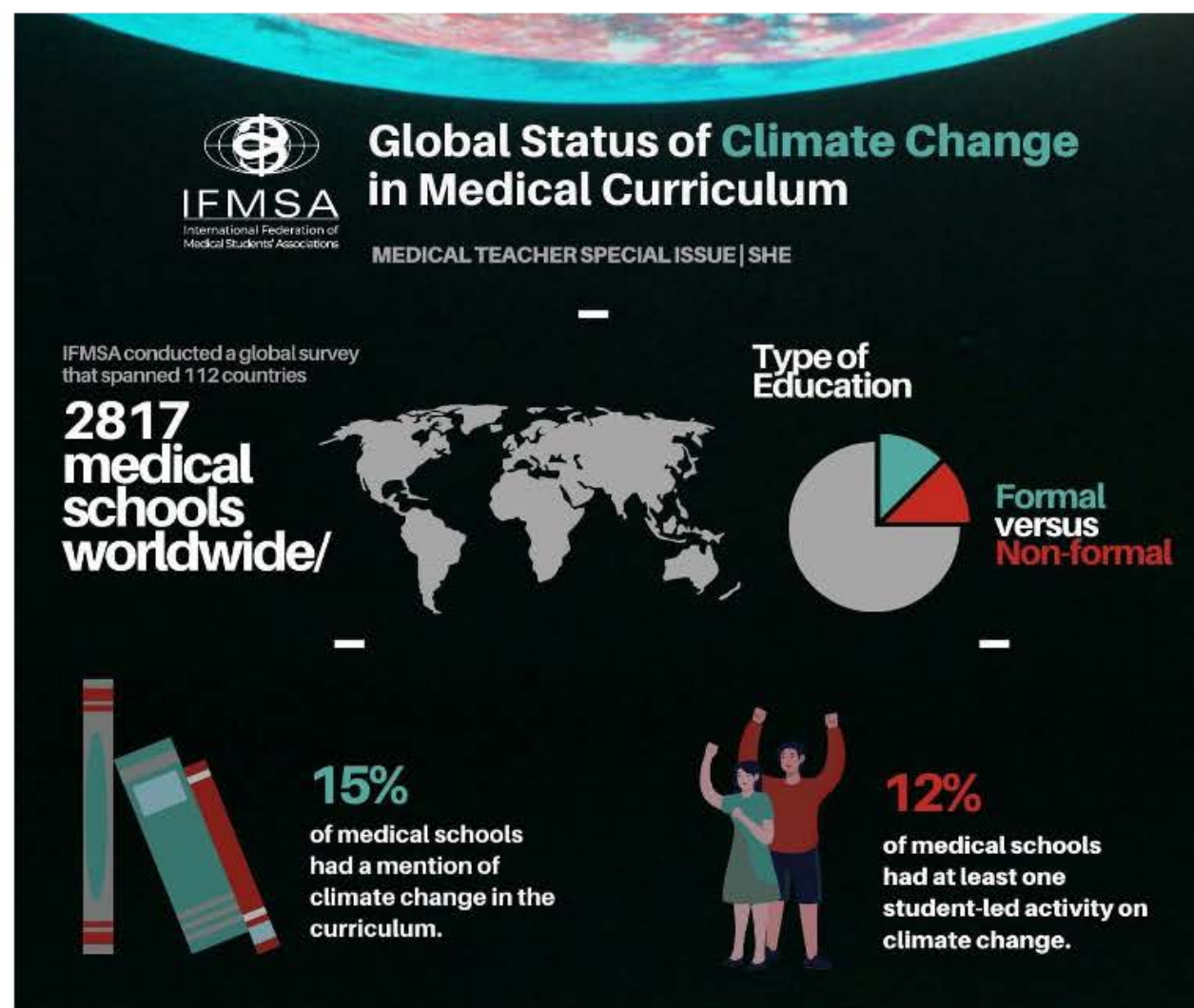
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



## Poruke za lekare i kardiologe

- Šira medicinska zajednica takođe mora da se uključi u razgovor i debatu o **klimatskim promenama**, koja u osnovi počinje obukom na medicinskom fakultetu.
- **Lekari moraju biti prenosioci klimatskih informacija** tokom medicinske obuke, ali i izvan medicinskih škola u političkim forumima.
- Upućivani su pozivi da se **klimatske promene i njihovi efekti na zdravlje integrišu u nastavne planove i programe** širom spektra medicinskog obrazovanja.
- Okvir koji uključuje kako klimatske promene mogu naštetiti zdravlju, da zahtevaju prilagođavanje kliničke prakse i da mogu ugroziti pružanje zdravstvene zaštite, trebalo bi da usvoji Veće za akreditaciju za postdiplomsko medicinsko obrazovanje u SAD i relevantni saveti u drugim zemljama, kao osnovne kompetencije za obrazovanje stanovništva.



Source: <https://twitter.com/IFMSA/status/1310634998748385283/photo/1>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



# Poruke za lekare i kardiologe

- Medicinska zajednica, posebno **kardiolozi**, moraju se uključiti u **razgovor o politici**.
- Multinacionalno istraživanje **zdravstvenih radnika** pokazalo je **dosledno razumevanje štete po zdravlje od klimatskih promena** u njihovim zemljama i otkrilo da osećaju odgovornost da obrazuju javnost i kreatore politike o ovom problemu.
- Uprkos ovom nalazu, **manje od polovine javnosti je lično zabrinuto zbog zdravstvenih efekata klimatskih promena**.
- Ove procene su podstaknute **pogrešnom percepcijom** da klimatske promene ne utiču na sve.
- **Zdravstveni radnici moraju biti nosioci obrazovanja i informacija** koji naglašavaju individualne posledice dugoročnih štetnih efekata koje klimatske promene mogu imati na sve ljude.



Source: <https://grist.org/health/doctors-climate-change-health-medicine-anthony-fauci/>

## KLJUČNE PORUKE

- Klimatske promene i KVB krize su međusobno povezana zdravstvena pitanja
- Značajni faktori uticaja klimatskih promena na KVB nastaju zbog promena u intenzitetu, trajanju i učestalosti ekstremnih temperaturnih događaja, zagađenja vazduha, šumskih požara, pustinjske prašine itd.
- KVB u vezi sa klimatskim promenama treba da se ublaži intervencijama koje uključuju međudisciplinarnu saradnju između lekara, istraživača, radnika u javnom zdravstvu, politikologa, zakonodavaca i nacionalnih lidera
- Ključna ugrožena populacija su starije osobe, radnici na otvorenom, etničke manjinske grupe, trudnice i deca koja žive u lošim socioekonomskim uslovima
- Lekari i šira medicinska zajednica moraju biti prenosioci klimatskih informacija tokom medicinske obuke i prakse



## Preporučeno čitanje

- 1) Khraishah, H., Alahmad, B., Ostergard, R.L., AlAshqar, A., Albaghdadi, M., Vellanki, N., Chowdhury, M.M., Al-Kindi, S.G., Zanobetti, A., Gasparrini, A. and Rajagopalan, S., 2022. Climate change and cardiovascular disease: implications for global health. *Nature Reviews Cardiology*, pp.1-15.
- 2) Khraishah H, Ganatra S, Al-Kindi S, et al. Climate Change, Environmental Pollution, and the Role of Cardiologists of the Future. *J Am Coll Cardiol*. 2023 Mar, 81 (11) 1127–1132.
- 3) Roth, G.A., Mensah, G.A., Johnson, C.O., Addolorato, G., Ammirati, E., Baddour, L.M., Barengo, N.C., Beaton, A.Z., Benjamin, E.J., Benziger, C.P. and Bonny, A., 2020. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2019: update from the GBD 2019 study. *Journal of the American College of Cardiology*, 76(25), pp.2982-3021.



## Testirajte svoje znanje

1. Koji faktori klimatskih promena mogu da pogoršaju bolest kod osoba sa KVB? Navedite najmanje tri faktora.
2. Kako promene temperature vazduha utiču na KVB?
3. Kako zagađenje vazduha utiče na KVB?
4. Koje su podpopulacije osetljive na uticaje klimatskih promena na KVB?
5. Kako ublažiti uticaje na KVB povezane sa klimatskim promenama? Navedite najmanje tri primera.
6. Kako lekari mogu da uključe znanje o klimatskim promenama u svoju medicinsku praksu?

# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg Emil  
Palade u Targu Murešu – Targu Mureš, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



# Klimatske promene i metabolički poremećaji



# Ishodi učenja

Po uspešno završenom predavanju učesnici će biti u stanju da:

- Opišu međusobne veze između ubrzanja globalne vanredne situacije izazvane klimatskim promenama i epidemijom T2D/gojaznosti
- Razumeju epidemiološka zapažanja uz objašnjenja zasnovana na dokazima o izloženosti toploti kod T2D/gojaznosti
- Identifikuju populacije koje su posebno osetljive na efekte klimatskih promena na metaboličko zdravlje
- Razumeju potencijalne biološke mehanizme iza ekstremne izloženosti toploti/hladnoći/zagađenju vazduha i metaboličke disfunkcije
- Prepoznaju kako klimatske promene mogu uticati na druge promene životne sredine i njihove odvojene/kombinovane uticaje na pacijente sa metaboličkim poremećajima
- Diskutuju o tome kako ublažavanje klimatskih promena u različitim sektorima, uključujući urbanizaciju, transport i sistem ishrane, može dovesti do zajedničkih zdravstvenih koristi i smanjenog zdravstvenog rizika
- Identifikuju akcije koje zdravstveni radnici mogu preduzeti da pripreme populaciju sa ugroženim metaboličkim zdravljem za ekstremne vremenske prilike i prirodne katastrofe

# Uticaji i rizici klimatskih promena

- Klimatske promene (KP) utiču na bezbroj načina na zdravlje ljudi u Evropi
- Ključni rizik 1 je povećanje mortaliteta i morbiditeta ljudi od toplote i promene u ekosistemima usled toplote.
- Drugi značajni pokretači KP su prirodne katastrofe kao posledica ekstremnih vrućina, uključujući suše, požare i poplave.
- Kako učestalost toplote raste, dostupnost vode i prinosi useva opadaju, opasnost od požara i izloženost se povećavaju i nivo mora raste.
- Ko je u najvećem riziku od bolesti izazvanih toplim vremenom?

**SIXTH ASSESSMENT REPORT**  
Working Group II – Impacts, Adaptation and Vulnerability

**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

**Fact sheet - Europe**  
Climate Change Impacts and Risks

**Climate change impacts and risks**  
Our current 1.1°C warmer world is already affecting natural and human systems in Europe (*very high confidence*). Impacts of compound hazards of warming and precipitation have become more frequent (*medium confidence*). Largely negative impacts are projected for southern regions. {ES-Ch13}

**Key Risks**  
Four key risks have been identified for Europe, with most becoming more severe at 2°C global warming levels (GWL) compared with 1.5°C GWL in scenarios with low to medium adaptation (*high confidence*). From 3°C GWL and even with high adaptation, severe risks remain for many sectors in Europe (*high confidence*). {ES-Ch13}

**Key Risk 1: Mortality and morbidity of people and changes in ecosystems due to heat**  
The number of deaths and people at risk of heat stress will increase two- to threefold at 3°C compared with 1.5°C GWL (*high confidence*). Above 3°C GWL, there are limits to the adaptation potential of people and existing health systems (*high confidence*). {ES-Ch13; 13.7.1}  
Warming will decrease suitable habitat space for current terrestrial and marine ecosystems and irreversibly change their composition, increasing in severity above 2°C GWL (*very high confidence*). Fire-prone areas are projected to expand across Europe, threatening biodiversity and carbon sinks (*medium confidence*). {ES-Ch13}

**Key Risk 2: Heat and drought stress on crops**  
Substantive agricultural production losses are projected for most European areas over the 21st century, which will not be offset by gains in Northern Europe (*high confidence*). While irrigation is an effective adaptation option for agriculture, the ability to adapt using irrigation will be increasingly limited by water availability, especially in response to GWL above 3°C (*high confidence*). {ES-Ch13}

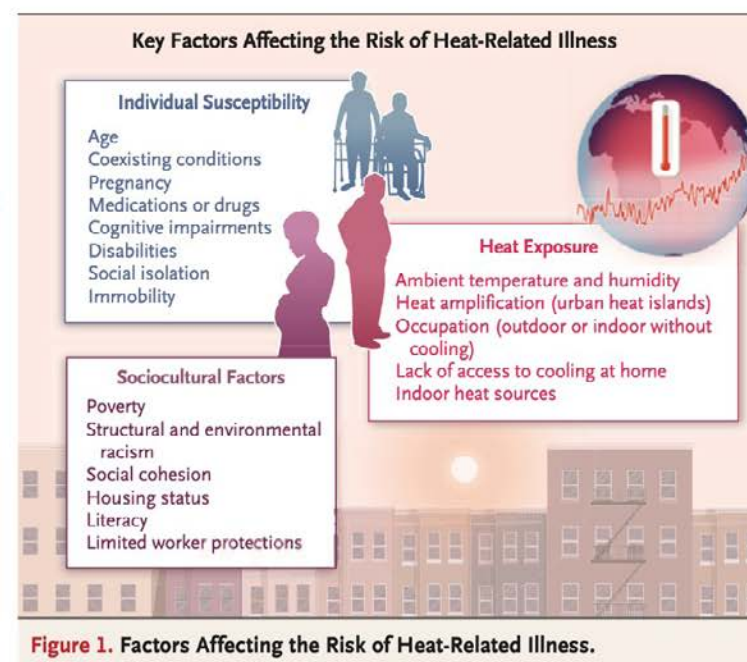
**Key Risk 3: Water scarcity**  
In Southern Europe, more than a third of the population will be exposed to water scarcity at 2°C GWL; under 3°C GWL, this risk will double, and significant economic losses in water- and energy-dependent sectors may arise (*medium confidence*). For Western Central and Southern Europe, and for many cities, the risk of water scarcity will increase strongly under 3°C GWL. {ES-Ch13}

**Key Risk 4: Flooding and sea level rise**  
Above 3°C GWL, damage costs and people affected by precipitation and river flooding may double. Coastal flood damage is projected to increase at least tenfold by the end of the 21st century, and even more or earlier with current adaptation and mitigation (*high confidence*). Sea level rise represents an existential threat for coastal communities and their cultural heritage, particularly beyond 2100. {ES-Ch13}



## KP uticaji i rizici od bolesti izazvanih toplotom

### Metabolički poremećaji kao promenljivi faktor



DOI: 10.1056/NEJMcp2210623.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Među brojnim faktorima koji modifikuju rizik od bolesti izazvanih toplotom su pridružene bolesti. Dijabetes i gojaznost (**metabolički poremećaji**) su uobičajeni komorbiditeti za bolesti povezane sa toplotom. Prevalencija metaboličkih poremećaja je porasla poslednjih decenija širom sveta i predstavlja veliko opterećenje za javno zdravlje.

### Osnovne činjenice i međusobne veze

**Dijabetes melitus (dijabetes)** je grupa metaboličkih poremećaja metabolizma ugljenih hidrata koje karakterišu visok nivo glukoze u krvi (hiperglikemija) i obično nastaje kao posledica nedovoljne proizvodnje hormona insulina (dijabetes tipa 1), neefikasnog odgovora ćelija na insulin (dijabetes tipa 2) i razvoja

visokog nivoa glukoze u krvi tokom trudnoće (gestacijski dijabetes).

→ **Dijabetes tipa 2 (T2D)** je najčešći metabolički poremećaj, a gojaznost je najvažniji faktor rizika za T2D.

**Gojaznost** je hronični metabolički poremećaj, koji se definiše kao prekomerno nakupljanje masti i predstavlja rizik po zdravlje (BMI > 30). Gojaznost izaziva veliku zabrinutost jer je glavni faktor rizika za brojne NCD kao što su KVB, neke vrste karcinoma i T2D.

→ Skoro 90% osoba koje pate od dijabetesa tipa 2 su gojazne. Osoba sa gojaznošću ima otprilike 10 puta veću verovatnoću da će razviti dijabetes tipa 2 nego neko sa umerenom telesnom težinom.

Gojaznost i dijabetes dostigli su razmere epidemije i nastavljaju da napreduju širom sveta.

**Metabolički sindrom (MetS)** je grupa stanja koja se javljaju zajedno, povećavajući rizik od srčanih bolesti, moždanog udara i T2D. Ova stanja uključuju povišen krvni pritisak, visok nivo šećera u krvi, višak telesne masti oko struka i abnormalne nivoe holesterola ili triglicerida.

→ **MetS** je blisko povezan sa globalnom epidemijom gojaznosti i T2D.

→ **Važna napomena:** Nećemo posebno elaborirati MetS, osim poremećaja metabolizma lipida.



Trenutne procene i budući trend ovih hroničnih metaboličkih poremećaja koji su u interakciji sa zdravstvenim rizicima povezanim sa KP			
Zdravstveno stanje	Trenutne procene	Budući trendovi	Verovatni uticaj KP
<b>Dijabetes</b>	<b>2021. god: 537 miliona</b> odraslih globalno su živeli sa dijabetesom; skoro <b>1 od 2 (240 miliona)</b> odraslih su živeli sa nedijagnostikovanom dijabetesom; više od <b>1,2 miliona dece i adolescenata sa T1D; 1 od 6 novorođenih (21 milion)</b> pogođeni dijabetesom tokom trudnoće; 541 milion odraslih sa povećanim rizikom od razvoja <b>T2D</b> .	Predviđa se da će ukupan broj ljudi koji žive sa dijabetesom porasti na: <b>643 miliona do 2030. god i 783 miliona do 2045. god.</b>	Sa svakim <b>stepenom porasta globalne temperature</b> , učestalost dijabetesa raste <b>za 0,31%</b> ; dijabetes povećava <b>osetljivost na toplotni stres</b> povećava rizik (do <b>56%</b> ) za <b>hospitalizaciju</b> i rizik od <b>morbiditeta</b> na ekstremno visokim temperaturama ili usled toplotnih talasa; starije osobe sa komplikacijama <b>autonomne neuropatije</b> su pod povišenim rizikom od razvoja hipotermije u hladnim sredinama; dijabetes povećava negativne <b>CV efekte</b> zagađenja vazduha.

<https://idf.org/aboutdiabetes/what-is-diabetes/facts-figures.html>,

pristupljeno 6. februara 2023.

DOI 10.1088/1755-1315/1016/1/012054

DOI: 10.1016/j.diabet.2020.10.003.



## Trenutne procene i budući trendovi hroničnih metaboličkih poremećaja koji su u interakciji sa zdravstvenim rizicima povezanim sa KP

Zdravstveno stanje	Trenutne procene	Budući trendovi	Verovatni uticaj KP
<b>Gojaznost</b>	Prevalenca gojaznosti širom sveta se skoro utrostručila između 1975. i 2016. 2016. god: oko <b>2 milijarde odraslih osoba sa prekomernom težinom</b> , od kojih su <b>650 miliona bili gojazni</b> ; <b>41 milion dece</b> mlađe od 5 godina bilo je gojazno ili prekomerno; više od <b>124 miliona dece</b> i <b>adolescenata</b> uzrasta 5-19 godina bilo je <b>gojazno</b> .	Ako se trenutni trendovi nastave, procenjuje se da će do 2025. god: <b>2,7 milijardi odraslih</b> imati prekomernu težinu; <b>preko 1 milijarde</b> biti gojazni i <b>177 miliona</b> odraslih biti ozbiljno pogođeni gojaznošću.	<b>Gojaznost povećava osetljivost na toplotni stres i rizik od bolesti ili povreda izazvanih toplotom</b> ; gojazni stariji odrasli imaju veću verovatnoću <b>da umru usled toplotnih talasa</b> ; toplotni udar se javlja mnogo češće kod gojaznih i prekomernih; <b>povećano zagađenje vazduha ambijentalnim PM 2,5</b> povezano je sa smanjenom fizičkom aktivnošću i posledično povećanjem stope gojaznosti.
<b>Metabolički sindrom (MetS)</b>	Prevalenca MetS je <b>20-30% odraslih</b> u većini zemalja širom sveta. <b>2020. god: oko 3% dece</b> (oko 25,8 miliona) i <b>5% adolescenata</b> (oko 35,5 miliona) imali su MetS	MetS će u budućnosti biti u porastu, s obzirom na trenutne trendove njegovih komponenti.	Komponente MetS povećavaju <b>osetljivost na toplotni stres i rizik od bolesti ili povreda izazvanih toplotom</b> ; <b>izloženost zagađivačima vazduha</b> može potencijalno povećati rizik od <b>dislipidemije i razvoja MetS</b> .

<https://www.worldobesity.org/about/about-obesity/prevalence-of-obesity>

pristupljeno 6. februara 2023.

DOI:10.1503/cmaj.081050.

doi:10.1371/journal.pmed.1003767.

doi: 10.1016/S2352-4642(21)00374-6.

doi: 10.1007/s13167-022-00273-6.

doi: 10.5772/39004.

Erasmus+ Higher education

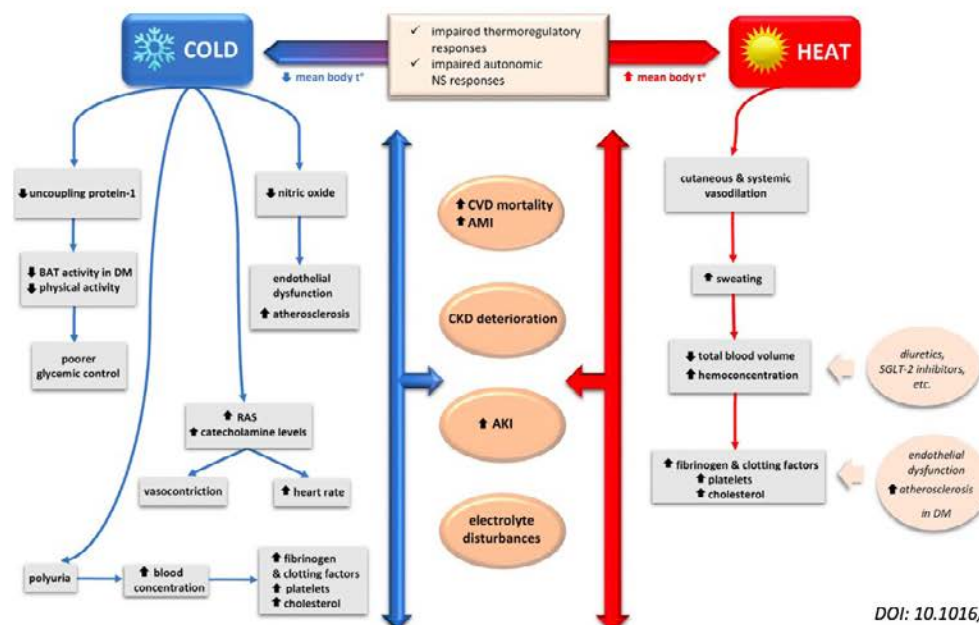
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Uticaј KP na dijabetes

### Potencijalni putevi | ekstremne temperature



**Fig. 1.** Major pathogenic mechanisms associating diabetes mellitus (DM) morbidity with extreme ambient temperatures. AKI, acute kidney injury; AMI, acute myocardial infarction; BAT, brown adipose tissue; CKD, chronic kidney disease; NS, nervous system; RAS, renin-angiotensin system; SGLT-2, sodium-glucose cotransporter type 2.

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

T2D na stanje hiperosmolarne hiperglikemije (HHS).

- Produženo izlaganje toploti → dehidracija → hipertermija
- Povećana apsorpcija insulina → hipoglikemija
- Hiperglikemija → preterana dehidracija → kardiovaskularni (KV) događaji, akutna povreda bubrega (AKI)
- Polifarmacija → preterano oštećenje bubrega → AKI

- DOI: 10.1093/advances/nmz035.
- doi: 10.1016/j.envres.2021.110762.
- doi: 10.1016/j.diabet.2020.10.003.

Veličina globalnog opterećenja dijabetesom je velika i u porastu, prema studiji GBD 2015. Smrtnost od dijabetesa i hroničnih bolesti bubrega usled dijabetesa porasla je širom sveta 10 puta brže od kardiovaskularnih bolesti i skoro 4 puta brže od kancera.

Može li to biti zbog klimatskih promena?

Izloženost ekstremnoj toploti pogoršava disfunkcije povezane sa dijabetesom (kardiovaskularne, metaboličke i neurološke): narušava termoregulacijski odgovor, smanjuje kapacitet za odvođenje toplote i/ili povećava rizik od toplotnog stresa i hipertermije.

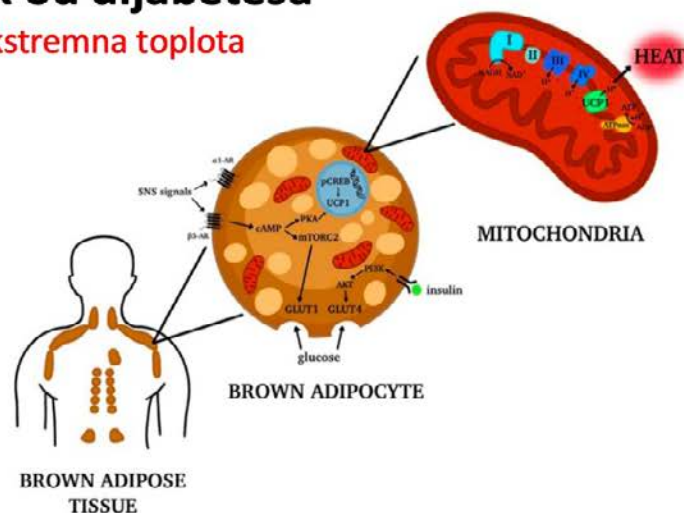
- Mikrovaskularne komplikacije → smanjuju protok krvi u koži → smanjuju sposobnost vazodilatacije → smanjuju kapacitet suve razmene toplote
- Periferna neuropatija i autonomna disfunkcija, loša kontrola glikemije → ometaju odgovor na znojenje → smanjuju kapacitet za gubitak toplote isparavanjem

Produžena izloženost ekstremnoj vrućini ili toplotnom talasu povećava rizik od pogoršanja bolesti opasnih po život: abnormalnosti termoregulationog kapaciteta, efekti na toleranciju glukoze i dehidraciju predisponiraju pacijente sa T1D na stanje dijabetičke ketoacidoze (DKA), a pacijente sa



## Uticaj KP na rizik od dijabetesa

Potencijalni putevi | ekstremna toplota



**Figure 1.** Brown Adipose Tissue (BAT) distribution in adult human body. In adult humans of BAT depots are located mainly in the supraclavicular, paravertebral, axillar, cervical and per-aortic areas. The tissue is formed by brown adipocytes, characterized by multiple lipid droplets and the expression of high levels of uncoupling protein 1 (UCP1) on the inner mitochondrial membrane. UCP1 is responsible for the release of energy in the form of heat, generating the process called non-shivering thermogenesis. Moreover, the brown adipocytes activation contributes to systemic clearance of glucose and lipids. Made by © BioRender 2021.

DOI: 10.3390/NU13051450.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Više potkožne masti, koje imaju nižu toplotnu provodljivost

- Veća prevalencija dehidracije
- Senzorno oštećenje toplote
- Poremećaj protoka krvi u koži kao odgovor na povišenu jezgru temperaturu

→ [doi: 10.1136/bmjdr-2016-000317](https://doi.org/10.1136/bmjdr-2016-000317).

→ [doi: 10.1503/cmaj.081050](https://doi.org/10.1503/cmaj.081050).

→ [doi: 10.1002/ajhb.23460](https://doi.org/10.1002/ajhb.23460)

Rast globalne temperature verovatno doprinosi epidemiji dijabetesa, pošto **se incidenca dijabetesa i prevalencija intolerancije na glukozu povećavaju** sa višom temperaturnom okoline.

**Mogući mehanizam:** više temperature okoline negativno utiču na metabolizam glukoze smanjenjem aktivnosti smeđeg masnog tkiva (BAT).

Terapije koje ciljaju BAT termogenezu su sve više prepoznate kao terapije gojaznosti i dijabetesa.

→ **Osobe sa prekomernom težinom i gojazni** doživljavaju fatalni toplotni udar 3,5 puta češće od osoba prosečne telesne težine.

→ Mogući mehanizmi za povećan rizik od toplotnog stresa povezanog sa gojaznošću:

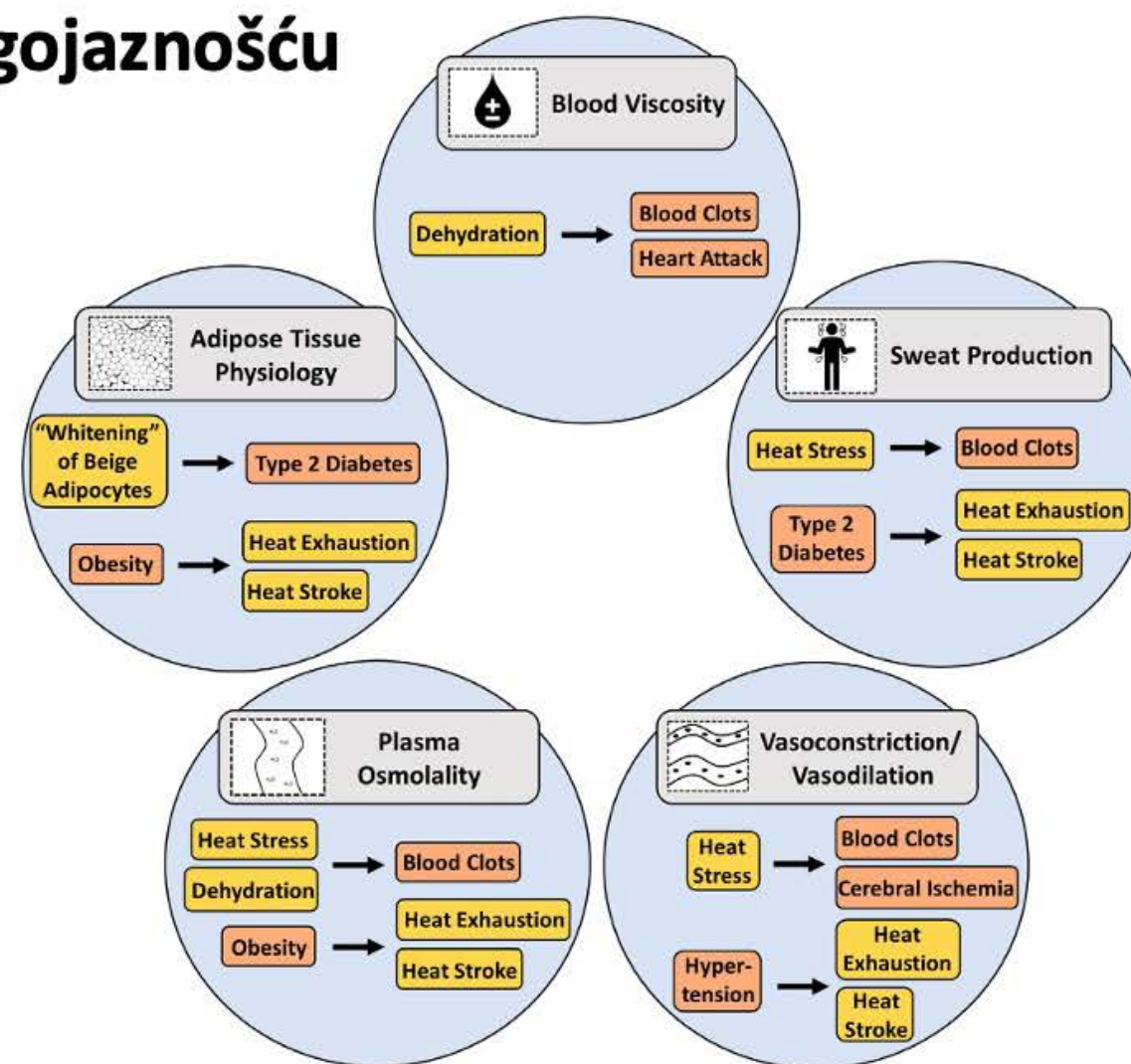
- Smanjen kapacitet otpuštanja toplote zbog morfološke konfiguracije koja utiče na gubitak toplote:

Veći odnos telesne mase i površine

# Uticaj KP na bolesti povezane sa gojaznošću

Potencijalni putevi | ekstremna toplota

Biološki putevi odgovorni za adaptaciju na toplotni stres preklapaju se sa onima koji su uključeni u etiologiju kardiometaboličke bolesti povezane sa gojaznošću.



**FIGURE 2** Biological pathways involved in the etiology of both obesity-related disease and heat-related morbidity. The figure highlights five biological mechanisms (large blue circles) through which heat-related conditions (in yellow) and cardiometabolic disease (in red) interact

DOI: 10.1002/AJHB.23460.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



# STUDIJA SLUČAJA

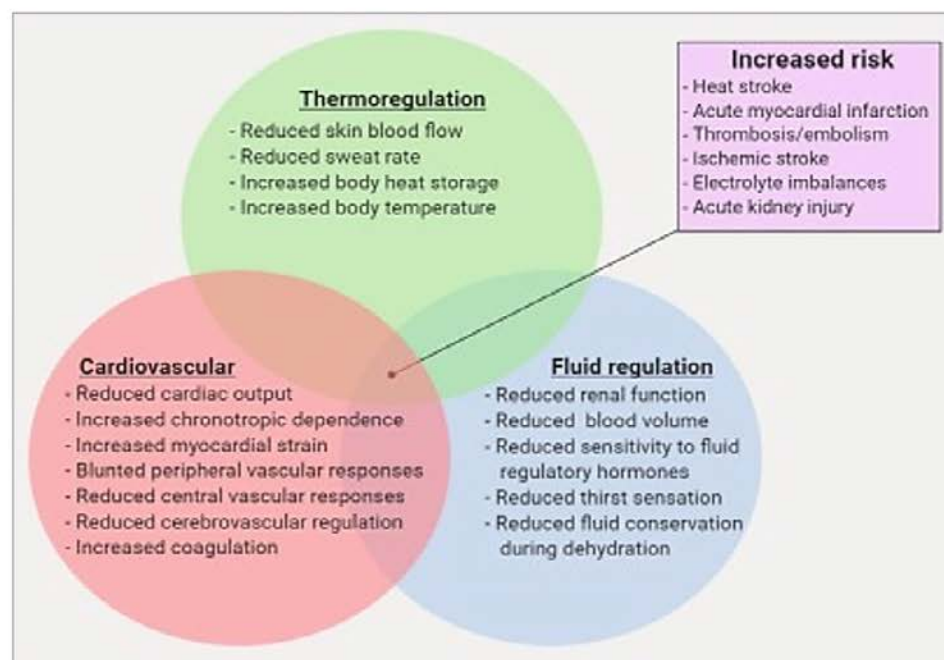
## Ekstremna osetljivost na toplotu kod starijih osoba

DOI: 10.1002/AJHB.23460.  
DOI: 10.1016/J.ENVINT.2020.105909.  
DOI: 10.1016/J.CGGER.2014.08.017.  
DOI: 10.1016/J.DIABET.2020.10.003.

- Starije osobe su posebno podložne izlaganju toploti, posebno one sa uobičajenim hroničnim zdravstvenim stanjima vezanim za uzrast (npr. KVB, hipertenzija, gojaznost, T2D, hronična bolest bubrega).
  - ✓ Gojazni stariji odrasli imali su dvostruko veće šanse da umru tokom toplotnog talasa u Evropi 2003. godine.
  - ✓ Stariji sa T2D skladišteli su 1,5 puta više toplote zbog poremećaja gubitka toplote povezanih sa dijabetesom.
- Sposobnost efikasne aklimatizacije na toplotni stres opada s godinama zbog: termoregulatornog, kardiovaskularnog sistema i regulatornog sistema tečnosti.
- Lekovi su važan faktor rizika za povećanu ranjivost kod starijih osoba. Višestruki komorbiditeti kod starijih rezultiraju istovremenom upotrebom više lekova (polifarmacija).
  - ✓ Lečenje hiperglikemije, mikrovaskularnih i makrovaskularnih komplikacija, gerijatrijskih sindroma povezanih sa dijabetesom i potencijalno ozbiljnih neželjenih efekata antidijabetičkih lekova doprinose polifarmaciji kod starijih osoba sa dijabetesom.
  - ✓ Pored antidijabetičkih lekova, obično uzimaju i druge lekove (npr. salicilate i antipsihotike) koji mogu uticati na njihov termoregulatorni kapacitet, kao i diuretike i inhibitore SGLT2, koji ih čine posebno sklonom dehidraciji.



## STUDIJA SLUČAJA - Ekstremna osetljivost na toplotu kod starijih osoba



DOI: 10.1016/j.envint.2020.105909.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

- pojačavanje želje za konzumiranjem više slatke hrane koja bi mogla značajno uticati na povećanje telesne težine u kratkom roku
- sedentarni način života, boravak u prijatnom i toplijem okruženju umesto boravka i aktivnosti napolju

→ DOI: 10.1016/j.diabet.2020.10.003

→ DOI: 10.14302/issn.2578-8590.ipj-18-2548.

Ekstremno izlaganje hladnoći doprinosi većem riziku od morbiditeta i mortaliteta kod pacijenata sa dijabetesom. Više hospitalizacija zbog hipotermije, posebno kod starijih žena sa dijabetesom. Mogući putevi ekstremnog hladnog uticaja su:

- Povećani rizik od hipoglikemijskih komplikacija
- Pogoršanje kontrole glikemije → povećanje učestalosti simptoma KVB (npr. bol u grudima, aritmije, kašalj i dispneja)
- Dijabetička autonomna disfunkcija, smanjena proizvodnja azot-oksida kao signalnog molekula → poremećena sposobnost vazokonstrikcije, povećanje gubitka toplote → hipotermija

- Periferna neuropatija → senzorna i termoregulatorna disfunkcija, posebno u ekstremitetima
- Smanjena BAT masa i njena aktivnost smanjuju sposobnost stvaranja toplote na nižim temperaturama

Izloženost hladnom vremenu doprinosi većoj prevalenci gojaznosti. Mogući putevi uticaja ambijentalne hladnoće su:

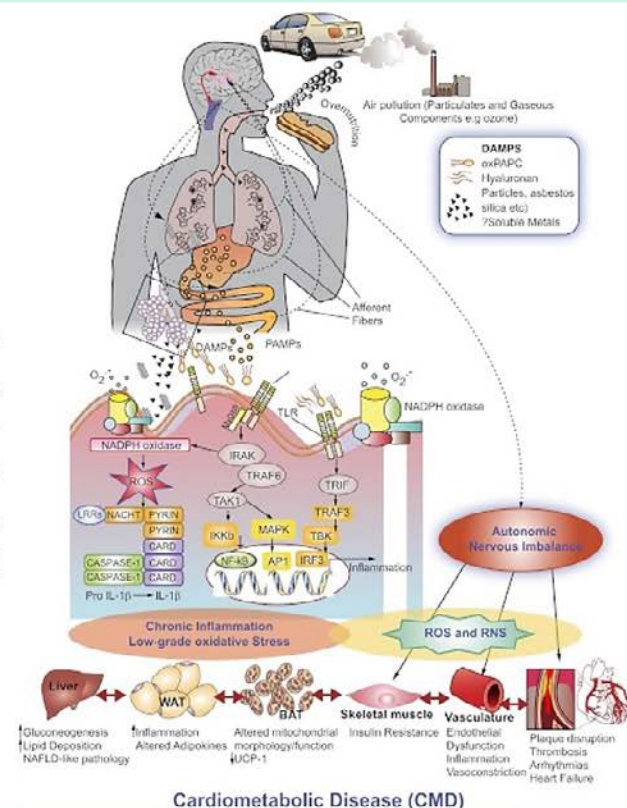
- uticaj na hormone koji su povezani sa glađu i apetitom i ukupnu stopu metabolita
- povećanje potrošnje energije ili unosa energije koji utiču na povećan apetit i prejedanje da bi se očuvao nivo energije u telu

## Uticaj KP na metaboličke poremećaje

### Potencijalni putevi |

zagađenje ambijentalnog vazduha i dim od šumskih požara

Pretpostavljeni mehanizmi kardiometaboličkih bolesti posredovanih zagađenjem vazduha, pri čemu inhalacioni ili nutritivni signali, direktno ili putem stvaranja signala kao što su DAMP-ovi (damage-associated molecular patterns – molekulski obrasci povezani sa oštećenjem), mogu služiti za aktivaciju urođenih imunih mehanizama kao što su TLR (Toll-like receptors – Toll-slični receptori) i NLR (NOD-like receptors – NOD-slični receptori).



DOI:10.1371/journal.pmed.1003767.  
DOI: 10.2337/db12-0190.

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Izloženost zagađenju ambijentalnog

**vazduha**, česticama ( $PM_{2.5}$ -10), oksidima azota ( $NO$  i  $NO_2$ ) i ozonu je povezan sa većom prevalencijom i incidencom T2D, i viškom mortaliteta u populaciji T2D. Ovo je značajno pojačano kod gojaznih osoba, dakle pacijenti sa kardiovaskularnim bolestima i koegzistirajućim dijabetesom su najugroženiji.

Izloženost zagađenju vazduha takođe pogoršava MetS. Visoki nivoi ozona,  $PM_{10}$  i  $SO_2$  potencijalno mogu povećati rizik od dislipidemije i razvoja MetS.

Dugotrajno izlaganje zagađenom vazduhu može povećati šanse za oboljenje masne jetre povezane sa metaboličkom disfunkcijom (MAFLD), posebno kod osoba koje su imale

nezdrave životne navike i sa centralnom gojaznošću.

Zemlje u razvoju su najugroženije, gde su opterećenje zagađenjem vazduha i NCD u porastu.

**Dim šumskog požara** sadrži složenu mešavinu čestica i gasova koji se hemijski transformišu u atmosferi i prenose vetrom. Dim i pepeo proizvedeni šumskim požarima mogu značajno pogoršati kvalitet vazduha, posebno nivo  $PM_{2.5}$ . Poznato je da izloženost dimu, kratkoročna i dugotrajna, pogoršava postojeću gojaznost i T2D.

Katastrofalni požari dovode do pogoršanja ishoda astme, posebno kod gojaznih osoba.

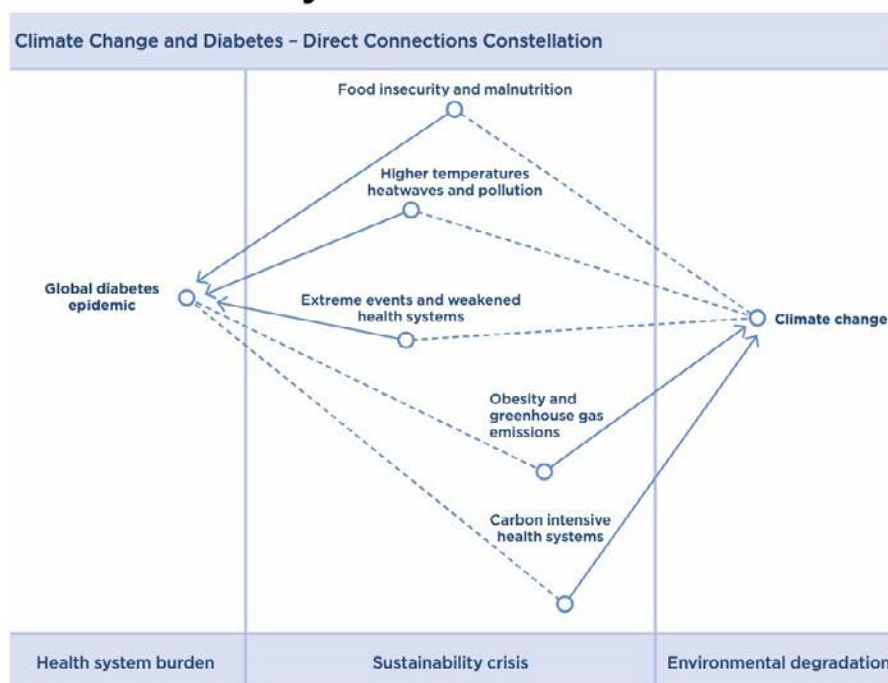
**Mogući mehanizmi:** povećan oksidativni stres, izazvana upala masnog tkiva, indukovana BAT disfunkcija i insulinska rezistencija, povećan nivo lipida u krvi i rizik od hipertenzije. Drugi mogući mehanizmi su poremećeni autonomni nervni sistem, epigenetske promene, mitohondrijalna disfunkcija, kao i promene u sastavu i funkciji mikrobioma ljudskog creva.

**Izloženost česticama (PM)** je glavni problem javnog zdravlja. PM se sastoji od organskih i neorganskih čvrstih i tečnih čestica suspendovanih u vazduhu, pri čemu su sulfati, nitrati, amonijak, natrijum hlorid, crni ugljenik i mineralna prašina povezani sa kratkoročnim i dugoročnim štetnim efektima na zdravlje.

Prema jednoj studiji, prevalencija dijabetesa je 77,5% veća među ljudima koji žive u područjima sa visokom izloženosti PM u poređenju sa ljudima koji žive u manje izloženim područjima.

- DOI: 10.5772/39004.
- DOI: 10.1016/j.jhep.2021.10.016.
- DOI: 10.1016/j.anai.2015.01.018..
- DOI: 10.5696/2156-9614-9.22.190608

## KP i dijabetes: direktne veze



<https://ncdalliance.org/sites/default/files/rfiles/IDF%20Diabetes%20and%20Climate%20Change%20Policy%20Report.pdf>, accessed 10 October 2022

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Veza između KP i dijabetesa: dvosmerna ulica

Dva od ovih hitnih izazova u 21. veku su globalna epidemija dijabetesa i KP.

Dijabetes i KP su direktno i indirektno međusobno povezani.

Direktne veze se odnose na to kako dijabetes i KP negativno utiču jedni na druge.

Indirektne veze se odnose na zajedničke globalne vektore i puteve koji podstiču i ove zdravstvene i razvojne katastrofe.

### KP i dijabetes: direktne veze

Izloženost ekstremnoj toploti → povećan morbiditet i mortalitet od toplotnog udara

Izloženost toplotnim talasima sa visokim zagađenjem vazduha → povećana smrtnost od srčanog udara

Ekstremni vremenski uslovi i prirodne katastrofe (npr. toplotni talasi, uragani, poplave, požari, suša itd.):

→ devastacija životnih uslova i oskudica resursa  
→ rast urbanih slamova i povećanje oskudice resursa → povećan rizik od gojaznosti i dijabetesa

→ uništavanje infrastrukture zdravstvene zaštite i pružanje nege → pogoršanje bolesti opasnih po život

→ Geo-ekološka diabetologija – opisuje kako geofizičke pojave utiču na osobe sa dijabetesom

### Uticaj KP na bezbednost hrane i rizik od T2D

Klimatski ekstremi i prirodne katastrofe → nestašica vode i uništavanje poljoprivrednih useva i snabdevanja hranom → nestašica hrane, rastuće cene → nesiguran izvor hrane

→ Procenjuje se da će polovina sveta iskusiti nestašicu hrane do kraja 21. veka

Nesiguran izvor hrane → neuhranjenost / prekomerna uhranjenost i pothranjenost → pogoršanje T2D i srodnih NCD rizika

→ Pothranjenost majke u trudnoći povećava rizik od gojaznosti odojčadi i T2D u kasnijem životu

Poremećaj tradicionalnog snabdevanja hranom → sveži proizvodi skupi i retki → povećava potrošnju uvezene i prerađene hrane → pogoršavajući rizik od T2D

Populacija sa niskim prihodima i starosedeoci, koji se pridržavaju tradicionalne ishrane su posebno ugroženi

→ doi: 10.4158/EP09344.

→ <https://ncdalliance.org/sites/default/files/rfiles/IDF%20Diabetes%20and%20Climate%20Change%20Policy%20Report.pdf>



## KP i dijabetes: direktne veze

### Uticaj KP na bezbednost hrane i rizik od T2D

- Smanjen kvalitet i količina useva dovodi do povećane prehrambene i finansijske nesigurnosti što dovodi do **neuhranjenosti (pothranjenosti i gojaznosti)** i **NCD povezanih sa ishranom, kao što su DM i KVB**

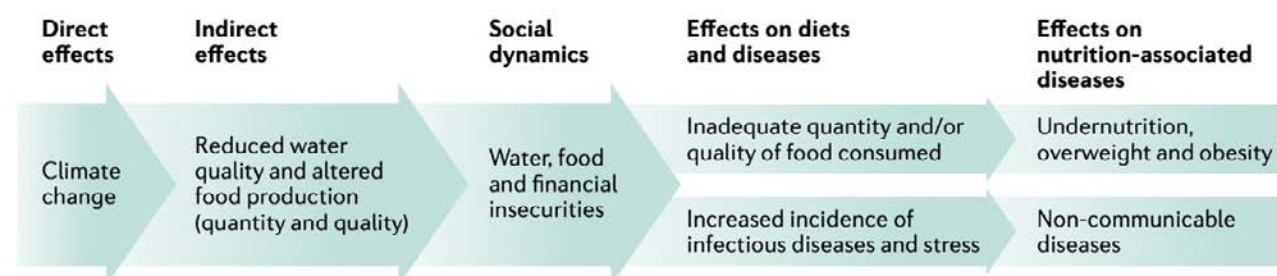


Fig. 1 | **Effects of climate change on nutrition-associated diseases.** The main ways in which climate change influences diet and nutrition-associated diseases.

DOI: 10.1038/S41572-021-00329-3.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European  
Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Uticaj gojaznosti i dijabetesa na emisije GHG

Povećana prevalencija gojaznosti ➔ povećava potrošnju energije / emisije GHG iz masovne proizvodnje hrane

➔ Procenjeno je da populaciji u kojoj je 40% ljudi gojazno treba 19% više energije za hranu nego populaciji u kojoj postoji normalna distribucija BMI.

Sve veći teret NCD i pogoršanje komplikacija povezanih sa dijabetesom ➔ rastuće finansijsko opterećenje i povećanje emisija GHG koje stvaraju zdravstveni sistemi.

➔ Prevenciji i upravljanju dijabetesom treba dati prioritet kako bi se smanjio ionako veliki ugljenični otisak zdravstvenog sistema.

➔ Hitna potreba da se zdravstveni sistemi preorijentišu sa tradicionalnog fokusa na akutnu negu na proaktivniji i preventivniji model kontinuirane nege.

➔ <https://ncdalliance.org/sites/default/files/rfiles/IDF%20Diabetes%20and%20Climate%20Change%20Policy%20Report.pdf>

## KP i dijabetes: indirektne veze

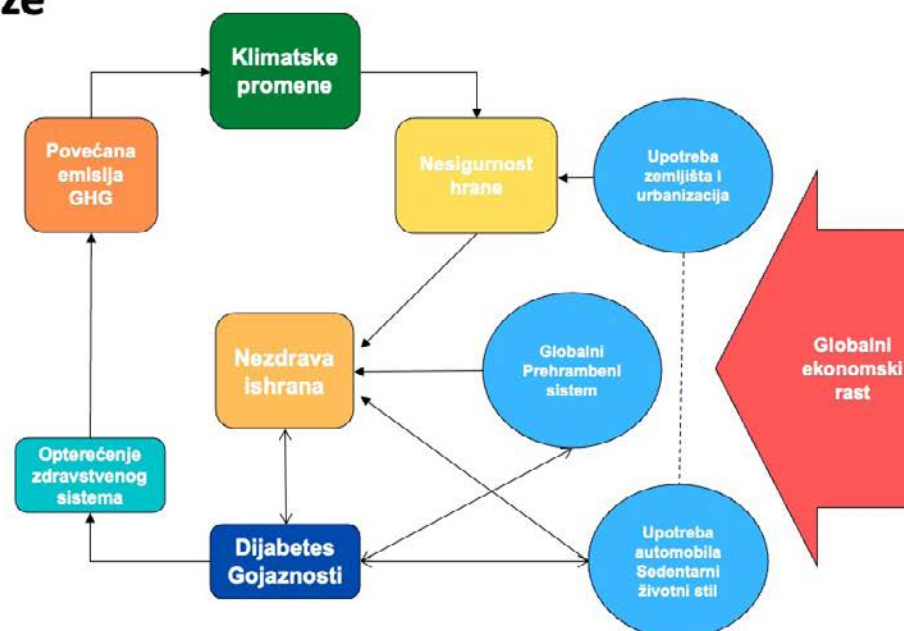
### Zajednički vektori

**Globalni ekonomski** rast kao glavni pokretač emisije GHG ima nekoliko sinergističkih sociokulturnih vektora:

- 1) korišćenje zemljišta i urbanizacija,
- 2) motorizovani transport, i
- 3) globalni prehrambeni sistem

koji utiču na:

- KP preko **viška GHG emisija**
- epidemiju dijabetesa/gojaznosti usled **nezdrave ishrane i fizičke neaktivnosti**



Prikaz začaranog kruga povezanosti KP i dijabetesa/gojaznosti  
(plavi krug su njihovi zajednički vektori)

DOI: 10.1111/dme.14971.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



### Urbanizacija i transport

Brza i neplanirana urbanizacija ➔ transport sa većim ugljeničnim otiskom, rast slamova, efekat urbanog toplotnog ostrva (UHI), povećano zagađenje vazduha i degradacija resursa ➔ sedentarni način života: fizička neaktivnost i nezdrava ishrana povećanje emisija iz transporta i rizika od dijabetesa.

Urbani gradovi su odgovorni za:

- ➔ 70% emisije GHG, a automobili doprinose 30% zagađenja vazduha
- ➔ svaki dodatni sat proveden u automobilu svakog dana povećava rizik od gojaznosti za 6%
- ➔ povećani troškovi energije (npr. za klimatizaciju), zagađenje vazduha, bolesti uzrokovane toplotom i smrtnost
- ➔ pojačana fizička neaktivnost
- ➔ povećana potražnja za mesom i jeftinom prerađenom hranom

### Globalni prehrambeni sistem

Promena u globalnom prehrambenom sistemu (GFS) tranzicija ishrane povećava rizik od dijabetesa i ugrožava životnu sredinu.

Višestruki putevi za taj uticaj GFS: plodnost zemljišta, masovna monokulturna proizvodnja, dostupnost vode, smanjeni prinos hrane, smanjena koncentracija i biodostupnost hranljivih materija u hrani, masovna stočarska proizvodnja itd.

Na GFS otpada ~ 30% globalnih GHG i doprinosi degradaciji životne sredine i biodiverziteta; smanjuje pristup ljudi zdravoj ishrani, povećavajući njihov rizik od lošeg zdravlja i bolesti povezanih sa ishranom.

➔ U 2020. godini dve milijarde ljudi bilo je uskraćeno u pogledu hrane, a tri milijarde ljudi nije moglo da priušti zdravu ishranu.

➔ Značajne nejednakosti u globalnoj potrošnji: razvijene zemlje troše skoro deset puta veću količinu crvenog mesa i doprinose 41% više emisija u poređenju sa zemljama u razvoju. Ove nejednakosti su pogoršane izuzetno visokim troškovima biljne hrane koja je mnogo pristupačnija u zemljama sa višim prihodima.

## KP i dijabetes: indirektne veze

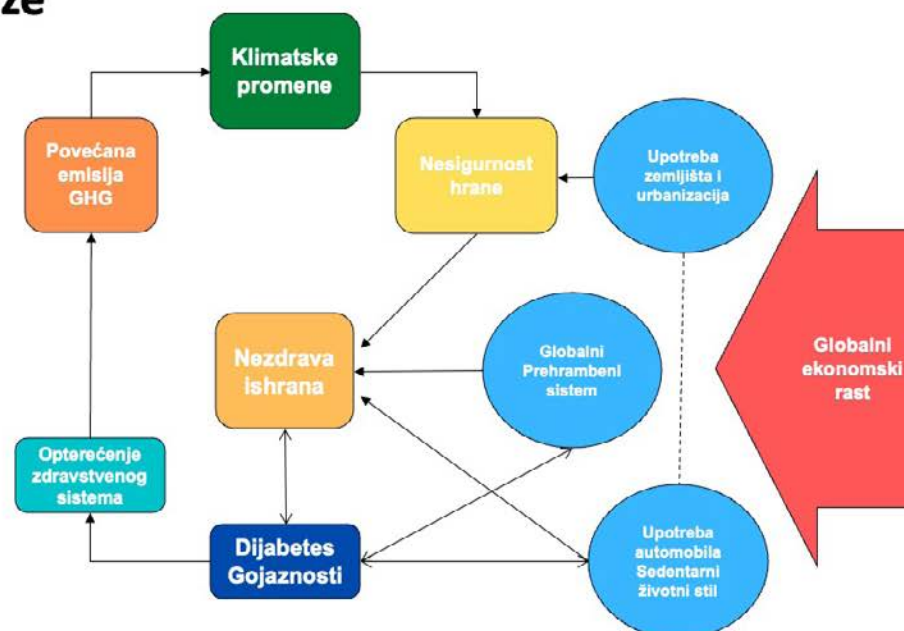
### Zajednički vektori

**Globalni ekonomski** rast kao glavni pokretač emisije GHG ima nekoliko sinergističkih sociokulturnih vektora:

- 1) korišćenje zemljišta i urbanizacija,
- 2) motorizovani transport, i
- 3) globalni prehrambeni sistem

koji utiču na:

- KP preko **viška GHG emisija**
- epidemiju dijabetesa/gojaznosti usled **nezdrave ishrane i fizičke neaktivnosti**



Prikaz začaranog kruga povezanosti KP i dijabetesa/gojaznosti  
(plavi krug su njihovi zajednički vektori)

DOI: 10.1111/dme.14971.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Kako promene u kvalitetu hrane utiču na rizik od dijabetesa?

Intenzivna poljoprivreda utiče na kvalitet hrane smanjujući mikronutrijente u biljnoj hrani

→ Smanjeni mikronutrijenti u ishrani: cink, magnezijum, hrom, bakar, mangan, gvožđe, selen, vanadijum, vitamini B grupe i antioksidansi, smanjujući osetljivost ili lučenje insulina i doprinose povećanom riziku od T2D.

Povećanje temperature okeana zbog KP, smanjuje morski fitoplankton – koji su primarni proizvođači omega-3 polinezasićenih masnih kiselina (PUFA).

→ Ljudska ishrana sa nedostatkom omega-3 PUFA je povezana sa povećanim rizikom za razvoj T2D.

### Neodrživi globalni sistem ishrane uključuje:

1. Neodrživa poljoprivreda proizvodi do trećine GHG emisija širom sveta, zbog sve veće potražnje za životinjskim proizvodima, dok je cena zbog emisije ugljenika za meso sedam puta veća od te cene za povrće. Proizvodi životinjskog porekla su nutritivno važni, ali crveno meso i prerađeno meso su povezani sa gojaznošću, T2D i NCD.
2. Brzi razvoj proizvodnje hrane povećava dostupnost i pristupačnost prerađene i energetski zasićene hrane; proizvodnja, transport i skladištenje sa većom emisijom ugljenika; povećava formiranje urbanih slamova; štetno krčenje zemljišta i krčenje šuma itd.

3. Pomeranje obrasca ishrane – tranzicija sa tradicionalne ishrane zasnovane na žitaricama, lokalno uzgojenom povrću i voću ka ishrani bogatom prerađenom hranom, zasićenim mastima i šećerom i malo vlakana

- Visok nivo gojaznosti, dijabetesa i drugih NCD
- Prekomerna ishrana korelira sa socio-ekonomskom nejednakošću
- Nedovoljna i prekomerna ishrana mogu koegzistirati u istim zemljama, zajednicama, pa čak i domaćinstvima.

→ DOI: 10.1111/dme.14971.

→ doi: 10.1038/s41572-021-00329-3

→ DOI: 10.1111/dme.14971

→ <https://ncdalliance.org/sites/default/files/rfiles/IDF%20Diabetes%20and%20Climate%20Change%20Policy%20Report.pdf>



## Kako zdravstveni radnici razvijaju strategije i programe da pomognu zajednicama da se pripreme za zdravstvene efekte KP?

CDC-ov okvir za izgradnju otpornosti na klimatske efekte (BRACE) sastoji se od pet uzastopnih koraka:



<https://www.cdc.gov/climateandhealth/BRACE.htm>

### Naredni koraci:

**03 - Pronalaženje najprikladnijih javno-zdravstvenih intervencija za identifikovne zdravstvene uticaje od najvećeg interesa/kobenefit strategije**

**04 - Razvoji i implementacija klimatskog i zdravstvenog plana adaptacije / plan adaptacije na klimu i zdravlje / adaptacione prakse i procesi / upravljanje rizikom od ekstremnih geoloških i vremenskih pojava i mere prevencije**

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Poboljšanje otpornosti na klimu i smanjenje ekstremnih toplotnih uticaja

podrazumeva razvoj odgovarajućih programa javnog zdravlja (npr. upozorenja o toploti, akcioni planovi za zdravlje i toplotu) i edukaciju zdravstvenih radnika da bolje prepoznaju, upravljaju i komuniciraju te uticaje KP na zdravlje.

Prema **CDC-ovom BRACE okviru**, sledeći korak je:

→ Utvrđivanje najpogodnijih intervencija u javnom zdravstvu koje se istovremeno bave zajedničkim predisponirajućim vektorima metaboličkih poremećaja i KP – Kobenefit strategije

→ Kobenefit strategije

→ imaju za cilj transformaciju: obesogeno okruženje sa visokom emisijom ugljenika  
aktivni život sa niskom emisijom ugljenika

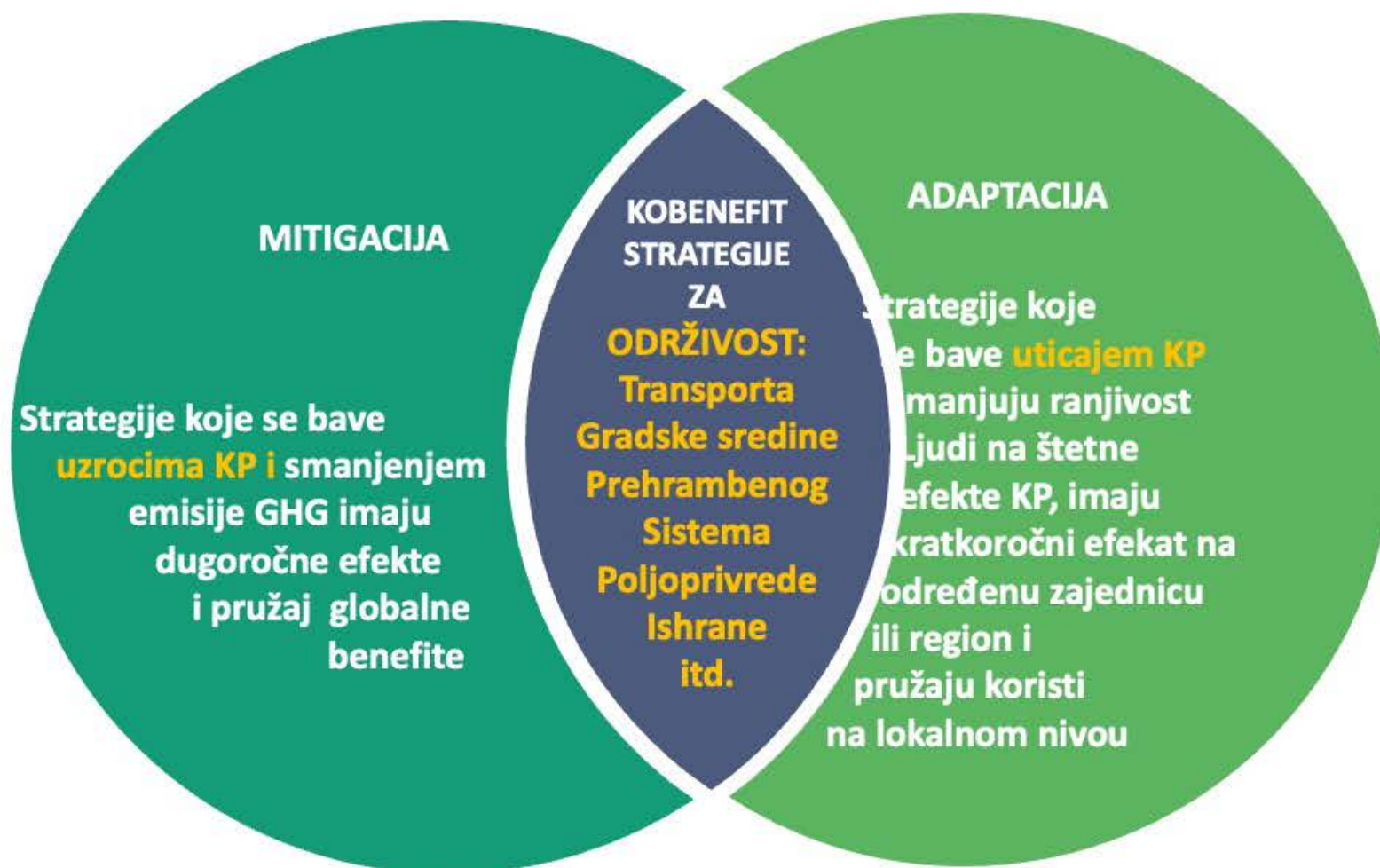
Zdravlje | Ekonomski | Ekološki benefiti i Održivi razvoj

→ omogućavaju **promene načina života i održivu urbanizaciju**


→ saobraćajne i urbanističke politike i

→ prehrambene politike

# Mitigacija | Adaptacija | Kobenefiti strategije



## Zdravstveni kobenefiti AKTIVNOG PUTOVANJA

Akcija	Zdravstveni kobenefit	KP Mitigacija
<b>AKTIVNO PUTOVANJE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Politike koje smanjuju upotrebu vozila i povećavaju hodaње i vožnju bicikla</li> <li>– Dobro planirana urbana sredina, kroz transportne politike i urbani dizajn.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Smanjen rizik od metaboličkih poremećaja</li> <li>– Benefiti za metaboličko zdravlje: podsticanje fizičke aktivnosti, društvene povezanosti, poboljšanje kvaliteta vazduha i smanjenje efekata urbanih toplotnih ostrva</li> <li>– Fizički aktivni pojedinci smanjuju rizik od T2D do 50% (WHO)</li> <li>– Pokazalo se da je aktivno putovanje na posao povezano sa oko 10% smanjenja rizika od KVB i 30% smanjenja rizika od T2D. (WHO)</li> <li>– Okruženje koje je pogodnije za hodaње ili aktivnosti pruža više mogućnosti za fizičku aktivnost i smanjuje teret gojaznosti i dijabetesa u populaciji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Smanjenje emisija GHG i zagađenja vazduha</li> </ul>

DOI: 10.1186/s12966-015-0223-3.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Veće razdaljine koje pojedinci prelaze hodajući i vožnjom bicikla mogu se postići dobro planiranim urbanim okruženjem, kroz saobraćajne politike i urbani dizajn:

1. Promenom na saobraćaj sa niskom emisijom ugljenika :

- Prelaskom sa prevoza vozilima na „aktivni transport“, kao što su: hodaње i vožnja biciklom, u kombinaciji sa javnim prevozom koji pokreće obnovljiva energija
- Prelaskom na vozila sa ultra-niskim emisijama
- Primenom ograničenja vozila u gradovima i ograničenja brzine automobila.

2. Implementacijom „aktivnog dizajna“ u urbani dizajn:

- Kompaktna urbana sredina za hodaње – „Izgrađeno okruženje“
- Veća povezanost ulica i uravnoteženo mešovito korišćenje zemljišta
- Povećanje biciklističkih staza i parking površina u urbanim sredinama
- Uključivanje zelenih površina unutar zajednica, saobraćajnih ruta i poplavnih ravica
- Dostupnost socijalnih ustanova zajednici, posebno preventivne nege kako bi se poboljšala prevencija hroničnih bolesti, uključujući T2DM

„Izgrađeno okruženje“ – prohodno urbano okruženje

Doprinosi modifikaciji životnog stila: okruženja pogodnija za hodaње ili aktivnosti pružaju više mogućnosti za fizičku aktivnost i potencijalno smanjuju teret gojaznosti i dijabetesa u populaciji.

Društveno-ekonomski status susedstva, prehrambeno životno okruženje, zagađenje vazduha i zeleni prostor koegzistiraju i potencijalno stupaju u interakciju sa izgrađenim okruženjem, utičući na metaboličko zdravlje

Zdravstvena studija koje je sprovedla organizacija „Nacionalne medicinske sestre“: loš kvalitet vazduha se često nalazi u oblastima sa visokom prohodnošću i biciklističke mreže se često razvijaju pored glavnih saobraćajnica.

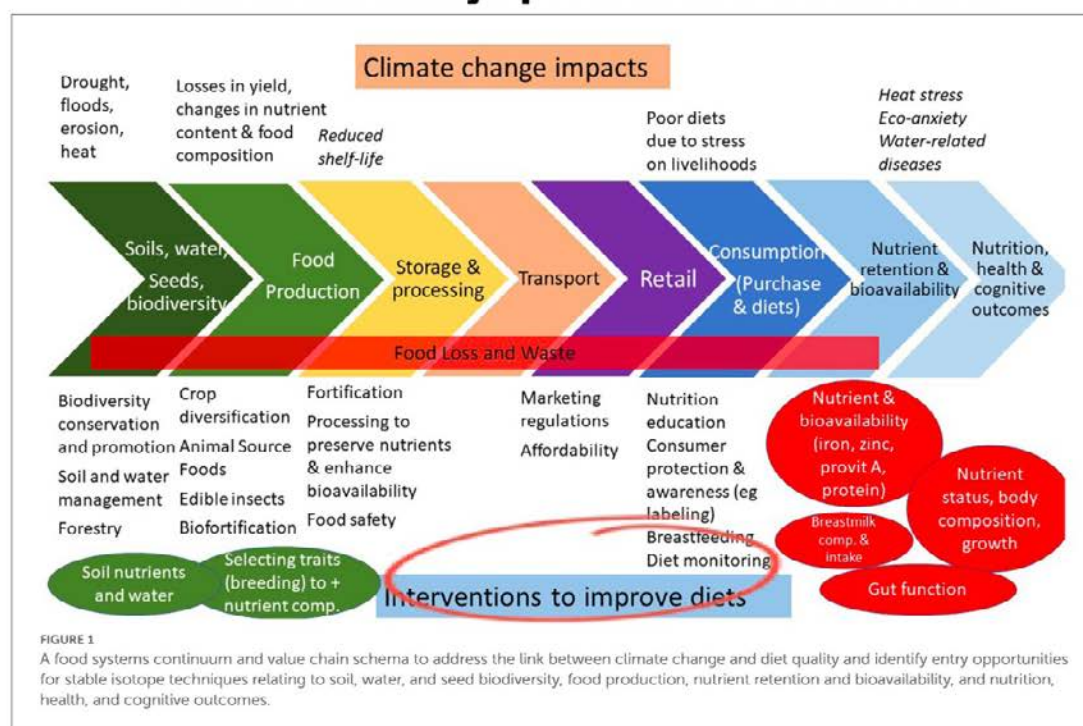
Planiranje i izgradnja biciklističke infrastrukture treba da se vrši na način koji ograničava individualnu izloženost zagađenju vazduha

→ DOI: 10.1088/1755-1315/1016/1/012054

→ DOI: 10.1016/j.earlhumdev.2020.105220



## Transformisanje prehrambenih sistema



Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

DOI: 10.3389/fclim.2022.941842.

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

**Politike za ublažavanje** KP treba da se bore protiv **prekomerne i nedovoljne ishrane** i još mnogo toga:

Koegzistencija pothranjenosti, gojaznosti i nedostataka mikronutrijenata – trostruki teret neuhranjenosti širi se i pogađa skoro svaku zemlju na svetu.

**Gojaznost** pogađa milione ljudi, a nekoliko milijardi pati od bolesti uzrokovanih ishranom sa nedostatkom vitamina ili minerala, poznatih kao **nedostatak mikronutrijenata**, rekao je šef poljoprivrede UN-a, koji je pozvao na **transformativne promene u prehrambenim sistemima!**

**Prehrambena politika** koja podstiče prebacivanje sa visoko obrađene ishrane zasnovane na životinjama na „održivu ishranu“

„**Održiva ishrana**“ ima nizak uticaj na životnu sredinu, obezbeđuje sigurnost hrane i ishrane i podržava zdrav život za sadašnje i buduće generacije. Za održivu ishranu, potrebni su nam: održivi prehrambeni sistemi u kombinaciji sa održivom poljoprivredom

**Održivi prehrambeni sistemi:**

→ **Smanjenje proizvodnje i potrošnje životinjskih proizvoda** – ključna strategija za smanjenje emisije GHG, poboljšanje ishrane i smanjenje izloženosti gojaznosti i riziku od T2D.

→ **Diverzifikacija ishrane, obogaćivanje, biofortifikacija i uključivanje alternativnih izvora proteina (npr. jestivih insekata)** su neke od dostupnih alternativnih opcija.

→ **Održiva poljoprivreda** – sigurnost hrane na efikasan, ekološki prihvatljiv i društveno odgovoran način.

- Smanjenje proizvodnje prerađene hrane, uravnoteženo sa obezbeđivanjem sigurnosti hrane i ishrane za sve
- Lokalna proizvodnja hrane / pristupačnost hranljivih namirnica
- Urbana poljoprivreda - urbane farme, školske bašte i farmerske pijace / pristup lokalnoj, svežoj i sezonskoj hrani
- Razumljive informacije o ishrani kroz obeležavanje namirnica, smernice za ishranu i kampanje podizanja svesti.

→ <https://news.un.org/en/story/2018/12/1027441>

→ DOI: 10.1016/j.earlhumdev.2020.105220.

→ DOI: 10.3389/fclim.2022.941842

# Zdravstveni kobenefiti PRETEŽNO BILJNE ISHRANE

Akcija	Zdravstveni kobenefit	KP Mitigacija
<p><b>PRETEŽNO BILJNA ISHRANA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Smanjenje oslanjanja na konzumaciju crvenog mesa i davanje prioriteta zdravijim alternativama</li> <li>– Dostupni su različiti obrasci ishrane u zavisnosti od regiona, pojedinca i kulturnog konteksta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Imaju ulogu u smanjenju rizika od T2D i velikih makrovaskularnih i mikrovaskularnih komplikacija povezanih sa dijabetesom.</li> <li>– Kao deo promene životnog stila su delotvorni alati za prevenciju i lečenje T2D.</li> <li>– Vrsta i izvor ugljenih hidrata (nerafinirani u odnosu na rafinisane), masti (Jednostrukturno nezasićene i polizasićene naspram zasićenih i trans masti) i proteina (biljni nasuprot životinjskim) igraju ključnu ulogu u prevenciji lečenja T2D.</li> <li>– Potencijalni mehanizmi dominantno biljne ishrane u povećanju insulinske rezistencije: održavanje zdrave telesne težine, povećanje vlakana i fitonutrijenata, interakcije hrane i mikrobioma i smanjenje zasićenih masti, naprednih krajnjih proizvoda glikacije, nitrozamina i hem gvožđa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Smanjenje emisija GHG i potrošnje vode</li> </ul>



DOI:10.11909/j.issn.1671-5411.2017.05.009.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



# STUDIJA SLUČAJA

## Kako se najbolje pripremiti za lečenje dijabetesa u situacijama ekstremnih geoloških i vremenskih pojava?

- U eri KP, samostalno upravljanje dijabetesom postaje sve složenije.
- Dnevni režimi lečenja dijabetesa trebalo bi da uzmu u obzir meteorološke uslove.
  - ✓ Naglasite važnost **redovnog unošenja tečnosti** radi sprečavanja **dehidracije**, posebno tokom vrelih dana.
  - ✓ Podstaknite pacijente da **vežbaju u unutrašnjim, klimatizovanim prostorijama** tokom najtoplijeg dela dana.
  - ✓ Razmotrite potrebu za **prilagođavanjem terapije dijabetesa** u skladu sa sezonskim promenama radi održavanja **stabilne kontrole glikemije**.
  - ✓ Upozorite pacijente na moguće **fluktuacije nivoa glukoze** tokom vrućih dana i preporučujemo **prilagođavanje režima insulina** po potrebi.
  - ✓ Preporučite pažljivo **čuvanje insulina, oralnih hipoglikemičkih agenasa, kao i glukometara i insulinskih pumpi** na odgovarajućim temperaturama kako biste osigurali njihovu efikasnost i pouzdanost.



DOI: 10.4158/EP09344.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



## Geo-ekološko upravljanje dijabetesom | nacionalni nivo

- **Plan adaptacije na klimu i zdravlje** za upravljanje dijabetesom tokom ekstremnih geoloških i vremenskih događaja, odnosno **Geo-ekološko upravljanje dijabetesom**.
- Prilikom razvoja strategije potreban je pristup na više nivoa. Potrebna je koordinisana akcija vlade, NVO sektora i kliničkih institucija:
  - ✓ Razviti, sprovesti i distribuirati planove spremnosti sa ciljanim informacijama za pacijente sa dijabetesom.
  - ✓ Razviti planove kontingencije za hitni transport najsetljivijih pacijenata i postupke u slučaju potencijalnih prepreka za pristup zdravstvenoj zaštiti.
  - ✓ Predvideti količinu potrebnih zaliha i lekova za pacijente.
  - ✓ Umanjiti disparitete u spremnosti za dijabetesne katastrofe.

DOI: 10.1177/193229681100500402.

## Geo-ekološko upravljanje dijabetesom | pružaoci zdravstvenih usluga

- Zdravstveni autoriteti, medicinski radnici i pružaoci nege treba da pruže **ciljane informacije** o zdravstvenim efektima toplotnih talasa
- Stanovnici moraju da integrišu **klimatske rizike specifične za pacijente i lokaciju** u efikasnije planove prevencije bolesti i lečenja
- Lekari opšte prakse (GP) treba da uključe kao suštinsku komponentu **razumevanje faktora u zajednici** koji oblikuju zdravlje i pružanje zdravstvenih usluga
- Lekari treba da pruže **smernice u rutinskim kliničkim susretima** o izboru životnog stila koji dugoročno poboljšava zdravlje pojedinca
- Potrebno je uložiti više napora da se smanji ugljenični otisak u zdravstvu:
  - ✓ Jednostavne intervencije kao što su prestanak upotrebe halogenih anestetika, smanjenje ili zaustavljanje upotrebe medicinskih uređaja za jednokratnu upotrebu (kao što su insulinske olovke), poboljšanje sortiranja i reciklaže otpada i promovisanje daljinskih konsultacija za smanjenje putovanja.

DOI:  
10.1056/NEJMCP2210623.



## Geo-ekološko upravljanje dijabetesom | pružaoci zdravstvenih usluga

Posebno briga o pacijentima sa T2D: **Šta bi trebalo da rade lekari opšte prakse?**

- ✓ Identifikuju pacijente sa T2D sa KV komplikacijama ili hroničnom bolešću bubrega, koji mogu zahtevati određeni individualizovani plan lečenja
- ✓ Rutinski sprovode medicinsku procenu i savetovanje relevantno za izlaganje toplote kod osoba sa dijabetesom
- ✓ Budu svesni o potencijalnim neželjenim efektima propisanih lekova i prilagode dozu ako je potrebno
- ✓ Češće prate i pregledaju tokom ekstremnih vremenskih uslova
- ✓ Propišu mere koje osiguravaju da ranjivi pacijenti sa T2D ostanu u zatvorenom prostoru i imaju pristup sistemima za hlađenje tokom ekstremnih toplotnih perioda
- ✓ Razviju planove spremnosti za lekove i podršku za klimatske katastrofe
- ✓ Pokrenu sveobuhvatne kampanje za povećanje javnih svesti, edukacije i savetovanja pacijenata o tome kako da se nosi sa brojnim rizicima
- ✓ Obezbede edukacije o vremenskim terminima kao što su temperatura, vlažnost i indeks toplote.

DOI: 10.1088/1755-1315/1016/1/012054

Erasmus+ **Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



# Geo-ekološko upravljanje dijabetesom | zdravstveni radnici

- **Dodatna edukacija zdravstvenih radnika:**

- ✓ Ažuriranje znanja o toplotnim patologijama
- ✓ Identifikacija rizičnih ljudi i situacija
- ✓ Poznavanje mera prevencije i principa zdravstvene nege
- ✓ Poznavanje sistema upozorenja i zdravstvenih organizacija u slučaju krize
- ✓ Poznavanje lekova (lekovi pod rizikom, kako prilagoditi tretman, pravilno skladištenje lekova)

- Zdravstveni radnici moraju **biti proaktivni** u:

- ✓ Promovisanju aktivnog putovanja i održivih praksi ishrane
- ✓ Sprovođenje adaptacionih mera za smanjenje stresa kod osoba sa dijabetesom
- ✓ Sprovođenje mera za ublažavanja KP u njihovim životima i u zdravstvenim sistemima
- ✓ Adresiranju održivosti u upravljanju dijabetesom
- ✓ Daljim istraživanjima radi pružanja boljih saveta pacijenata

ISBN 978 92 890 7191 8

## Geo-ekološko upravljanje dijabetesom | napredni nivo

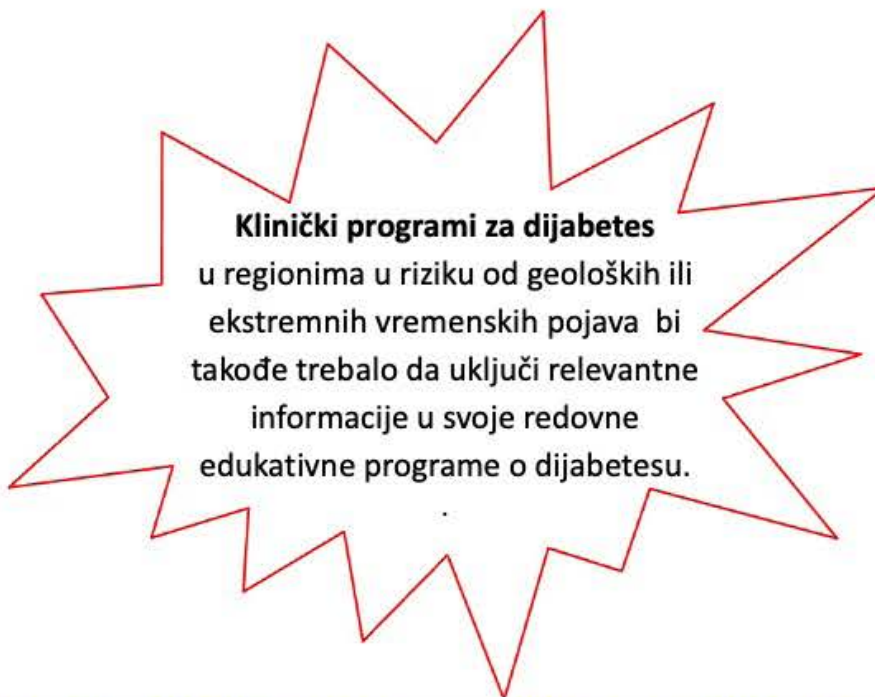
Neki tehnološki alati mogli bi imati veliki značaj u ovom smislu:

- ✓ **Geografski informacijski sistemi** za mapiranje urbanih područja sa povećanom podložnošću pacijenata toplotnim udarima.
- ✓ **Bežični prenos ličnih podataka o nivou glukoze u krvi** pacijenata u centralizovanom elektronskom zdravstvenom sistemu radi rane detekcije epidemija.
- ✓ **Centralno praćenje individualne kontrole glukoze** omogućava ranu intervenciju, poput pružanja saveta pacijentima da li da traže medicinsku pomoć.
- ✓ **Komunikacija u stvarnom vremenu** omogućava direktno obaveštavanje pacijenata sa dijabetesom o vremenskim upozorenjima, kao što su mobilne SMS poruke od lokalnih meteoroloških službi.

doi: 10.1177/193229681100500402.

## Preventivne mere | nivo pacijenta

- Pacijenti sa dijabetesom takođe moraju preduzeti lične korake da bi bili spremni. Trebalo bi da budu upoznati sa smernicama za spremnost za katastrofe koje su im prilagođene.
- Takođe treba da pripreme lični **Plan za hitne slučajeve dijabetesa i komplet za snabdevanje**, tokom i nakon hitnog slučaja za održavanje svakodnevnog upravljanja dijabetesom i za sprečavanje akutnih zdravstvenih problema.
- Ključna pitanja o kojima treba razmišljati:
  - ✓ Identifikacija kao pacijent sa dijabetesom (vidljivi medicinski ID)
  - ✓ Sprečiti veoma visok nivo glukoze u krvi
  - ✓ Ostati dobro hidrirani
  - ✓ Sprečiti hipoglikemiju
  - ✓ Čuvati se infekcije
  - ✓ Pridržavati se terapije lekovima
  - ✓ Planirati obroke
  - ✓ Pripremiti opremu za hitne slučajeve
  - ✓ Pripremiti listu kontakata za hitne slučajeve



**Klinički programi za dijabetes**  
u regionima u riziku od geoloških ili  
ekstremnih vremenskih pojava bi  
takođe trebalo da uključi relevantne  
informacije u svoje redovne  
edukativne programe o dijabetesu.

<https://www.aace.com/sites/default/files/2021-03/Diabetes-Emergency-Web-Download%20Checklist.pdf>  
*pristupljeno 18. februara 2023.*



## KLJUČNE PORUKE

- Klimatska kriza i pandemije dijabetesa/gojaznosti su međusobno povezana zdravstvena pitanja koja imaju zajedničke predisponirajuće vektore i međusobno uvećavaju uticaje.
- Tri zajednička globalna vektora su povećana urbanizacija, povećano oslanjanje na mehanizovani transport i povećana proizvodnja i potrošnja mesa i ultra-prerađene hrane
- Obe krize imaju zajednička rešenja – akcije u okviru oblasti javnog zdravlja za promene načina života i održivu urbanizaciju
- Zdravstveni radnici treba da vode zajedničku akciju na rešavanju klimatsko-zdravstvenih pitanja

## TESTIRAJTE SVOJE ZNANJE:

**Student treba da izabere SVE tačne odgovore u svakom pitanju (više odgovora):**

1. Koji su mogući putevi za pogoršanje bolesti kod pacijenata sa dijabetesom izloženih ekstremnoj vrućini?
  - a) smanjen protok krvi u koži
  - b) povećan gubitak toplote
  - c) smanjena stopa znojenja
  - d) povećana telesna temperatura
2. Koja starija populacija je posebno podložna izloženosti toploti?
  - b) hronična zdravstvena stanja povezana sa starenjem
  - c) poremećena ravnoteža tečnosti i elektrolita
  - d) povećan protok krvi u koži
  - e) polifarmacija
3. Koji su glavni uticajni sociokulturni vektori koje dele KP i dijabetes/gojaznost?
  - b) brza i neplanska urbanizacija
  - c) veća prevalencija dehidracije
  - d) transport sa visokom emisijom ugljenika
  - e) masovna stočarska proizvodnja

## TESTIRAJTE SVOJE ZNANJE:

4. Koji su ciljevi zdravstvenih kobenefit strategija?
  - a) aktivan život sa niskom emisijom ugljenika
  - b) promena načina života
  - c) smanjenje ugljeničnog otiska u zdravstvu
  - d) održiva urbanizacija
  - e) smanjenje zagađenja vazduha
5. Kako karakteristike dizajna naselja mogu poboljšati zdrav život?
  - a) pristupačan javni prevoz
  - b) blizina pijace
  - c) mnogo zelenih površina
  - d) urbani sirotinjski kvartovi
  - e) veća pristupačnost za pešake
6. Kako postići održivu ishranu?
  - a) jesti više biljne hrane
  - b) smanjiti potrošnju visoko obrađene hrane
  - c) birati lokalno uzgojenu hranu
  - d) jesti u obližnjem restoranu
  - e) kupiti sezonske proizvode



## Preporučeno čitanje

1. Gildner TE, Levy SB. Intersecting vulnerabilities in human biology: Synergistic interactions between climate change and increasing obesity rates. Am J Hum Biol. 2021 Mar;33(2):e23460. DOI: 10.1002/ajhb.23460.,
2. Urban Ecology and Global Climate Change (pp.1-29), DOI:10.1002/9781119807216.ch1.
3. McMacken M, Shah S. A plant-based diet for the prevention and treatment of type 2 diabetes. J Geriatr Cardiol. 2017 May;14(5):342-354. DOI:10.11909/j.issn.1671-5411.2017.05.009.

# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju George Emil  
Palade u Targu Murešu – Targu Mureș, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



## TESTIRAJTE SVOJE ZNANJE:

Student treba da izabere SVE tačne odgovore u svakom pitanju (više odgovora):

1. Koji su mogući putevi za pogoršanje bolesti kod pacijenata sa dijabetesom izloženih ekstremnoj vrućini?
  - a) smanjen protok krvi u koži
  - b) povećan gubitak toplote
  - c) smanjena stopa znojenja
  - d) povećana telesna temperatura
2. Koja starija populacija je posebno podložna izloženosti toploti?
  - b) hronična zdravstvena stanja povezana sa starenjem
  - c) poremećena ravnoteža tečnosti i elektrolita
  - d) povećan protok krvi u koži
  - e) polifarmacija
3. Koji su glavni uticajni sociokulturni vektori koje dele KP i dijabetes/gojaznost?
  - b) brza i neplanska urbanizacija
  - c) veća prevalencija dehidracije
  - d) transport sa visokom emisijom ugljenika
  - e) masovna stočarska proizvodnja



## TESTIRAJTE SVOJE ZNANJE:

4. Koji su ciljevi zdravstvenih kobenefit strategija?
  - a) **aktivan život sa niskom emisijom ugljenika**
  - b) **promena načina života**
  - c) smanjenje ugljeničnog otiska u zdravstvu
  - d) **održiva urbanizacija**
  - e) **smanjenje zagađenja vazduha**
5. Kako karakteristike dizajna naselja mogu poboljšati zdrav život?
  - a) **pristupačan javni prevoz**
  - b) **blizina pijace**
  - c) **mного zelenih površina**
  - d) urbani sirotinjski kvartovi
  - e) **veća pristupačnost za pešake**
6. Kako postići održivu ishranu?
  - a) **jesti više biljne hrane**
  - b) **smanjiti potrošnju visoko obrađene hrane**
  - c) **birati lokalno uzgojenu hranu**
  - d) jesti u obližnjem restoranu
  - e) **kupiti sezonske proizvode**

# Uticaj temperature na funkciju bubrega i bubrežne bolesti

# Ishodi učenja

Ciljevi učenja za ovu nedelju uključuju:

- Razumevanje uloge bubrega u termoregulaciji ljudskog tela
- Ispitivanje efekata stresa usled vrućine na funkciju bubrega
- Razumevanje različitih tipova bubrežnih bolesti i efekata temperaturnih ekstremiteta na njih
- Prepoznavanje faktora rizika za bubrežne bolesti i rizičnih populacija
- Kritičko razmatranje mera za procenu i ublažavanje efekata stresa usled vrućine na funkciju bubrega
- Razumevanje epidemioloških dokaza koji povezuju temperaturu sa bubrežnim bolestima
- Istraživanje intervencija u javnom zdravlju za smanjenje zdravstvenih rizika od bubrežnih bolesti povezanih sa vrućinom



# Bubrezi

Visoko vaskularizovani organi

**Bubrezi igraju ključnu ulogu u:**

- kompenzacionim fiziološkim mehanizmima **termoregulacije**
- **regulaciji krvnog pritiska**
- održavanju ukupne **ravnoteže vode i elektrolita**, i
- održavanju **acido-bazne ravnoteže**

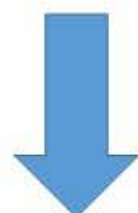
# Bubrezi

Ovi procesi regulacije mogu izazvati kompenzacijske **reakcije bubrega**:

- Fiziološke radnje u cilju toplotnog stresa



preusmerenje protoka krvi od bubrega do kože kako bi se oslobodila toplota i podstakao njen gubitak



- Toplotni stres u kombinaciji sa dehidracijom kombinovani zahtevi mogu biti fiziološki ili patofiziološki

# Bolesti bubrega

- Povećana incidencija i prevalencija



povećanje mortaliteta

- Godine života prilagođene invalidnosti (eng. Disability-adjusted life-years - DALYs) za bolest bubrega porasle su sa 19 miliona u 1990. na 36 miliona u 2017. (GBD, 2017.)

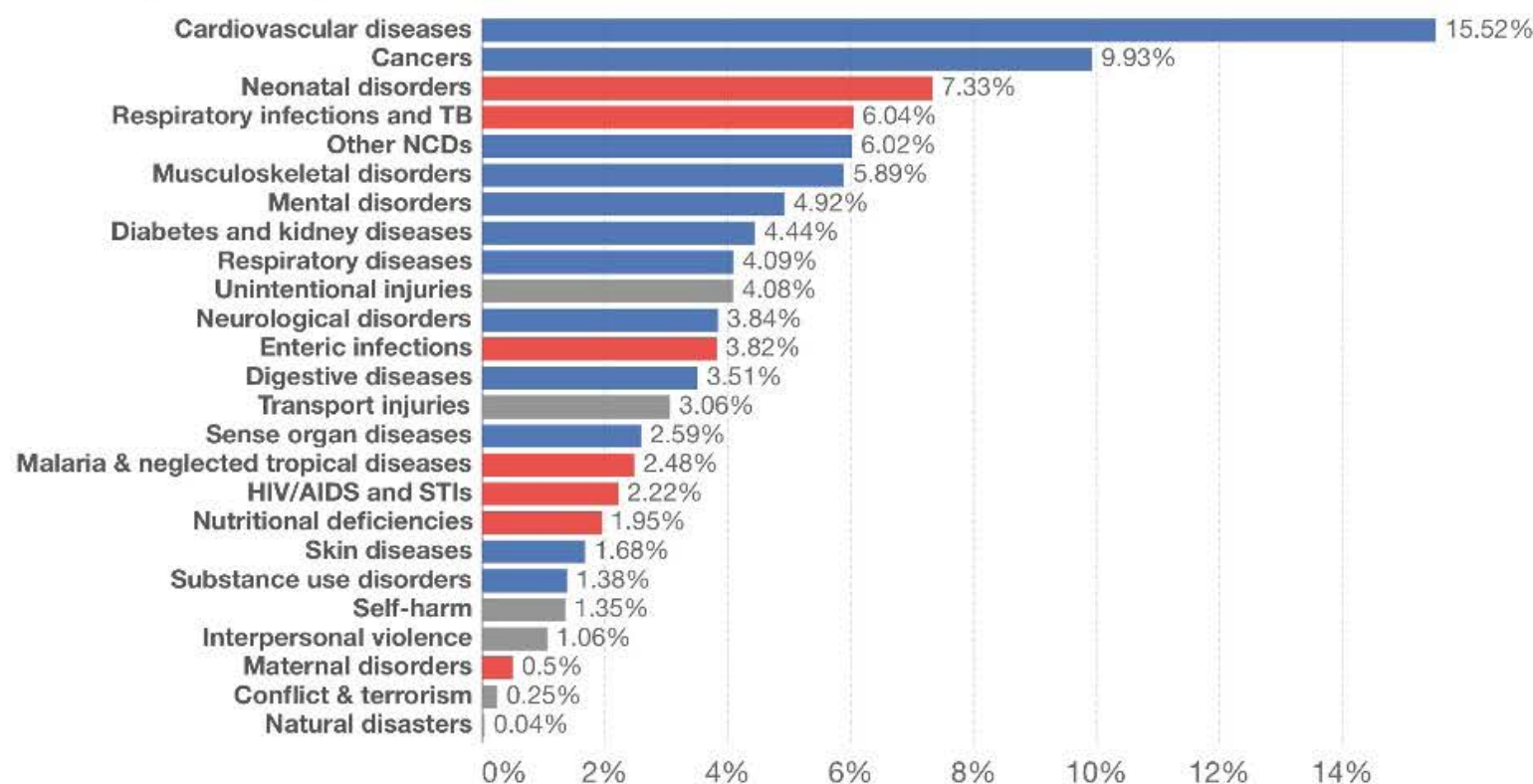


# Bolesti bubrega

## Share of total disease burden by cause, World, 2019

Our World  
in Data

Total disease burden, measured in Disability-Adjusted Life Years (DALYs) by sub-category of disease or injury. DALYs measure the total burden of disease – both from years of life lost due to premature death and years lived with a disability. One DALY equals one lost year of healthy life.



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/burden-of-disease • CC BY

Note: Non-communicable diseases are shown in blue; communicable, maternal, neonatal and nutritional diseases in red; injuries in grey.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

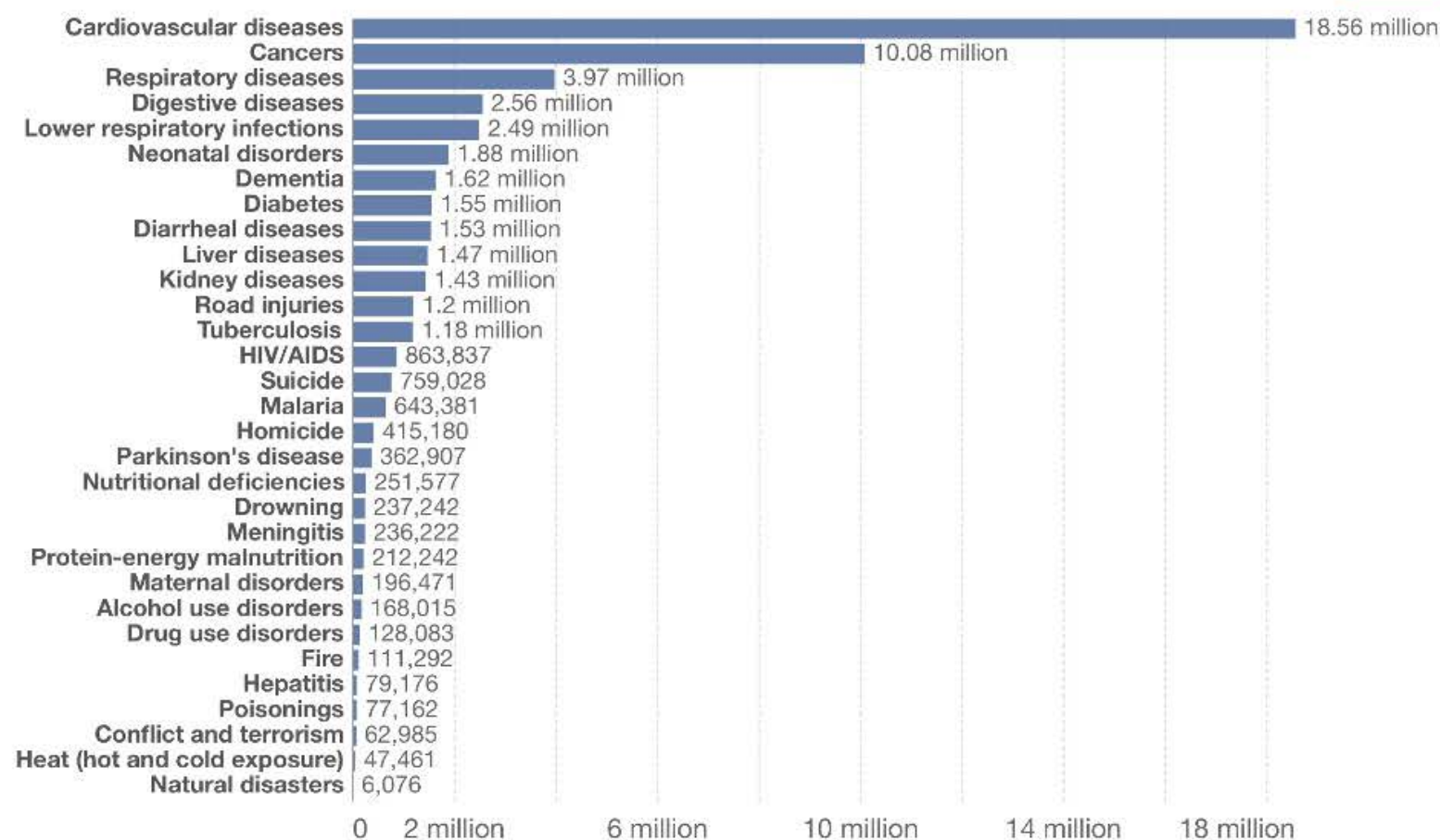
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European  
Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

# Bolesti bubrega

Number of deaths by cause, World, 2019

Our World  
in Data



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/causes-of-death • CC BY

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European  
Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

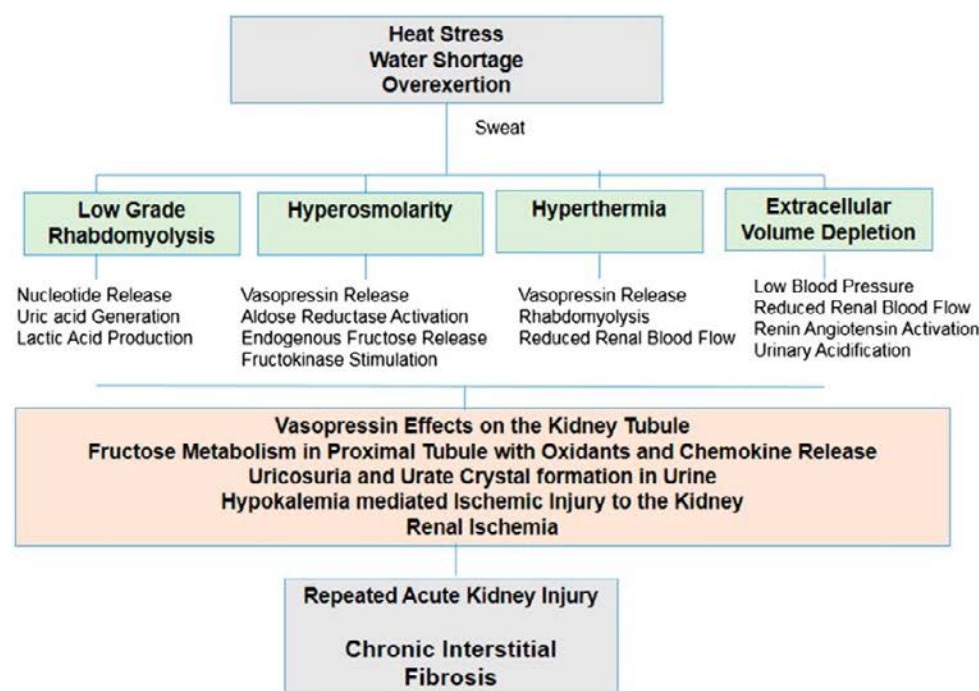
# Bolesti bubrega

- **Faktori rizika**

- dijabetes
- visok krvni pritisak
- ustanovljeni srčani problemi (srčana insuficijencija ili srčani udar) ili moždani udar
- porodična istorija bolesti bubrega ili otkazivanje bubrega
- gojazni sa indeksom telesne mase (BMI) 30 ili više
- pušenje
- starost
- istorija akutne povrede bubrega



## Klimate promene i nefropatija od toplotnog stresa



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Jedna od posledica ekstremne izloženosti toploti izazvanoj klimom je dehidracija i gubitak zapremine, što dovodi do akutnog mortaliteta od pogoršanja već postojećih hroničnih bolesti, kao i od potpune toplotne iscrpljenosti i toplotnog udara.

Nedavne studije su takođe pokazale da ponavljano izlaganje toploti uz fizički napor i neadekvatnu hidrataciju može dovesti do hronične bolesti bubrega (HBB) koja se razlikuje od one izazvane dijabetesom ili hipertenzijom.

Epidemije HBB u skladu sa nefropatijom zbog toplotnog stresa sada se javljaju širom sveta.

Nefropatija usled toplotnog stresa može predstavljati jednu od prvih epidemija usled globalnog zagrevanja.

Poslednjih godina pretpostavlja se da su visoke temperature okoline uzrok porasta HBB u regionima kao što su Centralna Amerika, Šri Lanka i Indija.

Regionalne epidemiološke studije su takođe otkrile da su izlaganje toploti i hladnoći povezane sa pogoršanjem bolesti bubrega.

Studija u više gradova otkrila je da su toplotni talasi značajno povezani sa povećanim rizikom od hospitalizacije zbog hronične bubrežne

insuficijencije za starije odrasle osobe u Sjedinjenim Državama.

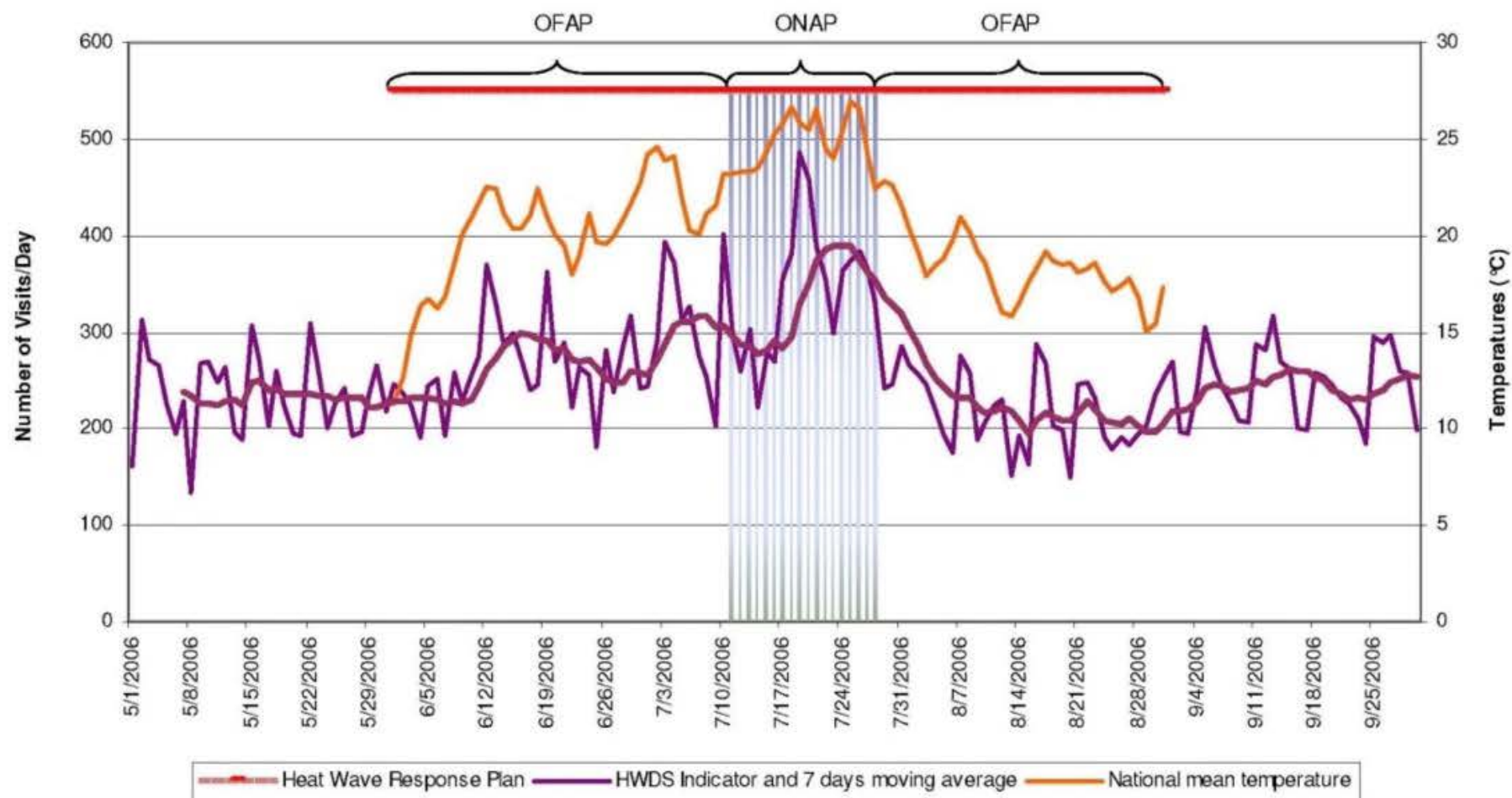
Studija u Kvinslendu, Australija, otkrila je da su i niske i visoke temperature povezane sa hospitalizacijom zbog akutne povrede bubrega (AKB), a veza između visoke temperature i hospitalizacije AKB je postala jača.

Epidemiološki dokazi sugerišu da je izlaganje visokoj temperaturi, definisanoj kao temperatura okoline koja je toplija od optimalnih temperatura, važan faktor rizika za mnoge štetne zdravstvene ishode, uključujući smrtnost i morbiditet od specifičnih uzroka.

Hronična bolest bubrega (HBB) je važan uzrok bolesti i ekonomskog opterećenja zbog skupe terapije za zamenu bubrega kod završnog stadijuma bubrežne bolesti

U 2017. godini, 697 miliona ljudi je dobilo dijagnozu HBB, a 1,2 miliona smrtnih slučajeva je pripisano HBB -u širom sveta, što je povećanje stope smrtnosti od 41,5% u odnosu na 1990.

Među faktorima rizika za HBB, dijabetes, hipertenzija i glomerulonefritis su poznati kao najčešći uzroci.



Evolution of the heat wave disease syndrome indicator and the national mean temperature 49 ED, France, 2006.

Josseran L et al. Syndromic surveillance and heat wave morbidity: a pilot study based on emergency departments in France. BMC Med Inform Decis Mak. 2009 Feb 20;9:14. doi: 10.1186/14726947-9-14.

