
Znanstveni vodič
**kroz skepticizam o
globalnom zagrijavanju**



John Cook
skepticalscience.com

Zahvale

Znanstveni vodič kroz skepticizam o globalnom zagrijavanju napisao je John Cook sa skepticalscience.com. Zahvale sljedećim osobama koje su pridonijele i komentirale ovaj dokument:

- Dr. John Abraham, Associate Professor of Engineering, University of St. Thomas, St. Paul, Minnesota
- Paul Beckwith, Laboratory for paleoclimatology and climatology, Department of Geography, University of Ottawa, Canada
- Prof. Andrew Dessler, Department of Atmospheric Science, Texas A&M University
- Prof. Ove Hoegh-Guldberg, Director, Global Change Institute, University of Queensland
- Prof. David Karoly, School of Earth Sciences, University of Melbourne
- Prof. Scott Mandia, Physical Sciences, Suffolk County Community College
- Dana Nuccitelli - Environmental Scientist, Tetra Tech, Inc.
- James Prall, The Edward S. Rogers Sr. Department of Electrical and Computer Engineering, University of Toronto
- Dr. John Price, www.grandkidzfuture.com
- Corinne Le Quéré, Professor of Environmental Sciences, University of East Anglia, UK
- Prof. Peter Reich, Sr. Chair in Forest Ecology and Tree Physiology, University of Minnesota
- Prof. Riccardo Reitano, Department of Physics and Astronomy, University of Catania, Italy
- Prof. Christian Shorey, Geology and Geologic Engineering, Colorado School of Mines
- Suffolk County Community College MET101 students
- Glenn Tamblyn, B Eng (Mech), Melbourne University, Australia
- Dr. André Viau, Laboratory for paleoclimatology and climatology, Department of Geography, University of Ottawa, Canada
- Dr. Haydn Washington, Environmental Scientist
- Robert Way, Department of Geography, Memorial University of Newfoundland, Canada
- Dr. Ray Weymann, Director Emeritus and Staff Member Emeritus, Carnegie Observatories, Pasadena, California; Member, National Academy of Sciences
- James Wight
- Bärbel Winkler, Germany

Prvo izdanje: prosinac 2010.

Za više informacija ili za komentiranje ovog vodiča, posjetite www.skepticalscience.com

Prijevod: Hrvatsko meteorološko društvo (Croatian meteorological society)

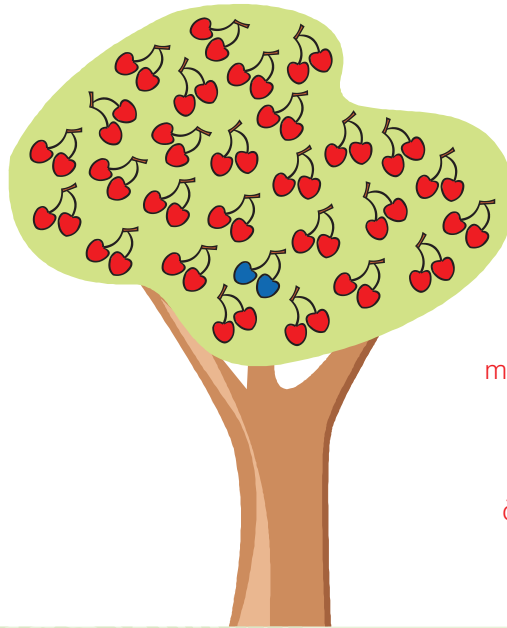


Znanstveni vodič kroz skepticizam o globalnom zagrijavanju je licenciran pod [Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/). Dijelovi vodiča se smiju navoditi uz obavezno povezivanje sa Skeptical Science i www.skepticalscience.com.

Što znači biti skeptik?

Znanstveni skepticizam je pozitivan. Zapravo, znanost je u svojoj osnovi skeptična. Izvorni skepticizam podrazumijeva preispitivanje čitavog skupa dokaza prije donošenja zaključka. Međutim, ako se pažljivo razmotre argumenti koji izražavaju klimatski „skeptizam“, često se uočava probiranje dijelova dokaza uz istovremeno odbacivanje svih podataka koji se ne uklapaju u željenu sliku. To nije skepticizam. To je zanemarivanje činjenica i znanosti.

Ovaj vodič razmatra dokaze o ljudskom doprinosu globalnom zagrijavanju te načine na koje argumenti klimatskih „skeptika“ mogu biti obmanjujući jer prikazuju samo mali dio slagalice, a ne potpunu sliku.



Klimatsko probiranje dokaza

Selektivno probiranje dokaza (eng. cherry picking) bi vas navelo na mišljenje kako je ova trešnja plavo drvo.

Ali što vam govori čitav skup dokaza?

Utjecaji čovjeka na klimatske promjene

Ono što znanstvenici traže jest usklađenost – neovisne skupove dokaza koji upućuju prema jednom, dosljednom odgovoru. Čitav skup dokaza u klimatologiji upućuje na veći broj odvojenih, zamjetnih ljudskih utjecaja („otisaka“) na klimatske promjene.

Mjerenja vrste ugljika u atmosferi ukazuju da izgaranje fosilnih goriva dramatično povećava koncentraciju ugljikovog dioksida (CO₂) u atmosferi. Satelitska i površinska mjerenja ukazuju

kako dodatni CO₂ zadržava toplinu koja bi inače otišla u svemir. Postoji više obrazaca zagrijavanja koji su u skladu s pojačanim učinkom staklenika. Struktura naše atmosfere se mijenja.

Dokazi prema kojima ljudi uzrokuju globalno zagrijavanje ne temelje se samo na teoriji i računalnim modelima, nego na mnogim nezavisnim, izravnim mjerenjima provedenim u stvarnom svijetu.

Utjecaji čovjeka na klimatske promjene



Ljudske aktivnosti povećavaju razinu CO₂

Ako se razmotre mnogi argumenti „skeptika” prema globalnom zagrijavanju, uočava se određena pravilnost. „Skeptici” su skloni izdvojiti manji dio problema, a istovremeno zanemariti širu sliku. Dobar primjer toga je argument prema kojemu su antropogene emisije ugljikovog dioksida (CO₂) sićušne u odnosu na prirodne emisije.

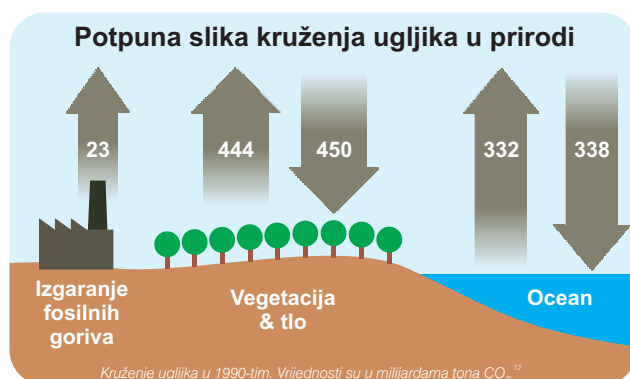
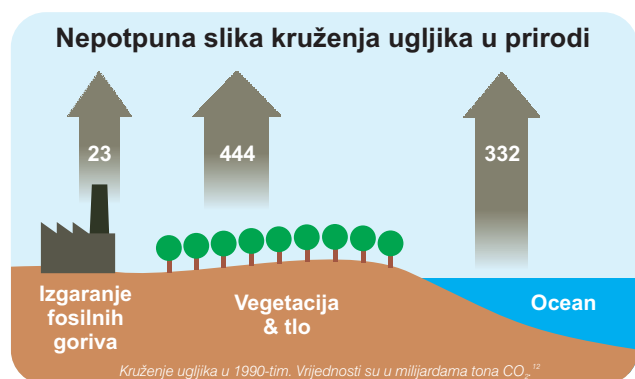
Argument je sljedeći. Svake godine ispuštamo preko 20 milijardi tona CO₂ u atmosferu. Prirodne emisije potječu od disanja biljaka i otpuštanja iz oceana¹¹. Godišnji zbroj prirodnih emisija je 776 milijardi tona¹². Bez potpunog razumijevanja kruženja ugljika u prirodi, naše emisije se čine sićušne u usporedbi s doprinosom iz prirode.

