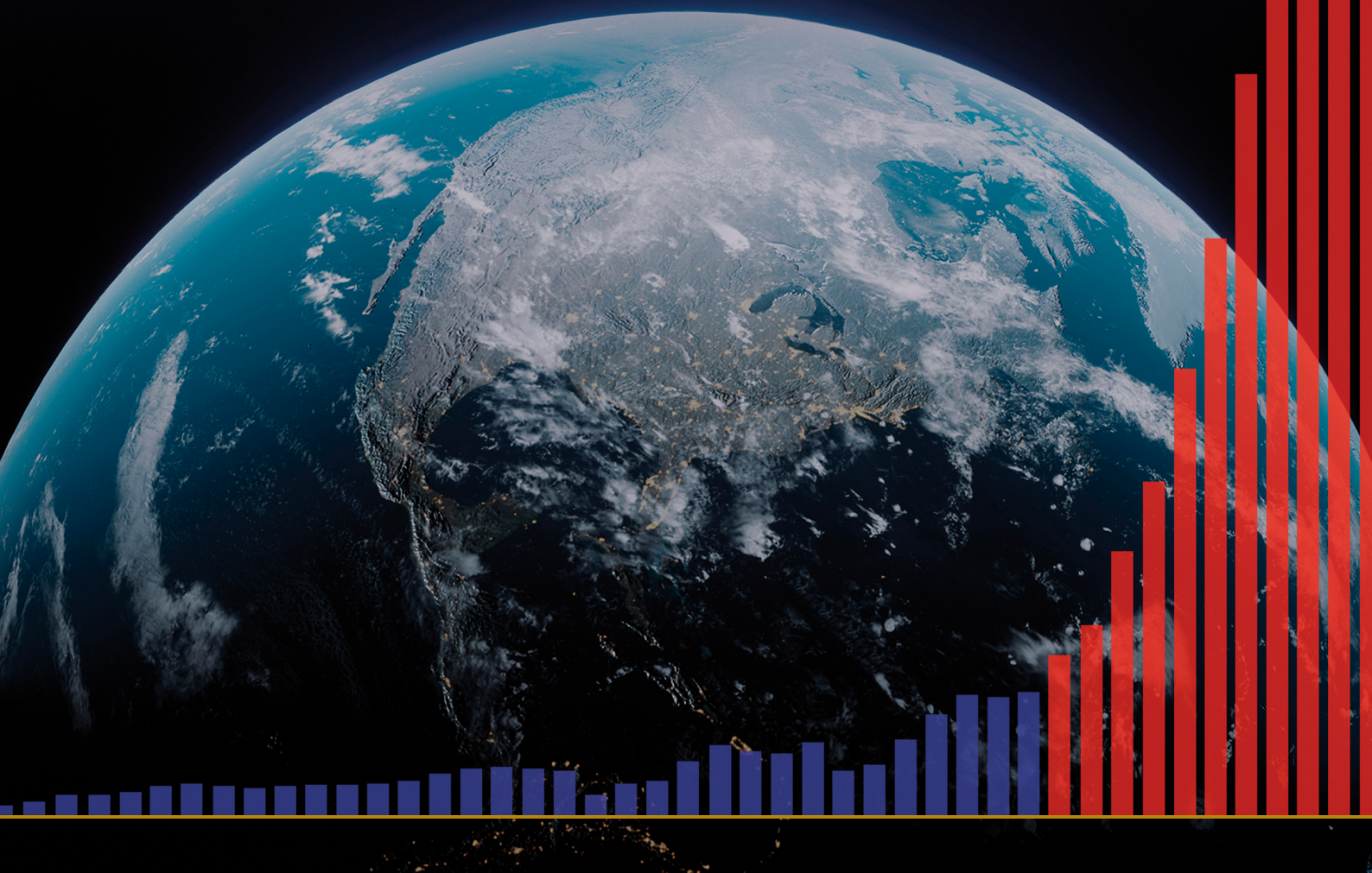


KLIIMAKATASTROOFIDE EDENEMISEST

MAAL JA NENDE KATASTROOFILISTEST
TAGAJÄRGEDEST



KLIIMAKATASTROOFIDE

EDENEMISEST

**MAAL JA NENDE KATASTROOFILISTEST
TAGAJÄRGEDEST**

Report

SISU

Osa 1. Loodusõnnetuste eksponentsiaalne kasv	4
Seismilise aktiivsuse suurenemine.....	5
Süvafookusega maavärinate tõus.....	10
Vulkaanide aktiveerimine.....	12
Orkaanide, tormide ja tornaadode tugevnemine.....	20
Üleujutuste ja põudade sagenemine.....	25
Tulekahjude arvu suurenemine.....	27
Maailma ookeani soojenemine.....	30
Antarktika ja Gröönimaa liustike anomaalne sulamine.....	35
Alumise atmosfääri soojendamine.....	42
Muutused atmosfääri ülakihtides.....	44
Osa 2. Ülemaailmse katastroofi põhjused	46
Muutused planeedi mastaabis 1995. aastal.....	48
Maa tuumahüpe 1998. aastal.....	52
Geodünaamiliste ja kliimatiliste protsesside seosed.....	55
Muutused Päikesesüsteemi teistel planeetidel.....	57
Astronoomilised protsessid ja nende tsüklilisus.....	68
Siberi anomaalne ülesoojenemine.....	71
Planeet Maa praegune tsükkel.....	73
Maa hukkumise tektonofüüsikaline ja matemaatiline modelleerimine 2036. aastal.....	77
Osa 3. Võimalik lahendus	80
Ookeani taastamine.....	81
Järeldused	84
Lisa 1	85
Allikad	87

Osa 1

LOODUSÕNNETUSTE EKSPONENTSIAALNE KASV

Värskete teadusuuringute kohaselt on võimalus, et aastaks 2036 võib Maa biosfääri elujõulisus olla ohus. See oletus põhineb rangetel matemaatilistel mudelitel ja tõenditel, mis viitavad planeedi võimalikule kriitilisele seisundile. Kliimamuutustes mängib olulist rolli inimtekkeline tegur – inimtegevus, mis põhjustab kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni suurenemist atmosfääris. Lisaks inimtegevusest tulenevale mõjule on kliimamuutustele märkimisväärset mõju avaldavaid, sageli alahinnatud tegureid. Nende hulka kuuluvad nii looduslikud geodünaamilised tsüklid kui ka astronoomilised protsessid, sealhulgas päikese aktiivsus ja Maa orbiidi muutused. Need tegurid mängivad võtmerolli pikaajalistes kliimatsüklites ja võivad suurendada või nõrgendada inimeste mõju Maa kliimasüsteemile.

Viimastel aastatel on planeedil kliimakatastroofide arv kiiresti kasvanud. Nende dünaamikat iseloomustab eksponentsiaalne kasv. Katalüsmid tekivad ootamatult ja seal, kus neid pole varem täheldatud, põhjustades samas tohutut kahju ja inimkaotusi. Varem on kliima- ja geofüüsikalisi katastroofe olnud rohkem

kui viimase kümne aasta jooksul, kuid need nähtused olid üksikud sündmused. Praegu on looduskatastroofidel pidev kasvutrend, sünkroonne olemus ja laienev geograafia.

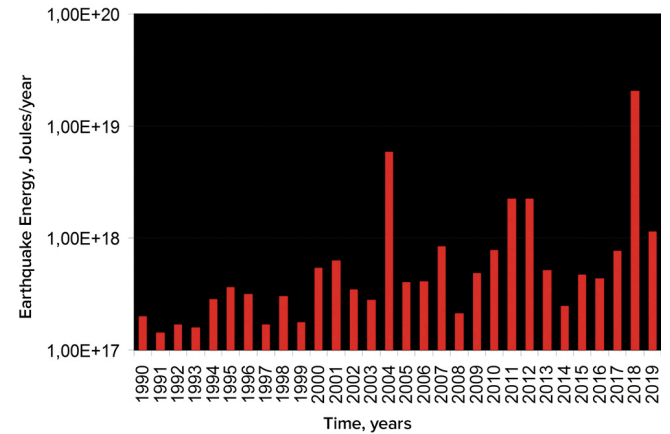
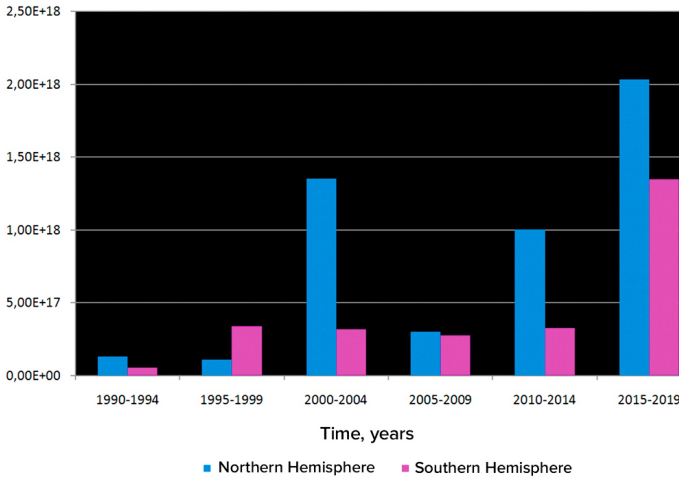
See aruanne esitab analüüsi viimase 30 aasta jooksul Maal üha suurenevate kliima- ja geodünaamiliste muutuste edenemise kohta, samuti nende seost täiendavate inimtekkeliste teguritega, mis oluliselt halvendavad planeedi kliimaolukorda. Aruandes esitatakse ka katastroofide eksponentsiaalse kasvu prognoos, mis näitab Vene Föderatsiooni, Ameerika Ühendriikide ja kogu maailma suurt haavatavust äärmuslike loodusõnnetuste arvu ja tõsiduse suurenemise suhtes. Kõik esitatud analüüsid põhinevad avatud teaduslikel andmetel.

Enne uute inimtekkeliste tegurite üksikasjalikku käsitlemist on vaja põhjalikult uurida geodünaamilisi muutusi, mis mõjutavad meie planeedi litosfääri, hüdrofääri, atmosfääri ja magnetosfääri. See lähenemisviis ei näita mitte ainult üldist pilti praegustest kliimamuutustest, vaid määrab ka täpselt, kuidas inimtegevus neid keerulisi ja omavahel seotud protsesse mõjutab.

Seismilise aktiivsuse suurenemine

Maal toimub seismilise aktiivsuse ebanormaalne kasv: maavärinate tugevus, arv ja energia suurenevad. See trend on märgatav nii mandritel kui ka ookeani põhjas.

Rahvusvahelise seismoloogiakeskuse ISC andmetel on alates 1990. aastast maavärinate energia kogu planeedil pidevalt kasvanud (joonis 1).

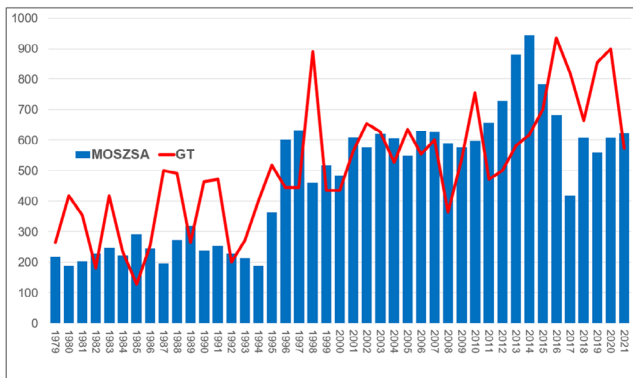


Riis. 1.

Esitatakse maavärinate energia graafikud aastatel 1990–2019, ISC andmetel on graafikute autor geograafiateaduste doktor, M. Yu nimelise Moskva Riikliku Ülikooli geograafiateaduskonna professor. Reteyum, 2020. Diagrammi allikas: <https://regnum.ru/article/3101660>, <https://regnum.ru/article/2913426>

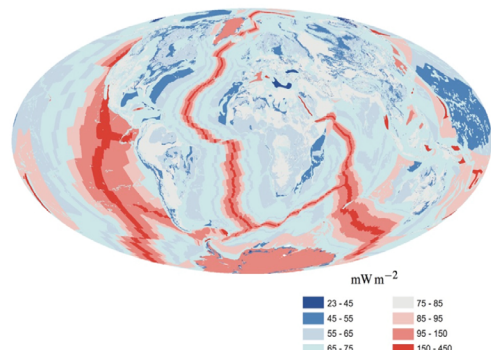
Marylandi ülikooli professor Arthur Viterito avastas alates 1995. aastast Ookeani keskharijate maavärinate arvu tõusu ookeanipõhjas¹ (joonis 2). Veelgi enam, korrelatsioonikoefitsiendiga 0,7 vastab see graafik globaalse temperatuuri tõusule kaheaastase temperatuurinihkega.

Seismiline ja vulkaaniline aktiivsus Ookeani keskharijades põhjustab hüdrotermiliste heitkoguste suurenemist ja vee soojenemist, mis omakorda põhjustab kasvuhoonegaaside heitkoguseid ja atmosfääri soojenemist.



Riis. 2.

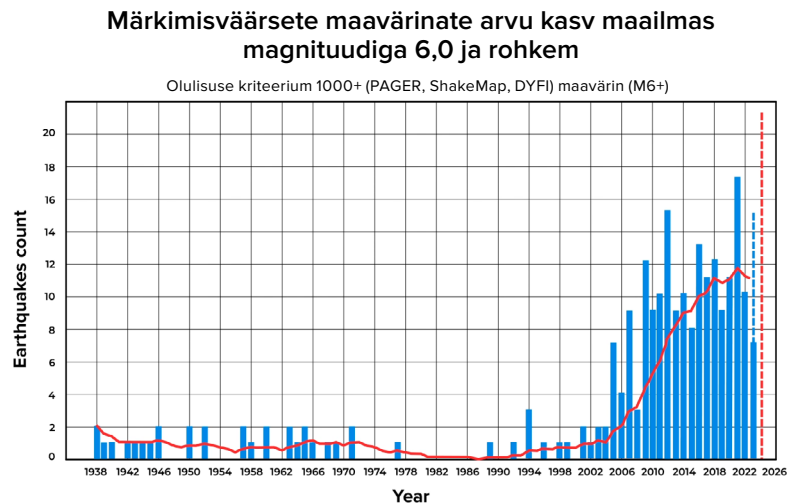
Samaaegne 4,0–6,0 magnituudiga maavärinate arvu kasv ookeani põhjas ja globaalne atmosfääritemperatuur. Viterito, A. (2022) 1995: Tähtis pöördepunkt lähiajaloo geofüüsikas. International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271> Kaart, mis näitab geotermilist soojenemist ookeani keskosas, Davies & Davies, 2010.



¹Viterito, 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>

Tänapäeval on võrreldes ajalooliste andmetega toimunud märkimisväärsete maavärinate sageduse enneolematult plahvatuslik tõus. USGS-i andmete analüüs

näitab, et kui enne 2000. aastaid toimus vaid 1-2 olulist maavärinat magnituudiga 6,0 või rohkem, siis tänaseks on see arv kasvanud 8 korda (joonis 3).



Riis. 3.

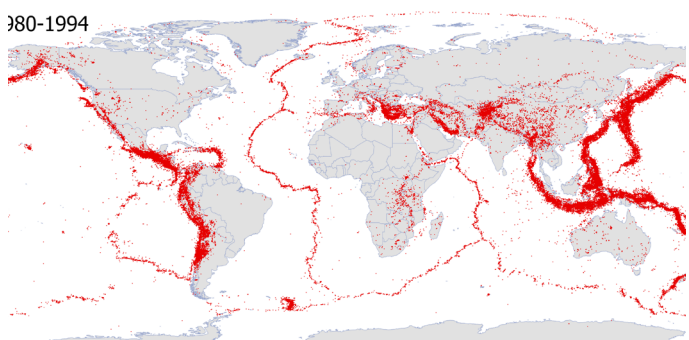
Märkimisväärsete maavärinate arv maailmas magnituudiga 6,0 ja rohkem. Maavärinate valik viidi läbi olulisuse kriteeriumi 1000+ järgi, võttes arvesse tugevust, intensiivsust, tajutavust ja kahjustusi, et tuvastada raskete tagajärgedega sündmusi, välistades väikesed ja ebaolulised juhtumid.

Andmete allikas: American Geological Survey (USGS).

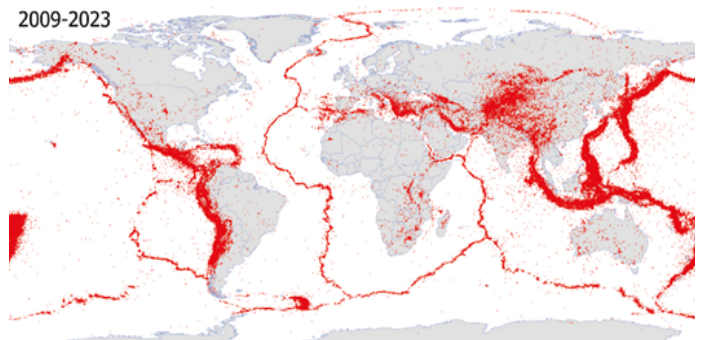
Maavärinate arv suureneb piirkondades, mida varem ei iseloomustanud kõrge seismiline aktiivsus. Joonisel fig. 4 kaarti näitavad selgelt

seismiliste sündmuste geograafilise ulatuse laienemist: need levivad nüüd litosfääriplaatide piiridest ja esinevad stabiilsetel platvormidel.

Maavärinad M4.0+ maailmas perioodil 1980-1994



Maavärinad M4.0+ maailmas perioodil 2009-2023



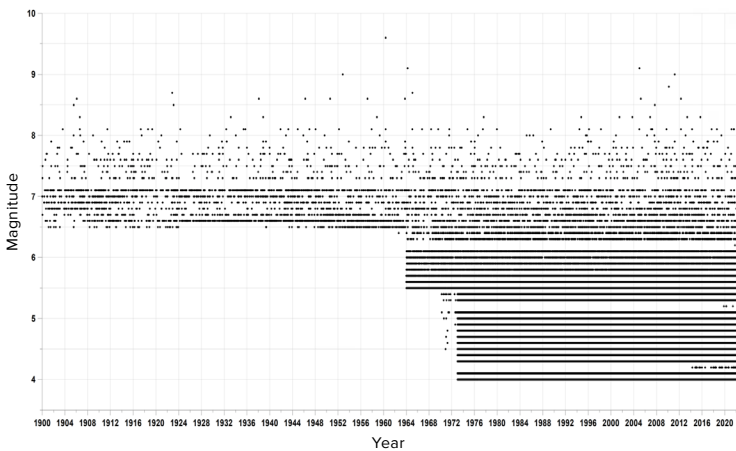
Riis. 4.

Kaardil on kõik maavärinad magnituudiga 4,0 ja rohkem kahel identsel ajavahemikul: 1980–1994. ja 2009–2023. Kaartide koostamisel võeti arvesse kõiki seismilistes andmebaasides IRIS, ISC, USGS, EMCS, VolcanoDiscovery registreeritud ainulaadseid maavärinaid.

Arvatakse, et maavärinate arvu suurenemist seostatakse seismiliste andurite võrgu laienemisega, mitte sündmuste endi arvu suurenemisega. Aja jooksul on seismiliste andurite arv ja tundlikkus tõepoolest suurenenud. See aga viis vaid selleni, et seni märkamatuks jäänud madala magnituudiga maavärinaid hakati täpsemalt jäädvustama. Tegelikult on alates 1970. aastatest paigaldatud

piisavalt seismilisi andureid, et registreerida kõik maavärinad magnituudiga 4,0 ja rohkem (joonis 5). Seetõttu ei ole alates 1995. aastast täheldatud maavärinate arvu kasvutrend seotud tehnoloogia paranemisega, vaid peegeldab tegelikke muutusi: viimase 25 aasta jooksul on seismiline aktiivsus oluliselt suurenenud ja kasvab jätkuvalt.

Seismiliste sündmuste tiheduse ja suuruse graafik maailmas



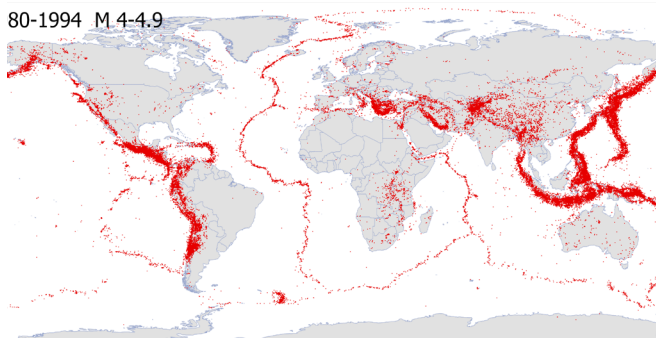
Riis. 5.

Graafiku mustad täpid näitavad erinevatel aastatel erineva tugevusega maavärinaid. Kuni 1964. aastani registreeriti ainult maavärinaid magnituudiga 6,5 ja rohkem. Alates 1964. aastast (koos tundlikumate andurite paigaldamisega) – alates 5,5 ja kõrgemal. Alates 1972. aastast – alates 4.0 ja kõrgemal, olenemata asukohast.

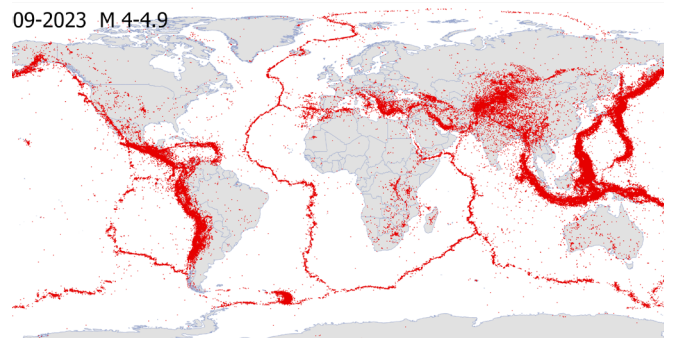
Kaart joonisel fig. Joonisel 6 on kujutatud Maa erinevates piirkondades aset leidnud maavärinate magnituudiga 4,0–4,9 ruumiline jaotus. Kaartide koostamisel võeti arvesse kõiki seismilistes andmebaasides IRIS, ISC, USGS, EMCS, VolcanoDiscovery registreeritud ainulaadseid maavärinaid. Kaardilt on näha,

et seismilisi sündmusi magnituudiga 4,0 kuni 4,9 registreeriti kogu planeedil juba enne 1995. aastat, mis viitab seismiliste andurite olemasolule neis tsoonides. Alates 1995. aastast on suurenenud seismilise aktiivsusega alade arv ja pindala, samuti on tekkinud uusi piirkondi, kus esineb palju maavärinaid.

Maavärinad M4,0-4,9 maailmas perioodil 1980-1994



Maavärinad M4,0-4,9 maailmas perioodil 2009-2023



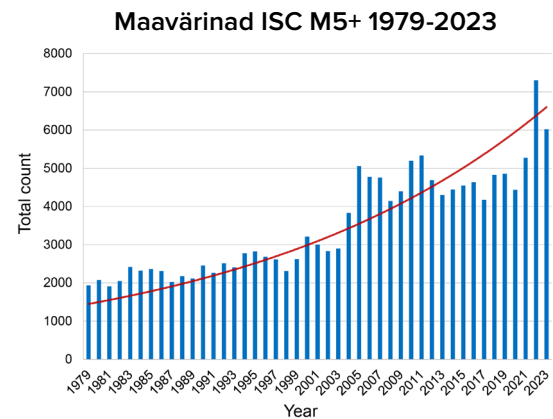
Riis. 6.

Maavärinad M4,0–4,9 maailmas perioodidel 1980–1994. ja 2009–2023. Kaartide koostamisel võeti arvesse kõiki seismilistes andmebaasides IRIS, ISC, USGS, EMCS, VolcanoDiscovery registreeritud ainulaadseid maavärinaid.

Maavärinate suurenemine magnituudiga 5,0 ja üle selle kajastub ka seismiliste sündmuste arvu graafikul Rahvusvahelise Seismoloogiakeskuse andmetel (joonis 7).

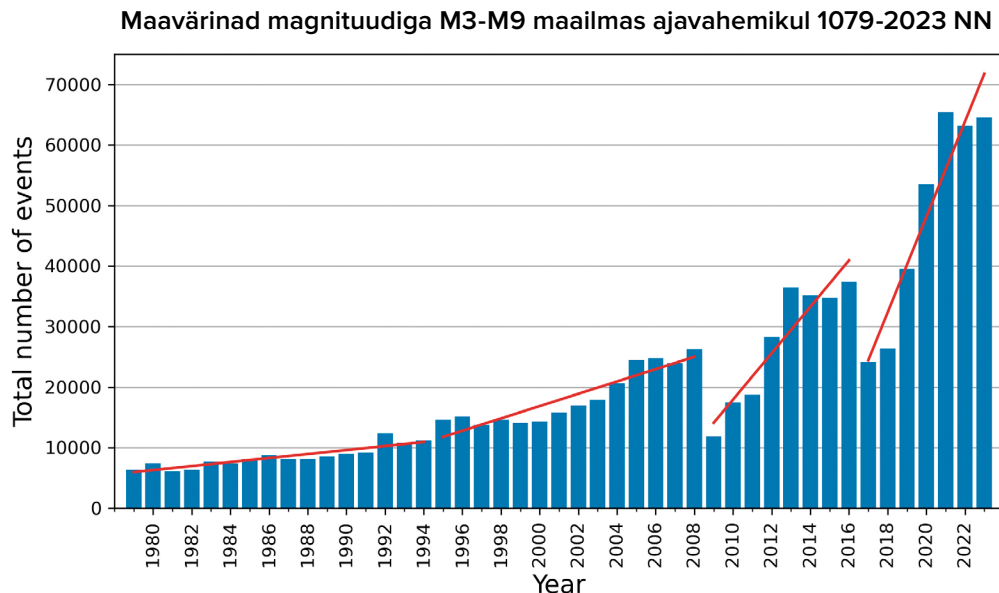
Riis. 7.

Maavärinat magnituudiga 5,0 ja rohkem vastavalt ISC andmebaasile. Selgelt on näha maavärinate arvu suurenemist 1995. aastal.



Vastavalt VolcanoDiscovery andmebaasile (<https://www.volcanodiscovery.com>), 1980. aastatel toimus 10 000 maavärinat magnituudiga 3,0 või rohkem ja alates 2021. aastast üle 60 000 maavärina aastas (joonis 8). Oluline on märkida, et see andmebaas sisaldab suurt hulka seismilisi sündmusi, mis pole teistes andmebaasides saadaval.

Madala magnituudiga maavärinate arvu kasv viitab sellele, et tugevate maavärinate arv peagi suureneb, arvestades Gutenbergi-Richteri seadust, mis väljendab maavärinate arvu ja nende tugevuse vahelist logaritmilist seost. Kui väikese magnituudiga maavärinate arv suureneb, siis suureneb ka suurte maavärinate arv.



Riis. 8.

VolcanoDiscovery seismoloogilise andmebaasi järgi koostatud graafik 3,0 või enama magnituudiga maavärinate arvu suurenemise kohta maailmas. Graafik näitab eksponentsiaalset trendi.

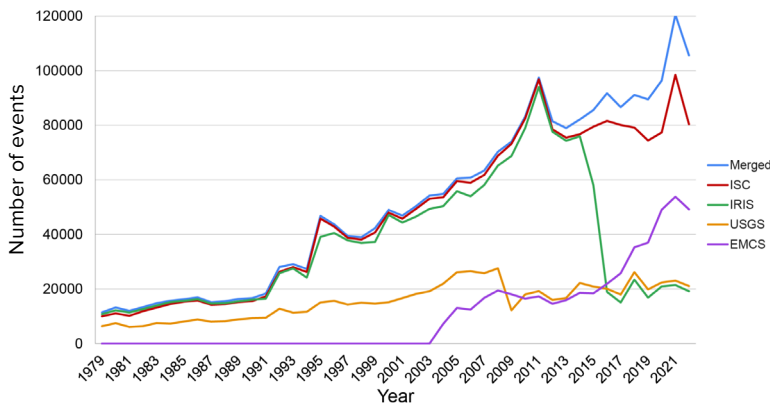
Tuleb märkida, et ükski maailma seismiline baas ei suuda anda täielikku ja täpset pilti seismilisest aktiivsusest maailmas, kuna nende töö tehnilistes, teaduslikes ja praktilistes aspektides on erinevusi. Joonisel fig. Joonisel 9 on kujutatud graafik 3,0 või enama magnituudiga maavärinate arvu kohta, mis on registreeritud erinevate rahvusvaheliste seismoloogiateenistuste poolt üle maailma alates 1979. aastast.

Kui võrrelda kõiki seismilistes andmebaasides toodud sündmusi, siis võib tõdeda, et alates 2014.

aastast hakkasid seismiliste sündmuste kogumid maailma andmebaasides erineva mitte ainult kvantiteedi (joonis 9), vaid ka unikaalsuse (joonis 10) poolest. See tähendab, et on ilmunud sündmused, mis sisalduvad ühes või mitmes andmebaasis, kuid puuduvad teistes. Kuigi maavärinate andmekogud peaksid peegeldama sama tegelikkust.

Täielikuma ja objektiivsema pildi saamiseks seismilisest aktiivsusest maailmas on vaja võrrelda ja ühtlustada erinevatest allikatest pärit andmeid, võttes arvesse nende omadusi ja piiranguid.

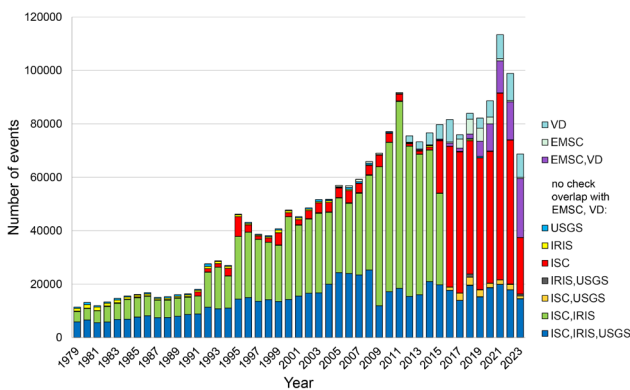
M3+ maavärinate arvu võrdlus perioodil 1979-2022. erinevate seismiliste aluste andmete järgi



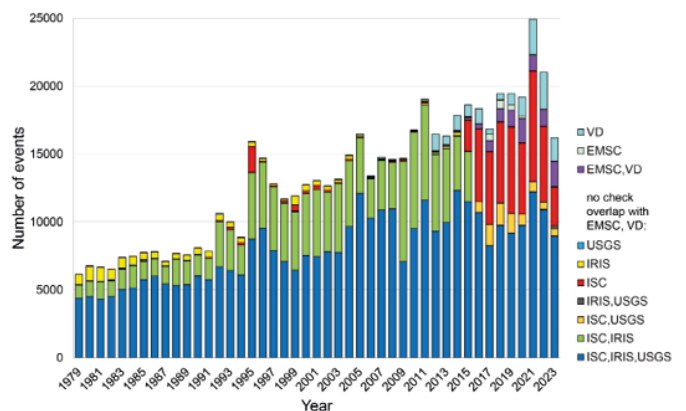
Riis. 9.

Erinevate rahvusvaheliste seismoloogiateenistuste poolt teatud aja jooksul registreeritud 3,0 või enama magnituudiga maavärinate arvu graafik. Sinine kõver on unikaalsed sündmused, mis on kogutud kõigist andmebaasidest. Valiku meetodika on toodud lisas 1.

Unikaalsete seismiliste sündmuste arv M3+ aastatel 1979-2023, esinevad ainult kindlaksmääratud seismoloogiateenistustes



Unikaalsete seismiliste sündmuste arv M4+ aastatel 1979-2023, esinevad ainult kindlaksmääratud seismoloogiateenistustes



Riis. 10.

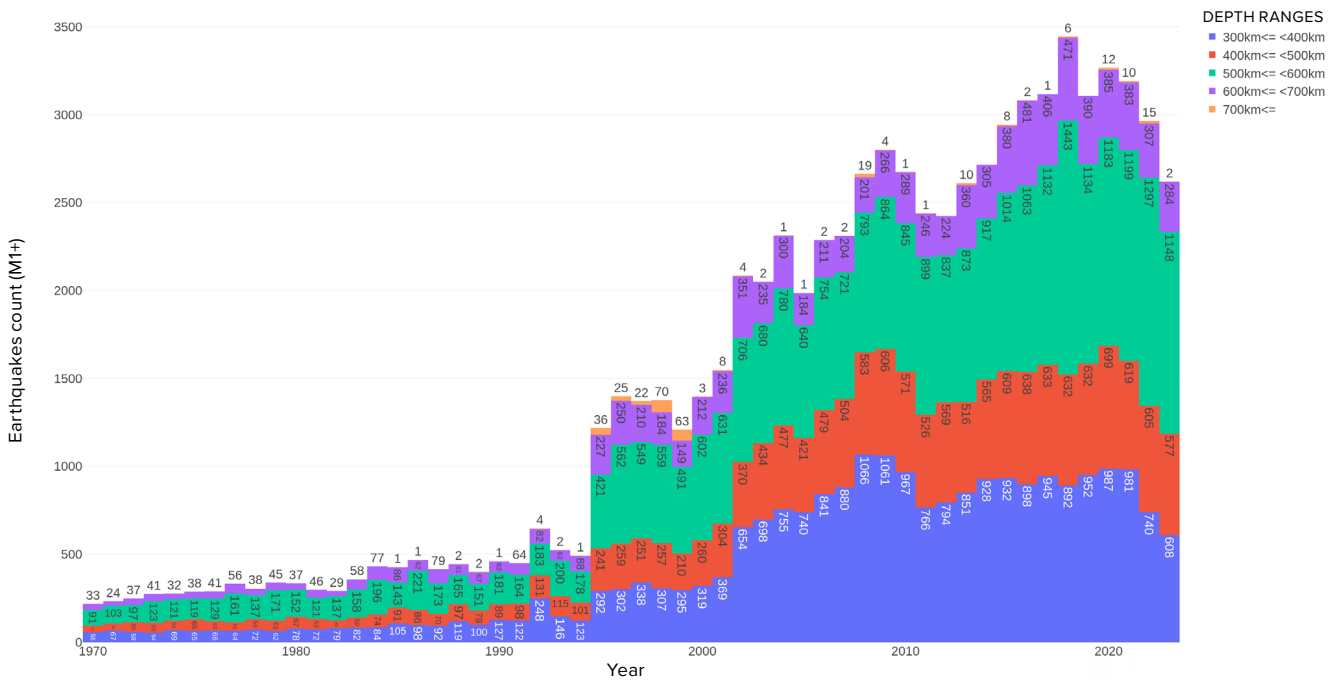
Ajavahemikus 1979–2023 esinevate ainulaadsete seismiliste sündmuste arvu graafikud, mille suurus on 3,0 või rohkem (vasakul) ja magnituudiga 4,0 või suurem (paremal), mis esinesid samaaegselt ainult kindlaksmääratud seismoloogilistes teenistustes.

Süvafookusega maavärinate tõus

Sügava fookusega maavärinad on seismilised sündmused, mis toimuvad sügavamal kui 300 km ja ulatuvad mõnel juhul kuni 750 km sügavusele maapinnast. Sügava fookusega maavärinad esinevad kõrgrõhu- ja kõrgetemperatuurilistes keskkondades, kus vahevöö materjal deformeerub pigem plastiliselt kui hapralt ja seetõttu ei tohiks see tekitada maavärinaid. Sellegipoolest registreeritakse selliseid sündmusi regulaarselt ja nende toimumise mehhanismid jäävad teadusliku arutelu objektiks.

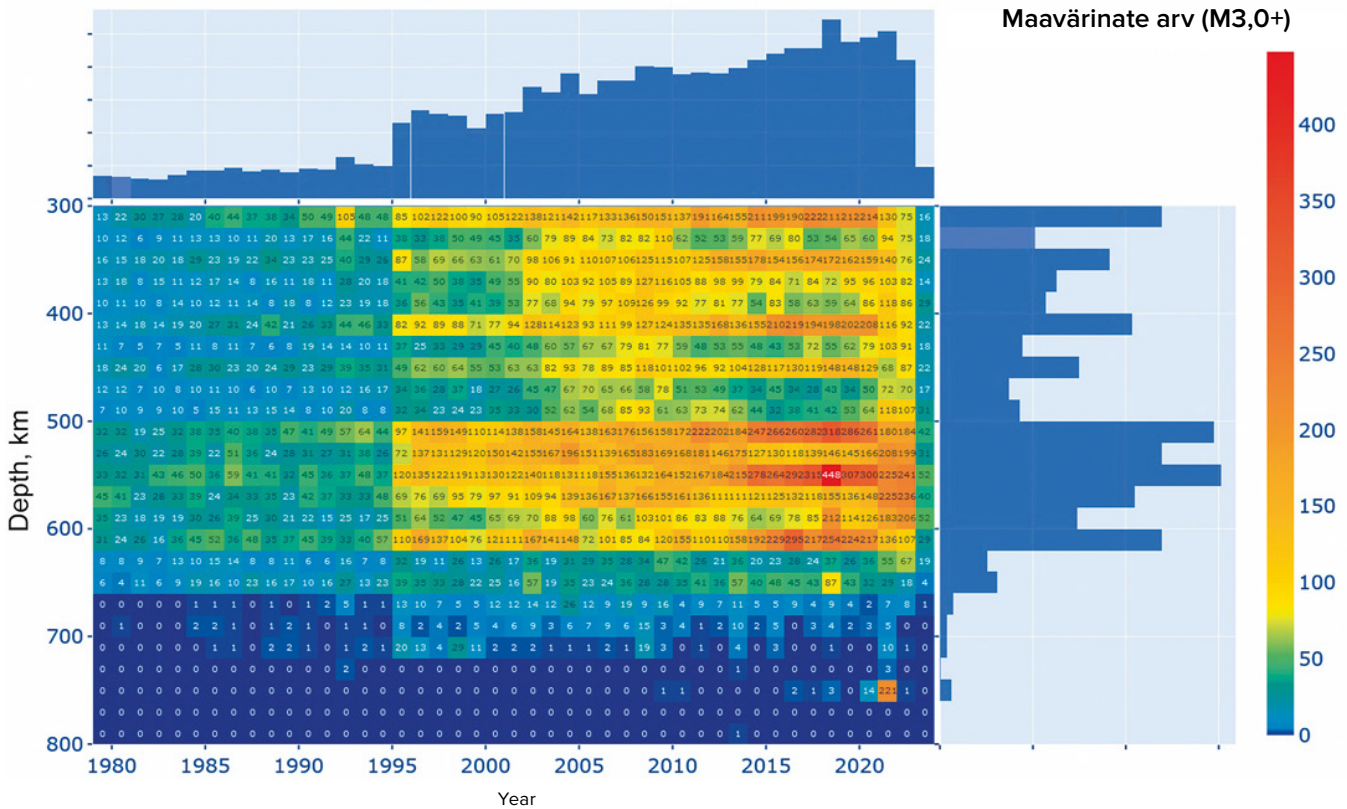
Nüüd pole maavärinate sagenemise põhjuseks mitte lihtsalt maakoore stress, vaid planeedi magmaatilise aktiivsuse kasv sügaval meie planeedi sisikonnas. Sellele viitab süvafookusega maavärinate eksponentsiaalne kasvutrend (joon. 11-12). Graafik näitab maavärinate arvu suurenemise eksponentsiaalset progresseerumist sügavamal kui 300 km, Maa ülemises vahevöös. Märkimisväärset hüpet täheldati 1995. aastal, nagu hüppeid paljudes teistes geodünaamilistes anomaaliates.

Süvafookusega maavärinad M1+ maailmas perioodil 1970-2023



Riis. 11.

Alates 1970. aastast on planeedil 1,0 magnituudiga ja rohkem süvafookusega maavärinate arvu eksponentsiaalne kasv. ISC andmebaas.



Riis. 12.

Sügava fookusega maavärinate soojuskaart magnituudiga 3,0 ja rohkem. Vertikaalsel skaalal - hüpotsentrite sügavused, horisontaalsel - aastad. ISC andmebaas. 1995. aastal toimus sündmuste arv hüppeliselt. Kõige rohkem süvafookusega maavärinaid toimub sügavusvahemikus 500–600 km.

