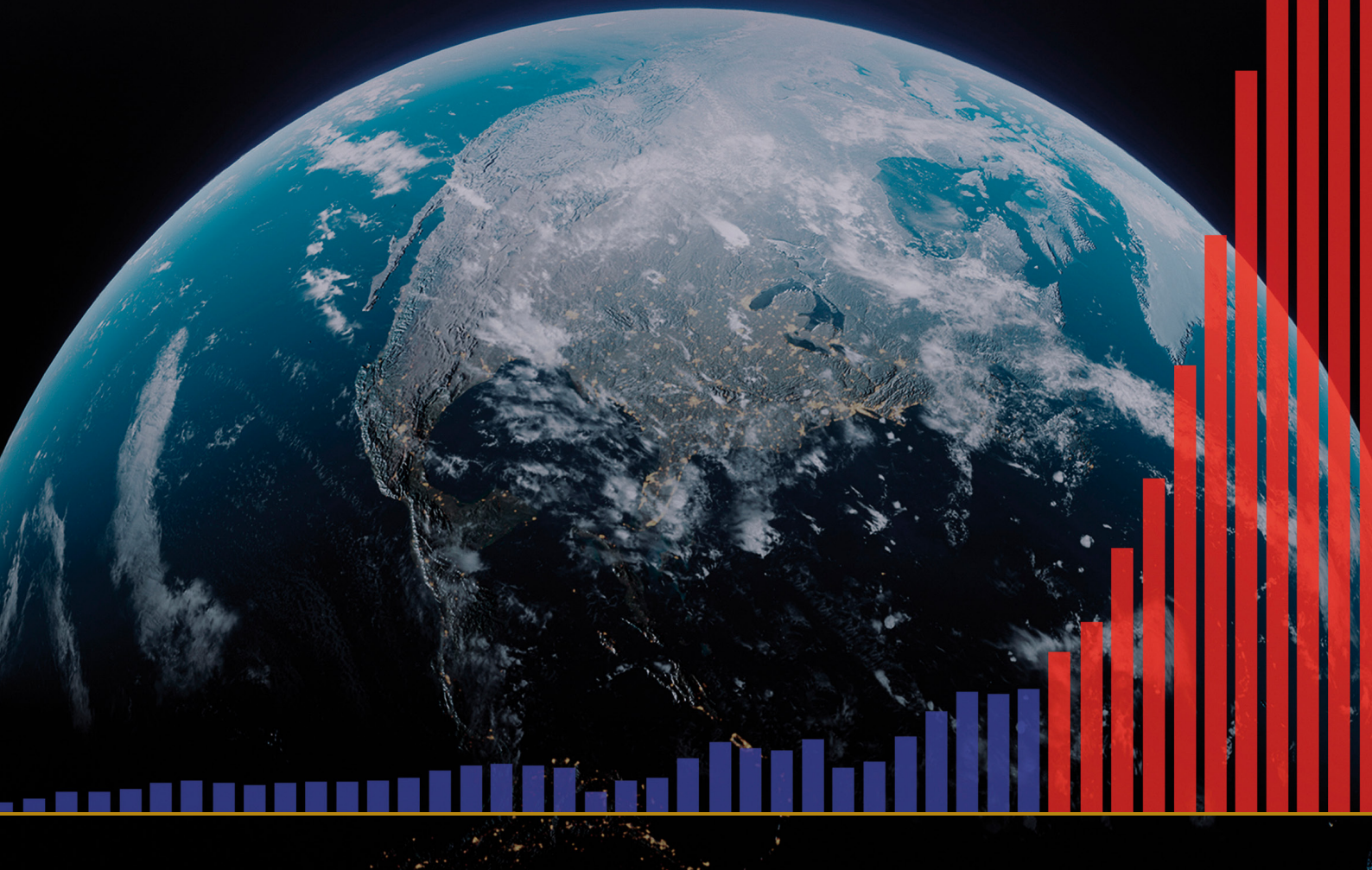


A FÖLD ÉGHAJLATI ESEMÉNYEK

ELŐREHALADÁSÁRÓL ÉS AZOK
KATASZTROPFÁLIS KÖVETKEZMÉNYEIRŐL



A FÖLD ÉGHAJLATI ESEMÉNYEK

ELŐREHALADÁSÁRÓL ÉS AZOK
KATASZTROFÁLIS KÖVETKEZMÉNYEIRŐL

Jelentés

TARTALOM

1. rész. A természeti katasztrófák exponenciális növekedése	4
A szeizmikus aktivitás növekedése.....	5
A mélyfókuszú földrengések számának növekedése.....	10
A vulkánok aktiválódása.....	12
A hurrikánok, viharok és tornádók fokozódása.....	20
Az árvizek és aszályok számának növekedése.....	25
Az erdőtüzek számának növekedése.....	27
Az óceánok felmelegedése.....	30
Anomális jégolvadás az Antarktiszon és Grönlandon.....	35
A légkör alsó rétegeinek felmelegedése.....	42
A légkör felső rétegeinek változásai.....	44
2. rész. A globális katasztrófa okai	46
Bolygósintű változások 1995-ben.....	48
A Föld magjának elmozdulása 1998-ban.....	52
A geodinamikai és éghajlati folyamatok közötti összefüggések.....	55
Változások a Naprendszer más bolygóján.....	57
Csillagászati folyamatok és ciklikusságuk.....	68
Szibéria rendellenes felmelegedése.....	71
A Föld bolygó jelenlegi ciklusa.....	73
A 2036-ra tervezett «Visszafordíthatatlan pont» tektonofizikai és matematikai modellezése.....	77
3. rész. A megoldás lehetséges	80
Az óceán helyreállítása.....	81
Következtetések	84
Melléklet 1	85
Hivatkozások	87

1 rész

A TERMÉSZETI KATASZTRÓFÁK EX-PONENCIÁLIS NÖVEKEDÉSE