	Less than 75 years old				At least 75 years old			
	ONAP <sup>1</sup>		OFAP <sup>2</sup>		ONAP <sup>1</sup>		OFAP <sup>2</sup>	
	HWDS <sup>3</sup> ED Visits	HWDS <sup>3</sup> ED Visits as a proportion of total ED Visits	HWDS <sup>3</sup> ED Visits	HWDS <sup>3</sup> ED Visits as a proportion of total ED Visits	HWDS <sup>3</sup> ED Visits	HWDS <sup>3</sup> ED Visits as a proportion of total ED Visits	HWDS <sup>3</sup> ED Visits	HWDS <sup>3</sup> ED Visits as a proportion of total ED Visits
<b>Malaise</b>	1,808	2.46%***	5,554	1.85%	661	7.70%***	2,062	6.24%
<b>Hyperthermia</b>	98	0.13%*	115	0.04%	31	0.35%***	10	0.03%
<b>Hyponatremia</b>	59	0.08% (NS)	99	0.03%	139	1.62%***	187	0.57%
<b>Dehydration</b>	67	0.09% (NS)	112	0.04%	161	1.88%***	207	0.63%
<b>Renal Colic</b>	684	0.94%*	2,527	0.84%	19	0.22% (NS)	58	0.17%
<b>Renal failure</b>	59	0.08% (NS)	205	0.07%	57	0.66%*	170	0.51%
<b>Total HWDS<sup>3</sup></b>	2,775	3.78%***	8,612	2.87%	1,068	12.43%***	2,694	8.15%

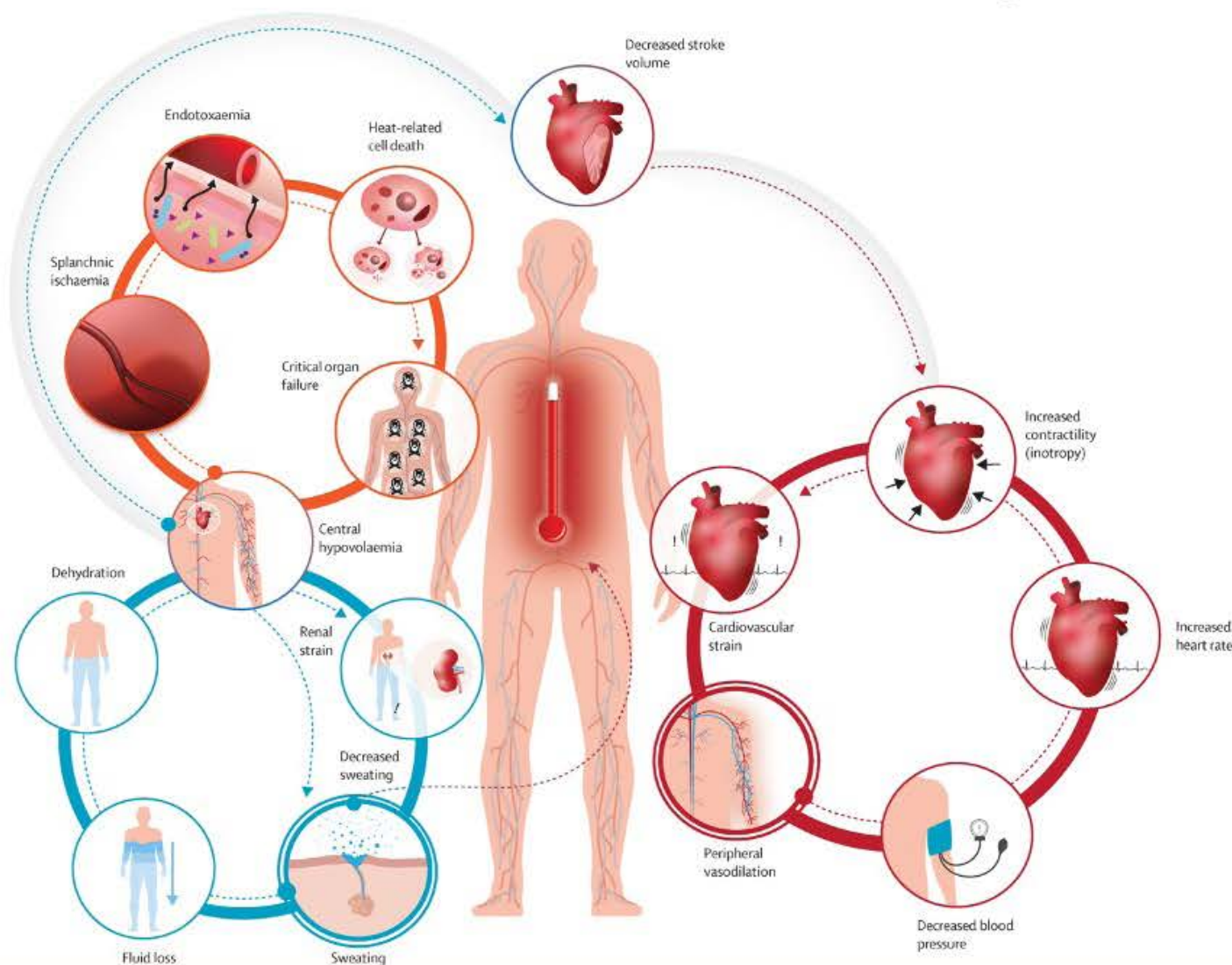
\* p < 0.05 \*\* p < 0.01 \*\*\* p < 0.001.

1: ONAP, 'On Alert' Period; 2: OFAP, 'Off Alert' Period; 3: HWDS, Heat Wave Disease Syndromes

**Sindrom bolesti toplotnog talasa (posete/proporcija) prema starosnoj grupi i periodu, 49 ED, Francuska, leto 2006.**



# Zdravstveni rizici usled visoke temperature



Temperatura, toplotni talasi:  
Kardiovaskularne bolesti,  
Bolesti disajnih organa,  
**Bolesti bubrega i**  
**metabolički poremećaji**  
Mentalne bolesti

## Heart

Aging is associated with reduced myocardial contractility. This leaves older adults less capable of augmenting cardiac output in response to heat-related dehydration and metabolic burden

Older adults are also more likely to be on medications such as diuretics and beta blockers, which further blunt the ability of the heart to respond to environmental stress-related cardiac demand



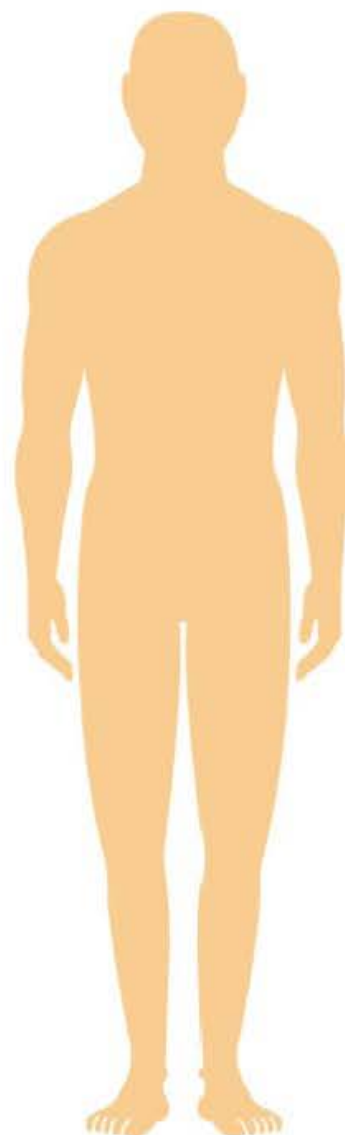
## Lungs

Aging leads to impaired pulmonary vascular barrier function due to poor epithelial progenitor cell recovery and extracellular matrix loss, leaving older adults more susceptible to the effects of inhaled particles and toxins



## Kidneys / Gut

Increasing age results in a reduction of the body's ability to redirect blood flow from the splanchnic vasculature to surface capillaries for heat dispersal



## Brain

Dementia is not only itself a predictor of worse clinical outcome from air pollution exposure, it is itself believed to be worsened by particulate matter inhalation



## Skin

Aging is associated with reduction in thermoreceptor density, blunting the body's autoregulatory mechanisms against extreme heat and cold

Older adults have decreased overall sweat production, particularly from the core of the body, reducing evaporative cooling efficiency



## Immune System

Immunosenescence, a phenomenon of weakened innate and adaptive immunity leaves older adults more vulnerable to epidemic infectious disease, less responsive to vaccines, and more susceptible to pro-atherosclerotic autoinflammationthe heart to respond to environmental

Fiziološke promene povezane sa starenjem koje starije odrasle osobe čine podložnijim štetnim efektima nastalim usled klimatskih promena

doi: 10.1007/s11886-022-01693-6.

Erasmus+ Higher education

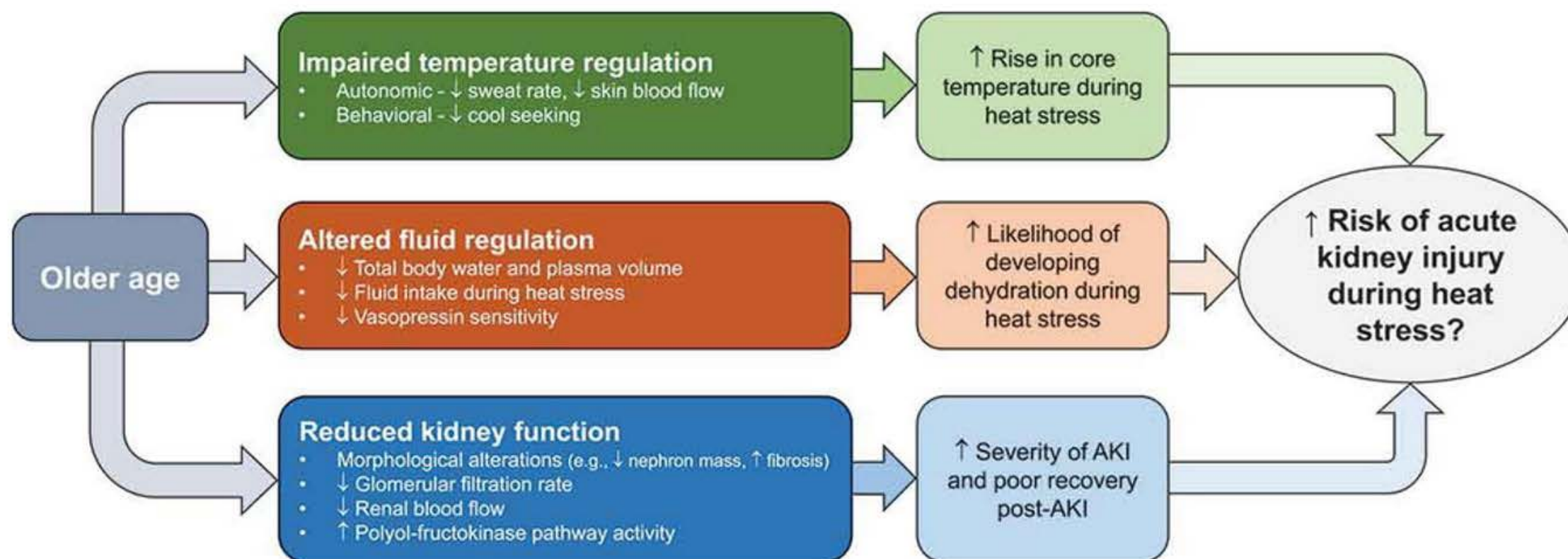
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



## Fiziologija i patofiziologija bubrega tokom toplotnog stresa i njihova modifikacija usled fizičke aktivnosti, dehidracije, aklimatizacije na toplotu i starenja



doi: 10.1080/23328940.2020.1826841.



## Akutna povreda bubrega (APB)

**Akutna povreda bubrega (APB) se definiše kao brzo (nekoliko sati do dana) smanjenje funkcije bubrega**

APB predstavlja širok spektar patofizioloških odgovora različite težine i uzroka:

- Smanjenje brzine glomerularne filtracije (GFR)
- Povećane koncentracije proizvoda metabolizma azota (kreatinin, urea)
- Manifestuje se smanjenim izlučivanjem urina

APB je zamenio stariju terminologiju akutne bubrežne insuficijencije (ABI)

- APB bolje odražava da čak i mala i prolazna smanjenja funkcije bubrega mogu dovesti do štetnih ishoda
- Čak i brzi oporavak ( $\leq 2$  dana) od jedne epizode APB stadijuma 1 povezan je sa **43% povećanim rizikom** od 3. ili većeg stadijuma HBB u roku od jedne godine

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



### Uzroci APB:

Prerenalni:

- Najčešći tip
- Rezultat hipoperfuzije bubrega
- Hipoperfuzija povećava bubrežno-simpatičku nervnu aktivnost, aktivira sistem renin-angiotenzin-aldosteron i stimuliše oslobađanje vazopresina
- Bubrežni protok krvi i GFR su smanjeni
- U bubrežnoj vaskulaturi stvara se ishemijsko okruženje

Intrinzično:

- Najčešće uzrokovana ishemijom ili sepsom
- Primarnom povredom epitelnih ćelija koja se najčešće javlja u proksimalnom tubulu
- S3 segment je posebno podložan ishemijskoj povredi

Postrenalno (opstruktivno):

- Najmanje uobičajeni tip
- Pojavljuje se zbog opstrukcije uretera, izlaza mokraćne bešike ili uretre

Veza između temperature i APB

- Nalazi sugerišu da je povećanje dnevne temperature za 1 °C povezano sa povećanom incidencom APB (IRR 1.037, 95%CI: 1.026–1.048). ([Borg i sar., 2017](#))
- Dolasci na odeljenja za hitne slučajeve su se povećali u danima toplotnih talasa u poređenju sa danima bez toplotnog talasa za APB (IRR 1.416, 95% CI: 1.258–1.594), takođe, povećan je prijem u bolnicu za APB (IRR 1.335, 95% CI 1.204–1.480). ([Borg i sar., 2019](#)).
- Periodi toplote (Tmax) su bili povezani sa većim rizikom za odlazak u bolnicu zbog APB (prilagođeno OR 1.11, 95% CI: 1.00–1.23), dok su periodi visoke vlažnosti bili povezani sa većim rizikom za odlaskom u bolnicu sa APB (prilagođeno OR 1.20, 95% CI: 1.09–1.33). ([McTavish i sar., 2018](#)).
- Efekat toplote na APB se desio u istom satu izlaganja toploti (OR 1.37, 95%CI: 1.10–1.71), bez uočenog temperaturnog praga. Muškarci (OR 2.48, 95%CI: 1.85–3.32) i oni stariji od 64 godine (OR 2.93; 95% CI: 2.01–4.27), posebno oni sa već postojećim dijabetesom, bili su u većem riziku. ([Xu i sar., 2020](#))
- Broj prijema za APB je povećan za 23,3% (95%CI: 14.3–33.0%) za 1 °C povećanje Tmean iznad 28,8 °C u toploj sezoni. Procene su bile najveće među muškarcima sa hipertenzijom (55.1%, 95% CI: 25.1–92.2%). ([Lim i sar., 2018](#))

## Bolest kamenaca u bubregu (BKB)

- **Sve veća prevalencija** u skoro svim oblastima sveta
- Prevalencija **kod muškaraca je stabilna** tokom poslednje decenije (11,6% tokom 2007–2008 i 11,9% tokom 2017–2018)
- Ali **je porastao kod žena** (sa 6,5% tokom 2007–2008 na 9,4% tokom 2017–2018)
- BKB se javlja u širokom rasponu uzrasta, uključujući decu, adolescente i odrasle
- Pacijenti koji žive u područjima sa niskim indeksom ljudskog razvoja skloniji su razvoju struvitnih kamenaca
  - Zbog slabije dostupnosti zdravstvene zaštite

## Bolest kamena u bubregu (BKB)

- Toplotni stres i dehidracija takođe imaju ulogu u formiranju **kamena u bubregu**
  - Povećanje temperature dovodi do povećanog broja prijema u hitnoj pomoći
  - Toplotni stres i dehidracija predisponiraju koncentraciju urina i male količine urina koji povećavaju rizik od kamenca
- **U kombinaciji sa toplotom, visoka relativna vlažnost je faktor rizika**



## Bolest kamena u bubregu (KSD)

- Više prosečne temperature u toploj sezoni bile su povezane sa značajnim povećanjem prijema pacijenata za KSD od 15,2% (95% CI: 10.3, 20.4) ([Malig i sar., 2019.](#))
- Kumulativni RR za dnevnu srednju temperaturu od 30 °C naspram 10 °C bio je između 1,11 (95% CI: 0,73-1,68) i 1,47 (95% CI: 1,00-2,17), najjača veza između KSD i srednje dnevne temperature procenjena je za kašnjenje od  $\leq 3$  dana. ([Tasian i sar., 2014](#))

## Bolest kamena u bubregu (KSD)

- U poređenju sa 10 °C, dnevne temperature vlažnog termometra na 99. percentilu bile su povezane sa većim povećanjem RR BKB tokom 10 dana za muškarce (RR 1,73, 95% CI: 1,56-1,91) nego za žene (RR 1,15, 95% CI: 1.01-1.32). ([Vicedo-Cabrera i sar., 2020](#))
- Rizik od napada urinarnog kamena značajno je povećan za 1,71% (95% CI : 1,02-2,41%) sa povećanjem temperature okoline za 1 °C iznad granične vrednosti od 18,4 °C. ([Park i sar., 2015.](#))

# Infekcija urinarnog trakta (IUT)

- **Infekcije urinarnog trakta** su povezane sa visokim temperaturama okoline
  - U toplijim godišnjim dobima ili tokom toplotnih talasa povećava se broj bolničkih prijema
  - Iskorenjivanje patogena iz urinarnog trakta delimično **zavisi od učestalosti mokrenja i protoka urina**
  - Niži nivoi proizvodnje urina mogu ometati **uklanjanje patogena**
    - Povećanje potencijala za IUT
  - Patogeni u urinu će se verovatno povećati usled toplog vremena
    - **U kombinaciji sa smanjenom hidratacijom i manjim brojem mokrenja**, verovatnoća razvoja IUT se može povećati



# Infekcija urinarnog trakta (IUT)

- Povišeni RR hospitalizacije tokom vrućine primećeni su za IUT (RR 1,10, 95% CI: 1,04–1,16). ([Bobb i sar., 2014](#))
- Šanse za dijagnozu IUT povećavaju se sa višim temperaturama na način koji zavisi od doze izlaganja. U odnosu na mesece sa srednjom temperaturom 5–7,5 °C, prijem u mesecima sa prosečnom temperaturom od 27,5 do 30 °C imali su 19% veće šanse za IUT (95% CI: 17–20%). ([Simmering i sar., 2018](#))
- Više prosečne temperature u toploj sezoni bile su povezane sa značajnim povećanjem bubrežnog prijema za IUT (promena na 10 °F) od 7,3% (95% CI: 5.6–9.1%). ([Malig i sar., 2019.](#))

# Hronična bolest bubrega (HBB)

- Definiše se **abnormalnostima strukture ili funkcije bubrega**
  - GFR do  $<60 \text{ mL/min/1,73 m}^2$
  - Prisustvo oštećenja bubrega koje traje najmanje tri meseca
- Vodeći uzroci:
  - **Dijabetes**
  - **Hipertenzija**
  - itd.
- Povezani rizik od završnog stadijuma bubrežne bolesti (ZSBB), kardiovaskularnih bolesti (KVB) i prerane smrti

# Hronična bolest bubrega (HBB)

Povećana incidencija i prevalencija na globalnom nivou

- **41,5 miliona** DALYs (GDB, 2019)
- Od 2007-2017, DALYs su porasli za **21,5%** (GDB, 2017)
- **1,43 miliona smrtnih slučajeva** koji se mogu direktno pripisati HBB (GDB, 2019)
- Zbog visoke temperature:
  - 8166 smrtnih slučajeva i 221,249 DALYs
  - Sa visokim stepenom nepoznatosti



# Hronična bolest bubrega (HBB)

Pet kategorija u odnosu na **pripisani uzrok**:

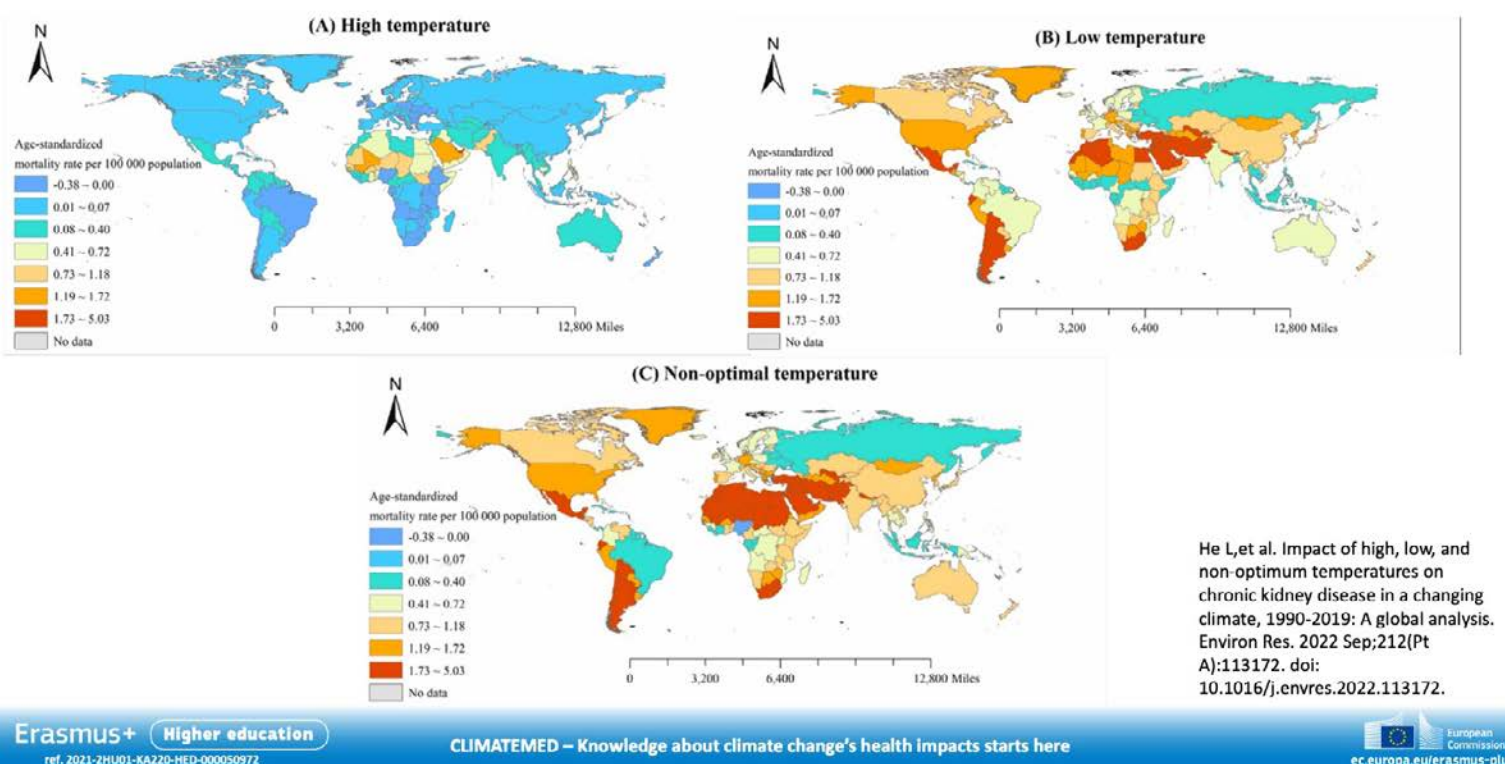
- Dijabetes melitus tip 1
- Dijabetes melitus tip 2
- Hipertenzija
- Glomerulonefritis
- Drugi neutvrđeni uzroci

## Hronična bolest bubrega (HBB)

Faze	GFR vrednost ml/min/1,73m2	Klasifikacija
I	>90	Normalno ili visoko
II	60-89	Donekle smanjeno
III A	45-59	Blago do umereno smanjeno
III B	30-44	Umereno do jako smanjeno
IV	15-29	Ozbiljno smanjeno
V	<15	Insuficijencija bubrega

Ammirati 2020

## Hronična bolest bubrega (HBB)



Razvoj HBB-a može biti rezultat **ponovljene APB** izazvane subkliničkim ili kliničkim toplotnim udarom

Ekstremne temperature su povezane sa posetama hitnoj pomoći za HBB

Nedostatak studija u odnosu na niske temperature

Bilo bi važno jer:

- može izazvati smanjenje imunološke funkcije organizma i dovesti do obične prehlade, čiji infektivni status može biti povezan sa oštećenjem bubrega
- takođe može da izazove hipovolemiju, atrijalnu aritmiju i hladnu diurezu što može

povećati opterećenje bubrega i izazvati oštećenje bubrega

Nalazi sugerišu da je povećanje dnevne temperature za 1 °C povezano sa povećanom incidencom HBB (IRR 1,017, 95% CI: 1.001-1.033). ([Borg i sar., 2017](#))

Tokom toplotnog talasa u julu 2007. godine u Beogradu došlo je do povećanja mortaliteta od HBB (200%). ([Bogdanovic i sar., 2013](#))

Ponavljajuća dehidracija može dovesti do hronične bolesti bubrega zbog hiperosmolarne hiperglikemije, što rezultira oslobađanjem vazopresina i stvaranjem fruktoze putem poliolnog puta. Vasopresin povećava

glomerularni hidrostatički pritisak, povećavajući rizik od progresije bolesti bubrega.

Fruktoza, metabolisana fruktokinazom u tubulu bubrega, doprinosi oštećenju tubula, oksidativnom stresu, proizvodnji mokraćne kiseline i oslobađanju citokina. Rehidracija sa slatkim pićima pogoršava odgovor na vazopresin i proizvodnju mokraćne kiseline.

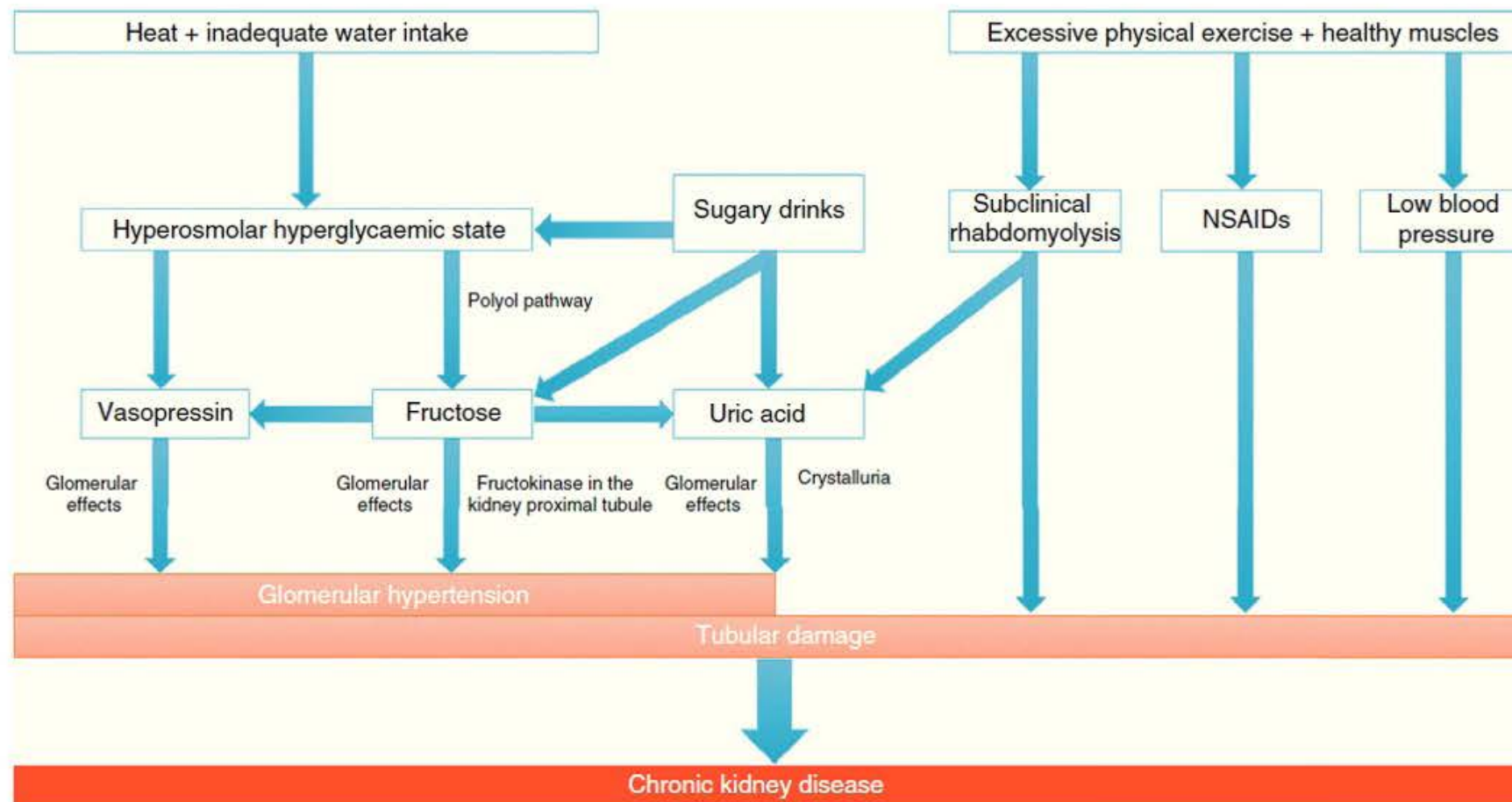
Pored ovih mehanizama, mogu biti uključeni i drugi, kao npr:

- Oštećenje mišića usled teške fizičke vežbe sa početkom subkliničke rabdomiolize,
- Unošenje nesteroidnih antiinflamatornih lekova (NSAIDs) i
- nizak krvni pritisak zbog smanjenja zapremine.

Ovo bi uključivalo aktivaciju RAS-a, koji takođe igra važnu ulogu u bolesti bubrega



# Razvoj hronične bolesi bubrega povezane sa toplotom



de Lorenzo A, Liaño F. High temperatures and nephrology: The climate change problem. doi: 10.1016/j.nefro.2016.12.008. PMID: 28946962.

## Ključne poruke

- Stariji ljudi su skloni komplikacijama u vezi sa toplotom i prekomernom mortalitetu tokom toplotnih talasa
- Fiziološke neurohormonske promene, strukturne promene u sastavu bubrega i tela i multimorbiditet sa starenjem povećavaju verovatnoću oštećenja tokom toplotnih talasa
- Dijagnoza dehidracije je izazovna zbog odsustva pouzdanih, isplativih dijagnostičkih alata koji su lako dostupni u primarnoj i sekundarnoj nezi
- Trebalo bi uvesti pravovremeno uvođenje anticipativnih mera i sistema upozorenja na toplotu kako bi se smanjio morbiditet i mortalitet od toplotnih talasa kod starijih

Brennan M, O'Keeffe ST, Mulkerrin EC. Dehydration and renal failure in older persons during heatwaves-predictable, hard to identify but preventable? Age Ageing. 2019 Sep 1;48(5):615-618. doi: 10.1093/ageing/afz080.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Ključne poruke

- Cilj procene zdravstvenih rizika od izlaganja toploti je da se razviju ciljane intervencije za smanjenje uticaja na zdravlje, pošto se štetni efekti na zdravlje u velikoj meri mogu sprečiti.
  - Podsticanje smanjenja toplotnog stresa u opštoj populaciji i
  - Poboljšano praćenje funkcije bubrega u osetljivim grupama kroz primarne zdravstvene usluge.
- Pored toga, treba pripremiti pružaoce zdravstvenih usluga u odeljenjima za hitne slučajeve
  - Pojačane manifestacije bolesti bubrega kao što su APB i urolitijaza tokom toplih sezona.
- Pošto je ekstremna toplota važan faktor rizika za bubrežnu bolest, kliničari će možda morati da budu svesni **potencijalnih nefrotoksina** kada propisuju lekove pacijentima sa već postojećim oboljenjima bubrega (npr. HBB), čija se stanja mogu pogoršati pod ekstremnom toplotom.



## Savet za javno zdravlje

- Adaptivna ponašanja kao npr:
- Ostanite hidrirani, koristeći električne ventilatore i/ili klima uređaje,
  - može se preporučiti boravak u zatvorenom prostoru i izbegavanje aktivnosti na otvorenom gde je to moguće i nošenje odeće koja štiti od sunca.
- Intervencije na nivou stanovništva mogu uključivati
  - Podizanje svesti putem saopštenja u lokalnim medijima,
  - Uvođenje sistema upozorenja na toplotu,
  - Povećanje kapaciteta javnih zdravstvenih organa za reagovanje na toplotu;
  - Obezbeđivanje rashladnih prostora za javnu upotrebu, i
  - Arhitektura i urbani dizajn koji će omogućiti bolju zaštitu u vrućim okruženjima.

## Testirajte svoje znanje

- Koja je uloga bubrega u termoregulaciji ljudskog tela?
- Koji su najčešći faktori rizika za bubrežne bolesti?
- Objasnite kako stres usled vrućine može povećati rizik od akutne bubrežne povrede (AKI) kod starijih osoba.
- Koji drugi ekološki faktor, osim stresa usled vrućine, predstavlja faktor rizika za bolest bubrežnih kamenaca (BKB)?
- Opišite razloge zbog kojih viša temperatura okoline doprinosi većoj verovatnoći razvoja urinarnih infekcija (UI).
- Navedite savete za javno zdravlje, u smislu adaptivnog ponašanja i intervencija na nivou populacije, za prevenciju i ublažavanje bubrežnih bolesti izazvanih velikom vrućinom.

## Preporučeno čitanje

- Global Climate Change and Human Health: From Science to Practice, by J. Lemery, K. Knowlton, and C. Sorensen. Chapter 3. Publisher: John Wiley, 2021. Print ISBN: 9781119667957, eBook ISBN: 9781119670018.
- Climate Change and Public Health, by B. Levy and J. Patz. Chapter 4B. Publisher: Oxford University Press, 2015. Print ISBN: 9780190202453 eBook ISBN: 9780190202460.



# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj, Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta, Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju George Emil Palade u Targu Murešu – Targu Mureș, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



# Uticaj klimatskih promena na trudnoću, reproduktivni ishod

# Ishodi učenja

Po uspešno završenom kursu studenti će biti osposobljeni da:

- znaju fiziološki mehanizam uticaja toplote na trudnoću
- znaju kratkoročne i dugoročne posledice klimatskih promena na trudnice i njihovu novorođenčad
- identifikuju situacije sa visokim rizikom od štetnih efekata temperature okoline tokom trudnoće
- daju savete trudnicama o aspektima prevencije
- informišu žene u reproduktivnom dobu o riziku od klimatskih promena
- uzmu u obzir preferencije pacijenata u kliničkim odlukama



# Promena klime – ugrožene grupe stanovništva

Klimatske promene su prepoznate kao najveća globalna pretnja po zdravlje u dvadeset prvom veku



- Starije osobe
- Ljudi sa hroničnim invaliditetom
- Mlada deca
- Trudnice
- Novorođene bebe

## Vesti iz sveta – CBS NEWS (9. novembar 2021.)

- Kako klimatske promene ugrožavaju trudnice i njihove fetuse
- Na globalnom nivou, žene su **podložnije** posledicama klimatskih promena od muškaraca, pošto one čine većinu siromašnih u svetu i najviše zavise od prirodnih resursa, prema Međuvladinoj komisiji UN za klimatske promene. U Sjedinjenim Američkim Državama, jedna podgrupa žena je posebno ugrožena: trudnice.



<https://www.cbsnews.com/news/pregnancy-women-fetuses-risks-climate-change/>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Klimatske promene mogu da povrede srca beba, kaže studija CNN (30. januar 2019.)

Vrućina i trudnoća ne idu zajedno. Visoke temperature ne samo da stvaraju nelagodu trudnici, vrućina zapravo može naštetiti zdravlju njene bebe – a sa klimatskim promenama, ovo će verovatno postati veći problem. Studija objavljena u časopisu Američke asocijacije za srce otkrila je da će se veći broj beba verovatno roditi sa urođenim srčanim manama između 2025. i 2035. zbog izlaganja njihovih majki višim temperaturama, izazvanim klimatskim promenama, tokom trudnoće.

→ <https://edition.cnn.com/2019/01/30/health/climate-change-congenital-heart-defects-study/index.html>

### Klimatske promene vezane za rizike u trudnoći, najviše utiču na afroameričke majke NJujork tajms (18. jun 2020.), Independent (19. jun 2020.)

Trudnice izložene visokim temperaturama ili zagađenom vazduhu imaju veću verovatnoću da imaju decu koja su prevremeno rođena, nedovoljne težine na rođenju ili mrtvorodena, a afroameričke majke i bebe su u riziku u mnogo većoj stopi od opšte populacije, pokazalo je novo istraživanje koje ispituje više od 32 miliona rođenih u SAD-u.

→ <https://www.nytimes.com/2020/06/18/climate/climate-change-pregnancy-study.html>

→ <https://www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/climate-change-pregnancy-complications-premature-stillborn-black-women-a9575111.html>

### Kako klimatske promene predstavljaju jedinstven rizik za trudnoću, prema najnovijem izveštaju IPCC (Međuvladin panel za klimatske promene) PBS NEWS HOUR (8. 3. 2022.)

U najnovijem izveštaju IPCC-a, kaže se da je veća verovatnoća da će žene i one koje su trudne patiti u ekstremnim vremenskim prilikama, poput toplotnih talasa. Zašto je tako? Sve veći broj naučnih istraživanja citiranih u izveštaju detaljno opisuje načine na koje klimatski izazvani događaji poput toplotnih talasa i drugih prirodnih katastrofa utiču na zdravlje majke i fetusa.

→ <https://www.pbs.org/newshour/health/how-climate-change-poses-unique-risks-to-pregnancy-according-to-the-latest-ipcc-report>

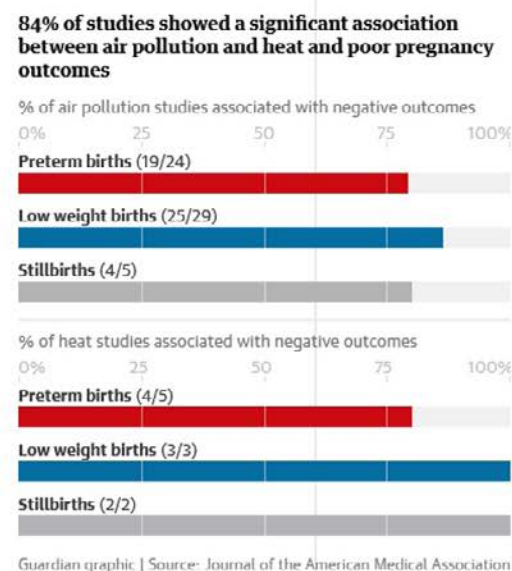
## Vesti iz sveta – The Guardian (18. jun 2020.)

Klimatska kriza predstavlja ozbiljne rizike za trudnoću, otkriva istraživanje



Trudnice na klimatskom maršu u Sidneju u decembru prošle godine. Istraživači su otkrili snažnu vezu između zagađenja vazduha i izloženosti toploti i rizika od prevremenog porođaja ili mrtvorodenja.

<https://www.theguardian.com/environment/2020/jun/18/climate-change-air-pollution-investigation-study>



→ <https://www.washingtonpost.com/health/2022/04/11/climate-change-pregnancy-health-babies/>

**Razumevanje kako toplotni talasi mogu uticati na trudnice: „Klimatske promene samo povećavaju njihovu ranjivost“ The Indian Express (8. april 2023.)**

Prema studiji Nacionalnog centra za biotehnoške informacije iz 2018. godine, Indija ima najveći teret bolesti osetljivih na klimu na svetu, a zdravlje majke i deteta je jedno od najteže pogođenih.

→ <https://indianexpress.com/article/lifestyle/health/climate-change-heat-waves-pregnant-women-extreme-temperatures-8509542/>

## Klimatska kriza predstavlja ozbiljne rizike za trudnoću, otkriva istraživanje The Guardian (18. jun 2020.)

Istraživanje, objavljeno u časopisu Američkog medicinskog udruženja, identifikovala je 57 studija od 2007. godine koje pokazuju značajnu povezanost između ova dva faktora i rizika od prevremenog porođaja, niske porođajne težine i mrtvorodenih.

Afroamerikanke su bile posebno ugrožene, kao i osobe sa astmom.

Pregled je analizirao 32 miliona rođenja praćenih u 68 studija. Od toga, u 84% su zagađenje vazduha i toplota faktori rizika.

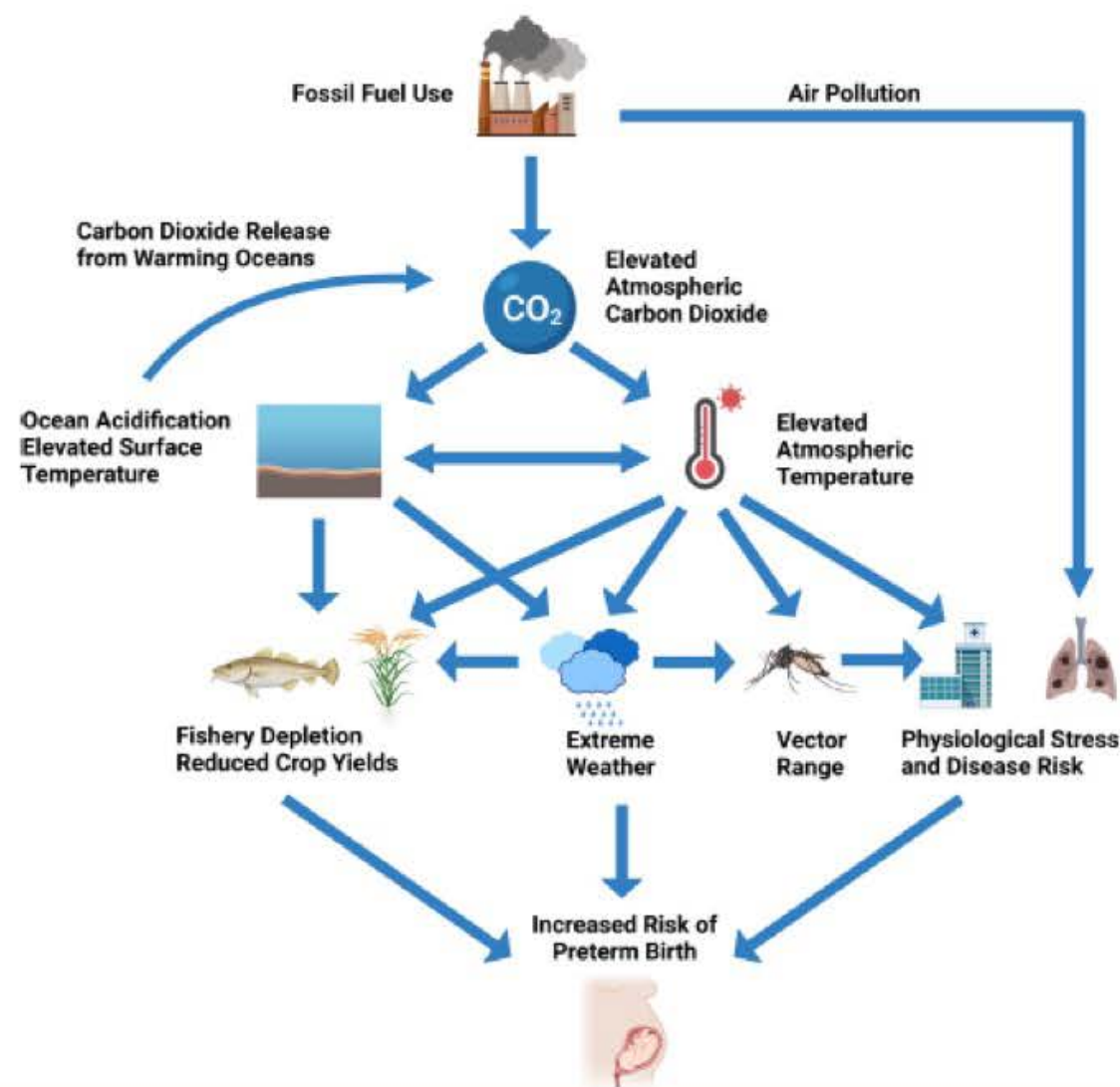
→ <https://www.theguardian.com/environment/2020/jun/18/climate-change-air-pollution-investigation-study>

## Trudnoća postaje još ranjiviji period usled klimatskih promena Vašington post (11. april 2022.)

Požari, prirodne katastrofe, sve veće vrućine, mogu dovesti do loših zdravstvenih ishoda za trudnice i njihove bebe. Dok naučnici proučavaju kako klimatske promene utiču na zdravlje ljudi, trudnice i njihove nerođene bebe se pojavljuju kao ranjiva grupa.



## Šematski model interakcije direktnih i indirektnih efekata klimatskih promena na ishod trudnoće



- Ekstremni vremenski događaji, zajedno sa povišenim temperaturama, menjaju opseg vektora bolesti i rizik od izloženosti, izazivaju fiziološki stres majke i povećavaju rizik od bolesti.
- Svaki od ovih faktora, pojedinačno i zajedno, deluje na povećanje rizika od prevremenog porođaja.

[doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100316](https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100316).

# Uticaj klimatskih promena na ishod trudnoće

## DIREKTNO

Prirodno okruženje  
Požar  
Ekstremne toplote  
Uragan, poplava  
Suša

## INDIREKTNO

Prirodno okruženje  
Kvalitet vazduha  
Kvalitet hrane i vode, dostupnost  
Vektor, distribucija patogena  
Socijalno okruženje  
Prisilna migracija (manje je verovatno da će trudnice tražiti prenatalnu negu, komplikacije)

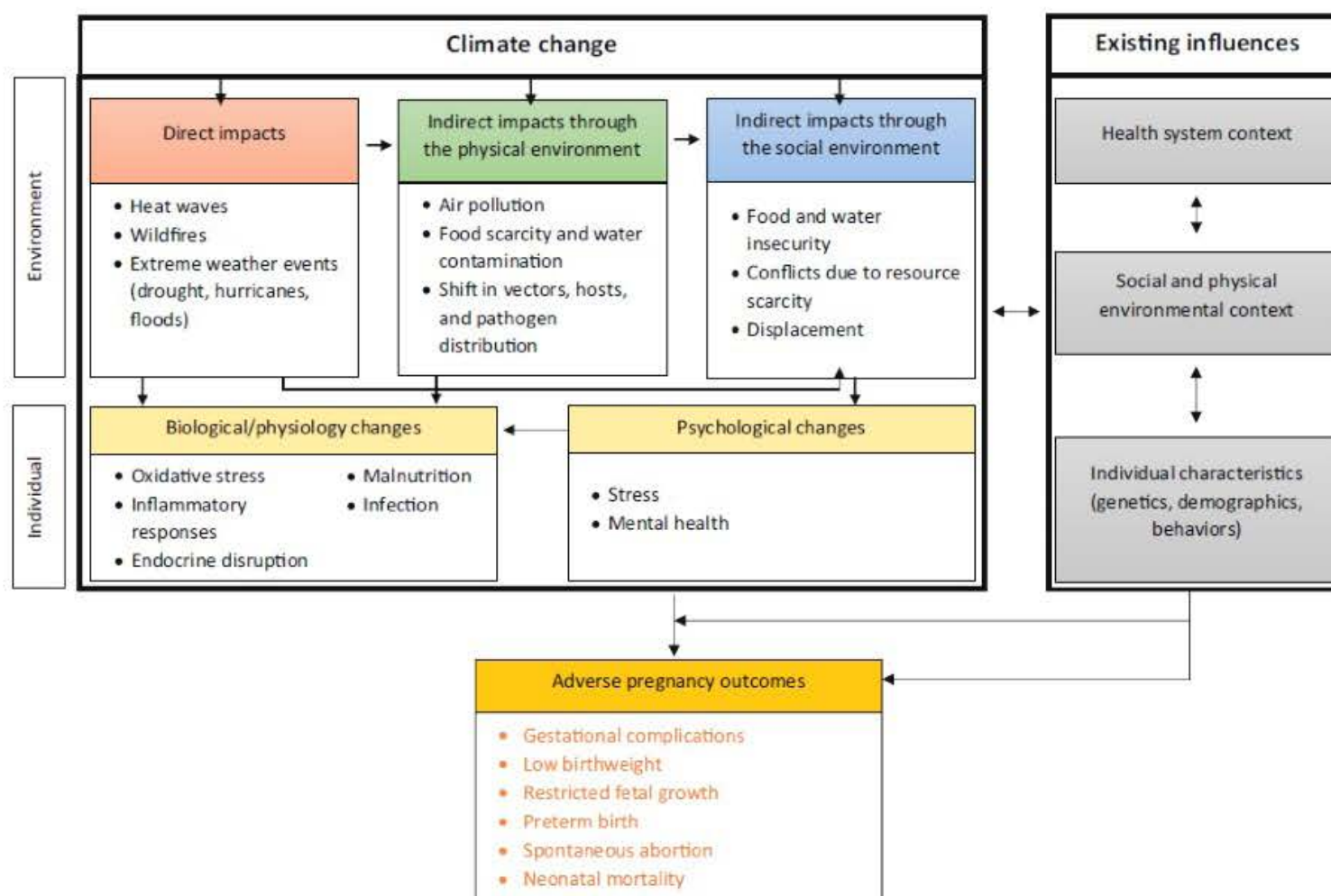
<https://doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Uticaj klimatskih promena na ishod trudnoće



Uticaj klime na zdravlje tokom trudnoće može se zamisliti tako da uključuje:

- direktne uticaje putem pojedinačnih ekoloških katastrofa,
- indirektne uticaje kroz promene u prirodnom okruženju, i
- indirektne uticaje kroz promene u društvenom okruženju.

<https://doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



## Fiziološki mehanizmi uticaja toplote tokom trudnoće

Termoregulacija u  
trudnoći

Visoka temperatura  
okoline i  
intrapartalna  
groznica majke

Izlaganje toploti i  
smanjen protok krvi  
u placenti

Samuels, L., Nakstad, B., Roos, N. et al. Fiziološki mehanizmi uticaja toplote tokom trudnoće i kliničke implikacije: pregled dokaza sa sastanka ekspertske grupe. Int J Biometeorol 66, 1505–1513 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02301-6>

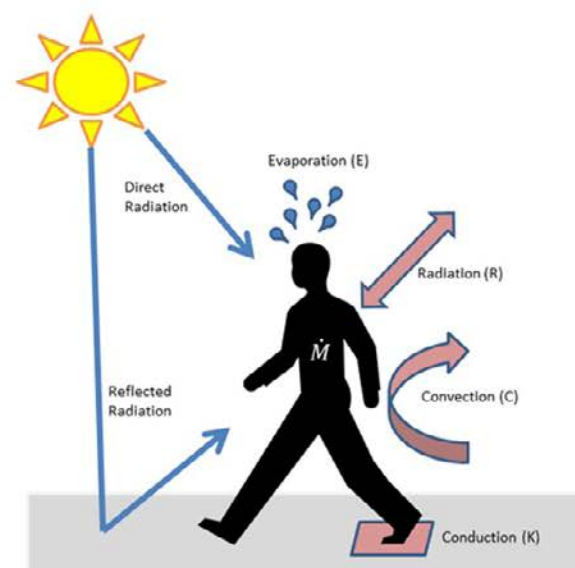
## Termoregulacija u trudnoći

### Termoregulacija u trudnoći

Fiziološke promene trudnoće uključuju adaptacije koje utiču na termoregulaciju. Postoje brojne zaštitne adaptivne mere uključujući smanjenje unutrašnje temperature, niži prag znojenja, povećanje zapremine plazme i protoka krvi u koži i povećanje toplotnog kapaciteta usled povećanja telesne mase. Ovo omogućava trudnicama da održe temperaturu tela u normalnim granicama.

Povećanje osnovne temperature majke će uticati na temperaturni gradijent fetusa i majke i uticati na prenos toplote na fetus.

<https://doi.org/10.1007/s00484-022-02301-6>



[https://usariem.health.mil/assets/images/research/products/SCENARIO\\_basic\\_modeling\\_diagram\\_FIG1.png](https://usariem.health.mil/assets/images/research/products/SCENARIO_basic_modeling_diagram_FIG1.png)

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

Trudnoća izaziva brojne fiziološke promene kod žena pored promene telesne mase. Kardiovaskularne promene se dešavaju postepeno tokom trudnoće, tako da se do trećeg tromesečja volumen plazme i minutni volumen povećavaju za skoro 50%.

Fiziološke promene trudnoće uključuju adaptacije koje utiču na termoregulaciju. Postoje brojne zaštitne adaptivne mere uključujući smanjenje unutrašnje temperature, niži prag znojenja, povećanje zapremine plazme i protoka krvi u koži i povećanje toplotnog kapaciteta usled povećanja telesne mase. Ovo omogućava trudnicama da održe temperaturu tela u normalnim granicama.

Ovi zaštitni mehanizmi mogu biti preopterećeni tokom izlaganja ekstremnoj toploti što dovodi do povećanog rizika od toplotnog opterećenja u trudnoći.

Fetalna temperatura tela se održava na približno 0,5 °C iznad temperature tela majke.

Povećanje osnovne temperature majke će uticati na temperaturni gradijent fetusa i majke i uticati na prenos toplote na fetus.

Istraživanja su pokazala da kratkotrajno izlaganje toploti kroz vežbanje ili u sauni ili toploj kupki ne podiže temperaturu trudnice preko teratogenog praga povećanja od 1,5 °C.

Međutim, još uvek nije poznato da li postoje štetni efekti produženog vežbanja ili fizičkog

rada u vrućoj sredini, a temperaturni pragovi na kojima se mogu pojaviti neželjeni efekti nisu dobro opisani.

## Visoka temperatura okoline i intraportalna groznica majke

### Visoka temperatura okoline i intraportalna groznica majke

Nema dovoljno dokaza da se zaključi da trudnice mogu razviti intraportalnu groznicu kao rezultat visokih temperatura okoline tokom porođaja; potrebne su dalje studije.



<https://doi.org/10.1007/s00484-022-02301-6>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

Porođaj je fizički naporan proces koji obično izaziva blagi porast unutrašnje temperature kao rezultat proizvodnje endogene toplote; približno 0,2 °C tokom 10 časova. Intraportalna groznica majke se definiše kao temperatura iznad 38°C tokom porođaja.

Nema dovoljno dokaza da se zaključi da trudnice mogu razviti intraportalnu groznicu kao rezultat visokih temperatura okoline tokom porođaja; potrebne su dalje studije.

Temperatura porođajne sobe je odgovarajuća ne samo za majku, već i za novorođenče, koje je u opasnosti od razvoja neonatalne hipotermije.

SZO preporučuje sobnu temperaturu između 25 i 28 °C za porođaj (SZO 1997), nije bilo formalne procene dokaza koji bi to potvrdili.

Opseg unutrašnje temperature treba da smanji gubitak toplote kod novorođenčeta, a da pritom ostane ugodna temperatura za porodilju.

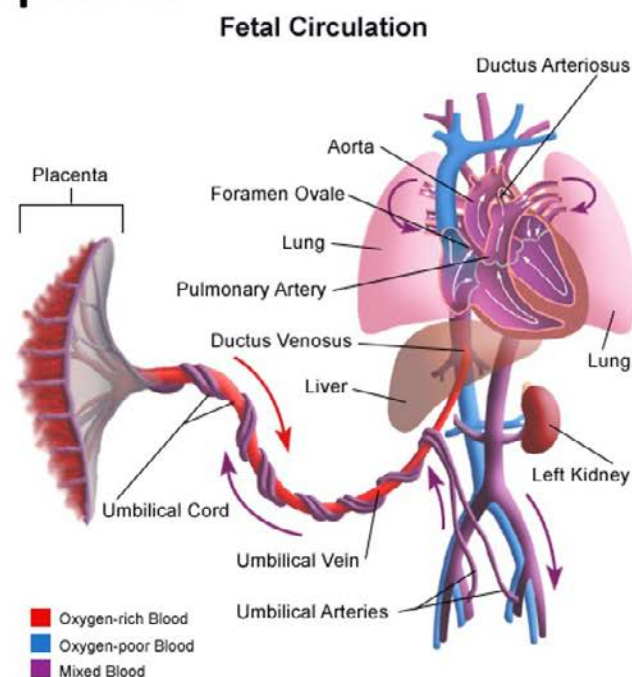


## Izlaganje toploti i smanjen protok krvi u placenti

### Izlaganje toploti i smanjen protok krvi u placenti

Placenta je krajnji organ i pretpostavlja se da tokom ekstremnog izlaganja toploti, perfuzija placente može da se smanji kako bi se omogućio povećan protok krvi u kožu.

Hronično smanjenje uteroplacentarnog krvotoka može dovesti do ograničenja rasta fetusa i male porođajna težine.



<https://doi.org/10.1007/s00484-022-02301-6>

<https://www.stanfordchildrens.org/en/topic/default?id=fetal-circulation-90-P01790>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

Odrasli održavaju normotermiju tokom izlaganja toploti ili vežbanja znojenjem i povećanjem dotoka krvi u kožu. Nastali porast temperature kože povećava gubitak toplote putem konvekcije i zračenja, a takođe povećava kapacitet isparavanja kože navlažene znojem. Deo ovog krvotoka se preusmerava iz visceralnih organa na kožu.

Pod ekstremnim toplotnim stresom, ovo dovodi do konkurencije za raspoloživi minutni volumen što može imati štetne efekte, na primer, pokazalo se da sportisti koji nisu trudni rizikuju oštećenje bubrega tokom velikih opterećenja na vrućini kao rezultat niske stope bubrežne perfuzije

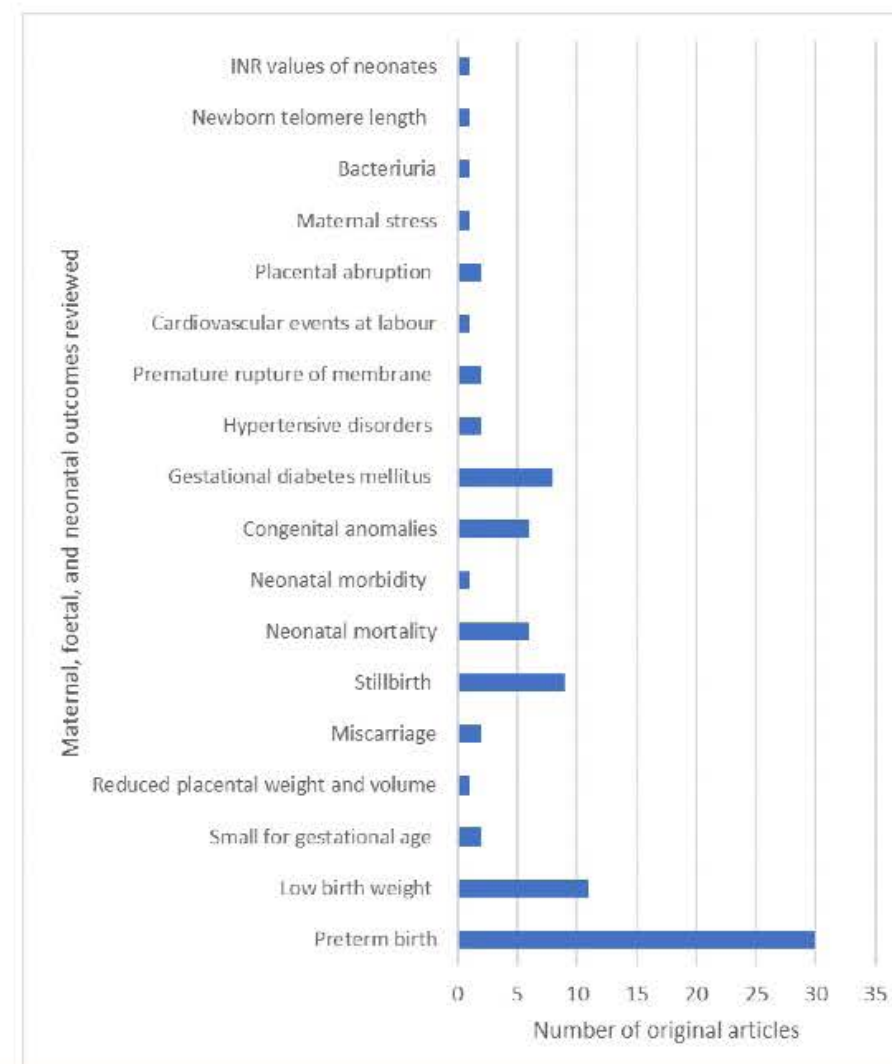
Placenta je krajnji organ i pretpostavlja se da tokom ekstremnog izlaganja toploti, perfuzija placente može da se smanji kako bi se omogućio povećan protok krvi u kožu.

Hronično smanjenje uteroplacentarnog krvotoka može dovesti do ograničenja rasta fetusa i male porođajna težine.

# Uticaj povišene temperature okoline na ishode majke, fetusa i novorođenčadi: Pregledni rad (Dalugoda i sar.)

Ovaj pregled je ispitan

- izloženost povišenoj temperaturi okoline (npr. izloženost raznim visokim temperaturama okoline, toplotnim talasima i ekstremnim temperaturnim događajima) i
- nepovoljni ishodi za majku, fetus i novorođenčad, bez obzira na tipične vremenske obrasce kojima su trudnice bile izložene tokom trudnoće.
- Sistematsko pretraživanje od 2005. do 2020. godine
- Konačno, 75 originalnih članaka objavljenih u periodu od 2015. do 2020. odabrano je za ovaj pregledni rad.



<https://doi.org/10.3390/ijerph19031771>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Povišena temperatura okoline – povezani neželjeni neonatalni ishodi (Dalugoda i sar.)

- **PVP** je globalna epidemija sa približno 15 miliona globalnih incidencija svake godine.
- **MPT** je povezana sa prenatalnim mortalitetom i morbiditetom i povećava rizik od nezaraznih bolesti kasnije u životu.
- **Mrtvorođenost** je smrtni ishod fetusa pre porođaja ili tokom porođaja, što predstavlja 2,0 miliona smrtnih slučajeva širom sveta u 2019.

Prevremeni porođaj (PVP)

Mala porođajna težina (MPT)

Mrtvorođenje

Neonatalni mortalitet

Neonatalni morbiditet

Malo za gestacijsko doba (MGD)

Međunarodni normalizovani odnos (MNO) novorođenčadi

Dužina telomera novorođenčadi

<https://doi.org/10.3390/ijerph19031771>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### → Mrtvorođenje (9 studija)

- Svi su prijavili povećan rizik za mrtvorođenje sa povišenim temperaturama

→ **PVP** (beba rođena pre 37. nedelje gestacije) je globalna epidemija sa približno 15 miliona globalnih incidencija svake godine. PVP je vodeći uzrok smrtnosti i morbiditeta u detinjstvu mlađih od pet godina i direktan uzrok neonatalne smrtnosti (smrt u roku od 28 dana od rođenja).

→ **MPT** (živorođeni ispod 2500 g) je povezana sa prenatalnim mortalitetom i morbiditetom i povećava rizik od nezaraznih bolesti kasnije u životu.

→ **Mrtvorođenost** je smrtni ishod fetusa pre porođaja ili tokom porođaja, što predstavlja 2,0 miliona smrtnih slučajeva širom sveta u 2019.

### → PVP (75 studija)

- PVP je bio najčešći neželjeni ishod
- 23 studije su objavile da povišene temperature značajno koreliraju sa povećanim rizikom ili stopom prevremenog porođaja

### → MPT (11 studija)

- Pet je otkrilo da povišene temperature značajno smanjuju težinu pri rođenju
- Nema statistički značajnog uticaja temperature okoline na malu porođajnu težinu.

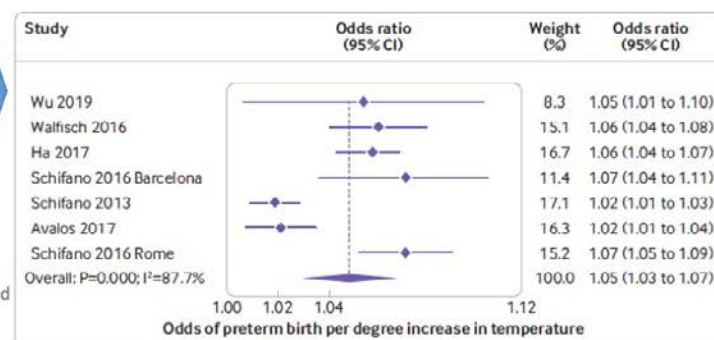
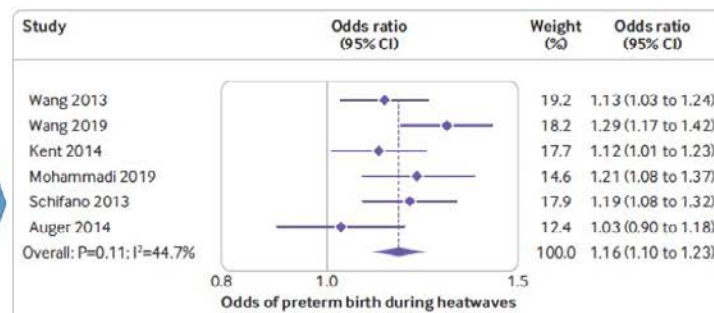


## Povezanost visokih temperatura u trudnoći i rizika prevremenog rođenja, male porođajne težine i mrtvorodenih (Čersik i sar.)

### Analiza prevremenog porođaja

- U meta-analizi šest studija, šanse za prevremeno rođenje **tokom toplotnog talasa** bile su 1,16 puta veće nego u danima bez toplotnog talasa (95% CI 1,10 do 1,23;  $I^2=44,7\%$ )
- U meta-analizi sedam studija, prosečna verovatnoća prevremenog porođaja porasla je za 1,05 za svaki **porast temperature od 1°C** (95% CI od 1,03 do 1,07). Iako je postojala značajna heterogenost u procenama (87,7%), sve procene su pokazale značajne efekte u istom pravcu.

Chersich MF, Pham MD, Areal A, Haghighi MM, Manyuchi A, Swift CP, et al. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: Systematic review and meta-analysis. BMJ. 2020;371.



Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Meta-analiza:

- 70 studija (13 je predstavilo podatke o više od jednog ishoda preglednog članka)
- Većina studija je obuhvatila uticaj izlaganja toploti na prevremeni porod ( $n=47$ ), 28 je predstavilo podatke o težini na rođenju, a osam na mrtvorodenju.

Trudnice su uvrštene u grupe koje su najosjetljivije na toplotni stres.

Trudnoća povećava vulnerabilnost žena na opasnosti životne sredine, uključujući egzogenu toplotu.

Fiziološke i anatomske promene koje se dešavaju tokom trudnoće predstavljaju posebne izazove za termoregulaciju.

Unutrašnja proizvodnja toplote raste sa metabolizmom fetusa i placente, kao i sa povećanjem telesne mase i posledičnim fizičkim naporom.

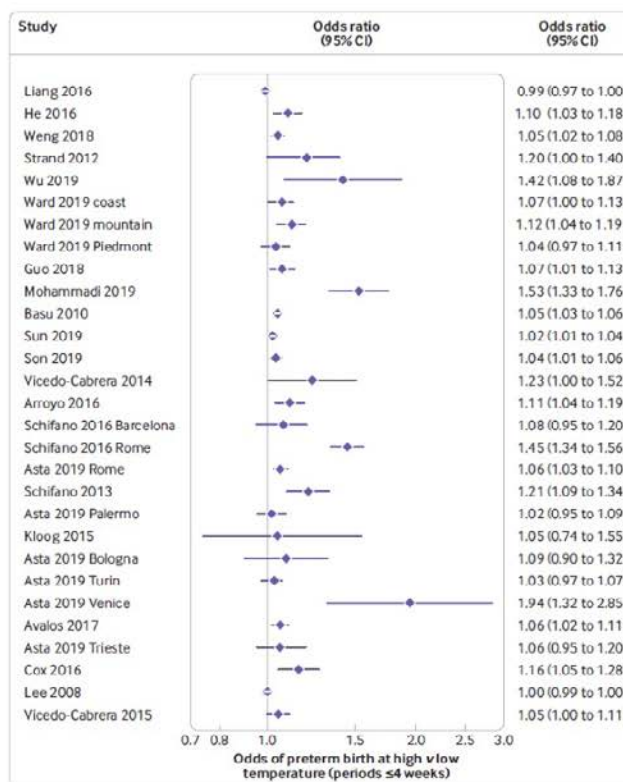
Trudnoća bi mogla da dovede do izražaja društvenu ranjivost, posebno u zemljama sa niskim i srednjim prihodima

- Žene nastavljaju da obavljaju kućne poslove tokom trudnoće (npr. donošenje drva i vode i samostalna poljoprivreda).
- Izloženost visokim temperaturama u poljoprivredi i drugim radovima na otvorenom može se desiti pre nego što se trudnoća prepozna, pa čak i kasno u trudnoći

## Povezanost visokih temperatura u trudnoći i rizika prevremenog rođenja, male porođajne težine i mrtvorodenih (Čersik i sar.)

Šanse za prevremeni porođaj na visokoj u odnosu na nisku temperaturu (periodi manji ili jednaki četiri nedelje).

Chersich MF, Pham MD, Areal A, Haghighi MM, Manyuchi A, Swift CP, et al. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2020;371.



gde je smer efekta varirao u zavisnosti od tromesečja, tri studije su imale neznačajne nalaze, a četiri su primetile da se težina povećava na višim temperaturama.

→ Uticaj temperature na težinu bio je mali, a većina studija je prijavila promene ispod 10 g po promeni stepena, ili ispod 20 g kada se uporede visoke i niske temperature.

## Mrtvorodenost

→ Srednja stopa mrtvorodenosti bila je 6,2 na 1000 rođenih (interkvartilni raspon 4,4-6,4). Svih osam uključenih studija otkrilo je povećanje broja mrtvorodenih na višim temperaturama. U većini slučajeva, veze između temperature i mrtvorodenosti bile su najizraženije u poslednjoj nedelji ili mesecu trudnoće.

→ U meta-analizi, mrtvorodenost je porasla za 1,05 (95% IC 1,01 do 1,08) po porastu temperature od 1°C, za 1,24 puta (1,12 do 1,36) sa kašnjenjima merenim pojedinačnim danima u poslednjoj nedelji trudnoće, i za 3,39 puta (2,33 do 4,96) kada su temperaturni efekti ispitani tokom tromesečja ili celog perioda trudnoće.

Šanse za prevremeni porođaj na visokoj u odnosu na nisku temperaturu (periodi manji ili jednaki četiri nedelje).

- Odnos šansi u meta-analizi koja je uključivala svih 21 istraživanja bio je 1,01, ali ovde je nalazom dominirala londonska studija (Li, 2008), koja je činila 59,9% ukupne procene.
- Većina studija je prijavila povezanost doze i odgovora, gde su stope prevremenog rođenja progresivno rasle sa povećanjem nivoa temperature ili sa dužim trajanjem izlaganja toploti

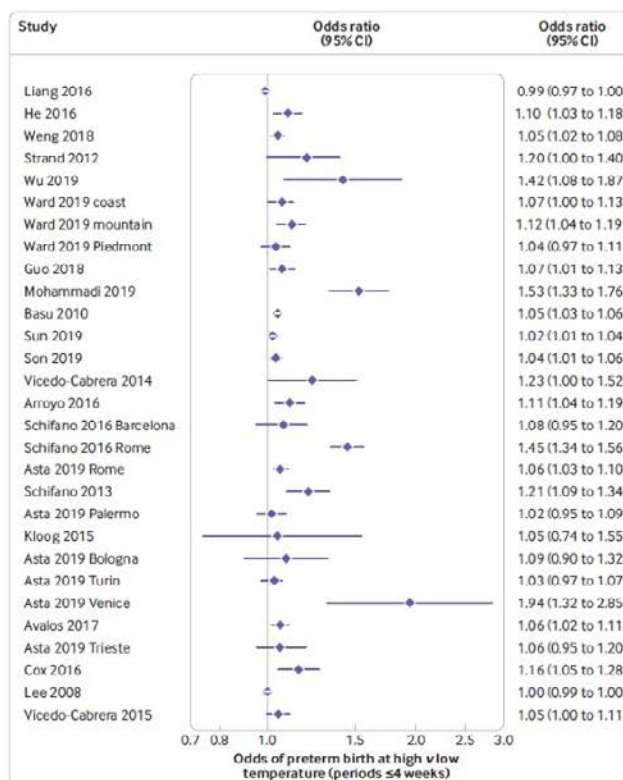
## Težina rođenja

- Srednja stopa niske porođajne težine u uključenim studijama bila je 3,0% (interkvartilni raspon 1,8-6,4). Od 16 studija koje su pružile podatke o povezanosti temperature sa malom porođajnom težinom, 10 je prijavilo da se rizik povećava na višim temperaturama, a samo jedna je prijavila obrnuto (pet je imalo nulte nalaze). Medijana uočenih efekata visokih temperatura na izgled za malu porođajnu težinu bio je 1,09 (interkvartilni opseg 1,04-1,47)
- Od 19 studija koje su prijavile porođajnu težinu kao kontinuiranu varijablu, 12 je primetilo smanjenje porođajne težine na višim temperaturama, uključujući dve

## Povezanost visokih temperatura u trudnoći i rizika prevremenog rođenja, male porođajne težine i mrtvorodenih (Čersik i sar.)

Šanse za prevremeni porođaj na visokoj u odnosu na nisku temperaturu (periodi manji ili jednaki četiri nedelje).

Chersich MF, Pham MD, Areal A, Haghighi MM, Manyuchi A, Swift CP, et al. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2020;371.



Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Zaključci ove studije

- Ovaj sistematski pregledni rad objedinjuje dokaze da je izlaganje visokoj temperaturi povezano sa povećanjem štetnih ishoda u trudnoći.
- Čini se da su povezanosti toplote sa prevremenim rođenjem i mrtvorodenošću snažnije i doslednije od onih sa porođajnom težinom.
- Povezanost između temperature i ishoda rođenja je posebno izražena među ženama u niskim socioekonomskim grupama. Ovo sugerše da bi trudnice u zemljama sa niskim i srednjim prihodima mogle biti izložene posebnom riziku od izlaganja toploti.

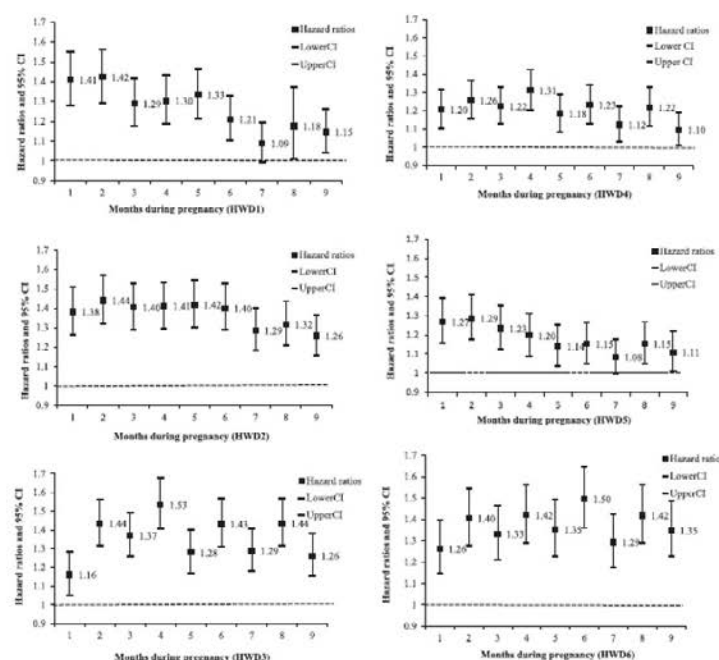
- Studija pokazuje potencijalne efekte na zdravlje kontinuiranog povećanja srednjih globalnih temperatura i učestalosti toplotnih talasa.



## Izloženost toplotnom talasu tokom trudnoće i štetnim ishodima porođaja (Vang i sar.)

**Slika 1: KO spontanog prevremenog porođaja povezanog sa izlaganjem toplotnim talasima u različitim gestacijskim mesecima u Brizbejnu, Australija (HWD1–HWD6).**

- Pozitivne korelacije između prevremenog porođaja i izloženosti toplotnom talasu u svim gestacijskim mesecima za većinu definicija toplotnog talasa.
- Prilagođeni KO prevremenog porođaja blago se povećavaju, ali umereno fluktuiraju u različitim mesecima.
- Na primer, koristeći HWD1, prilagođeni KO prevremenog porođaja variraju u različitim gestacijskim mesecima sa najvišim KO u drugom gestacijskom mesecu (KO = 1,42; 95% CI = 1,29, 1,56) i najnižim KO u sedmom gestacijskom mesecu (ko = 1,09; 95% CI = 0,99, 1,20).



Wang J, Tong S, Williams G, Pan X. Exposure to Heat Wave During Pregnancy and Adverse Birth Outcomes: An Exploration of Susceptible Windows. *Epidemiology*. 2019;30 Suppl 1:S115-S121. doi:10.1097/EDE.0000000000000995

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ **CILJ:** ispitati efekte izlaganja toplotnim talasima u različitim gestacijskim mesecima na rizik od prevremenog porođaja i mrtvorodenosti.

→ **UZORAK:** Bilo je 277.133 jednoplodnih porođaja, uključujući 17.368 prevremeno rođenih i 1684 mrtvorodenih tokom 2000–2010. u Brizbejnu. Među njima, 7691 prevremeno rođenih i 705 mrtvorodenih se dogodilo u toplim mesecima (novembar–mart u Brizbejnu).

→ **REZULTATI:** U ovoj studiji korišćeno je šest definicija toplotnog talasa (HWD1–HWD6).

→ Za većinu definicija toplotnog talasa, prilagođeni koeficijent opasnosti (KO) od prevremenog porođaja varirao je u

zavisnosti od meseci trudnoće i kretao se od 1,08 (KO = 1,08; 95% CI = 1,00, 1,18) do 1,53 (KO = 1,53; 95% CI = 1,41, 1,68).

→ Izloženost toplotnim talasima u ranoj trudnoći će verovatnije povećati rizik od mrtvorodenja u poređenju sa izlaganjem toplotnim talasima u kasnoj trudnoći.

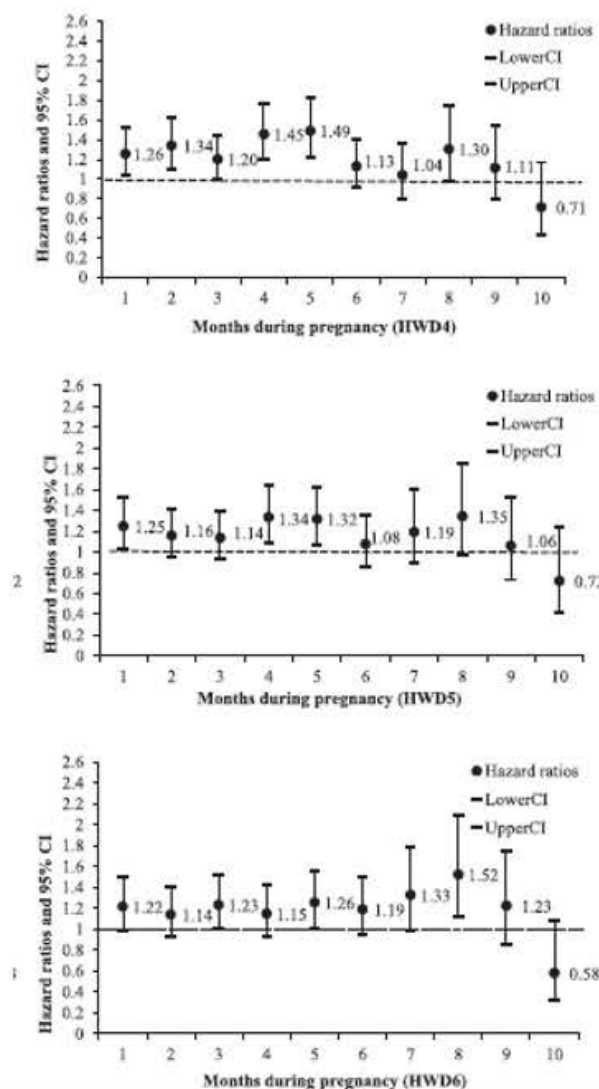
→ Postojale su veze između prevremenog porođaja i izloženosti toplotnom talasu u svim mesecima trudnoće na osnovu većine definicija toplotnog talasa. Nije pronađen posebno visok period podložnosti prevremenom porođaju tokom trudnoće povezan sa izlaganjem toplotnim talasima (videti sliku 1).

→ Međutim, rizik od mrtvorodenosti je imao tendenciju da raste sa izlaganjem toplotnom talasu u prvih šest gestacijskih meseci (osim kada se koristi HWD6), što sugerise da je rana trudnoća pre 28. gestacijske nedelje kritičan period za uticaj toplotnog talasa na mrtvorodenost. Raniji meseci trudnoće mogu biti ključni periodi izloženosti mrtvorodenju pod uticajem toplotnog talasa (videti sliku 2).

## Izloženost toplotnom talasu tokom trudnoće i štetnim ishodima porođaja (Vang i sar.)

**Slika 2: KO mrtvorodenih povezanih sa izlaganjem toplotnim talasima tokom različitih meseci gestacije u Brizbejnu, Australija (HWD4–HWD6).**

- Za većinu definicija toplotnog talasa, izloženost toplotnom talasu u ranijim mesecima gestacije, koji je bio između 1. i 6. meseca, bila je povezana sa većim rizikom od mrtvorodenosti.
- Rizici od mrtvorodenosti su znatno opali u sedmom mesecu u poređenju sa šestim mesecom i umereno porasli u osmom mesecu.
- U međuvremenu, opadajući trendovi su takođe primećeni za izloženost toplotnom talasu u devetom i desetom mesecu gestacije.
- Za HWD6, najveći rizik od mrtvorodenosti desio se u osmom mesecu gestacije (KO=1,52; 95% CI=1,11, 2,09).

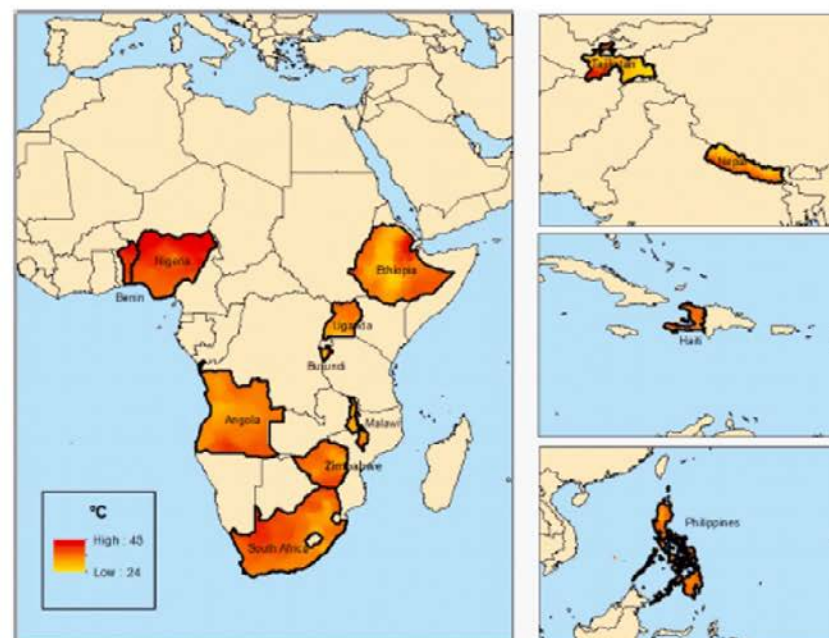


Wang J, Tong S, Williams G, Pan X. Exposure to Heat Wave During Pregnancy and Adverse Birth Outcomes: An Exploration of Susceptible Windows. *Epidemiology*. 2019;30 Suppl 1:S115-S121. doi:10.1097/EDE.0000000000000995

## Ekstremne vrućine, prevremeno rođenje i mrtvorodenje: Globalna analiza u 14 zemalja sa nižim srednjim prihodima (MekElroj i sar.)

Ukupno, 103.535 rođenih je uključeno u ovu studiju u 14 zemalja. Bilo je 5882 slučaja prevremenog rođenja i 1210 slučajeva mrtvorodenih.

Postojana i pozitivna povezanost između ekstremne vrućine iznad određenih pragova i rizika od prevremenog porođaja i mrtvorodenosti u zemljama sa nižim i srednjim prihodima.



<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106902>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

**CILJ:** ispitati kako izloženost ekstremnoj vrućini utiče na štetne ishode porođaja u 14 zemalja sa nižim i srednjim prihodima (LMICs) sa nekim od najviših stopa prevremeno rođenih i mrtvorodenih.

**METODE:** Odabrane zemlje učestvovala su u najnovijem demografskom i zdravstvenom istraživanju (DHS), koje je završeno između 2014. i 2018. godine i sadržalo je podatke za najmanje jedan od ishoda od interesa (prevremeno rođenje ili mrtvorodenje).

Sve žene starosti od 15 do 49 godina u ovim zemljama bile su uzete u obzir za analizu ako su odgovarale na pitanja o svojoj istoriji rođenja, demografiji domaćinstva i zdravstvenim navikama.

Povezana su dva izvora podataka za ovu studiju: DHS i globalna temperaturna mreža.

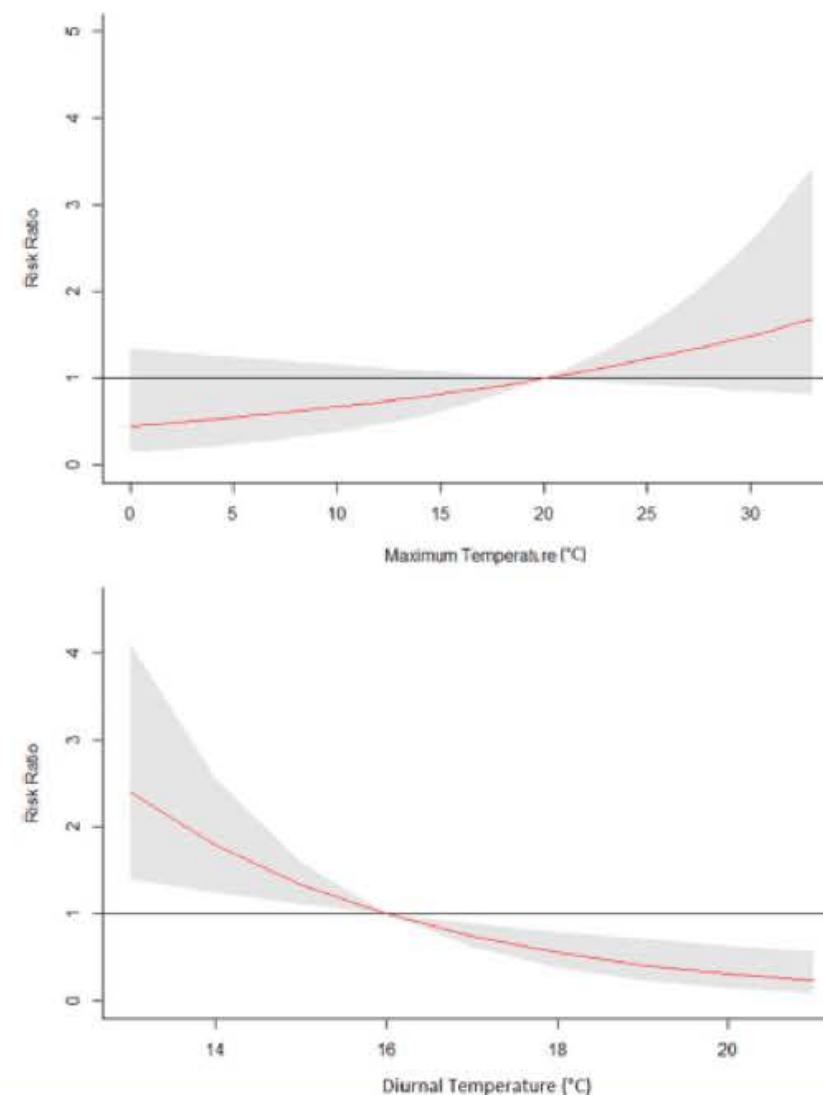
Rezultati iz zaostalih analiza sugeriraju da postoje različiti kritični prozori podložnosti prevremenom porođaju i mrtvorodenju usled izlaganja toploti. Neposredan efekat visokih temperatura se primećuje kod prevremenog porođaja. Nasuprot tome, povećan rizik od mrtvorodenosti primećuje se tri do pet dana nakon ekstremne temperature. (pogledajte sledeće brojke)



**Ukupni efekat raspoređenog zakašnjenja nelinearne krive u okviru ukrštenog slučaja sa referentnom tačkom od 20 °C za maksimalnu temperaturu i referentnom tačkom od 16 °C za dnevni temperaturni raspon i prevremeni porođaj.**

- Postojao je povećan rizik od prevremenog porođaja kod žena koje su bile izložene ekstremnoj vrućini sedam dana pre porođaja. Nelinearni model sa distribuiranim kašnjenjem identifikovao je opseg temperatura koje povećavaju rizik od prevremenog porođaja.
- Povišen rizik od prevremenog porođaja je takođe identifikovan kod trudnica koje su imale dnevne temperaturne opsege (tj. razliku između maksimalne i minimalne dnevne temperature) manje od 16 °C.

<https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2021.106902>



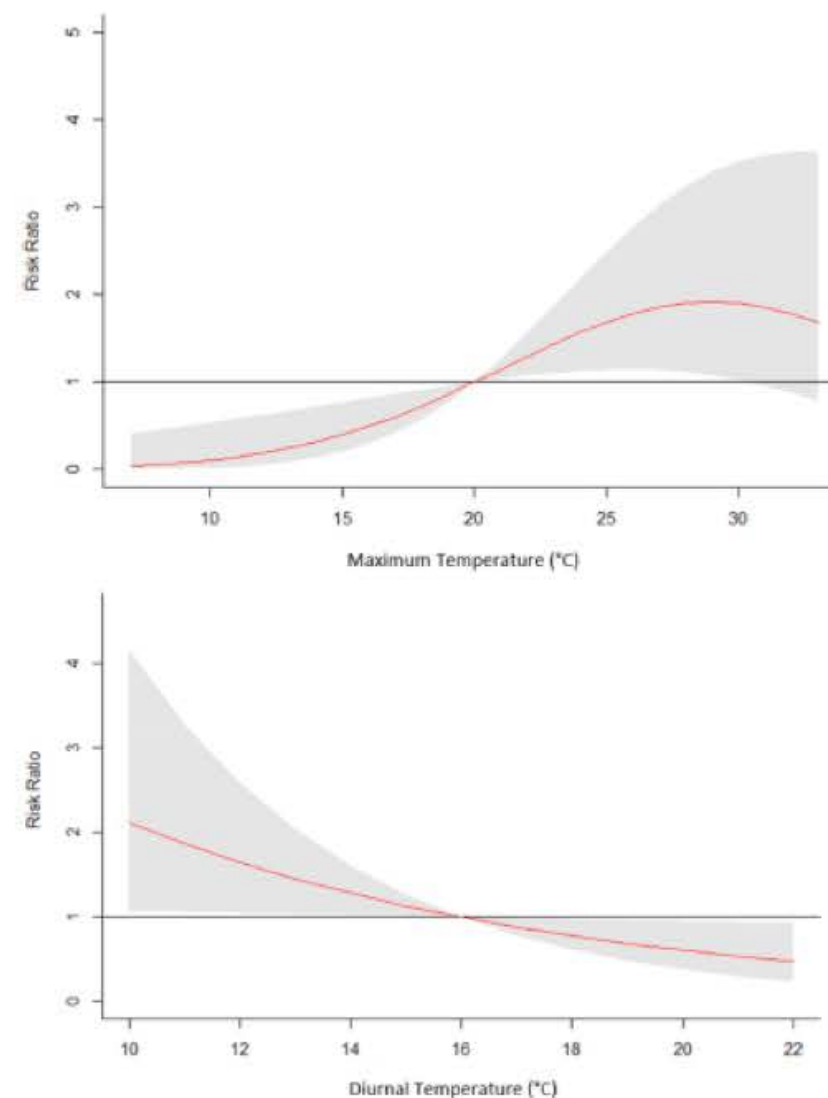
**Erasmus+ Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

## Ukupni efekat raspoređenog zakašnjenja nelinearne krive u okviru ukrštenog slučaja sa referentnom tačkom od 20 °C za maksimalnu temperaturu i referentnom tačkom od 16 °C za dnevni temperaturni raspon i prevremeni porođaj.

- Za mrtvorodenje, rezultati ukazuju na povećan rizik kod trudnica koje su imale visoke temperature u roku od sedam dana pre porođaja. Nelinearna korelacija između visoke temperature i mrtvorodenja pokazala je temperaturni opseg, 20–30 °C, gde je trudnica podložnija mrtvorodenju u poređenju sa rizikom od mrtvorodenja na identifikovanoj referentnoj temperaturi od 20 °C. Smanjen rizik od mrtvorodenosti primećen je za temperature niže od referentne temperature
- Uočeno je povećanje broja mrtvorodenja kod trudnica koje su u nedelji pred porođaj doživele dan sa manjim dnevnim temperaturnim rasponima (RR = 2,1, 95% CI 1,01, 4,02). Utvrđeno je da je opseg povišenog rizika za dnevni temperaturni opseg manji od 16 °C.



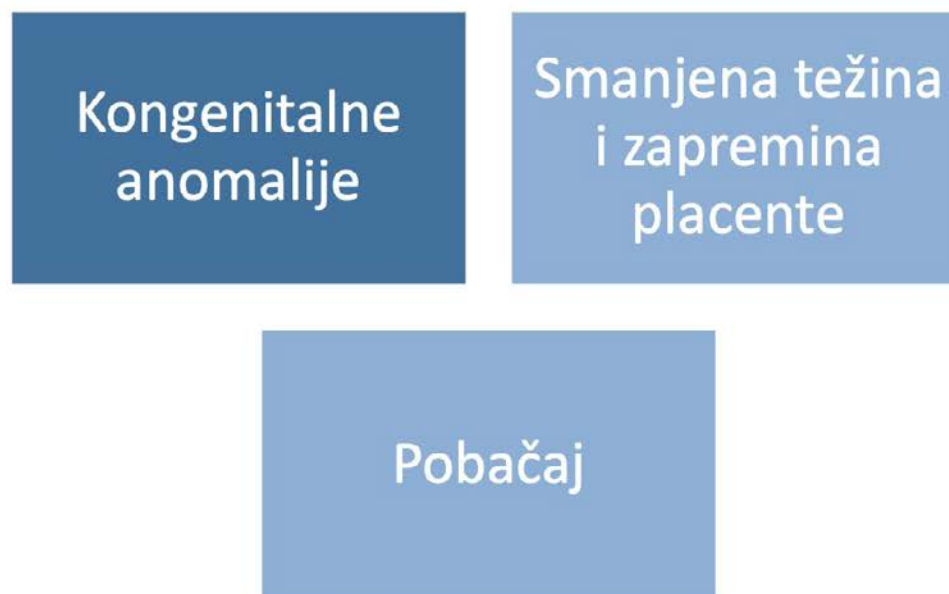
<https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2021.106902>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

## Povišena temperatura okoline – povezani neželjeni ishodi kod majke (Dalugoda i sar.)



<https://doi.org/10.3390/ijerph19031771>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Neonatalni mortalitet (nekonzistentni nalazi):

- Dve studije: povišene temperature ~ povećana smrtnost
- Dve studije: povišena temperatura ~ smanjena smrtnost
- Dve studije: nema uticaja

### Neonatalni morbiditet (jedna studija):

- Toplotni talasi ~ povećan rizik od fetalnog distresa, disanje povezano sa ventilatorom duže od 30 minuta, sindrom aspiracije mekonijuma

### MGD (ograničen broj istraživanja, nekonzistentni nalazi):

- Jedna studija: povećan rizik od MGD
- Jedna studija: nema povezanosti

### INR novorođenčadi (jedna studija):

- Sezonske varijacije: veći INR leti u odnosu na zimu
- Spoljna temperatura je značajno uticala na vrednosti INR (pozitivna korelacija)

### Dužina telomera novorođenčeta (jedna studija):

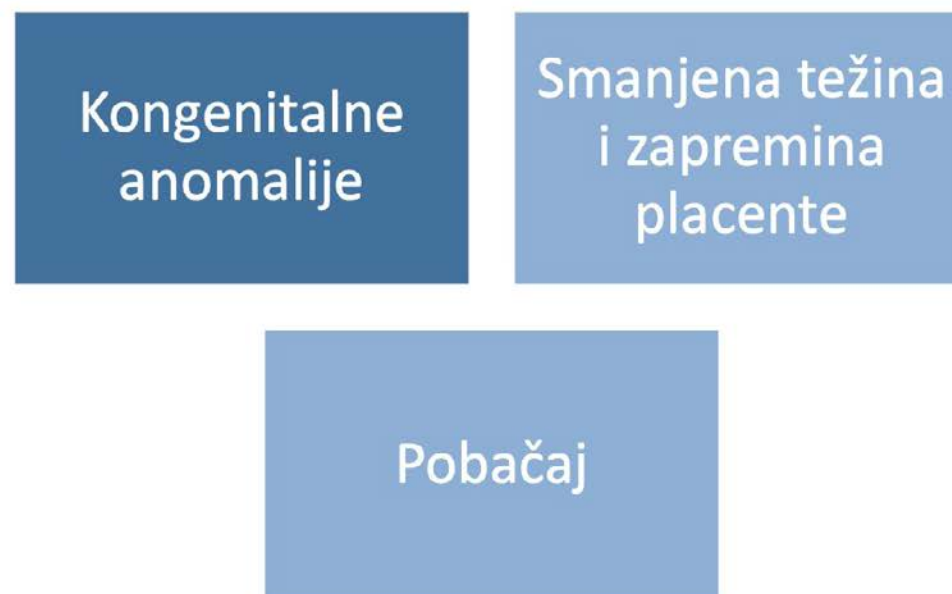
- Viša temperatura ( $>19,5^{\circ}\text{C}$ ) bila je povezana sa kraćom dužinom telomera u krvi iz pupčanika

### Kongenitalne anomalije (šest studija, nekonzistentni nalazi)

- povezanost visokih temperatura i urođenih srčanih mana (USM)
- Izlaganje majke maksimalnoj dnevnoj temperaturi od  $30^{\circ}\text{C}$  je značajno povezano sa povećanim rizikom od višestrukih i nekritičnih urođenih srčanih mana
- rizik od nekritične koronarne bolesti srca dodatno se povećao sa ekstremnim letnjim izlaganjima vrućinama
- defekti neuralne cevi pokazuju slabu pozitivnu povezanost sa visokim temperaturama ( $>30^{\circ}\text{C}$ ) - povišena temperatura može biti faktor rizika za defekte neuralne cevi



## Povišena temperatura okoline – povezani neželjeni ishodi kod majke (Dalugoda i sar.)



<https://doi.org/10.3390/ijerph19031771>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

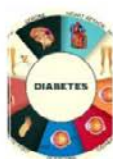
### Smanjena masa i zapremina placente (jedna studija)

- negativna povezanost između visokih temperatura i težine i zapremine placente i pozitivna povezanost sa placentnom efikasnošću

### Pobačaj (dve studije, nekonzistentni nalazi)

- Studija 1: izlaganje umereno visokim temperaturama (23,1 °C) tokom poslednja dva meseca pre hospitalizacije povećalo je rizik od pobačaja (OR 1,243) pre 28 nedelja gestacije
- Studija 2: moguća povezanost između povišene temperature i pobačaja, ali rezultati nisu bili statistički značajni

## Povišena temperatura okoline – povezani neželjeni ishodi kod majke (Dalugoda i sar.)



Gestacijski dijabetes melitus (GDM)



Hipertenzivni poremećaji



Preuranjena ruptura membrane (PROM)



Abrupcija placente



Stres kod majke



Kardiovaskularni rizik pri porođaju



Bakteriurija

<https://doi.org/10.3390/ijerph19031771>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Gestacijski dijabetes melitus (GDM) (8 studija)

Povećana prevalencija GDM, verovatnoća dijagnoze GDM i nivoi glukoze u serumu sa povišenim temperaturama, posebno u letnjoj sezoni.

→ Veći nivoi glukoze u serumu na dan oralnog testa tolerancije glukoze prijavljeni su tokom leta.

→ Kanadska kohortna studija koja je posmatrala 555.911 porođaja među 396.828 trudnica tokom 12 godina otkrila je direktnu vezu između srednje 30-dnevne spoljne temperature vazduha ( $>24^{\circ}\text{C}$ ) pre rutinskog GDM skrininga u 27. nedelji gestacije i verovatnoće da im se dijagnostikuje GDM.

→ Svako povećanje srednje 30-dnevne temperature za  $10^{\circ}\text{C}$  bilo je povezano sa 6-9% relativnim povećanjem rizika od GDM.

## Povišena temperatura okoline – povezani neželjeni ishodi kod majke (Dalugoda i sar.)

- **Hipertenzivni poremećaji (dve studije)**
  - Izlaganje majke toplotnim talasima i visokoj prosečnoj temperaturi povećalo je rizik od preeklampsije, eklampsije i gestacijske hipertenzije
- **PROM (dve studije)**
  - PROM se javlja usled prirodnog slabljenja fetalne membrane, što izaziva rupturu fetalne membrane bez početka porođaja
  - povišene temperature su povezane sa većim rizikom od PROM-a
- **Abrupcija placente (dve studije)**
  - visok rizik od abrupcije placente povezan je sa izlaganjem visokim temperaturama tokom perioda trudnoće
  - povišena temperatura (>30 °C) u toplim godišnjim dobima povećava rizik od abrupcije placente za 7%
  - uloga abrupcije placente igra ulogu u vezi između povišene temperature i mrtvorodenosti
- **Stres kod majke (jedna studija)**
  - ekstremna temperatura povećava stres majke tokom trudnoće
- **Kardiovaskularni rizik na porođaju (jedna studija)**
  - izlaganje porastu temperature od 1 °C tokom poslednje nedelje trudnoće povećava kardiovaskularni rizik za 7% i da je rizik bio očigledniji danima bliže porođaju.
- **Bakteriurija (jedna studija)**
  - povećan rizik za majku sa značajnom bakteriurijom, sa visokom mesečnom temperaturom okoline

<https://doi.org/10.3390/ijerph19031771>



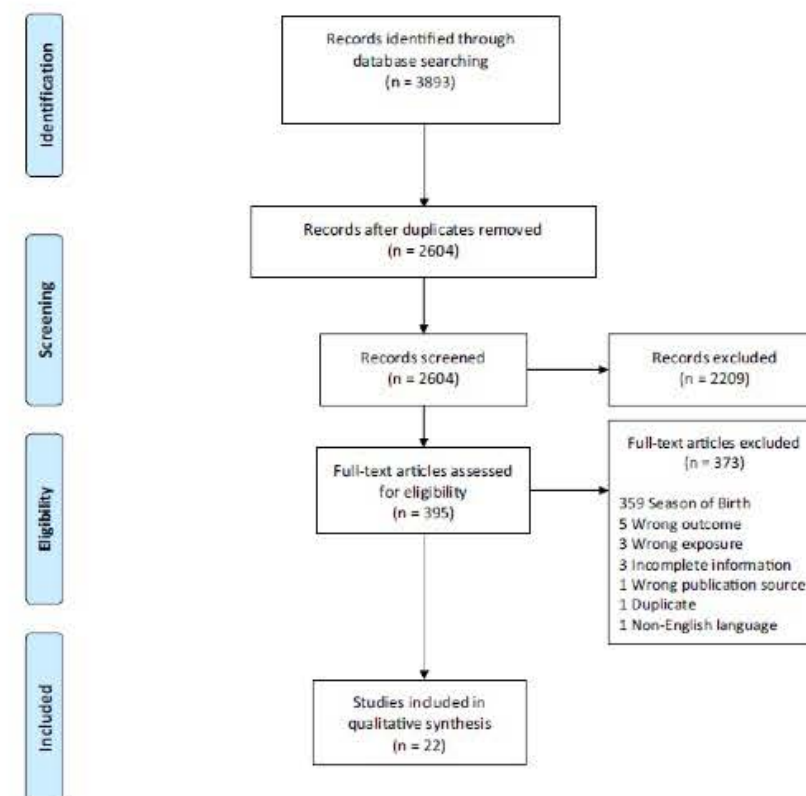
# Prenatalna temperatura okoline i rizik od šizofrenije (sistematski pregled)

## Cilj studije

- da se testira hipoteza da je ambijentalna toplota tokom rane trudnoće povezana sa većim psihijatrijskim poremećajima uključujući šizofreniju i urođene malformacije.

## REZULTATI

- Dvadeset i dve studije su ispunile kriterijume, a jedna je dodata sa liste referenci (n = 23). Od ovih studija, najčešće su bile studije šizofrenije (n = 5), anoreksije nervoze (n = 3) i kongenitalnih kardiovaskularnih malformacija (n = 6). Svaka od ovih kategorija je pokazala neke dokaze o povezanosti sa efektom izloženosti toploti okoline majke u ranoj trudnoći, sa drugim dokazima o efektu hladnoće u kasnoj trudnoći.
- Od pet studija koje su se fokusirale na šizofreniju, samo jedna je prijavila vezu sa prethodnom letnjom srednjom temperaturom
- Pokazani su značajni pozitivni koeficijenti korelacije između srednje mesečne temperature i stope začeca za one koji su razvili šizofreniju, što sugerise da su više temperature pri začecu bile povezane sa više začeca potomaka koji su razvili šizofreniju.
- Neki dokazi podržavaju ulogu izlaganja majke u ranoj trudnoći ekstremnoj toploti okoline u razvoju psihijatrijskih poremećaja, ali veliki, prospektivni kohortni podaci o individualnim rođenjima su neophodni



doi:10.1016/j.schres.2021.09.020

## Prenatalni stres kod majke (PNSM)



### Nezarazne bolesti

Razvojno poreklo zdravlja i bolesti

Rano izlaganje u životu utiče na zdravlje i rizik od bolesti specifičan za pol



### Generacijski efekti

Stres (~ PNSM izazvan klimatskim promenama) kod majke tokom trudnoće ima potencijal da oblikuje fiziološke odgovore i neželjene ishode porođaja tokom više generacija



### Akumulacija stresora

Veći rizik od neuropsihijatrijskih bolesti (anksioznost, depresija, šizofrenija)

Dokumentovano je da PNSM utiče na rođenje i vreme porođaja pored povećanja rizika od neželjenog ishoda trudnoće

Model psihološkog i inflamatornog stresa „dva pogotka“ pokazao je da psihološki stres majke izaziva anksioznost kod odraslih muških i ženskih potomaka, dok je inflamatorni stres povećao istraživačko i rizično ponašanje samo kod odraslih ženskih potomaka.

<https://doi.org/10.12688/f1000research.27157.1>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



ec.europa.eu/erasmus-plus

klimatskim promenama javlja kod dece mlađe od 5 godina.

Efekti klimatske krize na mentalno zdravlje

→ Beri je 2010. godine istakao da klimatske promene mogu direktno uticati na mentalno zdravlje kroz izlaganje svojih žrtava traumi i indirektno kroz primarne efekte na fizičko zdravlje i dobrobit zajednice.

Prenatalni stres kod majke dovodi do nepovoljnih ishoda trudnoće i novorođenčeta

Ovaj pregledni rad razmatra glavne zdravstvene izazove sa kojima se suočavaju majke, očevi i njihova deca tokom klimatske krize, fokusirajući se na mentalno zdravlje kao uzročni faktor. Istraživanje ove teme obuhvata ulogu prenatalnog stresa majke i oca, alostatskog opterećenja i uticaja degradacije životne sredine i ekosistema na pojedince.

Ovaj pregledni rad istražuje temu prenatalnog stresa majke (PNSM) i očevog stresa, alostatskog opterećenja i uticaja degradacije životne sredine na pojedince. Oni će biti ispitani u odnosu na nepovoljne ishode trudnoće i izmenjene razvojne putanje dece. Ovo istraživanje će otkriti paradoks javnog zdravlja u kojem će mnogi globalni dobici postignuti u proteklom decenijama u zdravlju majke i

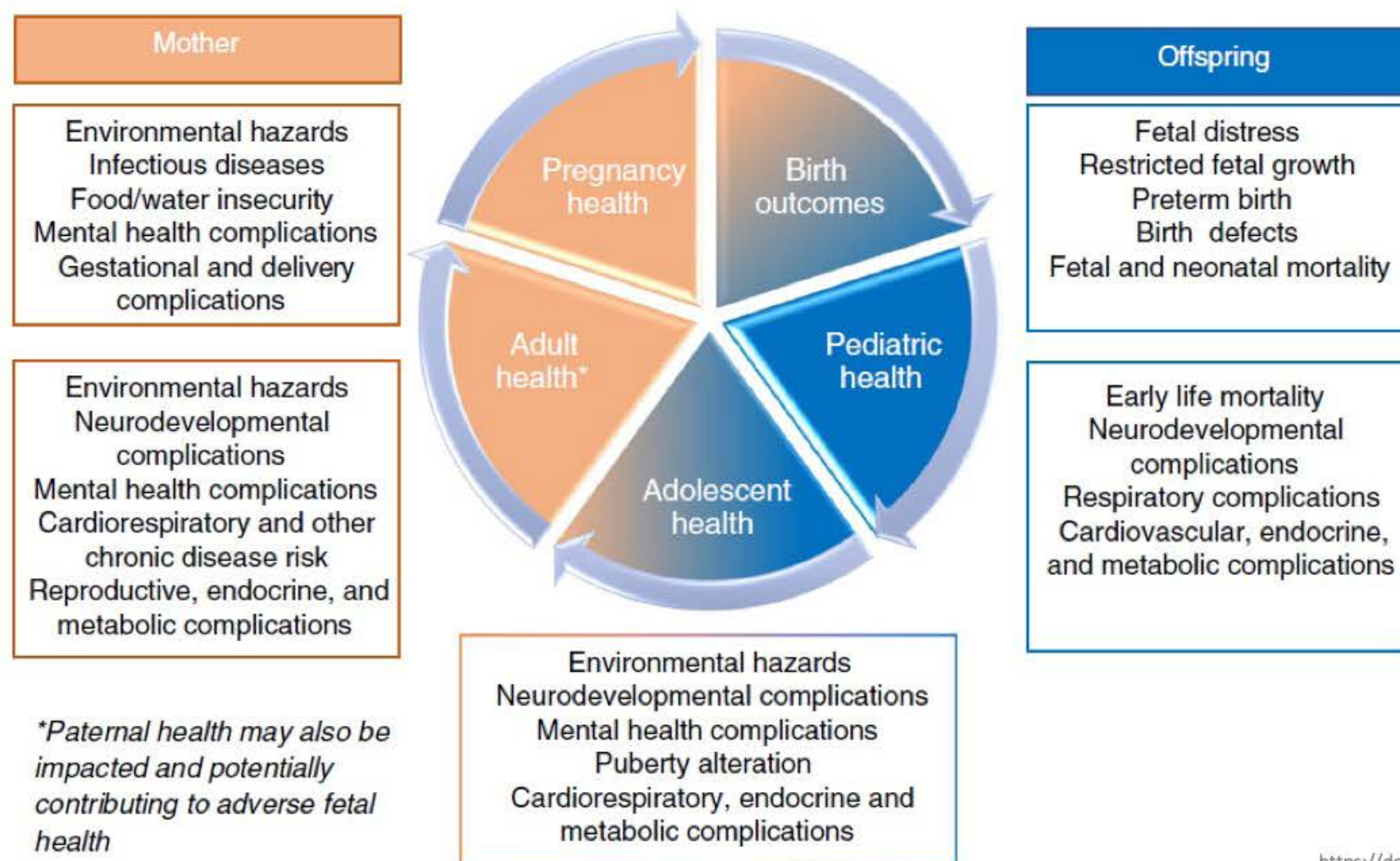
deteta biti poništeni gubicima usled klimatskih promena.

