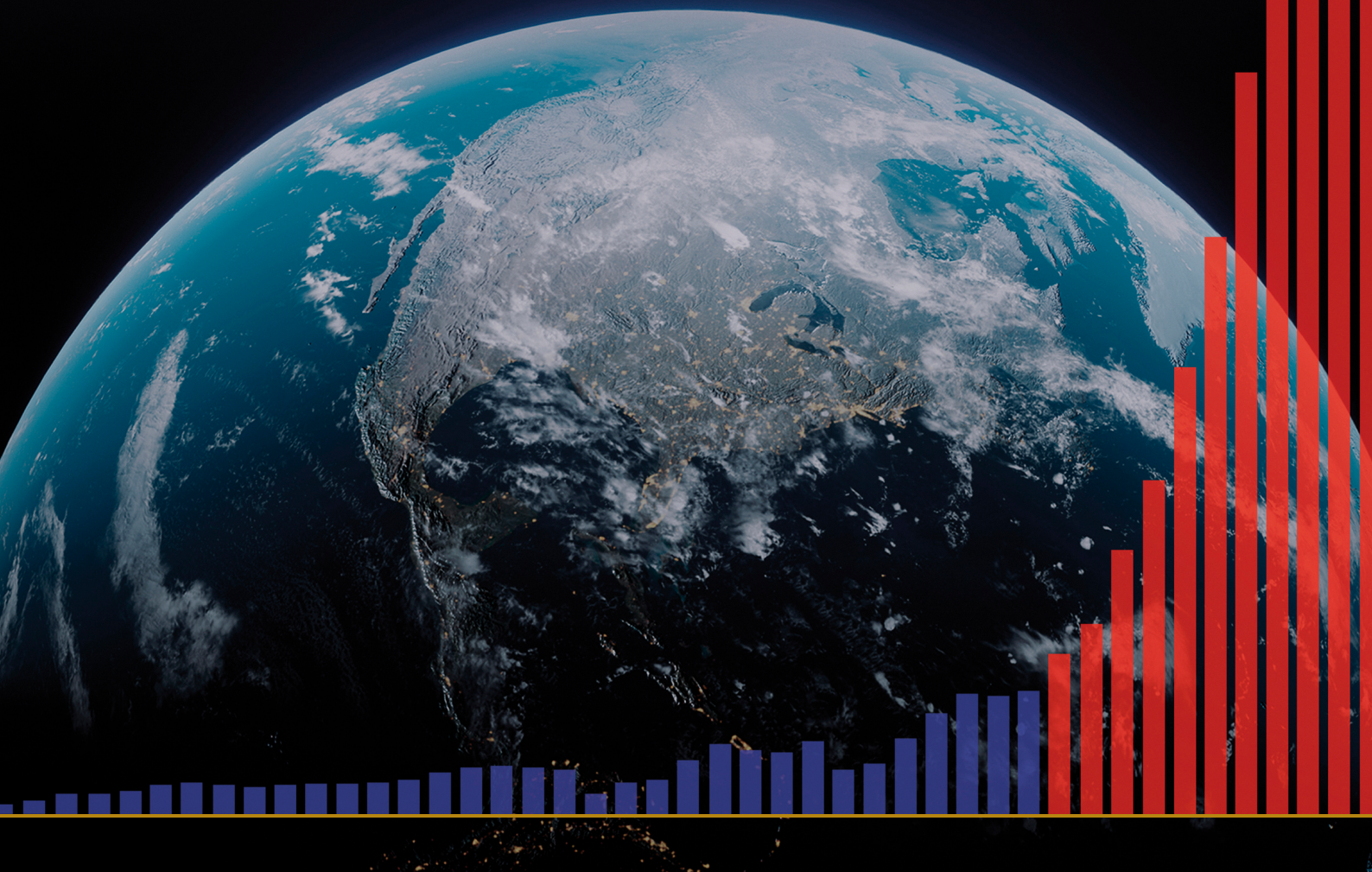


# O NAPREDOVANJU

KLIMATSKIH KATASTROFA NA ZEMLJI I  
NJIHOVIM KATASTROFALNIM  
POSLJEDICAMA



# O NAPREDOVANJU

KLIMATSKIH KATASTROFA NA ZEMLJI I  
NJIHOVIM KATASTROFALNIM  
POS LJEDICAMA

Izvještaj



# SADRŽAJ

---

<b>1. dio Eksponencijalni porast prirodnih katastrofa</b> .....	4
Porast seizmičke aktivnosti.....	5
Povećanje potresa dubokog žarišta.....	10
Aktivacija vulkana.....	12
Intenziviranje uragana, oluja i tornada.....	20
Povećanje broja poplava i suša.....	25
Povećanje broja divljih požara.....	27
Zagrijavanje Svjetskog oceana.....	30
Anomalno topljenje ledenjaka na Antarktici i Grenlandu.....	35
Zagrijavanje nižih slojeva atmosfere.....	42
Promjene u gornjim slojevima atmosfere.....	44
<b>2. dio Uzroci globalne katastrofe</b> .....	46
Promjene planetarnih razmjera 1995. godine.....	48
Pomicanje Zemljine jezgre 1998. godine.....	52
Međusobne veze između geodinamičkih i klimatskih procesa.....	55
Promjene na drugim planetima Sunčevog sustava.....	57
Astronomski procesi i njihova cikličnost.....	68
Abnormalno zagrijavanje Sibira.....	71
Trenutni ciklus planeta Zemlja.....	73
Tektonofizički i matematički model projektirane točke bez povratka 2036. godine.....	77
<b>3. dio Rješenje je moguće</b> .....	80
Obnova oceana.....	81
<b>Zaključci</b> .....	84
<b>Dodatak 1</b> .....	85
<b>Reference</b> .....	87

# 1. dio

## EKSPONENCIJALNI PORAST PRIRODNIH KATASTROFA

Prema najnovijim znanstvenim istraživanjima, postoji vjerojatnost da bi do 2036. godine održivost Zemljine biosfere mogla biti ugrožena. Ova pretpostavka temelji se na rigoroznim matematičkim modelima i činjeničnim podacima koji ukazuju na moguće kritično stanje planeta. Značajnu ulogu u klimatskim promjenama ima antropogeni čimbenik – ljudske aktivnosti koje dovode do povećanja koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi. Osim antropogenog utjecaja, postoje i drugi, često podcijenjeni čimbenici koji značajno utječu na klimatske promjene. To uključuje prirodne cikluse u geodinamici, kao i astronomske procese, uključujući solarnu aktivnost i varijacije Zemljine orbite. Ovi čimbenici igraju ključnu ulogu u dugoročnim klimatskim ciklusima i mogu ili pojačati ili ublažiti antropogeni utjecaj na Zemljin klimatski sustav.

Posljednjih godina bilježi se nagli porast broja klimatskih katastrofa diljem planeta. Njihov zamah karakterizira ekspanzijski rast. Katakлизme se događaju iznenada i na mjestima gdje se nikad prije nisu događale, uzrokujući ogromne štete i gubitak ljudskih života. U prošlosti je bilo klimatskih i geofizičkih katastrofa većih razmjera od onih koje smo vidjeli u zadnjih desetak

godina, ali to su bili izolirani događaji. Trenutačno prirodne katastrofe pokazuju stabilan uzlazni trend, sinkronu prirodu i sve veći geografski utjecaj.

Ovaj izvještaj predstavlja analizu napredovanja sve većih klimatskih i geodinamičkih promjena na Zemlji u posljednjih 30 godina, kao i njihov odnos s dodatnim antropogenim čimbenicima koji značajno pogoršavaju klimatsku situaciju na planetu. Izvještaj donosi i prognozu ekspanzijskog rasta kataklizmi, što ukazuje na visoku ranjivost Sjedinjenih Američkih Država i Ruske Federacije, ali i cijelog svijeta, na sve veći broj i snagu ekstremnih prirodnih katastrofa. Sve prikazane analize temelje se na javno dostupnim znanstvenim podacima.

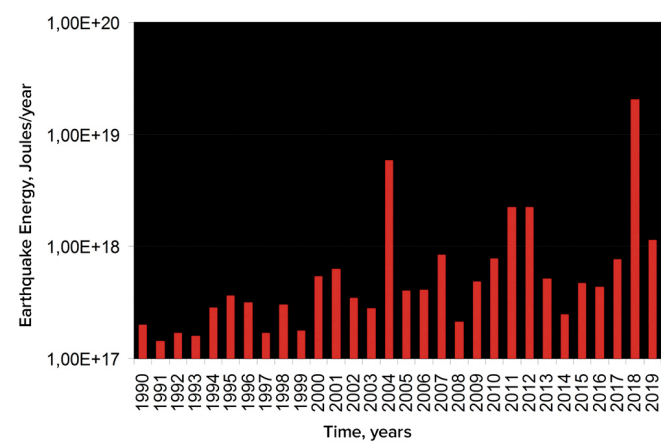
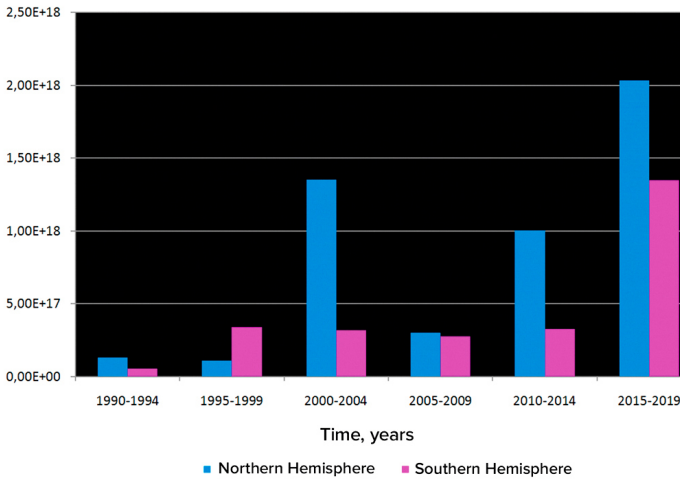
Prije nego što se detaljno pozabavimo novim antropogenim čimbenicima, potrebna je temeljita analiza geodinamičkih promjena koje utječu na litosferu, hidrosferu, atmosferu i magnetosferu našeg planeta. Takav pristup ne samo da će ocrtati cjelokupnu sliku trenutnih klimatskih promjena, već će i precizno odrediti kako ljudske aktivnosti utječu na te složene i međusobno povezane procese.



## Porast seizmičke aktivnosti

Zemlja doživljava abnormalno povećanje seizmičke aktivnosti: povećava se magnituda, učestalost i oslobađanje energije potresa. Ovaj trend primjetan je i na kontinentima i na dnu oceana.

Prema podacima Međunarodnog seizmološkog centra (ISC), došlo je do stalnog porasta energije potresa diljem planeta od 1990. (Slika 1).

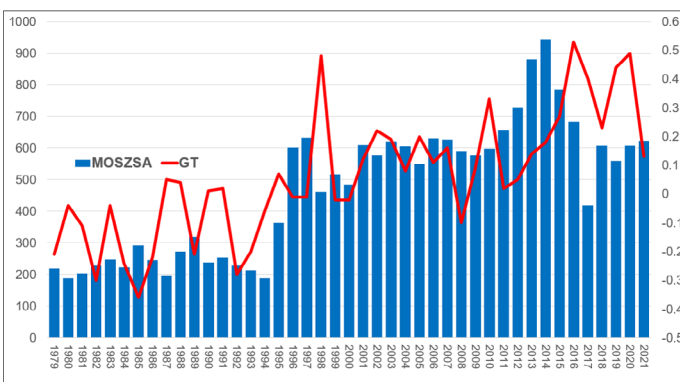


**Slika 1**

Grafikoni prikazuju energiju potresa od 1990. do 2019. temeljem podataka ISC-a. Autor grafikona je dr. A. Yu. Retejum, profesor na Geografskom fakultetu Moskovskog državnog sveučilišta Lomonosov, 2020. Izvor grafikona: <https://regnum.ru/article/3101660>, <https://regnum.ru/article/2913426>

Arthur Viterito, profesor na Sveučilištu Maryland, uočio je povećanje broja potresa na dnu oceana duž zona širenja u srednjem oceanu od 1995. godine<sup>1</sup> (Slika 2). Štoviše, s koeficijentom korelacije od 0,7, ovaj grafikon odgovara porastu globalnih temperatura s temperaturnim zaostajanjem od

dvije godine. Seizmička i vulkanska aktivnost duž zona širenja u srednjem oceanu dovodi do povećanja stope emisija hidrotermalnih izvora i zagrijavanja vode, što zauzvrat dovodi do oslobađanja stakleničkih plinova i zagrijavanja atmosfere.

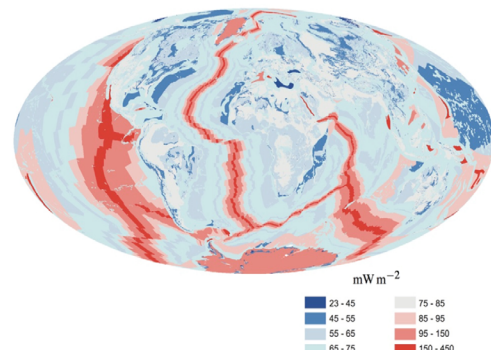


**Slika 2**

Istodobno povećanje broja potresa na dnu oceana s magnitudama 4-6 i globalnih atmosferskih temperatura.

Viterito, A. (2022.) 1995.: An Important Inflection Point in Recent Geophysical History. International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>

Karta prikazuje geotermalno zagrijavanje srednjooceanskih grebena, Davies & Davies, 2010.

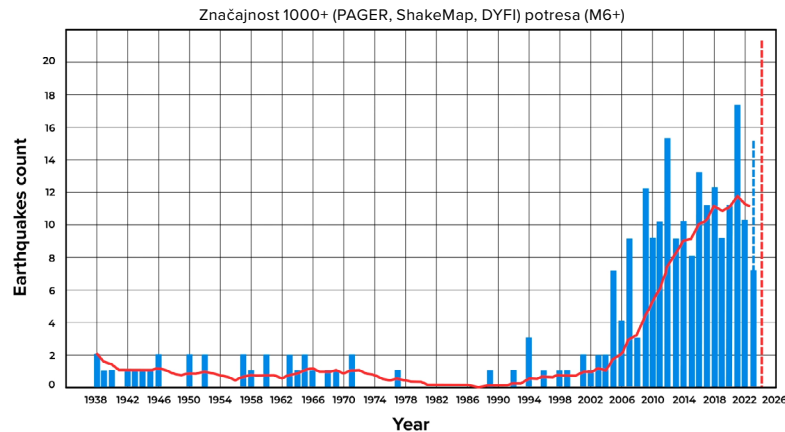


<sup>1</sup>Viterito, A. (2022). 1995: An important inflection point in recent geophysical history. International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources, 29(5). <https://doi.org/10.19080/>

U suvremenom razdoblju, za razliku od povijesnih podataka, uočava se neviđen eksponencijalni porast učestalosti značajnih potresa. Analiza podataka Geološkog instituta SAD-a (USGS) pokazuje da je prije 2000-ih bilo

samo jedan ili dva razorna potresa s magnitudom od 6 i više godišnje, dok se danas njihov broj povećao osmerostruko (Slika 3).

### Porast broja značajnih potresa na globalnoj razini s magnitudama M6.0 i više



#### Slika 3

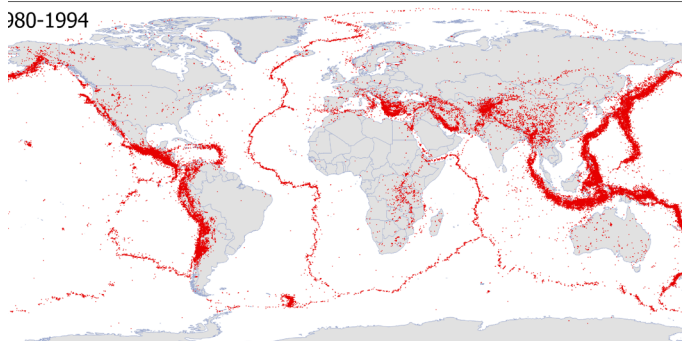
Broj značajnih potresa jačine M6 i više na globalnoj razini. Odabir potresa obavljen je prema kriteriju značajnosti 1000+, uzimajući u obzir magnitudu, intenzitet, osjetnost i štetu kako bi se identificirali događaji sa značajnim posljedicama, uz isključenje manjih i beznačajnih slučajeva.

Izvor podataka: Američki geološki institut (USGS)

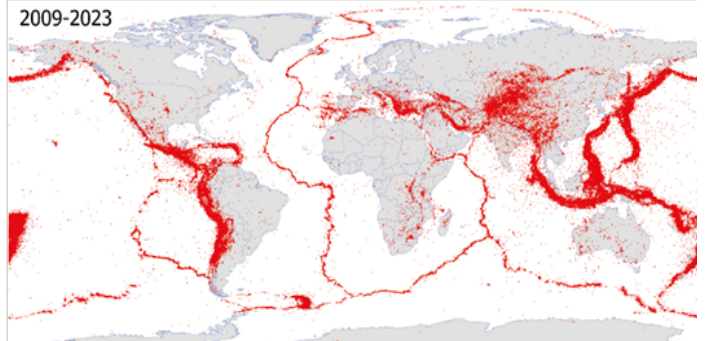
Broj potresa raste na područjima koja prije nisu bila poznata po visokoj seizmičkoj aktivnosti. Karte prikazane na slici 4 jasno pokazuju širenje geografske pokrivenosti seizmičkih događaja –

sada se protežu izvan granica litosfernih ploča i javljaju se unutar stabilnih platformi.

#### M4+ potresi na globalnoj razini tijekom 1980.-1994.



#### M4+ potresi na globalnoj razini tijekom 2009.-2023.



#### Slika 4

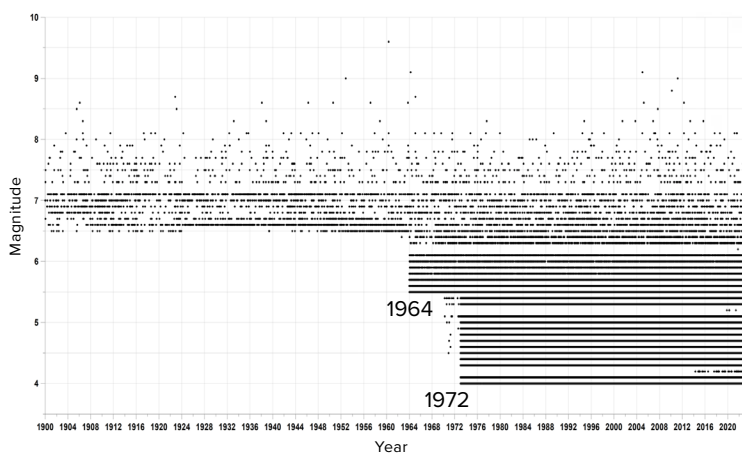
Karta prikazuje sve potrese magnitude 4,0 i više za dva identična vremenska razdoblja: 1980.–1994. i 2009.–2023. Karte su izrađene uzimajući u obzir sve jedinstvene potrese zabilježene u seizmičkim bazama podataka kao što su IRIS, ISC, USGS, EMCS i VolcanoDiscovery.



Neki ljudi vjeruju da je povećanje broja potresa posljedica širenja mreže seizmičkih senzora, a ne stvarnog povećanja broja događaja. S vremenom su se broj i osjetljivost seizmičkih senzora doista povećali. Međutim, to je samo dovelo do detaljnijeg bilježenja potresa male magnitude koji su prije bili nezamijećeni. Zapravo, od 1970-ih postoji dovoljno seizmičkih

senzora za bilježenje svih potresa magnitude 4,0 ili više (vidi sliku 5). Stoga uočeni trend porasta potresa od 1995. nije posljedica tehnološkog napretka, već odražava stvarne promjene. Tijekom posljednjih 25 godina seizmička aktivnost je doista dramatično porasla i nastavlja rasti.

**Grafikon gustoće seizmičkih događaja ovisno o magnitudi na globalnoj razini**



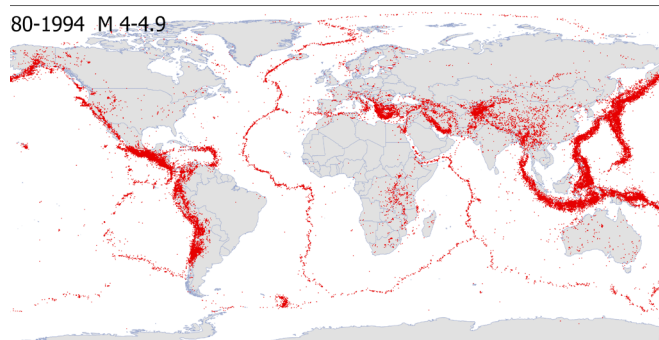
**Slika 5**

Crne točke na grafikonu predstavljaju potrese različite magnitude u različitim godinama. Prije 1964. godine zabilježeni su samo potresi magnitude 6,5 i više. Od 1964. godine (ugradnjom osjetljivijih detektora) bilježe se potresi magnitude 5,5 i više. Od 1972. godine bilježe se potresi magnitude 4,0 i više, bez obzira na njihovu lokaciju.

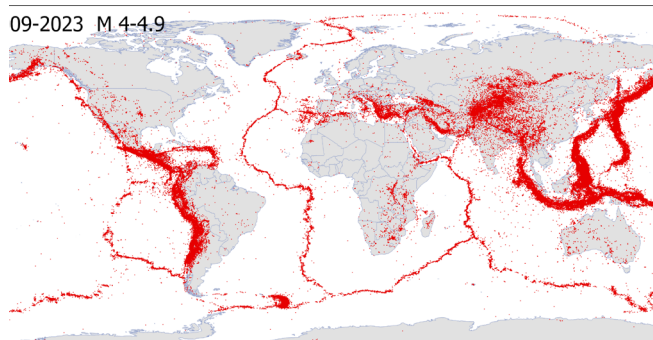
Karta na slici 6 prikazuje prostorni raspored potresa magnitude 4,0–4,9 koji su se dogodili u različitim regijama Zemlje. Ove karte prikazuju sve jedinstvene potrese zabilježene u seizmičkim bazama podataka IRIS, ISC, USGS, EMCS i VolcanoDiscovery. Karta pokazuje da su seizmički događaji s magnitudom od 4,0

do 4,9 već zabilježeni diljem svijeta prije 1995. godine, što ukazuje na prisutnost seizmičkih senzora u tim područjima. Od 1995. godine uočava se porast broja i površine područja s visokom seizmičkom aktivnošću, kao i pojava novih područja sa značajnim brojem potresa.

**M4.0–4.9 Potresi na globalnoj razini tijekom 1980.-1994.**



**M4.0–4.9 Potresi na globalnoj razini tijekom 2009.-2023.**



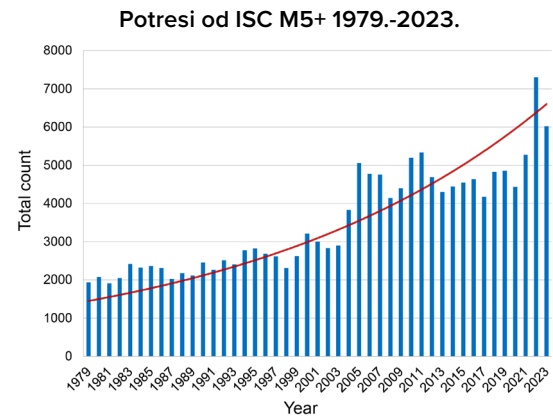
**Slika 6**

Potresi magnitude 4,0-4,9 diljem svijeta za 1980.-1994. i 2009.-2023. Ove karte prikazuju sve jedinstvene potrese zabilježene u seizmičkim bazama podataka IRIS, ISC, USGS, EMCS i VolcanoDiscovery.

Porast potresa magnitude 5,0 ili više vidljiv je i na grafikonu koji prikazuje broj seizmičkih događaja prema bazi podataka Međunarodnog seizmološkog centra (Slika 7).

**Slika 7**

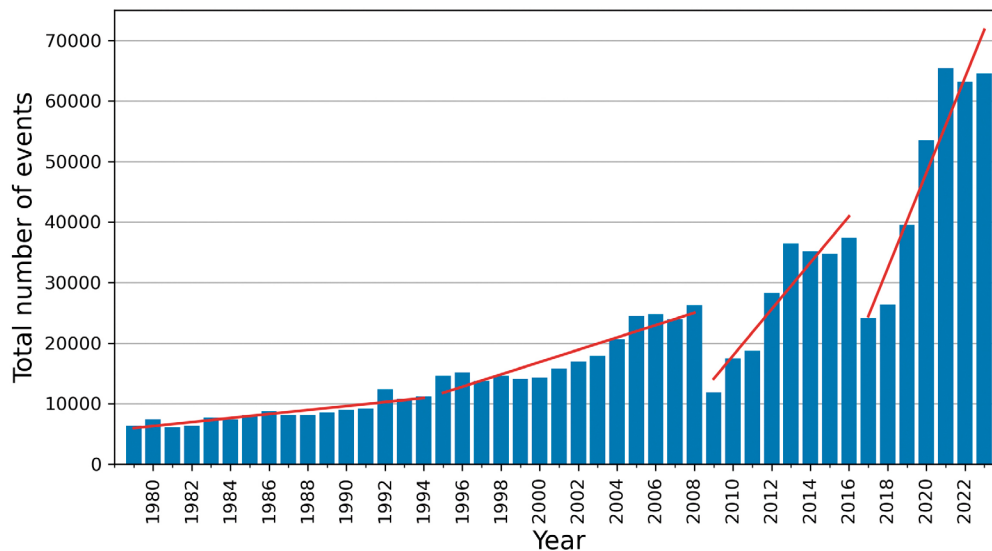
Potresi magnitude 5,0 i više prema ISC bazi podataka. Jasno je vidljivo značajno povećanje broja potresa u 1995. godini.



Prema bazi podataka VolcanoDiscovery (<https://www.volcanodiscovery.com>), u 1980-ima je svake godine bilo oko 10 000 potresa magnitude 3,0 ili više. Međutim, počevši od 2021., godišnje se događa više od 60 000 potresa ove magnitude (vidi sliku 8). Naime, ova baza podataka uključuje značajan skup seizmičkih događaja koji nisu prisutni u drugim bazama podataka.

Povećanje broja potresa male magnitude ukazuje da će broj potresa velike magnitude vjerojatno porasti u budućnosti, prema Gutenberg-Richterovom zakonu. Ovaj zakon izražava logaritamski odnos između broja potresa i njihove magnitude, tj. ako raste broj potresa male magnitude, očekuje se da će porasti i broj potresa velike magnitude.

**Potresi M3-M9 na globalnoj razini tijekom 1979.-2023.**



**Slika 8**

Grafikon prikazuje porast broja potresa magnitude 3,0 ili više diljem svijeta, na temelju podataka iz seizmološke baze podataka VolcanoDiscovery. Grafikon ilustrira eksponencijalni trend.



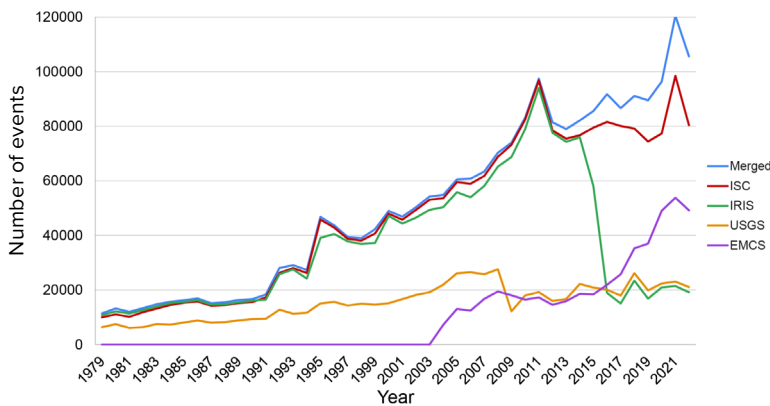
Važno je napomenuti da nijedna globalna seizmička baza podataka ne može pružiti potpun i precizan prikaz seizmičkih aktivnosti u cijelom svijetu zbog razlika u tehničkim, znanstvenim i praktičnim aspektima njihovog rada. Na slici 9 prikazan je grafikon broja potresa magnitude najmanje 3,0 koje su zabilježile različite međunarodne seizmološke službe od 1979. godine.

Kada se usporede svi događaji prikazani u ovim seizmičkim bazama podataka, postaje vidljivo da su se od 2014. skupovi seizmičkih događaja počeli razlikovati ne samo u količini (vidi sliku 9), već i u

jedinstvenosti (vidi sliku 10). To znači da postoje događaji koji su prisutni u jednoj ili više baza podataka, ali ih nema u drugim. Iako bi skupovi podataka o potresima trebali odražavati istu sliku.

Kako bi se dobila sveobuhvatnija i objektivnija slika seizmičke aktivnosti u cijelom svijetu, bitno je usporediti i uskladiti podatke iz različitih izvora, uzimajući u obzir njihove osobitosti i ograničenja.

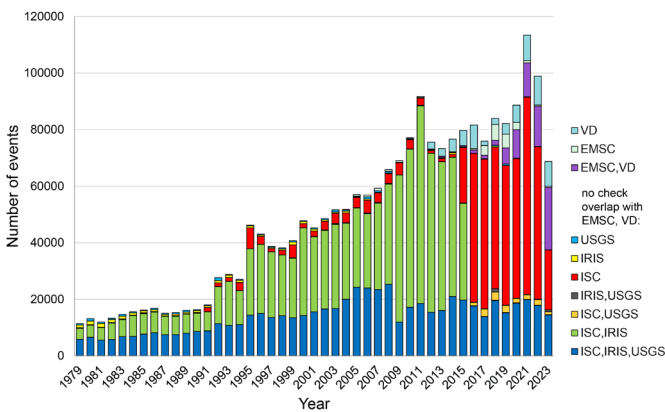
Usporedba broja potresa M3+ od 1979. do 2022. temeljem podataka iz različitih seizmičkih baza



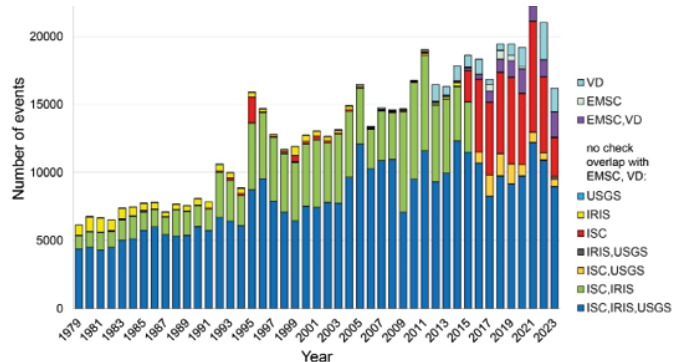
Slika 9

Grafikon prikazuje broj potresa magnitude od najmanje 3,0 koje su zabilježile različite međunarodne seizmološke službe u određenom razdoblju. Plava krivulja predstavlja zbroj svih jedinstvenih događaja prikupljenih iz svake baze podataka. Metodologija odabira detaljno je opisana u Dodatku 1.

Broj M3+ jedinstvenih seizmičkih događaja tijekom 1979.-2023. o kojima su izvjestile samo navedene agencije



Broj M4+ jedinstvenih seizmičkih događaja tijekom 1979.-2023. o kojima su izvjestile samo navedene agencije



Slika 10

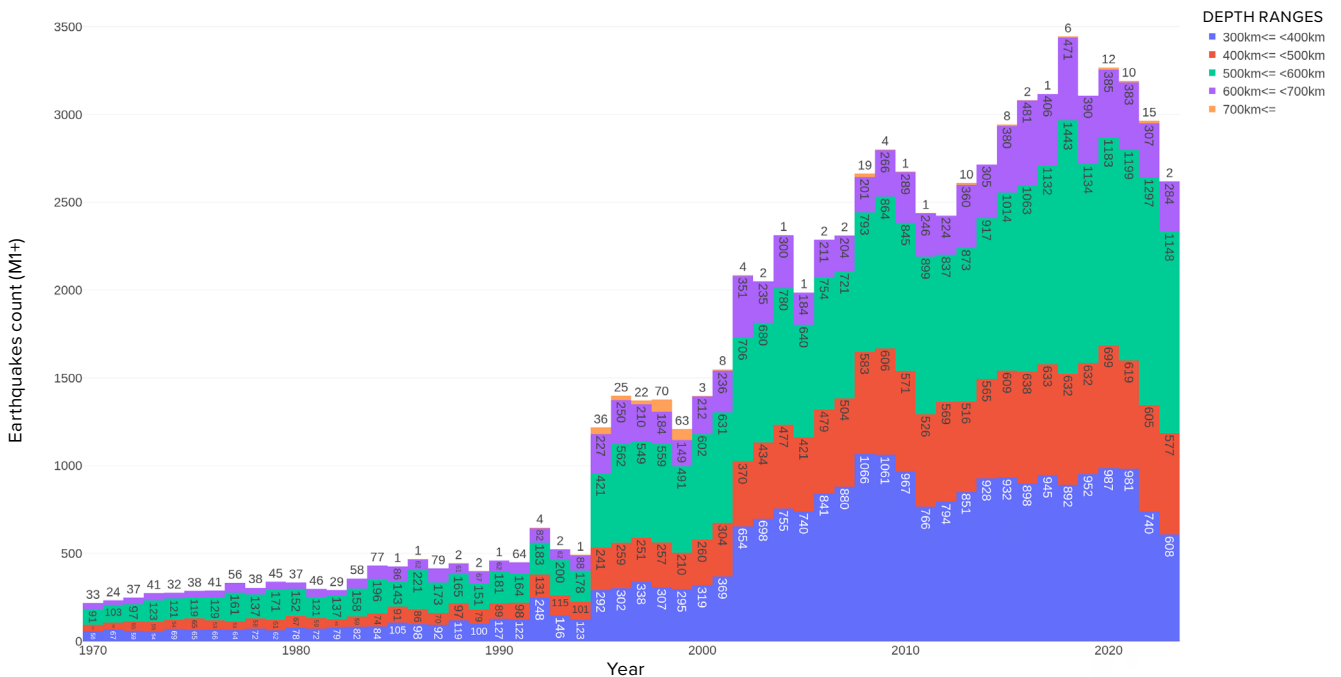
Grafikoni koji prikazuju broj jedinstvenih seizmičkih događaja magnitude 3,0 i više (lijevo) i magnitude 4,0 i više (desno) koji su istovremeno prisutni samo u navedenim seizmičkim službama od 1979. do 2023.

## Povećanje potresa dubokog žarišta

Potresi dubokog žarišta su seizmički događaji koji se događaju na dubinama ispod 300 km, a u nekim slučajevima dosežu dubine i do 750 km ispod Zemljine površine. Potresi dubokog žarišta događaju se u uvjetima visokog tlaka i temperature, pri čemu se očekuje da će se materijal plašta plastično deformirati, a ne biti lomljiv, te stoga ne bi trebao stvarati potrese. Ipak, takvi se događaji redovito bilježe, a mehanizmi njihova nastanka ostaju predmet znanstvenih rasprava.

Trenutačni porast potresa ne pripisuje se samo napetosti u Zemljinoj kori, već je uzrokovan porastom globalne magmatske aktivnosti duboko unutar Zemlje. Na to ukazuje eksponencijalni trend porasta potresa dubokog žarišta (Slika 11-12). Grafikon prikazuje eksponencijalnu progresiju sve većeg broja potresa na dubinama većim od 300 km u gornjem sloju Zemlje. Značajan skok može se uočiti 1995. godine, sličan skokovima u mnogim drugim geodinamičkim anomalijama.

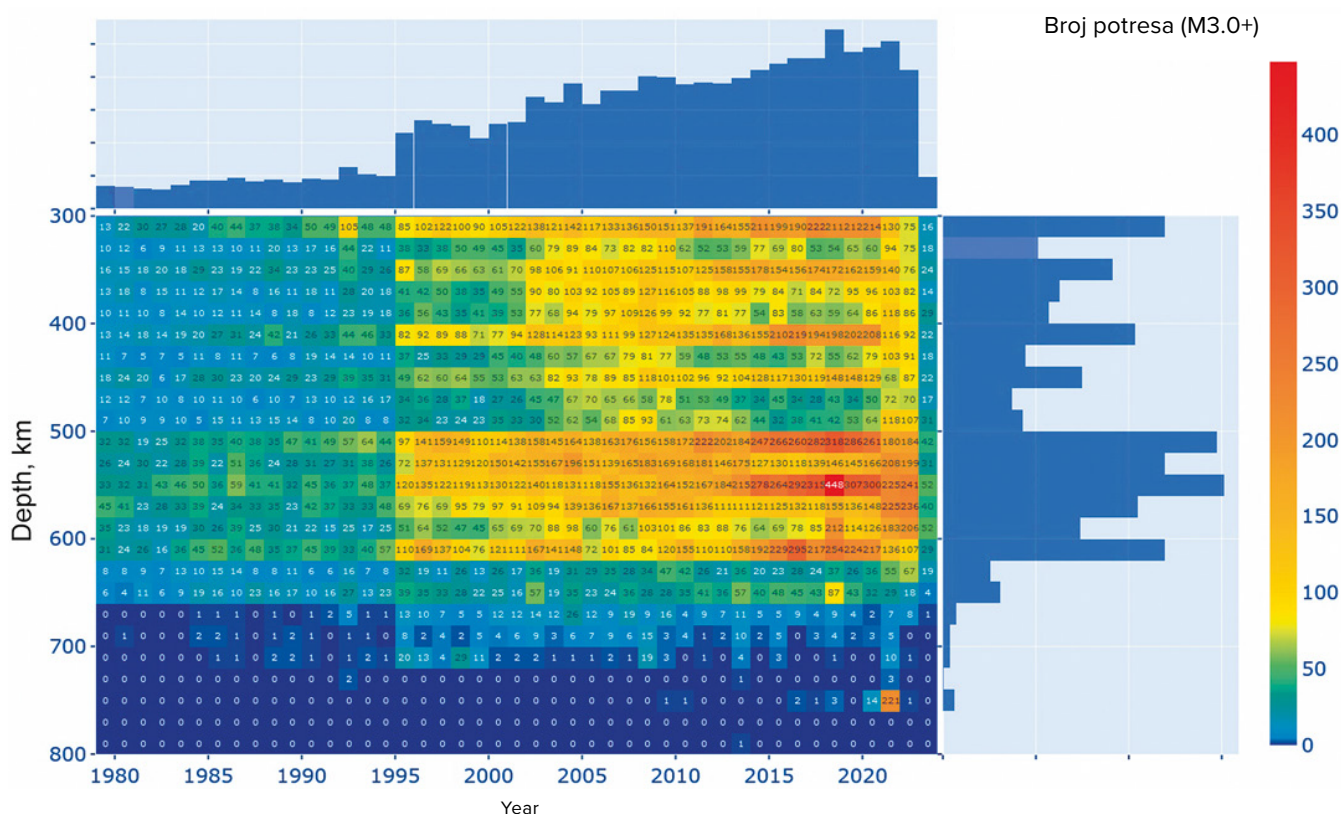
M1+ potresi dubokog žarišta na globalnoj razini tijekom 1970.-2023.



Slika 11

Eksponencijalni porast broja potresa dubokog žarišta M1+ na globalnoj razini od 1970. ISC baza podataka.





**Slika 12**

Toplinska karta potresa dubokog žarišta s magnitudom od 3,0 i više. Vertikalna skala predstavlja dubine hipocentra, dok horizontalna skala predstavlja godine. ISC baza podataka. Značajan skok u broju događaja bilježi se 1995. godine. Najveći broj potresa dubokog žarišta događa se na dubinama u rasponu od 500-600 km.

Prema modelu opisanom u ovom izvještaju, potresi dubokog žarišta predstavljaju eksplozije ekvivalentne snazi velikog broja atomskih bombi koje istovremeno eksplodiraju duboko unutar Zemljinog plašta. Eksponencijalni rast broja potresa dubokog žarišta ukazuje na izuzetnu magmatsku aktivnost našeg planeta. Rastuća seizmička aktivnost u plaštu posebno

je zabrinjavajuća zbog činjenice da potresi dubokog žarišta često izazivaju snažne potrese unutar Zemljine kore<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Mihajlova, R. S. (2014). Strong earthquakes in the mantle and their impact in the near and far zone. Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>

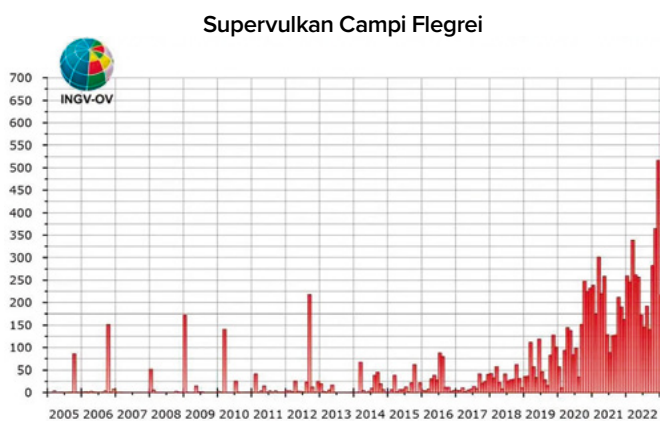
Mihajlova, R. S., Ulubieva, T. R., & Petrova N. V. (2021). The Hindu Kush Earthquake of October 26, 2015, with Mw=7.5, 10<sup>-7</sup>: Preceding Seismicity and Aftershock Sequence. Earthquakes of Northern Eurasia, 24, 324–339. DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.31

## Aktivacija vulkana

Mnogi veliki gradovi nalaze se u blizini ili čak unutar vulkanskih kaldera. Primjerice, Kagoshima u Japanu nalazi se unutar kaldere Aira. Napulj i Pozzuoli nalaze se u blizini kaldere Campi Flegrei u Italiji. Nadalje, Njemačka je domaćin masivnom supervulkanu nazvanom Laacher See, koji je posljednjih godina počeo pokazivati znakove aktivnosti.

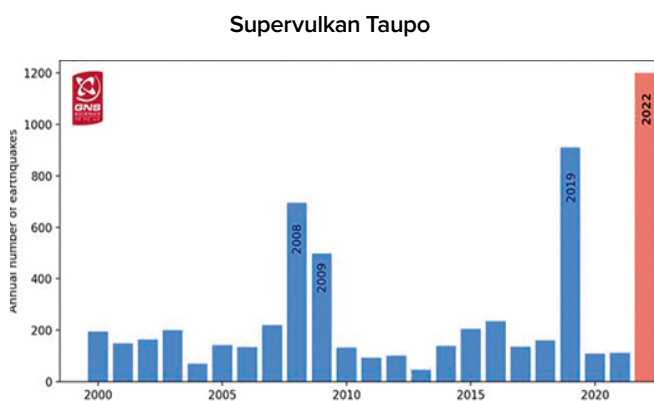
Sve veća aktivnost magme u dubinama Zemlje

primarni je uzrok nedavnih promjena. Tome u prilog ide sve veći broj potresa u blizini vulkana i supervulkana, kao što su Campi Flegrei u Italiji (vidi sliku 13), Taupo na Novom Zelandu (vidi sliku 14), Yellowstone u SAD-u (vidi sliku 15), Mauna Loa na Havajima (vidi sliku 16), Trident na Aljasci (vidi sliku 17) i vulkan Sakurajima unutar kaldere supervulkana Aira u Japanu (vidi sliku 18).



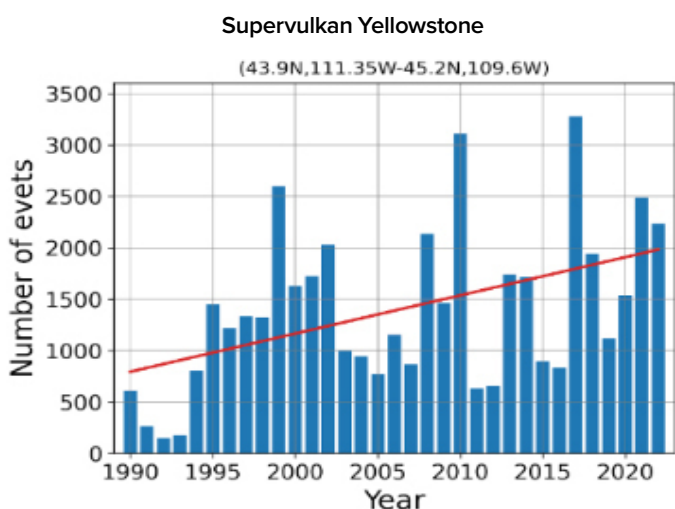
**Slika 13**

Trend učestalosti seizmičkih događaja od 2005., prema izvještaju Campi Flegrei Biltena Vesuvius Observatory INGV za travanj 2023. (Izvor: <https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/>)



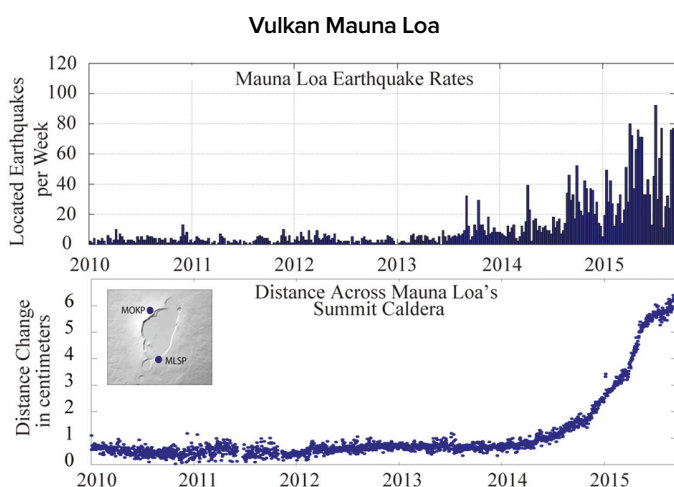
**Slika 14**

Godišnji broj potresa u blizini supervulkana Taupo. Podaci iz GeoNet Volcanic Alert Bulletin. (Preuzeto 14. veljače 2024. s URL-a <https://www.geonet.org.nz/vabs/7tu66IDztDnlaYDG-OLYSgl>)



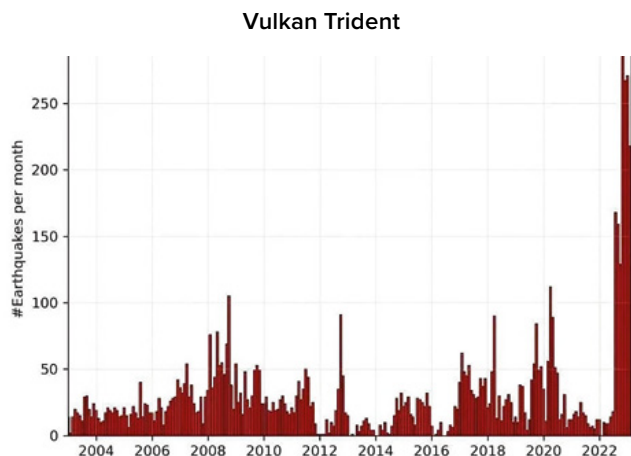
**Slika 15**

Porast godišnjeg broja potresa u području supervulkana Yellowstone. Grafikon temeljen na podacima USGS-a.