Dio argumenta koji nedostaje jest da priroda osim što emitira, također i apsorbira CO₂. Biljke udišu CO₂ i velike količine CO₂ se otapaju u oceanima. Priroda godišnje apsorbira 788 milijardi

tona CO₂. Prirodna apsorpcija je ugrubo u ravnoteži s prirodnim emisijama. Ono što mi radimo jest unošenje neravnoteže. Dok se dio našeg CO₂ apsorbira u oceanu i kopnenim biljkama, oko polovica naših CO₂ emisija ostaje u zraku.

Zbog izgaranja fosilnih goriva, CO₂ u atmosferi je na najvišoj razini u posljednjih 2 milijuna godina¹⁴ te i dalje raste! Argument „ljudski CO₂ je sićušan” upućuje u krivom smjeru jer vam daje samo polovicu ukupnog problema.

Težina CO₂ emitirana svakog dana je usporediva s 8000 naftnih izljeva u Meksičkom zaljevu.¹³

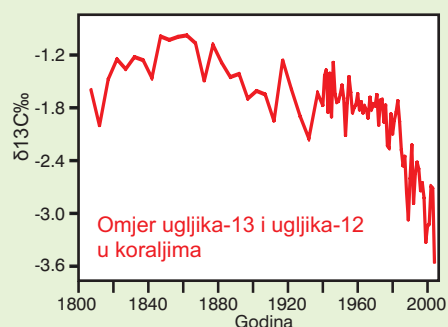


Ljudski utjecaj #1 Potpis fosilnih goriva u zraku i koraljima

Postoje različite vrste ugljika u zraku poznate kao izotopi ugljika. Najčešći tip je ugljik-12. Teži tip ugljika je ugljik-13. Biljke su sklonije korištenju lakšeg izotopa ugljik-12.

Fosilna goriva, kao što su ugljen i nafta, potječu od drevnih biljaka. Prilikom izgaranja fosilnih goriva kao što su ugljen i nafta, u zrak se otpušta više lakšeg ugljika-12. Zbog toga očekujemo pad u omjeru ugljika-13 naspram ugljika-12.

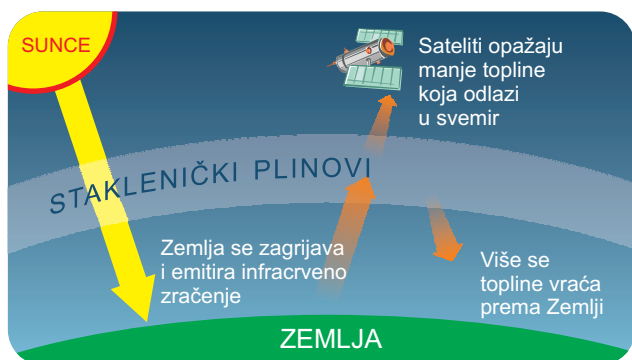
To je upravo ono što se uočava u mjerenjima u atmosferi⁵, u koraljima⁹ i morskim spužvama¹⁵. Stoga imamo jak dokaz prema kojemu je porast koncentracije ugljikovog dioksida u zraku izravno povezan s ljudskim emisijama.



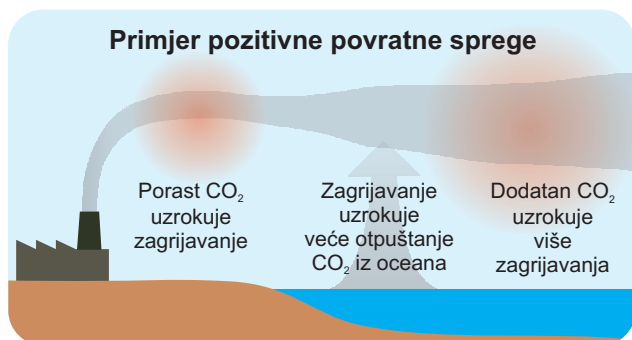
Mjerenja ugljika-13 (omjer ugljika-13 i ugljika-12) u koraljima Velikog koraljnog grebena.⁹

Dokaz da više CO₂ uzrokuje zagrijavanje

Ugljikov dioksid zadržava infracrveno zračenje (poznato i kao toplinsko zračenje). To je dokazano laboratorijskim eksperimentima¹⁶ i pomoću satelita koji mjere manje energije koja odlazi u svemir u posljednjih nekoliko desetljeća⁴ (vidi Ljudski utjecaj #2). Ovo je izravan dokaz da porast koncentracije CO₂ uzrokuje zagrijavanje⁵.



Prošlost nam također priča zanimljivu priču. Ledene jezgre pokazuju kako je u Zemljinoj prošlosti CO₂ rastao *nakon* početnog porasta temperature. Taj posmak CO₂ znači da temperatura utječe na količinu CO₂ u zraku. Dakle, zagrijavanje uzrokuje više CO₂, a više CO₂ uzrokuje daljnje zagrijavanje. Ta dva procesa zajedno čine pozitivnu povratnu spregu. Pozitivne i negativne povratne sprege ne znače nužno nešto dobro ili loše. Pozitivne povratne sprege pojačavaju, a negativne guše (oslabljuju) bilo koju klimatsku promjenu koja se već događa.



Kada se klima u prošlosti zagrijavała zbog promjena Zemljine orbite, oceani su ispuštali više CO₂ u atmosferu što je rezultiralo sljedećim efektima:

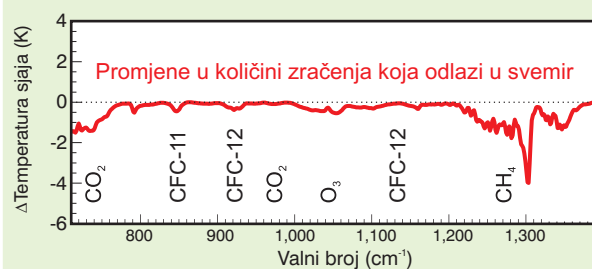
- Dodatan CO₂ u atmosferi je pojačao izvorno zagrijavanje. To je pozitivna povratna sprega
- Miješanje dodatnog CO₂ u atmosferi je proširilo zagrijavanje učinkom staklenika na cijelu Zemaljsku kuglu^{17,18}

Zapisi u jezgrama leda su u cijelosti dosljedni sa zagrijavajućim učinkom CO₂. Činjenica je da se dramatično zagrijavanje nakon završetka ledenog doba ne može objasniti bez povratne sprege s CO₂. Posmak CO₂ nije dokaz protiv učinka zagrijavanja zbog CO₂. Naprotiv, on pruža dokaz pozitivne klimatske povratne sprege.

Ljudski utjecaj #2 Manje topline odlazi u svemir

Sateliti mjere infracrveno zračenje koje odlazi u svemir i jasno opažaju učinak staklenika. Usporedba satelitskih podataka od 1970. do 1996. pokazala je kako sve manje energije odlazi u svemir na valnim duljinama na kojima plinovi staklenika apsorbiraju energiju. Znanstvenici opisuju taj rezultat kao „izravan eksperimentalni dokaz značajnog jačanja Zemljinog efekta staklenika.”¹⁴

To je potvrđeno i kasnijim mjerenjima pomoću nekoliko različitih satelita.^{19,20}

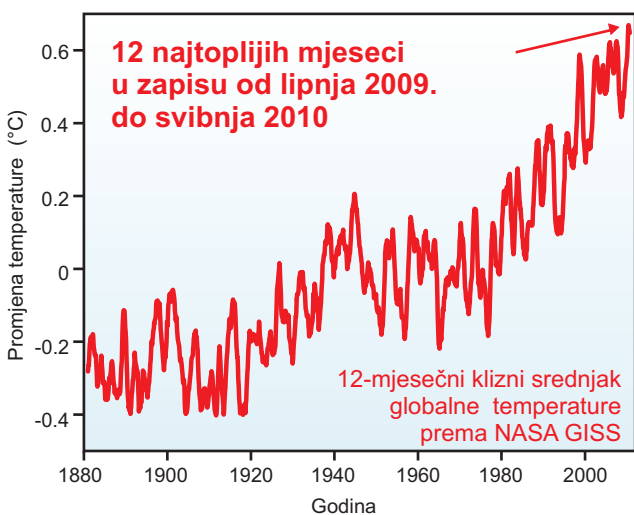


Promjena u spektru odlaznog zračenja od 1970. do 1996. zbog porasta količine stakleničkih plinova. Negativne vrijednosti predstavljaju manje odlazne energije.⁴

Dokaz da je globalno zagrijavanje stvarno

Jedan od argumenata „skeptika“ je toliko obmanjujuć da zahtjeva tri razine probiranja dokaza. Ovaj argument glasi „globalno zagrijavanje je stalo 1998“.