Käesolevas aruandes kirjeldatud mudeli kohaselt on süvafookusega maavärinad plahvatused, mis on samaväärsed tohutu hulga aatomipommide võimsusega, mis plahvatavad samaaegselt sügaval Maa vahevöös. Süvafookusega maavärinate arvu

eksponentsiaalne kasv näitab meie planeedi erakordset magmaatilist aktiivsust. Erilist muret vahevöö seismilise aktiivsuse suurenemise pärast teeb asjaolu, et sügava fookusega maavärinad põhjustavad sageli maakoos suuri maavärinaid².

² Tugevad maavärinad vahevöös ja nende mõju lähi- ja kaugvööndis. Mihhailova R.S. Venemaa Teaduste Akadeemia geofüüsikateenistus, 2014. <http://www.ems.du/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>

Mihhailova R.S., Ulubieva T.R., Petrova N.V. Hindu Kuši maavärin 26. oktoobril 2015 koos Mw=7,5, 10[~]7: eelnev seismilisus ja järeltõugete järjestus // Põhja-Euraasia maavärinad. – 2021. – Väljanne. 24 (2015). – lk 324–339. DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.31

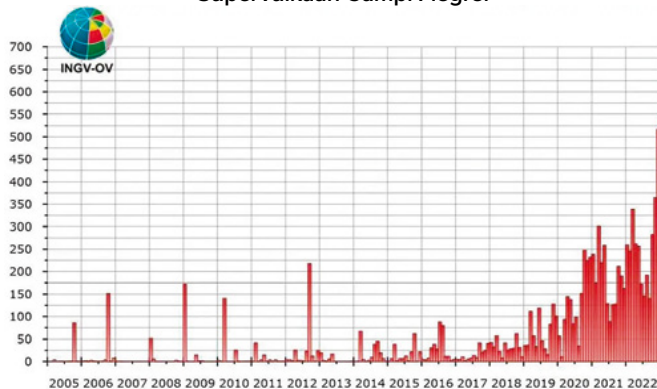
Vulkaanide aktiveerimine

Paljud suured linnad asuvad vulkaaniliste kaldeerade läheduses või otse nendes. Näiteks Kagoshima linn Jaapanis asub Aira kaldeeras, Napoli ja Pozzuoli asuvad Itaalias Campi Flegrei kaldeera vahetus läheduses. Ja Saksamaal on tohtu supervulkaan Laach, mis viimastel aastatel on hakanud ilmutama aktiivsuse märke.

Viimastel aastakümnetel sügavustes toimunud

muutuste põhjuseks on suurenev magmaatiline aktiivsus ning seda kinnitab maavärinate arvu suurenemine vulkaanide ja supervulkaanide piirkonnas, näiteks Campi Flegreis Itaalias (joon. 13), Taupo Uus-Meremaal (joonis 14), Yellowstone USA-s (joonis 15), Mauna Loa Hawaiiil (joonis 16), Triden Alaskal (joonis 17), Sakurajima vulkaan Aira supervulkaani kaldeeras Jaapanis (joon. 18).

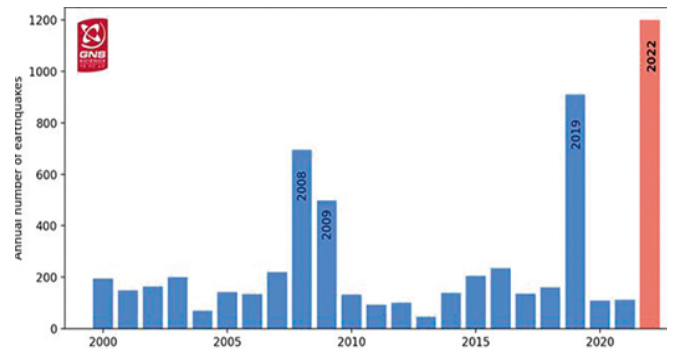
Supervulkaan Campi Flegrei



Riis. 13.

Seismiliste sündmuste sageduse suundumus alates 2005. aastast. Campi Flegrei observatooriumi Vesuuvi observatooriumi INGV bületään 2023. aasta aprilliks. <https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/>

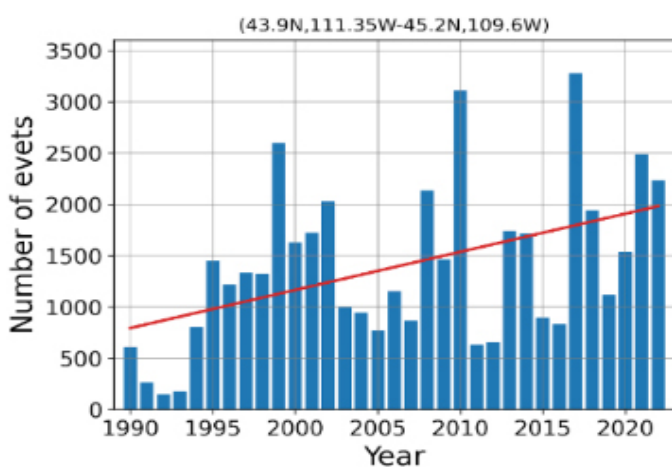
Supervulkaan Taupo



Riis. 14.

Maavärinate arv aastast Taupo supervulkaani piirkonnas. Allikas: GeoNet Volcanic Activity Bulletin <https://www.geonet.org.nz/vabs/7tu66IDztDnlaYDG0LYSgl> (juurdepääsu kuupäev 14.02.2024)

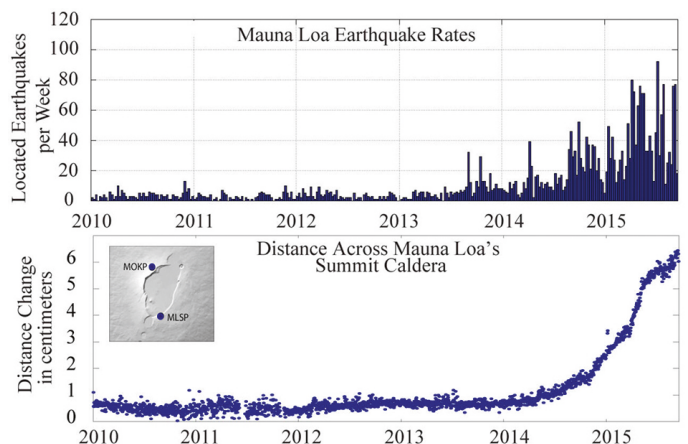
Supervulkaan Yellowstone



Riis. 15.

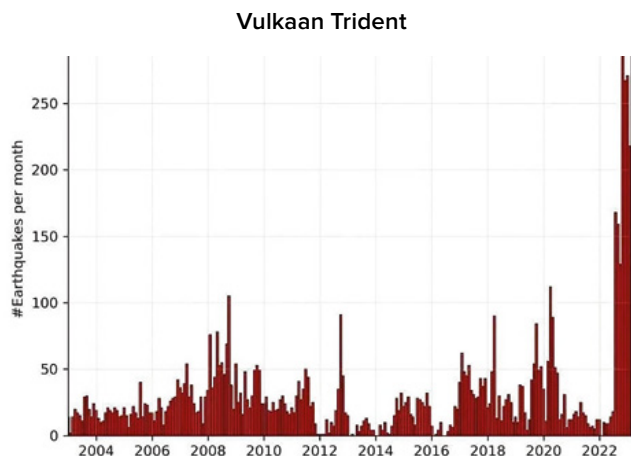
Iga-aastaste maavärinate arvu kasv Yellowstone'i supervulkaani piirkonnas. Graafik põhineb USGS-i andmetel

Mauna Loa vulkaan

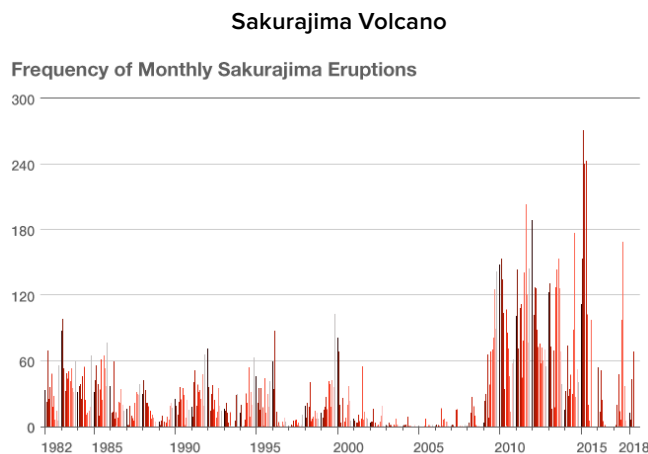


Riis. 16.

Andmed maavärinate ja deformatsioonide kohta aastateks 2010–2016. Mauna Loa vulkaani piirkonnas. USGS-i andmed. <https://www.usgs.gov/media/images/mauna-loa-earthquake-and-deformation-data-2010-2016>

**Riis. 17.**

Maavärinat, mis toimusid Alaska Tridenti vulkaani all 1. jaanuarist 2003 kuni 21. veebruarini 2023. Histogramm näitab registreeritud maavärinate arvu kuus. Andmed: USGS/AVO, Aaron Wech. <https://watchers.news/2023/02/23/increased-seismic-activity-under-trident-volcano-alaska/>

**Riis. 18.**

Pursete arvu suurenemine, mis näitab magmaatilise aktiivsuse suurenemist Sakurajima vulkaanis Aira supervulkaani kaldeeras Jaapanis. <https://www.nippon.com/en/features/h00194/>

Seismilise aktiivsuse suurenemine vulkaanide läheduses viitab magmaatiliste protsesside aktiveerumisele. See näitab, et vulkaanide magmakambrid täituvad ja valmistuvad potentsiaalseks purskeks. Arvestades praegust ebatüüpilist magmaatilist tegevust meie planeedi sisemuses, kutsub ühe supervulkaani plahvatus esile vulkaaniplahvatuste ahelreaktsiooni, mis toob kaasa planeedi katastroofi.

Vulkanoloogid registreerivad täna veel üht anomaaliat: vulkaanide eralduv laava on

ebatüüpilise koostisega, mis on iseloomulik vahevöö sügavatest kihtidest pärit magmale, mis on toodud järgmises infograafikas.

Kaartidel on mitmeid näiteid viimase 10 aasta jooksul erinevatest vulkaanipursetest vabanenud laava keemilise koostise või füüsikaliste omaduste anomaaliatest. Andmed põhinevad kogu maailma teadlaste uuringutel.



Põhja-Ameerika
**YELLOWSTONE'I
SUPERVULKAANI
KALDEERA (USA)**

OD 1995

Alates 1995. aastast on maavärinate sagedus ja intensiivsus kasvanud.

Suurima arvu maavärinate sügavus väheneb 11 km-lt 2010. aastal 5 km-ni 2022. aastal.

2018. aastal toimus geisrite tegevuse sünkroniseerimine, kui enamik kogu kaldeera geisreid hakkas korraga purskama kordades sagedamini. Geisrite aktiivsus on endiselt kõrge.

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

Aastatel 2013-2014 kasvas territooriumi tõusutempo järsku 5 korda.

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

Kohalikud pindade ülekuumenemise piirkonnad on ilmnunud alates 2003. aastast.

<https://www.usgs.gov/news/thermal-activity-norris-geyser-basin-provides-opportunity-study-hydrothermal-system>
<https://doi.org/10.3389/feart.2020.00204>



Põhja-Ameerika
**EDGECUMBE VULKAAN,
ALASKA (USA)**

2019-2022

800 aastat uinunud vulkaanil on Alaska kõrgeim tõus. See on ebanormaalne, kuna uinunud vulkaanid aktiveeruvad ootamatult uuesti, eriti sellisel kiirusel. Magma tõuseb umbes 10 km kõrguselt umbes 20 km sügavuselt ja põhjustab maavärinaid ja olulisi pinnadeformatsioone.

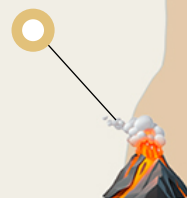
<https://doi.org/10.1029/2022GL099464>


Lõuna-Ameerika
VULKAAN CHAITEN (TŠIILI)

1. MAI 2008

Chaiteni vulkaan purskas ootamatult rüoliitmagmat. Linna elanikud tundsid maavärinat 24 tundi enne, kui tuhk neile peale langes ja võimas purse toimus. Selline lühike hoiatus suurest purskest, eriti basaldist, on ränimagma puhul ainulaadne. Kiire tõus tähendab üleminekuaga enam kui viie kilomeetri sügavuselt maapinnale ligikaudu nelja tunni jooksul. See viitab magma kiirele tõusule subvulkaanilise süsteemi kaudu.

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



 Aafrika

VEEALUNE VULKAAN MAYOTTE'I SAARE LÄHEDAL (PRANTSUSMAA)

2019

Uue vulkaani süünd Mayotte'i ranniku lähedal Reunioni saare lähedal Madagaskari piirkonnas. Aasta jooksul läbis magma vahevööst maapinnani 80 km kaugusele kogu maakoore ja tekkitas uus veealuse vulkaani. Selline vulkaani moodustumise kiirus on enneolematult kiire. 2019. aastal oli see suurim aktiivne veealune purse, mis eales registreeritud.

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

 Antarktika

ORCA VEEALUNE VULKAAN BRANSFIELDI VÄINAS

AUGUST 2020 – VEEBRUAR 2021

Varem mitteaktiivse Orca veealuse vulkaani piirkonnas on toimunud umbes 85 000 magma sissetungist põhjustatud maavärinat. Magma põletas kuue kuuga läbi 10 km maapõuest, mis on läbitungimise kiiruse ja intensiivsuse rekord.

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

 Aafrika

VULKAAN NYIRAGONGO (KONGO DR-RWANDA)

2021

Purse ilma ettekuulutamata, mis on tingitud vulkaani Nyiragongo ehitise rebendist. Purse omas anomaalset iseloomu, kuna levis ülalt alla ja kutsus esile ulatusliku 25-km laiuse laavaseina sissetungi.

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

 Antarktika

VULKAAN DECEPTION

2015

Maavärinaparved, mis on põhjustatud sügavast, pikaajalisest ja ulatuslikust magma sissetungimisest. Kõige rohkem registreeritud tegevusi.

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


 Aasia

CHANGBAI VULKAAN (PÕHJA-KOREA – HIINA)

2002-2005

Võimas süvafookusega maavärin vulkaani lähedal 566 km sügavusel magnituudiga 7,2 tõi kaasa kolm aastat kestnud seismilised rahutused. Intensiivsed maavärinaparved olid põhjustatud uue magma ja gaasifaasi aktiivsuse tungimisest vahevööst.

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

 Aasia

SUURE KURIILI MÄESTIKU RAIKOKE VULKAAN (VENEMAA)

21.–25.06.2019

Purse oli 21. sajandil Kuriili saarte üks suuremaid. Purset iseloomustas anomaalia – Raikoke vulkaani toitnud magmad tekkisid vahevöös ehk magmadel on sügavuseline allikas. Purse oli plahvatusohtlik kogu oma eksisteerimise ajal ning põhjustas tuhasadu ja püroklastilise tihedusega vooge. Viimane tõi kaasa saare pindala suurenemise 0,7 km² võrra.

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

 Aasia

MERAPI VULKAAN (INDONEESIA)

2010

VEI 4 purse oli Merapi õudsem vulkaaniline katastroof viimase 80 aasta jooksul. Purske oli esile kutsunud suurema, kui tavaliselt, sügavamalt tuleva lenduvate aineterikka magma sissevool, mis tungis sisse suhteliselt lühikese aja jooksul. Purske ajal ja pärast seda haarasid laharid endasse peaaegu kõik suuremad orud, põhjustades varasematest pursetest oluliselt rohkem kahju.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-15040-1_12

📍 Austraalias, Uus-Meremaal ja Okeaanias

TAUPO SUPERVULKAANI KALDEERA (UUS-MEREMAA)

2003-2011

Täheldati maapinna taseme tõusu, mis on korrelatsioonis piirkonna intensiivse seismilise aktiivsusega. Uue magmakambri süünd.

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

2019

Maavärinate seeria on põhjustatud magma tungimisest 8 km sügavusele Taupo kaldeerasse.

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

2022

Seismiline aktiivsus tõusis ja vulkaanilise aktiivsuse tase tõusis.

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

📍 Austraalias, Uus-Meremaal ja Okeaanias

KILAUEA VULKAAN HAWAII (USA)

2018

Ida rifti alumise piirkonna suurim purse ja kaldeera kokkuvarisemine esimest korda vähemalt 200 aasta jooksul.

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



📍 Austraalias, Uus-Meremaal ja Okeaanias

VULKAAN HUNGA TONGA HUNGA HA'APAI (TONGA KUNINGRIIK)

15. JAANUAR 2022

Rekord kõige võimsama vulkaanipurske kohta. Selle plahvatusliku purske voog tõusis oma kõrgeimas punktis 58 kilomeetrini, murdes läbi mesosfääri. Purse tekitas ka suurima arvu välgulööke, mis on registreeritud mis tahes tüüpi loodussündmuste puhul. Sellise koostisega laavat ei olnud Tonga eelmiste pursete ajal 2009. ja 2014. aastal varem teatatud.

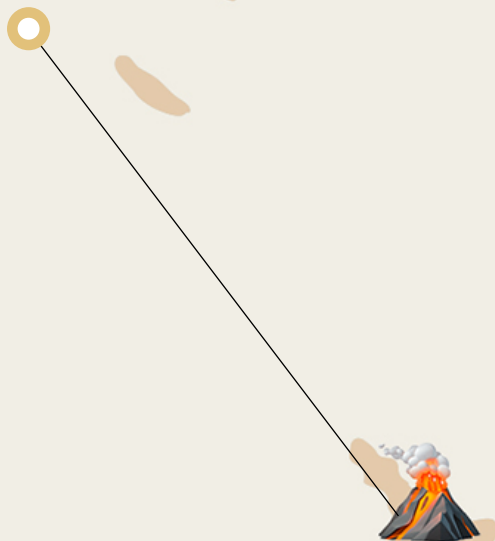


Varasematel pursetel oli magma vahepeelses kambris lõksus, kuid seekord tõusis värske magma kiiresti ilma keemilistele muutustele aega raiskamata.

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

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

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



📍 Euroopa

VULKAAN FAGRADALSFJALL (ISLAND)

2021

Vulkaani laava peamiste keemiliste parameetrite muutumise kiirus oli rohkem kui tuhat korda suurem kui teiste pursete ajal. Selle üksiku sündmuse keemilise koostise üldine ulatus on sarnane kõikidele Edela-Islandi pursetele viimase 10 000 aasta jooksul. Veelgi enam, sügaval asetsevate magmade väljavalamise staadium vastab purske perioodile, mil laava purskkaev tõusis kuni 400 meetri kõrgusele. Purske esimese 50 päeva jooksul pursanud basaltide geokeemiline analüüs koos nendega seotud gaasiheitmetega näitab otsest päritolu ülemise vahevöö magma ladustamistsoonist. Reykjanesi poolsaarel asuv Fagradalsfjalli vulkaanisüsteem on alates 2021. aastast pärast enam kui 800-aastast tegevusetust pursanud kolm korda.

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



📍 Euroopa

BORGERHRAUNI VULKAAN (ISLAND)

2014

Enneolematult kiire magma tõus vulkaanil, mis oli varem tuhat aastat uinunud. Magmal kulus võlvist 24 km sügavuselt maapinnale tõusmiseks vaid 10 päeva.

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

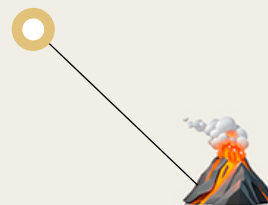
📍 Euroopa

CUMBRE VIEJA VULKAAN (HISPAANIA)

2021

Pärast esimest plahvatust hakkas mõne tunni jooksul ilmuma aktiivne magma. Laava oli ülivedel, siinsetest ajaloolistest basaldipursetest voolavaim. Vulkaani toidavad vahevöö vulkaanilised sulamid, mis pärinevad sügavast mantlist. Võib-olla pärineb magma Maa sügavatest kihtidest tuumast madala kiirusega tsoonide kaudu. Seetõttu on 2021. aasta septembri purske ajal pinnale voolanud laava ülivedel ja liikuv.

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



 Euroopa

SUPERVULKAAN LAACHER SEE (SAKSAMAA)

2013-2018

Seismilise aktiivsuse ilmnemine 10–40 km sügavusel 12,9 tuhat aastat tagasi pursanud supervulkaani kaldeera piirkonnas, samuti pidev vulkaanilise gaasi eraldumine kaldeera ümber viitavad aktiivsele magmaatilisele süsteemile, mis võib olla seotud vahevöö ülemise osa sulamisega.

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



 Euroopa

CAMPI FLEGREI SUPERVULKAANI KALDEERA (ITAALIA)

2004-2024


Gaasirõhk hakkab maapinda tõstma, mis viitab vulkaani aktiveerumisele. Bradüseism jätkub tänapäevani.

2016-2024

Vulkaantektooniliste maavärinate arvu eksponentsiaalne kasv ja kõigi purske eelkäijate sünkroniseerimine.

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



 Euroopa

ETNA VULKAAN (ITAALIA)

DETSEMBER 2020 – VEEBRUAR 2022

Aastatel 2020–2022 toimunud purskeid õhutas viimase kümnendi pursete kõige intensiivsemalt tõusev magma. Seda perioodi iseloomustasid sagedasemad pursked. Avastati basaltse magma kiire ränne sügavaimast tasemest rekordajaga.

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



 Euroopa

COLUMBO VEEALUNE VULKAAN (KREEKA)

2006-2007

Põhisulatisel sagedane tõus sügavamatel tasemetel toob kaasa kuumenemise ja uue magmakambri moodustumise. Seismilise aktiivsuse registreerimine erinevatel ajavahemikel näitab reservuaari jätkuvat täiendamist sügavamatest allikatest pärit magmaga.

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

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



Viimasel kümnendil on magma tõus maakoore sügavustest kiirenenud paljudes vulkaanilistes piirkondades, nagu Island, Itaalia, Mayotte'i saar India ookeanis, La Palma saar (Kanaari saared) ja teised. See näitab vulkaanilise aktiivsuse suurenemist globaalses mastaabis.

Vulkanoloogid on mures Maa sügavustest tõusva magma kiiruse järsu suurenemise pärast. Magma tõusuprotsess, mis varem võttis aega sadu ja tuhandeid aastaid, toimub tänapäeval mõnes piirkonnas vaid kuue kuuga. Täpselt nii juhtus 2021. aastal Bransfieldi väinas, kus

magma tõusuga 10 km sügavuselt kaasnes 85 000 maavärinat³. Maakoore paksus selles piirkonnas on 15 km. Maavärinate lokaliseerimine näitas, et 10 km maakoorest oli aktiivse magma poolt juba põletatud ja 5 km oli alles jäänud enne maapinnale tungimist.

Magma kiire tõus märkimisväärsetest sügavustest viitab ohtlike ja varem jälgimata protsesside toimumisele Maa sees. Vulkaanide aktiveerumine viitab sellele, et planeedi sisikonda on hakanud kogunema tohutul hulgal energiat, mis üritab välja murda.

Orkaanide, tormide ja tornaadode tugevnemine

2023. aastal tekkis esimest korda ajaloos igas ookeanibasseinis 5. kategooria troopiline tsüklon, mis on tugevaim. Ja peaaegu iga selle kategooria orkaan on võrreldes eelmiste aastate orkaanidega tõusnud tugevuse, kestuse ja intensiivistumise kiiruse rekordiomanikuks⁴.

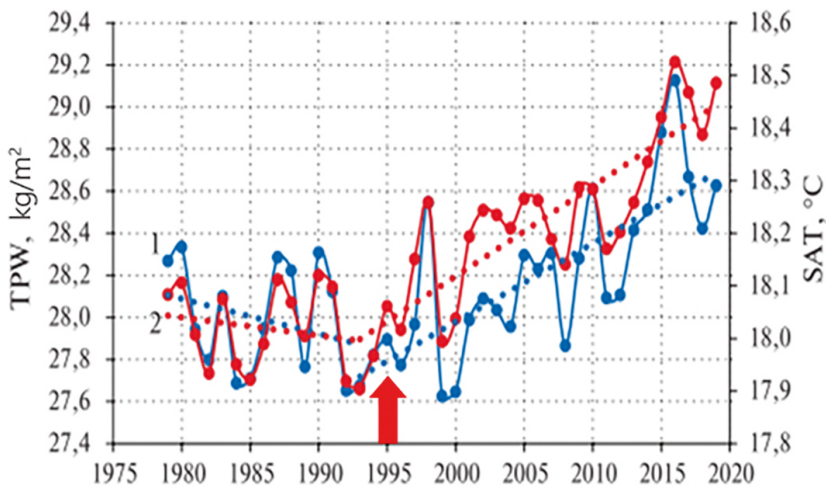
Näiteks orkaan Otis, mis vaid 12 tunniga muutus tavalisest troopilisest tormist 5. kategooria orkaaniks – kõige hävitavamate kahjustustega orkaaniks. See orkaantuule kiiruse katastroofilise suurenemine on tingitud ookeani anomaalsest kuumenemisest ja inimtekkelise tegurist, mida kirjeldatakse allpool. Kui ookean soojeneb, eraldab see atmosfääri rohkem niiskust. Alates 1995. aastast on registreeritud ookeani kohal oleva atmosfääri niiskusesisalduse oluline tõus (joonis 19). Graafik näitab andmeid ookeani aurustumise ja õhutemperatuuri muutuste kohta

ookeani kohal aastatel 1975–2020. Mõlemad näitajad on alates 1995. aastast näidanud pidevat tõusu, mis viitab maailma ookeanide ja nende kohal oleva atmosfääri soojenemisele. Kuigi kuni 1995. aastani olid mõlemad näitajad languses. Pange tähele, et alates 1995. aastast on Maa põues täheldatud ka olulisi geodünaamilisi protsesse, mis on väljendunud sellistes muutustes nagu põhjamagnetpooluse nihke kiiruse 3,5-kordne suurenemine, pöörlemistelje liikumine ja planeedi pöörlemiskiiruse suurenemine, ookeanipõhja maavärinate arvu ja võimsuse suurenemine ning süvafookusega maavärinad, mida kirjeldatakse üksikasjalikumalt allpool. Seega on temperatuuri tõus ja ookeanivee aurustumine seotud nii inimtekkelise faktoriga kui ka magma tõusuga vahevööst, mis mõjutab vee temperatuuri ja tsirkulatsiooni ookeanis.

³Cesca, S., Sukan, M., Rudzinski, Ł., Vajedian, S., Niemz, 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>

⁴Mersereau, 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>

Atmosfääri niiskusesisaldus



Riis. 19.

Atmosfääri niiskusesisalduse (1) (kg/m²) ja õhutemperatuuri (2) (°C) aastaväärtuste aastane kõikumine Maailma ookeani kohal aastatel 1979–2019.

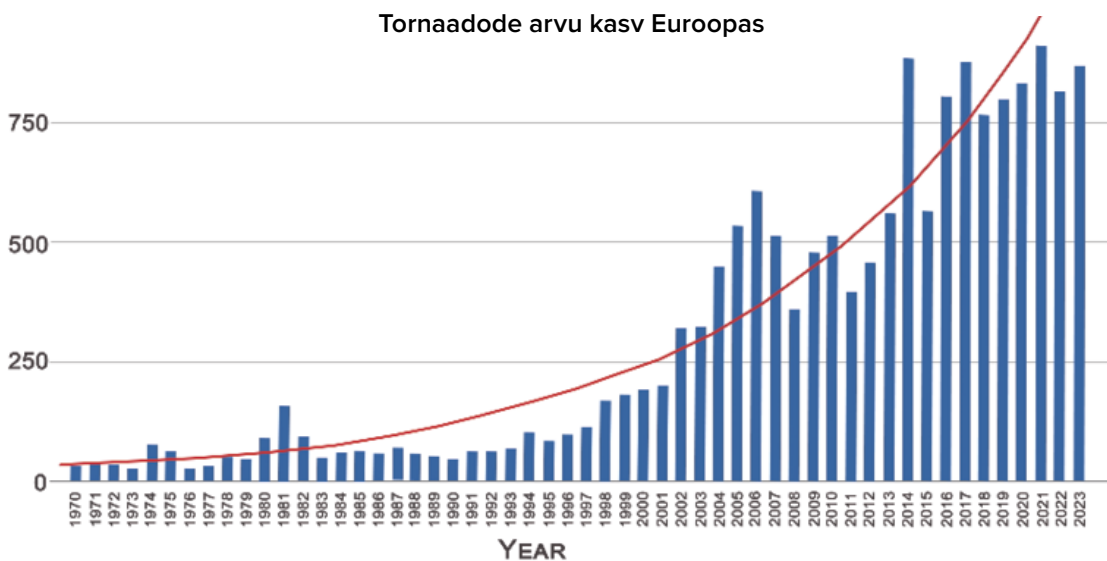
Allikas: Malinin V.N., Vainovsky P.A.) Ookeani-atmosfääri süsteemi niiskusvahetuse komponentide suundumused globaalse soojenemise tingimustes vastavalt Reanalysis-2 arhiivile // Maa kosmoset kaugseire kaasaegsed probleemid. T. 18. – 2021, nr 3. – Lk 9–25. – DOI: 10.21046/2070–7401–2021–18–3–9–25.

Ookeani aurustumisest tulenev õhuniiskuse suurenemine põhjustab hüdro meteoroloogiliste nähtuste, nagu troopilised orkaanid, tormid ja tornaadod, ebatavalised temperatuurid, sademed ja üleujutused, sagenemist.

Euroopas on tornaadode arv aastatel 1970–2023 kasvanud, nagu on näidatud joonisel fig. 20, põhinevad Euroopa ohtlike ilmastikuandmete andmebaasi (ESWD) andmetel. Tornaadode arv on märkimisväärselt

suurenenud – aastatel 1970–1979 oli see ligikaudu 45 tornaadot aastas. aastatel 2014–2023 üle 800 aastas. See tähendab, et keskmine tornaadode arv aastas on Euroopas kasvanud 18 korda. Tornaadod ja orkaanid toimuvad praegu piirkondades, kus neid pole kunagi esinenud, põhjustades märkimisväärselt majanduslikku kahju.

Tornaadode arvu kasv Euroopas



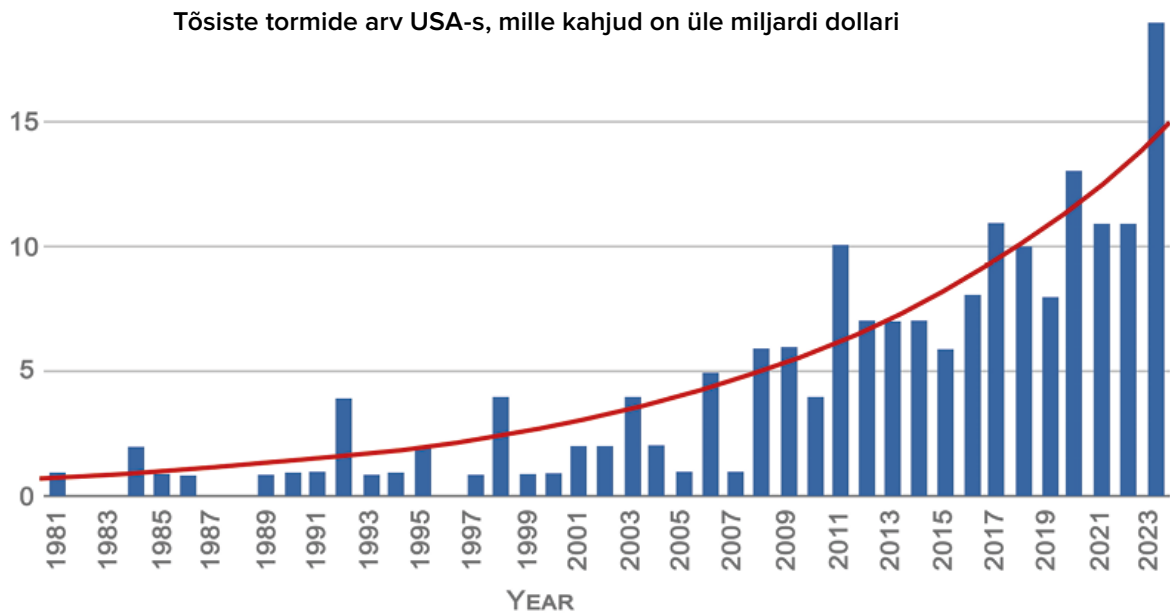
Riis. 20.

Graafik tornaadode aastaarvust Euroopas. Andmeallikas: Euroopa ohtlike ilmastiku andmebaas (ESWD)

Viimasel kümnendil on Põhja-Ameerikas ja Austraalias tugevaid kahjusid põhjustanud valdavaks nähtuseks saanud konvektiivtormid, millega kaasnevad tornaadod, rahe, vihmasadu ja äikesetormid.

Joonisel fig 1 esitatud NOAA andmete

analüüs. 21 näitab miljardeid dollareid maksvate tormide arvu eksponentsiaalset kasvu Ameerika Ühendriikides aastatel 1981–2023. Ajavahemikul 1981–1990 ei esinenud rohkem kui 2 sellist tormi aastas. Viimastel aastatel on aga järsult kasvanud, ainuüksi 2023. aastal toimus 19 korda.



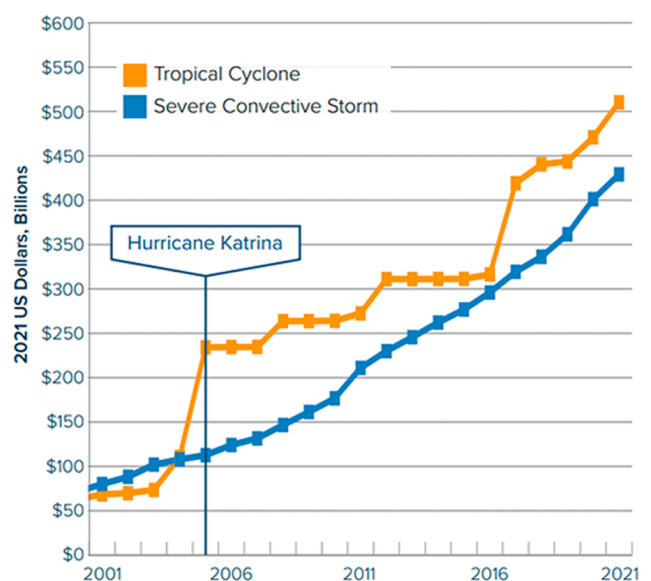
Riis. 21.

Graafik USA-s toimunud tugevate tormide arvu kohta, mille kahju ületab miljardi dollari. Andmeallikas: NOAA riiklikud keskkonnateabe keskused

Konvektiivtormide kahjustused on muutunud võrreldavaks troopiliste orkaanide tekitatud kahjudega (joonis 22). Peamine trend, mis graafikul on näha, on mõlema kategooria kindlustuskahjude kasv. See näitab, et nende katastroofide maksumus kasvab jätkuvalt.

USA riikliku ookeani- ja atmosfääriameti (NOAA) andmetel põhjustasid konvektiivtormid 10 aasta jooksul alates 1990. aastast USA-le umbes 40 miljardi dollari väärtuses kahju ning viimase kümnendi jooksul on kahjude summa kasvanud 6 korda ja ületanud 240 miljardit dollarit (joonis 23) ja 2023. aastal püstitasid orkaanidega seotud kahjud uue rekordi, ulatudes 54 miljardi dollarini.

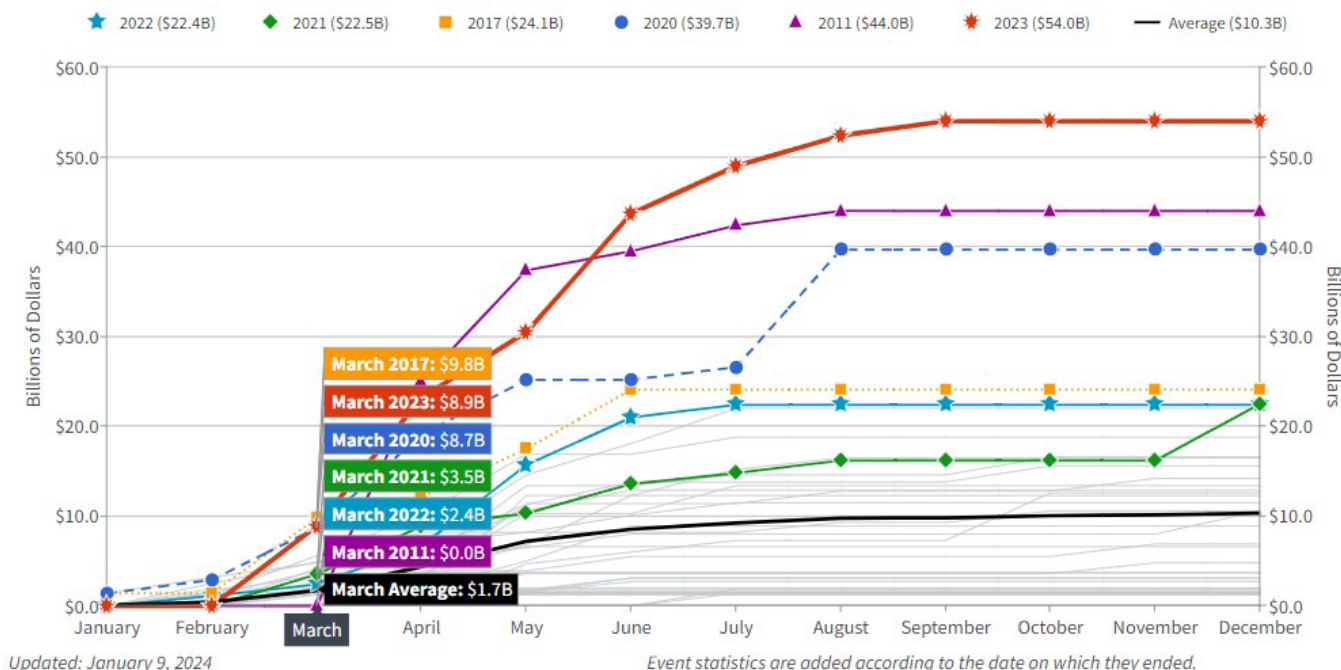
Kumulatiivsed kindlustatud kahjud, 2001-2021 YTD



Riis. 22.

Konvektiivtormide ja troopiliste orkaanide kahjustuste dünaamika Ameerika Ühendriikides ajavahemikul 2001–2021. Graafik näitab kahte joont: oranž joon tähistab troopiliste tormide kahjustusi ja sinine joon tõsiste konvektiivtormide kahjustusi. Andmeallikas: Aon (Catastrophe Insight).

Loodusõnnetuste tekitatud kahju, mis ületab 1 miljardi dollari USA-s aastatel 1980–2023. kumulatiivse kogusummaga (korrigeeritud CPI-ga)



Riis. 23.

Tugevate tormide kahjude suurenemine USA-s, mille kahju on üle ühe miljardi dollari. Allikas: National Oceanic and Atmospheric Administration, USA (NOAA)

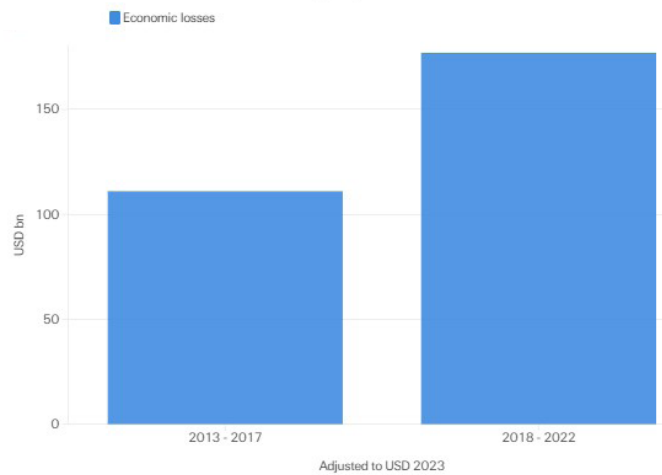
NOAA riiklikud keskkonnateabe keskused (NCEI) U.S. Miljardi dollari väärtuses ilmastiku- ja kliimakatastroofid. (2024). (<https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>), DOI: 10.25921/stkw-7w73

Graafik näitab erinevat värvi jooni, millest igaüks tähistab konkreetset aastat. Aastal 2023, mida tähistab punane joon, on tugevate tormide põhjustatud suurim kahju, mis ületab 50 miljardit dollarit. Graafik kajastab perioodi 1980-2023, seda on korrigeeritud inflatsiooniga (CPI), graafikut uuendati 09.01.2024.