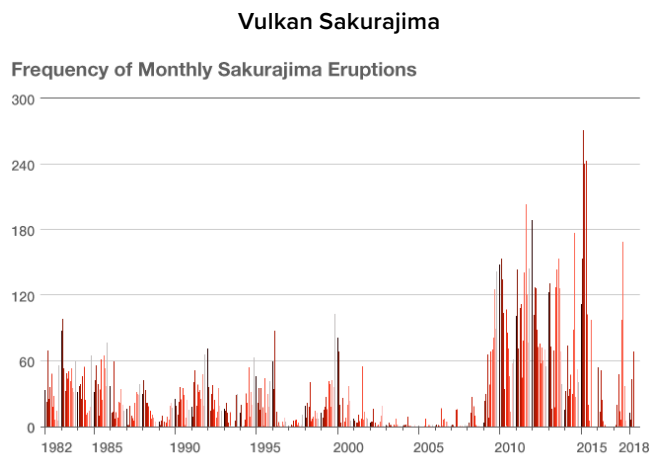


**Slika 16**

Podaci o potresima i deformacijama od 2010.-2016. u blizini vulkana Mauna Loa. Podaci USGS-a. (Izvor: <https://www.usgs.gov/media/images/mauna-loa-earthquake-and-deformation-data-2010-2016>)

**Slika 17**

Potresi ispod vulkana Trident, Aljaska, od 01. siječnja 2003. do 21. veljače 2023. Histogram prikazuje broj potresa zabilježenih po mjesecu. Izvor podataka: USGS/AVO, Aaron Wech. (Izvor: <https://watchers.news/2023/02/23/increased-seismic-activity-under-trident-volcano-alaska/>)

**Slika 18**

Povećanje broja erupcija koje ukazuju na rastuću aktivnost magme u vulkanu Sakurajima, Japan, unutar kaldere supervulkana Aira. (Izvor: <https://www.nippon.com/en/features/h00194/>)

Povećana seizmička aktivnost u blizini vulkana ukazuje na aktivaciju magmatskih procesa, ukazujući da se komore vulkanske magme pune i vjerojatno se pripremaju za potencijalnu erupciju. S obzirom na trenutnu netipičnu aktivnost magme u dubinama našeg planeta, erupcija jednog supervulkana mogla bi izazvati lančanu reakciju vulkanskih eksplozija, što bi dovelo do globalne katastrofe.

Vulkanolozi su primijetili i još jednu anomaliju: lava koju izbacuju vulkani ima netipičan sastav

koji podsjeća na magmu iz dubokih slojeva plašta, što je prikazano u sljedećoj infografici.

Karte prikazuju anomalije u kemijskom sastavu ili fizičkim svojstvima lave eruptirane iz raznih vulkana u posljednjih 10 godina. Ovi podaci temelje se na istraživanju koje su proveli znanstvenici iz različitih zemalja svijeta.





Sjeverna Amerika

## KALDERA SUPERVULKANA YELLOWSTONE (SAD)

**OD 1995.**

Učestalost i intenzitet potresa porasli su od 1995. godine

Dubina većine potresa smanjila se s 11 km 2010. na 5 km 2022.

2018. godine došlo je do sinkronizacije aktivnosti gejzira, kada je većina gejzira u cijeloj kalderi počela erupirati u isto vrijeme, višestruko češće. Aktivnost gejzira ostaje visoka do danas.

<https://doi.org/10.1073/pnas.2020943118>

2013.-2014. stopa porasta iznenada se povećala za 5 puta.

<https://doi.org/10.1029/2019JB018208>

Lokalna područja površinskog pregrijavanja pojavljuju se od 2003. godine.

<https://www.usgs.gov/news/thermal-activity-norris-geyser-basin-provides-opportunity-study-hydrothermal-system>

<https://doi.org/10.3389/feart.2020.00204>



Sjeverna Amerika

## VULKAN EDGE CUMBE, ALJASKA (SAD)

**2019.-2022.**

Vulkan koji je bio uspavan 800 godina ima najbržu stopu izdizanja tla na Aljasci. To je anomalno jer se uspavani vulkani dramatično reaktiviraju, posebno ovom brzinom. Magma se uzdiže oko 10 kilometara s dubine od oko 20 kilometara, uzrokujući potrese i značajne deformacije površine.

<https://doi.org/10.1029/2022GL099464>



Južna Amerika

## VULKAN CHAITEN (ČILE)

**01. SVIBNJA 2008.**

Vulkan Chaiten iznenada je izbacio riolitičku magmu. Stanovnici su osjetili potrese 24 sata prije nego što je pepeo pao na njih i dogodila se velika erupcija. Tako kratko upozorenje o velikoj erupciji, osobito bazalta, neuobičajeno je za kisele magme. Brzi izron ukazuje da je magma u četiri sata prešla put iz dubine veće od pet kilometara, gdje je bila uskladištena, do površine. Ovo ukazuje na brzi uspon magme kroz podvulkanski sustav.

<https://doi.org/10.1038/nature08458>





Afrika

## PODVODNI VULKAN U BLIZINI OTOKA MAYOTTE (FRANCUSKA)

**2019.**

Rađanje novog vulkana na obali Mayottea, u blizini otoka Reunion, na obali Madagaskara. U godinu dana magma je prešla 80 km od Zemljinog plašta do površine kroz cijelu Zemljinu koru, stvarajući novi podvodni vulkan. Ovo je neviđeno brza stopa nastanka vulkana. U 2019. bila je to najveća aktivna podvodna erupcija ikada zabilježena.

<https://doi.org/10.1038/s41561-021-00809-x>



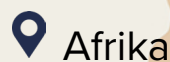
Antarktika

## PODVODNI VULKAN ORCA U TJESNACU BRANSFIELD

**KOLOVOZ 2020. DO VELJAČE 2021.**

Područje oko prethodno neaktivnog podvodnog vulkana Orca doživjelo je oko 85 000 potresa uzrokovanih prodorom magme. Magma je u šest mjeseci spalila 10 kilometara Zemljine kore, što je rekord po brzini i intenzitetu prodora.

<https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>



Afrika

## VULKAN NYIRAGONGO (KONGO-RUANDA)

**2021.**

Erupcija bez ikakvih znakova uzrokovana je puknućem strukture vulkana Nyiragongo. Erupcija je bila anomalna jer se širila od vrha do dna i uzrokovala prodiranje opsežnog nasipa dugog 25 kilometara.

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05047-8>



Antarktika

## VULKAN DECEPTION

**2015.**

Rojevi potresa uzrokovani dubokim, dugotrajnim prodorom magme velikih razmjera. Najveća aktivnost ikad zabilježena.

<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107376>

 Azija

## VULKAN CHANGBAISHAN (SJEVERNA KOREJA-KINA)

**2002.-2005.**

Snažan duboki potres u blizini vulkana na dubini od 566 km s magnitudom 7,2 izazvao je trogodišnji seizmički poremećaj. Intenzivni rojevi potresa bili su izazvani prodorom nove magme i aktivnostima usred plinske faze iz plašta.

<https://doi.org/10.3389/feart.2020.599329>


 Azija

## VULKAN RAIKOKE, VELIKI KURILSKI GREBEN (RUSIJA)

**21.-25. LIPNJA 2019.**

Erupcija je bila jedna od najvećih na Kurilskim otocima u 21. stoljeću. Erupciju je karakterizirala anomalija - magme koje hrane vulkan Raikoke potječu iz plašta, tj. magme imaju dubok izvor. Erupcija je bila eksplozivna tijekom svog trajanja i uzrokovala je padanje pepela i nastanak gustih piroklastičnih tokova. To je povećalo površinu otoka za 0,7 km<sup>2</sup>.

<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107346>


 Azija

## VULKAN MOUNT MERAPI (INDONEZIJA)

**2010.**

Erupcija VEI 4 bila je najgora vulkanska katastrofa koja je pogodila Mount Merapi u posljednjih 80 godina. Erupciju je potaknuo veći od uobičajenog dotoka duboke magme bogate hlapljivim tvarima koja je prodrla u relativno kratkom vremenu. Tijekom i nakon erupcije, lahari su preplavili gotovo sve veće doline, uzrokujući znatno veću štetu nego nakon prethodnih erupcija.

[https://doi.org/10.1007/978-3-031-15040-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-15040-1_12)

 Australija, Novi Zeland i Oceanija

## **KALDERA SUPERVULKANA TAUPO (NOVI ZELAND)**

**2003.-2011.**

Uočeno je izdizanje tla, što je u korelaciji s intenzivnom seizmičkom aktivnošću u regiji. Rađanje nove magmatske komore.

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1600288>

**2019.**


Niz potresa izazvanih prodorom magme na dubini od 8 km unutar kaldere Taupo.

<https://doi.org/10.3389/feart.2020.606992>

**2022.**

Povećana seizmička aktivnost, povećana vulkanska aktivnost.

<https://www.geonet.org.nz/news/LuzOzD-mQcQUUmdeiL67oX>

 Australija, Novi Zeland i Oceanija


## **VULKAN KILAUEA HAVAJI (SAD)**

**2018.**

Najveća erupcija u zoni Lower East Rift i kolaps kaldere u posljednjih najmanje 200 godina.

<https://doi.org/10.1126/science.aav7046>



 Australija, Novi Zeland i Oceanija

## **HUNGA TONGA-HUNGA HA'APAI VULKAN (KRALJEVINA TONGA)**

**15. SIJEČNJA 2022.**

Ovo je rekord za najjaču vulkansku erupciju ikada zabilježenu. Perjanica ove eksplozivne erupcije popela se do 58 kilometara na najvišoj točki, probijajući se kroz mezosferu. Erupcija je također proizvela najveći broj munja zabilježen za bilo koji prirodni fenomen. Lava sličnog sastava nije tekla u prethodnim erupcijama Tonge 2009. i 2014. U prethodnim erupcijama magma je bila zarobljena u srednjem epicentru, ali ovaj put se svježa magma brzo podigla i brzo promijenila kemijski sastav.



<https://doi.org/10.1038/d41586-022-00394-y>

<https://www.xweather.com/annual-lightning-report>

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adh3156>





Europa

## VULKAN FAGRADALSFJALL (ISLAND)

2021.

Stopa promjene ključnih kemijskih parametara lave vulkana bila je više od tisuću puta brža nego u drugim erupcijama. Sveukupni raspon kemijskog sastava ovog pojedinačnog događaja sličan je svim erupcijama na jugozapadu Islanda u posljednjih 10 000 godina. Osim toga, faza izlivanja duboke magme odgovara razdoblju erupcije, kada se fontana lave uzdigla do 400 metara visine. Geokemijske analize bazalta izlučenih tijekom prvih 50 dana erupcije, zajedno s povezanim emisijama plinova, ukazuju na izravno podrijetlo iz zone skladištenja magme u gornjem plaštu. Vulkanski sustav Fagradalsfjall na poluotoku Reykjanes eruptirao je tri puta od 2021. nakon više od 800 godina mirovanja.

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x>



Europa

## VULKAN BORGARHRAUN (ISLAND)

2014.

Neviđena brzina dizanja magme u vulkanu koji je bio uspavan tisućljećima. Potrajalo je samo 10 dana da magma iz rezervoara na dubini od 24 km izađe na površinu.

<https://doi.org/10.1038/s41561-019-0376-9>

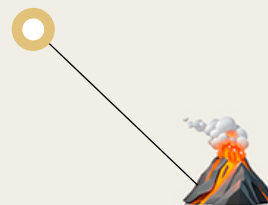
Europa

## VULKAN CUMBRE VIEJA (ŠPANJOLSKA)

2021.

Nakon prve eksplozije pokretna, aktivna magma potekla je u roku od nekoliko sati. Lava je bila superfluidna, najlikvidnija od svih povijesnih bazaltnih erupcija ovdje. Vulkan se hrani taljevinom iz plašta, što znači da dolazi iz dubokog plašta. Možda je magma dolazila iz dubljih slojeva Zemlje, iz jezgre kroz zone smanjene brzine. Zbog toga je lava koja se izlila na površinu u erupciji u rujnu 2021. superfluidna i pokretna.

<https://doi.org/10.1038/s41598-022-21818-9>



📍 Europa

## **SUPERVULKAN LAACHER SEE (NJEMAČKA)**

**2013.-2018.**

Pojava seizmičke aktivnosti na dubinama od 10 do 40 kilometara u blizini kaldere supervulkana koji je eruptirao prije 12,9 tisuća godina, kao i kontinuirane emisije vulkanskog plina oko kaldere, ukazuju na aktivan magmatski sustav, vjerojatno povezan sa zonom topljenja gornjeg plašta.

<https://doi.org/10.1093/gji/ggy532>



📍 Europa

## **KALDERA SUPERVULKANA CAMPI FLEGREI (ITALIJA)**

**2004.-2024.**

Tlak plina počinje podizati tlo, što ukazuje da vulkan postaje aktivan. Bradiseizam se nastavlja do danas.

**2016.-2024.**

Eksponencijalni porast vulkansko-tektonskih potresa i sinkronizacija svih prethodnika erupcija.

<https://doi.org/10.1038/s43247-023-00842-1>



📍 Europa

## **VULKAN ETNA (ITALIJA)**

**PROSINAC 2020. - VELJAČA 2022.**

Erupcije 2020.-2022. bile su potaknute najintenzivnijim usponom magme od svih erupcija u posljednjem desetljeću. Ovo razdoblje karakteriziraju češće erupcije. Utvrđeno je da bazaltna magma brzo migrira s najdublje razine u rekordnom vremenu.

<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104563>

📍 Europa

## **PODVODNI VULKAN KOLUMBO (GRČKA)**

**2006.-2007.**

Često podizanje glavne taline iz dubljih razina dovodi do zagrijavanja i stvaranja nove magmatske komore. Podaci o seizmičkoj aktivnosti u različitim vremenima ukazuju na kontinuirano punjenje rezervoara magmom iz dubljih izvora.

<https://doi.org/10.1029/2022GC010420>

<https://doi.org/10.1029/2022GC010475>

U posljednjem desetljeću došlo je do ubrzanja u uzdizanju magme iz dubina Zemljine kore u mnogim vulkanskim regijama, poput Islanda, Italije, otoka Mayotte u Indijskom oceanu, otoka La Palma (Kanarski otoci) i drugdje. To ukazuje na povećanje vulkanske aktivnosti na globalnoj razini.

Vulkanolozi su vrlo zabrinuti zbog naglog porasta brzine kojom se magma diže iz dubina Zemlje. Proces koji je prije trajao stotinama ili čak tisućama godina sada se u nekim regijama događa u samo šest mjeseci. Ovo dramatično ubrzanje primijećeno je u tjesnacu Bransfield 2021., gdje je uzdizanje magme s dubine od 10 km bilo popraćeno s 85 000 potresa<sup>3</sup>.

Debljina kore u ovom području je otprilike 15 km, a seizmička lokalizacija je pokazala da je 10 km kore već erodirano aktivnom magmom, ostavljajući samo 5 km prije nego što izbije na površinu.

Brzi uspon magme sa značajnih dubina ukazuje na pojavu opasnih i neviđenih procesa unutar Zemlje. Aktivacija vulkana ukazuje da se ogromna količina energije akumulirala duboko u unutrašnjosti planeta, nastojeći erupirati prema van.

## Intenziviranje uragana, oluja i tornada

2023. godine, prvi put u povijesti u svim oceanskim bazenima formiran je tropski ciklon 5. kategorije, najviše kategorije po snazi. Gotovo svaki uragan u ovoj kategoriji postavio je rekorde u snazi, trajanju i brzom jačanju u usporedbi s uraganima prethodnih godina<sup>4</sup>.

Primjerice, uragan „Otis” koji se iz obične tropske oluje u samo 12 sati transformirao u najrazorniji uragan pete kategorije. Ovako katastrofalno povećanje brzine uraganskog vjetera pripisuje se anomalnom zagrijavanju oceana i antropogenom faktoru, koji će biti opisan u nastavku. Zbog ovog zagrijavanja oceana, više vlage se oslobađa u atmosferu.

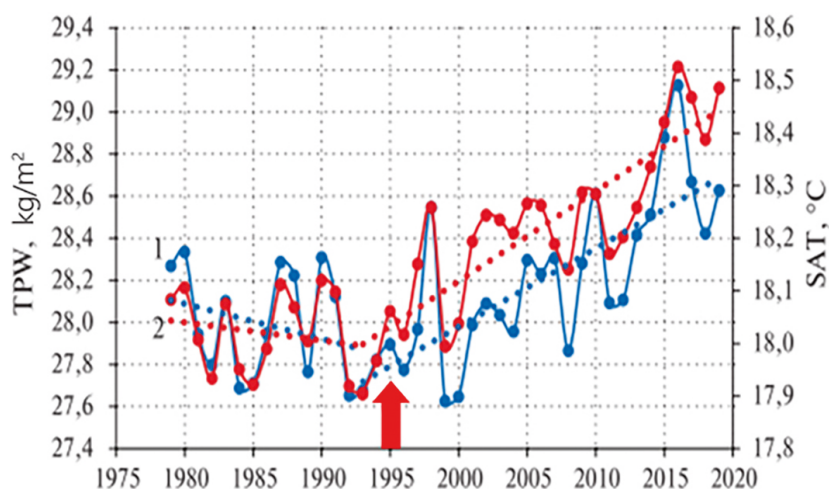
Od 1995. godine zabilježen je značajan porast atmosferske vlage nad oceanom (Slika 19). Grafikon prikazuje promjene isparavanja oceana i temperature zraka iznad oceana

od 1975. do 2020. Od 1995. oba pokazatelja pokazuju stalni porast, signalizirajući zagrijavanje svjetskog oceana i atmosfere iznad njega. Međutim, prije 1995. oba su pokazatelja u padu. Važno je napomenuti da su od 1995. godine također uočeni značajni geodinamički procesi u unutrašnjosti Zemlje, uključujući promjene, kao što su: povećanje brzine pomicanja sjevernog magnetskog pola za 3,5 puta, pomak osi rotacije planeta, i povećanje brzine rotacije planeta, kao i povećanje broja i jačine potresa na dnu oceana i potresa dubokog žarišta (o čemu detaljnije u nastavku). Stoga su porast temperature oceanske vode i isparavanje povezani i s antropogenim faktorom i s izdizanjem magme iz plašta, utječući na temperaturu i kruženje vode u oceanu.

<sup>3</sup>Cesca, S., Sukan, M., Rudzinski, L., Vajedian, S., Niemi, P., Plank, S., Petersen, G., Deng, Z., Rivalta, E., Vuan, A., Plasencia Linares, M. P., Heimann, S., & Dahm, T. (2022). Massive earthquake swarm driven by magmatic intrusion at the Bransfield Strait, Antarctica. *Communications Earth & Environment*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>

<sup>4</sup>Mersereau, D. (2023, September 9). The Weather Network, A world first, every tropical ocean saw a Category 5 storm in 2023. <https://www.theweathernetwork.com/en/news/weather/severe/a-world-first-every-tropical-ocean-saw-a-category-5-hurricane-cyclone-in-2023>

## Sadržaj atmosfere vlage



Slika 19

Međugodišnja varijacija sadržaja atmosfere vlage (1) u  $\text{kg/m}^2$  i temperature zraka (2) u  $^{\circ}\text{C}$  nad Svjetskim oceanom od 1979. do 2019. godine.

(Izvor: Malinin V. N. & Vaynovsky P. A. (2021.). Trendovi komponenti izmjene vlage u sustavu ocean-atmosfera u uvjetima globalnog zatopljenja, Reanalysis-2. Suvremeni problemi daljinskog istraživanja Zemlje iz svemira 18 (3), 9-25.

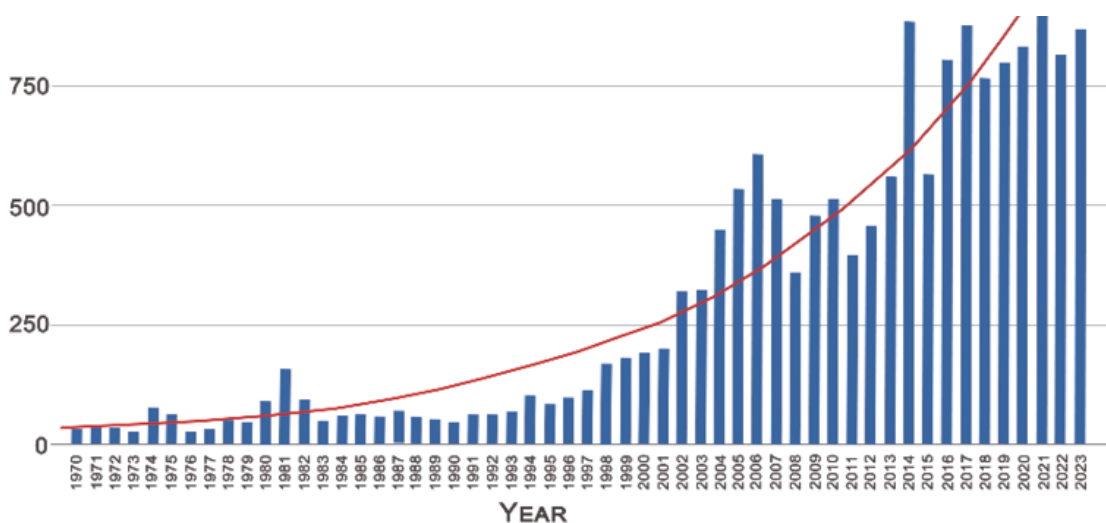
DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-9-25)

Povećanje vlažnosti zraka zbog isparavanja oceana dovodi do intenziviranja hidrometeoroloških događaja, kao što su tropski uragani, oluje, tornada, abnormalne temperature, oborine i poplave.

U Europi postoji trend povećanja broja tornada od 1970. do 2023., kao što je prikazano na slici 20, na temelju podataka iz Europske baze podataka o teškim vremenskim uvjetima (ESWD). Postoji značajan porast u broju tornada:

s otprilike 45 tornada godišnje u 1970-ima na više od 800 godišnje od 2014. do 2023. To znači da se prosječan broj tornada godišnje u Europi povećao 18 puta. Tornada i uragani pojavljuju se na područjima na kojima se nikada prije nisu događali, što dovodi do značajnih ekonomskih gubitaka.

## Porast broja tornada u Europi



Slika 20

Grafikon koji prikazuje godišnji broj tornada u Europi. Izvor podataka: Europska baza podataka o teškim vremenskim uvjetima (ESWD)

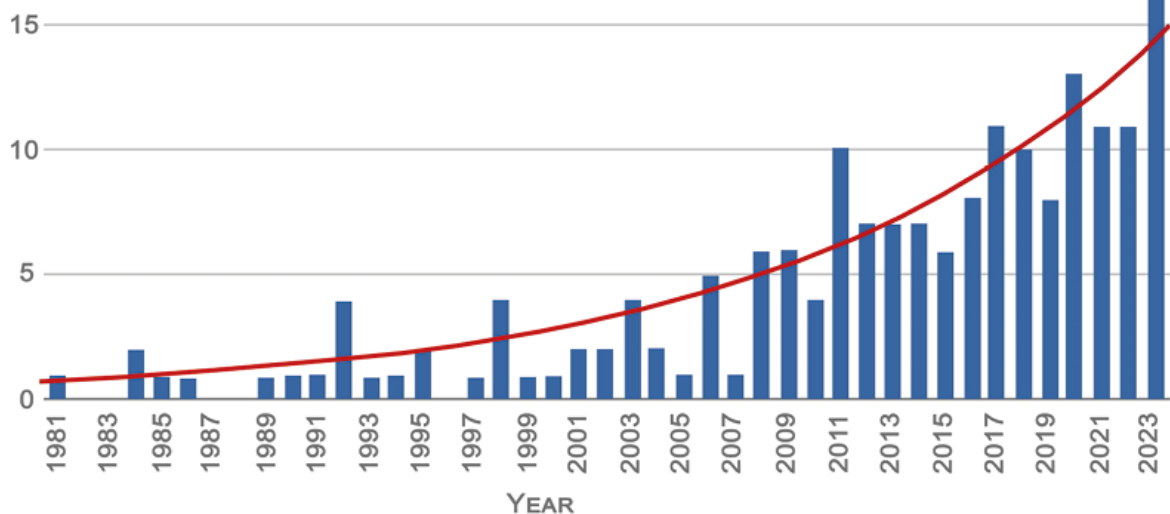


U posljednjem desetljeću konvektivne oluje praćene tornadima, tučom, obilnim padalinama i grmljavinskim nevremenom postale su dominantna pojava i uzrokovale značajne štete u Sjevernoj Americi i Australiji.

Analiza podataka NOAA-e, prikazana na slici 21, pokazuje eksponencijalni rast broja oluja

sa štetom u milijardama dolara u Sjedinjenim Državama od 1981. do 2023. godine. Od 1981. do 1990. godine, bilo je dvije ili manje takvih oluja godišnje. Međutim, posljednjih je godina došlo do naglog porasta, s 19 takvih oluja koje su se dogodile samo 2023. godine.

Broj snažnih oluja u SAD-u s više od milijardu dolara štete



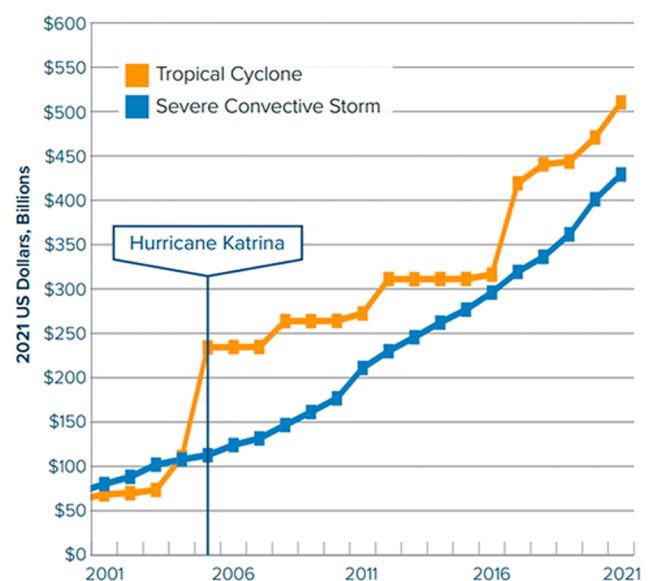
Slika 21

Grafikon koji prikazuje broj snažnih oluja koje su uzrokovale štete veće od milijardu dolara u Sjedinjenim Državama. Izvor podataka: NOAA

Štete od konvektivnih oluja postale su usporedive s onima od tropskih uragana (Slika 22). Glavni trend vidljiv na grafikonu je porast šteta temeljem osiguranja za obje kategorije. To ukazuje na to da cijena ovih katastrofa i dalje raste.

Prema Nacionalnoj upravi za oceane i atmosferu (NOAA), u razdoblju od 10 godina, počevši od 1990. godine, konvektivne oluje uzrokovale su štetu od oko 40 milijardi dolara u Sjedinjenim Državama. Međutim, u posljednjem desetljeću ukupni gubici su se ušesterostručili, premašivši 240 milijardi dolara (Slika 23), a samo 2023. godine gubici povezani s olujama postavili su novi rekord, iznoseći 54 milijarde dolara.

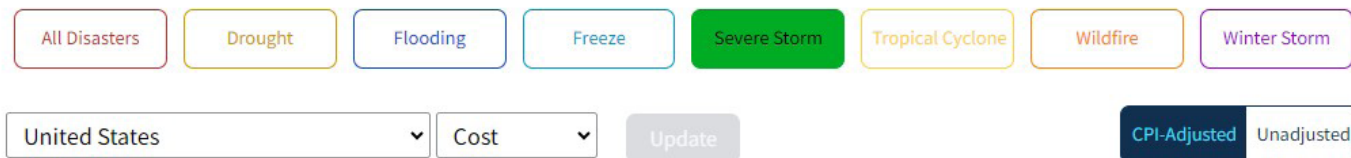
Kumulativni osigurani gubici, 2001.-2021.



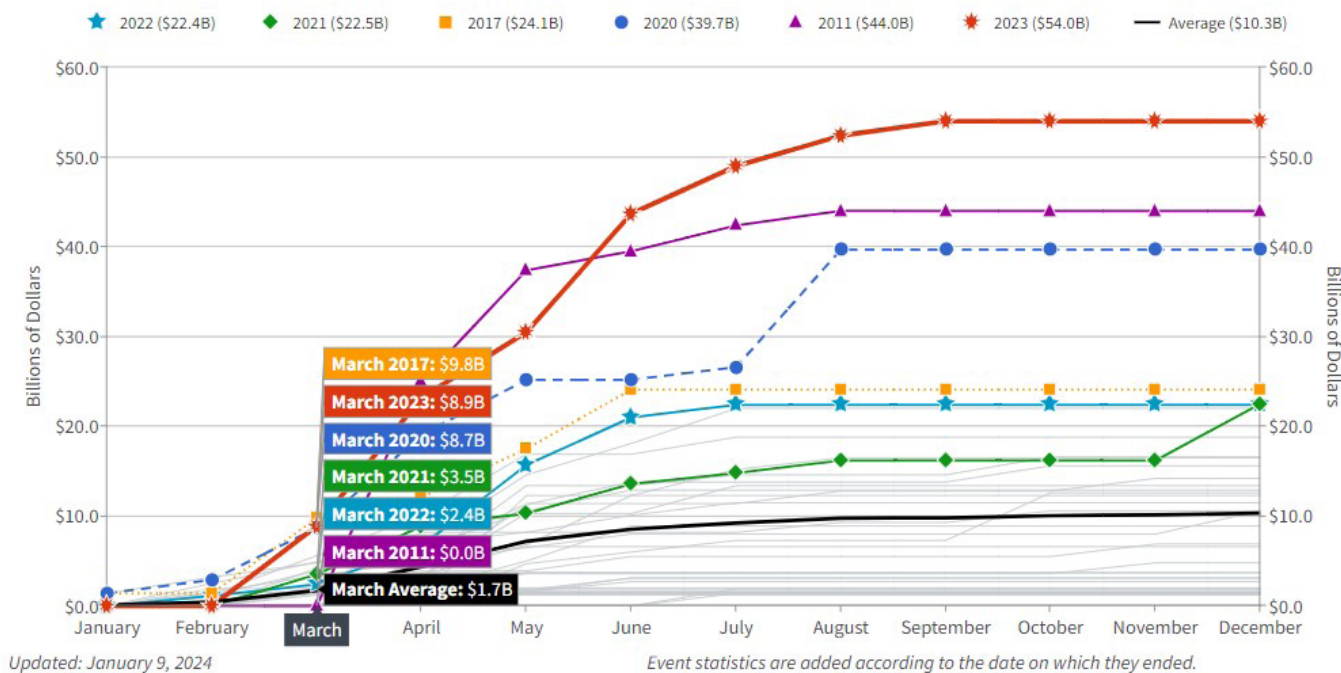
Slika 22

Dinamika gubitaka od konvektivnih oluja i tropskih uragana u SAD-u od 2001. do 2021. godine.

Grafikon prikazuje dvije linije: narančasta linija predstavlja tropske uragane, a plava linija predstavlja jake konvektivne oluje. Izvor podataka: Aon (Catastrophe Insight)



Šteta od prirodnih katastrofa premašuje milijardu dolara u Sjedinjenim Državama za razdoblje 1980.-2023. s kumulativnim ukupnim iznosom (prilagođeno za CPI)



### Slika 23

Povećanje gubitaka od snažnih oluja koje premašuju milijardu dolara u Sjedinjenim Državama.

Izvor: Nacionalna uprava za oceane i atmosferu (NOAA)

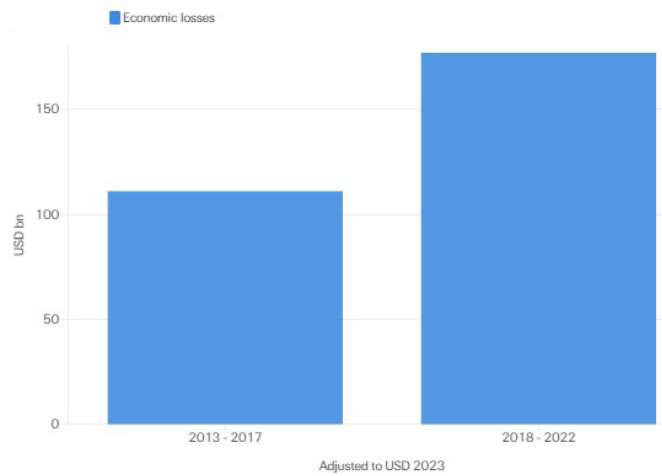
NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) U.S. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters. (2024.). <https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>, DOI: 10.25921/stkw-7w73

Grafikon prikazuje linije različitih boja, od kojih svaka predstavlja određenu godinu. 2023. godina, označena crvenom linijom, pretrpjela je najveću štetu od snažnih oluja, premašivši 50 milijardi dolara. Grafikon pokriva razdoblje od 1980. do 2023. i prilagođen je inflaciji (CPI). Grafikon je posljednji put ažuriran 09. siječnja 2024.

Prema AON-ovom izvješću<sup>5</sup> o klimatskim katastrofama, najveće ekonomske gubitke u Europi u posljednjih 10 godina uzrokovale su jake konvektivne oluje. Pokazalo se da su ove oluje bile razornije od zimskih oluja, koje su se tradicionalno smatrale glavnom prijetnjom na tom području.

Prema istraživanju Instituta Swiss Re<sup>6</sup>, jake konvektivne oluje nedavno su postale najveći izvor ekonomskih gubitaka među sekundarnim opasnostima (visokofrekventni događaji sa štetama u rasponu od niske do srednje jačine, kao što su tuče, bujične poplave, tornada, klizišta, suše i šumski požari). Od 2018. do 2022. ekonomski gubici u cijelom svijetu od jakih konvektivnih oluja iznosili su 177 milijardi američkih dolara, što predstavlja povećanje od 60% u usporedbi s prethodnih pet godina (Slika 24). To ukazuje na rastuću učestalost i utjecaj ovih katastrofa.

**Globalni ekonomski gubici od konvektivnih oluja u dva petogodišnja razdoblja: 2013.-2017. i 2018.-2022.**



**Slika 24**

Usporedba globalnih ekonomskih gubitaka od konvektivnih oluja za dva petogodišnja razdoblja: 2013.-2017. i 2018.-2022. Na temelju podataka Swiss Re instituta

<sup>5</sup>Weather, Climate and Catastrophe Insight. (2023). (Source: <https://www.aon.com/getmedia/f34ec133-3175-406c-9e0b-25cea768c5cf/20230125-weather-climate-catastrophe-insight.pdf>, p.42)

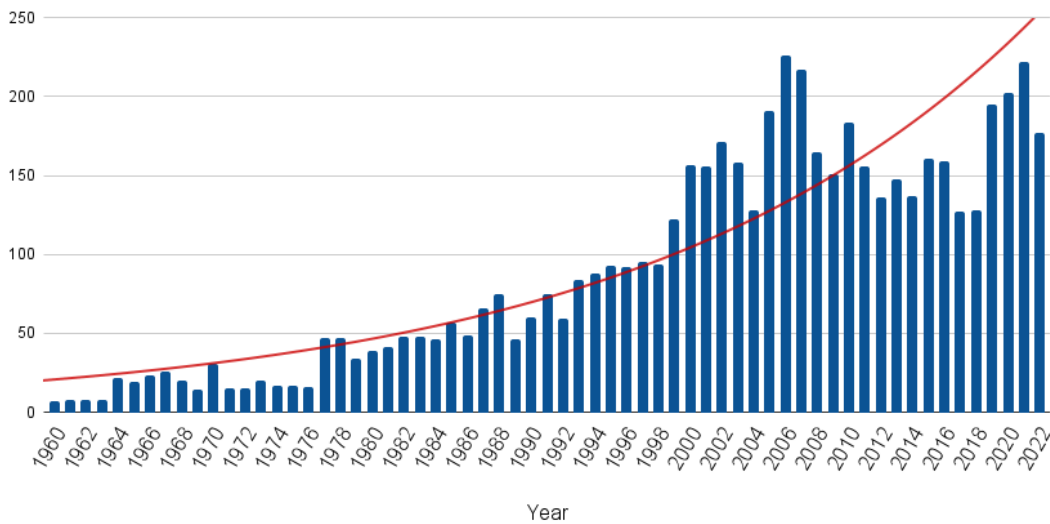
<sup>6</sup>Swiss Re Institute. Natural catastrophes in focus: Tornadoes, hail and thunderstorms. (Source: <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/tornados-hail-thunderstorms.html>)

## Povećanje broja poplava i suša

Također je došlo do značajnog povećanja broja velikih poplava diljem svijeta (Slika 25). Velike poplave definirane su kao one koje uzrokuju značajnu štetu i ljudima i infrastrukturi. Dok je sedamdesetih godina prošlog stoljeća bilo samo 260 velikih poplava u razdoblju od 10 godina, broj poplava između 2014. i 2023.

porastao je na 1500, što znači da je bilo 6 puta više poplava. Podaci ukazuju na povećanje učestalosti i intenziteta ekstremnih oborina koje su jedan od vodećih uzroka poplava.

Ukupan broj klimatskih katastrofa velikih razmjera na globalnoj razini

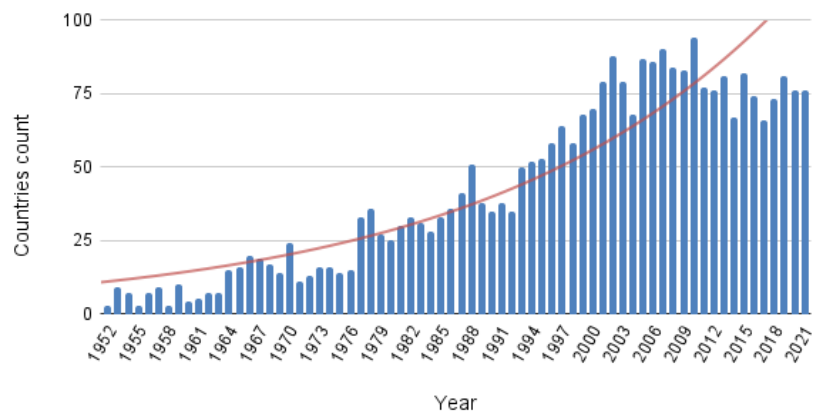


**Slika 25**

Broj velikih poplava u svijetu od 1960. do 2022. Izvor podataka: Međunarodna baza podataka o katastrofama (EM-DAT)

Štoviše, značajno se povećao broj teritorija pogođenih poplavama (Slika 26). Dok je oko 20 zemalja godišnje bilo pogođeno poplavama 1970-ih, situacija se drastično promijenila od 2000-ih, s više od 80 zemalja koje se svake godine suočavaju s štetom od poplava – što je četverostruko povećanje.

Ukupan broj zemalja pogođenih poplavama



**Slika 26**

Broj zemalja pogođenih poplavama od 1970.

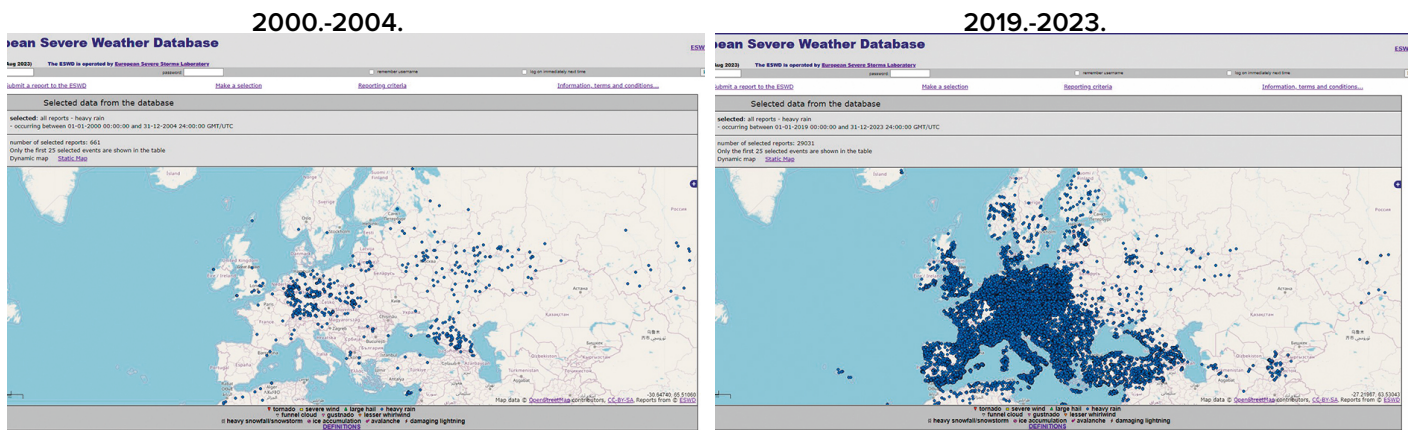
Izvor podataka: Međunarodna baza podataka o katastrofama (EM-DAT)



Učestalost neuobičajenih oborina i rekordno jakih pljuskova također raste diljem svijeta. Prema Europskoj bazi podataka o teškim vremenskim uvjetima (ESWD), u Europi je između 2000. i 2004. zabilježen 661 slučaj abnormalnih oborina, a 29 031 između 2019. i 2023. (Slika

27). To znači da su anomalne oborine postale 44 puta češće. Anomalne oborine su događaji koji prelaze normu u intenzitetu, trajanju ili učestalosti.

### Anomalne padaline u Europi



#### Slika 27

Anomalne padaline u Europi: a) 2000.-2004., b) 2019.-2023.

Izvor podataka: Europska baza podataka o teškim vremenskim uvjetima (ESWD)

Karta prikazuje raspored anomalnih oborina u Europi kroz dva petogodišnja razdoblja: 2000.-2004. i 2019.-2023. Na karti Europe plave točke označavaju mjesta koja su ti događaji pogodili. Što je više točaka u regiji, to se više anomalnih oborina tamo dogodilo.

Rekordno raste i broj suša. Prema UN-u<sup>7</sup>, broj suša na globalnoj razini povećao se za 29% u posljednjih 20 godina. Izvješće UN-a kaže da je 2022. i 2023. 1,84 milijardi ljudi diljem svijeta, odnosno gotovo četvrtina svjetske populacije, živjela u uvjetima suše. Rekordnih 258 milijuna ljudi već se suočava s 'teškom glađu' zbog suše, a neki su na rubu smrti zbog gladi.

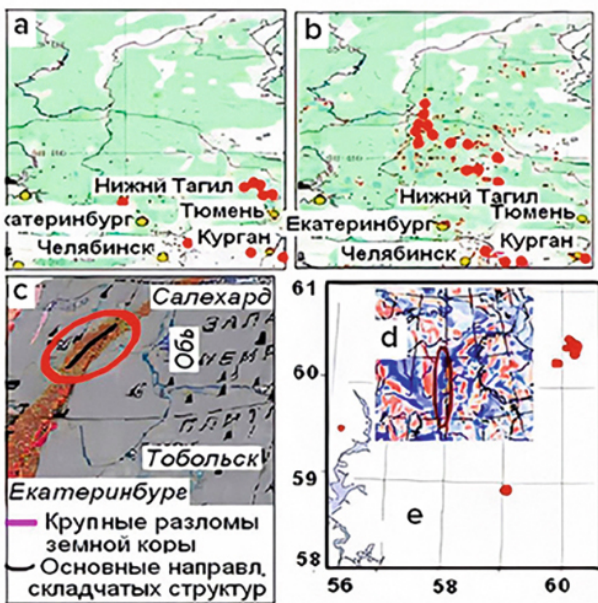
Godine 2023. mnoge su zemlje doživjele katastrofalne suše koje su uzrokovale ogromne ekonomske gubitke.