A legújabb tudományos kutatások szerint fennáll annak a lehetősége, hogy 2036-ra a Föld bioszférájának életképessége veszélybe kerülhet. Ez a feltételezés szigorú matematikai modelleken és tényszerű adatokon alapul, amelyek a bolygó lehetséges kritikus állapotára utalnak. Az éghajlatváltozásban fontos szerepet játszik az antropogén tényező - az emberi tevékenység, amely növeli az üvegházhatású gázok koncentrációját a légkörben. Az antropogén hatások mellett más, gyakran alábecsült tényezők is jelentős hatással vannak az éghajlatváltozásra. Ezek közé tartoznak a természetes geodinamikai ciklusok, valamint a csillagászati folyamatok, beleértve a naptevékenységet és a földi pályaváltozásokat. Ezek a tényezők kulcsszerepet játszanak a hosszú távú éghajlati ciklusokban, és felerősíthetik vagy tompíthatják a Föld éghajlati rendszerére gyakorolt antropogén hatásokat.

Az elmúlt években gyorsan nőtt a bolygón bekövetkező éghajlati katasztrófák száma. Dinamikájukat exponenciális növekedés jellemzi. A kataklizmák hirtelen és olyan helyeken következnek be, ahol korábban még nem figyelték meg őket, miközben hatalmas károkat és emberi veszteségeket okoznak. Az elmúlt tíz évnél nagyobb léptékű éghajlati és geofizikai katasztrófákat

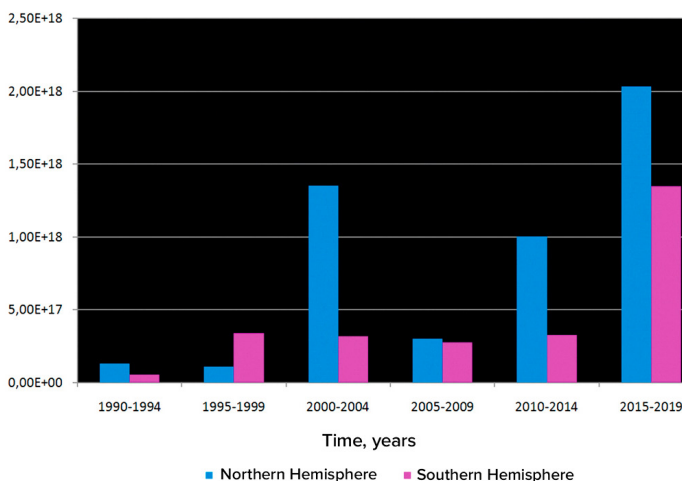
már korábban is megfigyeltek, de ezek elszigetelt események voltak. A természeti katasztrófák mostanában folyamatosan növekvő tendenciát mutatnak, szinkronban vannak egymással, és földrajzilag is egyre kiterjedtebbek.