Prvo probiranje dokaza je u tome da se ovaj argument oslanja na zapis temperature koji ne pokriva cijeli svijet, npr. kao što su podaci Hadleyevog Centra u Ujedinjenom Kraljevstvu²¹. Zapis Hadleyevog Centra ne uključuje Arktik, regiju u kojoj se uočava najbrže zagrijavanje na planetu.²² Zapisi koji obuhvaćaju cijeli planet izdvajaju 2005. godinu kao najtopliju u nizu. Najtoplijih 12 mjeseci su od lipnja 2009. do svibnja 2010.²³

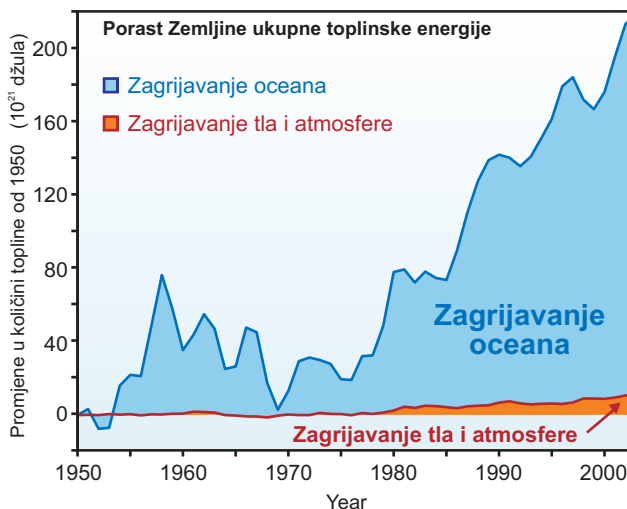


12-mjesečni klizni srednjak promjene globalne temperature

Drugo probiranje dokaza je isticanje višegodišnjeg trenda temeljenog na posebnom odabiru početne i krajnje godine. Ciklusi u oceanu poput El Niña izmjenjuju ogromne količine topline između oceana i atmosfere i stoga površinska temperatura koleba od godine do godine. Kako bi se odredio višegodišnji trend, znanstvenici koriste metode kao što je klizni srednjak ili linearna regresija koje uzimaju u obzir sve podatke. Te metode ukazuju na daljnji porast temperature od 1998. do danas.^{23,25}

Treće probiranje dokaza je uzimanje u obzir samo površinske temperature što je mjera temperature atmosfere. Više od 80% dodatne energije učinka staklenika odlazi u zagrijavanje oceana. Kako bismo saznali je li se globalno zagrijavanje nastavilo nakon

1998., potrebno je provjeriti akumuliranu toplinu u klimatskom sustavu. Kada se zbroje toplina koja odlazi u ocean, ona koja zagrijava tlo i zrak te otapa led, vidimo kako planet nastavlja akumulirati toplinu.²⁶

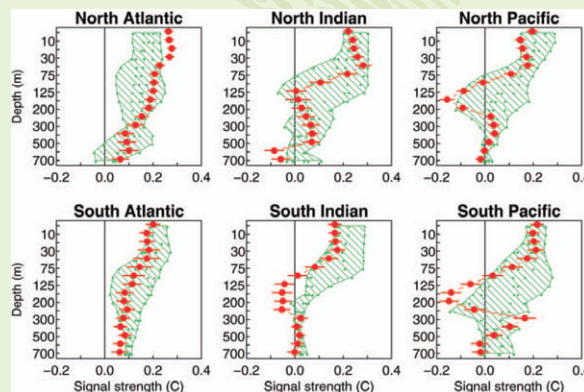


Akumulirana toplina Zemlje od 1950.²⁶
Stopa porasta energije od 1970. odgovara oslobođenoj energiji 2,5 bombe bačene na Hirošimu svake sekunde.²⁷

Ljudski utjecaj #3

Uzorak u zagrijavanju oceana

Količina topline u svjetskim oceanima u posljednjih 40 godina neprekidno raste. Poseban oblik zagrijavanja oceana, s energijom koja s površine ulazi u ocean, može se objasniti samo stakleničkim zagrijavanjem.¹⁰



Opažena temperatura oceana (crveno) u usporedbi s rezultatima modela koji uključuju stakleničko zagrijavanje (zeleno).¹⁰

Više dokaza o stvarnosti globalnog zagrijavanja

Neki tvrde kako je većina izmjenjenog globalnog zagrijavanja posljedica mjernih postaja postavljenih blizu klima uređaja i parkirališta. Znamo kako to nije točno zbog nekoliko razloga. Ako usporedimo temperature izmjerene na dobro postavljenim postajama s onima izmjerenim na loše postavljenim, vidjet ćemo da i jedne i druge ukazuju na isto zagrijavanje.²⁸

Drugi način za provjeru termometarskih mjerenja je usporedba sa satelitskim podacima. Satelitska mjerenja ukazuju na sličnu stopu globalnog zagrijavanja²⁹ što je potvrda da termometri pružaju točnu sliku situacije.

U skladu s teško oborivim zapisom izmjerene temperature, postoje i velike skupine mjerenja u različitim sustavima koje su u skladu sa zagrijavajućim svijetom. Ledene ploče se tope pri čemu se gube milijarde tone leda godišnje³⁰. Razina mora raste ubrzano.³¹ Biološke vrste migriraju prema polovima, a glečeri se povlače (ugrožavajući opskrbu vodom milijunima ljudi).^{32,33}

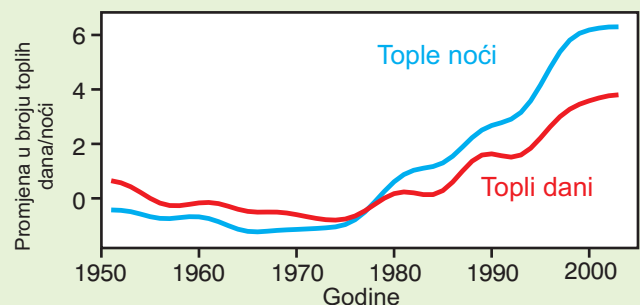
Kako bismo ispravno razumijeli klimu, trebamo razmotriti sve dokaze. Ono što vidimo jest kako mnoga neovisna mjerenja upućuju na isti zaključak – globalno zagrijavanje se događa.



Parmesan & Yohe 2003³², NOAA³⁴

Ljudski utjecaj #4 Noći se zagrijavaju brže nego dani

Pojačani učinak staklenika znači da bi se noći trebale zagrijavati brže nego dani. Tijekom dana Sunce zagrijava površinu Zemlje. Tijekom noći površina se hladi zračeći energiju prema svemiru. Staklenički plinovi usporavaju ovaj proces hlađenja. Kad bi globalno zagrijavanje bilo uzrokovano Suncem, najveći trend zagrijavanja očekivali bismo danju. Umjesto toga, opažamo kako se broj toplih noći povećava brže nego broj toplih dana.⁶

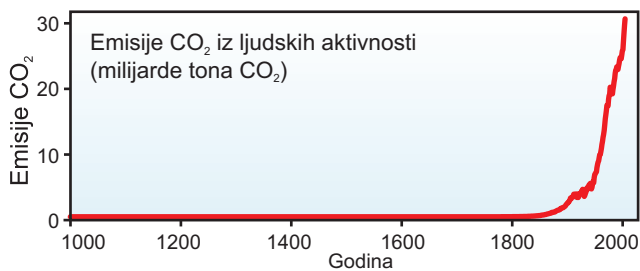


Višegodišnje promjene u broju toplih dana (crveno) i toplih noći (plavo) u godini. Topao dan je definiran kao dan koji je među najtoplijih 10%.⁶

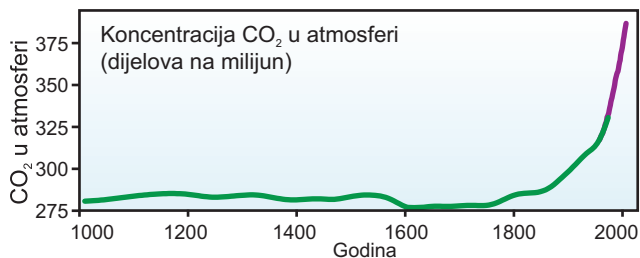
Hokejaški štap ili hokejaška liga?