<sup>7</sup>Podaci UN-a <https://www.un.org/en/observances/desertification-day>

## Povećanje broja divljih požara

U posljednje vrijeme gašenje prirodnih požara postaje sve zahtjevnije, čak i uz suvremenu vatrogasnu opremu. Prema znanstveniku Petru Vladimiroviču Ljušvinu<sup>8</sup>, ti se požari javljaju u rasjednim zonama Zemljine kore gdje vodik, metan i drugi zapaljivi plinovi izlaze iz dubine

(vidi slike 28-29). Zbog toga je te požare izuzetno teško ugасiti. Naselja i cijeli gradovi bivaju zahvaćeni plamenom. Požari izbijaju i u sjevernim krajevima koji su prekriveni snijegom.



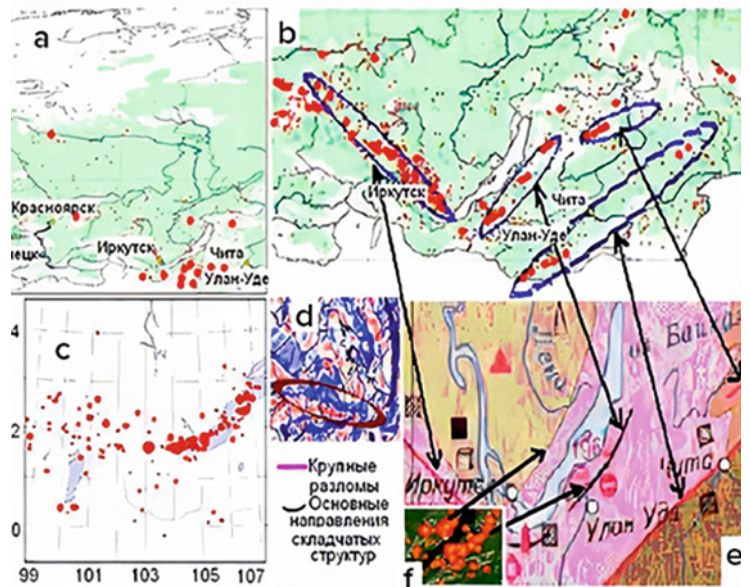
- Major faults in the Earth's crust
- ↪ Main directions of fold structures

**Slika 28**

Podudarnost mjesta divljih požara, potresa, rasjeda kore i magnetskih anomalija na području Urala.

- (a) - Divlji požari u ljeto 2009.;
- (b) - Divlji požari u ljeto 2010.;
- (c) - Glavni rasjedi u Zemljinoj kori i glavni pravci naboranih struktura;
- (d) - Epicentri potresa od 1995. do 2013. godine;
- (e) - Anomalije magnetskog polja (plave nijanse označavaju pozitivna, crvene nijanse označavaju negativna odstupanja).

Izvor: <https://regnum.ru/article/2395754>



**Slika 29**

Podudarnost mjesta šumskih požara, potresa, rasjeda kore i magnetskih anomalija u južnom Sibiru.

- (a) - Divlji požari u ljeto 2009.;
- (b) - Divlji požari u ljeto 2010.;
- (c) - Epicentri potresa od 1991. do 2017.;
- (d) - Anomalije magnetskog polja (plave nijanse označavaju pozitivna, crvene nijanse označavaju negativna odstupanja);
- (e) - Glavni rasjedi i glavni pravci naboranih struktura;
- (f) - Divlji požari u regiji Baikal, strelice pokazuju lokalizaciju požara u blizini rasjeda u Zemljinoj kori.

Izvor: <https://regnum.ru/article/2395754>

<sup>8</sup>Reference:

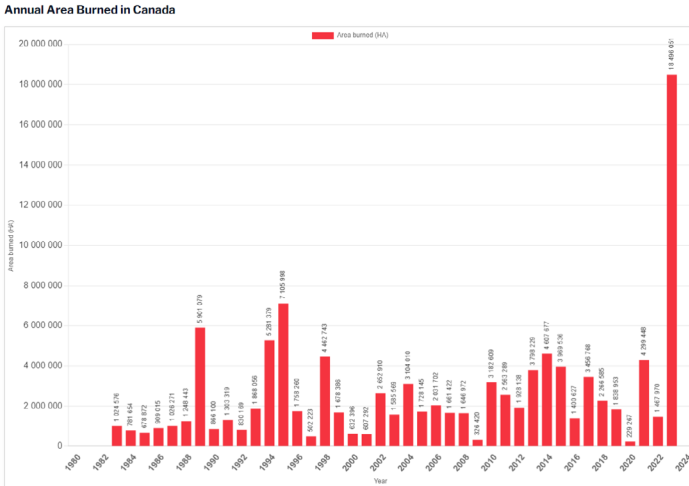
Lushvin, P. (2018). Natural Plain Fires and How to Minimize Them. Presentation at the 26th meeting of the All-Russian Interdisciplinary Seminar-Conference of the Geological and Geographical Faculties of Moscow State University "Planet Earth System," January 30 — February 2, 2018.

Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). Development of Ice Cover in Water Areas during Methane. International Journal of Geosciences, 12(9), 927-940.

<https://doi.org/10.4236/ijg.2021.129047>

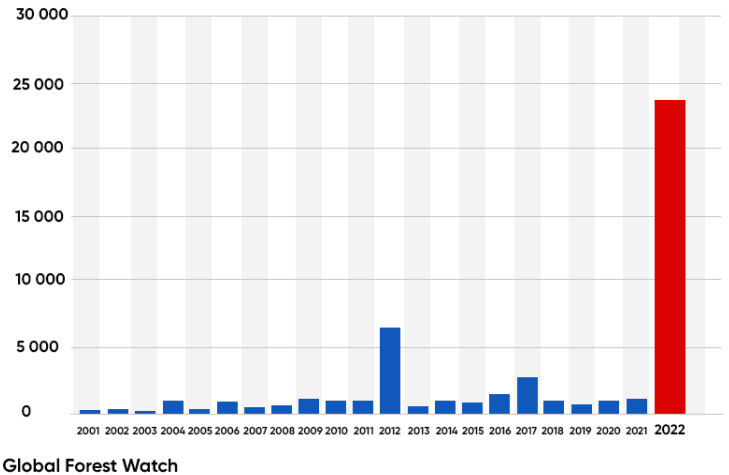
Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). History of Observations of Seismogenic Phenomena in the Atmosphere and Formalization of Their Decryption. International Journal of Atmospheric and Oceanic Sciences, 5(1), 13-19. <https://doi.org/10.11648/j.ijaos.20210501.13>

Područje pogođeno ekstremnim divljim požarima naglo se povećalo u brojnim zemljama. Tijekom protekle 3 godine došlo je do neviđenog porasta u područjima pogođenim požarima u Kanadi, Australiji, Španjolskoj, Sjedinjenim Državama i Europi (vidi slike 30-34).



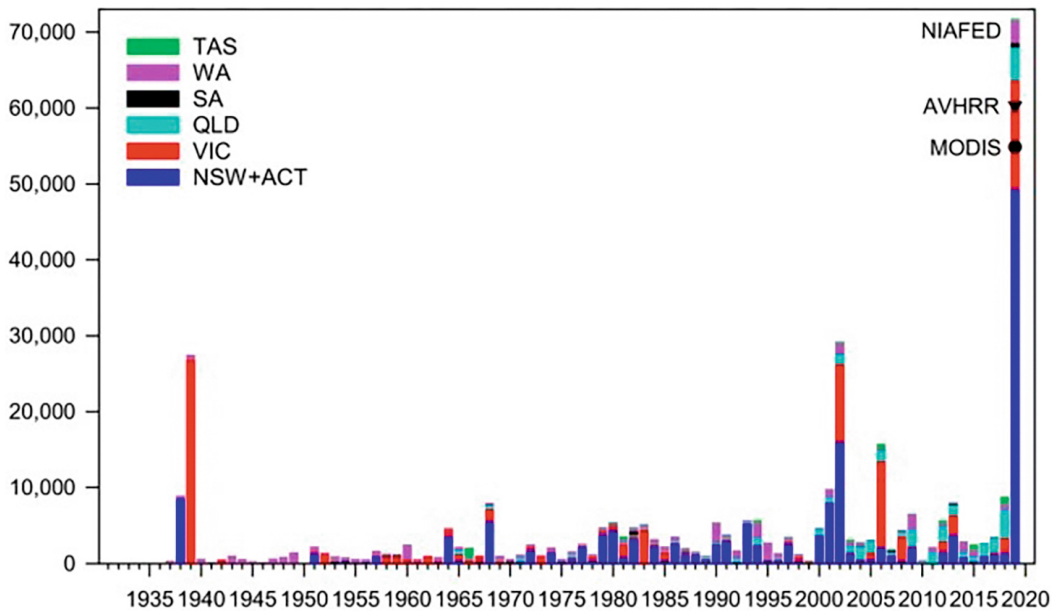
**Slika 30**

Godišnje površine opožarene u Kanadi.  
Izvor: Kanadski međuagencijski centar za šumske požare (CIFFC)



**Slika 31**

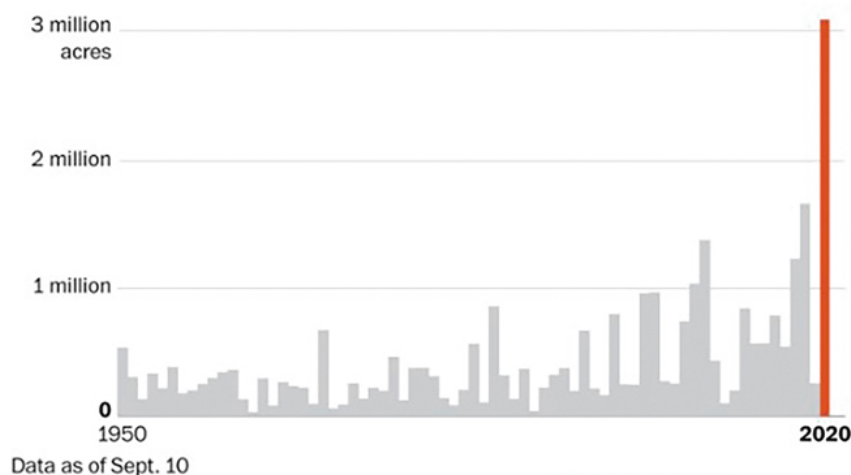
Gubitak šumskog pokrova zbog šumskih požara u Španjolskoj od 2001. do 2022.  
Izvor: Global Forest Watch



**Slika 32**

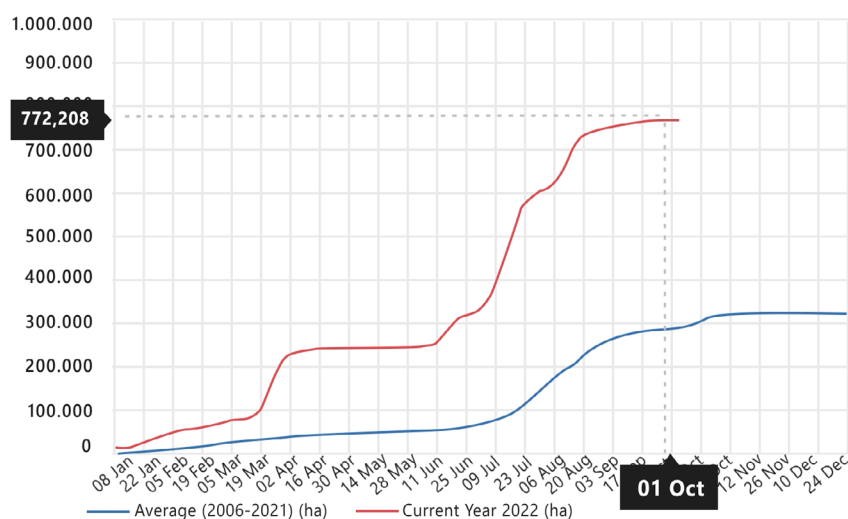
Područje spaljenih šumskih ekosustava zbog šumskih požara u Novom Južnom Walesu i području australskog glavnog grada (tamnoplavo), Victoriji (crveno), Queenslandu (svijetloplavo), Južnoj Australiji (crno), Zapadnoj Australiji (ljubičasto) i Tasmaniji (zeleno) za požarima pogođene godine od 1930. do 2019. godine.

Izvor: Canadell, J., Meyer, C., Cook, G., Dowdy, A., Briggs, P., Knauer, J., Pepler, A. & Haverd, V. (2021). Multi-decadal increase of forest burned area in Australia is linked to climate change. Nature Communications, 12, 6921 (2021). DOI: 10.1038/s41467-021-272

**Slika 33**

Ukupna količina akri izgorjelih u požarima u Kaliforniji. U 2020. država je postavila rekord s više od 1,2 milijuna akri spaljenih površina. Izvor: California Department of Forestry and Fire Protection (CAL FIRE)

**Slika 34**  
Kumulativno područje opožareno šumskim požarima u Europi 2022. (crveno) i prosječno opožareno godišnje područje između 2006. i 2021. (plavo). Izvor: European Forest Fire Information System



Drugi važan čimbenik koji pridonosi širenju požara su suše uzrokovane otjecanjem vode duž pukotina i rasjeda, koje se događaju posvuda zbog deformacije Zemljine kore uzrokovane pojačanom seizmičkom aktivnošću kao i promjenom ekvatorijalnog promjera i promjera prema polovima planeta. Prema satelitskim promatranjima te klimatskim i hidrološkim modelima, u posljednja tri desetljeća smanjio se volumen vode u više od 50% velikih prirodnih

jezera i akumulacija<sup>9</sup>. Ovaj fenomen posebno je paradoksalan s obzirom na katastrofalan porast broja teških poplava, osim ako se ne uzmu u obzir hidrodinamičke promjene u gornjim dijelovima Zemljine kore uzrokovane tektonskim aktivnostima.

<sup>9</sup> Yao, F., Livneh, B., Rajagopalan, B., Wang, J., Jean-François Crétau, Wada, Y., & Berge-Nguyen, M. (2023). Satellites reveal widespread decline in global lake water storage. *Science*, 380(6646), 743–749. <https://doi.org/10.1126/science.abo2812>



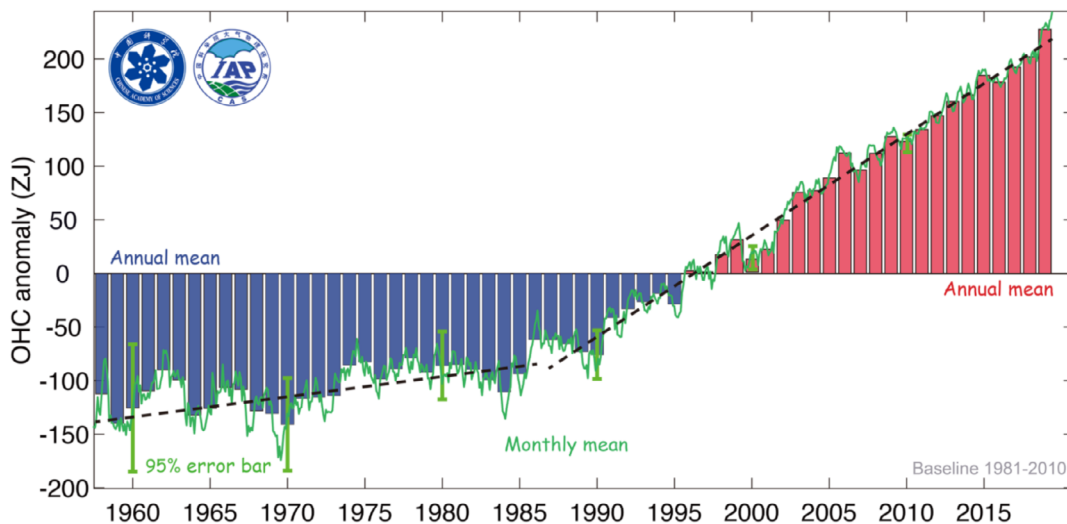
## Zagrijavanje Svjetskog oceana

Zagrijavanje oceana dovodi do povećanja učestalosti i razmjera ekstremnih hidrometeoroloških događaja, uključujući rekordne poplave, tajfune i abnormalne oborine.

Od 2020. zagrijavanje oceana povećalo se za 450% u proteklih 30 godina (vidi sliku 35). Istraživanja pokazuju da dok su se oceani postojano zagrijavali od 1955. do 1986., u posljednjim se desetljećima zagrijavanje naglo ubrzalo.

Prema znanstvenicima da bi se postigla trenutna stopa zagrijavanja oceana bilo bi potrebno onoliko energije koliko bi se oslobodilo da se svake sekunde tijekom godine dana detonira sedam atomskih bombi, poput onih bačenih na Hirošimu. Ova činjenica nameće sljedeće racionalno pitanje: „Koji je izvor tako značajne količine energije?”

Promjene u sadržaju topline u gornjih 2000 metara Svjetskog oceana



### Slika 35

Promjene u sadržaju topline u gornjih 2000 metara Svjetskog oceana.

Izvor: Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y. i Mann, M. E. (2020.). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

Anomalno zagrijavanje oceana uzrokovano je i antropogenim čimbenikom i utjecajem magme, čije se izdizanje intenzivirano od 1995. godine. Oceanska kora, koja je tanja od kontinentalne kore, omogućuje magmi da jače zagrijava dno oceana, posljedično zagrijavajući sami ocean.

Postoji nekoliko pokazatelja da se ocean zagrijava na dubini. Skupina istraživača iz Sjedinjenih Država

otkrila je da su se u posljednjih 60 godina prosječne dubine oceana zagrijale 15 puta brže nego u prethodnih 10 000 godina<sup>10</sup>. I to se napredovanje svake godine ubrzava. Potrebna je ogromna količina energije za podizanje temperature na takvim dubinama gdje sunčeva svjetlost ne prodire.

<sup>10</sup> Rosenthal, Y., Linsley, B. K., & Oppo, D. W. (2013). Pacific Ocean Heat Content During the Past 10,000 Years. *Science*, 342(6158), 617–621. <https://doi.org/10.1126/science.1240837>  
 Oppo, D. (2013, October 31). Is Global Heating Hiding Out in the Oceans? <https://www.earth.columbia.edu/articles/view/3130>

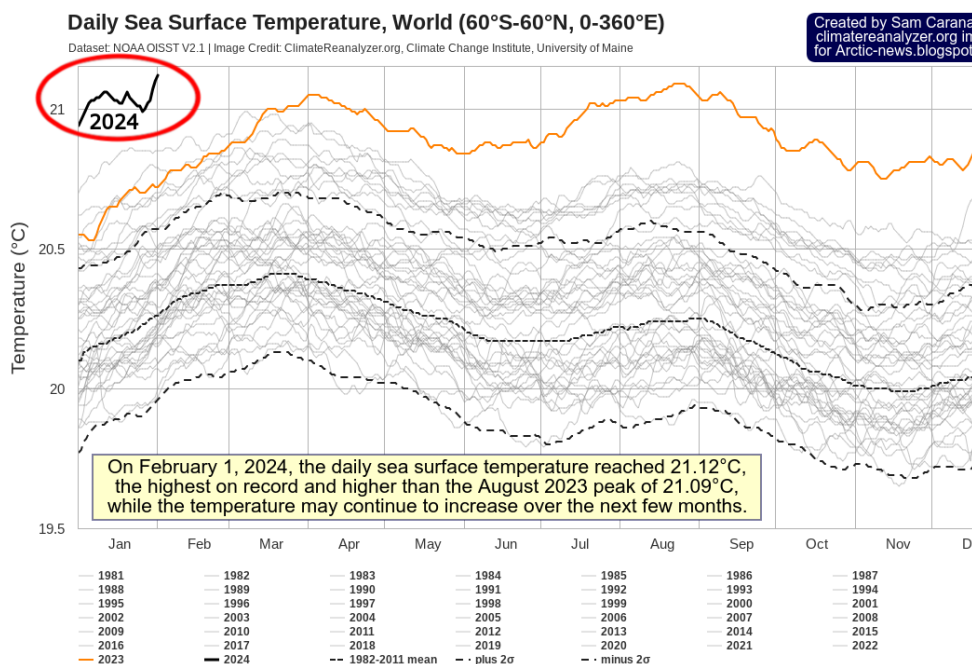
Jedan od čimbenika koji pridonose zagrijavanju oceanskih voda je ispuštanje metana. Ogromne rezerve metana u obliku plinskih hidrata (klatrata) nalaze se na morskom dnu mora Arktičkog oceana. Pod utjecajem geotermalnog zagrijavanja te se nakupine tope, oslobađajući metan u plinovitom obliku. Takva ispuštanja metana događaju se u naletima i nazivaju se oblaci metana ili mega-izboji. Sateliti NOAA-e u travnju 2014. otkrili su neuobičajenu eksploziju metana u arktičkoj regiji<sup>11</sup>. Prema geološkoj strukturi morskog dna, područja s povišenim koncentracijama metana odgovaraju linijama rasjeda arktičkih srednjooceanskih grebena. Potresi ukazuju na aktivnost rasjeda, pomake u magmatskim komorama i oslobađanje toplinskih tokova.

Podaci koji pokazuju povećanje temperature

u dubokim slojevima oceana ukazuju da se ocean zagrijava i odozgo i odozdo. Značajni trendovi zagrijavanja uočeni su u dva duboka područja argentinskog bazena<sup>12</sup> na dubinama većim od 4500 metara:  $0,02^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$  po desetljeću između 2009. i 2019. godine.

Porast temperature od  $0,02^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$  predstavlja kolosalnu količinu energije potrebnu za zagrijavanje tolike količine hladne vode na dnu oceana.

Povijesni rekord u površinskim temperaturama oceana oboren je 2023. godine (Slika 36). Godina 2024. već je premašila sve rekorde postavljene 2023., a čini se da bi trend naknadnih promjena mogao premašiti raspone prikazane na grafikonu.



### Slika 36

Najviše zabilježene temperature oceana, dnevna prosječna temperatura površine mora, 1981.-2024.

Izvor podataka: Skup podataka NOAA OISST V2.1 | Autor slike: ClimateReanalyzer.org, Institut za klimatske promjene, Sveučilište Maine, skup podataka. NOAA OISST

<sup>11</sup> Yurganov, L. N., Leifer, I., & Sunil Vadakkepuliambatta. (2017). Evidences of accelerating the increase in the concentration of methane in the atmosphere after 2014: satellite data for the Arctic. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from Space]* 14(5), 248–258. [https://www.researchgate.net/publication/317587506\\_Evidences\\_of\\_accelerating\\_the\\_increase\\_in\\_the\\_concentration\\_of\\_methane\\_in\\_the\\_atmosphere\\_after\\_2014\\_satellite\\_data\\_for\\_the\\_Arctic](https://www.researchgate.net/publication/317587506_Evidences_of_accelerating_the_increase_in_the_concentration_of_methane_in_the_atmosphere_after_2014_satellite_data_for_the_Arctic)

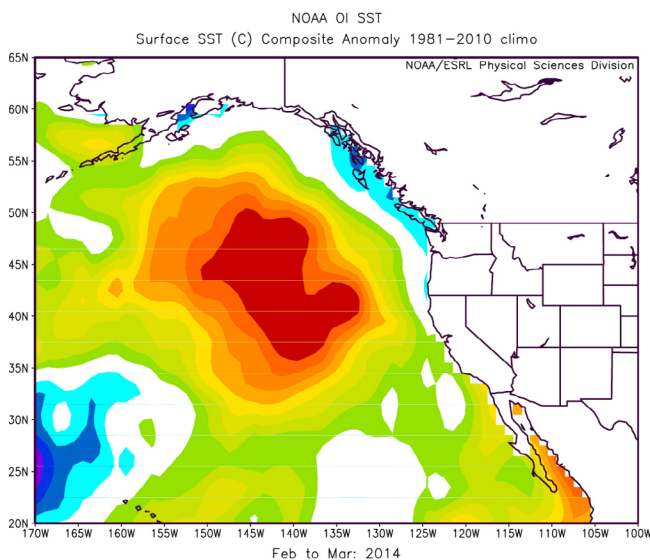
<sup>12</sup> Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R., & Campos, E. (2020). Observed Ocean Bottom Temperature Variability at Four Sites in the Northwestern Argentine Basin: Evidence of Decadal Deep/Abysal Warming Amidst Hourly to Interannual Variability During 2009–2019. *Geophysical Research Letters*, 47(18). <https://doi.org/10.1029/2020gl089093>

Još jedan dokaz zagrijavanja oceana su oceanski toplinski valovi, odnosno dugotrajno lokalno zagrijavanje vode u oceanu. Poseban primjer za to su blobovi (op. prev. područja površinski zagrijane oceanske vode) koje pokrivaju golemo područja površinske vode i imaju neuobičajeno visoke temperature. Od 1995. broj blobova se značajno povećao<sup>13</sup> i postali su češći u različitim dijelovima Svjetskog oceana, uključujući one uz obale Novog Zelanda, jugozapadne Afrike i južnog Indijskog oceana.

Jedan od najpoznatijih i najvećih blobova nastao je u Aljaskom zaljevu 2013. godine i brzo se proširio Pacifikom. Pokrivao je površinu veću od 4 000 000 četvornih kilometara (veću

od površine Indije), a temperatura vode je na nekim mjestima bila 5-6 stupnjeva celzijusa iznad prosjeka (Slika 37). Blob je putovao preko oceana od Aljaske do Meksika tri godine do 2016. (Slika 38). Ova pojava negativno je utjecala na morski ekosustav i klimu na tom području.

Jedna od teorija koja stoji iza podrijetla ovog bloba najvjerojatnije je aktivni vulkanizam na obali Aljaske i magmatska perjanica Cobb<sup>14</sup>, koji su zagrijali vodu na dnu oceana i natjerali ovu ogromnu količinu zagrijane vode da se digne na površinu.

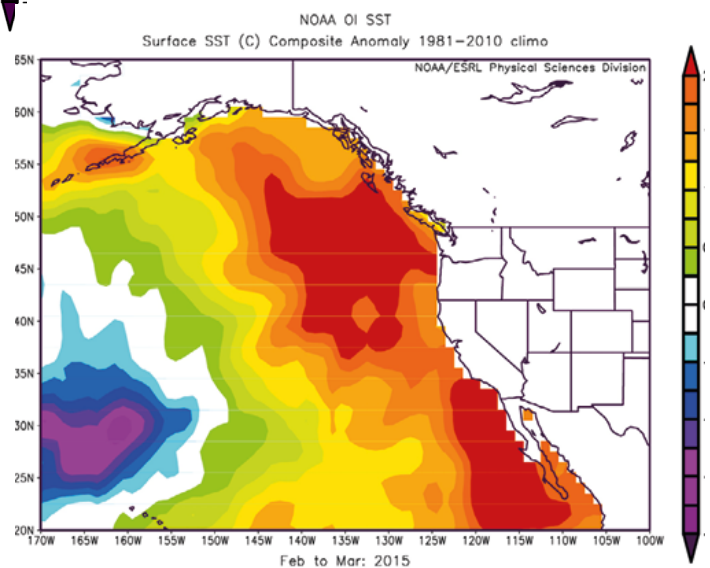


**Slika 37**

**Slika 38**

Karta prikazuje položaj anomalije površinske temperature mora (SST), poznate i kao "The Blob", u sjeveroistočnom Tihom oceanu tijekom ožujka 2014. [NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado](https://www.noaa.gov/esrl-physical-sciences-division-at-boulder-colorado)

Karta pokazuje kako se anomalija temperature površine mora (SST) kretala i širila duž zapadne obale do ožujka 2015. (Slika [NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado](https://www.noaa.gov/esrl-physical-sciences-division-at-boulder-colorado))



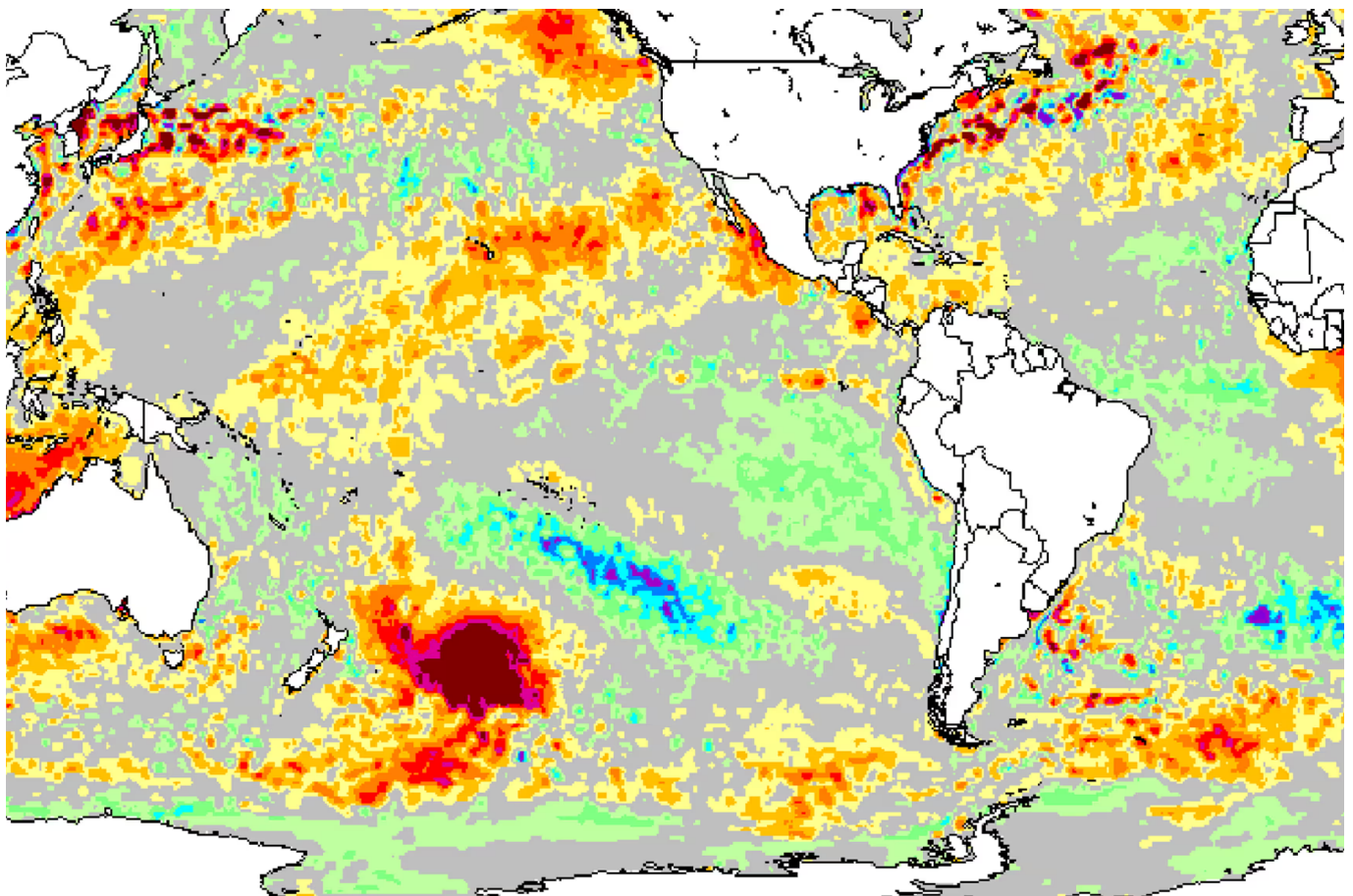
<sup>13</sup> Laufkötter, C., Zscheischler, J., & Frölicher, T. L. (2020). *Science*, 369(6511), 1621–1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>

<sup>14</sup> Chadwick, J., Keller, R., Kamenov, G., Yogodzinski, G., & Lupton, J. (2014). The Cobb hot spot: HIMU-DMM mixing and melting controlled by a progressively thinning lithospheric lid. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15(8), 3107–3122. <https://doi.org/10.1002/2014gc005334>

U prosincu 2019. istočno od Novog Zelanda u južnom Pacifiku pojavio se blob s temperaturama 6°C iznad prosjeka u određene dane. Blob je pokrivao područje veće od milijun četvornih kilometara, što je gotovo 1,5 puta površinom veće od Teksasa, odnosno četiri puta veće od površine Novog Zelanda (Slika 39). U to vrijeme je objavljeno da je to najveći blob u Svjetskom oceanu. Bio je to i drugi najveći događaj ikada zabilježen na tom području. James Renwick,

voditelj Škole za geografiju, okoliš i znanosti o Zemlji na Sveučilištu Victoria u Wellingtonu, rekao je: „Ovo je trenutno najveće područje iznadprosječnog zagrijavanja na planetu. Inače su tamo temperature oko 15°C, ali trenutno su oko 20°C.”<sup>15</sup>

Uzrok nastanka ovog bloba vjerojatno je bila aktivnost drevnog vulkanskog platoa u blizini obale Novog Zelanda<sup>16</sup>.



**Slika 39**

Anomalija temperature površine mora u južnom Pacifiku 25. prosinca 2019.

Izvor: Morton, A. (2019., 27. prosinca). Hot blob: vast patch of warm water off New Zealand coast puzzles scientists. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists>

<sup>15</sup> Morton, A. (2019, December 27). Hot blob: vast patch of warm water off New Zealand coast puzzles scientists. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists>

<sup>16</sup> Gase, A., Bangs, N. L., Saffer, D. M., Han, S., Miller, P., Bell, R., Arai, R., Henrys, S. A., Shiraishi, K., Davy, R., Frahm, L., & Barker, D. (2023). Subducting volcanoclastic-rich upper crust supplies fluids for shallow megathrust and slow slip. *Science Advances*, 9(33). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh0150>



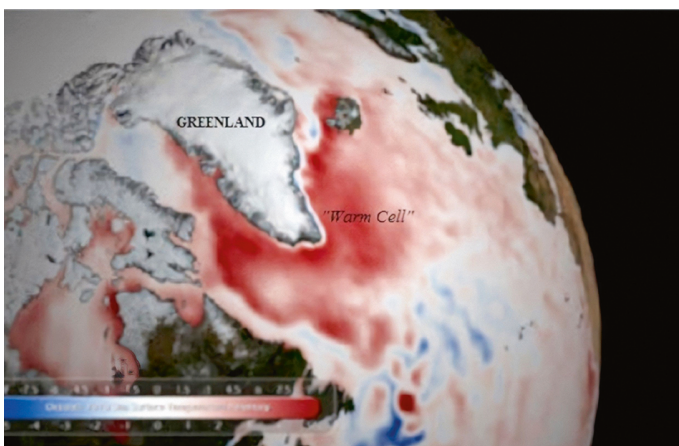
Teorija da je pojava morskih toplinskih valova i oceanskih blobova uzrokovana zagrijavanjem dubokih voda na dnu oceana usklađena je s novim istraživanjem koje su proveli znanstvenici s Kineskog oceanskog sveučilišta<sup>17</sup>. Dokazali su da se trećina morskih toplinskih valova ne manifestira ni na koji način na površini oceana, a oko polovice se ne manifestira u svim fazama svog životnog ciklusa. Godišnji broj ovih podzemnih morskih toplinskih valova značajno se povećao zbog zagrijavanja oceana tijekom posljednja tri desetljeća. Činjenica da se značajan dio morskih toplinskih valova uopće ne opaža na površini oceana vjerojatno ukazuje na to da ih ne može uzrokovati toplina iz atmosfere.

Dakle, uz antropogeni čimbenik, uzrok nastanka morskih toplinskih valova, uključujući i blobove, je podvodna vulkanska aktivnost i izdizanje magme iz unutrašnjosti Zemlje prema oceanskoj kori, koje je započelo 1995. godine. To dovodi do zagrijavanja slojeva dubokih voda koji se okomito uzdižu s dna oceana prema površini, tvoreći anomalno zagrijana područja oceana. Blobovi u oceanu dovode do promjena atmosferskog tlaka, anomalija u vjetrovima i strujama, općeg zagrijavanja oceana i uništavanja ekosustava. Kako se magmatska aktivnost

povećava, povećavat će se broj i veličina takvih oceanskih toplinskih valova.

Jedan od značajnih učinaka morskih toplinskih valova su promjene u parametrima oceanskih struja, na primjer, usporavanje Golske struje od svibnja do kolovoza 2010. Prema geologu Jamesu Kamisu, porast magme, koji je uzrokovao vulkansku erupciju, vjerojatno je zagrijao vodu na dnu oceana.<sup>18</sup> Kao rezultat toga, prema opažanjima, u svibnju 2010. golema količina tople vode izronila je iznad tektonske zone ispod Grenlanda, za koju se vjeruje da je neko vrijeme blokirala put Golske struje (Slika 40). To je dovelo do privremene promjene vremenskih obrazaca u Europi i Sjevernoj Americi. Znatnije slabljenje ili zaustavljanje Golske struje moglo bi dovesti do velikih promjena u klimi, ekosustavima i ekonomijama Europe i Sjeverne Amerike.

Trenutno, zbog antropogenog čimbenika i povećane magmatske aktivnosti koja doprinosi zagrijavanju dubokih slojeva oceana, Golska struja je u opasnosti od slabljenja, zaustavljanja ili potpunog nestanka.



**Slika 40**

Karta površinskih temperatura oceana za svibanj 2010., koja prikazuje morski toplinski val 2009.-2010. u sjevernom Atlantskom oceanu (prikazano crvenom bojom).

Izvor: Kamis, J. E. (n.d.). Geologically Induced Northern Atlantic Ocean "Warm Blob" Melting Southern Greenland Ice Sheet. Plate Climatology. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet?rq=Alaska>

<sup>17</sup> Sun, D., Li, F., Jing, Z., Hu, S., & Zhang, B. (2023). Frequent marine heatwaves hidden below the surface of the global ocean. *Nature Geoscience*, 16(12), 1099–1104. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01325-w>

<sup>18</sup> Kamis, J. E. (n.d.). Geologically Induced Northern Atlantic Ocean "Warm Blob" Melting Southern Greenland Ice Sheet. *Plate Climatology*. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet?rq=Alaska>



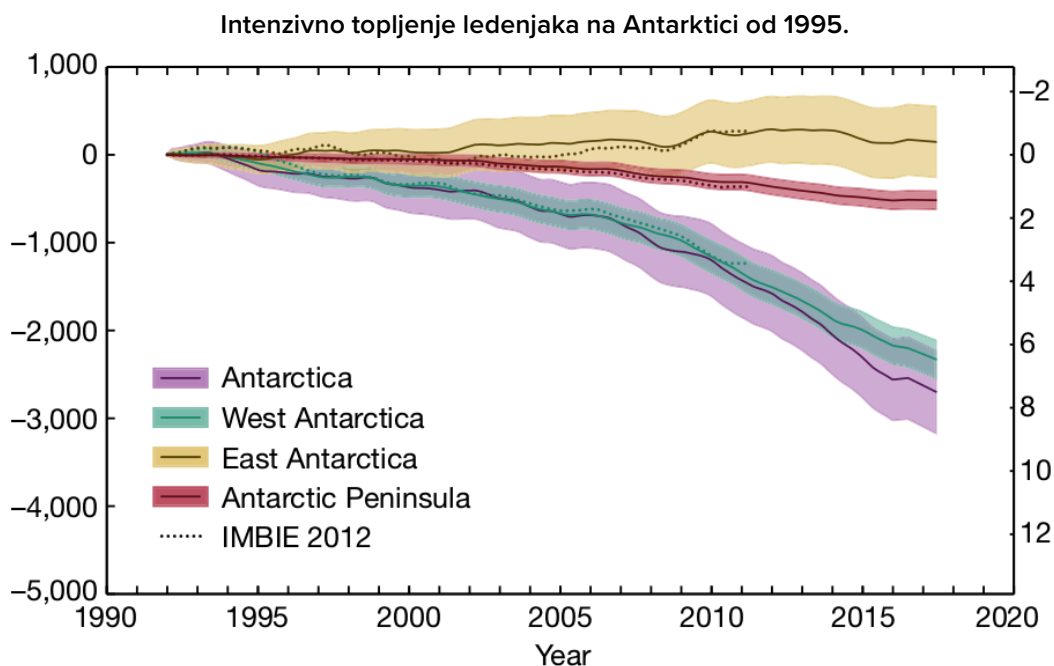
## Anomavno topljenje ledenjaka na Antarktici i Grenlandu

Tijekom proteklih 29 godina, gubitak leda na velikim ledenim pločama se ubrzao. Stopa gubitka leda na Grenlandu sada je 400% veća, dok je na Antarktici 25% veća nego u ranim 1990-ima<sup>19</sup>.

Razmotrimo primjer Antarktike. Studije pokazuju da je od 1992. Antarktika izgubila gotovo tri bilijuna tona leda<sup>20</sup>, što je ekvivalentno 1,2 milijarde olimpijskih bazena. Ledenjak Pine Island, koji se smatra najranjivijom točkom Antarktike, svake godine gubi oko 45 milijardi tona leda<sup>21</sup>. Drugi najistaknutiji ledenjak na Antarktici je ogromni ledeni greben ledenjaka Thwaites.

86% svih gubitaka leda na Antarktici događa se na Zapadnoj Antarktici, gdje dolazi do brzog povlačenja i stanjivanja ledenjaka Pine Island i Thwaites (Rignot et al. 2014; Shepherd et al. 2002.) (Slike 41-43).

Iznenadjuća je činjenica da se ledenjaci tope pretežno samo u zapadnom dijelu kontinenta.



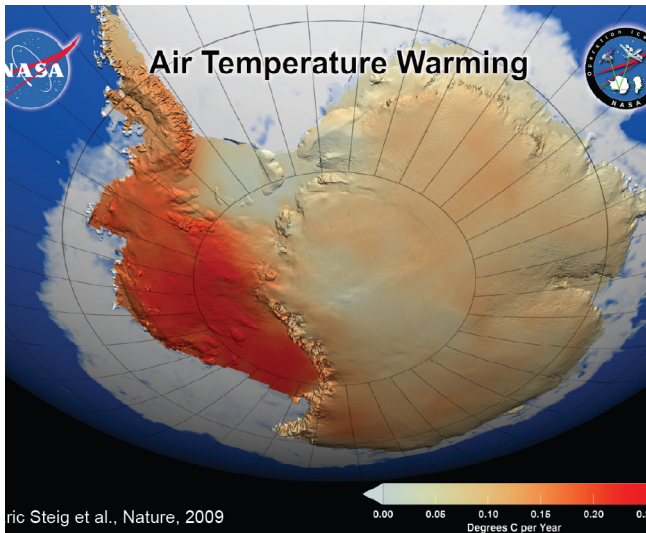
**Slika 41**

Ledena masa i promjene razine mora na Antarktici tijekom 1992.-2017. Ljubičasta krivulja je prosječna stopa gubitka leda na Antarktici. Zelena krivulja je stopa gubitka leda na Zapadnoj Antarktici. Žuta krivulja je pozitivan trend, odnosno porast leda na Istočnoj Antarktici. Izvor: The IMBIE Team. (2018.). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>

<sup>19</sup> Otosaka, I. N., Horwath, M., Mottram, R. & Nowicki, S. (2023). Mass Balances of the Antarctic and Greenland Ice Sheets Monitored from Space. *Surveys in Geophysics*, 44:1615–1652. DOI: 10.1007/s10712-023-09795-8

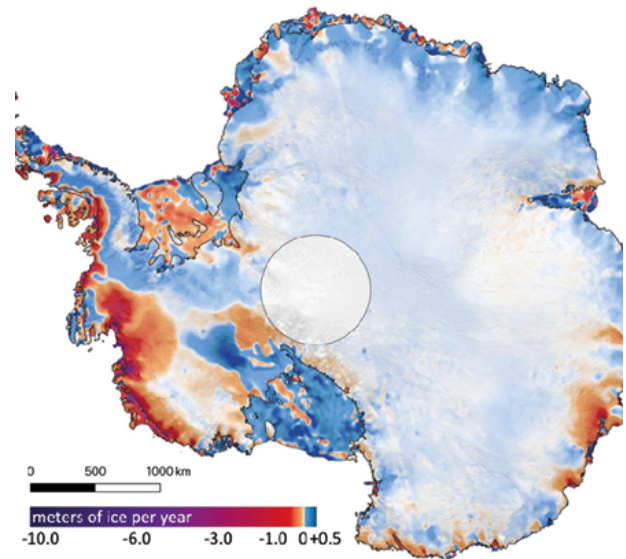
<sup>20</sup> The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>

<sup>21</sup> Seroussi, H., Morlighem, M., Rignot, E., Mouginot, J., Larour, E., Schodlok, M., & Khazendar, A. (2014). Sensitivity of the Dynamics of Pine Island Glacier, West Antarctica, to climate forcing for the next 50 years. *The Cryosphere*, 8(5), 1699–1710. <https://doi.org/10.5194/tc-8-1699-2014>



Slika 42

NASA-ina karta ilustrira značajno površinsko zagrijavanje zapadnog antarktičkog ledenog pokrivača i antarktičkog poluotoka. Zagrijavanje je znatno intenzivnije nego što je ranije objavljeno, premašujući 0,1 stupanj celzijusa u desetljeću, a najznačajniji utjecaj opažen je tijekom zime i proljeća. Slika uključuje podatke o temperaturi prikupljene tijekom 50 godina od 1957. do 2006. (NASA/GSFC Scientific Visualization Studio 2008.) <https://earthobservatory.nasa.gov/images/36736/antarctic-warming-trends>



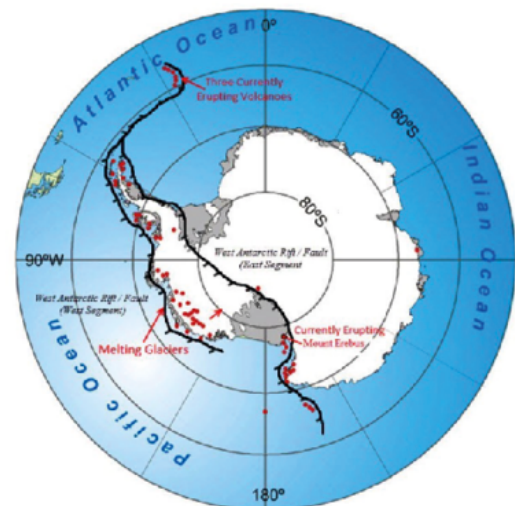
Slika 43

Karta prikazuje količinu leda koju je Antarktika nakupila ili izgubila od 2003. do 2019. Ljubičasta i tamnocrvena boja označavaju visoke odnosno umjerene stope gubitka leda duž antarktičke obale, dok plave boje označavaju stope rasta leda u unutrašnjosti.