Ez a jelentés elemzi a Földön az elmúlt 30 évben bekövetkezett fokozódó éghajlati és geodinamikai változások előrehaladását, valamint ezek kapcsolatát további antropogén tényezőkkel, amelyek jelentősen súlyosbítják a bolygó éghajlati helyzetét. A jelentés a kataklizmák exponenciális növekedésére vonatkozó előrejelzést is bemutat, jelezve az Orosz Föderáció, az Amerikai Egyesült Államok és az egész világ nagyfokú sebezhetőségét a szélsőséges természeti katasztrófák növekvő számával és erejével szemben. Minden bemutatott elemzés nyílt tudományos adatokon alapul.

Mielőtt az új antropogén tényezők részletes vizsgálatára térnénk, alaposan meg kell vizsgálni a bolygónk litoszféráját, hidroszféráját, légkörét és magnetoszféráját érintő geodinamikai változásokat. Egy ilyen megközelítés nemcsak a jelenlegi éghajlatváltozás átfogó képét mutatja meg, hanem azt is pontosan meghatározza, hogy az emberi tevékenység hogyan befolyásolja ezeket az összetett és egymással összefüggő folyamatokat.

Fokozott szeizmikus aktivitás

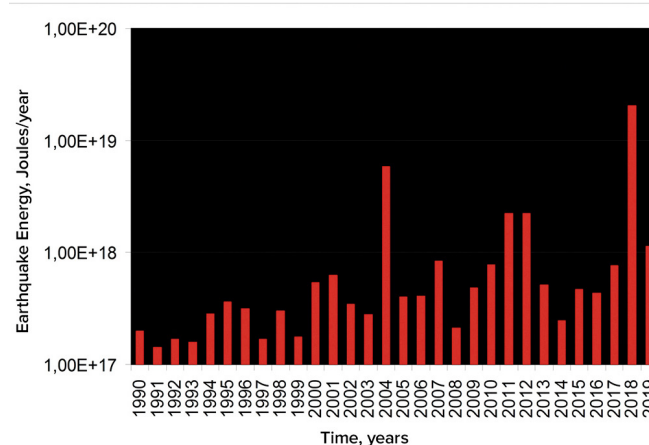
A Földön a szeizmikus aktivitás anomális növekedése tapasztalható: a földrengések erőssége, száma és energiája növekszik. Ez a tendencia mind a kontinenseken, mind az óceánok fenekén megfigyelhető.



1. ábra

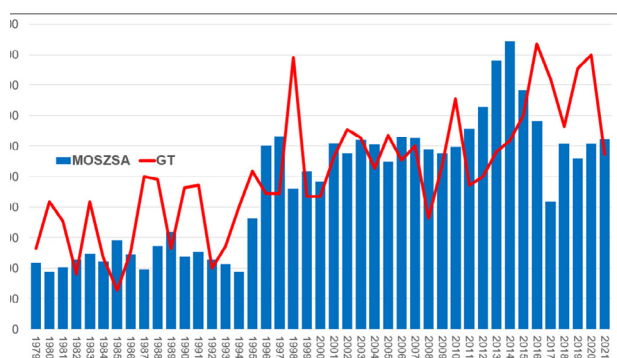
A földrengési energia grafikonjai 1990-től 2019-ig, az ISC adatai szerint, a grafikonok szerzője - a földrajzi tudományok doktora, a M.Y. Lomonoszovról elnevezett MSU Földrajzi Karának professzora A.Y. Reteyum, 2020. Grafikonok forrása: <https://regnum.ru/article/3101660>, <https://regnum.ru/article/2913426> (hozzáférés dátuma: 2024.02.01.)

Az ISC Nemzetközi Szeizmológiai Központ szerint 1990 óta a földrengések energiája folyamatosan növekszik az egész bolygón (1. ábra).



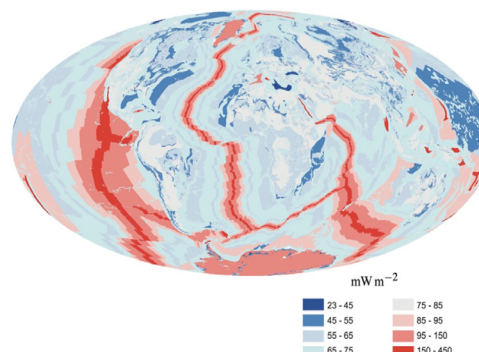
A Marylandi Egyetem professzora, Arthur Viterito megállapította, hogy 1995¹ óta megnőtt az óceánfenéki földrengések száma a közép-óceáni sávok mentén (2. ábra). Ráadásul ez a grafikon 0,7-es korrelációs együtthatóval megegyezik a globális hőmérséklet növekedésével, két év hőmérséklet-eltolódással. A szeizmikus és

vulkanikus tevékenység az óceán közephegységek mentén a hidrotermikus kibocsátások és a vizek felmelegedésének növekedéséhez vezet, ami viszont üvegházhatású gázok kibocsátásához és a légkör felmelegedéséhez vezet.