Pojam „hokejaški štap” odnosi se na rekonstrukciju niza temperature u posljednjem tisućljeću.³⁵ Naglo zagrijavanje u posljednje vrijeme vidljivo je kao oštrica štapa. Postoje, međutim, mnogi hokejaški štapovi koje nalazimo u klimatologiji. Količina CO₂ koju ljudi emitiraju, uglavnom izgaranjem fosilnih goriva, ima izražen oblik hokejaškog štapa u posljednjih 1000 godina.

Ukupna godišnja emisija CO₂ (milijarde tona).¹¹

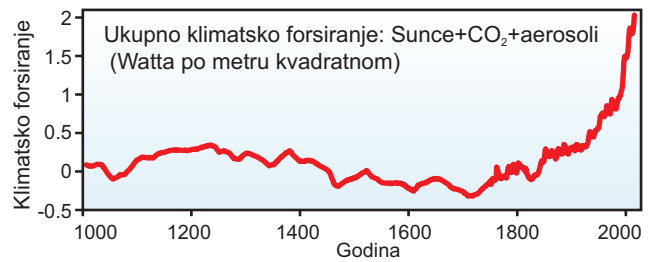


Dramatičan porast u emisijama CO₂ podudara se s naglim porastom u razini atmosferskog CO₂ čija koncentracija danas dostiže vrijednosti koje nisu viđene u posljednjih 2 milijuna godina.¹⁴

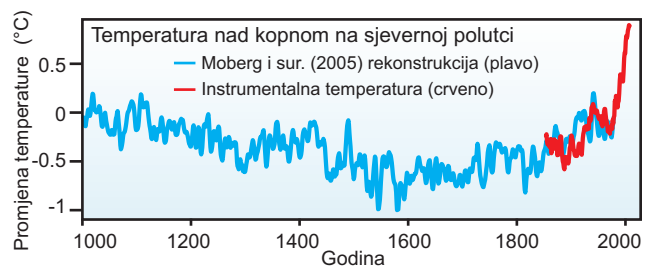


Razina CO₂ (dijelova na milijun) iz ledenih jezgri s Law Dome, istočna Antarktika (zeleno)³⁶ i izravna mjerenja na Mauna Loa, Havaji (ljubičasto).³⁷

Klimatsko forsiranje je promjena u ravnoteži energije planeta – situacije kada klima dobiva ili gubi toplinu. Različiti faktori uzrokuju te promjene, kao što su promjene u Sunčevoj aktivnosti, aerosoli (sićušne čestice suspendirane u zraku), promjene u Zemljinoj orbiti i CO₂. U posljednjih 1000 godina glavni pokretači višegodišnjih klimatskih promjena su Sunce, aerosoli i CO₂. Zduženo klimatsko forsiranje ovih utjecaja ukazuje na poznati oblik.

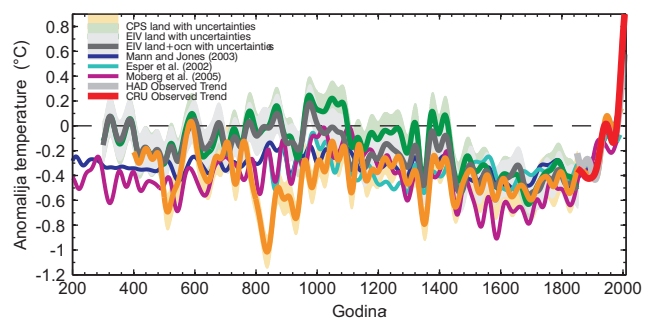


Zduženo klimatsko forsiranje iz Sunčevih varijacija, CO₂ i aerosola – kratkoročni učinci vulkana su izostavljeni.³⁸



Rekonstrukcija temperature na sjevernoj polutci (plavo)³⁹ i instrumentalna mjerenja temperature nad kopnom na sjevernoj polutci (crveno).²¹

To upućuje kako naša klima dobiva energiju u posljednje vrijeme. Vidimo odgovarajuće zagrijavanje: u posljednjem desetljeću nekoliko neovisnih istraživanja rekonstruiralo je niz temperature za posljednjih 1800 godina koristeći mnoge podatke i različite metode analize podataka.⁴⁰



Različite rekonstrukcije temperature na sjevernoj polutci.⁴⁰

Svi ovi hokejaški štapovi kazuju sličnu i dosljednu priču – ljudi su uzrokovali izražen i brz poremećaj u našem klimatskom sustavu.

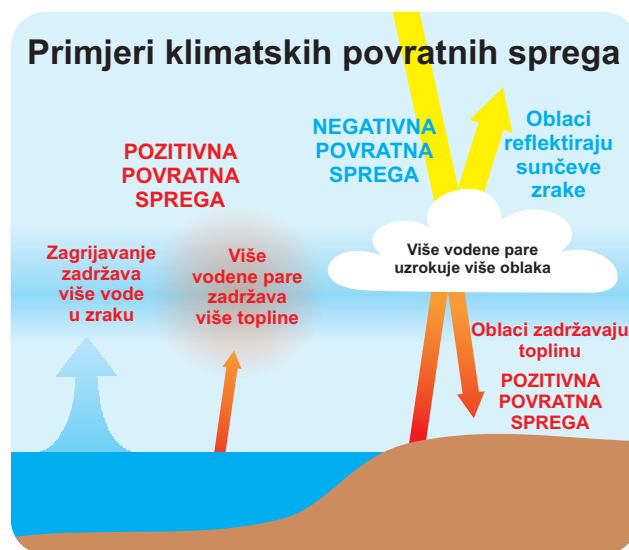
Što nam govore klimatske promjene iz prošlosti?

Čest argument „skeptika” jest „klima se prirodno mijenjala u prošlosti te stoga trenutno globalno zagrijavanje ne može biti uzrokovano ljudima”. Ovaj argument je kao da kažemo „šumski požari su se ranije događali prirodno, tako da nedavni šumski požari ne mogu biti uzrokovani ljudskim faktorom.”

Znanstvenici su svjesni da se klima mijenjala u prošlosti. U biti, prošlost nam daje ključne odgovore o tome kako planet odgovara na različite pokretače klime. Možemo vidjeti što se događa kada Zemlja dobiva toplinu, bilo zbog više Sunčevog zračenja ili zbog porasta količine stakleničkih plinova. Ključno otkriće iz istraživanja različitih razdoblja Zemljine povijesti jest da pozitivne povratne sprege pojačavaju bilo kakvo početno zagrijavanje.⁴¹

To je razlog zbog kojeg se klima mijenjala tako dramatično u povijesti. Pozitivne klimatske sprege djeluju na bilo kakvu temperaturnu promjenu pojačavajući je. Povratne sprege su razlog zbog kojeg je naša klima tako osjetljiva na stakleničke plinove, od kojih je CO₂ najvažniji pokretač klimatskih promjena.⁴²

Stoga je dosta ironično što se klimatske promjene u prošlosti koriste kao način osporavanja ljudskog utjecaja na globalno zagrijavanje. Recenzirana istraživanja ukazuju na suprotne zaključke. Klimatske promjene u prošlosti pružaju čvrst dokaz u prilog pozitivnih povratnih sprega koje pojačavaju zagrijavanje uzrokovano našim emisijama CO₂.



Ljudski utjecaj #5

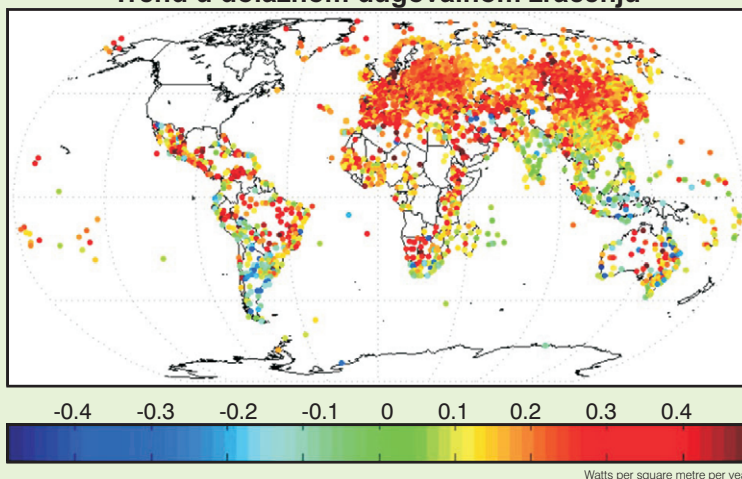
Pojačani učinak staklenika znači da bismo trebali opažati više infracrvenog zračenja koje se vraća iz atmosfere prema Zemlji. Ovo je izravno izmjereno.