AON-i kliimakatastroofide raporti⁵ kohaselt põhjustasid Euroopas viimase 10 aasta suurimad majanduslikud kahjud tugevad konvektiivtormid. Need tormid on osutunud hävitavamaks kui talvised tormid, mida traditsiooniliselt peetakse piirkonna peamiseks ohuks.

Šveitsi Reinstituudi⁶ uuringu kohaselt on tugevad konvektiivtormid viimasel ajal olnud suurimaks kahjuallikaks sekundaarsete ohtude hulgas (madala kuni mõõduka kahjuga kõrgsageduslikud sündmused, nagu rahetormid, äkilised üleujutused, tornaadod, maalihked, põuad ja metsade tulekahjud). Aastatel 2018–2022 ulatusid tõsiste konvektiivtormide ülemaailmsed majanduslikud kahjud 177 miljardi USA dollarini, mis on 60% rohkem kui viimase viie aasta jooksul (joonis 24). See näitab nende sündmuste sageduse ja intensiivsuse suurenemist.

Konvektiivtormidest tulenevad ülemaailmsed majanduskahjud kahe viieaastase perioodi jooksul: 2013–2017. ja 2018–2022



Riis. 24.

Konvektiivtormidest tingitud ülemaailmsete majanduskahjude võrdlus kahe viieaastase perioodi jooksul: 2013–2017. ja 2018–2022 Allikas: Swiss Re Institute.

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

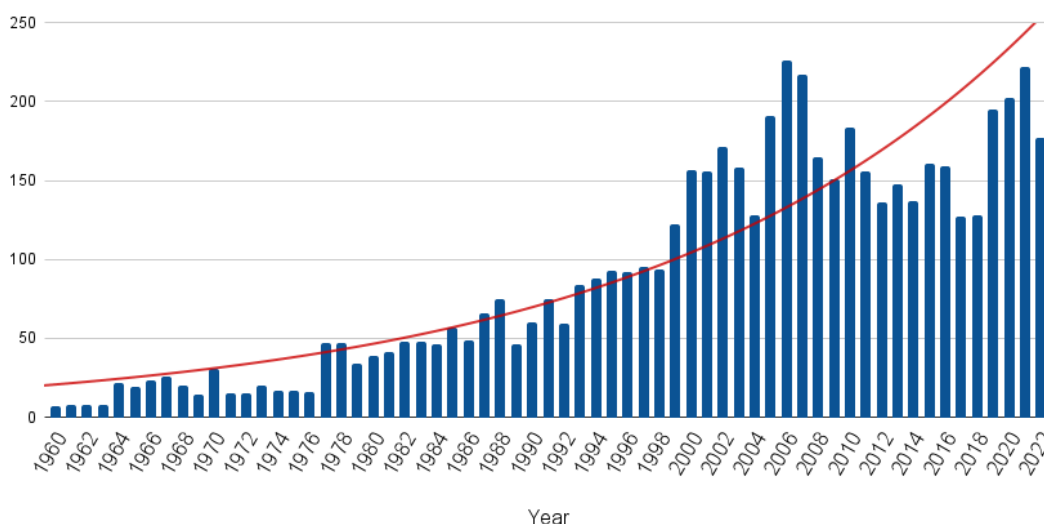
⁶Swiss Re Institute <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/tornados-hail-thunderstorms.html>

Üleujutuste ja põuade sagenemine

Samuti on märgatavalt suurenenud suurte üleujutuste arv kogu maailmas (joonis 25). Tõsised üleujutused on defineeritud kui need, mis põhjustavad olulist kahju inimestele ja infrastruktuurile. Kui 1970. aastatel oli 10 aastaga vaid 260 tõsist üleujutust, siis aastatel

2014–2023 kasvas üleujutuste arv 1500-ni ehk oli 6 korda rohkem. Andmed näitavad, et üleujutuste peamiseks põhjuseks olevate äärmuslike sademete sagedus ja intensiivsus suureneb.

Suurte üleujutuste arv maailmas

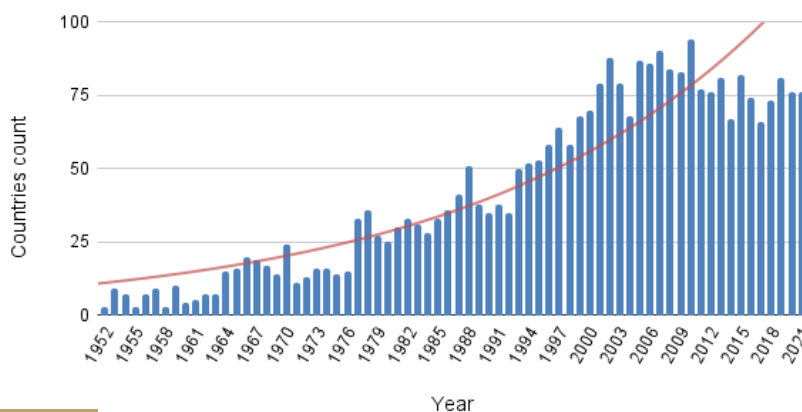


Riis. 25.

Suurte üleujutuste arv maailmas aastatel 1960–2022. Andmeallikas: rahvusvaheline looduskatastroofide andmebaas (EM-DAT)

Pealegi on oluliselt suurenenud üleujutustest mõjutatud alade arv (joonis 26). Kui 1970. aastatel kannatas üleujutuste all umbes 20 riiki aastas, siis alates 2000. aastatest on igal aastal üleujutuste käes kannatanud üle 80 riigi, mis on neljakordne kasv.

Üleujutustest mõjutatud riikide arv



Riis. 26.

Üleujutustest mõjutatud riikide arv alates 1970. aastast. Andmeallikas: rahvusvaheline looduskatastroofide andmebaas (EM-DAT)

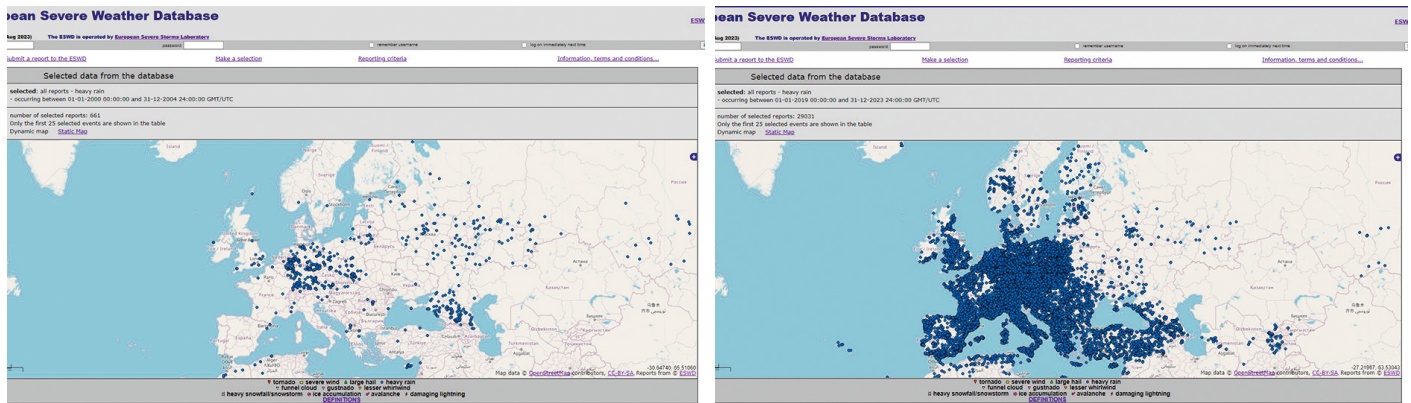
Ebatavaliste sademete ja rekordiliste sademete sagedus kasvab ka kogu maailmas. Euroopa ohuilmade andmebaasi (ESWD) andmetel esines Euroopas aastatel 2000–2004 661 ekstreemset sademejuhtumit ja aastatel

2019–2023 29 031 (joonis 27). See tähendab, et ebatavalisi sademeid hakkas esinema 44 korda sagedamini. Ebanormaalsed sademed on sademed, mis ületavad normaalse intensiivsuse, kestuse või sageduse poolest.

Ebatavalised sademed Euroopas

2000-2004

2019-2023



Riis. 27.

Anomaalsed sademed Euroopas: a) 2000–2004, b) 2019–2023.

Ellikas: Euroopa ohtliku ilmastiku andmebaas (ESWD)

Kaardil on kujutatud ebatavaliste sademete jaotus Euroopas kahe viie aasta jooksul: 2000–2004. ja 2019–2023 Euroopa kaardil tähistavad sinised täpid kohti, kus sellised sündmused aset leidsid. Mida rohkem on piirkonnas punkte, seda rohkem oli ebanormaalseid sademeid.

Ka pöudade arv kasvab rekordiliselt. ÜRO⁷ andmetel on pöudade arv maailmas viimase 20 aastaga kasvanud 29%. ÜRO raport näitas, et 1,84 miljardit inimest maailmas ehk peaaegu veerand maailma elanikkonnast elas aastatel 2022 ja 2023 pöua tingimustes. Juba praegu

kannatab pöua tõttu rekordilised 258 miljonit inimest “ägeda nälja käes” ja mõned neist on nälgimise äärel.

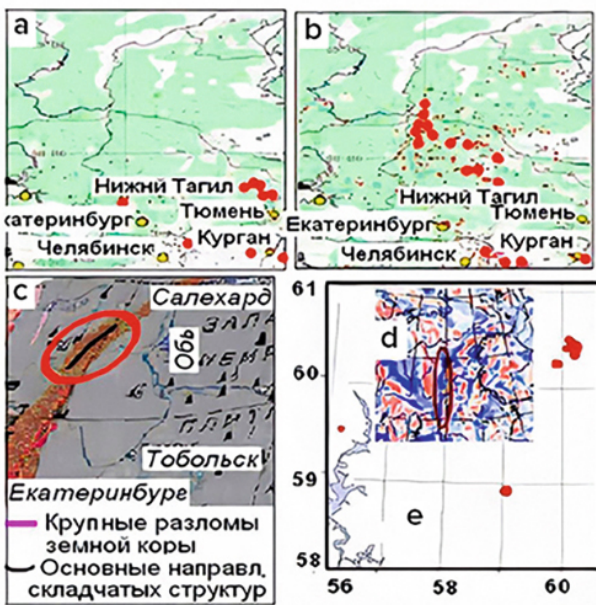
2023. aastal tabas paljusid riike katastroofiline pöud, mis tõi kaasa tohutuid majanduslikke kaotusi.

⁷ ÜRO andmed <https://www.un.org/en/observances/desertification-day>

Tulekahjude arvu suurenemine

Viimasel ajal on looduslikke tulekahjusid olnud väga raske kustutada isegi kaasaegsete tehniliste vahenditega. Teadlase Pjotr Vladimirovitš Ljušvini⁸ sõnul tekivad tulekahjud maapõue murrangupiirkondades, kus sügavusest väljuvad

vesinik, metaan ja muud tuleohtlikud gaasid (joon. 28-29). See muudab tulekahju kustutamise äärmiselt keeruliseks. Asulad ja terved linnad põlevad. Tulekahju esineb isegi põhjapoolsetes piirkondades lume all.



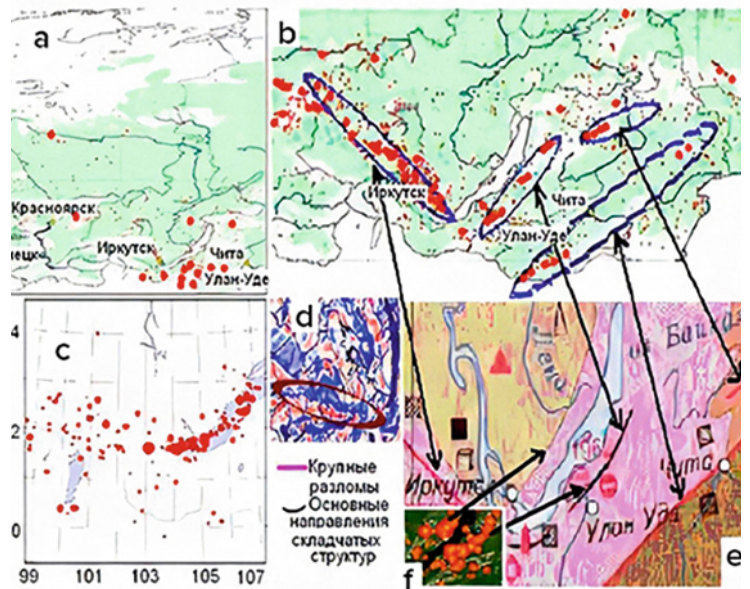
— Major faults in the Earth's crust
 — Main directions of fold structures

Riis. 28.

Tulekahjude, maavärinate, maakoore rebendite ja magnetiliste anomaaliade asukohtade kokkulangevus Uurali piirkonnas

- a) – tulekahjud 2009. aasta suvel;
- b) – tulekahjud 2010. aasta suvel;
- c) – suured rebendid maakoores ja volditud konstruktsioonide põhisuunad;
- d) – 1995–2013 maavärinate allikad;
- e) – magnetvälja anomaaliad (sinised jooned on positiivsed, punased negatiivsed).

Allikas: <https://regnum.ru/article/2395754> (juurdepääsu kuupäev: 02.01.2024)



Riis. 29.

Tulekahjude, maavärinate, maakoore rikete ja magnetanomaaliade asukohtade kokkulangevus Lõuna-Siberis

- a) – tulekahjud 2009. aasta suvel ja
- b) – tulekahjud 2010. aasta suvel,
- c) – maavärina allikad aastatel 1991–2017;
- d) – magnetvälja anomaaliad (sinised toonid on positiivsed, punased negatiivsed);
- e) – volditud konstruktsioonide suured rebendid ja põhisuunad;
- f) – tulekahjud Baikali piirkonnas. Nooded näitavad tulekahjude asukohta maakoore rebendite läheduses.

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

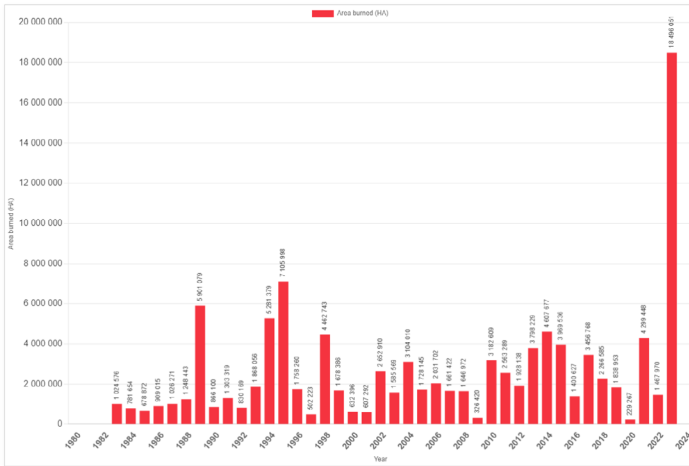
⁸ Lyushvin P.V. Looduslikud madalad tulekahjud ja kuidas neid minimeerida. Raport Moskva Riikliku Ülikooli geoloogia-geograafiliste teaduskondade ülevenemaalise interdistsiplinaarse seminar-konverentsi "Planeet Maa süsteem" XXVI koosolekul 30. jaanuar - 2. veebruar 2018 - 2 // 2018

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>

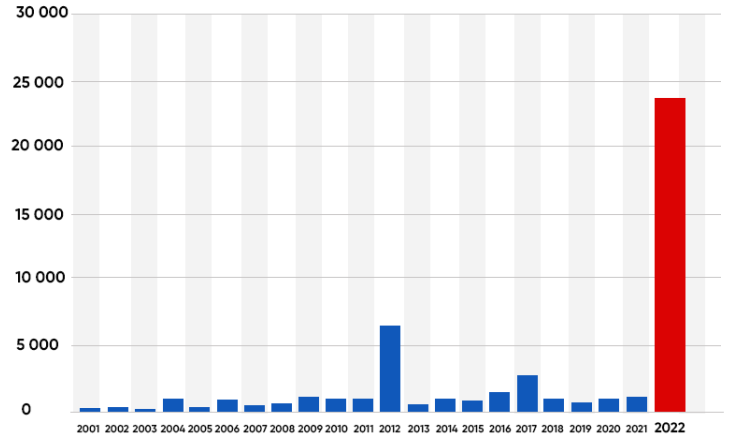
Äärmuslike tulekahjude pindala erinevates riikides on hakanud järsult suurenema. Viimase 3 aasta jooksul on tulekahjude pindala enneolematult suurenenud Kanadas, Austraalias, Hispaanias, USA-s ja Euroopas (joonis 30–34).

Annual Area Burned in Canada



Riis. 30.

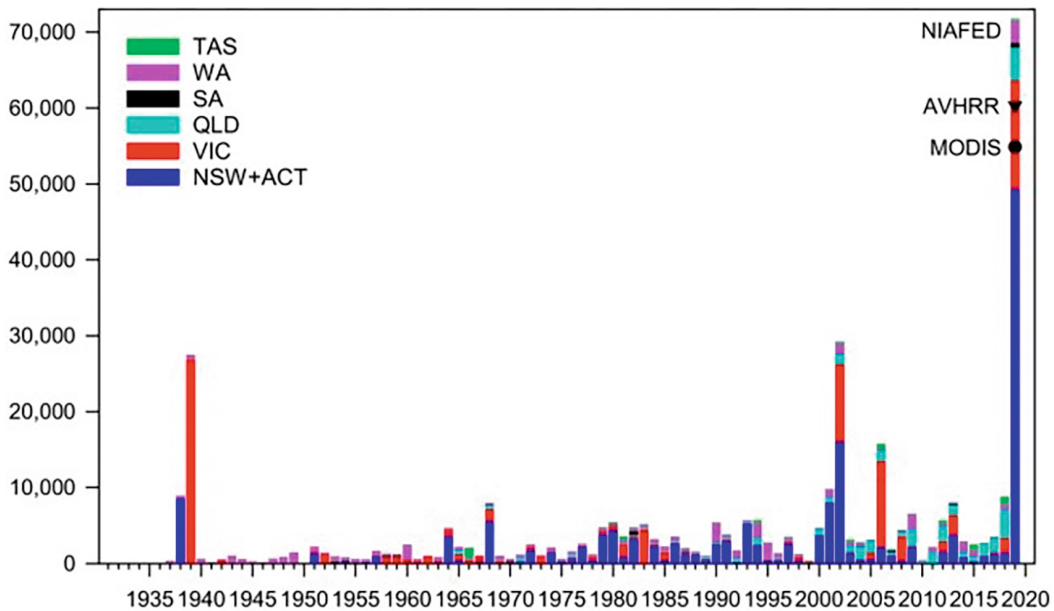
Põlenud alade pindala Kanadas
Allikas: Kanada asutustevaheline metsatulekahjukeskus (CIFFC)



Global Forest Watch

Riis. 31.

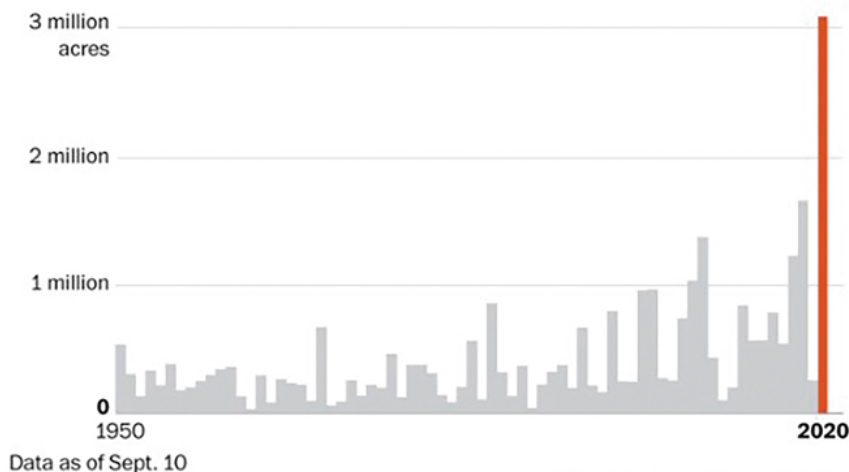
Metsapõlengute tõttu metsakatte kaotus Hispaanias aastatel 2001–2022
Allikas: Global Forest Watch



Riis. 32.

Metsapõlengute tagajärjel põlenud metsaökosüsteemide ala osariigi ja territooriumi lõikes 1930–2019 tulekahjuaastatel Uus-Lõuna-Wales ja Austraalia pealinnaterritoorium (tumesinine), Victoria (punane), Queensland (helesinine), Lõuna-Austraalia (must), Lääne-Austraalia (lilla) ja Tasmaania (roheline).

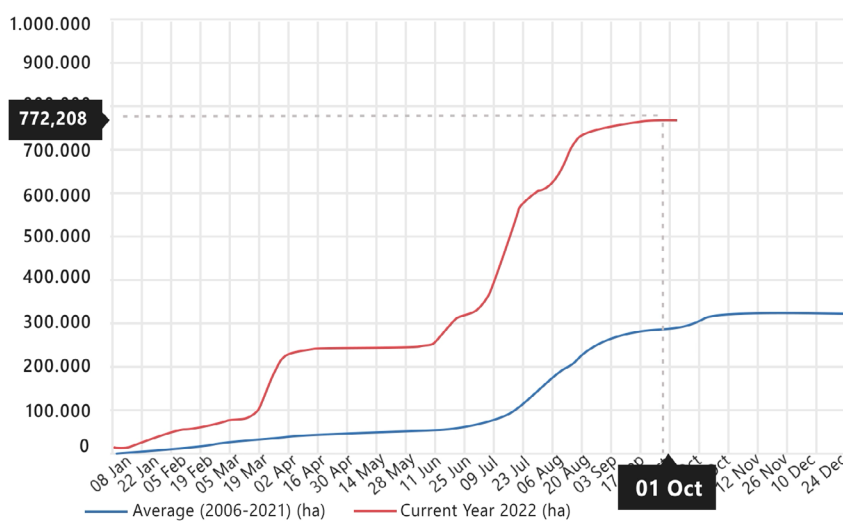
Allikas: Canadell, J., Meyer, C., Cook, G., Dowdy, A., Briggs, P., Knauer, J., Pepler, A. & Haverd, V. (2021). Multi-decadal increase of forest burned area in Australia is linked to climate change. Nature Communications, 12, 6921 (2021). DOI: 10.1038/s41467-021-27225-4



Riis. 33.

Californias metsatulekahjudes põlenud aakri koguarv. 2020 purustas osariigi rekordi, kus põles üle 3,1 miljoni aakri.
Allikas: California metsandus- ja tulekaitseosakond (CAL FIRE)

Riis. 34.
Põlenud tulekahjude pindala Euroopas 2022. aastal (punane kõver), tulekahjude pindala keskmine väärtus aastatel 2006–2021. (sinine kõver).
Allikas: Euroopa metsatulekahjude infosüsteem



Veelgi enam, oluliseks tulekahjude levikut mõjutavaks teguriks on pragude ja rikete kaudu vee äravoolust tingitud põud, mis tekib kõikjal maakoore deformatsiooni tõttu seismilise aktiivsuse suurenemise ning maapõue ekvatoriaalse ja polaaradiameetri muutumise tagajärjel. planeet. Satelliidivaatluste, kliima- ja hüdroloogiliste mudelite järgi on veemaht

viimase kolme aastakümne jooksul vähenenud enam kui 50% kõigis suurtes looduslikes järvedes ja veehoidlates⁹. See nähtus on eriti paradoksaalne võrreldes üleujutuste arvu katastroofilise kasvutempoga, kui mitte arvestada hüdrodünaamilisi muutusi maakoore ülemistes osades aluspõhja tektoonilise aktiveerumise tagajärjel.

⁹ 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>

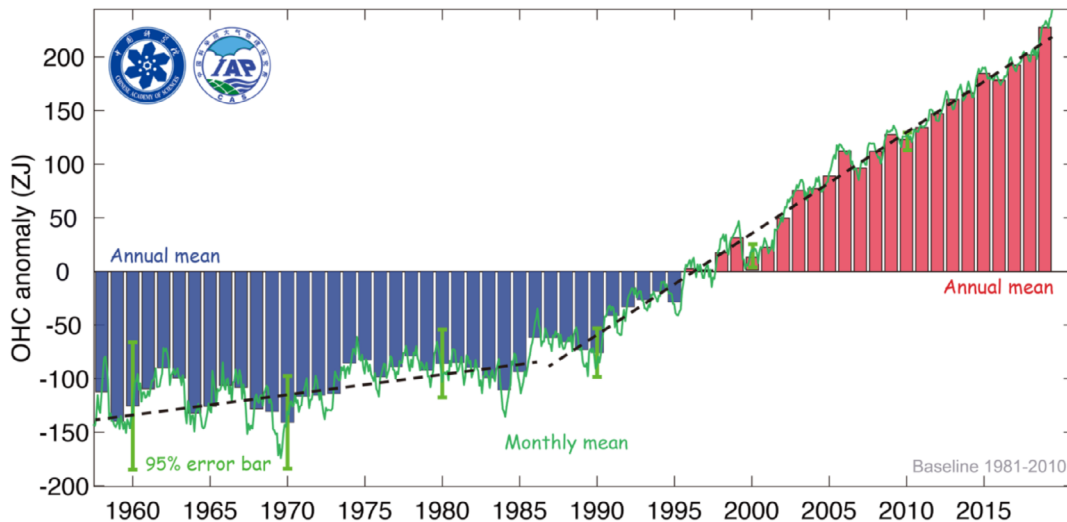
Maailmamere soojenemine

Ookeani soojenemine põhjustab äärmuslike hüdro meteoroloogiliste sündmuste, sealhulgas rekordiliste üleujutuste, taifuunide ja äärmuslike sademete sageduse ja ulatuse suurenemist.

2020. aasta seisuga on ookeanide soojenemine viimase 30 aasta jooksul kasvanud 450% (joonis 35). Uuring näitab, et kuigi ookeanid soojenesid aastatel 1955–1986 pidevalt, on soojenemine viimastel aastakümnetel kiiresti kasvanud.

Teadlaste hinnangul kuluks ookeani praegusel kiirusel soojenemiseks sama palju energiat, kui vabaneks siis, kui Hiroshimale heidetud 7 aatomipommi plahvataks igal sekundil aasta jooksul. See asjaolu tekitab järgmise ratsionaalse küsimuse: “Mis on sellise märkimisväärse energiakoguse allikas?”

Soojussisalduse muutused Maailma ookeani ülemistes 2000 meetris



Riis. 35.

Soojussisalduse muutus Maailmamere ülemises 2000 meetris

Allikas: 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). Rekordit püstitav ookeanisoojus jätkus 2019. aastal. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

Ookeani anomaalne soojenemine on tingitud nii antropogeensest tegurist kui ka magma mõjust, mille tõus on alates 1995. aastast hoogustunud. Ookeaniline maakoor on õhem kui mandriiline maakoor, seega soojendab magma ookeanipõhja tugevamini ja vastavalt sellele soojeneb ka ookean ise.

Järgmised faktid näitavad, et ookean soojeneb

sügavuti. USA teadlaste meeskond leidis, et ookeanide keskmine sügavus on viimase 60 aasta jooksul soojenenud 15 korda kiiremini kui eelneva 10 000 aasta jooksul¹⁰. Ja see areng kasvab iga aastaga üha kiiremini. Temperatuuri tõstmiseks sügavustel, kuhu päikesekiired enam läbi ei pääse, kulub tohutult energiat.

¹⁰ 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>

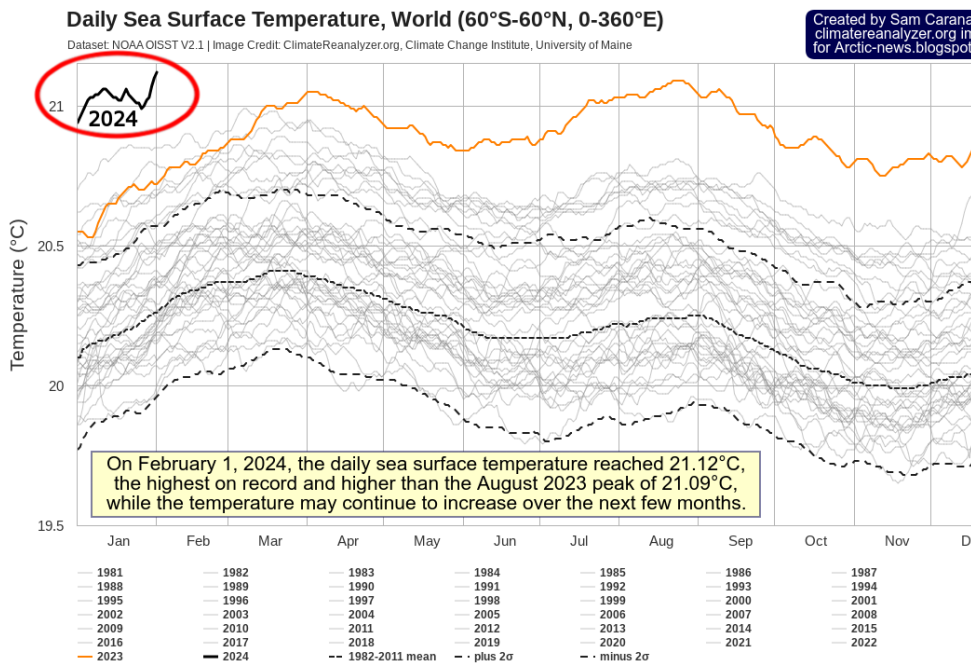
Üks vee soojenemise tegureid on metaani eraldumine. Põhjamere põhjas on tohutud metaanivarud gaasihüdraatide (klatraatide) kujul. Maakuumusega kokkupuutel need kogunenised sulavad ja eraldavad metaani gaasina. Need metaaniheitmed tekivad puhangutena ja neid nimetatakse “metaani tulbadeks” või “megasähvastusteks”. NOAA satelliidid registreerisid 2014¹¹ aasta aprillis atmosfääris anomaalse metaanitulba Arktika piirkonnas. Põhja geoloogilise ehituse järgi langevad suurenenud metaani kontsentratsiooniga alad kokku Arktika keskmurde joontega. Maavärinad näitavad murrangute aktiivsust, magmakambrite nihkeid ja soojusvoogude vabanemist.

Ookeani süvaosade temperatuuri tõus näitab, et ookean soojeneb nii ülalt kui ka altpoolt.

Argentina basseini¹² kahel sügavusel, mis on sügavamal kui 4500 m, on aastatel 2009–2019 märgatav soojenemine 0,02 °C ± 0,01 °C kümnendi kohta.

0,02°C ± 0,01°C on kolossaalne energiahulk, mis on vajalik sellise koguse külma vee soojendamiseks põhjas.

2023. aastal purustati ookeanipinna temperatuuride absoluutne rekord kogu vaatluste ajaloos (joonis 36). 2024 ületab juba kõik 2023. aasta rekordid ja tõenäoliselt ei mahu järgnevate muutuste trend graafikul toodud vahemike piiridesse.



Riis. 36.

Rekordiliselt kõrgeim ookeanitemperatuur. Keskmise päevane ookeanipinna temperatuur, 1981–2024 Andmeallikas: andmekogum NOAA OISST V2.1 | Pildi allikas: ClimateReanalyzer.org, Maine'i ülikooli kliimamuutuste instituut, andmekogum. NOAA OISST

¹¹ Jurganov L.N., Leifer A., Vadakkepuliambatta S. Atmosfääri metaani kontsentratsiooni kiireneva tõusu märgid pärast 2014. aastat: Arktika satelliidiandmed. // Maa kosmosest kaugseire kaasaegsed probleemid. 2017. T. 14. nr 5. lk 248–258. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2017-14-5-248-258>.

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

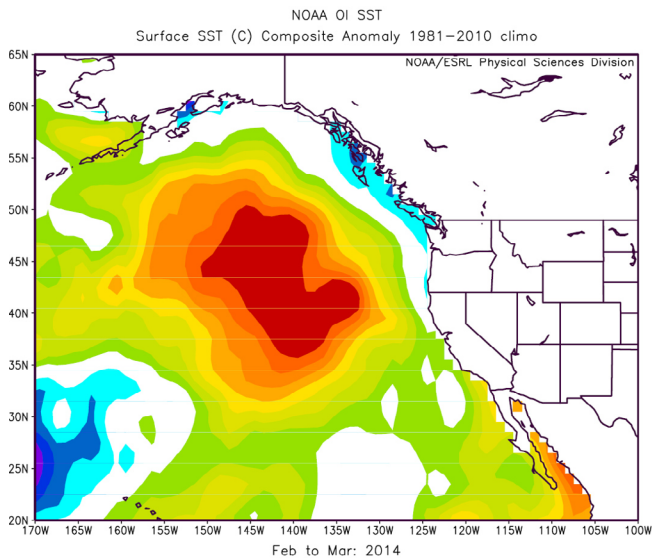
¹² Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R., & Campos, E. (2020). Observed Ocean Bottom Temperature Variability at Four Sites in the Northwestern Argentine Basin: Evidence of Decadal Deep/Abyssal Warming Amidst Hourly to Interannual Variability During 2009–2019. *Geophysical Research Letters*,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

Teiseks tõendiks ookeanide soojenemisest on mere kuumalained ehk pikka aega lokaalselt kuumutatud vesi ookeanis. Selle konkreetne näide on blobid, millel on hiiglaslikud pinnaveealad ebatavaliselt kõrge temperatuuriga. Alates 1995. aastast on blobide arv märkimisväärselt suurenenud¹³ ja neid on hakanud sagedamini ilmuma maailma ookeanide erinevates piirkondades, sealhulgas Uus-Meremaa rannikul, Edela-Aafrikas ja India ookeani lõunaosas.

Üks kuulsamaid ja mastaapsemaid blobe tekkis Alaska lahes 2013. aastal ja levis kiiresti üle Vaikse ookeani. Selle pindala oli üle 4 000 000

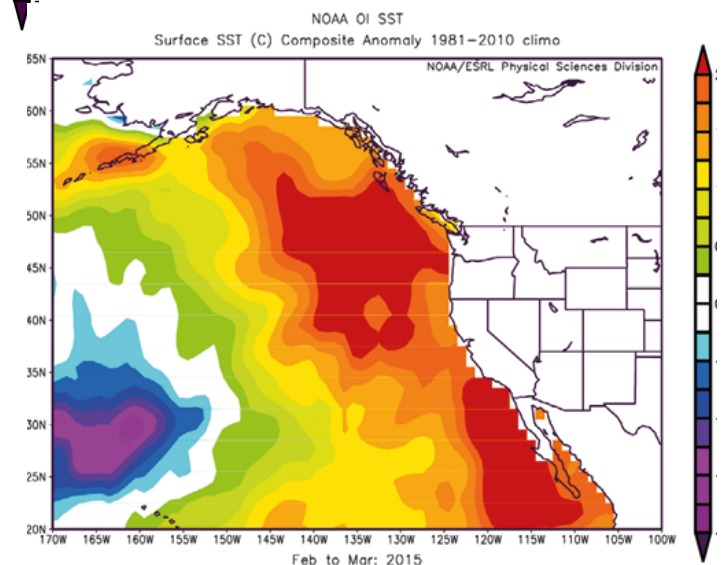
ruutmeetri. km (mis ületab India pindala) ja veetemperatuur ületas kohati keskmist 5-6 kraadi (joonis 37). Blob liikus üle ookeani Alaskast Mehhikosse kolm aastat, kuni 2016. aastani (joonis 38). See nähtus on negatiivselt mõjutanud piirkonna mere ökosüsteemi ja kliimat.

Ühe võimaliku teooria kohaselt tekkis selle blobi ilmumine suure tõenäosusega Alaska ranniku lähedal asuva aktiivse vulkanismi ja Cobbi¹⁴ magmasammu tõttu, mis soojendas ookeani põhjas vett ning see tõusis nii suures mahus pinnale.



Riis. 38.

Kaart, mis näitab, kuidas merepinna temperatuuri (SST) anomaalia on 2015. aasta märtsiks liikunud ja levinud piki Ameerika Ühendriikide läänerannikut. (Pilt saadud [NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado](https://www.noaa.gov/esrl-physical-sciences-division))



Riis. 37.

Kaart, mis näitab merepinna temperatuuri (SST) anomaalia, tuntud ka kui "Blob", asukohta Vaikse ookeani kirdeosas 2014. aasta märtsis. (Pilt saadud [NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado](https://www.noaa.gov/esrl-physical-sciences-division))

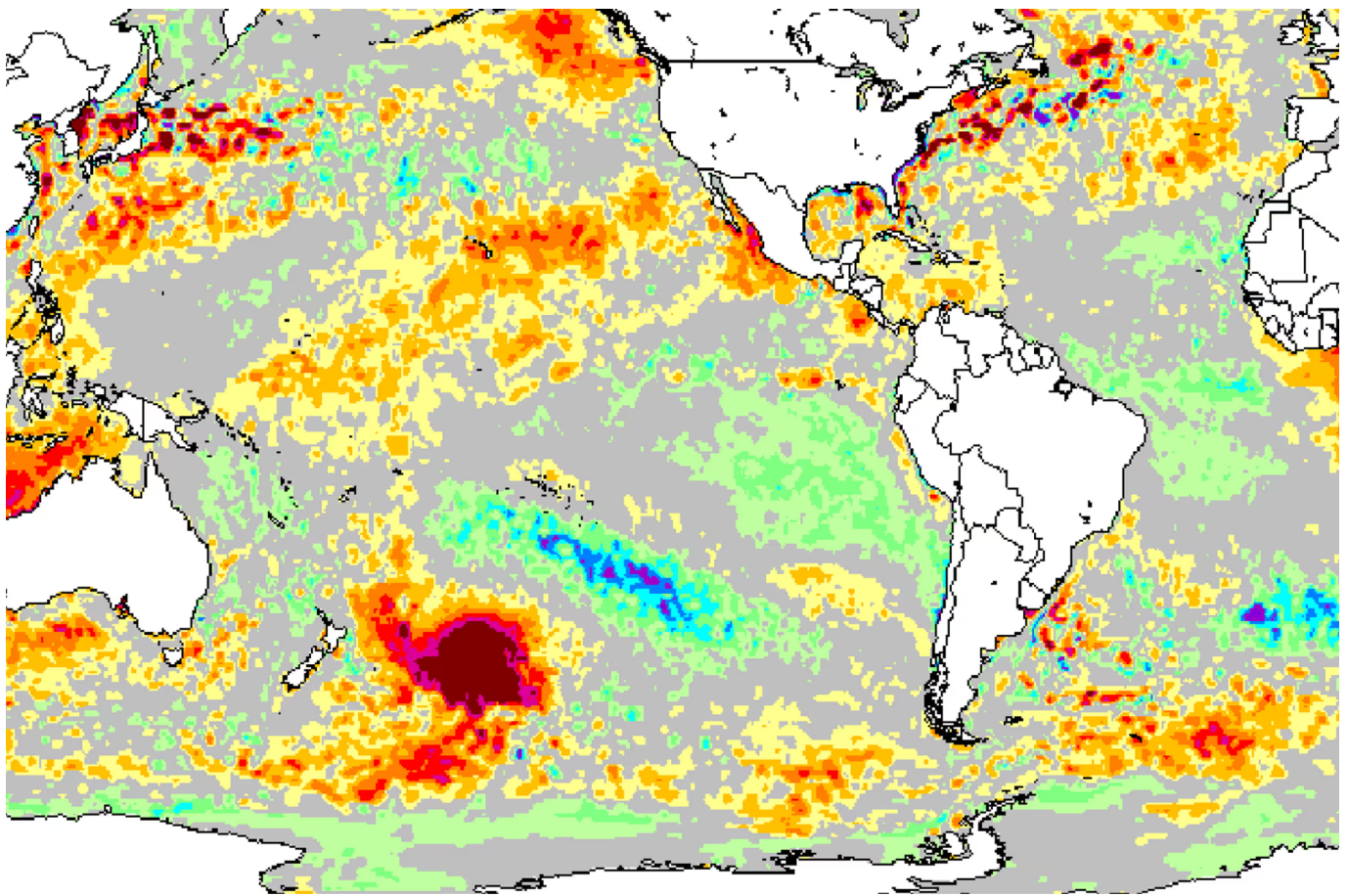
¹³ Laufkötter, C., Zscheischler, J., & Frölicher, T. L. (2020). *Science*, 369(6511), 1621–1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>

¹⁴ 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>

Vaikse ookeani lõunaosas Uus-Meremaast ida pool ilmus 2019. aasta detsembris blob, mille temperatuur on teatud päevadel keskmisest kuni 6 °C soojem. Blobi pindala oli üle miljoni ruutkilomeetri, mis on 1,5 korda suurem Texasest või 4 korda Uus-Meremaast (joonis 39). Sel ajal teatati, et see oli suurim blob maailma ookeanides. Veelgi enam, sellest tilgast sai selle piirkonna suuruselt teine sündmus. Wellingtoni Victoria ülikooli geograafia, keskkonna ja

geoteaduste osakonna professor James Renwick märkis, et “see on planeedi suurim ebanormaalse soojenemise tsoon. Tavaliselt on seal veetemperatuur umbes 15 °C, kuid praegu on see umbes 20 °C.”¹⁵

Selle blobi tekkimise tõenäoliseks põhjuseks oli iidse vulkaanilise platoo tegevus Uus-Meremaa ranniku lähedal¹⁶.