Trudnice i njihova deca u razvoju su jedna od najugroženijih grupa od posledica klimatske krize

→ Procena je da je 25.000 novorođenčadi godišnje između 1969. i 1988. rođeno ranije nego što je normalno (39–40. nedelja gestacije) kao rezultat izlaganja toploti, sa ukupnim gubitkom od 150.000 gestacijskih dana godišnje. Bez intervencije, procena je da će do kraja veka doći do dodatnog gubitka od 250.000 dana gestacije godišnje. Svetska zdravstvena organizacija procenjuje da se 88% tereta bolesti koje se može pripisati



## Ciklus uticaja na zdravlje nakon izloženosti klimatskim promenama tokom trudnoće



<https://doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



## Ciklus uticaja na zdravlje nakon izloženosti klimatskim promenama tokom trudnoće

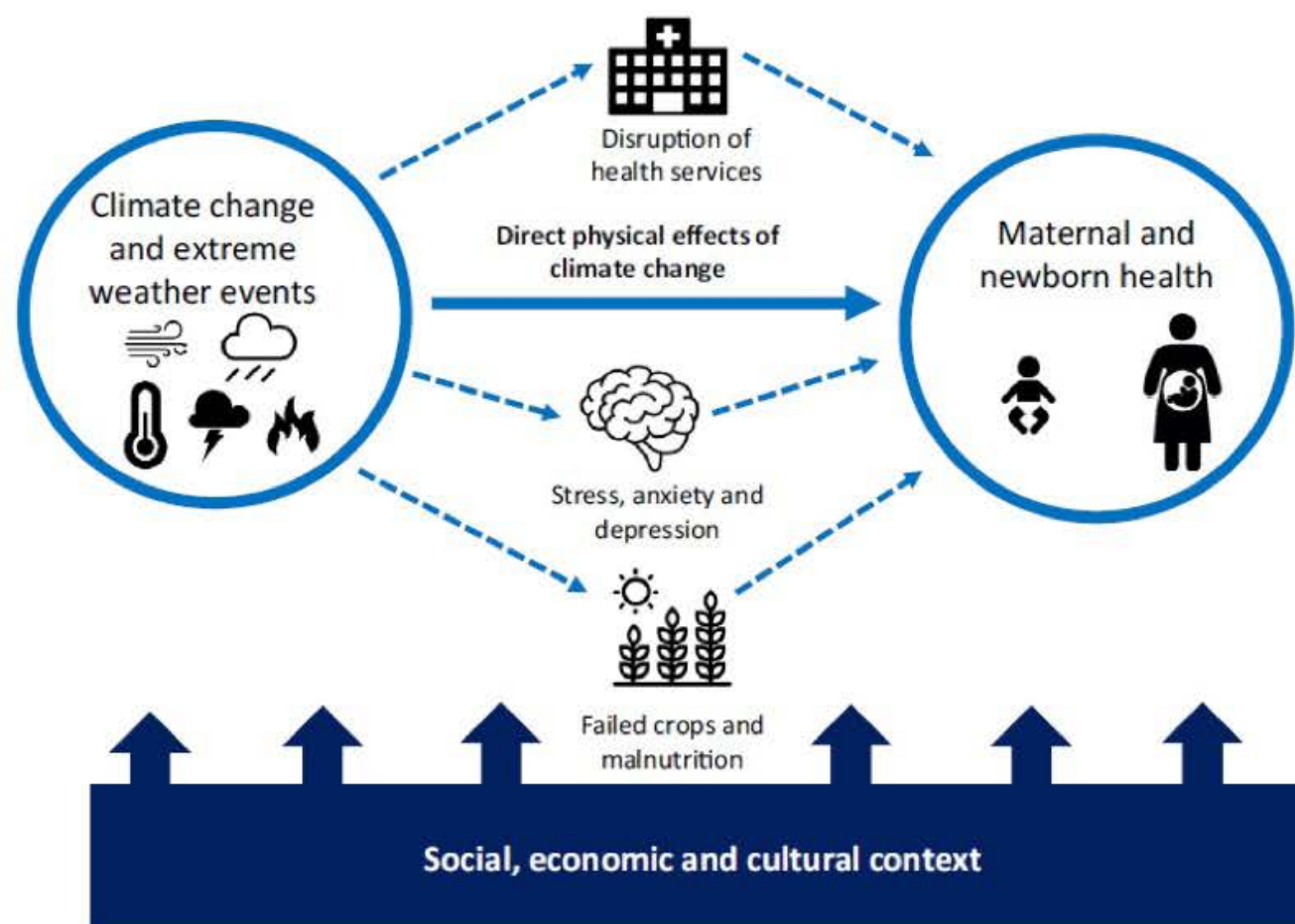
- Teorija razvojnog porekla zdravlja i bolesti (RPZB):
- Smetnje životne sredine tokom trudnoće (i drugih razvojno kritičnih perioda) imaju značajan neposredan i dugoročni uticaj na zdravlje i majke i potomstva
  - Trudnice koje imaju komplikacije u trudnoći imaju veću verovatnoću da će se to ponoviti u narednoj trudnoći i imaju veći rizik od kardiovaskularnih i metaboličkih bolesti kasnije u životu.
  - Bebe pogođene prevremenim porođajem i malom porođajnom težinom imaju veću verovatnoću da razviju naknadne zdravstvene komplikacije, uključujući neurorazvojne poremećaje, imunološke komplikacije, gojaznost i kardiovaskularne bolesti, što ih sve dovodi u veći rizik od nepovoljnih ishoda trudnoće ako zatrudne.

Uticaj klimatskih promena na zdravlje trudnoće nije ograničen na ovaj vremenski okvir, već može preneti zdravstveni rizik kroz životni vek pojedinca, pa čak i na buduće generacije.

Američko istraživanje zdravstvenih radnika pokazuje da skoro 0% akušera i ginekologa razgovara sa svojim pacijentima o uticaju životne sredine na zdravlje!!!

<https://doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9>

## Okvir za direktne i indirektne efekte klimatskih promena na zdravlje majki i novorođenčadi i multisektorski odgovori potrebni za jačanje otpornosti



### Multi-sectoral responses for improving maternal and newborn health and social resilience

- Education
- Family planning
- Women's empowerment
- Climate change adaptation
- Access to and health care service quality
- Transport

<https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aogs.14124>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



# Uticaj klimatskih promena na ishod trudnoće

- Političke, kliničke i istraživačke strategije za prilagođavanje i ublažavanje treba nastaviti, ojačati i proširiti međudisciplinarnim naporima.
- Glavni prioriteti bi trebalo da uključuju
  - (a) jačanje i proširenje politike za dalje smanjenje emisija,
  - (b) povećanje svesti i obrazovnih resursa za pružaoce zdravstvenih usluga i javnost,
  - (v) olakšavanje pristupa kvalitetnim podacima zasnovanim na populaciji u oblastima sa niskim resursima, i
  - (g) istraživačke napore da se bolje razumeju mehanizmi efekata, identifikuju podložne populacije i okviri izloženosti, istraže interaktivni uticaji višestruke izloženosti i razviju nove metode za bolju kvantifikaciju uticaja na zdravlje trudnoće.

<https://doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9>

**Erasmus+ Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



## THE NEGATIVE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON MATERNAL HEALTH

Climate change directly and indirectly impacts maternal health, making pregnancy less safe and worsening neonatal health outcomes.



### DIRECT IMPACT

Global warming impacts the PATTERNS OF VECTOR-BORNE DISEASES, such as malaria, with negative maternal and child health outcomes such as maternal illness and low birth weight (WHO, 2017)

HEAT worsens maternal and neonatal health outcomes: an increase of ONE DEGREE CELSIUS IN THE WEEK BEFORE DELIVERY corresponds with a **SIX PER CENT** greater likelihood of stillbirth (Blaettle and McCormick, 2017; He, Jian-Rong et al., 2018)



Climate change worsens **GLOBAL INEQUITY IN MATERNAL NUTRITION** (Lancet, 2020)



**CALL TO ACTION**

**WE NEED TO ENSURE better preparedness and response TO EMERGENCIES AND THAT WE MEET THE SEXUAL AND REPRODUCTIVE HEALTH needs of those impacted, displaced and at risk of climate crises**



### INDIRECT IMPACT

Climate-related emergencies cause **MAJOR DISRUPTIONS IN ACCESS TO HEALTH SERVICES** and life-saving commodities, including contraception (Behrman & Weitzman, 2016)

Increased **POVERTY AND FOOD INSECURITY** driven by climate-related loss of livelihoods negatively affects maternal health etc (Lancet, 2021)

**MACRO- AND MICRONUTRIENT DEFICIENCIES** caused by **FOOD INSECURITY** and undernutrition among pregnant women can affect pregnancy, nursing and newborn outcomes (Center for Climate Change and Health; Sorensen, C. et al., 2018; Asian-Pacific Resource & Research Centre for Women)



<https://reliefweb.int/report/world/negative-impact-climate-change-maternal-health>

<https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2020/04/FIGO-PregnancyClimateChangeInfograhic-Final1-800px.jpg>

## PREGNANCY and CLIMATE CHANGE

### The PROBLEM

Climate change worsens air pollution and extreme weather which can have severe impacts on health during and after pregnancy including:

- PRETERM BIRTH
- LOW BIRTHWEIGHT
- STILL BIRTH
- EFFECTS ON BRAIN DEVELOPMENT

### What WE CAN DO

Advocate for public policies that lead to:

- GLOBAL REDUCTION IN AIR POLLUTION EMISSIONS
- STEADY DIVESTMENT FROM FOSSIL FUELS
- REDUCING TOXIC EXPOSURES

*"The health impacts of our global climate crisis on maternal and child health can no longer be ignored."*

International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO)



Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



## Ključne poruke

Zagađenje vazduha i klimatske promene imaju neposredan negativan uticaj na reproduktivno, materinsko i perinatalno zdravlje, sa razornim potencijalom da utiču na zdravlje budućih generacija.

Povišena temperatura okoline povezana je sa neželjenim neonatalnim ishodima: MPT, PVP, mrtvorođenje

Povišena temperatura okoline povezana je sa negativnim ishodima za majku: GDM, hipertenzivni poremećaji, stres majke itd.

Zdravstveni radnici, posebno akušeri i ginekolozi, moraju da razgovaraju sa svojim pacijentima o zdravstvenim uticajima klimatskih promena (ekstremne vrućine).



## Testirajte svoje znanje

1. Navedite koje populacije su osetljive na klimatske promene.
2. Koje vrste efekata klimatskih promena mogu povećati rizik od prevremenog porođaja?
3. Koji su fiziološki mehanizmi uticaja toplote tokom trudnoće?
4. Koje vrste neželjenih neonatalnih ishoda su povezane sa povišenom temperaturom okoline tokom trudnoće?
5. Koje vrste štetnih ishoda kod majke su povezane sa povišenom temperaturom okoline tokom trudnoće?
6. Kako ćete obavestiti svog pacijenta o potencijalnim efektima klimatskih promena? Zabeležite ključne tačke razgovora sa trudnom ženom.



## Preporučeno čitanje

- Ha S. The Changing Climate and Pregnancy Health. Curr Environ Heal Reports [Internet]. 1:3. <https://doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9>
- Samuels, L., Nakstad, B., Roos, N. *et al.* Physiological mechanisms of the impact of heat during pregnancy and the clinical implications: review of the evidence from an expert group meeting. *Int J Biometeorol* **66**, 1505–1513 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02301-6>
- Dalugoda, Y.; Kuppa, J.; Phung, H.; Rutherford, S.; Phung, D. Effect of Elevated Ambient Temperature on Maternal, Foetal, and Neonatal Outcomes: A Scoping Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, 19, 1771. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031771>
- Chersich MF, Pham MD, Areal A, et al. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2020;371:m3811. Published 2020 Nov 4. doi:10.1136/bmj.m3811

# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg Emil  
Palade u Targu Murešu – Targu Mureš, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



# Uticaj klimatskih promjena na mentalne bolesti, profesionalno opterećenje



# Ishodi učenja

**Po uspešno završenom kursu učenici će biti u stanju da:**

- Razumeju vezu između klimatskih promena i problema mentalnog zdravlja
- Identifikuju populacije koje su uglavnom izložene riziku od mentalnog zdravlja i poremećaja povezanih sa stresom zbog klimatskih promena
- Prepoznaju regionalne karakteristike lošeg mentalnog zdravlja u vezi sa klimatskim promenama
- Razumeju moguće biološke mehanizme koji povezuju mentalno zdravlje i toplotu
- Podrže pojedince i zajednice u suočavanju sa katastrofom ili traumatskim događajem
- Razumeju efekat klimatskih promena na zdravstveni sistem i radnu snagu
- Klasifikuju ključne pretnje klimatskih promena po zdravlje radnika
- Razumeju konceptualni okvir odnosa između klimatskih promena i bezbednosti i zdravlja na radu

## Kako klimatske promene utiču na zdravlje?

### Direktno utiču na zdravlje

- Ekstremne toplote
- Zagađenje vazduha
- Ekstremne vremenske prilike

### Širenje bolesti

- Bolesti koje prenose insekti, krpelji i glodari
- Zagađene vode
- Kontaminirana hrana

### Uništavanje i ometanje zaliha hrane

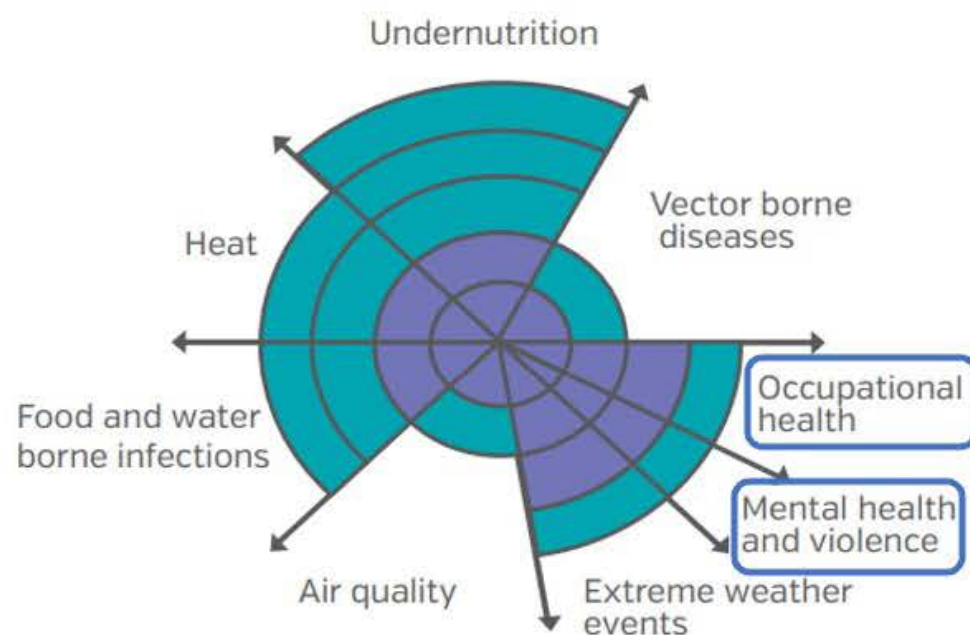
- Glad i neuhranjenost

### Ometanje blagostanja

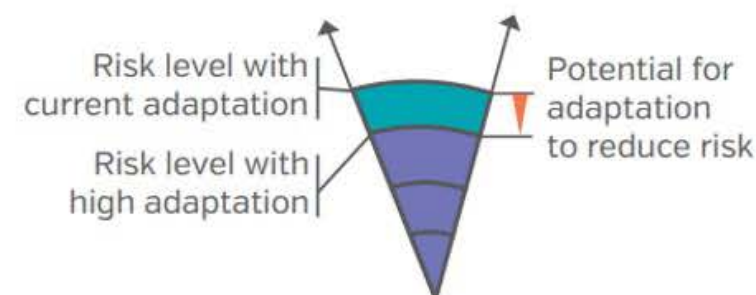
- Problemi sa mentalnim zdravljem

# Buduće projekcije Međuvladinog panela za klimatske promene (IPCC)

## 2080-2100 “Era of Climate Options”



## Risk and potential for adaptation



- Kvalitativna procena uticaja klimatskih promena na zdravlje, sa i bez mera prilagođavanja.
- Širina isečaka daje indicaciju tereta koji se može pripisati svakom uticaju na zdravlje, a svetloplava oblast ukazuje na proporciju koja bi se mogla izbeći jakim merama prilagođavanja.

Izvor: Klimatski i zdravstveni profili zemalja – 2015, Globalni pregled, SZO 2015

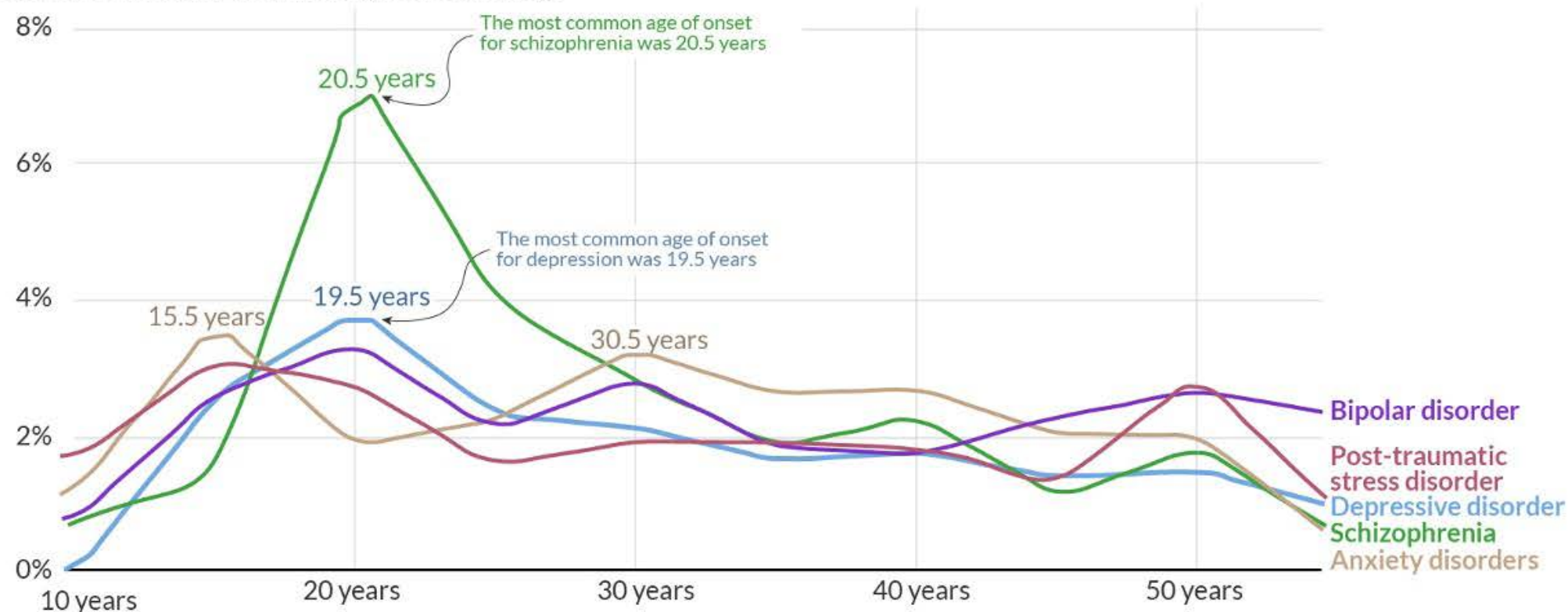


# Mentalni poremećaji

## Age of onset of mental health disorders

Our World  
in Data

Share for whom the disorder begins at a given age



Source: Marco Solmi et al. (2021). Age at onset of mental disorders worldwide: large-scale meta-analysis of 192 epidemiological studies. *Nature Molecular Psychiatry*. OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the author Saloni Dattani.

<https://ourworldindata.org/mental-health>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European  
Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Ozbiljna depresija, šizofrenija, bipolarni poremećaj, opsesivno kompulzivni poremećaj, panični poremećaj, posttraumatski stresni poremećaj, granični poremećaj ličnosti, itd.

„Mentalni poremećaj je zdravstveno stanje koje karakteriše značajna disfunkcija u kogniciji, emocijama ili ponašanju pojedinca koje

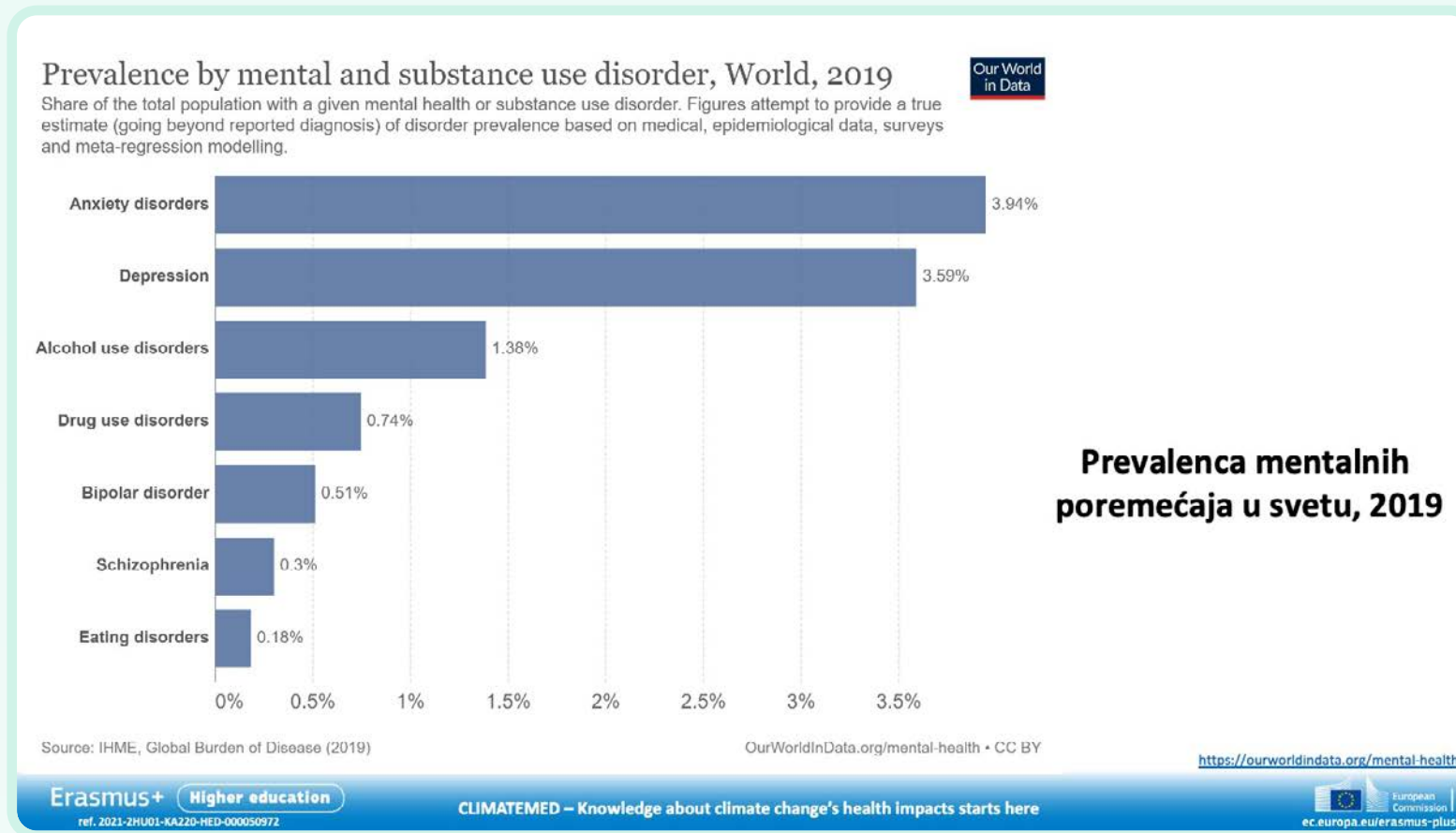
odražava poremećaj u psihološkim, biološkim ili razvojnim procesima koji su u osnovi mentalnog funkcionisanja. **[Američka psihijatrijska asocijacija (2012)]**

→ može uticati na osobe bilo kog uzrasta, rase, religije ili nivoa prihoda  
→ nije rezultat lične slabosti, nedostatka karaktera ili lošeg vaspitanja

zabrinutost (prevremeni porodaj, mala porođajna težina, komplikacije kod majke)

**Mogući stres povezan sa degradacijom životne sredine** i raseljavanjem i anksioznošću i očajem koje bi saznanje o klimatskim promenama moglo da izazove kod nekih ljudi  
→ EKO-ANKSIOZNOST

→ [https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/mental\\_health\\_disorders.htm](https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/mental_health_disorders.htm)



Procenjuje se da je 970 miliona ljudi širom sveta imalo mentalni poremećaj ili poremećaj upotrebe supstanci u 2017. Najveći broj ljudi je imao anksiozni poremećaj i depresiju, procenjuje se na oko 3,6-4 odsto populacije.

### **Mentalno zdravlje i poremećaji povezani sa stresom**

Neki **pacijenti sa mentalnim bolestima** su posebno podložni visokim temperaturama

- Stope samoubistava rastu sa visokim temperaturama, što ukazuje na potencijalne uticaje klimatskih promena na depresiju i druge mentalne bolesti.
- Demencija je faktor rizika za hospitalizaciju i smrt tokom toplotnih talasa.

→ Pacijenti sa teškim mentalnim oboljenjima, kao što je šizofrenija, su u opasnosti tokom toplih dana a njihovi lekovi mogu ometati regulaciju temperature ili čak direktno izazvati hipertermiju.

**Nakon katastrofa**, problemi sa mentalnim zdravljem se povećavaju

- I među ljudima koji nemaju istoriju mentalnih bolesti, i onima koji su u riziku - fenomen poznat kao „uobičajene reakcije na abnormalne događaje“
- Anksioznost i posttraumatski stresni poremećaj
- Druge zdravstvene posledice izlaganja intenzivnom stresu takođe izazivaju

## Eko-anksioznost

Ekološka anksioznost je stres izazvan klimatskim promenama  
gde ljudi postaju zabrinuti za svoju budućnost.

Postoje i drugi termini koji se koriste za razumevanje nevolja izazvanih životnom sredinom.

- Ekološka tuga
- Solastalgija
- Eko-strepnja
- Ekološki stres



<https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100047>

Erasmus+ Higher education

**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**



European  
Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Mnogi ljudi prijavljuju strah za sebe, svoju decu i buduće generacije sa dubokim osećanjem gubitka, beznađa i besa dok su svedoci posledica klimatskih promena.

## Emocije povezane sa eko-anksioznošću

Emocije povezane sa eko-anksioznošću u vezi su sa opštom anksioznošću – negativnom emocionalnošću koju karakterišu fizički simptomi i strepnja orijentisana ka budućnosti gde se eko-anksioznost fokusira na zabrinutost za klimatske promene.

Iako su negativne emocije često povezane sa eko-anksioznošću, one takođe mogu biti zdrava psihološka adaptacija i odgovor na pretnju.

Negativno fizičko ponašanje povezano sa klimatskim promenama:

- Biti fizički bolestan
- Doživljavanje napada panike
- Neželjene emocionalne reakcije kao što su razdražljivost, slabost, nesanica, tuga, depresija, ukočenost, bespomoćnost, beznađe, krivica, frustracija ili bes
- Osećaj straha ili nesigurnosti
- Biti u stanju paralize koja se manifestuje kao apatija

### Pozitivne emocije ili ponašanja:

- Osećanja nade, osnaživanja i povezanosti, posebno kada su povezani sa kolektivnim delovanjem
- Ova osećanja takođe mogu biti izvor motivacije za aktivno angažovanje i fokusiranje na napore za ublažavanje

## Eko-anksioznost – demografske karakteristike

Većina studija se fokusirala na iskustva mladih i njihovu zabrinutost za klimatske promene

Deca su podložnija uticaju klimatskih promena na mentalno zdravlje jer imaju jači odgovor na ekstremne vremenske događaje kao što su PTSP, depresija i poremećaji sna. Mladi učesnici (18-35 godina) imali su više ocene od starijih odraslih kada su izveštavali o stepenu klimatske anksioznosti koji utiče na njihovu sposobnost da funkcionišu.

Žene i oni u mlađim starosnim grupama su generalno više uznemireni zbog klimatskih promena nego muškarc i oni stariji od 35 godina. Žene imaju značajniji stres i anksioznost jer su više angažovane nakon katastrofe sa većim stopama posttraumatskog stresnog poremećaja (PTSP) u poređenju sa muškarcima.

→ <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100047>



# Saveti za prevazilaženje ekološke anksioznosti



Poznavanje neprijatelja je fundamentalno i tu dolazi obrazovanje o klimatskim promenama. Podižite svoju i tuđu svest o problemu.



Posvetite se odgovornoj potrošnji i reciklaži kako biste zaštitili životnu sredinu koliko god je to moguće. Takođe smanjite potrošnju plastike.



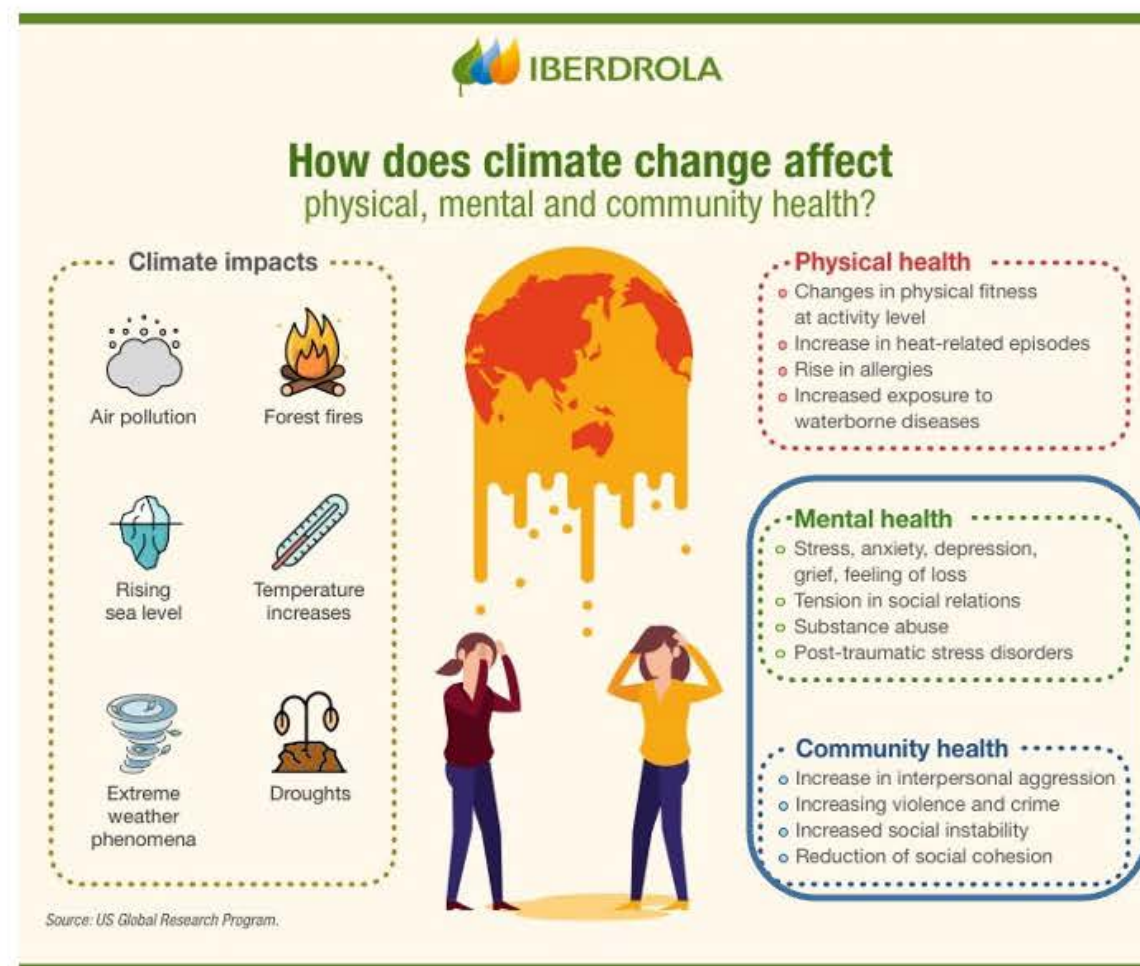
Bavite se održivim aktivnostima, kao što je postavljanje urbane bašte ili „plogiranje” (trčanje i podizanje plastike sa zemlje).



Posvetite se održivom kretanju i održivoj hrani. Vaše zdravlje i zdravlje planete biće vam zahvalni.



Izbegavajte one sitnice koje zagađuju, kao što je ostavljanje slavine da teče ili bacanje žvakaće gume na zemlju, jer se i najmanji detalj računa.



Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://www.iberdrola.com/social-commitment/what-is-ecoanxiety>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Da li postoji veza između toplog vremena i loših ishoda mentalnog zdravlja? Sistematski pregled i meta-analiza

- Što se tiče visokih temperatura, svaki porast temperature za 1 °C povezan je sa mentalnim zdravljem
  - mortalitet se povećao uz RR od 1,022 (95% CI: 1.015–1.029)
  - morbiditet je povećan za 1,009 (95% CI: 1.007–1.015)
- Najveći rizik od smrtnosti pripisan je mentalnim poremećajima povezanim sa supstancama (RR, 1,046; 95% CI: 0,991–1,101), zatim organski mentalni poremećaji (RR, 1,033; 95% CI: 1.020–1.046).
- Porast temperature od 1 °C je takođe povezan sa značajnim povećanjem morbiditeta kao što su poremećaji raspoloženja, organski mentalni poremećaji, šizofrenija, neurotični i anksiozni poremećaji.
- Rezultati ukazuju na dokaze ranjivosti za populacije koje žive u tropskim i suptropskim klimatskim zonama, kao i za ljude starije od 65 godina.

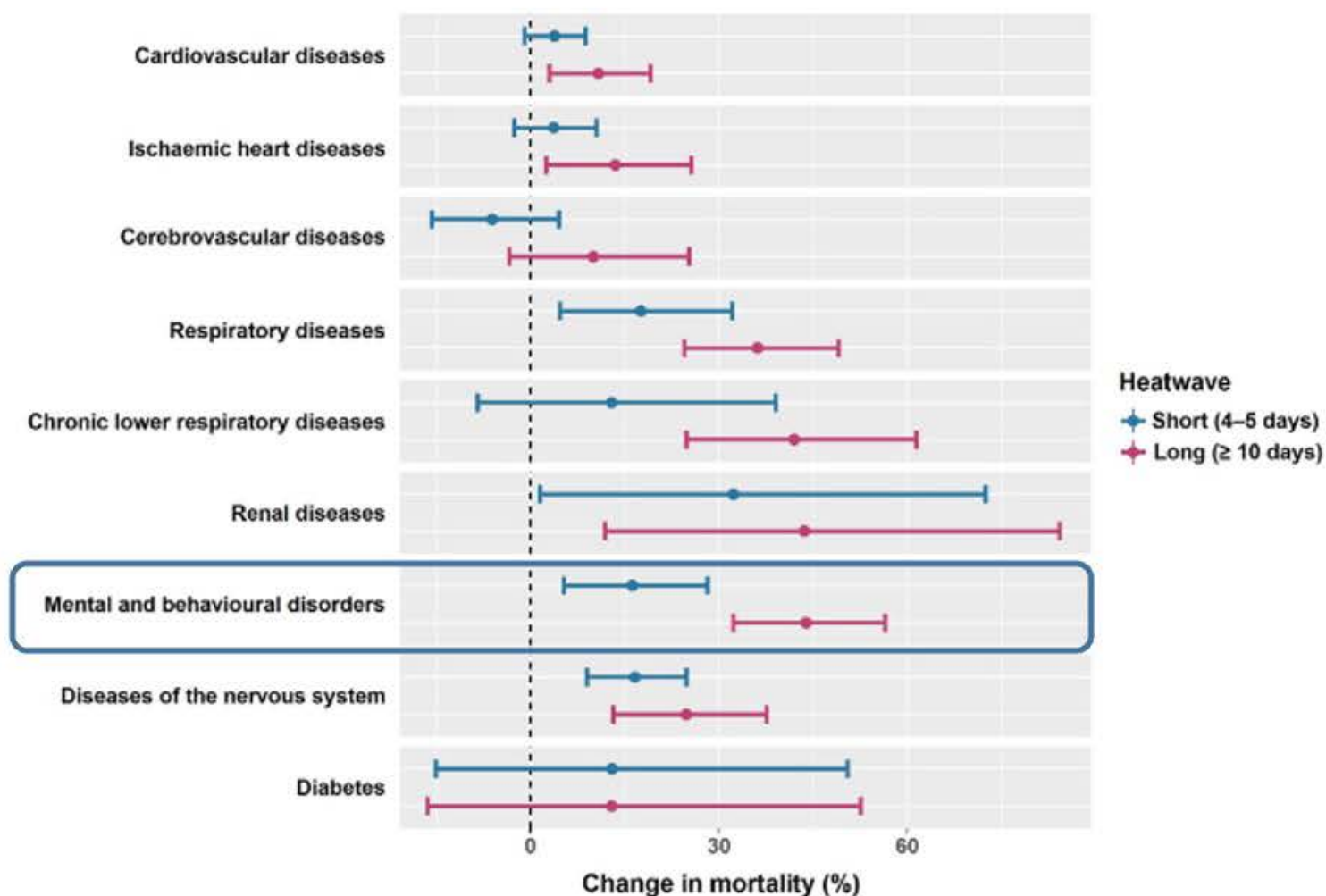
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106533>



## Rizik od smrtnosti povezan sa toplotnim talasima u Finskoj

**Procenat promene (95% CI) u dnevnoj smrtnosti od specifičnog uzroka tokom kratkih i dugih toplotnih talasa.**

Kod osoba starosti 65–74 godine, statistički značajno povećanje mortaliteta utvrđeno je za cerebrovaskularne bolesti, hronične bolesti donjih respiratornih organa i mentalne poremećaje i poremećaje ponašanja.

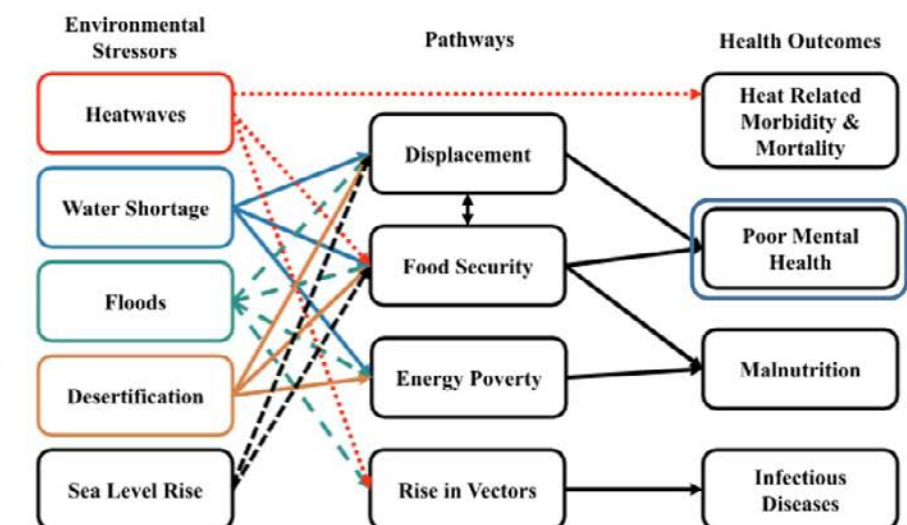


<https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111503>



## Migracije povezane sa klimom u supsaharskoj Africi

Toplotni talasi, vodeni stres, dezertifikacija, poplave i porast nivoa mora su stresori životne sredine koji povećavaju morbiditet, smrtnost i **loše mentalno zdravlje** u supsaharskoj Africi.



Ekološki stresori povezani sa klimom i glavni putevi do zdravstvenih ishoda u supsaharskoj Africi

<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.10.004>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-ZHU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Intenzitet i učestalost ekstremnih klimatskih događaja mogu izazvati poremećaje mentalnog zdravlja uključujući posttraumatski stresni poremećaj, depresivne poremećaje, anksioznost i druga ozbiljna stanja.

Pored toga, zbog svog prisilnog raseljavanja, mnogi klimatski migranti mogu doživeti negativne posledice na njihov osećaj identiteta i pripadnosti, faktore koji mogu da pojačaju psihosocijalni stres.

Dok je većina migracija unutar Afrike, klimatske promene takođe utiču na obrasce migracije van kontinenta.

Zdravstveni sistemi bi trebalo da budu prilagođeni kako bi zadovoljili povećanu

potražnju za uslugama mentalnog zdravlja u vezi sa klimatskim promenama.

- Zdravstvene ustanove u Aruši (Tanzanija), na primer, pružaju besplatno psihijatrijsko i psihološko savetovanje siromašnoj populaciji.
- Obučiti zdravstvene radnike i studente u školama medicine i javnog zdravlja za prilagođavanje zdravstvenih sistema na globalnom jugu i severu na trenutni i projektovani morbiditet pogoršan klimom, promene u trendovima zaraznih bolesti i pružanje mentalne zdravstvene zaštite za migrante.

## Požari u Australiji

Drugi zdravstveni efekti požara, koji tek treba da budu kvantifikovani, uključuju akutne i dugotrajne **uticaje na mentalno zdravlje**.

- traume evakuacije i dislokacije;
- gubitak porodice i prijatelja, imovine, sredstava za život i prirodnih pogodnosti;
- i strah od budućnosti.

Potencijalni **uticaji na one koji reaguju na prvoj liniji** (posebno na vatrogasce): fizička i mentalna iscrpljenost, emocionalne traume, hronična izloženost dimu, gubitak prihoda za mnoge dobrovoljne vatrogasce.



<https://doi.org/10.5694/mja2.50869>

<https://www.nature.com/articles/d41586-022-02782-w>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Požari 2019–2020. trajali su ukupno 3 meseca, zahvatili su 10 miliona hektara, uništili više od 3000 domova i direktno rezultirali sa 33 smrtna slučaja.

Gusti dim nedeljama je doveo do rekordnih nivoa zagađenja vazduha i procenjenih 417 viška smrtnih slučajeva, 1305 izlazaka hitne pomoći zbog astme i 3151 prijema u bolnicu zbog kardiovaskularnih i respiratornih oboljenja.

Epski požari u Australiji proširili su ozonsku rupu i izazvali globalnu toplotu.

Temperature u stratosferi su na nekim mestima porasle za 3 °C.

## Mogući biološki mehanizmi koji povezuju mentalno zdravlje i toplotu — kontemplativni pregled

**Istorija:** 1970-ih: psihijatrijska bolnica u državi NJujork iskusiła je veliki broj smrtnih slučajeva među pacijentima tokom toplotnih talasa

**Karakteristike pacijenata:** U poređenju sa opštom populacijom, pacijenti sa mentalnim poremećajima često imaju lošije opšte zdravlje i pokazuju povećan morbiditet i mortalitet uopšte.

**Psihotropni lekovi:** Mnogi antipsihotici, antiholinergici, antidepresivi, sedativi, lekovi za stabilizaciju raspoloženja i lekovi za nervni sistem povećavaju osetljivost na toplotu kroz inhibiciju adaptivnih termoregulativnih aktivnosti tela.

**Toplina i mozak:** Izloženost toploti narušava kognitivne funkcije, ometa izvršavanje efektivnih bihevioralnih odgovora i smanjuje kapacitet i radne i kratkoročne memorije.

**Toplotni talasi su izazvali poremećaje sna:** Ljudski san je osetljiv na karakteristike životne sredine i čak i manje promene životne sredine mogu dovesti do poremećaja sna i nedostatka sna.

<https://doi.org/10.3390/ijerph15071515>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

oni sa Alchajmerovom bolešću, demencijom, psihozom, šizofrenijom, i smetnjama u razvoju.

„Nesposobnost da se brine o sebi“ je identifikovana kao važan faktor rizika za smrtnost uzrokovanu toplotom i može doprineti lošem zdravlju ovih pacijenata.

Upotreba psihotropnih lekova: ometajući fiziološku homeostazu, ovi lekovi povećavaju ranjivost kod pacijenata sa problemima mentalnog zdravlja, čak i kada poremećaj ne utiče na njihovu spoznaju i sposobnost da se brinu o sebi.

### Istorija:

Analiza podataka o mortalitetu u psihijatrijskoj bolnici države NJujork od 1950. do 1984. godine navodi da su tokom ovog perioda psihijatrijski pacijenti imali dvostruko veći rizik od umiranja tokom toplotnog talasa u odnosu na opštu populaciju

Kalifornijski toplotni talas 1995. Povećanje OR-a (OR 3,5, 95% CI 1,7–7,3) za smrt i povećanje od 20% u bolničkom prijemu prikazani su kod osoba sa već postojećim mentalnim zdravstvenim stanjima

Mentalni poremećaji su takođe značajno doprineli mortalitetu od toplotnog talasa u Parizu 2003 (748+ smrtnih slučajeva)

U meta-analizi koju su izvršili Bušama i sar. (2007), autori su otkrili da je, među već postojećim stanjima, psihijatrijska bolest utrostručila rizik od smrtnosti i bila je faktor koji je najjače povezan sa smrću tokom toplotnih talasa (OR 3,61, 95% CI 1,3–9,8).

### Karakteristike pacijenata

Svest o životnoj sredini i sposobnost pokretanja adaptivnog ponašanja, kao što je povećan unos tečnosti, odgovarajuće planiranje dnevnih aktivnosti ili nošenje odgovarajuće odeće, mogu biti ugroženi kod nekih grupa pacijenata sa problemima mentalnog zdravlja, kao što su





## Mogući biološki mehanizmi koji povezuju mentalno zdravlje i toplotu — kontemplativni pregled

**Istorija:** 1970-ih: psihijatrijska bolnica u državi NJujork iskusiła je veliki broj smrtnih slučajeva među pacijentima tokom toplotnih talasa

**Karakteristike pacijenata:** U poređenju sa opštom populacijom, pacijenti sa mentalnim poremećajima često imaju lošije opšte zdravlje i pokazuju povećan morbiditet i mortalitet uopšte.

**Psihotropni lekovi:** Mnogi antipsihotici, antiholinergici, antidepresivi, sedativi, lekovi za stabilizaciju raspoloženja i lekovi za nervni sistem povećavaju osetljivost na toplotu kroz inhibiciju adaptivnih termoregulativnih aktivnosti tela.

**Toplina i mozak:** Izloženost toploti narušava kognitivne funkcije, ometa izvršavanje efektivnih bihevioralnih odgovora i smanjuje kapacitet i radne i kratkoročne memorije.

**Toplotni talasi su izazvali poremećaje sna:** Ljudski san je osetljiv na karakteristike životne sredine i čak i manje promene životne sredine mogu dovesti do poremećaja sna i nedostatka sna.

<https://doi.org/10.3390/ijerph15071515>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Psihotropni lekovi

Antiholinergički lekovi ili lekovi sa antiholinergičkim dejstvom smanjuju znojenje, smanjuju eliminaciju toplote, čime povećavaju ranjivost svojih korisnika u toplotnim talasima.

Simpatomimetici, posebno oni koji deluju kao agonisti na adrenergičkom receptoru, izazivaju hipertermiju kroz povećanu kožnu vazokonstrikciju (tj. smanjen protok krvi u koži), dok neki simpatomimetici takođe povećavaju metaboličku proizvodnju toplote povećanom mišićnom aktivnošću povezanom sa agitacijom.

Neuroleptici (antipsihotici), kao što su fenotiazini, imaju i antiholinergičko i centralno termoregulatorno dejstvo i njihova upotreba je

povezana sa povećanim rizikom od toplotnog udara.

Pokazalo se da antidepresivi, kao što je dvostruki inhibitor ponovnog preuzimanja dopamina/noradrenalina bupropion, značajno povećavaju temperaturu tela kod ljudi koji vežbaju (i temperaturu tela i mozga kod pacova koji vežbaju).

Antipsihotici: Percepciju žeđi mogu poremetiti lekovi na nekoliko nivoa regulacionog sistema, što doprinosi razvoju dehidracije.

### Toplina i mozak

Povećanje telesne temperature može uticati na isporuku kiseonika u različite regione mozga i na taj način uticati na proces obrade informacija u CNS-u.

Povećana permeabilnost KMB (krvno-moždana barijera) u hipertermiji može povećati ranjivost mozga i na patogene organizme i na toksične neurohemikalije.

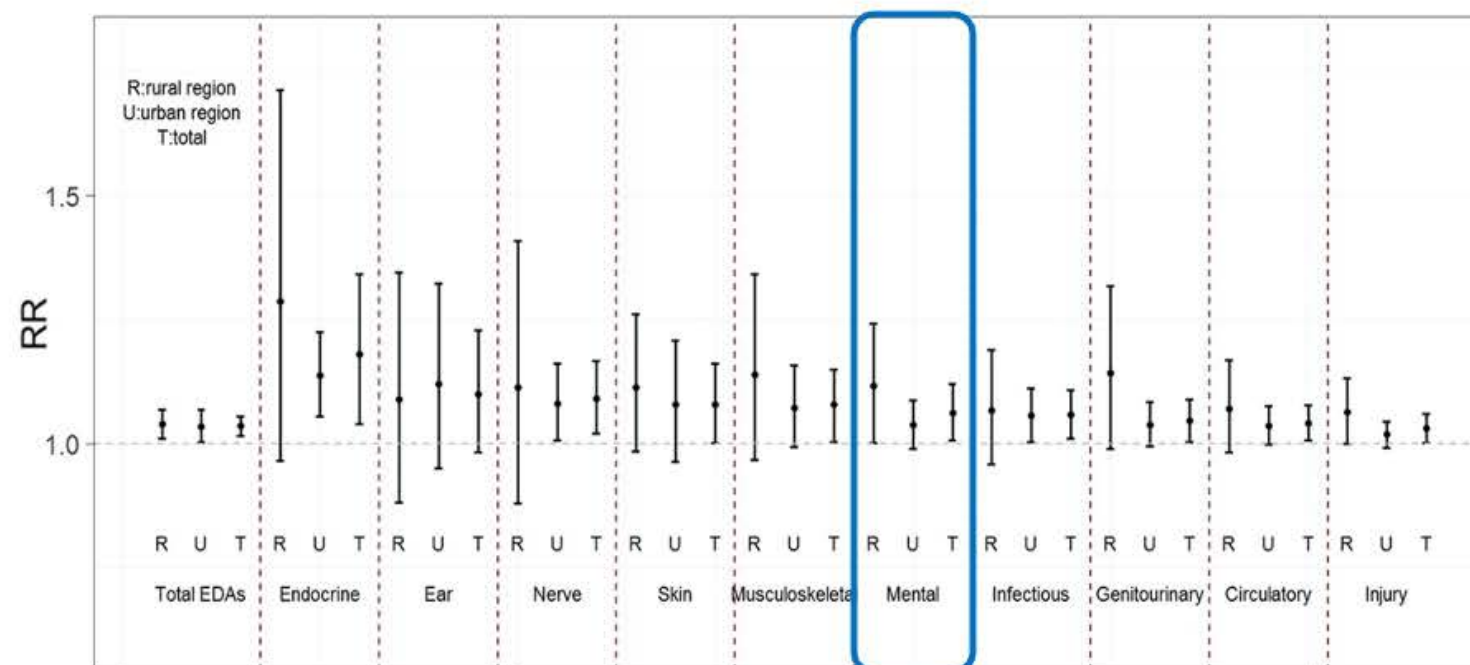
Patologija teške hipertermije uključuje edeme i otečene nervne ćelije sa dezintegrisanim jezgrima u različitim delovima mozga i često izaziva nepovratna neurološka oštećenja.

Pokazalo se da toplotni stres povećava lučenje hipotalamo-hipofizno-adrenokortikalnih (HPA) hormona adrenalina, noradrenalina i kortizola, ali i povećava nivo serotonina u cirkulaciji i nivo dopamina i serotonina u hipotalamusu, čije promene verovatno utiču na fiziološke odgovore, ali i na stanje raspoloženja i spoznaju.

→ | <https://doi.org/10.3390/ijerph15071515>

# Uticaj toplotnog talasa na posete odeljenju za hitne slučajeve specifične za uzroke (POHS)

- Objedinjeni efekti toplotnih talasa na POHS specifične za uzroke između urbanih i ruralnih regiona
- Postojali su značajni udruženi efekti toplotnih talasa na ukupne i specifične POHS u osam zajednica u Kvinslendu, Australija



Toplotni talasi i posete odeljenju za hitne slučajeve specifične za uzroke u osam zajednica u Kvinslendu, Australija.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.10.013>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

# Mentalno zdravlje i poremećaji povezani sa stresom

## Najviše u opasnosti:

- Deca
- Starije osobe
- Trudnice i porodilje
- Ljudi sa mentalnim bolestima
- Ljudi koji žive u siromaštvu
- Ljudi koji su beskućnici
- Službenici na prvoj liniji
- Ljudi koji doživljavaju povećan stres
- Ljudi koji se oslanjaju na životnu sredinu za opstanak



Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://www.cdc.gov/climateandhealth/pubs/CDC-HealthHarmCards-508.pdf>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



# Problemi sa mentalnim zdravljem - Šta pojedinci mogu da urade

- **Upoznajte svoje znake stresa**

- Poteškoće u koncentraciji i donošenju odluka
- Smanjeno interesovanje za uobičajene aktivnosti
- Neverica, šok i obamrlost
- Bes, napetost i razdražljivost
- Strah i zabrinutost za budućnost

- **Družite se sa prijateljima i porodicom**

- Povežite se i razgovarajte sa svojim prijateljima, članovima porodice i zajednicom

- **Pravite mentalne pauze**

- Uključite se u aktivnosti za dekompresiju, kao što su vežbanje, slušanje muzike ili provođenje vremena sa prijateljem

- **Pitajte za pomoć**

- Potražite stručnu pomoć kada simptomi ometaju vaše svakodnevne aktivnosti

Izvor (pristupljeno 14.06.2023):

[https://www.cdc.gov/climateandhealth/site\\_resources.htm](https://www.cdc.gov/climateandhealth/site_resources.htm)

Erasmus+ **Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Problemi sa mentalnim zdravljem - Šta zajednice mogu da urade

## CLIMATE AND HEALTH: PLANNING WORKSHEET PREPARING A COORDINATED COMMUNITY RESPONSE

*This leave-behind worksheet is designed to help community groups coordinate efforts to adapt to the local health impacts of our changing climate. It is intended to help facilitate shared community response planning with key stakeholders. The Health Impacts Cards (described in section I) are designed to complement this planning worksheet. It is recommended that the worksheet only be used after the audience has been exposed to the topic of climate and health through other means such as an introductory presentation, videos, or discussion.*

First, list the sectors/organizations participating in today's planning session:

### Pripremite plan za hitne slučajeve

- Razvijte zdravstvene planove ponašanja za katastrofe
- Uključite jasne poruke o pristupu uslugama mentalnog zdravlja i kriznom savetovanju

#### I. ASSESSING COMMUNITY RISK (Complete as a group)

Start by identifying the climate-related health risks in your community today. Refer to the health impact cards for details and circle all that apply.

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| a. Extreme Heat                                   | b. Contaminated Food       |
| c. Extreme Weather                                | d. Contaminated Water      |
| e. Air Pollution                                  | f. Hunger and Malnutrition |
| g. Diseases Spread by Insects, Ticks, and Rodents | h. Mental Health Problems  |

Based on the issues you circled above, which groups of people in your community are most at-risk?

- |  |  |
|--|--|
| a. Older adults  | b. Outdoor workers or agricultural workers |
| c. Young children  | d. People with physical disabilities       |
| e. People who lack air conditioning  | f. People taking certain medications       |
| g. First responders  | h. People living in poverty                |
| i. People with weakened immune systems   | j. Student athletes                        |
| k. Homeless individuals  | l. Pregnant women                          |
| m. People with chronic illnesses, allergies, or pre-existing respiratory, cardiac, or mental health conditions | n. People using private well water         |
|  | o. Other _____                             |

#### II. MAPPING RESOURCES (Complete as a group)

Next, identify where you have community resources to address the above health impacts and reach at-risk groups.

Of the at-risk groups identified above, which does your sector/organization have the most access to?  
In your experience, what are the best ways to reach them?

Izvor (pristupljeno 14.06.2023):

[https://www.cdc.gov/climateandhealth/site\\_resources.htm](https://www.cdc.gov/climateandhealth/site_resources.htm)

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



## MENTAL HEALTH PROBLEMS CASE STUDY

### Oregon Health Authority, Climate and Health Program

**Problem:** More exposure to extreme events in Oregon, such as storms and wildfires, can lead to economic stress and displacement, which can increase the risk of mental health conditions like anxiety, depression, and post-traumatic stress, even among people with no history of mental illness.

**Approach:** To communicate various climate impacts within a local context, the Climate and Health Program released a collection of digital stories from partners and community members. Featured mental health professionals highlighted the connection between climate change and mental health and the need for community collaboration to prepare for and respond to its effects.

**Results:** The Oregon Health Authority continues to embed mental health into its planning processes and maintains partnerships with mental health agencies across the state through its Public Health Emergency Preparedness program. These collaborations include health provider training to support trauma care that recognizes and responds to the effects of climate change.



Centers for  
Disease and Prevention  
National Center for  
Environmental Health

CLIMATE-READY STATES  
AND CITIES INITIATIVE

[cdc.gov/climateandhealth](https://cdc.gov/climateandhealth)

Communities are developing a coordinated response to health risks by using CDC's Building Resilience Against Climate Effects (BRACE) framework, a five-step process for climate adaptation.



## Preporuka:

Bilo bi korisno za lokalne zdravstvene vlasti i pružaoce usluga da uključe uticaje na mentalno zdravlje u svoje sisteme upozorenja o toplotnim talasima i da imaju politike i smernice javnog zdravlja koje se bave sprečavanjem smrtnosti i morbiditeta od poremećaja mentalnog zdravlja izazvanog toplotom.

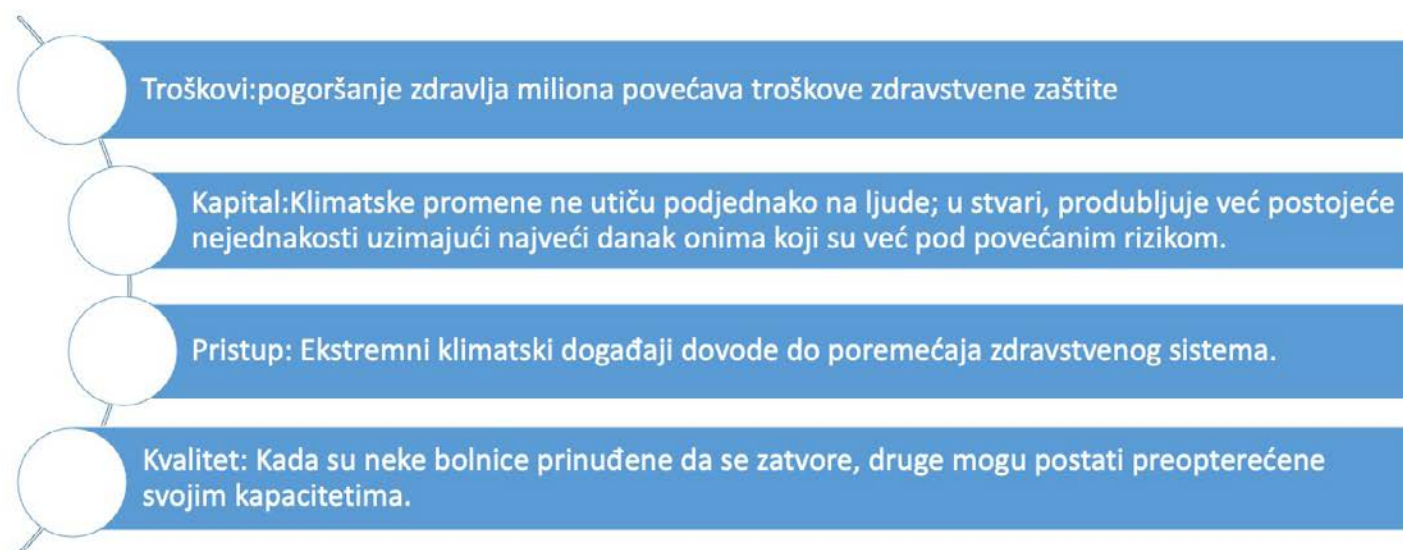
Izvor: Liu i sar: Da li postoji veza između toplog vremena i loših ishoda mentalnog zdravlja? Sistematski pregled i meta-analiza. Environ Int. 2021.  
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106533>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

## Kako klimatske promene utiču na zdravstveni sistem?



<https://www.commonwealthfund.org/publications/explainer/2022/may/impact-climate-change-our-health-and-health-systems>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



### Klimatske promene utiču na svaki aspekt zdravstvenog sistema.

To može dovesti do velikih finansijskih gubitaka za sisteme pružanja zdravstvene zaštite.

Klimatske promene takođe pogoršavaju postojeće nejednakosti u zdravstvu i zdravstvenoj zaštiti.

Globalno zagrevanje otežava pristup zdravstvenim uslugama, kao i kvalitet pruženih usluga.

**Troškovi:** pogoršanje zdravlja miliona povećava troškove zdravstvene zaštite.

→ Briga o ljudima koji se suočavaju sa neposrednim udarima, kao i o ljudima sa novim ili pogoršanim hroničnim stanjima, kao što su kardiovaskularne ili respiratorne bolesti.

→ Jedna studija o 10 klimatskih događaja iz 2012. u SAD otkrila je da su zdravstveni troškovi, uključujući prijeme u bolnicu, posete odeljenju za hitne slučajeve, druge medicinske troškove i izgubljene plate, iznosili ukupno 10 milijardi dolara u 2018. godini.

**Kapital:** Klimatske promene ne utiču podjednako na ljude; u stvari, produbljuje već postojeće nejednakosti uzimajući najveći danak onima koji su već pod povećanim rizikom.

→ Ljudi u najvećoj opasnosti su:

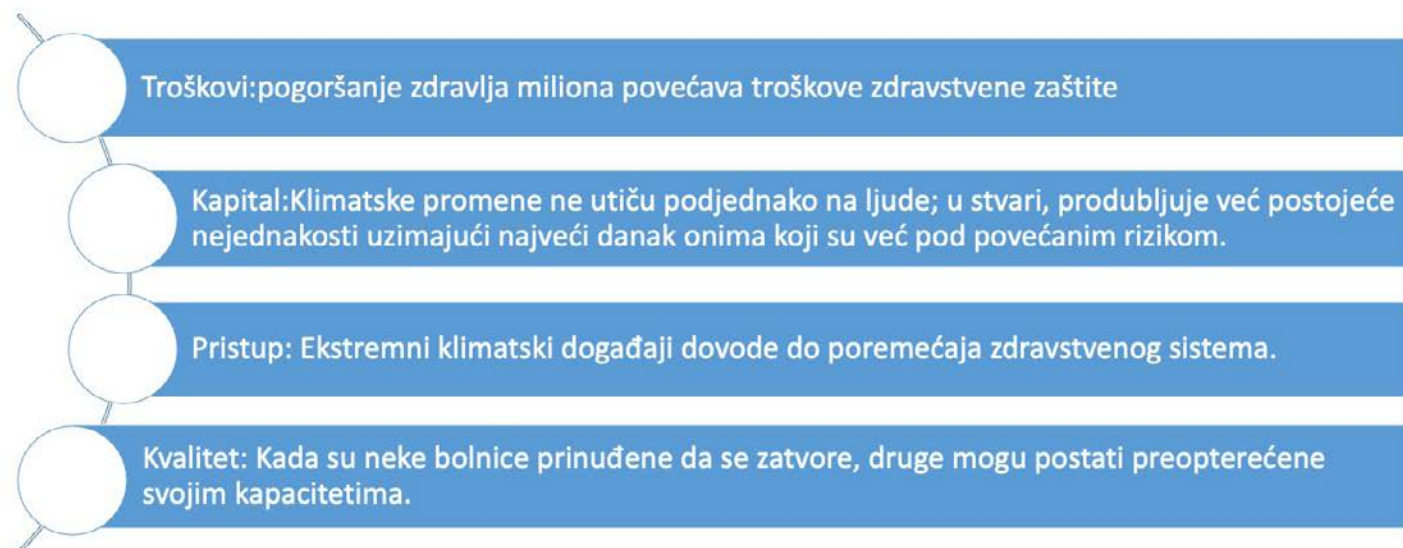
- ljudi sa niskim primanjima
- osobe iz različitih etničkih grupa, posebno starosedelačke zajednice
- radnici u određenim opasnim zanimanjima, kao što su prva pomoć i građevinski radnici
- ljudi koji žive u ekološki osetljivim područjima

→ Istraživanja pokazuju da su ekstremni vremenski događaji poput uragana povezani sa dugoročnim rasnim disparitetima i mogu čak da preokrenu prethodne dobitke na kapitalu.

- Na primer, Afro-Amerikanci koji su preživeli uragan Katrina češće prijavljuju probleme vezane za uragan sa ličnim zdravljem, emocionalnim blagostanjem i finansijama domaćinstva.



## Kako klimatske promene utiču na zdravstveni sistem?



<https://www.commonwealthfund.org/publications/explainer/2022/may/impact-climate-change-our-health-and-health-systems>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ <https://www.commonwealthfund.org/publications/explainer/2022/may/impact-climate-change-our-health-and-health-systems>

**Pristup:** Ekstremni klimatski događaji dovode do poremećaja zdravstvenog sistema.

- Bolnice će možda morati da se evakuišu, objekti mogu biti oštećeni ili zatvoreni, nestanak struje može poremetiti negu, a oštećeni putevi ili tranzitni sistemi mogu sprečiti ljude da dođu do zdravstvenih ustanova.
- Kada je uragan Sendi pogodio NJujork 2012. godine, bolnica Belvu, koja pruža usluge za više od 500.000 pacijenata godišnje, bila je prinuđena da se privremeno zatvori i premesti pacijente na drugo mesto

**Kvalitet:** Kada su neke bolnice prinuđene da se zatvore, druge mogu postati preopterećene svojim kapacitetima.

- Prenaseljenost i smeštaj pacijenata u odeljenja hitne pomoći povezani su sa smanjenim kvalitetom nege.
- Pored toga, poremećaji u lancu snabdevanja mogu smanjiti dostupnost kritičnih lekova ili medicinskih uređaja.
- Kada je uragan Marija ošteti ključnu fabriku za proizvodnju slanog rastvora u Portoriku, to je dovelo do velike nestašice ključnog medicinskog snabdevanja i na teritoriji te zemlje i u ostatku SAD



## Kako klimatske promene utiču na radnu snagu u zdravstvu?



Problemi mentalnog zdravlja i sagorevanje kod zdravstvenih radnika (Izvor: healthueuropa.com, pristupljeno 14.06.2023.)



Zdravstveni radnici Asama „pozajmljuju“ čamce da bi stigli do žrtava poplava usred KOVID-a (Izvor: ndtv.com/india-news, pristupljeno 14.6.2023.)



Dok suša pojačava svoj stisak u Keniji, motociklistička ambulanta pomaže ženama da pristupe kritičnoj zdravstvenoj zaštiti (Izvor: un.org/africarenewal, pristupljeno 14.6.2023.)



Sve veći značaj medicine katastrofa (Izvor: emag.medicaexpo.com, pristupljeno 14.06.2023.)



Kuće gore dok ogromni požari evakušu šest zajednica na području Jerusalema (Izvor: timesofisrael.com, pristupljeno 14.06.2023.)

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Zdravstveni radnici doživljavaju **rizike za fizičko i mentalno zdravlje** zbog klimatskih promena akutnije nego opšta populacija.

Klimatske promene ne samo da remete njihove živote, već i čine njihov posao izazovnijim, povećavajući rizik od **sagorevanja**.

Oluje, poplave, šumski požari i drugi ekstremni događaji često ih sprečavaju da putuju do zdravstvenih ustanova. Kako se sve više ljudi razboli zbog klimatskih promena, biće sve veća potreba za većom radnom snagom koja je spremna za klimu.

Budući da klimatski rizici za zdravstvenu zaštitu mogu biti novi u nekim delovima sveta, od vitalnog je značaja da zdravstveni radnici budu **obučeni** za identifikaciju i rešavanje ovih rizika.

U slučaju poremećaja zdravstvenog sistema, radna snaga mora brzo da se prilagodi pružanju nege u **veoma izazovnim okolnostima**.

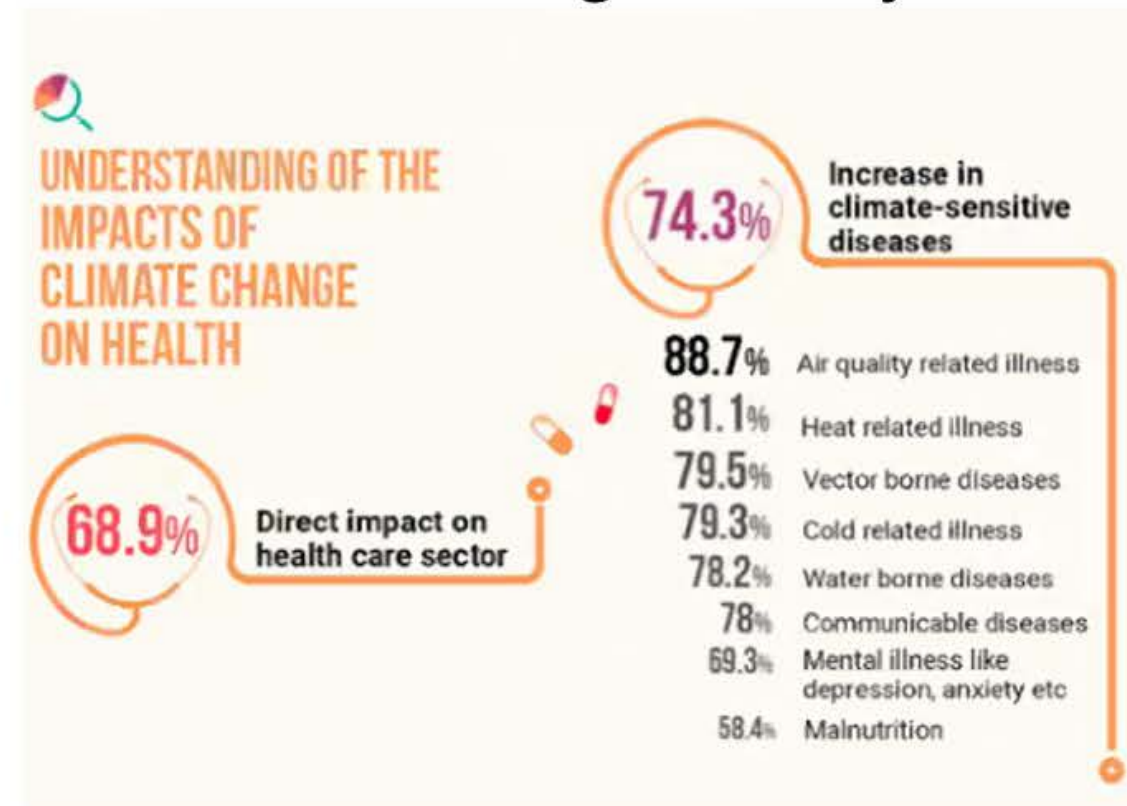
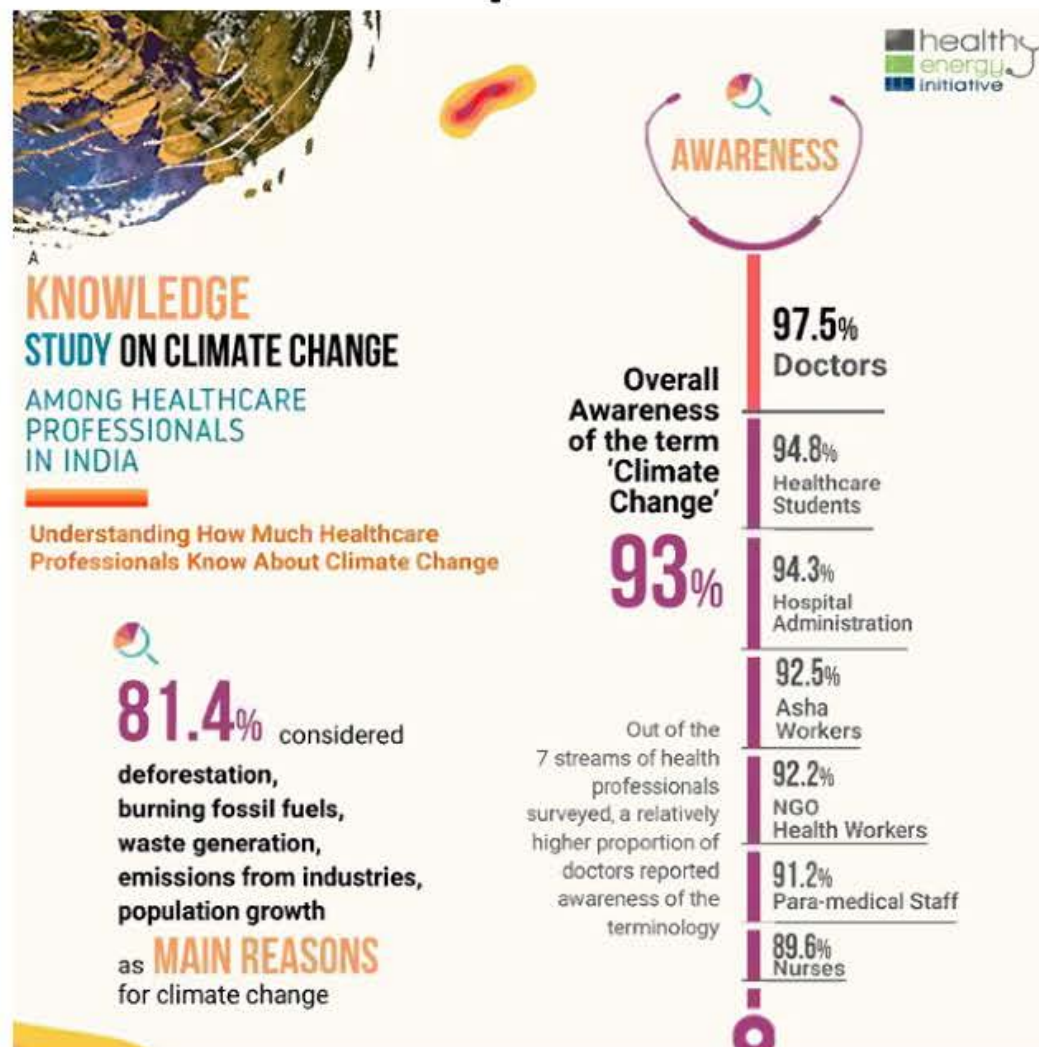
→ Jedna studija iz Australije otkrila je da u regionu naseljenom nedovoljno opskrbljenom populacijom, efekti klimatskih promena dovode do toga da trećina zdravstvenih radnika razmišlja o preseljenju na drugo mesto.

→ Mnogi radnici su osetljiviji na zdravstvene uticaje klimatskih promena nego opšta populacija jer:

- Oni rade **na otvorenom**, u oblastima kao što su poljoprivreda, građevinarstvo ili transport. To ih može učiniti izloženijim ekstremnim temperaturama i vremenskim uslovima, lošem kvalitetu vazduha i štetočinama koje prenose bolesti.
- Oni rade u **toplim zatvorenim sredinama** koje nemaju adekvatnu klimatizaciju, kao što su proizvodni pogoni, skladišta i drugi objekti.
- Oni su **radnici za hitne slučajeve**, kao što su bolničari, vatrogasci i policajci. Veća je verovatnoća da će ovi radnici biti izloženi rizicima vezanim za klimu, kao što su dim od šumskog požara ili poplave od obilnih padavina.

- <https://www.commonwealthfund.org/publications/explainer/2022/may/impact-climate-change-our-health-and-health-systems>
- <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

# Znanje, stavovi i prakse u vezi sa klimatskim promenama i njihovim zdravstvenim aspektima među zdravstvenom radnom snagom u Indiji



Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://en.gaonconnection.com/the-healthcare-sector-has-a-responsibility-to-address-climate-change-and-reduce-its-carbon-footprint-study/>

Sambat i sar: Znanje, stavovi i prakse u vezi sa klimatskim promenama i njihovim zdravstvenim aspektima među zdravstvenom radnom snagom u Indiji – Studija poprečnog preseka. Časopis za klimatske promene i zdravlje. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100147>



# Klimatske promene i zdravlje radnika



## Ključne pretnje po zdravlje radnika

- Toplotne bolesti
- Respiratorne bolesti
- Efekti na fizičko i mentalno zdravlje
- Bolesti povezane sa insektima i krpeljima
- Efekti vezani za pesticide

Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



# Klimatske promene i zdravlje radnika

## 1. Toplotne bolesti

- Toplotne bolesti mogu nastati kada je osoba izložena visokim temperaturama i njeno telo ne može da se ohladi.
- Kako se klima menja, prosečne i ekstremne temperature rastu, uz toplotne talase.
- Ove promene mogu da dovedu radnike u zatvorenom i na otvorenom u veći rizik od bolesti povezanih sa toplotom, kao što su toplotni udar i iscrpljenost, posebno na poslovima koji su fizički zahtevni.
- Umor izazvan toplotom takođe može uticati na opreznost radnika na opasnosti vezane za posao, što može povećati šansu za povrede ili smrt.
- Građevinski, komunalni, transportni i drugi radnici na otvorenom suočavaju se sa dodatnim rizicima zbog urbanih toplotnih ostrva, koja mogu da pojačaju i dnevne i noćne temperature.

Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

# Klimatske promene i zdravlje radnika

## 2. Respiratorne bolesti

### • **Kvalitet vazduha**

- Klimatske promene će uticati na kvalitet vazduha – očekuje se povećanje nekih zagađivača spoljašnjeg vazduha (O3 i PM).
- Radnici na otvorenom, uključujući poljoprivredne radnike i radnike migrante, mogu biti više izloženi ovim zagađivačima, što može dovesti do respiratornih bolesti, uključujući astmu.

### • **Polen**

- Ranije prolećno zagrevanje, promene padavina, porast temperature i koncentracije ugljen-dioksida mogu povećati dužinu i ozbiljnost sezone polena.
- Radnici na otvorenom, kao što su farmeri, rančeri i drugi poljoprivredni radnici, mogu se suočiti sa većom izloženošću polenu i drugim alergenima koji izazivaju polensku groznicu ili astmu.

### • **Šumski požari**

- Kako se klima menja, sve veća učestalost i intenzitet šumskih požara dovešće do povećanog respiratornog zdravstvenog rizika za vatrogasce (zapaljenje pluća i smanjena funkcija pluća).

### • **Unutrašnje sredine**

- Promene u klimi mogu pogoršati alergene i određene spoljne zagađivače, koji se onda mogu naći u zatvorenom prostoru.
- Klimatske promene takođe mogu povećati učestalost i ozbiljnost nekih ekstremnih vremenskih događaja, uključujući obilne padavine. Više vlage i vlage može dovesti do povećanja buđi, bakterija i štetočina, što može pogoršati astmu i druge respiratorne efekte za radnike u zatvorenom prostoru u vlažnom okruženju.

Izvor (pristupljeno 14.06.2023):

<https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

# Klimatske promene i zdravlje radnika

## 3. Efekti na fizičko i mentalno zdravlje

- Kako se klima menja, neki ekstremni vremenski događaji postaju sve češći ili intenzivniji.
- Poplave, oluje, suše i šumski požari često zahtevaju kompleksnu reakciju u vanrednim situacijama, oporavak i operacije spasavanja.
- Ove operacije izlažu riziku mnoge vrste radnika, uključujući one koji prve reaguju, zdravstvene radnike i one koji su uključeni u podršku pre i posle katastrofe.
- Radnici mogu iskusiti efekte i po fizičko i po mentalno zdravlje od ovih događaja.
- Fizički uticaji mogu uključivati smrt, povrede i bolesti.
- Efekti na mentalno zdravlje mogu uključivati anksioznost, depresiju i posttraumatski stresni poremećaj.

Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



# Klimatske promene i zdravlje radnika

## 4. Bolesti povezane sa insektima i krpeljima

- Toplije temperature povezane sa klimatskim promenama mogu povećati razvoj i stopu ujeda komaraca.
- Povećane padavine mogu stvoriti više mesta za razmnožavanje komaraca.
- Radnici na otvorenom, kao što su poljoprivredni radnici, mogli bi biti izloženi većem riziku od ugriza krpelja i insekata koji izazivaju lajmsku bolest, virus Zapadnog Nila i druge bolesti.
- Većina ljudi koji se zaraze virusom Zapadnog Nila ne razvijaju nikakve simptome, ali u retkim slučajevima ljudi mogu doživeti ozbiljnu bolest, pa čak i umreti.
- Lajmska bolest može izazvati hronični bol i neurološke probleme ako se ne leči rano.

Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Klimatske promene i zdravlje radnika

## 5. Efekti vezani za pesticide

- Očekuje se da će promene u populaciji i distribuciji štetočina povećati upotrebu pesticida u poljoprivredi.
- Klimatske promene su već doprinele proširenju opsega krpelja.
- Ove promene bi mogle povećati izloženost poljoprivrednih radnika pesticidima.
- Takođe bi moglo da dovede članove porodice u opasnost ako radnici donesu ostatke pesticida u svoje domove, kao što su njihova koža, alati i odeća.
- Raspršeni pesticidi takođe mogu dospeti u zajednice i domove u blizini farmi, povećavajući rizik za stanovnike.

Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Klimatske promene i zdravlje radnika

## Ranjivosti koje se preklapaju

- Određeni radnici mogu biti deo drugih grupa osetljivih na klimatske promene.
- Ovo može povećati njihov zdravstveni rizik.
- Neki radnici na otvorenom takođe mogu da žive u zajednicama sa lošim kvalitetom vazduha.
- Stariji odrasli radnici sa postojećim zdravstvenim stanjem mogu biti osetljiviji na ekstremnu toplotu.
- Radnici koji su deo imigrantske populacije takođe mogu biti osetljiviji na klimatske opasnosti jer često imaju manje sredstava da se pripreme i nose sa situacijom.

Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

**Erasmus+** Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

**CLIMATEMED** – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



# Klimatske promene i zdravlje radnika – šta možete da uradite

**I zaposleni i poslodavci mogu preduzeti korake za smanjenje uticaja klimatskih promena na zdravlje, uključujući:**

**Čuvajte se i ostanite hidrirani:** Zaposleni na otvorenom treba da piju dovoljno vode, da prave pauze i traže senku kada je to moguće. Poslodavci bi trebalo da zahtevaju od radnika da prave pauze na hladnom mestu i da se postaraju da zaposleni ne preskaču ove pauze.

**Planirajte, obučavajte i nadgledajte:** Poslodavci treba da imaju pisani plan za sprečavanje toplotnih bolesti. Takođe bi trebalo da obučavaju zaposlene da prepoznaju opasnosti od toplote i da prate uslove vezane za toplotu na radnim mestima.

**Proverite kvalitet spoljašnjeg vazduha:** Pogledajte lokalne vremenske izveštaje. Obratite pažnju na upozorenja o požaru, dimu i pepelu.

Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Klimatske promene i zdravlje radnika – šta možete da uradite

**Poboljšajte kvalitet vazduha u zatvorenom prostoru:** Poslodavci radnika u zatvorenom prostoru mogu preduzeti korake kako bi osigurali da njihova radna mesta imaju adekvatnu ventilaciju i kontrolu vlage.

**Vodite računa o svom mentalnom zdravlju:** Poslodavci mogu osigurati da su odgovarajuće usluge mentalnog zdravlja dostupne za njihove zaposlene, posebno tokom i nakon ekstremnih vremenskih događaja ili klimatskih katastrofa.

**Sprečite ujede:** Radnici na otvorenom mogu da koriste sredstva protiv insekata i da nose košulje dugih rukava i pantalone kako bi sprečili ujede komaraca. Budite svesni gde krpelji žive. Proverite da li imate krpelja ako ste bili na otvorenom. Ovo je posebno važno tokom toplijih meseci i ako ste bili u šumovitim ili travnatim područjima.

**Zaštitite radnike koji rukuju ili dolaze u kontakt sa pesticidima:** Poslodavci mogu obezbediti obuku i zaštitnu opremu i preduzeti druge korake za smanjenje izloženosti pesticidima. Poljoprivrednici bi mogli da smanje upotrebu pesticida kroz integrisano upravljanje štetočinama ili druge postupke.

Izvor (pristupljeno 14.06.2023): <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



# Klimatske promene i bezbednost i zdravlje na radu

- Odnos između globalnih klimatskih promena i bezbednosti i zdravlja na radu nije opširno okarakterisan
- Razvijen je okvir za identifikaciju kako klimatske promene mogu uticati na radno mesto i radnike, kao i profesionalni morbiditet, mortalitet i povrede na osnovu pregleda objavljene naučne literature od 1988–2008, koja uključuje klimatske efekte, njihovu interakciju sa profesionalnim opasnostima i njihovu manifestaciju u radno aktivnom stanovništvu.
- Identifikovano je sedam kategorija opasnosti povezanih sa klimom:
  - (1) povećana temperatura okoline
  - (2) zagađenje vazduha
  - (3) izlaganje ultraljubičastom zračenju
  - (4) ekstremno vreme
  - (5) bolesti koje se prenose vektorima i proširena staništa
  - (6) industrijske tranzicije i industrije u nastajanju
  - (7) promene u izgrađenom okruženju
- Klimatske promene mogu dovesti do povećanja rasprostranjenosti, distribucije i ozbiljnosti poznatih profesionalnih opasnosti

Izvor: Šulte i Čun: Klimatske promene i bezbednost i zdravlje na radu: Uspostavljanje preliminarog okvira. J Occup Environ Hyg 2009. <https://doi.org/10.1080/15459620903066008>

**Erasmus+** Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

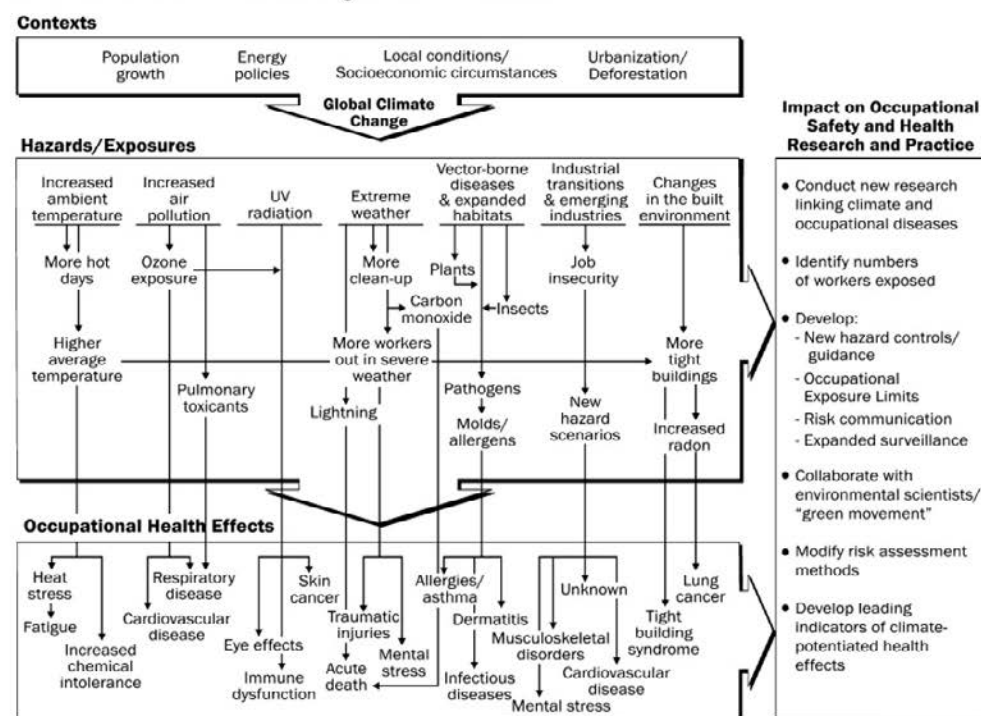
**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



## Klimatske promene i bezbednost i zdravlje na radu

Konceptualni okvir odnosa klimatskih promena i bezbednosti i zdravlja na radu



<https://doi.org/10.1080/15459620903066008>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Klimatske promene i bezbednost i zdravlje na radu

→ Na uticaj klimatskih promena na zdravlje radnika utiču i drugi kontekstualni faktori, kao što su:

- rast populacije
- energetske politike
- sve veća urbanizacija i krčenje šuma

→ Ovi faktori, zajedno sa klimatskim promenama, mogu dovesti do povećanja veličine i ozbiljnosti poznatih opasnosti i dovesti do povećanja broja radnika koji bi im bili izloženi.

→ <https://doi.org/10.1080/15459620903066008>

# Klimatske promene i bezbednost i zdravlje na radu

## Faktori koji bi mogli da povećaju osetljivost na profesionalne opasnosti vezane za klimu

<b>Starost</b>	Stariji radnici mogu imati sporiju eliminaciju mnogih toksikanata. Takođe su manje sposobni za termoregulaciju.
<b>Gojaznost</b>	Nasledene i stečene razlike u toleranciji na toplotu i stopi znojenja: višak telesne mase povećava metaboličku proizvodnju toplote.
<b>Prethodne bolesti</b>	Radnici sa prethodnim toplotnim povredama, gojaznošću ili postojećom bolešću kao što su kardiovaskularne bolesti ili hronične respiratorne bolesti, stariji, deca ili drugi koji se bave termički stresnim zanimanjima i koji nisu aklimatizovani mogu biti izloženi većem riziku od toplotnih bolesti.
<b>Veoma mala veličina tela, niži socioekonomski status</b>	Oni koji žive u siromaštvu ili imaju malu telesnu veličinu podložni su toplotnom stresu zbog mogućnosti višestruke izloženosti, lošije ishrane i nedostatka pristupa medicinskoj nezi.
<b>Trudnoća</b>	Neke osobe sa postojećim zdravstvenim stanjima (koji su oslabili imuni sistem trudnoćom, dijabetesom i autoimunim bolestima) mogu biti osetljiviji na plesni.
<b>Imunološki status</b>	Ljudi koji imaju infekciju virusom humane imunodeficijencije ili imunosupresiju kao rezultat terapije raka ili opasnosti po zdravlje su u većem riziku od ozbiljnih infekcija.
<b>Vrsta radne odeće</b>	Radnici koji moraju da nose polupropusnu ili nepropusnu zaštitnu odeću ili LZO, kao što su Tivek odela, rukavice, respiratori za prečišćavanje vazduha, izloženi su riziku od toplotnih poremećaja.
<b>Genetske karakteristike</b>	Genetski faktori domaćina (npr. gen za hemohromatozu) koji modifikuju patofiziološke efekte čestica mogu igrati ulogu u predviđanju osetljivosti na zagađenje vazduha. Proteini toplotnog šoka i neki geni (tj. C-reaktivni protein, ICAM-1, metalotionein i cNOS) menjaju ekspresiju sa toplotnim stresom.

<https://doi.org/10.1080/15459620903066008>

**Erasmus+ Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**

 European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



# CKB-ov okvir za izgradnju otpornosti na klimatske efekte (BRACE)

- Proces u pet koraka koji omogućava zdravstvenim službenicima da razviju strategije i programe koji će pomoći zajednicama da se pripreme za zdravstvene efekte klimatskih promena.
- Deo ovog napora se sastoji iz uključivanja složenih atmosferskih podataka i projekcija klime kratkog i dugog dometa u planiranje javnog zdravlja i aktivnosti reagovanja.

## Korak 1: Predviđanje klimatskih uticaja i procena ranjivosti

Identifikujte obim klimatskih uticaja, povezane potencijalne zdravstvene ishode i populacije i lokacije osetljive na ove zdravstvene uticaje.

## Korak 2: Projektujte teret bolesti

Procenite ili kvantifikujte dodatno opterećenje zdravstvenih ishoda povezanih sa klimatskim promenama.

## Korak 3: Procenite intervencije javnog zdravlja

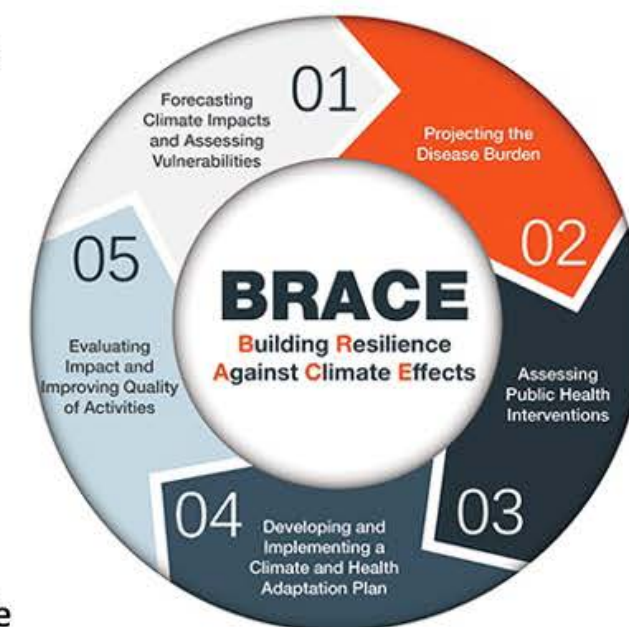
Identifikujte najpogodnije zdravstvene intervencije za identifikovane uticaje na zdravlje od najveće zabrinutosti.

## Korak 4: Razvijte i implementirajte plan adaptacije na klimu i zdravlje

Razvijte pisani plan adaptacije koji se redovno ažurira. Širite i nadgledajte sprovođenje plana.

## Korak 5: Procenite uticaj i poboljšanje kvaliteta aktivnosti

Ocenite proces. Odredite vrednost dobijenih informacija i preduzetih aktivnosti.



<https://youtu.be/2PWPGI7NSUo>



Izvor (pristupljeno 14.06.2023):

<https://www.cdc.gov/climateandhealth/BRACE.htm>



## Ključne poruke

- Ekološka anksioznost i problemi mentalnog zdravlja nakon katastrofa smatraju se glavnim zdravstvenim problemima povezanim sa klimatskim promenama.
- Toplotni talasi povećavaju rizik od ishoda povezanih sa mentalnim zdravljem.
- Sistemi zdravstvene zaštite bi trebalo da budu prilagođeni da zadovolje povećanu potražnju za uslugama mentalnog zdravlja u vezi sa klimatskim promenama.
- Zdravstveni radnici doživljavaju rizike za fizičko i mentalno zdravlje zbog klimatskih promena akutnije nego opšta populacija.
- Ljudi koji rade na otvorenom ili u toplim zatvorenim okruženjima, ili osobe koje reaguju na hitne slučajeve su ranjivije na zdravstvene uticaje klimatskih promena nego opšta populacija.
- Klimatske promene mogu dovesti do povećanja rasprostranjenosti, distribucije i ozbiljnosti poznatih profesionalnih opasnosti.

## Testirajte svoje znanje

- 1) Koji uticaji na mentalno zdravlje mogu nastati nakon katastrofa?
- 2) Šta je „eko-anksioznost“?
- 3) Sumirajte rezultate studije u vezi sa toplim vremenom (i povezanim klimatskim efektima) i lošim ishodima mentalnog zdravlja.
- 4) Koji su mogući biološki mehanizmi koji mogu povezati toplotu sa lošim mentalnim zdravljem?
- 5) Ko je u najvećem riziku od problema mentalnog zdravlja u vezi sa klimatskim promenama?
- 6) Kako klimatske promene utiču na zdravstveni sistem?
- 7) Kako klimatske promene utiču na zdravlje radnika?
- 8) Koji faktori mogu povećati osetljivost na profesionalne opasnosti vezane za klimu?
- 9) Šta je „BRACE“ okvir?

## Preporučeno čitanje

- Coffey et al.: Understanding Eco-anxiety: A Systematic Scoping Review of Current Literature and Identified Knowledge Gaps. The Journal of Climate Change and Health 3 (2021) 1000472. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100047>
- Liu et al.: Is there an association between hot weather and poor mental health outcomes? A systematic review and meta-analysis. Environ Int. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106533>
- Löhmus M.: Possible Biological Mechanisms Linking Mental Health and Heat-A Contemplative Review. Int J Environ Res Public Health. 2018. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071515>
- Schulte and Chun: Climate Change and Occupational Safety and Health: Establishing a Preliminary Framework. J Occup Environ Hyg 2009. <https://doi.org/10.1080/15459620903066008>



# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg Emil  
Palade u Targu Murešu – Targu Mureš, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



# Farmakološki aspekti, lekovi

# Ishodi učenja

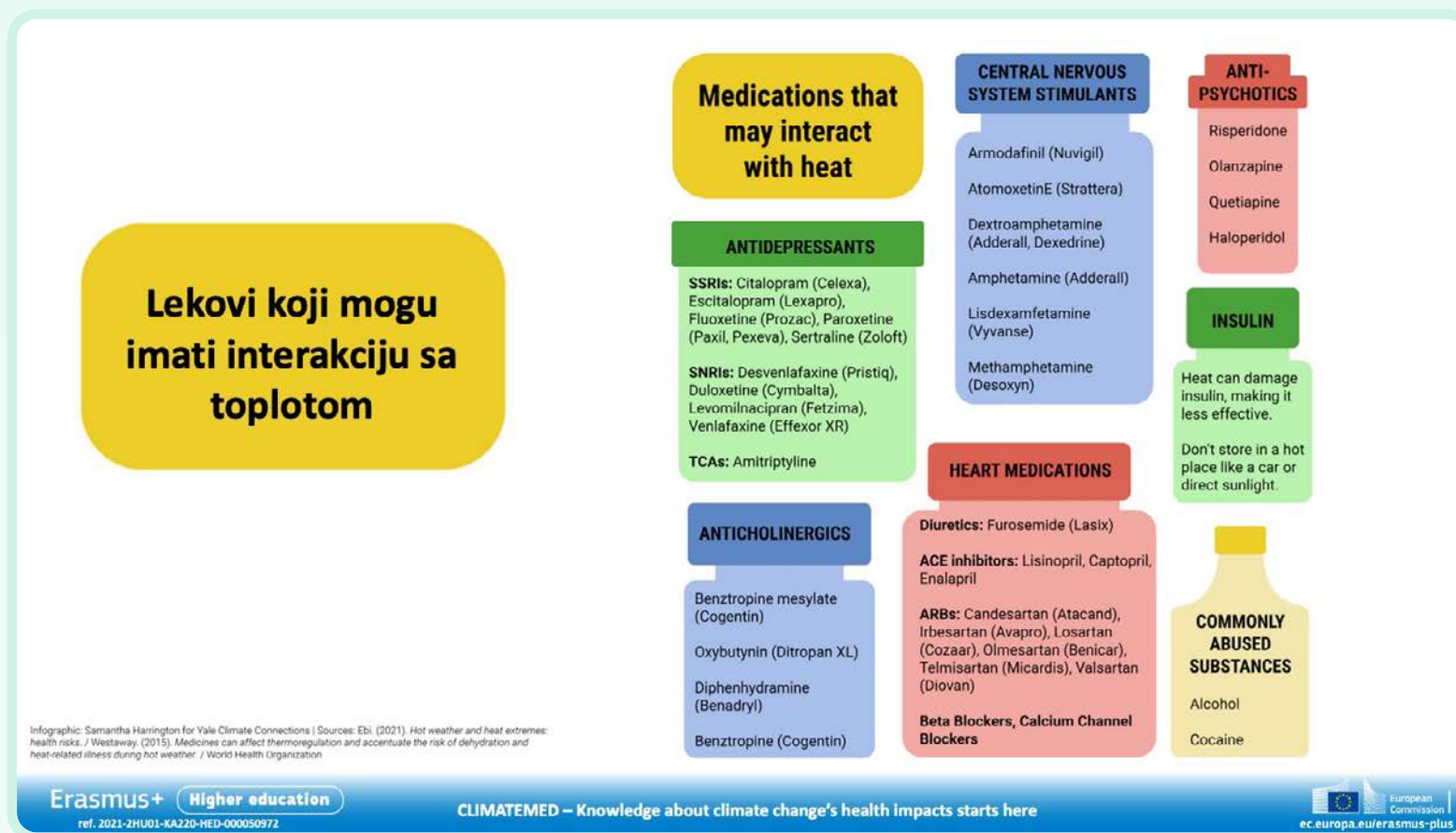
Po uspešnom završetku, studenti će moći da

- razumeju potencijalne neželjene efekte prepisanih lekova i da podese dozu ako je potrebno, tokom toplijeg vremena i toplotnih talasa
- razumeju važnost donošenja odluka na individualnoj osnovi za promenu lekova tokom toplijeg vremena;
- shvate da visoke temperature mogu smanjiti efikasnost lekova.
- Razumeju neophodnost praćenja terapije lekovima i unosa tečnosti, posebno kod starih i nemoćnih i onih sa uznapređovalim srčanim oboljenjima.
- Obrazuju, savetuju, informišu pacijente o
  - važnosti pridržavanja informacija navedenih u informativnom listu za javnost;
  - individualnom prilagođavanju ponašanja, lekova i unosa tečnosti prema kliničkom statusu.



## Koji su glavni uticaji lekova na mehanizam hlađenja tela?

- Lekovi mogu potencijalno da izazovu povećane zdravstvene probleme na više načina (Regionalna kancelarija SZO za Evropu, 2009); od strane:
- menjajući centralnu termoregulaciju i samim tim
  - fiziološki i bihevioralni odgovori;
- promena kognitivne budnosti, što dovodi do, na primer,
  - povećana pospanost i smanjeno ponašanje izbegavanja toplote;



Čak i male promene u strukturi mogu imati veoma različite efekte (npr. ligand se nepovratno vezuje kao rezultat promene, itd.).

Zbog toga toplota smanjuje sadržaj leka, menja dejstvo, čak izaziva neželjene neželjene efekte i pogoršava konzistenciju leka.

## Neželjeni efekti lekova na visokoj temperature

promena krvnog pritiska i minutnog volumena, utičući na hlađenje vazodilatacijom ili povećanjem vrtoglavice i nesvestice;

inhibiranje normalnih mehanizama znojenja za hlađenje isparavanjem zbog antiholinergičkih efekata koji blokiraju parasimpatički nervni sistem;

promena funkcije bubrega i ravnoteže elektrolita, sa povećanim rizicima od dehidracije i toksičnosti leka, ili

prekomerna hidratacija i neravnoteža elektrolita.

## Uticaj toplote na lekove

Temperatura u medicinskim torbama u ambulantnim kolima leti može dostići 40°C (ili više!).

Maksimalna temperatura skladištenja za lekove uopšte (a nikako za sve lekove!) ne bi trebalo da bude veća od 25°C.

Toplota takođe može promeniti strukturu nosača i aktivnih supstanci, ponekad dovodeći do interakcije između njih.

Mnogi farmakološki proizvodi deluju na receptore, zapravo deluju na porodice receptora.

## Izveštaji o slučajevima

- „1999. godine, [intenzivni toplotni talas](#) zahvatio je srednji zapad i istočni deo Sjedinjenih Država.
- 24-godišnji muškarac pronađen je mrtav u svom stanu u Dejtonu, u državi Ohajo. Imao je istoriju mentalnih bolesti i depresije i uzimao je benztropin, koji može smanjiti znojenje.
- U Sinsinatiju, 34-godišnja žena koja je imala šizofreniju umrla je od toplotnog udara u svojoj grupnoj kući; njena osnovna temperatura je bila preko 106 stepeni Farenhajta. Prepisali su joj furosemid, diuretik”.

Izvor: <https://insideclimatenews.org/news/the-heat-stroke-risk-doctors-protocol-research/20082019/klimatske-promene-pretpostavke-drug-interakcija>



## Zašto su psihijatrijski pacijenti pod velikim rizikom?

- Većina psihotropnih lekova ima značajan uticaj na regulaciju telesne temperature kao rezultat brojnih efekata na hipotalamus.
- Psihijatrijski pacijenti su u velikom riziku (tri do četiri puta veća incidencija smrtnih slučajeva uzrokovanih toplotom) od razvoja bolesti uzrokovane toplotom, toplotnog udara.
- Dve grupe psihijatrijskih lekova, antipsihotici i antidepresivi imaju značajan uticaj na regulaciju telesne temperature.

*Šklebara T, et al.: Globalno zagrevanje i prepisivanje: Pregled efekata i mera predostrožnosti lekova. Psihijat Danub. 2022 Dec;34(Suppl 10):5-12. PMID: 36752238*

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European  
Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Šizofrenični pacijenti na antipsihotičkim terapijama imaju mnogo nižu toleranciju na toplotu, sa većom mogućnošću razvoja hipertermičnih sindroma kao što su febrilna katatonija ili maligni neuroleptički sindrom.

Antipsihotici imaju kombinovane antiholinergičke i centralne termoregulacione efekte. Oni mogu uzrokovati oštećenje regulacije temperature hipotalamusa zbog svoje antidopaminergičke aktivnosti, koja podiže zadatu tačku centra za regulaciju temperature.

Štaviše, oni takođe mogu inhibirati znojenje. Oba ova mehanizma dovode do povećanja telesne temperature i većeg rizika od bolesti povezanih sa toplotom.

Lekovi	Mehanizam
Antiholinergici	Može uticati na centralnu termoregulaciju, smanjiti kognitivnu budnost i sprečiti ili smanjiti znojenje (mnogi lekovi u nastavku imaju antiholinergičke efekte)
Antihistaminici	Može inhibirati mehanizam znojenja i smanjiti sistolni krvni pritisak
Sredstva protiv Parkinsonove bolesti	Može inhibirati mehanizam znojenja, smanjiti sistolni krvni pritisak i izazvati vrtoglavicu i konfuziju
Antipsihotici	Može inhibirati mehanizam znojenja i smanjiti sistolni krvni pritisak, centralnu termoregulaciju, kognitivnu budnost i vazodilataciju
Antiepileptici	Može smanjiti kognitivnu budnost i povećati vrtoglavicu
Druge klase lekova kao što su antiemetici, lekovi protiv vrtoglavice, gastrointestinalni lekovi, lekovi za urinarnu inkontinenciju	Takođe imaju antiholinergičke efekte

Izvori: prilagođeno iz Health Canada (2011b) i nadovezujući se na rad Bouchema (2007), Nacionalnog centra za prevenciju i kontrolu bolesti (2011) i Hayat, O'Connor & Kosatski (2010), Nacionalni saradnički centar za zdravlje životne sredine (2011).

Lekovi	Mehanizam
Antidepresivi	Smanjuju znojenje, neki mogu smanjiti centralno indukovanu termoregulaciju i kognitivnu budnost
Anksiolitici i relaksanti mišića	Smanjuju znojenje i povećajte vrtoglavicu, smanjite minutni volumen srca i samim tim smanjuju hlađenje vazodilatacijom i pogoršavaju respiratorne simptome
Antiadrenergici i beta-blokatori	Mogu sprečiti širenje krvnih sudova u koži, smanjujući kapacitet za odvod toplote konvekcijom
Simpatomimetici	Vazodilatatori, uključujući nitrate i blokatore kalcijumovih kanala, mogu se pogoršati hipotenzija kod osjetljivih pacijenata
Antihipertenzivi i diuretici	Može dovesti do dehidracije i smanjenja krvnog pritiska; hiponatremija je uobičajena neželjeni efekat i može se pogoršati prekomernim unosom tečnosti

Izvori: prilagođeno iz Health Canada (2011b) i nadovezujući se na rad Bouchama (2007), Nacionalnog centra za prevenciju i kontrolu bolesti (2011) i Hayat, O'Connor & Kosatski (2010), Nacionalni saradnički centar za zdravlje životne sredine (2011).



## Termosenzitivnost lekova

- Jedinjenja koja sadrže peptidne veze (npr. stafostatini) su veoma osetljiva na visoke spoljne temperature
- Neki primeri:
  - Doksorubicin treba čuvati na 2-8 °C pre upotrebe
  - Aktivne sastojke nitroglicerina, bavacizumaba, ritonavira, beta-blokatora i kapi za oči treba zaštititi od temperatura iznad 20°C itd.
- Može se pretpostaviti da se, posebno u neklimatizovanim jedinicama hitne pomoći i odeljenjima, dejstvo i efikasnost lekova razlikuje od „opisa proizvođača”.
- Za razliku od opšte prakse, potrebno je opšte hlađenje lekova.
- Pogrešno je shvatanje da lekovi u čvrstoj fazi nisu razgradivi.

## Stabilnost vakcina koje se obično koriste u nacionalnim programima imunizacije

Type	Vaccine	Storage temperature, °C					
		2-8	20-25	37	>45	Freezing	
Viral vaccines	Oral poliovirus vaccine	Stable for up to 1 year	Stable for weeks	Stable for 2 days	Unstable	Stable	
	Inactivated poliovirus vaccine	Stable for 1-4 years	Stable for weeks	Stable for weeks	Little data available	Unstable	
	Hepatitis B vaccine	Stable for >4 years	Stable for months	Stable for weeks	At 45°C, stable for days	Unstable	
	Measles, mumps, rubella vaccines	Stable for 2 years	Stable for at least one month	Stable for at least one week	Unstable	Stable	
	Yellow fever	Stable for >2 years	Stable for months	Stable for two weeks	Unstable	Stable	
Bacterial vaccines	Pertussis vaccine	Stable for 18-24 months	Stable for 2 weeks	Stable for one week	10% or more loss of potency per day	Unstable	
	BCG vaccine	Stable for 1-2 years	Stable for months	Loss of no more than 20% after one month	Unstable	Stable	
	Tetanus and diphtheria toxoids, monovalent or components of combined vaccines	Stable for >3 years	Stable for months	Stable for months	Unstable above 55°C	Unstable	

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/69387>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Pošto su sve vakcine, i virusne i bakterijske, najstabilnije na tačno 2-8 °C, pokazalo se da je obezbeđivanje adekvatnog skladištenja ogroman izazov.

Generalno, ubijene bakterijske vakcine sa celim ćelijama, poput vakcine protiv pertusisa, pokazuju veći stepen stabilnosti potencije u poređenju sa živim atenuiranim vakcinama, kao što je BCG.

Međutim, kada je testirana u uslovima visoke temperature, BCG vakcina se pokazala stabilnijom od vakcine protiv pertusisa.

Takođe, toksoidi difterije i tetanusa su se pokazali kao najstabilniji tokom izlaganja različitim uslovima.

## Farmakoni za koje se zna da su fotosezitivni i osetljivi na toplotu

- Adrenalin, aceton, akrilflavin, estri p-amino benzojeve kiseline, p-amino salicilna kiselina, amobarbital, aneurin, apokatropin, apomorfin, askorbinska kiselina, atropin,
- benzokain, benzodiazepini, benzil alkohol, benzil nikotinat, benzil maleat,
- eritromicin,
- neostigmin bromid, nikotinska kiselina, amid nikotinske kiseline, nifedipin, estri-cirinske kiseline, nitrofurazon
- prednizon, prednizolon, progesteron, propil galat, piridoksin hidrohlorid,
- rezerpin, resorcinol, riboflavin,
- sorbinska kiselina, streptomycin, strofantin, sulfonamidi,
- testosteron, tetrakain, alfa-tokoferol acetat, trietanolamin,
- vanilin, voskovi, ksantocilin, johimbin



## Uticaj lekova na sisteme termoregulacije

- Na fiziološke odgovore na termoregulaciju i toplotni šok može uticati niz lekova, od ćelijske regulacije do sistemskih odgovora
- Pogođeni su:
  1. proteini toplotnog šoka
  2. vaskularna regulacija
  3. sudatio (znojenje)
  4. termogeneza, brzina metabolizma
  5. ravnoteža tečnosti i jona

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### **Budite oprezni s lekovima koji utiču na centralni nervni sistem!**

Psihoaktivni lekovi kao što su selektivni inhibitori ponovnog preuzimanja serotonina (SSRI), inhibitori monoamin oksidaze (MAO) i triciklični antidepresivi mogu izazvati hipertermiju.