Ako se poblizhe pogleda spektar dolaznog zračenja može se odrediti koliko pojedini staklenički plin doprinosi učinku zagrijavanja. Iz ovih rezultata zaključeno je sljedeće:

„Ti eksperimentalni podaci bi trebali učinkovito završiti argumentaciju skeptika prema kojoj ne postoje eksperimentalni dokazi koji povezuju porast koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi i globalno zagrijavanje.”⁴³

Više se topline vraća prema Zemlji

Trend u dolaznom dugovalnom zračenju



Trend dolaznog dugovalnog zračenja od 1973. do 2008. Sjeverna Amerika nije uključena jer podaci u toj regiji ne pokrivaju cijelo razdoblje od 1973. do 2008.⁴³

Koliko je osjetljiva naša klima?

Klimatska osjetljivost je mjera povećanja globalne temperature pri udvostručenju atmosferskog CO₂.

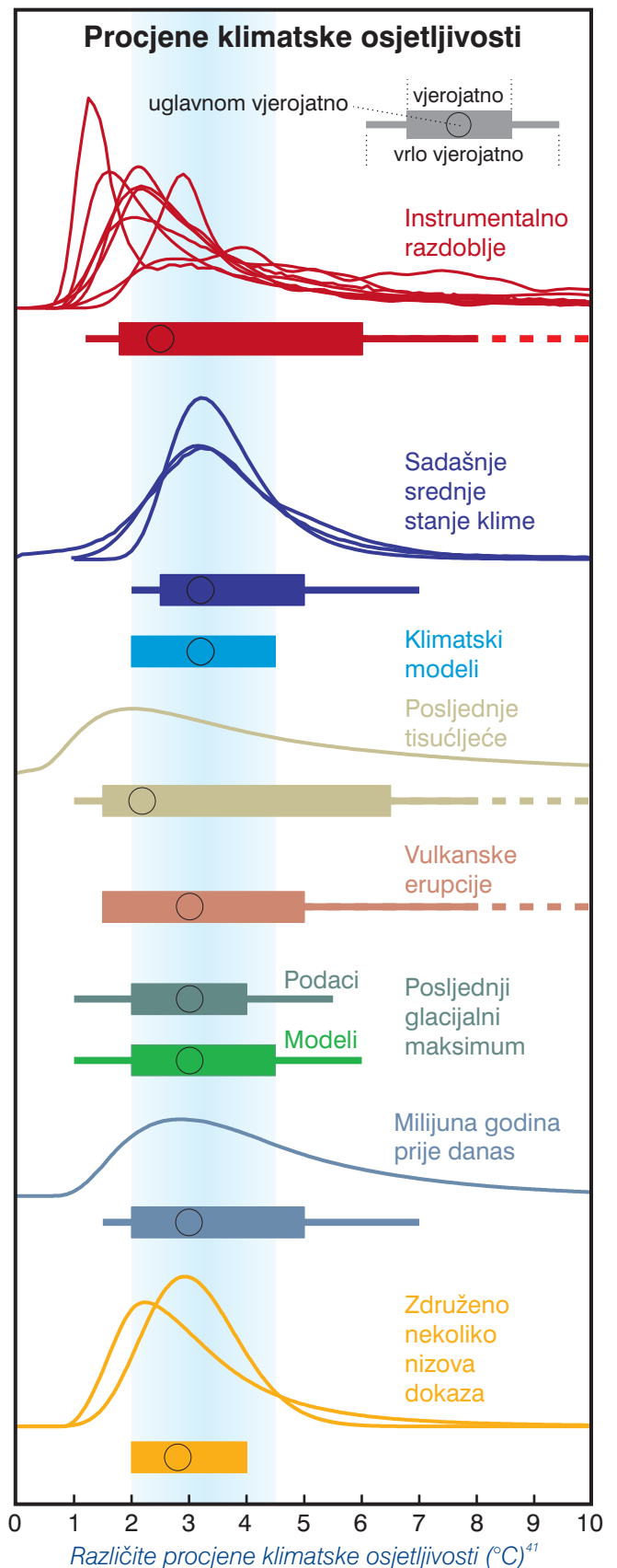
Ustanovljeno je kako izravno zagrijavanje zbog udvostručenja CO₂ (uz pretpostavku nepostojanja klimatskih povratnih sprege) iznosi oko 1,2 °C. Važno pitanje je kako povratne sprege reagiraju na početno stakleničko zagrijavanje. Pojačavaju li pozitivne sprege početno zagrijavanje? Ili guše li negativne povratne sprege početno zagrijavanje?

Klimatska se osjetljivost određuje različitim metodama. Instrumentalna mjerenja, satelitska očitavanja, toplina u oceanima, vulkanske erupcije, prošle klimatske promjene i klimatski modeli su ispitani kako bi se odredila reakcija klime na zagrijavanje. Postoji više neovisnih istraživanja koja obuhvaćaju različita razdoblja te istražuju različita svojstva klime koristeći različite metode analiziranja.⁴¹

Razne metode ukazuju na dosljednu sliku – klimatska osjetljivost je u rasponu između 2 i 4,5 °C, s najvjerojatnijom vrijednošću od 3 °C. To znači da pozitivne povratne sprege pojačavaju početno zagrijavanje nastalo zbog CO₂.

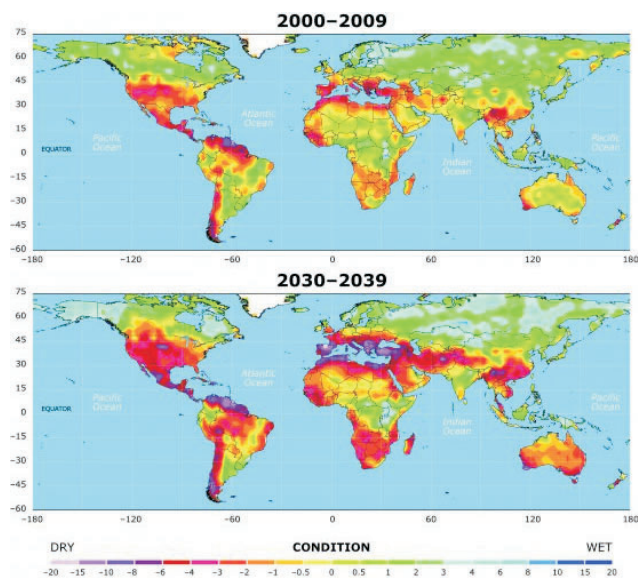
Postoje tvrdnje kako je klimatska osjetljivost mnogo manja od ovoga, citirajući istraživanje koje su proveli Lindzen i Choi.⁴⁴ U njihovom istraživanju koriste se satelitska mjerenja odlaznog zračenja te se sugerira snažna negativna povratna sprega. Međutim, uzimaju se u obzir samo podaci iz tropskog područja. Tropi nisu zatvoren sustav – veliki dio energije se izmjenjuje između tropa i suptropa.⁴⁵ Kako bi se ispravno izračunala globalna klimatska osjetljivost, potrebni su globalni podaci. U nekoliko istraživanja, koja su uzela u obzir satelitske podatke za gotovo cijeli svijet, došlo se do zaključka o pozitivnoj povratnoj sprezi.^{46,47}

Ispravno razumjevanje klimatske osjetljivosti zahtjeva potpun skup dokaza. Tvrditi kako je klimatska osjetljivost mala na temelju jednog istraživanja znači zanemariti mnoge dokaze koji potvrđuju pozitivne povratne sprege i veliku klimatsku osjetljivost.