2. ábra

A 4,0-6,0 erősségű földrengések számának egyidejű növekedése az óceánfenéken és a globális légköri hőmérséklet. Viterito, A. (2022) 1995: Egy fontos fordulópontra a közelmúlt geofizikai történetében. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>
Az óceánközépi gerincek geotermikus felmelegedését bemutató térkép, Davies & Davies, 2010.

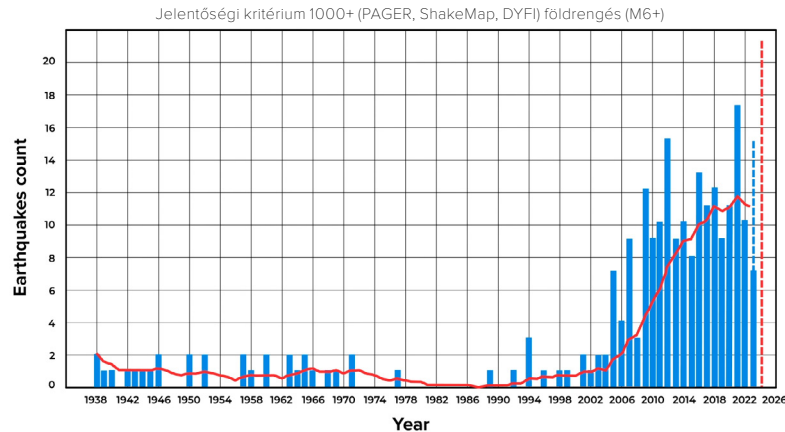


¹Viterito, A. (2022). 1995: Egy fontos fordulópontra a közelmúlt geofizikai történetében. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>

A modern korban a történelmi adatokhoz képest példátlanul exponenciálisan megnőtt a jelentős földrengések gyakorisága. Az USGS adatainak elemzése azt mutatja, hogy a 2000-es évek előtt csak 1-2 jelentős, 6,0-es

vagy annál nagyobb erősségű földrengés volt, míg napjainkban a jelentős földrengések száma nyolcszorosára nőtt (3. ábra).

A 6,0-es vagy annál nagyobb erősségű jelentős földrengések számának növekedése a világon



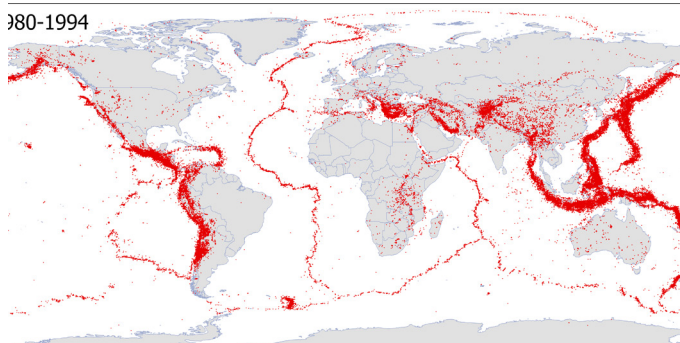
3. ábra

A 6,0-es vagy annál nagyobb erősségű jelentős földrengések száma a világon. A földrengéseket az 1000+ jelentőségi kritérium alapján választottuk ki, amely figyelembe veszi a magnitúdót, az intenzitást, az érzékenységet és a károkat, hogy azonosítsuk a jelentős hatású eseményeket, miközben kizárjuk a kisebb és jelentéktelen eseményeket. Adatforrás: U.S. Geological Survey (USGS).