Hipertermija se može javiti kao aditivni efekat mnogih ilegalnih droga kao što su amfetamini, kokain, PCP, LSD i MDMA.

Maligna hipertermija je relativno retka reakcija tela na anestetičke supstance (npr. halotan) ili relaksante mišića (npr. sukcinilholin).

Posebna opasnost od psihoaktivnih agenasa je to što onemogućavaju uvid, mogu izazvati pospanost, rastresenost.

Alkohol ima sličan efekat, uglavnom hipotermiju i rizik od smrzavanja kod skitnica, beskućnika, ali i povećava rizik od hipertermije (spavanja na suncu).

# Efekat amfetamina

Disko droga, mladi ljudi će verovatno kolabirati dok plešu

- Znaci intoksikacije 3,4-metilendioksimetamfetaminom (MDMA), "ekstazi":
  - Nesvestica
  - Tahiaritmija
  - Napadi
  - Dilatacija zenice
  - Hipertenzija
  - Acidoza
  - Mišićna rigidnost
  - **Hipertermija**
  - **Znojenje**

## Vaskularni faktori

- Važan element termoregulacije je vazodilatacija perifernih krvnih sudova i kože.
- Povećan protok periferne krvi pomaže u rasipanju toplote i sudatacije.
- Međutim, ovaj efekat je oslabljen u stanju stvarnog šoka usled centralizacije cirkulacije.
- Krvni sudovi primaju  $\alpha 1$  stimulaciju i reaguju na ovu stimulaciju ili na bradikinin vazodilatacijom;
  - ali antiholinergici efikasno smanjuju parasimpatički tonus, smanjujući tako rasipanje toplote indukujući centralizaciju cirkulacije.
- Mnoge supstance koje imaju antiholinergičke, parasimpatičke efekte snižavanja tonusa
  - takođe centralizuju cirkulaciju,
  - smanjuju lučenje znojnih žlezda,
  - povećavaju rad srca i proizvodnju toplote, i
  - deluju direktno na termoregulacioni centar CNS-a u hipotalamusu, stvarajući simptomatologiju vagolize zavisnu od doze



## Drugi agensi koji uzrokuju smanjenje periferne cirkulacije

- Stimulacija  $\beta$ 2-receptora izaziva opuštanje glatkih mišića, što dovodi do vazodilatacije, bronhodilatacije, potencijalno podržavajući disipaciju toplote.
- Dalji efekat sredstava za stimulaciju  $\beta$ 2-receptora je da oni takođe izazivaju tremor u skeletnim mišićima i povećavaju glikogenolizu u jetri i skeletnim mišićima, što zauzvrat povećava proizvodnju toplote.
- Labetalol i karvedilol takođe mogu izazvati acidozu u većim dozama pored depresije CNS-a.

## Supstance koje inhibiraju sudatin

- Ekrine (znojne) žlezde inerviraju **simpatički nervni sistem (SNS)**, prvenstveno holinergična vlakna; njihovi postganglijski neuroni oslobađaju acetilholin da bi delovali na muskarinske receptore;
  - Molekuli slični atropinu stoga smanjuju sekreciju ne samo kroz vazoregulaciju, već i direktno utičući na sekretornu aktivnost znojnih žlezda.
- *Atropin, benztropin (Cogentin<sup>TM</sup>) povećavaju broj otkucaja srca vagolizom i smanjuju funkciju holinergične znojne žlezde.*

## Ostali dodatni uticaji

- Znaci *trovanja atropinom i skopolaminom* nisu slučajno hipertermija, glavni uzrok je dejstvo na CNS, ali ga navedeni faktori svakako pogoršavaju, a
- u slučaju spoljašnjih temperatura viših od termoneutralnih, važan neželjeni efekat ovih lekova je to što smanjuju sposobnost prilagođavanja na toplotu (dalji nepovoljni uticaji na mokrenje, suvo grlo, žeđ kod hipertermije).
- *Difenhidramin (BenadrilTM)* ima antihistaminske i antiholinergične efekte, a takođe može izazvati fotoalergijske reakcije pored inhibicije lučenja znojnih žlezda.



## Supstance koje inhibiraju sudatin

- Triciklični antidepresivi (TCA) takođe inhibiraju znojenje svojim antiholinergičkim delovanjem.
- Sledeće supstance su antiperspiranti sa dokazanim antiholinergičkim delovanjem (pored antihistaminske i blokirajuće aktivnosti dopaminskih receptora):
  - Od fenotiazina hlorpromazin (ThorazinTM), flufenazin (ProlikinTM); od butirofenona haloperidola (HaldolTM)
  - Od atipičnih antidepresiva klozapin (ClozarilTM), risperidon (RisperdalTM), olanzapin (ZiprekaTM).
- Oni su takođe povezani sa tipičnim simptomima sličnim atropinu u slučaju predoziranja: crvenilo, suva usta, osećaj toplote, paraliza creva i bešike
- Predoziranje MAO paralizatorima dovodi do hiperpiraksije, napadaja, kome.

## Povećanje proizvodnje toplote

- Sredstva za stimulaciju  $\beta$ 2-receptora su već pomenuta
- Stimulansi kao što su *kokain* i *amfetamin* – pored bržeg otkucaja srca, povećane mišićne aktivnosti i ubrzanog metabolizma itd., imaju i direktan uticaj na termoregulatorni centar (hipotalamus) što dovodi do povećanja telesne temperature.
- Takođe je dobro poznat efekat da *amfetamini* izazivaju jaku suva usta i žeđ (što se u nekim noćnim klubovima iskorišćava zatvaranjem slavina – više od jedne smrti je prouzrokovano ovom „praksom“).
- Ne samo „ilegalni“, već i lekovi koji se koriste u medicini ili u potrošačkoj praksi, kao što su *teofilin*, *kofein*, imaju slične (ali obično blaže) efekte.
- Iz navedenih razloga, konzumacija jake crne kafe tokom navala vrućine je strogo kontraindikovana, posebno za ljude koji rade na vrelom suncu ili za starije, polimorbidne osobe, a treba uzeti u obzir i upotrebu bilo kakvih stimulativnih lekova.

## Balans tečnosti i jona

- Diuretici, posebno diuretici koji gube jone (posebno K+) hidrohlorotiazid (HCTZTM), furosemid (LasikTM) takođe dovode do dehidracije povećanjem izlučivanja soli i vode putem bubrega.
- Etil alkohol smanjuje lučenje ADH, ali istovremeno povećava nivo atrijalnog natriuretičkog peptida (ANP), čime se povećava stopa diureze i smanjuje adekvatno ponašanje i uvid.



# Farmakokinetika

- Metabolički procesi su najverovatnije linearno (prilično blago eksponencijalno) povezani sa temperaturom do tačke u kojoj proteini uključeni u metabolizam počinju da denaturiraju.
- U jetri, razgradnja leka je brža na višim temperaturama tela.
- Promene u funkciji bubrega i jetre tokom toplotnog stresa (smanjenje zapremine krvi u bubrezima, jetri) takođe usporavaju razgradnju i eliminaciju farmakoloških jedinjenja.

## Ostali uticaji

- Antipiretici nisu efikasni u smanjenju visoke telesne temperature povezane sa toplotom. Oni snižavaju telesnu temperaturu samo kada je termoregulacija podignuta pirogenima. Njihova upotreba može biti štetna u lečenju bolesti povezanih sa toplotom zbog neželjenih efekata na bubrege i jetru.
- Mnogi lekovi mogu izazvati dijareju i povraćanje kao neželjeni efekat i mogu dovesti do povećanog rizika od dehidracije po vrućem vremenu.

## Posebni problemi kod starijih pacijenata

- Različite klase lekova povezane sa hipertermijom se više koriste u starosnoj grupi  $\geq 60$  godina, pozivajući se na polifarmaciju kod starijih kao faktor koji doprinosi hipertermiji.
- U studiji su *antiepileptici* i furosemid bili najčešće korišćeni lekovi kod pacijenata sa primarnom hipertermijom. Velika upotreba levotiroksina u ispitivanoj populaciji takođe je bila zanimljiva otkrića.

Izvor: Bongers KS, Salahudeen MS, Peterson GM. Hipertermija povezana sa lekovima: Longitudinalna analiza bolničkih prezentacija. doi: 10.1111/jcpt.13090.



## Nekoliko zanimljivih saznanja

- Studija je pokazala korelaciju između protoka krvi i transdermalne apsorpcije nitroglicerina lokalnim zagrevanjem nitroglicerinskih flastera postavljenih na više područja nadlaktice.
- Rezultati nakon zagrevanja od 15 minuta bili su poboljšana lokalna perfuzija krvi i istovremeno značajno povećane koncentracije nitroglicerina u plazmi. Zbog toga bi upotreba perkutanog oblika nitroglicerina mogla dovesti do dodatnog smanjenja krvnog pritiska tokom toplog vremena.

*Izvor: Šklebar T, Rudež KD, Rudež LK, Likić R. Globalno zagrevanje i prepisivanje: Pregled efekata i mera predostrožnosti lekova. Psihijat Danub. 2022 Dec;34(Suppl 10):5-12. PMID: 36752238.*

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Neki zanimljivi nalazi

- Subdermalno uzimanje injektiranog insulina može izazvati ozbiljnu hipoglikemiju kod pacijenata sa dijabetesom. Na eliminaciju lekova sa visokim stepenom ekstrakcije iz jetre utiču promene u krvotoku u jetri.
- Povećan protok krvi u koži može, kao rezultat, da ima smanjen dotok krvi u unutrašnje organe i samim tim smanjen jetreni klirens lekova.

*Škljembar T, Rudež KD, Rudež LLikić R. Globalno zagrevanje i prepisivanje: Pregled efekata i mera predostrožnosti lekova. Psihijatr Danub. 2022 Dec;34(Suppl 10):5-12. PMID: 36752238.*

## Preporuke za zdravstvene radnike za smanjenje rizika od dehidracije i bolesti uzrokovanih toplote

### Pregledajte pacijentove lekove.

- 1.) Tokom vrućeg vremena još je važnije primeniti opšte principe korišćenja **najniže efektivne doze za najkraće moguće vreme.**
- 2.) Ljudi kojima je prepisan psihotropni lek su u posebno visokom riziku kako zbog uticaja njihove bolesti na ponašanje tako i zbog lekova koje uzimaju.
  - Posebno je važno za osobe na psihotropnim lekovima da se preispita doza i da budu svesni rizika od bolesti izazvanih toplotom i znanja o zaštitnim merama koje mogu da preduzmu.
- 3.) Ako je praktično, odložite početak ili povećanje doze psihotropnog leka dok ne prođe toplo vreme.



## Preporuke za zdravstvene radnike za smanjenje rizika od dehidracije i bolesti uzrokovanih toplote

- 4.) Ako vam je propisan diuretik, razmislite o smanjenju doze tokom vrućeg vremena ako je potrebno. Može biti koristan individualizovani plan za pacijenta da sam prilagodi diuretički lek u vrućim danima.
- 5.) Ako ste na ograničenjima tečnosti, razmislite da li je ublažavanje ograničenja tokom perioda vrućeg vremena prikladno.
- 6.) Kada se kombinacije lekova, kao što su diuretik i ACE inhibitor ili ARB, započnu tokom vrućeg vremena, one mogu povećati rizik od hipovolemije i dehidracije. Razmislite o započinjanju diuretika sa nižom dozom, ako je moguće.
- 7.) Pregled lekova za starije osobe od strane akreditovanog farmaceuta, bilo u njihovoj kući, ako živi samostalno, ili u ustanovi za staranje, ako tamo boravi, može biti oprezan. Dajte savete o tome kako da ostanete zdravi i bezbedno čuvate lekove tokom vrućeg vremena.

## Ključne poruke

### Medications + Hot Weather Can Create Risks

Prescription medications can affect the body's response to extreme heat in a number of different ways. Some of the major mechanisms at play:



SOURCE: ICN research

PAUL HORN / InsideClimate News



## Ključne poruke

- Zdravstveni radnici treba da budu svesni sve veće prevalencije hipertermije i mogućeg uključivanja lekova.
- Neke klase lekova koje obično koriste stariji pacijenti sa hroničnim stanjima mogu predisponirati ove osobe na komplikacije povezane sa toplotom.
- Ovi lekovi mogu da izazovu osetljivost pacijenta na toplotu ometanjem termoregulatornih reakcija koje održavaju temperaturu jezgra, bilo mešanjem u kognitivne procese ili direktnim ometanjem autonomnih mehanizama.



<https://nekusmideanews.com/prescription-droge-i-ekstremna-toplota-su-smrtonosna-kombinacija-bbbfe4a68a49/>



## Ključne poruke

- Na termoregulaciju mogu uticati brojni lekovi centralnog delovanja za neuropsihološke poremećaje, uključujući antipsihotike, beta blokatore, stimulanse i široku lepezu lekova sa antiholinergičkim svojstvima.
- Dehidracija sa ili bez istovremenih poremećaja elektrolita takođe može doprineti neuspehu termoregulacije, a stariji pacijenti sa hroničnim stanjima obično koriste lekove koji potiskuju žeđ i remete ravnotežu tečnosti, kao što su inhibitori enzima koji konvertuje angiotenzin (ACE) i diuretici.

## Testirajte svoje znanje

- Koji su glavni uticaji lekova na mehanizam hlađenja tela?
- Kakvu interakciju mogu imati lekovi i toplota?
- Možete li da navedete neke lekove osetljive na svetlost i toplotu?
- Koja su glavna područja termoregulacije pogođena toplotom?
- Koji su specifični problemi kod starijih pacijenata?

## Preporučeno čitanje

- Vestavai K, Frank O, Musband A, McClure A, Shute R, Edwards S, Curtis J, Rovett D. Lekovi mogu uticati na termoregulaciju i naglasiti rizik od dehidracije i bolesti povezanih sa toplotom tokom vrućeg vremena. J Clin Pharm Ther. 2015. avgust;40(4):363-7. doi: 10.1111/jcpt.12294. Epub 2015 13. jun. PMID: 26073686.
- Laiton JB, Li V, Iuan J, Gilman JP, Horton DB, Setoguchi S (2020) Toplotni talasi, lekovi i hospitalizacija u vezi sa toplotom kod starijih Medicare korisnika sa hroničnim stanjima. PLoS ONE 15(12): e0243665. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243665>
- Leik D, Hoitz J, Becker C, Glitz KJ, Nestler K, Piekarski C. Health Risks and Interventions in Ekertional Heat Stress. Dtsch Arztebl Int. 2019. 5. avgust;116(31-32):537-544. doi: 10.3238/arztebl.2019.0537. PMID: 31554541; PMCID: PMC6783627.
- Saveti javnog zdravlja o sprečavanju zdravstvenih efekata toplote. VHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://vvh.vho.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>
- Savioli G, Zanza C, Longhitano I, Nardone A, Varesi A, Ceresa IF, Manetti AC, Volonnino G, Maiese A, La Russa R. Bolesti uzrokovane toplotom u hitnoj i kritičnoj nezi: Preporuke za priznavanje i upravljanje sa medicinsko-pravnim razmatranjima. Biomedicine. 12. oktobar 2022.;10(10):2542. doi: 10.3390/biomedicines10102542. PMID: 36289804; PMCID: PMC9599879.
- Šklebar T, Rudež KD, Rudež LK, Likić R. Globalno zagrevanje i prepisivanje: Pregled efekata i mera predostrožnosti lekova. Psihijatr Danub. 2022 Dec;34(Suppl 10):5-12. PMID: 36752238.



# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbe i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za Medicinu, Farmaciju, Nauke i Tehnologiju  
George Emil Palade u Targu Murešu – Targu Mureș, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



# Uticaj klimatskih promena na vektorske bolesti druge infekcije

## Ishodi učenja

Po uspešno završenom času učenici će biti u stanju da:

- Razviju razumevanje glavnih bolesti koje se prenose vektorima u smislu njihovih patogena, vektora, rezervoara domaćina i opštih kliničkih karakteristika.
- Razgovaraju o ekološkim i drugim stresorima koji utiču na patogenezu i širenje zaraznih bolesti.
- Procene efekte nedavnih pokretača globalnih promena koji su relevantni za pojavu bolesti, dinamiku na lokalnom nivou i globalno širenje vektorskih bolesti.
- Pregledaju i analiziraju trenutnu literaturu, koristeći interaktivne alate na mreži, kako bi održali ažurno znanje o vektorskim bolestima koje su pogoršane klimatskim promenama.
- Kritički sagledaju, za pojedinačne vektorske bolesti, efekte predviđene iz najnovijih podataka o klimatskim promenama i rezultata modeliranja.
- Razumeju i procene metode kontrole za prevenciju i ublažavanje epidemija vektorskih bolesti izazvanih klimatskim promenama.



## Uvod

- Svetska zdravstvena organizacija (SZO): otprilike jedna šestina invaliditeta i bolesti širom sveta je posledica vektorskih bolesti (VBD).
- Godišnje, VBD zaraze preko milijardu ljudi i ubiju više od milion, pored toga što usporavaju socio-ekonomski razvoj i predstavljaju značajan pritisak na zdravstvene usluge.
- Visoka osetljivost VBD na klimatske i vremenske uslove, posebno na temperaturu, vlažnost i padavine, rezultira složenom interakcijom između ovih faktora i patogeneze, razmnožavanja i društvenog uticaja ovih bolesti.
- U kontekstu ove lekcije, ispitaćemo trenutno stanje znanja o ovoj temi i ispitati praktične pristupe za suzbijanje i ublažavanje efekata klimatskih promena na VBD i srodne bolesti.



# Pregled vektorskih i srodnih bolesti

## Definicije

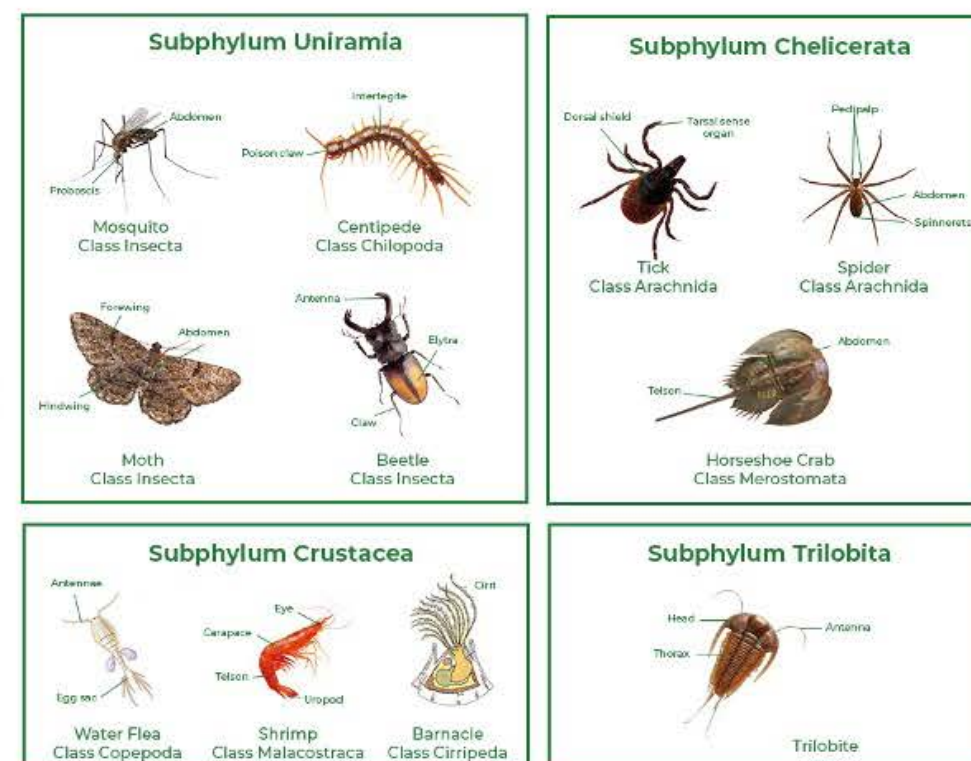
**Vektorske bolesti** su infekcije koje se prenose ujedom zaraženih vrsta artropoda (vektora). Zglavkari su beskičmenjaci sa egzoskeletom, segmentiranim telom i uparenim zglobnim dodacima. Primeri su insekti, paukovi i rakovi.

Druge bolesti koje se ne prenose vektorima mogu se klasifikovati kao:

**Nevektorske bolesti koje se prenose vodom:** ovo su stanja uzrokovana patogenim mikroorganizmima koji se prenose vodom.

**Bolesti koje se prenose vazduhom:** uzrokovane patogenim mikroorganizmima koji se prenose vazduhom.

**Nevektorske bolesti koje se prenose krvlju:** uzrokovane patogenim mikroorganizmima koji se prenose krvlju i drugim telesnim tečnostima.





## Glavne bolesti koje se prenose vektorima

Bolest	Patogen	Vektor(i)	Neljudski domaćini rezervoara	Kliničke karakteristike u nelečenim slučajevima
Babezioza	Parazit <i>Babesia microti</i>	<i>Ixodes scapularis</i> (jelenski krpelji)	Belonogi miš, drugi mali sisari.	Simptomi slični gripu, uništavanje crvenih krvnih zrnaca, žutica, krvni ugrušci/krvarenje, oštećenje vitalnih organa, smrt.
Kuga	Bakterija <i>Yersinia pestis</i>	Buve	Glodari	Zapaljeni limfni čvorovi, infekcija pluća koja daje plućnu kugu, smrt.
Šagasova bolest(američka tripanosomijaza)	Protazoa <i>Trypanosoma cruzi</i>	Tropske stenice	Sisari	Lezije kože, srčani, digestivni ili neurološki poremećaji, srčana insuficijencija, smrt.
Čikungunja	<i>Alphavirus</i>	<i>Aedes</i> komarac	Nema	Groznica, osip, otok zglobova, bol u mišićima, prerana smrt kod novorođenčadi i starijih osoba sa osnovnim zdravstvenim stanjima.
Krimsko-kongo hemoragična groznica	<i>Bunyaviridae</i> nairovirus	krpelj	Divlje i domaće životinje, nojevi.	Otkazivanje bubrega, jetre ili pluća.
Denga groznica	<i>Dengue virus</i>	<i>Aedes</i> komarac	Ništa	Unutrašnje krvarenje, šok, smrt.
Infekcija ankilostoma	<i>Bulinus globosus</i>	Puž	Psi, mačke	Osip, anemija, bol u stomaku, dijareja.
Japanski encefalitis	<i>Flavivirus japanskog encefalitisa</i>	<i>Culex</i> komarci	Svinje, ptice	Groznica, dezorijentacija, koma, napadi, spastična paraliza, smrt.
Lajšmanijaza	Parazit <i>lajšmanije</i>	Peščana muva	Glodari, psi, drugi sisari	Lezije kože, destrukcija sluzokože, povećanje slezine/jetre, smrt.
Lajmska bolest	Bakterija <i>Borrelia Burgdorferi</i>	<i>Ixodski</i> krpelji	Belonogi miš, mali sisari ptice i drugo.	Groznica, paraliza lica, artritis, zapaljenje mozga/kičmene moždine, bol u nervima.
Limfna filarijaza	Razne filarne nematode (okrugle gliste)	Razni rodovi komaraca	Nema	Oštećenje limfnog, bubrežnog i imunološkog sistema, otok tkiva, slonova bolest.
Malarija	Parazit <i>Plasmodium</i>	<i>Anopheles</i> komarac	Nema	Otkazivanje organa, krv, metabolizam ili neurološke abnormalnosti, akutni respiratorni distres, povreda bubrega, kardiovaskularni kolaps, recidivi, smrt.



## Glavne bolesti koje se prenose vektorima

Bolest	Patogen	Vektor(i)	Neljudski domaćini rezervoara	Kliničke karakteristike u nelečenim slučajevima
Onhocerciaza (rečno slepilo)	<i>Onchocerca volvulus</i> nematoda	<i>Simulijum</i> (crna mušica)	Nijedan	Očne lezije, teška upala kože, slepilo.
Groznicu doline Rift	PVF virus	<i>Aedes</i> i <i>Culex</i> komarci	Ovce, koze, ostale pripitomljene životinje.	Očne bolesti, meningoencefalitis, hemoragijska groznica.
Šistosomijaza (bilharzija)	<i>Schistostoma trematoda</i> metilja (plosnati crvi)	Puž	Nema	Intestinalne/urogenitalne patologije, povećanje jetre ili slezine, neplodnost, otkazivanje bubrega, rak mokraćne bešike, vanmaterične trudnoće, smrt.
Bolest spavanja (afrička tripanosomijaza)	<i>Trypanosoma brucei</i> parazit	<i>Glasina</i> (muva cece)	Divlje i domaće životinje	Groznicu, bolovi u zglobovima, poremećaji centralnog nervnog sistema, smrt.
Krpeljski encefalitis	<i>Flavivirus</i>	<i>Iskodski krpleji</i>	Mali glodari	Groznicu, poremećaji centralnog nervnog sistema, paraliza, trajne posledice, smrt.
Infekcija virusom Toskane/groznicu peščane muve	<i>Toskana</i> flebovirus i virus papataci groznice	<i>Mušica</i>	Trenutno nije poznato	Groznicu, glavobolja, osip, povraćanje, fatalni encefalitis u retkim slučajevima.
Tungijaza	<i>Tunga penetrans</i> (peščana buva)	Peščana buva	Svinje, goveda, psi, mačke, pacovi	Apscesi, bakterijska superinfekcija, izobličenje.
Tifus	<i>Rickettsiom prowazeki</i>	Bele vaši	Glodari, oposomi, divlje mačke	Groznicu, glavobolja, ubrzano disanje, bol u telu i mišićima, kašalj, povraćanje.
Groznicu Zapadnog Nila	<i>Flavivirus</i>	<i>Culex</i> komarci	Ptice	Groznicu, koma, tremor, konvulzije, paraliza.
Žuta groznica	<i>Flavivirus</i>	<i>Aedes</i> komarci	Primati koji nisu ljudi	Groznicu, žutica, krvarenje, otkazivanje organa, smrt.
Zika	<i>Flavivirus</i>	<i>Aedes</i> komarci	Nema	Groznicu, osip, bol u zglobovima i mišićima, konjuktivitis.

# Ekološki i drugi stresori koji utiču na patogenezu i razmnožavanje bolesti

## Opšta razmatranja

Tokom poslednjih nekoliko decenija globalni rizik od zaraznih bolesti je promenjen brojnim faktorima, kao i velikim pogoršanjem u smislu patogeneze i širenja bolesti.

- *Antropogena promena klime:* promena klime izazvana aktivnostima čovečanstva. Pre svega globalno zagrevanje izazvano povećanim nivoima gasova sa efektom staklene bašte.
- *Demografski:* faktori kao što su povećana urbanizacija, rast stanovništva, promena korišćenja zemljišta, migracija, starenje i promena nataliteta.
- *Tehnološki:* promene uzrokovane jeftinijim, bržim globalnim putovanjima, povećanom međunarodnom trgovinom i poboljšanom zdravstvenom zaštitom.

Ove tri grupe stresora ne deluju nezavisno, već su međusobno povezane na često složene i slabo razumljive načine.

Možemo razmotriti uticaje ovih stresora u smislu njihovog uticaja na pojavu bolesti (patogeneza) u populaciji ljudi, dinamiku bolesti na lokalnom nivou i globalno širenje.



## Patogeneza

Sledeći koraci su neophodni da bi novi patogen postao pretnja:

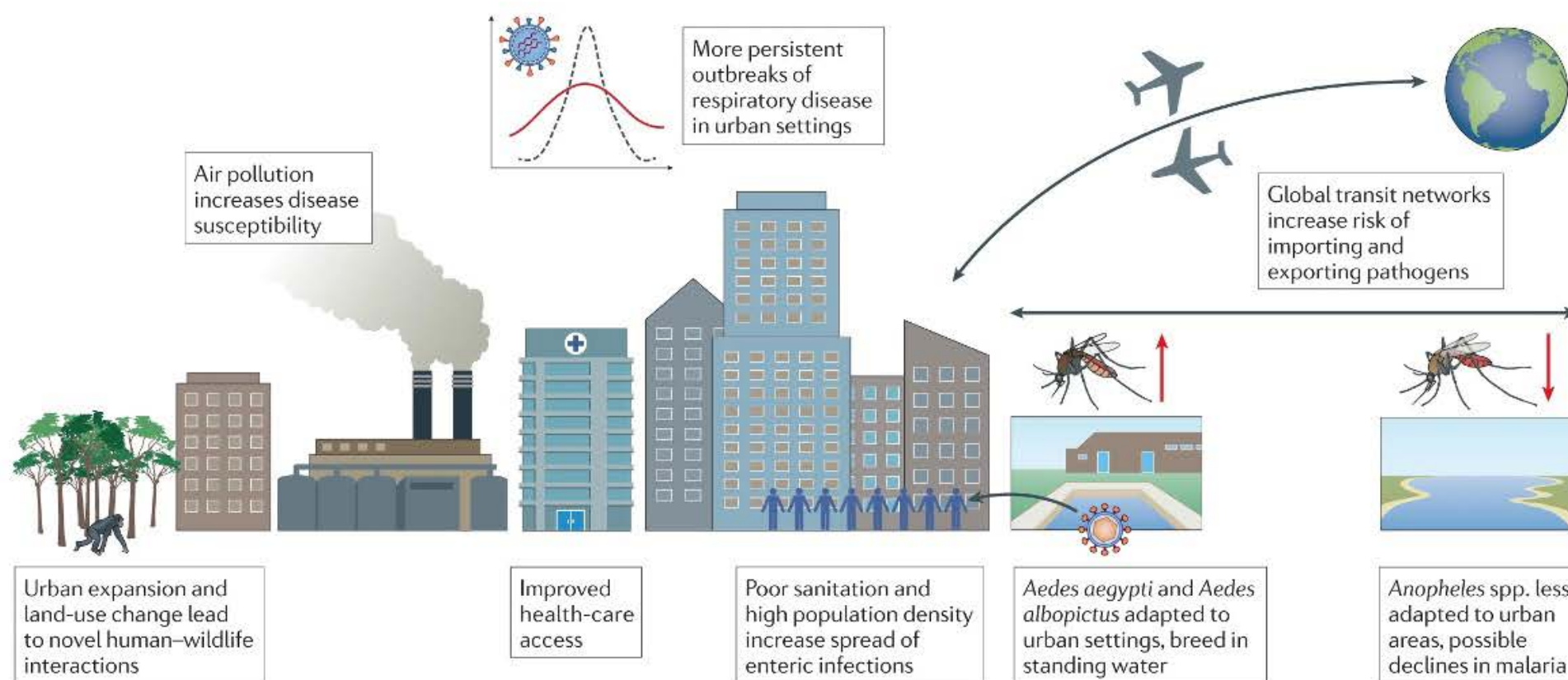
1. Mora doći do kontakta između ljudi i životinjskog rezervoara.
2. Patogen mora ili da ima ili da razvije kapacitet za prenos sa čoveka na čoveka.
3. Konačno, ovaj prenos sa čoveka na čoveka mora omogućiti širenje geografskog opsega patogena izvan zone preliivanja.

Nedavne globalne promene koje utiču na patogenezu:

- Povećani obrasci kontakta između ljudi i rezervoara divljih životinja .
- Ponašanja koja povećavaju mogućnost preliivanja, kao što je konzumacija divljeg mesa.
- Intenziviranje kontakta između divljih i domaćih životinja domaćina.
- Širenje poljoprivrede i njeno intenziviranje.
- Menjanje prirode ljudskih populacija koje su izložene potencijalnom preliivanju.
- Globalno starenje populacije sa slabim imunološkim sistemom u riziku od preliivanja.
- Evoluciona selekcija za otpornost na lekove.
- Klimatske promene mogu igrati ulogu u riziku od preliivanja patogena. Promena uslova životne sredine može promeniti opseg i gustinu vrsta, što dovodi do novih interakcija između vrsta i povećava rizik od pojave zoonoza.



- Ubrzan **rast urbanizacije** u zemljama sa niskim i srednjim prihodima.



**Slika 1. Uticaji urbanizacije na zarazne bolesti.** Interakcije između urbanizacije i zaraznih bolesti su složene, a povećana urbanizacija dovodi do pozitivnih i negativnih promena globalnog opterećenja bolesti.

From: R.E. Baker et al., Nature Reviews Microbiology, April 2022, 20, 193-205. <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00639-z>

## Lokalna dinamika bolesti

Patogeni koji se ponovo pojavljuju i endemski patogeni u ljudskoj populaciji mogu pokazati različite dinamičke obrasce širenja na lokalnom nivou. Ovi obrasci će biti vođeni demografskim faktorima, uključujući:

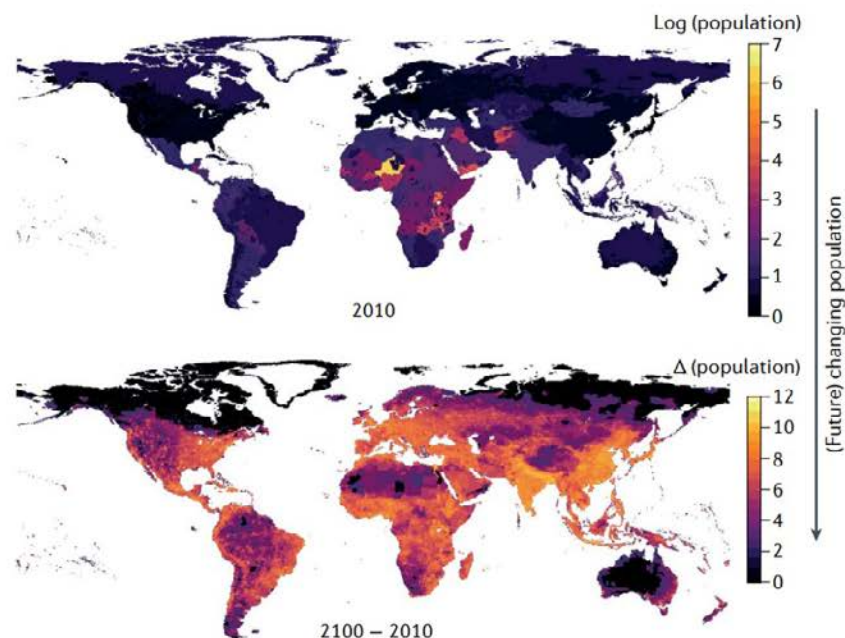
1. Efekte **ljudskog ponašanja** na prenošenje, npr. školski uslovi, dovode do prenošenja mnogih infekcija u detinjstvu.
2. **Imunitet**: rađanjem novih osetljivih pojedinaca i upotrebom vakcina kao oblika zaštite.
3. Na prenošenje takođe mogu uticati **klimatske varijable** delujući na nekom prostoru ili tokom godine.

Nedavne globalne promene su uticale na svaki od ovih pokretača dinamike na lokalnom nivou:

- **Pohađanje škole** ne samo da modulira prenošenje dečjih infekcija, već i oblikuje ljudsku mobilnost.
- **Starosna** specifičnost tereta bolesti.
- Demografske promene u veličini i gustini stanovništva putem **urbanizacije** takođe mogu uticati na dinamiku.
- Promene u nastanku **imunomodulatorne infekcije**, koje zauzvrat mogu uticati na druge infekcije.
- Globalne **promene klimatskih uslova** će igrati ključnu ulogu u pokretanju dinamike sezonskih bolesti na lokalnom nivou.
- Izloženost **lokalnom zagađenju vazduha** na lokacijama koje se brzo urbanizuju, npr. PM2.5 mikročestice u vazduhu.
- Život na urbanoj lokaciji može doneti prednosti u smislu **većeg pristupa zdravstvenoj zaštiti**.

Slika 2. Mapiranje promena demografskog stresora: projektovane promene stanovništva

**Projekcije stanovništva u 2010. i relativne promene stanovništva projektovane do 2100. godine**



From: R.E. Baker et al., Nature Reviews Microbiology, April 2022, 20, 193-205.  
<https://doi.org/10.1038/s41579-021-00639-z>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

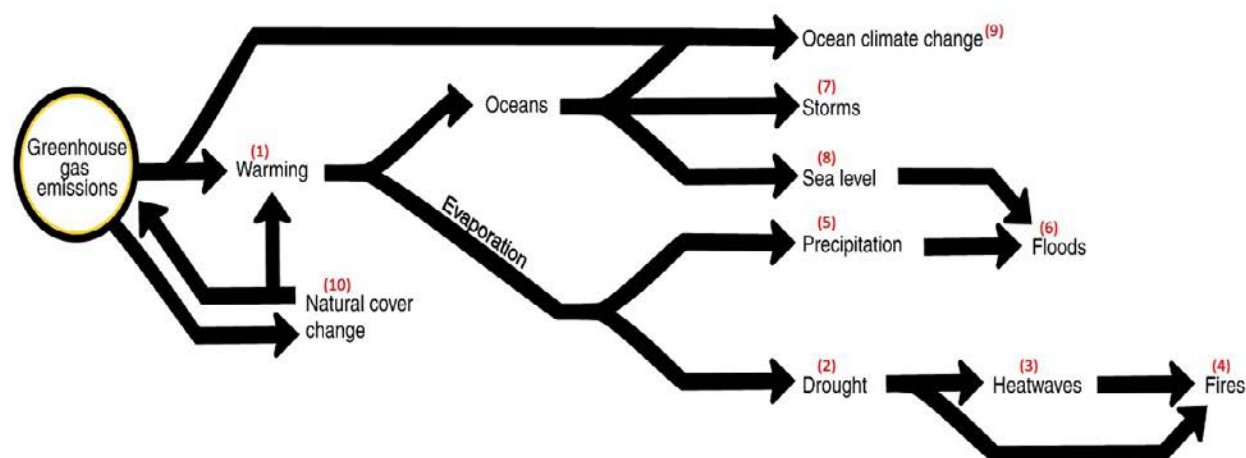
Demografske promene i tehnološke promene mogu promeniti interakciju domaćina sa rezervoarom bolesti u životnoj sredini, npr. poboljšani sanitarni uslove mogu smanjiti rizik od izloženosti bolestima kao što je kolera.

Kod VBD, biološke osobine kako vektora tako i patogena mogu biti osetljive na klimu. Mnoge osobine životnog ciklusa komarca u vezi sa transmisijom (brzina ujeda, životni vek odrasle jedinke, veličina populacije i distribucija) i patogena (stopa ekstrinzične inkubacije) su osetljive na temperaturu, a obrasci ovipozicije zavise od dostupnosti vode.

Vakcinacija. Na lokalnom nivou, jedan od najjačih utisaka koji se može otkriti u dinamici mnogih endemskih infekcija poslednjih godina je pad incidencije povezan sa pristupom vakcinaciji.



Slika 3. Klimatske nepogode na Zemlji na koje utiče tekuća emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG).



From: C. Mora et al., Nature Climate Change, September 2022, 12, 869–875, <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01426-1>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

GHG posreduju u ravnoteži između dolaznog sunčevog zračenja i izlaznog infracrvenog zračenja; dakle, (1) njihov višak u atmosferi izaziva zagrevanje.

Zajedno sa povećanim kapacitetom vazduha da zadrži vodu, zagrevanje ubrzava isparavanje vode iz tla, što dovodi do (2) suše na mestima koja su obično suva; povećanje suše može dovesti do (3) toplotnih talasa. Ovo stvara uslove za (4) šumske požare.

Na vlažnim mestima ubrzano isparavanje pojačava (5) padavine, izazivajući (6) poplave. Zagrevanje okeana pojačava isparavanje i brzinu vetra, pojačavajući jačinu (7) oluja, čiji udari mogu biti pogoršani (8) porastom nivoa mora. Unošenje CO<sub>2</sub> u okeane uzrokuje povećanje

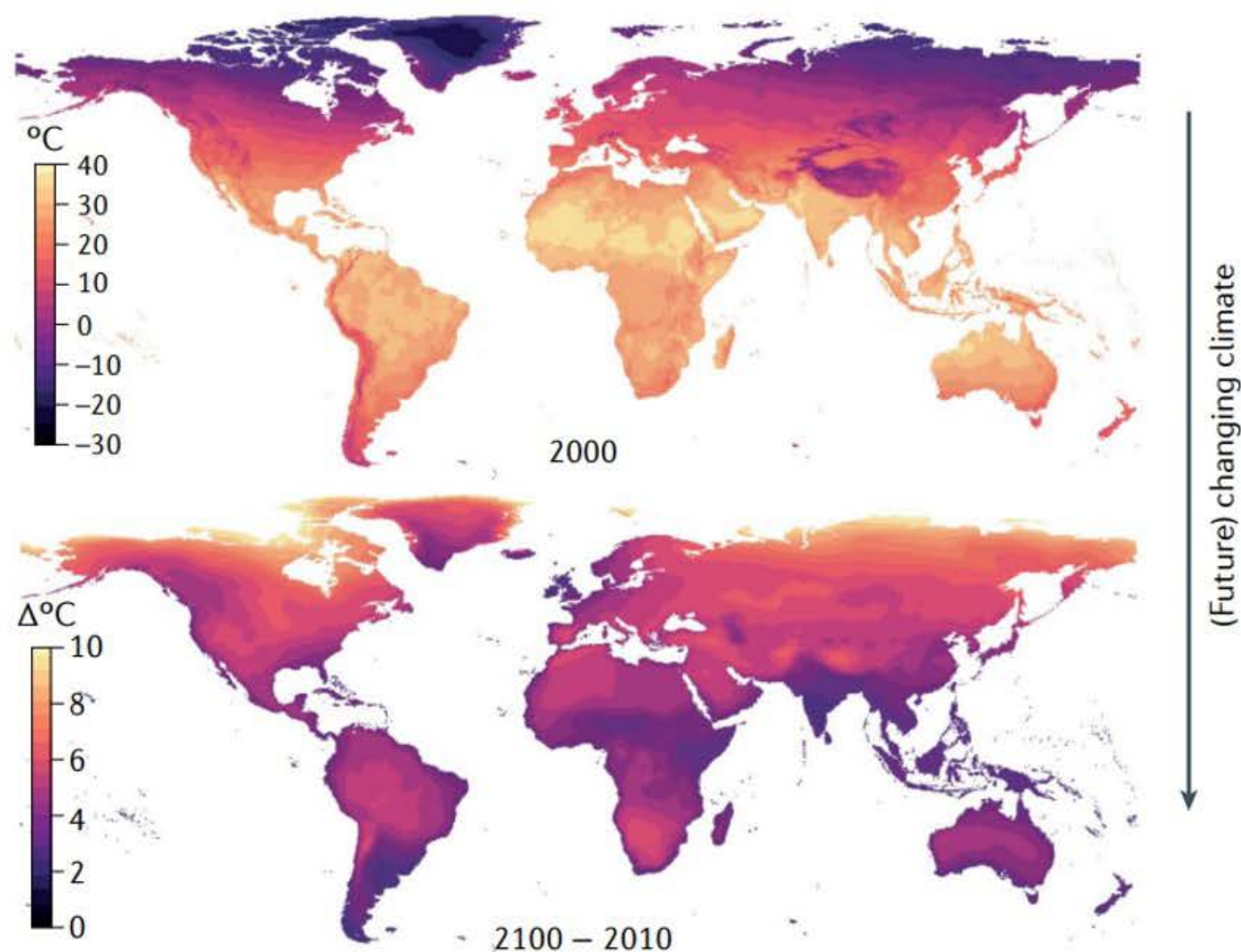
kiselosti okeana, dok promene u cirkulaciji okeana i zagrevanje smanjuju koncentraciju kiseonika u morskoj vodi, što dovodi do (9) klimatskih promena okeana.

Promena prirodnog zemljišnog pokrivača (10) može biti direktan emiter gasova sa efektom staklene bašte putem krčenja šuma, modifikacije temperature preko albedo refleksije\* i evapotranspiracije i zato što može biti direktan modifikator u prenošenju patogenih bolesti.

\*Deo svetlosti koji zemljina površina reflektuje nazad u svemir.

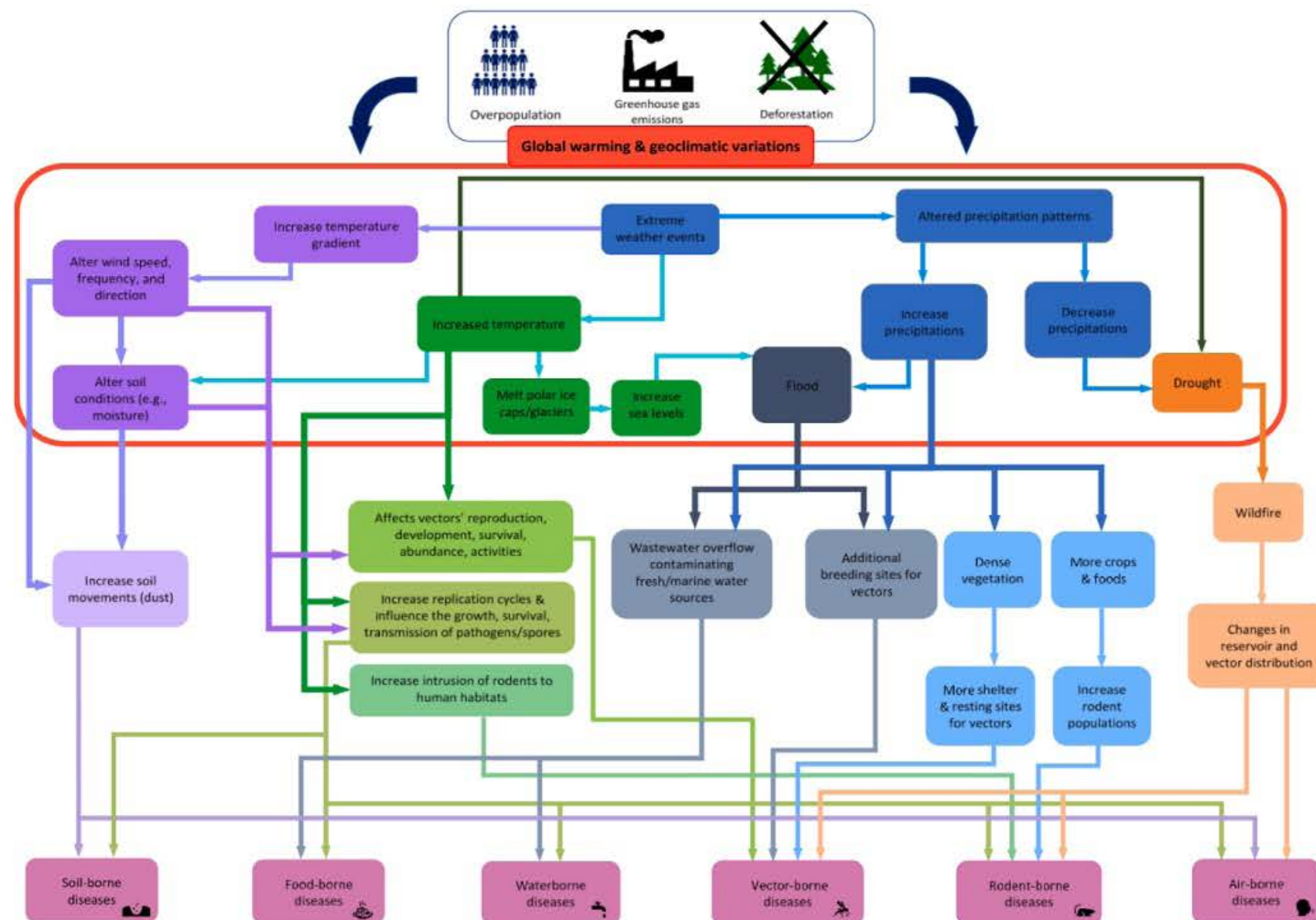
Slika 4. Mapiranje promena na antropogeni klimatski stresor: prosečne mesečne promene maksimalne temperature

Prosečna mesečna maksimalna temperatura 1970–2000 i predviđena razlika između proseka 2070–2100 i 1970–2000.



From: R.E. Baker et al., Nature Reviews Microbiology, April 2022, 20, 193-205.  
<https://doi.org/10.1038/s41579-021-00639-z>

Slika 5. Uticaji globalnog zagrevanja i geoklimatskih varijacija na zoonoze.



From: R. Rupasinghe, B. B. Chomel, and B. Martínez-Lopez, Acta Tropica, 2022, 226, 106225.  
<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.106225>



**Tabela 1. Efekti globalnih promena na životnu sredinu koji se odnose na bolesti koje se prenose vektorima.**

Global change driver	Potential effects on vector, pathogen, and host environments	Potential effects on vectors, pathogens, and hosts
Higher CO <sub>2</sub> concn	Increased ambient temperature and plant biomass; range expansion of woody vegetation; longer plant growth season with humid microclimates	Increased vector longevity for the same rainfall and temperature through more humid microclimates, with possible range expansion of humid-zone vectors
Temperature increase (regional/temporal variation)	Expansion of warm climatic zones, with longer growth seasons, less extreme low temperatures, and more frequent extreme high temperatures	Faster vector and pathogen development, with more generations per year; shorter life spans of vectors at high temperatures, reduced low-temperature mortality of vectors, and range expansion of warm-climate vectors and pathogens
Rainfall	Too uncertain and regionally variable to estimate, but increased frequency of extreme rainfall events	Altered patterns of breeding of mosquitoes, with more flushing of mosquito breeding with increased flooding
Urbanization	Increased density of human hosts, with poorer sanitation and water supply in developing countries Increased outer urban development in or near forests in developed countries	Higher rate of disease transmission at same vector density; more vector-breeding sites Increased contact between humans and vectors in periurban forested areas
Deforestation	Increased human entry into forests and increased surface water from soils exposed by logging or new agriculture	More vector-breeding sites and more contact between humans and vectors
Irrigation and water storage	Increased surface water, prevention of seasonal flooding	More vector-breeding sites; reduced flushing of snails and mosquitoes
Intensification of agriculture	Increased disturbance of land and vegetation and increased surface water; reduced biodiversity	More diversity of vector breeding sites, with reduced predation of vectors
Chemical pollution	Fertilizer, pesticide, herbicide and industrial toxins and endocrine-disrupting chemicals	Impaired human immune systems
Increased trade	Increased volume of shipped goods	Increased transport of vectors, leading to "homogenization" of vectors in receptive areas
Increased travel	Increased movement of people between North and South and East and West	Increased transfer of pathogens between regions of endemicity and disease-free regions, and increased exposure of visitors to regions of endemicity

From: R.W. Sutherst, Clinical Microbiology Reviews, Jan. 2004, 17, (1), 136–173.  
<https://doi.org/10.1128%2FCMR.17.1.136-173.2004>

## Globalno širenje

Kada se razmatra uticaj globalnih promena na rizik od zaraznih bolesti, mogu se uzeti u obzir efekti tri oblika globalne povezanosti:

1. Međunarodna putovanja.
2. Ljudska migracija i mobilnost na lokalnom nivou.
3. Međunarodna trgovina životinjama, životinjskim proizvodima i biljkama.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

3. Međunarodna trgovina životinjama, životinjskim proizvodima i biljkama. Ovo se brzo proširilo u modernoj eri i praćeno je globalnom proliferacijom zaraznih bolesti koje pogađaju ne samo ljude već i životinje i biljke. Trgovina pokreće ovaj obrazac tako što olakšava premeštanje domaćina i patogena preko geografskih i ekoloških granica koje ograničavaju njihovo širenje.

1. Međunarodna putovanja. Ukupan broj putnika u avio saobraćaju se udvostručio sa nešto ispod dve milijarde u 2000. na više od četiri milijarde u 2019. Ovaj korak povećanja globalne povezanosti nosi sa sobom nove rizike od novih i endemičnih patogena koji mogu da cirkulišu tranzitnim putevima. Na primer, cirkulacija sezonskog gripa u SAD se već može predvideti sa obrascima letova.


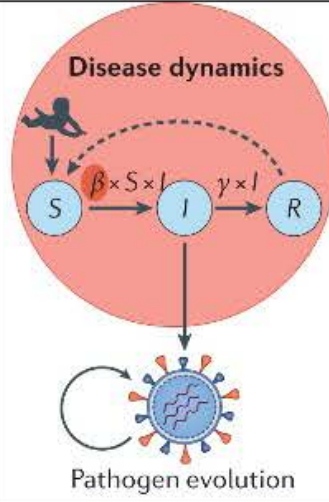

2. Ljudska migracija i mobilnost na lokalnom nivou. Procenjuje se da je globalno broj stalnih međunarodnih migranata skoro 272 miliona, što predstavlja 3,5% svetske populacije. Stopa migracije nastavlja da raste zahvaljujući društvenim, ekonomskim, političkim i ekološkim pokretačima. Klimatske promene, porast nivoa mora i ekstremno vreme će verovatno predstavljati eskalirajući faktor u ovoj oblasti.

## Rezime

Slika 6. Efekti klimatskih, tehnoloških i demografskih promena na pojavu, dinamiku i širenje bolesti.

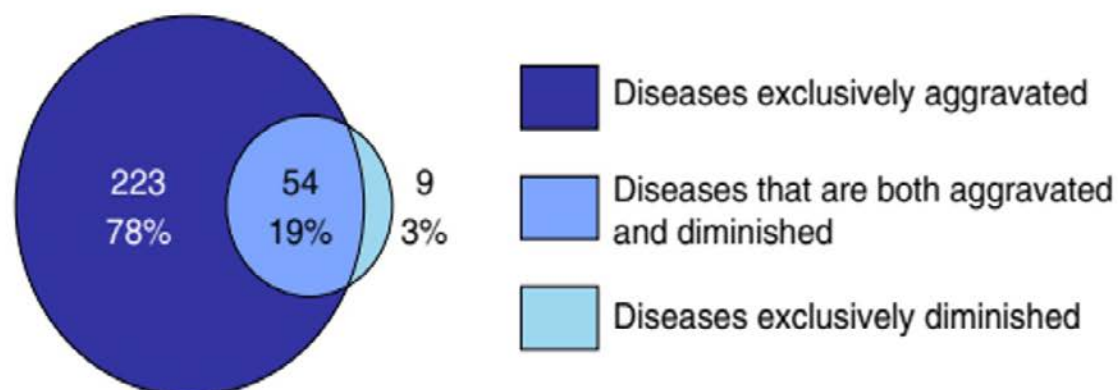
Tabela sumira odabrane globalne promene (redovi) i njihov uticaj na pojavu bolesti, dinamiku na lokalnom nivou i globalno širenje (kolone). Prikazan je primer modela osetljivog (S), inficiranog (I), oporavljenog (R), gde  $\beta$  predstavlja brzinu prenosa, a  $\gamma$  stopau oporavka.

Od: R.E. Baker et al., Nature Reviews Microbiology, april 2022, 20, 193-205.  
<https://doi.org/10.1038/s41579-021-00639-z>

			
<b>Climatic change</b>	Drives range shifts for reservoir species	Affects transmission and susceptibility	Affects the geographical range of vectors
<b>Technological change</b>			
Transportation	Improved global surveillance		Air transit and high-speed rail affect pace and range of spread
Health care		Vaccination affects dynamics	Improved care reduces burden
<b>Demographic change</b>			
Population growth and land use	Increased contact with reservoir species	Population numbers affect evolution, birth rates affect dynamics	Larger population travelling
Urbanization	Depends on species	Density affects contact rate	Urban population more connected
Ageing	Immunosenescence affects spillover risk	Ageing population increases transmission	Possible larger burden



## Pregled trenutnog stanja znanja o efektima klimatskih promena na uticaje, puteve i interakcije VBD-a na/sa globalnim zajednicama



Slika 7. Diskriminacija patogenih bolesti između onih pogoršanih i umanjениh klimatskim hazardima

<https://doi.org/10.1038/s41558-022-01426-1>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

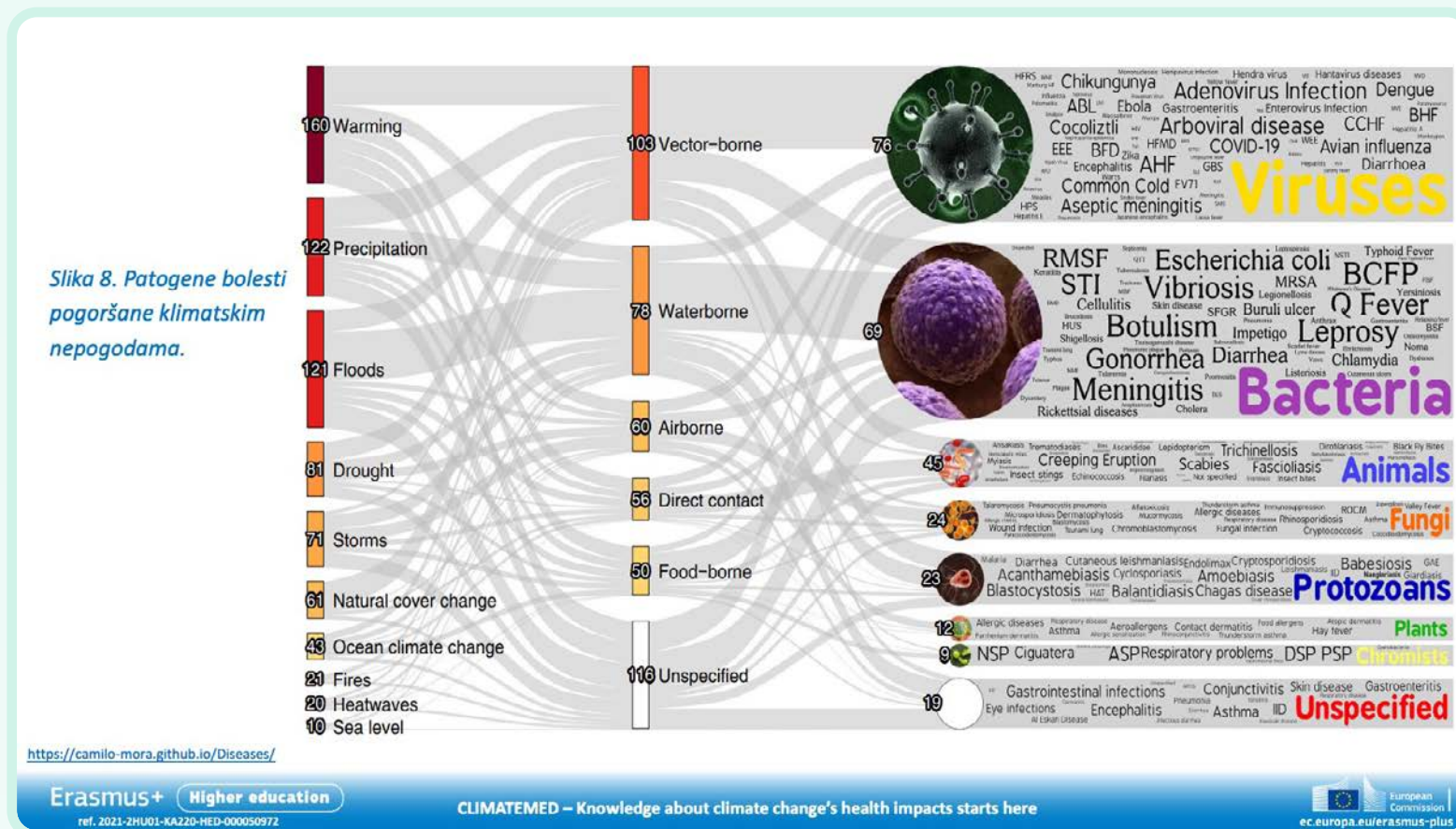
European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Pregled

Trebalo bi da bude očigledno iz odeljka 4 da su stresori životne sredine koji utiču na bolest brojni, složeni i često međusobno povezani. Kada ih pridodamo na veliki broj poznatih zaraznih bolesti, mogući efekti klimatskih promena na bolesti su zaista brojni.

Nedavni pregled Mora et al., pronašao je 3.213 slučajeva u kojima je deset klimatskih nepogoda, navedenih na slici 3, odeljak 4.3 iznad, bilo umešano u ukupno 286 patogenih bolesti. Velika većina njih je pokazala pogoršanje bolesti:

Slika 8. Patogene bolesti pogoršane klimatskim nepogodama.



Ovde su prikazani načini kojima klimatske opasnosti, preko određenih vrsta prenosa, dovode do pogoršanja specifičnih patogenih bolesti.

Debljina linija je proporcionalna broju jedinstvenih patogenih bolesti. Gradijent boja ukazuje na proporcionalnu količinu bolesti, pri čemu tamnije boje predstavljaju veće količine, a svetlije boje predstavljaju manje. Brojevi na svakom čvoru ukazuju na broj jedinstvenih patogenih bolesti.

Neka opšta zapažanja mogu se uočiti sa slike 8:

- U pogledu klimatskih opasnosti, zagrevanje, padavine, poplave, suše i oluje čine većinu, 555 od 710, (78%) objavljenih slučajeva pogoršanja patogenih bolesti.
- Od otežanih tipova bolesti, vidimo da VBD predstavljaju najveću pojedinačnu grupu objavljenih otežanih slučajeva bolesti, praćenih bolestima izazvanih vodom, vazduhom, direktnim kontaktom i hranom, što čini 347 od 463 slučaja (75%).
- Virusi i bakterije čine daleko najveće grupe patogena.

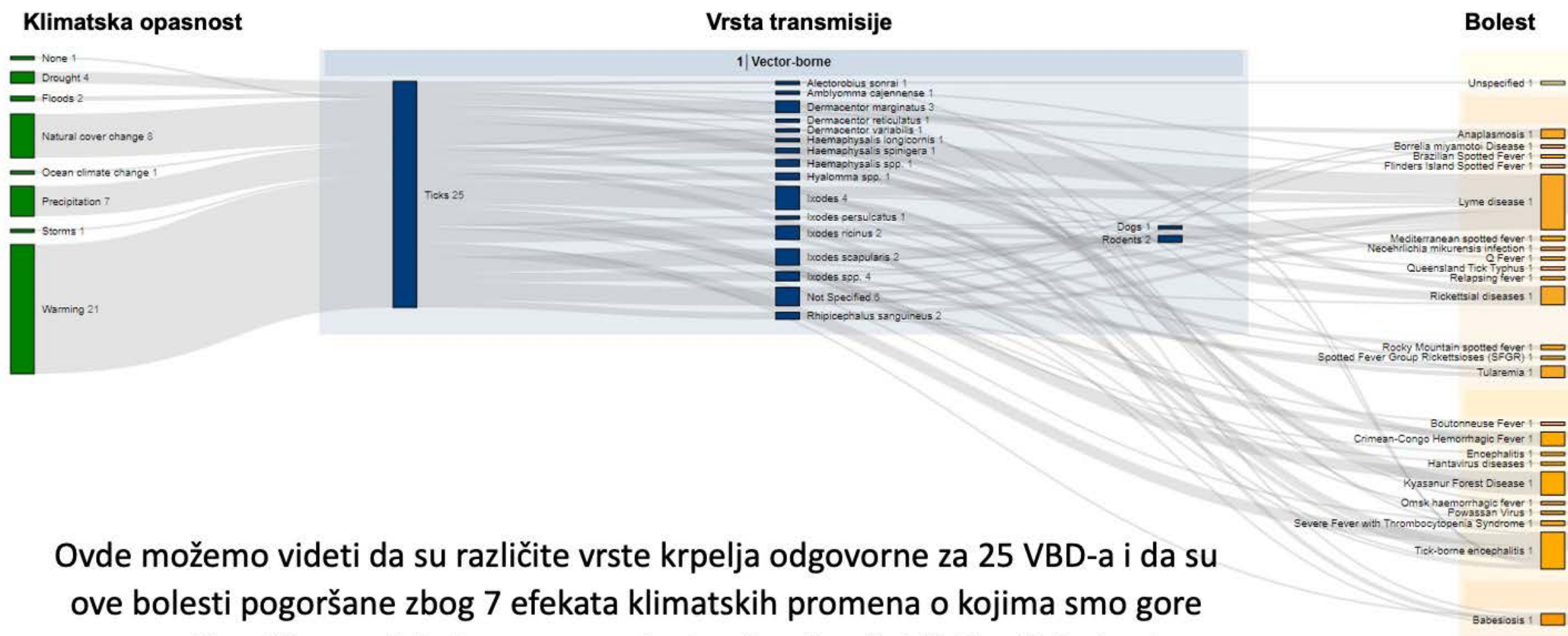
U narednim odeljcima ćemo ispitati trenutno stanje znanja o specifičnim VBD-ovima, prema vektorima i u odnosu na ove efekte u evropskom kontekstu. U većini slučajeva smo filtrirali podatke da bismo prikazali samo slučajeve u kojima je utvrđeno da se pogoršanje bolesti (negativni efekti) javlja usled faktora klimatskih promena.

Kratki odabrani rezime i nekih relevantnih publikacija će zatim biti predstavljeni u svakom odeljku.

Mora et al. . takođe su predstavili korisnu vizuelizaciju sažetka (slika 8 ispod) svojih rezultata, koja je takođe dostupna na mreži za detaljno interaktivno ispitivanje na

→ <https://camilo-mora.github.io/Diseases/>

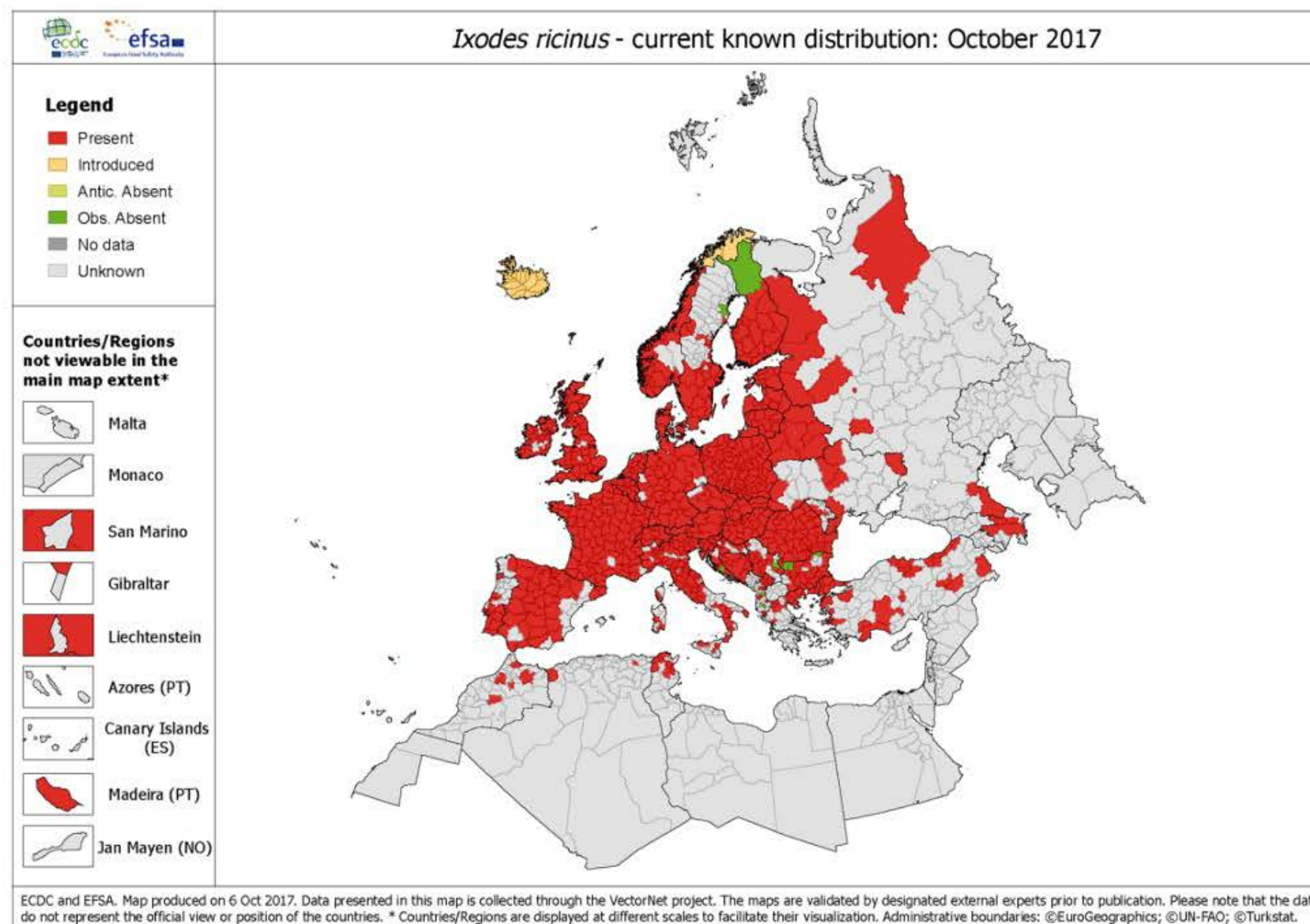
## Efekti klimatskih promena prema vektoru: **Krpelji**



Ovde možemo videti da su različite vrste krpelja odgovorne za 25 VBD-a i da su ove bolesti pogoršane zbog 7 efekata klimatskih promena o kojima smo gore govorili, pri čemu globalno zagrevanje doprinosi većini (21) ovih bolesti.



Slika 9. Trenutna evropska geografska rasprostranjenost krpelja *Ixodes ricinus*.



Gledajući neke od specifičnih bolesti koje prenose krpelji: **Babezioza**

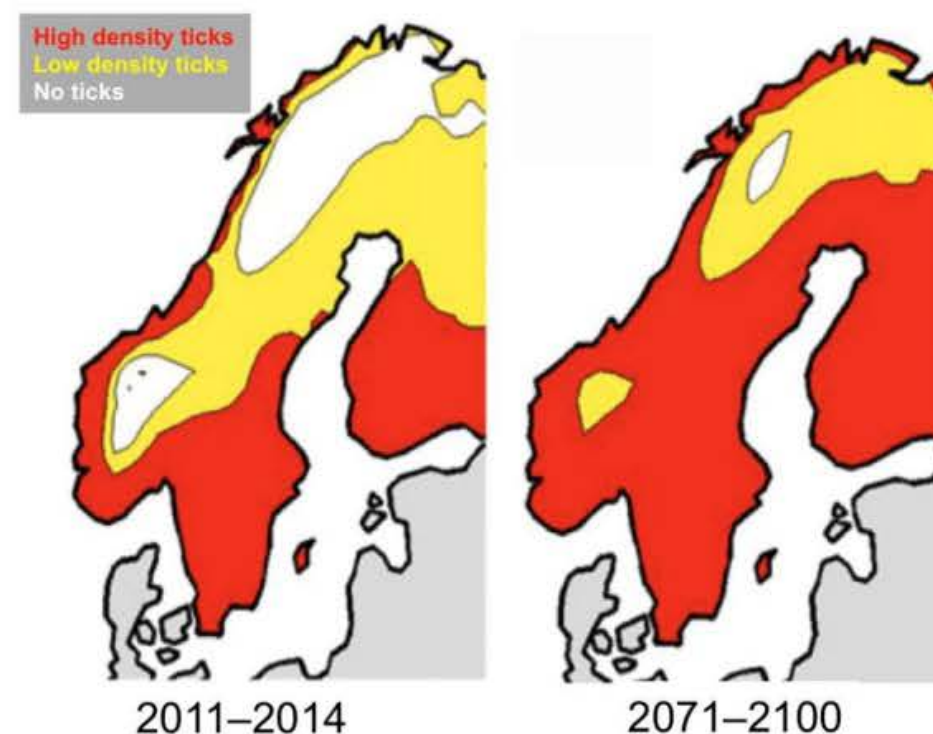


*Slika 10. Predviđanje uticaja klimatskih promena na distribuciju krpelja iksodskog jelena u Skandinaviji.*

Na osnovu dužine perioda rasta vegetacije, IPCC 2000 scenario visoke emisije.

„Zapažanja i modeli sugerišu da je samo pitanje vremena kada će se slučajevi babezioze kod ljudi pojavljivati češće, van sezone i dalje na severu nego što je to trenutno, kao posledica klimatskih promena.

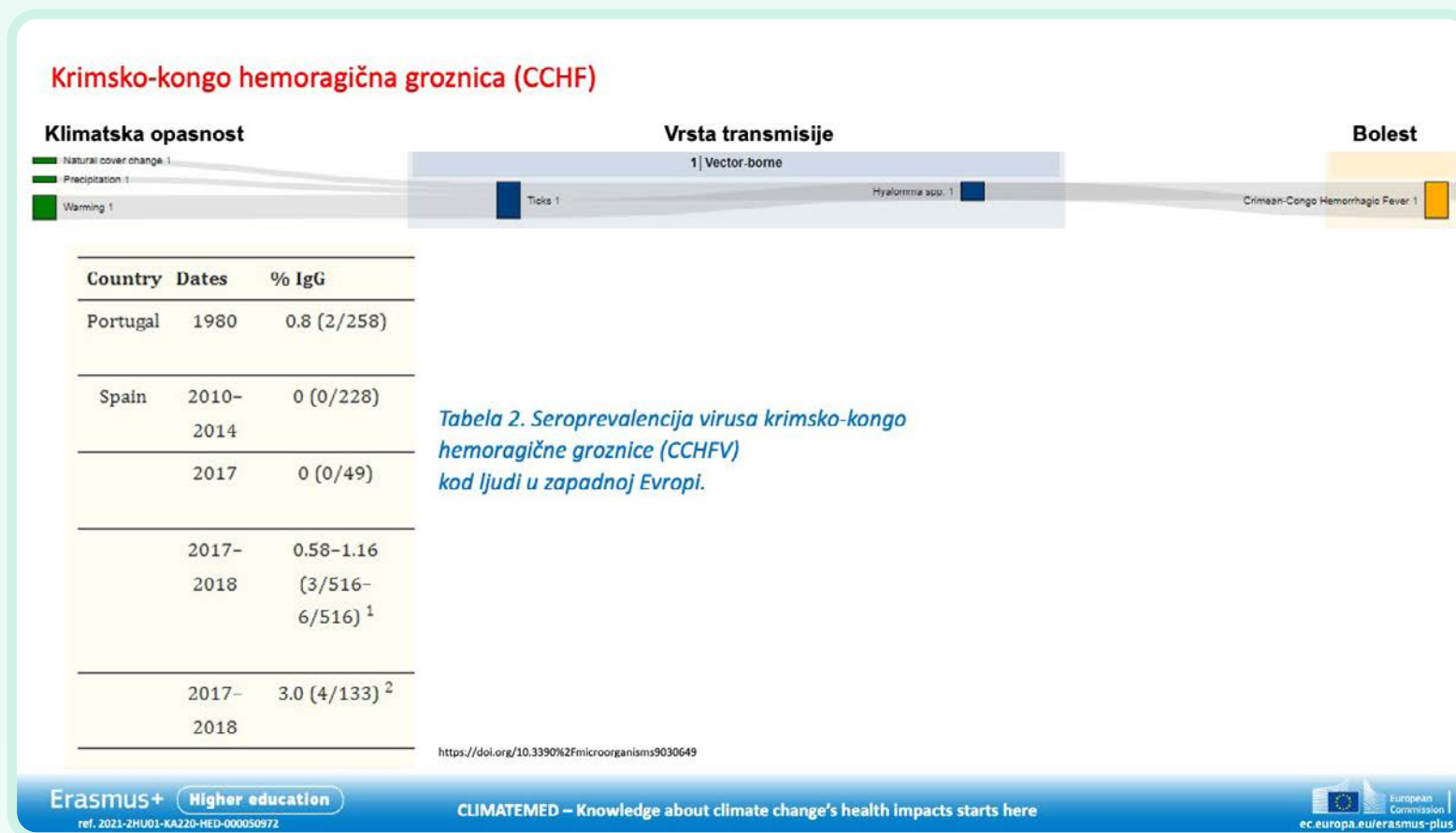
[doi.org/10.3390/pathogens10111430](https://doi.org/10.3390/pathogens10111430)



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

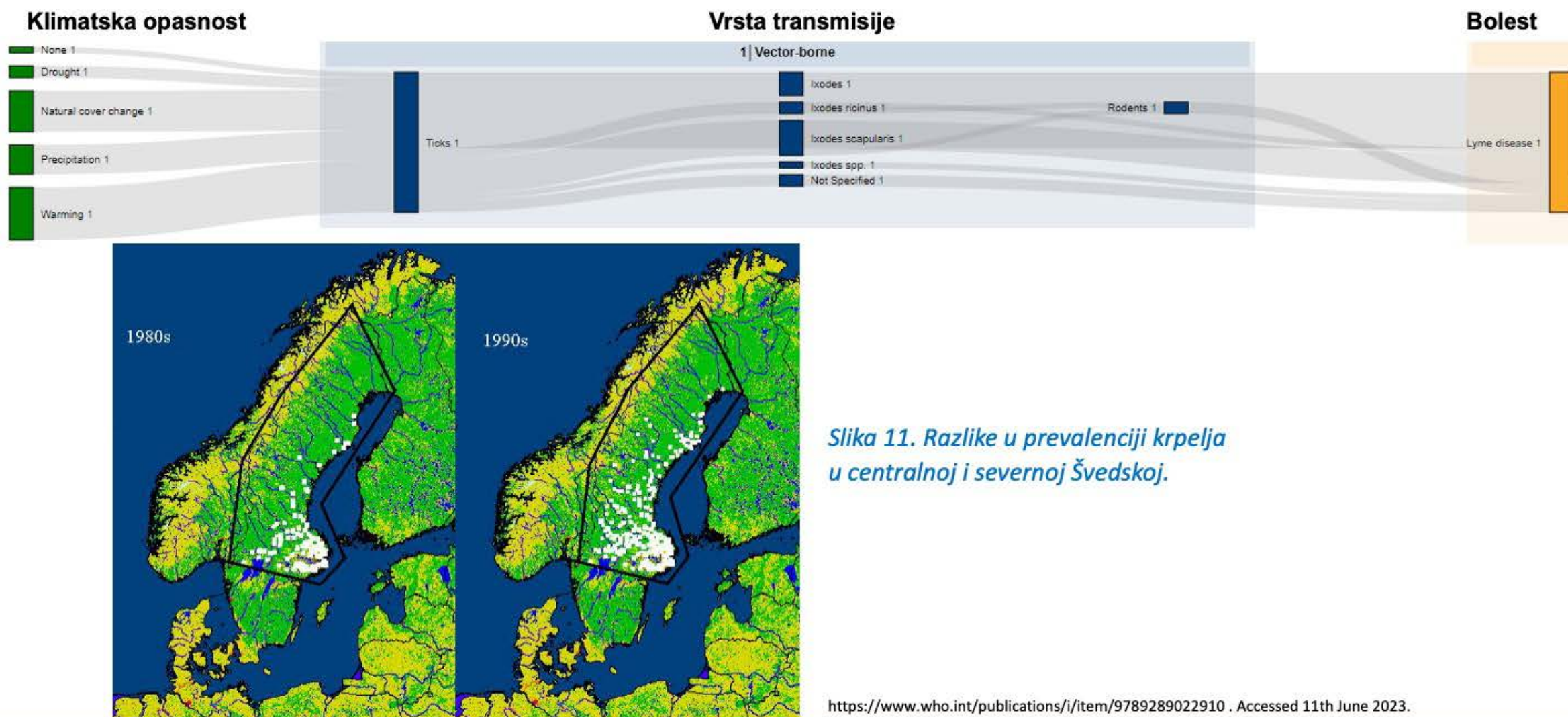
European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



„... demonstrirani kapacitet virusa za adaptaciju, između ostalih faktora, čini ga opasnom pretnjom u našem okruženju. CCHF, kao i druge virusne bolesti koje se prenose vektorima, je pod uticajem dinamičkih faktora kao što su globalizacija, klimatske promene, društvene i kulturne promene, promene korišćenja zemljišta, fragmentacija staništa, gubitak biodiverziteta i uvođenje egzotičnih vrsta.... Sve ove činjenice, između ostalog, u kombinaciji sa različitim genotipovima otkrivenim kod krpelja i ljudi u različitim oblastima iz Španije, sugerišu potencijalno uspostavljanje ciklusa prenosa CCHFV. Stoga je potrebna veća svest i nadzor nad ovom pretnjom.”



## Lajmska bolest (Lajmska borelioza, LB)



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

„Na osnovu rezultata svih različitih studija koje su pregledane, može se zaključiti da će buduće klimatske promene u Evropi olakšati širenje LB na veće geografske širine i nadmorske visine, i doprineti produženoj i intenzivnijoj sezoni prenosa LB u nekim oblastima. U drugim oblastima, gde će buduće klimatske promene

prouzrokovati klimatske uslove previše vruće i suve za preživljavanje krpelja, LB će nestati.

## Encefalitis izazvan ujedom krpelja (TBE)

### Klimatska opasnost

- Drought 1
- Natural cover change 1
- Precipitation 1
- Warming 1

### Vrsta transmisije

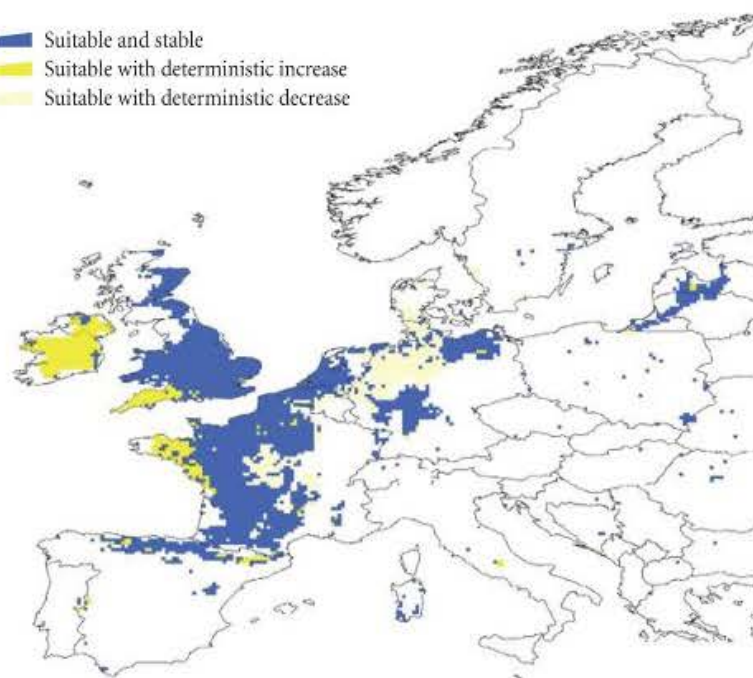
#### 1 | Vector-borne

- Alectorobius sonrai 1
- Ixodes 1
- Ixodes persulcatus 1
- Ixodes ricinus 1
- Ixodes spp. 1
- Not Specified 1

### Bolest

Tick-borne encephalitis 1

- Suitable and stable
- Suitable with deterministic increase
- Suitable with deterministic decrease



Slika 12. Analiza dugoročnih promena u klimatskoj podobnosti za krpelja *ixodes ricinus* u Evropi (1900–1999).

[doi.org/10.1155/2009/593232](https://doi.org/10.1155/2009/593232)

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Oblasti su podeljene na pogodne i neprikladne (poslednje, bez boja na slici). Područje označeno kao pogodno i stabilno znači da nema promena u podobnosti za krpelja. Determinističko povećanje ili smanjenje znači kontinuirani trend povećanja ili smanjenja klimatske pogodnosti.

„Povećanje broja slučajeva u Švedskoj od sredine 80-ih bilo je povezano sa dve uzastopne godine sa blažim zimama, ranijim dolaskom proleća i produženim jesenjim periodima sa temperaturama iznad 5-8°C. Mogućnost da je ovo uzrokovano klimatskim uticajem na krpelje sugeriše širenje rasprostranjenosti *ixodes ricinus*

ka severu. Slično tome, prijavljeno je uzlazno pomeranje gornje visine prevalencije TBE u korelaciji sa povećanjem temperatura, što je u skladu sa izveštajima o rastućem broju aktivnih krpelja na većim visinama...”



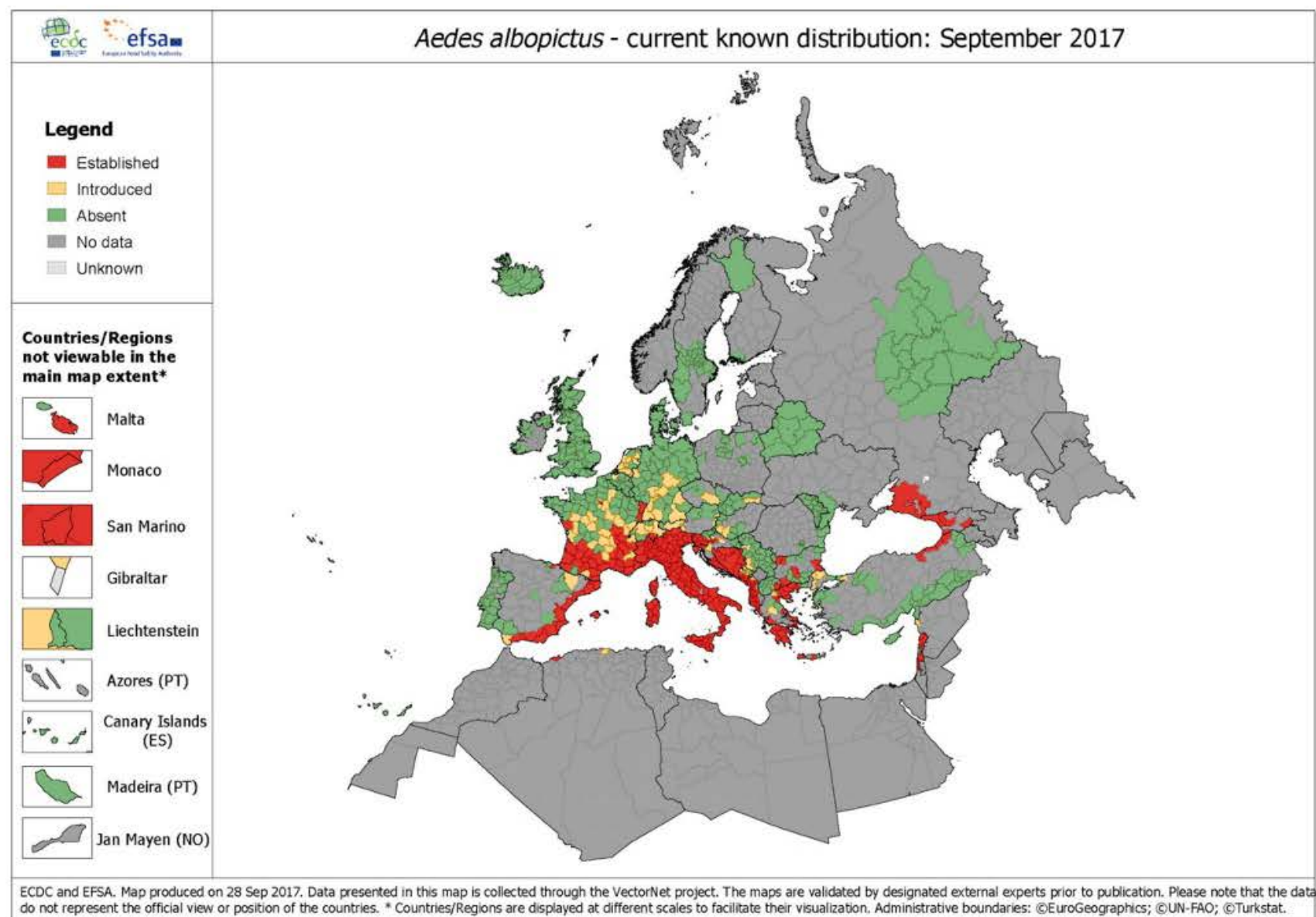
## Efekti klimatskih promena prema vektoru: Komarci



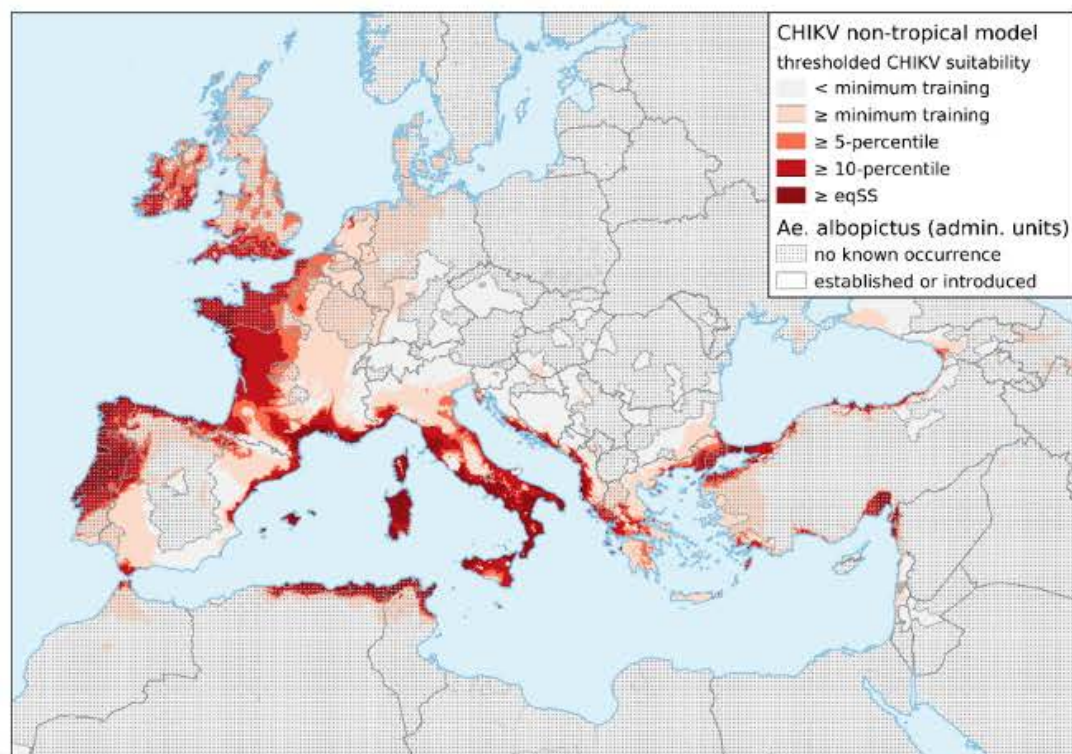
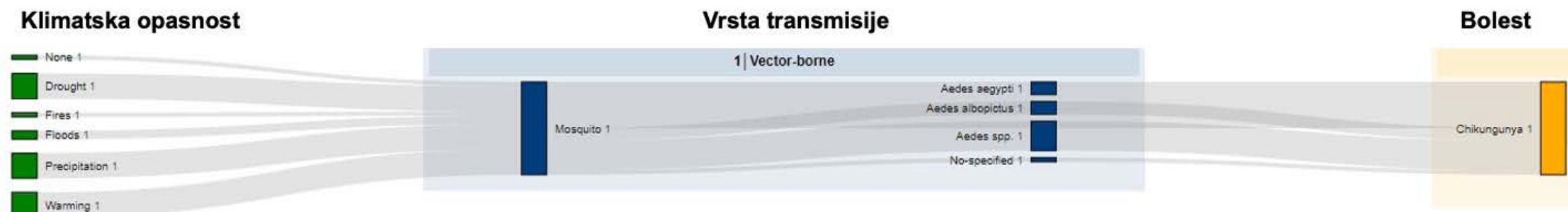
Ovde možemo videti da su različite vrste komaraca odgovorne za 28 VBD-a i da su ove bolesti pogoršane usled svih 10 klimatskih promena o kojima smo gore govorili, pri čemu globalno zagrevanje, padavine i poplave doprinose većini (21) ovih bolesti.



Slika 13. Trenutna geografska rasprostranjenost komaraca *aedes albopictus* u Evropi.



## Neke specifične bolesti koje prenose komarci: čikungunija (CHIKV)



*Slika 14. Kategorizovana mapa ekološke podobnosti prenosa CHIKV u trenutnim klimatskim uslovima.*

Zasnovano na ekološkom modelu od 160 globalnih lokaliteta čikungunja virusa van tropskih krajeva.

[doi.org/10.3390/v13061024](https://doi.org/10.3390/v13061024)

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

„...primenili smo epidemiološki model da bismo uhvatili vremenski rizik od izbijanja čikungunje u šest odabranih evropskih gradova.... Veoma pogodna područja su rasprostranjenija nego što se ranije pretpostavljalo. Nalaze se u obalnim područjima Sredozemnog mora, u zapadnom delu Pirinejskog poluostrva i u

atlantskim obalnim područjima Francuske. Prema najgorem scenariju, čak i velika područja zapadne Nemačke i država Beneluksa smatraju se potencijalnim područjima prenosa.



## Denga groznica

### Klimatska opasnost

- None 1
- Drought 1
- Floods 1
- Heatwaves 1
- Natural cover change 1
- Ocean climate change 1
- Precipitation 1
- Sea level 1
- Storms 1
- Warming 1

### Vrsta transmisije

1 | Vector-borne

Mosquito 1

Aedes aegypti 1

Aedes albopictus 1

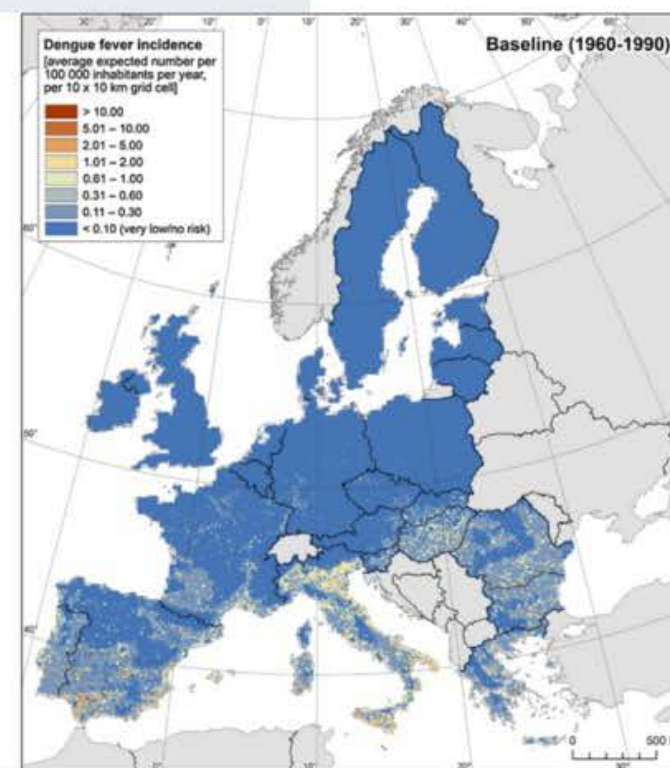
Aedes spp. 1

No-specified 1

### Bolest

Dengue 1

*Slika 15. Stopa incidence denga groznice izražena kao broj slučajeva na 100.000 stanovnika godišnje za osnovne uslove i scenarije klimatskih promena.*



<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/14/781>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

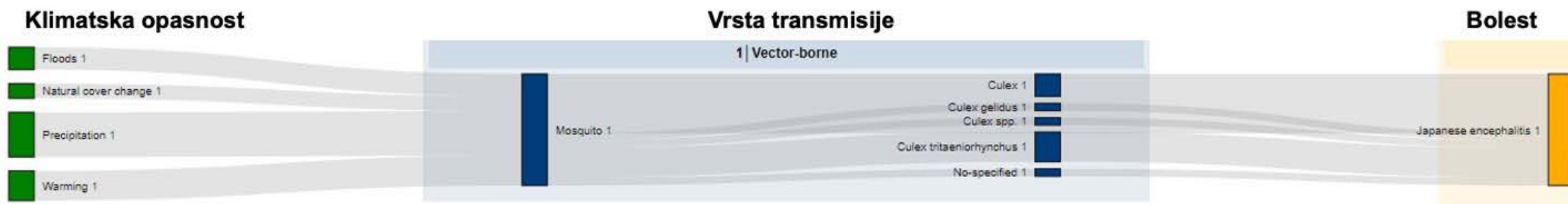
European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

„Mape rizika pokazuju da će klimatske promene verovatno doprineti povećanom riziku od denga groznice (i verovatno drugih bolesti koje prenose komarci) u mnogim delovima Evrope, posebno krajem veka. Predviđa se da će područja sa najvećim povećanim rizikom biti

grupisana oko mediteranske i jadranske obale i u severnoj Italiji.



## Japanski encefalitis (JEV)



”....sa promenom klime JEV ima potencijal da se pojavi u novim umerenim regionima. Ovde smo procenili vektorsku kompetenciju umerenog komarca *Culex pipiens* f. *pipiens* do vektora JEV genotipa III na temperaturama koje su reprezentativne za one doživljene ili predviđene u budućnosti tokom letnjih meseci u Ujedinjenom Kraljevstvu. Naši rezultati pokazuju da je *Cx. Pipiens* podložan JEV infekciji na obe temperature.

doi.org/10.1038/s41598-021-85411-2

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change’s health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

„Postoji mogući rizik od unošenja virusa japanskog encefalitisa u zemlje Evropske unije/Evropskog ekonomskog prostora putem međunarodnih putovanja i trgovine sa Azijom i Okeanijom, što bi moglo olakšati unošenje komaraca zaraženih virusom. Ako se virus unese, mogao bi da se nastani u Evropi zbog

značajnog broja osetljivih vektora komaraca i domaćina kičmenjaka. Identifikacija fragmenta RNK virusa japanskog encefalitisa u jednom bazenu komaraca *Culex* u severnoj Italiji 2010. godine, mogla bi da pokaže širi opseg distribucije virusa i potencijalnu pretnju po javno zdravlje u Evropi.

From: European Centre for Disease Prevention and Control, “Factsheet about Japanese encephalitis”,

→ <https://www.ecdc.europa.eu/en/japanese-encephalitis/facts>

## Limfna filarijaza

### Klimatska opasnost

- Fires 1
- Floods 1
- Natural cover change 1
- Precipitation 1
- Warming 1

### Vrsta transmisije

1 | Vector-borne

Mosquito 1

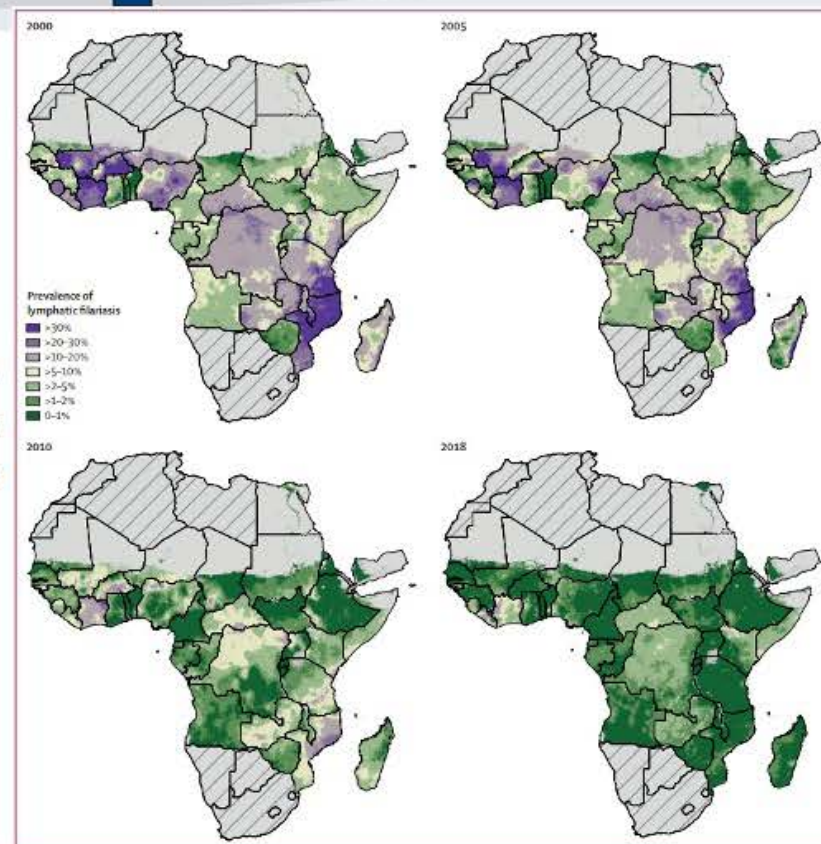
- Anopheles 1
- Culex pipiens 1
- No-specified 1

### Bolest

Filariasis 1

*Slika 16. Prevalencija antigenemije limfne filarijaze u Africi i Jemenu pri rezoluciji od 5 km<sup>2</sup>*

<https://doi.org/10.1093/trstmh/traa192>  
[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30286-2](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30286-2)



Erasmus+ Higher education  
 ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

„Iako je prevalencija infekcije limfne filarijaze opala od 2000. godine, masovna primena lekova je i dalje neophodna u velikoj populaciji u Africi i Aziji.

„Predviđa se da će se oblasti prenosa u Africi proširiti, sa severnim i južnim krajevima kontinenta koji će postati endemični u

budućnosti. Uzimajući u obzir klimatske promene i rast stanovništva, rizično stanovništvo u Africi, koje se trenutno procenjuje na 543–804 miliona, moglo bi da poraste na mogućih 1,65–1,86 milijardi u budućim scenarijima. Međutim, ova predviđanja ne uzimaju u obzir ubrzanje globalnih kontrolnih aktivnosti.” (Slika 16.)

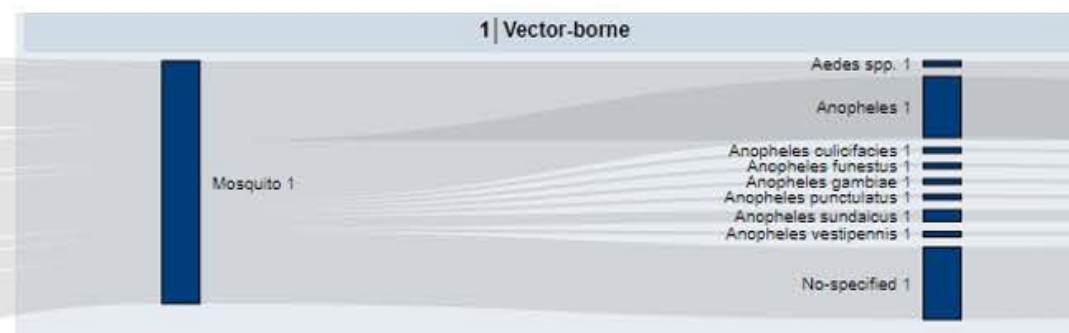


## Malaria

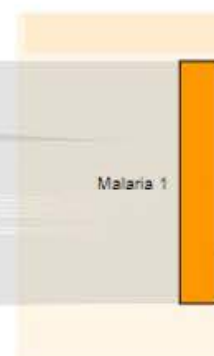
### Klimatska opasnost

- None 1
- Drought 1
- Fires 1
- Floods 1
- Heatwaves 1
- Natural cover change 1
- Ocean climate change 1
- Precipitation 1
- Sea level 1
- Storms 1
- Warming 1

### Vrsta transmisije

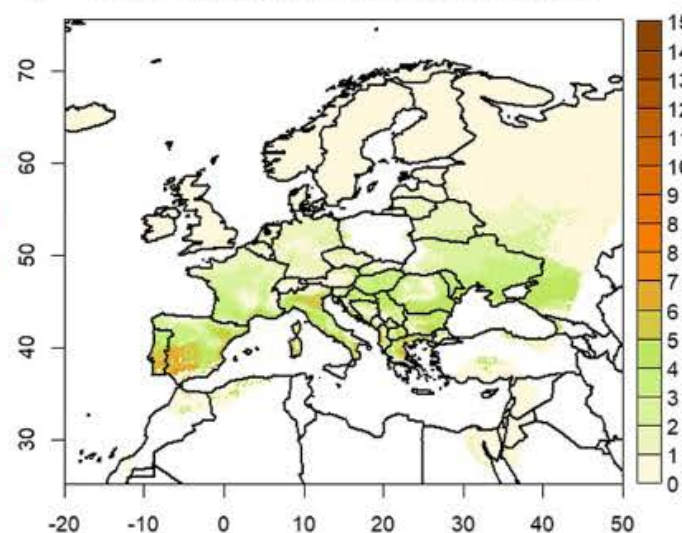


### Bolest

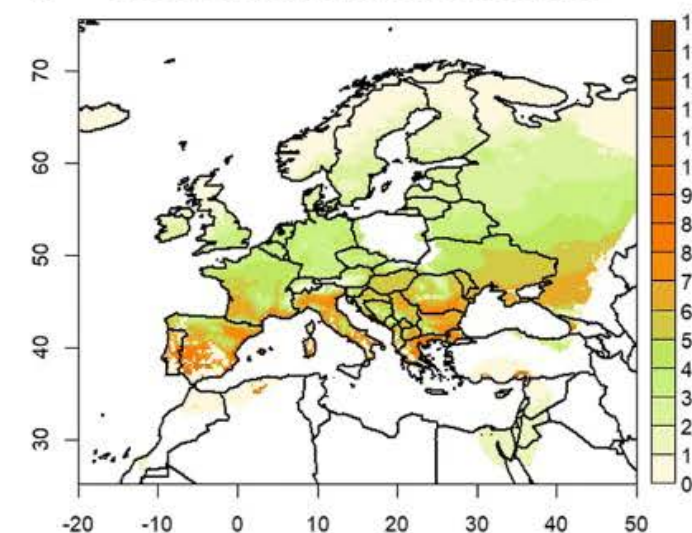


*Slika 17. Stabilnost vektora malarije: istorijska i predviđena iz regionalnih klimatskih modela (RCM).*

**a** Vector Stability Index Historical 1985-2005



**b** Vector Stability Index RCP8.5 2080-2100



Vector Stability Index. Shown are the values for the historical period 1985–2005 (a) and for the scenario period 2080–2100 under the RCP8.5 scenario (b). White areas denote regions with no observational and/or RCM data

<https://doi.org/10.1186/s13071-018-3278-6>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

„Zemlje pogođene povećanim rizikom od malarije obuhvatale su, na primer, Španiju, južnu Francusku, Italiju, Grčku, zemlje istočne Evrope Bugarsku, Rumuniju, Makedoniju i Srbiju, kao i južnu Ukrajinu i Rusiju.



## Groznica doline Rift (RVF)

### Klimatska opasnost

- None 1
- Drought 1
- Floods 1
- Natural cover change 1
- Ocean climate change 1
- Precipitation 1
- Warming 1

### Vrsta transmisije

1 | Vector-borne

Mosquito 1

- Aedes moutoshi 1
- Aedes ochraceus 1
- Aedes aegypti 1
- Aedes spp. 1
- Culex 1
- Culex spp. 1
- No-specified 1

### Bolest

Rift Valley Fever 1

**Tabela 3. Kompetentni vektori komaraca virusa groznice doline Rift sa poznatom distribucijom u Evropskoj uniji.**  
(X = prisutan vektor; ? = nepoznato autorima ili još nije pronađeno).

Country	<i>Aedes vexans vexans</i>	<i>Ochlerotatus caspius</i>	<i>Culex theileri</i>	<i>Culex pipiens</i>	<i>Culex perexiguus</i>
Austria	X	X	?	X	?
Belgium	X	X	?	X	?
Bulgaria	X	X	X	X	X
Croatia <sup>1</sup>	X	X	?	X	?
Cyprus	?	X	?	X	?
Czech Republic	X	X	?	X	?
Denmark	X	X	?	X	?
Estonia	X	X	?	X	?
Finland	X	X	?	X	?
France (mainland)	X	X	X	X	?
France (Corsica)	X	X	X	X	?
Germany	X	X	?	X	?
Greece	X	X	X	X	X
Hungary	X	X	X	X	?
Ireland	?	X	?	X	?
Italy (mainland)	X	X	X	X	X

<https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/ese.15.10.19506-en>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

“...asprovedene su analize za procenu rizika od unošenja i širenja RVF unutar EU. Zaključci su bili da je ukupan rizik bio nizak. Međutim, nedavno ponovno pojavljivanje RVF-a u istočnoj Africi, uključujući Sudan, dolinu Nila i Indijski okean, pokazalo je da je virus RVF veoma aktivan i osjetljiv na klimu i druge ekološke, kao

i socio-ekonomske promene... Kao posledica toga, basen Mediterana, centralne Evrope i Bliskog istoka će verovatno biti sve više izloženi riziku od uvođenja RVF-a.”

## Groznica Zapadnog Nila (WNF)

### Klimatska opasnost

Drought 1  
Floods 1  
Heatwaves 1  
Natural cover change 1  
Precipitation 1  
Storms 1  
Warming 1

### Vrsta transmisije

1 | Vector-borne

Mosquito 1

Aedes spp. 1  
Culex 1  
Culex modestus 1  
Culex pipiens 1  
Culex restuans 1  
Culex spp. 1  
Culex tarsalis 1  
Culex univittatus 1  
No-specified 1

Birds 1

### Bolest

West Nile Fever 1

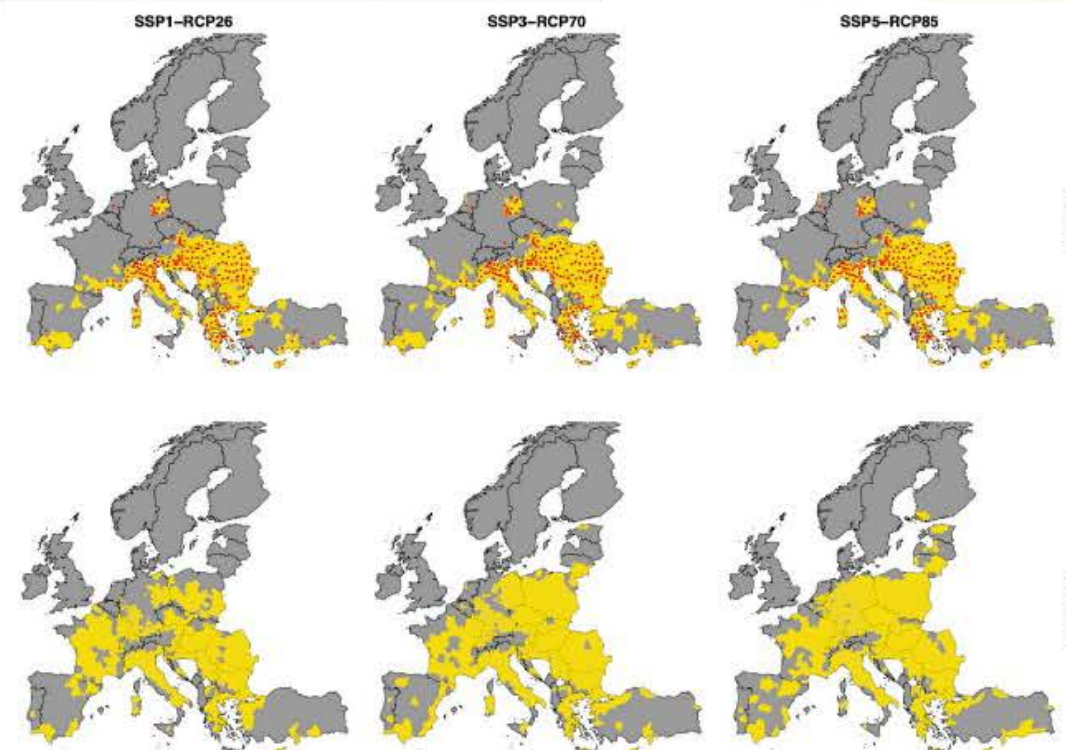
*Slika 18. Trendovi rizika od virusa Zapadnog Nila prema različitim scenarijima klimatskih promena.*

High risk Low/No risk NUT3 reporting West Nile virus infection

SSP1-RCP26: Low challenges to mitigation and adaptation and low CO2 emissions

SSP3-RCP70: Medium-high reference scenario within the "regional rivalry" socio-economic and high CO2 emissions

SSP5-RCP85: Extremely high challenges to mitigation with low challenges to adaptation and extremely high CO2 emissions



<https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100509>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

„WNF, koji je već endemičan u delovima evropskih zemalja, verovatno će nastaviti da se širi u druga područja, pošto uslovi za njegove vektore postanu povoljniji zbog promene klime. Zapadna Evropa bi se mogla suočiti sa velikim epidemijama virusa, bez obzira na budući stepen klimatskih promena, što zahteva

potrebu prilagođavanja ovoj novoj situaciji. Prema scenarijima visokih emisija, WNF bi se čak mogao proširiti na severnu Evropu kasnije u ovom veku.