Posljedice globalnog zagrijavanja

Tvrditi kako će globalno zagrijavanje biti dobro za čovječanstvo znači ignorirati mnoge negativne posljedice. Najčešći argument ovog tipa kaže kako je ugljikov dioksid „hrana za biljke”, tako da su emisije CO₂ dobre. Na taj se način zanemaruje činjenica kako je biljkama potrebno puno više od CO₂ da bi preživjele. Učinak „CO₂ prihrane” je ograničen te će ubrzo biti nadvladan negativnim učinkom toplinskog stresa, suše i smoga, za koje se očekuje porast u budućnosti.^{48,49} Tijekom posljednjeg stoljeća, jakost suša je globalno porasla i predviđeno je daljnje jačanje u budućnosti.¹² Biljke ne mogu iskoristiti dodatan CO₂ ako umiru od žeđi.⁵⁰



Suša u prošlosti i budućnosti, koristeći Palmerov indeks jačine suše. Plavo predstavlja vlažne uvjete, crveno predstavlja sušne uvjete. Vrijednosti -4 i manje se smatraju ekstremnom sušom.⁵¹

Postoje mnoge posljedice klimatskih promjena koje nemaju nikakve pozitivne aspekte. Između 18 i 35% biljnih i životinjskih vrsta moglo bi izumrijeti do 2050.⁵² Oceani apsorbiraju mnogo CO₂ iz zraka što vodi do porasta kiselosti oceana.⁵³ Predviđa se da će to ozbiljno destabilizirati cijeli oceanski hranidbeni lanac, uz negativne utjecaje toplijih voda na izbjeljivanje koralja (dva udarca globalnog zagrijavanja odjednom).⁵⁴

Procjenjuje se da 1 milijarda ljudi ovisi o oceanu koji u bitnom udjelu (>30%) doprinosi njihovoj potrebi za životinjskim proteinima.⁵⁵

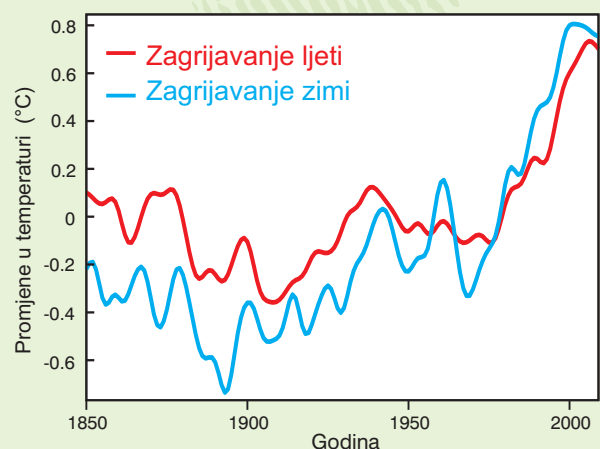
Kako glečeri i snijegom pokrivene površine iščezavaju, tako se smanjuje i opskrba vodom za milijune ljudi koji jako ovisi o tom izvoru slatke vode, osobito zbog poljoprivrede i navodnjavanja.³³ Slično, porast razine mora i pojačana olujna aktivnost utjecat će na milijune tijekom ovog stoljeća tako što će rižina polja biti poplavljena slanom vodom, morska voda će onečistiti rijeke, spremnici vode će biti onečišćeni, a populacija preseljena. To će uzrokovati migraciju milijuna ljudi dublje u kontinente što će povećavati rizik za izbijanje sukoba.⁵⁶

Kada netko tvrdi da je globalno zagrijavanje dobra stvar, citirajući izolirane pozitivne učinke, prisjetite se kako ukupan skup dokaza ukazuje da negativni učinci znatno nadmašuju pozitivne.

Ljudski utjecaj #6

Zime se brže zagrijavaju

Jačanjem stakleničkog zagrijavanja, očekuje se da se zime brže zagrijavaju od ljeta. Razlog tome je što staklenički efekt ima veći utjecaj zimi. To je opaženo u instrumentalnom zapisu.^{7,68}



Izgladene promjene temperature zimi i ljeti, usrednjene samo za kopno od 1850. do 2009.²¹

Pucanje u glasnika

U studenom 2009., e-mail poslužitelji Sveučilišta East Anglia su hakirani i e-mailovi ukradeni. Nakon što su izdvojeni pojedini e-mailovi klimatologa objavljeni na Internetu, nekoliko sugestivnih citata je izvađeno iz konteksta i protumačeno kao otkrivanje globalnog zagrijavanja kao teorije urote. To je prema nekima nazvano „climategate”. Kako bi utvrdili je li bilo nedozvoljenih aktivnosti, šest neovisnih istražiteljskih odbora iz Engleske i Sjedinjenih Država su istražila ukradene e-mailove. Sva istraživanja su oslobodila

„... nije pronađen dokaz namjernog lošeg postupanja sa znanstvenim podacima u niti jednom radu Climate Research Unit.”

Sveučilište East Anglia u savjetovanju s Kraljevskim društvom⁵⁸

klimatologe od optužbi o malverzacijama.^{57,58,59,60,61,62}

Najčeće citiran je e-mail Phila Jonesa „hide the decline”, koji je često netočno tumačen. „Pad” se odnosi na pad u rastu godova drveća od 1960-tih. Kako je rast drveća pod utjecajem temperature, širine godova blisko odgovaraju termometarskim mjerenjima u prošlosti. Ipak,

neki godovi odskakuju od termometarskih mjerenja nakon 1960. O tom pitanju se otvoreno raspravlja u znanstvenoj i recenziranoj literaturi još od 1995.⁶³ Ako se e-mail Phila Jonesa analizira u kontekstu raspravljane teme, očito je da nije riječ o uroti nego o

tehničkoj raspravi o metodama analize podataka, lako dostupnoj u recenziranoj literaturi.

Važno je objektivno sagledati problem ukradenih e-mailova: Skupina znanstvenika raspravlja o nekoliko manjih dijelova klimatoloških podataka. Čak i bez tih podataka, postoji obilna i dosljedna skupina dokaza, temeljito sakupljena od neovisnih znanstvenih grupa iz cijelog svijeta.

Nekoliko sugestivnih citata izvađenih iz konteksta mogu služiti kao ometanje od strane onih koji žele izbjeći realnost klimatskih promjena, ali ne mijenjaju gotovo ništa u našem znanstvenom razumijevanju ljudske uloge u globalnom zagrijavanju. Climategate je pokušaj da se prstom uperi u znanstvenike te preusmjeri pažnja od onoga što je bitno, a to je znanost.

„Znanstvena strogost i poštenje nisu upitni.”

Neovisan pregled e-mailova vezanih za klimatske promjene⁵⁹

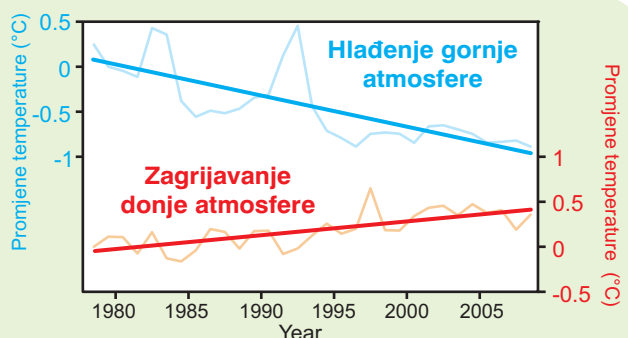
„Ne postoji uvjerljiv dokaz da je dr. Mann sudjelovao ili se upustio, izravno ili neizravno, u bilo kakvu aktivnost s namjerom da zataji ili falsificira podatke.”⁶⁰

Sveučilište Penn State

Ljudski utjecaj #7

Hlađenje gornje atmosfere

Kako staklenički plinovi zadržavaju više topline u donjoj atmosferi, manje topline stiže u gornju atmosferu (stratosferu i više slojeve). Stoga očekujemo zagrijavanje donje atmosfere i hlađenje gornje atmosfere. To je opaženo satelitima i atmosferskim balonima.¹



Promjene temperature (°C) u gornjoj i donjoj atmosferi mjerene satelitima (RSS).⁶⁴

Znanstveni konsenzus o globalnom zagrijavanju

Povremeno je moguće naići na peticije koje navode znanstvenike koji su skeptični prema ideji globalnog zagrijavanja uzrokovanog ljudima. Ipak, vrlo malo potpisnika na tim listama je uključeno u klimatološka istraživanja. Među njima su doktori medicine, zoolozi, fizičari i inženjeri, ali vrlo malo onih koji su specijalizirani za klimatologiju.