Riis. 39.

Merepinna temperatuurianomaalia Vaikse ookeani lõunaosas 25. detsembril 2019.

Allikas: 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>

¹⁵ 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>

¹⁶ 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>

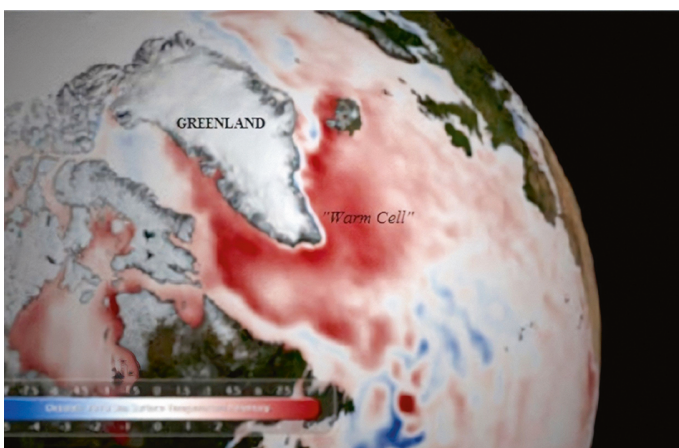
Hiina ookeani ülikooli¹⁷ teadlaste uued uuringud nõustuvad teooriaga, et mere soojaveelained ja blobid on põhjustatud sügavast vee kuumenemisest ookeani põhjas. Nad tõestasid, et kolmandik mere soojaveelainetest ei avaldu üldse ookeani pinnal ja umbes pooled ei avaldu oma elutsükli kõigil etappidel. Nende maa-aluste mere soojalainete aastane esinemine on ookeanide soojenemise tõttu viimase kolme aastakümne jooksul märkimisväärselt suurenenud. Tõsiasi, et olulist osa mere soojaveelainetest ookeani pinnal üldse ei täheldata, viitab ilmselt sellele, et neid ei saa põhjustada atmosfääri soojus.

Seega lisaks inimtekkelisele faktorile on mere soojaveelainete, sealhulgas blobide tekke põhjuseks veealune vulkaaniline aktiivsus ja magma tõus sügavustest ookeani maakoore, mis sai alguse 1995. aastal. See viib sügavate veekihtide soojenemiseni, mis ookeani põhjast vertikaalselt pinnale tõusevad ja moodustavad ookeanis ebanormaalselt soojenenud alasid. Plekid ookeanis põhjustavad muutusi atmosfäärirõhus, tuulte ja hoovuste kõrvalekaldeid, ookeani üldist soojenemist ja ökosüsteemide hävimist. Magmaatilise aktiivsuse kasvades

suureneb selliste mereliste soojaveelainete arv ja suurus ookeanis.

Üks näide mere soojaveelainete olulisest mõjust on muutused ookeanihoovuses, näiteks Golfi hoovuse aeglustumine 2010. aasta maist augustini. See juhtus pärast Eyjafjallajökulli vulkaani võimsat pursket Islandil 2010. aasta märtsis. Geoloog James Kamise sõnul sojendas vulkaanipurske põhjustanud magma tõus tõenäoliselt ookeani põhjas olevat vett.¹⁸ Selle tulemusena kerkis 2010. aasta mais vaatluste kohaselt Gröönimaa all asuva tektoonilise vööndi kohale tohutu sooja vee mass, mis oletatavasti blokeeris mõneks ajaks Golfi hoovuse tee (joonis 40). See tõi kaasa ajutise ilmastikumuutuse Euroopas ja Põhja-Ameerikas. Golfi hoovuse tõsisem nõrgenemine või peatumine võib kaasa tuua olulisi muutusi Euroopa ja Põhja-Ameerika kliimas, ökosüsteemides ja majanduses.

Praegu on inimtekkelise teguri ja ookeani sügavate kihtide soojenemisele kaasa aitava magmaatilise aktiivsuse suurenemise tõttu oht Golfi hoovuse nõrgenemiseks, peatumiseks ja isegi täielikuks kadumiseks.



Riis. 40.

Ookeani pinnatemperatuuri kaart 2010. aasta mai kohta, mis illustreerib 2009.–2010. aasta Põhja-Atlandi mere soojaveelainet. (märgitud punase värviga)

Allikas: 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>

¹⁷ 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>

¹⁸ 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>

Antarktika ja Gröönimaa liustike anomaalne sulamine

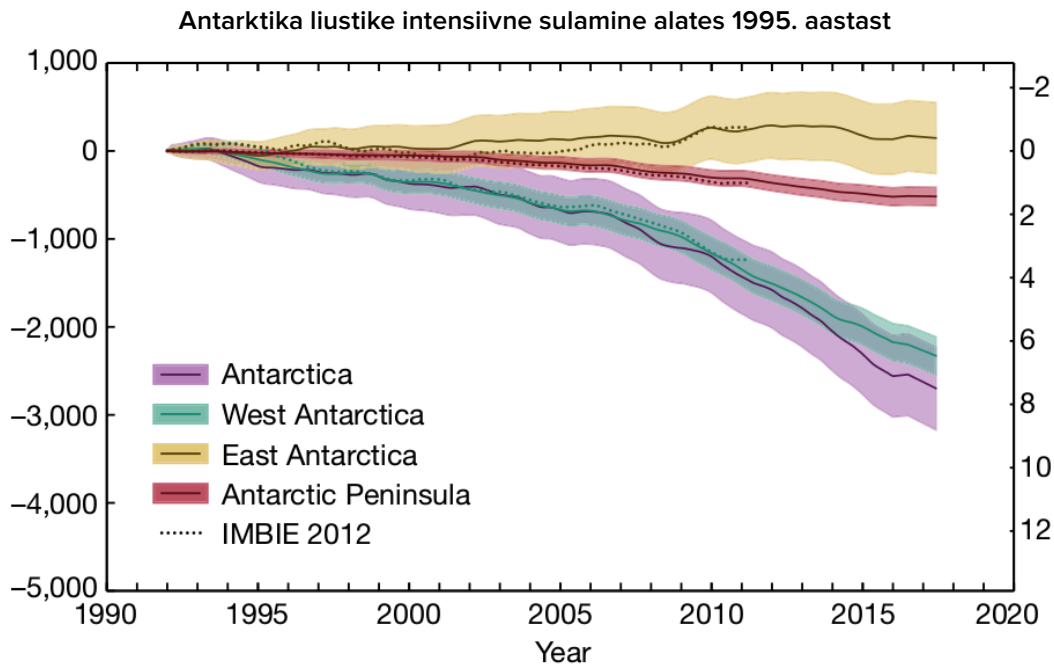
Suuremate jääkihtide kadu on viimase 29 aasta jooksul kiirenenud, praegu on jääkadu Gröönimaal 400% kõrgem ja Antarktikas 25% kõrgem kui 1990ndate alguses.¹⁹

Mõelge Antarktika näitele. Uuringud näitavad, et alates 1992. aastast on Antarktika kaotanud peaaegu kolm triljonit tonni jääd²⁰, mis on võrreldav 1,2 miljardi olümpiabasseiniga. Pine Islandi liustik, mida peetakse Antarktika kõige haavatavamaks punktiks, kaotab igal aastal

umbes 45 miljardit tonni jääd²¹. Teine tuntuim liustik Antarktikas on hiiglaslik Thwaites Ice Shelf.

86% kogu Antarktika jääkaotusest toimub Lääne-Antarktikas, kus Pine Islandi ja Thwaitesi liustikud taanduvad kiiresti ja hõrenevad (Rignot et al. 2014; Shepherd jt 2002) (joonised 41–43).

Üllatav on asjaolu, et liustikud sulavad peamiselt ainult mandri lääneosas.



Riis. 41.

Jäämassi ja meretaseme muutused Antarktikas perioodil 1992–2017. Lilla kõver on Antarktika keskmine sulamiskiirus. Roheline kõver on Lääne-Antarktika sulamistase. Kollane kõver on positiivne trend, st jää suurenemine Ida-Antarktikas.

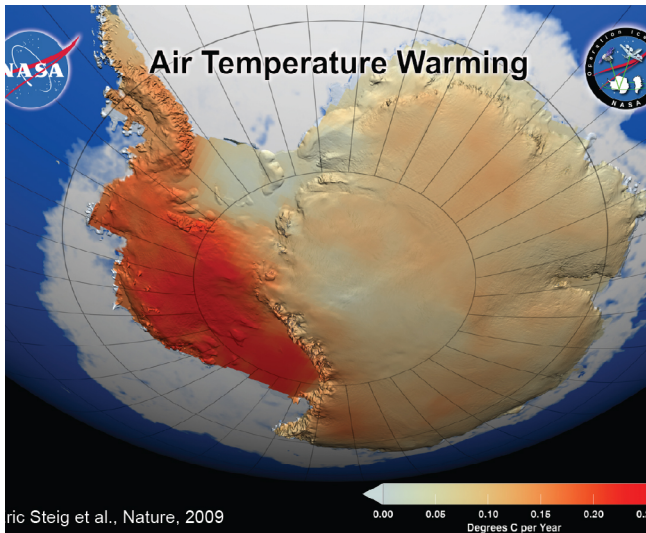
Allikas: The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222.

<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>

¹⁹ 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

²⁰ 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>

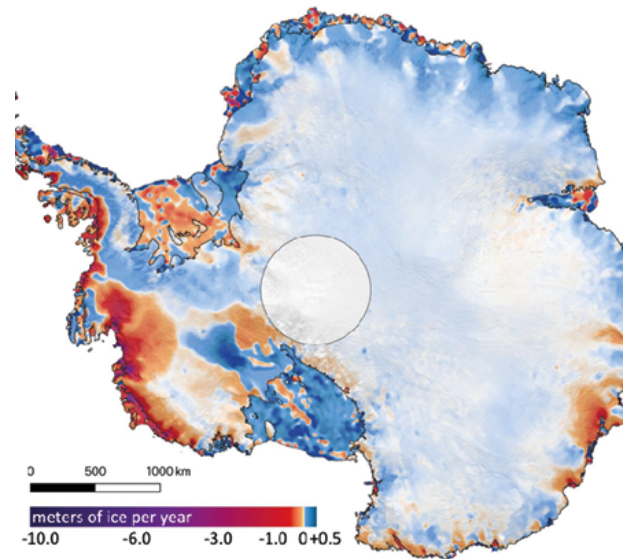
²¹ Seroussi, H., Morlighem, M., Rignot, E., Mouginot, J., Larour, E., Schodlok, M., & Khazendar, A. (2014). Sensitivity of the Dynamics of Pine Island Glacier, West Antarctica, to climate forcing for the next 50 years. *The Cryosphere*, 8(5), 1699–1710. <https://doi.org/10.5194/tc-8-1699-2014>



Riis. 42.

NASA kaart näitab Lääne-Antarktika, Antarktika poolsaare pinnase jääkihi olulist soojenemist. See soojenemine on oluliselt suurem kui varem teatatud, ületades 0,1 kraadi Celsiuse järgi kümnendi kohta ning on tugevaim talvel ja kevadel. Pilt sisaldab temperatuuriandmeid, mis on kogutud 50 aasta jooksul aastatel 1957–2006 (NASA/GSFC Scientific Visualization Studio 2008).

<https://earthobservatory.nasa.gov/images/36736/antarctic-warming-trends>

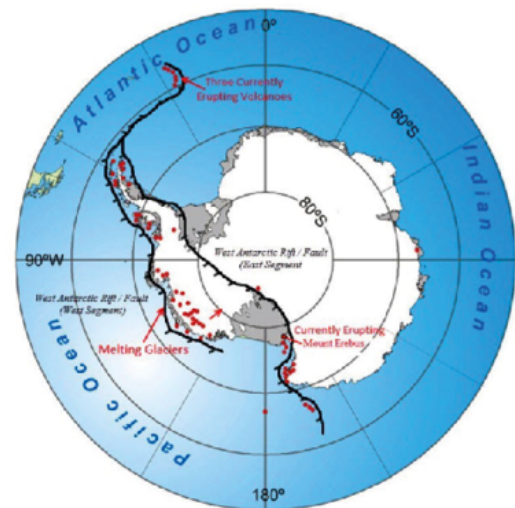


Riis. 43.

Kaardil on näidatud Antarktika poolt aastatel 2003–2019 tekkinud või kaotatud jää kogus. Lilla ja tumepunane värv näitab vastavalt suurt ja keskmist jääkadu Antarktika rannikul, samas kui sinised värvid näitavad jää kasvukiirust sisemaal. Allikas: 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>

On huvitav märkida, et Lääne-Antarktika-see on üks suurimaid vulkaanilisi piirkondi Maal, kus jää all on leitud enam kui 140 vulkaani. (joon.44).

Aeromagnetiliste vaatluste põhjal koostasid Saksamaa ja Briti Antarktika uuringu teadlased Lääne-Antarktika geotermilise soojusvoo kaardi ja avastasid Thwaitesi liustiku jää all Maa sisemusest tuleva suures koguses geotermilise soojuse tsooni^{22,23}. Geotermiline vool Lääne-Antarktikas on korrelatsioonis liustike suurenenud sulamisaladega.



Riis. 44.

Antarktika mandri “aktiivsete” (praegu purskuvate) või “uinuvate” (potentsiaalselt aktiivsete) vulkaanide kaart, mis asuvad piki ulatuslikku Lääne-Antarktika lõhede süsteemi. See aktiivne rikete tsoon rebib kontinendi laiali ja laseb sügaval asuval magmal vulkaane toites riketest üles voolata.

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

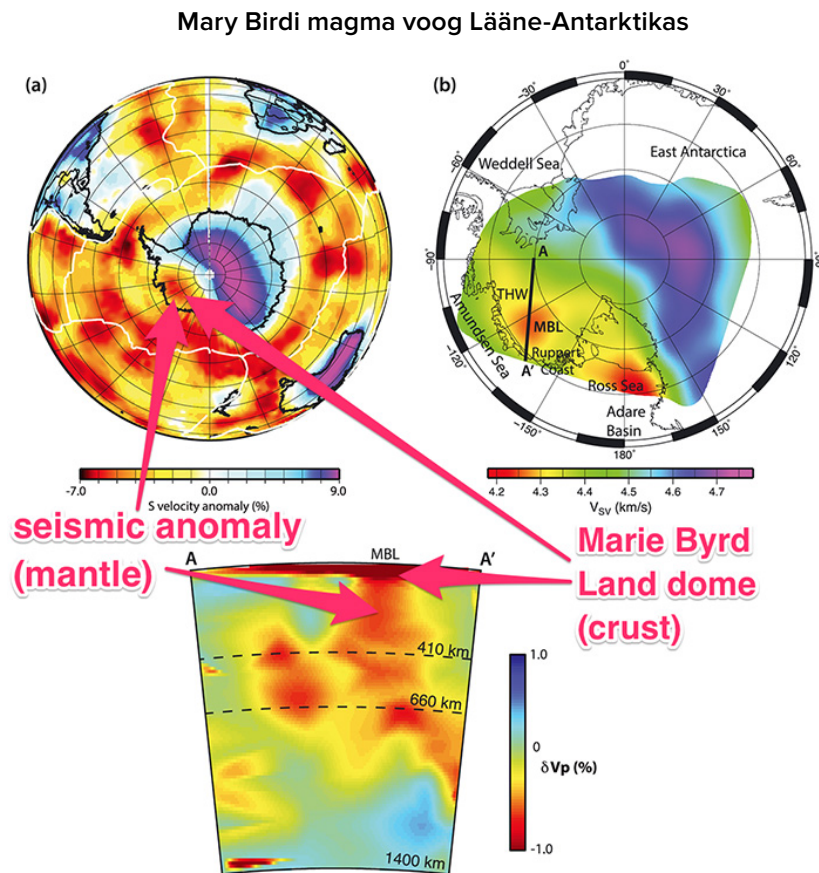
²² Damiani, T. M., Jordan, T. A., Ferraccioli, F., Young, D. A., & Blankenship, D. D. (2014). Variable crustal thickness beneath Thwaites Glacier revealed from airborne gravimetry, possible implications for geothermal heat flux in West Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters*, 407, 109–122.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

²³ 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>

Rhode Islandi ülikooli ja East Anglia ülikooli teadlaste meeskond avastas Antarktika Pine Islandi liustiku kiires sulamises uue teguri – sügavale jää alla mattunud senitundmatu aktiivse vulkaani²⁴. Teadlased on avastanud vulkaanilise aktiivsuse jääkihi all, mis annab 25 korda rohkem soojusenergiat kui uinunud vulkaan.

NASA teadlased on registreerinud Lääne-Antarktika all tohutu magmasamba Mary Bird²⁵, mille pindala on peaaegu miljon ruutkilomeetrit (joonis 45). Marie Byrd Landi vulkaaniline provints on piirkond

Lääne-Antarktikas, mida iseloomustab kõrge vulkaaniline aktiivsus. Mary Birdi vulkanismi põhjustab kuum koht, mis on piirkond, kus vahevöö voog (vahevöö sügavusest tõusev kuuma magma vool) jõuab maakooreni ja põhjustab vulkaanilist aktiivsust. Nagu näitavad teadlaste arvutused, soojendab mantlisulgust tulev soojus selle kohal paiknevaid kive ja jääkihte peaaegu sama jõuga kui Yellowstone'i supervulkaan ehk 150 millivatti ruutmeetri kohta ja 180 millivatti ruutmeetri kohta rikkealal. See on umbes kolm korda rohkem soojust kui naaberkivimikihidel.



Riis. 45.

Kuuma vahevöö olemasolu Mary Byrdi piirkonna all, Lääne-Antarktikas, näitas seisiline tomograafia.

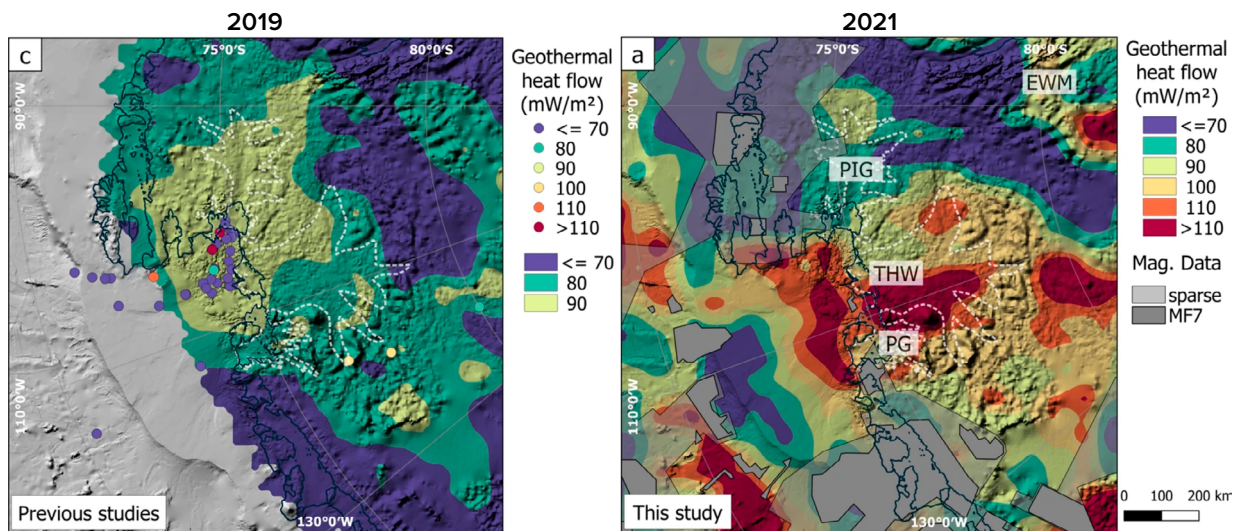
Allikas: Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>

²⁴ 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>

²⁵ 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>

Bremeni ülikooli, Saksa polaar- ja mereuuringute instituudi ning Briti Antarktika uuringu teadlased on tõestanud, et peamiste liustike sulamine toimub piirkondades, kus soojusvoog on suurenenud sisemusest (joonis 46). Selgelt on näha, et võrreldes varasemate

2019. aasta uuringutega (kaart vasakul) on 2021. aastal toimunud olulisi muutusi (kaart paremal), maasoojusvoog on suurenenud. See viitab soojuse suurenemisele, mis tuleb Maa sisemusest magmasammastest.



Riis. 46.

Geotermilise soojusvoog jaotus 2019 (vasakul) ja 2021 (paremal).

Allikas: 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>

Uues rahvusvahelises uuringus leiti, et Maa tõuseb mõnes Lääne-Antarktika osades üha kiireima tempoga, mis eales registreeritud. Pine Islandi liustiku vastas asuvas Amundseni meres on kivimite tõus 41 millimeetrit aastas, mis on 3 korda kiirem kui teistes piirkondades²⁶. Isegi sellistes kohtades nagu Island ja Alaska, kus on kiire tõusutempo, on tõusumäär tavaliselt 20–30 millimeetrit aastas. Teadlased jõudsid järeldusele, et Lääne-Antarktika piirkonna vahevöö on kuumem ja vedelam, kui nad varem eeldasid.

Seega on Antarktika jäämütside intensiivne sulamine tingitud nii vee soojenemisest inimtekkeliste tegurite mõjul kui ka vulkaanilisest ja magmaatilisest

tegevusest tulenevast geotermilisest soojusest, mis on alates 1995. aastast oluliselt suurenenud ja kasvab jätkuvalt.

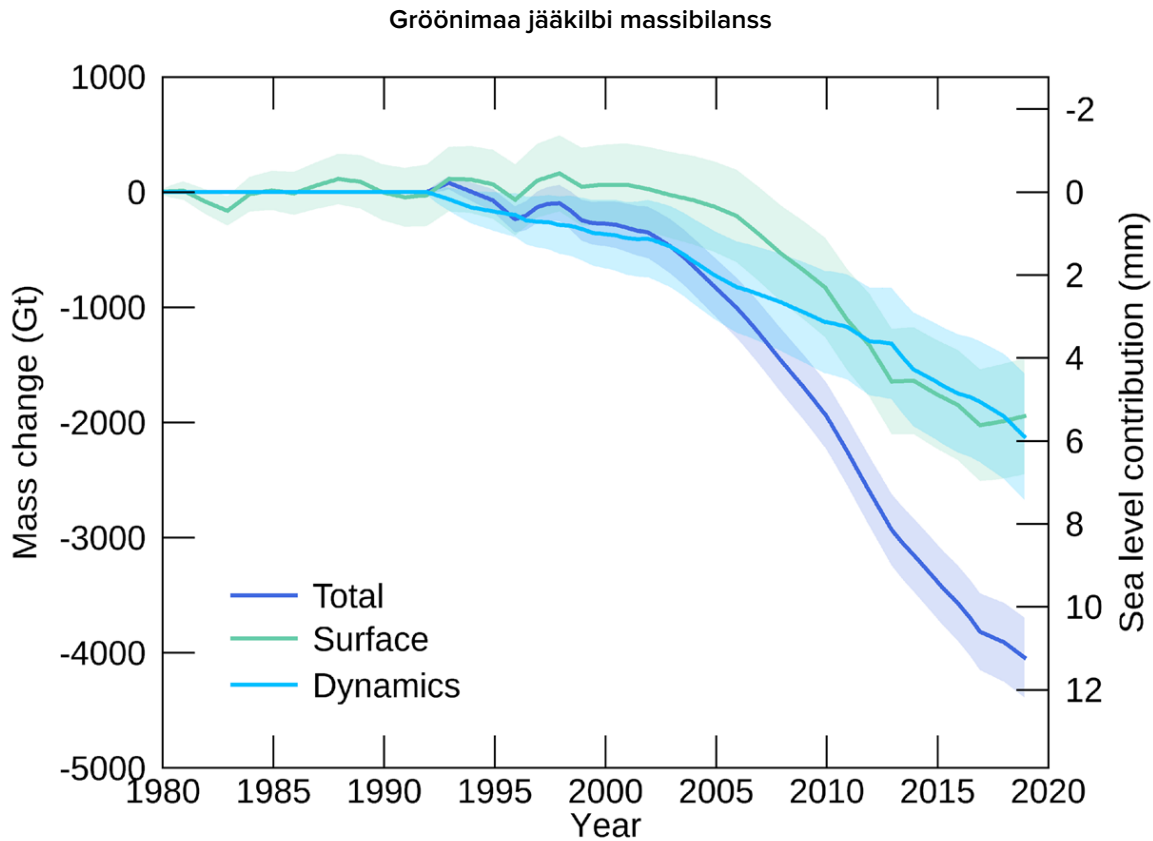
Weddelli mere süvavete anomaalne kuumenemine toimub otse Lääne-Antarktika rannikul²⁷. Kui ülemine 700 meetrit vett vaevu soojeneb, kogeb sügavamates piirkondades temperatuuri pidevat tõusu. Ühelt poolt raamib Weddelli merd Lääne-Antarktika lõhe, teiselt poolt veealune vulkaanihari koos Lõuna-Sandwichi saartega. Pange tähele, et Lõuna-Sandwichi saarte piirkond on üks seismiliselt aktiivsemaid piirkondi Maal. Maavärinate aktiivsus suureneb siin kiiresti, mis võib olla märk magma tõusust.

²⁶ 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>

²⁷ 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>

Mõelge Gröönimaa jää sulamisele. Gröönimaa jää sulab praegu kiiremini kui kunagi varem viimase 12 000 aasta jooksul²⁸. Joonisel fig. Joonisel 47 on kujutatud graafik, mis näitab Gröönimaa jääkato eksponentsiaalset suurenemist aastatel 1992–2018. Gröönimaal hakkas jää kaduma alates 1990. aastatest, kuid

periood 2006–2012 moodustas peaaegu poole kogukahjust. Vaatamata külmematele atmosfääritingimustele Gröönimaa piirkonnas, püsis jääkadu pärast seda perioodi kõrge. Ainuüksi 2019. aasta juulis kaotas Gröönimaa jääkilp 197 miljardit tonni jääd, mis vastab ligikaudu 80 miljonile olümpiabasseinile.



Riis. 47.

Gröönimaa jääkilbi massi kumulatiivne kogumuutus, mis jaguneb kaheks komponendiks: pinnapealne ja dünaamiline (liustiku massikadu, mis on põhjustatud selle liikumisest ja jäämägede poegimisest). Muutus võrreldes 1992. aastaga. Andmeallikas: IMBIE (Shepherd et al., 2020), Krediid: IMBIE/ESA/NASA.

Jõesed voolavad ja Gröönimaa jääkilbi pinnale tekivad järved, kuid üllataval kombel leidub jõgesid ja järvi ka 1,5 km paksuse liustiku pinna all. Praeguseks on teada 60 jääalusest järve²⁹.

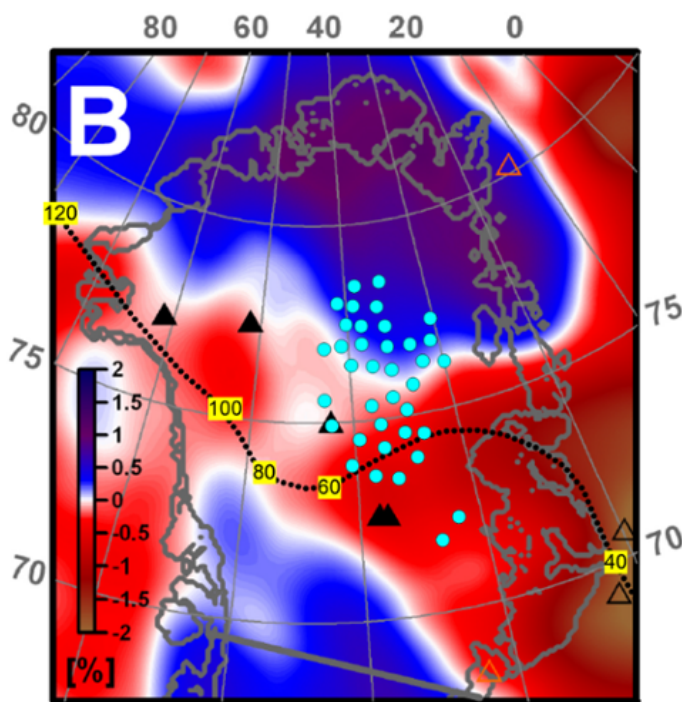
Järvede tekke üldtuntud põhjus on maasoojus ja pragudest alla voolav sulavesi. Järved tekivad seetõttu, et tänapäeval sulavad liustikud nii ülal kui all.

²⁸ 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>

²⁹ 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>

USA teadlaste rühm Ohio osariigi ülikooli professori Ralph von Frese'i juhtimisel hindas gravitatsiooniuringuid kasutades Gröönimaa maakoore paksust ja leidis, et suurim liustike sulamine toimub saare põhjaosas, kus maakoore on kõige õhem. Selles piirkonnas on suurenenud geotermiline voog tänu mantli tõusule³⁰.

Samale järeldusele jõudsid O. Schmidt Maafüüsika Instituudi liikmete Irina Rogožina ja Aleksei Petrunini juhitud interdistsiplinaarse meeskonna teadlased³¹. Seismilise tomograafia



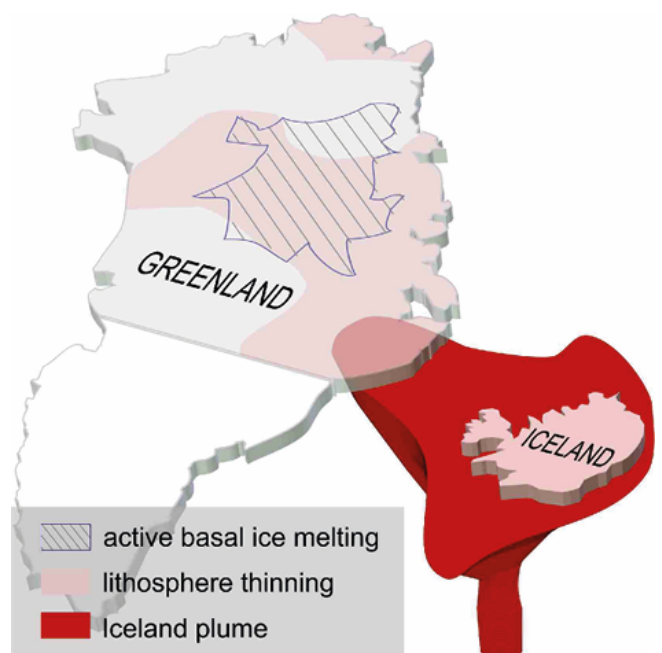
Riis. 48.

Gröönimaa seismiline tomograafia 150 km sügavusel. Madala kiirusega alad, mis vastavad kõrgendatud temperatuuriga aladele, on punasega esile tõstetud. Punktiirjoon on üks sulestiku "läbipääsu" rekonstruktsioonidest, mis näitab vanust miljonites aastates. Sinised täpid on alad, kus radariuringu tulemused näitasid liustiku all olevat vett.

Allikas: 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>

andmetel avastasid teadlased Gröönimaa sügavustest mantli tulva.

Südamikü ja vahevöö piirilt tõuseb magma voog, mille serv läheneb Maa pinnale veidi allpool saare keskosa ja võib tõenäoliselt olla lisapõhjus, mis jää sulatab. Just selles piirkonnas asub kõige rohkem jääaluseid järvi (joon. 48-49).



Riis. 49.

Ivan Kulakovi, vene geofüüsiku, geofüüsika ja geodünaamika valdkonna spetsialisti, Venemaa Teaduste Akadeemia korrespondentliige illustratsioon.

Allikas: Islandi sulg aitab kaasa Gröönimaa jää sulamisele https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase_

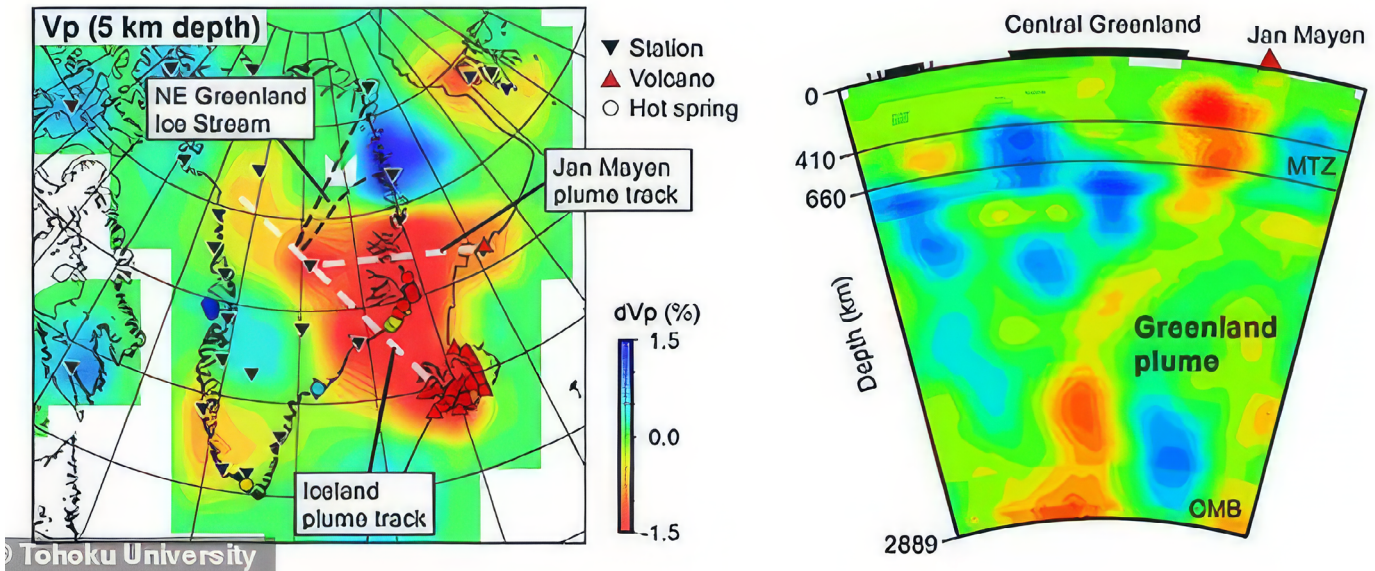
³⁰van der Veen, C. J., Leftwich, T., von Frese, R., Csatho, B. M., & Li, J. (2007). Subglacial topography and geothermal heat flux: Potential interactions with drainage of the Greenland ice sheet. *Geophysical Research Letters*, 34(12). <https://doi.org/10.1029/2007gl030046>

³¹Rogozhina, 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>

Teadlased arvutasid välja teoreetilise soojusvoo, mis vastab sellele magmasambale ja leidsid, et sellest soojusest piisab liustiku aluse soojendamiseks kuni jää sulamiseni. Sarnased

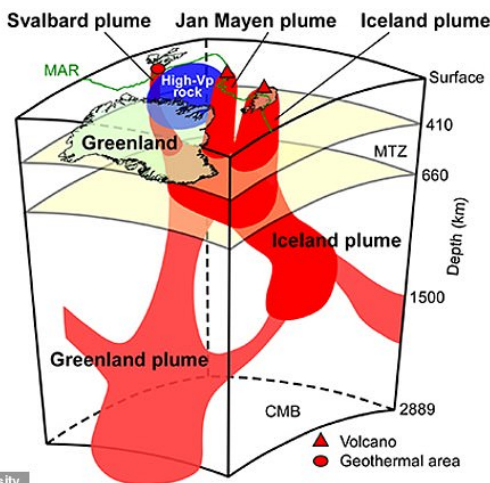
tulemused said hiljem paljud teadlased, sealhulgas masinõppe abil^{32,33}. Jaapani Tohoku ülikooli teadlaste uuringud on selgitanud Gröönimaa all asuva magmasamba struktuuri³⁴ (joon. 50-51).

Magma voog Gröönimaa all, mudel



Riis. 50.

Seismilise kiiruse struktuuri ja geotermilise soojusvoo võrdlus. Sinine ja punane värv näitavad vastavalt pikisuunaliste lainete kõrget ja madalat kiirust. Madala kiirusega alad, mis on seotud sulamagma voogudega, on näidatud punaselt. Allikas: 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>



Riis. 51.

Graafik Gröönimaa ja selle lähimbruse all asuvate peamiste tektooniliste tunnuste ja vahevöö voogude kohta. Gröönimaa tulvil on kaks haru, mis varustavad soojusega Islandi aktiivseid tsoone, Jan Mayeni ja Svalbardi geotermilist tsooni. Sulakivi kerkib südamikku ja vahevöö piirilt, kiirendades Gröönimaa keskosas jää sulamist ja tõstes meretaset. Allikas: Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). <https://doi.org/10.1029/2020JB019837>

³² 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>
³³ 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>
³⁴ 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>

Nii leidub Jaapani, Vene ja Saksa teadlaste uuringute järgi Gröönimaa keskosas, aga ka Antarktikas magmasammas, mis on Gröönimaa liustike viimastel aastakümnetel kiirenenud libisemise võimalikuks põhjuseks.

On tõenäoline, et maailma kaks suurimat liustikupiirkonda – Antarktika ja Gröönimaa – ei sula mitte ainult inimtekkeliste tegurite, vaid lisaks ka sügavusest lähtuva geotermilise soojuse suurenemise tõttu ning kuumus kasvab, nagu näitavad eksponentsiaalsed liustike sulamise trendid. See omakorda

viitab magmaploomide aktiveerumisele Lääne-Antarktika ja Kesk-Gröönimaa all alates 1995. aastast.

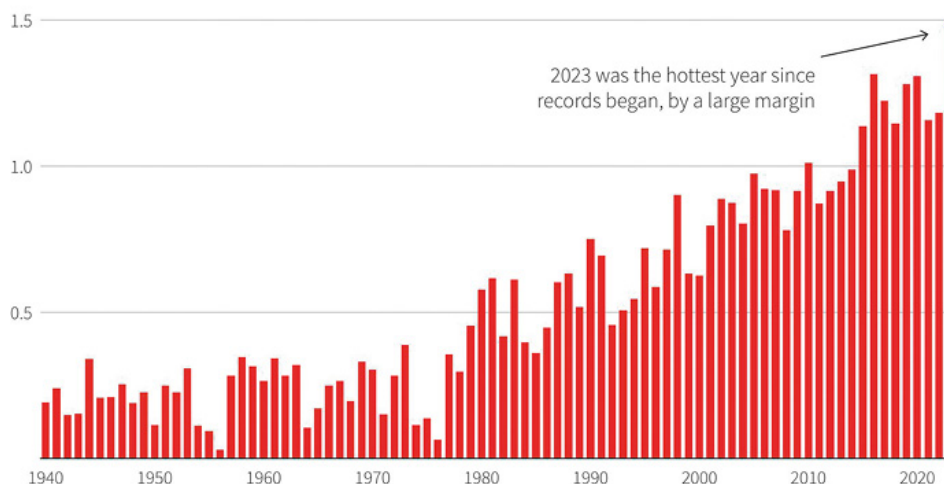
Selle teabe edastamise eesmärk on koondada tähelepanu planeedil kogunenud energia ebanormaalsele hulgale. Seda on nii palju, et see aktiveeris magma sulgud, mis hakkasid liustikke eksponentsiaalselt sulatama. Ja see protsess kiireneb. See näitab planeetide magmaatilise aktiivsuse suurenemist, mis võib saada täiendavaks tõsiseks ohuks inimelule.

Alumise atmosfääri soojendamine

Maailmamere soojenemise tagajärg on atmosfääri alumiste kihtide enneolematu kuumenemine. Joonisel fig. Joonisel 52 on kujutatud graafik, mis näitab keskmiste temperatuuride enneolematut tõusu kogu maailmas aastatel 1850–2023. 2023. aastal

purustasid temperatuurid ajaloolised rekordid. Copernicuse kliimamuutuste teenistuse (CCCS) asedirektori Samantha Burgessi sõnul oli 2023. aasta kuumim aasta vähemalt 100 000 aasta jooksul³⁵.