## Žuta groznica

### Klimatska opasnost

- Drought 1
- Fires 1
- Floods 1
- Natural cover change 1
- Precipitation 1
- Warming 1

### Vrsta transmisije

1 | Vector-borne

Mosquito 1

- Aedes spp. 1
- Haemagogus janthinomys 1
- Haemagogus leucocelaenus 1
- No-specified 1

### Bolest

Yellow fever 1

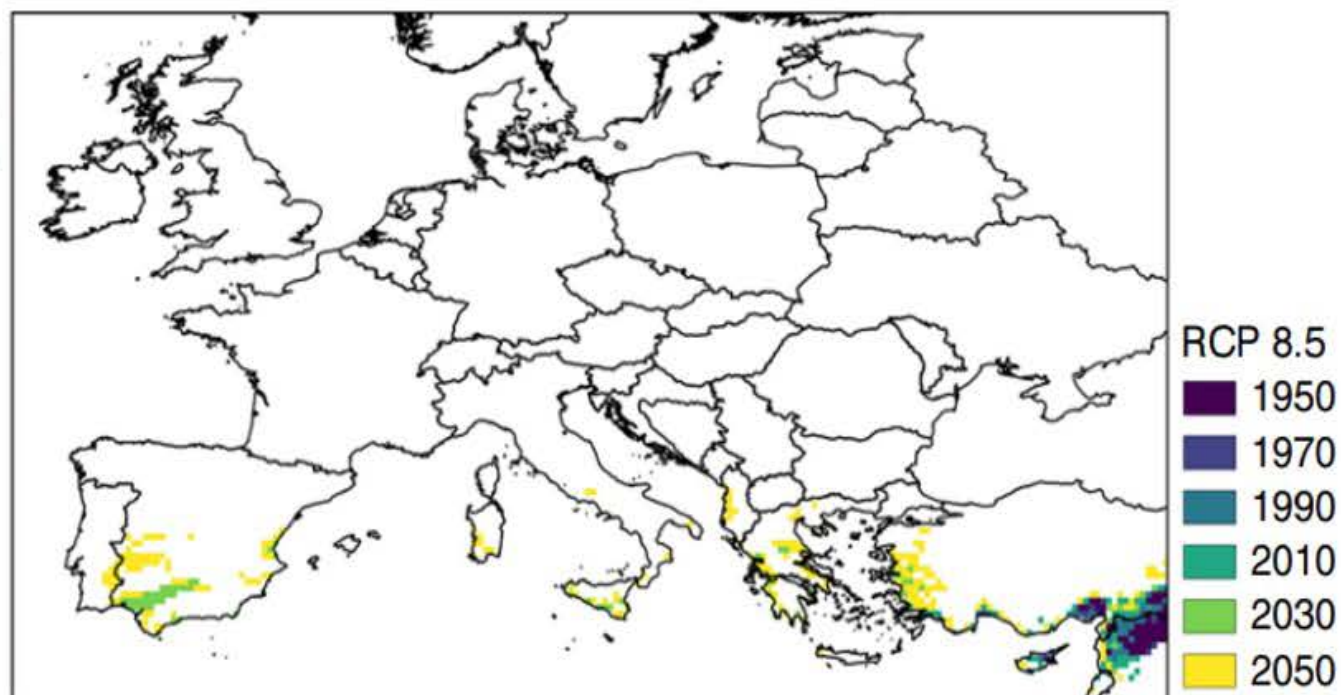
*Slika 19. Proširenje granica invazije Aedes aegypti u Evropi od 1950. do 2050. prema modelu klimatskih promena RCP 8.5 (visoke emisije CO<sub>2</sub>).*

„Očekuje se da će u Evropi postojati izolovane oblasti održive podobnosti za Ae. aegypti u Španiji, Portugaliji, Grčkoj i Turskoj do 2030.

„U 2030. klimatski uslovi u južnoj Španiji biće povoljni za stvaranje komarca žute groznice.

<https://doi.org/10.1038/s41467-020-16010-4>

<http://www.mosquitoalert.com/en/el-cambio-climatico-acelera-la-expansion-del-mosquito-de-la-fiebre-amarilla/>



Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



## Zika

### Klimatska opasnost

- Drought 1
- Natural cover change 1
- Ocean climate change 1
- Precipitation 1
- Storms 1
- Warming 1

### Vrsta transmisije

1 | Vector-borne

Mosquito 1

- Aedes aegypti 1
- Aedes spp. 1
- Culex 1

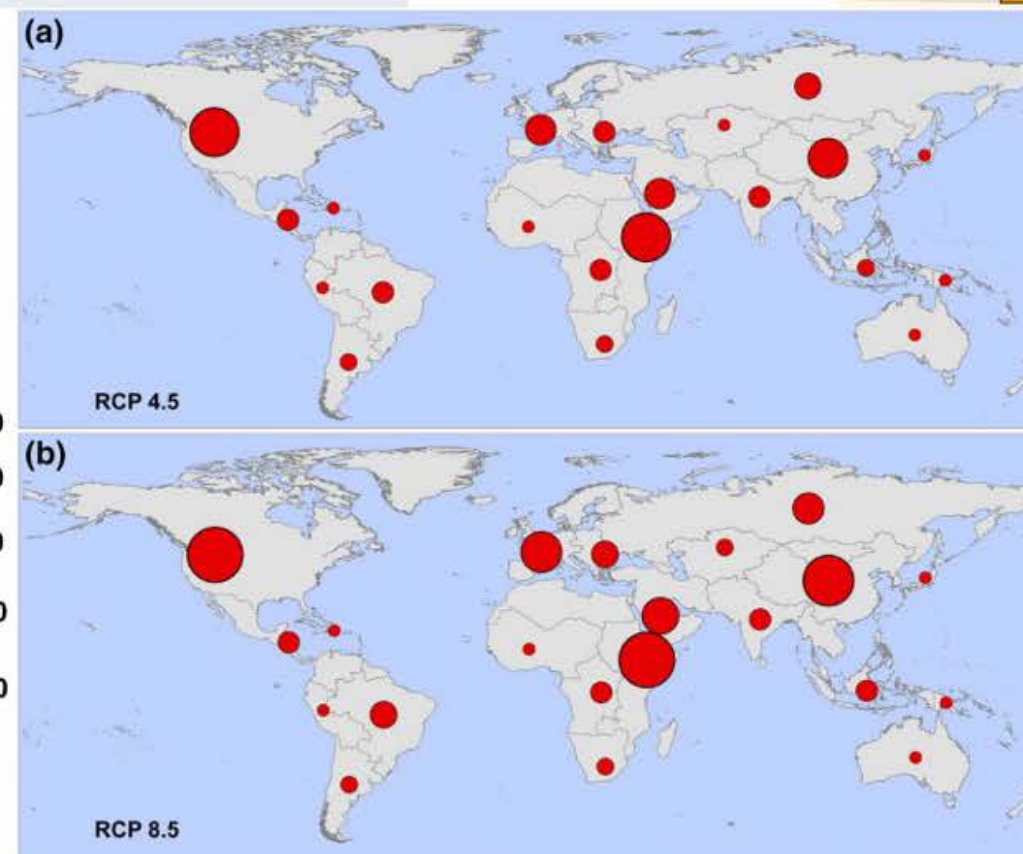
### Bolest

Zika 1

*Slika 20. Regionalno povećanje populacije u riziku za bilo koju transmisiju Zika (jedan ili više meseci).*

Proporcionalni crveni krugovi ilustruju regionalnu populaciju (u milionima) u riziku prema (a) umerenim (RCP 4.5) i (b) ekstremnim (RCP 8.5) modelima klimatskih promena.

- 1.5–20
- 20–40
- 40–60
- 60–80
- 80–100
- 100–120
- 120–140
- 140–160
- 160–180
- 180–200



<https://doi.org/10.1111/gcb.15384>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

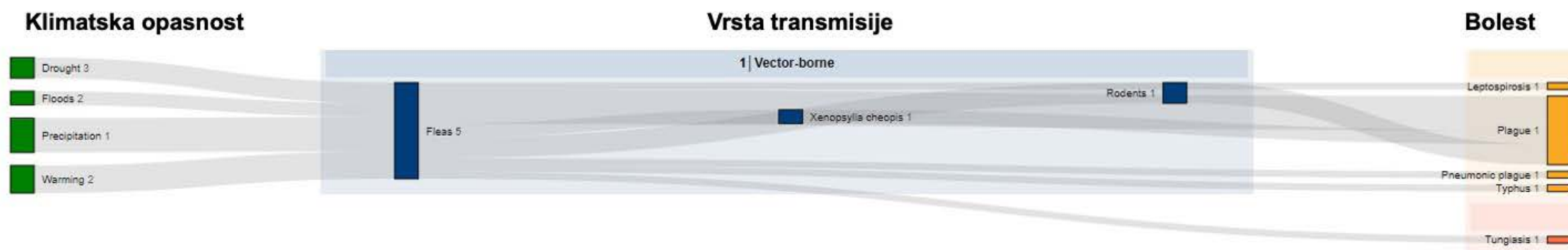
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

„Na osnovu ovih predviđanja modela, u najgorem slučaju, preko 1,3 milijarde ljudi moglo bi se suočiti sa odgovarajućim temperaturama prenosa za ZIKV do 2050. Sledeća generacija će se suočiti sa značajno povećanom temperaturom za prenos ZIKV-a u Severnoj

Americi i Evropi, gde bi naivne populacije mogle biti posebno ranjive.

## Efekti klimatskih promena prema vektoru: Buve



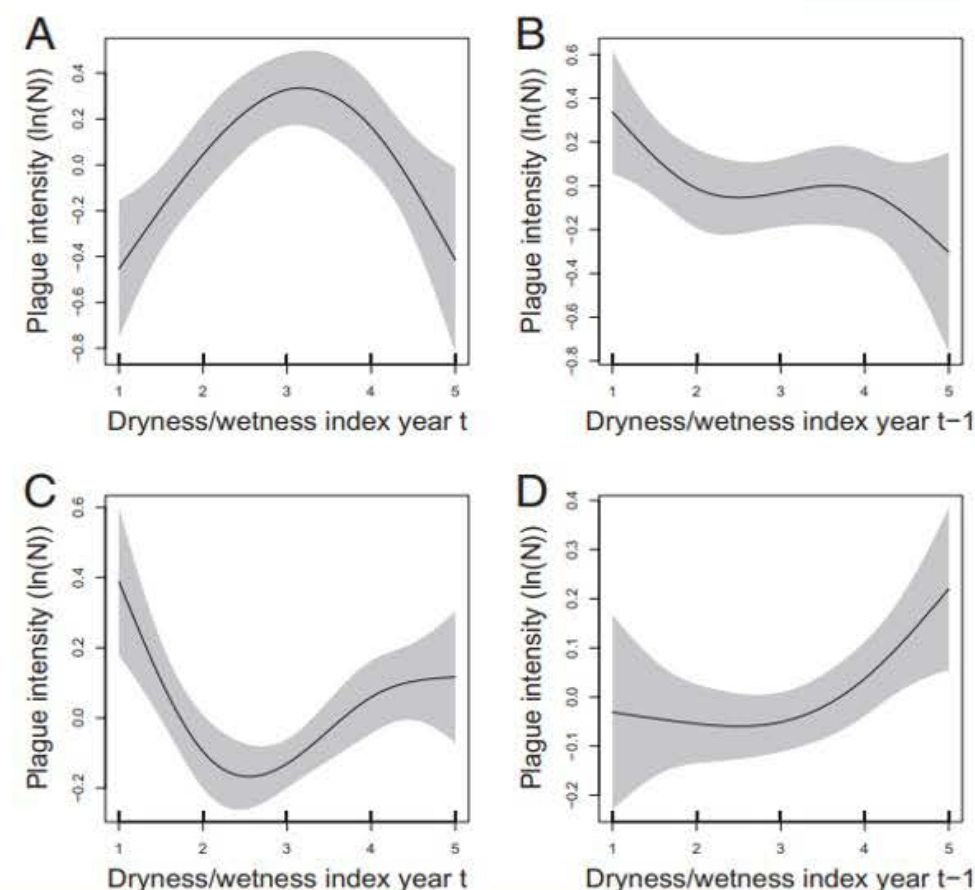
Ovde možemo videti da su buve odgovorne za 5 VBD i da su ove bolesti pogoršane usled 4 od gore navedenih efekata klimatskih promena, pri čemu padavine, globalno zagrevanje, poplave i suša doprinose svim ovim bolestima.

Gledajući neke od specifičnih bolesti koje prenose buve: **Kuga**



*Slika 21. Delimični efekti indeksa suvoće/vlažnosti (D/W) na intenzitet slučajeva kuge kod ljudi.*

U tekućoj godini (A) i prethodnoj godini (B) u severnoj Kini, i indeksa D/W u tekućoj godini (C) i prethodnoj godini (D) u južnoj Kini. D/W: 1 = veoma mokro; 5 = veoma suvo.



<https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1019486108>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

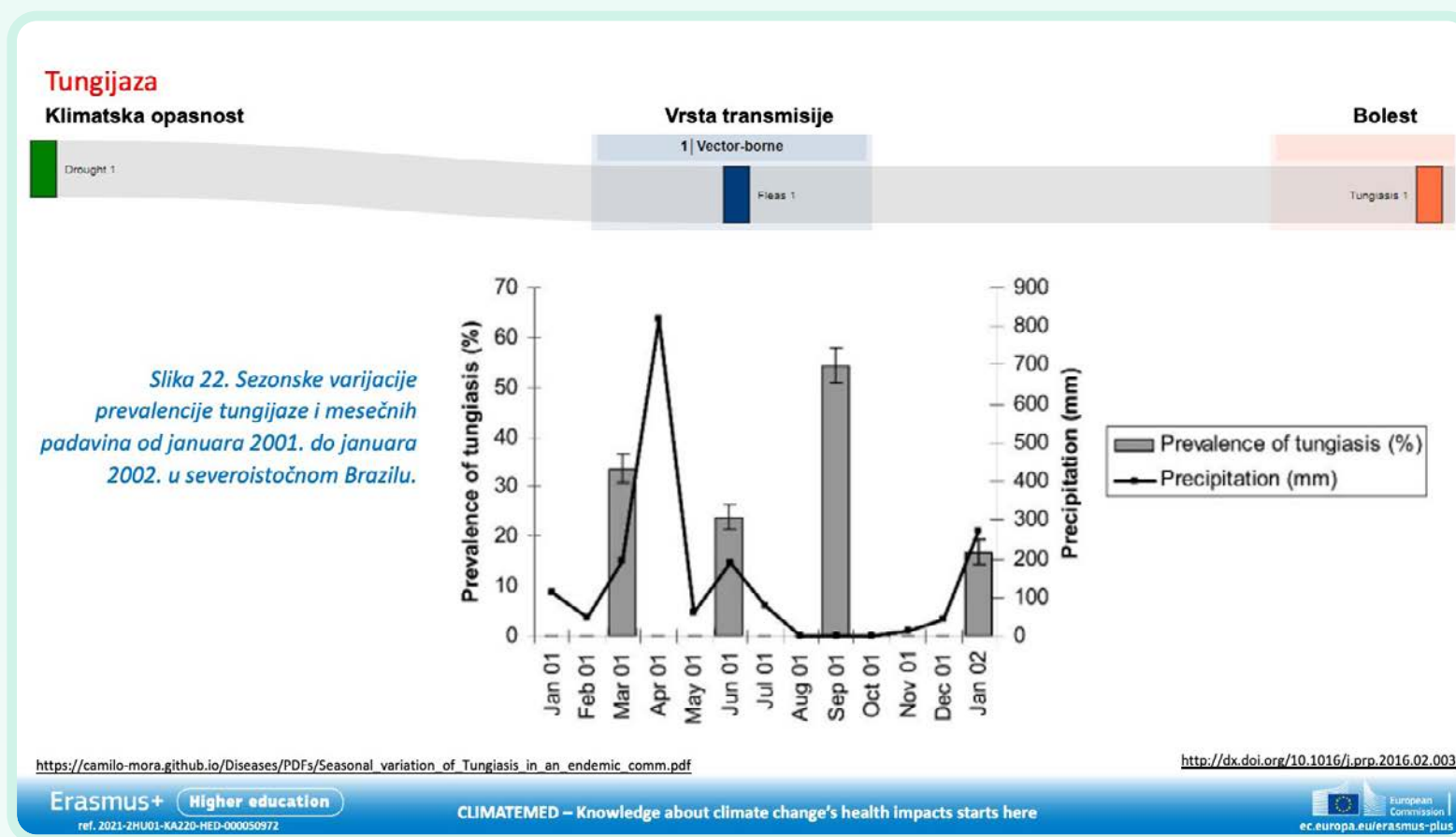
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

„Naši rezultati pokazuju da je odgovor ljudske kuge na indeks suvoće/vlažnosti bio nelinearan na regionalnom nivou. Generalno, sušniji uslovi su bili povezani sa smanjenim intenzitetom kuge u severnoj Kini i sa povećanim intenzitetom kuge u južnoj Kini. Ekstremna vlažnost imala je, međutim, suprotne

kratkoročne efekte, što je dovelo do kupolastog efekta indeksa suvoće/vlažnosti tekuće godine na severu i efekta u obliku slova U na jugu. Kontrastni efekti pronađeni za severnu i južnu Kinu sugerišu da se efekti padavina na intenzitet kuge kod ljudi mogu razlikovati između klimatskih zona.





„Naši podaci pokazuju da je prevalencija tungijaze bila značajno veća u sušnoj nego u kišnoj sezoni... Sezonske varijacije stope napada i incidencije verovatno su uzrokovane biološkom dinamikom populacije peščanih buva, što odražava promene varijabli životne sredine. Tokom kišne sezone, visoka vlažnost zemljišta može ugroziti razvoj slobodnoživućih faza peščanih buva, a obilne padavine će isprati jaja, larve, kukuljice i odrasle stadijume sa područja gde su se razvile.

„Turizam u endemskim regionima i globalizacija mogu dovesti do novih slučajeva u razvijenim zemljama i ranije nezahvaćenim regionima, stoga patolozi treba da razmotre ovu parazitsku bolest (Tungijaza).“

## Tifus

### Klimatska opasnost

Drought 1

### Vrsta transmisije

1 | Vector-borne

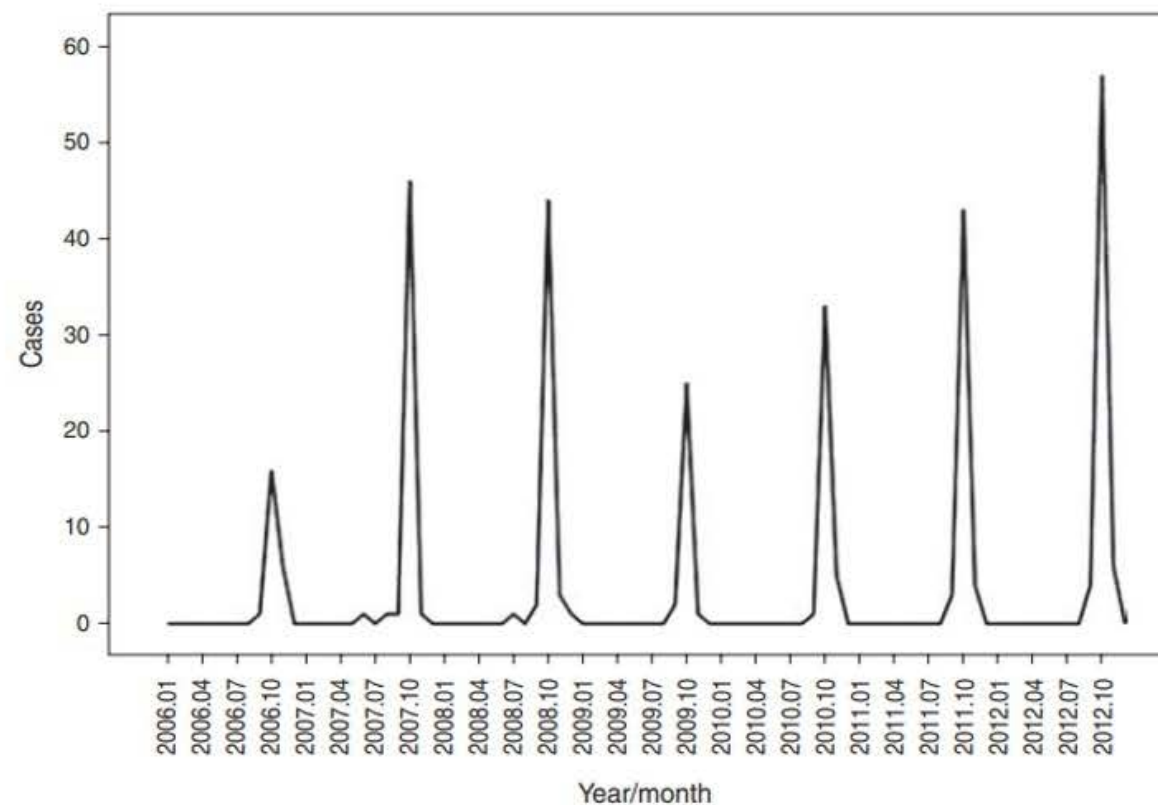
Fleas 1

### Bolest

1 | Bacteria

Typhus 1

*Slika 23. Slučajevi pegavog tifusa u Laivu, Kina od 2006. do 2012. godine*



<https://doi.org/10.1017/S0950268813003208>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

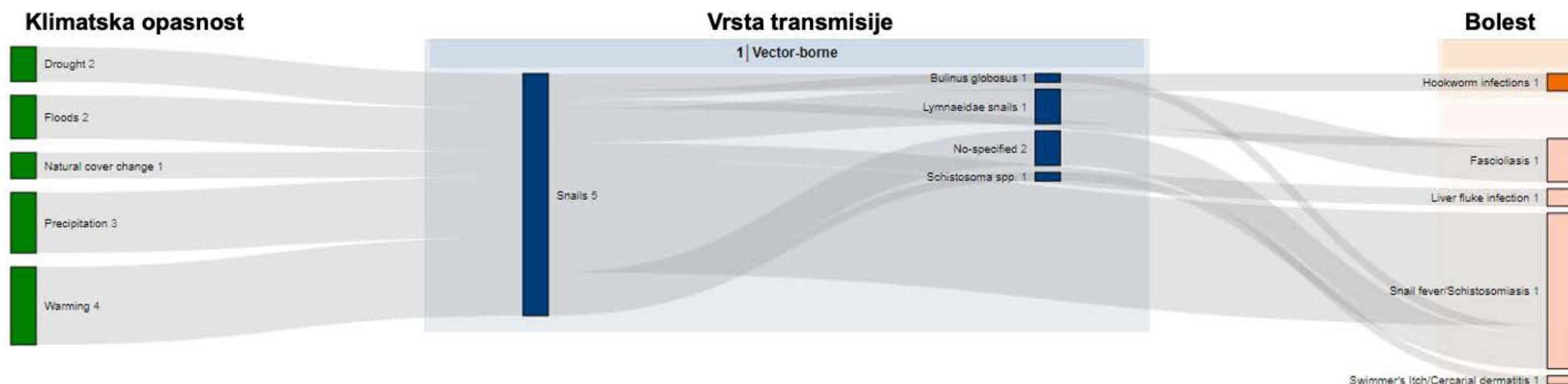
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

„..... pojava pegavog tifusa je u pozitivnoj korelaciji sa temperaturom u prethodna 3 meseca, vlažnošću u prethodna 2 meseca i padavinama u prethodna 3 meseca u Laivu, Kina. Klimatske promene, posebno globalno zagrevanje, zajedno sa pozitivnom korelacijom između temperature i pegavog tifusa mogu

povećati prevalenciju pegavog tifusa u umerenim regionima.

## 5.5 Efekti klimatskih promena prema vektoru: Puževi



Ovde možemo videti da su različite vrste puževa odgovorne za 5 VBD-a i da su ove bolesti pogoršane zbog 5 efekata klimatskih promena o kojima je bilo reči, pri čemu su globalno zagrevanje i padavine odgovorne za 4 bolesti.



Gledajući neke od specifičnih bolesti koje prenose puževi: **Šistosomijaza**

#### Klimatska opasnost

- Drought 1
- Floods 1
- Natural cover change 1
- Precipitation 1
- Warming 1

#### Vrsta transmisije

1 | Vector-borne

Snails 1

- Bulinus globosus 1
- No-specified 1
- Schistosoma spp. 1

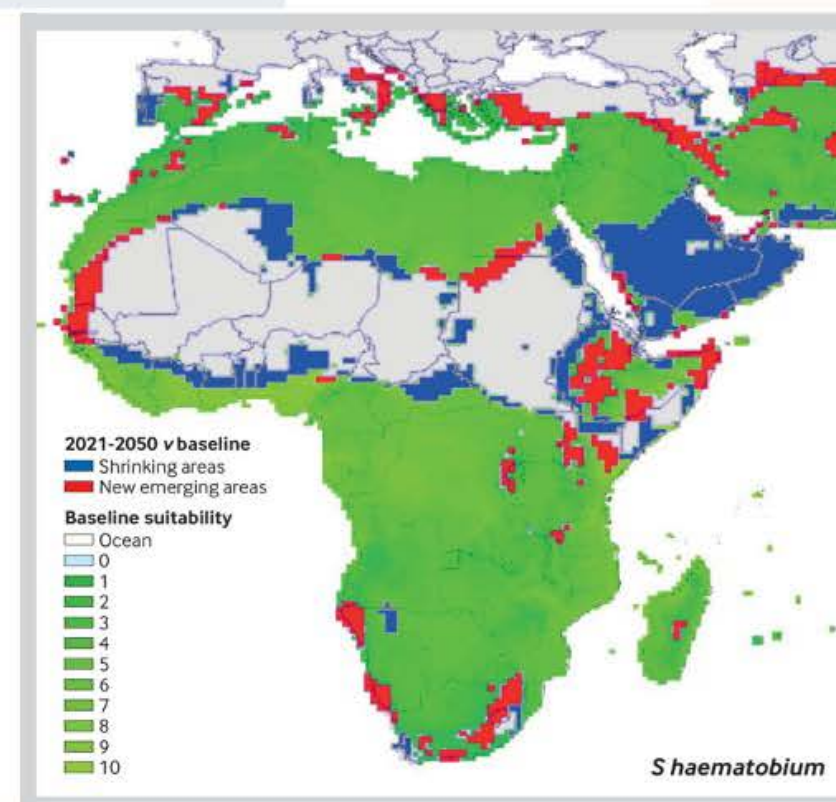
#### Bolest

Snail fever/Schistosomiasis 1

*Slika 24. Predviđene promene u području rizika za urogenitalnu šistosomijazu u 2021-2050 u poređenju sa sadašnjom bazom u Africi i na Bliskom istoku. Pogodnost se kreće od nule (neprikladni uslovi) do 10 (najprikladnije). Plava boja ukazuje na smanjenje područja za šistosomijazu jer temperatura postaje neprikladna za opstanak parazita.*

„Sličan pristup modeliranju je korišćen za mapiranje predviđene promene rizika od *S. haematobium* za 2021-2050. Model je istakao potencijalna područja koja se pojavljuju, kao i područja koja se uklapaju u Africi, na Bliskom istoku i u južnim delovima Evrope.

Od: G. A. De Leo *et al.*, BMJ 2020, 371, m4324. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m4324>



## Infekcija ankilostoma Klimatska opasnost

## Vrsta transmisije

## Bolest



Climatic variable	Effect on STHs
Increased temperature	<p>Hookworm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Increased rate of L<sub>1</sub> and L<sub>2</sub> development, reducing time taken to infectivity.</li> <li>Increased metabolic rate of L<sub>3</sub>, negatively affecting survival.</li> <li>Temperatures exceeding maximum for development will cause reduced transmission.</li> </ul> <p><i>A. lumbricoides</i> and <i>T. trichiura</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Increase development within egg; decrease time to infectivity.</li> <li>Decreased egg viability above certain temperatures.</li> </ul>
Increased precipitation	<p>All:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prevention of egg/larval desiccation, but only to a degree, excessively high rainfall could reduce egg hatching/larval development.</li> </ul>
Decreased precipitation	<p>All:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reduced egg hatching/larval development.</li> </ul>
Increased relative humidity	<p>All:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prevent desiccation, increase survival rates.</li> </ul> <p>Hookworm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Facilitate increased larval survival in soil.</li> </ul>
Decreased relative humidity	<p>All:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Facilitate increased larval survival in soil.</li> </ul> <p>Hookworm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reduced larval survival in soil.</li> </ul>

Tabela 4. Uticaj izmenjenih klimatskih parametara na biološki razvoj STH u vezi sa klimatskim promenama.

STH = helmintiaze koje se prenose zemljištem, L1-L 3 = faze razvoja larvi

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pt.2010.06.009>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

„Složeni skupovi bioloških, bihevioralnih i socioekonomskih faktora su u interakciji i igraju veliku ulogu u stvarnoj ili ostvarenoj distribuciji STH... STH infekcije možda nisu isključivo tropska briga. Nedavni događaji povezani sa klimom ukazuju na potencijal za pojavu bolesti u industrijalizovanim regionima sveta.

Na primer, pojava infekcija i migranata kožnih larvi u Berlinu, u Nemačkoj, *Ancylostoma caninum*, zoonotične ankilostome... bili su povezani sa periodima ekstremnih i produženih povišenih temperatura i visoke vlažnosti.

Ovo postavlja pitanje o modifikovanim obrascima preživljavanja i brojnosti larvi koji su

rezultat promene klime i mogućnosti proširene distribucije infekcije i/ili bolesti u borealnim i umerenim geografskim širinama. (Tabela 4.)



## Efekti klimatskih promena prema vektoru: Muve/bube koje grizu



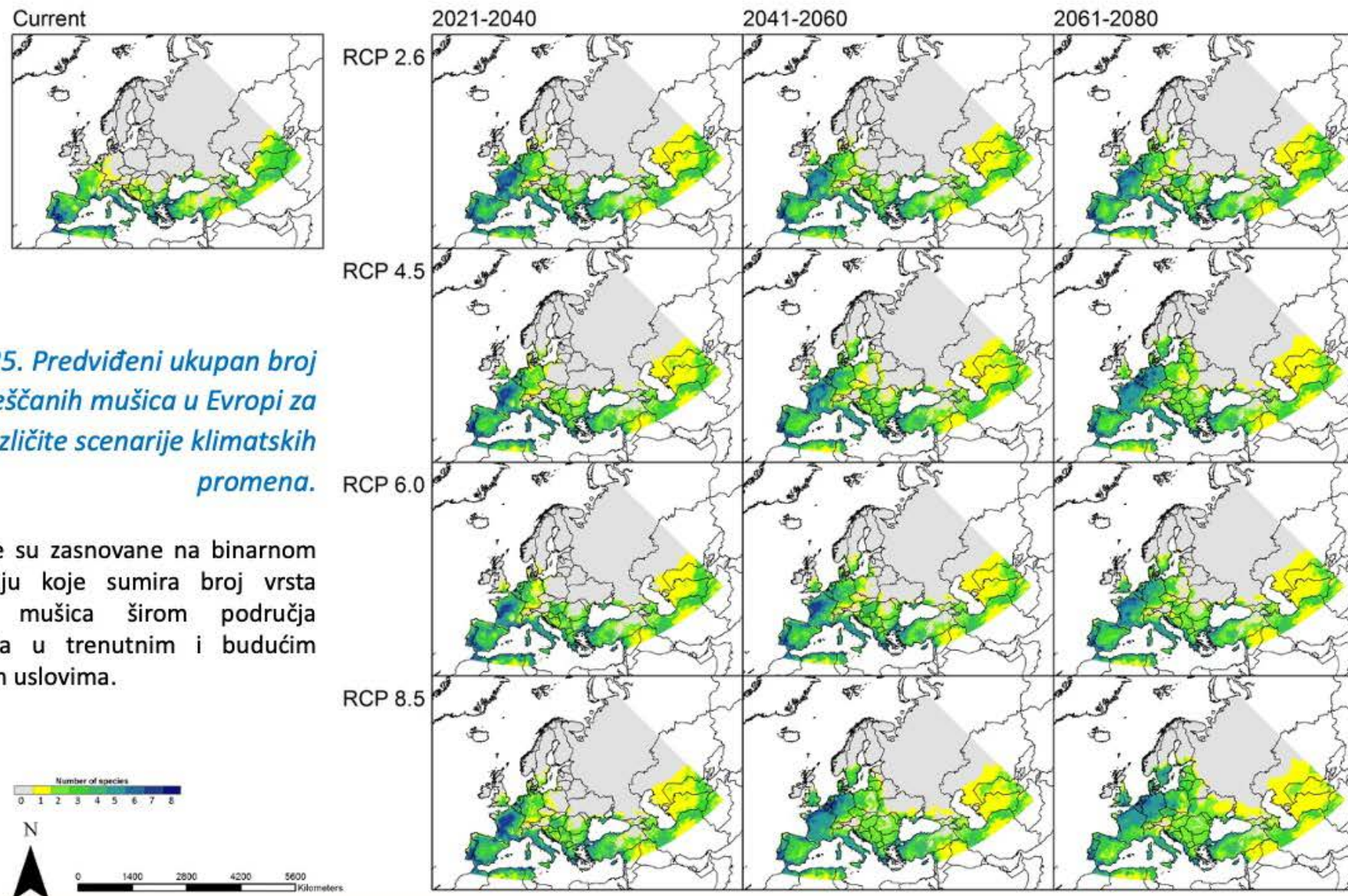


Lajšmanijaza i

groznica peščane muve/

Toskana virusna

infekcija



<https://www.nature.com/articles/s41598-017-13822-1>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Onkocercijaza

Onkocercijaza se javlja u podsaharskoj Africi, Centralnoj i Južnoj Americi i Jemenu i oslanja se na *Simulium* vrste muva za vektorski prenos.

Povećana temperatura bi mogla povećati brzinu razvoja vektora kao i razvoj larvi *O. volvulus* unutar vektora, ali nakon termotolerantne tačke, povećana temperatura je rezultirala povećanom smrtnošću vektora.

Autori su u ovom zapisu priznali da su modeliranje i terenski podaci dali oprečne zaključke, sa terenskim podacima koji ukazuju na smanjenje buduće populacije vektora, a modeliranje sugerise povećane brzine prenosa sa povećanjem budućih temperatura.

<https://doi.org/10.1093/trstmh/traa192>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-ZHU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

„Činjenica da je identifikovano preko 60 vrsta ili citoforma [mušice ***Simulium damnosum***], svaka sa različitim parametrima životne istorije, čini svaki pokušaj projektovanja efekata klimatskih promena veoma izazovnim. Bez obzira na to, bilo je moguće...proceniti kako promene temperature mogu uticati na razvoj svake faze vektora, razvoj *Onchocerca* unutar muve, plodnost muva i stopu mortaliteta muve. Za razliku od nekih drugih vektorskih vrsta, čini se da ne postoji granična temperatura (unutar opsega 15–32°C) u kojoj se ili povećava smrtnost muva ili se stopa razvoja parazita smanjuje. Fluktuacije dnevnih temperatura mogu uticati na ukupno vreme razvoja, što odgovara sezonskim fluktuacijama u obilju muva.... **U vreme pisanja, nije bilo dostupnih originalnih istraživačkih publikacija koje bi razmatrale**

**potencijal da dugoročne klimatske promene utiču na budući prenos ove NTD [zanemarene tropske bolesti].“**

From: M. Booth, Chapter 3: “Climate Change and the Neglected Tropical Diseases”, in *Advances in Parasitology*, Volume 100, (2018), p.86.

→ | <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2018.02.001>

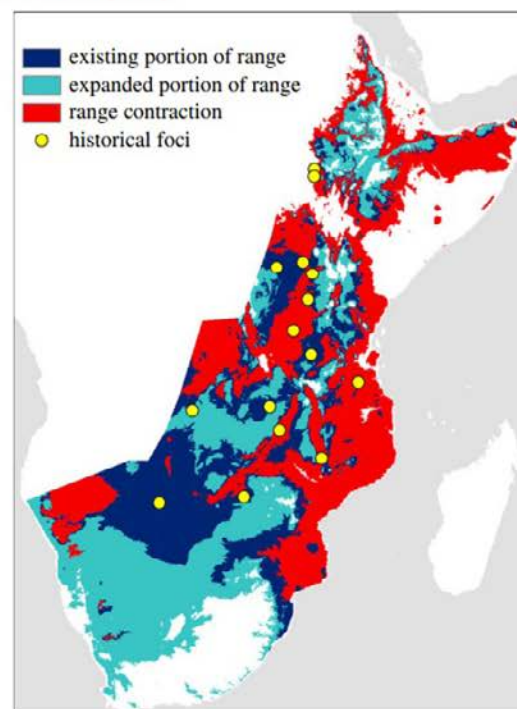


## Tripanosomijaza (afrička bolest spavanja) i Šagasova bolest (američka tripanosomijaza)

Modeliranje efekata klimatskih promena na tripanosomijazu, koja se nalazi samo u podsaharskoj Africi, pokazalo je i proširenje i kontrakciju raspona kao rezultat predviđenih scenarija povećanja temperature klimatskih promena.

Slika 26. Pogodan geografski raspon za prenos *Trypanosoma brucei rhodesiense* 2090.

(prema scenariju emisije A2 koristeći model globalne cirkulacije CCSM3).



<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsif.2011.0654>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Slični efekti su pronađeni za Šagasovu bolest u Severnoj i Južnoj Americi:

„Očekuje se da će se i distribucija Šagasove bolesti i rizik od prenosa promeniti sa promenom

životne sredine povezane sa klimatskim promenama, ali trendovi ne moraju nužno da idu u

u istom pravcu i geografski će se razlikovati širom Amerike. Predviđa se da će Čile imati blago

smanjenje u nekim oblastima i proširenje na druge oblasti. Moguće severoistočno pomeranje bolesti se pominjalo za SAD, dok se očekuje da će povećan broj ljudi biti izložen riziku od

izloženosti vektorima u Meksiku. Venecuela može

imati opadajući trend u slučajevima Šagasove bolesti, jer promene distribucije vektora dovode do manjeg broja lokacija na kojima su ljudi izloženi vektorima triatoma.

→ <https://doi.org/10.1093/trstmh/traa192>



## Rezime trenutnog stanja znanja o uticajima klimatskih promena na VBD

Bolest/vektor	Promena geografskog opsega/učestalosti pojavljivanja/trajanja sezone?	Glavni mehanizam (i) širenja Bolesti na velike udaljenosti	Zahvaćene oblasti
Babezioza/krpelji	da	Domaćini rezervoara	Severna Evropa/Skandinavija
Bubonska kuga/buve	Nema dokaza do danas	Domaćini rezervoara	Nijedna
Šagasova bolest(američka tripanosomijaza)/triatomine bube	Promene opsega i učestalosti pojavljivanja	Domaćini rezervoara	Severna i Južna Amerika
Čikungunija/komarci	da	Ljudska putovanja	Južna i zapadna Evropa, mediteranska priobalna područja
Krimsko-kongo hemoragična groznica/krpelji	da	Domaćini rezervoara, Ljudska putovanja, Trgovina domaćim životinjama	Zapadna Evropa/Španija
Denga groznica/komarci	Povećana učestalost pojavljivanja	Ljudska putovanja	Sredozemna i jadranska priobalna područja, Severna Italija.
Infekcija ankilostoma/puževi	da	Ljudska putovanja	Industrijski regioni, oblasti tajge i umerene geografske širine.
Japanski encefalitis/komarci	da	Domaćini rezervoara, Ljudska putovanja, Trgovina domaćim životinjama	Sva evropska područja koja su pogodna za <i>Culex</i> komarce.
Lajšmanijaza/peščane mušice	da	Domaćini rezervoara Ljudska putovanja	Britanija, Severna i Istočna Evropa
Lajmska bolest/krpelji	Pomeranje dometa prema severu Smanjena pojava na jugu	Domaćini rezervoara	Severna Evropa
Limfna filarijaza/komarci	Pomeranje dometa na sever i jug Povećanje pojavnosti usled porasta populacije	Ljudska putovanja	Afrika i Jemena
Malarija/komarci	da	Ljudska putovanja	Područja pogodna za <i>Anopheles</i> komarce. U Evropi: cela južna i istočna Evropa.

Tabela 5. Efekti klimatskih promena na VBD: rezime

## Rezime trenutnog stanja znanja o uticajima klimatskih promena na VBD

Bolest	Promena geografskog opsega/učestalosti pojavljivanja/trajanja sezone?	Glavni mehanizam (i) širenja Bolesti na velike udaljenosti	Zahvaćene oblasti
Onhocerciaza (rečno slepilo)/ mušice	Moguća povećana učestalost pojave	Ljudska putovanja	Afrika
Groznicu/ komarci u dolini Rift	da	Trgovina domaćim životinjama	Sredozemni basen, centralna Evropa i Bliski istok
Šistosomijaza (bilharzija)/ puževi	Opseg se poemra na manje topla područja	Ljudska putovanja	Juzna Evropa, Afrika i Bliski istok
Bolest spavanja (afrička tripanosomijaza)/cece muva	Pomeranje dometa	Domaćini rezervoara	Podsaharska Afrika
Krpeljski encefalitis/ krpelji	Pomeranje severozapadnog opsega	Domaćini rezervoara	Britanija, jugozapadna Engleska, Irska
Infekcija virusom Toskane/ groznica pešćane muve/ pešćane muve	da	Domaćini rezervoara Ljudska putovanja	Britanija, Severna i istočna Evropa
Tungijaza/buve	da	Ljudska putovanja	Razvijene zemlje
Tifus/buve	Povećana učestalost pojavljivanja	Domaćini rezervoara	Umereni regioni
Groznicu Zapadnog Nila/ komarci	da	Domaćini rezervoara	Zapadna Evropa
Žuta groznica/komarci	da	Domaćini rezervoara	Južna Evropa
Zika/komarci	da	Ljudska putovanja	Područja pogodna za <i>Aedes</i> i <i>Culex</i> komarce u Evropi i Severnoj Americi

Tabela 5 (nastavak)



## Moguće metode prevencije i ublažavanja

- Iz gornje tabele 5 trebalo bi da bude očigledno da su mnoga područja sveta, uključujući Evropu, izložena riziku od epidemije VBD kao rezultat klimatskih promena.
- Metode za izbegavanje ili ublažavanje ovih efekata mogu se grupisati u tri široke kategorije:
  - Kontrolu životne sredine
  - Društvene
  - Tehnološke

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



### VBD metode kontrole životne sredine

Osim očiglednog ublažavanja globalnim smanjenjem emisija gasova sa efektom staklene bašte, brojni drugi aspekti životne sredine mogu se smatrati važnima:

- Upravljanje zemljištem radi sprečavanja povoljnih uslova za uspostavljanje vektorskih vrsta nakon ekstremnih vremenskih prilika, npr. izbegavanje formiranja ležeće vode da bi se sprečilo razmnožavanje komaraca kao rezultat poplava/povećanih padavina.
- Minimiziranje zadiranja ili uništavanja staništa domaćina divljih rezervoara ljudskim aktivnostima.

- Izbegavanje kontakata između divljih migratornih vrsta domaćina rezervoara i ljudi ili domaćih životinja.
- Nadzor vrsta domaćina rezervoara domaćih životinja na prisustvo VBD.

### Društvene metode kontrole VBD

- Sprovođenje VBD nadzora u područjima pod rizikom.
- Jačanje javne svesti o VBD pretnjama:
  - Obrazovni programi u školama i na fakultetima.
  - Kampanje javnog informisanja u konvencionalnim i društvenim medijima.

- VBD informacije u realnom vremenu putem mobilnih ličnih zdravstvenih aplikacija, npr. u skladu sa nacionalnim aplikacijama za praćenje Kovid-a koje su razvijene u EU. Da li bi se oni mogli integrisati u jednu zdravstvenu aplikaciju EU sa odeljkom za VBD?

- Poboljšan pristup javnosti medicinskom tretmanu i vakcinama za VBD.
- Efikasne kontrole putovanja ljudi i životinja koje se kreću iz zaraženih područja.
- Razvoj metoda upravljanja domaćim životinjama kako bi se eliminisao kontakt sa vektorima/vrstama domaćina u divljim rezervoarima.

### Tehnološke metode upravljanja VBD

- Eliminacija/zadržavanje vektora biološkim, mehaničkim i hemijskim sredstvima.
- Razvoj brzih, jeftinih, lako dostupnih VBD testova.
- Poboljšane metode modeliranja za predviđanje rizika od klimatskih promena-VBD.
- Proizvodnja efikasnih vakcina za sve VBD: samo 26% VBD bolesti o kojima se ovde govori ima vakcine koje su trenutno dostupne (vidi tabelu 6).



Tabela 6. Trenutni status razvoja VBD vakcina

Bolest	Dostupna vakcina?	Vakcina u razvoju?
Babesioza	Ne	Ne
Kuga	Da	-
Šagasova bolest(američka tripanosomijaza)	Ne	Da
Čikungunija	Ne	Da
Krimsko-kongo hemoragična groznica	Ne	Da
Denga groznica	Da	-
Infekcija ankilostoma	Ne	Da
Japanski encefalitis	Da	-
Lajšmanijaza	Ne	Da
Lajmska bolest	Ne	Da
Limfna filarijaza	Ne	Da
Malarija	Da	-

Bolest	Dostupna vakcina?	Vakcina u razvoju?
Onhocercijaza (rečno slepilo)	Ne	Da
Groznica doline Rift	Ne	Da
Šistosomijaza (bilharzijaza)	Ne	Da
Bolest spavanja (afrička tripanosomijaza)	Ne	Da
Krpeljski encefalitis	Da	-
Infekcija virusom Toskane/groznica peščane muve	Ne	Ne
Tungijaza	Ne	*N/a
Tifus	Ne	Da
Groznica Zapadnog Nila	Ne	Da
Žuta groznica	Da	-
Zika	Ne	Da

Samo 26% (6/23) trenutno ima dostupnu vakcinu.

## Ključne poruke

- Tri grupe složenih, međusobno povezanih i često slabo shvaćenih stresora utiču na nastanak i širenje VBD: antropogene klimatske, demografske i tehnološke promene.
- Glavni antropogeni klimatski hazardi za pogoršanje bolesti: zagrevanje, padavine, poplave, suše i oluje.
- VBD predstavljaju najveću pojedinačnu grupu otežanih bolesti, a virusi i bakterije su najveće grupe patogena.
- Za 22 od 23 glavna ispitana VBD-a pokazano je ili se predviđa da pokazuju promene u geografskom opsegu, pojavi bolesti i/ili učestalosti/sezonskom trajanju usled klimatskih promena.
- Od vektora VBD koji su pogoršani klimatskim promenama, komarci predstavljaju najveći tip (39%), zatim krpelji (22%), buve (13%), puževi (9%) i peščane mušice (9%).
- Za 18 od 23 VBD-a (78%) koji se ovde razmatraju pokazalo se ili se predviđa da utiču na područja Evrope.
- Prevencija i ublažavanje VBD-a izazvanih klimatskim promenama se vrti oko ekoloških, društvenih i tehnoloških metoda kontrole, uključujući:
  1. Poboljšan VBD nadzor nad ljudskim i domaćim životinjskim rezervoarima populacija domaćina.
  2. Povećana svest javnosti o VBD pretnjama.
  3. Razvoj efikasnih VBD vakcina.

## Testirajte svoje znanje

1. Šta je vektorska bolest?
2. Kakve efekte VBD imaju na globalno društvo?
3. Navedite tri grupe stresora koji utiču na globalni pejzaž rizika od VBD, u smislu njihovog uticaja na patogenezu, dinamiku bolesti na lokalnom nivou i globalno širenje. Navedite po jedan primer stresora iz svake grupe.
4. Objasnite kako faktori klimatskih promena utiču na patogenezu VBD, dinamiku bolesti na lokalnom nivou i globalno širenje.
5. Navedite tri od pet najvažnijih klimatskih opasnosti koje uzrokuju većinu slučajeva pogoršanja patogenih bolesti.
6. Navedite jedan VBD primer za svaki od sledećih tipova vektora, objašnjavajući kako će klimatske promene pogoršati bolest: (a) koju prenose krpelji; (b) koju prenose komarci; (c) koje se prenose buvama; (d) prenose puževi; (e) muva ujeda/buba.
7. Navedite dva primera specifičnih metoda kontrole za prevenciju/ublažavanje pogoršanja klimatskih promena VBD, iz svake od sledećih kontrolnih grupa:
  - Kontrola životne sredine
  - Društvena kontrola
  - Tehnološka kontrola



## Preporučeno čitanje

P.J. Hotez, "Southern Europe's Coming Plagues: Vector-Borne Neglected Tropical Diseases", PLoS Neglected Tropical Diseases, 2016, 10,(6), e0004243. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004243>.

J. Ma *et al.*, "Climate Change Drives the Transmission and Spread of Vector-Borne Diseases: An Ecological Perspective", Biology, 2022, 11, 1628. <https://doi.org/10.3390/biology11111628>.

J.N. Mills, "Potential Influence of Climate Change on Vector-Borne and Zoonotic Diseases: A Review and Proposed Research Plan", Environ. Health Perspectives, 2010, 118, 1507–1514. <https://doi.org/10.1289/ehp.0901389>.

J. Rocklöv and R. Dubrow, "Climate Change: An Enduring Challenge for Vector-borne Disease Prevention and Control", Nature Immunology, May 2020, 21, 479–483. <https://doi.org/10.1038/s41590-020-0648-y>.

W.K. Reisen, in "Climate Change and Public Health", by B. Levy and J. Patz, July 2015, chapter 6, 129-156, Oxford University Press. Online ISBN: 9780190202484, print ISBN: 9780190202453. <https://doi.org/10.1093/med/9780190202453.003.0007>.

# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg Emil  
Palade u Targu Murešu – Targu Mureš, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



# Uticaj klimatskih promena na bolesti koje se prenose vodom, toksične alge, balneologija



# Ishodi učenja

Ciljevi za ovu jedinicu uključuju:

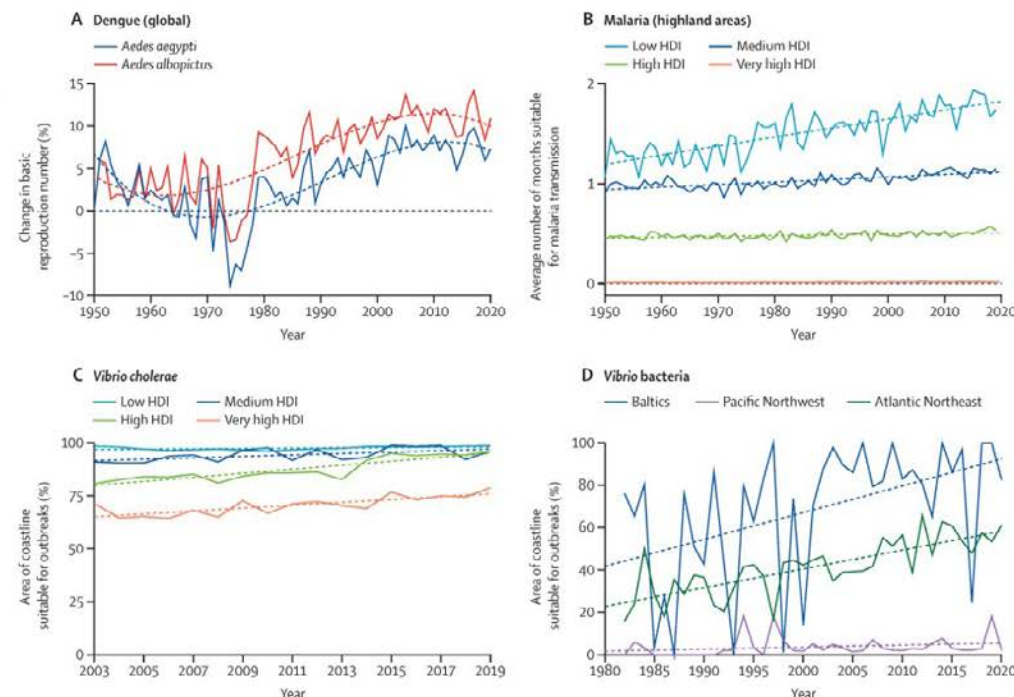
- Razumevanje različitih vrsta bolesti koje se prenose vodom, njihove patogene i vektore/domaćine.
- Ispitivanje efekata vremena i klimatskih promena na distribuciju i intenzitet bolesti koje se prenose vodom.
- Razvijanje znanja o tome kako klimatski faktori utiču na štetne cvetove algi, bolesti prenesene plodovima mora i cijanobakterijske cvetove u slatkovodnim ekosistemima.
- Razgovor o metodama sanacije rizika od bolesti koje se prenose vodom koje pogoršava promena klime.

## Izveštaj *Lancet* Odbrojavanja za 2021 (*Lancet Countdown*)

1.3: zarazne bolesti na koje utiče klima ili promena klime

1.3.1: klimatska pogodnost za prenos zaraznih bolesti

1.3.2: osetljivost na bolesti koje prenose komarci



Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Šta uzrokuje bolesti koje se prenose vodom?

Bolesti koje se prenose vodom su uzrokovane pijenjem ili dolaskom u kontakt sa kontaminiranom vodom.

Ova kontaminacija može biti uzrokovana veštačkim ili prirodnim zagađivačima ili fekalijama zaražene osobe ili životinje.

Bolesti koje se prenose vodom, poput **kolere** i tifusa, i dalje su vodeći uzrok morbiditeta i smrtnosti ljudi širom sveta. Kako klimatske promene sve više utiču na globalne temperature i vremenske prilike, rizik od ovih zaraznih bolesti će se samo pogoršavati.

Ali postoje aktivnosti koje možemo preduzeti da smanjimo ove rizike.

## Uzroci izbijanja kolere

- Toplo vreme i natprosečne padavine u kontekstu loše infrastrukture i gužve.
- Glavni domaćin:



*koepod (zooplankton).*

- Toplije vode bogate hranljivim materijama podržavaju naprednu populaciju fitoplanktona, što posledično dovodi do cvetanja zooplanktona.
- Nikada se ne može iskoreniti, jer je domaćin sastavni deo životne sredine.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

toksine i druga svojstva povezana sa patogenošću mogu se lako preneti na soj koji je rasprostranjeniji u životnoj sredini.

**Kolera:** stalni prolećni i jesenji vrhunci bolesti tokom niza godina.

Ovi vrhovi odgovaraju niskom rečnom protoku u proleće, što omogućava da se morska voda opterećena bakterijama uliva u vodu i visokim rečnim protokom u jesen, što dovodi do unakrsne kontaminacije zaliha vode.

*Vibrio cholerae*, koepode koje uspevaju u vodi duž obale i u velikim vodenim površinama u unutrašnjosti.

SZO: **V. cholerae** inficira 3-5 miliona osoba godišnje (dijareja); smrt: 100 000/god. globalno.

Temperatura površine mora, visina površine mora i, u poslednje vreme, salinitet mogu predvideti verovatne pojave kolere u datom

regionu, jer sve ove varijable utiču na vreme, lokaciju i ozbiljnost izbijanja

Bolest izbija na dva različita načina

- **endemski**, u obalnim oblastima na koje direktno utiču ciklusi plime i oseke, i
- **epidemija**, koja se češće javlja u unutrašnjim oblastima (kao što je Delhi), koja može trajati godinama bez mnogo slučajeva, a zatim doživeti ogromnu epidemiju.

Izolovani sojevi **V. cholerae** su različiti od epidemijskog soja (serotip O1) koji je odgovoran za većinu velikih epidemija.

**V. cholerae** kao vrsta je veoma podložna lateralnom transferu gena, geni koji kodiraju



## Temperatura površine mora (TPM) zatvorenih tela vode i ušća se brže povećala kao rezultat klimatskih promena nego u okeanima

- Povišeni TPM u slankastoj vodi pruža idealne uslove za rast *Vibrio* vrsta
- Ovi uslovi se mogu naći tokom letnjih meseci u oblastima vode sa umerenim salinitetom kao što su Baltičko more ili Istočno kinesko more oko Šangaja.
- Na primer, utvrđeno je da se broj slučajeva *Vibrio* oko Baltičkog mora povećava u skladu sa porastom TPM tokom leta uzastopnih 5 godina. Povišen TPM u većem delu Baltičkog mora bio je povezan sa prijavljenom bolešću povezanom sa *Vibrio*.
- Nasuprot tome, okruženja otvorenog okeana obično ne pružaju odgovarajuće uslove za rast ovih bakterija zbog njihovog visokog saliniteta, niske temperature i ograničenog sadržaja hranljivih materija.

## Klimatska varijabilnost i izbijanje kolere na Zanzibaru, Istočna Afrika: Analiza vremenskog niza

Povećanje temperature od 1°C tokom perioda 4 meseca dovelo je do dvostrukog povećanja slučajeva kolere, a povećanje od 200 mm padavina tokom 2 meseca rezultiralo je povećanjem broja slučajeva kolere od 1,6 puta. Interakcija temperature i padavina dala je značajnu pozitivnu povezanost sa kolerom sa zakašnjenjem od 1 meseca.

[10.4269/ajtmh.2011.10-0277](#)

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

slučajevi tifusa se češće javljaju u oblastima koje su doživele poplave potoka ili reke.

→ | [10.3390/atmos9100385](#)

### Padavine imaju direktan uticaj na širenje kolere.

Velike količine padavina mogu povećati rizik od kontaminacije otpadnih voda sirove ili tretirane vode (prenos sa osobe na životnu sredinu).

Dok male padavine mogu povećati koncentraciju patogena u vodi (prenos sa životne sredine na osobu).

Studija u Bangladešu otkrila je da se broj slučajeva kolere povećao za 14% kada je količina padavina porasla za 10 mm iznad praga padavina.

### Kolera nije jedina bolest koja se prenosi vodom na koju utiču visoka temperatura, jaka kiša i suša

#### Povećanje temperature okoline povezano je sa više slučajeva zaražavanja *Escherichia coli* kao uzročnika dijareje.

8% povećanje incidencije **E. coli** za svaki porast srednje mesečne temperature za 1°C.

Na pacifičkim ostrvima proučavane su leptospiroza, tifus i denga, tri bolesti povezane sa vodom na koje utiču faktori životne sredine.

→ | [DOI:10.1097/EDE.0b013e31815c09ea](#)

# Tifusna groznica

- Pogađa decu i adolescente u zemljama sa niskim i srednjim prihodima.
- **Globalna studija o opterećenju bolesti** : u 2017. godini skoro 11 miliona slučajeva i više od 116.000 smrtnih slučajeva od tifusa širom sveta.
- Međutim, opterećenje je verovatno potcenjeno zbog poteškoća sa nadzorom i dijagnostikom.
- Infektivni agens: *Salmonella enterica* ssp. *enterica* serovar. Typhi (S. Typhi)

doi: [10.1155/2017/3782182](https://doi.org/10.1155/2017/3782182)

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

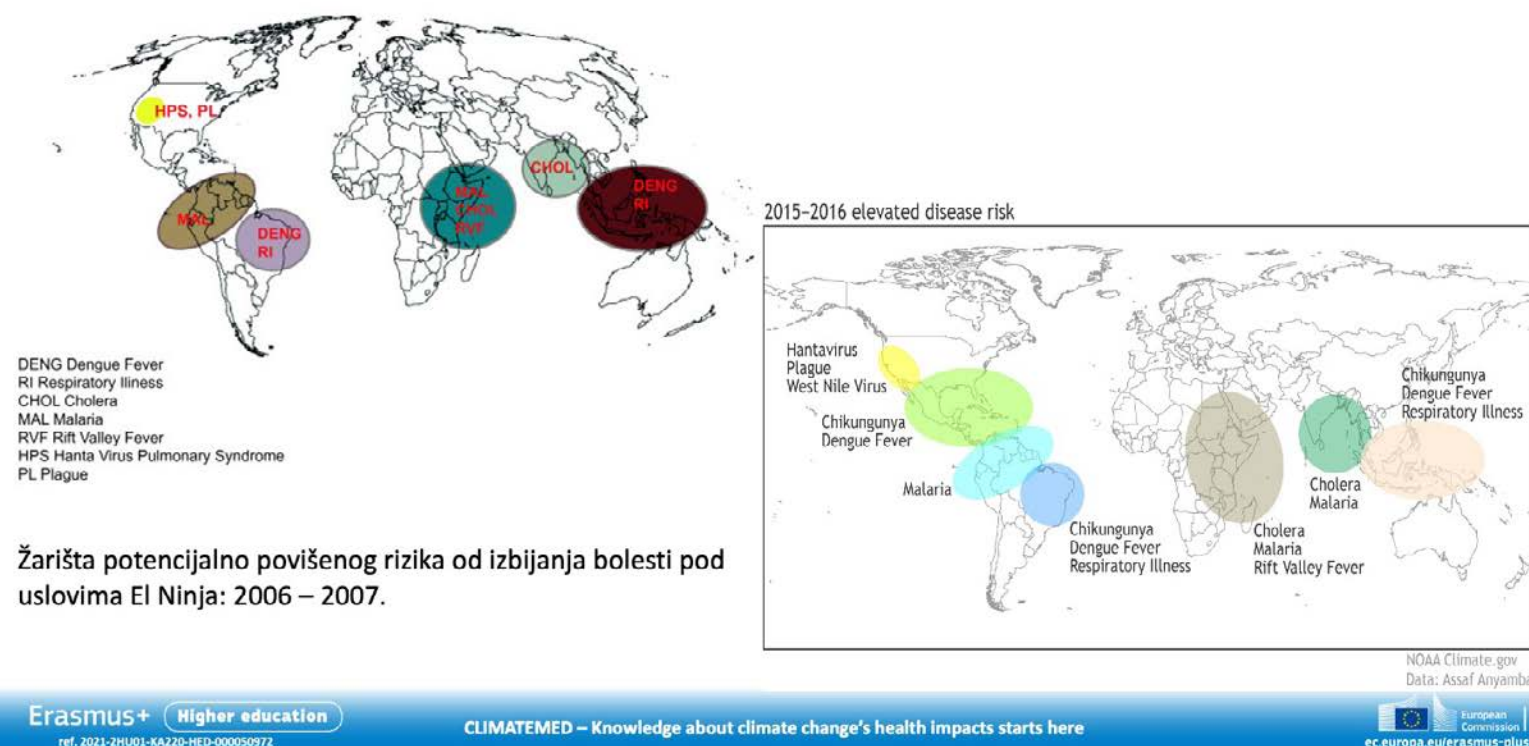
 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



# Intervencija

- Kreirajte politiku i potreban budžet za brzu nabavku i administriranje konjugovane vakcine protiv tifusa (TCV) za zaštitu ugroženih zajednica kada se pojave ekstremni vremenski događaji.
- Uvedite TCV kako biste zaštitili stanovništvo najugroženije od teških vremenskih pojava.
- Obrazujte donosiocje odluka, nacionalne i regionalne lidere i druge zdravstvene uticajne ljude o štetnom uticaju klimatskih promena i važnosti zaštite ugroženih zajednica od povećanja prenošenja tifusa.

## El Ninjo i epidemije bolesti



### Vektorske bolesti pod uticajem klimatskih promena

- Predviđeno povećanje rizika od malarije za istočne, centralne i južne obale Afrike.
- U istočnoj Africi, procene ljudi u riziku kreću se od 40-80 miliona sa zagrevanjem od 2°C i oko 70-170 miliona sa zagrevanjem od 4°C.
- Malarija se već širi na visoravni Etiopije, Kenije, Ruande i Burundija, gde je ranije nije bilo.
- Epidemija Zika 2015-2016 u Americi je verovatno delimično bila posledica povoljnih klimatskih uslova izazvanih El Niño koji su omogućili širenje bolesti, koja je verovatno uneta u Brazil 2013. godine.

→ | [doi:10.1073/pnas.1302089111](https://doi.org/10.1073/pnas.1302089111)

Caminade C. et al. (2011). Mapiranje rizika od groznice i malarije u dolini Rift preko zapadne Afrike korišćenjem klimatskih indikatora. *Atmospheric Science Letters*, 12(1), 96-103. 10.1002/asl.296

## Virusne bolesti koje prenose komarci (Zika)

- **Zika virusna bolest** (Zika) je uzrokovana virusom Zika i prenosi se na ljude prvenstveno od ujeda zaraženog *Aedes* komarca. Ovi komarci su najaktivniji danju, ali i noću. Trenutno ne postoji vakcina za sprečavanje Zika infekcije.
- ***Aedes aegypti***





## Virusne bolesti koje prenose komarci (virusna bolest Zapadnog Nila)

- Najčešći način na koji se **virus Zapadnog Nila** prenosi na žrtve je ubodom komarca. Većina ljudi zaraženih virusom Zapadnog Nila neće imati nikakve simptome. Otprilike 1 od 5 ljudi koji su zaraženi dobiće groznicu i druge simptome. Manje od 1% zaraženih razvije ozbiljnu, ponekad fatalnu, neurološka bolest.
- vektor: ***Culex spp.***



# Denga groznica

- **Vektori:**

- Aedes aegypti
- Aedes albopictus
- Aedes polynesiensis
- nekoliko vrsta *kompleksa* Aedes scutellaris

- **Patogen:**

- Virus denga groznice (DENV 1-4), RNK virus iz porodice Flaviviridae; rod Flavivirus

# Sada je moguće povezati obrasce zaraznih bolesti koje se prenose vektorima direktno sa klimom (Rita Corwell, Johns Hopkins Univ.)

**Drugi virusi povezani sa vodom, koji se prenose komarcima :**

- Čikungunja virus
- Virus istočnog konjskog encefalitisa
- Virus japanskog encefalitisa
- La Cross encefalitis
- Sent Luis encefalitis
- Žuta groznica
- i drugi



**NAZIV VRSTE/KLASIFIKACIJA :** *Aedes (Stegomyia) albopictus*

**UOBIČAJENO IME:** Azijski tigrasti komarac, šumski dnevni komarac

**SINONIMI I DRUGI NAZI U UPOTREBI :** *Stegomyia albopicta*



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

**Aedes albopictus** je doživeo dramatičnu globalnu ekspanziju koju su omogućile ljudske aktivnosti

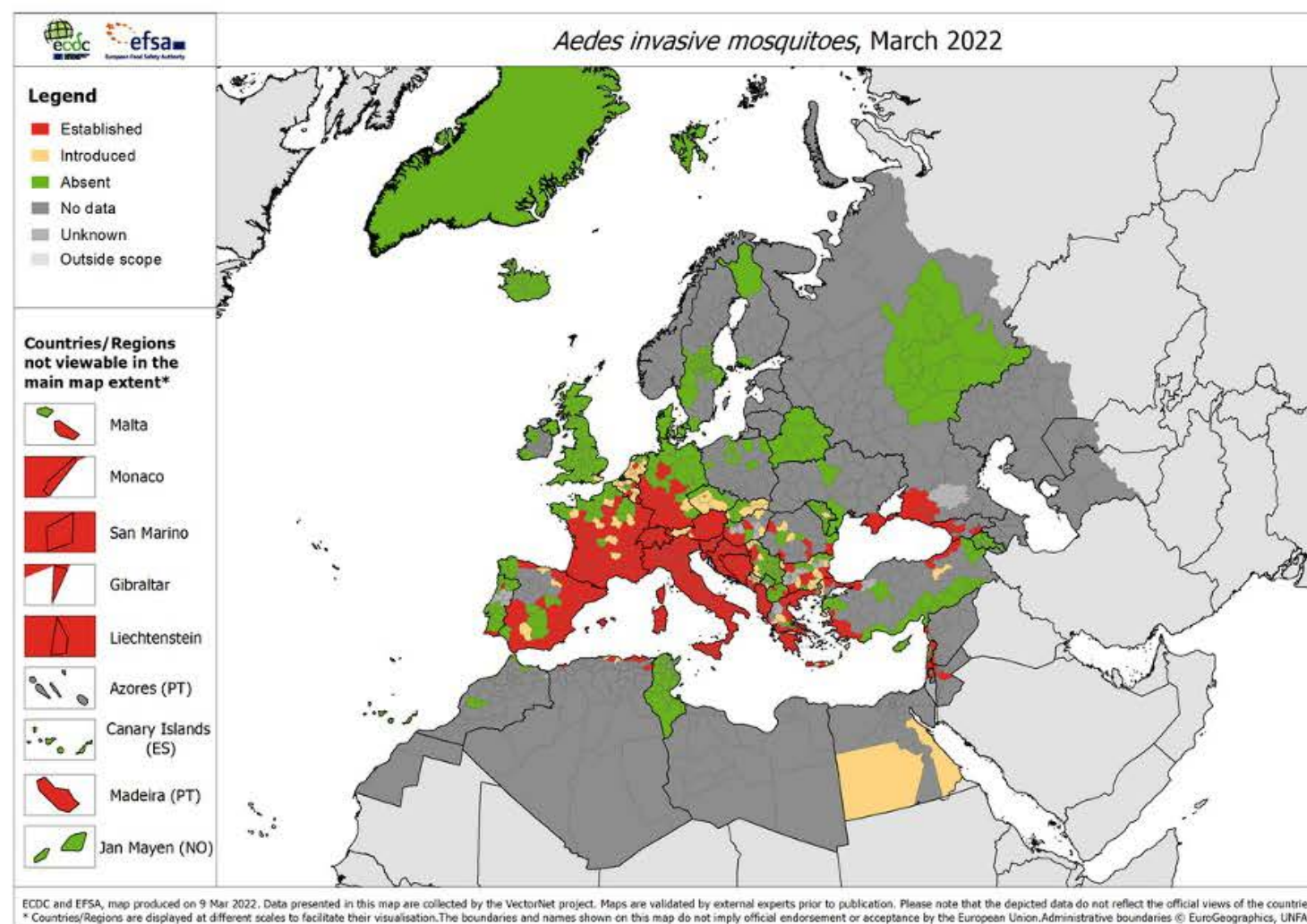
Trenutno se nalazi među prvih 100 invazivnih vrsta na listi od strane Grupe stručnjaka za invazivne vrste

Predviđanja klimatskih promena sugerišu .  
**albopictus** će i dalje biti invazivna vrsta koja će se širiti izvan svojih trenutnih geografskih granica

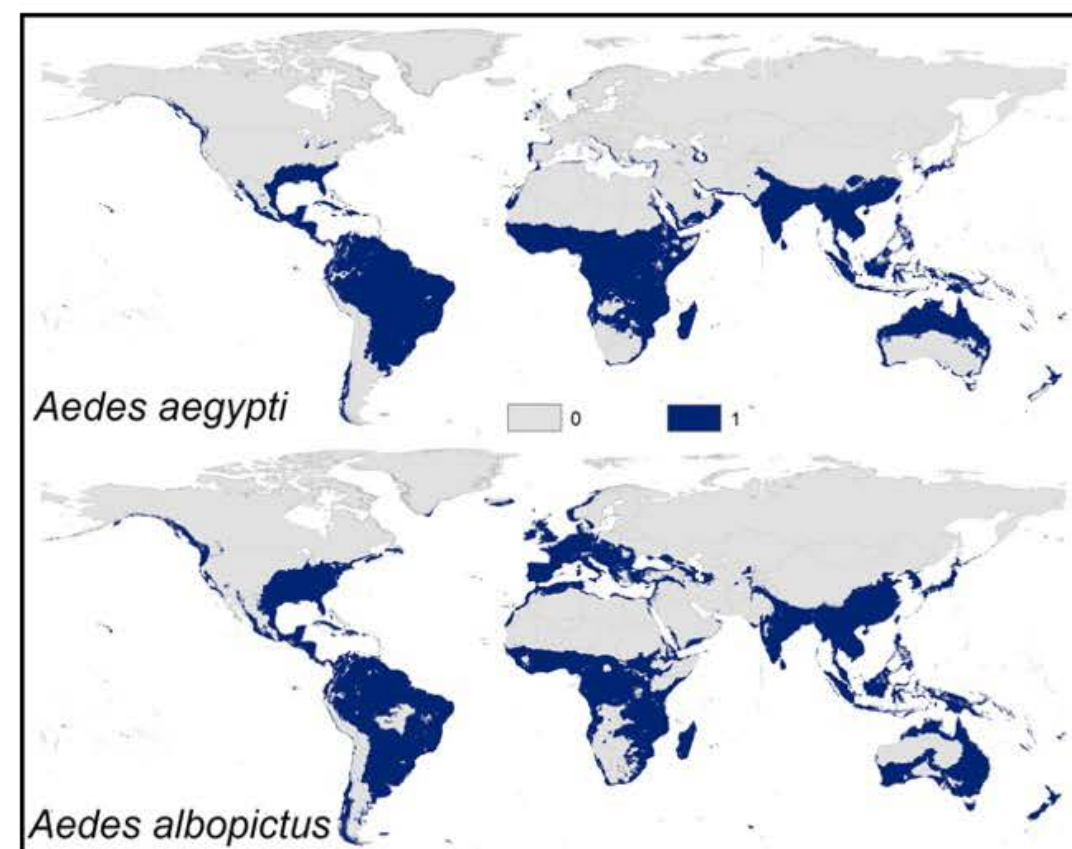
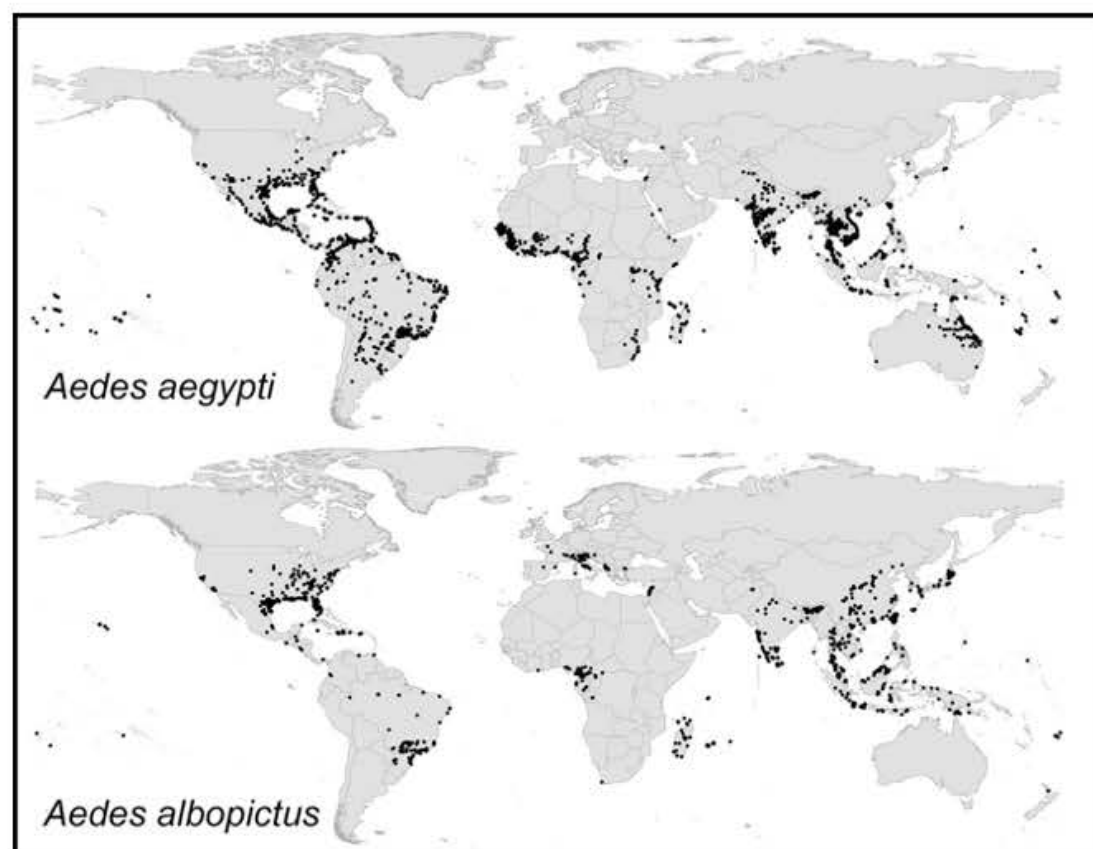
Ova vrsta komaraca je poznati vektor virusa **čikungunja** , virusa denge i dirofilarijaze . Brojni drugi virusi koji utiču na zdravlje ljudi takođe su izolovani iz polja sakupljenih **Ae. albopictus** u različitim zemljama.

Štaviše, njeno nedavno učešće u lokalizovanom prenosu virusa čikungunja u Italiji i Francuskoj i virusa denga u Francuskoj i Hrvatskoj naglašava važnost praćenja ove invazivne vrste.

Mapa prikazuje trenutnu poznatu distribuciju invazivnih komaraca *Aedes* (*Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. atropalpus*, *Ae. japonicus* and *Ae. koreicus*) u Evropi od marta 2022. godine.

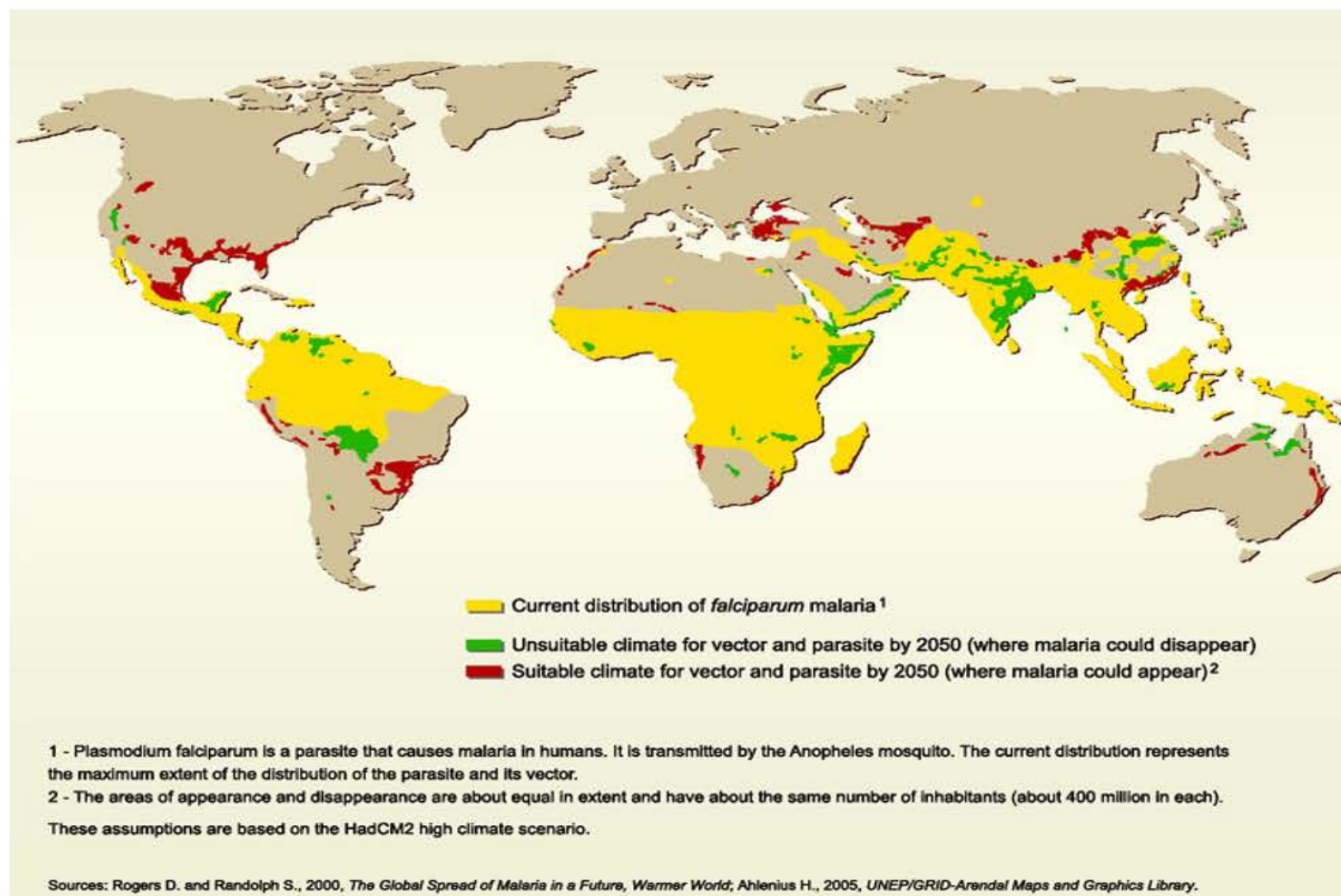


## Geografska rasprostranjenost *Aedes* spp. (trenutno – očekivano)



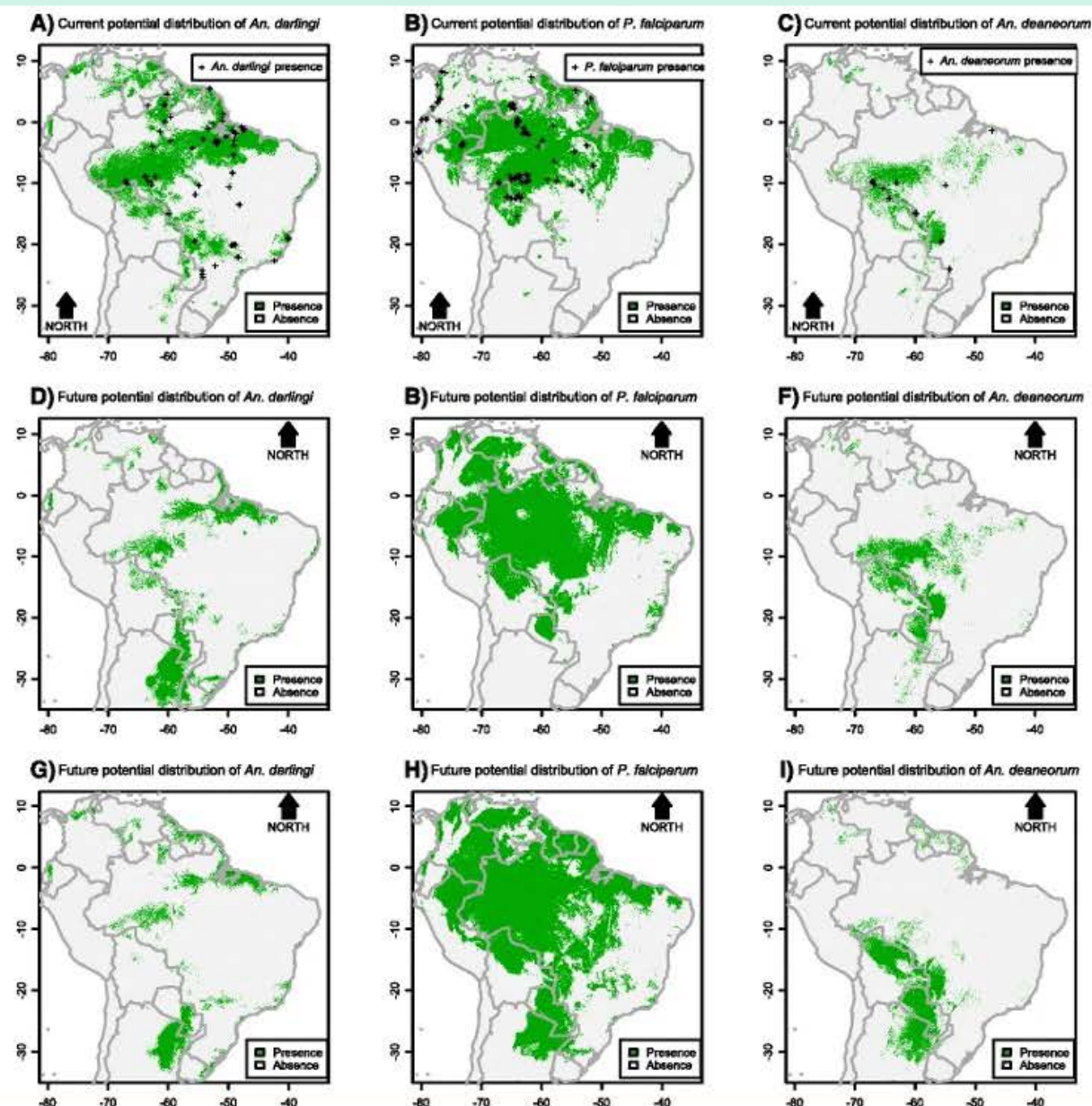


## Distribucija malarije izazvane *Plasmodium falciparum* do 2050.



Potencijalna distribucija *Anopheles darlingi*,  
*Plasmodium falciparum* i *An. Deaneorum*  
 (u Južnoj Americi) pod:

- savremeni uslovima,
- scenario globalnih klimatskih promena 1, i
- scenario globalni klimatskih promena 2.



# Faktori određuju životni ciklus vektora i obilje:

Klimatske promene utiču na:

- Stopu preživljavanja i razmnožavanje vektora
- Vektorsku aktivnost, učestalost ugriza
- Brzinu razvoja i razmnožavanje patogena unutar vektora

Povećana temperatura:

- Horizontalno širenje staništa
- Vertikalna ekspanzija staništa



# Klimatske promene i intoksikacije koje se prenose vodom

Toksične alge i cijanobakterije



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

# Štetno cvetanje algi (HAB) i zdravlje

Akutni ili hronični uticaji na zdravlje ljudi - uticaj prirodnih fikotoksina preko:

- Gutanje kontaminirane hrane
- Potrošnja vode
- Udisanje
- Direktan kontakt sa kožom

# Klimatski uticaji koji mogu uticati na cvetanje algi

- **Temperatura vode koja se zagreva**

- Toksične alge preferiraju topliju vodu
- Sprečava mešanje vode – alge rastu gušće i brže
- Mali organizmi se lakše kreću – brže lebde na površini
- Cvetovi algi apsorbuju sunčevu svetlost – ubrzanje (još toplija voda, podstičući cvetanje)

- **Promene u salinitetu**

- Slanije slatke vode – invazija morskih algi

- **Viši nivoi CO2**

- **Promene padavina**

- Naizmenični periodi suše i intenzivnih oluja – oticanje hranljivih materija u vodena tela

- **Obalno uzdizanje**

- Višak hranljivih materija sa morskog dna



## Morski toksični HAB/bolesti koje se prenose morskim plodovima

Trovanje ciguaterom (učestalost: 251/10.000) u populaciji Pacifika i Kariba

Česte ljudske žrtve:

- Amnezijsko trovanje školjkama (domoična kiselina)
- Trovanje ciguaterom (ciguatoksin)
- Palitoksikoza (Palitoksin)
- Paralitičko trovanje školjkama (saksitoksin)



Young N et al. Morsko štetno cvetanje algi i zdravlje ljudi: Sistematski pregled obima. Štetne alge 98 (2020) 101901

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Trovanje ribom Ciguatera (CFP)

najčešća nebakterijska bolest povezana sa konzumacijom ribe, proizilazi iz ciguatoksina koji proizvode Gambierdiscus alge u tropskim i suptropskim oblastima

odnos između klimatske varijabilnosti i izveštaja o CFP-u: incidencija CFP će verovatno rasti sa porastom temperature površine mora i učestalosti tropskih oluja.

Ciguatoksin se bioakumulira u lancu ishrane dok ribe biljojedi jedu alge, a njih jedu ribe mesožderke.

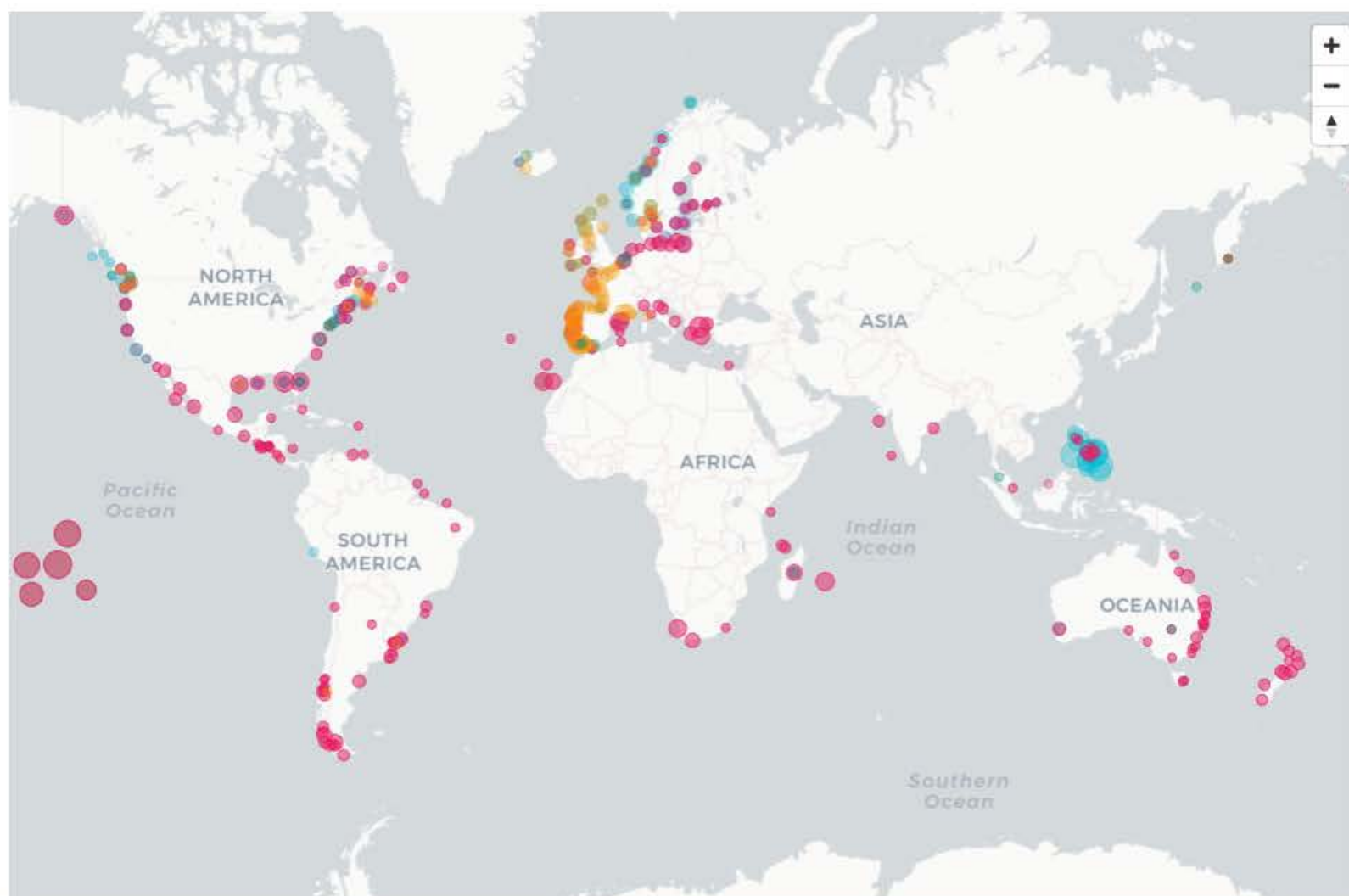
Toksin bez mirisa i ukusa podnosi zamrzavanje i kuvanje, potrošači pokazuju gastrointestinalne, neurološke, a ponekad i kardiovaskularne

simptome u roku od nekoliko sati nakon izlaganja.

Procenjuje se da se godišnje širom sveta javlja **50.000-500.000 slučajeva** CFP-a. Smatra se da je CFP bolest koja se često ne prijavljuje.

# IOC-UNESCO informacijski sistem o štetnim algama

## Svi sindromi/Ljudski/Morski



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

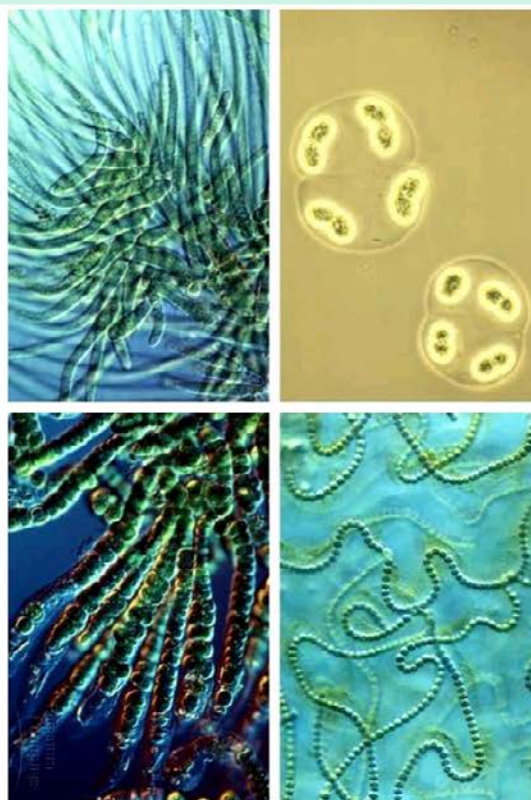
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Šta su cijanobakterije?

Nova taksonomija: ranije plavo-zelene alge:

- prokarioti
- fotosintezujući
- Gram negativni ćelijski zid
- jednoćelijski
- filamentozna



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Štetno cvetanje cijanobakterija (CyanoHABs) u slatkovodnim ekosistemima

Cijanobakterije (među najstarijim fototrofima na Zemlji)

- Duga evoluciona istorija, kontinuirano prilagođavanje:
- Geohemijske i klimatske promene
- Antropogene (ljudske i klimatske) modifikacije vodenih ekosistema, npr

- prekomerno obogaćivanje hranljivim materijama
- hidrološke modifikacije
- globalno zagrevanje

CyanoHAB rodovi se kontrolišu sinergističkim efektima zaliha hranljivih materija (N i P), svetlosti, temperature, vremena zadržavanja/ ispiranja vode i biotičkih interakcija.

Shodno tome, strategije ublažavanja su fokusirane na manipulaciju ovih dinamičkih faktora.

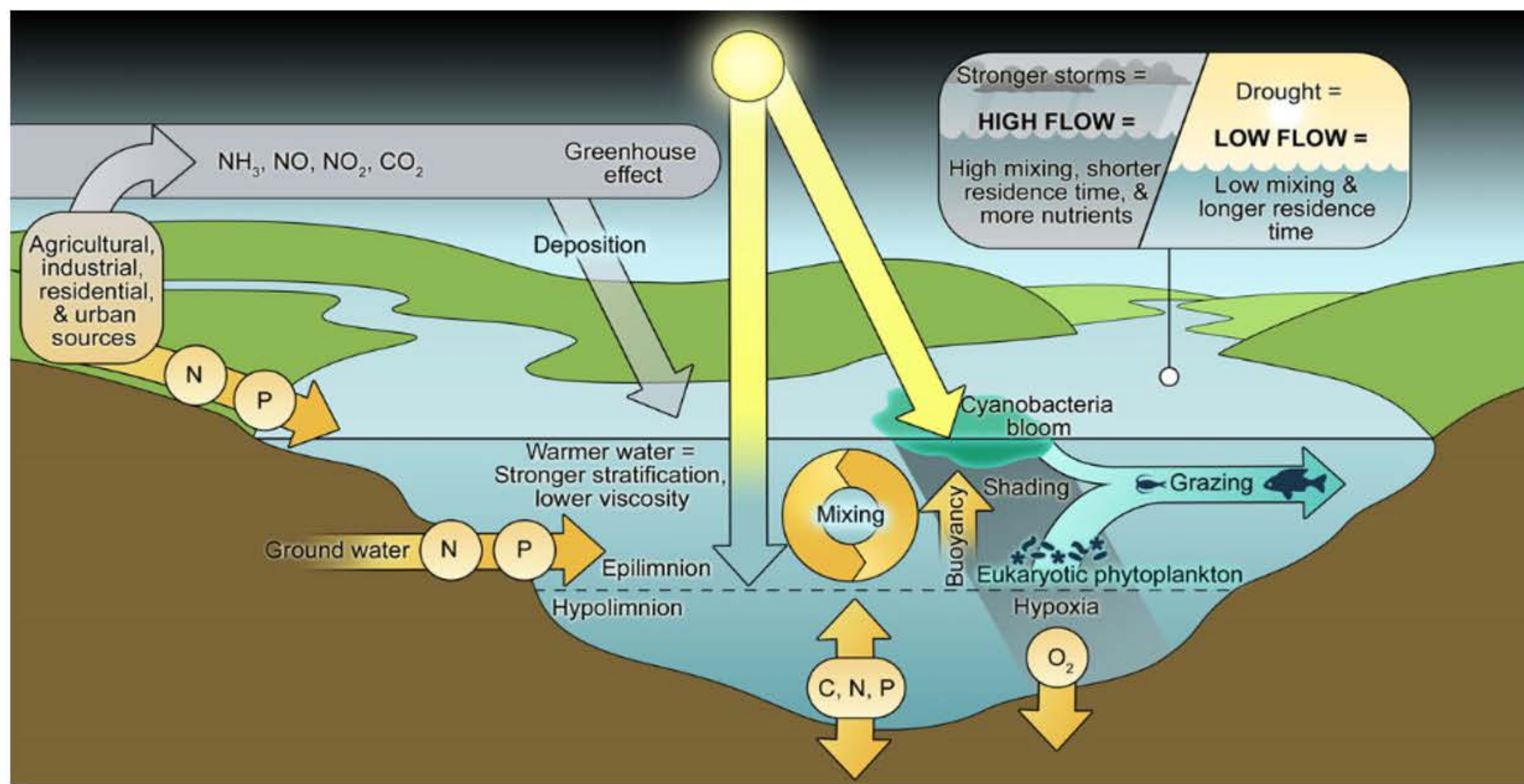
#### Specifične karakteristike

#### UV-tolerancija

- proizvodnja antioksidanata,
- popravak DNK,
- resinteza proteina,
- apoptoza,
- Sinteza jedinjenja koja štite/apsorbuju UV zračenje
- **Vitamini iz koegzistirajućih bakterija**



## Višestruki interakcijski faktori životne sredine kontrolišu CyanoHAB u slatkovodnim ekosistemima (Paerl 2017)



# Phylum Cyanobacteria

**Subphylum Gloeobacteria** (*Gloeobacter violaceus*)

**Subphylum Phycobacteria**

**Classis Myxophyceae**

# Chroococcales (*Chroococcus*, *Dactylococcopsis*, *Microcystis*, *Merismopedia*, *Synechococcus*, *Aphanothece*, *Gomphosphaeria*, *Aphanocapsa*)

# Pleurocapsales (*Dermocarpa*, *Xenococcus*, *Chroococcidiopsis*, *Pleurocapsa*)

# Oscillatoriales (*Spirulina*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Pseudanabaena*, *Phormidium*, *Trichodesmium*, *Arthronema*, *Arthrospira*)

# Nostocales

## Microchaetaceae (*Tolypothrix*, *Coleodesmium*)

## Nostocaceae (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Nostoc*, *Cylindrospermum*)

## Rivulariaceae (*Rivularia*, *Calothrix*, *Richelia*)

## Scytonemataceae (*Scytonema*)

## Stigonematales (*Fischerella*, *Stigonema*, *Chlorogloeopsis*)

**Classis Chloroxybacteria**

# Prochlorales

## Prochloraceae (*Prochloron didemni*)

## Prochlorococcaceae (*Prochlorococcus marinus*)

## Prochlorothricaceae (*Prochlorothrix hollandica*)

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

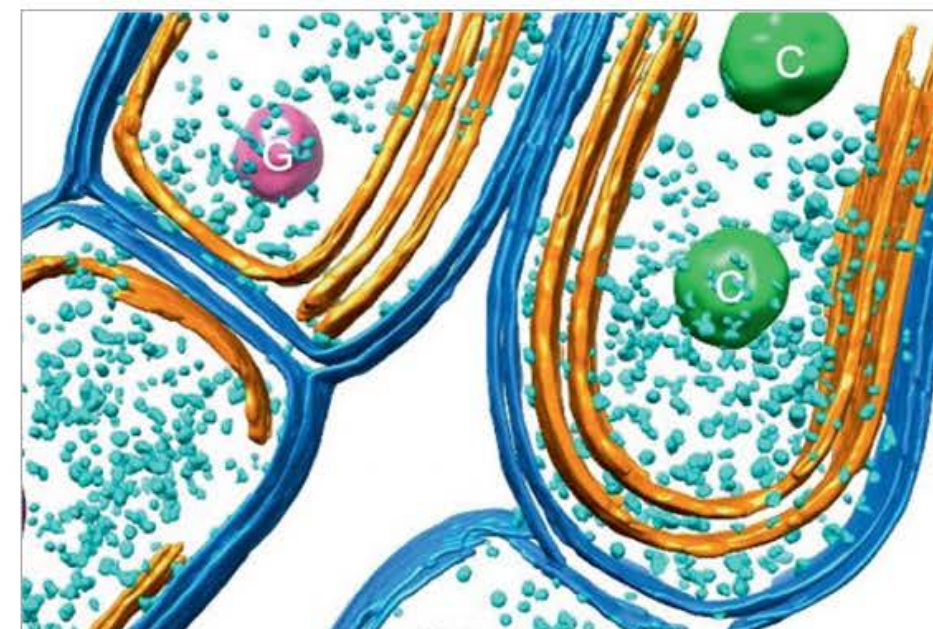
 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



# Izvori ugljenika

- Fotosinteza: organska jedinjenja iz neorganskog ugljenika
- Vodeni organizmi: dostupnost neorganskog ugljenika iz razblaženog  $\text{SO}_2$  gasa, karbonatnih ili bikarbonatnih anjona
- Koristeći karboksizome koji su bakterijski odeljci sa specifičnim enzimima

***Cijanobakterijska tilakoidna membrana***  
(C: karboksizom, mesto fiksacije  $\text{CO}_2$ )



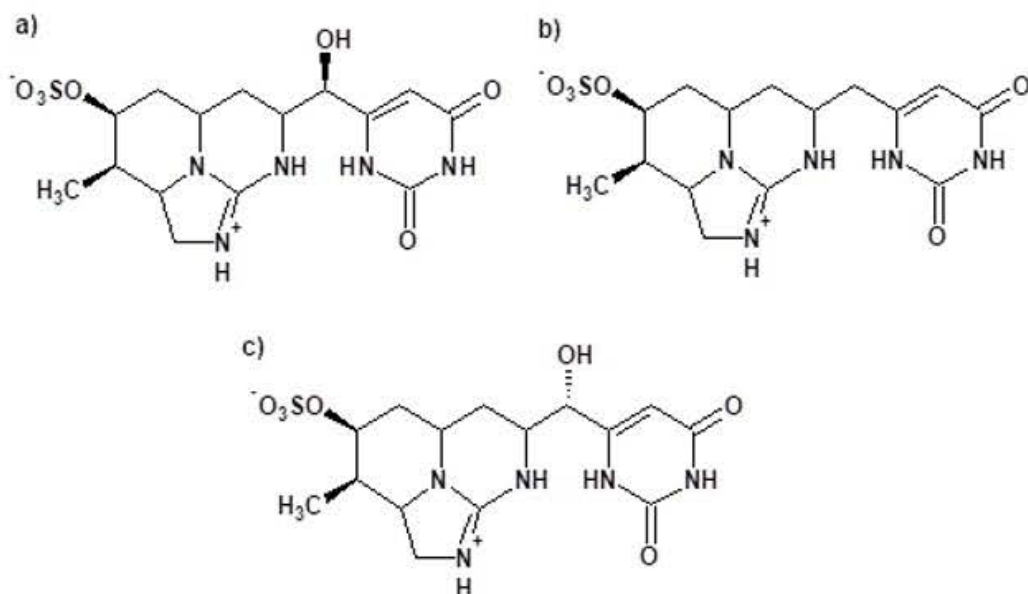


Red	Porodica	Rod	Vrste
	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	<i>A. berghii</i> <i>A. circinalis</i> <i>A. flos-aquae</i> <i>A. lemmermannii</i> <i>A. planktonica</i>
		<i>Anabaenopsis</i>	
		<i>Aphanizomenon</i>	<i>Aph. flos-aquae</i> <i>Aph. issatschenkoi</i> <i>Aph. ovalisporum</i>
		<i>Cylindrospermopsis</i>	<i>C. raciborskii</i>
		<i>Cylindrospermum</i>	
		<i>Nodularia</i>	<i>N. spumigena</i>
		<i>Nostoc</i>	
		<i>Raphidiopsis</i>	<i>R. curvata</i>
Stigonematales	Mastigocladaceae	<i>Hapalosiphon</i>	
		<i>Umezakia</i>	<i>U. natans</i>
Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i>	<i>L. wollei</i>
		<i>Planktothrix (Oscillatoria)</i>	
		<i>Phormidium (Oscillatoria)</i>	<i>Ph. formosum</i> ( <i>O. formosa</i> )
		<i>Plectonema</i>	
	Schizotrichaceae	<i>Schizothrix</i>	<i>S. calcola</i>
Chroococcales	Merismopediaceae	<i>Microcystis</i>	<i>M. aeruginosa</i>

# Cylindropermopsis raciborskii



# Cijanobakterijski toksini, primeri

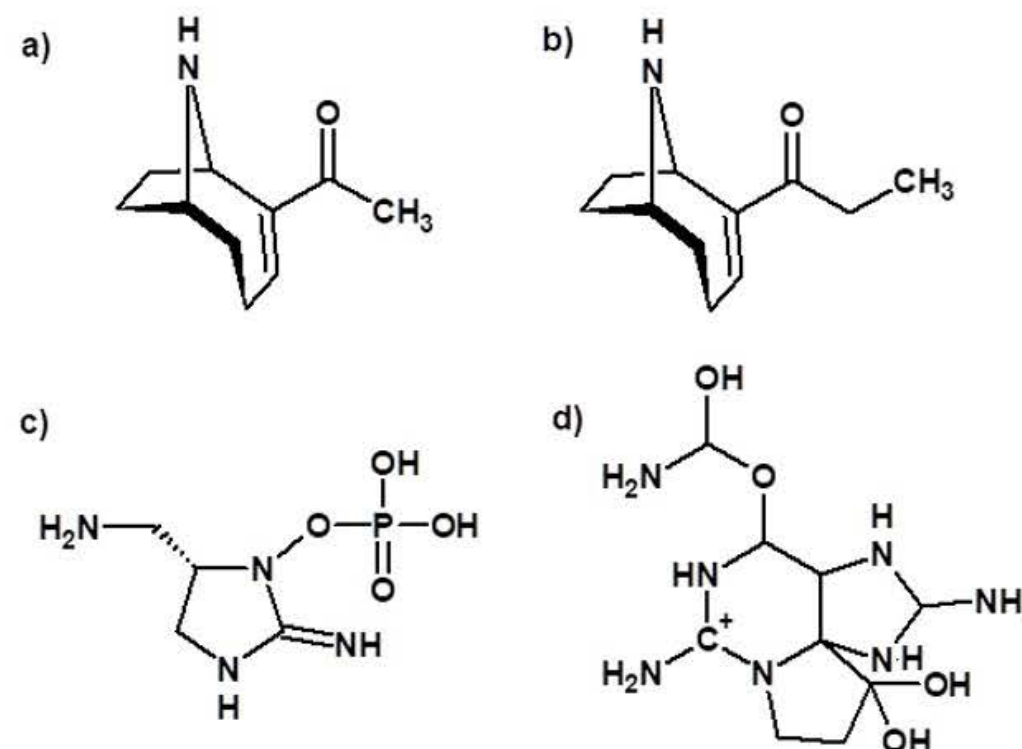


Citotoksični alkaloidi:

- a) cilindrospermopsin;
- b) deoksicilindrospermopsin;
- c) 7-epicilindrospermopsin.