Što onda misle pravi stručnjaci? U nekoliko istraživanja anketirani su klimatolozi koji su aktivno objavljivali klimatska istraživanja. Svako takvo istraživanje došlo je do istog zaključka - preko 97% klimatskih stručnjaka je uvjeren kako ljudi mijenjaju globalnu temperaturu.^{65,66}

To je potvrđeno recenziranim istraživanjima. Pregled svih recenziranih istraživanja na temu „globalne klimatske promjene” objavljenih između 1993. i 2003., što uključuje 928 radova, ukazuje kako niti jedan rad nije opovrgnuo zajednički stav o globalnom zagrijavanju uzrokovanom ljudskim aktivnostima.⁶⁷

Preko 97 od 100 klimatskih stručnjaka misli kako ljudi uzrokuju globalno zagrijavanje



Suglasnost dokaza

Dokazi u prilog globalnom zagrijavanju uzrokovanog ljudima nisu temeljeni na glasovanju nego na direktnim mjerenjima. Višestruke, neovisne skupine dokaza ukazuju na isti odgovor.

Postoji suglasnost dokaza kako ljudi uzrokuju porast razine ugljikovog dioksida u atmosferi.

To je potvrđeno mjerenjima izotopa ugljika u zraku. Ono što nalazimo jest da više ugljika dolazi od fosilnih goriva.

Postoji suglasnost dokaza da porast CO₂ uzrokuje zagrijavanje. Sateliti mjere manje topline koja odlazi u svemir. Površinska mjerenja pokazuju kako se više energije vraća na Zemlju. To se događa na određenim valnim duljinama na kojima CO₂ zadržava toplinu, što je prepoznatljiv ljudski utjecaj.

Ne postoji samo suglasnost znanstvenika – postoji suglasnost dokaza

Postoji suglasnost dokaza da se globalno zagrijavanje događa. Termometri i sateliti mjere isti trend zagrijavanja. Drugi znakovi zagrijavanja opaženi su na cijelom svijetu: smanjenje ledenih ploča, povlačenje glečera, porast razine mora i pomicanje godišnjih doba.

Oblici zagrijavanja pokazuju očit potpis pojačanog stakleničkog učinka. Noći se zagrijavaju brže od dana. Zime se zagrijavaju brže od ljeta. Donja atmosfera se zagrijava dok se gornja atmosfera hladi.

Na pitanje uzrokuju li ljudi klimatske promjene, ne postoji samo suglasnost znanstvenika – postoji suglasnost dokaza.

Popis literature

1. Jones, G., Tett, S. & Stott, P. (2003): Causes of atmospheric temperature change 1960-2000: A combined attribution analysis. *Geophysical Research Letters*, 30, 1228
2. Laštovička, J., Akmaev, R. A., Beig, G., Bremer, J., and Emmert, J. T. (2006). Global Change in the Upper Atmosphere. *Science*, 314(5803):1253-1254.
3. Santer, B. D., Wehner, M. F., Wigley, T. M. L., Sausen, R., Meehl, G. A., Taylor, K. E., Ammann, C., Arblaster, J., Washington, W. M., Boyle, J. S., and Braggemann, W. (2003). Contributions of Anthropogenic and Natural Forcing to Recent Tropopause Height Changes. *Science*, 301(5632):479-483.
4. Harries, J. E., et al (2001). Increases in greenhouse forcing inferred from the outgoing longwave radiation spectra of the Earth in 1970 and 1997. *Nature*, 410, 355-357.
5. Manning, A.C., Keeling, R.F. (2006). Global oceanic and land biotic carbon sinks from the Scripps atmospheric oxygen flask sampling network. *Tellus*. 58:95–116.
6. Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Tank, A. M. G. K., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Kumar, K. R., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., and Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 111(D5):D05109+.
7. Braganza, K., D. Karoly, T. Hirst, M. E. Mann, P. Stott, R. J. Stouffer, and S. Tett (2003), Indices of global climate variability and change: Part I—Variability and correlation structure, *Clim. Dyn.*, 20, 491–502.
8. Evans W. F. J., Puckrin E. (2006), Measurements of the Radiative Surface Forcing of Climate, P1.7, AMS 18th Conference on Climate Variability and Change.
9. Wei, G., McCulloch, M. T., Mortimer, G., Deng, W., and Xie, L., (2009), Evidence for ocean acidification in the Great Barrier Reef of Australia, *Geochim. Cosmochim. Ac.*, 73, 2332–2346.
10. Barnett, T. P., Pierce, D. W., Achutarao, K. M., Gleckler, P. J., Santer, B. D., Gregory, J. M., and Washington, W. M. (2005), Penetration of Human-Induced Warming into the World's Oceans. *Science*, 309(5732):284-287.
11. Boden, T.A., G. Marland, and R.J. Andres. (2009). Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi 10.3334/CDIAC/00001
12. IPCC, (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR4). S. Solomon et al. eds (Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, NY, USA).
13. Mandia, S. (2010), And You Think the Oil Spill is Bad?, <http://profmandia.wordpress.com/2010/06/17/and-you-think-the-oil-spill-is-bad/>
14. Tripathi, A. K., Roberts, C. D., Eagle, R. A., (2009), Coupling of CO₂ and ice sheet stability over major climate transitions of the last 20 million years. *Science* 326 (5958), 1394-1397.
15. Swart, P. K., L. Greer, B. E. Rosenheim, C. S. Moses, A. J. Waite, A. Winter, R. E. Dodge, and K. Helmle (2010), The 13C Suess effect in scleractinian corals mirror changes in the anthropogenic CO₂ inventory of the surface oceans, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L05604, doi:10.1029/2009GL041397.
16. Burch, D. E., (1970), Investigation of the absorption of infrared radiation by atmospheric gases. *Semi-Annual Tech. Rep.*, AFCRL, publication U-4784.
17. Cuffey, K. M., and F. Vimeux (2001), Covariation of carbon dioxide and temperature from the Vostok ice core after deuterium-excess correction, *Nature*, 412, 523–527.
18. Caillon N, Severinghaus J.P, Jouzel J, Barnola J.M, Kang J, Lipenkov V.Y (2003), Timing of atmospheric CO₂ and Antarctic temperature changes across Termination III. *Science*. 299, 1728–1731.
19. Griggs, J. A., Harries, J. E. (2004). Comparison of spectrally resolved outgoing longwave data between 1970 and present, *Proc. SPIE*, Vol. 5543, 164.
20. Chen, C., Harries, J., Brindley, H., & Ringer, M. (2007). Spectral signatures of climate change in the Earth's infrared spectrum between 1970 and 2006. Retrieved October 13, 2009, from European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT) Web site: http://www.eumetsat.eu/Home/Main/Publications/Conference_and_Works_hop_Proceedings/groups/cps/documents/document/pdf_conf_p50_s9_01_harries_v.pdf .
Talk given to the 15th American Meteorological Society (AMS) Satellite Meteorology and Oceanography Conference, Amsterdam, Sept 2007
21. HadCRUT3 global monthly surface air temperatures since 1850. <http://hadobs.metoffice.com/hadcrut3/index.html>
22. Simmons, A. J., K. M. Willett, P. D. Jones, P. W. Thorne, and D. P. Dee (2010), Low-frequency variations in surface atmospheric humidity, temperature, and precipitation: Inferences from reanalyses and monthly gridded observational data sets, *J. Geophys. Res.*, 115, D01110, doi:10.1029/2009JD012442.
23. Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., Lo, K., (2010), *Rev. Geophys.*, doi:10.1029/2010RG000345, in press
24. NASA GISS GLOBAL Land-Ocean Temperature Index, (2010), <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata/GLB.Ts+dSST.txt>
25. Fawcet, R., Jones, D. (2008), Waiting for Global Cooling, *Australian Science Medical Centre*, <http://www.aussmc.org/documents/waiting-for-global-cooling.pdf>
26. Murphy, D. M., S. Solomon, R. W. Portmann, K. H. Rosenlof, P. M. Forster, and T. Wong, (2009), An observationally based energy balance for the Earth since 1950. *J. Geophys. Res.*, 114, D17107+. Figure redrawn on data from this paper supplied by Murphy
27. Malik, J., (1985). The Yields of the Hiroshima and Nagasaki Nuclear Explosions, *Los Alamos, New Mexico: Los Alamos National Laboratory*, LA-8819.
28. Menne, M. J., C. N. Williams Jr., and M. A. Palecki (2010), On the reliability of the U.S. surface temperature record, *J. Geophys. Res.*, 115, D11108
29. Karl, T. R., Hassol, S. J., Miller, C. D. and Murray, W. L. (2006). Temperature Trends in the Lower Atmosphere: Steps for Understanding and Reconciling Differences. *A Report by the Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research*, Washington, DC.
30. Velicogna, I. (2009). 'Increasing rates of ice mass loss from the Greenland and Antarctic ice sheets revealed by GRACE', *Geophys. Res. Lett.*, 36
31. Church, J., White, N., Aarup, T., Wilson, W., Woodworth, P., Domingues, C., Hunter, J. and Lambeck, K. (2008). Understanding global sea levels: past, present and future. *Sustainability Science*, 3(1), 922.
32. Parmesan, C., Yohe, G. (2003), A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421 (6918), 37-42.
33. Immerzeel, W. W., van Beek, L. P. H., and Bierkens, M. F. P. (2010). Climate change will affect the Asian water towers. *Science*, 328(5984):1382-1385