2023. aasta oli rekordiliselt maailma kuumim aasta
Maakera pinnatemperatuuri tõus võrreldes industriaalajastu eelse keskmisega 1850–1900 (°C)



Riis. 52.

Maakera pinnatemperatuuri tõus võrreldes eelindustrialiseeritud perioodi keskmisega 1850–1900. (°C)

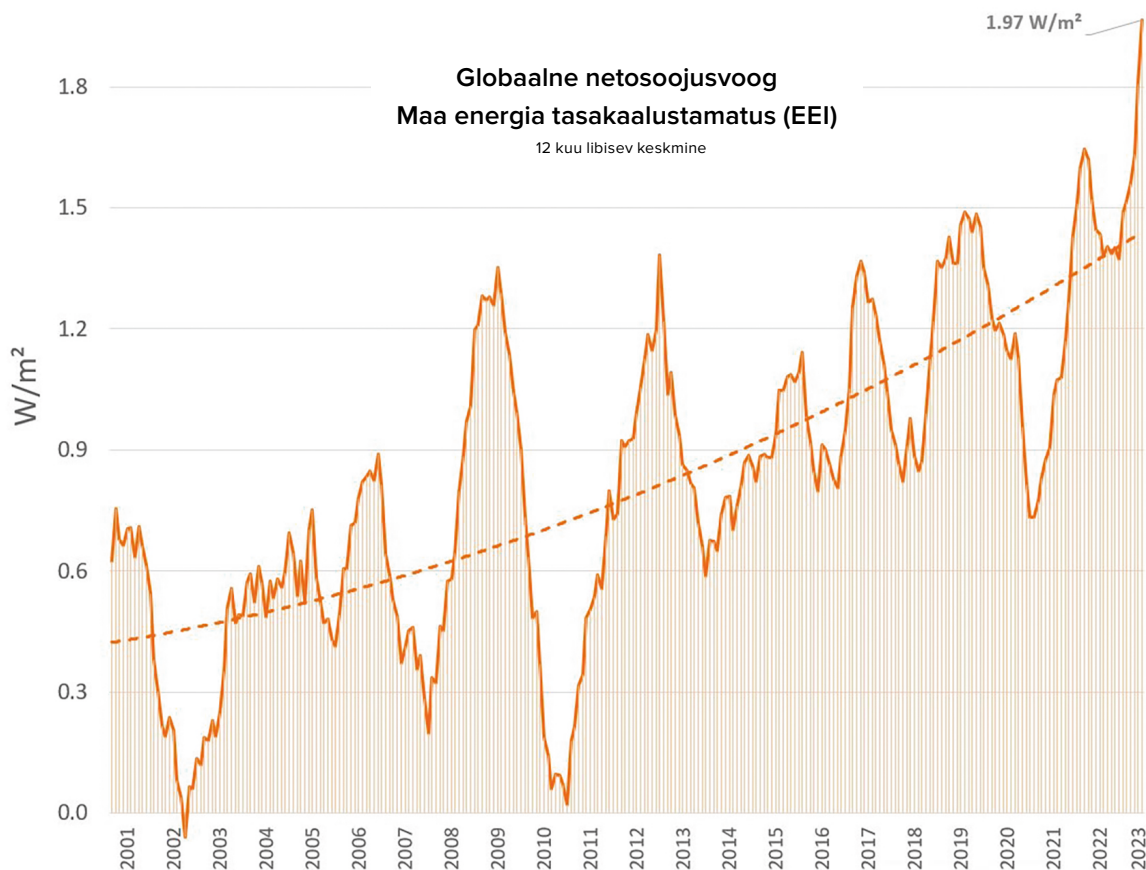
Allikas: Copernicus Climate Change Service/ECMWF

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

NASA kliimateadlane Gavin Schmidt väljendas muret 2023. aasta rekordkõrgete temperatuuride pärast, mis tema sõnul ei ületanud mitte ainult varasemaid rekordeid, vaid viitasid ka tundmatute kütteprotsesside olemasolule, mis ületavad varasemate mudelite tavalisi pikaajalisi trende. Ta ütles: *“Me mõistame pikaajalisi suundumusi ja need on põhjustatud kasvuhoonegaasidest, inimtegevusest tingitud mõjust... Aga see, mis juhtus 2023. aastal, oli täpselt see, ja siis veel midagi. Ja see “pluss midagi” on palju enam, kui me ootame või suudame veel seletada.”*³⁶

Üha enam esineb ka Päikeselt tuleva ja Maalt

tuleva energia tasakaalustamatust (joonis 53). Graafik näitab, et Maa atmosfääris koguneb energia eksponentsiaalselt. Selle põhjuseks on kasvuhoonegaaside heitkoguste suurenenud soojus ja lisaks magma tõus sügavustest, samuti ookeani ja atmosfääri funktsioonide vähenemine soojuse tõhusaks eemaldamiseks Maa pinnalt kosmosesse. 2023. aasta märtsi seisuga oli aastapõhine EEI (Earth Energy Tasakaalustamatus) 1,61 W ruutmeetri kohta, mis on globaalselt samaväärne umbes 13 Maale igas sekundis heidetava aatomipommi energiaga, mis on sama võimsusega kui Hiroshimale.



Riis. 53.

Maa energia tasakaalustamatuse ehk EEI eksponentsiaalne kasv, mis näitab erinevust kõikidest allikatest sissetuleva päikesekiirguse ja väljuva kiirguse vahel. © Leon Simons

Andmeallikas: NASA CERES EBAF-TOA All-sky Ed4.2 Net flux, 2000/03-2023/05.

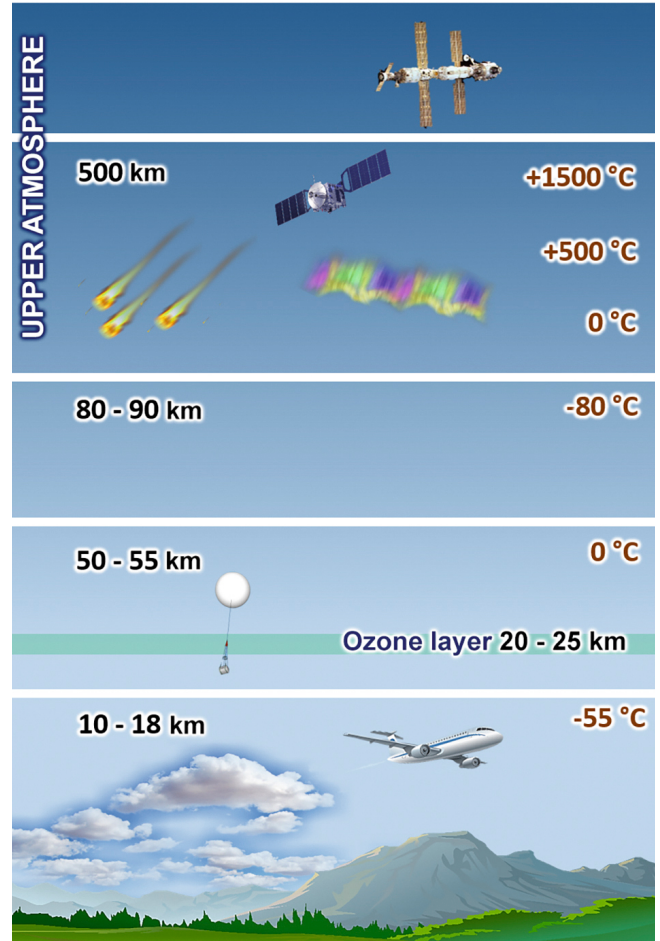
³⁶ Allikas: <https://phys.org/news/2024-01-driven-mystery-nasa-scientist.html>

Muutused atmosfääri ülakihtides

Oluline on märkida, et muutused ei toimu mitte ainult atmosfääri alumistes kihtides (troposfääris), vaid ka selle keskmises ja ülemises kihis. Joonisel fig. 54 kujutab atmosfääri struktuuri üldist diagrammi.

Termosfäär, üks atmosfääri kõrgeimaid osi, on läbinud rekordilise tiheduse vähenemise³⁷. Alates 2007. aastast on teadlaste jaoks seletamatul kombel termosfääri tihedus 400 km kõrgusel 10 aastaga vähenenud 1,7%-lt 7,4%-le³⁸. Seda kinnitavad andmed enam kui 10 000 satelliidi orbiidilt, mis asuvad termosfääris. Kui termosfääri tiheduse vähenemine ei peatu, võib satelliitide kokkupõrke või kukkumise oht muutuda väga suureks. Lisaks muudab termosfäär suuresti oma tihedust geomagnetiliste tormide ajal, mida põhjustavad päikesepursked. Kui termosfääri dekompressioon jätkub samas tempos, võib see koos Päikese tugeva pursega kaasa tuua kõigi navigatsiooni- ja satelliidivõrkude, sealhulgas interneti täieliku rikke.

Muutused toimusid ka mesosfääris³⁹ (kõrgustel 50–90 km) ja stratosfääris (kõrgustel 18–50 km), mis on viimase 30 aasta jooksul oluliselt jahtunud (joon. 55–56). Temperatuuri langus kesk atmosfääris on erinevate meetoditega tehtud vaatluste põhjal



Riis. 54.

Atmosfääri kihid

usaldusväärsetl kindlaks tehtud⁴⁰. Samuti 1980.-2018. aasta andmetel. Stratosfääri paksus vähenes keskmiselt 400 meetri⁴¹.

³⁷ 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>

³⁸ 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>

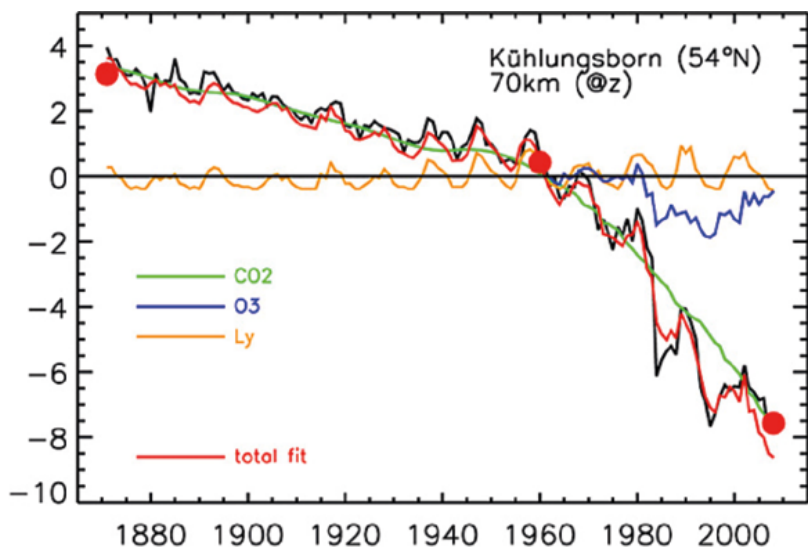
³⁹ Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>

⁴⁰ 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>

⁴¹ 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>

Samaaegselt tiheduse ja temperatuuri langusega registreeriti atmosfääri keemilise koostise muutus: eelkõige hapniku kontsentratsiooni langus atmosfääri ülemistes kihtides (termosfääris) kuni 60%. 130 km

kõrgusel keskmistel laiuskraadidel vähenes O₂ (molekulaarse hapniku) kontsentratsioon 2–4 korda^{42,43}. Lisaks täheldatakse ülemistes atmosfäärikihtides aatomi hapnikusalduse vähenemist⁴⁴.



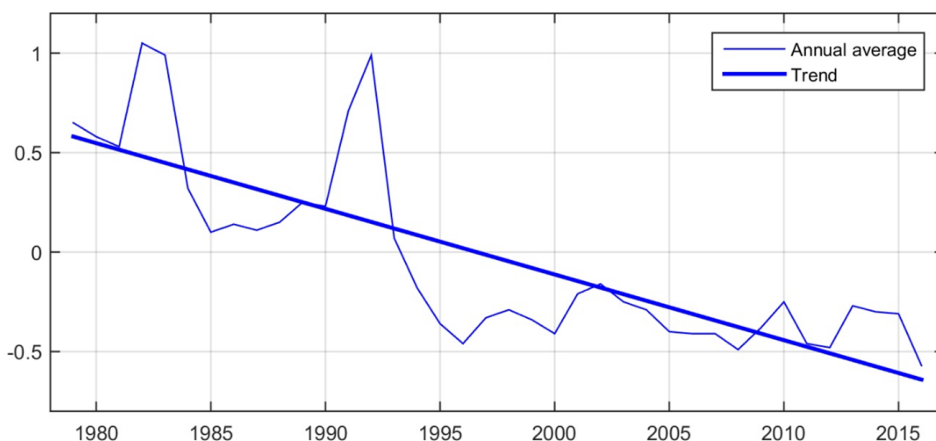
Riis. 55.

Temperatuurianomaaliad mesosfääris. Temperatuur mesosfääris langes baromeetrilistel kõrgustel ligikaudu 5–7 K ja geomeetrilistel kõrgustel 10–12 K võrra.

Allikas: 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>

Globaalse temperatuuri aasta keskmised anomaaliad stratosfääris



Riis. 56.

Aasta keskmise õhutemperatuuri anomaaliad stratosfääris. Huntsville'i Alabama ülikooli temperatuurianomaaliad (võrreldes aastatega 1981-2010), mis on saadud NOAA polaarorbiidi satelliitidelt ja kohandatud Fu jt meetodil. (2004). Andmeallikas: www.ncdc.noaa.gov

Kõik muutused atmosfääri kesk- ja ülaosas viitavad globaalsete muutuste protsessidele planeedi Maa süsteemis.

⁴² 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>

⁴³ 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>

⁴⁴ 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>

Osa 2

ÜLEMAAILMSE KATASTROOFI PÕHJUSED

Nii kiire ja äkiline kliima-, atmosfääri- ja geodünaamiliste katastroofide sagenemine kogu maailmas viitab sellele, et koos inimtekkelise faktoriga on meie Maa sisse ilmunud tohutul hulgal lisaenergiat. Maakoore all peitub keerukas termodünaamiline süsteem, mis on toiminud miljardeid aastaid. Tänu selle stabiilsusele on elu Maal võimalik. Igasugune muutus ühes maa-aluses kihis mõjutab aga kogu süsteemi, sealhulgas pinnakihti, kus elab inimpopulatsioon.

MAA STRUKTUUR

Maa atmosfäär

Eksosfäär
See on maakera atmosfääri kõrgeim kiht. Ta eraldab atmosfääri järgmisest kihist.

Termosfäär
Äärmiselt kuum kiht väga kõrgete temperatuuridega, kuna neelab suurema osa päikesekiirgusest.

Mesosfäär
Mesosfäär koosneb hõrenenud õhust, mis sisaldab väikeses koguses hapnikku ja mõningaid muid gaase.

Stratosfäär
Kiht, mille allosas on külm raske õhk ja üleval soe õhk. Stratosfäär sisaldab osoonikihti. See kaitseb meid päikese ultraviolettkiirguse eest.

Troposfäär
Maa atmosfääri madalaim kiht. Selles kihis toimuvad peaaegu kõik pilvede tekkeprotsessid ja ilmastikunähtused.

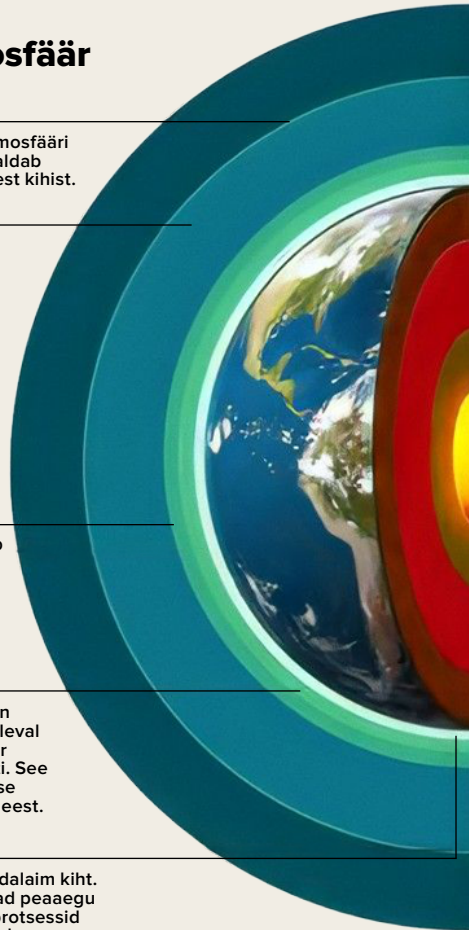
Eksosfäär
700-10,000 km / 140-6,200 miili

Termosfäär
80-700 km / 50-440 miili

Mesosfäär
50-80 km / 31-50 miili

Stratosfäär
12-50 km / 7.3-31 miili

Troposfäär
0-12 km / 0-7.5 miili



Maa struktuur

Litosfäär
Maa tahke väliskest, sealhulgas maakoor ja osa ülemisest vahevööst.

Astenosfäär
Äärmiselt kuum tsoon litosfääri all, mis koosneb osaliselt sulanud kivimitest.

Mantel
Ülemine ja alumine vahevöö koosneb peamiselt kõvast kivist.

Välimine tuum
Vedel kiht, mis koosneb peamiselt metallidest, nagu raud ja nikkel.

Sisemine tuum
Kuum, tihe, kõva rauust pall.

Mandriiline maakoor
30 km / 19 miili

Ookeaniline maakoor
6 km / 4 miili

Litosfäär (raske)
100 km / 62 miili

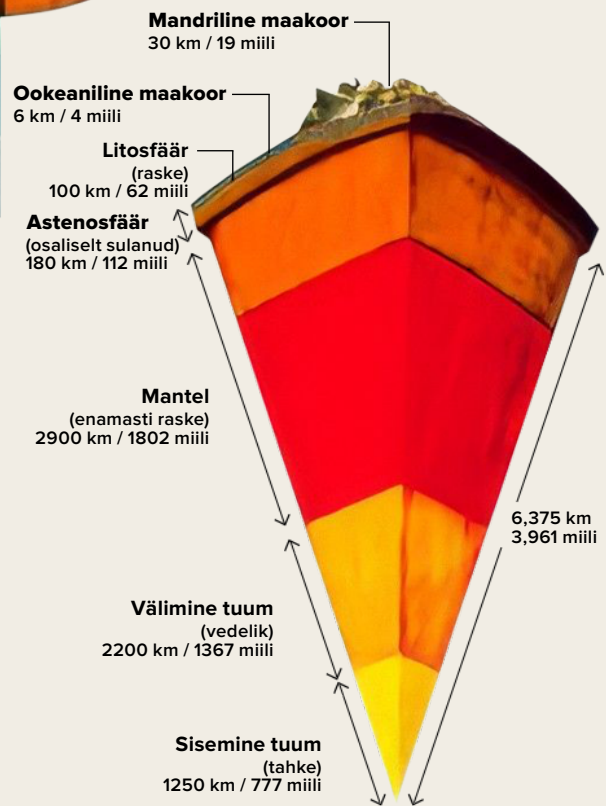
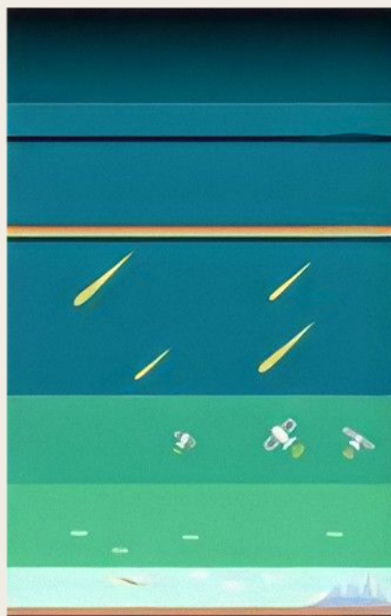
Astenosfäär (osaliselt sulanud)
180 km / 112 miili

Mantel (enamasti raske)
2900 km / 1802 miili

Välimine tuum (vedelik)
2200 km / 1367 miili

Sisemine tuum (tahke)
1250 km / 777 miili

6,375 km / 3,961 miili



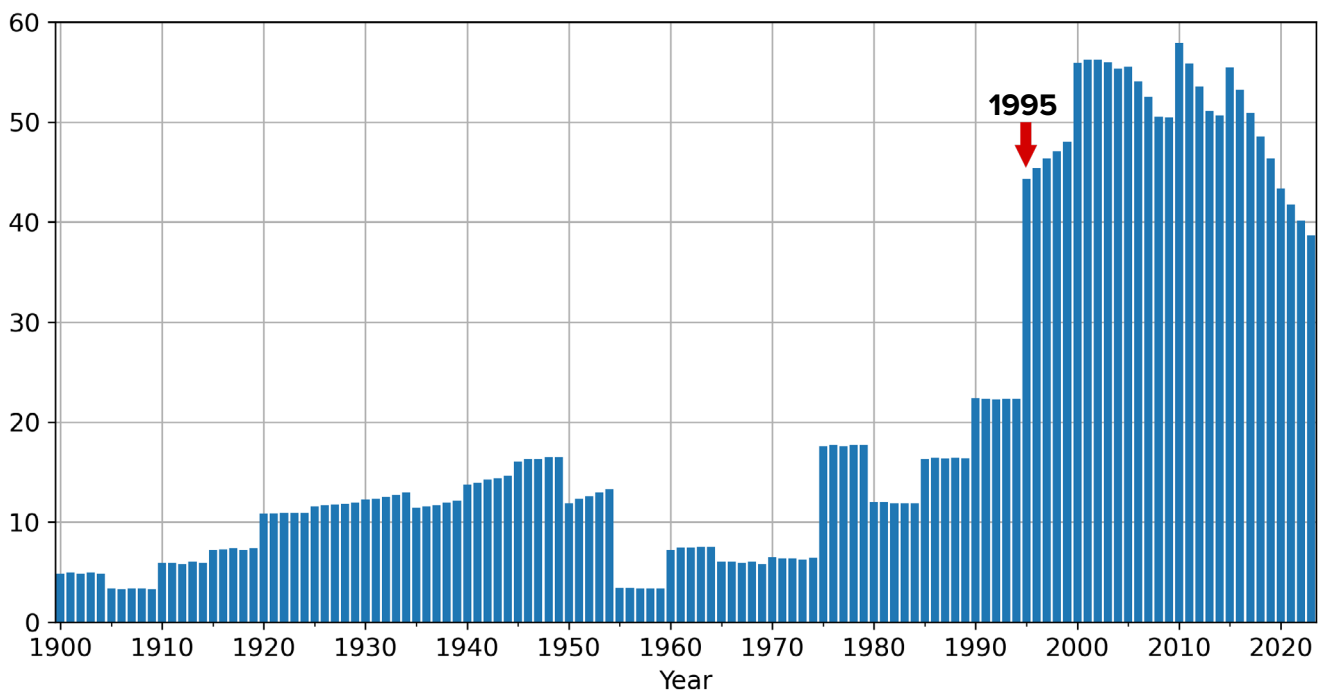
Muutused planeedi mastaabis 1995. aastal

Vaatleme Maa geofüüsikaliste ja geodünaamiliste parameetrite muutusi, mis on toimunud alates 1995. aastast. Sel aastal avastavad teaduslaborid üle maailma iseseisvalt murettekitavaid planeetide anomaaliaid.

Põhja-magnetpoolus, mis varem liikus pidevalt kiirusega 10 km/a, suurendas järsku kiirust 55

km/a-ni ja muutis oma trajektoori Siberi, Taimõri poolsaare suunas (joon. 57-58)⁴⁵. Praegu on põhjamagnetpoolus nihkunud üle tuhande kilomeetri Siberi poole. Sellist magnetpooluse reaktiivset liikumist pole viimase 10 000 aasta jooksul registreeritud.⁴⁶

Põhja-magnetpooluse liikumiskiirus (km/aastas)



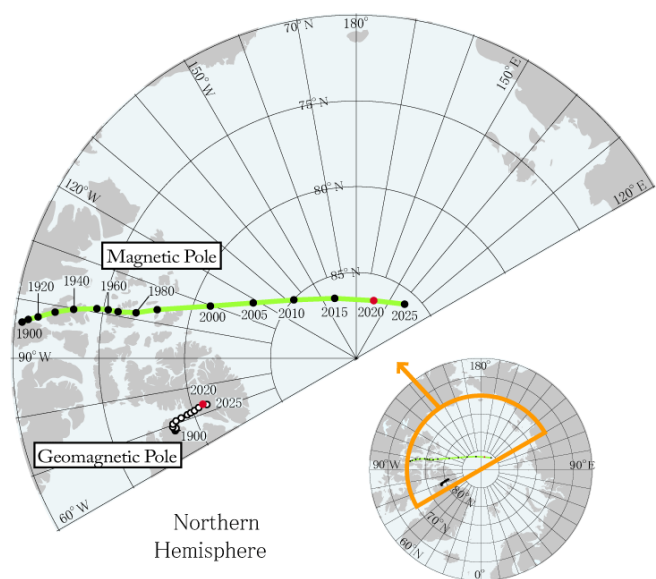
Riis. 57.

Põhja-magnetpooluse liikumiskiirus (km/aastas)

Allikas: NOAA magnetilise põhjapooluse asukoha andmed: <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/data/poles/NP.xy>

⁴⁵ Džatšenko A.I. Maa magnetpoolused. // M.: MTsNMO, 2003. 48 lk.

⁴⁶ Androsova N.K., Baranova T.I., Semykina D.V. Maa magnetpooluste geoloogiline minevik ja olevik. // Maateadused / Kollokvium-ajakiri, nr 5 (57), 2020.



Riis. 58.

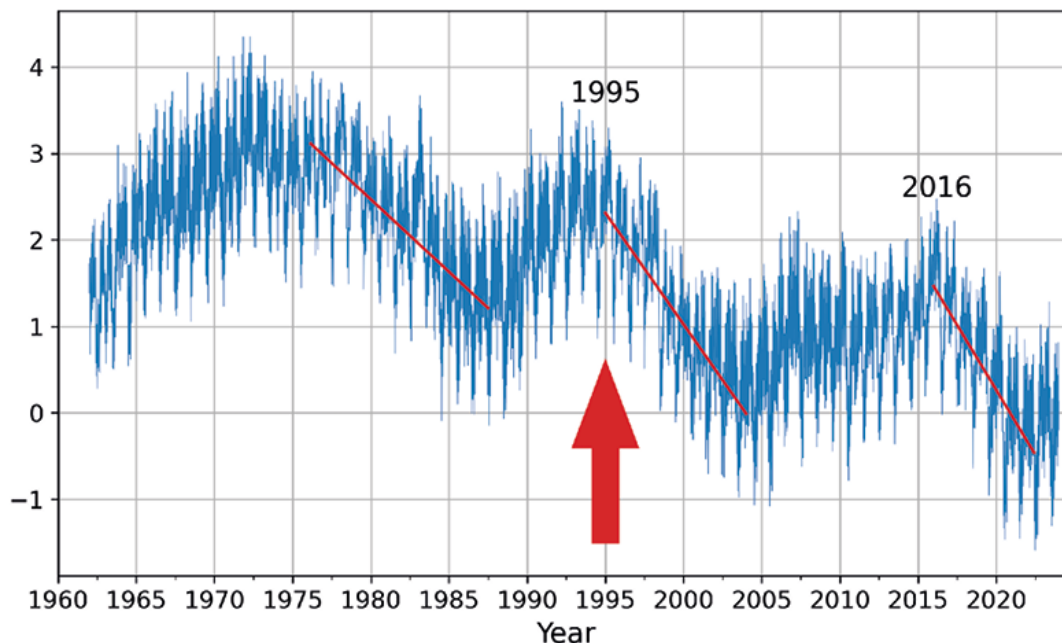
Geomagnetiliste pooluste ja magnetpooluste asukoht IGRF-13 andmetel aastatel 1900–2015, jaotus 5 aasta lõikes ning 2020 (punane) ja 2025 (prognosis).

Allikas: World Data Center for Geomagnetism, Kyoto

1995. aastal registreeriti Maa pöörlemise häire: planeedi pöörlemistelje suund muutus ja selle liikumiskiirus suurenes 17 korda. Uuringute kohaselt määrati „polaartriivi pöördepunkt kindlaks 1995. aasta oktoobris”⁴⁷.

Samuti märkisid teadlased kuni 1995. aastani planeedi pöörlemise aeglustumist ning 1995. ja 2016. aastal toimusid Maa pöörlemiskiirenduses järsud hüpped, millel pole vaatluste ajaloos analooge (joonis 59). Pariisi observatooriumi Maa orientatsioonikeskuse andmetel hakkas 1995. ja 2016. aastal päeva pikkus mitme millisekundi võrra vähenema, mis viitab sellele, et Maa pöörleb tavapärasest kiiremini. Päeva pikkus on defineeritud kui aeg, mille jooksul Maa teeb ühe pöörde ümber oma telje.

Päeva pikkuse nihkumine millisekundites ajavahemikul 1962–2023



Riis. 59.

Päeva pikkuse nihkumine millisekundites ajavahemikul 1962–2023. Joonisel on punased jooned trendijooned, mis näitavad, kui kiiresti päev lüheneb. Näiteks vasak joon on laugem, parem joon, kiirendusjoon alates 2016. aastast, on aga peaaegu vertikaalne, st päevad lühenevad kordades kiiremini, mis tähendab, et planeet pöörleb kiiremini.

Andmeallikas: Pariisi observatooriumi IERS-i Maa Orientatsioonikeskus.

Päeva pikkus – Maa suuna parameetrid:

https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223

⁴⁷ 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>

Seega toimus 1995. aastal järsk ja samaaegne muutus Maa kolmes geofüüsilises parameetris:

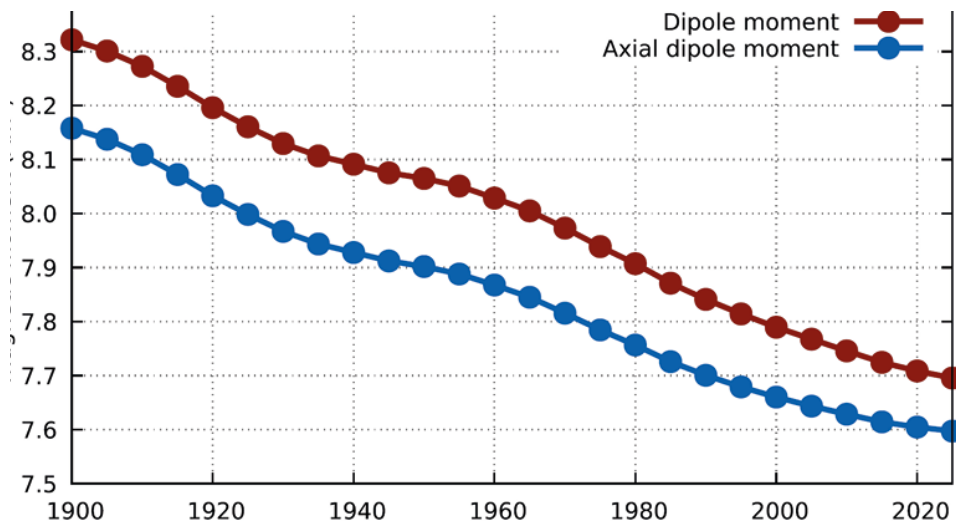
- põhja magnetpooluse triivi kiirendamine;
- pöörlemistelje triivi suuna muutus ja kiirendus;
- planeedi pöörlemise kiirenemine.

Kõik need parameetrid sõltuvad Maa tuumast, see tähendab, et magnetvälja loob Maa tuumas olev geodünamo ning planeedi pöörlemiskiirus ja selle telg sõltuvad Maa massikeskmest (sisemisest tuumast). Sellest võime järeldada, et 1995. aastal algasid Maa tuumas olulised ja anomaalsed muutused, mis nõudsid tohutuid energiakulusid.

Need muutused Maa tuumas on seotud ka planeedi magnetvälja nõrgenemisega, mis

kaitseb kõiki elusolendeid surmava kosmilise ja päikesekiirguse eest. Teadlased jälgivad ärevusega magnetväljas toimuvaid muutusi: viimase 50 aasta jooksul on selle intensiivsus järsult langenud⁴⁸ ehk nõrgenenud ja see trend prognoosi kohaselt jätkub (joonis 60). . Viimase sajandi jooksul on magnetvälja tugevus vähenenud 10–15% ja viimastel aastatel on see protsess märgatavalt kiirenenud. Pealegi räägime viimase 12 000–13 000 aasta suurimast nõrgenemisest. Magnetvälja nõrgenemine toimub planeedil ebahütlaselt. On piirkondi, kus magnetväli on nõrgenenud 30% – see juhtub Atlandi ookeani lõunaosas ja Lõuna-Ameerikas, piirkonnas, mida nimetatakse Lõuna-Atlandi magnetiliseks anomaaliaks.

Maa magnetilise dipoolmomendi suurusjärg aastatel 1900–2020



Riis. 60.

Maa magnetilise dipoolmomendi suurusjärg ajavahemikus 1900–2020. Graafik näitab, kuidas Maa dipoolse magnetvälja tugevus on alates 1900. aastast vähenenud ja kuidas ennustatakse selle edasist vähenemist. Punaselt märgitud, kuidas jätkus see langustrend 2020. aastani ja eeldatavasti jätkub 2025. aastal.

Allikas: 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>

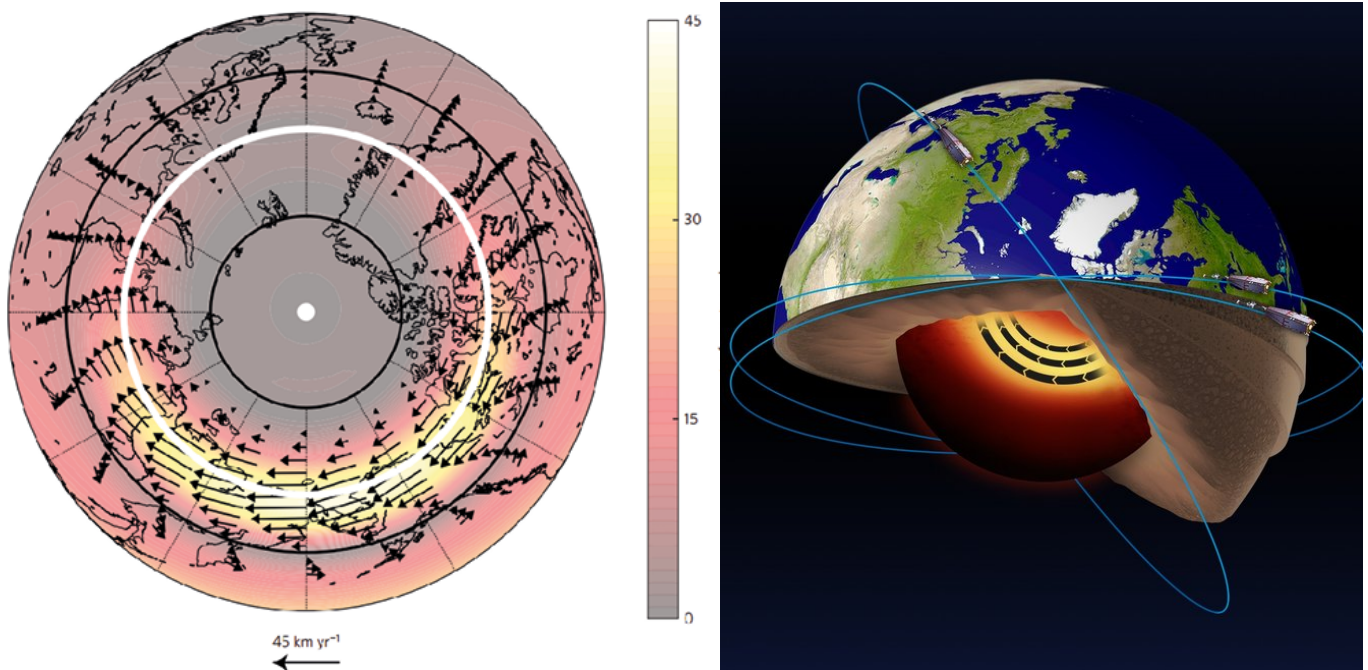
⁴⁸ Tarasov L.V. Maapealne magnetism: õpik // Dolgoprudny: Kirjastus "Intelligence", 2012. - 184 lk.

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>

Taani teadlased jõudsid sarnastele järeldustele pärast Taani Orsted'i satelliidi Maa magnetvälja olukorra vaatluste tulemuste analüüsi. Atlandi ookeani lõunaosas ja Arktikas avastasid nad anomaalselt madala magnetvälja intensiivsusega tsoonid, mida nad nimetasid magnetilisteks aukudeks. Teadlaste arvates on selliste “aukude” olemasolu täis tõrkeid satelliitide, lennukite ja laevade navigatsiooniseadmete töös, raadioside katkemist, rändlindude orientatsiooni kaotamist ja palju muid veelgi kohutavamaid ja ettearvamatumaid asju, sealhulgas vähihaiguste hüppeline tõus, kuna “magnetiliste aukude” tsoonides kaotab Maa ja kõik sellel elav kaitse kosmilise kiirguse eest.

Viimastel aastatel on ilmnenud magnetvälja nõrgenemise tagajärgede anomaalne ilming. Punaseid virmalisi registreeritakse Maa piirkondades, mis pole neile iseloomulikud, ja isegi kohtades, kus neid pole kunagi varem nähtud, eriti aktiivselt alates 2023. aastast.

Olemasoleva teooria kohaselt on magnetvälja tekke eest vastutavad sularaua vood, mis liiguvad ümber planeedi tahke tuuma. 2013. aastal tegid Leeds'i ülikooli teadlased kindlaks, et kõik need muutused magnetväljas hakkasid toimuma tänu vedela raua voolu kiirenemisele Maa välissüdamik⁴⁹ (joonis 61), mis sai alguse tõenäoliselt 1995. aastal.



Riis. 61.

ESA Swarmi satelliidiandmete analüüs näitas jugavoolu olemasolu Maa tuuma vedelas rauast 3000 km sügavusel maapinnast. Ja ka seda, et see joavool kiireneb.

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

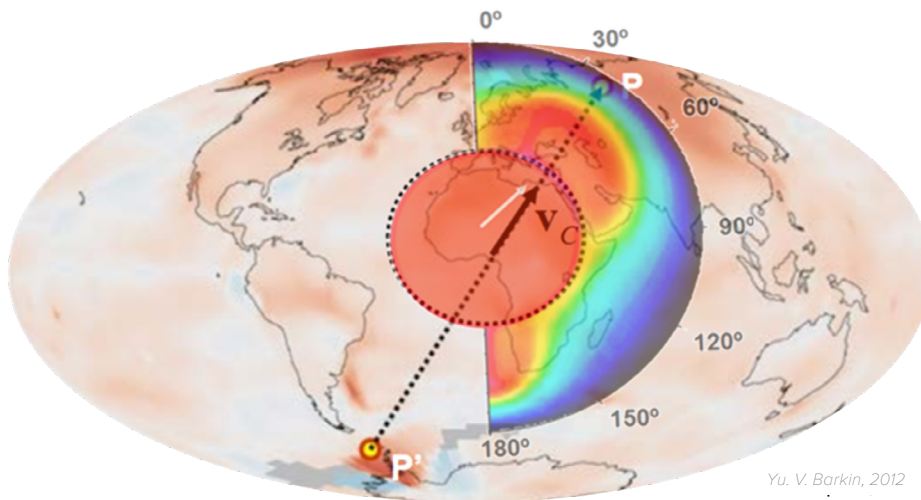
⁴⁹ Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68.
<https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

Maa tuumahüpe 1998. aastal

Teadlased, kasutades Maa massikeskuse uuringute satelliidiandmeid, aastatel 1997–1998. fikseerinud enneolematu nähtuse – hüppe Maa sisemises tuumas⁵⁰. Selle tulemusena nihkus planeedi tuum põhja poole, mööda joont Lääne-Antarktikast Lääne-Siberisse, Venemaa Föderatsiooni Taimõri poolsaarele (joonis 62).