Izvor: Smith, B., Fricker, H. A., Gardner, A. S., Medley, B., Nilsson, J., Paolo, F. S., Holschuh, N., Adusumilli, S., Brunt, K., Csatho, B., Harbeck, K., Markus, T., Neumann, T., Siegfried, M. R., & Zwally, H. J. (2020). Pervasive ice sheet mass loss reflects competing ocean and atmosphere processes. *Science*, 368(6496), 1239–1242. <https://doi.org/10.1126/science.aaz5845>

Zanimljivo je spomenuti da je Zapadna Antarktika jedno od najvećih vulkanskih područja na Zemlji, gdje je pod ledom pronađeno više od 140 vulkana (slika 44).

Na temelju aeromagnetskih promatranja, znanstvenici iz Njemačke i British Antarctic Survey-a izradili su kartu protoka geotermalne topline na Zapadnoj Antarktici i otkrili zonu dotoka velikih količina geotermalne topline iz unutrašnjosti Zemlje ispod ledenjaka Thwaites<sup>22,23</sup>. Geotermalni tok ispod Zapadne Antarktike odgovara zonama pojačanog topljenja ledenjaka.



Slika 44

Karta „aktivnih” (trenutačno eruptirajućih) ili „uspavanih” (potencijalno aktivnih) vulkana na antarktičkom kontinentu koji se nalaze duž opsežnog zapadnoantarktičkog pukotinskog sustava. Ova aktivna rasjedna zona razlama kontinent i dopušta suboceanskoj vrućoj magmi da teče uz rasjede, hraneći tako vulkane.

<https://www.plateclimatology.com/west-antarctic-glacial-melting-from-deep-earth-geological-heat-flow-not-global-warming>

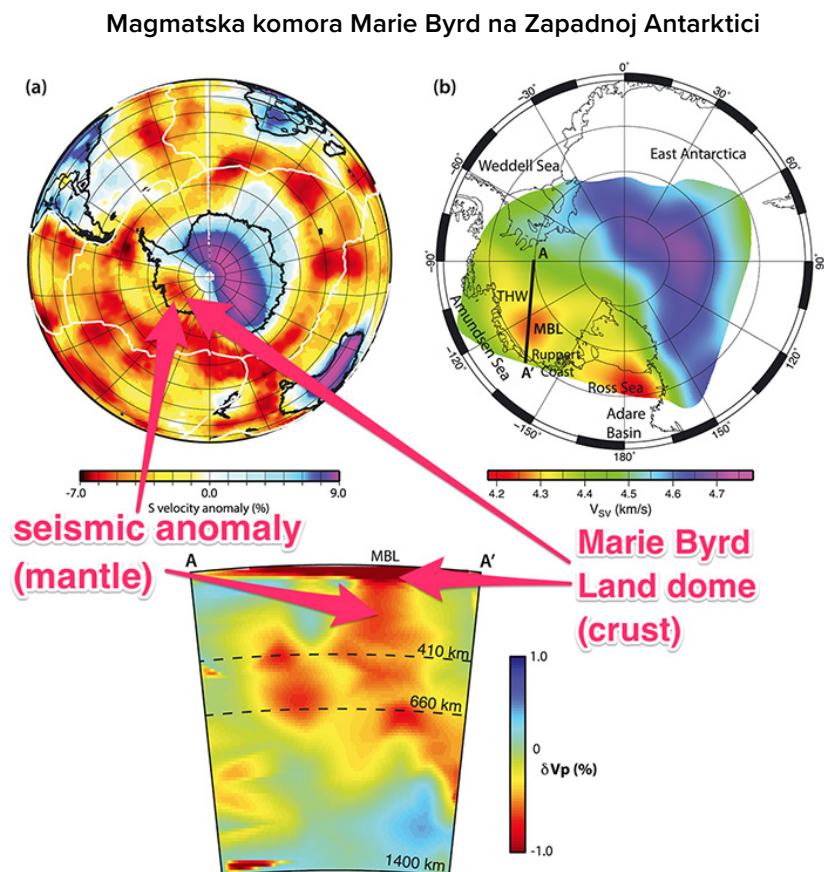
<sup>22</sup> Damiani, T. M., Jordan, T. A., Ferraccioli, F., Young, D. A., & Blankenship, D. D. (2014). Variable crustal thickness beneath Thwaites Glacier revealed from airborne gravimetry, possible implications for geothermal heat flux in West Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters*, 407, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.09.023>

<sup>23</sup> Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>

Tim znanstvenika sa Sveučilišta Rhode Island i Sveučilišta East Anglia otkrio je novi čimbenik u brzom otapanju ledenjaka Pine Island na Antarktici: dosad nepoznati aktivni vulkan duboko zakopan ispod leda<sup>24</sup>. Znanstvenici su otkrili vulkansku aktivnost ispod ledene ploče, koja pokazuje 25 puta više toplinske energije od one koju ima uspavani vulkan.

NASA-ini znanstvenici identificirali su masivni oblak magme nazvan Marie Byrd<sup>25</sup> ispod Zapadne Antarktike, s površinom od gotovo milijun četvornih kilometara (Slika 45). Vulkanska provincija Zemlje Marie Byrd regija

je na Zapadnoj Antarktici koju karakterizira velika vulkanska aktivnost. Vulkanizam u Marie Byrd pripisuje se žarišnoj točki gdje plaštna perjanica (mlaz vruće magme koji se diže iz dubine Zemljinog plašta) doseže Zemljinu koru i uzrokuje vulkansku aktivnost. Prema izračunima znanstvenika, toplina iz plaštne perjanice zagrijava stijene i slojeve leda iznad njega s gotovo jednakom energijom kao i supervulkan Yellowstone, što iznosi 150 mW po četvornom metru, a u rasjednim zonama doseže 180 mW po četvornom metru. To je oko tri puta više topline nego u susjednim slojevima stijena.



#### Slika 45

Prisutnost vruće plaštne perjanice ispod regije Marie Byrd, Zapadna Antarktika, naznačena seizmičkom tomografijom. (Helene Seroussi et al./JGR Solid Earth; Business Insider)

Source: Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>

<sup>24</sup> Loose, B., Naveira Garabato, A. C., Schlosser, P., Jenkins, W. J., Vaughan, D., & Heywood, K. J. (2018). Evidence of an active volcanic heat source beneath the Pine Island Glacier. *Nature Communications*, 9(2431). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04421-3>

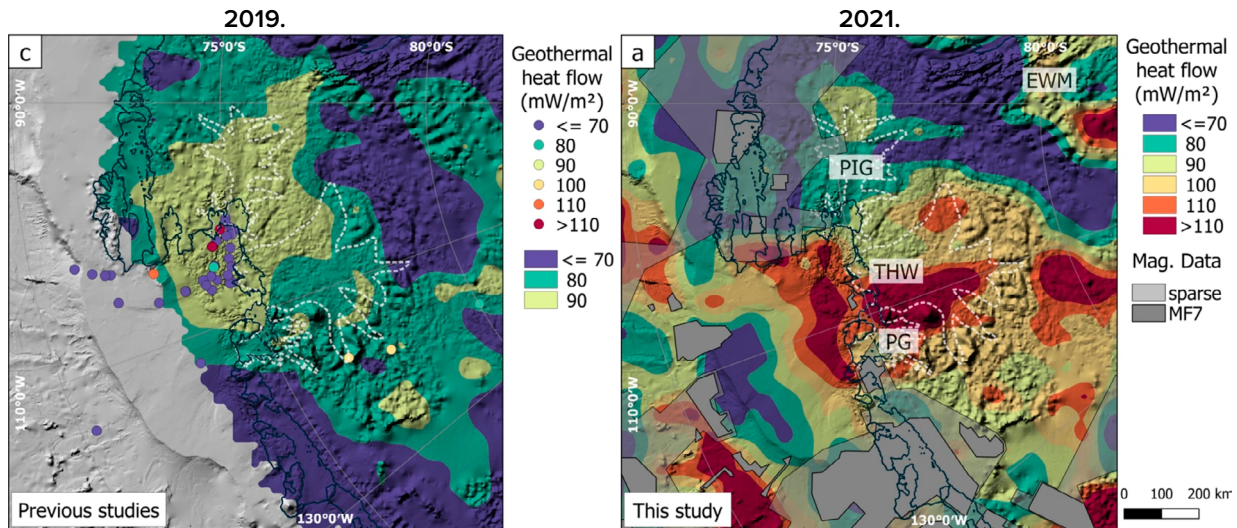
<sup>25</sup> Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>



Znanstvenici sa Sveučilišta u Bremenu, Njemačkog instituta za polarna i morska istraživanja i British Antarctic Surveya, potvrdili su da se topljenje velikih ledenjaka događa u područjima s povećanim protokom topline iz unutrašnjosti Zemlje (Slika 46).

Evidentno je da su se u 2021. godini (karta

desno) dogodile značajne promjene u odnosu na prethodna istraživanja 2019. godine (karta lijevo), te je geotermalni toplinski tok povećan. To ukazuje na povećanje protoka topline koji dolazi od magmatskih perjanica iz unutrašnjosti Zemlje.



**Slika 46**

Raspodjela geotermalnog toplinskog toka u 2019. (lijevo) i 2021. (desno).

Izvor: Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>

Nova međunarodna studija otkrila je da se Zemljina kora diže u nekim dijelovima Zapadne Antarktike jednom od najbržih stopa ikada zabilježenih. Brzina izdizanja u Amundsenovom moru nasuprot ledenjaku Pine Island iznosi 41 milimetar godišnje, što je tri puta brže nego u drugim područjima<sup>26</sup>. Čak i na mjestima kao što su Island i Aljaska, gdje se opaža brzo izdizanje, tipična stopa izdizanja je oko 20-30 milimetara godišnje. Stoga su znanstvenici zaključili da je plašt ispod Zapadne Antarktike topliji i fluidniji nego što se dosad očekivalo.

Stoga se intenzivno topljenje antarktičkog ledenog pokrova pripisuje zagrijavanju vode zbog antropogenog čimbenika, kao i geotermalnoj toplini od vulkanske i magmatske aktivnosti, koja se

značajno povećala od 1995. godine i nastavlja rasti.

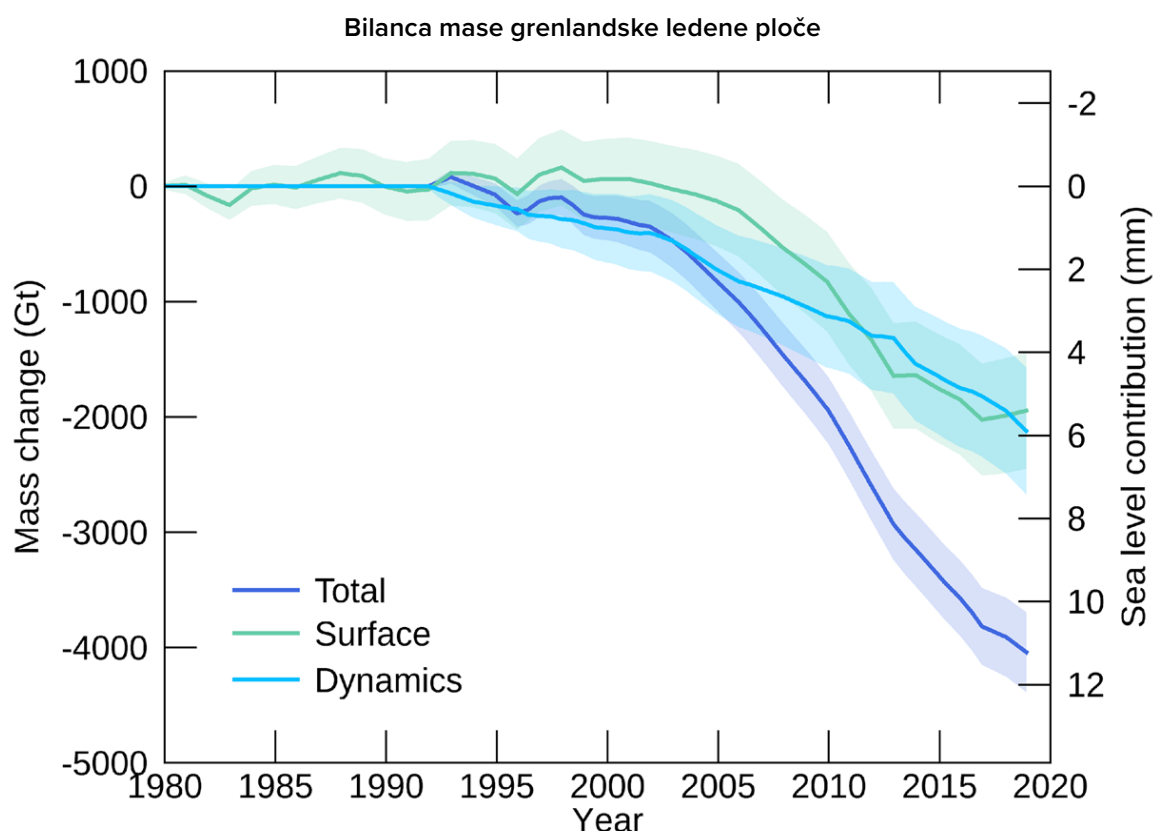
Neposredno uz obalu Zapadne Antarktike, postoji anomalno zagrijavanje dubokih voda Weddellova mora<sup>27</sup>. Dok gornjih 700 metara vode pokazuje malo zagrijavanje, postoji dosljedan porast temperature u dubljim područjima. S jedne strane, Weddelovo more graniči s Zapadnom antarktičkom pukotinom, a s druge strane uz podvodni vulkanski greben s otočjem South Sandwich. Važno je istaknuti da je regija South Sandwich Islands jedno od seizmički najaktivnijih područja na Zemlji. Ovdje se seizmička aktivnost brzo povećava, što ukazuje na izdizanje magme.

<sup>26</sup> Barletta, V. R., Bevis, M., Smith, B. E., Wilson, T., Brown, A., Bordoni, A., Willis, M., Khan, S. A., Rovira-Navarro, M., Dalziel, I., Smalley, R., Kendrick, E., Konfal, S., Caccamise, D. J., Aster, R. C., Nyblade, A., & Wiens, D. A. (2018). Observed rapid bedrock uplift in Amundsen Sea Embayment promotes ice-sheet stability. *Science*, 360(6395), 1335–1339. <https://doi.org/10.1126/science.aao1447>

<sup>27</sup> Strass, V. H., Rohardt, G., Kanzow, T., Hoppema, M., & Boebel, O. (2020). Multidecadal warming and density loss in the Deep Weddell Sea, Antarctica. *Journal of Climate*, 33(22), 9863–9881. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-20-0271.1>

Razmotrimo topljenje grenlandskog ledenog pokrivača. Trenutno se led na Grenlandu topi brže nego ikad u posljednjih 12 000 godina<sup>28</sup>. Slika 47 prikazuje grafikon koji predstavlja eksponencijalni porast gubitka leda na Grenlandu od 1992. do 2018. godine. Gubitak leda na Grenlandu započeo je 1990-ih, ali je razdoblje od 2006. do 2012. činilo gotovo

polovicu ukupnog gubitka. Unatoč hladnijim atmosferskim uvjetima u području Grenlanda, stopa gubitka leda ostala je visoka nakon ovog razdoblja. Samo u srpnju 2019. ledeni pokrivač Grenlanda izgubio je 197 milijardi metričkih tona leda, što je približno jednako veličini 80 milijuna olimpijskih bazena.



**Slika 47**

Ukupna kumulativna promjena mase ledene ploče na Grenlandu, podijeljena u dvije komponente: površinsku i dinamičku (dio gubitka mase ledenjaka uzrokovan njegovim pomicanjem i cijepanjem ledenog brijega). Promjena u odnosu na 1992. godinu  
Izvor podataka: IMBIE (Shepherd et al., 2020.), Zahvaljujući: IMBIE/ESA/NASA.

Rijeke teku i jezera se pojavljuju na površini grenlandske ledene ploče, ali iznenađujuće, rijeke i jezera otkrivene su i ispod ledene ploče koja je debela oko 1,5 kilometar. Do danas je otkriveno oko 60 subglacijalnih jezera<sup>29</sup>. Općepoznati razlog za nastanak ovih jezera je

geotermalna toplina i otopljena voda koja teče kroz pukotine. Ova jezera nastaju jer se ledeni pokrivač sada topi i s gornje i s donje strane.

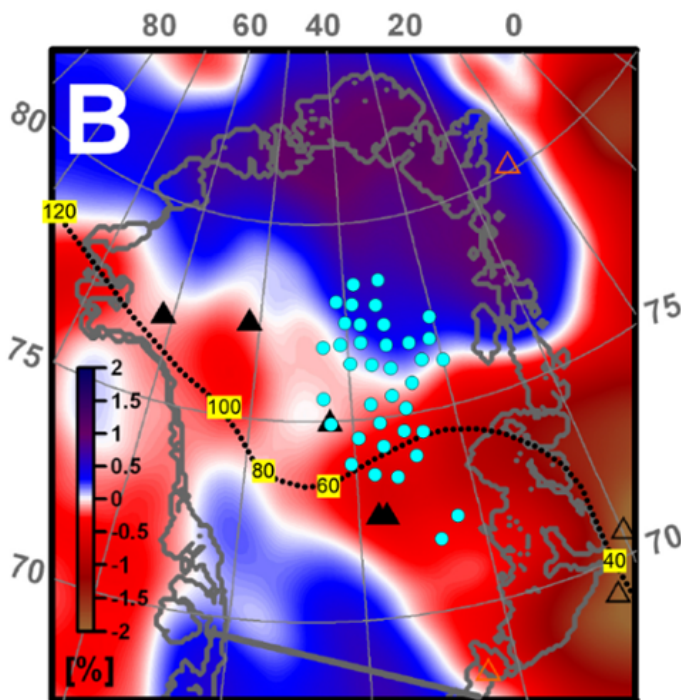
<sup>28</sup> Briner, J. P., Cuzzzone, J. K., Badgley, J. A., Young, N. E., Steig, E. J., Morlighem, M., Schlegel, N.-J., Hakim, G. J., Schaefer, J. M., Johnson, J. V., Lesnek, A. J., Thomas, E. K., Allan, E., Bennike, O., Cluett, A. A., Csatho, B., de Vernal, A., Downs, J., Larour, E., & Nowicki, S. (2020). Rate of mass loss from the Greenland Ice Sheet will exceed Holocene values this century. *Nature*, 586(7827), 70–74. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2742-6>

<sup>29</sup> Bowling, J. S., Livingstone, S. J., Sole, A. J., & Chu, W. (2019). Distribution and dynamics of Greenland subglacial lakes. *Nature Communications*, 10(2810). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10821-w>



Grupa američkih znanstvenika predvođena profesorom Ralphom von Freseom sa Sveučilišta Ohio State koristila se gravitacijskim istraživanjem kako bi procijenila debljinu kore ispod Grenlanda. Otkrili su da se najznačajnije topljenje ledenjaka događa u sjevernom dijelu otoka, gdje je Zemljina kora najtanja. U ovom je području uočen povećan geotermalni toplinski tok zbog uzdižuće plaštne perjanice<sup>30</sup>.

Nadalje, grupa znanstvenika predvođena istraživačima sa Schmidt Instituta za fiziku Zemlje, Irinom Rogožinom i Aleksejem Petruninom<sup>31</sup>,



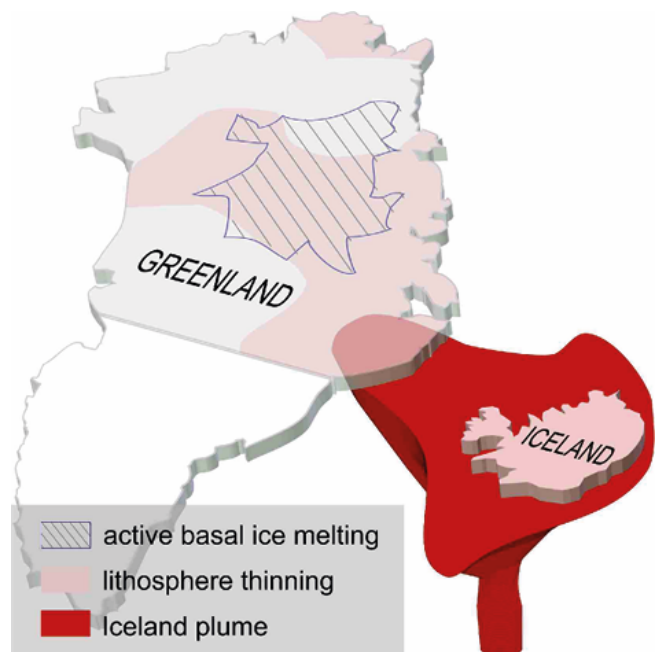
**Slika 48**

Seizmička tomografija Grenlanda na dubini od 150 km. Područja male brzine koja odgovaraju područjima s povišenim temperaturama označena su crvenom bojom. Isprekidana linija je jedna od rekonstrukcija „prolaska” perjanice, koja označava starost u milijunima godina. Plave točke su područja gdje su rezultati radarskih istraživanja pokazali prisutnost vode ispod ledenjaka.

Izvor: Rogožhina, I., Petrunin, A. G., Vaughan, A. P. M., Steinberger, B., Johnson, J. V., Kaban, M. K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M., & Koulakov, I. (2016). Melting at the base of the Greenland ice sheet explained by Iceland hotspot history. *Nature Geoscience*, 9, 366–369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>

došla je do istog zaključka. Na temelju podataka seizmičke tomografije, istraživači su otkrili plaštne perjanicu u unutrašnjosti Grenlanda.

Tok magme diže se od granice jezgra-plašt, približavajući se Zemljinoj površini izravno ispod središnjeg dijela otoka. Ovaj fenomen će vjerojatno biti dodatni čimbenik koji pridonosi otapanju leda. Upravo na tom području nalazi se najveći broj subglacijalnih jezera (slike 48-49).



**Slika 49**

Ilustracija Ivana Kulakova, ruskog geofizičara, stručnjaka za geofiziku i geodinamiku, dopisnog člana Ruske akademije znanosti.

Izvor: [https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase\\_id=1444325](https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase_id=1444325)

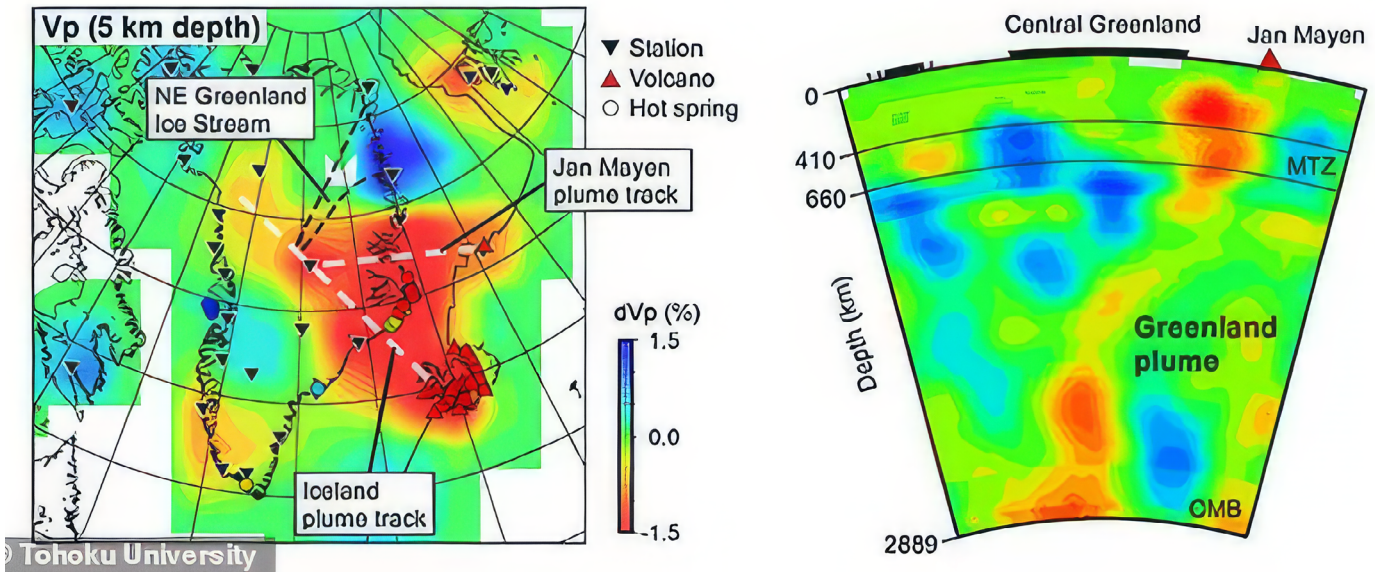
<sup>30</sup>van der Veen, C. J., Leftwich, T., von Frese, R., Csatho, B. M., & Li, J. (2007). Subglacial topography and geothermal heat flux: Potential interactions with drainage of the Greenland ice sheet. *Geophysical Research Letters*, 34(12). <https://doi.org/10.1029/2007gl030046>

<sup>31</sup>Rogožhina, I., Petrunin, A. G., Vaughan, A. P. M., Steinberger, B., Johnson, J. V., Kaban, M. K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M., & Koulakov, I. (2016). Melting at the base of the Greenland ice sheet explained by Iceland hotspot history. *Nature Geoscience*, 9, 366–369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>

Znanstvenici su izračunali teoretski protok topline iz te magmatske perjanice i otkrili da je ta toplina dovoljna da zagrije podnožje ledenjaka do točke topljenja leda. Mnogi su istraživači, uključujući one koji koriste tehnike strojnog

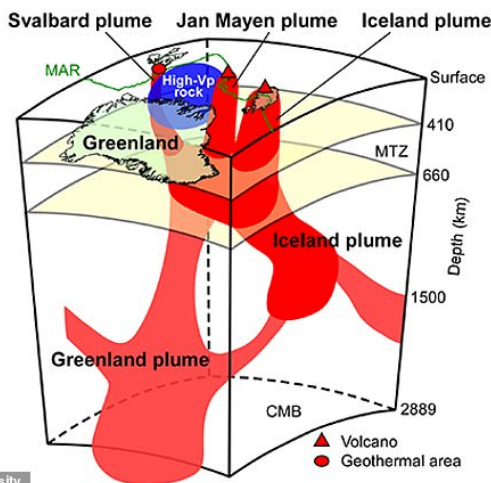
učenja<sup>32,33</sup>, kasnije dobili slične rezultate. Studije znanstvenika sa Sveučilišta Tohoku u Japanu dale su daljnji uvid u strukturu magmatske perjanice ispod Grenlanda 34 (slike 50-51).

Magmatska perjanica ispod Grenlanda, model



Slika 50

Usporedba strukture seizmičke brzine i geotermalnog toplinskog toka. Plava i crvena boja označavaju velike odnosno niske brzine longitudinalnih valova. Crveno prikazuje zone niske brzine koje su povezane s istjecanjem rastaljene tvari iz magmatske perjanice. Izvor: Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020.). P Wave Tomography Beneath Greenland and Surrounding Regions: 1. Crust and Upper Mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>



Slika 51

Dijagram glavnih tektonskih obilježja i magmatskih perjanica ispod Grenlanda i njegove okolice. Grenlandska perjanica ima dvije grane koje opskrbljuju toplinom aktivne zone Islanda, Jan Mayen i geotermalnu zonu Svalbarda. Otopljene stijene uzdižu se s granice jezgre i plašta, ubrzavajući topljenje leda u središnjem Grenlandu i podižući razine mora.

Izvor podataka: Toyokuni, G., Matsuno, T. i Zhao, D. (2020.). <https://doi.org/10.1029/2020JB019837>

<sup>32</sup> Rezvanbehbahani, S., Stearns, L. A., Kadivar, A., Walker, J. D., & van der Veen, C. J. (2017). Predicting the Geothermal Heat Flux in Greenland: A Machine Learning Approach. *Geophysical Research Letters*, 44(24), 12,271-12,279. <https://doi.org/10.1002/2017gl075661>

<sup>33</sup> Rysgaard, S., Bendtsen, J., Mortensen, J., & Sejr, M. K. (2018). High geothermal heat flux in close proximity to the Northeast Greenland Ice Stream. *Scientific Reports*, 8(1344). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19244-x>

<sup>34</sup> Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). P Wave Tomography Beneath Greenland and Surrounding Regions: 1. Crust and Upper Mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>

Tako se, prema istraživanjima japanskih, ruskih i njemačkih znanstvenika, na Grenlandu, kao i na Antarktici, također u središnjem dijelu nalazi magmatska perjanica, što je mogući uzrok ubrzanog klizanja grenlandskih ledenjaka posljednjih desetljeća.

Vjerojatno se dva najveća svjetska ledenjačka područja, Antarktika i Grenland, tope ne samo zbog antropogenog čimbenika, već i dodatno zbog povećanja geotermalne topline iz unutrašnjosti Zemlje, a toplina se pojačava, na što ukazuju eksponencijalni trendovi u topljenju ledenjaka. To ukazuje da su magmatske

perjanice aktivne ispod Zapadne Antarktike i Središnjeg Grenlanda od 1995. godine.

Svrha pružanja ovih informacija je skrenuti pozornost na abnormalnu količinu akumulirane energije unutar planeta. Razina energije je toliko visoka da je aktivirala magmatske perjanice, koje su počele topiti ledenjake eksponencijalnom brzinom. Taj se proces ubrzava, što ukazuje na porast planetarne magmatske aktivnosti, što bi moglo dodatno ozbiljno ugroziti živote ljudi.

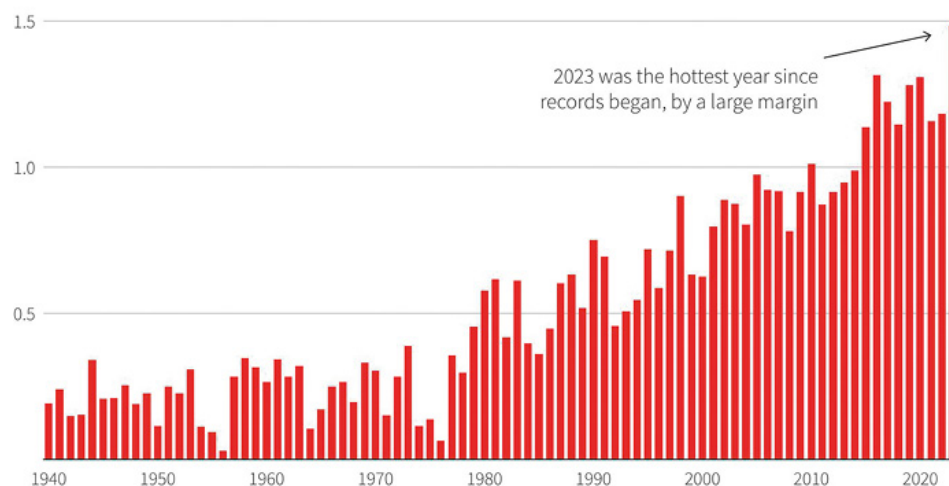
## Zagrijavanje nižih slojeva atmosfere

Neviđeno zagrijavanje nižih slojeva atmosfere je posljedica zagrijavanja Svjetskog oceana. Slika 52 predstavlja grafikon koji prikazuje neviđeni porast prosječnih temperatura diljem svijeta od 1850. do 2023. Godine 2023.

postavljen je novi povijesni temperaturni rekord. Prema Samantha Burgess, zamjenici ravnatelja Službe za klimatske promjene Copernicus (CCCS), 2023. je postala najtoplija godina, u najmanje posljednjih 100 000 godina<sup>35</sup>.

### 2023. bila je najtoplija godina na svijetu

Porast globalne površinske temperature u odnosu na prosjek tijekom predindustrijskog razdoblja 1850.-1900. (°C)



**Slika 52**

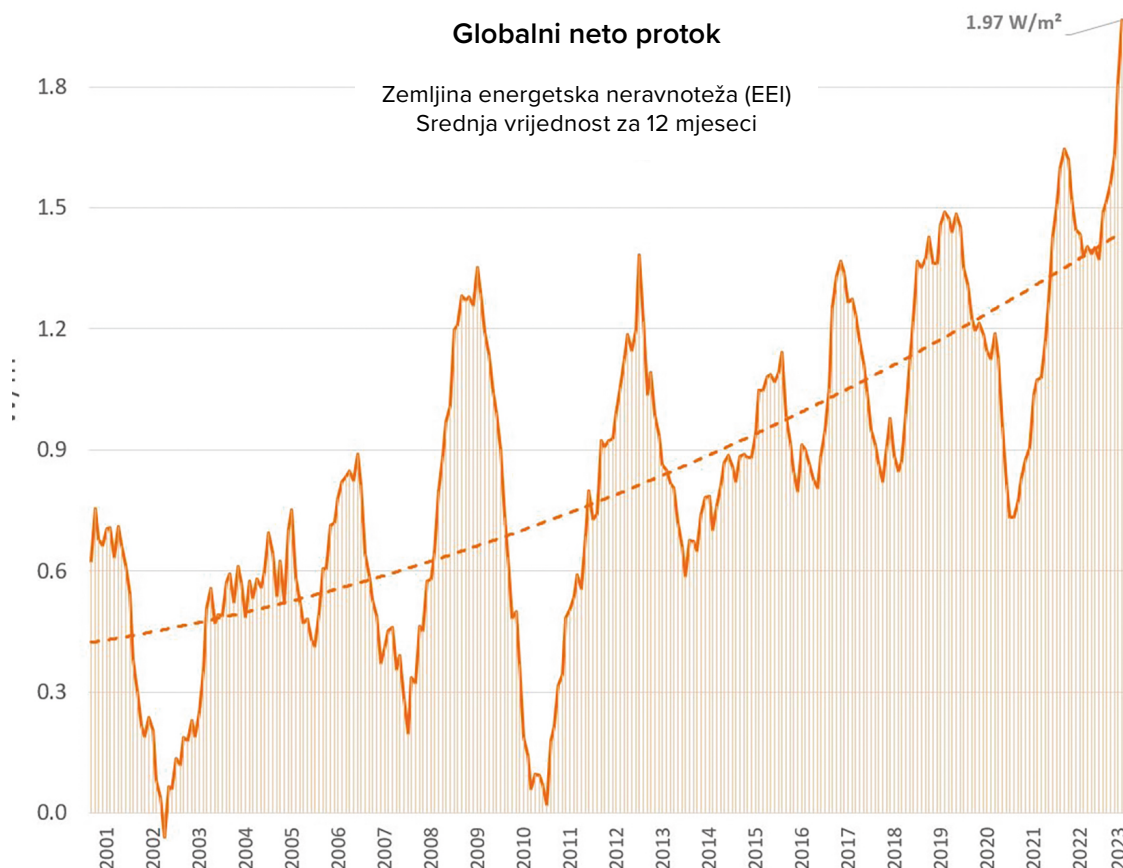
Porast globalne površinske temperature u odnosu na prosjek tijekom predindustrijskog razdoblja 1850.-1900. (°C)  
Izvor: Copernicus Climate Change Service/ECMWF

<sup>35</sup> Izvor: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>

NASA-in vrhunski klimatolog, Gavin Schmidt, izrazio je zabrinutost zbog rekordno visokih temperatura 2023. godine. Prema Gavinu, te temperature ne samo da su nadmašile prethodne rekorde, već su također ukazale na prisutnost nepoznatih procesa zagrijavanja koji su premašili tipične dugoročne trendove prethodnih modela. Izjavio je: „Dugoročni trendovi kako ih mi shvaćamo, a potaknuti su stakleničkim plinovima, potaknuti su antropogenim učincima... Ali ono što se dogodilo 2023. bilo je to, a zatim i još nešto. A to 'još nešto' je mnogo veće nego što očekujemo, ili koje još možemo objasniti.”<sup>36</sup>

Štoviše, postoji sve veća neravnoteža između dolaznog Sunčevog zračenja i odlaznog

zračenja sa Zemlje (Slika 53). Grafikon pokazuje da Zemljina atmosfera eksponencijalno akumulira energiju. To je zbog povećane topline od emisije stakleničkih plinova i, dodatno, od dizanja magme iz dubina, kao i zbog smanjenja funkcije oceana i atmosfere da učinkovito otpuštaju toplinu sa Zemljine površine u svemir. U ožujku 2023. godišnja Zemljina energetska neravnoteža (EEI) izmjerena je na 1,61 vat po četvornom metru, čija je energija jednaka oko 13 atomskih bombi (onih koje su detonirane u Hirošimi) bačenih na planet svake sekunde.



**Slika 53**

Eksponencijalni rast Zemljine energetske neravnoteže (EEI), koji ukazuje na razliku između dolaznog sunčevog zračenja i odlaznog zračenja iz svih izvora. © Leon Simons

Izvor podataka: NASA CERES EBAF-TOA All-sky Ed4.2 Neto tok, 2000/03-2023/05.

<sup>36</sup> Izvor: <https://phys.org/news/2024-01-driven-mystery-nasa-scientist.html>

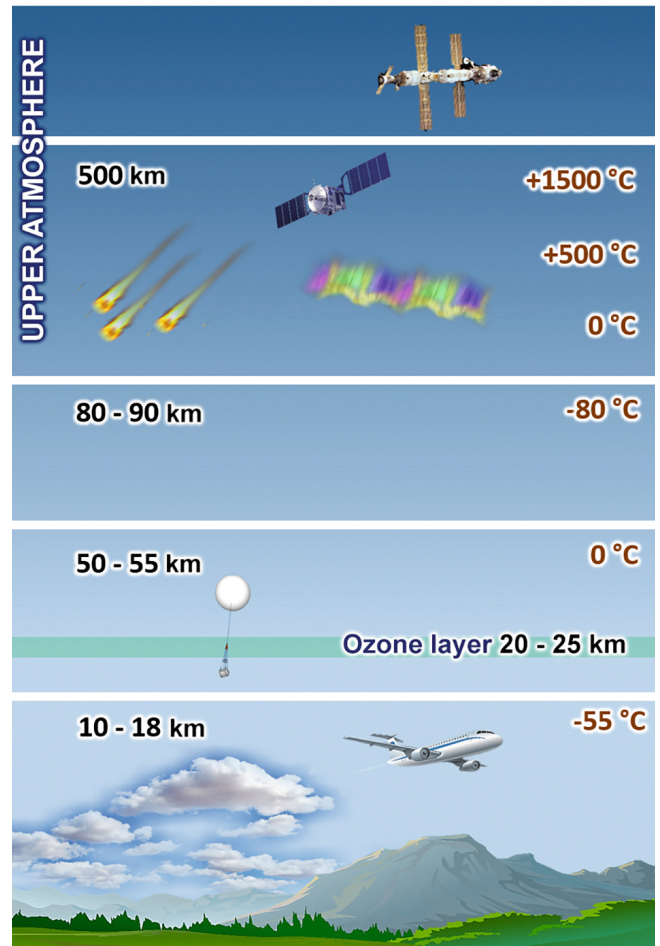


## Promjene u gornjim slojevima atmosfere

Važno je napomenuti da se promjene ne događaju samo u nižim slojevima atmosfere (troposferi), već i u njezinim srednjim i višim slojevima. Slika 54 daje opći grafički prikaz strukture atmosfere.

Termosfera, jedan od najviših slojeva atmosfere, doživjela je rekordno smanjenje gustoće<sup>37</sup>. Od 2007. znanstvenici su primijetili neobjašnjivo smanjenje gustoće termosfere na visini od 400 km za 1,7 do 7,4% tijekom 10 godina<sup>38</sup>. To potvrđuju podaci s više od 10 000 orbita satelita koji prolaze kroz termosferu. Ako se smanjivanje gustoće termosfere nastavi, rizik od sudara ili kvarova satelita može postati vrlo visok. Štoviše, termosfera prolazi kroz značajne varijacije gustoće tijekom geomagnetskih oluja izazvanih sunčevim bakljama. Ako se stanjivanje termosfere nastavi jednakom brzinom, u kombinaciji s jakom Sunčevom bakljom, moglo bi doći do potpunog prekida svih navigacijskih i satelitskih mreža, uključujući i internet.

Promjene su se dogodile i u mezosferi<sup>39</sup> (na visinama od 50 do 90 km) i stratosferi (na visinama od 18 do 50 km), koje su se u posljednjih 30 godina znatno ohladile (slike 55-56). Pad temperature u srednjoj atmosferi utvrđen je temeljem promatranja različitim metodama<sup>40</sup>. Prema podacima od 1980. do 2018. godine, debljina stratosfere smanjila se u prosjeku za 400 metara<sup>41</sup>.



Slika 54

Slojevi atmosfere

<sup>37</sup> Emmert, J. T., Lean, J. L., & Picone, J. M. (2010). Record-low thermospheric density during the 2008 solar minimum. *Geophysical Research Letters*, 37(12). <https://doi.org/10.1029/2010gl043671>

<sup>38</sup> Danilov, A. D., Konstantinova, A. V. (2020). Long-Term Variations in the Parameters of the Middle and Upper Atmosphere and Ionosphere (Review). *Geomagnetizm i Aeronomija [Geomagnetism and Aeronomy]*, 60; 397–420. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>

<sup>39</sup> Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>

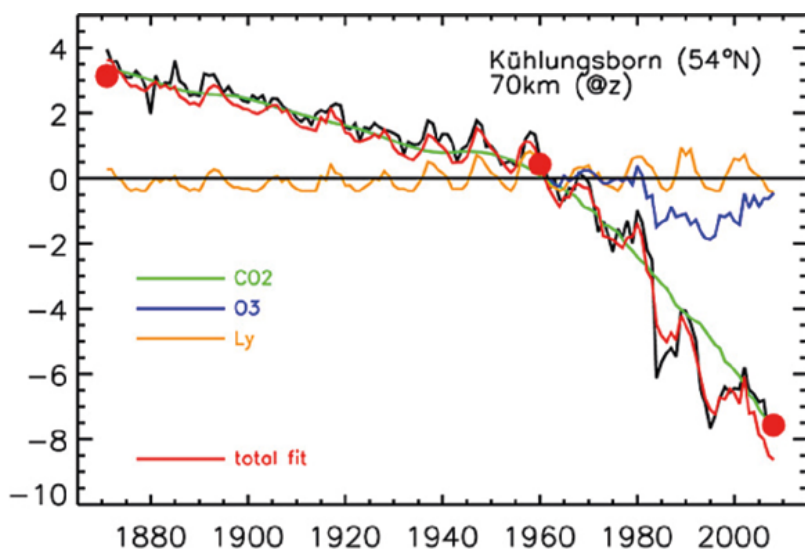
<sup>40</sup> Danilov, A. D., Konstantinova, A. V. (2020). Long-Term Variations in the Parameters of the Middle and Upper Atmosphere and Ionosphere (Review). *Geomagnetizm i Aeronomija [Geomagnetism and Aeronomy]*, 60; 397–420. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>

<sup>41</sup> Pisoft, P., Sacha, P., Polvani, L. M., Añel, J. A., de la Torre, L., Eichinger, R., Foelsche, U., Huszar, P., Jacobi, C., Karlicky, J., Kuchar, A., Miksovsky, J., Zak, M., & Rieder, H. E. (2021). Stratospheric contraction caused by increasing greenhouse gases. *Environmental Research Letters*, 16, 064038. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfe2b>



Istodobno s opadanjem gustoće i temperature zabilježena je promjena kemijskog sastava atmosfere, posebice smanjenje koncentracije kisika u gornjoj atmosferi (termosferi) i do 60%. Na visini od 130 km u srednjim geografskim

širinama koncentracija O<sub>2</sub> (molekularni kisik) smanjena je za 2-4 puta<sup>42,43</sup>. Osim toga, opaža se i smanjenje koncentracije atomskog kisika u gornjoj atmosferi<sup>44</sup>.



**Slika 55**

Temperaturne anomalije u mezosferi. Temperatura u mezosferi je pala za približno 5-7 K na barometrijskim visinama i još više (do 10-12 K) na geometrijskim visinama.

Izvor: Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013.). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360.