Neurotoksini:

- a) anatoksin-a;
- b) homoanatoksin-a;
- c) anatoksin-a(S);
- d) saksitoksin





# Direktno izlaganje toksičnim algama/toksinima

- **Voda za piće**

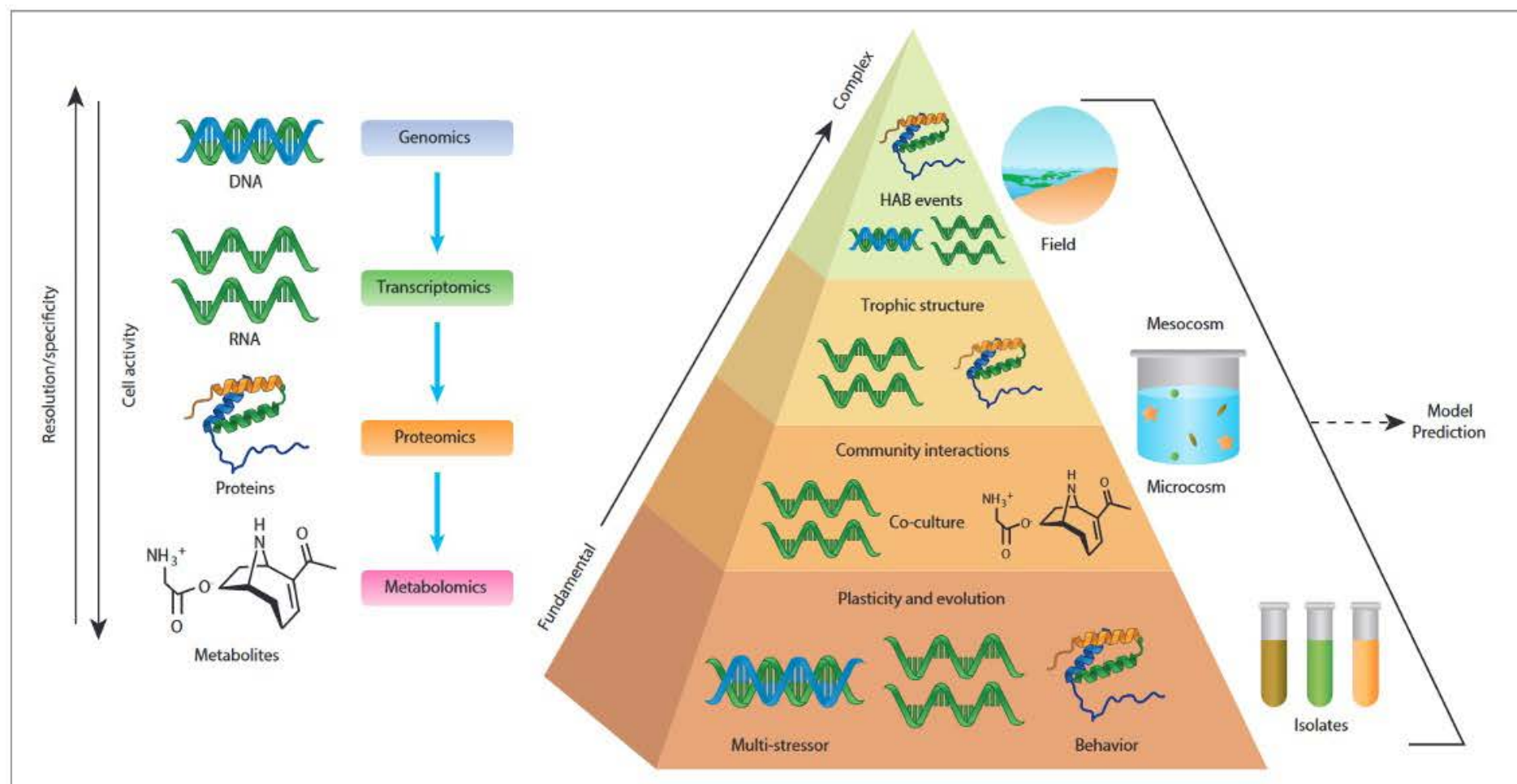
- Misteriozna bolest ostrva Palm, Australija (1979)
  - Gastroenteritis, dijareja, povraćanje, otkazivanje bubrega, itd.
- Dezinfekcioni nusproizvodi tretmana vode za piće
  - Proizvodnja dioksina

- **Kupanje/plivanje (kontakt sa kožom, gutanje)**

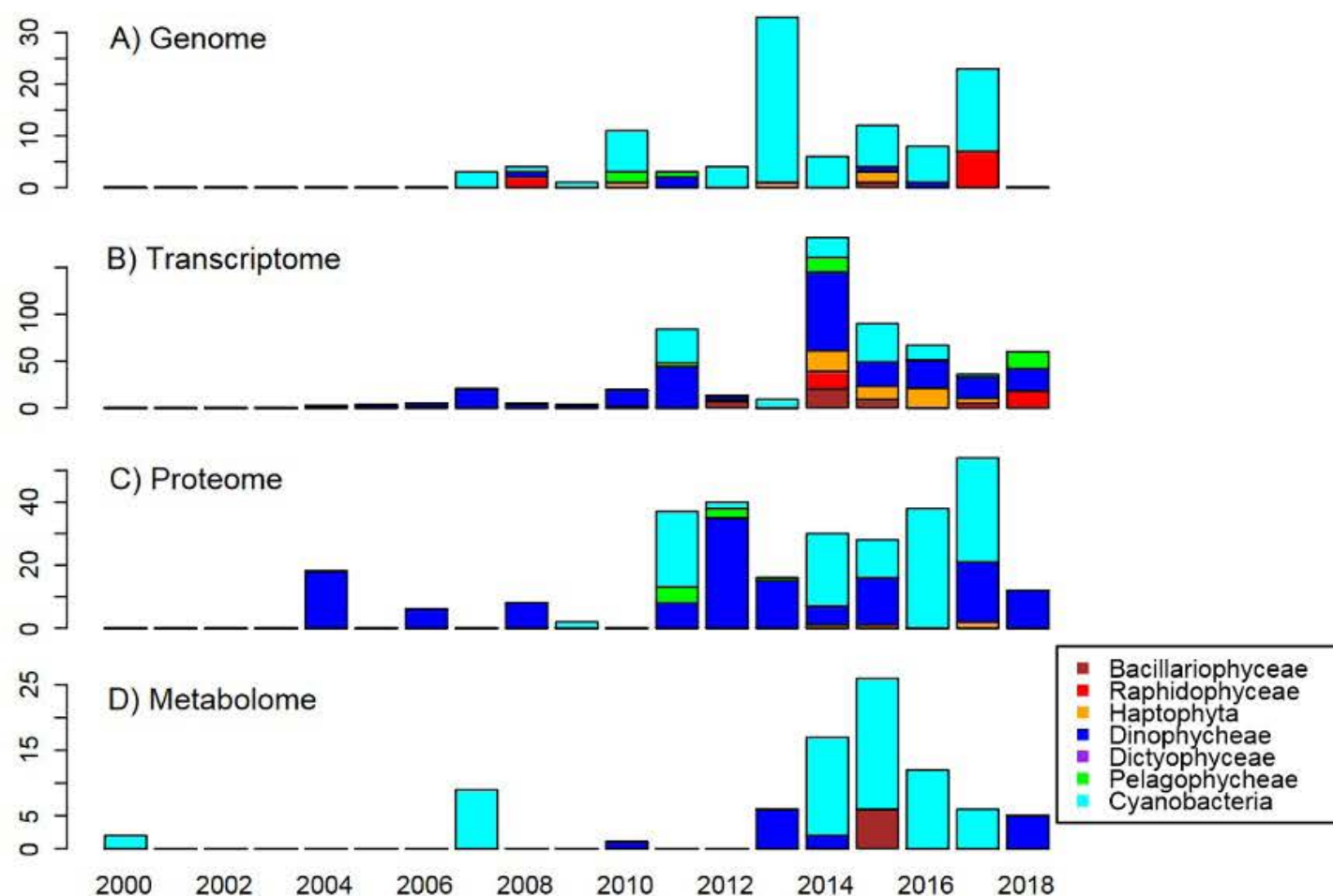
- Osipi
- Bolest želuca ili jetre
- Respiratorni problemi
- Neurološki efekti

# Eksperimentalne i terenske studije za utvrđivanje uticaja klimatskih promena

## Uloga omike



# Objavljeni ili dostupni omički podaci o taksonima koji izazivaju HAB





## Šta se može učiniti da se smanji rizik od bolesti koje se prenose vodom?

- obezbediti univerzalni pristup nezi i lečenju bolesti
- poboljšati nadzor bolesti
- razvijati i investirati u sisteme ranog upozoravanja za praćenje promena u klimatskim uslovima
- nadograditi sisteme za prikupljanje, skladištenje, tretman i distribuciju vode
- zaštititi kritičnu infrastrukturu od poplava, oluja i porasta nivoa mora
- ograničiti prekomernu upotrebu vode
- koristiti sisteme za prečišćavanje vode u domaćinstvu

## Testirajte svoje znanje

1. Koji su glavni efekti klimatskih promena koji izazivaju povećanje bolesti koje se prenose vodom?
2. Nabrojite klimatske faktore koji određuju životni ciklus i brojnost vektora u bolestima koje se prenose vodom.
3. Koji su efekti klimatskih promena koji utiču na cvetanje algi?
4. Opišite neke od interakcijskih ekoloških faktora koji kontrolišu štetne cijanobakterijske cvetove (CyanoHAB) u slatkovodnim ekosistemima.
5. Nabrojite aktivnosti koje se mogu preduzeti kako bi se smanjio rizik od bolesti koje se prenose vodom.

## Preporučeno čitanje

- The Effect of Rainfall on the Incidence of Cholera in Bangladesh Hashizume, M. et al.: Epidemiology [19\(1\):p 103-110, January 2008.](#) DOI:10.1097/EDE.0b013e31815c09ea
- Climatic Drivers of Diarrheagenic *Escherichia coli* Incidence: A Systematic Review and Meta-analysis [R. Philipsborn](#), et al. [J Infect Dis.](#) 2016 Jul 1; 214(1): 6–15.
- G. Nichols, et al. Climate change and water-related infectious diseases Atmosphere (Basel), 9 (2018), p. 385, [10.3390/atmos9100385](#)
- [M. P. Ryan](#) et al. Evaluation of the Complex Nomenclature of the Clinically and Veterinary Significant Pathogen *Salmonella* [Biomed Res Int.](#) ; 2017: 3782182. doi: [10.1155/2017/3782182](#)
- Caminade C. et al. (2014) Impact of climate change on global malaria distribution. Proc Natl Acad Sci USA 111(9):3286–3291. doi:10.1073/pnas.1302089111
- Caminade C. et al. (2011). Mapping Rift Valley fever and malaria risk over West Africa using climatic indicators. Atmospheric Science Letters, 12(1), 96-103. 10.1002/asl.296



# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg  
Emil Palade u Targu Murešu – Targu Mureș, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



# Uticaj klimatskih promena na alergije i kožne bolesti

# Ishodi učenja

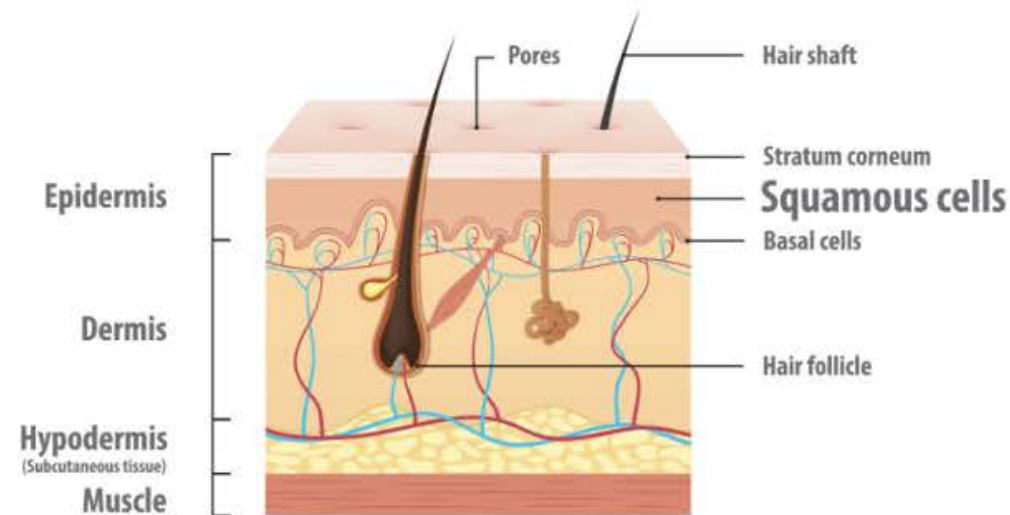
Po uspešno završenom kursu, učenici će biti u stanju da:

- Razviju razumevanje alergija i kožnih bolesti, uključujući njihove patogene i opšte kliničke karakteristike.
- Diskutuju o ekološkim i drugim faktorima koji utiču na patogenezu i širenje zaraznih bolesti.
- Procene uticaj savremenih globalnih promena na pojavu, lokalnu dinamiku i globalno širenje ovih bolesti.
- Analiziraju i prate najnoviju naučnu literaturu kako bi održali ažurno znanje o alergijama i kožnim bolestima pogoršanim klimatskim promenama.
- Kritički procene efekte klimatskih promena na pojedinačne bolesti na osnovu najnovijih podataka i modela.
- Razumeju i primene metode prevencije i kontrole alergija i kožnih bolesti koje su pod uticajem klimatskih promena.



## Uvod

Alergije pogađaju oko 30-40% populacije širom sveta, a procenjuje se da oko 300 miliona ljudi pati samo od astme. U EU, indirektni troškovi po pacijentu koji je nedovoljno lečen od alergije, a koji se mogu izbeći, kreću se između 55 i 151 milijarde evra godišnje (2014) zbog izostajanja sa posla.



Kožne bolesti bile su 4. vodeći uzrok nesmrtonosnih bolesti u svetu (2013.) i doprinose sa 1,79% ukupnog globalnog opterećenja bolestima. Samo u Evropi, ukupni godišnji troškovi povezani sa umerenim do teškim atopijskim dermatitisom odraslih procenjuju se na 27 milijardi evra.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-ZHU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Ozbiljnost i složenost ovih bolesti nastavlja da raste usled promena u načinu života i ishrane, klimatskih promena, povećanog zagađenja, urbanizacije i smanjenog biodiverziteta.

Što se tiče efekata klimatskih promena, povećano zagađenje vazduha i promene u

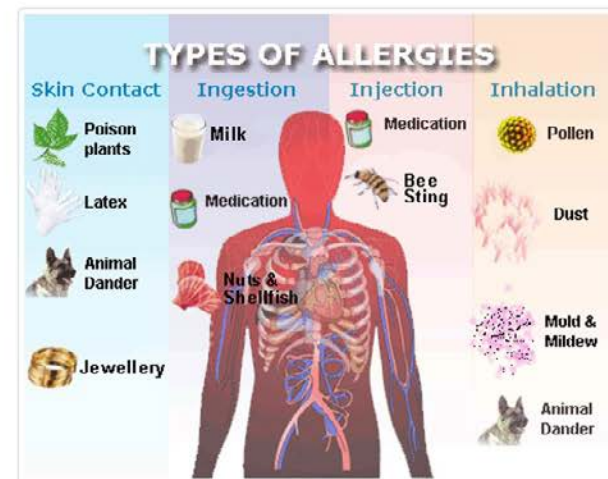
nivoima i vrstama aeroalergena kao što su polen, gljive, grinje i životinjska perut doprinose ovim problemima.

Očekuje se da će klimatske promene pogoršati distribuciju i učestalost dermatoloških oboljenja, posebno onih povezanih s infektivnim

uzrocima, izlaganjem suncu, iritantima iz životne sredine i bolestima koje se prenose vodom.

## Pregled alergija i kožnih bolesti

**Alergijska** oboljenja su grupa imunološki posredovanih poremećaja uglavnom uzrokovanih imunološkom reakcijom zavisnom od IgE (imunoglobulina) na određenu supstancu iz okoline (alergen).



**Kožne** bolesti obuhvataju sva stanja koja iritiraju ili oštećuju kožu.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

U zavisnosti od mesta kontakta sa alergenom, u telu se mogu razviti različite kliničke manifestacije. Atopija je nasledna predispozicija organizma za razvoj alergijskih bolesti koja podrazumeva preterani imunološki odgovor posredovan IgE antitelima na uobičajene stimuluse iz spoljašnje sredine (reakcija preosetljivosti kao što je ekcem ili astma može se javiti u delu tela koji nije u kontaktu sa alergenom). Alergijske bolesti su rezultat složene interakcije imunih ćelija, stranih proteina i upale tkiva.

Kožne bolesti mogu biti genetskog porekla i/ili se mogu razviti kao posledica zaraze, trudnoće, stresa ili hormonalnih promena, ili kao rezultat prethodnog zdravstvenog stanja kao što je dijabetes, inflamatorna bolest creva ili lupus.



## Glavne alergijske bolesti

Bolest	Uzroci/okidači	Simptomi/kliničke karakteristike	Pogođeni klimatskim promjenama?
Alergija	Genetska predispozicija, lekovi/životna sredina/aler geni na hranu/lateks/kućne ljubimce	Curenje iz nosa, kihanje, bol/osetljivost oko obraza, očiju ili čela, kašalj, nedostatak vazduha, svrab kože, osip, dijareja, mučnina/povraćanje, otečene oči, usne, usta ili grlo.	da
Anafilaksa	Određeni alergeni: hrana, neki lekovi, otrov insekata, lateks.	Brza, teška alergijska reakcija: ubrzan, slab puls, kožni osip, mučnina, povraćanje, smrt.	da
Angioedem	Perut životinja, izlaganje vodi, sunčevoj svetlosti, hladnoći ili toploti, hrana, ujedi insekata, polen, autoimune bolesti kao što je lupus.	Otok ispod površine kože, grčevi u stomaku, otežano disanje.	da
Aspergiloza	<i>Aspergillus</i> fungus	Pištanje, otežano disanje, kašalj, začepjenost, curenje iz nosa, glavobolja.	da
Astma	Grinje, životinjsko krzno, polen, dim, vežbanje virusne infekcije, udisanje hemijskih ili drugih alergena.	Kašalj, piskanje, stezanje u grudima, nedostatak daha, smrt.	da
Hronična granulomatoza	Genetska predispozicija	Groznica, bol u grudima, otečene limfne žlezde, curenje iz nosa, osip, otok/crvenilo u ustima, gastrointestinalni problemi, upala pluća.	ne
Hronični rinosinuzitis	Alergeni, već postojeća stanja kao što je cistična fibroza.	Začepjenje nosa, gusti iscjedak iz nosa, bol u licu/pritisak, smanjenje/gubitak čula mirisa.	da
Čarg Štrausov sindrom	Smatra se da je to kombinacija genetske predispozicije i izloženosti alergenima.	Upala krvnih sudova, nazalne alergije, problemi sa sinusima, osip, gastrointestinalno krvarenje, bol i utrnulost u rukama i stopalima, astma kod odraslih, smrt.	da
Hladna urtikarija	Izlaganje hladnoći i u nekim slučajevima genetska predispozicija.	Koprivnjača, oticanje ruku, usana, jezika ili grla, anafilaksa, smrt.	ne
Hipogamaglobulinemija sa raznolikim početkom (CVID)	Genetska predispozicija	Bronhitis, bakterijske i virusne infekcije gornjih disajnih puteva, sinusa i pluća, pneumonija.	ne
Ezofagitis	Alergeni na hranu/lekove	Teško/bolno gutanje, bol u grudima, žgaravica, regurgitacija kiseline.	da
Atopijska kijavica (alergijski rinitis)	Polen	Kihanje, curenje/začepjen nos, konjuktivitis, svrab u grlu, ustima, nosu i ušima, kašalj.	da
Pneumonitis	Aeroalergeni, određeni lekovi.	Kratkoća daha, kašalj, umor, gubitak apetita, gubitak težine.	da
Urtikarija (koprivnjača)	Alergeni na hranu/lekove, otrov insekata.	Osip, koprivnjača, prekursor angioedema.	da

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



## Glavne dermalne bolesti (isključujući kožne bolesti koje se prenose vektorima)

Bolest	Uzroci/okidači	Simptomi/kliničke karakteristike	Pogođeni klimatskim promjenama?
Akne	Genetska predispozicija, hormonske promene, određeni lekovi, kozmetika, pušenje, dijeta sa visokim glikemijskim indeksom.	Bubuljice, čvorovi na koži, cistične lezije.	ne
Aktinična keratoza	Dugotrajna izloženost suncu	Suve, ljuskave mrlje na koži, mogući prethodnik raka kože.	da
Alopecija areata	Genetska predispozicija, određeni lekovi, hormonske promene, stres.	Gubitak kose	da
Celulitis	Povrede/infekcije koje omogućavaju bakterijama da prodru u kožu.	Crvena, otečena, bolna koža na stopalima ili nogama, groznica.	da
Varičela	Kontaktni ili kapljični virus <i>varičela-zoster</i>	Osip, groznica, glavobolja, pneumonija, encefalitis, sepsa, smrt.	da
Kutana larva migrans	Kontakt sa larvama ankilostoma	Serpiginozne lezije kože.	da
Kožna mijaza	Kontakt sa larvama reda muva Diptera	Bolni čirevi/čirevi koji sadrže larve.	da
Difterija	Kontaktna ili kapljična bakterija <i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Groznica, reakcija respiratornog sistema, rane na koži/čirevi, miokarditis, oštećenje nerava, zatajenje bubrega, smrt	da
Ekcem (atopijski/kontaktni dermatitis)	Genetska predispozicija, alergeni životne sredine, hemikalije.	Crvene, suve fleke na koži, osip, zadebljanje kože, konjuktivitis.	da
Bulozna epidermoliza	Genetska predispozicija	Krhkost kože, suze, rane, plikovi na koži.	ne
Herpes simpleks	Virus <i>herpes simpleksa</i> kontaktne ili telesne tečnosti.	Bol, svrab i rane oko genitalija, anusa ili usta.	da
Gonoreja	Kontakt sa bakterijom <i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Groznica, osip, rane na koži, bol u zglobovima, otok i ukočenost.	da
Bolest ruku, stopala i usta	<i>Koksaki</i> virus u kontaktu ili u vazduhu.	Groznica, bol u grlu, mučnina, bolne lezije u ustima, osip.	da
Supurativni hidradenitis	Hormonske promene, pušenje, gojaznost.	Bolni apscesi, ožiljci na koži.	ne
Ihtioza	Genetska predispozicija	Suva, ljuskava, svrab, crvena koža.	ne
Impetigo	Kontakt sa bakterijom <i>stafilokoka</i>	Crvene rane na licu.	da
Marburg	Kontakt sa <i>marburg</i> virusom	Groznica, glavobolja, osip, povraćanje, dijareja, žutica, krvarenje, zatajenje više organa, smrt.	da
Male boginje	Kontaktni ili kapljični virus <i>morbila</i> .	Groznica, kašalj, konjuktivitis, Koplikove mrlje, osip, pneumonija, encefalitis, smrt.	da
Majmunske boginje	Kontakt sa virusom <i>boginja majmuna</i>	Osip, kraste, groznica, glavobolja, otečeni limfni čvorovi, respiratorni simptomi.	da

## Glavne kožne bolesti (nastavak)

Bolest	Uzroci/okidači	Simptomi/kliničke karakteristike	Pogođeni klimatskim promjenama?
Prurigo nodularis	Nije poznato. Među faktorima rizika je atopijski dermatitis.	Čvorovi koji svrbe na koži na rukama, nogama, stomaku i/ili leđima.	moгуće
Psorijaza	Genetska predispozicija, povrede kože, infekcije grla, određeni lekovi.	Ljuštene fleke/ljuske na koži	da
Rejnoov sindrom	Niske temperature	Hladna, utrnula, bela/plava koža na prstima ruku ili nogu	ne
Lišaj (Tinea Corporis)	Kontakt sa gljivama <i>Trichophyton</i> , <i>Microsporum</i> ili <i>Epydermophyton</i> .	Svrab, crveni, kružni osip.	da
Rozacea	Genetska predispozicija, određene hemikalije u hrani, alkohol, klimatski uslovi.	Crvene tačke/osip na licu.	da
Rubeola	Kontakt sa virusom <i>rubeole</i>	Crveni osip, crvene oči, groznica, glavobolja, kašalj, artritis (kod žena), pobačaj, urođene mane i smrt (kod novorođene dece)	da
Herpes Zoster	<i>Varicella-zoster</i> virus prethodno stečen kod varičela	Bolni osip na jednoj strani lica ili tela.	da
Rak kože (bazocelularni, skvamozni, melanom)	Genetska predispozicija, izlaganje suncu, dijaliza bubrega, gutanje arsena.	Lezije ili kvržice na koži, u slučaju skvamoznih ćelija i melanoma: metastaze, smrt.	da
Šuga	Kontakt sa parazitom – grinjom <i>Sarcoptes scabiei</i> var. <i>hominis</i>	Svrab, osip nalik bubuljicama.	da
Sifilis	Kontakt sa bakterijom <i>Treponema Pallidum</i>	Pojedinačni šankr (rana), osip, lezije, groznica, otečeni limfni čvorovi, napad vitalnih organa, smrt.	da
<i>Vibrio vulnificus</i>	Kontakt otvorene rane sa tečnostima ili gutanje morskih plodova koji sadrže bakterije <i>vibrio vulnificus</i>	Lezije kože sa mehurima, groznica, povraćanje, dijareja, nekrotizirajući fasciitis, smrt.	da
Virusne bradavice	Kontakt sa <i>humanim papiloma</i> virusom	Bradavice.	da
Vitiligo	Genetska predispozicija, opekotine od sunca, povređena koža, određene hemikalije.	Simetričan gubitak pigmenta/boje kože na obe strane tela.	da





Slika 1. Alergijske bolesti na koje utiče klima



Slika 2. Hronične inflamatorne dermalne bolesti na koje utiče klima



Slika 3. Zarazne dermalne bolesti na koje utiče klima



Slika 4. Zloćudni tumori kože pod uticajem klime

Iz navedenih odeljaka je očigledno da je većina (89%, 41/46) alergijskih i kožnih bolesti pod uticajem klime na različite načine i iz više razloga. Značajni izuzeci su one bolesti koje imaju uzroke/okidače povezane isključivo sa genetskom predispozicijom, hormonskim promenama, izborom načina života ili

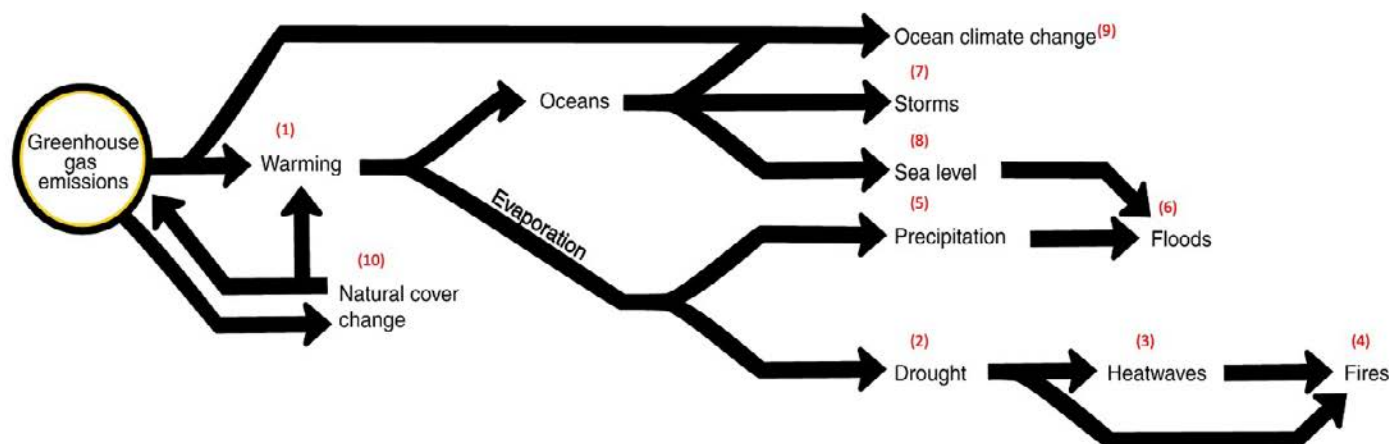
životinjskom dlakom/krznom/peruti. Sve ove bolesti možemo grupisati u četiri opšte kategorije: alergije; hronične kožne bolesti; infektivne kožne bolesti; i maligniteti.



## Glavni stresori životne sredine i drugi klimatski faktori koji utiču na alergije i dermalne bolesti

### Stresori klimatskih promena

Slika 5. Klimatske opasnosti Zemljinog sistema na koje utiče tekuća emisija gasova staklene bašte (GHG).



doi.org/10.1038/s41558-022-01426-1

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

GHG posreduju u ravnoteži između dolaznog sunčevog zračenja i izlaznog infracrvenog zračenja; tako, (1) njihov višak u atmosferi izaziva zagrevanje.

Zajedno sa povećanim kapacitetom vazduha da zadrži vodu, zagrevanje ubrzava isparavanje vode iz tla, što dovodi do (2) suše na mestima koja su obično suva; višak suše može dovesti do (3) toplotnih talasa.

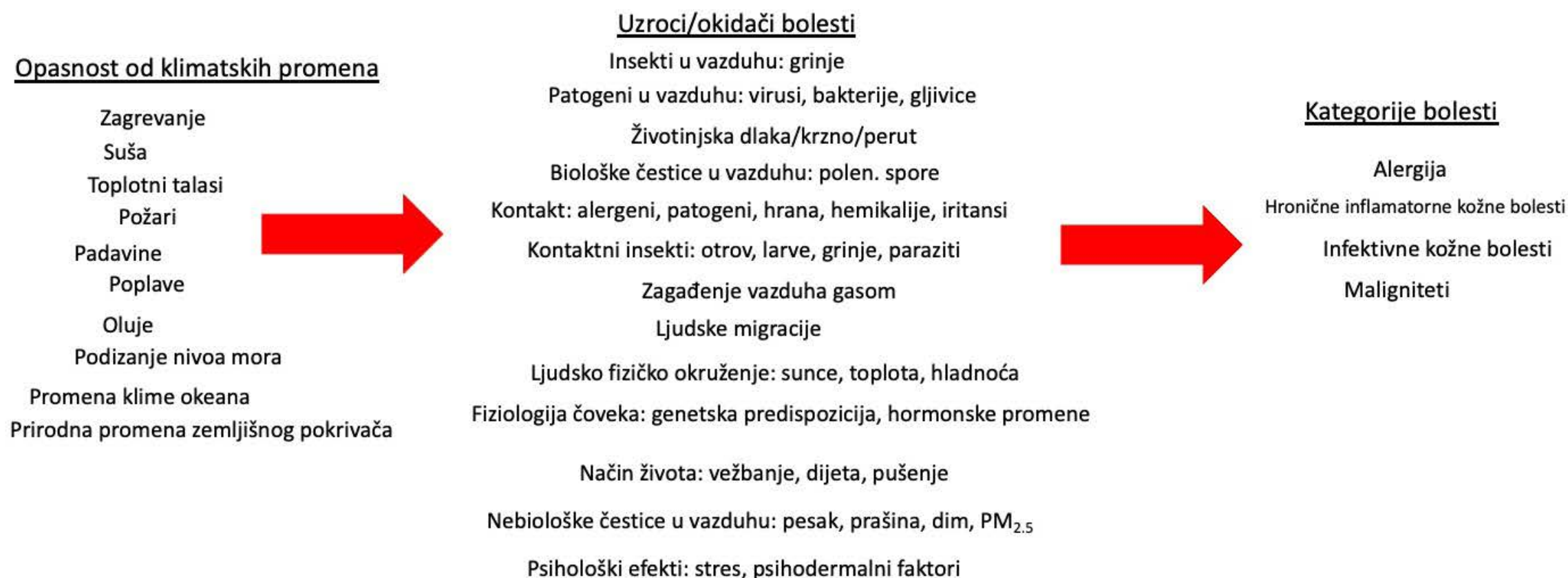
Ovo sazreva uslove za (4) šumske požare. Na vlažnim mestima brzo dopunjavanje isparavanja pojačava (5) padavine, izazivajući (6) poplave. Zagrevanje okeana pojačava isparavanje i brzinu vetra, pojačavajući jačinu (7) oluja, čiji udari mogu biti pogoršani (8) porastom nivoa mora.

Unošenje CO<sub>2</sub> u okeane uzrokuje zakiseljavanje okeana, dok promene u cirkulaciji okeana i zagrevanje smanjuju koncentraciju kiseonika u morskoj vodi, što dovodi do (9) klimatskih promena okeana.

Promena prirodnog zemljišnog pokrivača (10) može biti direktan emiter gasova staklene bašte putem krčenja šuma i disanja, modifikacije temperature preko albedo\* i evapotranspiracije, i zato što može biti direktan modifikator u prenošenju patogenih bolesti.

\*Deo svetlosti koji zemljina površina reflektuje nazad u svemir.

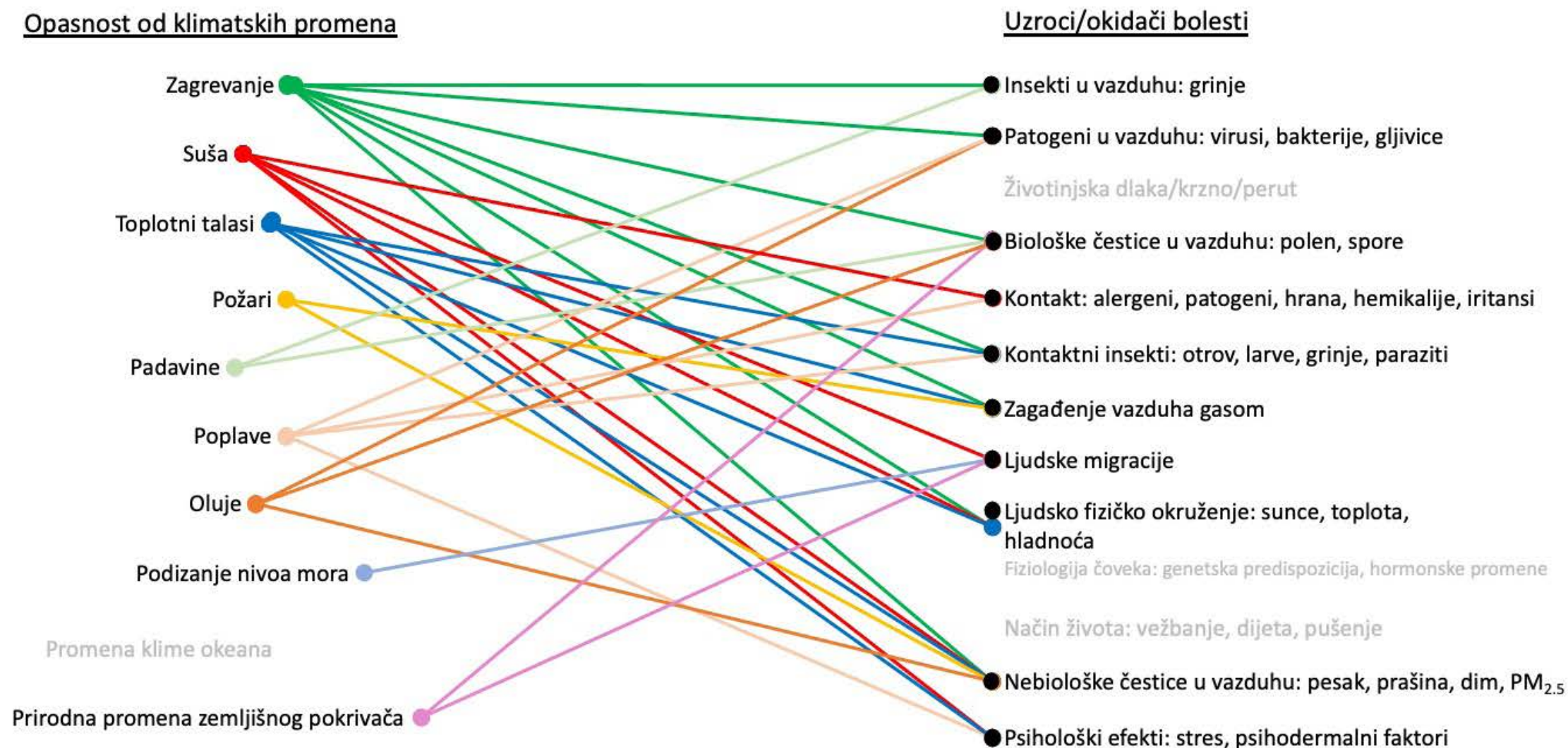
# Veze između stresora i uzroka/okidača bolesti



Iz prethodnih odeljaka možemo videti da postoji više od 40 alergijskih i dermalnih bolesti na koje može uticati jedan ili više od 10 stresora klimatskih promena preko mnogo različitih uzroka ili pokretača bolesti. Možemo dobiti ukupan pregled ovih međuodnosa za svaku od četiri kategorije bolesti uzimajući u

obzir uzročne veze između stresora klimatskih promena i generalizovane liste uzroka/okidača bolesti

Slika 6. Alergijske bolesti: Uzročne veze između opasnosti od klimatskih promena i uzroka/okidača bolesti\*



\* Stavke u sivoj boji nisu opasnosti/uzroci/okidači za ovu vrstu bolesti u vezi sa klimom



Slika 7. Hronične inflamatorne kožne bolesti: Uzročne veze između opasnosti od klimatskih promena i uzroka/okidača bolesti\*

### Opasnost od klimatskih promena

Zagrevanje  
Suša  
Toplotni talasi  
Požari  
Padavine  
Poplave  
Oluje  
Podizanje nivoa mora

Promena klime okeana

Prirodna promena zemljišnog pokrivača

### Uzroci/okidači bolesti

Insekti u vazduhu: grinje

Patogeni u vazduhu: virusi, bakterije, gljivice

Životinjska dlaka/krzno/perut

Biološke čestice u vazduhu: polen, spore

● Kontakt: alergeni, patogeni, hrana, hemikalije, iritansi

● Kontaktni insekti: otrov, larve, grinje, paraziti

● Zagađenje vazduha gasom

● Ljudske migracije

● Ljudsko fizičko okruženje: sunce, toplota, hladnoća

Fiziologija čoveka: genetska predispozicija, hormonske promene

Način života: vežbanje, dijeta, pušenje

● Nebiološke čestice u vazduhu: pesak, prašina, dim, PM<sub>2.5</sub>

● Psihološki efekti: stres, psihodermalni faktori

\* Stavke u sivoj boji nisu opasnosti/uzroci/okidači za ovu vrstu bolesti u vezi sa klimom

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

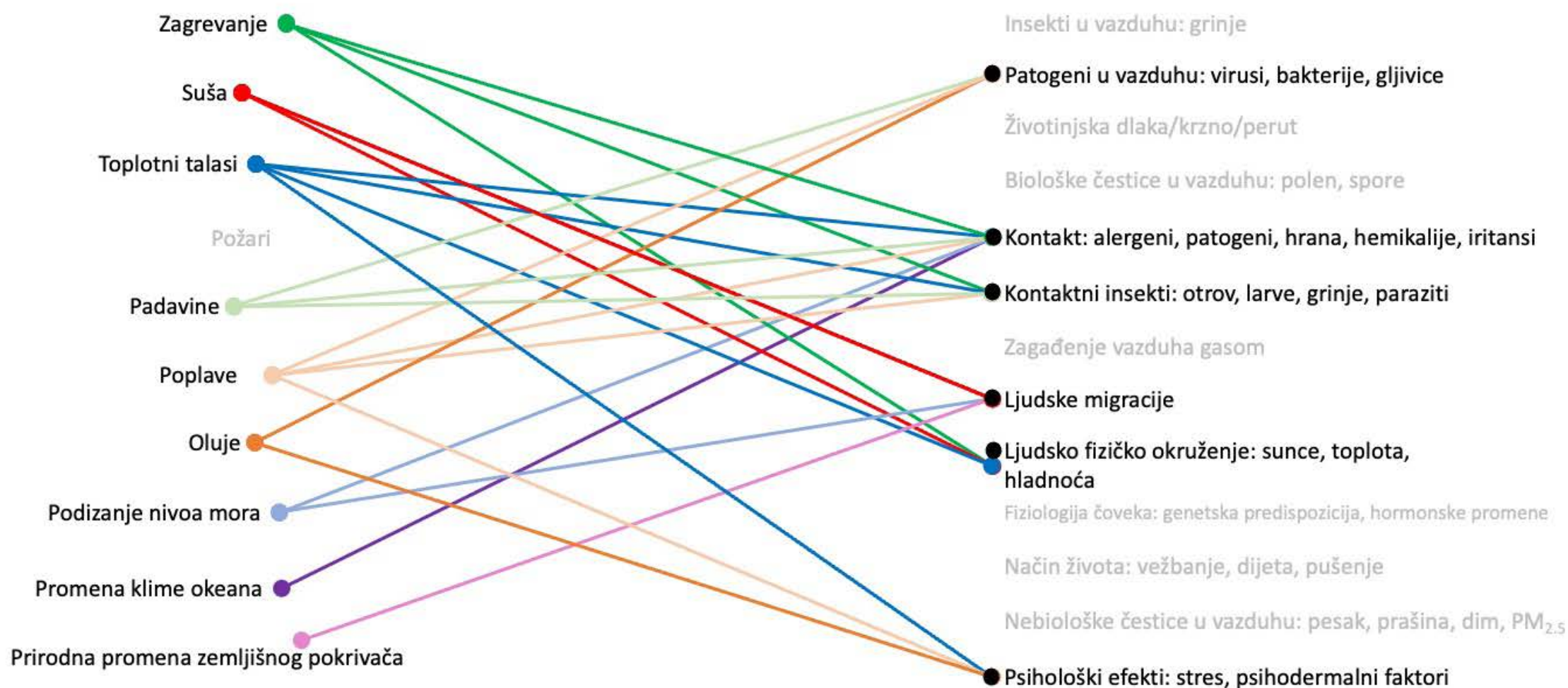
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Slika 8. Infektivne bolesti kože: Uzročne veze između opasnosti od klimatskih promena i uzroka/okidača bolesti\*

### Opasnost od klimatskih promena

### Uzroci/okidači bolesti



\* Stavke u sivoj boji nisu opasnosti/uzroci/okidači za ovu vrstu bolesti u vezi sa klimom



*Slika 9. Zloćudni tumori kože: Uzročne veze između opasnosti od klimatskih promena i uzroka/okidača bolesti\**

### Opasnost od klimatskih promena

Zagrevanje  
Suša  
Toplotni talasi  
Požari  
Padavine  
Poplave  
Oluje  
Podizanje nivoa mora  
Promena klime okeana  
Prirodna promena zemljišnog pokrivača

### Uzroci/okidači bolesti

Insekti u vazduhu: grinje  
Patogeni u vazduhu: virusi, bakterije, gljivice  
Životinjska dlaka/krzno/perut  
Biološke čestice u vazduhu: polen, spore  
● Kontakt: alergeni, patogeni, hrana, hemikalije, iritansi  
Kontaktni insekti: otrov, larve, grinje, paraziti  
● Zagađenje vazduha gasom  
Ljudske migracije  
● Ljudsko fizičko okruženje: sunce, toplota, hladnoća  
Fiziologija čoveka: genetska predispozicija, hormonske promene  
Način života: vežbanje, dijeta, pušenje  
Nebiološke čestice u vazduhu: pesak, prašina, dim, PM<sub>2.5</sub>  
Psihološki efekti: stres, psihodermalni faktori

\* Stavke u sivoj boji nisu opasnosti/uzroci/okidači za ovu vrstu bolesti u vezi sa klimom



# Sadašnje stanje znanja o efektima klimatskih promena na alergije i kožne bolesti

## Alergijske bolesti

*maj 2023: Šumski požari bez presedana u Alberti u Kanadi i Ekstremaduri u Španiji uzrokuju povećano zagađenje vazduha na ogromnim područjima.*



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

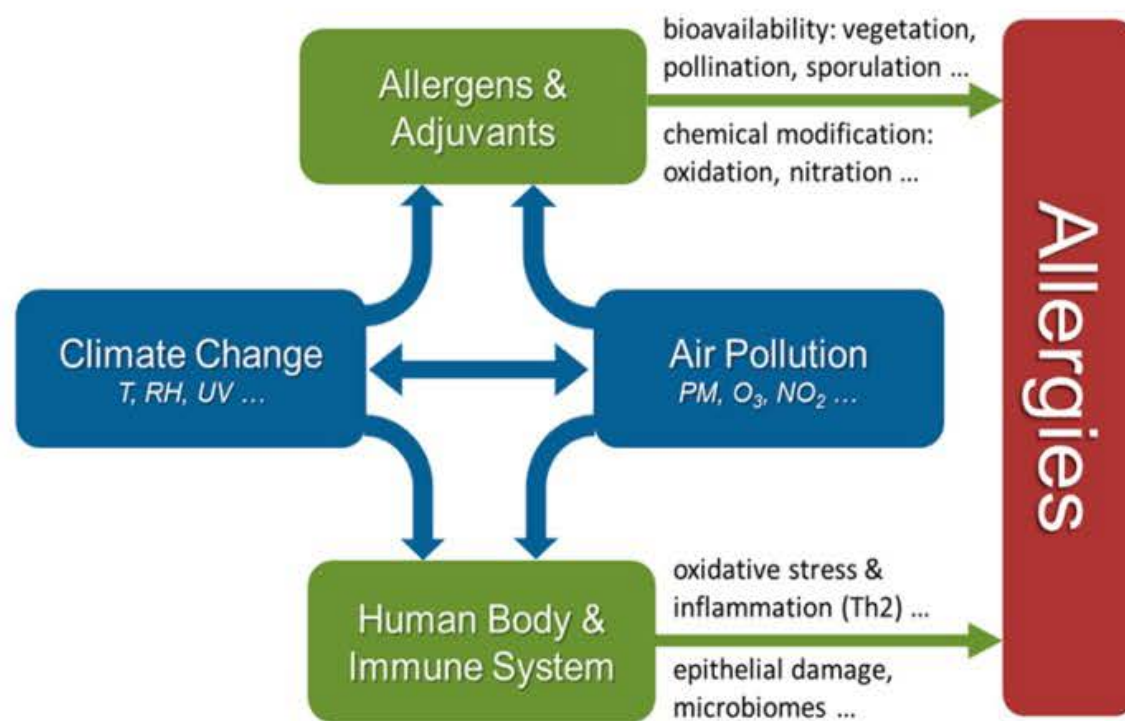




*maj 2023: Region Emilija-Romanja pretrpeo je najveće poplave u Italiji u poslednjih 100 godina.*







*Slika 10. Interakcija zagađenja vazduha i klimatskih promena u promociji alergija*

Environmental changes	Health outcomes
More frequent extreme climate events	
Heatwaves, wildfires, higher temperatures, etc	Amplification of exacerbation rate, morbidity, and mortality of respiratory diseases.
Intensive rain and flooding	Dampness in affected households with subsequent proliferation of molds and cockroaches.
Thunderstorms	Increase in asthma exacerbations and hospitalizations following thunderstorm-related asthma episodes
More intense and more prolonged pollen seasons. Possibly similar changes for other allergens (e.g., fungi).	Increase in the severity and alteration of the seasonality of symptoms of allergic rhinitis and asthma
Alteration of the local vegetation patterns with changes in the geographical spread and migration of plants. Colonization of geographical areas by new species with alteration of the species dominating distinct ecological niches.	Increased prevalence and severity of allergic rhinitis and asthma due to both de novo sensitizations and cross-reactivity with pre-existing species
Possibly, similar changes for fungi.	
Possibly changes in the growth pattern and distribution of pathogenic microorganisms.	Possibly changes in the pattern of respiratory tract infections

*Tabela 1. Zdravstveni ishodi u vezi sa alergijama koji proističu zbog događaja nastalih usled klimatskih promena*

DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.6b04908>

DOI: <https://doi.org/10.1111/all.14177>

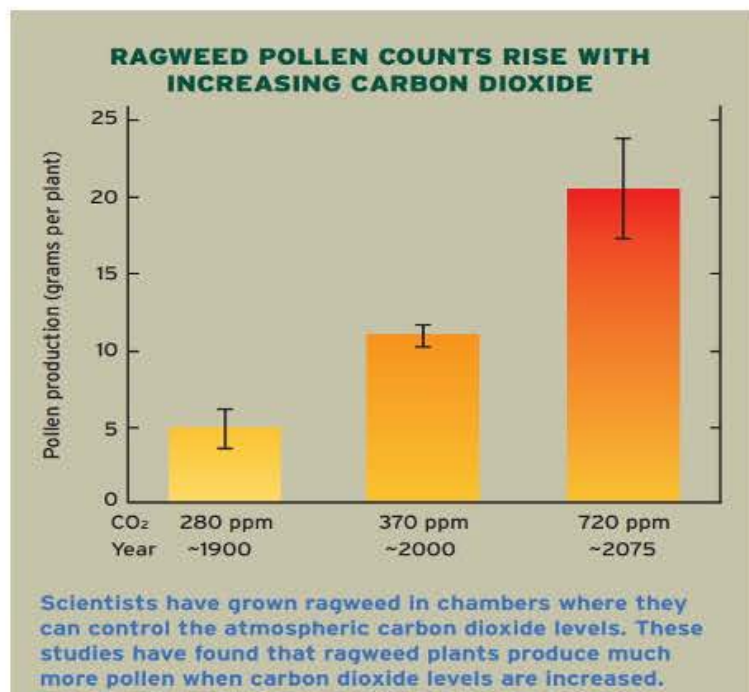
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

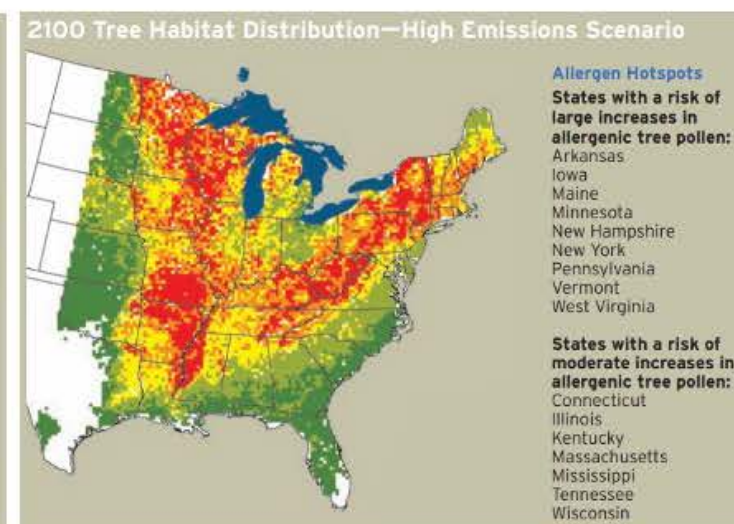
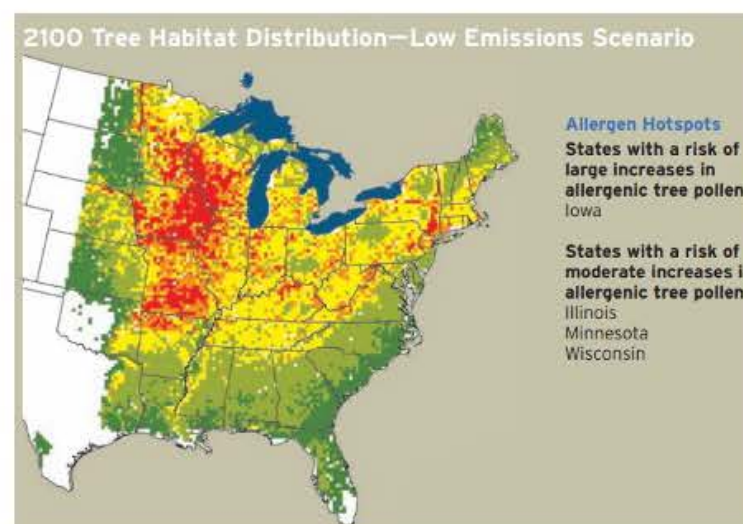
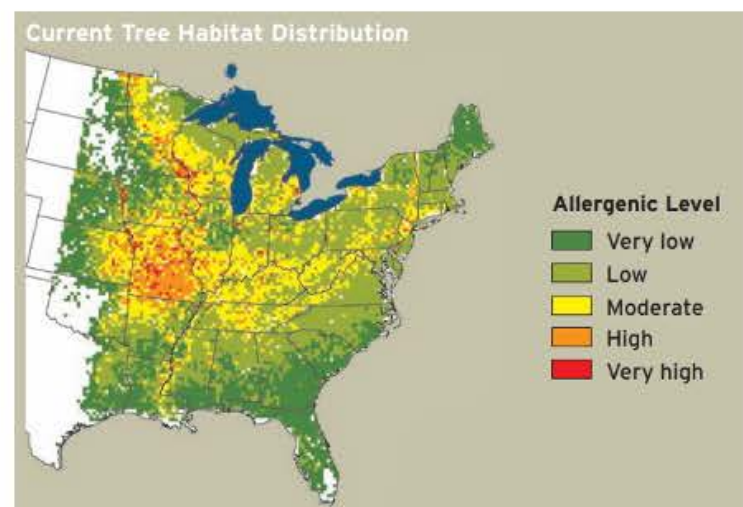
European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](http://ec.europa.eu/erasmus-plus)

U slučaju alergijskih bolesti izazvanih zagađenjem vazduha, slika 10 prikazuje međuođnose između klimatskih promena, zagađenja vazduha, alergena/okidača i ljudskog tela, a tabela 1 ukazuje na zdravstvene ishode ovih efekata klimatskih promena.





*Slika 12. Povećanje polena ambrozije sa povećanjem nivoa CO<sub>2</sub>.*

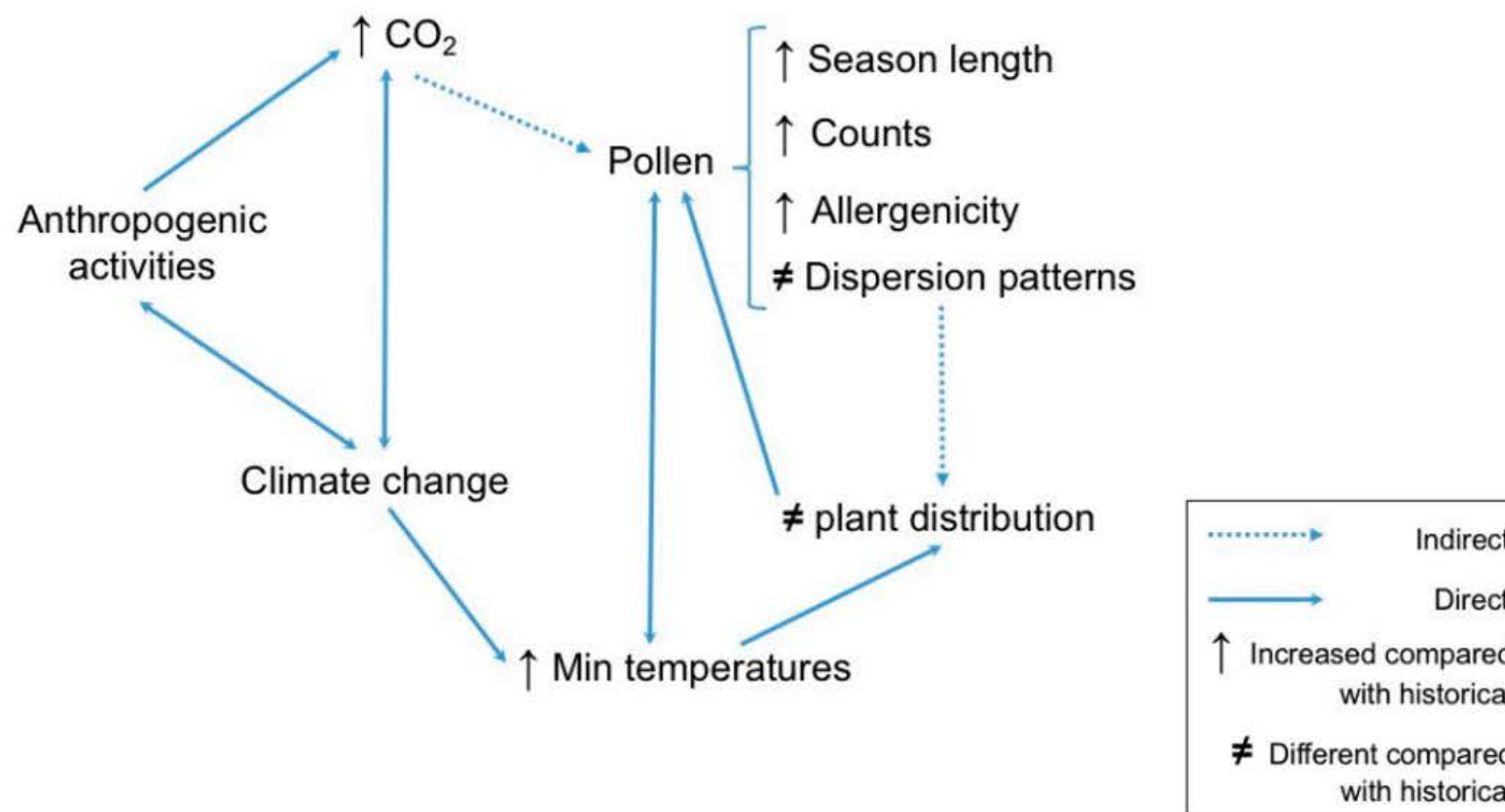


*Slika 11. Trenutna i predviđena distribucija staništa drveća za istočne SAD za scenarije niske i visoke emisije gasova staklene bašte.*

Od: „Izveštaj o ekstremnim alergijama i globalnom zagrevanju“, 2010, Nacionalna federacija za divlje životinje i Američka fondacija za astmu i alergiju. <https://aafa.org/asthma-allergy-research/our-research/climate-health/>.

Predviđene distribucije staništa drveća na istoku SAD za scenarije niske i visoke emisije GHG u 2100. (slika 11) pokazuju potencijal za veliko povećanje nivoa alergenog polena drveća u mnogim državama.

Slika 12 pokazuje slične efekte za polen ambrozije.



Slika 13. Efekti klimatskih promena na aeroalergene.

<https://doi.org/10.3390/ijerph15081577>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



Zanimljiva sinergija je primećena između **grmljavine** i nivoa polena u prijavljenim slučajevima astme u različitim zemljama (tabela 2)

#### Characteristics of the described epidemics of asthma associated with thunderstorms

1. The occurrence of epidemics is closely linked to thunderstorms.
2. Epidemics related to thunderstorms are limited in late spring and summer when there are high levels of pollen grains in the air.
3. There is a close seasonal association between the arrival of the storm, a significant increase in the concentration of pollen grains, and the onset of epidemics.
4. Patients with pollen allergy, who remain intramural with closed windows during thunderstorms, are not involved.
5. There is a great risk for patients who do not have a treatment for optimal asthma. Patients with allergic rhinitis induced by pollen and without a history of asthma may experience bronchoconstriction, which is also sometimes severe.

*Tabela 2. Egzacerbacije astme povezane sa olujom širom sveta.*

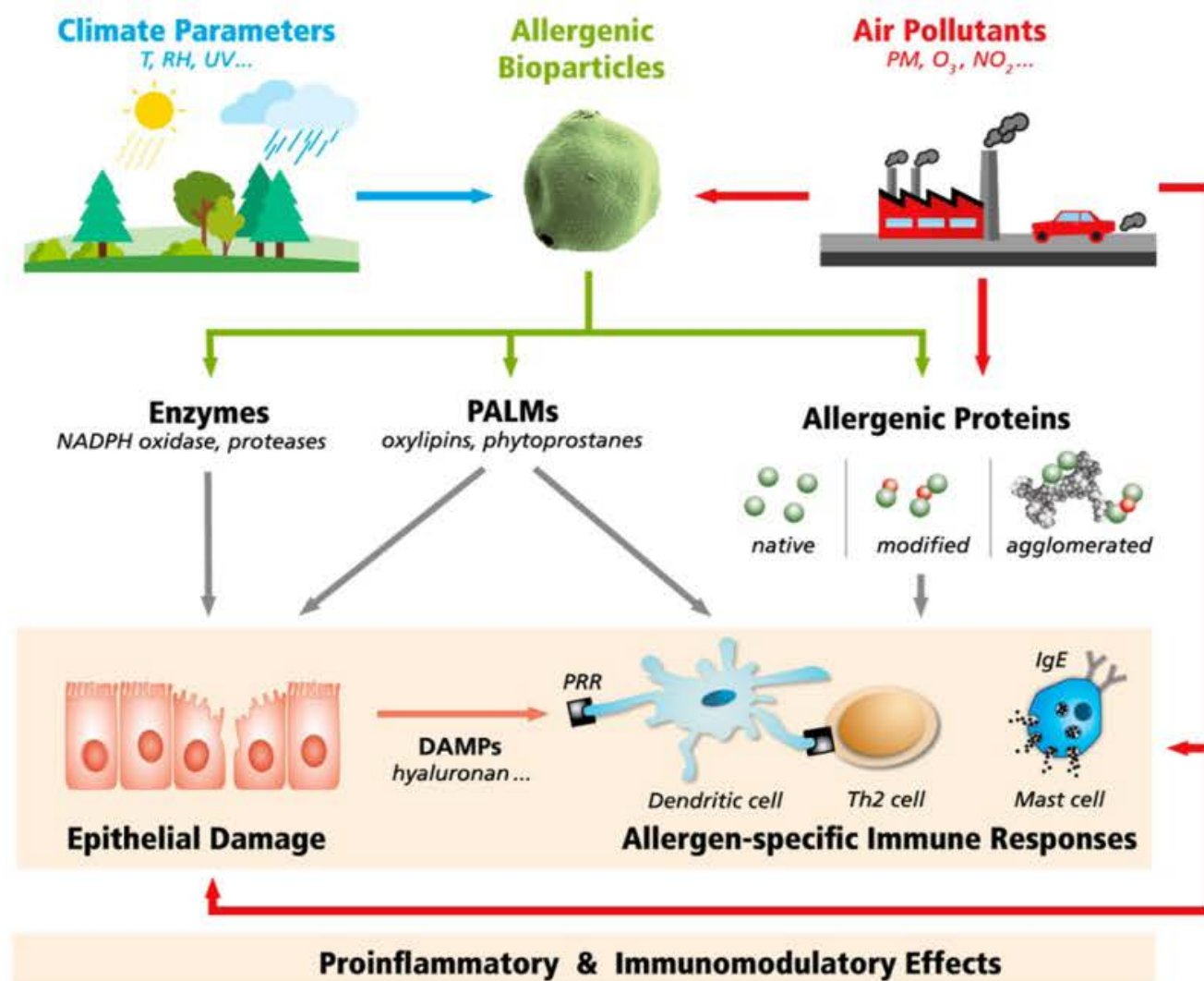
Year	Country	Observations
1983	United Kingdom (Birmingham)	26 unexpected cases of asthma crisis related to electrical storms.
1992	Australia (Melbourne)	Storms in late spring in Melbourne can trigger epidemics of asthma attacks (5 to 10 time-increase).
1994	United Kingdom (London)	Visits to the hospital for asthma or other diseases of the respiratory tract. 640 cases attended during a 30-h period in June 1994, almost 10 times the expected number.
1992-2000	Canada	18 970 hospital visits for asthma in children and young people between 2 and 15 y of age.
1993-2004	USA	215 832 consultations for asthma in the Emergency Department (ED); 24 350 of these visits occurred on days following thunderstorms. Significant association between daily counts of asthma ED visits and thunderstorm occurrence. Asthma visits were 3% higher on days following thunderstorms.
2010	Italy (Barletta-Puglia)	20 cases of asthma related to an electrical storm which were due to pollen (olive).
2010	Australia	"Storm asthma" epidemics that occurred in Melbourne during the spring of 2010. The approach of spring, along with the high rainfall in the winter in Melbourne and its surroundings announcing an intense pollen season, increases the risk of rhinitis allergic and asthma in people sensitive to pollen.
2016	Australia (Melbourne)	On Monday, November 21, 2016, associated with severe storms, hospitals were filled with patients with severe asthma attacks. There were more than 9000 subjects with severe and near fatal asthma attacks who needed to go to various emergency departments of the city of Melbourne and 10 died. There were thousands of calls to firefighters and police, as well as doctors and mid-level providers contacted by patients. As in previous epidemics, including the Naples event, many people had no history of asthma, only hay fever.

From: G. D'Amato et al., Allergy, 2020, 75, 2219–2228. <https://doi.org/10.1111/all.14476>



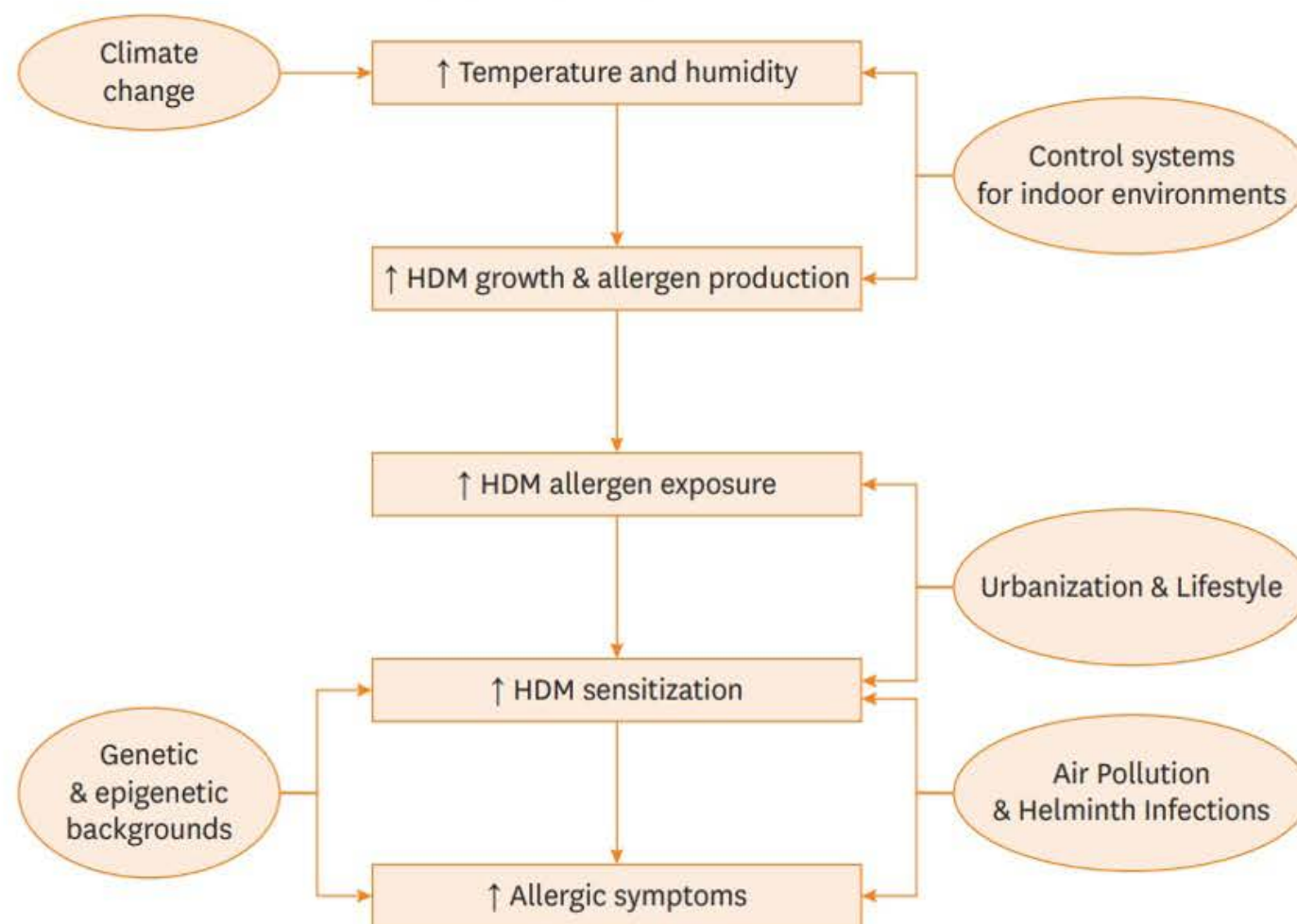
Neki dodatni detalji o specifičnostima kako ovi efekti deluju u ljudskom telu:

*Slika 14. Putevi kroz koje klimatski parametri i zagađivači vazduha mogu uticati na oslobađanje, potenciju i efekte alergena i pomoćnih sredstava: temperatura (T), relativna vlažnost (RV), ultraljubičasto (UV) zračenje, čestice (PM), ozon i oksidi azota ( $O_3$ ,  $NO_x$ ), redukovano nikotinamid adenin dinukleotid fosfat (NADPH) oksidaza, lipidni medijatori povezani sa polenom (PALM), molekularni obrasci povezani sa oštećenjem (DAMP), receptori za prepoznavanje obrazaca (PRR), T pomoćne ćelije tipa 2 (Th2), imunoglobulin E (IgE), alergeni proteini (zelene tačke) i hemijske modifikacije (crvene tačke).*



K. Reinmuth-Selzle et al., Environ. Sci. Technol., 2017, 51, 4119–4141.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.6b04908>

Slika 15 pokazuje učešće povećanja temperature i vlažnosti izazvanih klimatskim promenama kao faktora koji utiču na povećanje **alergije na grinje**:

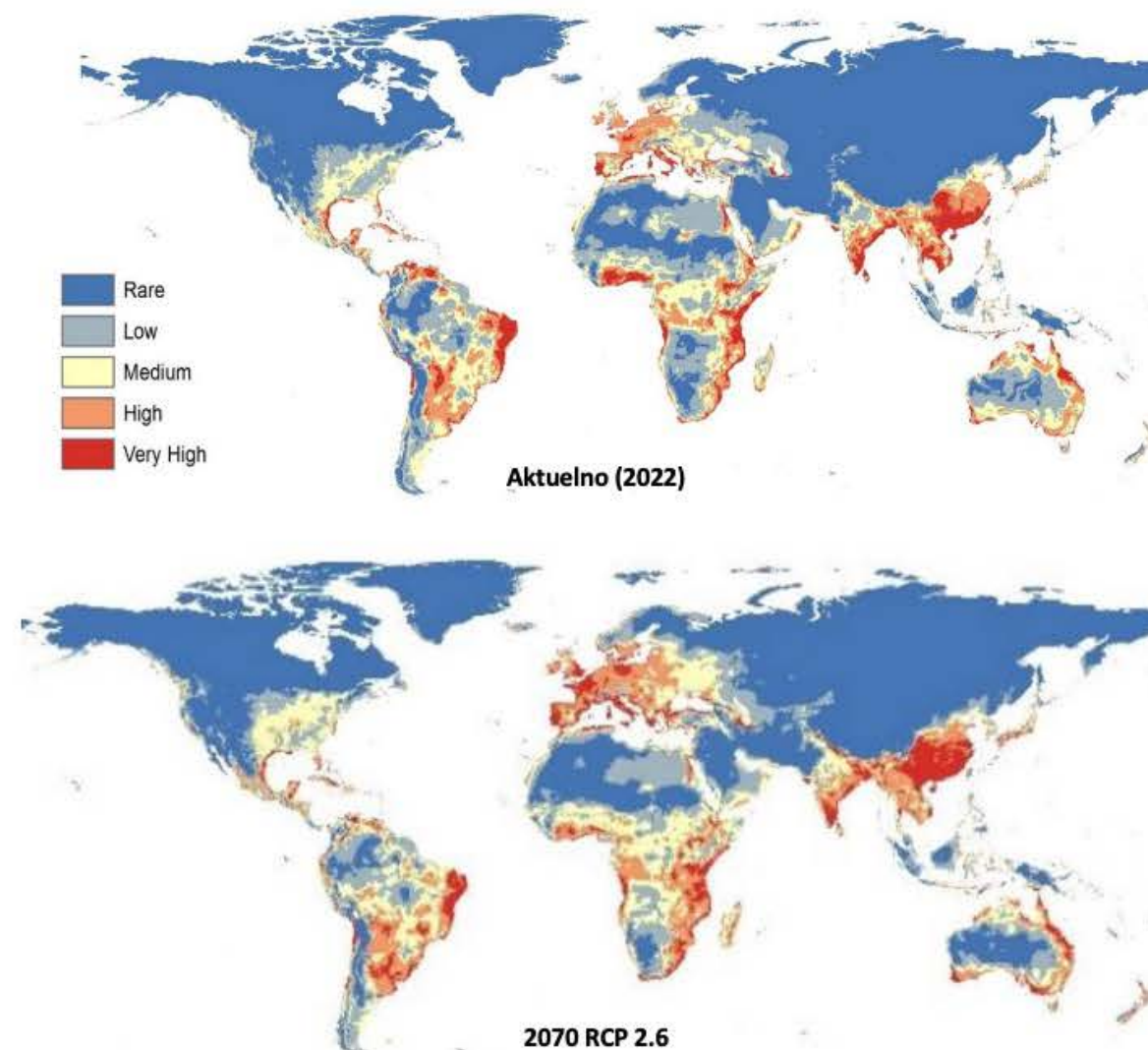


Slika 15. Generalizovan i pojednostavljen pogled na više faktora koji mogu uticati na rast grinja u kućnoj prašini (HDM), izloženost alergenima, senzibilizaciju i alergijske simptome.

From: N. Acevedo et al., Allergy Asthma Immunol Res., 2019 Jul, 11, (4), 450-469.  
<https://doi.org/10.4168/aa.2019.11.4.450>



Uticaj klimatskih promena na aspergilozu uzrokovanu alergijom zbog udisanja spora bakterije *Aspergillus niger* može se predvideti u predviđenom opsegu promene u podobnosti staništa za bakteriju (slika 16).



Slika 16. Trenutna i predviđena buduća pogodnost staništa za bakteriju *aspergillus niger*.

<https://doi.org/10.3390/D14100845>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

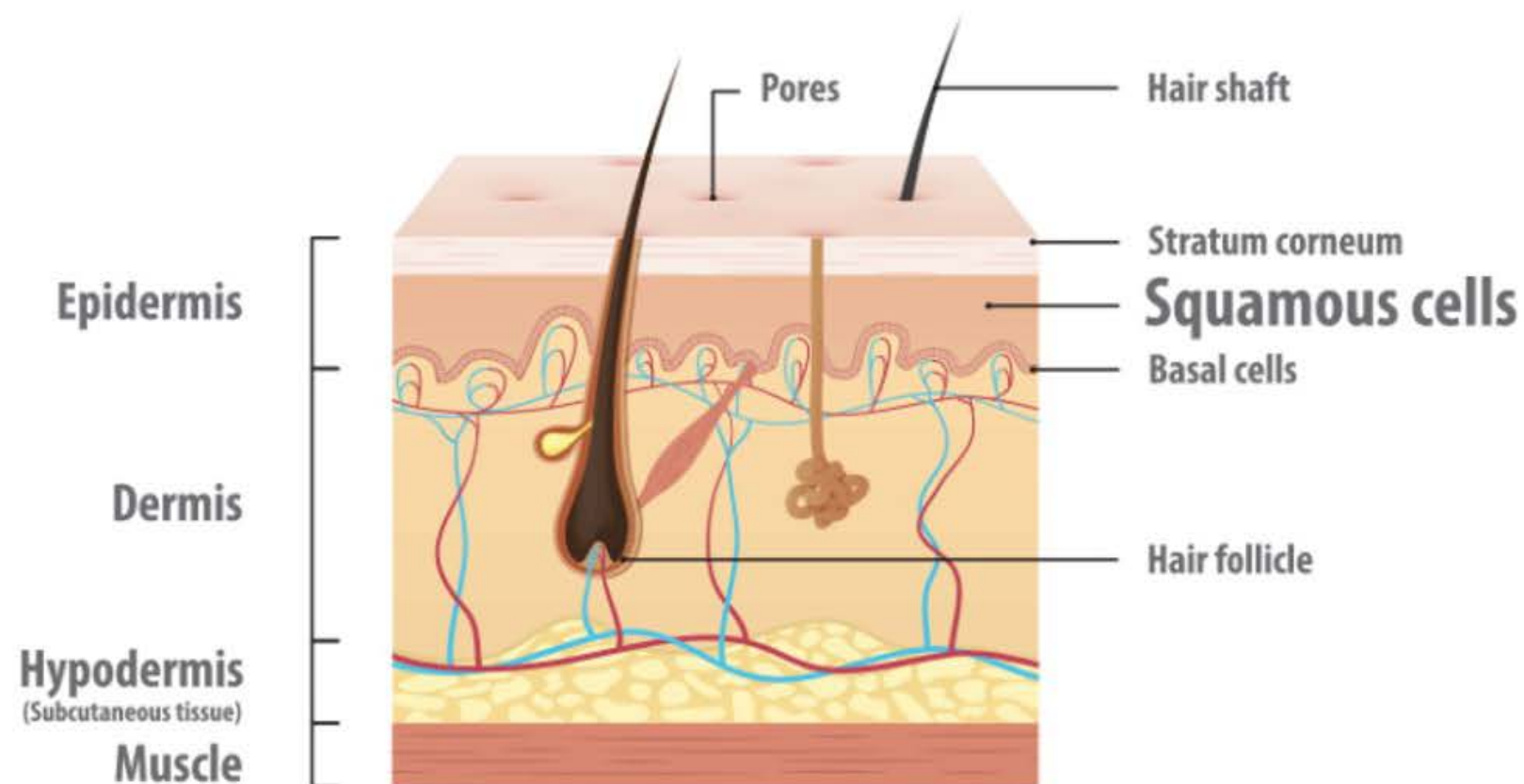
U skladu sa relativno niskim emisijama, visokim scenarijem ublažavanja gasova staklene bašte (RCP 2.6), do 2070. godine predviđaju se značajne promene u opsegu dalje od tropskih regiona u regione sa trenutno umerenijim, ali će do 2070. godine biti toplije i pogodnije za život za ovu bakteriju. Posebno se može videti

da se predviđa da će Evropa biti dramatično i negativno pogođena na ovaj način.



## Hronične inflamatorne kožne bolesi

Koža - jednostavan slojeviti pogled:



*Slika 17. Jednostavan slojeviti pogled na ljudsku kožu*

## Koža – detaljniji prikaz: dermalni mikrobiom

Mikrobiota kože, njene uloge i njen odnos sa imunološkim sistemom.

Mikrobiota kože sastoji se od bakterija, gljivica, arheja, virusa i grinja (*Demodek*) koje su povezane sa imunološkim sistemom kroz komunikaciju sa rezidentnim dendritskim ćelijama koje su rezultat aktivacije komplementa.

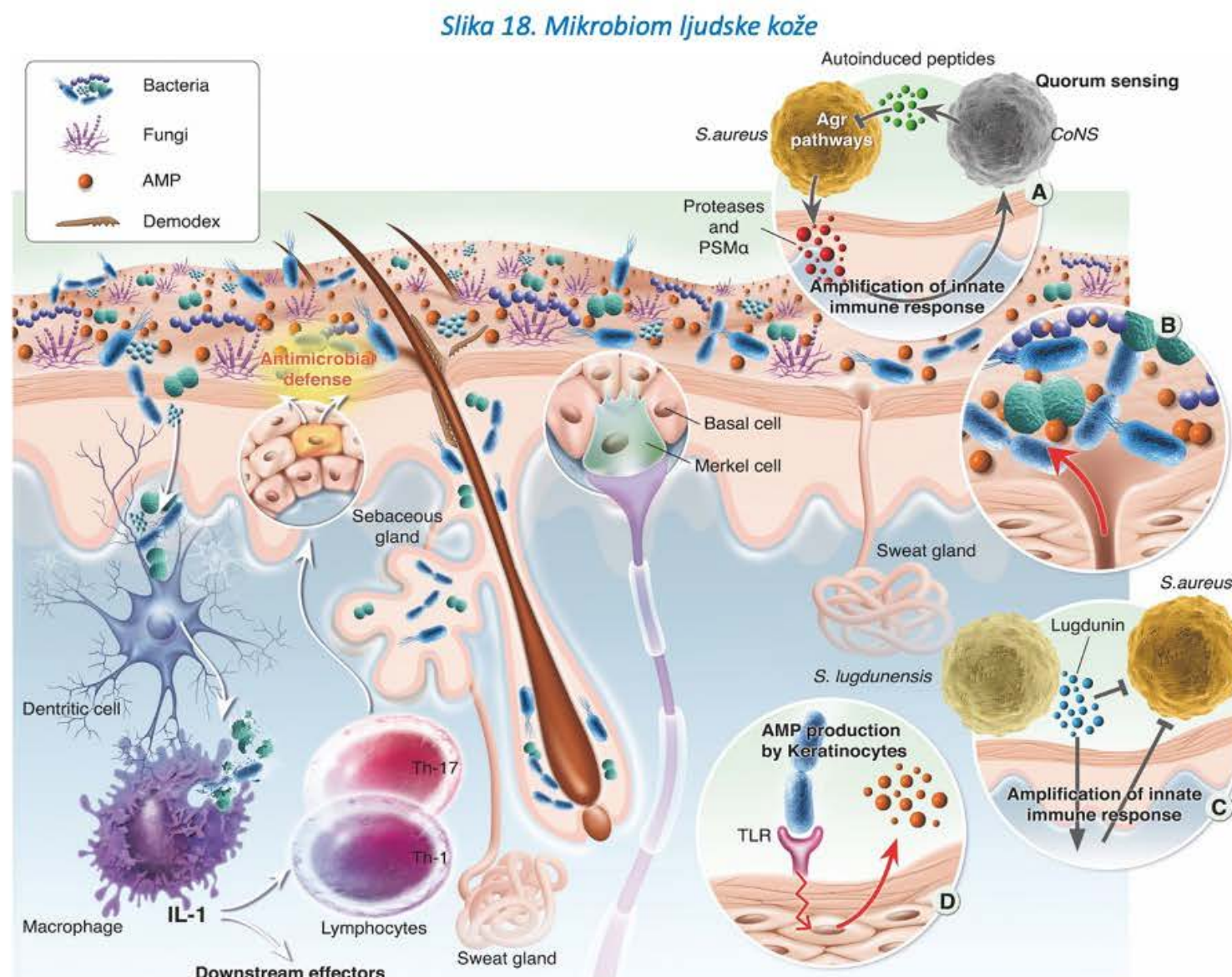
<https://doi.org/10.1186/s40168-021-01062-5>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

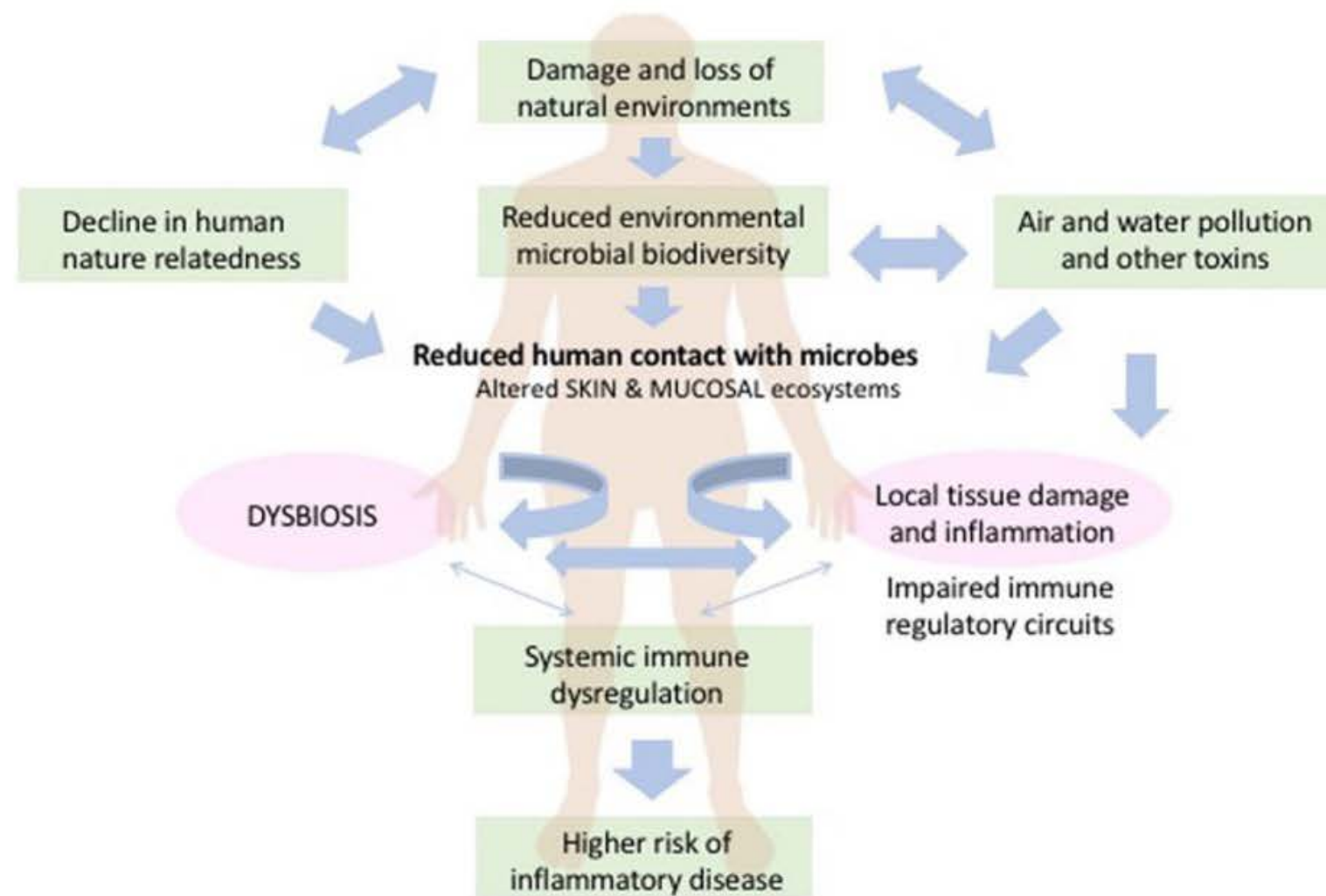


**A:** Imuni sistem je poboljšán procesom otkrivanja kvoruma između bakterijskih populacija, koji može ograničiti prekomerni rast potencijalnih patogena, ili proizvodnjom određenih antibiotika, kao što je lugdunin (**C**).

samih bakterija tako i od ćelija domaćina, kao što su keratinociti i sebociti (**B i D**).

Mikrobiološka homeostaza zavisi od proizvodnje antimikrobnih peptida (AMP) kako od strane





*Slika 19. Erozija ekoloških ekosistema koja utiče na biodiverzitet i mikrobnu ekologiju: faktor rizika za hronične inflamatorne bolesti. (Disbioza = neravnoteža u sastavu bakterija, promene u metaboličkim aktivnostima bakterija ili promene u distribuciji bakterija u koži).*

<https://doi.org/10.1186/s40413-017-0160-5>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

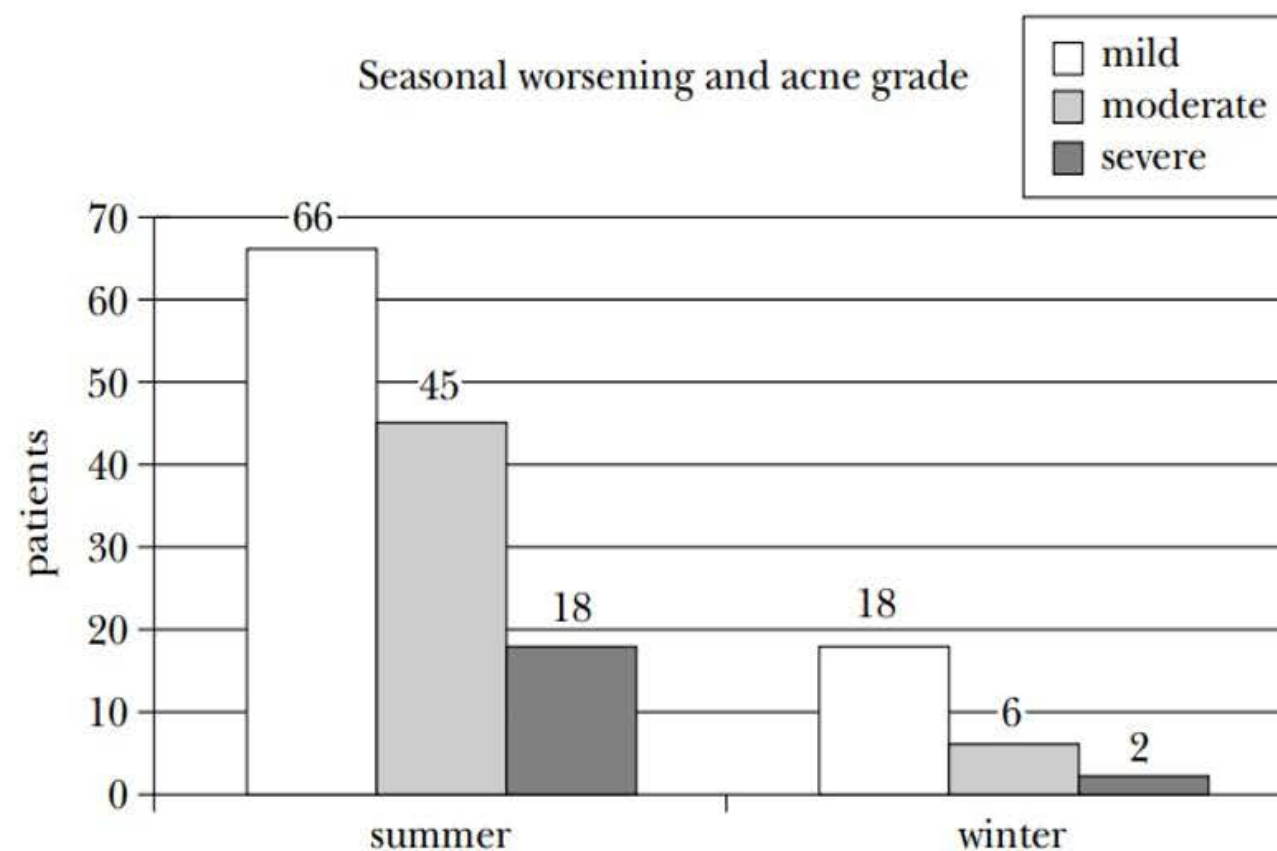
European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

„Erozija ekoloških ekosistema utiče na biodiverzitet i mikrobnu ekologiju. Zajedno sa opadanjem povezanosti sa prirodom, ovo smanjuje ljudski kontakt sa imunomodulatornim organizmima koji se nalaze u prirodnom okruženju – što se ogleda u razlikama u mikrobima kože. Ovo se sve

više prepoznaje kao faktor rizika za hronične inflamatorne bolesti”.



U slučaju **akni**, uticaja klimatskih varijabli kao što su promene temperature pokazale su korelaciju sa pojavom akni kao što je prikazano na slici 20.



Slika 20. Sezonske varijacije različitih stepena akni

<https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2002.tb00313.x>

Pokazalo se da su više temperature povećavaju nivo sebuma, vlažnost izaziva oticanje pilosebacealnih jedinica, a UV zračenje izaziva hiperplaziju lojnih žlezda, što sve podstiče rast *Cutibacterium acnes*, što dovodi do razvoja lezija akni.

Stoga se može očekivati da će povećana temperatura, vlažnost i izlaganje UV zračenju kao rezultat klimatskih promena izazvanih globalnim zagrevanjem, pogoršati ovu bolest i u smislu pojave i težine.

**Atopijski dermatitis (AD, ekcem)** utvrđeno je da je rezultat genetske predispozicije (do 60% pacijenata ima mutaciju u genu za filagrin, filagrin je protein koji je važan za stvaranje zaštitne barijere kože) i faktorima životne sredine.

Factors	Positive effect	Negative effect
Climate		
UV	Protective (immunosuppressive)	
Season	Protective (summer)	Increased risk (summer)
Humidity	Protective (reduce sweating)	Increased risk (exacerbate itch)
Infection	Increased risk	
Air pollutants	Increased risk	
Stress	Increased risk	
Skin irritants	Increased risk	
Skin barrier defect	Increased risk	

*Tabela 3. Rezime faktora izbijanja atopijskog dermatitisa*

<https://doi.org/10.1111/ijd.14016>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

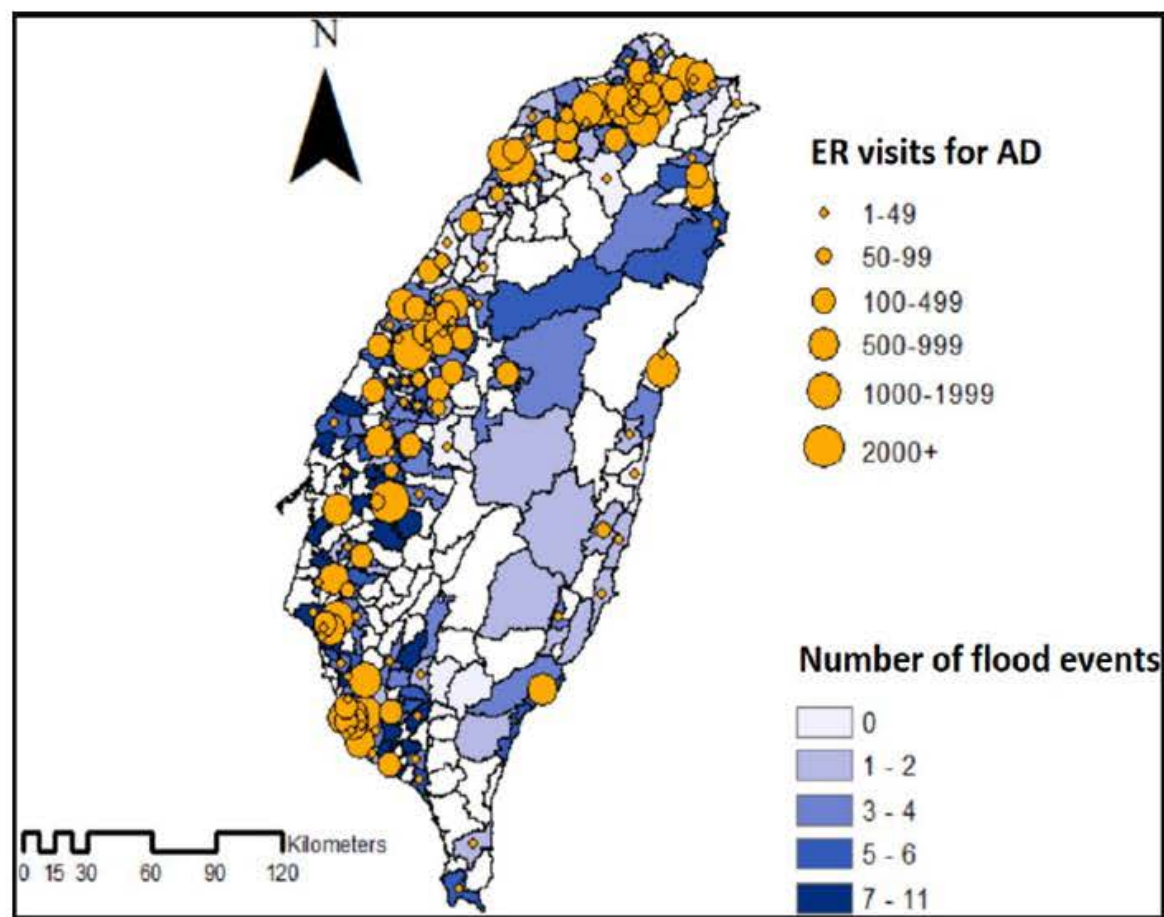
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Među potonje spadaju: ishrana, stres, toplota, znojenje, vlaga, izloženost polenu, zagađivači vazduha, građevinski materijali i grinje.

Nije iznenađujuće da se očekuje da klimatske promene utiču na složenu interakciju između mnogih od ovih faktora i učestalosti i težine ekcema.

„Sveukupno, čini se da promene u okruženju, koje se mogu pripisati klimatskim promenama, imaju dubok uticaj na epidemiologiju AD. Povećane temperature, povećana vlažnost, povećan polen i zagađenje vazduha su povezani sa promenama u epidemiologiji i težini atopijskog dermatitisa.



Slika 21. Geografska veza između poseta hitnoj pomoći za detinjstvo AD i poplava na Tajvanu<sup>1</sup>.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145435>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Očekuje se da će poplave u vezi sa klimatskim promenama povećati prevalenciju atopijskog dermatitisa, između ostalih hroničnih inflamatornih bolesti kože. Na primer, korelacija između poseta hitnoj pomoći za **AD u detinjstvu** i poplava na Tajvanu se pripisuje povećanju nivoa buđi u životnoj sredini (slika 21).

Produženo potapanje u poplavljenoj vodi takođe je poznato kao jedan od faktora rizika za oštećenje keratinocita, koji dovodi do upale i iritacije bez aktivacije imunološke kaskade.

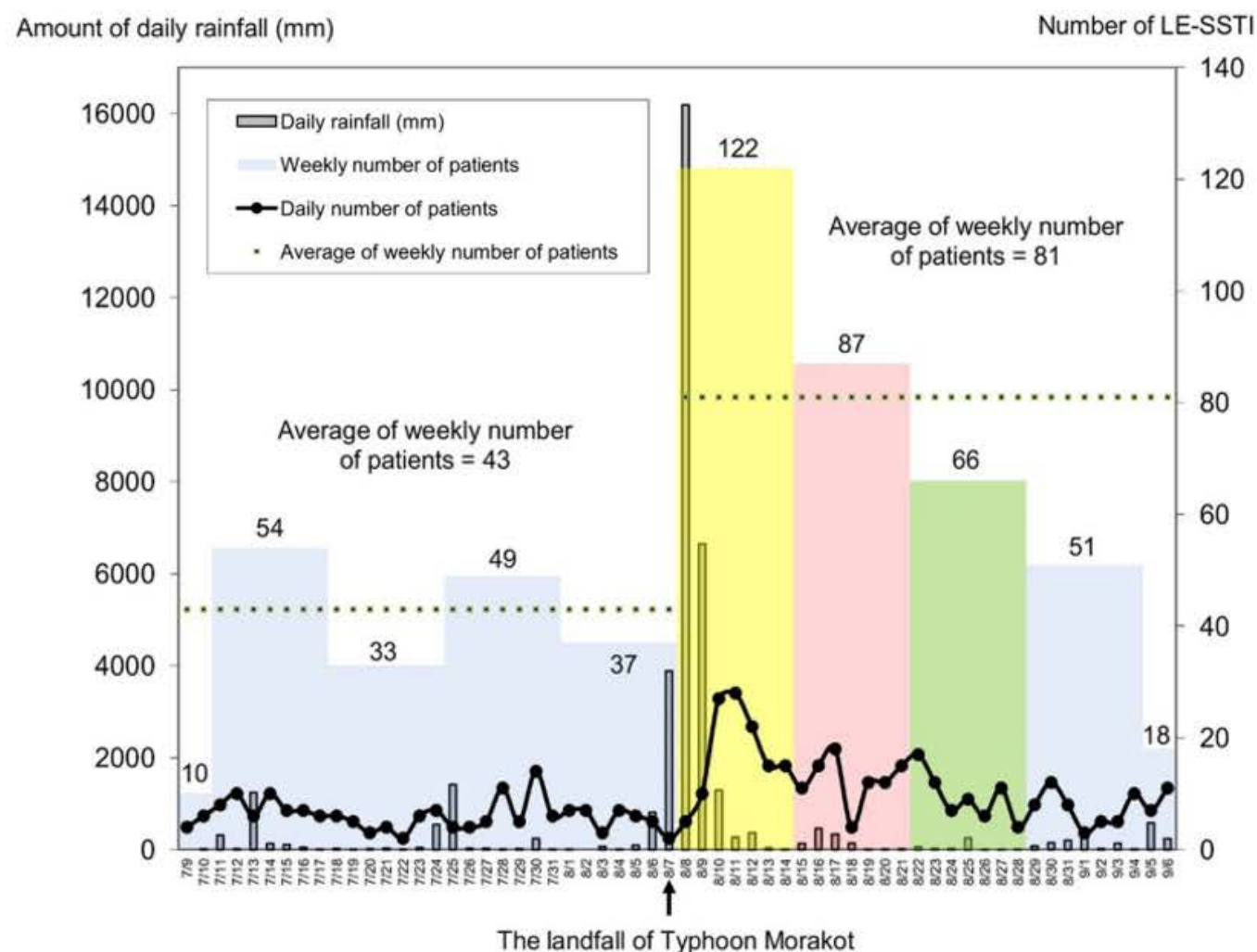
Pokazalo se da psihodermalni efekti, prvenstveno stres, uzrokovani nekontrolisanim uslovima životne sredine kao što su poplave,

prvenstveno pogoršavaju osnovne bolesti uključujući AD, alopeciju, prurigo nodularis, psorijazu i vitiligo.

→ <https://doi.org/10.1111/ijd.12064>



Takođe se pokazalo da poplave povezane sa olujom dovode do trenutnog povećanja broja pacijenata sa **celulitisom**, prema studiji o posledicama tajfuna iz 2013. na Tajvanu (slika 22).



Slika 22. Dnevni nedeljni broj pacijenata sa celulitisom donjih ekstremiteta i odgovarajuća količina dnevnih padavina.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065655>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

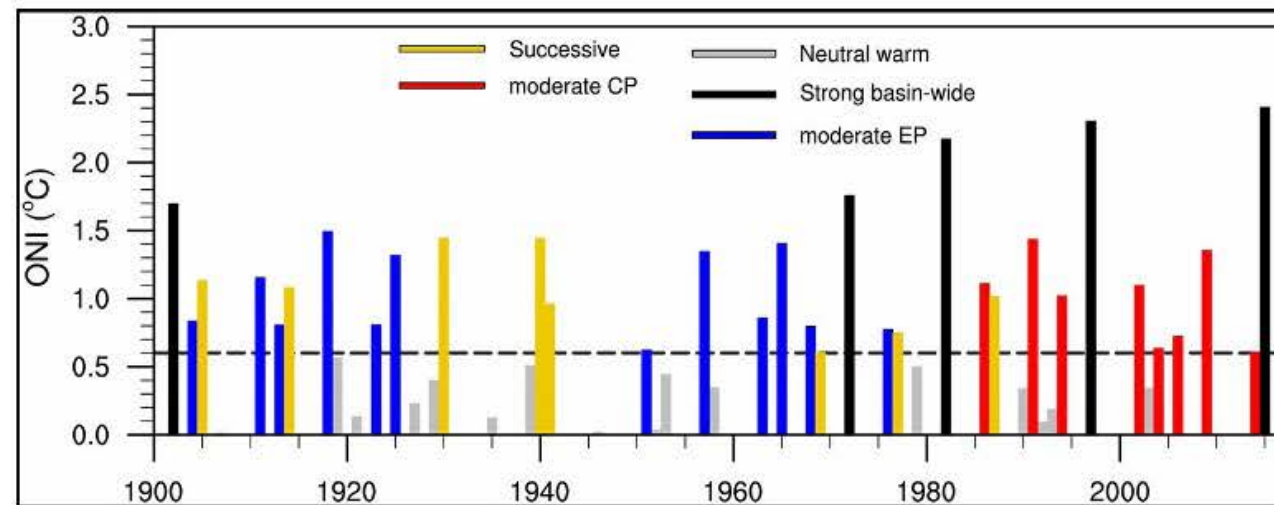
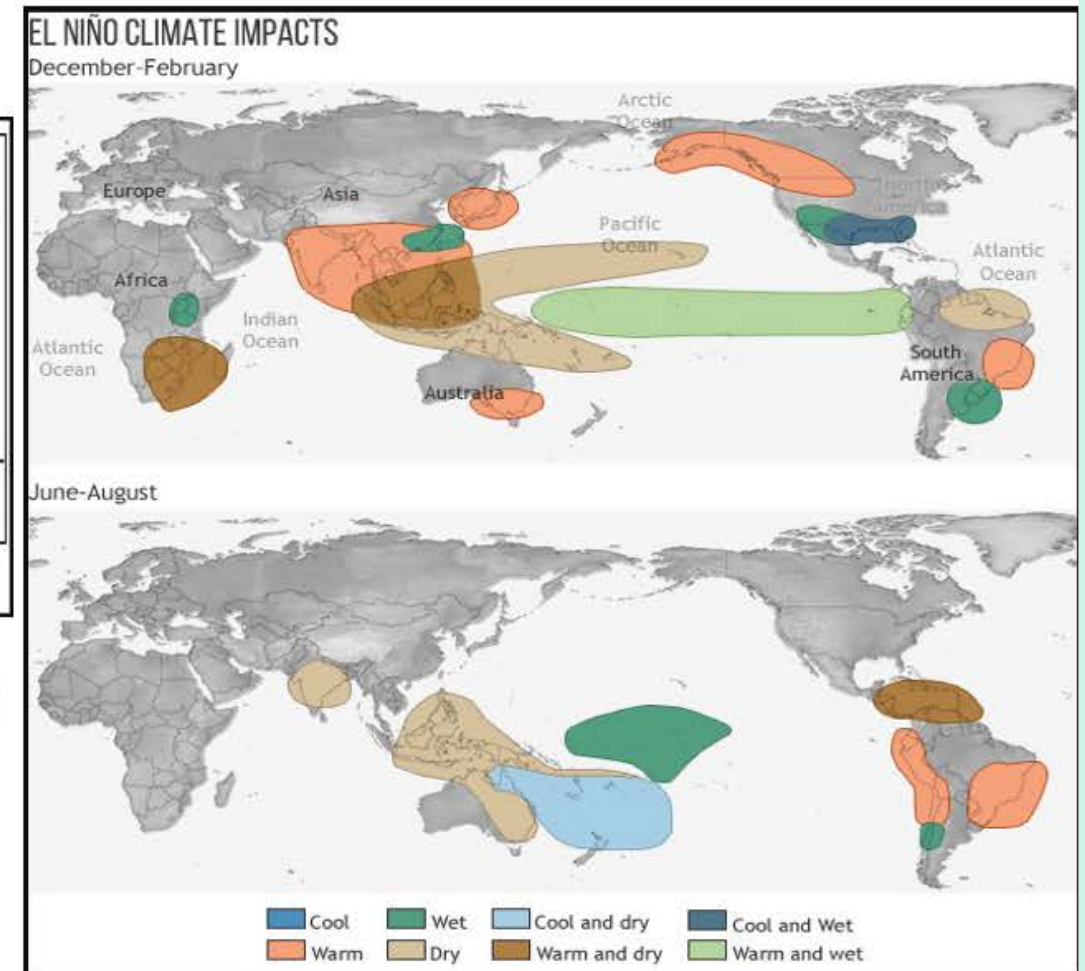
European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Broj pacijenata se skoro udvostručio tokom perioda od 30 dana nakon tajfuna.

koji su efikasni i za gram-pozitivne koke i za gram-negativne bacile efikasni za ove pacijente.

Činilo se da je uranjanje nogu u poplavljenju vodu faktor rizika za razvoj celulitisa donjih ekstremiteta, ali su imali slične efekte na pojedince sa i bez bolesti koje ugrožavaju imunitet. Utvrđeno je da su antibiotski tretmani

Slika 23. Klimatski uticaji El Ninja



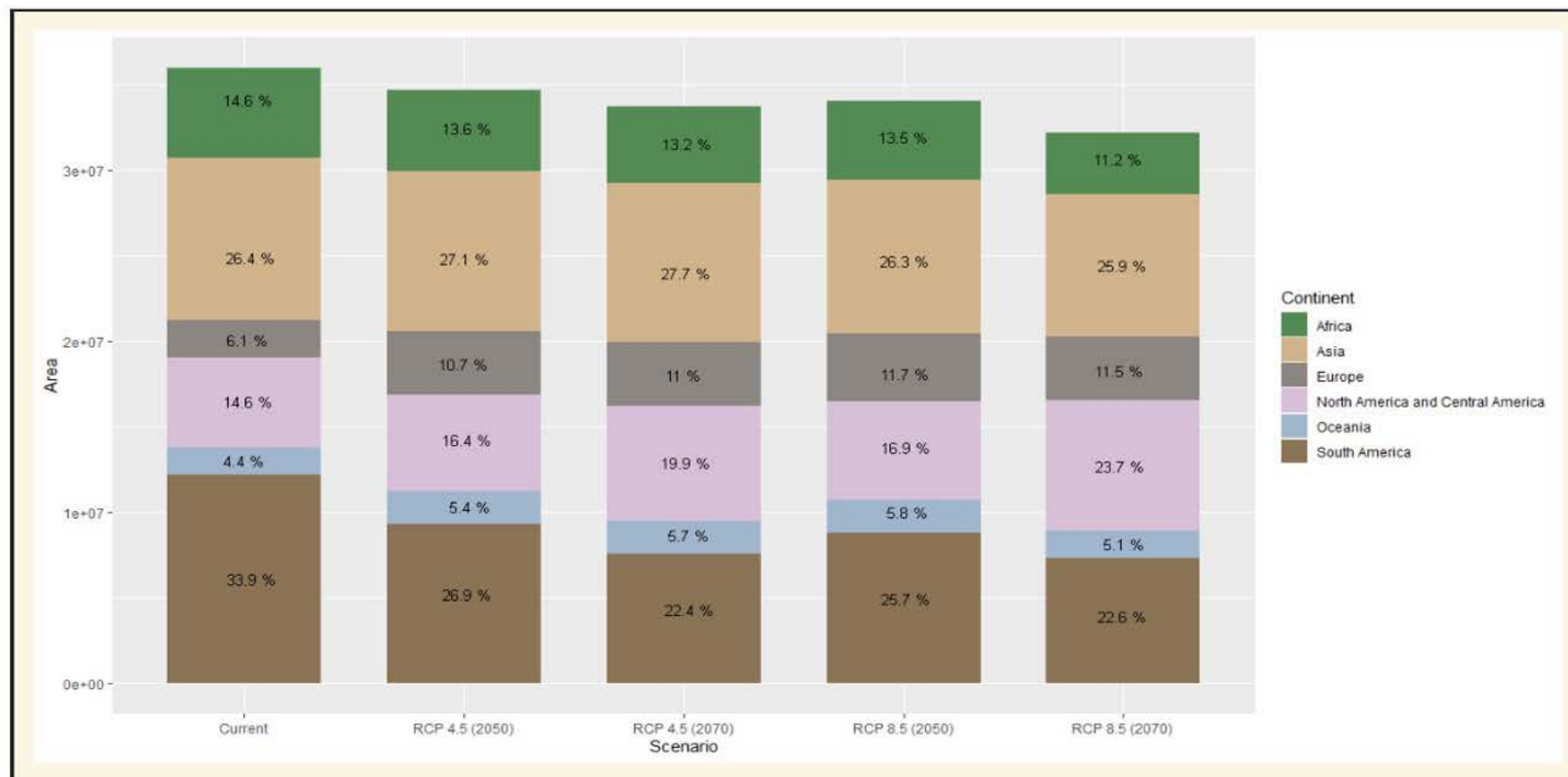
Slika 24<sup>2</sup>. Povećanja intenziteta (ONI = okeanski Ninjo indeks, visoka vrednost = intenzivniji) i učestalosti El Ninja, posle 1960. Boje predstavljaju različite regione na koje utiče određeni El Ninjo događaj.

<sup>2</sup>B. Wang et al., PNAS, Nov. 5, 2019, **116**, (45), 22512–22517. <https://doi.org/10.1073/pnas.1911130116>

<sup>1</sup>L.K. Andersen and M. D. P. Davis, International Journal of Dermatology, 2015, **54**, 1343–1351. <https://doi.org/10.1111/ijd.12941>

Povećana prevalencija brojnih bolesti uključujući aktiničnu keratozu, ekceme i rozaceu primećena je da je u korelaciji sa pojavom vremenskog fenomena zagrevanja okeana El Ninjo (slika 23), povezanog sa porastom temperature, promenama vlažnosti i prirodnim promenom zemljišnog pokrivača u

Keniji i Peru<sup>1</sup>. Nedavni rad<sup>2</sup> otkriva povećanje i intenziteta i učestalosti El Nino nakon 1960. godine, što ukazuje na dalje pogoršanje ovih bolesti kao rezultat rezultata klimatskih promena (slika 24).