Samal ajal registreerisid neli erinevat teadusrühma sõltumatult Maa erinevates geofüüsikalistes parameetrites anomaalseid muutusi, mis viitavad sellele sündmusele. Moskva Riikliku Ülikooli ja Venemaa Teaduste Akadeemia Maafüüsika Instituudi autorite

meeskond tegi satelliidiandmeid kasutades 1998. aastal hüppe Maa massikeskmes⁵¹ (joonis 63). Samal perioodil registreeris Rahvusvaheline Maa pöörlemisteenistus (IERS) planeedi pöörlemise järsu kiirenemise (joonis 64). Sel ajal registreerisid teadlased Itaalias Medicina jaamas raskusjõu hüppe⁵² (joonis 65). Samal ajal täheldati Maa kuju järsu muutust⁵³ (joonis 66), mõõdetuna USA satelliitidelt saadud laserkauguse määramise süsteemi abil. Planeet hakkas ekvaatori piirkonnas anomaalselt paisuma, kuigi enne seda oli trend vastupidine.



Yu. V. Barkin, 2012

Riis. 62.

Tuuma hüpe 1997-1998. ja tuuma nihkest põhjustatud kuumalained magmas. Yu V. Barkin.

Kaart illustreerib sisemise tuuma nihkevektorit mööda joont Lääne-Antarktikast Lääne-Siberisse, Taimõri poolsaarele. Diagramm on kantud atmosfääri termiliste anomaaliade kaardile.

Allikas: Maa tuuma ja vahevöö suhteliste nihete ja võnkumiste geofüüsikalised tagajärjed. Ettekanne Yu.V. Barkina, Moskva, IFZ, OMTS. 16. september 2014.

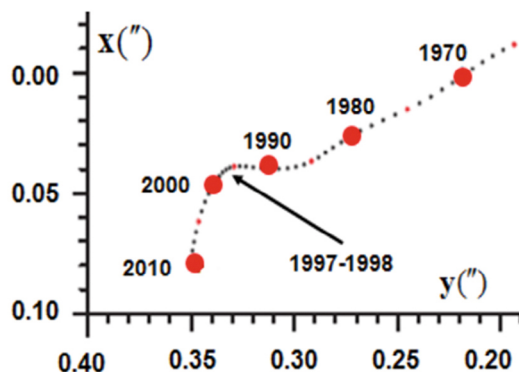
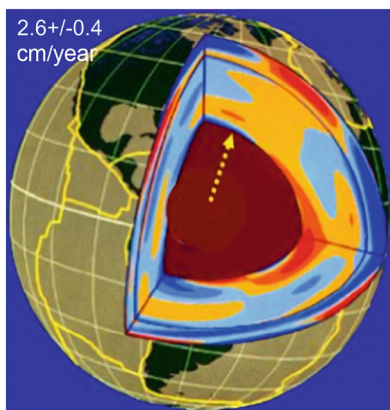
⁵⁰ Barkin Yu.V. Sünkroonsed hüpped looduslike planeetide protsesside aktiivsuses aastatel 1997-1998. ja nende ühine mehhanism. // Merede ja ookeanide geoloogia: XIX rahvusvahelise meregeoloogia teaduskonverentsi materjalid. — GEOS Moskva, 5. köide, lk. 28.–32., 2011.

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>

⁵¹ Zotov L.V., Barkin Yu.V., Lyubushin A.A. Geokeskuse liikumine ja selle geodünaamika. Tr. konf. "Kosmose geodünaamika ja globaalsete geodünaamiliste protsesside modelleerimine." // Novosibirsk, 22.–26. september 2009, Venemaa Teaduste Akadeemia Siberi filiaal. Novosibirsk, Geo, 2009, lk. 98–101.

⁵² Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirelli, 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)

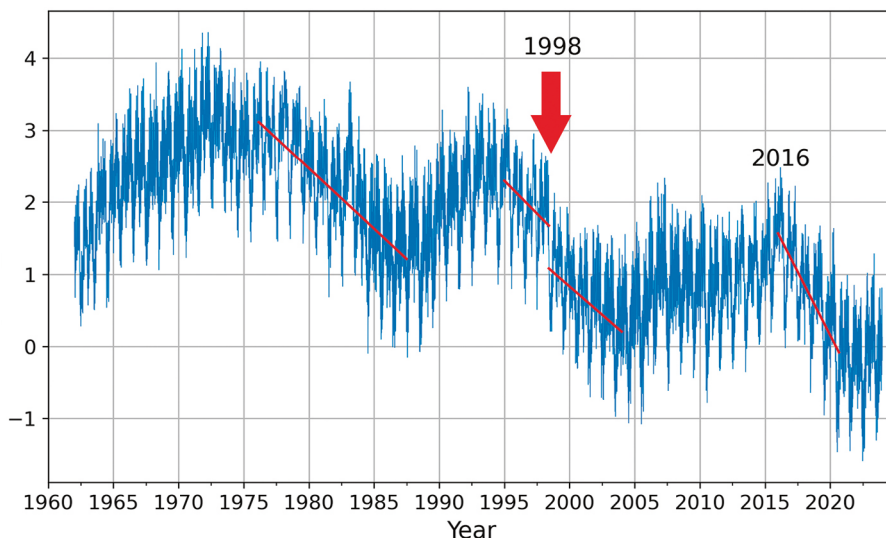
⁵³ Cox, C., & Chao, B. F. (2002). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998. Science, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>



Riis. 63.

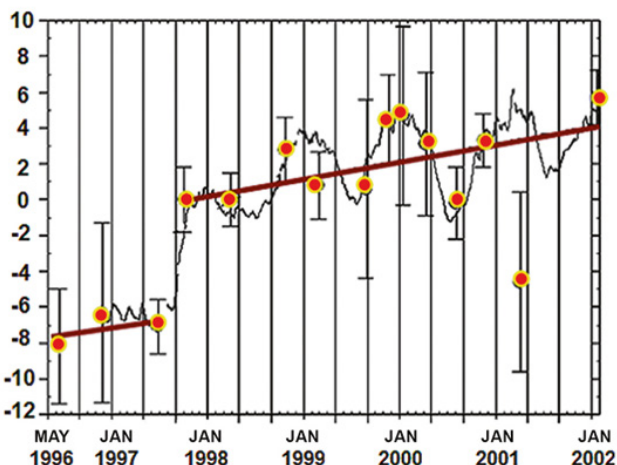
Maa siseehitus, Maa massikeskme ilmaliku triivi suund ja pooluse trajektor Maa pinnal aastatel 1990–2010. peaaegu 90° pöördega aastatel 1997–1998. Taimõri poolsaare suunas.
 Allikas: Smolkov // Heliogeofüüsikalised uuringud. Väljaanne 25, 14–29, 2020. <http://vestnik.geospace.ru/index.php?id=569> (juurdepääsu kuupäev: 02.01.2024)
 Graafiku allikas: Barkin Yu.V., Kliege R.K., 2012.

Päeva pikkuse hälve millisekundites ajavahemikul 1962–2023



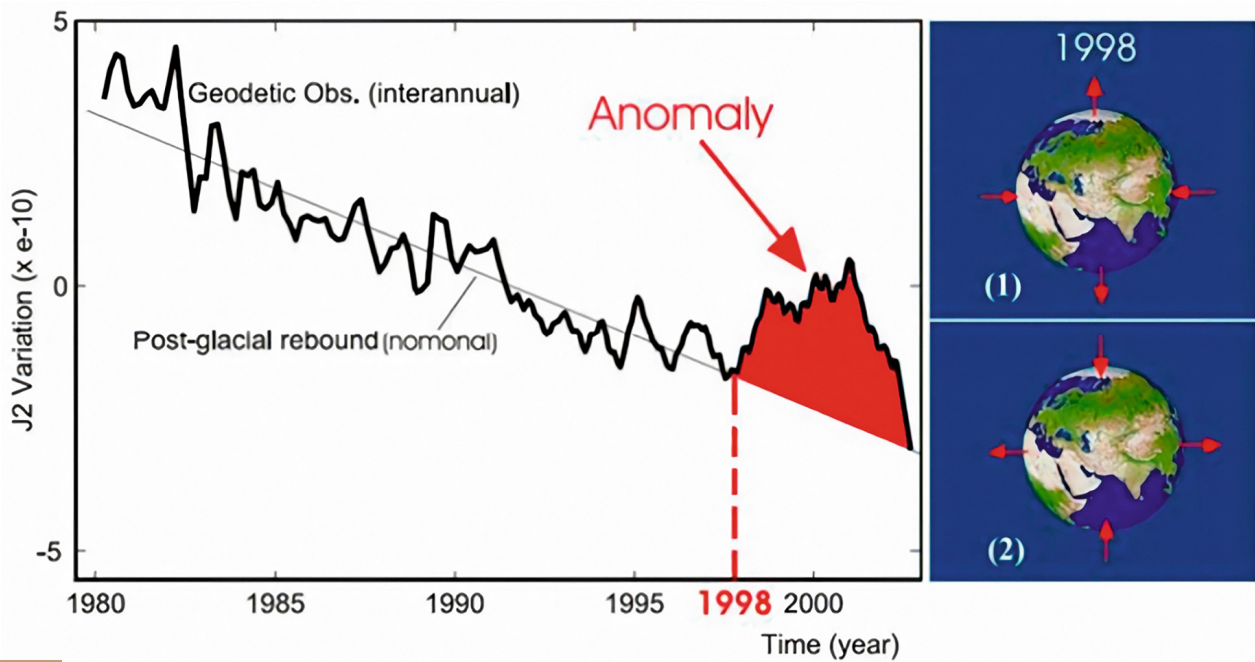
Riis. 64.

1998. aastal registreeris Rahvusvaheline Maa pöörlemisteenistus (IERS) planeedi pöörlemise järsu kiirenemise.
 Andmeallikas: Pariisi observatooriumi IERS-i Maa Orientatsioonikeskus.
 Päeva pikkus – Maa suuna parameetrid: https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223



Riis. 65.

Itaalias Medicina gravimeetriaajas registreeriti aastatel 1997–1998 Maa gravitatsiooni hüpe.
 Allikas: 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)



Riis. 66.

1998. aastal täheldati Prantsusmaal laserkauguse määramise süsteemi Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite (DORIS) abil tehtud mõõtmiste abil Maa kuju järsk muutus: selle maht laienes. Allikas: 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>

Füüsikaliste ja matemaatikateaduste doktori, tehnikateaduste doktori professor Juri Barkini, geograafiateaduste doktori professori Gennadi Smolkovi⁵⁴, Venemaa Teaduste Akadeemia akadeemiku ja Moskva Riikliku Lomonosovi ülikooli austatud professori Mihhail Arušanovi⁵⁵. Geoloogia- ja mineraloogiateaduste doktori Victor Khaini⁵⁶ ja paljude teiste teadlaste sõnul

põhjustas tuuma nihkumine muutusi kõigis Maa kestades.

Maa tuuma, mille suurus on võrreldav Kuuga, märkimisväärne nihkumine tõstatab küsimuse, milline on löögi või jõudude olemus ja ulatus, mis võivad selliseid muutusi planeedi sisestruktuuris põhjustada.

⁵⁴ Geodünaamiliste ja geofüüsikaliste nähtuste suundumuste järsud muutused aastatel 1997-1998. Autorid: Barkin Yu.V., Smolkov G.Ya. Ülevenemaaline päikesemaafüüsika konverents, mis on pühendatud RAS-i korrespondentliikme V.E. 100. sünniaastapäevale. Stepanova (16. – 21. september 2013, Irkutsk), Irkutsk, 2013.

⁵⁵ Arushanov M.L. Kliimamuutuste põhjused Maal kosmilise mõju tagajärjel, hajutades müüdi inimtekkelise globaalse soojenemise kohta.

Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft, 53, cc. 4–14. 2013. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

⁵⁶ COMMUNIQUE ja IC GCGE GEOCHANGE esimene aruanne "Globaalsed keskkonnamuutused: oht tsivilisatsiooni arengule". 1. köide. London, 2010, ISSN 2218-5798.

Geodünaamiliste ja kliimaatiliste protsesside seosed

Ülaloodud fakte kokku võttes võib märkida, et viimastel aastakümnetel on Maa erinevates kestades hakanud toimuma järgmised anomaalsed muutused:

1. Muutused planeedi geofüüsikalistes parameetrites

Maa pöörlemise anomaalne kiirendus alates 1995. aastast.

Planeedi pöörlemistelje triivi järsk nihe ja kiirendus 1995. aastal.

2. Muutused Maa tuuma geomagnetilistes parameetrites

Põhja-magnetpooluse triivi järsk kiirendus 1995. aastal.

Magnetvälja intensiivsuse vähenemine, magnetanomaaliade suurenemine.

3. Tuum

Vedelraua voolu kiirendamine välissüdamikus alates 1995. aastast.

Aastatel 1997-1998 sisetuuma järsk nihkumine mööda joont Lääne-Antarktikast Lääne-Siberisse, Taimõri poolsaarele.

4. Mantel

Sügavfookusega maavärinate arvu kiire kasv sügavusel 300 km-lt 750 km-le alates 1995. aastast.

5. Litosfäär

Seismilise aktiivsuse kasv alates 1995. aastast, maavärinate ilmumine piirkondades, kus neid pole kunagi varem registreeritud.

Anomaalne vulkaaniline ja magmaatiline tegevus, muutused purskavate laavade koostises.

Liustike kiirenenud sulamine alt ülespoole magmasammaste kohal oleva sisemuse suurenenud kuumuse tõttu alates 1995. aastast.

6. Ookean

Ookeani pinnatemperatuuri ja aurustumise enneolematu tõus.

7. Atmosfäär

Stratosfääri ja mesosfääri jahtumine, termosfääri dekompressioon, aatom- ja molekulaarse hapniku kontsentratsiooni vähenemine atmosfääri erinevates kihtides. Globaalse õhutemperatuuri tõus troposfääris.

Orkaanide, üleujutuste, tulekahjude, põudade, tornaadode tugevuse ja arvu äärmuslik suurenemine.

See aruanne esitab geodünaamiliste ja kliimaprotsesside vahelise seose mudeli. See mudel töötati välja selleks, et selgitada Maa kõigi kihtide samaaegset tasakaalustamatust ja planeedi geodünaamika anomaaliate ilmumist. Sellega kaasneb äärmuslike kliimanähtuste sagenemine Maa pinnal. Mudeli oluline aspekt on tuua esile nende protsesside seos inimtegevusest tuleneva ohuga.

Tuum on praegu tõenäoliselt tasakaalust väljas ja kuumeneb, mille tulemuseks on vedela raua voolu kiirenemine välissüdamikus 1995. aastal ja sisemise tuuma hüpe 1998. aastal. Just vedela raua voolu kiirenemise tõttu välissüdamikus hakkas põhjamagnetpoolus järsult nihkuma.

Hüpoteesi kohaselt kiireneb tuuma nihke tõttu planeedi pöörlemine, suureneb selle tsentrifugaaljõud ja deformatsioon piki ekvaatorit. Tsentrifugaaljõu suurenemise tõttu hakkab vahevöö magma järsult Maa pinnale kerkima, erodeerides ja soojendades litosfääri seestpoolt tavapärasest enam. Ookeani maakoore on õhem, seega on see tõusva magma surve suhtes haavatavam. Arvatavasti toimub

magma sissetung kõikjal kogu ookeanipõhjas. Suureneb ookeanivete soojussisaldus ja tekivad anomaalsed kõrgendatud merevee temperatuuriga alad. Arvatavasti põhjustab magma tõus maapinnast lähtuva geotermilise voolu suurenemist, magmasammaste tõusu Lääne-Antarktika ja Kesk-Gröönimaa liustike all, mis kiirendab liustike sulamist alt üles koos kasvuhoonegaaside heitkoguse kasvuga. Põhjavee temperatuur tõuseb Lääne-Siberis ja teistes õhukese maakoorega piirkondades. On ilmne, et magma tõus põhjustab vulkaaniliste, seismiliste ja tektooniliste protsesside aktiveerumist ning tõenäoliselt suurendab ka katastroofiliste kliimasündmuste sagedust ja ulatust, nagu ebatavalised sademed, orkaanide, üleujutuste ja tulekahjude sagedus. Mudeli kohaselt nõrgeneb tuumas toimuvate muutuste tagajärjel intensiivselt magnetväli ja see toob kaasa muutused atmosfääri ülemistes kestades, selle dekompressiooni ja jahtumise ning hapniku kontsentratsiooni vähenemise tänu intensiivsemale päikesetuule tungimisega. Need tegurid omakorda avalduvad tõenäoliselt anomaalsetes, ebatüüpilistes virmalistes.

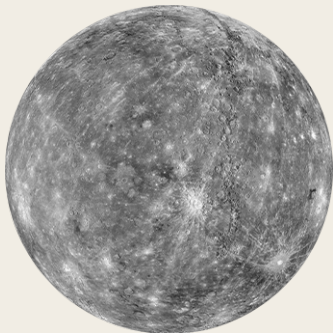
Muutused Päikesesüsteemi teistel planeetidel

Vaatluste kohaselt hakkasid teistel Päikesesüsteemi planeetidel, isegi “surnud” planeetide sügavustes, Maaga sünkroonselt toimuma samad protsessid: ilmsesid vulkaaniline aktiivsus, seismiline aktiivsus ja magnetilised anomaaliad. Vastavalt käesolevas aruandes kirjeldatud hüpoteesile saab see juhtuda ainult sarnaste muutuste korral Päikesesüsteemi planeetide tuumades samamoodi nagu Maal.

Nagu varem märgitud, on sisemise tuuma asendi muutmiseks ja välissüdamikku raua voolu kiirendamiseks vaja kolossaalseid

lisaenergiat, mis arvatavasti hakkas 1995. aastal märkimisväärses koguses Maa planetaarse süsteemi sisenema. Seega tekitavad sünkroonsed muutused Päikesesüsteemi teistel planeetidel küsimuse, et planeetide tuumasid mõjutab mingi väline kosmiline mõju.

Allolevad illustratsioonid näitavad infograafikat sünkroonsete muutuste kohta Päikesesüsteemi planeetidel ja nende kuudel viimastel aastakümnetel. Teabe kinnitamiseks ja täiendamiseks on toodud lingid asjakohastele teadusallikatele.

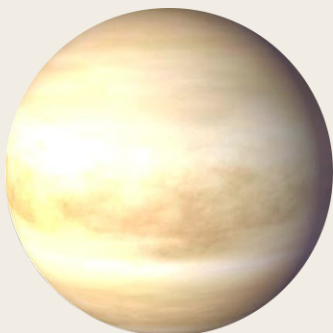


MERKUUR

aastatel
2011–2015

19 MUUTUST MERKUURI PINNAL ENDOGEENSE AKTIIVSUSE TÖTTU

[DOI: 10.1029/2022GL100783](https://doi.org/10.1029/2022GL100783)



VEENUS

2006-2012

SUURENENUD TUULED

[DOI: 10.1016/j.icarus.2013.05.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.05.018)

2006-2009

AVASTATI MAGMAATILISED KUUMAD KOHAD

[DOI: 10.1126/science.1186785](https://doi.org/10.1126/science.1186785)

2012-2018

VULKAANILINE AKTIIVSUS SUURENEB

[DOI: 10.1051/0004-6361/201833511](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833511)

2020.
aastal

TEHTUD UURINGUD KINNITASID, ET VEENUS ON PRAEGU VULKAANILISELT AKTIIVNE

[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)



MAA

- 1995

PÕHJA-MAGNETPOOLUSE KIIRENDATUD TRIIV
[DOI: 10.19080/IJESNR.2022.29.556271](https://doi.org/10.19080/IJESNR.2022.29.556271)
- ALATES
1995

ORKAANIDE AKTIIVSUS ATLANDI OOKEANIL ON ALATES 1995. AASTAST MÄRKIMISVÄÄRSELT SUURENENUD
[DOI: 10.1038/nature06422](https://doi.org/10.1038/nature06422)
- 1997

(28. VEEBRUAR M7 JA 10. MAI M6) MAAVÄRINAD IRAANIS, HUKKUS ÜLE 2600
- 1998

AASTA (4. VEEBRUAR JA 30. MAI) MAAVÄRINATES AFGANISTANIS HUKKUS ÜLE 7000 INIMESE
- 1998

AASTA SUURIM ÜLEUJUTUS BANGLADESHI AJALOOS – 65 PROSENTI RIIGIST ON ÜLE UJUTATUD
- 1998

MALPA MAALIHE, INDIA
- 26.05.1998

ÄÄRMUSLIK KUUMALAINE, MIS ULATUB 50 KRAADINI INDIAS
- 30.05.1998

MAAVÄRIN AFGANISTANIS 7 PALLI
- 17.07.1998

PAAPUA UUS-GUINEAS 7-PALLI MAAVÄRIN JA 15-MEETRINE TSUNAMI
<https://pubs.usgs.gov/publication/70022643>
- 1998. AASTA
JUULIL

TUGEVAD VIHMASAJUD HIINAS HÄVITASID 2,9 MILJONIT KODU JA HÄVITASID ÜLE 9 MILJONI HEKTARI PÖLLUSAAKI
https://earth.esa.int/web/earth-watching/natural-disasters/floods/content/-/asset_publisher/zooP2IUloYKv/content/flood-yangtze-china-july-1998/
- 1997-1998

PLANEEDI TUUMA NIHE
Zotov L.V., Barkin Yu.V., Lyubushin A.A. (2009)
- 1998

AASTA MAA KUJU MUUTUS (KOEFISSIENT J2)
[DOI: 10.1126/science.1072188](https://doi.org/10.1126/science.1072188)
- 2004

AASTA INDONEESIA TSUNAMI
[DOI:10.1785/gssrl.76.3.312](https://doi.org/10.1785/gssrl.76.3.312) and [DOI:10.1186/s40562-014-0015-7](https://doi.org/10.1186/s40562-014-0015-7)
- 2005

AASTA ORKAANIHOOAEG KÕRGEIMA AKUMULEERITUD TSÜKLONI ENERGIAINDEKSIGA
[DOI:10.1175/2007MWR2074.1](https://doi.org/10.1175/2007MWR2074.1)
- 2005

AASTA ORKAAN KATRINA
[DOI:10.1257/jep.22.4.135](https://doi.org/10.1257/jep.22.4.135)



MAA

2008

HIINA MAAVÄRIN[DOI:10.19044/esj.2023.v19n13p49](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n13p49)

2010

AASTA HAITI MAAVÄRIN[DOI:10.1029/2011GL049799](https://doi.org/10.1029/2011GL049799)

2011

AASTA JAAPANI MAAVÄRIN, MILLE TULEMUSENA TUVASTATI JAAPANI IDARANNIKUL KOSEISMILINE GRAVITATSIOONIMUUTUS[DOI:10.1016/j.geog.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2015.10.002)

1979-2017

SUURENES ORKAANIDE AKTIIVSUS[DOI:10.1073/pnas.1920849117](https://doi.org/10.1073/pnas.1920849117)

2012-2017

ANOMAALIAD MAA PÖÖRLEMISKIIRUSES, MIS ON KORRELATSIOONIS SUURTE MAAVÄRINATEGA[DOI:10.1016/j.geog.2019.06.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2019.06.002)

2020

ON REKORDILISELT AKTIIVSEIM PÕHJA-ATLANDI ORKAANIHOOAEG JÄLGIMISAJALOOS (ARVU JÄRGI)[DOI:10.3390/atmos13121945](https://doi.org/10.3390/atmos13121945)

2016-2023

MAA PÖÖRLEMISE KIIRENDUSdatacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOP-C04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223

2021-2022

LAAVA ANOMAALNE KEEMILINE KOOSTIS JA OMADUSED. TA TULEB SUURTEST SÜGAVUSTEST. EBANORMAALSELT KIIRED PURSKED[DOI:10.1038/s41586-022-04981-x](https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x) [DOI:10.1029/2023GL102763](https://doi.org/10.1029/2023GL102763)[DOI:10.1038/s41467-022-30905-4](https://doi.org/10.1038/s41467-022-30905-4)

KUU



1997-1998

KUU TUUMAHÜPE[DOI:10.18698/2308-6033-2014-10-1335](https://doi.org/10.18698/2308-6033-2014-10-1335)

2022

AASTAL SOOJUSE ANOMAALIA TUVASTATI COMPTON-BELKOVICHI TSOONIS[DOI:10.1038/s41586-023-06183-5](https://doi.org/10.1038/s41586-023-06183-5)

2023

KUU PINNASE TEMPERATUURIANOMAALIA 2023 LÕUNAPOOLUSELisro.gov.in/Ch3_first_observation_ChaSTE_Vikram_Lander.html26. AUGUSTIL
2023. AASTAL**KUUVÄRIN REGISTREERITI**https://www.isro.gov.in/Ch3_ILSA_Listens_Landing_Site.html



MARSS

2003-2006 REGISTREERITI AKTIIVSE METAANI HEITKOGUSED MAAPINNAST

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

2014-2020 REGISTREERITI AKTIIVSE METAANI HEITKOGUSED MAAPINNAST

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

2004 ESIMENE UUT TÜÜPI MARSIL VIRMALINE LÖUNAPOOLKERAL

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

2005 LÖUNAPOLAARPIIRI JÄRSK KOKKUTÖMBUMINE

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

2014-2021 REGISTREERITI MARSIL 278 DISKREETSET VIRMALIST

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

2015 PROOTONI VIRMALISTE AVASTAMINE

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

2018 LÖUNAPOOLUSEL LEITI JÄÄMÜTSI ALT VEDELAT VETT

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

2019-2021 TOIMUS ÜLE 1300 MAAVÄRINA

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

2019-2020 MADALA SAGEDUSEGA KORDUVAD SEISMILISED SÜNDMUSED, MIS ON SEOTUD VULKAANILISE TEGEVUSEGA CERBERUS FOSSA ALL

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

2022 ELYSIUM PLANITIA ALL ON KINDLAKS TEHTUD HIIGLASLIKU MANTELSAMBA TEGEVUS

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

4. MAI 2022 TUGEVAIM MARSIVÄRIN MAGNITUUDIGA 4,7

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

2022 VIRMALISED KATNUD POOL PLANEEDI

twitter.com/HopeMarsMission/status/1519311155768008704



JUPITER

1992-1996,
2005-2007

TUGEVNES MAGNETANOMAALIA JUPITERI
PÕHJAPOLKERAL

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

2000-2001

SUURENES JUPITERI SISEMINE SOOJENEMINE 37%
PÄRAST VOYAGERI UURINGUT 1980. AASTAL. PEALEGI
ON SEE SEESTPOOLT KUUMENEMINE SUUREM KUI
PÄIKESELTSISSETULEVAST ENERGIAST

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

2005-2006

TEKKIS ESMAKORDSELT TEINE VÕIMAS PUNANE
LAIK JUNIOR

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

2009-2020

KASVASID TUULE KIIRUSED SUURES PUNASES
LAIGIS 8%

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

2012

JUPITERI ÜLEMISE ATMOSFÄÄRI ANOMAALNE
KUUMENEMINE ALTPOOLT SUURE PUNASE KOHAL

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

2016-2020

REGISTREERITI ATMOSFÄÄRI ÜLEMISTES KIHTIDES
ANOMAALNE VÄLK

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

2017

AVASTATI TUGEVA EKVATORIAALSET JUGAVOOLU

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

2017

JUPITERI MAGNETVÄLJAS TOIMUSID GLOBAALSEID
MUUTUSI VÕRRELDES 1980. AASTATEGA, ERITI
SUURE SINISE LAIGU PIIRKONNAS

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

2019

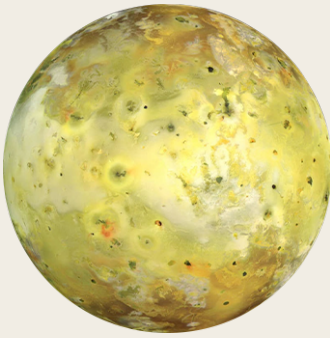
ILMUS LÕUNAPPOOLUSELE VEEL ÜKS LISAORKAAN,
KUI SEAL ON ALATI OLNUD 5 ORKAANI

nasa.gov/missions/juno/nasas-juno-navigators-enable-jupiter-cy-clone-discovery

2022

EKVATORIAALNE KITSAS STRATOSFÄÄRI JUGA,
MILLE KIIRUS ON UMBES 515 KM/H

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



IO

2000.
AASTATEL

**RIKNES SUURIMA VULKAANI IO LOKI PURSETE
TSÜKKEL, SEE HAKKAS PURSKAMA SAGEDAMINI**

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

2003-2005

4 UUE NOORE VULKAANI PURSE

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

2000, 2006,
2007

TVASHTARI VULKAANI SUURED PURSKED

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

2013-2018

**AVASTATI UUED UNIKAALSED KUUMAD PUNKTID
JA PURSKED**

[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

**AVASTATI 7 UUT KÕIGE ENERGILISEMAT
VULKAANILIST SÜNDMUST**

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

2022

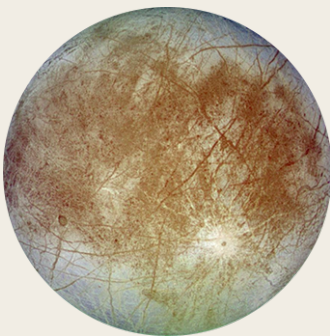
VÕIMSAD VULKAANIPURSKED

[DOI:10.1029/2023JE007872](#)

2022

AVASTATI MAA-ALUNE MAGMAOOKEAN

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



EUROOPA

1997

**ESMANE VAATLUS KUUMENEMISE TAGAJÄRREL
TEKKIVATEST VOOGUDEST**

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

2000

**VOYAGERI JA GALILEO ANDMETE VAHEL EI
TÄHELDATUD PINNAPILTIDEL OLULIST GEOLOOGILIST
AKTIIVSUST**

[DOI:10.1029/1999je001139](#)

2016-2017

MAAPINNA KOHAL TUVASTATUD VEEAUR

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

2018

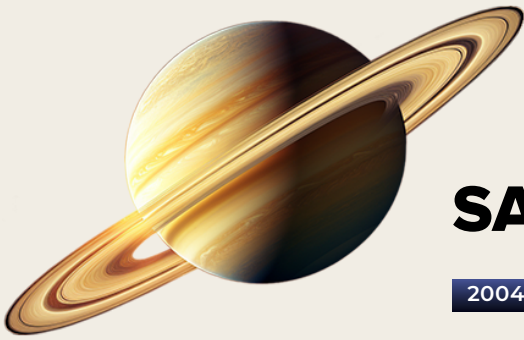
**PINNA SOOJUSEANOMAALIAD TUVASTATI ALMA
MÖÖTMISTE PÕHJAL**

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

2022

**EUROOPAL AVASTATI ENDOGEENSE PÄRITOLUGA
SÜSINIKDIOKSIID**

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



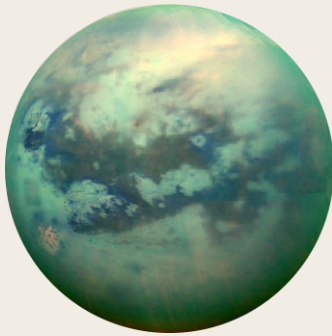
SATURN

- 2004-2006 **TUVASTATUD ÄIKESETORMID**
[DOI:10.1016/j.icarus.2007.03.035](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2007.03.035)
- 2004 **"KUUM KOHT" AVASTATI SATURNI LÖUNAPOOLUSEL**
[DOI:10.1126/science.1105730](https://doi.org/10.1126/science.1105730)
- 2006 **LAIALDASED VIRMALISED**
science.nasa.gov/resource/saturns-polar-aurora
- 2007-2010 **TÄHELDATI 23-26 TSÜKLONIST KOOSNEVAT AHELAT**
[DOI:10.1016/j.icarus.2013.10.032](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.10.032)
- 2010 **TEKKIS SUUR PLANEEDIMÕÖTMETEGA VALGE TORM, MILLE TAGAJÄRJED ILMNESID 3 AASTA JOOKSUL**
[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 **TEKKIS STRATOSFÄÄRI KEERIS**
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.08.024](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.08.024)
- 2018 **UUT TÜÜPI MÕÖDUKA INTENSIIVSUSEGA TORMID**
[DOI:10.1038/s41550-019-0914-9](https://doi.org/10.1038/s41550-019-0914-9)
- 2020 **TUGEV TORM ESIMEST KORDA POLAARLAIUSKRAADIDE LÄHEDAL JA TORM SEL AASTAL**
[DOI:10.1029/2021GL092461](https://doi.org/10.1029/2021GL092461)



URAAN

- 1999, 2004, 2005, 2011 **HELEDATE PILVESTRUKTUURIDE VAATLUS**
[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)
- 2014 **REKORDILINE TORMITEGEVUS**
[DOI:10.1016/j.icarus.2014.12.037](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2014.12.037)
- 2014 **MAKSIMAALNE ATMOSFÄÄRITEMPERATUUR ÜSIKVAATLUSTEKS**
[DOI:10.1098/rsta.2018.0408](https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0408)
- 2014 **ON PILVESTRUKTUURIDE ARV OLULISELT SUUREM KUI EELMISTEL AASTATEL**
[DOI:10.1016/j.icarus.2015.05.029](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2015.05.029)
- 2021, 2022 **PÕHJAPOLAARTSÜKLONI INTENSIIVISTUMINE**
[DOI:10.1029/2023GL102872](https://doi.org/10.1029/2023GL102872)



TITAAN

1995, 2004, 2008 PILVISUSE JÄRSK TÕUS – TORMITEGEVUS

[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 TOLMUTORMIDE VAATLUS

[DOI:10.1038/s41561-018-0233-2](https://doi.org/10.1038/s41561-018-0233-2)

2009 TEKIS POLAARKEERIS, MIS AASTATEL 2010-2011 VIIS MESOSFÄÄRI KUUMA PUNKTI TEKKENI JA PÕHJUSTAS MESOSFÄÄRI ÄÄRMISE JAHENEMISE

[DOI:10.1038/s41467-017-01839-z](https://doi.org/10.1038/s41467-017-01839-z)

2010 TORM "NOOL" EKVAATORI LÄHEDAL

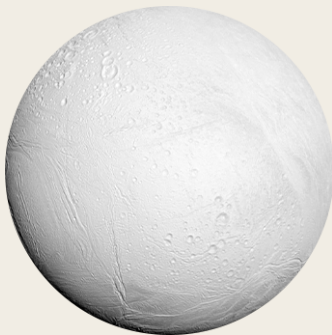
[DOI:10.1038/ngeo1219](https://doi.org/10.1038/ngeo1219)

2012 VULKANISMI AVASTAMINE, MIS VÕIB PRAEGU TOIMUDA

[DOI:10.1029/2019JE006036](https://doi.org/10.1029/2019JE006036)

2016 ESIMEST KORDA REGISTREERITI VIHMA (VEDEL METAAN), MIS KATTIS 120 000 KM² PINDA

[DOI:10.1029/2018GL080943](https://doi.org/10.1029/2018GL080943)



ENCELADUS

2005 AVASTATI LÕUNAPOOLUSEL GEISRID

[DOI:10.1126/science.1121661](https://doi.org/10.1126/science.1121661)

2005 AVASTATI LÕUNAPOOLUSE PIIRKONNAS SOOJUSE TOOTMISE JA ÜLEKANDE SÜSTEEM

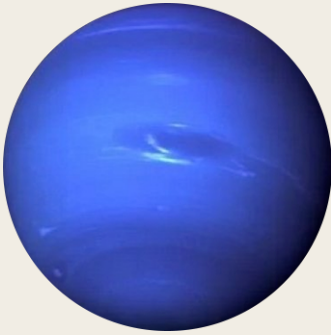
[DOI:10.1038/s41550-017-0063](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0063)

2022 ENCELADUSE SOOJUSVOO ANALÜÜS NÄITAB SOOJUSE ENDOGEENSET PÄRITOLU

[DOI:10.5194/epsc2022-219](https://doi.org/10.5194/epsc2022-219)

2023 WEBBI TELESKOOP JÄLGIS UUT SUURT 6000 MIILI PIKKUST VOOGU

nasa.gov/solar-system/webb-maps-surprisingly-large-plume-jetting-from-saturns-moon-enceladus



NEPTUUN

- 2015
AVASTATI UUS TUME KEERIS, MIDA TÄHELDATI KUNI 2017. AASTANI
[DOI:10.3847/1538-3881/aaa6d6](https://doi.org/10.3847/1538-3881/aaa6d6)
- 2017
TORM TEKKIS EKVAATORIL
[DOI:10.1016/j.icarus.2018.11.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2018.11.018)
- 2018
UUS SUUR TUME KOHT
[DOI:10.1029/2019GL081961](https://doi.org/10.1029/2019GL081961)
- 2018-2020
ANOMAALNE TEMPERatuurIHÜPE, LÕUNAPOOLUSE JÄRSK SOOJENEMINE
[DOI:10.3847/PSJ/ac5aa4](https://doi.org/10.3847/PSJ/ac5aa4)



PLUUTO

- 2002
ÕHURÕHK KAHEKORDISTUS ALATES 1988. AASTAST
[DOI:10.1038/nature01762](https://doi.org/10.1038/nature01762)
- 2015
CO JA HCN AVASTATI ATMOSFÄÄRIS
[DOI:10.1016/j.icarus.2016.10.013](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2016.10.013)
- 2015
SAAVUTAS ATMOSFÄÄRIRÕHK MAKSIMUMVÄÄRTUSE, SEEJÄREL LANGES VEIDI NING 2020. AASTA OLI PRAKTILISELT 2015. AASTA TASEMEL
[DOI:10.1051/0004-6361/202141718](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141718)
- 2015
AVASTATI PINNALT PALJU KRÜOVULKAANILISI STRUKTUURE
[DOI:10.1038/s41467-022-29056-3](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29056-3)
- 2019
AVASTATI MAA-ALUNE OOKEAN
[DOI:10.1038/s41561-019-0369-8](https://doi.org/10.1038/s41561-019-0369-8)



PÄIKE

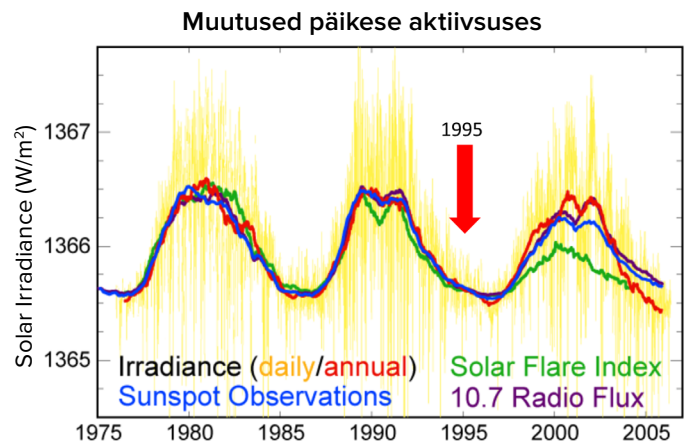
- 4. AUGUST 1972** SUUR PÄIKESEPURSKE, MIS KATKESTAS MÕNES USA OSARIIGIS KAUGSIDE
[DOI:10.1029/2018SW002024](https://doi.org/10.1029/2018SW002024)
- 13. MÄRTS 1989** 20. SAJANDI SUURIM MAGNETTORM. VIRMALISI VÖIS NÄHA ISEGI KUUBAL JA FLORIDAS
[DOI:10.1029/2019SW002278](https://doi.org/10.1029/2019SW002278)
- 14. JUULI 2000** PÄIKESEPURSKE. ORBIIDIL OLEVATEL SATELLIITIDEL REGISTREERITI LÜHISEID, MÕNED RAADIOJAAMAD OLID VÄLJA LÜLITATUD
[DOI:10.1029/2002GL014729](https://doi.org/10.1029/2002GL014729)
- 28.-31.10. 2003** GEOMAGNETILINE SUPERTORM. LÕUNA-ROOTSI KÕRGEPIINGE JÕUÜLEKANDESÜSTEEMI KUULUVATE SATELLIIDISÜSTEEMIDE TÖÖ OLI HÄIRITUD
[DOI:10.1029/2004SW000123](https://doi.org/10.1029/2004SW000123)
- SEPTEMBRIL 2005** VÕIMAS TORM, MIS MÕJUTAS MESOSFÄÄRI JA TERMOSFÄÄRI TEMPERATUURI JA KOOSTIST
[DOI:10.1029/2018JA025294](https://doi.org/10.1029/2018JA025294)
- 5. DETSEMBERI 2006** PUHANG OLI LIGIKAUDU 10 KORDA SUUREM KUI ÜKSKI VAREM REGISTREERITUD SÜNDMUS. TOIMUS PÄIKESE MIINIMUMI LÄHEDAL. GPS-SÜSTEEM SAI OLULISELT KAHJUSTADA
[DOI:10.1029/2007SW000375](https://doi.org/10.1029/2007SW000375)
- 23. JUULI 2012** KAKS SUURT KORONAALSET VÄLJAPAISKUMIST MAA ORBIIDI SUUNAS. TORMI VÕIMSUS ÜLETAS CARRINGTONI 1859. AASTA HINNANGUID
[DOI:10.1002/swe.20097](https://doi.org/10.1002/swe.20097)
- 21. JUUNI 2015** TORM, RAADIOSIGNAALID KATKESID PÕHJA- JA LÕUNA-AMEERIKAS
[DOI:10.1007/s11207-018-1303-8](https://doi.org/10.1007/s11207-018-1303-8)
- 6. SEPTEMBRIL 2017** REGISTREERITI PÄIKESETSÜKLI 24 VÕIMSAIM SÄHVATUS
[DOI:10.1029/2018SW001969](https://doi.org/10.1029/2018SW001969)
- 2019. AASTA DETSEMBER** LÕPETAS 24. TSÜKLI, 25. TSÜKLI ALGUS
[weather.gov/news/201509-solar-cycle](https://www.weather.gov/news/201509-solar-cycle)
- 2022** SPACEX STARLINK KAOTAS 29. JAANUARIL TOIMUNUD KORONAALHEITE TAGAJÄRJEL TEKKINUD GEOMAGNETILISE TORMI TÕTTU ORBIIDILE SAATMISEL 38 SATELLIITI
[DOI:10.1029/2022SW003193](https://doi.org/10.1029/2022SW003193)
- 2023** TÄHELDATUD, ET PÄIKESETORMIDE AJAL ESINEB TÄIENDAVAIK LENDUDE HILINEMISI, MIS LÄHIAASTATEL AINULT SUURENEVAD
[DOI:10.1038/s41598-023-30424-2](https://doi.org/10.1038/s41598-023-30424-2)
- 22. JUUNIL 2023** ÜLETAS PÄIKESELAIKUDE ARV PÄEVAS (240) 24 TSÜKLI MAKSIMUMI (220)
sidc.be/silso/dayssnplot

Oletusi, et sellised nähtused meie päikesesüsteemis on põhjustatud Päikese aktiivsusest, ei toeta faktid. Anomaalsed muutused Päikesesüsteemi planeetidel ja nende satelliitidel said alguse päikese miinimumi perioodil 1995. aastal, st päikeseaktiivsuse vähenemise perioodil. Päikese aktiivsuse tsüklite graafik joonisel fig. 67 näitab, et 1995. aastal oli Päike oma minimaalsel aktiivsusel, mis tähendab, et ta ei saanud kõiki neid muutusi põhjustada.