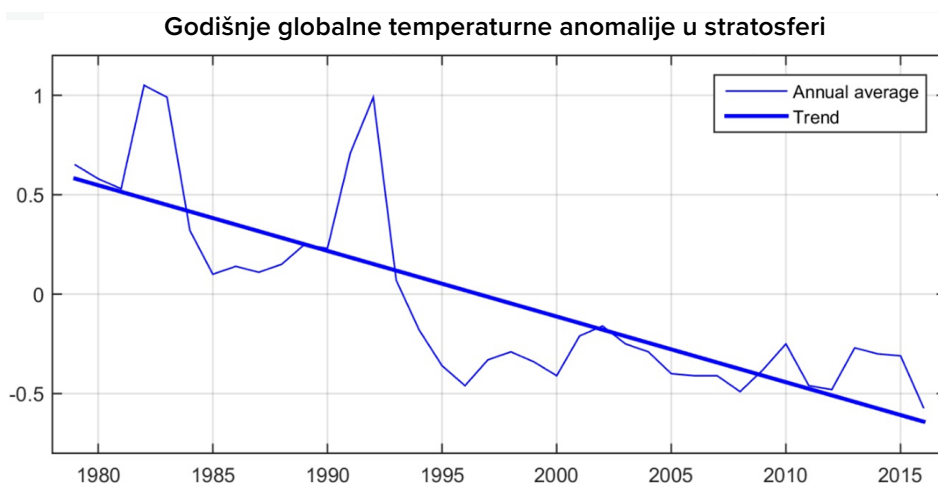
<https://doi.org/10.1002/2013jd020576>

**Slika 56**

Godišnje globalne temperaturne anomalije u stratosferi.

UAH temperaturne anomalije (u odnosu na 1981. - 2010.) sa NOAA satelita u polarnoj orbiti prilagođene prema Fu et al. (2004.).

Izvor: [www.ncdc.noaa.gov](http://www.ncdc.noaa.gov)



**Sve promjene u srednjoj i višoj atmosferi ukazuju na procese globalnih promjena unutar sustava planeta Zemlje.**

<sup>42</sup>Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022). Long-term trend of the ionospheric E-layer response to solar flares. *Solnechno-Zemnaya Fizika [Solar-Terrestrial Physics]*, 8(1): 51–57. <https://doi.org/10.12737/szf-81202206>

<sup>43</sup>Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022). On the causes of cooling and settling of the middle and upper atmosphere. *Izvestiya. RAN. Fizika atmosfery i okeana. [News. Russian Academy of Sciences. Atmospheric and Ocean Physics]*, 58(5), 601-614. <https://doi.org/10.31857/S0002351522050042>

<sup>44</sup>Danilov, A. D., & Konstantinova, A. V. (2014). Reduction of the atomic oxygen content in the upper atmosphere. *Geomagnetizm i Aeronomija. [Geomagnetism and Aeronomy]*, 54(2), 224–229. <https://doi.org/10.1134/s0016793214020066>

## 2. dio

# UZROCI GLOBALNE KATASTROFE

Tako brz i nagli porast klimatskih, atmosferskih i geodinamičkih katastrofa diljem svijeta ukazuje da, zajedno s antropogenim faktorom, postoji ogromna količina dodatne energije unutar našeg planeta. Ispod Zemljine kore nalazi se složeni termodinamički sustav koji funkcionira milijardama godina. Zahvaljujući njegovoj stabilnosti, moguć je život na Zemlji. Međutim, svaka promjena u jednom od podzemnih slojeva utječe na cijeli sustav, uključujući i površinski sloj na kojem ljudi žive.

# STRUKTURA ZEMLJE

## Zemljina atmosfera

### Egzosfera

Ovaj sloj je najudaljeniji dio Zemljine atmosfere. Odvaja atmosferu od sljedećeg sloja.

### Termosfera

Izuzetno vrući sloj s vrlo visokim temperaturama jer apsorbira velik dio Sunčevog zračenja.

### Mezosfera

Mezosfera se sastoji od rijetkog zraka koji sadrži malo kisika i drugih plinova.

### Stratosfera

Sloj s hladnim teškim zrakom na dnu i toplim zrakom na vrhu. Ozonski omotač se nalazi u stratosferi. Štiti nas od sunčevog ultraljubičastog zračenja.

### Troposfera

Najniži sloj Zemljine atmosfere. Većina formacija oblaka i vremena događa se u ovom sloju.

## Unutrašnjost Zemlje

### Litosfera

Kruti vanjski dio Zemlje uključujući koru i gornji dio plašta.

### Astenosfera

Ekstremno vruća zona ispod litosfere koja se sastoji od djelomično rastaljenih stijena.

### Plašt

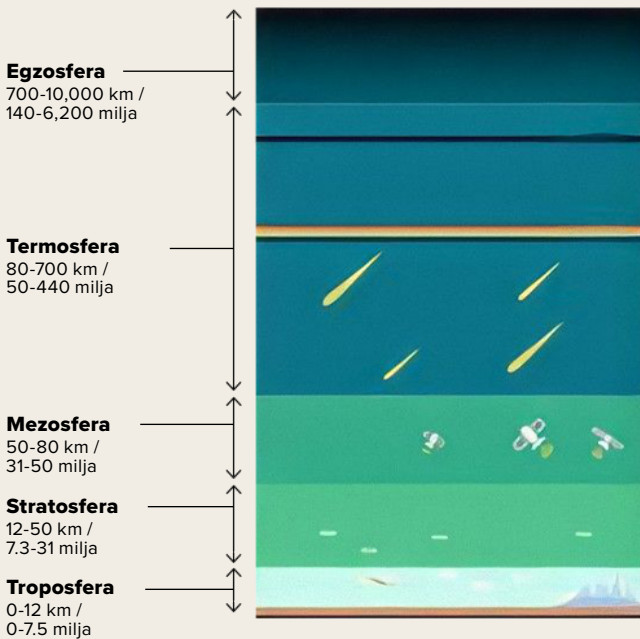
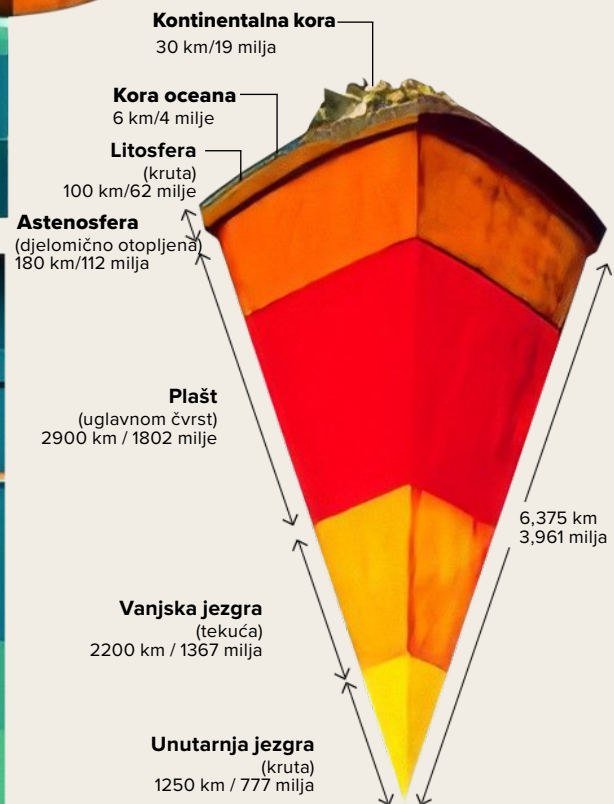
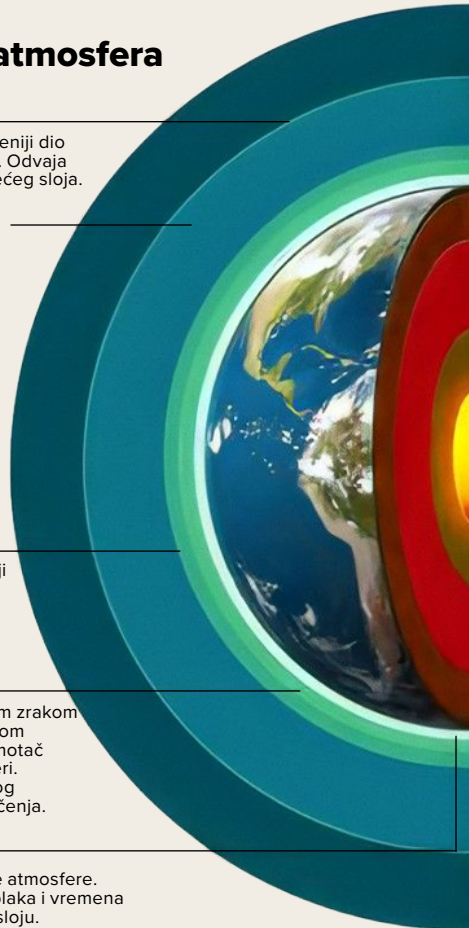
Gornji i donji plašt sastoje se uglavnom od čvrstih stijena.

### Vanjska jezgra

Tekući sloj koji se uglavnom sastoji od metala poput željeza i nikla.

### Unutarnja jezgra

Vruća, gusta, čvrsta lopta koja se sastoji od željeza.



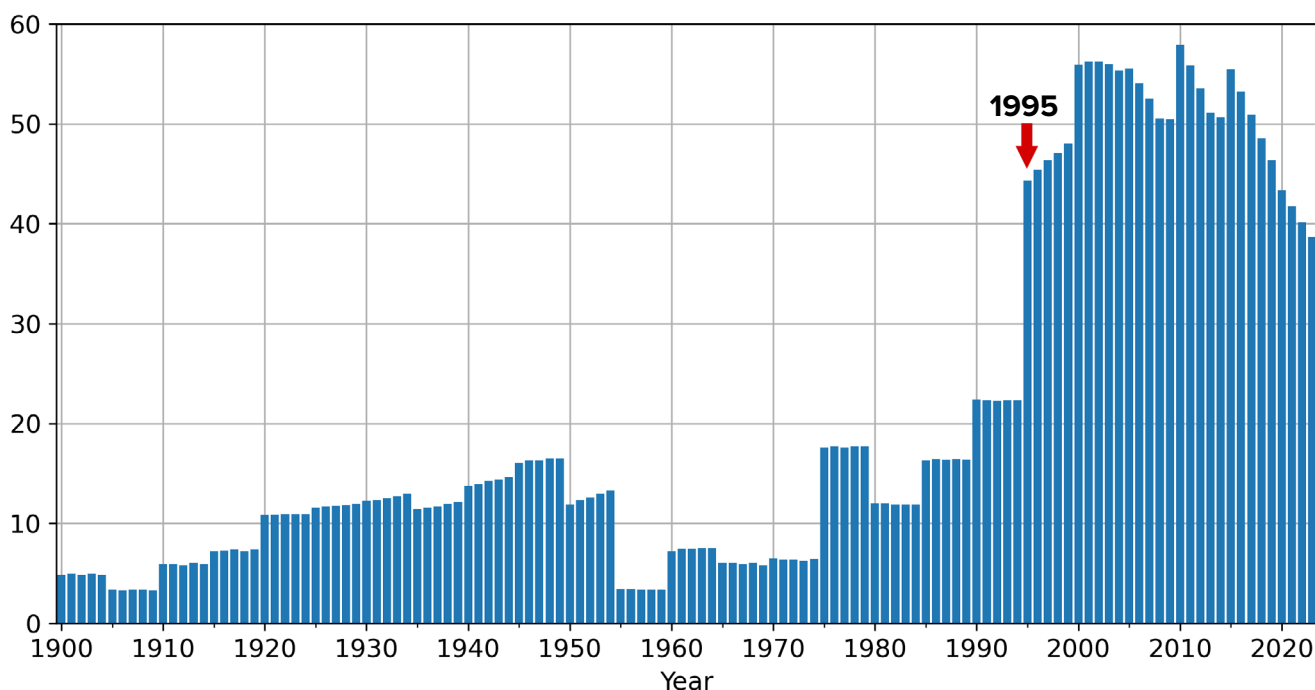
## Promjene planetarnih razmjera 1995. godine

Razmotrimo promjene u geofizičkim i geodinamičkim parametrima Zemlje koje su se dogodile od 1995. Te su godine znanstveni laboratoriji diljem svijeta, neovisno jedan o drugom, otkrili alarmantne planetarne anomalije.

Na primjer, sjeverni magnetski pol, koji se prethodno neprestano kretao brzinom od 10 km godišnje, odjednom je povećao svoju

brzinu na 55 km i promijenio svoju putanju prema poluotoku Tajmir u Sibiru (slike 57-58)<sup>45</sup>. Trenutno se sjeverni magnetski pol pomaknuo preko tisuću kilometara u smjeru Sibira. Tako brzo pomicanje magnetskog pola nije zabilježeno u posljednjih 10 000 godina.<sup>46</sup>

Brzina sjevernog magnetskog pola (km/godišnje)



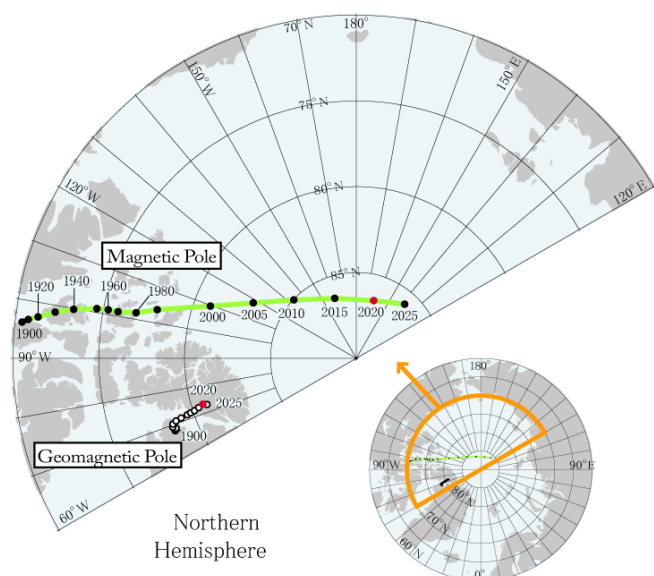
### Slika 57

Brzina pomicanja sjevernog magnetskog pola, km/godišnje.

Podaci NOAA o položaju sjevernog magnetskog pola: <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/data/poles/NP.xy>

<sup>45</sup> Dyachenko, A. I. (2003). Magnetic Poles of the Earth. Moscow: MCCME. 48 p.

<sup>46</sup> Androsova, N. K., Baranova, T. I., & Semykina D.V. (2020). Geological past and present of the Earth's magnetic poles. EARTH SCIENCES/ "Colloquium-journal", 5(57). DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388

**Slika 58**

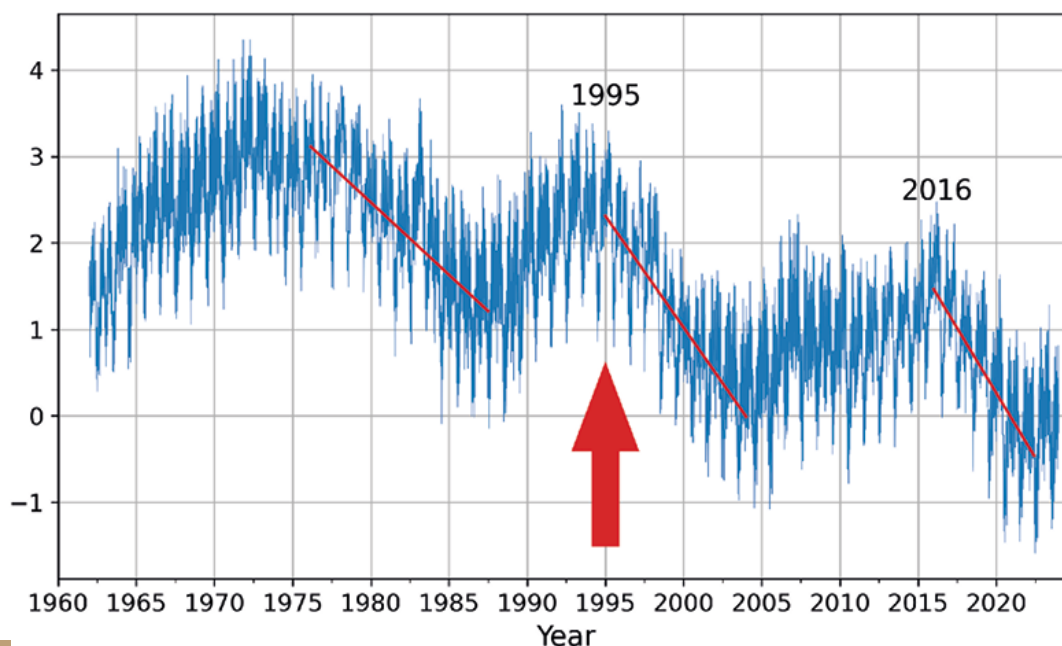
Položaj geomagnetskih polova i magnetskih polova temeljem IGRF-13 od 1900. do 2015. za 5 godina te 2020. (crveno) i 2025. (predviđanje).

Izvor: World Data Center for Geomagnetism, Kyoto

Godine 1995. zabilježen je poremećaj u rotaciji Zemlje: promijenio se smjer osi rotacije planeta, a brzina kretanja povećala se 17 puta. Prema istraživanjima, „prijelomna točka polarnog pomicanja ustanovljena je u listopadu 1995.”<sup>47</sup>

Također, dok su znanstvenici uočili usporavanje Zemljine rotacije prije 1995., ubrzanje njezine rotacije naglo je skočilo 1995. i 2016., što je neviđeno u povijesti promatranja (Slika 59). Prema podacima Centra za orijentaciju Zemlje Pariškog opservatorija, 1995. i 2016. duljina dana počela se smanjivati za nekoliko milisekundi, što ukazuje da se Zemlja okreće brže nego inače. Imajte na umu da je duljina dana definirana kao vrijeme koje je potrebno Zemlji da izvrši jednu rotaciju oko svoje osi.

Odstupanje u duljini dana za razdoblje od 1962. do 2023. godine

**Slika 59**

Odstupanje u duljini dana u milisekundama od 1962. do 2023. Crvene linije na grafikonu predstavljaju linije trenda, pokazujući stopu kojom se dani skraćuju. Na primjer, lijeva linija je manje strma, dok je desna linija, koja predstavlja ubrzanje od 2016., gotovo okomita, što znači da dani postaju znatno kraći, što ukazuje na bržu rotaciju planeta.

Izvor podataka: IERS Earth Orientation Center Pariške zvjezdarnice.

Duljina dana — parametri orijentacije Zemlje:

[https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)

<sup>47</sup>Deng, S., Liu, S., Mo, X., Jiang, L., & Bauer-Gottwein, P. (2021). Polar Drift in the 1990s Explained by Terrestrial Water Storage Changes. *Geophysical Research Letters*, 48(7). <https://doi.org/10.1029/2020gl092114>



Tako se 1995. godine dogodila iznenadna i istovremena promjena u tri geofizička parametra Zemlje:

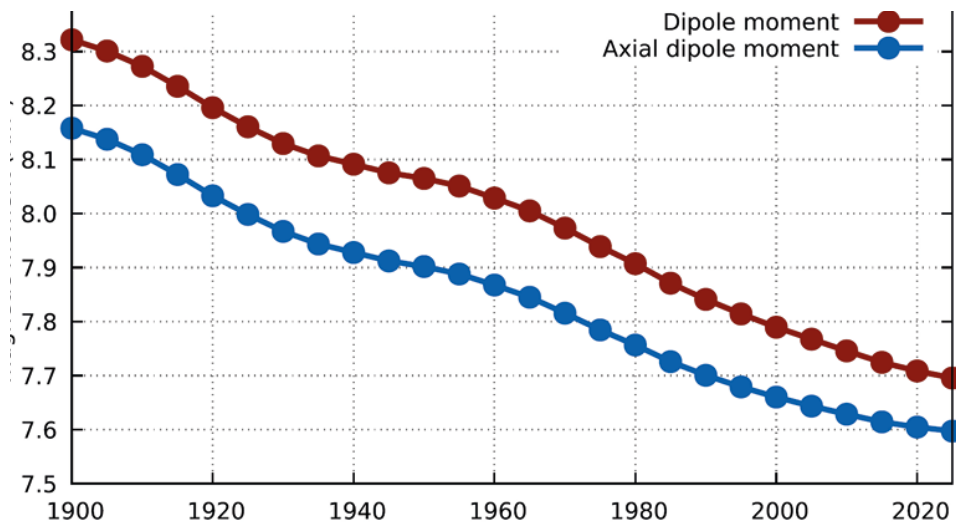
- ubrzanju pomicanja sjevernog magnetskog pola
- promjeni smjera i ubrzanju Zemljine osi rotacije
- ubrzanju rotacije planeta

Svaki od ovih parametara je u međusobnoj vezi sa stanjem Zemljine jezgre, tj. magnetsko polje stvara geodinamo u Zemljinoj jezgri, a brzina rotacije i os planeta ovise o Zemljinom centru mase (unutarnja jezgra). Iz toga se može zaključiti da su 1995. godine počele značajne i anomalne promjene u Zemljinoj jezgri, za čiji proces je potrebna ogromna energija.

S ovim promjenama u Zemljinoj jezgri povezuje se i slabljenje magnetskog polja

planeta koje štiti sve žive vrste od smrtonosnog kozmičkog i sunčevog zračenja. Znanstvenici su zabrinuti zbog promjena koje se događaju u geomagnetskom polju: u posljednjih 50 godina došlo je do naglog pada njegovog intenziteta<sup>48</sup>, što znači da ono slabi, a prema prognozama taj će se trend nastaviti (Slika 60). Tijekom prošlog stoljeća intenzitet magnetskog polja smanjio se za 10-15%, a posljednjih godina taj se proces znatno ubrao. Štoviše, riječ je o najvećem slabljenju u posljednjih 12 000-13 000 godina. Slabljenje magnetskog polja događa se neravnomjerno na planetu. Postoje zone u kojima je magnetsko polje oslabilo za 30% – to se događa u južnom dijelu Atlantskog oceana i u Južnoj Americi, u području zvanom Južnoatlantska anomalija.

Veličina momenta magnetskog dipola Zemlje od 1900. do 2020.



#### Slika 60

Veličina Zemljinog dipolnog magnetskog momenta od 1900. do 2020. Grafikon pokazuje kako se jakost Zemljinog dipolnog magnetskog polja smanjila od 1900. i kako se predviđa da će se dalje smanjivati. Crvena boja označava da se ovaj trend pada nastavio kroz 2020. i očekuje se da će se nastaviti u 2025.

Izvor: Alken, P., Thébault, E., Beggan, C.D. et al. (2021.). International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation. *Earth Planets Space* 73, 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>

<sup>48</sup> Tarasov, L. V. (2012) *Earth magnetism: A textbook*. Dolgoprudny: Intellect Publishing House, 184 p.

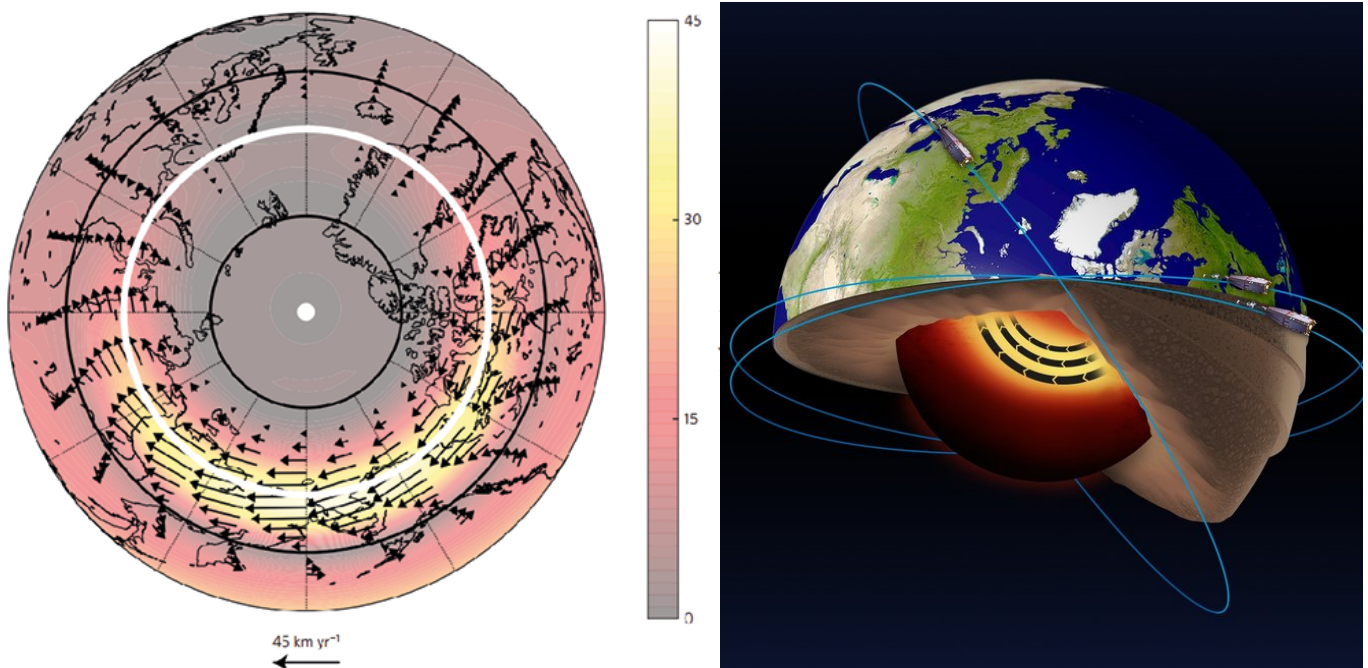
Channell, J. E. T., & Vigliotti, L. (2019). The role of geomagnetic field intensity in Late Quaternary evolution of humans and large mammals. *Reviews of Geophysics*, 57. <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>

Channell, J. E. T., & Vigliotti, L. (2019). The role of geomagnetic field intensity in Late Quaternary evolution of humans and large mammals. *Reviews of Geophysics*, 57. <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>

Danski znanstvenici došli su do sličnih zaključaka nakon analize rezultata promatranja magnetskog polja Zemlje dobivenih s danskog satelita Oersted. U južnom dijelu Atlantskog oceana i na Arktiku pronašli su zone s anomalno niskim intenzitetom magnetskog polja koje su nazvali „magnetske rupe”. Znanstvenici vjeruju da prisutnost takvih „rupa” predstavlja rizike za rad navigacijske opreme na satelitima, zrakoplovima i brodovima, prekid radiokomunikacije, gubitak orijentacije ptica selica i mnoge druge probleme, još strašnije i nepredvidljivije - uključujući porast raka, jer u zonama „magnetskih rupa” Zemlja i sve što živi na njoj postaje nezaštićeno od kozmičkog zračenja.

U posljednjih nekoliko godina uočena je anomalna manifestacija posljedica slabljenja magnetskog polja. Crvene polarne svjetlosti bilježe se u nekarakterističnim područjima Zemlje, pa čak i na mjestima gdje nikada prije nisu viđene, posebno aktivno od 2023. godine.

Prema trenutnoj teoriji, tokovi rastaljenog željeza koji se kreću oko čvrste jezgre planeta odgovorni su za stvaranje magnetskog polja. Godine 2013. znanstvenici sa Sveučilišta u Leedsu otkrili su da su se sve ove promjene u magnetskom polju počele događati zbog ubrzanja protoka tekućeg željeza u vanjskoj Zemljinoj jezgri<sup>49</sup> (Slika 61), koje je vjerojatno počelo 1995. godine.



**Slika 61**

Analiza satelitskih podataka ESA Swarm otkrila je prisutnost mlaznog toka u tekućem željeznom dijelu Zemljine jezgre na dubini od 3000 km ispod površine, kao i da se taj mlazni tok ubrzava. Izvor: ESA

Livermore, P. W., Hollerbach, R. i Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68.

<https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

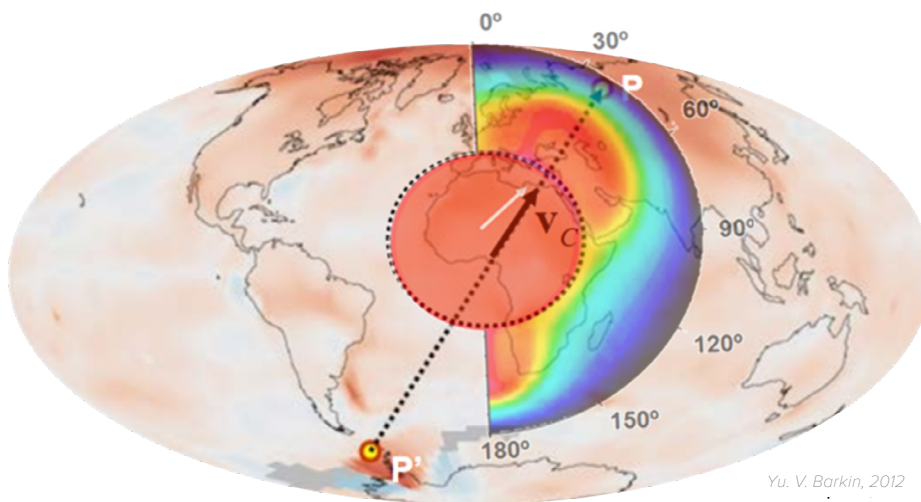
<sup>49</sup>Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

## Pomicanje Zemljine jezgre 1998. godine

Godine 1997.-1998., proučavajući središte mase Zemlje putem satelita, znanstvenici su zabilježili fenomen bez premca — pomicanje Zemljine unutarnje jezgre<sup>50</sup>. Kao rezultat toga, jezgra planeta pomaknula se prema sjeveru, duž linije od Zapadne Antarktike do Zapadnog Sibira, prema poluotoku Tajmir, Rusija (Slika 62).

U isto vrijeme, četiri različita istraživačka tima, neovisno jedan o drugom, zabilježila su abnormalne promjene u različitim geofizičkim parametrima Zemlje, potvrđujući ovaj događaj. Prema satelitskim podacima, tim autora s Moskovskog državnog sveučilišta i Instituta za fiziku Zemlje Ruske akademije znanosti

registrirao je pomak u središtu mase Zemlje 1998. godine<sup>51</sup> (slika 63). U istom razdoblju, Međunarodna služba za rotaciju Zemlje (IERS) zabilježila je naglo ubrzanje rotacije planeta (Slika 64). U isto vrijeme, na postaji Medicina u Italiji znanstvenici su zabilježili nagli pomak gravitacije<sup>52</sup> (Slika 65). Istovremeno je primijećena oštra promjena oblika Zemlje<sup>53</sup> (Slika 66), registrirana pomoću sustava laserskog daljinomjera američkih satelita. Planet se počeo abnormalno širiti u području ekvatora, iako je prije trend bio suprotan.



Yu. V. Barkin, 2012

### Slika 62

Pomicanje jezgre 1997.-1998. i toplinski valovi u magmi uzrokovani pomakom jezgre. (Barkin, Yu. V.)

Karta prikazuje vektor pomaka unutarnje jezgre od Zapadne Antarktike do Zapadnog Sibira, prema poluotoku Tajmir. Shema je prekrivena kartom atmosferskih toplinskih anomalija.

Izvor: Geofizičke implikacije relativnih pomaka i oscilacija Zemljine jezgre i plašta. Prezentacija Yu.V. Barkin, Moskva, IFZ, OMTS. 16. rujna 2014.

<sup>50</sup>Barkin, Y. V. (2011). Sinkroni skokovi aktivnosti prirodnih planetarnih procesa 1997.-1998. i njihov zajednički mehanizam. u Geologija mora i oceana: Materijali XIX Međunarodne znanstvene konferencije o morskoj geologiji. Moskva: GEOS, 5, 28-32

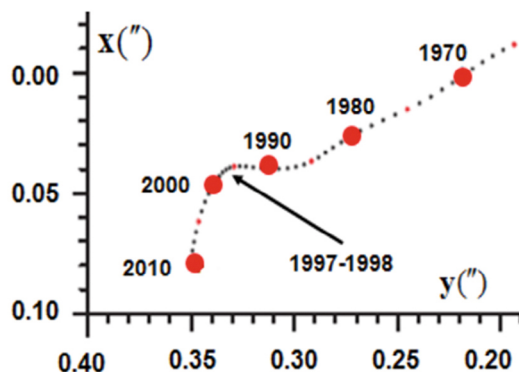
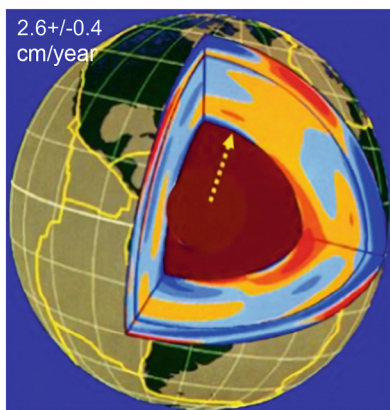
Smolov, G. Ya. (2018.). Exposure of the solar system and the earth to external influences. Physics & Astronomy International Journal, 2(4), 310–321. <https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>

<sup>51</sup>Zotov, L. V., Barkin, Y. V. & Lyubushin, A. A. (2009). Dvizhenie geocentra i ego geodinamika [The motion of the geocenter and its geodynamics]. In 3rd. conf.

Space geodynamics and modeling of global geodynamic processes, Novosibirsk, September 22-26, 2009, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. (pp. 98-101). Novosibirsk: Geo.

<sup>52</sup>Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations. Journal of Geodynamics 35(4-5), 521–539. [https://doi.org/10.1016/S0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00012-7)

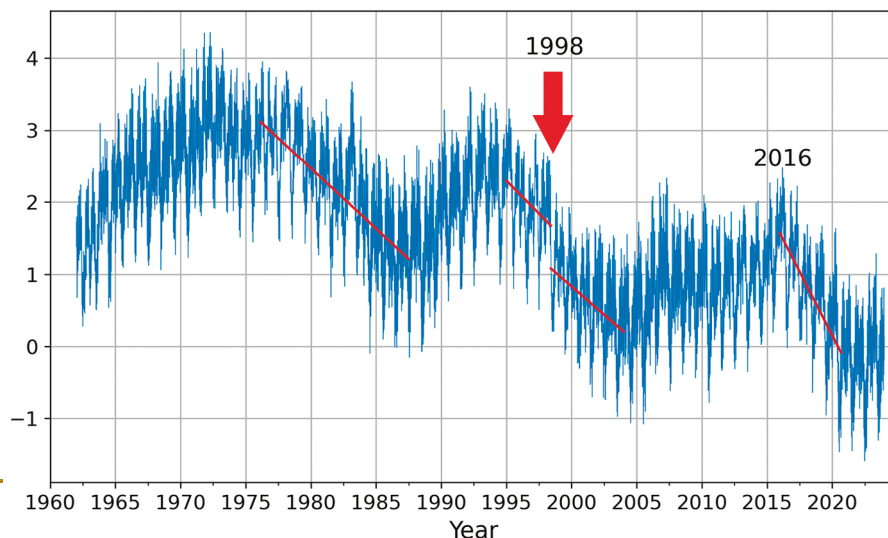
<sup>53</sup>Cox, C., & Chao, B. F. (2002). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998. Science, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>



**Slika 63**

Unutarnja struktura Zemlje; smjer sekularnog pomicanja središta mase Zemlje i putanje njenog pola preko Zemljine površine 1990.-2010. s okretom od gotovo 90 stupnjeva 1997.-1998. prema poluotoku Tajmir (Barkin Yu.V., Klige R.K., 2012.)

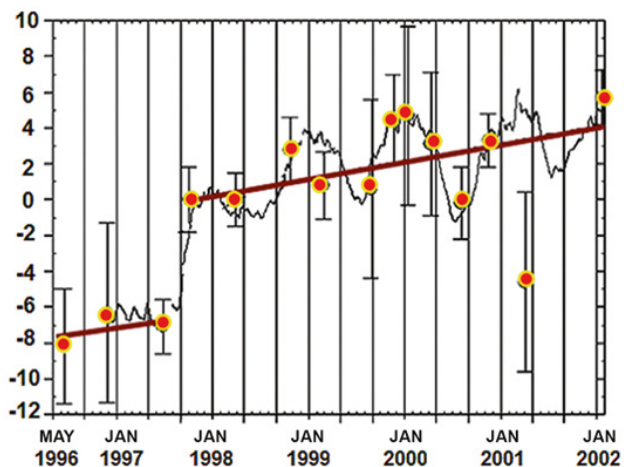
Odstupanje u duljini dana za razdoblje od 1962. do 2023. u milisekundama



**Slika 64**

Godine 1998. Međunarodna služba za rotaciju Zemlje i referentne sustave (IERS) zabilježila je naglo ubrzanje Zemljine rotacije. Izvor podataka: Earth Orientation Center, Paris Observatory. Duljina dana - parametri orijentacije Zemlje:

[https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)



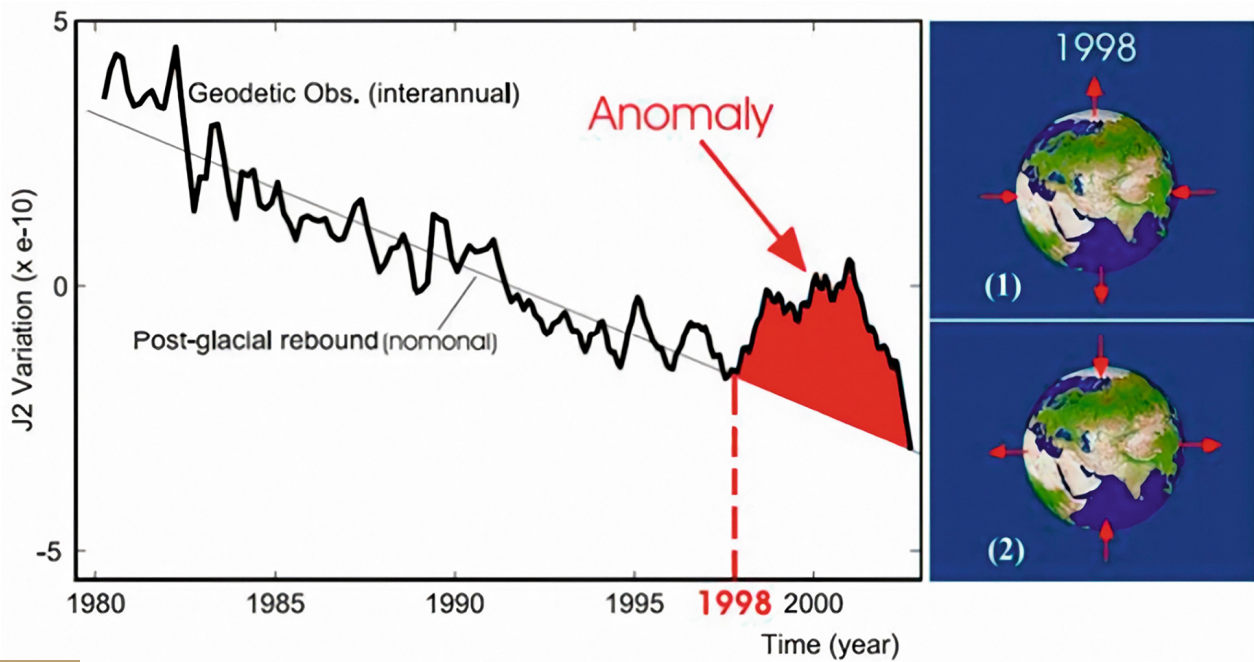
**Slika 65**

Gravimetrijska postaja u Medicini u Italiji zabilježila je nagli skok Zemljine gravitacije 1997.-1998.

Izvor: Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations. *Journal of Geodynamics*, 35(4-5), 521–539.

[https://doi.org/10.1016/s0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/s0264-3707(03)00012-7)





**Slika 66**

Godine 1998., prema podacima dobivenim sustavom laserskog daljinomjera Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite (DORIS), Francuska, primijećena je oštra promjena u obliku Zemlje: proširila se u volumenu.

Izvor: Cox, C., & Chao, B. F. (2002.). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998. *Science*, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>

Prema doktoru fizikalnih i matematičkih znanosti, profesoru Juriju Barkinu, doktoru tehničkih znanosti, profesoru Gennadiju Smolkovu<sup>54</sup>, doktoru geografskih znanosti, profesoru Mihailu Arušanovu<sup>55</sup>, akademiku Ruske akademije znanosti i počasnom profesoru Moskovskog državnog sveučilišta Lomonosov, doktoru geoloških i mineraloških znanosti Viktoru Hainu<sup>56</sup> i mnogim drugim istraživačima,

pomicanje jezgre rezultiralo je promjenama u svim Zemljinim slojevima.

Znatno pomicanje Zemljine jezgre, koja se po veličini može usporediti s Mjesecom, postavlja pitanje o prirodi i razmjerima utjecaja ili silama koje mogu izazvati takve promjene u unutarnjoj strukturi planeta.

<sup>54</sup> Barkin, Yu. V. & Smolkov, G. Ya. (2013). Abrupt changes in the trends of geodynamic and geophysical phenomena in 1997-1998. In All-Russian Conf. on Solar-Terrestrial Physics, dedicated to the 100th anniversary of the birth of a corresponding member of the Russian Academy of Sciences Stepanov V.E. (September 16-21, 2013, Irkutsk), Irkutsk, 2013.

<sup>55</sup> Arushanov, M. L. (2023). Causes of Earth climate change, as a result of space impact, dispelling the myth about anthropogenic global warming. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, 4–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

<sup>56</sup> Khalilov, E. (Ed.). (2010). Global changes of the environment: Threatening the progress of civilization. *GEOCHANGE: Problems of Global Changes of the Geological Environment*, 1, London, ISSN 2218-5798.

## **Međusobne veze između geodinamičkih i klimatskih procesa**

Rezimirajući gore navedene činjenice, može se reći da su se u posljednjih nekoliko desetljeća u različitim Zemljinim slojevima počele događati sljedeće anomalne promjene:

### **1. Promjena geofizičkih parametara planeta**

Abnormalno ubrzanje Zemljine rotacije od 1995.

Oštar pomak i ubrzanje pomicanja osi rotacije planeta 1995.

### **2. Promjena geomagnetskih parametara Zemljine jezgre**

Naglo ubrzanje pomicanja sjevernog magnetskog pola 1995.

Smanjenje intenziteta magnetskog polja; povećanje područja magnetskih anomalija.

### **3. Jezgra**

Ubrzanje protoka tekućeg željeza u vanjskoj jezgri od 1995.

U 1997.-1998., nagli pomak unutarnje jezgre duž linije od Zapadne Antarktike do Zapadnog Sibira, prema poluotoku Tajmir.

### **4. Plašt**

Drastičan porast potresa dubokog žarišta na dubinama između 300 i 750 km od 1995.

### **5. Litosfera**

Porast seizmičke aktivnosti od 1995.; pojava potresa u područjima gdje nikada prije nisu zabilježeni.

Abnormalna vulkanska i magmatska aktivnost; promjene u sastavu lave koje izbija.

Ubrzano topljenje ledenjaka odozdo prema gore zbog povećane topline koja dolazi iz unutrašnjosti, iznad magmatske perjanice od 1995.

### **6. Ocean**

Neviđeno povećanje površinskih temperatura oceana i isparavanje oceanske vode.

### **7. Atmosfera**

Hlađenje stratosfere i mezofere; stanjivanje termosfere; smanjenje koncentracija atomskog i molekularnog kisika u različitim slojevima atmosfere. Porast globalne temperature zraka u troposferi.

Ekstremno povećanje snage i broja uragana, poplava, divljih požara, suša i tornada.

Ovaj izvještaj predstavlja model koji ilustrira međudjelovanje geodinamičkih i klimatskih procesa. Model je razvijen kako bi se razjasnio istovremeni poremećaj ravnoteže u svim slojevima Zemlje i pojava anomalija u geodinamici planeta. Ovu pojavu prati i povećana učestalost ekstremnih klimatskih pojava na površini Zemlje. Bitan aspekt modela naglašava povezanost ovih procesa s prijetnjom koju predstavljaju antropogene aktivnosti.

Očigledno, jezgra trenutno doživljava neravnotežu i zagrijava se, što se očitovalo u ubrzanju protoka tekućeg željeza u vanjskoj jezgri 1995. i pomaku unutarnje jezgre 1998. godine. Ovo ubrzanje protoka tekućeg željeza u vanjskoj jezgri bilo je upravo razlog zašto se sjeverni magnetski pol počeo pomicati puno brže.

Prema hipotezi, pomicanje jezgre uzrokuje ubrzanje rotacije planeta; centrifugalna sila i deformacija planeta duž ekvatora se povećava. Zbog porasta centrifugalne sile, magma se počinje naglo uzdizati u plaštu, prema površini Zemlje, erodirajući i zagrijavajući litosferu iznutra više nego inače. Oceanska kora je tanja; stoga je podložnija pritisku magme koja se diže. Pretpostavlja se da magma prodire

posvuda po oceanskom dnu. Toplinski sadržaj oceanskih voda raste, a u oceanu se pojavljuju anomalna područja s povišenom temperaturom vode. Vjerojatno je magma koja se diže ta koja rezultira povećanjem geotermalnog protoka iz unutrašnjosti planeta i podizanjem magmatske perjanice ispod ledenjaka Zapadne Antarktike i središnjeg Grenlanda, ubrzavajući topljenje ledenjaka odozdo prema gore, u kombinaciji sa emisijama stakleničkih plinova. Temperature podzemnih voda rastu u Zapadnom Sibiru i drugim regijama s tankom Zemljinom korom. Jasno je da porast magme uzrokuje aktiviranje vulkanskih, seizmičkih i tektonskih procesa, a također vjerojatno povećava učestalost i razmjere katastrofalnih klimatskih događaja kao što su abnormalne oborine, povećana učestalost uragana, poplava i divljih požara. Prema modelu, kao posljedica promjena u jezgri, magnetsko polje intenzivno slabi, što uzrokuje promjene u gornjim slojevima atmosfere, njezino stanjivanje i hlađenje, te smanjenje koncentracije kisika zbog intenzivnijeg prodora solarnog vjetra. Ti se čimbenici, zauzvrat, vjerojatno manifestiraju u abnormalnim i atipičnim polarnim svjetlostima.