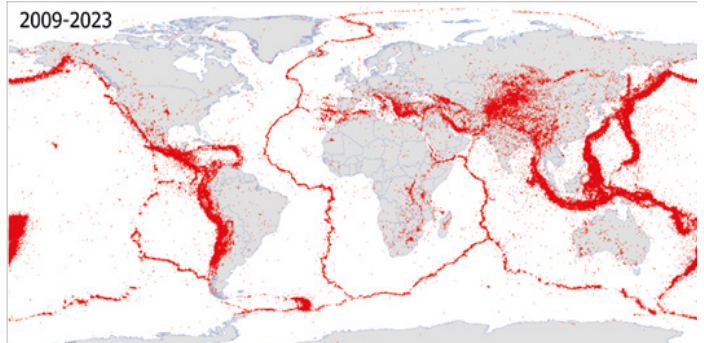
A földrengések száma olyan régiókban is növekszik, amelyeket korábban nem jellemzett nagy szeizmikus aktivitás. A 4. ábrán látható térképek a földrengésemények földrajzi lefedettségének bővülését szemléltetik:

a földrengések ma már a litoszférikus lemezhatároktól távolabbra terjednek, és stabil platformokon belül fordulnak elő.

M4.0+ földrengések a világon az 1980-1994 közötti időszakban



M4.0+ földrengések a világon a 2009-2023 közötti időszakban



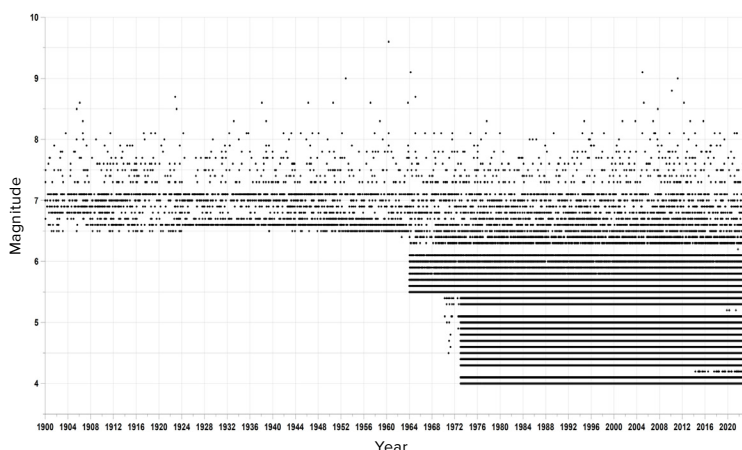
4. ábra

A térkép az összes 4,0-es vagy annál erősebb földrengést mutatja két azonos időszakra vonatkozóan: 1980-1994 és 2009-2023 között. A térképek az IRIS, ISC, USGS, EMCS és VolcanoDiscovery szeizmikus adatbázisokban rögzített összes egyedi földrengés figyelembevételével készültek.

Úgy gondoljuk, hogy a földrengések számának növekedése inkább a szeizmikus érzékelőhálózat bővülésének, mint maguknak az események növekedésének köszönhető. A szeizmikus érzékelők száma és érzékenysége valóban nőtt az idők során. Ez azonban csak azt eredményezte, hogy a korábban észrevétlenül maradt kis erősségű földrengések részletesebben rögzültek. Valójában az 1970-es

évek óta már elegendő szeizmikus érzékelőt telepítettek ahhoz, hogy az összes 4,0-es és annál nagyobb erősségű földrengést rögzítsék (5. ábra). Ezért a földrengések számában 1995 óta megfigyelhető tendencia nem a technológia fejlődésének köszönhető, hanem valódi változást tükrözi: a szeizmikus aktivitás jelentősen megnőtt az elmúlt 25 évben, és továbbra is növekszik.

A szeizmikus események sűrűségének grafikonja a nagyságrend függvényében a világon



5. ábra

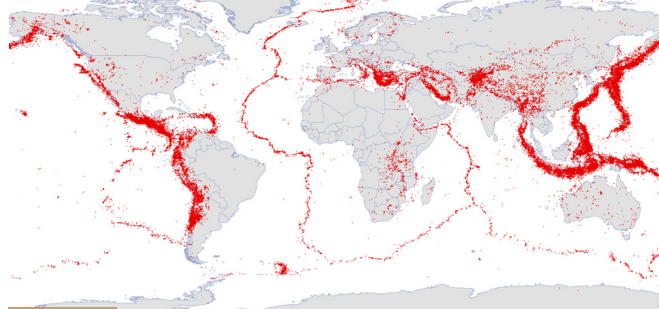
A grafikonon a fekete pontok a különböző években bekövetkezett különböző erősségű földrengéseket mutatják. 1964 előtt csak a 6,5-es vagy annál nagyobb erősségű földrengéseket regisztrálták. 1964 óta (az érzékenyebb szenzorok telepítésével) - 5,5-es és annál nagyobb értékektől. 1972 óta - 4,0 és afelett, függetlenül a helyszíntől.