Seetõttu ei saanud Päike teistele planeetidele sellist mõju avaldada. Veelgi enam, kogu päikesesüsteemis reageeris Päike kosmilistele löökidele viimasena, tõenäoliselt oma tohutu massi tõttu. Kuna muutused toimuvad sünkroonselt kõigil Päikesesüsteemi planeetidel ja ka Päikesel, on loogiline eeldada, et lähi- või kaugkosmoses on mingi tegur, mis põhjustab planeetide sees tohutu energiahulga ilmumise.

See energia tekib planeetide süsteemis, keskendudes tuumade ümber ja minnes mööda planeetide teistest kihtidest. Tänu sellele hüpoteesi kohaselt, planeetide tuumad kuumenevad ja nihkuvad. Ükski teadusele teadaolevatest mõjudest – gravitatsiooniline, elektromagnetiline, akustiline, kosmiline kiirus – ei pääse mõõteriistadest mööda, avaldades samas otsest mõju tuumale. Vastavalt sellele ei saa teooria kohaselt ükski ülalloeletud mõju põhjustada muutusi, mida praegu täheldatakse kõigil päikesesüsteemi planeetidel.

Võttes arvesse ülaltoodud fakte, töötati



Riis. 67.

Päikese aktiivsuse muutused viimase 30 aasta jooksul. Sellel pildil on kolm päikesetsüklit ajavahemikul 1975-2005, mõõdetuna päikesekiirguse, päikeselaikude arvu, päikesevalguse aktiivsuse ja 10,7 cm raadiovoos järgi. Graafik näitab selgelt, et 1995. aastal oli Päike oma minimaalse aktiivsuse juures ja see tähendab seda Päike ei saanud 1995. aastal põhjustada muutusi Maa ja teiste planeetide tuumas. Allikas: Robert A. Rohde loodud pilt avaldatud andmete põhjal.

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

välja hüpoteesi, mis viitab sellele, et see mõju toimib uurimata füüsikalistel põhimõtetel. See on esimene kord, kui kaasaegne teadus puutub kokku sellise nähtusega. See on nähtus, mis pole ametlikult registreeritud, kuid selle ilminguid on võimalik jälgida. See energia taaselustab eelduste kohaselt isegi “surnud” planeete, kus seismiline ja magmaatiline aktiivsus hakkab suurenema. Seda kinnitab Marss, kus seismiline⁵⁷ ja magmaatiline aktiivsus⁵⁸ hakkasid suurenema.

⁵⁷Dahmen, 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>

⁵⁸Broquet, 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>

Astronoomilised protsessid ja nende tsüklilisus

Hüpoteesi kohaselt interakteerub see teatud tüüpi energiast koosnev mõjuvõim otseselt ja eranditult Maa sisemise tuumaga, kuid ei mõjuta mingil viisil planeedi ülejäänud kihte. Selline interaktsiooni olemus võib olla tingitud asjaolust, et sisemine tuum on äärmiselt suure tihedusega ja eeldatavasti erineb selle struktuur üldtunnustatud raud-nikli teooriast. Füüsika- ja matemaatikateaduste doktori I. M. Belozerovi hüpoteesi kohaselt on sisemisel tuumal täiesti erinev struktuur, mis on lähedane neutrontähe struktuurile⁵⁹. Ja välimine südamik koosneb suure tõenäosusega niklist, rauast ja muudest metallisulamitest. Eelduste kohaselt on sarnase ehitusega ka teiste Päikesesüsteemi planeetide ja isegi gaasihiiglaste tuumad.

Käesolevas aruandes välja pakutud hüpotees uurib selle Maale avaldatava mõju olemust, kasutades assotsiativset näidet taskulambi kiirest pimedas. Kujutagem ette, et seal on kontsentreeritud valgusvihk ja selle ümber on hajutatud kuma. Kõigi andmete põhjaliku analüüsi põhjal jõuab nüüd Maale vaid valguse hajutatud osa. Käimasolevate protsesside vaatluste järgi pole planeeti isegi kontsentreeritud kiir puudutanud ning Maal

toimub juba kiire kataklüsmide arvu ja tugevuse kasv ning siis matemaatiliste mudelite järgi kõik ainult suureneb. Tuleb märkida, et see pole esimene kord, kui Maa seda tüüpi mõjuvõimuga kokku puutub. Meie planeedi geoloogiline ajalugu näitab, et Maa on korduvalt kogunud globaalse kliimamuutuse ja sarnase sünkroonse iseloomuga geodünaamika sarnaseid faase.

Tänu Kvaternaari lademetes geokronoloogilistele uuringutele, jääsüdamikute ja laiaulatuslike väljasuremiste jälgede uurimisele, sealhulgas inimliikidele, võib järeldada, et Maa peal esines ulatuslike kliimakatastroofide järsu sagenemisega minevikus ligikaudu iga 12 000 aasta järel.⁶⁰ Ja iga 24 000 aasta järel olid planeedi katastroofid palju kordi tugevamad, mida tõendavad vulkaanipursete tuhakihtide uuringud ja muud geokronoloogilised uuringud⁶¹. Arushanov M.L., V.B.Baturin⁶², V.V.Bushuev,⁶³ I. Kopylov⁶⁴, N.V.Petrov⁶⁵, Ye. Smotrin⁶⁶, Douglas Vogt⁶⁷, ja paljud teised teadlased^{68,69,70,71} on jõudnud arusaamisele globaalsete kataklüsmide tsüklilisusest Maal umbes 12-13 tuhande aasta pikkuse perioodiga ning praegu on inimkond andmete põhjaliku analüüsi kohaselt jõudmas selle tsükli aktiivsesse faasi.

⁵⁹ Belozero, I. M. (2008). Loodus füüsiku vaatenägemisega. *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology*, 12(68).

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

Hruzdov, V. I. (oktoober 2021). Neutronnaja Vselennaja, Gl. 10. Raschjot nejtronnogo jadra Zemli [Neutronuniversum. Ch. 10. Maa neutronite tuuma arvutamine]. Moskva: Libmonster Russia. Välja otsitud: <https://libmonster.ru/m/articles/download/17227/4846>

⁶⁰ Arushanov, M. L. (2023). Maa kliimamuutuste põhjused kosmosemõju tagajärjel, hajutades müüdi inimtekkelise globaalse soojenemise kohta. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, 4–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

Arushanov, M. L. (2023). *Dinamika kliimata. Kosmicheskie faktory*. [Kliima dünaamika. Kosmilised tegurid]. Hamburg: LAMBERT Academic Publishing.

⁶¹ Sawyer, D. E., Urgeles, R., & Lo Iacono, C. (2023). 50,000 aasta pikkune korduv vulkaaniline megabänd ladestumine Marsi basseinis, Tüüreeni meres. *Geology*, 51(11), 1001–1006. <https://doi.org/10.1130/g51198.1>

⁶² Baturin, A. M. (2001). Perioodiline globaalne katastroof - 12166 last. [Globaalsete katastroofide perioodilisus – 12166 aastat]. Monograafia. Kurski CSTI.

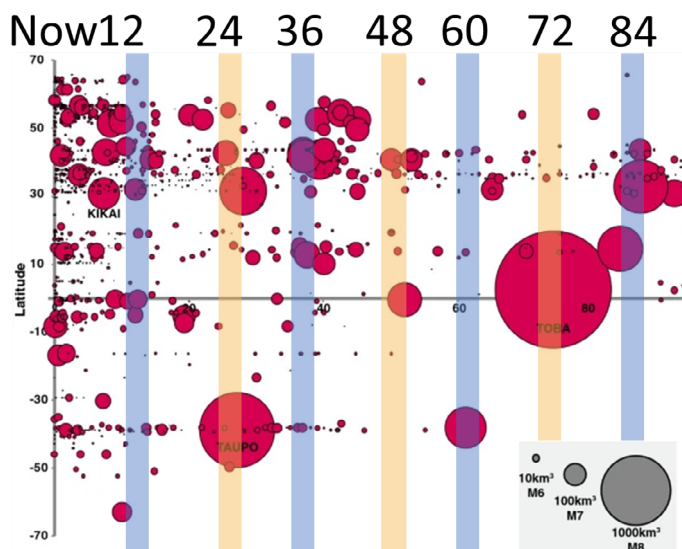
⁶³ Bushuev, E. V., & Kopylov, I. P. (2005). *Kosmos i Zemlja. Elektromekhanicheskie vzaimodejstvija*. [Kosmos ja Maa. Elektromehaanilised interaktsioonid]. Monograafia. Moskva: energietika.

⁶⁴ Kopylov, I. (2001, November 1) *Elektromekhanika Solnechnoj sistemy* [Päikesesüsteemi elektromehaanika]. NVO.

⁶⁵ Petrov, N. V. (2015). Maa kliima: Lahendus Maa kliimamuutuste probleemile elu säilimise seaduse positsioonist kosmoses. *Ökoloogia ja ühiskonna areng: 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>

Geoloogias, paleontoloogias ja arheoloogias on mitmeid tõendeid selle tsükli mineviku katastroofide kohta. Kõiki neid katastroofilisi sündmusi iseloomustasid järsud muutused mitte ainult planeedi Maa kliimas, vaid ka täielik geodünaamiline ümberstruktureerimine:

magnetvälja nõrgenemine ja ekskurssioon, katastroofilised laialt levinud vulkaanipursked, tektoonilised muutused, atmosfääri temperatuuri muutused $10\text{ }^{\circ}\text{C}^{72}$ võrra, muutused Maailmamere tasemel, järgnevad ulatuslikud jäätumised (joon. 68–72).

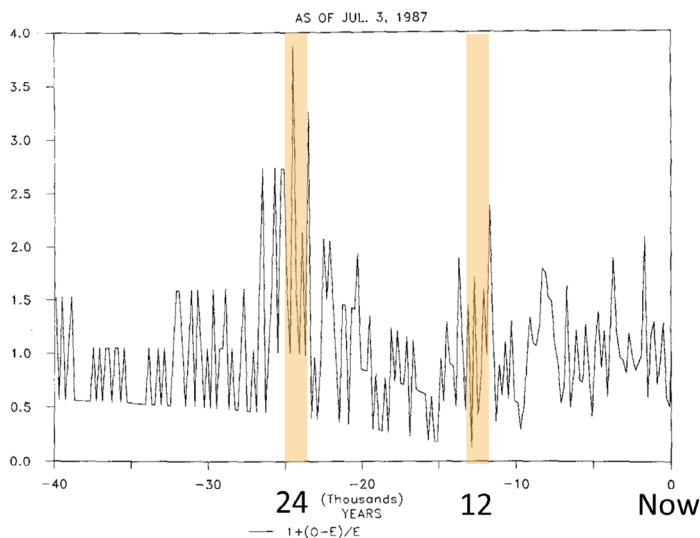


Riis. 68.

Ülemaailmsed pursked alates 2013. aastast pKr e. 100 000 cal. l. vahemikus 70° s. w. ja 70° S. w. Pildil on näha, millal sellised pursked tekkisid. Ringide suurus peegeldab purske suurust. Pange tähele, et suured punased ringid näitavad, et iga 24 000 aasta järel toimub rohkem katastroofilisi vulkaanipurskeid.

Allikas: Brown, S. K., Croweller, 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>

VOLCANICITY INDEX CHRONOLOGY



Riis. 69.

Vulkaanilise aktiivsuse ulatus viimase 40 000 aasta jooksul jääkernide andmete põhjal Vulkaanipursete arvu kronoloogia põhineb sündmuste radiosüsiniku dateeringul ja väljendatakse suhtelise dispersioonina.

Allikas: 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>

⁶⁶ Smotrin E. G., sõjateaduste kandidaat. (1998). Loodusõnnetused ja katastroofid — peamine oht planeedi ja Euroasia julgeolekule 3. aastatuhandel pKr. Geostrategia ja tehnoloogiad XXI. Välja otsitud: <http://www.geost-21.su/ru/node/1>

⁶⁷ Vogt, D. B. (2007). Jumala kohtupäev; Globaalse soojenemise tegelik põhjus (1. väljaanne). Vector Associates. ISBN-13:978-0-930808-08-2

Vogt, D. B. (2015). Mitmemõõtmelise reaalsuse teooria. Vector Associates. ISBN-13: 978-0-930808-10-5.

⁶⁸ Davidson, B. (2021). Järgmine maailmalõpp. Kosmoseilmauudised. ISBN 9781098357788

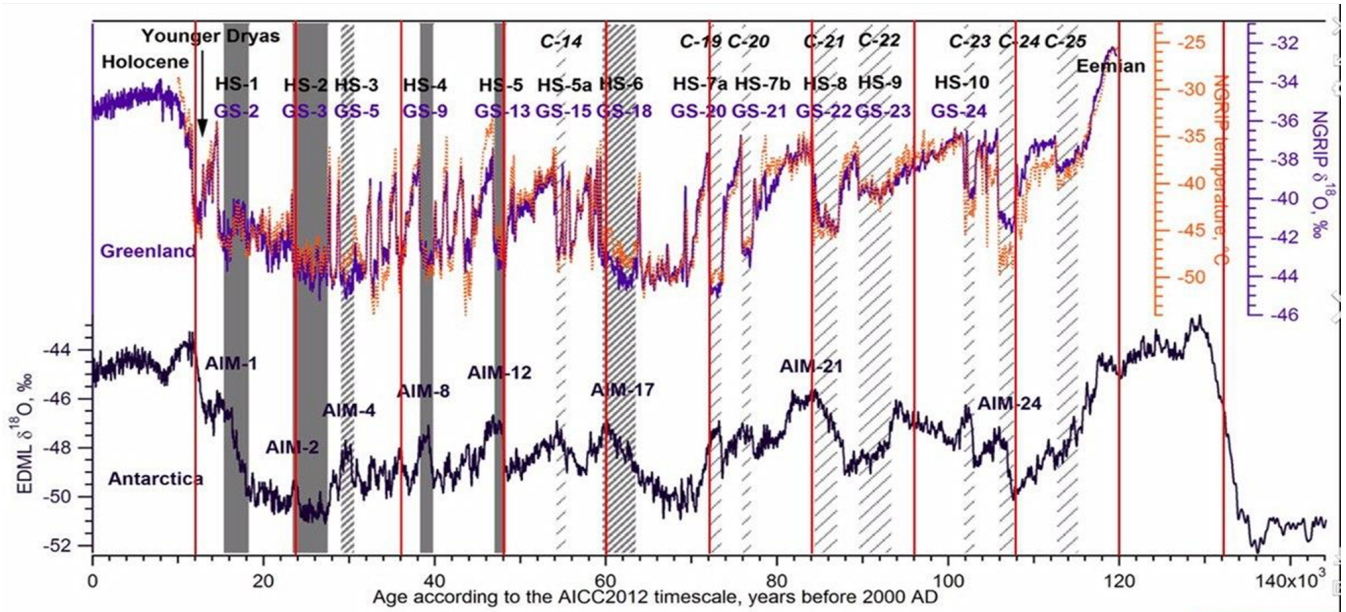
⁶⁹ Thomas, C. (1993). Aadama ja Eeva lugu: kataklüsmide ajalugu. Bengali tiiger Pr, ISBN 9781884600012

⁷⁰ White, K. W. (1992). Maailm ohus: 46./72. luueeskadrilli päritolu, missioon ja teaduslikud avastused, K. White, ISBN 0962891681.

⁷¹ Hapgood, C. H. (1958). Maa nihkuv maakoos: maateaduse põhiprobleemide võti. Pantheoni raamatud, Teadus.

⁷² Easterbrook, D. J. (2016). Tõendus põhine kliimateadus, andmed, mis on vastu CO2 heitkogustele kui globaalse soojenemise peamisele allikale (2. väljaanne). Elsevier. Bellingham, USA. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-02097-4>

Now 12 24 36 48 60 72 84 96 108 120



Riis. 70.

Temperatuurinomaaliad Gröönimaa ja Antarktika jääkernide andmete põhjal

Allikas: 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.

Riis. 71.

Algselt Atlandi ookeani põhjaosa meresetete kernides registreeritud Heinrichi sündmuste ligikaudne suhteline asukoht.

Allikas: 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)

Seega võimaldab see hüpotees eeldada, et Maa geodünaamilised muutused on peamiselt astronoomiliste protsesside ja nende tsüklilisuse tulemus. Nii eelmistes tsüklites kui ka tänapäeval on katastroofide kasvu oluliseks teguriks välisest kosmilisest mõjust tuleneva lisaenergia kuhjumine sügavustesse. Seda tsüklit süvendab aga inimtekkeline mõju planeedi Maa süsteemile, mis

Time (Years Ago)	Magnetic Event	Volcanic Candidates	Biosphere Stresses
~12,000	Gothenburg	Eifel Complex (Germany), Phlegrean Fields (Italy)	Mega-Faunal Extinction, Global
~25,000	Lake Mungo	Aira Caldera (Japan), Taupo (New Zealand)	Mega-Faunal Extinction, Australia/Eurasia, WAHSA 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?

Riis. 72.

Magnetpooluste triiv, magnetvälja nõrgenemine, katastroofilised pursked ja väljasuremised iga 12 000 aasta järel

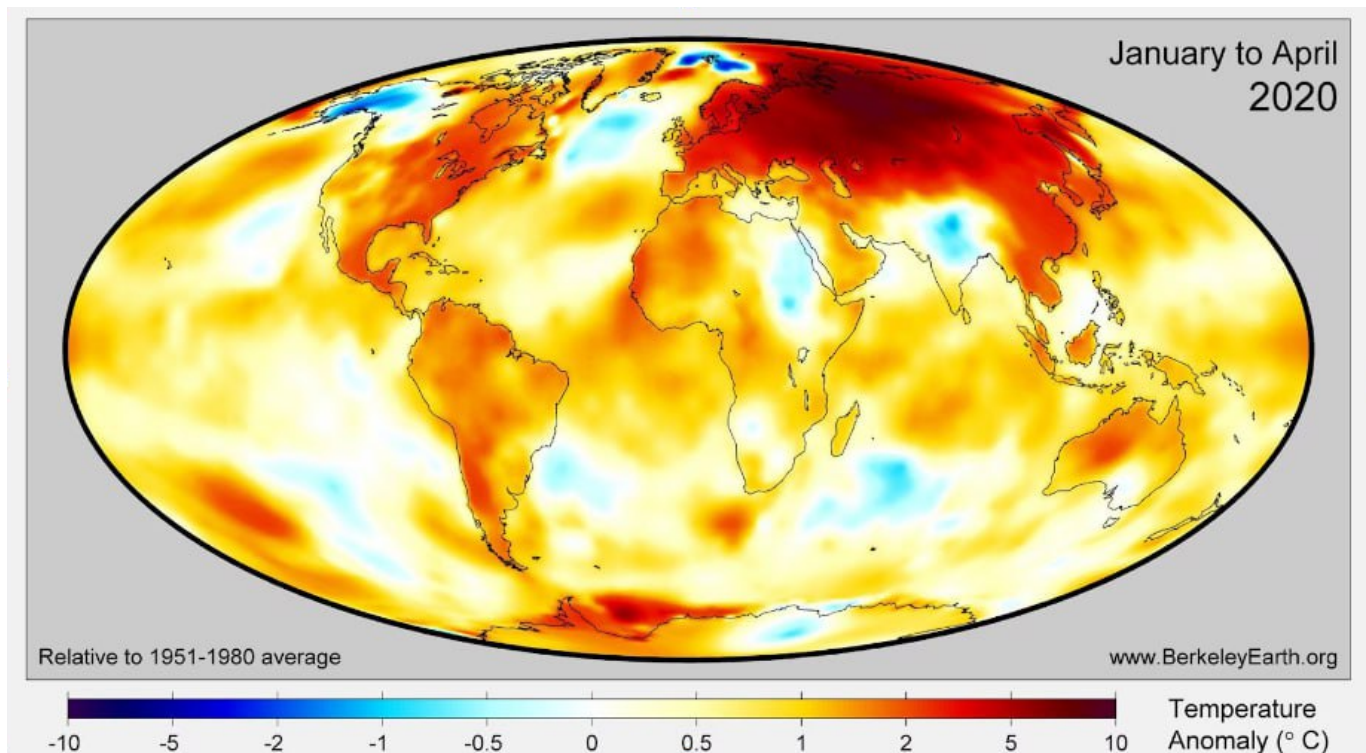
Allikas: Davidson, B. (2021). The next end of the world. *Space Weather News*.

suurendab soojuse hulka sügavustes. Entroopia – lisaenergia muundamise soojuseks – tulemusena muutub Maa vahevöö kuumemaks, magma muutub vedelamaks, suureneb endogeense soojuse voog sisemusest pinnale ja tekivad uued magmasambad. Näiteks tänapäeval tõusevad sellised massiivsed tulbad Siberi all väga kiires tempos, sealhulgas tuuma selles suunas nihkumise tõttu.

Siberi anomaalne soojenemine

Siber ja Siberi Arktika on piirkonnad, kus soojuste määr on 2–3 korda kõrgem maailma keskmisest (joonis 73). Eeldatakse, et selle põhjuseks on magmakambrite moodustumine Maa tuuma nihkumise tõttu, mis põhjustab piirkonnas pinget vahevööle (joonised 74–76). Seda kinnitavad Hiina teadlaste hiljutised uuringud, kes avastasid, et nüüd Siberi all oleva magma mõjul maakoor sulab ja õhendub⁷³. See protsess edeneb ja vähendab plaadi tugevust. Tõenäoliselt võib magmakambrite aktiivsus väljenduda ka

igikeltsa täiendavas sulamises alt üles, seismilise aktiivsuse suurenemises piirkonnas, kuuma vee kerkimises maapinnale ja tulekahjudes lume all rikkepiirkondade kohal. Põhjapoolsetel laiuskraadidel suureneb metaani ja vesiniku emissioon maapõuest, maagaasi plahvatustest tekkivate kraatrite arv, arktilisel šelfil intensiivistub mudavulkanism. Tektonofüüsikaliste mudelite kohaselt toob magma läbimurre Siberi alt sulamid kõrge rõhu all välja. See võib tekitada otsese ohu Venemaa ja kogu maailma eksistentsile.

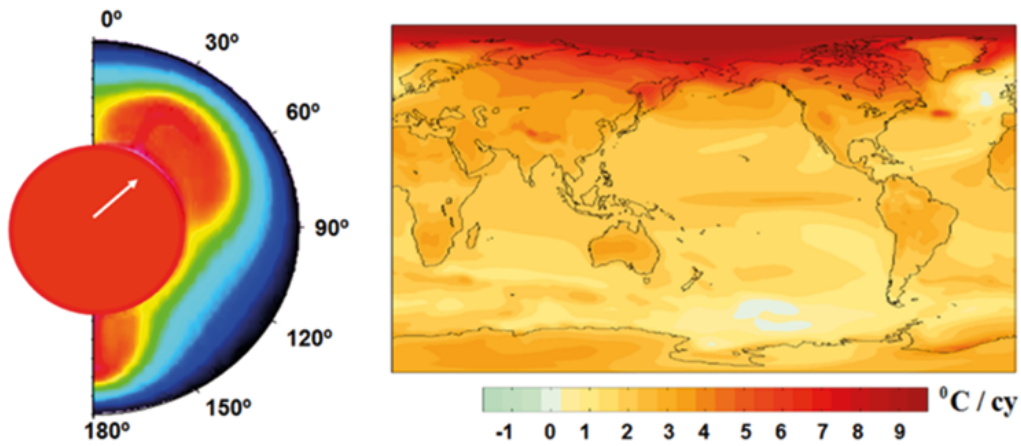


Riis. 73.

Temperatuurianomaaliad maailmas ajavahemikul jaanuar-aprill 2020 võrreldes 1951–1980 normiga. Soojenemine Siberi piirkonnas ületab globaalse temperatuuritõusu anomaaliat 3–6 korda, mis näitab selle piirkonna täiendavat küttetegurit.

Allikas: BerkeleyEarth.org

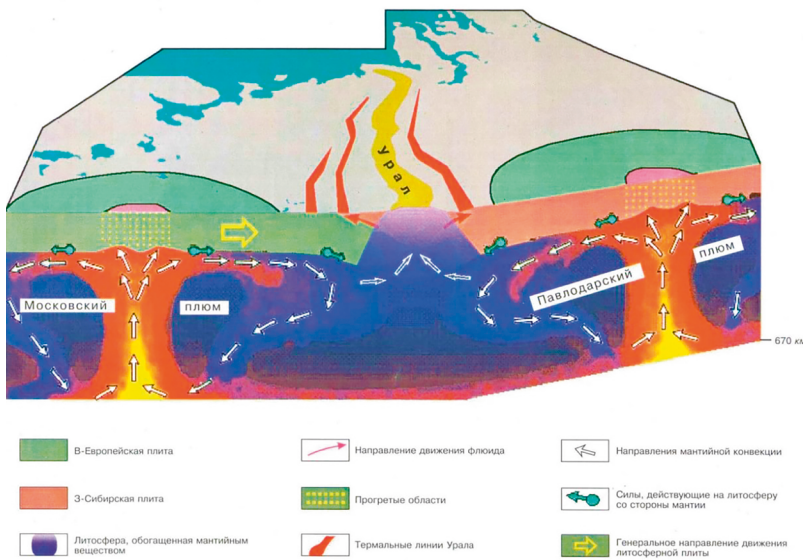
⁷³Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. *Nature Communications*, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>



Riis. 74.

Tuuma ja vahevöö sunnitud suhteline õõtsumine ning asümmeetrilise soojusvarustuse muster vahevöö ülemistesse kihtidesse (vasakul). Linearsed pinna soojenemise trendid (°C sajandi kohta) NCAR CCSM3 andmetest, mis on keskmistatud eristsenaariumi alusel http://www.realclimate.org/bitz_fig3.png (paremal).

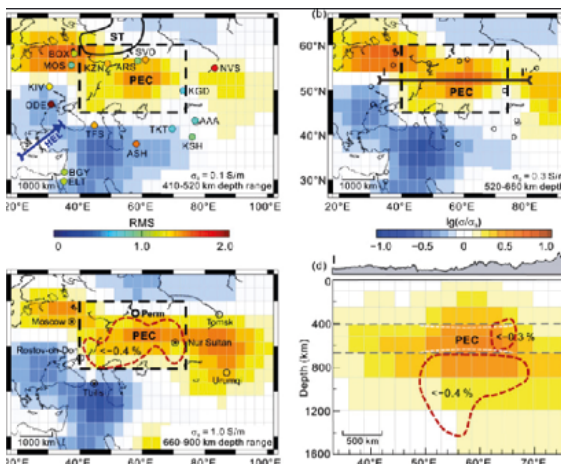
Allikas: Barkin, Yu.V. (2009). Cyclic inversion kliimamuutused Maa põhja- ja lõunapoolkeral // Merede ja ookeanide geoloogia: meregeoloogia XVIII rahvusvahelise teaduskonverentsi (School) materjalid. T.III. - M.: GEOS. 2009. Lk. 4-8.



Riis. 75.

Süsivesinike vedelike liikumise skeem Moskva ja Pavlodari sulgtektoonilistes struktuurides.

Allikas: Gorny V.I jt. Mantli-litosfääri interaktsiooni mudel, mis põhineb Uurali seisimilise uuringu geotraaversi ja kaugegeotermilise meetodi integratsioonandmetel. // Lõuna-Uurali süvaehitus ja geodünaamika. — Tver. 2001. Lk. 227-238.



Riis. 76.

Jilini ülikooli ja Shijiazhuang Tiedao ülikooli teadlased kasutasid 16 Põhja-Aasia jaama geomagnetvälja andmeid, et arvutada vahevöö elektrijuhtivuse erinevatel sügavustel. Nad avastasid Siberi püüniste all asuvas piirkonnas (joonisel kollakaspruunid alad) juhtivuse märgatava tõusu võrreldes globaalse keskmise juhtivusega. Teadlased on leidnud, et need alad sügavusel 400–900 km on keskmiselt 250 kraadi kuumemad kui ümbritsev vahevöö. Nendes piirkondades esineb vahevöö sulami osakaal.

Allikas: 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>

Võrdluseks võib tuua, et USA Yellowstone'i supervulkaani aktiveerumine, mis näitab samuti anomaalse tegevuse märke, võib põhjustada kogu Ameerika mandri hävingu, kuid siiski jääb

võimalus inimelu säilitada. Ja kui magma murrab läbi litosfääri plaadi Siberi all, võib väita, et see muudab elu võimatuks kogu planeedil Maa.

Planeedi Maa praegune tsükkel

2024. aasta lõpuks on võimalik vulkaanilise aktiivsuse suurenemine, mille põhjustab magma tõus ja litosfääri plaatide erosioon magmavoolude poolt. See võib põhjustada sagedasi maavärinaid ja vulkaanipurskeid. See järeldus tehti järgmiste vaatluste põhjal: Maa geofüüsikalised ja geodünaamilised parameetrid muutusid aastatel 1995 ja 1998 dramaatiliselt, mis põhjustas seismilise aktiivsuse eksponentsiaalse kasvu ja planeedi sisemuse destabiliseerumise. See näitab energia ja pinge suurenemist sügavustes, samuti geomeetrilises progressioonis vabaneva energia hulka. Ookean ja atmosfäär reageerivad hiljem sügavuses toimuvatele protsessidele, kuid nende muutuste graafikutel on juba ilmnemas eksponentsiaalne trend.

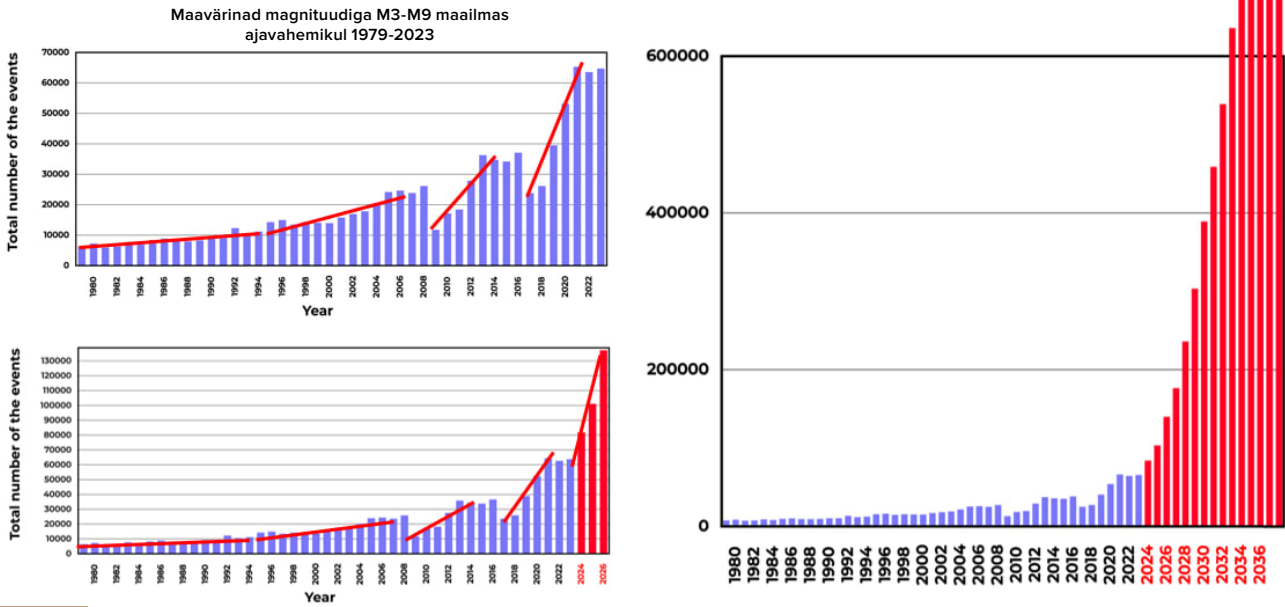
Võttes aluseks maavärinate suurenemise praeguse eksponentsiaalse progresseerumise maailmas, viidi läbi graafiku eksponentsiaalse trendi analüüs ja selle põhjal koostati mudel maavärinate arvu suurenemise kohta lähiaastatel (joon. 77).

Modelleerimise tulemused on järgmised: aastaks 2028 toimub Maal 1000 maavärinat päevas magnituudiga 3,0 ja rohkem, samas

kui praegu on neid iga päev umbes 125. Mudelarvutuste põhjal kasvab 2030. aastaks maavärinate arv tõenäoliselt nii palju, et kohanemine uute tingimustega muutub võimatuks.

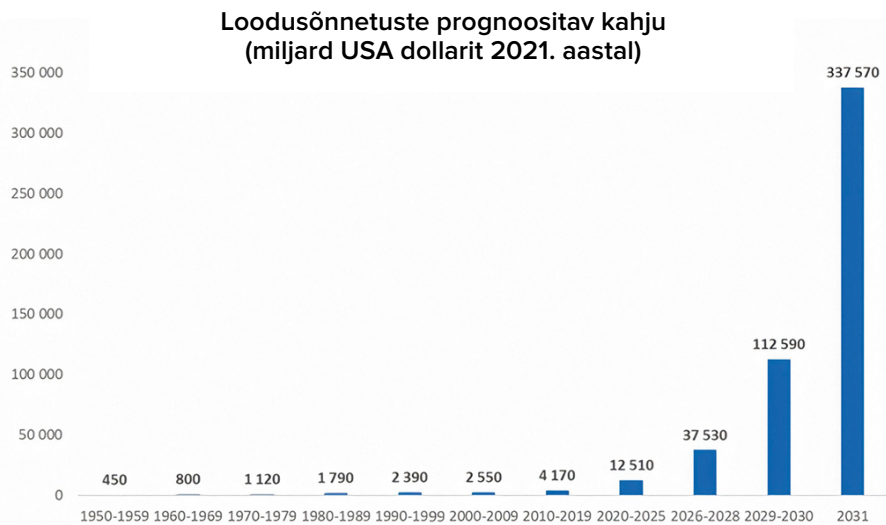
Eeldatakse, et magmaatilist aktiivsust iseloomustavate madala magnituudiga seismiliste sündmuste arvu suurenemine ja vulkaanilise aktiivsuse laialdane suurenemine toob tõenäoliselt kaasa suurte maavärinate arvu suurenemise. Suure tõenäosusega toimuvad 6 aasta jooksul Maal iga päev maavärinad, mis on hävitava mõju poolest samaväärsed 6. veebruaril 2023 Türgis ja Süürias toimunud maavärinaga.

Kavandatavate muudatuste tulemusena võivad paljud linnad ja riigid saada tõsiseid purustusi. Eksponentfunktsiooni rakendamine kliimakatastroofide kahjude hindamisel näitab, et maailmamajandus ei pruugi järgmise 4–6 aasta jooksul kahjude hüvitamisega toime tulla, mis võib viia majanduskriisini. Prognoosid viitavad globaalse äri võimalikule kokkuvarisemisele sel perioodil. Matemaatiline modelleerimine viitab sellele, et järgmise 10 aasta jooksul võivad elutingimused Maal oluliselt muutuda.



Riis. 77.

Loodusõnnetuste arvu eksponentsiaalse kasvu mudel maavärinate näitel aastani 2036.



Riis. 78.

Loodusõnnetuste prognoositav majanduslik kahju vastavalt geodünaamiliste ja kliimatiliste katastroofide arvu eksponentsiaalse kasvu mudelile (2021. aastaks miljard USA dollarit). Andmeallikas: AON (Catastrophe Insight).

Selle trendi põhjal võime lähiajal ennustada kõigi teiste looduskatastroofide arvu kasvu maailmas. Teaduslikud faktid kinnitavad kliimakatastroofide vältimatut progresseerumist ja tänapäeval ei peata miski kataklüsmide sagenemist maailmas. Päikesepursked võivad juba täna põhjustada häireid satelliitide töös, rõhutades potentsiaalseteks

tehnoloogilisteks probleemideks valmistumise tähtsust. Prognoosid näitavad, et järgmise 4–6 aasta jooksul võivad toimuda olulised muutused, mis mõjutavad paljude piirkondade elujõulisust. Vastavalt kirjeldatud mudeli edasiarendamisele võivad aset leida kriitilised sündmused, mis võivad mõjutada planeedi terviklikkust.

Varasemates katastroofide tsüklites, mis toimuvad iga 12 000 aasta järel, on esinenud liikide väljasuremist, kuid planeet on need tsüklid läbinud ilma oma süsteemide terviklikkuses oluliste muutusteta. Sellesse tsükli, mida iseloomustavad 24 000-aastasest tsüklist tingitud rängemad katastroofid, on lisandunud veel üks tegur, mis ohustab planeedi enda kui eluga asustatud objekti olemasolu. See on inimtekkeline tegur, mida raportis varem mainiti ja mis mängib võtmerolli planeedi olukorra olulises halvenemises. See on inimtekkeline tegur, mis väljendub planeedi peamise jahutusmehhanismi reostuses - Maailma ookeani vete reostuses mikroplastiga.

Ookean on planeedi termoregulatsiooni võtmeks. See hõivab umbes 70% Maa pindalast ja on mattunud sügavale maapõue. Varem oli see peamine mehhanism Maa soojusliku tasakaalu reguleerimisel, eemaldades planeedi sisemusest liigse soojuse atmosfääri ja kosmosesse. Inimtegevuse tagajärjel on aga ookeani soojusjuhtivus oluliselt häiritud. Selle põhjuseks on veereostuse suurenemine naftasaaduste ja sünteetiliste polümeeridega. Reostuse tagajärjel on ookean muutunud vähem tõhusaks soojuse eemaldamisel litosfääri plaatidelt, mida soojendab tõusev magma 12 000-aastase kataklüsmilise tsükli jooksul. (joonis 79). Maailma ookeanid pole kunagi olnud nii saastatud. Igal aastal satub tootmise, transpordi ja õnnetuste tagajärjel ookeani kuni 30 miljonit tonni naftat⁷⁴. Ja prügi "plastsarte" kogupindala ookeani pinnal on peaaegu võrdne Ameerika Ühendriikide ja Austraalia territooriumiga

kokku. Kuid see on ainult 1% kogu saastusest. 99% plastist leidub ookeanis endas⁷⁵.