---

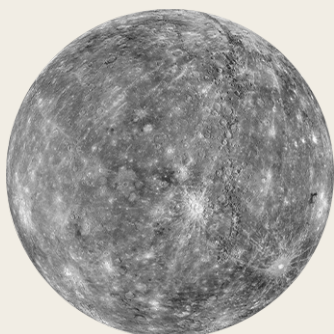
## Promjene na drugim planetima Sunčevog sustava

Prema opažanjima, na drugim planetima Sunčevog sustava, čak i na „mrtvim” planetima, isti procesi u njihovoj unutrašnjosti počeli su se događati sinkrono sa onima na Zemlji: došlo je do pojave vulkanske aktivnosti, seizmičke aktivnosti kao i magnetskih anomalija. Prema hipotezi opisanoj u ovom izvještaju, to se može dogoditi samo u slučaju sličnih promjena u jezgrama planeta Sunčevog sustava kao što su one koji se događaju na Zemlji.

Kao što je ranije navedeno, potrebne su ogromne količine dodatne energije da se promijeni položaj unutarnje jezgre i ubrza

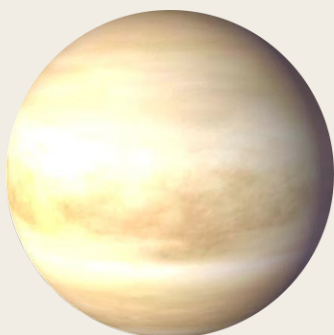
protok željeza u vanjskoj jezgri. Ova je energija vjerojatno počela ulaziti u Zemljin sustav u značajnim količinama 1995. Stoga, sinkrone promjene na drugim planetima Sunčevog sustava ukazuju da postoji neki izvanjski kozmički utjecaj koji utječe na jezgre planeta.

Infografske slike u nastavku prikazuju sinkrone promjene koje su se dogodile na planetima Sunčevog sustava i njihovim satelitima u posljednjim desetljećima. Za potvrdu i dopunu ovih informacija navedene su poveznice na relevantne znanstvene izvore.



### MERKUR

**2011.-2015.:** 19 POVRŠINSKIH PROMJENA NA MERKURU ZBOG ENDOGENE AKTIVNOSTI  
[DOI: 10.1029/2022GL100783](https://doi.org/10.1029/2022GL100783)



### VENERA

**2006.-2012.:** POJAČAVANJE VJETROVA  
[DOI: 10.1016/j.icarus.2013.05.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.05.018)

**2006.-2009.:** OTKRIVENE MAGMATSKJE ŽARIŠNE TOČKE  
[DOI: 10.1126/science.1186785](https://doi.org/10.1126/science.1186785)

**2012.-2018.:** VULKANSKA AKTIVNOST SE POVEĆAVA  
[DOI: 10.1051/0004-6361/201833511](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833511)

**2020.** ISTRAŽIVANJE PROVEDENO 2020. GODINE POTVRDILO JE DA JE VENERA TRENUTNO VULKANSKI AKTIVNA  
[DOI: 10.1126/sciadv.aax7445](https://doi.org/10.1126/sciadv.aax7445)  
[DOI: 10.3847/PSJ/ab8faf](https://doi.org/10.3847/PSJ/ab8faf)  
[DOI: 10.1038/s41550-020-1174-4](https://doi.org/10.1038/s41550-020-1174-4)





# ZEMLJA

- 1995.** **UBRZANO POMICANJE SJEVERNOG MAGNETSKOG POLA ZEMLJE**  
[DOI: 10.19080/IJESNR.2022.29.556271](https://doi.org/10.19080/IJESNR.2022.29.556271)
- OD 1995.** **AKTIVNOST ATLANTSKIH URAGANA ZNAČAJNO SE POVEĆALA**  
[DOI: 10.1038/nature06422](https://doi.org/10.1038/nature06422)
- 1997.** **(28. VELJAČE, M7 I 10. SVIBNJA, M6) POTRESI U IRANU REZULTIRALI SU S VIŠE OD 2600 SMRTNIH SLUČAJEVA**
- 1998.** **(04. VELJAČE I 30. SVIBNJA) POTRESI U AFGANISTANU – VIŠE OD 7000 MRTVIH.**
- 1998.** **NAJVEĆA POPLAVA U POVIJESTI BANGLADEŠA – 65 POSTO TERITORIJA ZEMLJE POPLAVLJENO.**
- 1998.** **KLIZIŠTE MALPA, INDIJA.**
- 26. SVIBNJA 1998.** **EKSTREMNI TOPLINSKI VAL DOSEGAO JE 50°C U INDIJI**
- 30. SVIBNJA 1998.** **POTRES MAGNITUDE 7 U AFGANISTANU**
- 17. SRPNJA 1998.** **POTRES MAGNITUDE 7 I TSUNAMI OD 15 METARA U PAPUI NOVOJ GVINEJI**  
<https://pubs.usgs.gov/publication/70022643>
- SRPANJ 1998.** **OBILNE KIŠE U KINI UNIŠTILE SU 2,9 MILIJUNA DOMOVA I OPUSTOŠILE VIŠE OD 9 MILIJUNA HEKTARA USJEVA**  
[https://earth.esa.int/web/earth-watching/natural-disasters/floods/content/-/asset\\_publisher/zaop2IUloYKv/content/flood-yangtze-china-july-1998/](https://earth.esa.int/web/earth-watching/natural-disasters/floods/content/-/asset_publisher/zaop2IUloYKv/content/flood-yangtze-china-july-1998/)
- 1997.-1998.** **POMICANJE JEZGRE PLANETA**  
*Zotov L.V., Barkin Yu.V., Ljubušin A.A. (2009.)*
- 1998.** **PROMJENA DINAMIČKE SPLJOŠTENOSTI ZEMLJE (KOEFIČIJENT J2).**  
[DOI: 10.1126/science.1072188](https://doi.org/10.1126/science.1072188)
- 2004.** **TSUNAMI U INDONEZIJI**  
[DOI:10.1785/gssrl.76.3.312](https://doi.org/10.1785/gssrl.76.3.312) [DOI:10.1186/s40562-014-0015-7](https://doi.org/10.1186/s40562-014-0015-7)
- 2005.** **SEZONA URAGANA S NAJVEĆIM INDEKSOM AKUMULIRANE ENERGIJE CIKLONA (ACE).**  
[DOI:10.1175/2007MWR2074.1](https://doi.org/10.1175/2007MWR2074.1)
- 2005.** **URAGAN KATRINA**  
[DOI:10.1257/jep.22.4.135](https://doi.org/10.1257/jep.22.4.135)



## ZEMLJA

- 2008. **POTRES U KINI**  
[DOI:10.19044/esj.2023.v19n13p49](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n13p49)
- 2010. **POTRES NA HAITIJU**  
[DOI:10.1029/2011GLO49799](https://doi.org/10.1029/2011GLO49799)
- 2011. **POTRES U JAPANU OTKRIVENA JE KO-SEIZMIČKA PROMJENA GRAVITACIJE DUŽ JAPANSKE ISTOČNE OBALE**  
[DOI:10.1016/j.geog.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2015.10.002)
- 1979.-2017. **INTENZIVIRANJE AKTIVNOSTI URAGANA**  
[DOI:10.1073/pnas.1920849117](https://doi.org/10.1073/pnas.1920849117)
- 2012.-2017. **ANOMALIJE U BRZINI ROTACIJE ZEMLJE, KOJE SU U KORELACIJI S JAKIM POTRESIMA**  
[DOI:10.1016/j.geog.2019.06.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2019.06.002)
- 2020. **NAJAKTIVNIJA ZABILJEŽENA SEZONA URAGANA U SJEVERNOM ATLANTIKU (PO BROJU)**  
[DOI:10.3390/atmos13121945](https://doi.org/10.3390/atmos13121945)
- 2016.-2023. **UBRZANJE ZEMLJINE ROTACIJE**  
[datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOP-C04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOP-C04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)
- 2021.-2022. **ANOMALAN KEMIJSKI SASTAV I SVOJSTVA LAVE. DOLAZI IZ VELIKIH DUBINA. ABNORMALNO BRZE ERUPCIJE**  
[DOI:10.1029/2023GL102763](https://doi.org/10.1029/2023GL102763)  
[DOI:10.1038/s41586-022-04981-x](https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x)  
[DOI:10.1038/s41467-022-30905-4](https://doi.org/10.1038/s41467-022-30905-4)

## MJESEC



- 1997.-1998. **POMAK MJESEČEVE JEZGRE**  
[DOI:10.18698/2308-6033-2014-10-1335](https://doi.org/10.18698/2308-6033-2014-10-1335)
- 2022. **TOPLINSKA ANOMALIJA OTKRIVENA U REGIJI COMPTON–BELKOVICH**  
[DOI:10.1038/s41586-023-06183-5](https://doi.org/10.1038/s41586-023-06183-5)
- 2023. **TOPLINSKA ANOMALIJA MJESEČEVOG TLA NA JUŽNOM POLU**  
[isro.gov.in/Ch3\\_first\\_observation\\_ChaSTE\\_Vikram\\_Lander.html](https://isro.gov.in/Ch3_first_observation_ChaSTE_Vikram_Lander.html)
- 26. KOLOVOZA 2023. **OTKRIVEN LUNARNI POTRES**  
[https://www.isro.gov.in/Ch3\\_ILSA\\_Listens\\_Landing\\_Site.html](https://www.isro.gov.in/Ch3_ILSA_Listens_Landing_Site.html)



# MARS

**2003. i 2006.** OTKRIVENE SU EMISIJE AKTIVNOG METANA IZ UNUTRAŠNJOSTI MARS

[DOI:10.1126/science.1165243](https://doi.org/10.1126/science.1165243)

**2014.-2020.** OTKRIVENE SU EMISIJE AKTIVNOG METANA IZ UNUTRAŠNJOSTI MARS

[DOI:10.1029/2021EA001915](https://doi.org/10.1029/2021EA001915)

**2004.** PRVI PUT NA JUŽNOJ HEMISFERI PRIMIJEĆENA JE NOVA VRSTA MARSOVSKE POLARNE SVJETLOSTI

[DOI:10.1038/nature03603](https://doi.org/10.1038/nature03603)

**2005.** NAGLO SMANJENJE JUŽNE POLARNE KAPE

[DOI:10.1007/978-1-4614-4608-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4608-8_10)

**Od 2014. do 2021.** NA MARSU JE ZABILJEŽENO 278 DISKRETNIH POLARNIH AURORA

[DOI:10.1029/2021JA029495](https://doi.org/10.1029/2021JA029495)

**2015.** OTKRIĆE PROTONSKE AURORE

[DOI:10.1038/s41550-018-0538-5](https://doi.org/10.1038/s41550-018-0538-5)

**2018.** TEKUĆA VODA PRONAĐENA ISPOD LEDENE KAPE JUŽNOG POLA.

[DOI:10.1029/2018GL080985](https://doi.org/10.1029/2018GL080985)

**2019.-2021.** DOGODILO SE VIŠE OD 1300 POTRESA

[DOI:10.1029/2022JE007503](https://doi.org/10.1029/2022JE007503)

**2019.-2020.** NISKOFREKVENTNI PONAVLJAJUĆI POTRESI POVEZANI S VULKANSKOM AKTIVNOŠĆU ISPOD CERBERUS FOSSAE

[DOI:10.1038/s41467-022-29329-x](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x)

**2022.** GEOFIZIČKI DOKAZI O DIVOVSKOJ PLAŠTNOJ PERJANICI ISPOD ELYSIUM PLANITIA

[DOI:10.1038/s41550-022-01836-3](https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3)

**04. SVIBNJA 2022.** OTKRIVEN NAJVEĆI POTRES M4.7

[DOI:10.1029/2023GL103619](https://doi.org/10.1029/2023GL103619)

**2022.** POLARNE AURORE POKRILE SU POLOVICU PLANETA

[twitter.com/HopeMarsMission/status/1519311155768008704](https://twitter.com/HopeMarsMission/status/1519311155768008704)



# JUPITER

1992.-1996.,  
2005.-2007.

**MAGNETSKA ANOMALIJA SE POJAČALA NA JUPITEROVOJ SJEVERNOJ HEMISFERI.**

[DOI:10.1029/2008JA013185](https://doi.org/10.1029/2008JA013185)

2000.-2001.

**JUPITEROVA UNUTARNJA TOPLINA PORASLA JE ZA 37% OD 1980. KADA JE OBAVLJENO ISTRAŽIVANJE VOYAGERA. I TO UNUTARNJE ZAGRIJAVANJE VEĆE JE OD ENERGIJE PRIMLJENE OD SUNCA.**

[DOI:10.1038/s41467-018-06107-2](https://doi.org/10.1038/s41467-018-06107-2)

2005.-2006.

**PO PRVI PUT, FORMIRANA JE JOŠ JEDNA MOĆNA CRVENA PJEGA - JUNIOR.**

[DOI:10.1088/0004-6256/135/6/2446](https://doi.org/10.1088/0004-6256/135/6/2446)

2009.-2020.

**BRZINE VJETRA UNUTAR VELIKE CRVENE PJEGE PORASLE SU ZA 8%.**

[DOI:10.1029/2021GL093982](https://doi.org/10.1029/2021GL093982)

2012.

**JUPITEROVO ABNORMALNO ZAGRIJAVANJE GORNJE ATMOSFERE IZNAD VELIKE CRVENE PJEGE POTIČE ODOZDO.**

[DOI:10.1038/nature18940](https://doi.org/10.1038/nature18940)

2016.-2020.

**ANOMALNE MUNJE ZABILJEŽENE SU U GORNJIM SLOJEVIMA ATMOSFERE.**

[DOI:10.1029/2020JE006659](https://doi.org/10.1029/2020JE006659)

2017.

**OTKRIVEN SNAŽAN EKVATORIJALNI MLAZ**

[DOI:10.1051/0004-6361/202141523](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141523)

2017.

**JUPITEROVO MAGNETSKO POLJE DOŽIVJELO JE GLOBALNE PROMJENE U ODNOSU NA 1980-e, POSEBNO U PODRUČJU VELIKE PLAVE PJEGE**

[DOI:10.1038/s41550-019-0772-5](https://doi.org/10.1038/s41550-019-0772-5)

2019.

**POJAVIO SE JOŠ JEDAN URAGAN NA JUŽNOM POLU, DOK JE TAMO UVIJEK BILO SAMO 5 URAGANA**

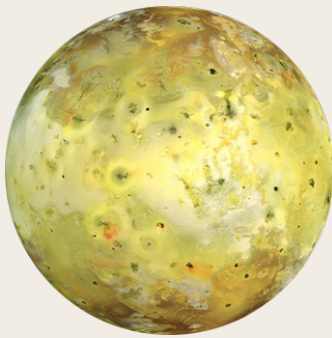
[nasa.gov/missions/juno/nasas-juno-navigators-en-able-jupiter-cyclone-discovery](https://nasa.gov/missions/juno/nasas-juno-navigators-en-able-jupiter-cyclone-discovery)

2022.

**USKI EKVATORIJALNI STRATOSFERSKI MLAZ OTKRIVEN S BRZINOM VJETRA OD OKO 515 KM/H**

[DOI:10.1038/s41550-023-02099-2](https://doi.org/10.1038/s41550-023-02099-2)





## IO

**U 2000.-IMA** **CIKLUS ERUPCIJE NAJVEĆEG IOVOG VULKANA, LOKIJA, NARUŠEN JE, POČEO JE ČEŠĆE ERUPTIRATI**

[EPSC Abstracts Vol. 13, EPSC-DPS2019-769-1, 2019](#)

**2003.-2005.** **ERUPCIJE 4 NOVA MLADA VULKANA**

[DOI:10.1016/j.icarus.2015.12.054](#)

**2000., 2006. I 2007.** **VELIKE ERUPCIJE VULKANA TVAŠTAR**

[DOI:0.1126/science.1147621](#)

**2013.-2018.** **OTKRIVENE SU NOVE JEDINSTVENE VRUĆE PJEGE I ERUPCIJE**

[DOI:10.3847/1538-3881/ab2380](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2014.06.006](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2014.06.016](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2016.06.019](#)

**2016.-2022.** **OTKRIVENO SEDAM NOVIH, NAJENERGIČNIJIH VULKANSKIH DOGAĐAJA**

[DOI:10.3847/PSJ/acf57e](#)

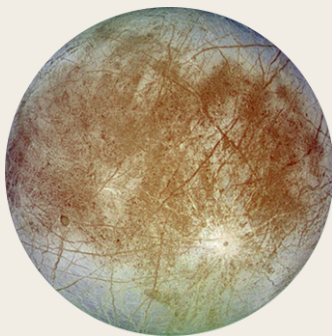
**2022.** **SNAŽNE VULKANSKE ERUPCIJE**

[DOI:10.1029/2023JE007872](#)

**2022.** **OTKRIVEN PODZEMNI OCEAN MAGME**

[DOI:10.3847/PSJ/ac9cd1](#)

## EUROPA



**1997.** **PRVI DOKAZ O PERJANICI KOJA SE POJAVILA USLIJED ZAGRIJAVANJA**

[DOI:10.1038/s41550-018-0450-z](#)

**2000.** **NIJE OTKRIVENA VEĆA GEOLOŠKA AKTIVNOST USPOREDBOM SLIKA POVRŠINE VOYAGERA I GALILEA.**

[DOI:10.1029/1999je001139](#)

**2016.-2017.** **OTKRIVENA JE VODENA PARA IZNAD POVRŠINE**

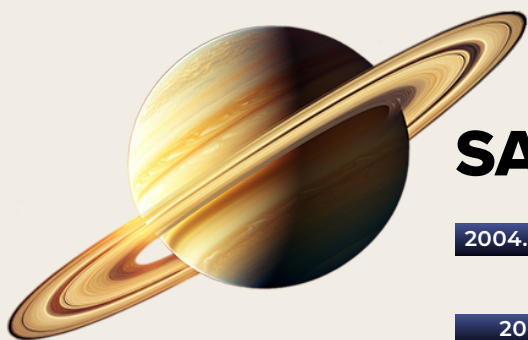
[DOI:10.1038/s41550-019-0933-6](#)

**2018.** **POVRŠINSKE TOPLINSKE ANOMALIJE OTKRIVENE POMOĆU ALMA PROMATRANJA**

[DOI:10.3847/1538-3881/aada87](#)

**2022.** **ENDOGENI UGLJIKOV DIOKSID OTKRIVEN NA EUROPI**

[DOI:10.1126/science.adg4270](#)



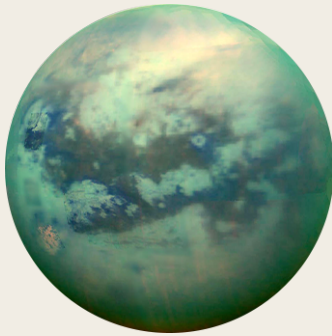
## SATURN

- 2004.-2006.** OPAŽENE OLUJE S MUNJAMA  
[DOI:10.1016/j.icarus.2007.03.035](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2007.03.035)
- 2004.** „VRUĆA PJEGA“ OTKRIVENA NA SATURNOVOM JUŽNOM POLU  
[DOI:10.1126/science.1105730](https://doi.org/10.1126/science.1105730)
- 2006.** ŠIROKO PODRUČJE POLARNE SVJETLOSTI  
[science.nasa.gov/resource/saturns-polar-aurora](https://science.nasa.gov/resource/saturns-polar-aurora)
- 2007.-2010.** NIZ OD 23-26 CIKLONA  
[DOI:10.1016/j.icarus.2013.10.032](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.10.032)
- 2010.** DOGODILA SE VELIKA OLUJA KOJA JE OKRUŽILA BIJELI PLANET. POSLJEDICE SU SE OČITOVALE UNUTAR 3 GODINE  
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.12.013](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.12.013)  
[DOI:10.1038/s41550-017-0271-5](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0271-5)
- 2011.** PODRIJETLO I EVOLUCIJA STRATOSFERSKOG VRTLOGA  
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.08.024](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.08.024)
- 2018.** NOVI SREDNJI TIP OLUJA  
[DOI:10.1038/s41550-019-0914-9](https://doi.org/10.1038/s41550-019-0914-9)
- 2020.** KONVEKTIVNA OLUJA PO PRVI PUT BLIZU POLARNIH ŠIRINA I NOVA EPIZODA OLUJA TE GODINE  
[DOI:10.1029/2021GL092461](https://doi.org/10.1029/2021GL092461)



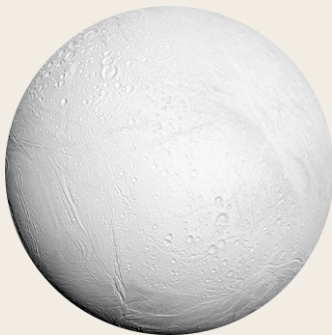
## URAN

- 1999., 2004., 2005., 2011.** OTKRIĆE SVIJETLIH ZNAČAJKI OBLAKA  
[DOI:10.1016/j.icarus.2004.11.016](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2004.11.016)  
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.04.009](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.04.009)
- 2011.** PODRIJETLO I EVOLUCIJA STRATOSFERSKOG VRTLOGA  
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.08.024](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.08.024)
- 2014.** REKORDNA OLUJNA AKTIVNOST  
[DOI:10.1016/j.icarus.2014.12.037](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2014.12.037)
- 2014.** MAKSIMALNA TEMPERATURA ATMOSFERE ZA POJEDINAČNA OPAŽANJA  
[DOI:10.1098/rsta.2018.0408](https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0408)
- 2014.** BROJ OBLAČNIH STRUKTURA ZNATNO VEĆI NEGO PRETHODNIH GODINA  
[DOI:10.1016/j.icarus.2015.05.029](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2015.05.029)
- 2021, 2022** INTENZIVIRANJE SJEVERNOG POLARNOG CIKLONA  
[DOI:10.1029/2023GL102872](https://doi.org/10.1029/2023GL102872)



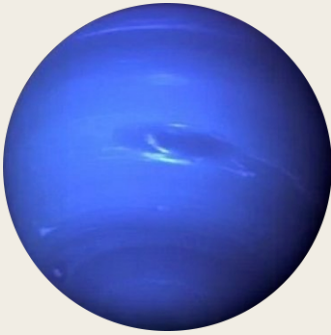
## TITAN

- 1995., 2004. i 2008.
**IZNENADNA PROVALA OBLAKA - OLUJNA AKTIVNOST**  
[DOI:10.1038/26920](https://doi.org/10.1038/26920)   [DOI:10.1038/nature08193](https://doi.org/10.1038/nature08193)  
[DOI:10.1016/j.icarus.2005.12.021](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2005.12.021)
- 2009.
**UOČENE PJEŠČANE OLUJE**  
[DOI:10.1038/s41561-018-0233-2](https://doi.org/10.1038/s41561-018-0233-2)
- 2009.
**FORMIRAN JE POLARNI VRTLOG KOJI JE 2010.-2011. PROIZVEO MEZOSFERSKU VRUĆU PJEGU I IZAZVAO EKSTREMNO HLAĐENJE MEZOSFERE**  
[DOI:10.1038/s41467-017-01839-z](https://doi.org/10.1038/s41467-017-01839-z)
- 2010.
**OLUJA „ARROW” U BLIZINI EKVATORA**  
[DOI:10.1038/ngeo1219](https://doi.org/10.1038/ngeo1219)
- 2012.
**DOKAZI ZA VULKANIZAM KOJI SE MOŽDA SADA DOGAĐA**  
[DOI:10.1029/2019JE006036](https://doi.org/10.1029/2019JE006036)
- 2016.
**PRVA DOKUMENTIRANA KIŠA (METANSKA KIŠA), KOJA POKRIVA PODRUČJE OD 120 000 KM<sup>2</sup>**  
[DOI:10.1029/2018GL080943](https://doi.org/10.1029/2018GL080943)



## ENCELADUS

- 2005.
**OTKRIĆE VRUĆE PJEGE JUŽNOG POLA**  
[DOI:10.1126/science.1121661](https://doi.org/10.1126/science.1121661)
- 2005.
**OTKRIVEN JE SUSTAV PROIZVODNJE I PRIJENOSA TOPLINE ISPOD JUŽNOG POLARNOG TERENA**  
[DOI:10.1038/s41550-017-0063](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0063)
- 2022.
**ANALIZA ENCELADUSOVOG TOPLINSKOG TOKA POKAZUJE ENDOGENO PODRIJETLO TOPLINE**  
[DOI:10.5194/epsc2022-219](https://doi.org/10.5194/epsc2022-219)
- 2023.
**TIM NASA WEBB TELESKOPA UOČIO JE NOVU VELIKU PERJANICU KOJI SE PROTEŽE NA VIŠE OD 9656 KM**  
[nasa.gov/solar-system/webb-maps-surprisingly-large-plume-jetting-from-saturns-moon-enceladus](https://nasa.gov/solar-system/webb-maps-surprisingly-large-plume-jetting-from-saturns-moon-enceladus)



## NEPTUN

- 2015.** OTKRIVEN NOVI TAMNI VRTLOG, PROMATRAN DO 2017.  
[DOI:10.3847/1538-3881/aaa6d6](https://doi.org/10.3847/1538-3881/aaa6d6)
- 2017.** NASTANAK EKVATORIJALNE OLUJE  
[DOI:10.1016/j.icarus.2018.11.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2018.11.018)
- 2018.** NASTANAK NOVE VELIKE TAMNE PJEGE  
[DOI:10.1029/2019GL081961](https://doi.org/10.1029/2019GL081961)
- 2018.-2020.** ANOMALAN TEMPERATURNI SKOK, DRAMATIČNO ZAGRIJAVANJE JUŽNOG POLA  
[DOI:10.3847/PSJ/ac5aa4](https://doi.org/10.3847/PSJ/ac5aa4)



## PLUTON

- 2002.** ATMOSFERSKI TLAK SE UDVOSTRUČIO OD 1988.  
[DOI:10.1038/nature01762](https://doi.org/10.1038/nature01762)
- 2015.** CO I HCN OTKRIVENI U ATMOSFERI  
[DOI:10.1016/j.icarus.2016.10.013](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2016.10.013)
- 2015.** ATMOSFERSKI TLAK DOSEGAO JE SVOJ VRHUNAC, ZATIM SE LAGANO SMANJIO, A DO 2020. BIO JE GOTOVO JEDNAK RAZINAMA ZABILJEŽENIM 2015.  
[DOI:10.1051/0004-6361/202141718](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141718)
- 2015.** NA POVRŠINI SU PRONAĐENI BROJNI KRIOVULKANSKI OBLICI  
[DOI:10.1038/s41467-022-29056-3](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29056-3)
- 2019.** OTKRIVEN PODZEMNI OCEAN  
[DOI:10.1038/s41561-019-0369-8](https://doi.org/10.1038/s41561-019-0369-8)





# SUNCE

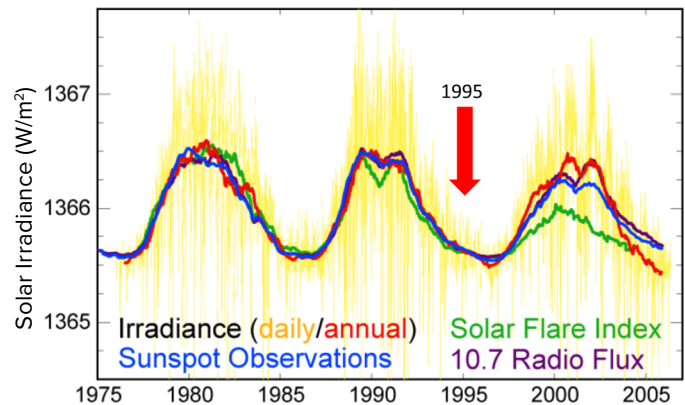
- 04. KOLOVO-  
ZA 1972.** VELIKA SOLARNA BAKLJA PREKINULA JE KOMUNIKACIJU NA DALJINU U NEKIM AMERIČKIM DRŽAVAMA  
[DOI:10.1029/2018SW002024](https://doi.org/10.1029/2018SW002024)
- 13. OŽUJKA  
1989.** NAJVEĆA MAGNETSKA OLUJA 20. STOLJEĆA. AURE SU SE MOGLE VIDJETI NA JUGU SVE DO KUBE I FLORIDE  
[DOI:10.1029/2019SW002278](https://doi.org/10.1029/2019SW002278)
- 14. SRPNJA  
2000.** SUNČEVA BAKLJA. SATELITI U ORBITI IMALI SU KRATKE SPOJEVE, RAD NEKIH RADIO STANICA JE PREKINUT  
[DOI:10.1029/2002GL014729](https://doi.org/10.1029/2002GL014729)
- 28.-31. LISTO-  
PADA 2003.** GEOMAGNETSKA SUPEROLUJA. POREMEĆENI SATELITSKI SUSTAVI, SRUŠEN DIO VISOKONAPONSKOG SUSTAVA ZA PRIJENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE U JUŽNOJ ŠVEDSKOJ  
[DOI:10.1029/2004SW000123](https://doi.org/10.1029/2004SW000123)
- RUJAN 2005.** SNAŽNA GEOMAGNETSKA OLUJA KOJA JE UTJECALA NA TEMPERATURU I SASTAV MEZOSFERE I TERMOSFERE  
[DOI:10.1029/2018JA025294](https://doi.org/10.1029/2018JA025294)
- 05. PROSIN-  
CA 2006.** SUNČEVA BAKLJA OKO 10 PUTA VEĆA OD BILO KOJEG PRETHODNO ZABILJEŽENOG DOGAĐAJA. DOGODILA SE BLIZU SOLARNOG MINIMUMA. ZNAČAJNO JE OŠTEĆEN GPS SUSTAV  
[DOI:10.1029/2007SW000375](https://doi.org/10.1029/2007SW000375)
- 23. SRPNJA  
2012.** DVA VELIKA IZBACIVANJA KORONALNE MASE PREMA ZEMLJINOJ ORBITI. SNAGA OLUJE PREMAŠILA JE PROCJENE ZA CARRINGTONOVU OLUJU IZ 1859. GODINE  
[DOI:10.1002/swe.20097](https://doi.org/10.1002/swe.20097)
- 21. LIPNJA  
2015.** GEOMAGNETSKA OLUJA ISKLJUČILA JE RADIO SIGNALE U SJEVERNOJ I JUŽNOJ AMERICI  
[DOI:10.1007/s11207-018-1303-8](https://doi.org/10.1007/s11207-018-1303-8)
- 06. RUJNA  
2017.** NAJSNAŽNIJA ZABILJEŽENA BAKLJA 24. SUNČEVOG CIKLUSA  
[DOI:10.1029/2018SW001969](https://doi.org/10.1029/2018SW001969)
- PROSINAC  
2019.** CIKLUS 24 JE ZAVRŠIO, CIKLUS 25 JE ZAPOČEO  
[weather.gov/news/201509-solar-cycle](https://www.weather.gov/news/201509-solar-cycle)
- 2022.** SPACEX STARLINK IZGUBIO JE 38 SATELITA TIJEKOM NJIHOVOG LANSIRANJA U ORBITU ZBOG GEOMAGNETSKE OLUJE OD IZBACIVANJA KORONALNE MASE 29. SIJEČNJA  
[DOI:10.1029/2022SW003193](https://doi.org/10.1029/2022SW003193)
- 2023.** UTVRĐENO JE DA SOLARNE OLUJE UZROKUJU DODATNA KAŠNJENJA LETOVA, KOJA ĆE SE SAMO POVEĆAVATI U NADOLAZEĆIM GODINAMA  
[DOI:10.1038/s41598-023-30424-2](https://doi.org/10.1038/s41598-023-30424-2)
- 22. LIPNJA  
2023.** DNEVNI BROJ SUNČEVIH PJEGA (240) PREMAŠIO JE MAKSIMUM CIKLUSA 24 (220)  
[sidc.be/silso/dayssnplot](https://sidc.be/silso/dayssnplot)

Pretpostavke da su takve pojave u našem Sunčevom sustavu uzrokovane Sunčevom aktivnošću nisu potkrijepljene činjenicama. Abnormalne promjene na planetima Sunčevog sustava i njihovim satelitima počele su tijekom razdoblja solarnog minimuma 1995. godine, odnosno kada je solarna aktivnost bila na minimumu. Dijagram ciklusa Sunčeve aktivnosti na slici 67 pokazuje da je 1995. Sunce bilo na minimumu aktivnosti, pa nije moglo uzrokovati sve ove promjene.

Dakle, Sunce nije moglo imati takav utjecaj na druge planete. Štoviše, od cijelog Sunčevog sustava Sunce je zadnje reagiralo na kozmičke utjecaje, najvjerojatnije zbog svoje goleme mase. Budući da se promjene događaju sinkrono na svim planetima Sunčevog sustava kao i na Suncu, logično je pretpostaviti da postoji određeni faktor iz bliskog ili dubokog svemira koji pokreće pojavu ogromne količine energije unutar planeta. Ova energija nastaje unutar planetarnih sustava, koncentrirajući se oko jezgre i zaobilazeći druge slojeve planeta. Kao rezultat toga, prema hipotezi, jezgre planeta se zagrijavaju i pomiču. Niti jedan od poznatih znanstvenih utjecaja - gravitacijsko, elektromagnetsko, akustično, kozmičko zračenje - ne zaobilazi naše mjerne instrumente dok izravno utječe na jezgru. Stoga, prema teoriji, nijedan od gore navedenih utjecaja ne može uzrokovati promjene koje se trenutno uočavaju na svim planetima Sunčevog sustava.

Na temelju gore navedenih činjenica,

Varijacije solarnog ciklusa



Slika 67

Varijacije solarnog ciklusa u posljednjih 30 godina. Ova slika prikazuje tri solarna ciklusa između 1975.-2005., mjereno sunčevim zračenjem, brojem sunčevih pjega, aktivnošću sunčeve baklje i radio fluksom od 10,7 cm. Grafikon jasno pokazuje da je Sunce 1995. godine bilo na minimumu aktivnosti, stoga ono nije moglo biti uzrokom promjena u jezgri Zemlje i jezgri drugih planeta 1995. godine.

Izvor: Slika koju je izradio Robert A. Rohde na temelju objavljenih podataka.

Izvor podataka: <https://www.pmodwrc.ch/en/research-development/solar-physics/tsi-composite/>

razvijena je hipoteza koja ukazuje da ovaj utjecaj djeluje na neistraženim fizičkim principima. Suvremena se znanost prvi put susreće s takvim fenomenom. Riječ je o fenomenu koji nije službeno registriran, ali se njegove manifestacije mogu uočiti. Pretpostavlja se da ova energija oživljava čak i mrtve planete na kojima seizmička i magmatska aktivnost počinje rasti. To potvrđuje Mars gdje se seizmička<sup>57</sup> i magmatska<sup>58</sup> aktivnost počela povećavati.

<sup>57</sup>Dahmen, N., Clinton, J. F., Meier, M., Stähler, S., Ceylan, S., Kim, D., Stott, A. E., & Giardini, D. (2022). MarsQuakeNet: A more complete marsquake catalog obtained by deep learning techniques. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(11). <https://doi.org/10.1029/2022je007503>

Sun, W., & Tkalčić, H. (2022). Repetitive marsquakes in Martian upper mantle. *Nature Communications*, 13, 1695. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>

Fernando, B., Daubar, I. J., Charalambous, C., Grindrod, P. M., Stott, A., Abdullah Al Ateqi, Atri, D., Ceylan, S., Clinton, J., Fillingim, M. O., Hauber, E., Hill, J. R., Kawamura, T., Li, J., Lucas, A., Lorenz, R. D., Ojha, L., Perrin, C., S. Piqueux, & Stähler, S. C. ... Banerdt, W. B. (2023). A tectonic origin for the largest marsquake observed by InSight. *Geophysical Research Letters*, 50(20). <https://doi.org/10.1029/2023gl103619>

<sup>58</sup>Broquet, A., & Andrews-Hanna, J. C. (2022). Geophysical evidence for an active mantle plume underneath Elysium Planitia on Mars. *Nature Astronomy*, 7, 160–169. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3>

## Astronomski procesi i njihova cikličnost

Prema hipotezi, ovaj utjecaj, koji se sastoji od određene vrste energije, djeluje izravno i isključivo na Zemljinu unutarnju jezgru, bez utjecaja na druge slojeve planeta. Ova vrsta interakcije može se pripisati činjenici da unutarnja jezgra ima iznimno visoku gustoću, a njezina se struktura vjerojatno razlikuje od općeprihvaćene teorije da se sastoji od željeza i nikla. Prema hipotezi dr. I. M. Belozerova, doktora fizikalno-matematičkih znanosti, unutarnja jezgra ima potpuno drugačiju strukturu, blisku strukturi neutronske zvijezde<sup>59</sup>. Dok se vanjska jezgra najvjerojatnije sastoji od nikla, željeza i drugih metalnih legura. Prema pretpostavkama, jezgre drugih planeta Sunčevog sustava, čak i plinovitih divova, imaju sličnu strukturu.

Hipoteza predložena u ovom izvještaju razmatra prirodu ovog utjecaja na Zemlju u asocijativnom primjeru snopa svjetiljke u mraku. Zamislimo koncentriranu zraku svjetlosti okruženu raspršenim osvjetljenjem. Na temelju sveobuhvatne analize svih podataka, do Zemlje trenutno dopire samo raspršeni dio svjetlosti. Prema promatranjima procesa koji su u tijeku, koncentrirani snop još nije dotaknuo Zemlju, ali već postoji brzi porast učestalosti i intenziteta kataklizmi na Zemlji. Nadalje, prema matematičkim modelima, očekuje se da će ovaj

trend nastaviti eskalirati. Važno je napomenuti da se Zemlja ne susreće prvi put s ovom vrstom utjecaja. Geološka povijest našeg planeta ukazuje da je Zemlja više puta proživljavala slične faze globalnih klimatskih promjena i geodinamike sličnog sinkronog karaktera.

Na temelju geokronoloških studija kvartarnih sedimenata i ispitivanja ledenih jezgri i tragova izumiranja velikih razmjera, uključujući i izumiranje ljudskih vrsta, može se zaključiti da se Zemlja u prošlosti suočavala s drastičnim porastom klimatskih kataklizmi velikih razmjera otprilike svakih 12000 godina<sup>60</sup>. I svakih 24 000 godina, planetarne katastrofe vjerojatno su bile mnogo puta snažnije, kao što svjedoče ispitivanja slojeva pepela vulkanskih erupcija u ledenim jezgrama i druge geokronološke studije.<sup>61</sup> M. Arušanov, V. Bubnenkov, A. Baturin<sup>62</sup>, V. Bušuev<sup>63</sup>, I. Koplov<sup>64</sup>, N. Petrov<sup>65</sup>, Ye. Smotrin<sup>66</sup>, Douglas Vogt<sup>67</sup> i mnogi drugi istraživači<sup>68,69,70,71</sup> došli su do shvaćanja cikličke prirode globalnih kataklizmi na Zemlji s razdobljem od otprilike 12-13 tisuća godina, a sada, prema sveobuhvatnoj analizi podataka, čovječanstvo ulazi u aktivnu fazu ovog ciklusa.

<sup>59</sup> Belozerov, I. M. (2008). Nature as viewed by a physicist. *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology*, 12(68).

<https://cyberleninka.ru/article/n/priroda-glazami-fizika/viewer>

Gruzdev, V. I. (listopad 2021.). Neutronski svemir. Poglavlje 10. Proračun Zemljine neutronske jezgre. // Moskva: Libmonstr Rusija, 2021. Preuzeto sa:

<https://libmonster.ru/m/articles/download/17227/4846>

<sup>60</sup> Arušanov, M. L. (2023.). Causes of Earth climate change, as a result of space impact, dispelling the myth about anthropogenic global warming. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, 4–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

Arušanov, M. L. (2023.). *Dinamika klime. Kozmički čimbenici*. Hamburg: LAMBERT Academic Publishing.

<sup>61</sup> Sawyer, D. E., Urgeles, R., & Lo Iacono, C. (2023). 50,000 yr of recurrent volcanoclastic megabed deposition in the Marsili Basin, Tyrrhenian Sea. *Geology*, 51(11), 1001–1006.

<https://doi.org/10.1130/g51198.1>

<sup>62</sup> Baturin, A. M. (2001). *Periodičnost globalnih katastrofa - 12166 godina*. Monografija. Kursk CSTI.

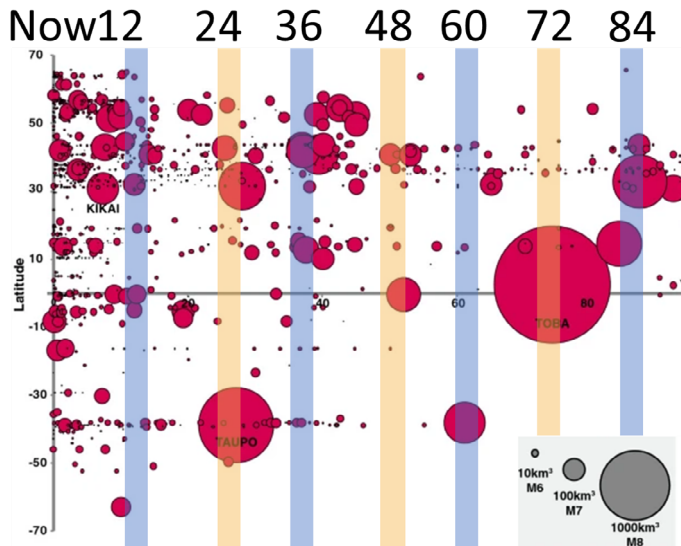
<sup>63</sup> Bušuev, E. V. i Kopilov, I. P. (2005.). *Svemir i Zemlja. Elektromehaničke interakcije*. Monografija. Moskva: Energija.

<sup>64</sup> Kopilov, I. (2001., 01. studenog) *Elektromehanika Sunčevog sustava*. NVO. [https://nvo.ng.ru/nauka/2001-11-01/10\\_electro.html](https://nvo.ng.ru/nauka/2001-11-01/10_electro.html)

<sup>65</sup> Petrov, N. V. (2015). The Climate of the Earth: The solution to the problem of climate change of the Earth from the position of the law the preservation of life in space. *Ecology and Society Development: Journal of the International Academy of Ecology, Human and Nature Safety Sciences*, 4, 11-23. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001d/2551-ptr.pdf>

U geologiji, paleontologiji i arheologiji postoje brojni dokazi o prethodnim katastrofama ciklusa. Svaki od tih katastrofalnih događaja obilježen je ne samo naglim promjenama Zemljine klime, već i potpunim geodinamičkim restrukturiranjem: slabljenjem i ekskurzijom magnetskog polja,

katastrofalnim široko rasprostranjenim vulkanskim erupcijama, tektonskim preustrojima, fluktuacijama atmosferske temperature za  $10^{\circ}\text{C}^{72}$ , promjenama razine Svjetskog oceana, te kasnijim glacijacijama velikih razmjera (slike 68-72).

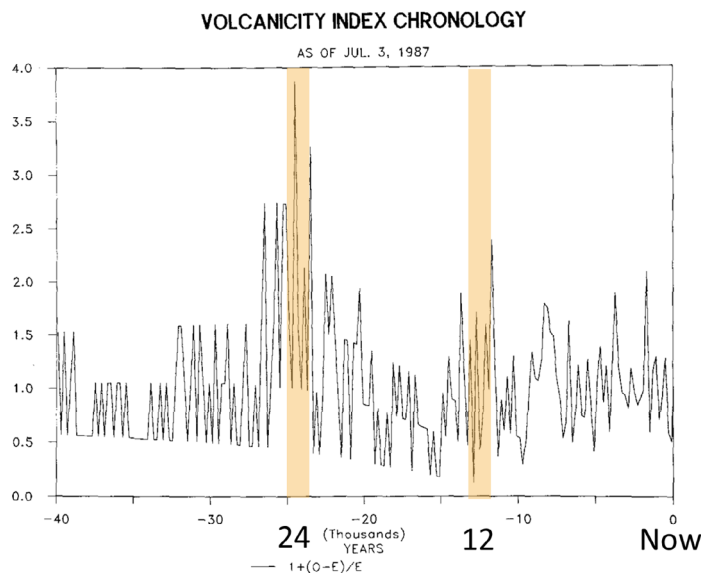


**Slika 68**

Erupcije na globalnoj razini od 2013. godine do 100 000 kal. god. između 70° sjeverne širine i 70° južne širine. Na slici možete vidjeti kada su se takve erupcije dogodile. Veličine krugova odražavaju razmjere erupcija. Imajte na umu da veliki crveni krugovi pokazuju da su vulkanske erupcije svakih 24 000 godina katastrofalnije.

Izvor: Brown, S. K., Croswell, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L. i Takarada, S. (2014.). Characterisation of the Quaternary eruption record: analysis of the Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) database. *Journal of Applied Volcanology*, 3(5).