A 6. ábrán látható térkép a Föld különböző régióiban bekövetkezett 4,0-4,9-es erősségű földrengések területi eloszlását mutatja. A térképek az IRIS, ISC, USGS, EMCS és VolcanoDiscovery szeizmikus adatbázisaiban rögzített összes egyedi földrengés figyelembevételével készültek. A térkép azt mutatja, hogy a 4,0 és 4,9 közötti erősségű

szeizmikus eseményeket már 1995 előtt is regisztrálták az egész bolygón, ami azt jelzi, hogy ezeken a területeken szeizmikus szenzorok működtek. 1995 óta megnőtt a nagy szeizmikus aktivitású területek száma és területe, valamint új, nagyszámú földrengést mutató régiók jelentek meg.

M4,0-4,9-es erősségű földrengések a világon az 1980-1994 közötti időszakban

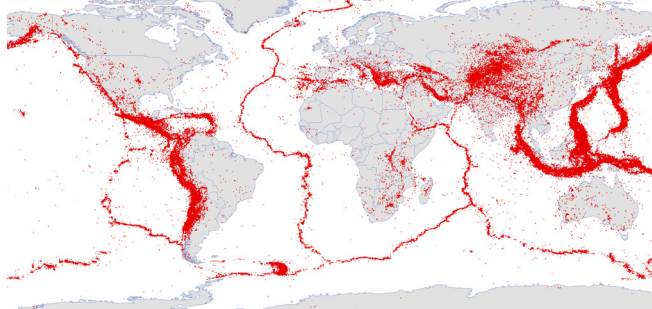
80-1994 M 4-4.9



6. ábra

M4,0-4,9-es erősségű földrengések a világon a 2009-2023 közötti időszakban

09-2023 M 4-4.9



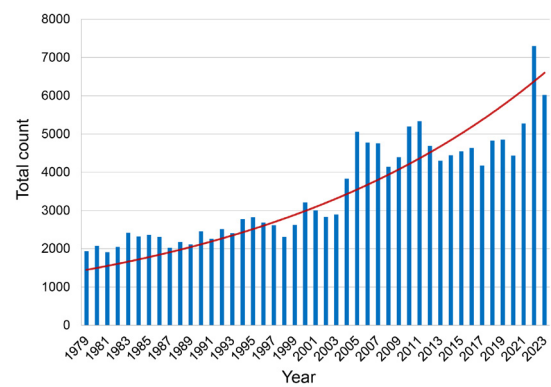
M4,0-4,9-es földrengések a világon az 1980-1994 és a 2009-2023 közötti időszakban. A térképek az IRIS, ISC, USGS, EMCS, VolcanoDiscovery szeizmikus adatbázisokban rögzített összes egyedi földrengés figyelembevételével készültek.

Az 5,0 és annál nagyobb erősségű földrengések számának növekedését tükrözi a Nemzetközi Szeizmológiai Központ szerinti szeizmikus események számának grafikonja is (7. ábra).

7. ábra

Az 5,0 és annál erősebb magnitúdójú földrengések az ISC adatbázisa szerint. Jól látható a földrengések számának növekedése 1995-ben.