34. NOAA National Climatic Data Center, State of the Climate: Global Analysis for September 2010, published online October 2010, retrieved on October 30, 2010 from <http://www.ncdc.noaa.gov/bams-state-of-the-climate/2009.php>
35. Mann, M., Bradley, R. and Hughes, M. (1998), Global-Scale Temperature Patterns and Climate Forcing Over the Past Six Centuries, *Nature*, 392:779-787
36. Etheridge, D.M., Steele, L.P., Langenfelds, R.J., Francey, R.L., Barnola, J.-M. and Morgan, V.I. (1998), Historical CO₂ records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores. In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
37. Tans, P., (2009), Trends in Atmospheric Carbon Dioxide - Mauna Loa, NOAA/ESRL. www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends.
38. Crowley, T.J., (2000), Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years, IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series #2000-045. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.
39. Moberg, A., et al. (2005), 2,000-Year Northern Hemisphere Temperature Reconstruction. IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series # 2005-019. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.
40. Mann, M., Zhang, Z., Hughes, M., Bradley, R., Miller, S., Rutherford, S. and Ni, F. (2008), Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(36):13252-13257
41. Knutti, R., Hegerl, G. C., (2008), The equilibrium sensitivity of the earth's temperature to radiation changes. *Nature Geoscience*, 1 (11), 735-743.
42. Lacis, A. A., Schmidt, G. A., Rind, D., and Ruedy, R. A., (2010). Atmospheric CO₂: Principal Control Knob Governing Earth's Temperature. *Science*, 330(6002):356-359
43. Wang, K., Liang, S., (2009), Global atmospheric downward longwave radiation over land surface under all-sky conditions from 1973 to 2008. *Journal of Geophysical Research*, 114 (D19).
44. Lindzen, R. S., and Y.-S. Choi (2009), On the determination of climate feedbacks from ERBE data, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L16705, doi:10.1029/2009GL039628.
45. Trenberth, K. E., J. T. Fasullo, C. O'Dell, and T. Wong (2010), Relationships between tropical sea surface temperature and top-of-atmosphere radiation, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L03702, doi:10.1029/2009GL042314.
46. Murphy, D. M. (2010), Constraining climate sensitivity with linear fits to outgoing radiation, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L09704, doi:10.1029/2010GL042911.
47. Chung, E.-S., B. J. Soden, and B.-J. Sohn (2010), Revisiting the determination of climate sensitivity from relationships between surface temperature and radiative fluxes, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L10703, doi:10.1029/2010GL043051.
48. Challinor, A. J., Simelton, E. S., Fraser, E. D. G., Hemming, D., and Collins, M., (2010). Increased crop failure due to climate change: assessing adaptation options using models and socio-economic data for wheat in China. *Environmental Research Letters*, 5(3):034012+.
49. Tubiello, F. N., Soussana, J.-F., and Howden, S. M. (2007). Crop and pasture response to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50):19686-19690.
50. Zhao, M. and Running, S. W. (2010). Drought-Induced Reduction in Global Terrestrial Net Primary Production from 2000 Through 2009. *Science*, 329(5994):940-943.
51. University Corporation for Atmospheric Research. <http://www2.ucar.edu/news/2904/climate-change-drought-may-threaten-much-globe-within-decades>
52. Thomas, C. D. et al. (2004), Extinction risk from climate change. *Nature*, 427: 145/148.
53. Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Steneck, R. S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C. D., Sale, P. F., Edwards, A. J., Caldeira, K., Knowlton, N., Eakin, C. M., Iglesias-Prieto, R., Muthiga, N., Bradbury, R. H., Dubi, A., and Hatzios, M. E. (2007), Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. *Science*, 318(5857):1737-1742.
54. Hoegh-Guldberg, O. & Bruno, J. (2010). Impacts of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, 328, 1523-1528.
55. Tibbets, J. (2004). The State of the Oceans, Part 1. Eating Away at a Global Food Source. *Environmental Health Perspectives*, 112(5):A282-A291
56. Dasgupta, S., Laplante, B., Meisner, C., Wheeler, D. and Yan, J. (2007) The impact of sea-level rise on developing countries: a comparative analysis, World Bank Policy Research Working Paper No 4136, February
57. Willis, P., Blackman-Woods, R., Boswell, T., Cawsey, I., Dorries, N., Harris, E., Iddon, B., Marsden, G., Naysmith, D., Spink, B., Stewart, I., Stringer, G., Turner, D. and Wilson, R. (2010), The disclosure of climate data from the Climatic Research Unit at the University of East Anglia, *House of Commons Science and Technology Committee*, see: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200910/cmselect/cmsstech/387/387i.pdf>
58. Oxburgh, R. (2010), Report of the International Panel set up by the University of East Anglia to examine the research of the Climatic Research Unit, see: <http://www.uea.ac.uk/mac/comm/media/press/CRUstatements/SAP>
59. Russell, M., Boulton, G., Clarke, P., Eyton, D. and Norton, J. (2010), The Independent Climate Change E-mails Review. See: <http://www.cce-review.org/pdf/FINAL%20REPORT.pdf>
60. Foley, H., Scaroni, A., Yekel, C. (2010), RA-10 Inquiry Report: Concerning the Allegations of Research Misconduct Against Dr. Michael E. Mann, Department of Meteorology, College of Earth and Mineral Sciences, The Pennsylvania State University. See http://theprojectonclimatescience.org/wp-content/uploads/2010/04/Findings_Mann_Inquiry.pdf
61. Secretary of State for Energy and Climate Change, (2010). Government Response to the House of Commons Science and Technology Committee 8th Report of Session 2009-10: The disclosure of climate data from the Climatic Research Unit at the University of East Anglia. See <http://www.official-documents.gov.uk/document/cm79/7934/7934.pdf>
62. Assmann, S., Castleman, W., Irwin, M., Jablonski, N., Vondracek, F., (2010). RA-10 Final Investigation Report Involving Dr. Michael E. Mann. See http://live.psu.edu/fullimg/userpics/10026/Final_Investigation_Report.pdf
63. Jacoby, G. and D'Arrigo, R. (1995). Tree ring width and density evidence of climatic and potential forest change in Alaska, *Glob. Biogeochem. Cycles*, 9:22734
64. Mears, C., Wentz, F. (2009), Construction of the Remote Sensing Systems V3.2 atmospheric temperature records from the MSU and AMSU microwave sounders. *J. Atmos. Ocean. Tech.*, 26: 1040-1056.
65. Doran, P. and Zimmerman, M. (2009), Examining the Scientific Consensus on Climate Change, *Eos Trans. AGU*, 90(3)
66. Anderegg, W., Prall, J., Harold, J. and Schneider, S. (2010), Expert credibility in climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(27):12107-12109
67. Oreskes, N. (2004), Beyond the ivory tower: the scientific consensus on climate change, *Science*, 306:1686
68. Braganza, K., D. J. Karoly, A. C. Hirst, P. Stott, R. J. Stouffer, and S. F. B. Tett (2004), Simple indices of global climate variability and change: Part II: Attribution of climate change during the twentieth century, *Clim. Dyn.*, 22, 823– 838, doi:10.007/s00382-004-0413-1

Dokazi u prilog ljudski uzrokovanog globalnog zagrijavanja temeljeni su na mnogim neovisnim dokazima. „Skepticizam” prema globalnom zagrijavanju se često temelji na manjim dijelovima slagalice dok zanemaruje potpuni skup dokaza.

Naša klima se mijenja i mi smo glavni uzrok putem naših emisija stakleničkih plinova. Činjenice o klimatskim promjenama su ključne za razumijevanje svijeta oko nas, i za donošenje promišljenih odluka o budućnosti.



Za više informacija, posjetite:

 **Skeptical Science**
www.skepticalscience.com