<https://doi.org/10.1186/2191-5040-3-5>



**Slika 69**

Opseg vulkanske aktivnosti u posljednjih 40 tisuća godina prema podacima jezgri leda  
Kronologija broja vulkanskih erupcija na temelju radiokarbonskog datiranja događaja i izražena kao relativno odstupanje.

Izvor: Bryson, R. A. (1989.). Late quaternary volcanic modulation of Milankovitch climate forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115–125. <https://doi.org/10.1007/bf00868307>

<sup>66</sup> Smotrin E. G., candidate of military sciences. (1998). Natural disasters and catastrophes — the main threat to planetary and Eurasian security upon entering the 3rd millennium AD. *Geostrategy and Technologies XXI*. Retrieved from: <http://www.geost-21.su.ru/node/1>

<sup>67</sup> Vogt, D. B. (2007). *God’s Day of Judgment; The real cause of global warming* (1st Ed.). Vector Associates. ISBN-13:978-0-930808-08-2

Vogt, D. B. (2015). *The theory of multidimensional reality*. Vector Associates. ISBN-13: 978-0-930808-10-5.

<sup>68</sup> Davidson, B. (2021). *The next end of the world*. Space Weather News. ISBN 9781098357788

<sup>69</sup> Thomas, C. (1993). *The Adam & Eve story: The history of cataclysms*. Bengal Tiger Pr, ISBN 9781884600012

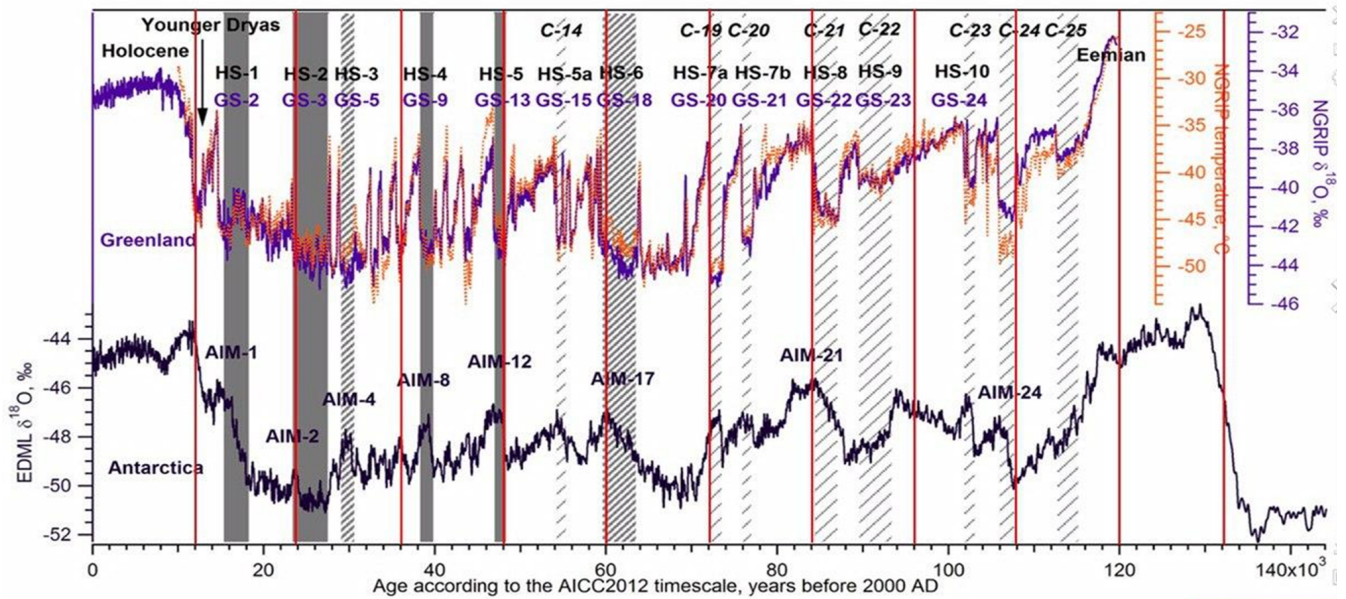
<sup>70</sup> White, K. W. (1992). *World in peril: The origin, mission, and scientific findings of the 46th/72nd Reconnaissance Squadron*, K. White, ISBN 0962891681.

<sup>71</sup> Hapgood, C. H. (1958). *Earth’s shifting crust: A key to some basic problems of earth science*. Pantheon Books, - Science.

<sup>72</sup> Easterbrook, D. J. (2016). *Evidence-based climate science, data opposing CO2 emissions as the primary source of global warming*, (2nd Ed.) Elsevier. Bellingham, USA. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-02097-4>



Now 12 24 36 48 60 72 84 96 108 120



**Slika 70**

Temperaturne anomalije iz podataka o grenlandskoj i antarktičkoj ledenoj jezgri.

Izvor: Heinrich, H. (1988.). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*, 29(2), 142–152. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)

Event	Age in thousands of years before present		
	Hemming (2004)	Bond & Lotti (1995)	Vidal et al. (1999)
H0	~12		
H1	16.8		14
H2	24	23	22
H3	~31	29	
H4	38	37	35
H5	45		45
H6	~60		

H1 and H2 are identified using radiocarbon dating, H3-6 are correlated with GISP2.

**Slika 71**

Približan relativni položaj Heinrichovih događaja prvobitno zabilježenih u jezgama morskog sedimenta iz sjevernog Atlantskog oceana.

Izvor: Heinrich, H. (1988.). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*, 29(2), 142–152.

[https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)

Ova hipoteza ukazuje da su geodinamičke promjene na Zemlji prvenstveno derivati astronomskih procesa i njihove cikličnosti. Kao i u prethodnim ciklusima, značajan čimbenik porasta katastrofa danas je akumulacija dodatne energije, u unutrašnjosti Zemlje, izvanjskog kozmičkog utjecaja. Međutim, ovaj ciklus je pogoršan antropogenim utjecajima na Zemljin sustav, koji povećavaju količinu

Time (Years Ago)	Magnetic Event	Volcanic Candidates	Biosphere Stresses
~12,000	Gothenburg	Eifel Complex (German), Phlegrean Fields (Italy)	Mega-Faunal Extinction, Global
~25,000	Lake Mungo	Aira Caldera (Japan), Taupo (New Zealand)	Mega-Faunal Extinction, Australia/Eurasia, W.Africa Human Abandonment
~36,000	Mono Lake	Campi Flegrei (Italy), Gorley (Russia)	Mega-Faunal Extinction, North America
~47,000	Laschamp	Kulje Lake (Russia), Lake Shikotsu (Japan)	Mega-Faunal Extinction, Global, Neanderthal Extinction
~60,000	Vostok	(None VEI 7 or Greater)	(No Major Discoveries)
~72,000	Toba	Toba (Indonesia), Santorini (Greece)	Largest Human Bottleneck, <5000 Humans Survived
~84,000	(unnamed)	Atitlan (Guatemala)	(No Major Discoveries)
~96,000	(unnamed)	Mount Aso (Japan)	(No Major Discoveries)
~105,000	Blake?	(None VEI 7 or Greater)	Mega-Faunal Extinction?
~120,000	Blake?	Mount Aso (Japan)	Mega-Faunal Extinction?

**Slika 72**

Pomicanje magnetskih polova, slabljenje magnetskog polja, katastrofalne erupcije i izumiranje svakih 12 000 godina

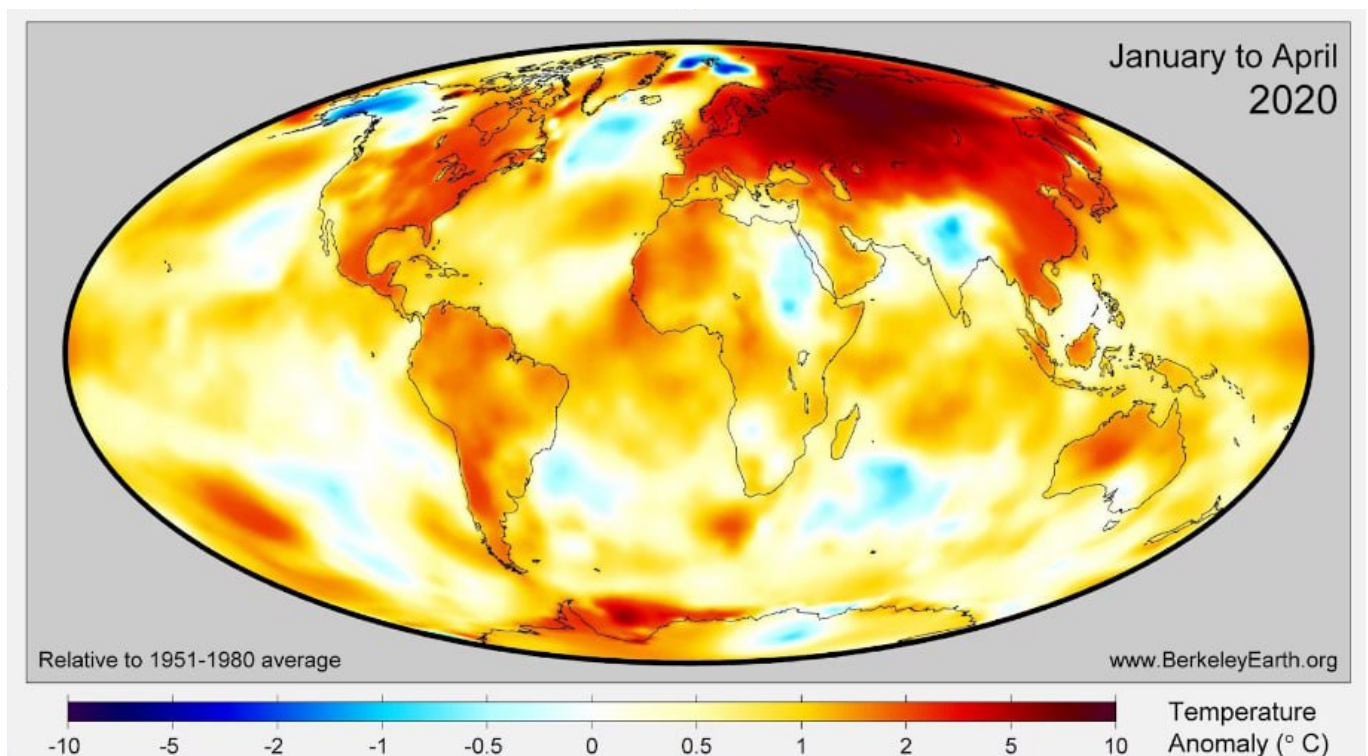
toplina u dubinama planeta. Kao rezultat entropije — pretvorbe dodatne energije u toplinu — Zemljin plašt postaje topliji, magma postaje fluidnija, povećava se tok endogene topline iz unutrašnjosti prema površini i stvaraju se nove magmatske perjanice. Danas se, na primjer, tako masivne perjanice vrlo brzo dižu ispod Sibira, dijelom zbog pomicanja jezgre u tom smjeru.



## Abnormalno zagrijavanje Sibira

Sibir i Sibirski Arktik su regije u kojima su stope zagrijavanja 2-3 puta veće od svjetskog prosjeka (Sl. 73). Prema hipotezi, to je povezano s stvaranjem magmatskih perjanica zbog pomaka u Zemljinoj jezgri, što uzrokuje napetost na plaštu u ovom području (sl. 74–76). To podupiru nedavne studije kineskih znanstvenika, koji su otkrili da se kora ispod Sibira sada topi i stanjuje zbog magmatske aktivnosti<sup>73</sup>. Taj je proces progresivan i smanjuje čvrstoću ploče. Vjerojatno se aktivnost magmatskih perjanica također može manifestirati u dodatnom odmrzavanju permafrosta odozdo prema gore, povećanju seizmičke aktivnosti u

regiji, izlasku tople vode na površinu i požarima ispod snijega iznad rasjednih zona. U sjevernim geografskim širinama dolazi do porasta emisije metana i vodika iz dubina, sve većeg broja kratera od eksplozija prirodnog plina i pojačanog blatnog vulkanizma na arktičkom grebenu. Prema tektonofizički modelima, prodor magme ispod Sibira izbacit će rastaljenu tvar na površinu pod visokim pritiskom. To bi moglo predstavljati izravnu prijetnju postojanju Rusije i cijelog svijeta.

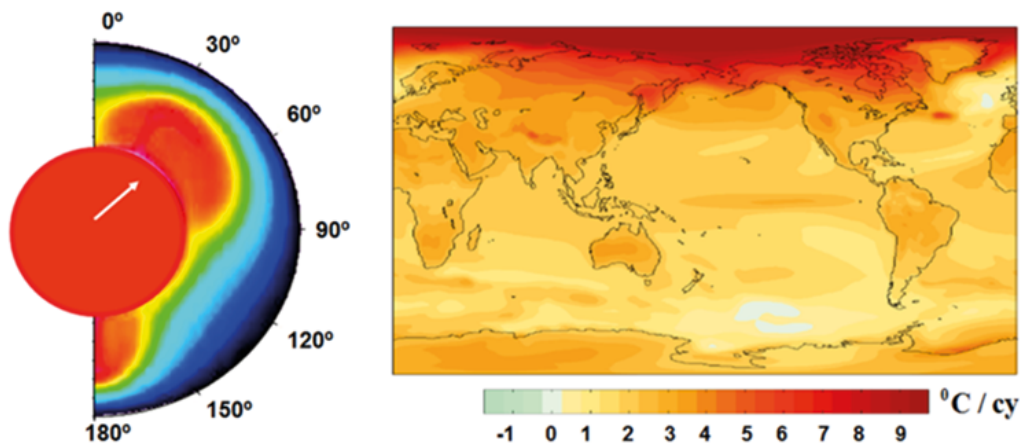


**Slika 73**

Temperaturne anomalije u svijetu za razdoblje siječanj-travanj 2020. u odnosu na normu 1951.-1980. Zagrijavanje u sibirskoj regiji premašuje globalnu temperaturnu anomaliju za 3-6 puta, što ukazuje na dodatni faktor koji uzrokuje zagrijavanje ove regije.

Izvor podataka: [BerkeleyEarth.org](http://BerkeleyEarth.org)

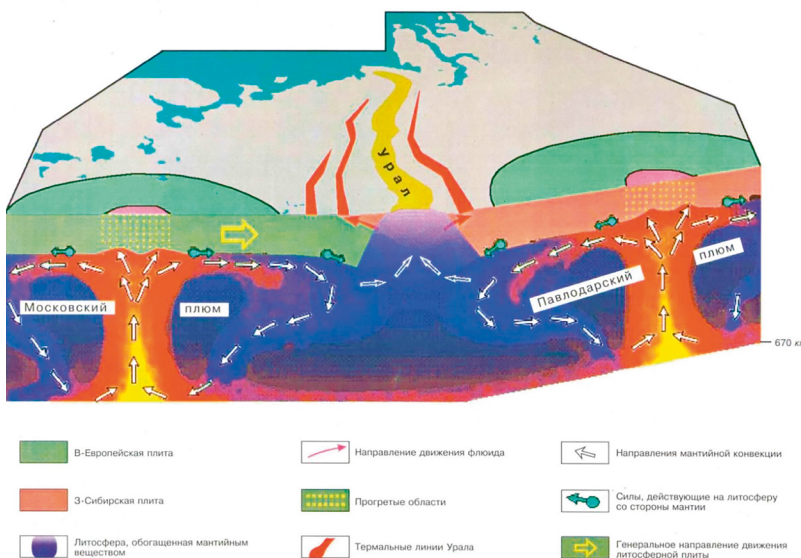
<sup>73</sup>Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. *Nature Communications*, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>



Slika 74

Prisilni relativni pomak jezgre i plašta, te shema asimetrične opskrbe toplinom gornjih slojeva plašta (lijevo). Linearni trendovi površinskog zagrijavanja ( $u$  °C po stoljeću) prema podacima NCAR CCSM3 u prosjeku prema posebnom scenariju [http://www.realclimate.org/bitz\\_fig3.png](http://www.realclimate.org/bitz_fig3.png) (desno).

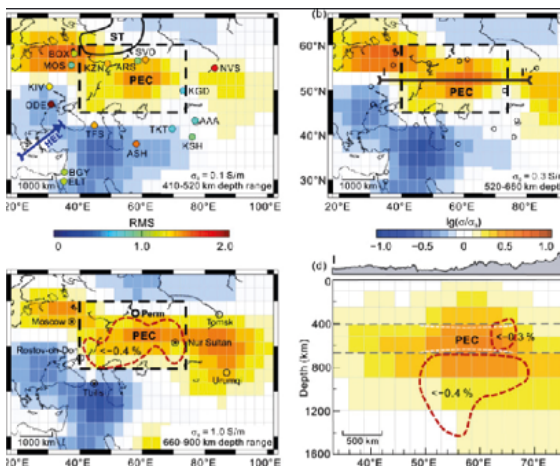
Izvor: Barkin, Yu.V. (2009.). Ciklične inverzijske klimatske promjene na sjevernoj i južnoj hemisferi Zemlje. Geologija mora i oceana: Materijali XVIII. međunarodnog znanstvenog skupa (Škole) o geologiji mora. Vol. III. - Moskva: GEOS. str. 4-8.



Slika 75

Shema kretanja ugljikovodičnih tekućina u moskovskim i pavlodarskim perjanica-tektonskim strukturama.

Izvor: Gorny, V. I. et al. (2001.) Model interakcije plašta i litosfere temeljen na integracijskim podacima geotraverze seizmičkog istraživanja Urala i daljinske geotermalne metode. // Dubinska struktura i geodinamika Južnog Urala. Tver. 227-238 str.



Slika 76

Znanstvenici sa Sveučilišta Jilin i Shijiazhuang Tiedao koristili su podatke geomagnetskog polja sa 16 postaja u sjevernoj Aziji kako bi izračunali električnu vodljivost plašta na različitim dubinama. Otkrili su zamjetan porast vodljivosti u odnosu na svjetsku prosječnu vodljivost u regiji ispod Sibirskih zamki (žuta i smeđa područja na dijagramima). Istraživači su utvrdili da su ta područja na dubinama od 400 do 900 km u prosjeku 250 stupnjeva toplija od okolnog plašta. U tim područjima nalazi se dio rastaljenog plašta.

Izvor: Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J. i Weng, A. (2023.). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. Nature Communications, 14, 1311.

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>

Usporedbe radi, aktivacija supervulkana Yellowstone u SAD-u, koji također pokazuje znakove abnormalne aktivnosti, može uzrokovati uništenje cijelog američkog kontinenta, ali bi još uvijek postojala šansa da čovječanstvo preživi.

No, u slučaju proboja magme kroz litosfernu ploču ispod Sibira, može se utvrditi da bi to onemogućilo život svim živim bićima na planetu Zemlja.

## Trenutni ciklus planeta Zemlja

Do kraja 2024. moguće je povećanje vulkanske aktivnosti uzrokovano izdizanjem magme i erozijom litosfernih ploča magmatskim tokovima. To bi moglo dovesti do čestih potresa i vulkanskih erupcija. Ovaj zaključak temelji se na sljedećim opažanjima: geofizički i geodinamički parametri Zemlje doživjeli su oštre promjene 1995. i 1998. godine, što je pokrenulo eksponencijalni trend povećanja seizmičke aktivnosti i destabilizacije unutrašnjosti planeta. To ukazuje na nakupljanje energije i napetosti unutar Zemljinih dubina i eksponencijalno rastuće oslobađanje energije. Ocean i atmosfera sa zakašnjenjem reagiraju na procese u dubinama, ali se eksponencijalni trend već vidi na grafovima njihovih promjena.

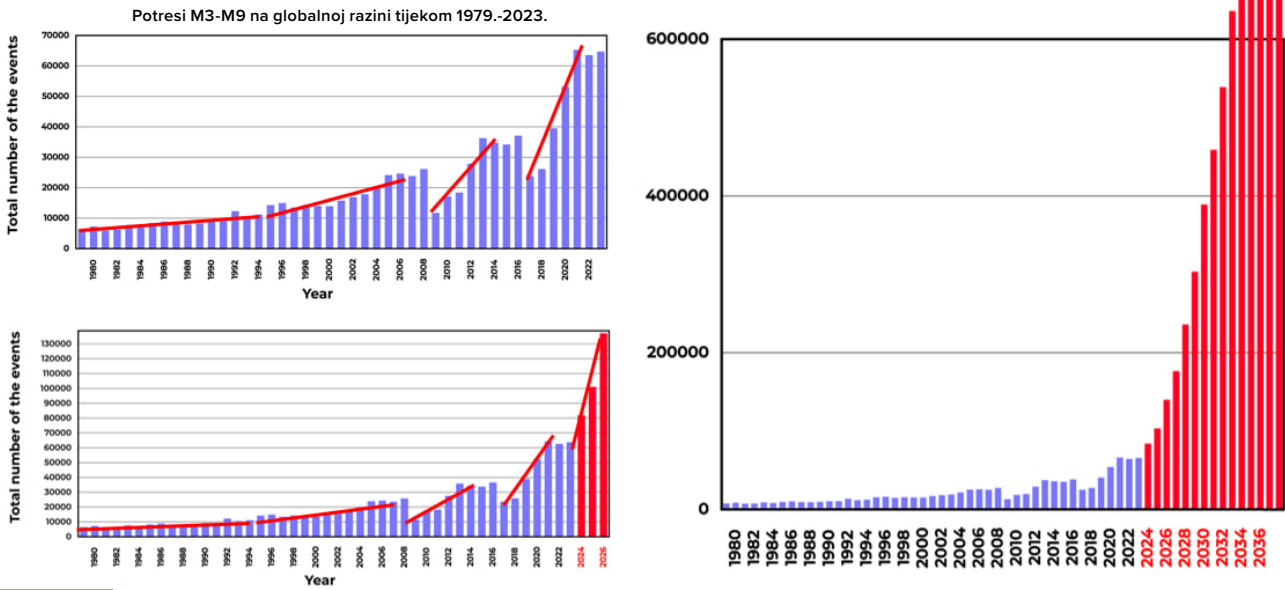
Na temelju trenutne eksponencijalne progresije porasta potresa u svijetu, provedena je analiza eksponencijalnog trenda na grafu, te je na temelju toga konstruiran model za predviđanje rasta broja potresa u narednim godinama (Sl. 77).

Rezultati modeliranja su sljedeći: do 2028. godine na Zemlji će biti 1000 potresa dnevno s magnitudom od 3,0 i više, dok ih se trenutno događa oko 125 dnevno. Na temelju proračuna modela, do 2030. godine broj potresa vjerojatno

će porasti do te mjere da će prilagodba na promijenjene uvjete postati nemoguća.

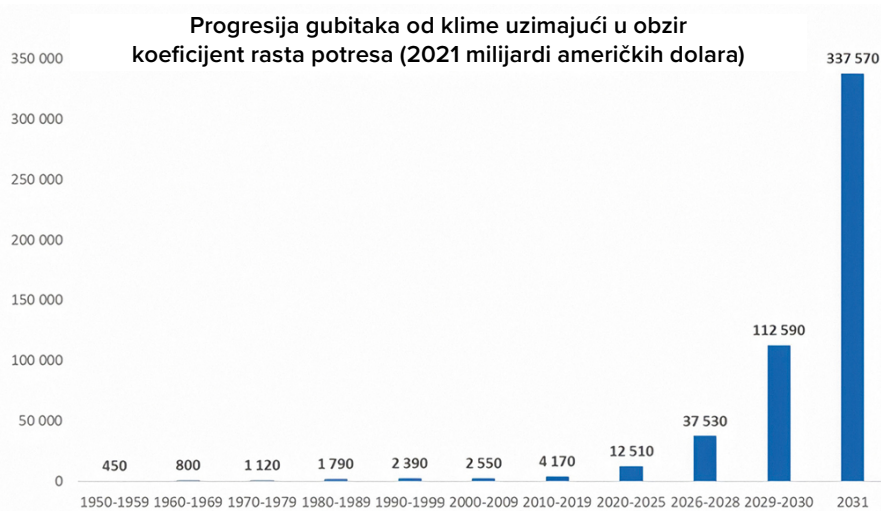
Očekuje se da će povećanje broja seizmičkih događaja male magnitude, koji ukazuju na porast magmatske aktivnosti i rašireno povećanje vulkanske aktivnosti, najvjerojatnije dovesti do povećanja broja jakih potresa. Velika je vjerojatnost da će se u roku od šest godina svaki dan događati potresi po razornosti ekvivalentni potresu u Turskoj i Siriji 06. veljače 2023. godine.

Kao rezultat očekivanih promjena, mnogi gradovi i države mogli bi se suočiti s teškim razaranjem. Primjena eksponencijalne funkcije za procjenu štete od klimatskih katastrofa pokazuje da će svjetska ekonomija teško nadoknaditi gubitke u sljedećih 4-6 godina, što bi moglo dovesti do ekonomske krize. Prognoze ukazuju na mogući kolaps svjetskog poslovanja u ovom razdoblju. Matematičko modeliranje ukazuje da bi se u sljedećih 10 godina uvjeti za život na Zemlji mogli značajno promijeniti.



Slika 77

Model eksponencijalnog rasta broja prirodnih kataklizmi na primjeru potresa do 2036. godine.



Slika 78

Predviđeni ekonomski gubici od prirodnih katastrofa, prema modelu eksponencijalnog rasta broja geodinamičkih i klimatskih katastrofa (2021 milijardi američkih dolara). Izvor podataka: AON (Catastrophe Insight).

Temeljem ovog trenda može se predvidjeti povećanje broja svih drugih prirodnih katastrofa u svijetu u skoroj budućnosti. Znanstvene činjenice potvrđuju neizbježno napredovanje klimatskih katastrofa, a od danas ništa ne stoji na putu eskalaciji kataklizmi diljem svijeta. Sunčeve baklje već danas mogu izazvati poremećaje u radu satelita, što naglašava važnost pripreme za potencijalne

tehnološke probleme. Predviđanja pokazuju da bi se značajne promjene mogle dogoditi u sljedećih 4-6 godina, što bi utjecalo na održivost mnogih područja. Sukladno daljnjem razvoju opisanog modela, mogu se dogoditi kritični događaji koji bi mogli utjecati na integritet planeta.



U prijašnjim ciklusima katastrofa koji su se događali svakih 12 000 godina, dolazilo je do izumiranja vrsta, ali je planet prolazio kroz te cikluse bez značajnih promjena u integritetu svojih sustava. U sadašnjem ciklusu, koji karakteriziraju ozbiljnije katastrofe zbog ciklusa od 24 000 godina, dodan je još jedan čimbenik koji prijete opstanku planeta kao nastanjive cjeline. Ovaj antropogeni čimbenik prethodno spomenut u izvještaju igra presudnu ulogu u značajnom pogoršanju situacije na planetu. Ovaj antropogeni utjecaj očituje se u onečišćenju primarnog mehanizma hlađenja planeta – kontaminaciji voda Svjetskog oceana mikroplastikom.

Ocean igra ključnu ulogu u termoregulaciji planeta. Pokriva oko 70% Zemljine površine i proteže se duboko u Zemljinu koru. U prošlosti je ocean služio kao primarni mehanizam za regulaciju Zemljine toplinske ravnoteže, odvođeci višak topline iz unutrašnjosti planeta u atmosferu i zatim u svemir. Međutim, kao rezultat ljudske aktivnosti, vodljivost topline oceana značajno je poremećena. To je zbog povećanog onečišćenja njegovih voda naftnim derivatima i sintetičkim polimerima. Kao rezultat onečišćenja, ocean je postao manje učinkovit u odvođenju topline s litosfernih ploča, koje su zagrijane porastom magme tijekom 12 000-godišnjeg ciklusa katastrofa (Slika 79). Svjetski ocean nikada prije nije bio toliko zagađen. Kao rezultat vađenja nafte, prijevoza i povezanih nesreća, do 30 milijuna tona ugljikovodika godišnje završi u oceanu<sup>74</sup>. Ukupna površina „otoka plastike” - smeća na površini oceana gotovo je jednaka ukupnoj kopnenoj površini Sjedinjenih Američkih Država i Australije zajedno. Međutim, to čini samo 1% ukupnog onečišćenja, budući da je 99% plastike

raspršeno unutar oceanske vode<sup>75</sup>.

Uz onečišćenje oceana mikroplastikom, antropogene aktivnosti, uključujući spaljivanje ugljikovodika, dovode do povećanja koncentracije stakleničkih plinova poput metana (CH<sub>4</sub>) i ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferi. Topljenje ledenjaka i permafrosta pogoršava ovaj učinak, povećavajući koncentraciju metana u atmosferi. To je osobito opasno jer metan ima učinak staklenika koji je 25 puta veći od ugljičnog dioksida: jedna tona metana proizvodi isti učinak zagrijavanja kao 25 tona ugljičnog dioksida.

Uz to, zakiseljavanje oceana dovodi do bržeg razlaganja mikroplastike u nanoplastiku, dodatno pogoršavajući situaciju povećanjem akumulacije topline u oceanu.

Korištenje ugljikovodika, posebice metana i nafte, za izgaranje goriva i proizvodnju plastike značajno je pogoršalo ekološku situaciju planeta, dovodeći do nakupljanja viška topline i u oceanima i u atmosferi. Anomalan porast temperature atmosfere i oceana ukazuje na neviđeno smanjenje sposobnosti oceana da apsorbiraju toplinu iz Zemljinih dubina, što je kritično potrebno tijekom priljeva dodatne energije u jezgru planeta tijekom ciklusa od 12 000 godina.

Proučavanje koraljnih grebena u oceanu također nam omogućuje da shvatimo da je u prošlosti ocean učinkovito raspršivao toplinu. Trenutno koraljni grebeni iščezavaju<sup>76</sup> zbog pregrijavanja, unatoč činjenici da postoje tisućama godina i preživjeli su prethodne 12000-godišnje cikluse prirodnih katastrofa.

<sup>74</sup> Alexeev, G. V., Borovkov, M. I., & Titova, N. E. (2018). Sovremennyye sredstva dlja ochistki vody ot maslo-zhirovyyh jemul'sij i nefteproduktov. [Modern means of purifying water from oil-fat emulsions and petroleum products]. *Colloquium-journal*, 7(18), 4-6.

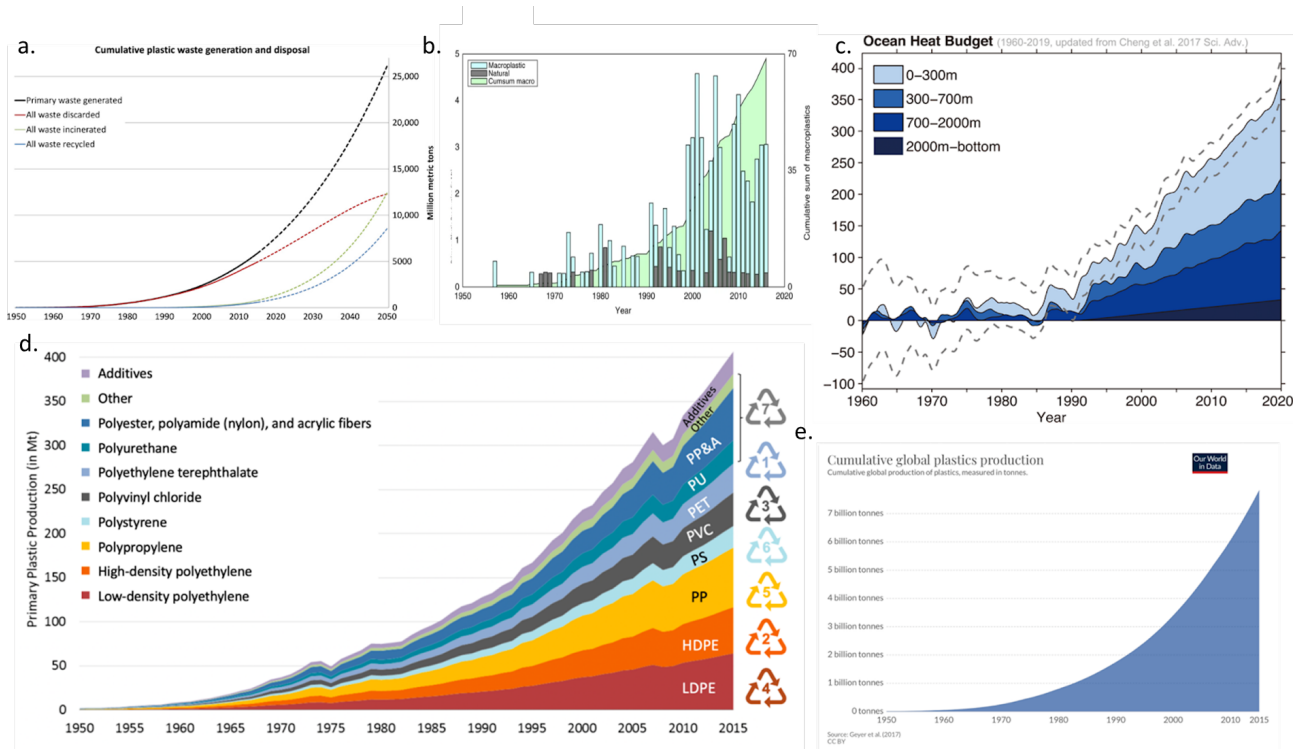
<sup>75</sup> Lebreton, L., Egger, M., & Slat, B. (2019). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. *Scientific Reports*, 9, 12922.

<https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>

<sup>76</sup> Hughes, T. P., Kerry, J. T., Baird, A. H., Connolly, S. R., Dietzel, A., Eakin, C. M., Heron, S. F., Hoey, A. S., Hoogenboom, M. O., Liu, G., McWilliam, M. J., Pears, R. J., Pratchett, M. S., Skirving, W. J., Stella, J. S., & Torda, G. (2018). Global warming transforms coral reef assemblages. *Nature*, 556, 492–496.

<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0041-2>





Slika 79

Dijagrami promjena temperature oceana od 1960. do 2019. i njihova usporedba s dijagramima rasta proizvodnje sintetskih polimera, njihove upotrebe u raznim sektorima gospodarstva i odlaganja plastičnog otpada u ocean (iz različitih izvora).

#### a. Kumulativno stvaranje i odlaganje plastičnog otpada

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7).

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

#### b. Ukupna količina mikroplastike u oceanu i godišnji pokazatelji

Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M., & Johns, D. G. (2019). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series. *Nature Communications*, 10(1622).

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>

#### c. Promjene temperature oceana 1960.–2019. (Purkey and Johnson, 2010.; updated from Cheng et al., 2017.)

Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37, 137–142.

<https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

#### d. Globalna proizvodnja plastike prema vrsti polimera

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7).

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

#### e. Ukupna količina proizvedene plastike od 1950. godine

Izvor podataka: Plastic Marine Pollution Global Dataset

Zbog pojačanog zagrijavanja Zemljine unutrašnjosti i gubitka sposobnosti hlađenja planeta zbog antropogenih čimbenika, postoji prijetnja da se Zemlja ovoga puta neće nositi s ciklusom katastrofalnih događaja, što bi je potencijalno dovelo do slične sudbine koju je doživio Mars. Tektonofizično modeliranje omogućilo je ispitivanje mogućeg scenarija daljnjeg razvoja događaja do projektirane točke bez povratka.

Gore opisani procesi koji se trenutno uočavaju u Zemljinoj unutrašnjosti potaknuti su antropogenim čimbenicima i pregrijavanjem jezgre planeta zbog dotoka prekomjerne energije iz svemira. Jezgra pregrijava magmu, što dovodi do topljenja plašta i magme koja vrši pritisak na Zemljinu koru. Kao rezultat ovog pritiska, stvaraju se pukotine u kori, ona se lomi i stvara puteve za oslobađanje duboko ukorijenjene magme.

## Tektonofizički i matematički model projektirane točke bez povratka 2036. godine

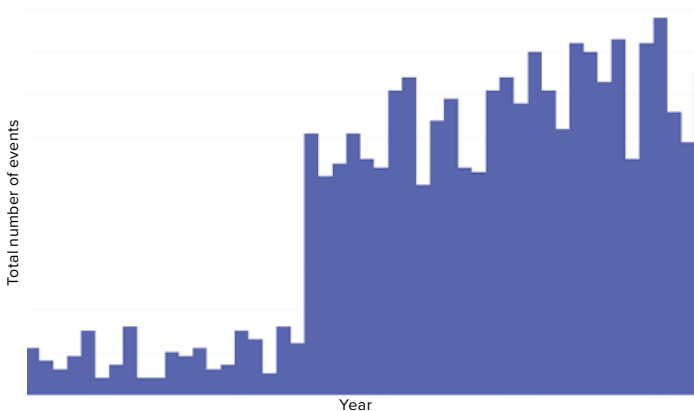
Postoji određena lokacija na Zemlji koja predstavlja kritičnu prijetnju cijelom planetu. To je jedina točka na Zemlji gdje se spajaju jedinstveni uvjeti: najtanja kora i visoka magmatska aktivnost ispod nje. Nadalje, na ovom mjestu, kora je jako pritisnuta magmom koja se diže odozdo i slojem oceanske vode iznad, debljine otprilike 11 kilometara. Ova lokacija, poznata kao Marijanska brazda, najdublja je na Zemlji i trenutno predstavlja najveću prijetnju našem planetu.

Pogledajmo prvi grafikon (Slika 80) koji ilustrira trend porasta potresa dubokog žarišta u području Marijanske brazde u posljednja tri desetljeća. Od 1995. godine došlo je do naglog

porasta broja potresa dubokog žarišta u području Marijanske brazde.

Potresi dubokog žarišta, koji se događaju na dubinama od 300-800 kilometara u plaštu, mogu osloboditi energiju usporedivu s nuklearnim eksplozijama goleme razorne moći. Marijanska brazda jedno je od geodinamički najaktivnijih područja na svijetu gdje se takvi događaji pojavljuju. To ukazuje na aktivne procese koji se odvijaju u plaštu ispod Marijanske brazde.

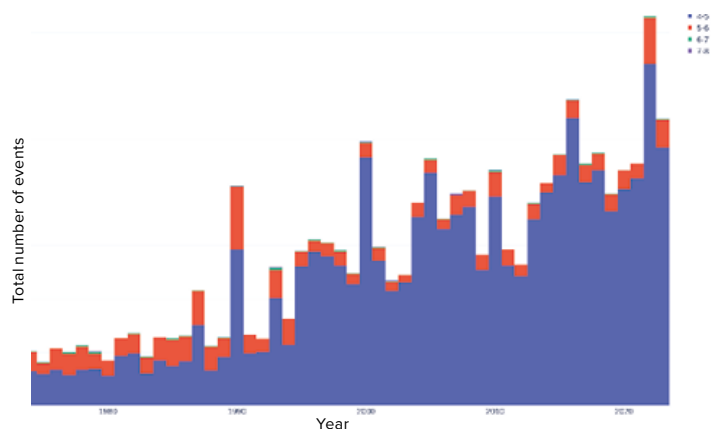
Drugi grafikon na slici 81 prikazuje porast broja površinskih potresa u Marijanskoj brazdi. Taj se porast može opisati eksponencijalnom funkcijom. Za sada nema znakova smanjenja ovog trenda.



**Slika 80**

Ukupan broj potresa dubokog žarišta M1+ u području Marijanske brazde od 1970. do 2023.

Izvor podataka: Međunarodni seizmološki centar <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>



**Slika 81**

Ukupan broj plitkih potresa M4+ u području Marijanske brazde od 1970. do 2023.

Izvor podataka: Međunarodni seizmološki centar <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>

Prema podacima USGS-a<sup>77</sup>, više od 120 uzastopnih potresa s magnitudama većim od 4,0 zabilježeno je u području Marijanske brazde od 24. do 25. studenog 2023. godine. To je najveći broj potresa u jednom danu na tom području u cijeloj povijesti promatranja. Ova nedavna seizmička aktivnost ukazuje da se situacija ispod Marijanske brazde samo pogoršava.

Prema matematičkom i tektonofizičkom modelu, seizmička i magmatska aktivnost nastavit će eksponencijalno rasti, što će dovesti do sljedećih događaja 2036. godine.

Uslijed pojačanih geoloških aktivnosti unutar Zemljine unutrašnjosti, magma bi mogla prodrijeti kroz Zemljinu koru na području Marijanske brazde. Pod ekstremnim pritiskom u ovoj zoni može doći do potpunog puknuća. Milijarde kubičnih metara vode na približno 0°C susrele bi se s milijardama kubičnih metara magme na temperaturi od 1600°C, uzrokujući eksploziju tisućama puta jaču od arsenala svog nuklearnog oružja na Zemlji. Ovaj bi događaj mogao podići masivni stup pare pomiješan s prašinom na više od 500 km visine i probiti termosferu. Prema modeliranju, atmosfera bi se, nakon što je izgubila svoj integritet, mogla omotati oko planeta zbog promjena površinske napetosti, a također bi je lako mogao odnijeti solarni vjetar. Valja napomenuti da bi razvoj takvog scenarija rezultirao gubitkom atmosfere, oceana i magnetskog polja, a vjerojatno bi i rotacija Zemljine jezgre prestala, slično onome što se vjeruje da se dogodilo na Marsu.

Marijanska brazda na Zemlji, slično Mariner Valleyu na Marsu, područje je s relativno tankom planetarnom korom. Oko Mariner Valleyja vidljivi su veliki tokovi vulkanske lave, što ukazuje da je Mariner Valley bio mjesto značajnih geoloških promjena koje su utjecale na degradaciju stanja

Marsa. Slični geološki procesi trenutno se opažaju u Marijanskoj brazdi, koji su se vjerojatno dogodili u Mariner Valleyu na Marsu. Pretpostavlja se da bi takvi procesi mogli dovesti do značajnih posljedica za Zemlju i njezine biološke oblike života. Međutim, ako trenutni eksponencijalni trendovi u razvoju promjena na Zemlji nastave napredovati, čovječanstvo možda neće moći svjedočiti prijelazu Zemlje u stanje u kojem je Mars, budući da postoji opasnost da će nestati ranije zbog drugih uzroka.

Prema ažuriranim podacima, stopa porasta katastrofa premašuje i najpesimističnije prognoze. To znači da čovječanstvo praktički nema više vremena baviti se posljedicama antropogenog onečišćenja oceana i pitanjem izvanjskog kozmičkog utjecaja. Eksponencijalni trend broja i intenziteta Zemljinih klimatskih i geodinamičkih katastrofa stavlja čovječanstvo na rub izumiranja u sljedećih 10 godina.

Postoji li razlog da vjerujemo da će trenutne klimatske promjene prestati same od sebe? Znanstveni podaci pokazuju da čak ni sadašnji prestanak svih antropogenih emisija ugljičnog dioksida ne bi zaustavio tekuće klimatske promjene. Razlog zbog kojeg se čovječanstvo kreće prema projiciranoj točki bez povratka je antropogeni čimbenik - funkcije oceana u raspršivanju topline ugrožene su njegovim zagađenjem mikro- i nanoplastikom, što se podudara s priljevom dodatne kozmičke energije u unutrašnjost Zemlje.

Posljedično, ni potpuni prestanak industrijske aktivnosti ne bi radikalno poboljšao klimatsku ravnotežu, jer su globalni procesi zagrijavanja Zemljine unutrašnjosti već pokrenuti.

<sup>77</sup> USGS. (n.d.). Search results: Seismic activity in the Mariana Trench region according to USGS data.

<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=-15.62304,98.08594&extent=45.39845,196.52344&range=search&search=%7B%22name%22%22Search%20Results%22%22params%22%7B%22starttime%22%222023-11-23%2000:00:00%22%22endtime%22%222023-11-26%2023:59:59%22%22maxlatitude%22:29.075%22minlatitude%22:6.49%22maxlongitude%22:155.215%22minlongitude%22:133.242%22minmagnitude%22:2.5%22orderby%22%22time%22%7D%7D>

Stoga je jedno od rješenja ove kritične situacije proučavanje izvanjskog kozmičkog utjecaja koji trenutno utječe na jezgru našeg planeta i jezgre drugih planeta u Sunčevom sustavu.

Ublažavanje ove prijetnje zahtijeva razvoj učinkovitih rješenja. Unatoč ograničenom znanstvenom znanju o ovom utjecaju, možemo uočiti da su jezgre planeta s njime u interakciji. Stoga se može zaključiti da je izvanjski kozmički utjecaj nepoznat fizikalni fenomen. Budući da je ovaj problem fizikalne prirode, njegovo rješenje također je u domeni fizike. Za rješavanje ovog problema potrebno je okupiti vodeće

znanstvenike iz cijelog svijeta kako bi mogli sve svoje napore usmjeriti na proučavanje ovog problema iz domene fizike.

Za postizanje ovog cilja ključno je osvijestiti globalnu zajednicu o ovom problemu. Jedini način na koji ćemo imati priliku za život, za našu budućnost i budućnost naše djece, je kada se stvori univerzalni zahtjev koji poziva one na poziciji vlasti da stvore uvjete za ujedinjenje svjetskih znanstvenika u potrazi za rješenjima klimatskih problema.

---



## **3. dio**

# **RJEŠENJE JE MOGUĆE**

Možda iskrsne pitanje zašto nema javnog širenja informacija o stvarnim razmjerima klimatske prijetnje i rasprave o tome na visokoj razini među znanstvenicima i političarima. Odgovor leži u osobitostima rada ljudske podsvijesti. Podsvijest je ustrojena na takav način da, ako ne vidi izlaz iz kritične situacije, jednostavno blokira stvarnost i negira postojanje prijetnje.