*Slika 25. Područje potencijalne distribucije Hermetia illucens (crni vojnik) u pet scenarija klimatskih promena. Napomena: velika površinska distribucija se povećava za Evropu po svim scenarijima.*

<https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e90146>

**Erasmus+ Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

Epidemiološki podaci o kožnoj mijazi su oskudni. U budućnosti, međutim, klimatske promene koje izazivaju migraciju novih vrsta muva iz tropskih i suptropskih zemalja mogle bi povećati učestalost ovog stanja i modifikovati njegove epidemiološke karakteristike u Evropi. Invazija novih vrsta muva u Evropi, koji

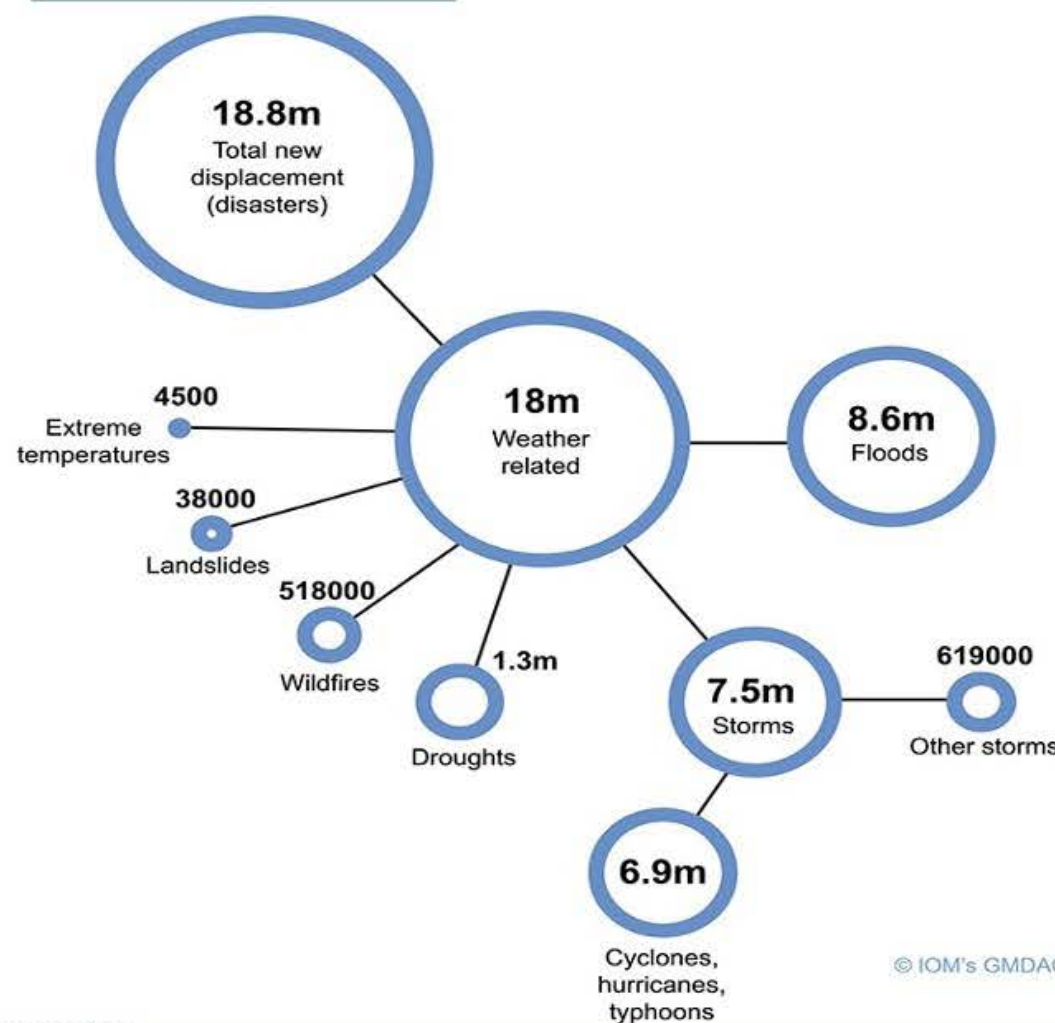
obavezno žive parazitski ili su bliski rođaci vrsta koje izazivaju mijazu, trenutno se posmatra i predviđa da će se ubrzati prema predviđenim scenarijima klimatskih promena (slika 25).

Stoga se može očekivati da se, sa porastom temperatura, može pretpostaviti primetan porast broja slučajeva mijaze u Evropi.



# Infektivne kožne bolesti (isključujući kožne bolesti koje se prenose vektorima)

## DISPLACEMENT PER DISASTER



Slika 26. Interno raseljavanje usled ekoloških katastrofa 2017.

© IOM's GMDAC 2018

<https://doi.org/10.1093/itm/taz026>

Source: IDMC, 2018.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Da bismo ispitali trenutno stanje znanja o efektima klimatskih promena na ovu vrstu bolesti, kategorisaćemo ih prema načinu prenošenja:

Kontakt sa patogenima samo na/u čvrstim materijama ili tečnostima

Kontakt sa patogenima u vazduhu i sa čvrstim/tečnim patogenima

Kontakt samo sa insektima

U svim kategorijama takođe može postojati dodatni doprinos ljudske migracije/preseljenja/putovanja načinu prenosa.

## Prenos samo kontaktom sa patogenima na/u čvrstim materijama ili tečnostima

Bolest	Faktor(i) klimatskih promena koji utiču na bolesti	Ishod/predviđeni efekat na bolest	Referenca
Herpes simpleks	Izlaganje suncu, stres od ekstremnih vremenskih prilika	Razbuktavanje/pogoršanje bolesti	S.R. Cuddy <i>et al.</i> , eLife, 2020, <u>9</u> , e58037. <a href="https://doi.org/10.7554/eLife.58037">https://doi.org/10.7554/eLife.58037</a>
Gonoreja	Povećanje temperature, migracija ljudi	Povećanje broja slučajeva	R. Suresh, 2021, USFCA Master's Theses, 1382. <a href="https://repository.usfca.edu/thes/1382">https://repository.usfca.edu/thes/1382</a> . Accessed 11 <sup>th</sup> June 2023
Impetigo	Poplave	Povećanje broja slučajeva	E. Parker, J. Climate Change and Health, 2022, <u>8</u> , 10016. <a href="https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100162">https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100162</a>
Marburg	Povećanje temperature dovodi do širenja životinja domaćina	Geografsko širenje bolesti	F. Kritz, <a href="https://www.wbur.org/npr/1167093290/theres-a-second-outbreak-of-marburg-virus-in-africa-climate-change-could-be-a-fa">https://www.wbur.org/npr/1167093290/theres-a-second-outbreak-of-marburg-virus-in-africa-climate-change-could-be-a-fa</a> Accessed 11 <sup>th</sup> June 2023
Majmunske boginje	Prirodna promena zemljišnog pokrivača i krčenje šuma dovode do povećanog kontakta između ljudi i životinja	Geografsko širenje bolesti	B. Hugh <i>et al.</i> , <a href="https://climateandsecurity.org/2022/09/monkeypox-and-the-convergence-of-climate-ecological-and-biological-security-risks/">https://climateandsecurity.org/2022/09/monkeypox-and-the-convergence-of-climate-ecological-and-biological-security-risks/</a> Accessed 11 <sup>th</sup> June 2023
Lišaj ( <i>Tinea corporis</i> )	Povećana temperatura i vlažnost, poplava	Povećanje broja slučajeva	A. Gadre <i>et al.</i> , J. Climate Change and Health, 2022, <u>6</u> , 10015. <a href="https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100156">https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100156</a>
Herpes zoster	Povećana temperatura	Povećanje broja slučajeva	Y. Choi <i>et al.</i> , Nature Scientific Reports, 2019, <u>9</u> , 12254. <a href="https://doi.org/10.1038/s41598-019-48673-5">https://doi.org/10.1038/s41598-019-48673-5</a>
Sifilis	Ljudske migracije usled klimatskih promena i rata	Geografsko širenje bolesti	J. F. Dayrit, Int. J. Dermatology 2022, <u>61</u> , 127–138. <a href="https://doi.org/10.1111/ijd.15543">https://doi.org/10.1111/ijd.15543</a>
Vibrio vulnificus	Povećanje temperature i promene u salinitetu ušća izazvane poplavama	Povećana incidencija i raspon geografske distribucije	C. Baker-Austin <i>et al.</i> , Env. Microbio. Reports, 2010, (1), <u>2</u> , 7–18. <a href="https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2009.00096.x">https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2009.00096.x</a>
Virusne bradavice	Povećanje temperature zbog El Ninja, ljudske migracije	Povećanje broja slučajeva	E.L. Gutierrez <i>et al.</i> , An. Bras. Dermatol., 2010, (4), <u>85</u> , 461-8. <a href="https://doi.org/10.1590/S0365-05962010000400007">https://doi.org/10.1590/S0365-05962010000400007</a>



## Prenos samo kontaktom sa patogenima na/u čvrstim materijama ili tečnostima

Bolest	Faktor(i) klimatskih promena koji utiču na bolesti	Ishod/predviđeni efekat na bolest	Referenca
Varičela	Temperatura, izlaganje suncu i padavine	Povećana incidencija sa smanjenjem temperature, povećanjem izloženosti suncu i povećanjem padavina	Y. Yang <i>et al.</i> , BMC Infectious Diseases, 2016, <b>16</b> , 179. <a href="https://doi.org/10.1186/s12879-016-1507-1">https://doi.org/10.1186/s12879-016-1507-1</a>
Difterija	Ljudske migracije	Povećana incidencija zbog raseljavanja stanovništva usled prirodnih katastrofa	European Centre for Disease Prevention and Control, 6 Oct. 2022, Stockholm. <a href="https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/increase-reported-diphtheria-cases-among-migrants-europe-due-corynebacterium">https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/increase-reported-diphtheria-cases-among-migrants-europe-due-corynebacterium</a> Accessed 11 <sup>th</sup> June 2023.
Bolest ruku, stopala i usta	Povećanje temperature	Povećana incidencija i produžena dužina izbijanja	S.J. Coates <i>et al.</i> , Int. J. Dermatology, 2019, <b>58</b> , 388–399. <a href="https://doi.org/10.1111/ijd.14188">https://doi.org/10.1111/ijd.14188</a>
Male boginje	Temperatura, vlažnost i ljudska migracija/putovanje	Povećana incidencija unutar optimalnog temperaturnog opsega od 18°C do 20°C. Povećana incidencija sa smanjenjem vlažnosti	Q. Yang <i>et al.</i> , Human Vaccines & Immunotherapeutics, April 2014, <b>10</b> , (4), 1104–1110. <a href="http://dx.doi.org/10.4161/hv.27826">http://dx.doi.org/10.4161/hv.27826</a>
Rubeola	Temperatura i vlažnost/padavine	Povećana incidencija sa smanjenjem temperature i smanjenjem vlažnosti	Y. Ma <i>et al.</i> , Am. J. Trop. Med. Hyg., 2021, <b>104</b> , (1), 166–174. <a href="https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0585">https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0585</a>



## Prenos samo kontaktom sa insektima

Bolest	Faktor(i) klimatskih promena koji utiču na bolesti	Ishod/predviđeni efekat na bolest	Referenca
Kutana larva migrans	Povećanje temperature i migracija ljudi	Povećana incidencija	S.H. Choi <i>et al.</i> , International Journal of Dermatology, 2023, <u>62</u> , 681–684. <a href="https://doi.org/10.1111/ijd.16636">https://doi.org/10.1111/ijd.16636</a>
Kožna mijaza	Povećanje temperature i ljudska putovanja	Povećana incidencija i geografski raspon rasprostranjenosti zbog širenja klimatskih regiona povoljnih za muhe reda <i>Diptera</i>	E. Andreattas and L. Bonavina, European Surgery, 2022, <u>54</u> , 289–294. <a href="https://doi.org/10.1007/s10353-021-00730-y">https://doi.org/10.1007/s10353-021-00730-y</a>
Šuga	Temperatura i vlažnost	Povećana incidencija sa smanjenjem temperature i povećanjem vlažnosti	J.M. Liu <i>et al.</i> , Parasite, 2016, <u>23</u> , 54. <a href="http://dx.doi.org/10.1051/parasite/2016065">http://dx.doi.org/10.1051/parasite/2016065</a>

## Zloćudni tumori kože

Sadašnje znanje o ovoj vrsti bolesti je prilično dobro. Tri glavna uzroka raka kože su:

1. Veća izloženost ultraljubičastom zračenju (UVR).
2. Zagađenje vazduha  $PM_{2,5}$  (čestice  $<2,5\mu m$ ) i manje čestice.
3. Izlaganje arsenu i njegovim jedinjenjima.



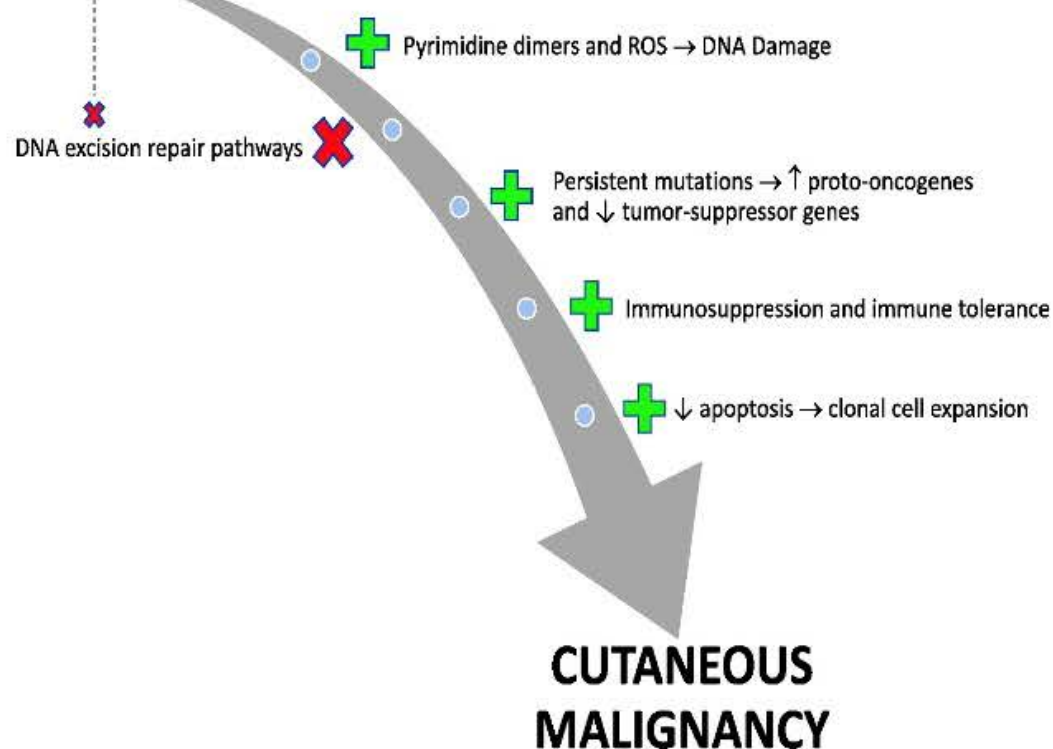
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

1. Veća izloženost ultraljubičastom zračenju (UVR). Do sada je daleko najveći uzročnik raka kože. Što se tiče klimatskih faktora, to očigledno proizilazi iz količine sunca koju dobija nezaštićena koža. Neke etničke grupe, kao što su ljudi svetle puti, su u većoj opasnosti. Stratosferski ozon ( $O_3$ ) igra glavnu ulogu u zaštiti od UV zračenja.
2. Zagađenje vazduha  $PM_{2,5}$  (čestice  $<2,5\mu m$ ) i manje čestice. Ove čestice prodiru u epidermis i mogu proći transdermalno preko folikularnih i ekkrinih struktura. Štaviše, kancerogenost  $PM_{2,5}$  se povećava kada formira aerosole sa adsorbovanim toksičnim metalima i policikličnim aromatičnim ugljovodonicima. Toplotni talasi i požari zbog klimatskih promena uglavnom doprinose ovom uzroku.
3. Izlaganje arsenu i njegovim jedinjenjima. Ovo se dešava uglavnom gutanjem kontaminirane vode za piće. U kontekstu efekata klimatskih promena, ova kontaminacija će se najverovatnije desiti kao posledica poplava ili suše.

## EXCESS UVR



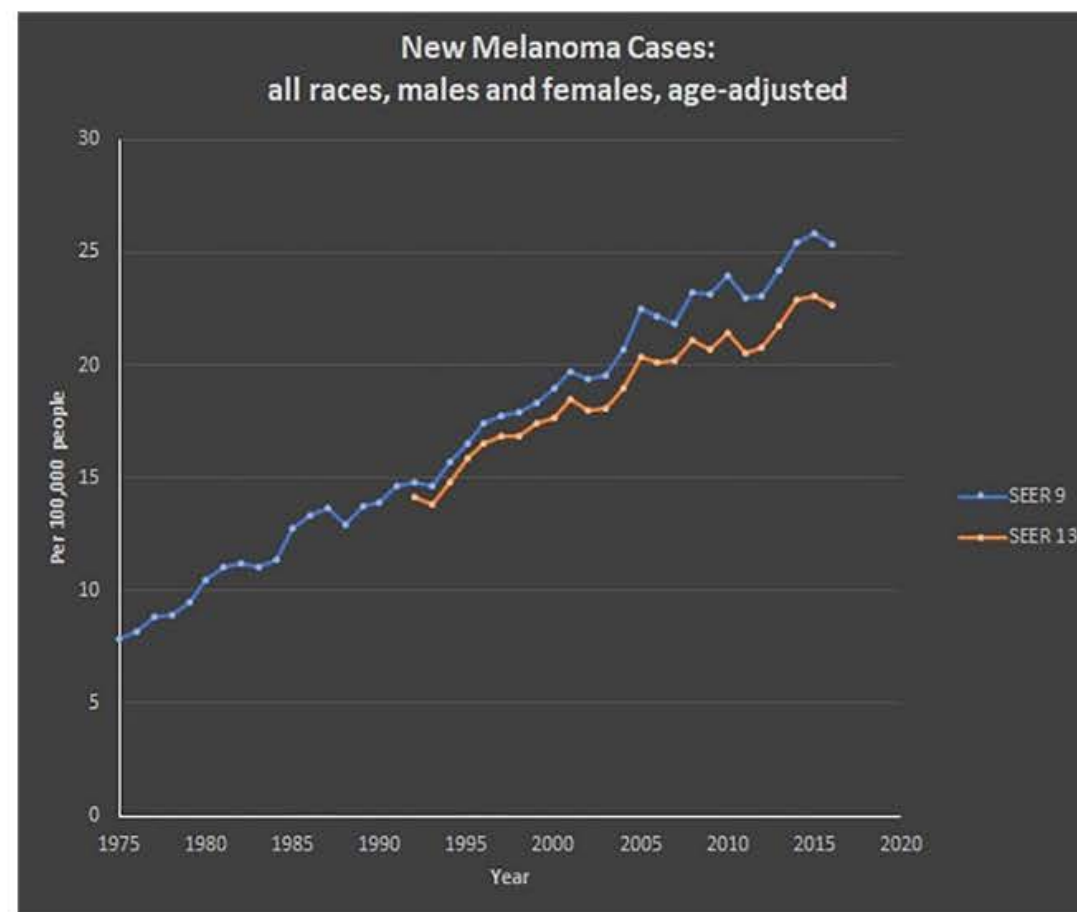
Slika 27. Fotokarcinogeneza: izlaganje kože UV zračenju dovodi do oštećenja DNK putem formiranja pirimidinskih dimera i reaktivnih vrsta kiseonika.

<https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.07.003>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



Slika 28. Podaci o nadzoru, epidemiologiji i krajnjim rezultatima (SEER) 9 i 13 za nove slučajeve malignog melanoma kože na 100.000 ljudi u SAD SEER 9 i 13 odnose se na dve ispitane geografske oblasti.

Prekomerno izlaganje UVR-u dovodi do maligniteta kože kroz proces fotokarcinogeneze u više koraka (slika 27). Incidencija raka kože značajno se povećala u drugoj polovini 20. veka i nastavlja da raste (slika 28) uprkos naporima da se smanji, kao što je preokretanje oštećenja stratosferskog ozona.

Popravka DNK može da preokrene neka oštećenja, ali ovi mehanizmi su preopterećeni kada je izlaganje UV zračenju preterano. Ovo omogućava progresiju mutageneze, supresiju imuniteta i ekspanziju klonskih ćelija, čime se promoviše formiranje tumora



- ① Both processes are due to human-induced emissions.
- ② Many ozone depleting substances are also greenhouse gases, like CFC-11 and CFC12. HFCs, promoted to substitute CFCs, are sometimes stronger greenhouse gases than the CFCs they are replacing, but do not deplete the ozone layer. This fact is taken into account in the negotiations and decisions in both the Montreal and the Kyoto Protocol.
- ③ Ozone itself is a greenhouse gas. Therefore, its destruction in the stratosphere indirectly helps to cool the climate, but only to a small extent.
- ④ The global change in atmospheric circulation could be the cause of the recently observed cooling of stratospheric temperature. These low temperatures drive the formation of polar stratospheric clouds above the poles in the winter, greatly enhancing chemical ozone destruction and the formation of the "hole".
- ⑤ Human vulnerability to UV-B radiation is related to the albedo. The global warming context reduces white surfaces that are more likely to harm us.

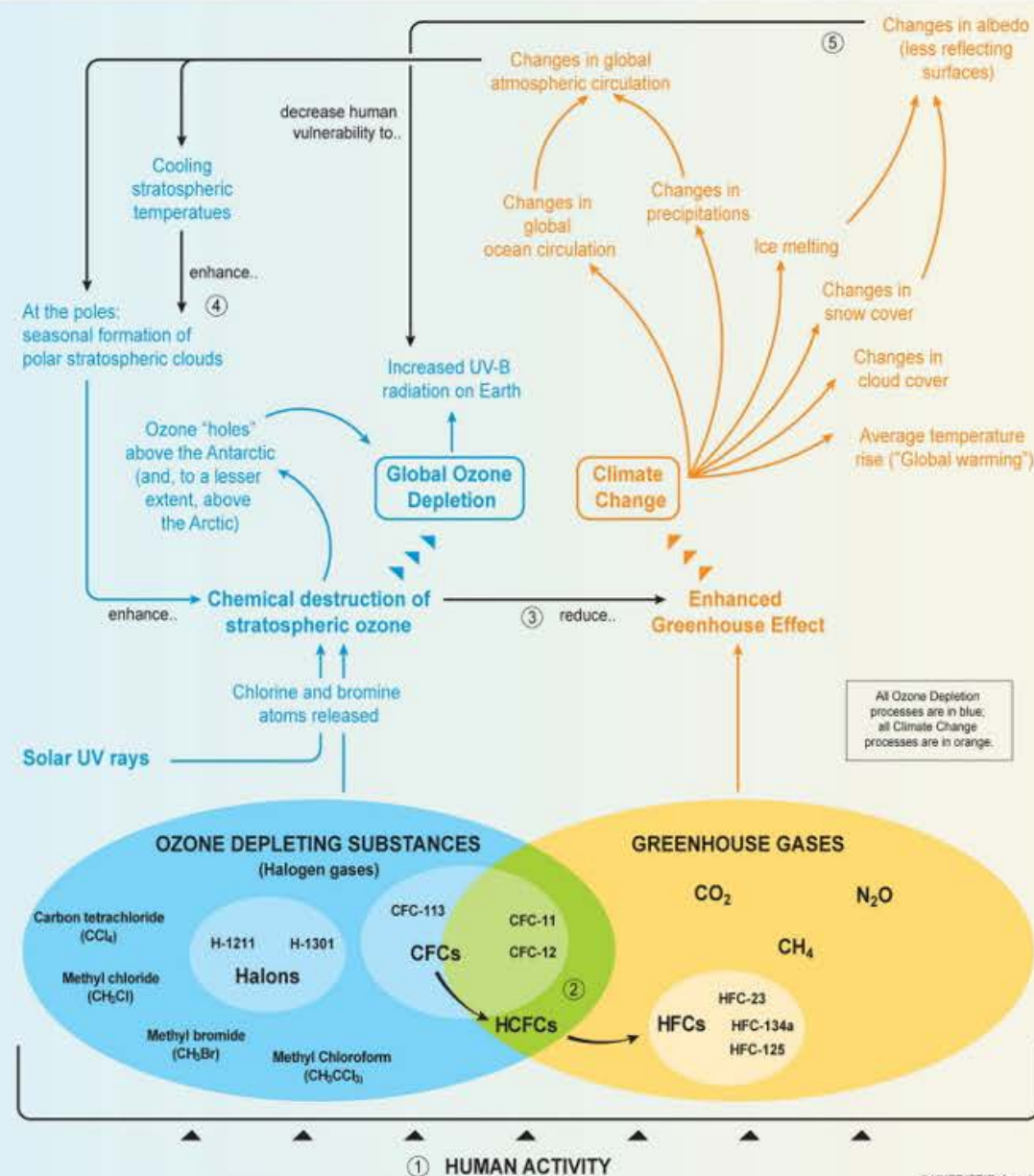
*Slika 29. Šematski prikaz interakcije između oštećenja stratosferskog ozona i klimatskih promena*

<https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.07.003>

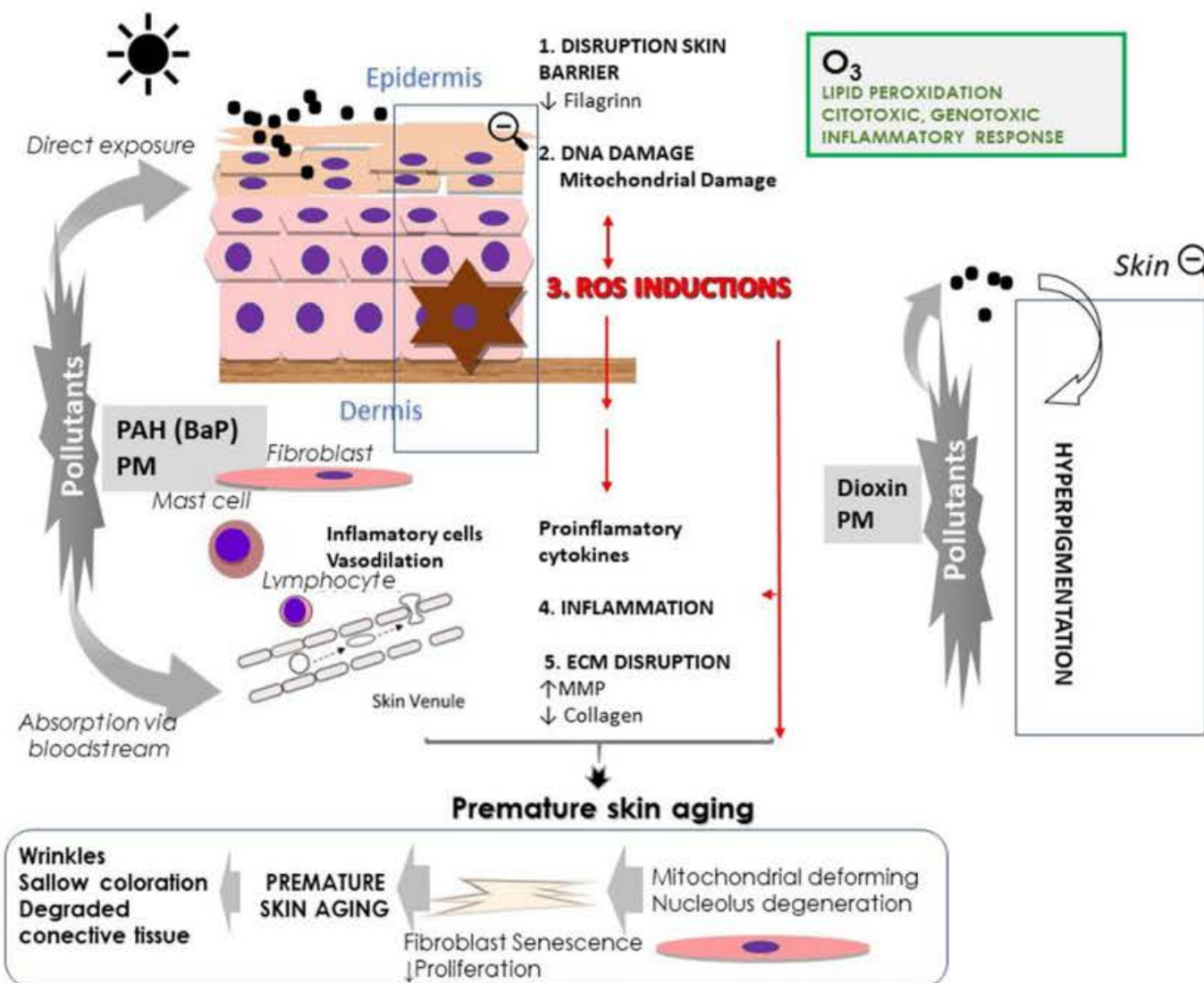
Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**



Uloga stratosferskog ozona u zaštiti od UV zračenja i klimatskim promjenama je složena jer je ozon i efikasan apsorber UV zračenja (dobar) i gas sa efektom staklene bašte (loš). Slika 29 prikazuje procese uključene u ove interakcije.



Slika 30. Reakcije kože na zagađenje vazduha i UV zraka. (PAH = poliaromatični ugljovodonici, ECM = ekstraćelijski matriks, ROS = reaktivne vrste kiseonika)

Od: C. Parrado, Frontiers in Pharmacology, 2019, 10, 759.  
<https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00759>

Mechanisms	Biological effects		Effects on the skin	
	Aging/pollutants		Aging/pollutants	
Activation of AhR	↑/▲	Increase of melanogenesis	↑/▲	Hyperpigmentation
Generation of ROS	↑/▲	DNA damage. Lipid peroxidation.	↑/▲	Wrinkles
Induction of inflammatory cascade	↑/▲	Decrease collagen	↑/▲	Delayed healing skin
Disruption of skin barrier	↑/▲	Increase MMPs	↑/▲	Dry skin Exacerbation of skin diseases

Tabela 4. Uobičajeni mehanizmi i efekti uočeni kod starenja kože (↑) i oštećenja kože nakon izlaganja zagađenju vazduha (▲).

(AhR = aril ugljovodonični receptori, MMPs = matriks metaloproteinaze).

<https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00759>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



## Metode kontrole životne sredine

U slučaju alergija na polen, mogu se preduzeti neke jednostavne radnje u pogledu upravljanja florom u ili u blizini glavnih centara stanovništva:

- Koristite entomofilne biljke, koje se oslanjaju na oprašivanje insekata i proizvode manje količine polena.
- Zasadite drveće i žbunje koje cvetaju leti ili zimi, izbegavajući ona koja cvetaju u proleće, smanjujući uticaj prolećnog oprašivanja.
- Orezujte žive ograde i kosite travnjake pre cvetanja i emisije polena.
- Pokosite visoko alergične trave pre cvetanja i emisije polena.

- Organizovati košenje i upravljanje zelenim površinama u danima koji nisu vetroviti, a najbolje noću.
- Eliminirajte visoko alergene biljne vrste sa javnih mesta.

Uticaj zagađenja vazduha na alergije i dermalne bolesti može se ublažiti:

- Stroga kontrola izduvnih gasova sagorevanjem iz vozila, kućnih aparata i industrijskih izvora, posebno u centrima stanovništva ili u blizini njih.
- Eliminacija vozila sa motorima sa unutrašnjim sagorevanjem iz gusto naseljenih urbanih sredina.

- Poboljšan nadzor i upravljanje ruralnim područjima, posebno šumama, radi sprečavanja i otkrivanja šumskih požara.
- Brzo reagovanje, međunarodno koordinisani sistemi za kontrolu šumskih požara.

Efekte poplava kao glavnog uzročnika kožnih bolesti trebalo bi umanjiti :

- Identifikacija područja najugroženijih od velikih poplava, uz sprovođenje mera za smanjenje poplava, gde je to moguće.
- Usvajanje odgovarajućih planova za brzu evakuaciju stanovništva pre pojave poplava.





Mechanisms	Biological effects		Effects on the skin	
	Aging/pollutants		Aging/pollutants	
Activation of AhR	↑/▲	Increase of melanogenesis	↑/▲	Hyperpigmentation
Generation of ROS	↑/▲	DNA damage. Lipid peroxidation.	↑/▲	Wrinkles
Induction of inflammatory cascade	↑/▲	Decrease collagen	↑/▲	Delayed healing skin
Disruption of skin barrier	↑/▲	Increase MMPs	↑/▲	Dry skin Exacerbation of skin diseases

Tabela 4. Uobičajeni mehanizmi i efekti uočeni kod starenja kože (↑) i oštećenja kože nakon izlaganja zagađenju vazduha (▲).

(AhR = aril ugljovodonični receptori, MMPs = matriks metaloproteinaze).

<https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00759>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



## Metode društvene kontrole

Podizanje svesti javnosti o uticaju klimatskih promena na alergije i kožne bolesti, uz bolji pristup odgovarajućim tretmanima:

- Obrazovni programi u školama i na fakultetima.
- Kampanje javnog informisanja u konvencionalnim i društvenim medijima.
- Informacije u realnom vremenu putem mobilnih ličnih zdravstvenih aplikacija, npr. u skladu sa nacionalnim aplikacijama za praćenje COVID-a koje su razvijene u EU. Da li bi oni mogli da se integrišu u jednu zdravstvenu aplikaciju EU sa odeljcima za alergije i kožne bolesti?

- Poboljšan pristup javnosti medicinskom tretmanu i vakcinama za alergije i kožne bolesti.

Za alergije i hronične inflamatorne kožne bolesti :

- Razvoj boljeg razumevanja psiholoških, društvenih i ekoloških efekata migracije (unutrašnjih i međunarodnih) na ove bolesti.

U slučaju infektivne kožne bolesti :

- Efikasno putovanje i kontrola ljudi koji migriraju/putuju iz zaraženih područja, uz odgovarajući medicinski tretman, ako je potrebno.

Poboljšano obrazovanje javnosti o opasnostima i pristupu metodama minimiziranja rizika od maligniteta kože:

- Objavljivanje najnovijih informacija o načinu života i ishrani za smanjenje rizika. Na primer, usvajanje ishrane bogate selenom za svetlu populaciju, svest o implikacijama rizika kao nuspojava određenih lekova, itd.
- Svest o informacijama o životnoj sredini u realnom vremenu, posebno u vezi sa ličnom izloženošću UV zračenju.
- Bolji pristup pristupačnim metodama zaštite kože od UV zračenja.

## Tehnološke metode kontrole

- Implementacija automatizovanih mreža za praćenje polena i spora koje su integrisane sa realističnim modelima atmosferskog sastava za predviđanje klimatskih događaja sa visokim aeroalergenom.
- Dalji razvoj i uvođenje imunoterapije specifičnih za alergene (AIT).
- Dalji razvoj i uvođenje bakterioterapije za hronična inflamatorna oboljenja kože.

## Moguće metode prevencije i ublažavanja

Pored očiglednog ublažavanja efekata klimatskih promena globalnim smanjenjem emisije gasova staklene bašte, postoji niz specifičnih mera koje bi se mogle preduzeti u vezi sa alergijama i kožnim oboljenjima.

Metode za izbegavanje ili ublažavanje ovih efekata mogu se grupisati u tri široke kategorije:

- Životna sredina
- Društvene
- Tehnološke

**Razvoj vakcine** za kožne bolesti, gde je primenljivo (videti tabelu 5). Od 24 primenljive bolesti o kojima se ovde govori, 8 (33%) ima vakcine na raspolaganju, a 9 (56%) od preostalih 16 ima vakcine u razvoju.

Bolest	Dostupna vakcina?	Vakcina u razvoju?
Akne	Ne	Da
Aktinična keratoza	Ne	Da
Alopecija areata	Ne	Ne
Celulitis	Ne	Ne
Varičela	Da	-
Difterija	Da	-
Ekcem	Ne	Ne
Gonoreja	Ne	Ne
Bolest ruku, stopala i usta	Ne	Da
Herpes simpleks	Ne	Da
Impetigo	Ne	Da
Marburg	Ne	Da
Male boginje	Da	-
Majmunske boginje	Da	-
Prurigo nodularis	Ne	Ne
Psorijaza	Ne	Da
Lišaj	Da	-
Rozacea	Ne	Ne
Rubeola	Da	-
Herpes Zoster	Da	-
Sifilis	Ne	Da
Vibrio vulnificus	Ne	Da
Virusne bradavice	Da	-
Vitiligo	Ne	Ne

*Tabela 5. Trenutni status razvoja vakcine protiv dermalnih bolesti*



## Ključne poruke

- Većina (89%, 41/46) glavnih alergija i kožnih bolesti o kojima se ovde govori je pogođena klimatskim promenama na različite načine i iz više razloga.
- Svih 10 glavnih opasnosti od antropogenih klimatskih promena izazivaju pogoršanje ovih bolesti u većoj ili manjoj meri. To su: zagrevanje, toplotni talasi, požari, poplave, oluje, padavine, porast nivoa mora, prirodna promena zemljišnog pokrivača, suša i klimatske promene okeana. U mnogim slučajevima postoji više od jedne opasnosti za datu bolest.
- Pokazalo se ili se predviđa da će efekti klimatskih promena pokazati promene u učestalosti bolesti, ozbiljnosti, učestalosti/sezonskom trajanju i/ili geografskom opsegu.
- Za alergijske bolesti, glavni otežavajući faktori koji izazivaju klimatske promene su: zagađenje vazduha, biološki aeroalergeni (polen, itd.) i povećanje temperature i vlažnosti.
- Za hronične inflamatorne kožne bolesti, glavni otežavajući faktori izazvani klimatskim promenama su: povećanje temperature, vlažnosti i izloženosti UV zrakama, poplave, oluje i psihološki efekti usled prirodnih katastrofa.
- Za infektivne kožne bolesti, glavni otežavajući faktori koji potiču od klimatskih promena su: povećanje temperature i vlažnosti, poplave i ljudska migracija izazvana klimatskim promenama.
- Za maligne bolesti kože, glavni otežavajući faktori koji potiču od klimatskih promena su: prekomerna izloženost UV zrakama i zagađenje vazduha nano-česticama.

## Ključne poruke

- Često postoji složena interakcija između ovih različitih klimatskih opasnosti i uzroka/okidača za datu bolest.
- Prevencija i ublažavanje alergija i dermalnih bolesti izazvanih klimatskim promenama se zasnivaju na ekološkim, društvenim i tehnološkim metodama kontrole, uključujući:
  1. Pažljivo upravljanje/kontrola flore u i oko veoma naseljenih područja.
  2. Uklanjanje izvora zagađenja vazduha sagorevanjem u urbanim sredinama.
  3. Nadzor, upravljanje i kontrola vegetacije u ruralnim područjima radi sprečavanja šumskih požara.
  4. Sprovođenje mera za upravljanje poplavama i njihovo smanjenje.
  5. Povećana svest javnosti o uzrocima alergija i kožnih bolesti, prevenciji i lečenju.
  6. Efikasne kontrole putovanja ljudi koji migriraju/putuju iz područja sa endemskim zaraznim bolestima kože.
  7. Automatizovane metode praćenja i poboljšani prediktivni atmosferski modeli za aeroalergene.
  8. Razvoj imunoterapije, bakterioterapije i vakcina specifičnih za alergene.



## Testirajte svoje znanje

1. Koji su glavni efekti (a) alergija i (b) kožnih bolesti na globalno društvo?
2. Navedite dva primera svake od sledećih vrsta bolesti: (a) alergije; (b) hronične inflamatorne bolesti kože; (c) zarazne kožne bolesti; i (d) maligne bolesti kože.
3. Navedite tri uzroka/okidača zaraznih kožnih bolesti na koje utiču opasnosti klimatskih promena.
4. Nacrtajte jednostavan dijagram koji pokazuje interakciju zagađenja vazduha i klimatskih promena u promociji alergija.
5. Navedite po jedan primer za svaki od tri tipa kožnih bolesti navedenih u pitanju 2 iznad, objašnjavajući kako će klimatske promene pogoršati svaku bolest.
6. Navedite dva primera specifičnih metoda kontrole za prevenciju/ublažavanje pogoršanja klimatskih promena kod alergija i kožnih bolesti, iz svake od sledećih kontrolnih grupa:
  - Kontrola životne sredine
  - Društvena kontrola
  - Tehnološka kontrola



## Preporučeno čitanje

G. D'Amato and L. Cecchi, "Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases", *Clinical and Experimental Allergy*, 2008, 38, 1264–1274. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.2008.03033.x>

P.J. Beggs, "Adaptation to Impacts of Climate Change on Aeroallergens and Allergic Respiratory Diseases", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2010, 7, 3006-3021. <https://doi.org/10.3390/ijerph7083006>

M.F. Isler *et al.*, "Climate change, the cutaneous microbiome and skin disease: implications for a warming world", *Int. J. Dermatology*, 2023, 62, 337–345. <https://doi.org/10.1111/ijd.16297>

E. Parker *et al.*, "The dermatological manifestations of extreme weather events: A comprehensive review of skin disease and vulnerability", *J. Climate Change and Health*, 2022, 8, 10016. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100162>

# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg Emil  
Palade u Targu Murešu – Targu Mureš, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



# Uticaj klimatskih promena na rak, gljivične bolesti, mikotoksine

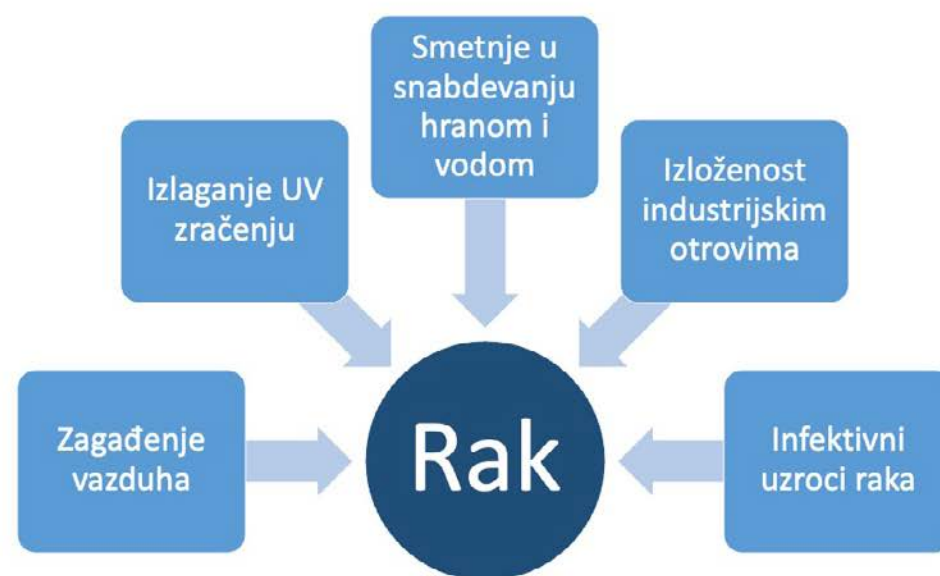


## Ishodi učenja

Po uspešnom završetku kursa studenti će biti u stanju da:

- Navedu glavne mehanizme koji povezuju klimatske promene sa povećanom incidencom raka
- Navedu najmanje četiri vrste raka koje su moguće povezane sa klimatskim promenama
- Objasne kako klimatske promene mogu dovesti do povećane izloženosti UV zračenju i na kraju povećane učestalosti karcinoma kože
- Opišu uticaj klimatskih promena na gljivične bolesti i kontaminaciju prehrambenih proizvoda mikotoksinima i dve patologije uzročno povezane sa izloženošću mikotoksinima
- Navedu najmanje pet useva koji su često pogođeni kontaminacijom mikotoksinima
- Opišu osnovne strategije za kontrolu i ublažavanje rizika od izloženosti mikotoksinima

## Klimatske promene – rak: glavni mehanizmi



DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Efekti klimatskih promena na zarazne bolesti i stanja izazvana ili pogoršana ograničenim pristupom bezbednoj i nutritivno bogatoj hrani i vodi su relativno dobro poznati.

Efekti klimatskih promena na hronične bolesti kao što je rak su manje jasni.

Potencijalni efekti klimatskih promena na pojavu raka prvi put su predviđeni 1990-ih (Ser Ričard Dol – štetni efekti akumulacije gasova staklene bašte).

Većina literature objavljena je u poslednjih 15 godina.

Uzročna veza je složenija

Duže vreme između izlaganja i hroničnih bolesti

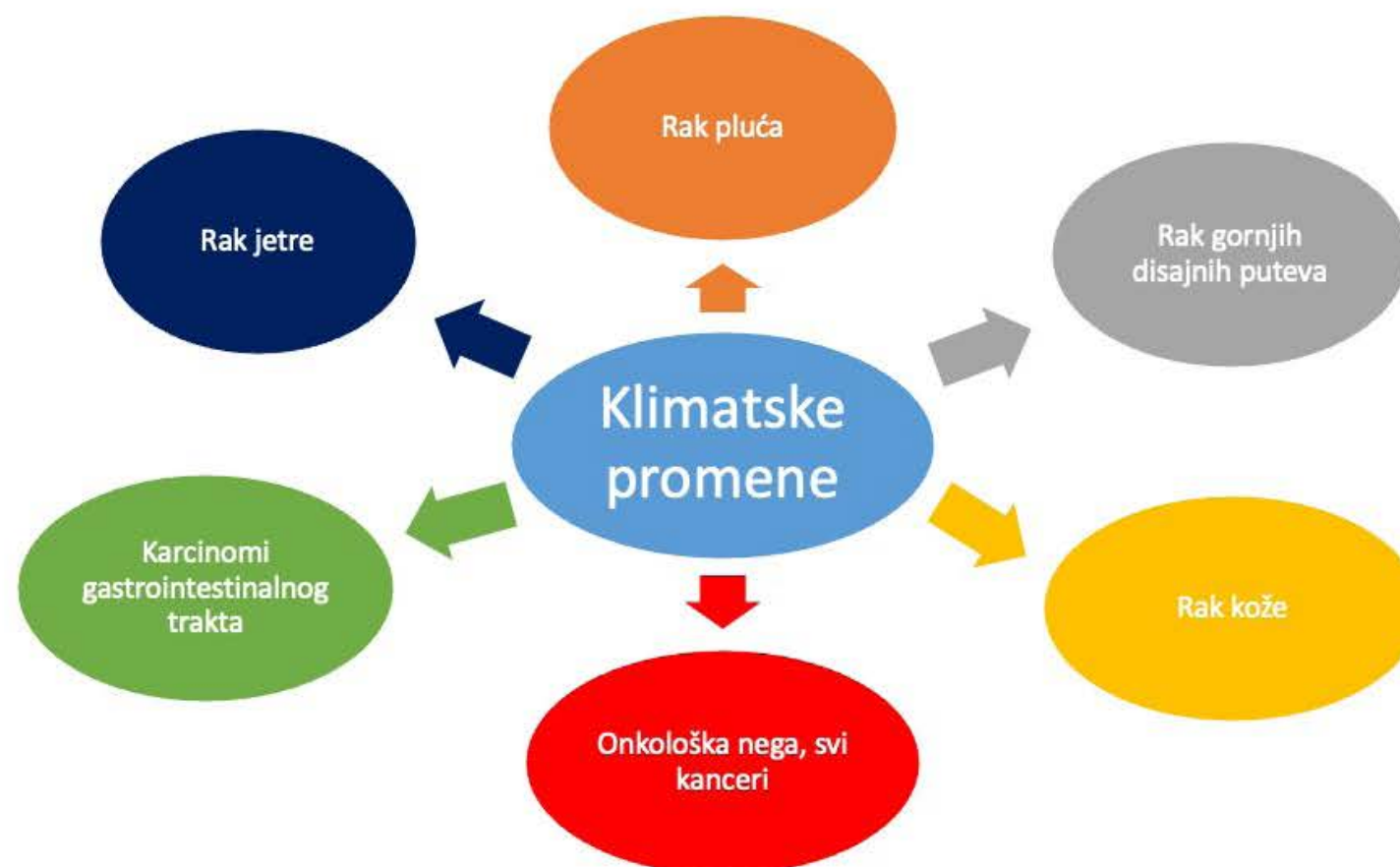
Vremenski odnos je teže dokazati

Trendovi raka su u porastu

Pravljenje razlike između uticaja faktora povezanih sa klimatskim promenama i drugih kancerogenih materija predstavlja izazov

→ | DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

## Vrste raka koji su verovatno povezani sa klimatskim promenama



DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4.

Erasmus+ **Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



## Zagađenje vazduha i rak pluća

- Rak pluća predstavlja glavni uzrok smrtnosti od raka širom sveta
- Rak pluća, bronhija i dušnika – 1,9 miliona smrtnih slučajeva u 2017. u svetu
- Konzumacija duvana je i dalje prvi uzrok smrtnosti od raka
- Uticaj zagađenja vazduha se značajno povećava
- Ljudska aktivnost dovodi do većeg zagađenja vazduha, doprinoseći klimatskim promenama
- Svi oblici zagađenja uzrokuju 43% smrti od raka pluća
- Zagađenje vazduha sitnim česticama uzrokuje 15% svih smrtnih slučajeva od raka pluća (povećanje od 20% tokom poslednje tri decenije)

DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-ZHU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Neke studije povezuju PAH, NO<sub>2</sub> sa ranim razvojem života i rizikom od raka dojke
- Jedna studija je povezala PM2.5 i druge zagađivače vazduha sa rakom želuca
- Rak pluća povezan sa zagađenjem vazduha može se smanjiti smanjenjem emisije zagađivača vazduha

→ [https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr221\\_E.pdf](https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr221_E.pdf) **Pristupljeno: 13.02.2023**

→ **DOI: 10.1016/j.envres.2019.108924.**

- Međunarodna agencija za istraživanje raka, 2013 – klasifikovala je zagađenje vazduha kao kancerogen grupe 1 (dovoljno dokaza da se utvrdi uzročnost)
- Karcinogeni elementi – NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM2.5
- PM2.5 i O<sub>3</sub> - najkorisniji indikatori za praćenje zagađenja vazduha
- PAH – IARC karcinogeni (grupa 2A, 2B) dospevaju u alveole vezane za PM2.5
- Studije tokom 21. veka pokazuju da je zagađenje vazduha PM česticama povezano sa povećanom preranom smrću od raka pluća širom sveta (osim Afrike)
- Povećanje od 10 µg/m<sup>3</sup> PM2.5 procenjeno je na prilagođeni odnos opasnosti od 1,13 (95%

CI 1,07-1,20) (kontrolisano prema starosti, polu i pušačkom statusu)

### Zagađenje vazduha i rak – druga razmatranja

- Karcinogeni efekat troposferskog ozona, manje poznat (vidi kasnije ulogu stratosferskog ozona)
- Procenjuje se da će klimatske promene povećati zagađenje PM čestica zbog povećanih šumskih požara (povećana temperatura, promaja)
- Dim od šumskog požara - PM2.5, PAH, benzen, formaldehid (poznati karcinogeni)
- Zagađenje vazduha može izazvati druge vrste raka (manje dokaza)

# Čestice (PM) – EPA klasifikacija

- PM<sub>10</sub> – velike čestice koje se mogu udahnuti
  - Prečnik <10 μm; granična vrednost za godišnju srednju vrednost: 40 μg/m<sup>3</sup>
- PM<sub>2,5</sub> - fine čestice koje se mogu udahnuti
  - Prečnik <2,5 μm; granična vrednost za godišnju srednju vrednost: 20 μg/m<sup>3</sup>
- PM<sub>0,1</sub> - ultrafine čestice, nanočestice
  - Prečnik <0,1μm (potkategorija PM<sub>2,5</sub>); nema posebnih propisa

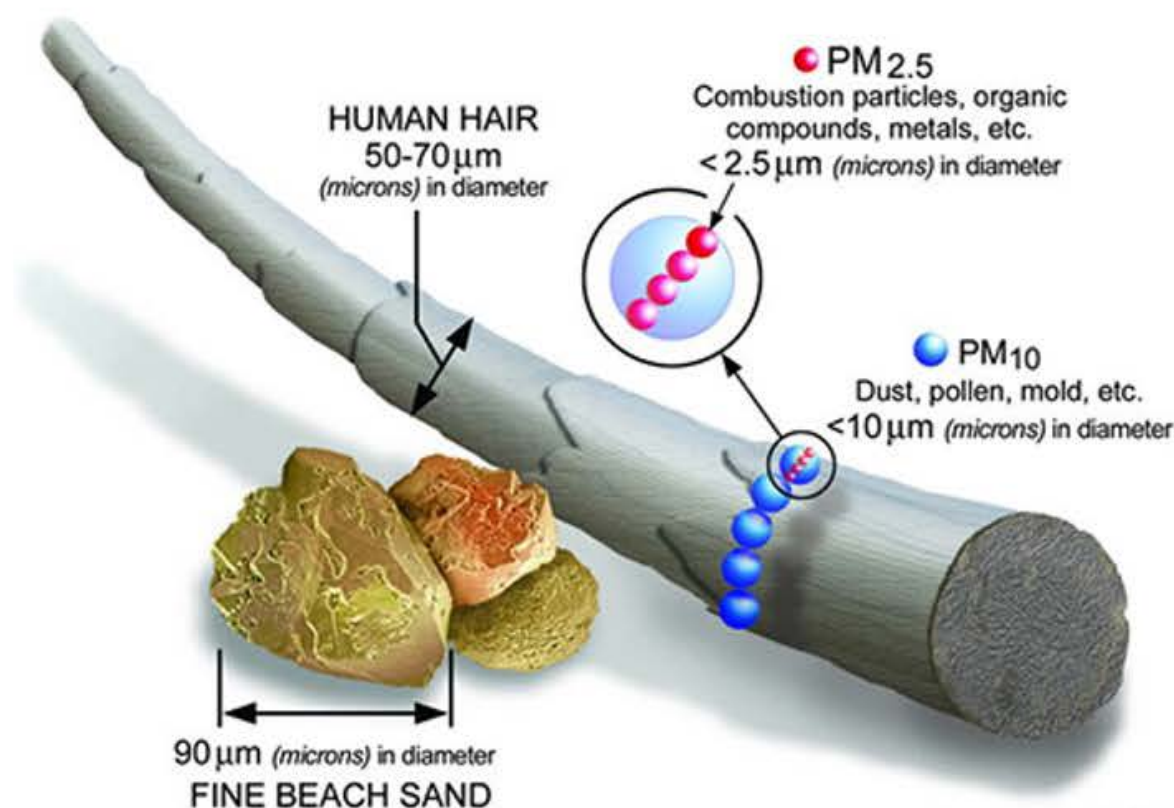


Image courtesy of the U.S. EPA

[www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality/resources/air-quality-map-thresholds](http://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality/resources/air-quality-map-thresholds) Приступљено 20.03.2023.

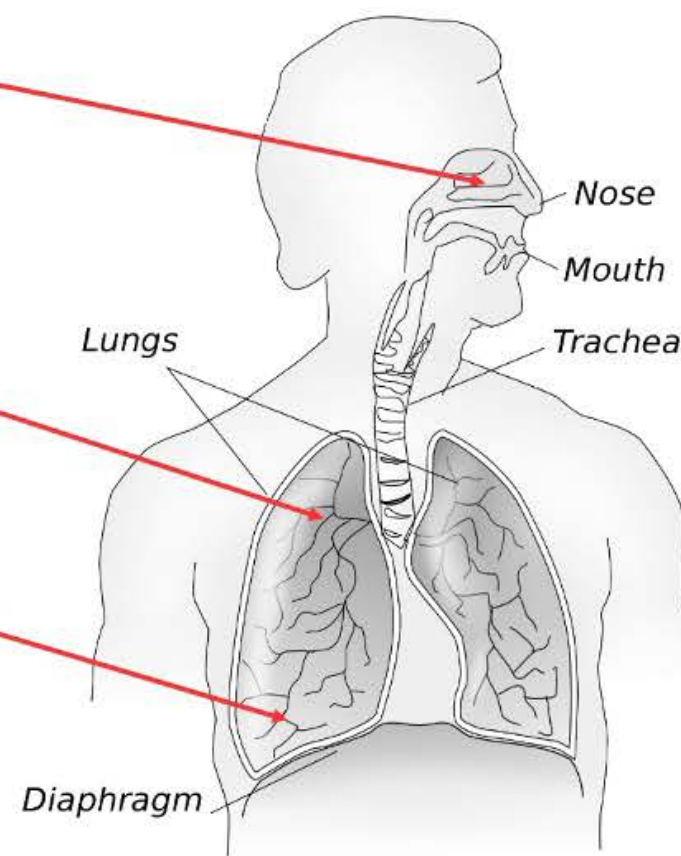
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](http://ec.europa.eu/erasmus-plus)

## Čvrste materije – veličina naspram penetracije

- Određuje u kojoj meri prodiru u respiratorni sistem i koliko se zadržavaju u plućima:
- $> 10 \mu\text{m}$ : zadržava se u gornjim disajnim putevima
- $<10 >2,5 \mu\text{m}$ : penetriraju do bronhiola
- $<2,5 \mu\text{m}$ : prodiru dole do alveola, deponovane u plućima u visokom udelu (80-90%)
- $<0,1 \mu\text{m}$ : ulaze u alveole ali značajan deo je izdahnut u dahu



Izvor: Tereza Knot, Vikimedijina ostava (CC-BI-SA 2.5)

DOI: 10.21037/amj.2020.03.04  
DOI: 10.1007/s10661-006-9296-4

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



## Čvrste materije – veličina u odnosu na sedimentaciju

- Određuje prostorni obim zagađenja, broj izloženih ljudi
- Veće čestice će se taložiti blizu izvora zagađenja, dok će se manje čestice taložiti sporije ili nikako i tako će biti odnesene vazдушnim strujama na velike udaljenosti.

PM > 10  $\mu\text{m}$ : brza sedimentacija

PM 10 do 0,1  $\mu\text{m}$ : taloženje ujednačeno; relativno mala difuzija u vazduhu

PM 0,1 do 0,001  $\mu\text{m}$ : ne talože se; u visokoj meri difunduju do velikih udaljenosti

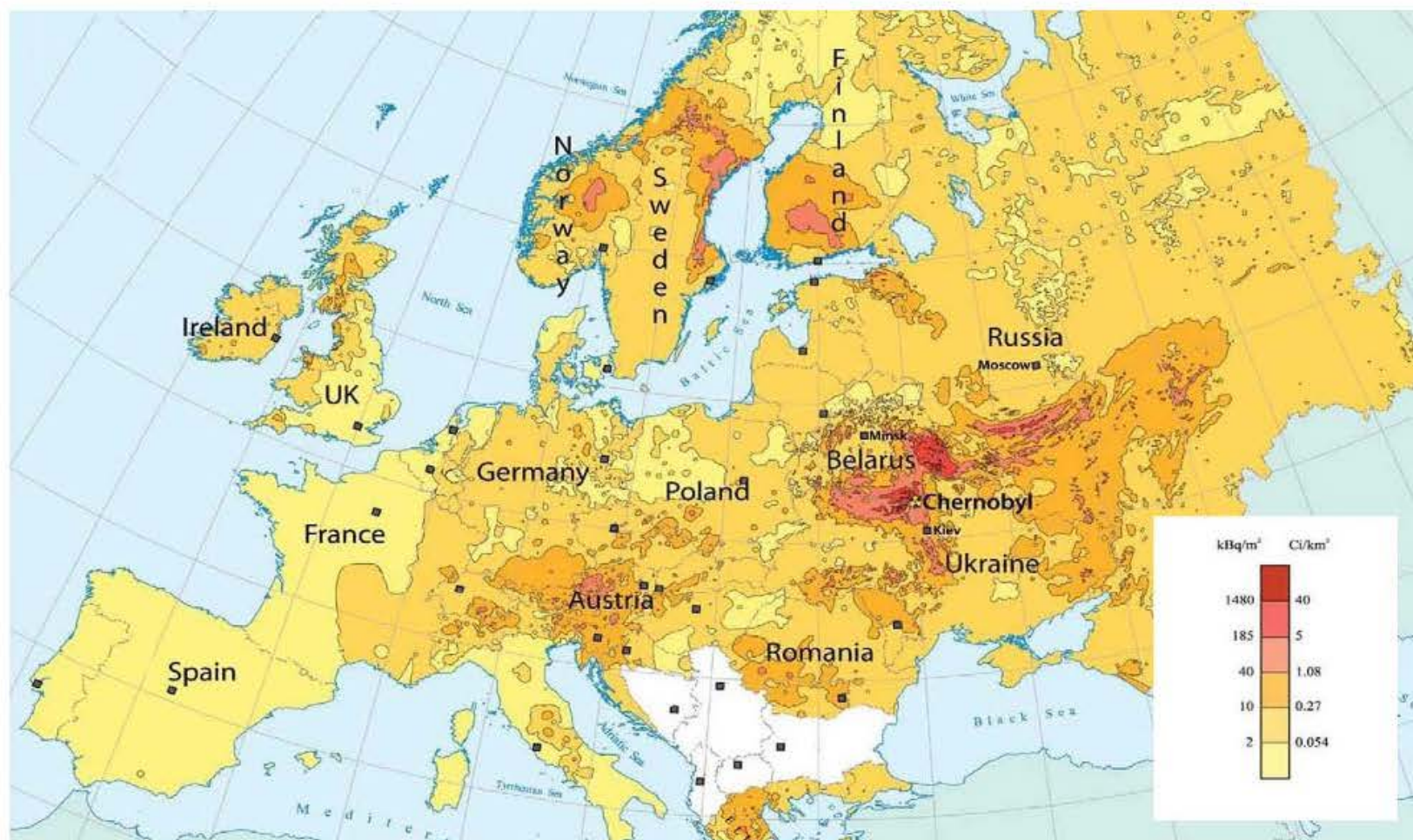
DOI: 10.21037/amj.2020.03.04  
DOI: 10.1007/s10661-006-9296-4

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Čvrste materije – veličina, sedimentacija, širenje



Radioaktivno taloženje cezijum-137 izmereno dve nedelje nakon radioaktivnih emisija iz nuklearne elektrane u Černobilju (Ukrajina) 1986.

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/110b15f7-4df8-49a0-856f-be8f681ae9fd> Приступљено 19.02.2023.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



## Izvori finih čestica(PM<sub>2,5</sub>) koje se mogu udahnuti

- Vodeći izvori PM<sub>2,5</sub>: korišćenje energije u stambenim zgradama, industrija, proizvodnja električne energije, šumski požari.
- Ukupan doprinos požara globalnoj smrtnosti u 2017. godini bio je 4,1%.
- Šumski požari – najveći pojedinačni faktor koji doprinosi opterećenju bolestima PM<sub>2,5</sub> u odabranim regionima širom Severne Amerike, jugoistočne Azije i Afrike.



Stambeno grejanje



Proizvodnja energije



Industrija



Drumski transport



Požari

Izvor: Plikaai besplatna licenca

<https://www.nature.com/articles/s41467-021-23853-y> Pristupljeno 02.02.2023.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Crni ugljenik – komponenta čestica, uključujući PM<sub>2,5</sub>
- Crni ugljenik – jedan od najvećih doprinosa globalnom zagrevanju nakon CO<sub>2</sub>
- Zagreva Zemljinu atmosferu apsorbujući sunčevu svetlost, na taj način ubrzavajući topljenje snega i leda
- Kada se taloži na ledu i snegu, izaziva lokalno zagrevanje i dalje povećava topljenje

→ [www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/climate-impacts-of-air-pollution#:~:text=Black%20carbon%2C%20a%20component%20of,melting%20of%20snow%20and%20ice](https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/climate-impacts-of-air-pollution#:~:text=Black%20carbon%2C%20a%20component%20of,melting%20of%20snow%20and%20ice)



# Stratosfersko oštećenje ozona

- Bruer-Dobsonova cirkulacija atmosfere gura ekvatorijalni troposferski vazduh prema gore u stratosferu i transportuje ga do polova.
- Jedinstveni geografski, meteorološki i hemijski faktori se kombinuju na polovima i rezultiraju sezonskim oštećenjem ozona u stratosferi.
- Tokom zime, polarni stratosferski oblaci se formiraju u atmosferi iznad Antarktika i Arktika (1 do 2 meseca nad Arktikom, do 5 meseci nad Antarktikom).
- Hemijske reakcije na površini polarnih stratosferskih oblaka, značajno povećavaju koncentraciju reaktivnih halogenih gasova



Izvor: Pikabai besplatna licenca

DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003

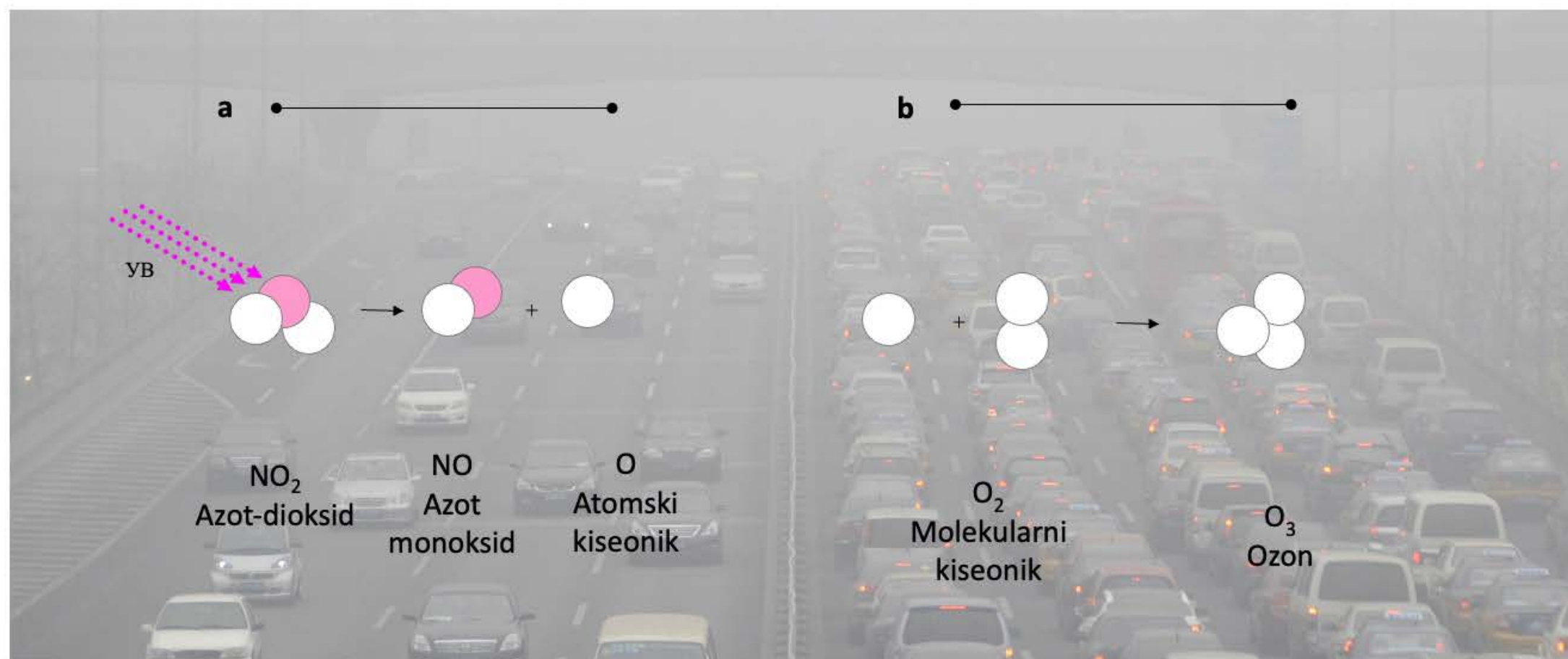
Erasmus+ **Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Troposferski ozon (ozon na nivou zemlje)

Sekundarni zagađivač; urbana područja, gust automobilski saobraćaj, sunčani dani



Izvor: Pikabai besplatna licenca

DOI: 10.1016/j.atmosenv.2020.117559

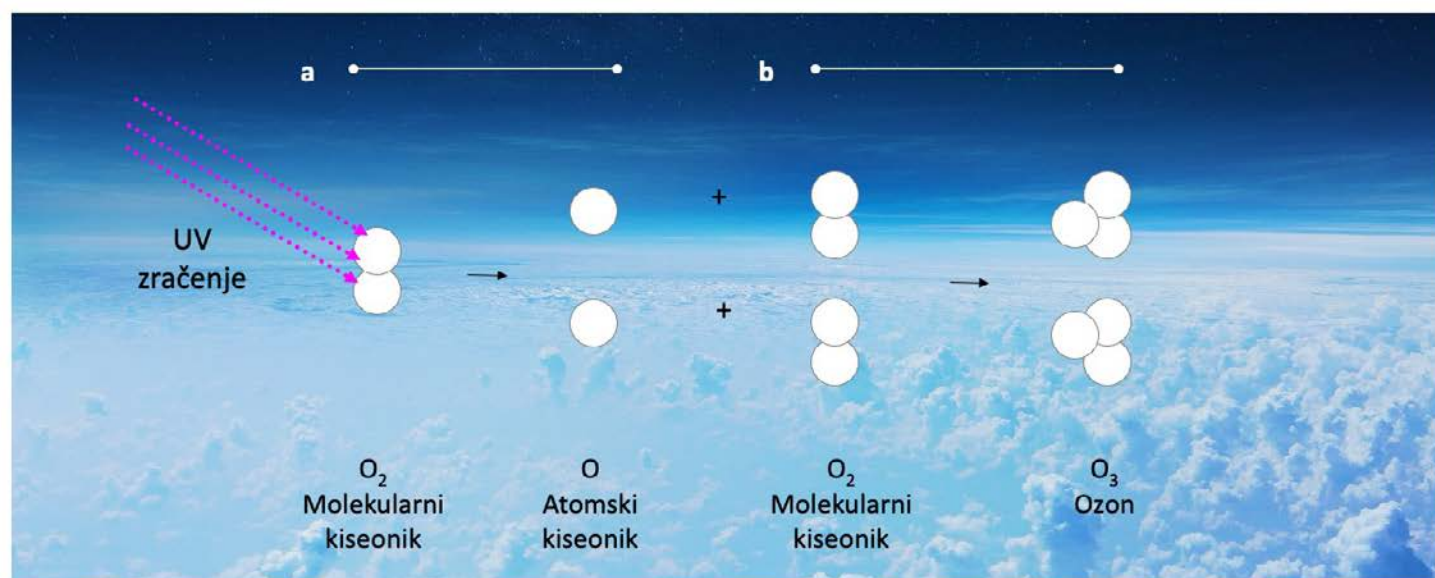
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Stratosferski ozon (15-35 km nadmorske visine)

Zaštitna uloga - filtrira kosmičko UV zračenje (veći deo UVC i veliki deo UVB)



<https://www.epa.gov/ozone-pollution-and-your-patients-health/what-ozone> Pristupljeno: 23.03.2023.

Izvor: Pika Bai | besplatna licenca

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Klimatske promene – najveća pretnja oporavku stratosferskog ozona

Oštećenje ozona i klimatske promene su međusobno povezane na složen i dvosmeran način

Nivoi ozona u stratosferi utiču na klimatske sisteme i menjaju cirkulaciju atmosfere i u troposferi i u stratosferi

Antarktičko stratosfersko oštećenje ozona

- remeti obrasce troposferske cirkulacije, temperature i padavina
- je dominantan pokretač klimatskih promena na južnoj hemisferi i tropima
- uticao na događaje južne oscilacije u El Ninu
- pomerio severnoatlantski mlazni tok, što je rezultiralo promenama temperature i padavina na severnoj hemisferi

→ | DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003



## Ultraljubičasto zračenje i rak kože

- Rak kože - najčešći rak širom sveta
- Stope incidence malignog melanoma kože i nemelanomskog karcinoma kože značajno su porasle u poslednjem delu XX veka
- UV zračenje – primarni pokretač u patogenezi raka kože (iako je etiologija multifaktorska)



DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Opsežni podaci u literaturi koji povezuju povećanu izloženost UV zračenju sa povećanom incidencom melanoma, karcinoma skvamoznih ćelija i bazalnih ćelija

Rak skvamoznih ćelija i bazalnih ćelija - globalno, od 2007

→ 33% povećanje slučajeva

→ 7,7 miliona slučajeva

→ 65 000 smrtnih slučajeva

Melanom koji se pripisuje UV zračenju, 2012. godine, globalno

→ 230 000 slučajeva

→ 55 000 smrtnih slučajeva

Montrealski protokol (1987) uspeo je da smanji oštećenje ozonskog omotača i učestalost karcinoma kože (za 2 miliona do 2030.)

Međunarodna politika zaštite životne sredine nalagala je postepeno ukidanje supstanci koje oštećuju ozonski omotač (ratifikovala je svaka država)

Milioni karcinoma kože sprečeni širom sveta

I dalje se očekuje povećanje incidence raka kože pre potpunog oporavka stratosferskog ozonskog omotača

→ DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

→ DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

→ DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003

# Oštećenje ozona

- Upotreba aerosola (npr. hlorofluorouglenika i hidrohlorofluorouglenika) doprinela je povećanju izloženosti UV zračenju i raka kože
- Australija – godišnji porast nivoa UV zračenja od 2% do 6% od 1990.
- 2011 - velika rupa u ozonskom omotaču na severnoj hemisferi iznad Arktika
- 60% povećanje izloženosti UV zračenju na nivou tla u toj oblasti



DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4  
DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003

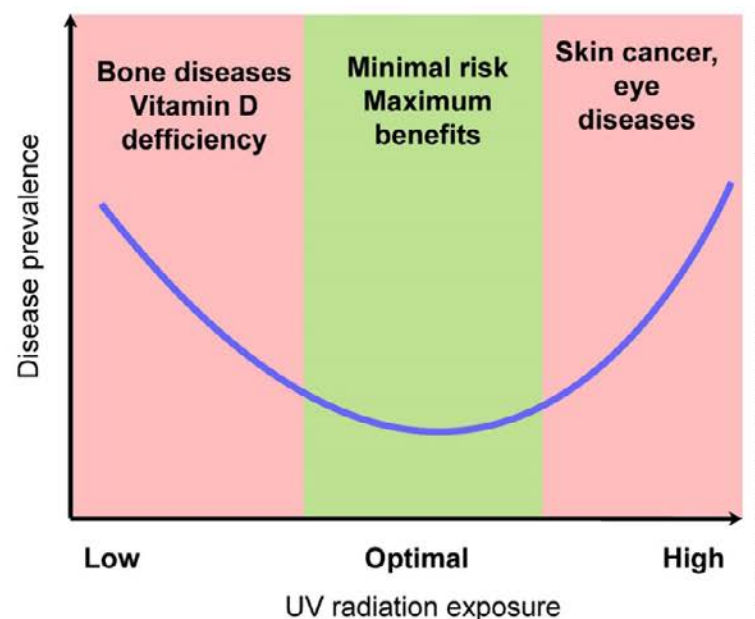
**Erasmus+ Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

## Ultraljubičasto zračenje i rak kože

- Vitamin D, sintetisan u koži - pozitivni efekti na zdravlje (mišićno-skeletno zdravlje, metabolizam kalcijuma i imunološka funkcija)
- Različita mišljenja o balansu između rizika i koristi od izlaganja UV zračenju



DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ Uticaj gasova sa efektom staklene bašte na ozonski omotač i povezano izlaganje UV zračenju varira širom sveta

→ DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

→ DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003

→ Povećana izloženost UV zračenju blizu ekvatora

→ Povećana izloženost UV zračenju na većim nadmorskim visinama

→ Na rizik utiču biološki faktori

→ Rizik je povećan kod ljudi svetle puti

→ Rizik je uticaj faktora ponašanja

→ Kultura usmerena na sunce (naglasak na rekreaciju na otvorenom) može doprineti prekomernom izlaganju



# Rak povezan sa poremećajima u snabdevanju hranom i vodom

- Odnos ishrane i raka je složen; više pitanja nego odgovora
- Pouzdan dokaz – zdrava ishrana sa žitaricama celog zrna, voćem i povrćem štiti od raka debelog creva i raka dojke
- Klimatske promene – uticaj na kvalitet i kvantitet proizvodnje hrane kroz povećanje temperatura, poplave, suše, ekstremne vremenske prilike, viši nivo ozona u zemlji, ometanje insekata oprašivača, porast nivoa mora
- Uticaj na rak je teško utvrditi
- Sveobuhvatna studija modeliranja predvidela je 534 000 smrtnih slučajeva povezanih sa klimom širom sveta do 2050. godine, uključujući smrti od raka (zbog promena u snabdevanju hranom, kao što je smanjena potrošnja voća i povrća)

DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4  
DOI: 10.1016/S0140-6736(15)01156-3

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Izloženost industrijskim otrovima

- Toksikanti životne sredine će se verovatno povećati sa povećanom industrijalizacijom i hemijskom proizvodnjom nezavisno od klimatskih promena.
- Klimatske promene mogu dodatno povećati izloženost toksinima iz životne sredine.
- Studije modeliranja vode otopljenog leda (Aljaska, švajcarski Alpi) – zagađivači se mogu akumulirati u lokalnim zalihama ribe i mogu povećati rizik od raka među lokalnom populacijom sa visokim unosom ribe.
- Šumski požari mogu povećati izloženost toksičnim hemikalijama kroz zagađenje vazduha i kontaminaciju podzemnih voda (Kalifornija, SAD, izvori pitke i podzemne vode veće koncentracije benzena nakon šumskih požara).
- Poplavljanje skladišta toksičnog otpada – povećan rizik od izlaganja toksičnim hemikalijama.

DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

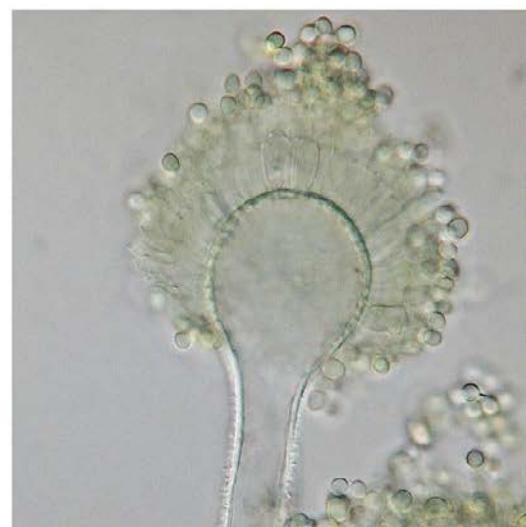
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Mikotoksini

- Mikotoksini - toksini koji se javljaju u prirodi koje proizvode određene plesni (gljive)
- Gljive iz roda *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*
- Aflatoksine (AF) - proizvodi *Aspergillus flavus*
- *Aspergillus* - raste u zemljištu, raspadajućoj vegetaciji, senu i žitaricama
- Aflatoksin B1 (AFB1) - najsnažniji poznati prirodni kancerogen
- Drugi važni mikotoksini: Fumonizin B1 (FB1) i Ochratoksin A (OTA)



*Aspergillus flavus*

www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/mycotoxins; www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins Pristupljeno: 14.03.2023.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ DOI: 10.3390/microorganisms8101496

→ DOI: 10.3390/toxins13060399

### Mikotoksikoze - otkrivanje aflatok

- 1960-ih godina - nova bolest sa visokim mortalitetom identifikovana je u Engleskoj
- Čureća bolest „Iks”.
- 100.000 ćurki uginulo je nakon što su hranjene kontaminiranim brazilskim obrokom od kikirikija na farmi živine u Londonu.
- Vilijam Persi Blaunt - veterinarski naučnik razvio je efikasnu dijagnostičku uslugu bolesti peradi

### Uticaj promena na gljivične bolesti i mikotoksine

- Klima (temperatura, padavine i koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi) predstavlja ključnu pokretačku snagu poljoprivrednih ekosistema
- Klimatske promene mogu značajno uticati na kolonizaciju gljivica i proizvodnju mikotoksina.
- Klimatske promene mogu dovesti do neočekivanog povećanja/smanjenja kontaminacije useva mikotoksinima na polju i posle žetve.
- Klimatske promene mogu rezultirati promenama u biodiverzitetu gljiva i pojavom novih bolesti.



# Mikotoksini

- Mikotoksini ulaze u lanac ishrane kao rezultat infekcije useva pre ili posle žetve
- Izloženost mikotoksinima obično jedenjem kontaminirane hrane ili od životinja koje se hrane kontaminiranom hranom
- Često zahvaćeni usevi (*Aspergillus spp.*): žitarice (kukuruz, sirak, pšenica i pirinač), uljarice (soja, kikiriki, suncokret i seme pamuka), začini (čili paprika, crni biber, korijander, kurkuma i đumbir) i orasi (pistaći, badem, orah, kokos i brazilski orah). Toksini se mogu naći i u mleku životinja koje se hrane kontaminiranom hranom, u obliku aflatoksina M1.
- FAO procene: 25% globalnih uzoraka je kontaminirano



Izvor: pixabay.com (besplatne slike)

[www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins) Pristupljeno: 25.02.2023.  
DOI: 10.1080/10408398.2019.1658570

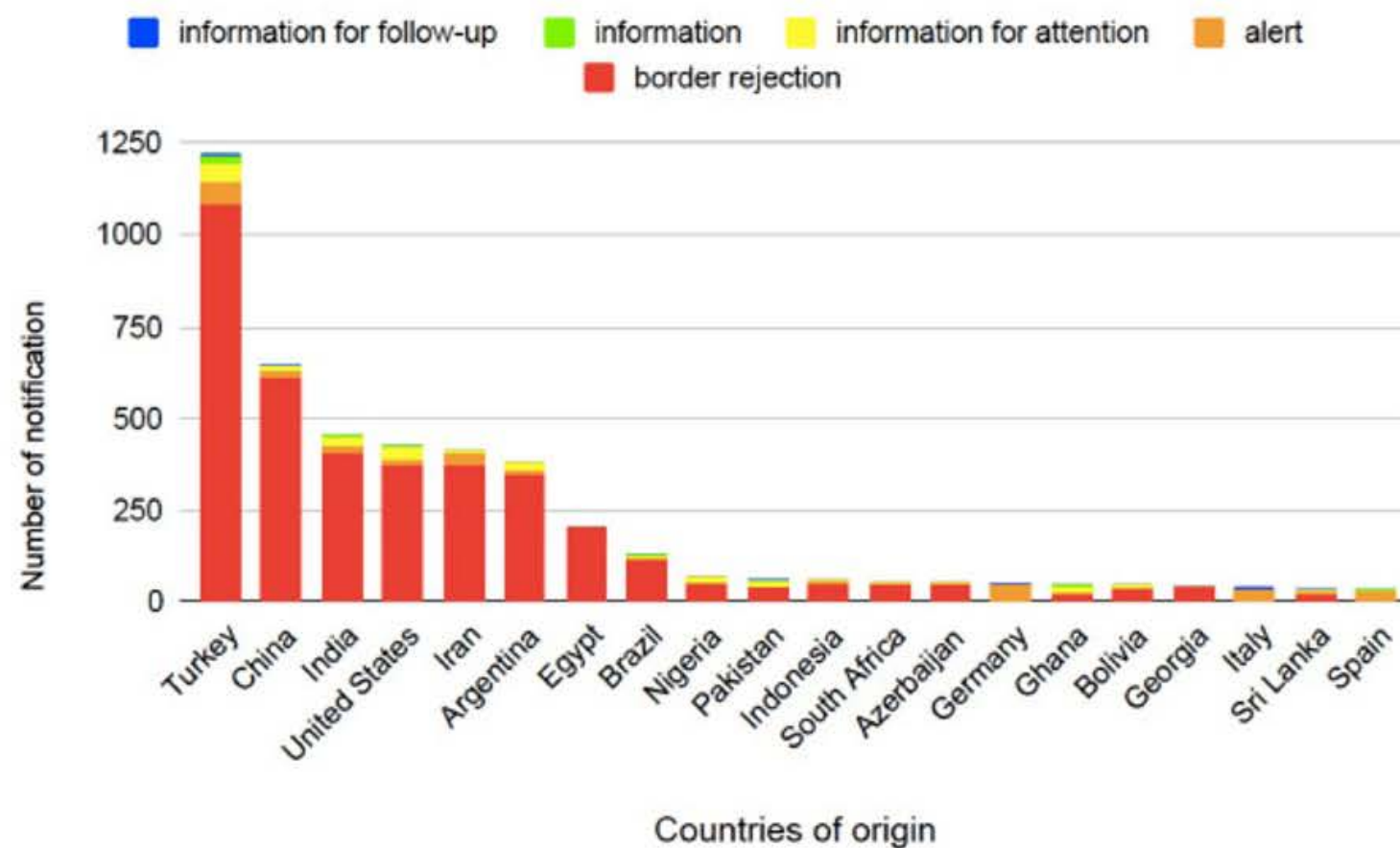
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](http://ec.europa.eu/erasmus-plus)

## Obaveštenja u vezi sa aflatoksinom - EU

Zemlje porekla obaveštenja u vezi sa aflatoksinima u hrani zasnovana na bazi podataka sistema brzog upozorenja Evropske unije (EU) za hranu i hranu za životinje (RASFF) od 1. januara 2009. do 27. juna 2019.



DOI: 10.3389/fmicb.2019.02908

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

# Uticaj mikotoksina na zdravlje ljudi

- Efekti: hepatotoksični, kancerogeni, teratogeni, imunosupresivni, nefrotoksični
- Mikotoksikoze se mogu manifestovati kao akutne ili hronične intoksikacije
- **Akutne** mikotoksikoze uzrokovane izlaganjem velikim količinama mikotoksina
- U prošlosti – uobičajeno čak i u zonama umerenih temperatura, izazivajući epidemije koje su opustošile čitave regione (za vreme gladi, buđava hrana)
- Danas, uglavnom u tropskim zemljama (Afrika, Azija) sa jednakom težinom i visokim mortalitetom
- Simptomi se pojavljuju brzo i, ako se izlaganje nastavi, ishod može biti fatalan.

ISBN: 9780124114715, 45-49.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



# Uticaj mikotoksina na zdravlje ljudi

- **Hronična** izloženost AF je povezana sa povećanim rizikom od ciroze i raka jetre.
- Oko 25.000–150.000 slučajeva raka jetre se godišnje pripisuje širom sveta izloženosti aflatoksinu.
- Aflatoksin može igrati uzročnu ulogu u do 1/3 svih globalnih slučajeva raka jetre.
- Većina slučajeva se javlja u subsaharskoj Africi, jugoistočnoj Aziji i Kini, gde stanovništvo pati od visoke prevalencije HBV-a i uglavnom nekontrolisane izloženosti aflatoksina u hrani.

ISBN: 9780124114715, 45-49.

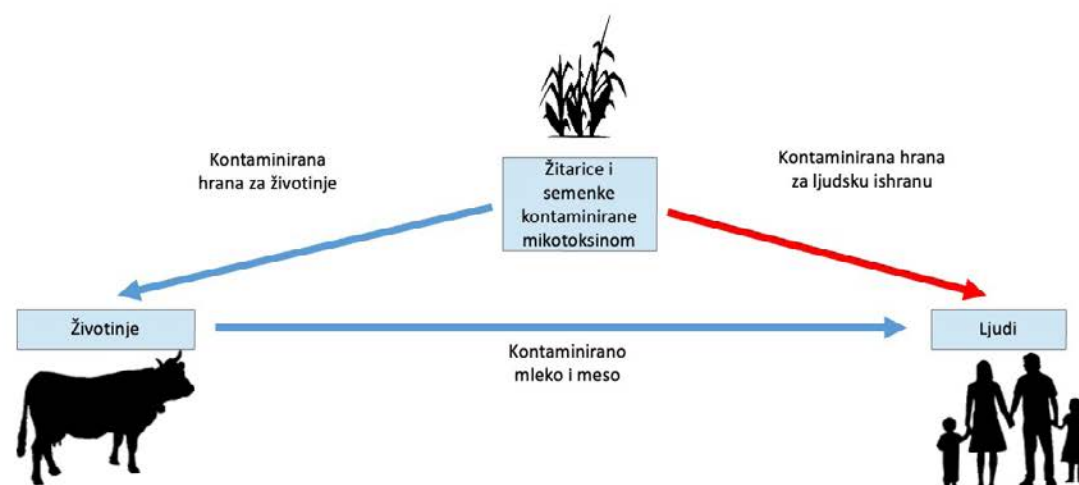
Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Indirektna izloženost ljudske populacije

- Kontaminirano mleko kod ljudi može povećati rizik od raka jetre



DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170  
DOI: 10.4103/0019-557X.96985

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Indirektna izloženost ljudske populacije

→ Ljudi mogu biti indirektno izloženi konzumiranjem prehrambenih proizvoda od životinja koje su hranjene hranom kontaminiranom aflatoksinom

→ Mleko

→ Jaja

→ Meso

→ Epidemiološke studije – konzumiranje kontaminiranog mleka povećava rizik od raka jetre kod ljudi

→ Aflatoksini – otporni na toplotu; razlažu se samo na  $> 200 - 300^{\circ}\text{C}$

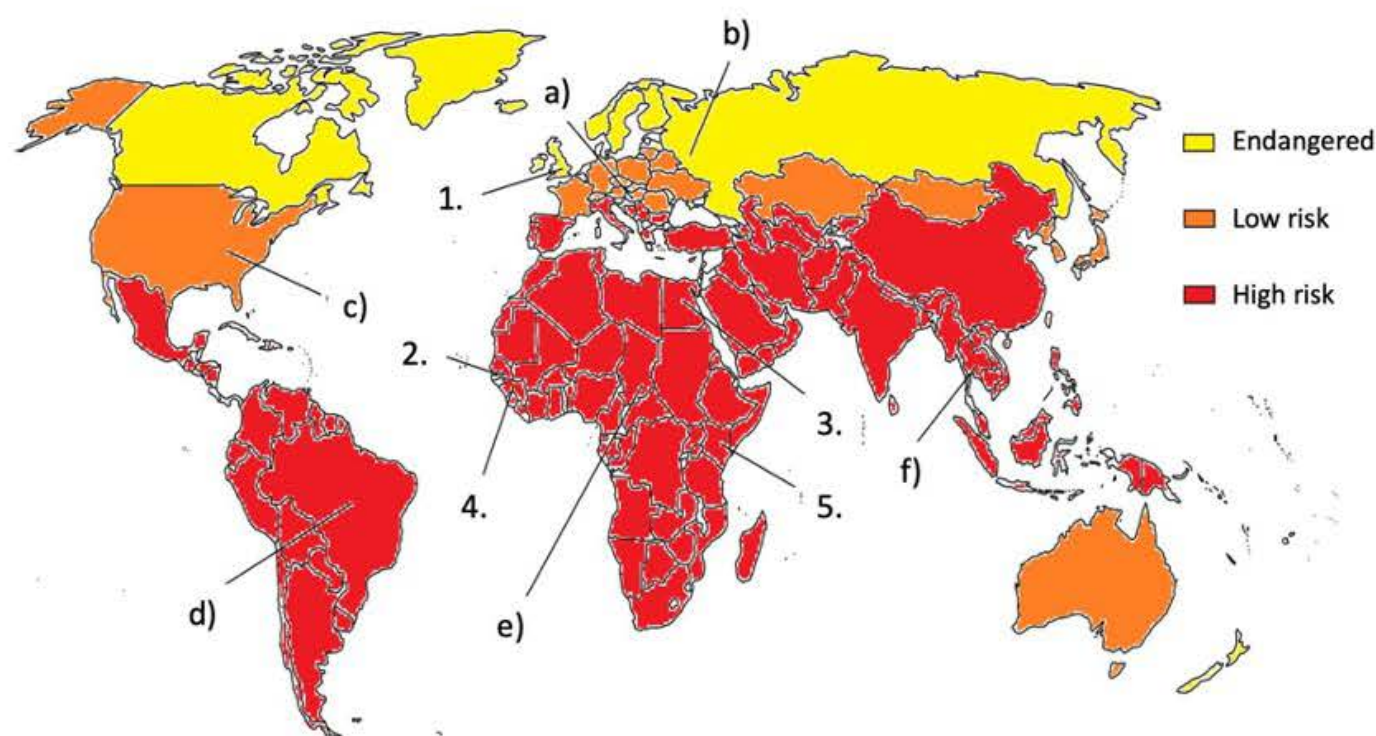
→ Pasterizacija ili ključanje mleka ne mogu zaštititi ljude od izlaganja AF

→ [DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170](https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02170)

→ [DOI: 10.4103/0019-557X.96985](https://doi.org/10.4103/0019-557X.96985)

# Formiranje mikotoksina i klimatske promene

- Uslovi okoline koji podstiču stvaranje mikotoksina: vlaga i visoka temperatura
- Mikotoksikoze - mnogo češće u tropskim nego u umerenim regionima
- Zbog klimatskih promena – vrste *Aspergillus* se stalno kreću na sever
- U tropskim zemljama, izazovi vezani za budućnost mogu biti pogoršani



ISBN: 9780124114715, 45-49.  
DOI: 10.3389/fmicb.2019.02908

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

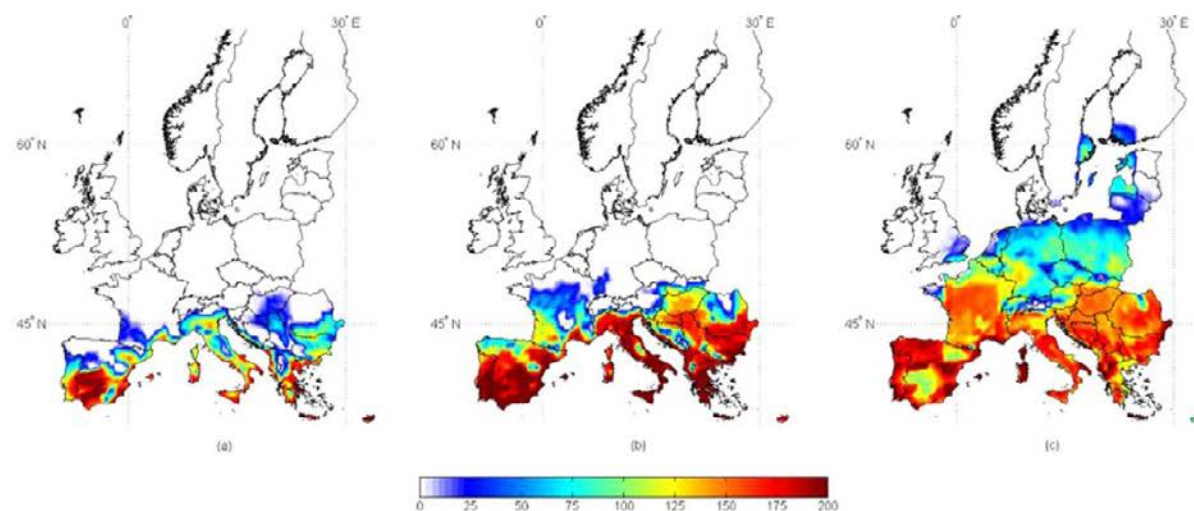
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



## Mikotoksini i scenariji klimatskih promena

Povećanje sa niske na srednju verovatnoću kontaminacije aflatoksinom je utvrđeno u scenariju od +2°C



DOI: 10.1038/srep24328

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

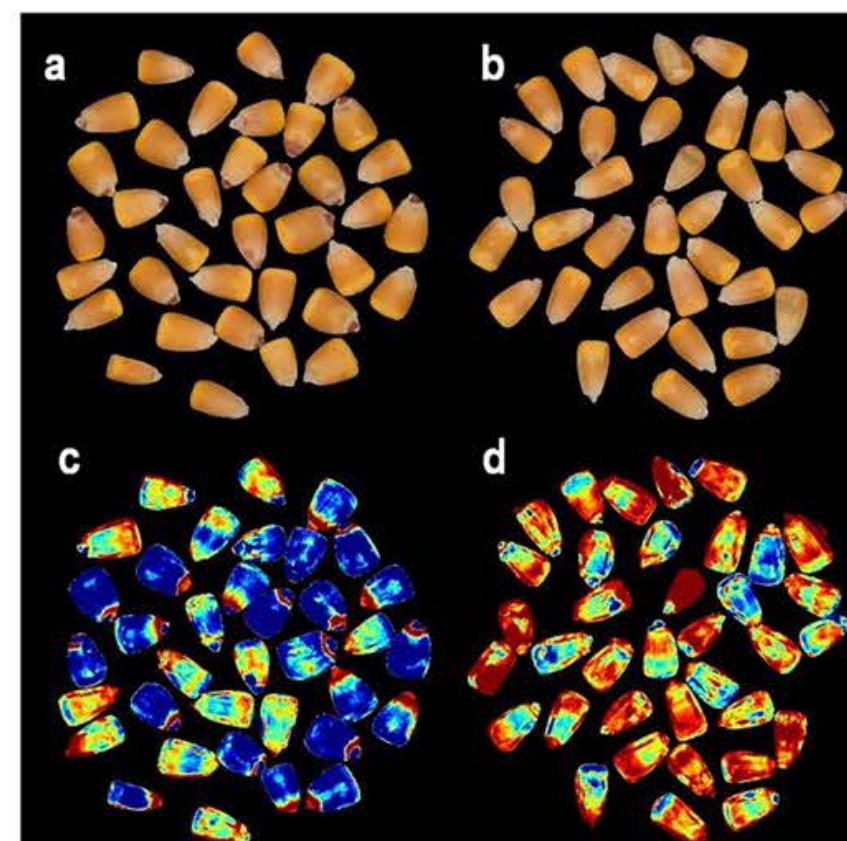
Određene gljive mogu nestati, dok se pojavljuju u novim regionima koji ranije nisu bili ugroženi

Studija modeliranja – značajno povećanje rizika od kontaminacije useva kukuruza aflatoksinima u severnoj Italiji i istočnoj Evropi u slučaju scenarija od +2°C i +5°C

U trenutnim klimatskim uslovima, evropske zemlje u kojima je kultivacija kukuruza uobičajena, odnosno u Rumuniji, Francuskoj, Mađarskoj i severoistočnoj Italiji (ukupno čine 60% ukupne proizvodnje u 2013. za 28 država članica EU, FAOStat, 2013. ), pokazuju malu verovatnoću pojave aflatoksina.

# Metode detekcije mikotoksina

- Aflatoksini se otkrivaju i identifikuju na osnovu njihovih apsorpcionih i emisijonih spektara
- Neki aflatoksini pokazuju plavu fluorescenciju, drugi zelenu fluorescenciju pod UV zračenjem
- Najčešće korišćene metode:
  - Tečna hromatografija visokih performansi (HPLC)
  - Masena spektroskopija tečnom hromatografijom (LCMS)
  - Enzimski imuno-sorbentni test (ELISA)
- Biosenzori i imunotestovi razvijeni za otkrivanje ultra tragova aflatoksina



sRGB slike (a, b) i odgovarajuće nCDA slike (c, d) *Zea mays* L. semena. (a, c – nekontaminirano; b, d AFB<sub>1</sub> – kontaminirana semena)

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170  
DOI: 10.1038/s41598-022-08352-4

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](http://ec.europa.eu/erasmus-plus)

# Inaktivacija / ekstrakcija mikotoksina

- Tretmani degradacije
  - Neki aflatoksini se uklanjaju tretmanom ozonom
- Metode mikrobne i enzimске razgradnje – preferirane zbog njihove ekološke prirode
  - *ex. Flavobacterium aurantiacum*,
  - *Rhodococcus* vrste;
  - Gljive kao što je *Pleurotus ostreatus* transformišu AFB1 u manje toksične oblike

DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



# Biološka kontrola mikotoksina

- Atoksigeni sojevi *A. Flavus* se koriste za izbacivanje toksigenih populacija gljiva
- *A. Flavus* sojevi su odobreni od strane US EPA i koriste se za prevenciju aflatoksina u kikirikiju, kukuruzu i pamučnom semenu
- Druge bakterije
  - *Bacillus subtilis*
  - *Lactobacillus spp.*
  - *Pseudomonas spp.*
  - *Ralstonia spp.*
  - *Burkholderia spp.*

DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

# Kontrolisanje i minimiziranje rizika od mikotoksina

- Dobra poljoprivredna praksa efikasno kontroliše infekciju A. Flavus na terenu:
  - Pravovremena sadnja
  - Obezbeđivanje adekvatne ishrane biljaka
  - Kontrolisanje korova
  - Plodored
- Efikasno sušenje robe i održavanje suvog stanja
- Pravilno skladištenje - efikasna mera protiv rasta buđi i proizvodnje mikotoksina (buđ ne raste u pravilno sušenoj i uskladištenoj hrani)
- Odlaganje kontaminiranih zaliha

DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170

Erasmus+ **Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

## Ključne poruke

- Kontrola klimatskih promena zahteva integrisane, održive intervencije na više nivoa, ali je teško postići konsenzus među zainteresovanim stranama sa različitim interesima zbog složenosti i tehničkog karaktera dokaza.
- Nauka/dokazi nisu dovoljni za usaglašenu akciju.
- Efikasna komunikacija je neophodna.



## Testirajte svoje znanje

- Koji su glavni mehanizmi koji povezuju klimatske promene sa povećanom incidencom raka?
- Koje vrste raka su potencijalno povezane sa klimatskim promenama?
- Kako klimatske promene mogu dovesti do povećane izloženosti UV zračenju i konačno povećane incidence raka kože?
- Kako klimatske promene mogu doprineti kontaminaciji prehrambenih proizvoda mikotoksinima?
- Koje su patologije uzročno povezane sa izloženošću mikotoksinima?
- Koje su prehrambene kulture koje su najčešće pogođene kontaminacijom mikotoksinima?
- Koje su osnovne strategije za kontrolu i ublažavanje rizika od izloženosti mikotoksinima?

## Literatura koju bi trebalo da pročitati

- Hiatt RA, Beyeler N. Cancer and climate change. *Lancet Oncol.* 2020 Nov;21(11):e519-e527. doi: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4
- Vineis P, Huybrechts I, Millett C, Weiderpass E. Climate change and cancer: converging policies. *Mol Oncol.* 2021 Mar;15(3):764-769. doi: 10.1002/1878-0261.12781
- Parker ER. The influence of climate change on skin cancer incidence - A review of the evidence. *Int J Womens Dermatol.* 2020 Jul 17;7(1):17-27. doi: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003.
- Perrone G, Ferrara M, Medina A, Pascale M, Magan N. Toxigenic Fungi and Mycotoxins in a Climate Change Scenario: Ecology, Genomics, Distribution, Prediction and Prevention of the Risk. *Microorganisms.* 2020 Sep 29;8(10):1496. doi: 10.3390/microorganisms8101496.
- Kumar P, Mahato DK, Kamle M, Mohanta TK, Kang SG. Aflatoxins: A Global Concern for Food Safety, Human Health and Their Management. *Front Microbiol.* 2017 Jan 17;7:2170. doi: 10.3389/fmicb.2016.02170.

# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta, Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg Emil  
Palade u Targu Murešu – Targu Mureš, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here





# Uticaj šumskih požara, suša, ekstremnih vremenskih pojava

# Ishodi učenja

Po uspešno završenom času, učenici će biti u stanju da:

- razumeju najrelevantnije ekstremne vremenske pojave i njihov najtipičniji uticaj na zdravlje
- razgovaraju o uticaju životne sredine koja utiče na zdravstveno stanje i dobrobit pojedinaca.
- procene efekte nedavnih pokretača globalnih promena koji se odnose na pojavu ekstremnih vremenskih događaja, dinamiku na lokalnom nivou i uticaj na evropske zemlje
- pregledaju i analiziraju trenutnu literaturu, koristeći onlajn interaktivne alate za održavanje ažurnog znanja o ekstremnim vremenskim pojavama pogoršanim klimatskim promenama
- razumeju i da procene zdravstvene rizike povezane sa ekstremnim vremenskim pojavama izazvanim klimatskim promenama

# Uvod

- Šumski požari, suše i ekstremni vremenski događaji direktne su posledice klimatskih promena. Ovi događaji mogu imati širok uticaj na životnu sredinu, ekonomiju i zdravlje ljudi.
- Ekstremni vremenski događaji, kao što su poplave, uragani i tornado, mogu prouzrokovati veliku štetu infrastrukturi, kućama i preduzećima, što dovodi do ekonomskih gubitaka i poremećaja. Pored toga, ovi događaji takođe mogu dovesti do povreda i smrtnih slučajeva.
- Direktni efekti ekstremnih vremenskih prilika na ljudsko zdravlje mogu uključivati izloženost elementima, uticaj na mentalno zdravlje, povrede tokom pokušaja bekstva, pa čak i smrt uzrokovanu vremenskim događajima. Ovi događaji i dalje izazivaju značajan ljudski morbiditet i smrtnost i negativno utiču na mentalno zdravlje i dobrobit.
- Klimatske promene su izazvale promene u učestalosti, intenzitetu i geografskoj distribuciji ekstremnih događaja i nastaviće da podstiču promene u budućnosti.



# Požar

Definicija: šumski požar je neplanirani požar koji gori u prirodnom području kao što je šuma, travnjak ili prerija. Šumski požari su često uzrokovani ljudskim aktivnostima ili prirodnim fenomenom kao što je munja i mogu se desiti u bilo kom trenutku i bilo gde.



Source: [https://www.who.int/health-topics/wildfires#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/wildfires#tab=tab_1)

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

U 50% zabeleženih požara ne zna se kako su nastali.

Rizik od šumskih požara se povećava u ekstremno sušnim uslovima, kao što je suša, i tokom jakih vetrova. Šumski požari mogu poremetiti transport, komunikacije, usluge električne energije i gasa i vodosnabdevanje.

Oni takođe dovode do pogoršanja kvaliteta vazduha i gubitka imovine, useva, resursa, životinja i ljudi.

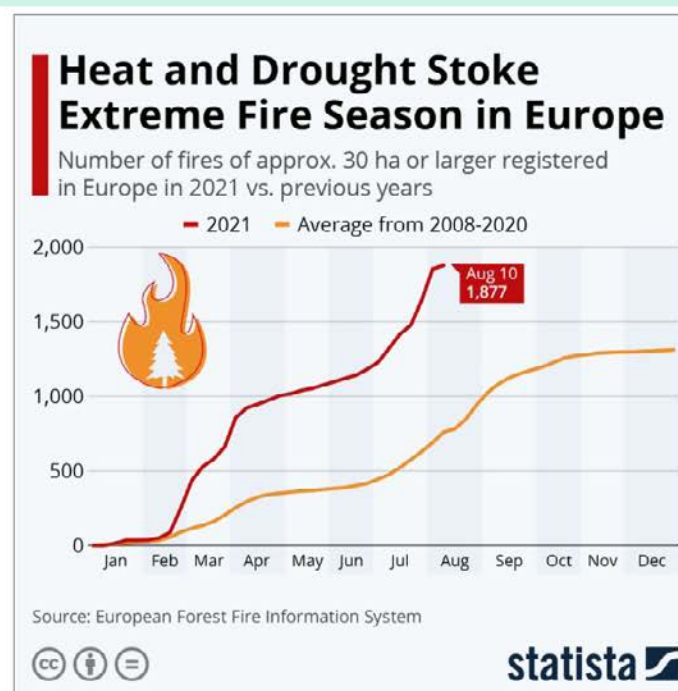
## Požar

Veličina i učestalost šumskih požara rastu zbog klimatskih promena.

Topliji i sušniji uslovi isušuju ekosisteme i povećavaju rizik od šumskih požara. Šumski požari takođe istovremeno utiču na vremenske prilike i klimu ispuštajući velike količine ugljen-dioksida, ugljen-monoksida i finih čestica u atmosferu.

Požar može izazvati niz zdravstvenih problema, uključujući

- opekotine i druge povrede;
- štetne uticaje na mentalno zdravlje i psihosocijalno blagostanje;
- zagađenje dimom.



Psihološki uticaji šumskih požara mogu biti dugotrajni i dalekosežni. Ljudi mogu doživeti

- depresiju,
- anksioznost,
- posttraumatski stresni poremećaj, i
- druge probleme sa mentalnim zdravljem zbog njihovih iskustava sa požarima.

Ljudi koji su iskusili požare mogu iskusiti simptome povezane sa traumom, kao što su

- teškoće sa spavanjem,
- flešbekovi,
- nametljive misli i hiperbudnost.

Strah od budućih požara i njihovog potencijalnog uništenja može biti izvor stalne nevolje. Poremećaj svakodnevnog života, gubitak zajednice i društvenih mreža i finansijski problemi izazvani požarom takođe mogu uzrokovati probleme mentalnog zdravlja.

### Opasnosti po zdravlje od šumskog požara - opekotine i druge povrede

Najčešća povreda izazvana požarima su opekotine. U većini slučajeva, ove povrede su opekotine drugog ili trećeg stepena. Zbog vanrednih okolnosti povrede, pacijentima sa opekotinama od šumskog požara mogu biti potrebne psihološke usluge i grupe podrške pored profesionalne nege za njihove opekotine.

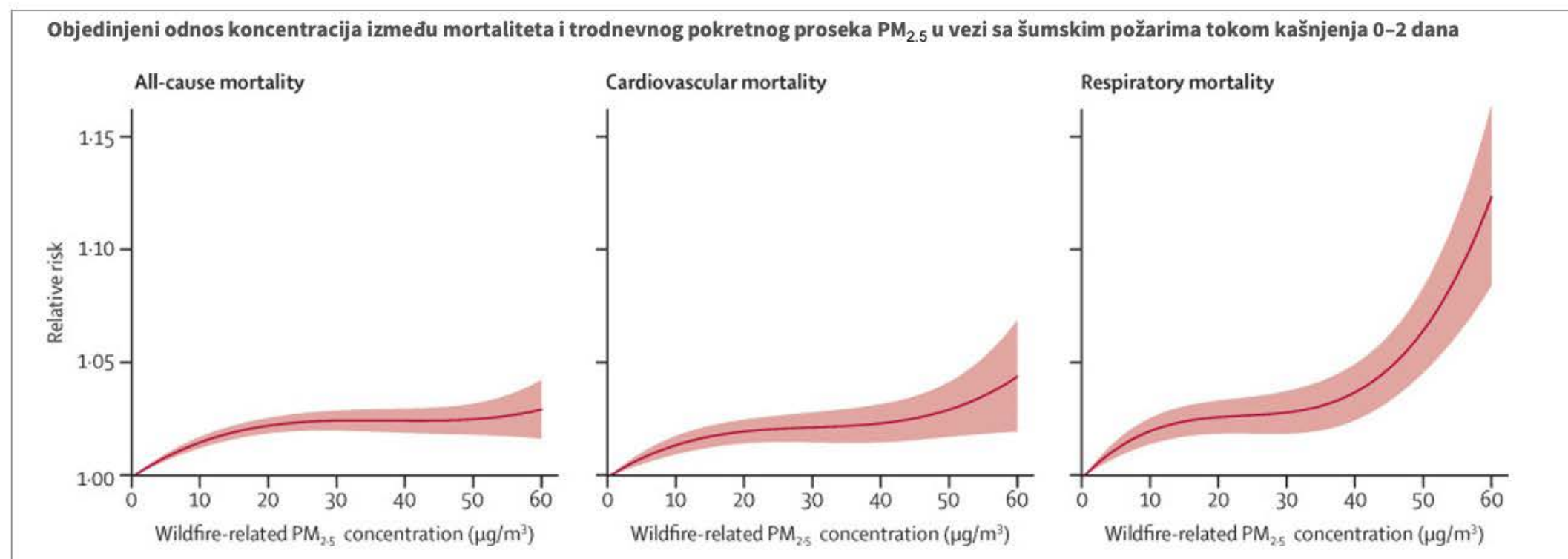
Druge česte povrede pored opekotina su

- iritacija očiju, nosa, grla i pluća
- smanjena funkcija pluća, uključujući kašalj i piskanje
- zapaljenje pluća, bronhitis, egzacerbacije astme i druge plućne bolesti
- pogoršanje kardiovaskularnih bolesti, kao što je srčana insuficijencija
- Šumski požari takođe ispuštaju značajne količine žive u vazduh, što može dovesti do oštećenja govora, sluha i hoda, slabosti mišića i problema sa vidom kod ljudi svih uzrasta.