Lisaks ookeanide mikroplastireostusele suurendab inimtegevus, sealhulgas süsivesinike põletamine, kasvuhoonegaaside, nagu metaan (CH₄) ja süsinikdioksiid (CO₂) kontsentratsiooni atmosfääris. Liustike ja igikeltsa sulamine võimendab seda mõju, suurendades metaani kontsentratsiooni atmosfääris. See on eriti ohtlik, sest metaanil on 25 korda suurem kasvuhooneefekt kui süsihappegaasil: ühel tonnil metaani on sama soojendav toime kui 25 tonnil süsihappegaasil.

Samuti laguneb mikroplast ookeanide hapestumise tõttu kiiremini nanoplastiks, mis süvendab olukorda veelgi, kuna soojus akumuleerub ookeanis.

Süsivesinike, eriti metaani ja õli kasutamine kütuse põletamiseks ja plasti tootmiseks on oluliselt halvendanud planeedi keskkonnaseisundit, mis on toonud kaasa liigse soojuse akumulatsiooniseisundi nii ookeanis kui ka atmosfääris. Atmosfääri ja ookeanide temperatuuride ebanormaalne tõus näitab enneolematut langust ookeani võimes absorbeerida sisemusest soojust, mis on kriitilise tähtsusega, kuna 12 000-aastase tsükli jooksul saabub planeedi tuumasse lisaenergiat.

Ookeani korallriffide uurimine võimaldab meil mõista ka seda, et minevikus oli ookean tõhus soojuse hajutamisel. Rifid surevad praegu ülekuumenemise tõttu⁷⁶, hoolimata sellest, et nad on tuhandeid aastaid õitsenud ja üle elanud 12 000 aasta pikkust katastroofitsüklit.

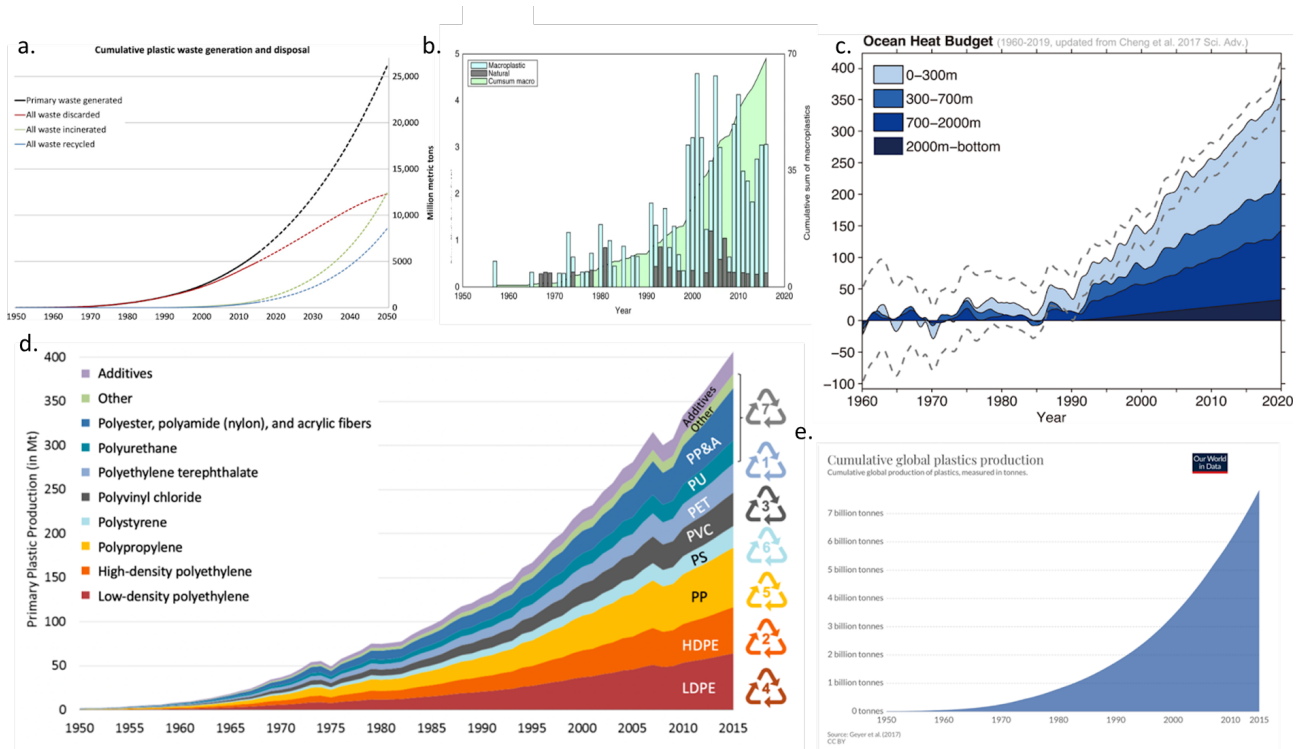
⁷⁴ Alexeev, G. V., Borovkov, M. I., & Titova, N. E. (2018). Sovremennye sredstva dlja ochistki vody ot maslo-zhirovyyh jemul'sij i nefteproduktov. [Kasaagessed vahendid vee puhastamiseks õli-rasva emulsioonidest ja naftatoodetest]. Kollokvium-ajakiri, 7(18), 4-6.

⁷⁵ Lebreton, L., Egger, M., & Slat, B. (2019). Ülemaailmne massieelarve positiivselt ujuva makroplastijäätmete jaoks ookeanis. Teaduslikud aruanded, 9, 12922.

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

⁷⁶ 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). Globaalne soojenemine muudab korallriffide kooslusi. Loodus, 556, 492–496.

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



Riis. 79.

Ookeani temperatuurimuutuste graafik 1960–2019. ja selle võrdlus sünteetiliste polümeeride tootmise kasvuga, nende kasutamise erinevates majandussektorites ja ookeanis leiduvate plastijäätmete ringlussevõtu graafikutega (eri allikatest).

a. Toodetud ja kõrvaldatud plastijäätmete koguhulk

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. Mikroplasti koguhulk ookeanis ja aastaarvud

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. Ookeani temperatuuri muutus 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. Kasutamata plasti ülemaailmne tootmine liikide kaupa

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. Alates 1950. aastast toodetud plasti üldkogus

Andmeallikas: Plastic Marine Pollution Global Dataset

Maa sisemuse suurenenud kuumenemise ja inimtekkelise faktori tõttu planeedi jahtumisvõime kadumise tõttu on oht, et seekord ei tule Maa katastroofiliste sündmuste tsüklilga toime ning see võib viia Marsiga sarnase saatuseni. Tektonofüüsikaline modelleerimine võimaldas kaaluda võimalikku stsenaariumi sündmuse edasiseks arenguks kuni ennustatud tagasipöördumatusse punkti.

Eespool kirjeldatud protsessid Maa sisemuses, mida praegu täheldatakse, on põhjustatud inimtegevusest ja planeedi tuuma ülekuumenemisest kosmosest üleliigse energia tarnimise tagajärjel. Tuum soojendab magmat liigselt, põhjustades vahevöö sulamise ja surudes magma maakoorele. Selle surve tulemusena maakoore variseb kokku, puruneb ja loob rajad sügaval asuva magma vabanemiseks.

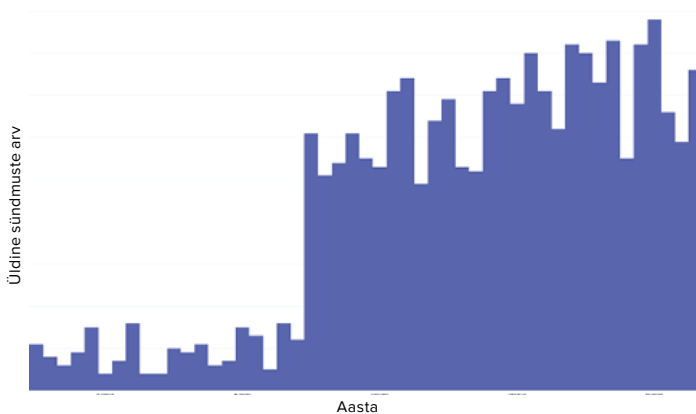
2036. aastal prognoositud tagasipöördumatuse punkti tektonofüüsikaline ja matemaatiline modelleerimine

Maal on teatud koht, mis kujutab endast kriitilist ohtu kogu planeedile. See on ainus punkt Maal, kus ainulaadsed tingimused ühtivad: kõige õhem maakoor ja selle all on kõrge magmaatiline aktiivsus. Lisaks surub selles kohas maakoort tugevalt kokku nii alt tõusev magma kui ka ülalt umbes 11 kilomeetri paksune ookeaniveekiht. See Mariaani süvikuna tuntud koht on Maa sügavaim ja kujutab praegu suurimat ohtu planeedile endale.

Vaatame esimest graafikut (joonis 80), mis näitab süvafookusega maavärinate arvu kasvutrendi Mariana süviku piirkonnas viimase kolme aastakümne jooksul. Alates 1995. aastast on Mariana süviku piirkonnas süvafookusega

maavärinate arv järsult kasvanud. Vahevöös 300–800 kilomeetri sügavusel toimuvaid sügava fookusega maavärinaid saab võrrelda tohutu hävitava jõuga tuumaplahvatustega eralduva energia hulga poolest. Mariaani süvik on üks geodünaamiliselt aktiivsemaid piirkondi maailmas, kus sellised sündmused toimuvad. See näitab Mariaani süviku all asuvas vahevöös toimuvaid aktiivseid protsesse.

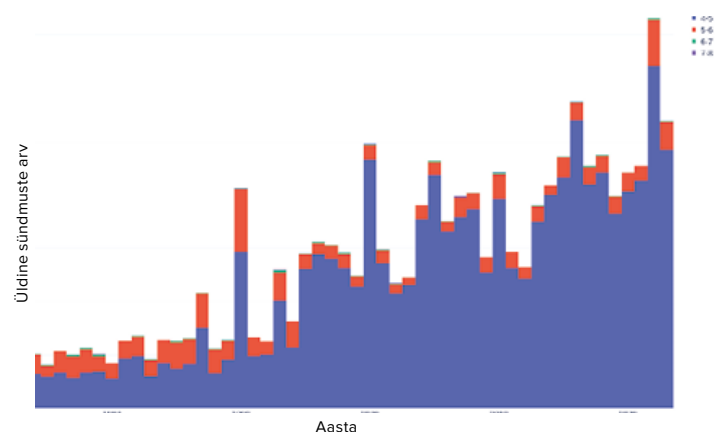
Teine graafik joonisel fig. 81 näitab Mariaani süvikus toimunud maavärinate arvu suurenemist. Seda kasvu saab kirjeldada eksponentsiaal-funktsiooniga. Seni pole märke selle trendi aeglustumisest.



Riis. 80.

Süvafookusega maavärinate arv M1+ Mariana süviku piirkonnas aastatel 1970–2023.

Andmete allikas: Rahvusvaheline Seismoloogiakeskus (International Seismological Centre) <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>



Riis. 81.

Maavärinate M4+ arv Mariaani süviku piirkonnas aastatel 1970–2023.

Andmete allikas: Rahvusvaheline Seismoloogiakeskus (International Seismological Centre) <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>

USGS⁷⁷ andmetel registreeriti Mariana süviku piirkonnas 24.-25.11.2023 enam kui 120 järjestikust maavärinat magnituudiga üle 4,0. See on kogu vaatlusajaloo rekordiline päevane arv maavärinaid selles piirkonnas. See hiljutine seismiline aktiivsus näitab, et olukord Mariaani süviku all läheb ainult hullemaks.

Matemaatilise ja tektonofüüsikalise modelleerimise kohaselt kasvab seismiline ja magmaatiline aktiivsus jätkuvalt eksponentsiaalselt, mis toob kaasa järgmised sündmused 2036. aastal.

Geoloogilise aktiivsuse intensiivistumise tulemusena Maa sisemuses võib magma tungida läbi maakoore Mariaani süviku piirkonnas. Äärmuslike survetingimuste korral võib selles piirkonnas tekkida täielik rebend. Miljardid kuupmeetrid vett temperatuuril umbes 0 °C kohtuvad miljardite kuupmeetrite magmaga temperatuuril 1600 °C, põhjustades tuhandeid kordi võimsama plahvatuse kui kogu Maa tuumarelvavaru plahvatus. . See sündmus võib tõsta tohutu tolmu segatud aurupilve enam kui 500 km kõrgusele ja läbistada termosfääri. Simulatsiooni järgi võib terviklikkuse kaotanud atmosfäär pindpinevuste muutumise tõttu ümber planeedi kokku variseda ning päikesetuul võib selle ka kergesti minema lennutada. Tuleb märkida, et selline stsenaarium tooks kaasa atmosfääri, ookeani ja magnetvälja kadumise ning tõenäoliselt peataks Maa tuuma pöörlemise, nagu on näidanud tõendid Marsil.

Mariaani süvik Maal, mis on sarnane Marsi Marineris süvikuga, on suhteliselt õhukese planeedikoorega piirkond. Marinerise kuristik

ümbruses on näha suuri vulkaanilise laava lekkeid, mis näitab, et kuristik Marineris oli Marsi seisundi halvenemist mõjutanud oluliste geoloogiliste muutuste koht. Praegu täheldatakse Mariaani süvikus sarnaseid geoloogilisi protsesse nendega, mis tõenäoliselt toimusid Marsi Marinerise kuristikul. Eeldatakse, et sellised protsessid võivad kaasa tuua olulisi tagajärgi Maale ja selle bioloogilistele eluvormidele. Kui aga praegused eksponentsiaalsed suundumused muutuste arengus Maal edenevad, ei saa inimkond tõenäoliselt jälgida Maa üleminekut Marsi olekusse, kuna see võib muudel põhjustel varem kaduda.

Uuendatud andmetel ületab kataklüsmide kasvutempo ka kõige pessimistlikumaid prognoose. See tähendab, et inimtekkelise ookeanireostuse tagajärgede likvideerimiseks ja välise kosmilise mõju küsimuse lahendamiseks ei jää inimkonnal praktiliselt enam aega. Kliima- ja geodünaamiliste katastroofide arvu ja tõsiduse hüppeline kasvutrend Maal seab kogu inimkonna järgmise 10 aasta jooksul väljasuremise äärele.

Kas on põhjust eeldada, et käimasolev kliimamuutus peatub iseenesest? Teaduslikud tõendid näitavad, et isegi kõigi inimtekkeliste süsinikdioksiidi heitkoguste peatamine ei peata juba alanud kliimamuutusi. Põhjus, miks me inimkonnana liigume ennustatud punkti poole, kust tagasipöördumist ei toimu, on inimtekkeline tegur, mis tuleneb asjaolust, et ookeanist soojuse eemaldamise funktsioon kaob selle saastumise tõttu mikro- ja nanoplastiga täiendava kosmilise kiirguse saabumisel lisaenergiana Maapõue.

⁷⁷USGS. (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>

Järelikult ei too isegi tööstusliku tegevuse täielik lõpetamine kaasa põhimõttelist lahendust kliimabilansile, kuna globaalsed maapõue soojendamise protsessid on juba käivitunud. Seetõttu on üks väljapääs sellest kriitilisest olukorrast uurida välist kosmilist mõju, mis praegu mõjutab meie planeedi tuuma ja teiste Päikesesüsteemi planeetide tuuma.

Selle ohu kõrvaldamine nõuab tõhusate lahendusmeetodite väljatöötamist. Vaatamata piiratud teaduslikele teadmistele selle mõju kohta, on teada, et planeetide tuumad interakteeruvad sellega. Seega võime järeldada, et väline kosmiline mõju on mingi tundmatu füüsiline

nähtus. Kuna see probleem on füüsikalist laadi, peitub selle lahendus ka füüsika valdkonnas. Selle probleemi lahendamiseks on vaja ühendada juhtivad teadlased üle maailma, et nad saaksid koondada kõik oma jõupingutused selle füüsilise probleemi uurimisele.

Selle eesmärgi saavutamiseks on äärmiselt oluline viia selle probleemi kohta teavet maailma üldsuseni. Alles siis, kui on olemas üldnimlik nõue et vastutavad isikud looks tingimused maailma teadlaste ühendamiseks kliimaprobleemidele lahenduste leidmisel, siis saame võimaluse elule, oma ja laste tulevikule.



Osa 3

VÕIMALIK LAHENDUS

Võib-olla tekib küsimus kliimaohu tegelikku ulatust puudutava teabe vähese avaliku levitamise ja selle üle nii teadlaste kui poliitikute kõrgetasemelise arutelu põhjuste kohta. Vastus peitub inimese alateadvuse töö iseärasustes. Alateadvus on kujundatud nii, et kui ta ei näe kriitilisest olukorrast väljapääsu, siis ta lihtsalt blokeerib reaalsuse ja eitab ohu olemasolu.

Seetõttu ei käitu paljud neist inimestest, kes on ülaltoodud faktidega tuttavaks saanud ja saanud igakülgseid tõendeid läheneva planeedi katastroofi kohta, olukorrale adekvaatselt. Nad ei usu, et inimkond suudab selle väljakutsega toime tulla ja ellu jääda. Selle aruande põhieesmärk on anda tõendeid selle kohta, et kliima kokkuvarisemisele on lahendus olemas.

OOKEANI TAASTAMINE

Inimese ellujäämise oluline eeldus on taastada ookeani võime sügavusest soojust eemaldada. Vastasel juhul, nagu eelnevalt öeldud, võib planeet Maa jõuda selle tsükli jooksul punkti, kust tagasipöördumist ei toimu. Vaatleme üksikasjalikumalt protsessidel, mis mängivad Mariaani süviku piirkonnas magma läbimurde katastroofilise ohu ilmnemisel suurimat rolli.

12 000-aastase tsükli jooksul põhjustavad välised kosmilised mõjud planeedi tuuma vahevöö ülekuumenemist. Selle tsükli jooksul ei pääse liigne soojus vahevööst välja inimtekkeliste põhjuste tõttu ookeani jahutusfunktsiooni rikke tõttu. See aitab kaasa magma temperatuuri anomaalsele tõusule ja vahevöö intensiivsele sulamisele.

Magma, mis asub tuuma vahetus läheduses, muutub äärmiselt kuumaks ja vedelaks, korrodeerides aktiivselt vahevöö ja moodustades uusi teid maapinnale. See viib mudeli järgi kanalite ja magmajõgede tekkeni vahevöös. Tõendid näitavad, et see protsess on Siberis juba nähtav.

Hüpoteesi kohaselt tekivad magmajõgede põrkumisel mantlisiseseid plahvatused, mis on põhjustatud tuumareaktsioonidest, mis vabastavad suures koguses energiat. Need plahvatused destabiliseerivad Maa tuuma ja suurendavad veelgi temperatuuri planeedi sees ja seismilist aktiivsust maakoos.

Matemaatiliste arvutuste kohaselt Maa vahevöö sulamistempo kiireneb ning 2024. aasta lõpuks, kui väline kosmiline mõju tuumale tugevneb, suureneb magma kuumenemine ja sulamine oluliselt. Eeldatakse, et aja jooksul tõuseb magma pinnale lähemale.

Tektonofüüsikaline modelleerimine näitab, et kui kogu vahevöö sulab, peatuvad sügava fookusega maavärinad, võib Mariaani süviku piirkonnas magma maakoort kergesti murduda.

Just sel põhjusel on ookeani funktsioonide

taastamine inimkonna ja planeedi ellujäämise seisukohalt kriitilise tähtsusega.

Ookeani inimtekkeliste tegurite poolt häiritud soojuse eemaldamise võime täiendav tagajärg on atmosfääri liigne niiskus.

Maailma ookeani vete temperatuuri tõustes toimub intensiivne niiskuse aurustumine. Kui veeaur aurustub, kannab see ookeanist soojusenergiat. Kui niiske õhk tõuseb ja jõuab atmosfääri jahedamatesse kihtidesse, siis veeaur kondenseerub ehk muutub tagasi vedelaks veeks. See toob kaasa pilvede moodustumise ja lõpuks ebatavalise vihmajärgi ja äkilised üleujutused.

Tekib paradoks: atmosfääris on rohkem veeauru, üle maailma sagenevad ekstreemsed üleujutused, kuid samal ajal kannatab pool maakerast põua käes. See on tingitud õhutemperatuuri tõusust. Mida kõrgem on õhutemperatuur, seda rohkem niiskust see suudab hoida. Aurustunud niiskus püsib atmosfääris pikka aega, ilma sademete kujul maapinnale tagasi pöördumata. See põhjustab teatud piirkondades pikaajalist põuaperioodi.

Soe ja niiske atmosfäär aitab kaasa ka troopiliste tsüklonite tekkele ja suurendab nende hävitavat jõudu. Soe ja niiske õhk oma väiksema tiheduse tõttu tõuseb üles, moodustades madalrõhualasid, mis suurendab tuule kiirust. Kui vesi atmosfääris kondenseerub, vabaneb see kogu aurustumisel neeldunud soojusenergia. See soojus on troopiliste tsüklonite peamine energiaallikas. Kui tuul, vesi ja kuumus ühinevad, muutuvad need hävitavaks.

Ookeani funktsioonide taastamise võimalust, sealhulgas selle võimet eemaldada sügavustest soojust ja säilitada keskkonna stabiilsust, saab realiseerida õhust vee ammutamiseks mõeldud seadmete - atmosfääriveree generaatorite (AWG) laialdase kasutamise kaudu.

Need mitte ainult ei paku piisavalt vett kogu Maa elanikkonnale, vaid aitavad puhastada ka maailmamered mikro- ja nanoplastist. Nagu käesoleva raporti 2. osas arutatud, rikuvad plast ja mikroplast oma ainulaadse keemilise koostise tõttu ookeani soojusjuhtivust, mis takistab soojuse eemaldamist sügavusest. Tänu AGW massilisele kasutuselevõtule pääseb ookeanist aurustuv ja mikroplasti sisaldav vesi läbi seadme filtrite, mis eemaldavad kõik saasteained. Filtrisse jäänud ained töödeldakse ümber ja seejärel taaskasutatakse. Nende saasteainete puhastamine taastab ookeani võime kanda maakoorest soojust atmosfääri ja edasi kosmosesse. Samuti paraneb atmosfääri enda soojusjuhtivus, st soojus eemaldatakse paremini kosmosesse tänu sellele, et atmosfäär puhastatakse liigsest niiskusest, metaanist ja CO₂-st.

Nüüd on registreeritud atmosfääri ülemiste kihtide tiheduse vähenemine ja alanemine. Ja atmosfäärist intensiivse niiskuse sissevõtmisega normaliseerub see kõrgus ja ülemised kihid muutuvad tihedamaks. Samuti stabiliseerub niiskuse hulk atmosfääris, mis vähendab äärmuslike sademete ja tuulte hulka. See saab võimalikuks täieliku üleminekuga praeguselt pinna- ja põhjaveetarbimiselt nende seadmete abil atmosfäärist saadava vee kasutamisele nii olme- kui ka tööstustasandil.

Vaatleme vajalikke samme niiskuse ja soojusvahetuse taastamiseks ookeani, atmosfääri ja maakoore pinna vahel.

Esimeses etapis peaksime täielikult üle minema atmosfäärivee generaatorite (AGW) kasutamisele kogu planeedil. See võimaldab meil lõpetada vee ammutamise maapealsetest ja maa-alustest allikatest. Automaatsõidukid suudavad toota vajaliku koguse vett nii joogi- kui ka tööstuslike vajaduste jaoks. Need muutuvad veekriisi kontekstis elutähtsaks ja tagavad veevarustuse jätkusuutlikkuse, mis võimaldab

täielikult ellu viia mitmed ÜRO säästva arengu eesmärgid, näiteks:

- **6. eesmärk:** tagada kõigile vee ja kanalisatsiooni kättesaadavus ja säästev majandamine.
- **9. eesmärk:** luua vastupidav infrastruktuur, edendada kaasavat ja jätkusuutlikku industrialiseerimist ja innovatsiooni.
- **13. eesmärk:** võtta kiireloomulisi meetmeid kliimamuutuste ja selle mõjude vastu võitlemiseks.
- **14. eesmärk:** ookeanide, merede ja mereressursside kaitse ja säästev kasutamine säästva arengu eesmärgil.
- **15. eesmärk:** Kaitsta ja taastada maismaa ökosüsteeme ning edendada nende säästvat kasutamist, säästvat metsamajandamist, võidelda kõrbestumise vastu, peatada ja pöörata tagasi maa degradeerumine ning peatada bioloogilise mitmekesisuse vähenemine.
- **17. eesmärk:** tugevdada rakendusvahendeid ja taaselustada ülemaailmset säästva arengu partnerlust.

Teiseks oluliseks etapiks on kütusevabade energiageneraatorite (FEG) kasutuselevõtt, mis on oma energiamahukuse tõttu vajalikud AGV-de varustamiseks vajaliku ja taskukohase energiaga. Samuti tuleb veetootmise niiskust täiendada looduslikest allikatest, mis tuleb esmalt puhastada. Selleks on vaja likvideerida ka lahtised veehoidlad ja eemaldada paisud. Just BTG kasutuselevõtt vähendab sõltuvust hüdroenergiast ja teeb võimalikuks paisude avamise. Jõesid naasevad oma looduslikesse kanalitesse, taastades oma loomuliku voolu. See kõrvaldab seisva vee ja toob jõed uuesti ellu, võimaldades puhtal veel ookeani voolata. Nii lakkab saaste mandritelt ookeani voolama.

Need meetmed aitavad saavutada ka mitmeid järgmisi ÜRO Peaassamblee poolt heaks kiidetud säästva arengu eesmärke:

- **7. eesmärk:** Tagada kõigile universaalne juurdepääs taskukohasele, usaldusväärsele, säästvale ja kaasaegsele energiale.
- **8. eesmärk:** Edendada püsivat, kaasavat ja jätkusuutlikku majanduskasvu, täielikku ja tootlikku tööhõivet ning inimväärset tööd kõigile.
- **9. eesmärk:** Luua vastupidav infrastruktuur, edendada kaasavat ja jätkusuutlikku industrialiseerimist ja innovatsiooni.
- **11. eesmärk:** Tagada, et linnad ja inimasustused oleksid kaasavad, turvalised, vastupidavad ja keskkonnasäästlikud.
- **13. eesmärk:** Võtta kiiresti meetmeid kliimamuutuse ja selle mõjude vastu võitlemiseks.

Ookeani, atmosfääri ja maakoore pinna vahelise niiskuse ja soojusvahetuse taastamise kolmandas etapis tuleks rekonstrueerida kanal-isatsioonisüsteemid. Vett ei tohi lasta avatud veekogudesse. See peab minema pinnasesse, läbides enne veekogudesse sattumist läbi mullakihtide loomuliku puhastust.

Kavandatud teaduslikest ja praktilistest lähenemisviisidest võib saada uus teaduslik ja tehnoloogiline revolutsioon. Nende eesmärk on tagada jätkusuutlik veevarustus ja veevarude tasakaalustatud kasutamine. Kuid mis kõige tähtsam, nad suudavad vähendada negatiivset mõju planeedi kliimasüsteemile. Nendel meetmetel on tohutu potentsiaal

keskkonnaolukorda oluliselt muuta, muutes meie planeedi kliimaprobleemidele vastupidavamaks.

Atmosfäärist vee võtmise hinnangulist mõju hinnatakse järgmiselt: 70% kliimamuutustega seotud probleemidest saab lahendada, võttes vett atmosfäärist. Ülejäänud 30% probleemidest lahendatakse reoveepuhastusega, seega on ka see ülesanne esmatähtis.

Kui kavandatud meetmed ellu viiakse, on esialgsete hinnangute kohaselt käegakatsutavad tulemused märgatavad 2–3 aasta jooksul. Esimesel aastal pärast meetmete rakendamist võib olukord halveneda, kuid ligikaudu 8–14 kuu pärast hakkab paranema soojus- ja niiskusvahetus ookeani ja atmosfääri vahel. Esimesi positiivseid tulemusi tuleks oodata 2 aasta jooksul. Loodus hakkab ellu ärkama ja atmosfääri nähtused muutuvad tasakaalukamaks. 5–8 aasta pärast on selgelt näha, kui palju veed hakkavad puhastuma. See taastab ookeani funktsiooni planeedi jahutamisel. Üleujutused ja põuad jäävad minevikku ning ebavajalikud tuuled ja temperatuurimuutused vähenevad. Eeldatavasti muutub kliima pehmemaks ja prognoositavamaks.

Siiski on oluline mõista, et need meetmed ei suuda lahendada geodünaamiliste katastroofide probleemi, kuna nende muutuste põhjus ei ole atmosfääris.

AGW laialdane kasutuselevõtt suudab leevendada kliimamuutuste tagajärgi ja kiirendada planeedi ökoloogia taastumist, eeldusel, et kaitseme planeeti välise kosmilise mõju eest.

JÄRELDUSED

Proportsionaalselt loodusõnnetuste sageduse ja intensiivsusega suurenevad ka kahjud üle maailma. Äärmiselt oluline on välja arvutada eelseisvate kliimakatastroofide võimalik kahju, võttes arvesse eksponentsiaalset progresseerumist, mis vastab globaalsele kataklüsmide suurenemise trendile.

Seega, mida intensiivsemad ja ulatuslikumad on äärmuslikud kliimanähtused, seda tõenäolisemalt hinnad tõusevad ja seda ebastabiilsemaks muutub maailma majandus. Mida on eriti oluline arvestada käesolevas aruandes kirjeldatud geodünaamiliste ja inimtekkeliste tegurite põhjustatud globaalsete katastroofide kontekstis.

Selle probleemi tõhusaks lahendamiseks on vajalik teadlaste rahvusvaheline koostöö, kes suudavad ühendada oma jõupingutused ja ressursid terviklike meetmete väljatöötamiseks ja elluviimiseks. Tänapäeval on kaasaegne teadus killustatud, killustatud kitsasteks teadusvaldkondadeks ja distsipliinideks, mis omavahel ei suhtle. Loomulikult on sellistes globaalse lahknevuse tingimustes võimatu seda planeedi ohtu igakülgset analüüsida ja täielikult uurida. Kui luuakse tingimused avatud koostööks, siis ei alusta teadlased nullist, sest selles suunas on juba reaalne areng ja arusaam põhjuse-tagajärje seostest.

Nüüd tuleb kiiresti tegutseda ja järelejäänud aega targalt ära kasutada.

Lisa 1

Maavärinate andmebaaside liitmise meetod

Maavärinate andmeid koguti erinevatest suurematest seismoloogiateenistustest, nagu Rahvusvaheline Seismoloogiakeskus (ISC)⁷⁸, Ameerika Ühendriikide Geoloogiakeskus (USGS)⁷⁹, Seismoloogia Integreeritud Uurimisinstituudid (IRIS)⁸⁰, Euro-Mediterranean Seismological Center (EMSC)⁸¹ ja Ressursi maavärinate koondamine Volcano Discovery (VD)⁸². Maavärina olukorrast kõige täielikuma pildi saamiseks loome andmebaasi, kuhu koondame kõigist nendest allikatest pärit sündmused. Loomulikult on mõned sündmused mitmes andmebaasis olemas, mistõttu on vaja identsed sündmused tuvastada ja liitmise käigus rühmitada. Kuid iga seismoloogiline teenistus hindab maavärina parameetreid (hüpotsenter, maavärina aeg ja tugevus) oma algoritme kasutades ja teatud seismograafide komplektide alusel, mistõttu sündmuste range ja ühemõtteline võrdlemine ainult aja, hüpotsentri ja magnituudi järgi on võimatu. Seetõttu kasutame kahe andmebaasi sündmuste hägusat sobitamist, kasutades järgmist algoritmi.

Määratleme sündmuse A esimeses andmebaasis D_1 kui võimalik, et see on seotud sündmusega B teisest andmebaasist D_2 , kui nende epitsentrite vaheline kaugus ($D_{diff}(A,B)$) on väiksem või võrdne 300 km, on aja erinevus sündmus ($T_{diff}(A,B)$) on lühem kui 90 sekundit ja magnituudi hinnangute erinevus ($M_{diff}(A,B)$) on väiksem kui 1 või sellega võrdne. Kuna on olemas mitut erinevat tüüpi maavärina tugevust ja eelkõige ISC kataloogis esitatakse ühe sündmuse kohta

sageli mitu magnituudihinnangut, siis $M_{diff}(A, B)$ on defineeritud kui minimaalne erinevus magnituudides $\min(\text{abs}(M_a - M_b))$ kahe maavärina puhul, mille tugevus on M_a sündmuse A ja magnituudiga M_b sündmuse B vastavalt järgmisele algoritmile:

Kui A ja B on suurusjärgus Mw, siis M_a ja M_b on valitud Mw tüüpide hulgast;

Vastasel juhul, kui A ja B on suurusjärku tüüpi Ms, siis M_a ja M_b on valitud Ms tüüpide hulgast;

Vastasel juhul, kui A ja B on suurusjärgus mb, siis M_a ja M_b valitakse mb tüüpidest;

Vastasel juhul, kui A ja B on suurusjärgus ML, siis M_a ja M_b valitakse ML tüüpidest;

Kõigil muudel juhtudel valitakse tingimuse täitmiseks mis tahes suurus A-st ja mis tahes suurusjärg B-st: $\text{abs}(M_a - M_b)$ on minimaalne.

Kahe seotud sündmuse A ja B puhul arvutatakse nende ühenduse väärtus järgmiselt:

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

kus $T_{diff}(A,B)$ mõõdetakse sekundites, $D_{diff}(A,B)$ mõõdetakse kilomeetrites, $M_{diff}(A,B)$ mõõdetakse suurusjärgus. Kahe absoluutselt identse sündmuse A ja B korral on $V(A,B)$ väärtus 36. Kahe sündmuse A ja B korral, mis on võimaliku vastavuse piiril, on $V(A,B)$ väärtus võrdne kuni 0.

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

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

⁸⁰IRIS Wilber 3: Select Event http://ds.iris.edu/wilber3/find_event

⁸¹EMSC Search earthquakes https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/

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

Sündmuste vastavuse leidmiseks andmebaasides D_1 ja D_2 on vajalik, et iga sündmus ühest andmebaasist vastaks mitte rohkem kui ühele sündmusele teisest andmebaasist ja valitud väärtuste summa $V(A,B)$ ürituste paarid on maksimaalne.

Formaalselt saame defineerida graafi G tippude komplektiga, mis on moodustatud kõigist sündmustest D_1 ja D_2 ning servade komplektiga, mis on moodustatud võimalike seotud sündmuste paaridest. Tippude A ja B vahelise serva väärtuseks määratakse $V(A,B)$. Sel viisil sõnastatud optimeerimisülesannet nimetatakse kahepoolsetes graafikutes maksimaalse kaalu sobitamiseks ja seda saab lahendada standardsete algoritmide abil.⁸³

Seda algoritmi kasutades saame D_1 ja D_2 sündmuste vahel maksimaalse kaalutud vaste ja loeme sobitatud sündmused identseteks. Seega moodustatakse kombineeritud andmebaas D_m sündmustest D_1 ja mittevastavatest sündmustest D_2 . Kui D_1 sündmus ühtib D_2 sündmusega, lisatakse D_2 suurusjärgu andmed vastava sündmuse D_m suurusjärgu hinnangute komplekti.

Alustades ISC andmebaasist ja liites järjestikku USGS, IRIS, EMSC ja Volcano Discovery (VD) andmebaasid, saime lõpliku ühendatud andmebaasi (Merged).

Selleks, et luua graafikuid, mis võrdlevad maavärinate arvu erinevates andmebaasides, tuleb tavaliselt piirata andmeid teatud vahemikuga. Et vältida erinevusi maavärinate arvus, mis on põhjustatud mitmest andmebaasist saadud erineva magnituudihinnangu tõttu, kasutame kombineeritud andmebaasi, et valida sündmused antud magnituudivahemikus ja joonistada need (see võib sisaldada iga sündmuse kohta mitu magnituudi hinnangut). Kasutasime kahte erinevat lähenemist:

1. Esimene meetod on sündmuse kaasamine sündmuse valimisse, kui selle sündmuse suurusjärgu hinnang jääb nõutavasse suurusjärku.
2. Teine, keerulisem meetod on eelistatud suurusjärgu hinnangu valimine ja sündmuse kaasamine valimisse, kui eelistatud hinnang on nõutavas suurusjärkus. Valime eelistatud suurusjärgu hinnangu, otsides hinnangute hulgast järgmiste suurusjärgu tüüpide jaoks (eelistuse järjekorras): Mw, ML, MS, mb, MVD (see on suurusjärgu hinnang Volcano Discovery andmebaasist, kuna suurusjärgu tüüp pole saadaval see andmebaas), MD, MV. Kui ühe sündmuse kohta leitakse antud tüüpi suurusjärgu hinnang, võetakse selle sündmuse jaoks kõik valitud tüübi suuruse hinnangud. Seejärel arvutatakse neile mediaan ja valitakse mediaaniga kattuv suurusjärg. Kui antud sündmuse puhul pole ühelegi ülaltoodud tüübile hinnangut (mis on haruldane, vaid mõni protsent sündmustest kogu andmebaasis), siis mis tahes suurusjärgu tüüp, mille väärtus ühtib selle sündmuse kõigi suuruste jaoks arvutatud mediaaniga on valitud.

Saadud sündmuste arvu erinevus antud suurusvahemikus sündmuste valimise esimese ja teise meetodi kasutamisel on väike. Tavaliselt on see paar protsenti.

Maavärinate arvu joonistamiseks aastas (joonis 7, 9) kasutati igas andmebaasis esimest meetodit sündmuste valimiseks kombineeritud andmebaasist. Erinevates andmebaasides paiknevate ainulaadsete seismiliste sündmuste arvu graafikute jaoks (joonis 10) kasutati teist meetodit maavärinate valimiseks antud magnituudivahemikus.

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

Allikad

- Alexeev, G. V., Borovkov, M. I., & Titova, N. E. (2018). Sovremennyye sredstva dlja ochistki vody ot maslo-zhirovyh jemul'sij i nefteproduktov. [Modern means of purifying water from oil-fat emulsions and petroleum products]. *Colloquium-journal*, 7(18), 4-6.
- 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>
- 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.
- 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>
- Arushanov, M. L. (2023). Dinamika klimata. Kosmicheskie faktory. [Climate Dynamics. Cosmic Factors]. Hamburg: LAMBERT Academic Publishing.
- Aubourg, L., (2024, January 12). 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). Ciklicheskie inversionnye izmenenija klimata v severnom i juzhnom polusharijah Zemli [Cyclic Inversion Climate Change in the Northern and Southern Hemispheres of Earth]. *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). Novaja analiticheskaja teorija vrashhenija Zemlstat'ja [New Analytical Theory of Earth's Rotation]. *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. (September 16-21, 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). Periodichnost globalnykh katastrof - 12166 let. [Periodicity of Global Catastrophes - 12166 years"] 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>
- Bushuev, E. V., & Kopylov, I. P. (2005). Kosmos i Zemlja. Elektromekhanicheskie vzaimodejstviya. [Space and Earth. Electromechanical Interactions]. 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., Niemz, 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. (2024, January 9) 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. *Geomagnetizm i Aeronomija*. [Geomagnetism and Aeronomy], 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* [Geomagnetism and Aeronomy], 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/
- 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., Shiraiishi, 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/7tu66IDztDnlaYDG0LYSgI>
- 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-Zemnaya 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 Uralsesys 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. (October 2021). Nejtironnaja Vselennaja, Gl. 10. Raschjot nejtronnogo jadra Zemli [Neutron Universe. Ch. 10. Calculation of the Earth's neutron core]. 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
- 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
- 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., (2016, November 3). 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. (2001, November 1) *Elektromekhanika Solnechnoj sistemy* [Electromechanics of the solar system]. NVO.
- Korula, N. (2010, February 18). *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>
- Lushvin, P., (2018, March 27). Prirodnye ravninnye pozhary i kak ih minimizirovat' — 2 [Natural Grassland Fires and How to Minimize Them — 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. Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space] 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). Opasnyj mif antropogennogo potepleniya [The dangerous myth of anthropogenic warming]. *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., Mouginit, 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.). Tajaniju Idov Grenlandii sposobstvuet Islandskij pljum [The melting of Greenland's ice is facilitated by the Icelandic plume.] 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 Vadakkepuliymbatta. (2017). Evidences of accelerating the increase in the concentration of methane in the atmosphere after 2014: satellite data for the Arctic. *Sovremennye problemy distancionnogo 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
- 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.