Upravo iz tog razloga mnogi od onih ljudi koji su se upoznali s navedenim činjenicama i dobili iscrpne dokaze o nadolazećoj planetarnoj katastrofi ne reaguju na odgovarajući način na situaciju. Ne vjeruju da će se čovječanstvo moći nositi s ovim izazovom i preživjeti. Ključni cilj ovog izvještaja je pružiti dokaze da postoji rješenje problema klimatskog kolapsa.

## OBNOVA OCEANA

Ključni preduvjet za opstanak čovječanstva je ponovno uspostavljanje funkcije oceana da odvodi toplinu iz Zemljine unutrašnjosti. U suprotnom, kao što je ranije spomenuto, planet Zemlja može doći do projicirane točke bez povratka tijekom ovog ciklusa. Zaronimo dublje u procese koji imaju najznačajniju ulogu u ispoljavanju katastrofalne opasnosti od proboja magme na području Marijanske brazde.

Tijekom ciklusa od 12 000 godina, izvanjski kozmički utjecaj uzrokuje pregrijavanje plašta u jezgri planeta. U ovom ciklusu, prekomjerna toplina ne izlazi iz plašta zbog kvara u funkciji hlađenja putem oceana, što se pripisuje antropogenim čimbenicima. To pridonosi abnormalnom porastu temperature magme i intenzivnom topljenju plašta.

Magma, koja se nalazi u neposrednoj blizini jezgre, postaje izuzetno vruća i fluidna, aktivno erodirajući plašt i formirajući nove puteve do Zemljine površine. Prema modelu, to dovodi do stvaranja kanala i magmatskih rijeka u plaštu. Dokazi ukazuju da je ovaj proces već vidljiv u Sibiru.

Prema hipotezi, kada se magmatske rijeke sudare, dolazi do eksplozija unutar plašta, uzrokovanih nuklearnim reakcijama koje oslobađaju velike količine energije. Ove eksplozije destabiliziraju Zemljinu jezgru i dodatno povećavaju temperaturu unutar planeta i seizmičku aktivnost unutar kore.

Matematički izračuni pokazuju da se brzina topljenja plašta na Zemlji povećava. Do kraja 2024. godine, kada se intenzivira izvanjski kozmički utjecaj na jezgru, zagrijavanje i topljenje magme značajno će se povećati. Predviđa se da će se magma s vremenom sve više uzdizati bliže površini.

Tektonofizičko modeliranje pokazuje da će, kada se cijeli plašt otopi, potresi dubokog žarišta

prestati, a Zemljinu koru će lako moći probiti magma u području Marijanske brazde.

Zato je ponovno uspostavljanje funkcije oceana životno važni uvjet za opstanak čovječanstva i planeta.

Dodatna posljedica poremećaja funkcije raspršivanja topline od strane oceana zbog antropogenih čimbenika je višak atmosferske vlage.

Budući da se temperatura svjetskih oceanskih voda povećava, vlaga intenzivno isparava. Kada voda isparava, ona također uzima toplinsku energiju iz oceana u atmosferu. Kako se vlažan zrak diže i dopire do hladnijih slojeva atmosfere, vodena para se kondenzira, što znači da se ponovno pretvara u tekuću vodu. To dovodi do stvaranja oblaka i na kraju do abnormalnih oborina, proljetnih poplava i plavljenja.

Pojavljuje se paradoks: u atmosferi ima više vodene pare, a diljem svijeta su u porastu ekstremne poplave, ali u isto vrijeme pola zemaljske kugle pati zbog suša. To se događa zbog povećanja atmosferske temperature. Što je viša temperatura zraka, to može zadržati više vlage. Kako vlaga isparava, dugo ostaje u atmosferi bez vraćanja na zemlju u obliku padalina. To dovodi do dugih razdoblja suše u određenim područjima svijeta.

Topla i vlažna atmosfera također pogoduje stvaranju tropskih ciklona i povećava njihovu razornu moć. Topli i vlažni zrak, zbog svoje manje gustoće, diže se stvarajući zone niskog tlaka, što povećava brzinu vjetra. Kada se voda u atmosferi kondenzira, oslobađa svu akumuliranu toplinsku energiju koja je apsorbirana tijekom isparavanja. Ta je toplinska energija glavni izvor energije za tropske ciklone. Kada se vjetar, voda i toplinska energija spoje, dobivaju razornu snagu.

Ponovno uspostavljanje funkcija oceana, uključujući njegovu sposobnost uklanjanja topline iz unutrašnjosti Zemlje i održavanje stabilnosti okoliša, može se postići širokom upotrebom uređaja koji crpe vodu iz zraka, naime, generatora atmosferske vode (GAV). Oni ne samo da će osigurati dovoljno vode za cjelokupno svjetsko stanovništvo, već će također pomoći u čišćenju svjetskih oceana od mikro- i nanoplastike. Kao što je prethodno objašnjeno u 2. dijelu ovog izvještaja, plastika i mikroplastika, zbog svog jedinstvenog kemijskog sastava, narušavaju toplinsku vodljivost oceana, čime se sprječava raspršivanje topline iz unutrašnjosti. S masovnim uvođenjem generatora atmosferske vode, voda koja isparava iz oceana i sadrži mikroplastiku proći će kroz filtere uređaja koji će ukloniti sve zagađivače. Tvari koje ostanu u filtru zatim će se reciklirati i ponovno upotrijebiti. Uklanjanje tih zagađivača vratit će sposobnost oceana da raspršuje toplinu iz Zemljine kore u atmosferu i dalje u svemir. Također, toplinska vodljivost atmosfere će se poboljšati, što znači da će se toplina učinkovitije raspršivati u svemir jer se atmosfera oslobađa viška vlage, metana i CO<sub>2</sub>.

Trenutno je zabilježeno smanjenje gustoće i spuštanje gornjih slojeva atmosfere. Dok će se s intenzivnim izdvajanjem vlage iz atmosfere, ona normalizirati po visini, a njezini gornji slojevi će postati gušći. Količina vlage u atmosferi također će se stabilizirati, što će smanjiti pojavu ekstremnih oborina i vjetrova. To će biti moguće potpunim prelaskom sa sadašnje potrošnje površinskih i podzemnih voda na korištenje atmosferske vode dobivene ovim uređajima kako za potrebe kućanstava tako i u industriji.

Razmotrimo potrebne korake za obnavljanje vlage i izmjene topline između oceana, atmosfere i Zemljine kore.

Prva faza trebala bi uključivati potpuni prijelaz na korištenje generatora atmosferske vode

(GAV) diljem planeta. Time će se ukloniti potreba za crpljenjem vode iz površinskih i podzemnih izvora. GAV mogu proizvesti potrebnu količinu vode kako za piće tako i za industrijske potrebe. Oni će postati životno važni u kontekstu krize vode i osigurati će dostatnost zaliha vode, omogućujući potpunu realizaciju nekoliko ciljeva održivog razvoja Ujedinjenih naroda kao što su:

**Cilj 6.** Osigurati svima pristup pitkoj vodi.

**Cilj 9.** Izgraditi prilagodljivu infrastrukturu, promovirati uključivu i održivu industrijalizaciju i poticati inovativnost.

**Cilj 13.** Poduzeti hitne mjere u borbi protiv klimatskih promjena i njihovih posljedica.

**Cilj 14.** Očuvati i održivo koristiti oceane, mora i morske resurse za održiv razvoj.

**Cilj 15.** Održivo upravljati šumama, suzbiti dezertifikaciju, zaustaviti degradaciju tla te spriječiti uništavanje biološke raznolikosti.

**Cilj 17.** Učvrstiti globalno partnerstvo za održivi razvoj.

Drugi važan korak bit će uvođenje generatora energije bez goriva (GBG), koji su neophodni za opskrbu GAV-ova potrebnom i pristupačnom električnom energijom zbog njihove velike potrošnje energije. Štoviše, vlaga za postrojenja za proizvodnju vode mora se pribavljati iz prirodnih izvora, koji se moraju prethodno pročistiti. U tu svrhu potrebno je ukinuti i otvorene akumulacije, kao i brane. Upravo će uvođenje GBG-a smanjiti ovisnost o hidroenergiji i dati priliku za otvaranje brana. Rijeke će se vratiti u svoja prirodna korita, obnavljajući svoj prirodni tok. To će zaustaviti stagnaciju vode i vratiti rijeke u život, osiguravajući protok čiste vode u ocean, te će spriječiti ulazak zagađivača u ocean s kontinenta.

Ove će mjere također pomoći u postizanju niza sljedećih ciljeva održivog razvoja, koje je

**Cilj 7.** Osigurati svima pristup pouzdanoj, održivoj i suvremenoj energiji.

**Cilj 8.** Promovirati uključiv i održiv gospodarski rast, punu zaposlenost i dostojanstven rad svima.

**Cilj 9.** Izgraditi prilagodljivu infrastrukturu, promovirati uključivu i održivu industrijalizaciju i poticati inovativnost.

**Cilj 11.** Učiniti gradove i naselja uključivim, sigurnim, prilagodljivim i održivim.

**Cilj 13.** Poduzeti hitne mjere u borbi protiv klimatskih promjena i njihovih učinaka.

U trećoj fazi uspostavljanja izmjene vlage i topline između oceana, atmosfere i Zemljine površine potrebno je rekonstruirati kanalizacijske sustave. Otpadne vode ne smiju se ispuštati u otvorena vodena tijela. Trebale bi otjecati u tlo, podvrgavajući se prirodnom pročišćavanju kroz slojeve tla prije nego što dospiju u vodena tijela.

Predložena istraživanja i praktični pristupi mogu postati nova znanstvena i tehnička revolucija. Usmjereni su na osiguranje održive vodoopskrbe i uravnoteženog korištenja vodnih resursa. Ali što je najvažnije, smanjit će negativan utjecaj na klimatski sustav planeta. Ove mjere imaju ogroman potencijal za značajnu promjenu stanja okoliša, čineći naš planet otpornijim na klimatske izazove.

Očekivani učinak crpljenja vode iz atmosfere procjenjuje se na sljedeći način: 70% problema

povezanih s pogoršanjem klime može se riješiti crpljenjem vode iz atmosfere. Preostalih 30% problema riješit će se pročišćavanjem otpadnih voda, stoga je i ovaj zadatak od primarne važnosti.

Provedu li se predložene mjere, prema preliminarnim procjenama, opipljivi rezultati će postati vidljivi za 2-3 godine. Situacija se može pogoršati tijekom prve godine nakon implementacije, ali za otprilike 8 do 14 mjeseci izmjena topline i vlage između oceana i atmosfere početi će se poboljšavati. Prve pozitivne rezultate treba očekivati za 2 godine. Priroda će se početi revitalizirati, a atmosferske pojave postat će uravnoteženije. Za 5 do 8 godina bit će jasno vidljivo koliko će se vode početi pročišćavati. Ovo će vratiti oceanu funkciju hlađenja planeta. Poplave i suše postat će prošlost, a neželjeni vjetrovi i temperaturne promjene smanjit će se. Očekuje se da će klima postati blaža i predvidljivija.

Međutim, važno je shvatiti da ove mjere neće riješiti problem geodinamičkih katastrofa, jer uzrok ovih promjena nije u atmosferi.

Široka primjena GAV-a moći će ublažiti učinke klimatskih promjena i ubrzati obnovu okoliša planeta samo pod uvjetom da zaštitimo planet od izvanjskog kozmičkog utjecaja.

## ZAKLJUČCI

---

Proporcionalno povećanju učestalosti i intenziteta prirodnih katastrofa, povećavat će se i ekonomski gubici. Izuzetno je važno izračunati potencijalnu štetu od nadolazećih klimatskih katastrofa uzimajući u obzir eksponencijalnu progresiju koja odgovara globalnom trendu porasta kataklizmi.

Dakle, što su ekstremni klimatski događaji intenzivniji i rašireniji, to je veća vjerojatnost skoka cijena, a ekonomija cijelog svijeta postaje manje stabilna. Ovo je posebno važno u kontekstu globalnih katastrofa uzrokovanih geodinamičkim i antropogenim čimbenicima koji su opisani u ovom izvještaju.

Učinkovito rješenje ovog problema zahtijeva međunarodnu suradnju znanstvenika koji mogu udružiti svoje napore i resurse za razvoj i poduzimanje sveobuhvatnih mjera. Danas je suvremena znanost podijeljena i rascjepkana na uska znanstvena polja i discipline koje

međusobno blisko ne surađuju. U takvim uvjetima globalne razjedinjenosti prirodno je nemoguće sveobuhvatno analizirati i u potpunosti istražiti trenutnu planetarnu prijetnju. Ako se stvore uvjeti za otvorenu suradnju, znanstvenici neće morati počinjati od nule, jer već postoje stvarni pomaci i razumijevanje uzročno-posljedičnih veza na ovom području.

Sada je potrebno djelovati žurno i pametno iskoristiti preostalo vrijeme.

---



## Dodatak 1

### Metoda spajanja baza podataka o potresima

Prikupili smo podatke o potresima iz više baza podataka kao što su Međunarodni seizmološki centar (ISC)<sup>78</sup>, Geološki institut Sjedinjenih Država (USGS)<sup>79</sup>, Udružene istraživačke institucije za seizmologiju (IRIS)<sup>80</sup>, Europsko-mediteranskog seizmološkog centra (EMSC)<sup>81</sup> i izvor podataka o potresima Volcano Discovery (VD)<sup>82</sup>. Kako bismo dobili najcjelovitiji prikaz situacije s potresima, stvaramo bazu podataka koja objedinjuje događaje iz svih ovih izvora. Naravno, neki događaji su prisutni u više baza podataka, pa želimo identificirati takve identične događaje i grupirati ih pri spajanju. Svaka seizmološka agencija, međutim, procjenjuje parametre potresa, kao što su hipocentar, vrijeme potresa i njegova magnituda koristeći vlastite algoritme i posebne skupove seizmografa. Stoga je nemoguća stroga i točna usporedba događaja koristeći samo parametre vremena, hipocentra i magnitude. Koristimo metodu neizrazitog podudaranja događaja između dviju baza podataka pomoću sljedećeg algoritma.

Definiramo događaj A u prvoj bazi podataka  $D_1$  koji je moguće povezan s događajem B iz druge baze podataka  $D_2$  ako je udaljenost njihovih epicentara ( $D_{diff}(A,B)$ ) manja ili jednaka 300 km, razlika u vremenu događaja ( $T_{diff}(A,B)$ ) manja je od 90 sekundi, a razlika u procijenjenoj magnitudi ( $M_{diff}(A,B)$ ) manja je ili jednaka 1. Postoji nekoliko različitih vrsta magnituda potresa, na primjer, u ISC katalogu, višestruke procjene magnitude prikazane su za isti događaj. Stoga se  $M_{diff}(A,B)$  definira kao

minimalna razlika magnituda  $\min(\text{abs}(M_a - M_b))$  gdje je  $M_a$  magnituda događaja A, a  $M_b$  je magnituda događaja B ograničena sljedećim algoritmom:

Ako A i B imaju Mw vrstu veličina, tada se  $M_a$  i  $M_b$  odabiru iz Mw vrsta;

Inače, ako A i B imaju Ms tip veličina, tada su  $M_a$  i  $M_b$  odabrani iz Ms tipova;

Inače, ako A i B imaju mb tip magnituda, tada su  $M_a$  i  $M_b$  odabrani među mb tipovima;

Inače, ako A i B imaju ML tip magnituda, tada su  $M_a$  i  $M_b$  odabrani među ML tipovima;

u svim drugim slučajevima: bilo koja veličina iz A i bilo koja veličina iz B odabrane su da ispune uvjet:  $\text{abs}(M_a - M_b)$  je minimalan.

Za dva povezana događaja A i B definiramo vrijednost njihovog odnosa kao:

$$V(A,B) = 36 - 16 * T_{diff}(A,B)^2 / 8100 - 16 * D_{diff}(A,B)^2 / 90000 - 4 * M_{diff}(A,B)^2,$$

gdje se  $T_{diff}(A,B)$  mjeri u sekundama,  $D_{diff}(A,B)$  se mjeri u kilometrima, a  $M_{diff}(A,B)$  se mjeri u magnitudama. Za dva potpuno identična događaja A i B, vrijednost  $V(A,B)$  jednaka je 36. Za dva događaja A i B na granici moguće povezanosti, vrijednost  $V(A,B)$  jednaka je 0.

Da bi se pronašlo podudaranje između događaja u bazama podataka  $D_1$  i  $D_2$ , potrebno je da svaki događaj iz jedne baze podataka ne odgovara više od jednom događaju iz druge baze podataka, te da će zbroj svih vrijednosti  $V(A,B)$  za odabrane parove događaja biti maksimalan.

<sup>78</sup>ISC Bulletin: event catalogue search <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/catalogue/>

<sup>79</sup>USGS Search Earthquake Catalog <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>

<sup>80</sup>IRIS Wilber 3: Select Event [http://ds.iris.edu/wilber3/find\\_event](http://ds.iris.edu/wilber3/find_event)

<sup>81</sup>EMSC Search earthquakes [https://www.emsc-csem.org/Earthquake\\_information/](https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/)

<sup>82</sup>Volcano Discovery Earthquakes <https://www.volcanodiscovery.com/earthquakes/lists.html>

Tehnički, možemo definirati graf  $G$  sa skupom vrhova koje tvore svi događaji u  $D_1$  i  $D_2$  i skupom bridova koje tvore parovi događaja koji su moguće povezani. Vrijednost brida između vrhova  $A$  i  $B$  postavljena je na  $V(A,B)$ . Optimizacijski problem koji smo gore formulirali poznat je kao maksimalno podudaranje težine u bipartitnim grafovima i može se riješiti standardnim algoritmima.<sup>83</sup>

Iz algoritma dobivamo maksimalno podudaranje težine između događaja u  $D_1$  i  $D_2$  i smatramo da su povezani događaji identični. Tako se spojena baza podataka  $D_m$  formira od događaja u  $D_1$  i nepodudarnih događaja u  $D_2$ . Ako se događaj u  $D_1$  podudara s nekim događajem u  $D_2$ , procjena magnitude usklađenog događaja u  $D_2$  dodaje se skupu procjena magnitude za usklađeni događaj u  $D_m$ .

Počevši s ISC bazom podataka i sekvencijskim spajanjem baza podataka USGS, IRIS, EMSC i Volcano Discovery (VD) s njom, dobili smo konačnu spojenu bazu podataka (Merged).

Za iscrtavanje različitih grafikona koji uspoređuju broj potresa u različitim bazama podataka, obično moramo ograničiti podatke na određeni raspon magnituda. Kako bismo izbjegli razlike u broju potresa zbog različitih procjena magnitude među bazama podataka, koristimo objedinjenu bazu podataka za odabir događaja u određenom rasponu magnitude i iscrtavanje grafikona (budući da objedinjena baza podataka može sadržavati više procjena magnitude za jedan događaj, nije očito koju procjenu odabrati). Postoje dva različita pristupa koja koristimo:

Prva metoda je uključivanje događaja u izbor događaja ako bilo koja procjena magnitude za događaj pada u željeni raspon magnitude.

Druga, složenija metoda je odabir željene procjene magnitude i uključivanje događaja u odabir ako je preferirana procjena u željenom rasponu magnitude. Odabiremo željenu procjenu magnitude tražeći sljedeće vrste magnitude među procjenama (redoslijedom prednosti): Mw, ML, MS, mb, MVD (ovo je procjena magnitude koja dolazi iz baze podataka Volcano Discovery jer vrsta magnitude nije dostupna u toj bazi podataka), MD i MV. Ako se za jedan događaj pronađe bilo koja procjena magnitude dane vrste, tada se koriste sve procjene magnitude odabrane vrste za taj događaj. Zatim se za njih izračuna medijan i odabire procjena s medijanom. Ako ne postoji procjena niti jedne od gore navedenih vrsta (što je rijetkost, samo nekoliko postotaka svih događaja u cijeloj bazi podataka), tada se odabire bilo koja vrsta vrijednosti magnitude koja se podudara s srednjom vrijednošću izračunatom za sve magnitude ovog događaja.

Razlika u dobivenim brojevima događaja pri korištenju prve i druge metode odabira događaja u zadanom rasponu magnituda je beznačajna, u pravilu ne više od nekoliko postotaka.

Za grafikon broja potresa po godini (slike 7,9) u svakoj bazi podataka korišten je prvi način odabira događaja iz objedinjene baze podataka. Za grafove broja jedinstvenih seizmičkih događaja (Slika 10) prisutnih u različitim bazama podataka korištena je druga metoda odabira potresa unutar određenog raspona magnitude.

<sup>83</sup> Nitish Korula, Combinatorial Optimization. Maximum Weight Matching in Bipartite Graphs <https://courses.engr.illinois.edu/cs598csc/sp2010/lectures/lecture10.pdf>

## Reference

- Alexeev, G. V., Borovkov, M. I., & Titova, N. E. (2018.). Suvremena sredstva za pročišćavanje vode od uljno-masnih emulzija i naftnih derivata. *Colloquium-journal*, 7(18), 4-6.
- Alken, P., Thébaud, E., Beggan, C.D. et al. (2021.). International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation. *Earth Planets Space* 73, 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>
- Androsova, N. K., Baranova, T. I., & Semykina D.V. (2020.). Geological past and present of the Earth's magnetic poles. *EARTH SCIENCES/ "Colloquium-journal"*, 5(57). DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388
- AON. (2023). Weather, Climate and Catastrophe Insight. <https://www.aon.com/getmedia/f34ec133-3175-406c-9e0b-25ce-a768c5cf/20230125-weather-climate-catastrophe-insight.pdf>, p.42.
- Arušanov, M. L. (2023.). Causes of Earth climate change, as a result of space impact, dispelling the myth about anthropogenic global warming. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, 4–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>
- Arušanov, M. L. (2023.). *Dinamika klime. Kozmički faktori*. Hamburg: LAMBERT Academic Publishing.
- Aubourg, L., (12. siječnja 2024.). Editors' notes 2023's record heat partly driven by 'mystery' process: NASA scientist <https://phys.org/news/2024-01-driven-mystery-nasa-scientist.html>
- Barkin, Yu.V. (2009.). Ciklička inverzija klimatskih promjena na sjevernoj i južnoj Zemljinoj polutki. *Geology of the Seas and Oceans: Materials of the XVIII International Scientific Conference (School) on Marine Geology*. Vol. III. - Moscow: GEOS. pp. 4-8.
- Barkin, Yu.V., & Barkin, M. Yu., (2014.). Nova analitička teorija Zemljine rotacije. *Engineering Journal: Science and Innovation*, 12(36). <https://istina.msu.ru/publications/article/7735956/>
- Barkin, Yu. V. & Smolkov, G. Ya. (2013.). Abrupt changes in the trends of geodynamic and geophysical phenomena in 1997-1998. In *All-Russian Conf. on Solar-Terrestrial Physics, dedicated to the 100th anniversary of the birth of a corresponding member of the Russian Academy of Sciences Stepanov V.E.* (16.-21. rujna 2013., Irkutsk), Irkutsk, 2013.
- Barletta, V. R., Bevis, M., Smith, B. E., Wilson, T., Brown, A., Bordoni, A., Willis, M., Khan, S. A., Rovira-Navarro, M., Dalziel, I., Smalley, R., Kendrick, E., Konfal, S., Caccamise, D. J., Aster, R. C., Nyblade, A., & Wiens, D. A. (2018.). Observed rapid bedrock uplift in Amundsen Sea Embayment promotes ice-sheet stability. *Science*, 360(6395), 1335–1339. <https://doi.org/10.1126/science.aao1447>
- Baturin, A. M. (2001.). *Periodičnost globalnih katastrofa - 12166 godina*. Monograph. Kursk CSTI.
- Belozеров, I. M. (2008.). Nature as viewed by a physicist. *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology*, 12(68). <https://cyberleninka.ru/article/n/priroda-glazami-fizika/viewer>
- Bowling, J. S., Livingstone, S. J., Sole, A. J., & Chu, W. (2019.). Distribution and dynamics of Greenland subglacial lakes. *Nature Communications*, 10(2810). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10821-w>
- Briner, J. P., Cuzzone, J. K., Badgley, J. A., Young, N. E., Steig, E. J., Morlighem, M., Schlegel, N.-J., Hakim, G. J., Schaefer, J. M., Johnson, J. V., Lesnek, A. J., Thomas, E. K., Allan, E., Bennike, O., Cluett, A. A., Csatho, B., de Vernal, A., Downs, J., Larour, E., & Nowicki, S. (2020.). Rate of mass loss from the Greenland Ice Sheet will exceed Holocene values this century. *Nature*, 586(7827), 70–74. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2742-6>
- Broquet, A., & Andrews-Hanna, J. C. (2022.). Geophysical evidence for an active mantle plume underneath Elysium Planitia on Mars. *Nature Astronomy*, 7, 160–169. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3>
- Brown, S. K., Crosweller, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L., & Takarada, S. (2014.). Characterisation of the Quaternary eruption record: analysis of the Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) database. *Journal of Applied Volcanology*, 3(5). <https://doi.org/10.1186/2191-5040-3-5>
- Bryson, R. A. (1989.). Late quaternary volcanic modulation of Milankovitch climate forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115–125. <https://doi.org/10.1007/bf00868307>
- Bušuev, E. V., & Kopylov, I. P. (2005). *Svemir i Zemlja. Elektromehaničke interakcije*. Monograph. Moscow: Energy.
- Canadell, J., Meyer, C., Cook, G., Dowdy, A., Briggs, P., Knauer, J., Pepler, A. & Haverd, V. (2021.). Multi-decadal increase of forest burned area in Australia is linked to climate change. *Nature Communications*, 12, 6921. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27225-4>
- Cesca, S., Sukan, M., Rudzinski, Ł., Vajedian, S., Niemp, P., Plank, S., Petersen, G., Deng, Z., Rivalta, E., Vuan, A., Plasencia Linares, M. P., Heimann, S., & Dahm, T. (2022.). Massive earthquake swarm driven by magmatic intrusion at the Bransfield Strait, Antarctica. *Communications Earth & Environment*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>
- Chadwick, J., Keller, R., Kamenov, G., Yogodzinski, G., & Lupton, J. (2014.). The Cobb hot spot: HIMU-DMM mixing and melting controlled by a progressively thinning lithospheric lid. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15(8), 3107–3122. <https://doi.org/10.1002/2014gc005334>
- Channell, J. E. T., & Vigliotti, L. (2019.). The role of geomagnetic field intensity in Late Quaternary evolution of humans and large mammals. *Reviews of Geophysics*, 57. <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>
- Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020.). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>
- Copernicus. (09. siječnja 2024.) Copernicus: 2023 is the hottest year on record, with global temperatures close to the 1.5°C limit <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>

- Cox, C., & Chao, B. F. (2002.). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998. *Science*, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>
- Dahmen, N., Clinton, J. F., Meier, M., Stähler, S., Ceylan, S., Kim, D., Stott, A. E., & Giardini, D. (2022.). MarsQuakeNet: A more complete marsquake catalog obtained by deep learning techniques. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(11). <https://doi.org/10.1029/2022je007503>
- Damiani, T. M., Jordan, T. A., Ferraccioli, F., Young, D. A., & Blankenship, D. D. (2014.). Variable crustal thickness beneath Thwaites Glacier revealed from airborne gravimetry, possible implications for geothermal heat flux in West Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters*, 407, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.09.023>
- Danilov, A. D., & Konstantinova, A. V. (2014.). Reduction of the atomic oxygen content in the upper atmosphere. *Geomagnetizam i aeronomija.*, 54(2), 224–229. <https://doi.org/10.1134/s0016793214020066>
- Danilov, A.D., Konstantinova, A.V. (2020.). Long-Term Variations in the Parameters of the Middle and Upper Atmosphere and Ionosphere (Review). *Geomagnetizm i aeronomija*, 60; 397–420. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>
- Davidson, B. (2021.). *The next end of the world*. Space Weather News. ISBN 9781098357788
- Deng, S., Liu, S., Mo, X., Jiang, L., & Bauer Gottwein, P. (2021.). Polar Drift in the 1990s Explained by Terrestrial Water Storage Changes. *Geophysical Research Letters*, 48(7). <https://doi.org/10.1029/2020gl092114>
- Dyachenko, A. I. (2003.). *Magnetic Poles of the Earth*. Moscow: MCCME. 48 p.
- Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021.). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>
- Earth Observatory. (n.d.). Antarctic warming trends. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/36736/antarctic-warming-trends>
- Easterbrook, D. J. (2016.). *Evidence-based climate science, data opposing CO2 emissions as the primary source of global warming*, (2nd Ed.) Elsevier. Bellingham, USA. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-02097-4>
- EM-DAT. (n.d.). *Inventorying hazards & disasters worldwide since 1988*. <https://www.emdat.be>
- Emmert, J. T., Lean, J. L., & Picone, J. M. (2010.). Record-low thermospheric density during the 2008 solar minimum. *Geophysical Research Letters*, 37(12). <https://doi.org/10.1029/2010gl043671>
- EMSC. (n.d.). *EMSC Search earthquakes*. [https://www.emsc-csem.org/Earthquake\\_information/](https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/)
- Fernando, B., Daubar, I. J., Charalambous, C., Grindrod, P. M., Stott, A., Abdullah Al Ateqi, Atri, D., Ceylan, S., Clinton, J., Fillingim, M. O., Hauber, E., Hill, J. R., Kawamura, T., Li, J., Lucas, A., Lorenz, R. D., Ojha, L., Perrin, C., S. Piqueux, & Stähler, S. C. ... Banerdt, W. B. (2023.). A tectonic origin for the largest marsquake observed by InSight. *Geophysical Research Letters*, 50(20). <https://doi.org/10.1029/2023gl103619>
- Frattasi, P. (2023, May 8). Ai Campi Flegrei 675 terremoti ad aprile 2023: è il mese con più scosse degli ultimi 20 anni. [At the Phlegraean Fields, 675 earthquakes in April 2023: it is the month with the most tremors in the last 20 years]. [Fangage.it https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/](https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/)
- Gase, A., Bangs, N. L., Saffer, D. M., Han, S., Miller, P., Bell, R., Arai, R., Henrys, S. A., Shiraishi, K., Davy, R., Frahm, L., & Barker, D. (2023.). Subducting volcanoclastic-rich upper crust supplies fluids for shallow megathrust and slow slip. *Science Advances*, 9(33). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh0150>
- GeoNet. (2022, December 2). Strong M5.6 earthquake consistent with continued minor volcanic unrest at Taupō. Volcanic Alert Level remains at Level 1. *Volcanic Activity Bulletin*. <https://www.geonet.org.nz/vabs/7tu66IDztDnlaYDG0LYSgl>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017.). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022.). Long-term trend of the ionospheric E-layer response to solar flares. *Solnechno-Zemnyaya Fizika [Solar-Terrestrial Physics]*, 8(1): 51–57. <https://doi.org/10.12737/szf-81202206>
- Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022.). On the causes of cooling and settling of the middle and upper atmosphere. *Izvestija RAN. Fizika atmosfery i okeana. [News. Russian Academy of Sciences. Atmospheric and Ocean Physics]*, 58(5), 601-614. <https://doi.org/10.31857/S0002351522050042>
- Gorny, V. I. et al. (2001.). Model of the mantle-lithospheric interaction based on data from Uralsys Geotraverse for prospecting seismology and remote geothermal method. *Deep structure and geodynamics of the Southern Urals*. Tver. pp. 227-238.
- Hapgood, C. H. (1958.). *Earth's shifting crust: A key to some basic problems of earth science*. Pantheon Books, Science.
- Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*, 29(2), 142–152. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)
- Hruzdov, V. I. (Ilistopad 2021.). Neutronski svemir. Izračuni Zemljine neutronske jezgre. Moscow: Libmonster Russia. Retrieved from: <https://libmonster.ru/m/articles/download/17227/4846>
- Hughes, T. P., Kerry, J. T., Baird, A. H., Connolly, S. R., Dietzel, A., Eakin, C. M., Heron, S. F., Hoey, A. S., Hoogenboom, M. O., Liu, G., McWilliam, M. J., Pears, R. J., Pratchett, M. S., Skirving, W. J., Stella, J. S., & Torda, G. (2018.). Global warming transforms coral reef assemblages. *Nature*, 556, 492–496. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0041-2>
- IERS Earth Orientation Center of the Paris Observatory. (n.d.).
- Length of day — Earth Orientation Parameters: [https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)



- International Seismological Centre. (n.d.). Bulletin of the International Seismological Centre. <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>  
<https://doi.org/10.31905/D808B830>
- IRIS. (n.d.). IRIS Wilber 3: Select Event [http://ds.iris.edu/wilber3/find\\_event](http://ds.iris.edu/wilber3/find_event)
- Kamis, J. E., (n.d.). Geologically induced northern atlantic ocean “warm blob” melting Southern Greenland ice sheet. Plate Climatology. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet>
- Kamis, J. E., (03. studenoga 2016.). West Antarctic glacial melting from deep earth geological heat flow not global warming. Plate Climatology. <https://www.plateclimatology.com/west-antarctic-glacial-melting-from-deep-earth-geological-heat-flow-not-global-warming>
- Khalilov, E. (Ed.). (2010.). Global changes of the environment: Threatening the progress of civilization. GEOCHANGE: Problems of Global Changes of the Geological Environment, 1, London, ISSN 2218-5798.
- Kopylov, I. (01. studenoga 2001.) Elektromehanika Sunčeva sustava. NVO.
- Korula, N. (18. veljače 2010.). Combinatorial Optimization. Maximum Weight Matching in Bipartite Graphs. Lecture in CS 598CSC: Combinatorial Optimization. <https://courses.engr.illinois.edu/cs598csc/sp2010/lectures/lecture10.pdf>
- Laufkötter, C., Zscheischler, J., & Frölicher, T. L. (2020.). Science, 369(6511), 1621–1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>
- Lebreton, L., Egger, M., & Slat, B. (2019.). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. Scientific Reports, 9, 12922. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>
- Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023.). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. Nature Communications, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>
- Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017.). An accelerating high-latitude jet in Earth’s core. Nature Geoscience, 10, 62–68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>
- Loose, B., Naveira Garabato, A. C., Schlosser, P., Jenkins, W. J., Vaughan, D., & Heywood, K. J. (2018.). Evidence of an active volcanic heat source beneath the Pine Island Glacier. Nature Communications, 9(2431). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04421-3>
- Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013.). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>
- Lušvin, P., (27. ožujka 2018.). Prirodni požari travnatih površina i kako ih smanjiti— 2. Regnum. <https://regnum.ru/article/2395754>
- Lushvin, P., (2019.). Natural Plain Fires and How to Minimize Them. Presentation at the 26th meeting of the All-Russian Interdisciplinary Seminar-Conference of the Geological and Geographical Faculties of Moscow State University "Planet Earth System," January 30 — February 2, 2018.
- Lushvin, P., Buyanova, M. (2021.). Development of ice cover in water areas during methane. International Journal of Geosciences, 12(9), 927-940. <https://doi.org/10.4236/ijg.2021.129047>
- Lushvin, P., Buyanova, M. (2021.). History of observations of seismogenic phenomena in the atmosphere and formalization of their decryption. International Journal of Atmospheric and Oceanic Sciences, 5(1), 13-19. <https://doi.org/10.11648/j.ijaos.20210501.13>
- Malinin V. N. & Vaynovsky P. A. (2021.). Trends of moisture exchange components in the ocean-atmosphere system under global warming conditions", Reanalysis-2. *Suvremeni problemi daljinskog mjerenja Zemlje iz svemira* 18(3), 9-25. DOI: 10.21046/2070–7401–2021–18–3–9–25
- Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R., & Campos, E. (2020.). Observed ocean bottom temperature variability at four sites in the northwestern argentine basin: Evidence of decadal deep/abyssal warming amidst hourly to interannual variability during 2009–2019. Geophysical Research Letters, 47(18). <https://doi.org/10.1029/2020gl089093>
- Mersereau, D., (2023, September 9). A world first, every tropical ocean saw a Category 5 storm in 2023. The Weather Network. <https://www.theweathernetwork.com/en/news/weather/severe/a-world-first-every-tropical-ocean-saw-a-category-5-hurricane-cyclone-in-2023>
- Mikhaylova R.S. (2014). Strong earthquakes in the mantle and their impact in the near and far zone. Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>
- Mikhailova, R. S., Ulubieva, T. R., & Petrova N. V. (2021). The Hindu Kush earthquake of October 26, 2015, with Mw=7.5, 10~7: Preceding Seismicity and Aftershock Sequence. Earthquakes of Northern Eurasia, 24, 324–339. <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2021.24.31>
- Morton, A. (2019, December 27). Hot blob: vast patch of warm water off New Zealand coast puzzles scientists. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2024). NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) U.S. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters. (<https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>), DOI: 10.25921/stkw-7w73
- Nippon. (2018, May 16). Sakurajima, Japan’s Most Active Volcano. <https://www.nippon.com/en/features/h00194/>
- Oppo, D. (2013, October 31). Is global heating hiding out in the oceans? Columbia Climate School. The Earth Institute. <https://www.earth.columbia.edu/articles/view/3130>
- Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M., & Johns, D. G. (2019). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series. Nature Communications, 10(1622). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>
- Otosaka, I. N., Horwath, M., Mottram, R. & Nowicki, S. (2023). Mass Balances of the Antarctic and Greenland Ice Sheets Monitored from Space. Surveys in Geophysics, 44:1615–1652. <https://doi.org/10.1007/s10712-023-09795-8>



Petrov, N. V. (2015). The Climate of the Earth: The solution to the problem of climate change of the Earth from the position of the law the preservation of life in space. *Ecology and Society Development: Journal of the International Academy of Ecology, Human and Nature Safety Sciences*, 4, 11-23.

<http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001d/2551-ptr.pdf>

Pissoft, P., Sacha, P., Polvani, L. M., Añel, J. A., de la Torre, L., Eichinger, R., Foelsche, U., Huszar, P., Jacobi, C., Karlicky, J., Kuchar, A., Miksovsky, J., Zak, M., & Rieder, H. E. (2021). Stratospheric contraction caused by increasing greenhouse gases. *Environmental Research Letters*, 16, 064038.

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfe2b>

PMODWRC. (n.d.). Solar Constant: Construction of a Composite Total Solar Irradiance (TSI) Time-Series from 1978 to the Present <https://www.pmodwrc.ch/en/research-development/solar-physics/tsi-composite/>

Reteyum, A. Yu. (2020, April 11). Epidemii v obstanovke bol'shogo solnechnogo minimuma [Epidemics in the context of a major solar minimum]. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/2913426>

Reteyum, A. Yu. (2020, April 11). Opasni mit o antropogenom zagrijavanju. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/3101660>

Rezvanbehbahani, S., Stearns, L. A., Kadivar, A., Walker, J. D., & van der Veen, C. J. (2017). Predicting the geothermal heat flux in Greenland: A machine learning approach. *Geophysical Research Letters*, 44(24), 12,271-12,279.

<https://doi.org/10.1002/2017gl075661>

Rogozhina, I., Petrunin, A. G., Vaughan, A. P. M., Steinberger, B., Johnson, J. V., Kaban, M. K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M., & Koulakov, I. (2016). Melting at the base of the Greenland ice sheet explained by Iceland hotspot history. *Nature Geoscience*, 9, 366–369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>

Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations. *Journal of Geodynamics*, 35(4-5), 521–539.

[https://doi.org/10.1016/S0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00012-7)

Rosenthal, Y., Linsley, B. K., & Oppo, D. W. (2013). Pacific ocean heat content during the past 10,000 years. *Science*, 342(6158), 617–621. <https://doi.org/10.1126/science.1240837>

Rysgaard, S., Bendtsen, J., Mortensen, J., & Sejr, M. K. (2018). High geothermal heat flux in close proximity to the Northeast Greenland Ice Stream. *Scientific Reports*, 8(1344). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19244-x>

Sawyer, D. E., Urgeles, R., & Lo Iacono, C. (2023). 50,000 yr of recurrent volcanoclastic megabed deposition in the Marsili Basin, Tyrrhenian Sea. *Geology*, 51(11), 1001–1006. <https://doi.org/10.1130/g51198.1>

Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>

Seroussi, H., Morlighem, M., Rignot, E., Mouginot, J., Larour, E., Schodlok, M., & Khazendar, A. (2014). Sensitivity of the dynamics of Pine Island Glacier, West Antarctica, to climate forcing for the next 50 years. *The Cryosphere*, 8(5), 1699–1710. <https://doi.org/10.5194/tc-8-1699-2014>

Smolkov, G. Ya. (2018). Exposure of the solar system and the earth to external influences. *Physics & Astronomy International Journal*, 2(4), 310–321. <https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>

Smotrin E. G., candidate of military sciences. (1998). Natural disasters and catastrophes — the main threat to planetary and Eurasian security upon entering the 3rd millennium AD. *Geostrategy and Technologies XXI*.

<http://www.geost-21.su/ru/node/1>

Strass, V. H., Rohardt, G., Kanzow, T., Hoppema, M., & Boebel, O. (2020). Multidecadal warming and density loss in the Deep Weddell Sea, Antarctica. *Journal of Climate*, 33(22), 9863–9881. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-20-0271.1>

Sun, D., Li, F., Jing, Z., Hu, S., & Zhang, B. (2023). Frequent marine heatwaves hidden below the surface of the global ocean. *Nature Geoscience*, 16(12), 1099–1104. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01325-w>

Sun, W., & Tkalčić, H. (2022). Repetitive marsquakes in Martian upper mantle. *Nature Communications*, 13, 1695.

<https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>

Swiss Re Institute. (2023, December 14). Natural catastrophes in focus: Tornados, hail and thunderstorms. <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/tornados-hail-thunderstorms.html>

Tarasov, L. V. (2012) *Earth magnetism: A textbook*. Dolgoprudny: Intellect Publishing House, 184 p.

Thomas, C. (1993). *The Adam & Eve story: The history of cataclysms*. Bengal Tiger Pr.

Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). P wave tomography beneath Greenland and surrounding regions: 1. crust and upper mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>

The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>

The Watchers. (2023, February 23). Increased seismic activity under Trident volcano, Alaska. <https://watchers.news/2023/02/23/increased-seismic-activity-under-trident-volcano-alaska/>

van der Veen, C. J., Leftwich, T., von Frese, R., Csatho, B. M., & Li, J. (2007). Subglacial topography and geothermal heat flux: Potential interactions with drainage of the Greenland ice sheet. *Geophysical Research Letters*, 34(12). <https://doi.org/10.1029/2007gl030046>

United Nations. (n.d.). Her land. Her rights. <https://www.un.org/en/observances/desertification-day>

USGS. (n.d.). Search results: Seismic activity in the Mariana Trench region according to USGS data.

<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=-15.62304,98.08594&extent=45.39845,196.52344&range=search&search=%7B%22name%22:%22Search%20Results%22,%22params%22:%7B%22starttime%22:%222023-11-23%2000:00:00%22,%22endtime%22:%222023-11-26%2023:59:59%22,%22maxlatitude%22:29.075,%22minlatitude%22:6.49,%22maxlongitude%22:155.215,%22minlongitude%22:133.242,%22minmagnitude%22:2.5,%22orderby%22:%22time%22%7D%7D>

USGS. (n.d.). USGS Search Earthquake Catalog. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>

- Viterito, A. (2022). 1995: An important inflection point in recent geophysical history. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>
- Vogt, D. B. (2007). *God's Day of Judgment; The real cause of global warming* (1st Ed.). Vector Associates.
- Vogt, D. B. (2015). *The theory of multidimensional reality*. Vector Associates.
- Volcano Discovery. (n.d.). Volcano Discovery Earthquakes. <https://www.volcanodiscovery.com/earthquakes/lists.html>
- Volcano Hazards Program. (2015, September 17). Mauna Loa - earthquake and deformation data 2010-2016. <https://www.usgs.gov/media/images/mauna-loa-earthquake-and-deformation-data-2010-2016>
- Vsegei. (n.d.). Topljenje grenlandskog leda je potpomognuto islandskom perjanicom.] [https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase\\_id=1444325](https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase_id=1444325)
- White, K. W. (1992). *World in peril: The origin, mission, and scientific findings of the 46th/72nd Reconnaissance Squadron*, K. White, ISBN 0962891681.
- Yao, F., Livneh, B., Rajagopalan, B., Wang, J., Jean-François Crétaux, Wada, Y., & Berge-Nguyen, M. (2023). Satellites reveal widespread decline in global lake water storage. *Science*, 380(6646), 743–749. <https://doi.org/10.1126/science.abo2812>
- Yurganov, L. N., Leifer, I., & Sunil Vadakkepuliambatta. (2017). Evidences of accelerating the increase in the concentration of methane in the atmosphere after 2014: satellite data for the Arctic. *Suvremeni problemi u daljinskom mjerenju Zemlje iz svemira* 14(5), 248–258. [https://www.researchgate.net/publication/317587506\\_Evidences\\_of\\_accelerating\\_the\\_increase\\_in\\_the\\_concentration\\_of\\_methane\\_in\\_the\\_atmosphere\\_after\\_2014\\_satellite\\_data\\_for\\_the\\_Arctic](https://www.researchgate.net/publication/317587506_Evidences_of_accelerating_the_increase_in_the_concentration_of_methane_in_the_atmosphere_after_2014_satellite_data_for_the_Arctic)
- Zotov, L. V., Barkin, Y. V. & Lyubushin, A. A. (2009). Pomak geocentra i njegova dinamika. In 3rd. conf. Space geodynamics and modeling of global geodynamic processes, Novosibirsk, September 22-26, 2009, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. (pp. 98-101). Novosibirsk: Geo.