# Opasnosti po zdravlje od šumskog požara – zagađenje dimom

Čen i njegove kolege analizirali su podatke o smrtnosti za 750 gradova u 43 zemlje 2021. godine i otkrili da zagađenje dimom od šumskih požara povećava smrtnost od svih uzroka, kardiovaskularnu i respiratornu smrtnost. Dakle, izloženost požaru i dimu može se tumačiti kao složen faktor smrtnosti.



Chen et al. 2021 The Lancet [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00200-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00200-X)

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Dim od šumskog požara je složena mešavina čestica (PM) i gasovitih zagađivača. Među raznim zagađivačima vazduha koje emituju šumski požari, fine čestice ( $PM_{2.5}$ ) predstavljaju veliku zabrinutost, pošto čestice ovog opsega veličine ulaze u pluća i dospevaju u alveole

gde male čestice mogu da se prebace kroz alveolarni epitel i uđu u cirkulaciju.

U poređenju sa  $PM_{2.5}$  iz urbanih izvora,  $PM_{2.5}$  povezan sa šumskim požarima ima tendenciju da bude toksičniji zbog svog hemijskog sastava i manje veličine čestica, i često je praćen zajedničkim izlaganjem drugim štetnim

faktorima životne sredine, posebno visokim temperaturama.



# Opasnosti po zdravlje od šumskog požara – zagađenje dimom

Moskva, Rusija, Jasenevo, ulica Aivazovskog.

Levo – 17. jun 2010, 20:22 Desno – 7. avgust 2010, 17:05



Извор: Акытава - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11114108>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)

## Suša

Suša je produženi sušni period u prirodnom klimatskom ciklusu koji se može pojaviti bilo gde u svetu. To je katastrofa sa sporim početkom koju karakteriše nedostatak padavina, što dovodi do nestašice vode. Suša može imati ozbiljan uticaj na zdravlje, poljoprivredu, privredu, energiju i životnu sredinu.



[https://www.who.int/health-topics/drought?gclid=Cj0KCQw-Ki8hCsARisAPztUF3i7KtKNNuckP5oh5gocw9gdNKGiWVniYf4UusHYc14JgM67TdfBQaAbIEALw\\_wcB&tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/drought?gclid=Cj0KCQw-Ki8hCsARisAPztUF3i7KtKNNuckP5oh5gocw9gdNKGiWVniYf4UusHYc14JgM67TdfBQaAbIEALw_wcB&tab=tab_1)

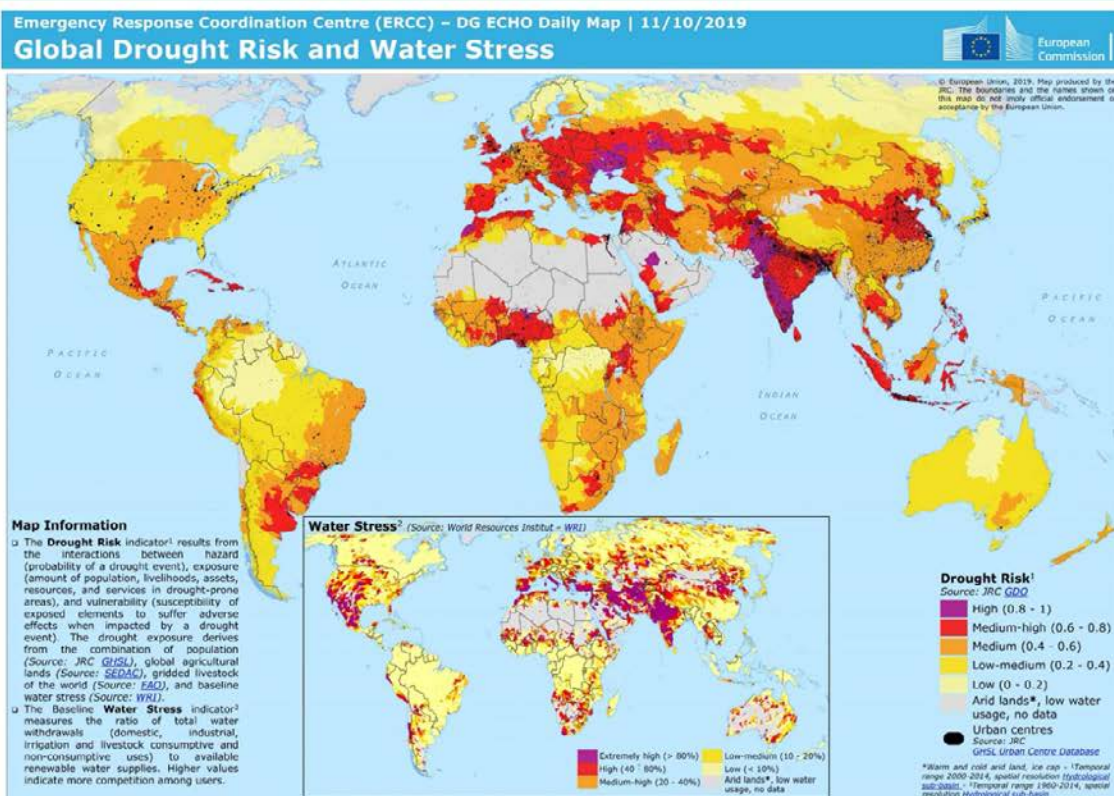
Erasmus+ Higher education

ref. 2021-ZHU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Rastuće temperature uzrokovane klimatskim promenama čine ionako suve regione sušnijim, a vlažne regione vlažnijim. U sušnim regionima, to znači da kada temperature porastu, voda brže isparava i samim tim povećava rizik od suše ili produžava periode suše.
- Procenjuje se da je 55 miliona ljudi širom sveta pogođeno sušama svake godine, i one su najozbiljnija opasnost za stoku i useve u skoro svakom delu sveta. Suša ugrožava egzistenciju ljudi, povećava rizik od bolesti i smrti i podstiče masovnu migraciju.
- Nedostatak vode utiče na 40% svetske populacije, a čak 700 miliona ljudi je u opasnosti da bude raseljeno zbog suše do 2030.



Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Novi zdravstveni rizici međunarodne klimatske migracije

Zajednice ciljnih zemalja mogu biti nespremljene da zadovolje potrebe novopridošlog stanovništva, što dovodi do prenaseljenosti, nedostatka resursa i društvenih tenzija:

- kod klimatskih migranata, prevalencija određenih bolesti (tuberkuloza, SIDA, druge) mogu biti umnožene više u zemlji porekla nego u zemlji domaćinu.
- određene bolesti nisu tipične za ciljne zemlje, tako da mogu postojati poteškoće u dijagnostici i lečenju takvih nepoznatih bolesti (npr. denga groznica, malarija, druge).
- ista bolest može pokazivati različite znakove i simptome, a to može uzrokovati poteškoće u dijagnosticiranju (npr. varicela kod crnaca)

Pored migracije izazvane sušom, nekoliko drugih događaja povezanih sa klimatskim promenama može naterati ljude da napuste svoja staništa. Prema statističkim podacima koje je objavio Centar za praćenje internog raseljenja, svake godine od 2008. godine, u proseku 26,4 miliona ljudi širom sveta bude prisilno raseljeno usled poplava, oluja sa vetrom, zemljotresa.

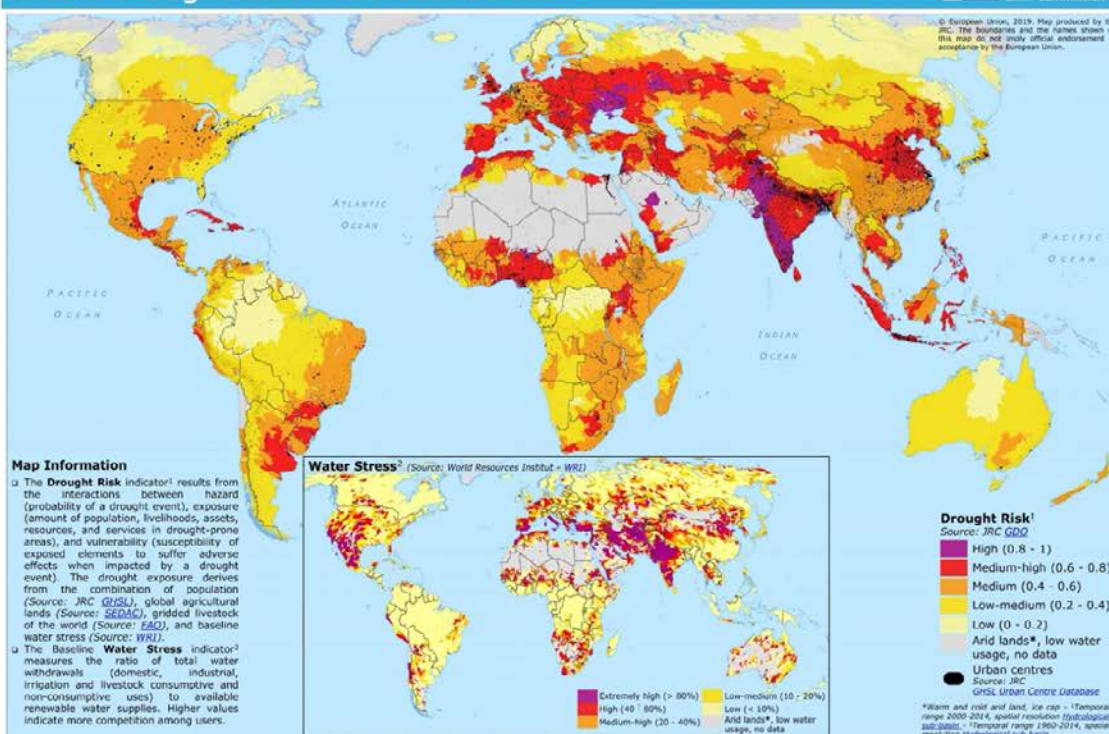
Danas većina raseljenih ljudi pronalazi novo mesto za život u zemlji, ali rizik od globalnog raseljavanja raste.

Međunarodne klimatske migracije mogu stvoriti ozbiljne rizike po javno zdravlje.

Pored migracije izazvane sušom, nekoliko drugih događaja povezanih sa klimatskim promenama može naterati ljude da napuste svoja staništa. Prema statističkim podacima koje je objavio Centar za praćenje internog raseljenja, svake godine od 2008. godine, u proseku 26,4 miliona ljudi širom sveta bude prisilno raseljeno usled poplava, oluja sa vetrom, zemljotresa.

Danas većina raseljenih ljudi pronalazi novo mesto za život u zemlji, ali rizik od globalnog raseljavanja raste. Međunarodne klimatske migracije mogu stvoriti ozbiljne rizike po javno zdravlje.





Klimatski migranti mogu stići sa lošim zdravstvenim stanjem zbog dugog i opasnog putovanja (npr. trgovina ljudima); iscrpljeni su, možda traumatizovani ili povređeni. Stoga je ciljna zemlja odgovorna da im obezbedi neophodne resurse i pomoć kako bi osigurala da dobiju zdravstvenu i drugu negu koja im je potrebna.

→ U slučaju migracije izazvane sušom, ljudi mogu biti primorani da se presele u nova područja zbog nedostatka vode i resursa hrane. Ovo se često dešava u sušnim ili polusušnim regionima, gde uslovi suše mogu dovesti do propadanja useva i gubitka mogućnosti za život.

→ Ljudi koji su primorani da se presele mogu doživeti značajne ekonomske i socijalne poremećaje. Migracija zbog suše značajno povećava izloženost opasnostima po životnu sredinu, prenaseljenosti i povećanom riziku od zaraznih bolesti.

→ Prisilna migracija može dovesti do problema sa mentalnim zdravljem zbog narušavanja porodičnih i društvenih odnosa, kao i gubitka poznavanja njihovog kućnog okruženja. Kao deo socijalne podrške, ključno je obezbediti da migranti zbog suše imaju pristup uslugama mentalnog zdravlja i drugim oblicima socijalne podrške.

# Suša – uticaji na zdravlje

- Suša uzrokuje nestašicu vode i hrane, što može uticati na životne šanse pogođene populacije i povećati rizik od bolesti i smrti.
- Suša može imati akutne i hronične posledice po zdravlje, uključujući:
  - pothranjenost zbog smanjene dostupnosti hrane, uključujući nedostatak mikronutrijenata, kao što je anemija zbog nedostatka gvožđa;
  - povećan rizik od zaraznih bolesti, kao što su kolera, dijareja i pneumonija, zbog akutne pothranjenosti, nedostatka vode i sanitarnih uslova i raseljavanja;
  - psihosocijalni stres i poremećaji mentalnog zdravlja;
  - poremećaj lokalnih zdravstvenih usluga zbog nedostatka vodosnabdevanja, gubitka kupovne moći, migracije i/ili zdravstvenih radnika koji su primorani da napuste lokalna područja.
- Ozbiljna suša takođe može uticati na kvalitet vazduha tako što povećava verovatnoću požara i prašnih oluja, povećavajući zdravstveni rizik kod ljudi koji su već pogođeni plućnim bolestima, poput astme ili hronične opstruktivne bolesti pluća (HOBP), ili sa srčanim oboljenjima.

[https://www.who.int/health-topics/drought?gclid=Cj0KCQjwu-KIBhCsARIsAPztUF3i7krKNNuckPiSoh5gocw9gdNKGiWNlyl4UusHYci4JgM67Tdf8QaAjbiEALw\\_wcB#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/drought?gclid=Cj0KCQjwu-KIBhCsARIsAPztUF3i7krKNNuckPiSoh5gocw9gdNKGiWNlyl4UusHYci4JgM67Tdf8QaAjbiEALw_wcB#tab=tab_1)

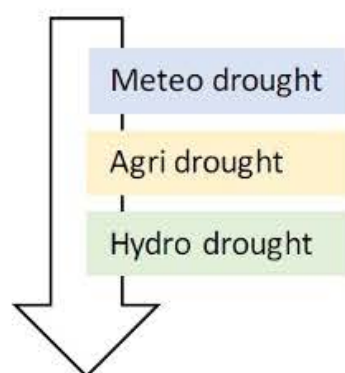
**Erasmus+ Higher education**  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**

 European  
Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](https://ec.europa.eu/erasmus-plus)



# Zdravstveni izazovi povezani sa sušom i potencijalne strategije prilagođavanja

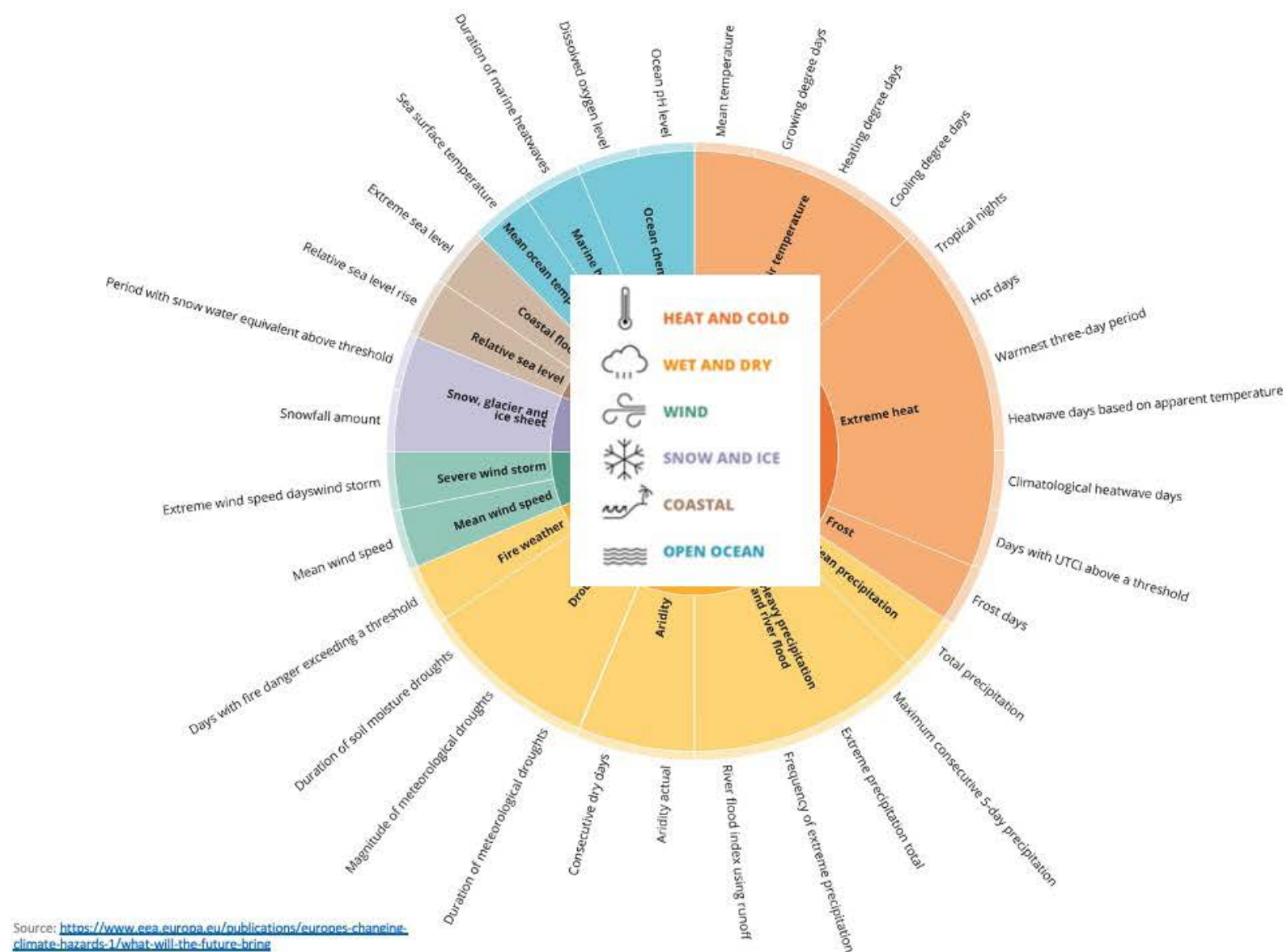


Pathways / controls	Potential interventions
Atmospheric pollution	Use of relationships between atmospheric patterns and weather extremes for prediction and early warning.
Occurrence of wildfires	Land use control including soil water content monitoring.
Food insecurity	Local interventions focused on increasing the nutritional diversity of agricultural systems.
Social isolation, altered community structures	Strengthening of community support and resources.
Impaired sanitation and hygiene	Construction/capacity increase/maintenance of water supply & sewage systems.
Water contamination	Educational activities on water saving and monitoring + systematic case reporting and communication.
Availability of aquatic habitats suitable for disease vectors	Wetland management (and surveillance systems for large-scale data collection).

*Beltrame et al. Understanding the pathways between drought and health across the WHO European Region - ludovica.beltrame@bristol.ac.uk*



# Ekstremni vremenski događaji

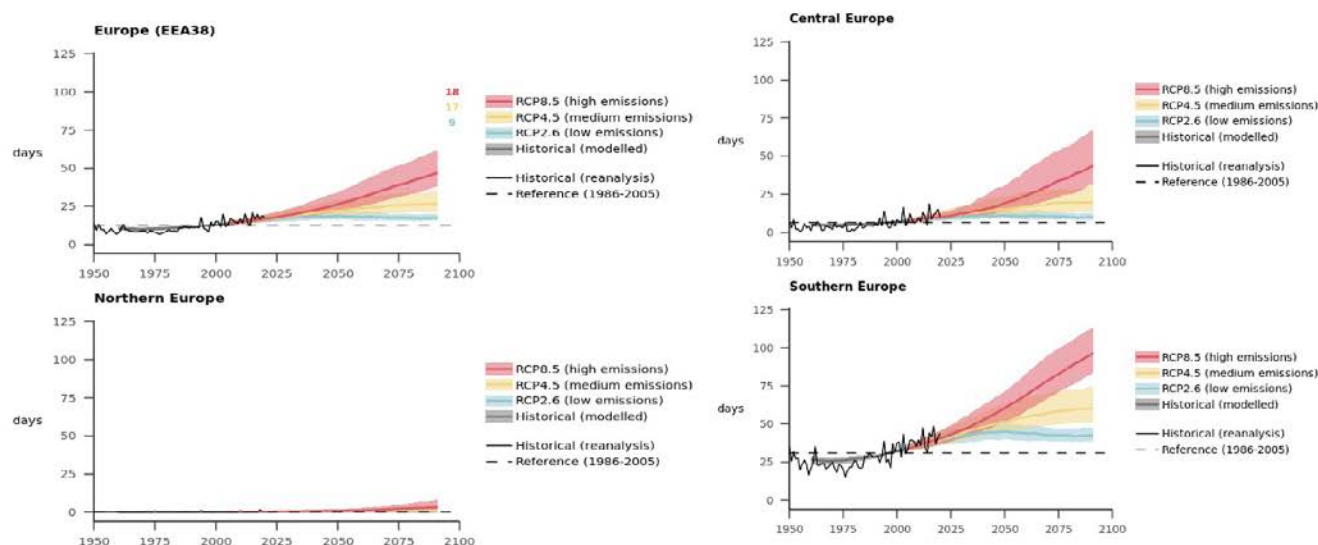


Source: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

## Reprezentativni put koncentracije (Representative Concentration Pathway-RCP)

- Reprezentativni put koncentracije (RCP) opisuje četiri različite putanje emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG) i atmosferskih koncentracija u 21. veku, emisija zagađivača vazduha i korišćenja zemljišta.
- Putevi opisuju različite klimatske budućnosti, od kojih se sve smatra mogućim u zavisnosti od obima GHG emitovanih u godinama koje dolaze. Svaki RCP predstavlja sledeće scenarije:
- RCP 2.6 – strogi scenario ublažavanja GHG
- RCP 4.5 i RCP 6.0 - srednji scenariji emisije GHG
- RCP 8.5 - najveći scenario emisije GHG

## Godišnji topli dani za kopneno područje Evrope i pod-regione



Source: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Srednja temperatura vazduha će biti u stalnom porastu širom Evrope. Kao rezultat, povećavaće se dani sa stepenom rasta i stepenom hlađenja, dok će se dani sa stepenom grejanja i dani sa mrazom smanjiti.

Očekuje se da će ekstremi vrućine rasti čak i brže od srednjih temperatura. Predviđa se da će se vlažni toplotni talasi, koji predstavljaju veliki rizik po ljudsko zdravlje, brzo povećati širom Evrope.

Predviđeno je da će do kraja veka Evropa kao celina i njena tri podregiona doživeti dalje zagrevanje između maksimalno 1,5 °C (scenario sa niskim emisijama - RCP 2,6) i 4,5 °C (scenario sa visokim emisijama - RCP 8.5).

Promene srednje sezonske temperature su direktno relevantne za mnoge sektorske primene, kao što su poljoprivreda, upravljanje šumama i ekosistemima i potrošnja energije.

Pored toga, povećanje srednje temperature zajedno sa povećanjem koncentracije CO<sub>2</sub> i relativne vlažnosti, može izazvati koroziju zgrada i infrastrukture izazvanu klimatskim promenama.

Ekstremne vrućine takođe utiču na transportnu i energetska infrastrukturu, poljoprivredu i biodiverzitet i povećavaju verovatnoću požara.

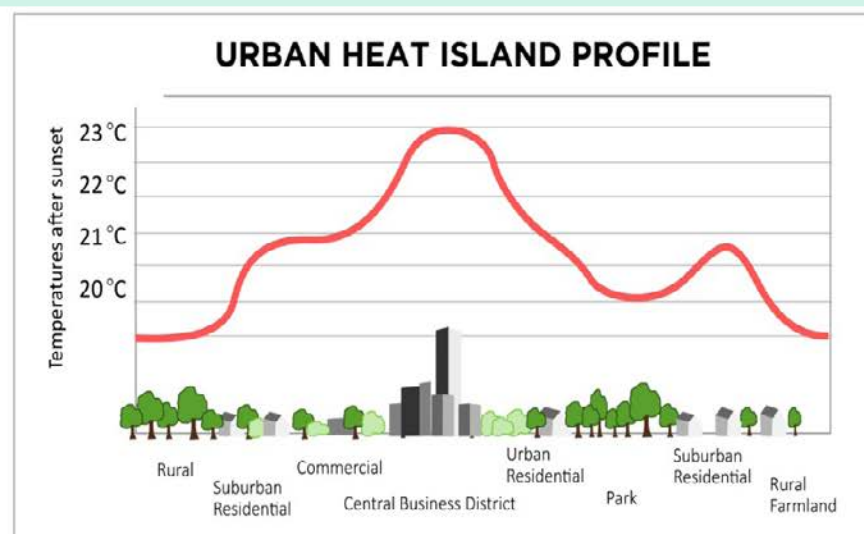
Urbana područja su posebno osetljiva na povećanje toplotnog stresa zbog efekta „urbanog toplotnog ostrva“.



## Urbano Toplotno Ostrvo

Urbano toplotno ostrvo je gradsko područje koje je znatno toplije od okolnih ruralnih područja.

Temperaturna razlika je obično veća noću nego tokom dana, a najočiglednija je kada su vetrovi slabi.



Извор: Краљевско метеоролошко друштво, УК, [www.metlink.org.uk/fineclimatology](http://www.metlink.org.uk/fineclimatology) ресурсице/урбан хеат ајленд интродукцион/

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](http://ec.europa.eu/erasmus-plus)

Površine koje je napravio čovek u urbanim sredinama imaju tendenciju da apsorbuju i ponovo emituju više toplote sunčeve svetlosti, što njihovu okolinu čini toplijom. Drugi izvor toplote su ljudske aktivnosti poput proizvodnje električne energije i korišćenja automobila i klima uređaja. Ovi uslovi doprinose nastanku urbanih toplotnih ostrva.

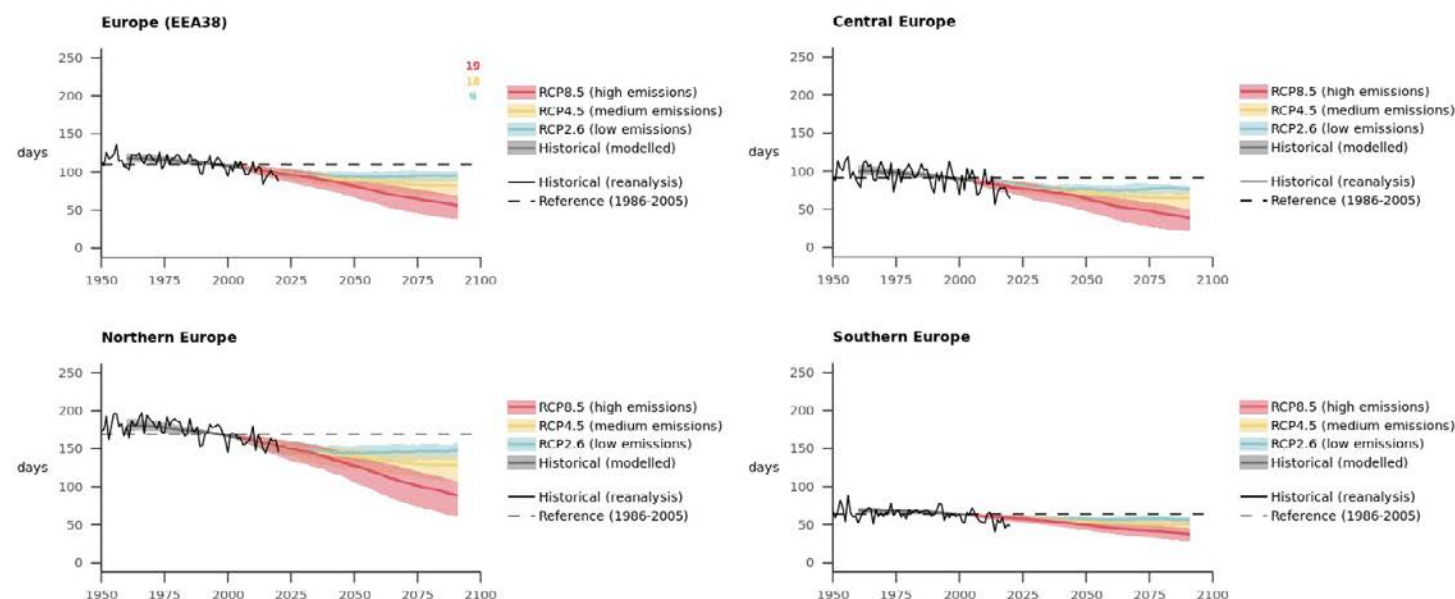
Urbana toplotna ostrva mogu predstavljati značajne zdravstvene rizike. Povećanjem temperature vazduha i intenziviranjem toplotnih talasa, oni mogu izazvati toplotni udar i toplotnu iscrpljenost, kao i druge bolesti, poput srčanog udara. Ovi zdravstveni uticaji se često osećaju nejednako, pri čemu zajednice sa niskim prihodima i manjinske zajednice

imaju tendenciju da žive u oblastima koje su podložnije ostrvima toplote.

Toplotna ostrva takođe mogu naštetiti životnoj sredini. Da bi se izborili sa višim temperaturama, automobili i zgrade troše više energije, što pogoršava zagađenje vazduha i doprinosi klimatskim promenama.

Najočigledniji način borbe protiv efekta urbanog toplotnog ostrva je ponovno uvođenje vegetacije. Gradovi mogu proširiti parkove, posaditi ulično drveće i postaviti „zelene krovove“ dizajnirane da zadrže biljni svet: prisustvo vegetacije može smanjiti temperaturu vazduha u blizini za oko 1,5 °C.

## Godišnji mrazni dani za kopneno područje Evrope i pod-regione



na sposobnost ugroženog stanovništva da ima pristup hrani.

Broj mraznih dana u Evropi se smanjio od 1980-ih, ali sa značajnom varijabilnošću iz godine u godinu.

Najbrži apsolutni pad zabeležen je u severnoj Evropi. Predviđa se da će se ovaj trend nastaviti tokom 21. veka, a očekuje se da će se broj mraznih dana smanjiti za oko polovinu tokom 21. veka prema scenariju visokih emisija (reprezentativni put koncentracije (RCP 8.5)).

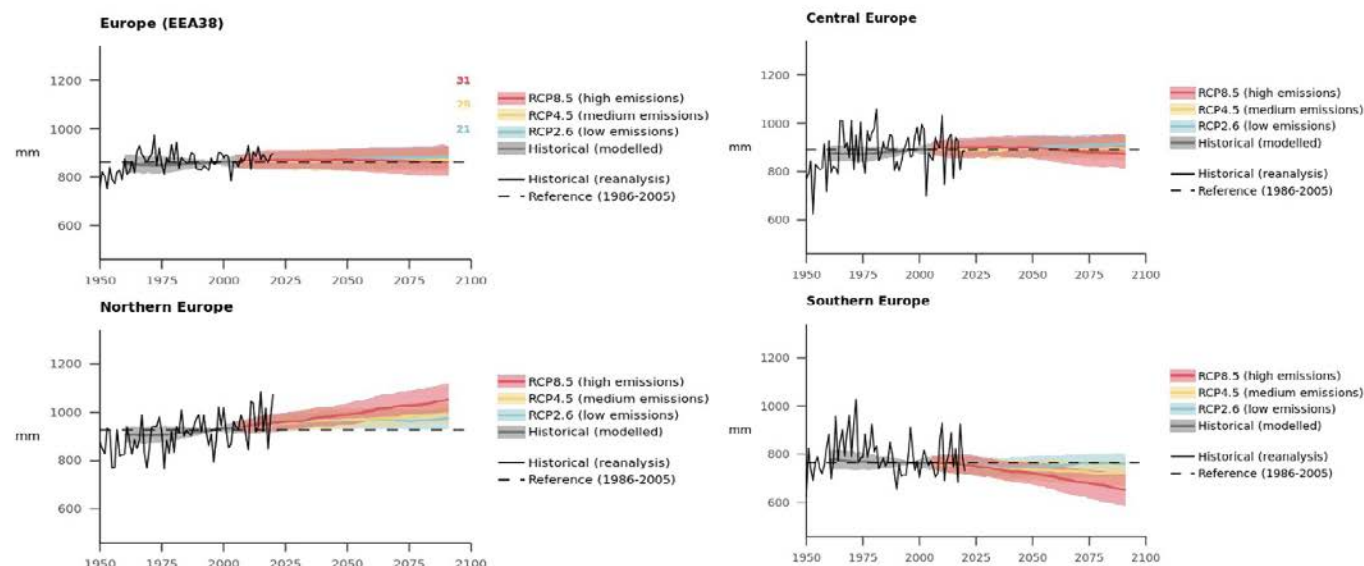
U Evropi, sektori voća i povrća su posebno pogođeni mrazom. Uprkos ukupnom smanjenju mraznih dana, raniji početak vegetacije mogao bi povećati rizik od oštećenja od mraza tokom vegetacije.

Vreme mraza može da utiče na sezonsku poljoprivredu i cikluse useva na iznenađujuće načine (npr. kasni prolećni mraz pre berbe može biti poguban za voćke, ali nekim usevima je potreban mraz tokom zime da bi se stimulisalo cvetanje).

Mraz može uticati na dostupnost svežih proizvoda, posebno voća i povrća koje je podložno oštećenju od niskih temperatura. Ovo može dovesti do smanjenja raznolikosti i nutritivnog kvaliteta ishrane, što može imati negativne uticaje na zdravlje.

Smanjeni prinosi useva i povećana potražnja za hranom zbog oštećenja useva od mraza mogu rezultirati višim cenama hrane, što može uticati

## Godišnje padavine za kopneno područje Evrope i pod-regione



Međutim, očekuje se češća pojava ekstremnih vlažnih događaja, poput bujičnih poplava.

Zbog uticaja klimatskih promena, očekuje se da će se projektovane promene godišnjih padavina značajno razlikovati u evropskim regionima i godišnjim dobima. U severnoj Evropi će verovatno porasti godišnje padavine i obilne padavine, a suše će biti sve ređe. Očekuju se mešovite promene za letnje padavine, poplave, suše i opasnosti od požara.

Centralna Evropa će verovatno imati manje letnjih padavina, ali i oštrije vremenske ekstreme (obilne padavine, poplave reka, suše i opasnost od požara), sa mešovitim promenama godišnjih padavina i sušnosti.

U južnoj Evropi se predviđa smanjenje godišnjih padavina i letnjih padavina, dok će se suše i opasnost od požara verovatno

povećati. Predviđaju se mešovite promene za obilne padavine i rečne poplave.

Godišnje padavine na panevropskom nivou pokazuju značajnu međugodišnju varijabilnost, ali se ne može uočiti značajan trend, ni u poslednjim decenijama ni u projekcijama.

Projekcije padavina tokom leta, koje su posebno važne za prirodne ekosisteme i poljoprivredu, ukazuju na smanjenje padavina u centralnoj Evropi, kao i u južnoj Evropi, dok se za severnu Evropu ne predviđa promena.

Očekuje se da će se zimske padavine povećati u severnoj i centralnoj Evropi, posebno prema scenariju visokih emisija (reprezentativni put koncentracije RCP 8.5).



## Bujične poplave

- Bujične poplave su rezultat relativno kratkih, intenzivnih naleta padavina, često usled jakih oluja sa grmljavinom. Mogu se pojaviti u skoro svim delovima sveta.
- Ove poplave takođe mogu dovesti do značajne materijalne štete i velikih društvenih poremećaja.



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Ljudi su često odneseni nakon što uđu u poplavne vode pešice ili u vozilima.

Bujične poplave mogu nastati u ruralnim područjima gde priroda terena i strmina tokova mogu dovesti do veoma brzog razvoja poplava.

Urbani razvoj u našim gradovima uvodi tvrde površine kao što su krovovi, putevi, prilazi i staze koje sprečavaju kišu da se upija u zemlju. To znači da više vode otiče nego što bi se prirodno dogodilo.

Mogu postojati značajni rizici od klizanja i saplitanja, ispod površine vode. Poplavne vode mogu sadržati oštre predmete, poput stakla ili metalnih fragmenata, koji mogu izazvati povrede i dovesti do infekcije.

Voda takođe može da sakrije opasnosti od saplitanja ili klizanja, jer prekriva površine kao što su kamenje, stepenice, ivičnjaci, korenje drveća, trava, blato ili drugi ostaci. Ako se voda brzo kreće, ove opasnosti mogu dovesti do ozbiljnih ubodnih rana, loma kostiju ili goreg.

Za vreme velikih poplava rizik od saobraćajnih nezgoda u urbanim i ruralnim sredinama je povećan.

## Urbane poplave – zdravstveni rizici

Nekoliko zaraznih bolesti, uključujući bolesti koje se prenose vodom, fekalno-oralne i gastrointestinalne bolesti, mogu se širiti kontaktom sa površinama kontaminiranim poplavnim vodama.

Verovatnoća bolesti se povećava kada poplavna voda sadrži fekalne materijale iz kanalizacionih sistema koji su prelivevi, ili sadrže poljoprivredni ili industrijski otpad.

U urbanim sredinama, poplavne vode sakupljaju potencijalno štetne materije sa puteva, fabrika, oluka i odvoda, uključujući naftu, kućnu hemiju i prenosi ih na ulice i gradske vodotoke.

Ova voda predstavlja rizik po ljudsko zdravlje jer može da sadrži toksine i patogene kao što su E. coli i virus koji izaziva hepatitis A.



Izvor: [www.galvnews.com/news/free/flash-flood-warning-ends-rain-to-continue/article\\_9d9f8462-c052-5c4a-9afe-4b3677c65221.html](http://www.galvnews.com/news/free/flash-flood-warning-ends-rain-to-continue/article_9d9f8462-c052-5c4a-9afe-4b3677c65221.html)

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
[ec.europa.eu/erasmus-plus](http://ec.europa.eu/erasmus-plus)

Takođe postoji povećan rizik od infekcija rana, dermatitisa, konjuktivitisa i infekcija uha, nosa i grla iz zagađenih voda.

Poplavne vode mogu sadržati oštre predmete, poput stakla ili metalnih fragmenata, koji mogu izazvati povrede i dovesti do infekcije.

Voda takođe može da sakrije opasnosti od saplitanja ili klizanja, jer prekriva kamenje, stepenice, ivičnjake, korenje drveća, travu, blato ili druge ostatke. Ako se voda brzo kreće, ove opasnosti mogu dovesti do ozbiljnih ubodnih rana, loma kostiju ili goreg.

U urbanim sredinama, poplavne vode sakupljaju potencijalno štetne materije sa puteva, fabrika, oluka i odvoda, uključujući

naftu, kućnu hemiju, i prenosi ih na ulice i gradske vodotoke. Ova voda predstavlja rizik po ljudsko zdravlje jer može da sadrži toksine i patogene kao što su E. coli i virus koji izaziva hepatitis A.

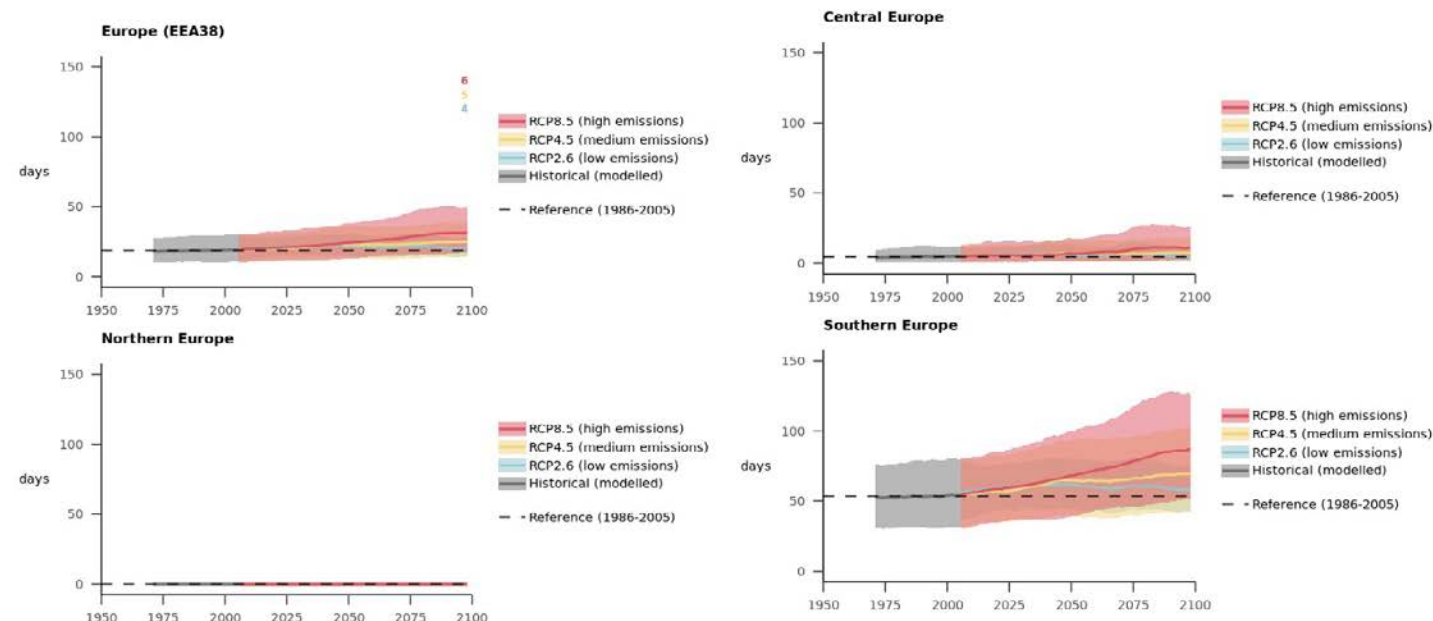
Takođe postoji povećan rizik od infekcija rana, dermatitisa, konjuktivitisa i infekcija uha, nosa i grla iz zagađenih voda.

# Sušni periodi

- Sušni periodi su najuporniji u južnoj Evropi sa trajanjem od skoro 40 dana, u poređenju sa oko 20 dana u severnoj i centralnoj Evropi.
- Maksimalni godišnji broj uzastopnih sušnih dana je skoro stabilan širom Evrope od 1980-ih.
- Projekcije sugerišu da neće biti promena sušnih perioda u severnoj Evropi, malih povećanja od oko 5 dana u centralnoj Evropi i većih povećanja od oko 15 dana u južnoj Evropi tokom 21. veka prema scenariju visokih emisija (reprezentativni put koncentracije (RCP) 8.5).
- Još veća povećanja su moguća u određenim delovima južne Evrope.



## Godišnji dani sa visokom opasnošću od požara (FWI vrednost > 30) za kopneno područje Evrope i podregije



Source: <https://www.eea.europa.eu/publications/europe-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Predviđeno je da će se godišnji broj dana sa visokom opasnošću od požara povećati u Evropi, pri čemu su scenariji viših emisija povezani sa većim povećanjem.

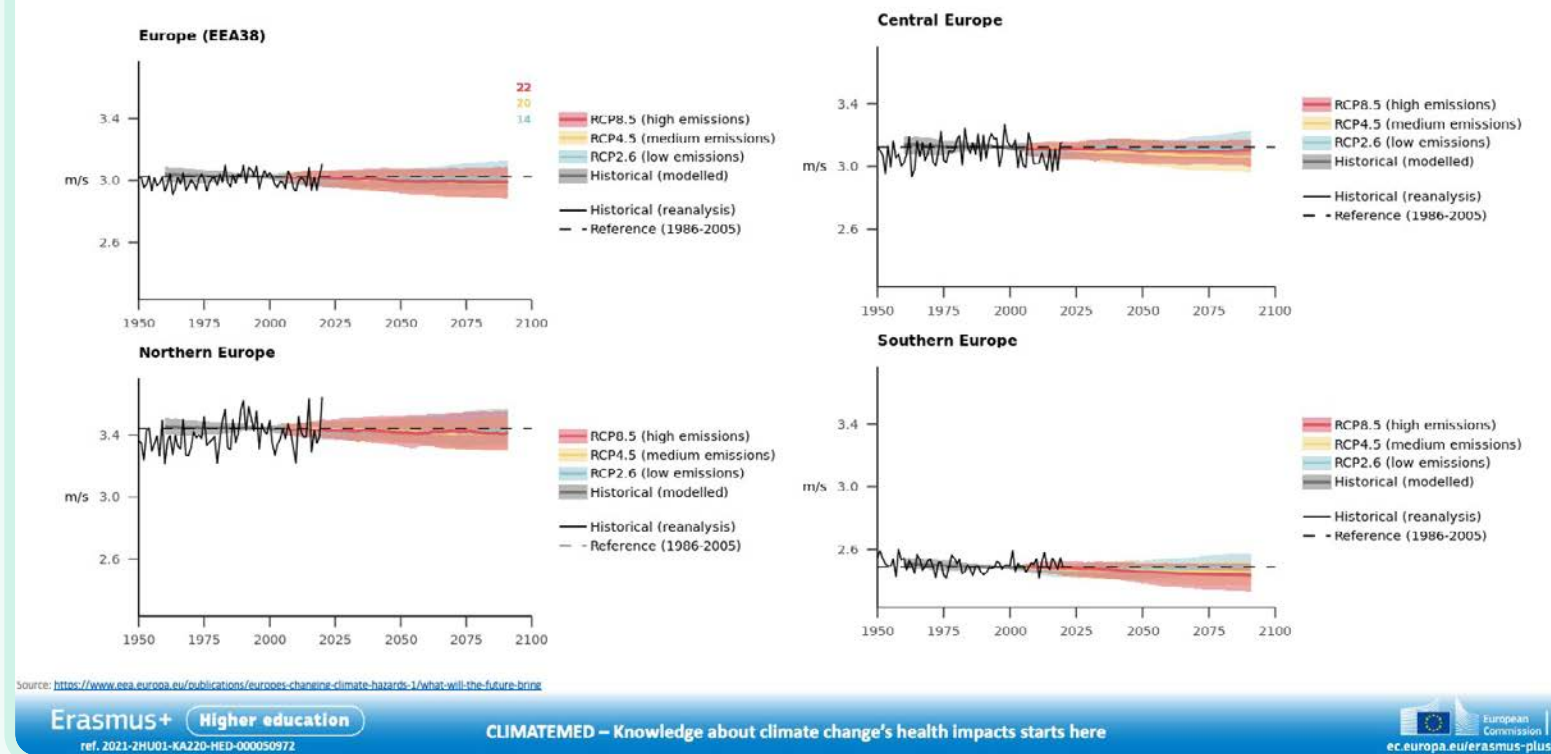
Ubedljivo najveće apsolutne vrednosti i najveća povećanja se predviđaju za južnu Evropu, ali se očekuje i povećanje u centralnoj Evropi.

Predviđa se da će vrednosti FWI u severnoj Evropi samo retko premašiti izabrani prag za visoku opasnost od požara, iako su se u ovom regionu nedavno dogodili veliki šumski požari.

Neizvesnost u budućim projekcijama za ovaj indeks je veća nego za većinu drugih indeksa, što odražava složeno izračunavanje ovog

indeksa koje uključuje razmatranje nekoliko suštinskih klimatskih varijabli.

## Godišnja srednja brzina vetra za kopneno područje Evrope i pod-regione



Srednja brzina vetra je posebno relevantan indikator za sektor energije vetra, jer čak i male promene mogu imati značajne efekte na proizvodnju obnovljive energije i industrije i stanovništvo koje zavise od toga.

Srednja godišnja brzina vetra je generalno veća u severnoj Evropi i duž obala nego u južnoj Evropi i unutrašnjosti.

Klimatski modeli predviđaju relativno male promene srednje brzine vetra. Predviđa se da će se intenzitet oluje povećati širom Evrope, ali se predviđa da će se promene u učestalosti razlikovati po regionima. Šesti izveštaj o proceni Međuvladine komisije za klimatske promene sugeriše da će se brzine vetra verovatno smanjiti u južnoj i severnoj Evropi.

# Sneg i led

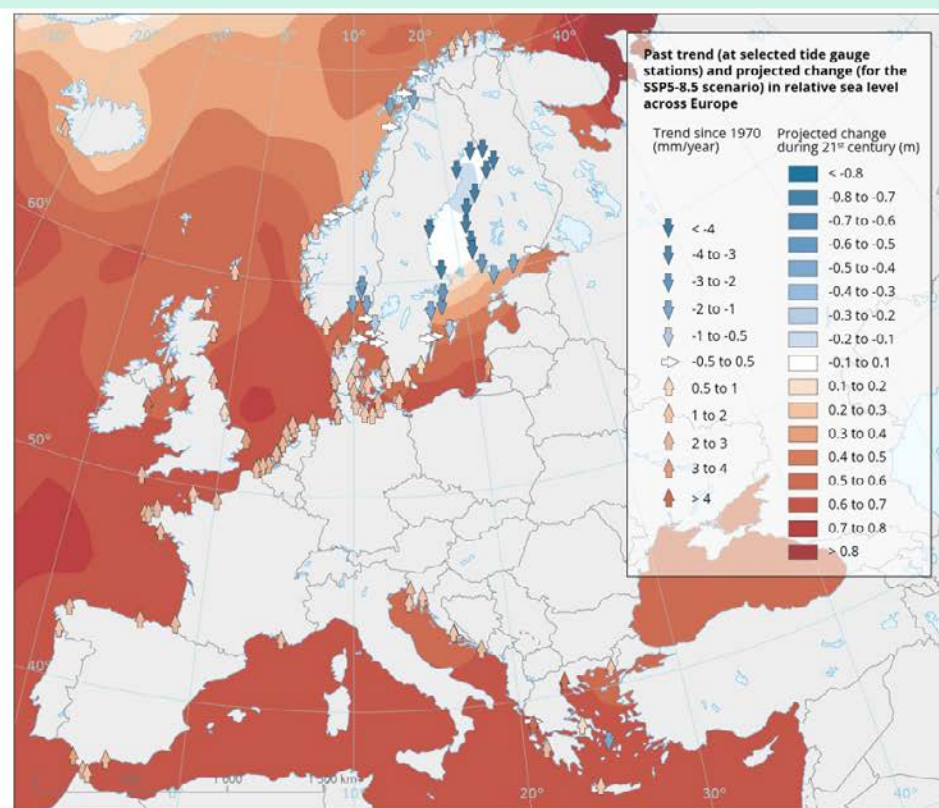
- Godišnje snežne padavine i obim snežnog pokrivača generalno su se smanjili širom Evrope, posebno na nižim nadmorskim visinama.
- Predviđa se da će se snežne padavine značajno smanjiti u budućnosti u centralnoj i južnoj Evropi, gde bi mogle skoro da nestanu u mnogim regionima na niskim nadmorskim visinama.
- Snežne sezone su uglavnom postale kraće u severnoj, zapadnoj i istočnoj Evropi kao rezultat ranijeg topljenja snega u proleće.
- Predviđa se da će se dužina snežne sezone značajno smanjiti u budućnosti, sa smanjenjem za više od 100 dana do kraja veka u nekim regionima.



## Prošli trendovi i projektovane promene u relativnim nivoima mora širom Evrope

Strelice pokazuju trendove relativnog nivoa mora na odabranim evropskim mernim stanicama od 1970. godine. Boje pozadine pokazuju medijanu projekcija modela evropske promene nivoa mora za 2081-2100 za scenario visokih emisija (RCP 8.5).

Source: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>



Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

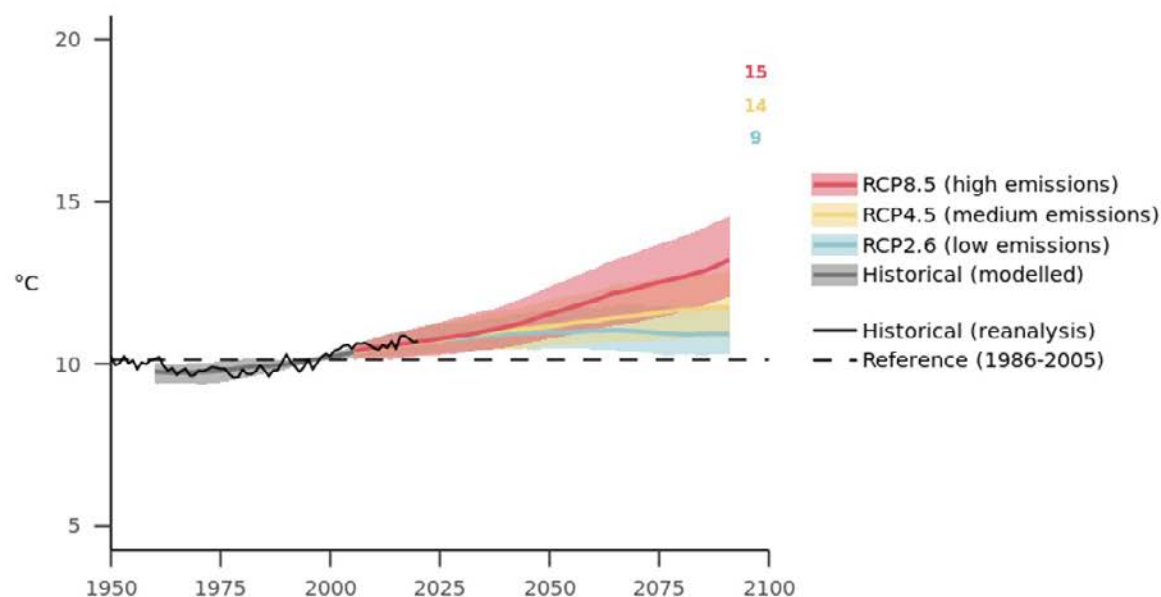
Više od jedne trećine evropskog stanovništva živi u primorskim regionima. Nisko ležeće zemlje, ostrva i zajednice iz iskustva znaju da je porast nivoa mora veliki klimatski rizik.

Sve ovo je ključno ne samo za planiranje obale, upravljanje i zaštitu ekosistema, već i za sprovođenje mera zaštite saobraćajne, energetske i druge infrastrukture.

Viši relativni nivoi mora i odgovarajući olujni udari ugrožavaju imovinu, infrastrukturu i živote. Oni mogu dovesti do erozije obale i učiniti površinske i podzemne vode neupotrebljivim kroz prodor slane vode, sa negativnim efektima na poljoprivredu i priobalne i kopnene ekosisteme.

Na lokalni porast nivoa mora mogu snažno uticati ljudske aktivnosti, kao što su vađenje podzemnih voda ili sabijanje tla iz zgrada.

## Temperatura površine mora



Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Predviđa se da će temperatura površine mora porasti u svim evropskim regionalnim morima, sa povezanim povećanjem morskih toplotnih talasa.

Promene temperature okeana mogu imati široko rasprostranjene efekte na morske vrste i biodiverzitet, sa direktnim i indirektnim uticajem na prirodne i ljudske aktivnosti, od usluga ekosistema do ribarske industrije. Više temperature površine okeana mogu povećati vodenu paru u atmosferi, što utiče na vremenske prilike i na moru i na kopnu.

Zagrevanje okeana u obalnim oblastima može izazvati cvetanje algi i izbijanje bakterija, što može biti opasno po morski život, zdravlje ljudi i

industrije koje se oslanjaju na turizam, ribarstvo itd.

Očekuje se i da će evropska mora postati kiselija.

## Ključne poruke

- Sa porastom učestalosti i intenziteta ekstremnih vremenskih pojava, važno je da ih shvatimo ozbiljno.
- Ignorisanje ovih događaja može dovesti do razornih posledica po pojedince, zajednice i životnu sredinu.
- Od ključne je važnosti da ostanete informisani o vremenskim prilikama i da se pridržavate upozorenja lokalnih vlasti.
- Preduzimanjem proaktivnih mera kao što je priprema kompleta za hitne slučajeve i planova evakuacije, možemo minimizirati uticaj ekstremnih vremenskih prilika i zaštititi sebe i druge pojedince.



## Testirajte svoje znanje

1. Navedite pet opasnosti po zdravlje od šumskog požara.
2. Šta znači „Urbano toplotno ostrvo“?
3. Koje su tipične opasnosti od bujičnih poplava i urbanih poplava?
4. Kakva je veza između različitih nivoa emisija GHG i uticaja životne sredine na zdravlje?
5. Objasnite korelaciju između različitih nivoa emisija GHG i njihovog uticaja na zdravlje životne sredine.
6. Ukratko sumirajte zdravstvene izazove u vezi sa sušom i sve potencijalne strategije za prilagođavanje ovim izazovima.
7. Koje vrste uticaja na životnu sredinu se smatraju ekstremnim vremenskim pojavama?

## Preporučeno čitanje

Filho et al. (2022) Handling the health impacts of extreme climate events <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00621-3>

EEA (2022) Climate change as a threat to health and well-being in Europe: focus on heat and infectious diseases <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-on-health>

WHO (2011) Public Health Advice on Preventing Health Effects of Heat <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-EURO-2011-2510-42266-58691>

Chen et al. (2021) Mortality risk attributable to wildfire-related PM2.5 pollution: a global time series study in 749 locations DOI:[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00200-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00200-X)

What will the future bring when it comes to climate hazards? <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg Emil  
Palade u Targu Murešu – Targu Mureš, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here





# Ozelenjavanje zdravstvenog sistema, adaptacija, nejednakosti

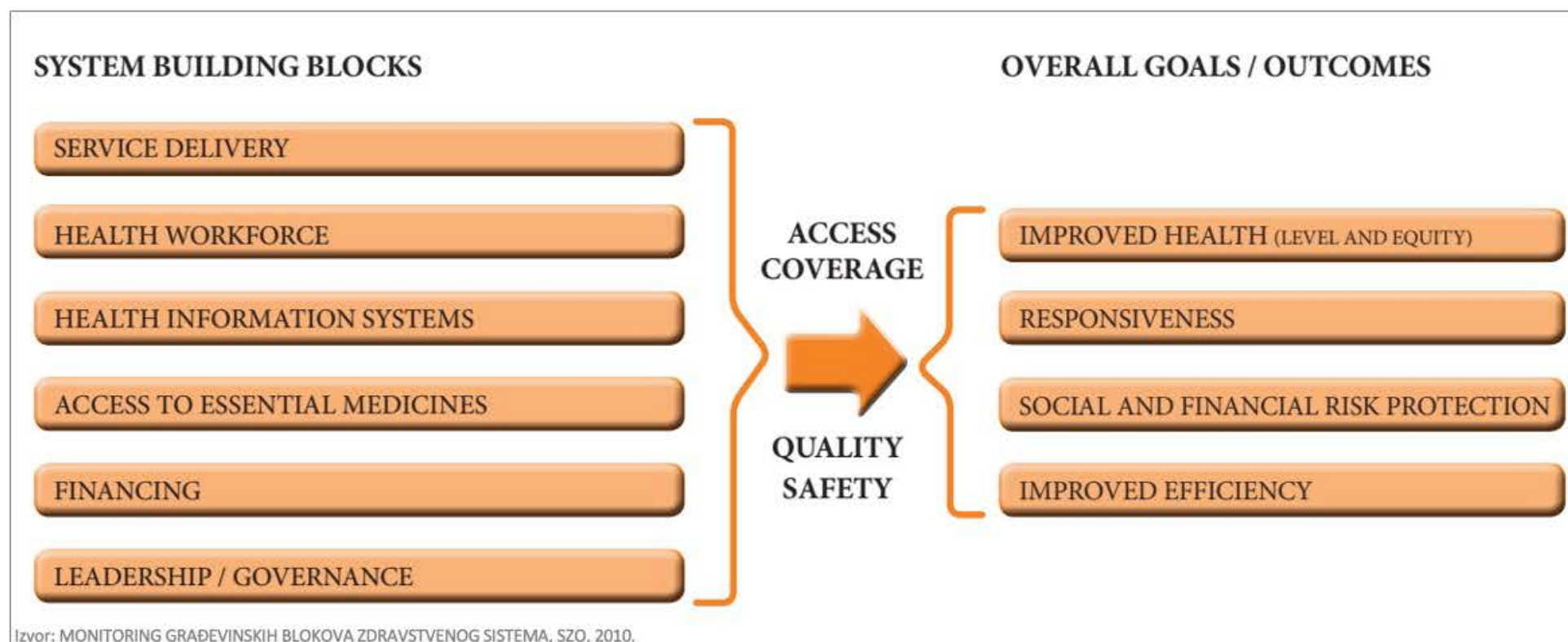
# Ishodi učenja

Po uspešno završenom času učenici će biti u stanju da:

- shvate definiciju ugljeničnog otiska, prilagođavanja, otpornosti, klimatske pravde
- diskutuju o obrazloženju zelenih sistema zdravstvene zaštite i potrebi da se smanji ugljenični otisak zdravstvenih sistema
- identifikuju determinante ranjivosti u kontekstu uticaja klimatskih promena na zdravlje
- pregledaju i analiziraju trenutnu literaturu, koristeći onlajn interaktivne alate za održavanje ažurnog znanja o zdravstvenim nejednakostima izazvanim klimatskim promenama

# Zdravstveni sistem

SZO definiše zdravstveni sektor kao sve organizacije, institucije i resurse koji su posvećeni zdravstvenim aktivnostima.



Zdravstvena aktivnost se definiše kao svaki napor, bilo da se radi o ličnoj zdravstvenoj zaštiti, javnoj zdravstvenoj službi ili međusektorskoj inicijativi, čija je primarna svrha unapređenje zdravlja.



# Obrazloženje ozelenjavanja zdravstvenog sistema

Klimatske promene suočavaju zdravstveni sektor sa dvostrukim izazovom:

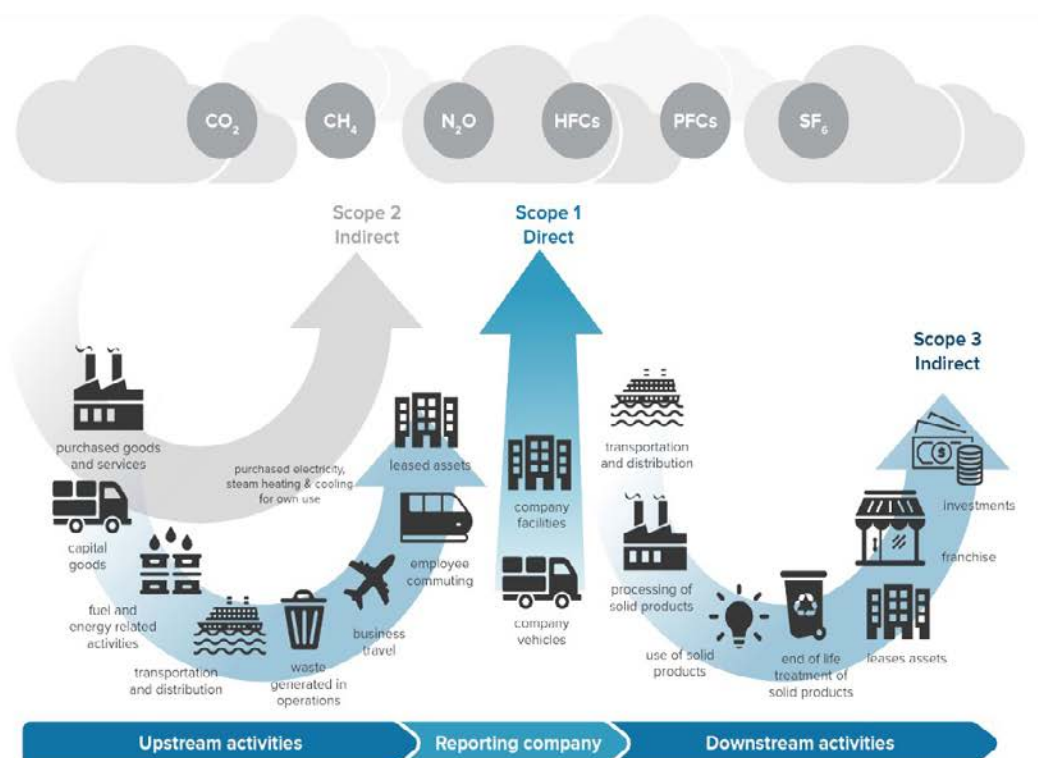
- Nagomilani klimatski uticaji stavljaju povećan teret na pružanje usluga koje su već pod stresom u zdravstvenim sistemima u mnogim regionima sveta.
- Istovremeno, Pariski sporazum zahteva brzo smanjenje emisije gasova staklene bašte (GHG) u svim sektorima globalne ekonomije kako bi ostalo znatno ispod ciljanih 2 °C.
- U sektoru zdravstva, kao iu drugim uslužnim sektorima uopšte, direktne emisije su relativno niske u poređenju sa drugim sektorima.
- Emisije duž lanca snabdevanja, izazvane kupovinom dobara i usluga od strane zdravstvenog sektora, mogu, međutim, da predstavljaju značajan deo nacionalnog CO<sub>2</sub> otiska.

## GHG izvori i aktivnosti

**Obim 1:** Direktne emisije gasova staklene bašte (GHG) iz direktnih izvora tokom proizvodnje električne energije

**Obim 2:** Indirektne emisije gasova staklene bašte (GHG) koje potiču od kupljene električne energije, grejanja i hlađenja

**Obim 3:** Sve ostale indirektne emisije gasova staklene bašte (GHG) koje nastaju u lancu vrednosti organizacije (npr. transport, putovanja, otpad, kupovina materijala).



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

ISBN 978-1-56973-772-6

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Definicije izvora gasova sa efektom staklene bašte i aktivnosti duž lanca vrednosti po obimima za razne sektore

Obim 1: Direktne emisije gasova staklene bašte (GHG) iz direktnih izvora tokom proizvodnje električne energije

- Proizvodnja električne energije, toplote ili pare (emisije su rezultat sagorevanja goriva u stacionarnim izvorima)
- Fizička ili hemijska obrada (emisija je rezultat proizvodnje ili obrade hemikalija i materijala)
- Prevoz materijala, proizvoda, otpada i zaposlenih (emisije su rezultat sagorevanja goriva u transportnom sagorevanju u

vlasništvu kompanije/kontrolisanim sagorevanjem)

- Fugitivne emisije (emisije su rezultat namernog ili nenamernog ispuštanja, npr. curenje opreme iz spojeva, zaptivki, pakovanja; emisije metana iz rudnika uglja)

Obim 2: Indirektne emisije gasova staklene bašte (GHG) koje potiču od kupljene električne energije, grejanja i hlađenja

- Ove emisije su indirektne: proizvodi ih treća strana, kao što je komunalno preduzeće, ali se smatraju direktnim emisijama za organizaciju koja izveštava, jer su rezultat njene potrošnje električne ili toplotne energije.

→ Potrebno je znati da emisije iz Obima 2 ne uključuju emisije povezane sa proizvodnjom kupljene električne energije, toplote ili pare. Ove emisije su uračunate u Obim 1 (direktne emisije) ako organizacija generiše svoju energiju ili u Obim 3 (indirektne emisije) ako ih generiše spoljni dobavljač organizacije.

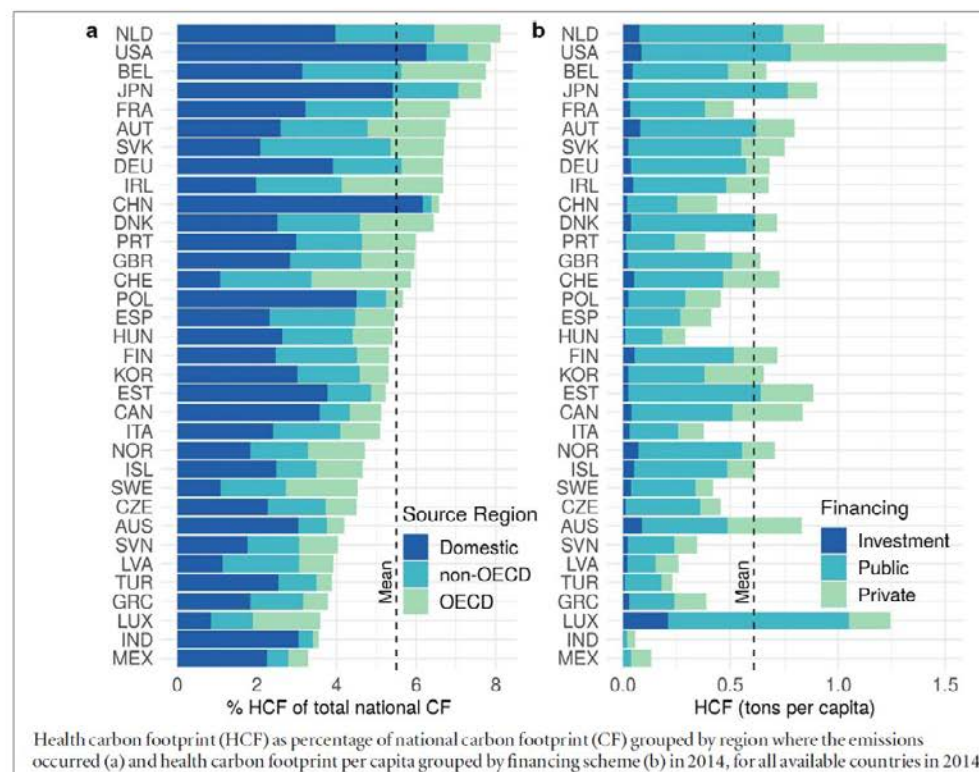
Obim 3: Sve ostale indirektne emisije gasova staklene bašte (GHG) koje nastaju u lancu vrednosti organizacije (npr. transport, putovanja, otpad, kupovina materijala).

→ Ove emisije su indirektne: koje se javljaju u lancu vrednosti organizacije, ali nisu direktno u vlasništvu ili pod kontrolom organizacije.

→ Obuhvata širok spektar aktivnosti i izvora koji se javljaju u lancu pre ili posle poslovanja organizacije, uključujući aktivnosti kao što su kupljena dobra i usluge, transport i distribucija, odlaganje otpada, putovanja zaposlenih na posao, poslovna putovanja i korišćenje i odlaganje prodatih proizvoda.

## Ugljenični otisci zdravstvenih sistema

Izračunavanje ugljeničnog otiska omogućava organizacijama da razumeju uticaj svojih aktivnosti na životnu sredinu i identifikuju oblasti za smanjenje emisija.



upotrebe i odlaganja dobara i usluga koje sektor troši.

### Ugljenični otisci zdravstvenih sistema

Globalni zdravstveni sektor imao je ugljenični otisak od 2,0 2.0GtCO<sub>2</sub>e u 2014. godini, što je ekvivalentno 4,4% globalnih neto emisija.

Ugljenični otisak je ukupna količina gasova sa efektom staklene bašte (GHG) koji nastaju u određenoj delatnosti (npr. proizvodnja, prerada i maloprodaja robe široke potrošnje i pružanje usluga).

Ugljenični otisak uzima u obzir ne samo direktne emisije (Obim 1) već i indirektne emisije (Obim 2 i Obim 3) povezane sa celokupnim životnim ciklusom proizvoda, usluga i aktivnosti.

Ona služi kao osnova za donošenje informisanih odluka za ublažavanje klimatskih promena.

Da je zdravstveni sistem država, bio bi peti najveći emiter na planeti.

Emisije koje potiču direktno iz zdravstvenih ustanova (Obim 1) čine 17% svetskog otiska sektora.

Indirektne emisije od kupljene električne energije, pare, hlađenja i grejanja (Obim 2) čine još 12%.

Većina emisija zdravstvenih sistema (71%) dolazi iz onoga što je poznato kao Obim 3, i prvenstveno proizilazi iz lanca snabdevanja zdravstvene zaštite – proizvodnje, transporta,



## Smanjenje ugljeničnih otisaka zdravstvenih sistema

Ugljenični otisak se može smanjiti upotrebom odgovarajuće tehnologije sa niskim sadržajem ugljenika za negu kao što su:

- projektovanje i izgradnja zgrada sa niskim emisijama ugljenika ili neto nultim emisijama;
- ulaganje u obnovljive izvore energije i energetske efikasnost;
- klimatski pametne tehnologije hlađenja;
- održivo upravljanje otpadom, vodom i transportom;
- minimiziranje upotrebe anestetičkih gasova sa visokim potencijalom globalnog zagrevanja;
- decentralizovani modeli nege (npr. telemedicina);
- izgradnja otpornijih i zdravijih zajednica.
- drugo.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

### Decentralizacija – korak napred ka održivoj zdravstvenoj zaštiti

Decentralizovani model zdravstvenog sistema omogućava veću fleksibilnost u pružanju nege: umesto da se oslanja na centralizovan sistem koji možda neće biti u stanju da brzo odgovori na promenljive potrebe, zdravstveni radnici mogu da se prilagode jedinstvenim izazovima svojih zajednica i pacijenata.

Lokalni pružaoci zdravstvenih usluga mogu bolje razumeti specifične zdravstvene rizike povezane sa klimatskim promenama u njihovoj oblasti i u skladu sa tim prilagoditi intervencije i usluge. Ovo omogućava ciljne odgovore za rešavanje jedinstvenih izazova i ranjivosti sa kojima se suočavaju različite zajednice.

Na ovaj način se mogu smanjiti nepotrebne ili retko korišćene usluge i povezana infrastruktura, a može se povećati efikasnost zdravstvenih beneficija.

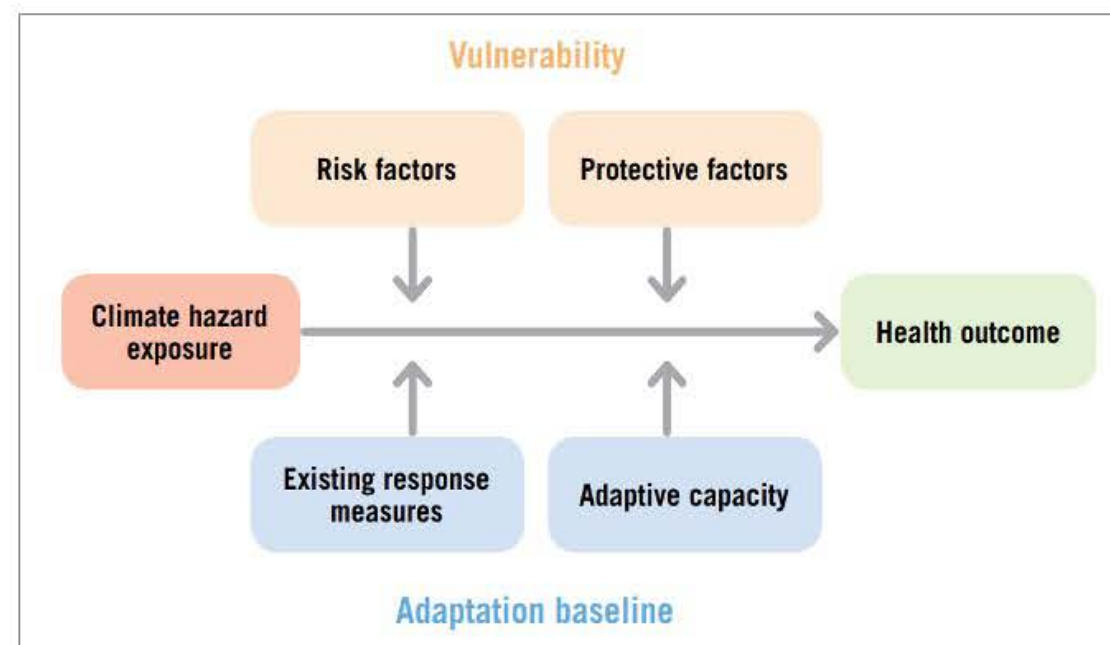
## Zdravstvene nejednakosti

- Zdravstvene nejednakosti su razlike u zdravstvenom statusu između grupa ljudi koje su važne, nepravedne, nepotrebne, sistematske i koje se mogu izbjeći razumnim sredstvima.
- Ove razlike su povezane sa društvenim, ekonomskim i ekološkim uslovima u kojima se ljudi rađaju, rastu, žive, rade i stare, a često su povezane sa širim nejednakostima i oblicima diskriminacije u društvu, kao što su rasizam i seksizam, kao i ekonomske neravnoteže.
- Klimatske promene su u interakciji sa postojećim društvenim determinantama zdravlja, kao što su siromaštvo, diskriminacija i nejednak pristup resursima. Ovi faktori stvaraju efekat složenosti, čineći ranjivu populaciju još podložnijom zdravstvenim uticajima klimatskih promena.

# Ranjivost

Definisanje ranjivosti u kontekstu uticaja klimatskih promena na zdravlje je da se sagledaju populacije koje su posebno podložne

- efektima ekstremnih vremenskih pojava (kao što su stariji ili oni sa već postojećim zdravstvenim stanjima);
- uticaju klimatskih promena na bezbednost hrane i vode, što može nesrazmerno da utiče na zajednice sa niskim prihodima i pogorša zdravstvene disparitete;
- specifični regioni za vektorske zarazne bolesti kao što su malarija i denga groznica mogu se povećati kako temperatura raste i obrasci padavina se menjaju;
- druge moguće dimenzije klimatskih promena.



Smernice za zaštitu zdravlja od klimatskih promena kroz planiranje zdravstvene adaptacije, SZO, 2014

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

Različite kategorije informacija moraju se kombinovati u konceptualni okvir indikatora kako bi se pružile informacije o uzročnom putu rizika i zaštitnim faktorima koji dovode od izloženosti štetnim efektima na zdravlje.

Osnovni i ciljni indikatori mogu se izvući iz ovih kategorija informacija. Rezultati će biti

informativni o tome koje su podpopulacije ranjive i gde se nalaze, kao i o rasponu opcija prilagođavanja relevantnih za smanjenje krajnjeg tereta bolesti.

Razumevanje ovih različitih dimenzija ranjivosti je od suštinskog značaja za razvoj efikasnih

strategija za ublažavanje uticaja klimatskih promena na zdravlje.



Primer zdravstvene ugroženosti u kontekstu klimatskih promena:

## **Starije osobe su pod povećanim rizikom od toplijih leta i toplotnih talasa**

- Stariji ljudi su osetljiviji na toplotu zbog slabije termoregulacije i zbog drugih zdravstvenih stanja.
- Takođe je veća verovatnoća da su im prepisani lekovi, od kojih su neki povezani sa povećanim rizikom od smrti izazvane toplotom.
- Adaptivni kapacitet starijih može biti ograničen izolacijom ili nedostatkom informacija, mobilnosti ili samostalnosti.
- Nedostatak samostalnosti, kao i nedostatak svesti i pripremljenosti osoblja za negu, mogu, na primer, da spreče ili ometaju prilagođavanje ponašanja i druge adaptacije u stambenim ili staračkim domovima.
- Usklađenost navedenih faktora naglašava ranjivost starijih ljudi.

Primer zdravstvene ugroženosti u kontekstu klimatskih promena:

## Starije osobe su pod povećanim rizikom od izlaganja polenu

- Polen je jedan od ključnih faktora u razvoju astme, koji može izazvati upalu disajnih puteva, kašalj i poteškoće pri disanju kod ljudi čiji je imuni sistem postao preosetljiv na okidače poput polena.
- Klimatske promene mogu uticati na proizvodnju i distribuciju polena: toplije temperature mogu produžiti sezonu polena i dovesti do pojave novih izvora polena kako se biljne vrste menjaju usled zagrevanja.
- Stariji ljudi sa astmom imaju pet puta veći rizik od smrtnosti od astme u poređenju sa mlađim osobama. Stariji ljudi sa astmom takođe često doživljavaju druge neželjene ishode i često imaju komorbiditete kao što su kardiovaskularne bolesti.

**Primer zdravstvene ugroženosti u kontekstu klimatskih promena:**

## **Povećani zdravstveni rizik od zagađenja vazduha u vezi sa socijalnom nemaštinom**

- Klimatske promene povećavaju koncentracije O<sub>3</sub> i PM čestica u vazduhu.
- Socijalna nemaština i starost predisponiraju ljude za kardiovaskularne bolesti, što zauzvrat pojačava efekte povišenih koncentracija O<sub>3</sub> i PM čestica na njihovo zdravlje.
- Žene na rutinskim poslovima imaju pet puta veću smrtnost od kardiovaskularnih bolesti nego žene na menadžerskim i profesionalnim poslovima. Ove razlike u riziku od kardiovaskularnog mortaliteta i osetljivosti na zagađenje O<sub>3</sub> i PM proističu iz razlika u nivoima nemaštine, načinu života, zdravstvenoj pismenosti, pristupu zdravstvenim uslugama i izloženosti uticaju životne sredine.
- Socijalna nemaština i etnička pripadnost takođe mogu ograničiti sposobnost prilagođavanja ograničavanjem mogućnosti preseljenja i preduzimanja drugih mera da se izbegne izloženost ili da se smanji osetljivost.



**Primer zdravstvene ugroženosti u kontekstu klimatskih promena:**

## **Bolesti koje se prenose hranom i ograničenja u proizvodnji hrane**

- Neadekvatni sanitarni uslovi i loša higijenska praksa ključni su faktori koji doprinose bolestima koje se prenose hranom. Ugroženoj populaciji možda nedostaje odgovarajuća sanitarna infrastruktura, uključujući pristup čistoj vodi, sanitarnim objektima i higijensko obrazovanje.
- Povećane poplave i nestašica vode mogu pogoršati ove izazove i dodatno ugroziti sanitarne uslove i higijenu, povećavajući rizik od bolesti koje se prenose hranom.
- Ograničenja u proizvodnji hrane izazvana klimatskim promenama mogu dovesti do nedostatka hrane i neuhranjenosti, posebno među ranjivim populacijama.
- Neuhranjenost slabi imuni sistem, čineći pojedince podložnijim infekcijama i povećavajući ozbiljnost bolesti koje se prenose hranom.

## Primer zdravstvene ugroženosti u kontekstu klimatskih promena: **Pritisci na zdravstveni sistem**

- Pacijenti u stacionaru i ljudi sa hitnim medicinskim potrebama biće najizloženiji uticaju ekstremnih vremenskih prilika na zdravstvene sisteme.
- Stanovnici sela su više izloženi smetnjama usled hladnoće i poplava, dok su gradski stanovnici više izloženi uznemiravanju usled toplotnih talasa.
- Mnogi od izloženih biće stariji ljudi koji su osetljivi na poremećaje u nezi i imaju ograničen pristup nezi zbog već postojećih zdravstvenih stanja kao što su kardiovaskularne bolesti i respiratorne bolesti, koje su pogoršane uticajima klimatskih promena.
- Sposobnost prilagođavanja je ograničena među onima koji su u rezidencijalnoj nezi i imaju ograničenu kontrolu nad svojim okolnostima, kao i među onima koji su izolovani ili imaju smanjenu pokretljivost.

# Klimatska pravda

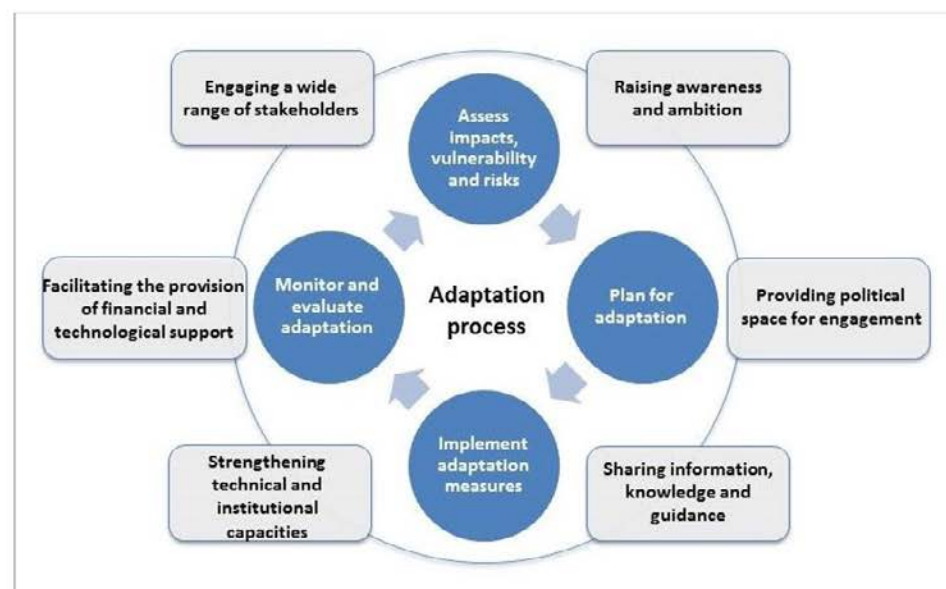
- Rešavanje zdravstvenih nejednakosti u vezi sa klimatskim promenama zahteva fokusiranje na klimatsku pravdu. Ovo uključuje prepoznavanje nesrazmernih uticaja klimatskih promena na ugrožene zajednice i sprovođenje pravednih politika i strategija za ublažavanje i prilagođavanje klimatskim promenama.
- Klimatska pravda se zalaže za prelazak na održivu budućnost sa niskim sadržajem ugljenika koja daje prioritet socijalnoj i ekonomskoj pravdi. Naglašava potrebu za pravičnom raspodelom troškova i koristi od prelaska na obnovljive izvore energije, zelena radna mesta i održivi razvoj.
- Cilj je da osigura da niko ne bude zapostavljen tokom ove tranzicije i da radnici i zajednice zavisne od visokougljeničnih industrija dobiju podršku u prelasku na čistije alternative.



## Adaptacija

Adaptacija se odnosi na prilagođavanja u ekološkim, društvenim ili ekonomskim sistemima kao odgovor na stvarne ili očekivane klimatske stimuluse i njihove efekte.

Odnosi se na promene u procesima, praksi i strukturama da bi se ublažile potencijalne štete ili da bi se iskoristile mogućnosti koje su povezane sa klimatskim promenama.



Source: <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction>

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HJ01-KA220-HED-000050972

**CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here**



ec.europa.eu/erasmus-plus

Prilagodavanje uticajima klimatskih promena na zdravlje uključuje preduzimanje proaktivnih mera za minimiziranje negativnih zdravstvenih posledica povezanih sa promenama klimatskih uslova.

Akcije prilagođavanja mogu imati različite oblike, u zavisnosti od jedinstvenog konteksta zajednice, preduzeća, organizacije, zemlje ili regiona. Ne postoji „jedinstveno rešenje za sve“: može se kretati od izgradnje odbrane od poplava, postavljanja sistema ranog upozorenja na vremenske nepogode, prelaska na useve otporne na sušu, do redizajniranja komunikacionih sistema, poslovnih aktivnosti i vladinih politika.

Zemlje i zajednice treba da razviju rešenja za prilagođavanje i sprovedu akcije kako bi odgovorile na sadašnje i buduće uticaje klimatskih promena.

Adaptacija treba da bude zasnovana i vođena najboljom dostupnom naukom i tradicionalnim znanjem, znanjem autohtonih naroda i lokalnim sistemima znanja, sa ciljem integrisanja prilagođavanja u socioekonomske i ekološke politike i akcije.

Strategija privatne spremnosti i odgovornosti stavila bi naglasak na kampanje javnog informisanja i javno zdravstveno obrazovanje kako bi ljudi bili svesni

→ zdravstvenih rizika povezanih sa klimatskim promenama,

→ faktora koji doprinose izloženosti i osetljivosti ljudi.

→ alternativa za izbegavanje i ublažavanje štetnih zdravstvenih ishoda, tako da mogu da se zaštite.

Rešenja kao što su sistemi za unapredjenje upozorenja takođe bi podržala takve strategije, signalizirajući da ljudi treba da primene mere prilagođavanja.

## Potencijal za smanjenje rizika kroz adaptaciju

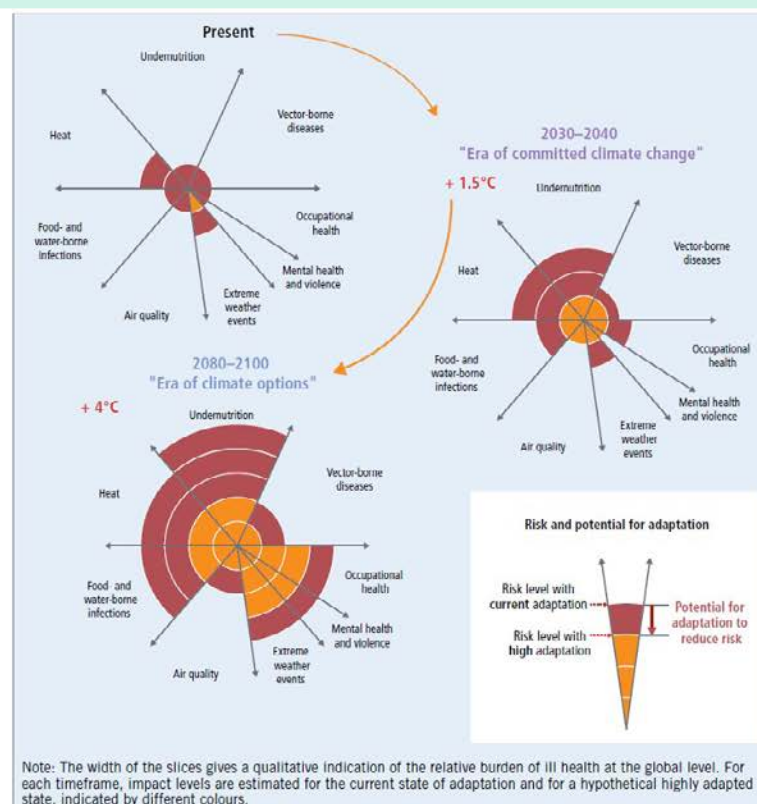
Različite boje pokazuju u kojoj meri se opterećenje bolesti može izbeći efikasnim merama prilagođavanja u svakom periodu.

Bulidnig zdravstveni sistem otporan na klimu SZO, 2015

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus



Dijagram pruža kvalitativnu procenu budućeg tereta (za period 2030-2040) lošeg zdravlja usled trenutnih klimatskih promena, u kojima će svet neizbežno iskusiti zagrevanje od približno 1,5 °C usled prošlih i sadašnjih emisija gasova staklene bašte.

Dijagram takođe predstavlja period 2080-2100, za koje se očekuje da će se globalna srednja temperatura povećati za približno 4°C iznad predindustrijskih nivoa, osim ako se uskoro ne preduzmu energični napori za ublažavanje.

## Ključne strategije za prilagođavanje uticajima klimatskih promena na zdravlje

Pripremljenost za toplotne talase: razvoj sistema ranog upozoravanja na toplotne talase, sprovođenje akcionih planova za toplotu i obezbeđivanje kampanja za podizanje svesti kako bi se pojedinci obrazovali o rizicima vezanim za toplotu i zaštitnim merama.

Ovo uključuje:

- obezbeđivanje pristupa javnim rashladnim prostorima (tržni centri, prodavnice, biblioteke, drugo);
- distribucija upozorenja o toplotnim talasima;
- edukacija ljudi (o specifičnim zdravstvenim rizicima povezanim sa klimatskim promenama, kako da procene njihovu ranjivost, da se pripreme za ekstremne vremenske prilike i razviju strategije prilagođavanja za zaštitu njihovog zdravlja i dobrobiti, drugo)
- obezbeđivanje pristupa ugroženom stanovništvu odgovarajućim merama hlađenja.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Povećanje otpornosti na ekstremne vremenske prilike: sprovođenje mera za smanjenje zdravstvenih rizika povezanih sa ekstremnim vremenskim događajima kao što su uragani, poplave i šumski požari.

**Ovo uključuje**

- poboljšanje sistema za reagovanje u vanrednim situacijama;
- jačanje infrastrukture (npr. transport, voda i kanalizacija, energetika, zdravstvena, komunikaciona infrastruktura) da bi se izdržale opasnosti vezane za klimu;
- promovisanje otpornosti zajednice kroz sisteme ranog upozorenja, planove evakuacije i spremnost za katastrofe.

Poboljšanje sistema nadzora nad bolestima i ranog upozoravanja: ove mere mogu podržati otkrivanje i reagovanje na bolesti osetljive na klimu i uključuju praćenje bolesti koje se prenose vektorima, bolesti koje se prenose vodom i drugih zdravstvenih rizika povezanih sa klimom kako bi se omogućile pravovremene intervencije i mere kontrole.

Takođe je potrebno podsticati saradnju i razmenu podataka između različitih zainteresovanih strana, uključujući zdravstvena odeljenja, meteorološke agencije, istraživačke institucije i međunarodne organizacije. Ovo olakšava integraciju klimatskih i zdravstvenih podataka, poboljšava mogućnosti predviđanja i povećava spremnost i odgovor na zdravstvene rizike vezane za klimu.

Jačanje sistema zdravstvene zaštite: obezbediti otpornost zdravstvenih ustanova da nastave da pružaju osnovne usluge tokom vanrednih situacija povezanih sa klimom. Ovo uključuje projektovanje bolnica i klinika da izdrže ekstremne vremenske prilike, obezbeđivanje rezervnih sistema za napajanje i razvoj planova za hitne slučajeve koji uzimaju u obzir rizike vezane za klimu.

Obuka zdravstvenih radnika u komunikaciji o klimi kako bi efikasno preneli zdravstvene informacije u vezi sa klimom pacijentima, zajednicama i drugim zdravstvenim radnicima. Naučite profesionalce kako da prevedu složenu nauku o klimi na pristupačan jezik, promovišu promenu ponašanja i otklone pogrešna shvatanja ili poricanja u vezi sa klimatskim promenama.





## Ključne strategije za prilagođavanje uticajima klimatskih promena na zdravlje

Pripremljenost za toplotne talase: razvoj sistema ranog upozoravanja na toplotne talase, sprovođenje akcionih planova za toplotu i obezbeđivanje kampanja za podizanje svesti kako bi se pojedinci obrazovali o rizicima vezanim za toplotu i zaštitnim merama.

Ovo uključuje:

- obezbeđivanje pristupa javnim rashladnim prostorima (tržni centri, prodavnice, biblioteke, drugo);
- distribucija upozorenja o toplotnim talasima;
- edukacija ljudi (o specifičnim zdravstvenim rizicima povezanim sa klimatskim promenama, kako da procene njihovu ranjivost, da se pripreme za ekstremne vremenske prilike i razviju strategije prilagođavanja za zaštitu njihovog zdravlja i dobrobiti, drugo)
- obezbeđivanje pristupa ugroženom stanovništvu odgovarajućim merama hlađenja.

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-ZHU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



### Razvoj infrastrukture otporne na klimu

Ojačati energetska infrastrukturu kako bi izdržala opasnosti vezane za klimu i podržala prelazak na obnovljive izvore energije. Ovo može uključivati jačanje energetskih mreža, diverzifikaciju izvora energije, promovisanje distribuiranih energetskih sistema i poboljšanje otpornosti mreže za proizvodnju i distribuciju energije.

Poboljšajte infrastrukturu za vodu i kanalizaciju kako biste se nosili sa promenljivim obrascima padavina i povećanim poplavama. Ovo uključuje poboljšanje sistema upravljanja atmosferskim vodama, nadogradnju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda kako bi se

nosile veće količine i osiguranje pouzdanosti i sigurnosti izvora vode za piće.

Zaštititi obalna područja jačanjem infrastrukture od porasta nivoa mora, olujnih udara i erozije. Ovo može uključivati izgradnju morskih zidova, obnavljanje prirodne obalne odbrane poput mangrova i dina, i primenu propisa o obalnom zoniranju koji ograničavaju razvoj u ranjivim oblastima.

Ojačati komunikacione i informacione sisteme kako bi se omogućio efikasan odgovor i koordinacija tokom vanrednih situacija u vezi sa klimom. Ovo uključuje širenje i obezbeđivanje telekomunikacionih mreža i obezbeđivanje dostupnosti pouzdanih i otpornih centara podataka.

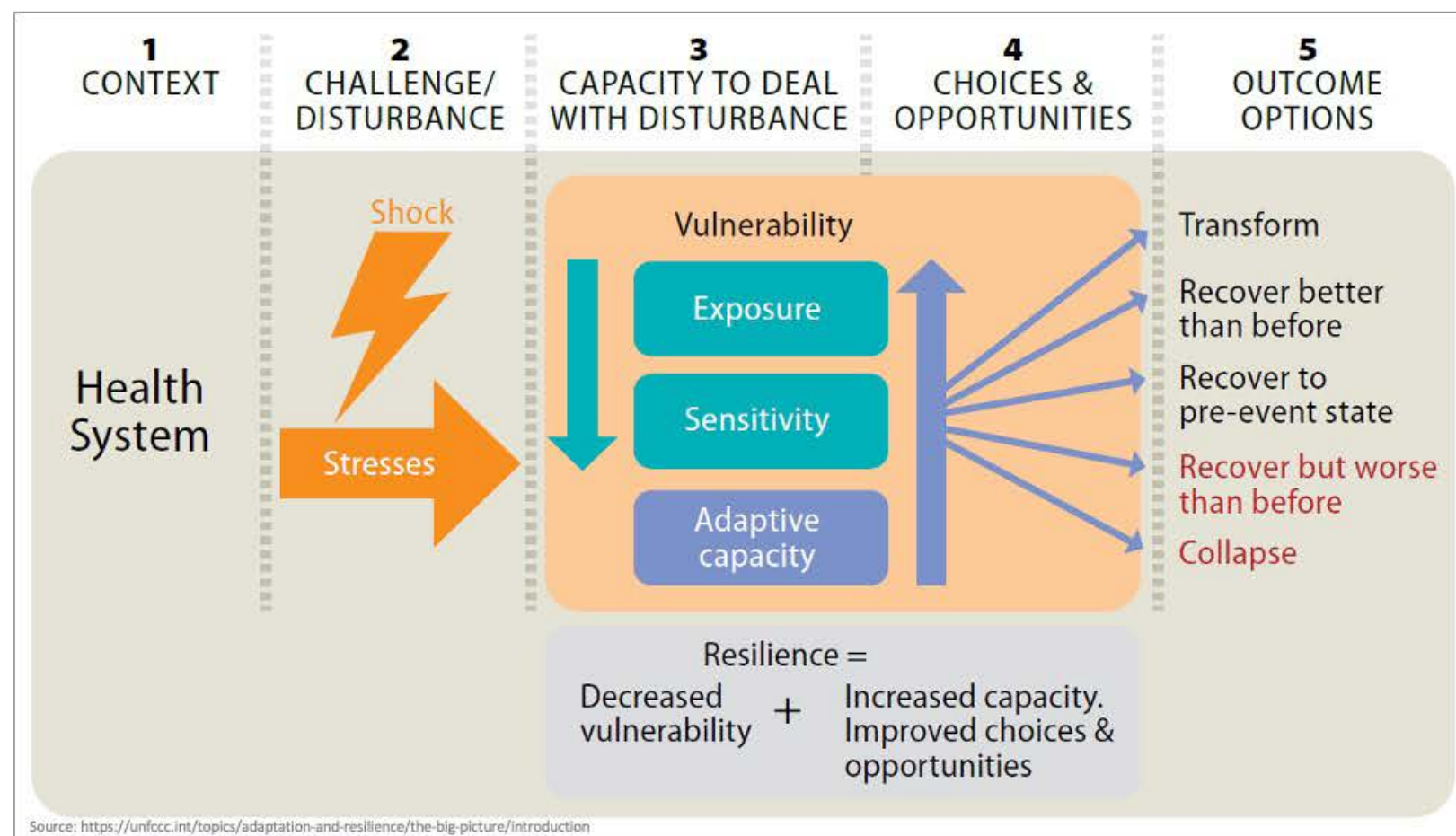
Angažovanje zajednice i izgradnja kapaciteta: sprovesti kampanje na terenu i edukacije za podizanje svesti o klimatskim promenama i njihovim uticajima na zdravlje. Obezbedite informacije o specifičnim rizicima sa kojima se suočava zajednica i važnosti preduzimanja akcija. Koristite različite medije kao što su radionice, sastanci zajednice, društveni mediji i lokalni mediji za širenje informacija.

Obezbeđivanje resursa, tehničke podrške i finansiranja za osnaživanje zajednica da razviju i sprovedu sopstvene planove adaptacije. Podsticanje korišćenja lokalnog znanja i tradicionalnih praksi koje su se pokazale efikasnim u prilagođavanju klimatskoj varijabilnosti.

Promovisanje građanskih naučnih inicijativa koje uključuju članove zajednice u prikupljanje podataka i praćenje klimatskih i zdravstvenih indikatora. Ovo osnažuje zajednice da generišu sopstvene lokalizovane podatke, doprinoseći sistemima ranog upozorenja, naporima nadzora i donošenju odluka zasnovanih na dokazima.

# Otpornost i uticaj klimatskih promena na zdravlje

Otpornost je suštinski povezana sa adaptacijom.



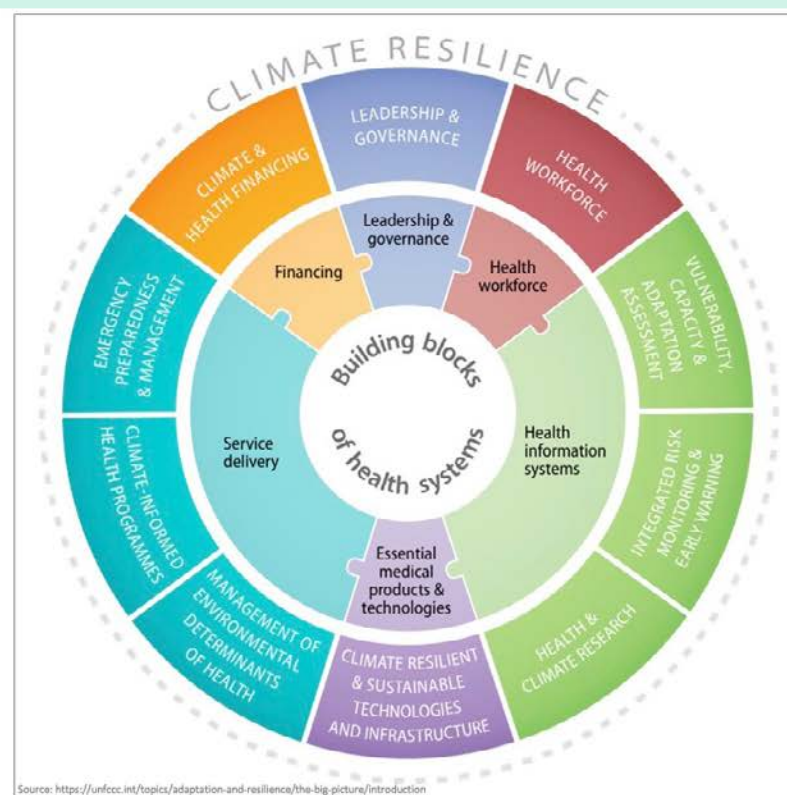
Zdravstveni sistem otporan na klimu je onaj koji je sposoban da predvidi, reaguje, nosi se sa, oporavi se i prilagodi šokovima i stresu povezanim sa klimom, kako bi doneo trajna poboljšanja zdravlja stanovništva, uprkos nestabilnoj klimi.



## Komponente za izgradnju zdravstvenih sistema otpornih na klimu

Izgradnja kapaciteta i implementacija strategija za minimiziranje negativnih uticaja i promovisanje blagostanja u suočavanju sa izazovima vezanim za klimu je ključni aspekt otpornosti.

Bez obzira da li se radi o ličnim ili profesionalnim situacijama, otpornost znači biti fleksibilan i prilagodljiv i spreman za promene kada je to potrebno.



Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission  
ec.europa.eu/erasmus-plus

## Ključne strategije za prilagođavanje uticajima klimatskih promena na zdravlje

Prilagodljivi kapacitet: uključuje preduzimanje proaktivnih koraka kao što je implementacija sistema ranog upozoravanja, planova pripravnosti i poboljšanja infrastrukture kako bi se smanjila ranjivost na zdravstvene uticaje vezane za klimu. Pored toga, adaptivni kapacitet takođe uključuje podsticanje fleksibilnosti i učenje iz prošlih iskustava kako bi se stalno poboljšali odgovori na klimatske promene.

Spremnost zdravstvenog sistema: zdravstveni sistemi moraju biti spremni da se nose sa zdravstvenim rizicima povezanim sa klimom. Dakle, zdravstvena infrastruktura mora biti ojačana:

- obezbeđivanje pristupa osnovnim zdravstvenim i socijalnim uslugama;
- obuka zdravstvenih radnika o zdravstvenim pitanjima vezanim za klimu;
- razvijanje planova reagovanja za vanredne situacije i epidemije pogoršane klimatskim promenama.

Zdravstveni informacioni sistemi koji uključuju

- informacije o ranjivosti na klimatske rizike
- nadzor bolesti;
- istraživački programi za praćenje napretka u vezi sa zdravljem u odnosu na uporne i nove pretnje;
- postojeći i očekivani budući kapacitet sistema da reaguje i identifikacija adaptacija;
- integracija klimatskih informacija u nadzor nad bolestima pružajući priliku za razvoj sistema ranog upozorenja i preciznije ciljane intervencije.

Angažovanje i osnaživanje zajednice: otpornost je poboljšana kada su zajednice angažovane i osnažene da aktivno učestvuju u procesima donošenja odluka i preduzmu akcije za zaštitu svog zdravlja u uslovima klimatskih promena.

Za postizanje ovih ciljeva, sledeće aktivnosti bi bile više nego korisne i za pojedince i za zajednice:

- podizanje svesti o zdravstvenim rizicima vezanim za klimu;
- obezbeđivanje obrazovanja i resursa za pojedince i zajednice da razviju zdravstvenu pismenost i donose odluke na osnovu informacija;
- podržavanje inicijativa koje vodi zajednica za prilagođavanje i izgradnju otpornosti.



## Ključne strategije za prilagođavanje uticajima klimatskih promena na zdravlje

- Višesektorska saradnja: neophodna je za izgradnju otpornosti na klimatske promene i njihove uticaje. Objedinjavanje različitih sektora i stručnosti za rešavanje složenih izazova i razvoj sveobuhvatnih rešenja je ključno.
- Angažovanje zainteresovanih strana iz različitih sektora, uključujući preduzeća, organizacije civilnog društva, grupe u zajednici, akademsku zajednicu i ranjivu populaciju, je ključno.
- Rešavanje uticaja klimatskih promena na zdravlje uključuje integraciju klimatskih razmatranja u sektorske politike i prakse u ovim sektorima kako bi se osigurao koordinisan i sveobuhvatan odgovor.

## Ključne strategije za prilagođavanje uticajima klimatskih promena na zdravlje

- Rešavanje osnovnih ranjivosti: za razvoj otpornih i inkluzivnih zajednica ključno je pozabaviti se osnovnim društvenim, ekonomskim i ekološkim determinantama zdravlja.
- Srodne inicijative treba da se bave pitanjima kao što su
  - siromaštvo;
  - socijalna isključenost i nejednakost;
  - neadekvatno stanovanje;
  - ograničen pristup zdravstvenoj zaštiti.
- Ove determinante mogu pogoršati zdravstvene uticaje klimatskih promena, posebno za ranjivu populaciju.

## Ključne strategije za prilagođavanje uticajima klimatskih promena na zdravlje

- Dugoročno razmišljanje i planiranje: otpornost uključuje usvajanje dugoročne perspektive u proceni i rešavanju uticaja klimatskih promena na zdravlje.
- Na operativnom nivou, dugoročno razmišljanje i planiranje uključuju:
  - razmatranje budućih klimatskih scenarija;
  - sprovođenje procene rizika;
  - uključivanje klimatskih projekcija u zdravstveno planiranje i razvoj politike;
  - integrisanje razmatranja klimatskih promena u razvojne planove radi stavljanja prioriteta na zdravlje i blagostanje.



## Ključne poruke

- Da je zdravstveni sistem država, bio bi peti najveći emiter na planeti. Većina emisija zdravstvenih sistema (71%) dolazi od proizvodnje, transporta, upotrebe i odlaganja dobara i usluga koje sektor troši.
- Klimatske promene su u interakciji sa postojećim društvenim determinantama zdravlja, kao što su siromaštvo, diskriminacija i nejednak pristup resursima. Ovi faktori čine ranjivu populaciju još podložnijom zdravstvenim uticajima klimatskih promena.
- Prilagodljivi kapacitet uključuje preduzimanje proaktivnih koraka kao što je implementacija sistema ranog upozoravanja, planova pripravnosti i poboljšanja infrastrukture kako bi se smanjila ranjivost na zdravstvene uticaje vezane za klimu.
- Da bi se razvile otporne i inkluzivne zajednice, ključno je baviti se osnovnim društvenim, ekonomskim i ekološkim determinantama zdravlja.

## Testirajte svoje znanje

1. Šta znači „klimatske promene suočavaju zdravstveni sektor sa dvostrukim izazovom“?
2. Šta su Obim 1, 2 i 3 u kontekstu izvora GHG?
3. Šta znači „zdravstvena nejednakost“?
4. Šta je glavni izvor emisija gasova sa efektom staklene bašte u sektoru zdravstva?
5. Koja je razlika između ublažavanja i prilagođavanja?
6. Kako se može definisati „klimatska pravda“?
7. Kako sistemi za nadzor bolesti i rano upozoravanje mogu doprineti prilagođavanju uticaja klimatskih promena na zdravlje?
8. Koje su karakteristike zdravstvenog sistema otpornog na klimu?

## Preporučeno čitanje

WHO (2020) guidance for climate resilient and environmentally sustainable health care facilities  
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240012226>

Paavola (2017) Health impacts of climate change and health and social inequalities in the UK  
<https://doi.org/10.1186/s12940-017-0328-z>

WHO (2015) Operational framework for building climate resilient health systems  
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241565073>

WHO (2014) Guidance to protect health from climate change through health adaptation planning  
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241508001>

United Nations Climate Change – Adaptation and resilience <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction>



# Hvala na pažnji!

Ovu prezentaciju je razvio projekat CLIMATEMED, podržan od strane Erasmus+ programa EU.



Medicinski fakultet Univerziteta u Pečuju – Pečuj,  
Mađarska



Centar za zdravlje, vežbanje i sportske nauke – Beograd, Srbija



Nacionalni centar za javno zdravlje – Budimpešta,  
Mađarska



Univerzitetski koledž Kork – Nacionalni univerzitet Irske – Kork, Irska



Univerzitet za medicinu, farmaciju, nauku i tehnologiju Georg Emil  
Palade u Targu Murešu – Targu Mureš, Rumunija

Erasmus+ Higher education  
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