Az ISC M5+ földrengései 1979-2023

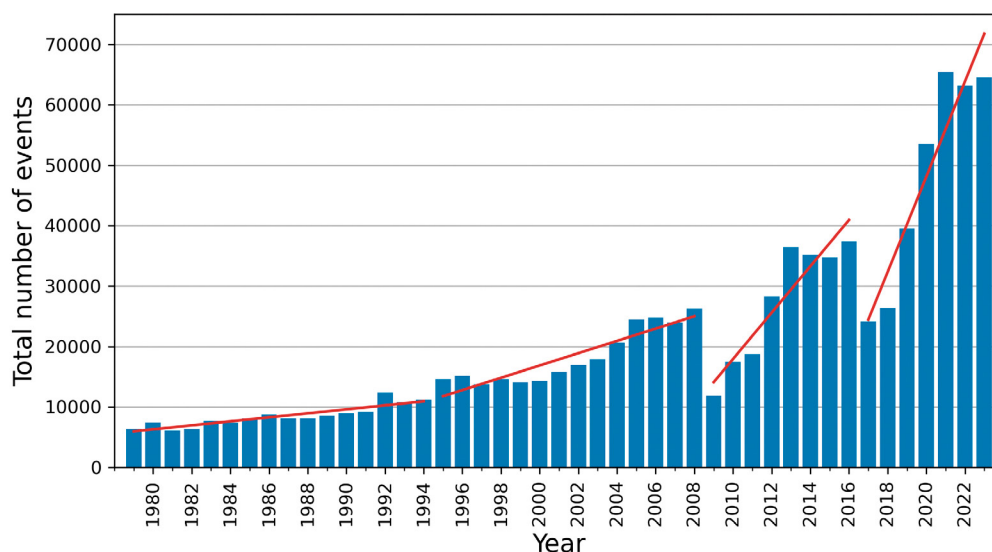


A VolcanoDiscovery adatbázis (<https://www.volcanodiscovery.com>) szerint az 1980-as években évente 10 000 3,0-es vagy annál nagyobb erősségű földrengés volt, 2021 óta pedig évente több mint 60 000 földrengés történt (8. ábra). Fontos megjegyezni, hogy ez az adatbázis nagyszámú olyan szeizmikus eseményt tartalmaz, amelyek más adatbázisokban nem szerepelnek.

A kis erősségű földrengések számának növekedése azt jelzi, hogy a nagy erősségű

földrengések száma hamarosan növekedni fog, a Gutenberg-Richter-törvény miatt, amely a földrengések száma és erőssége közötti logaritmikus kapcsolatot fejezi ki. Ha az alacsony erősségű földrengések száma növekszik, a nagy erősségű földrengések száma is növekedni fog.

M3-M9 erősségű földrengések a világon az 1979-2023 közötti időszakban nn



8. ábra

A 3,0-es vagy annál nagyobb erősségű földrengések számának növekedését ábrázoló grafikon a VolcanoDiscovery szeizmológiai adatbázis adatai alapján ábrázolva. A grafikon exponenciális tendenciát mutat.

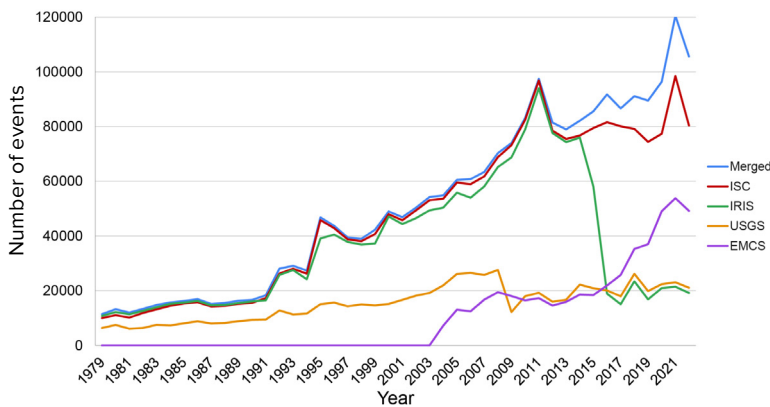
Meg kell jegyezni, hogy a világ egyik szeizmológiai bázisa sem tud teljes és pontos képet adni a világ szeizmikus aktivitásáról a technikai, tudományos és gyakorlati szempontok közötti különbségek miatt. A 9. ábra a világ különböző nemzetközi szeizmológiai szolgálatai által 1979 óta regisztrált 3,0-es vagy annál nagyobb erősségű földrengések számát mutatja be.

Ha összehasonlítjuk a szeizmikus adatbázisokban bemutatott összes eseményt, azt tapasztaljuk, hogy 2014 óta a világ adatbázisaiban a szeizmikus események halmazai nemcsak számukban (9. ábra), hanem egyediségükben is

különbözni kezdtek (10. ábra). Vagyis megjelentek olyan események, amelyek egy adatbázisban vagy több adatbázisban is szerepelnek, de másokban nem. Bár a földrengés-adatbázisoknak ugyanazt a valóságot kellene tükrözniük.

Ahhoz, hogy teljesebb és objektívebb képet kapjunk a világ szeizmikus aktivitásáról, össze kell hasonlítani és össze kell hangolni a különböző forrásokból származó adatokat, figyelembe véve azok sajátosságait és korlátait.

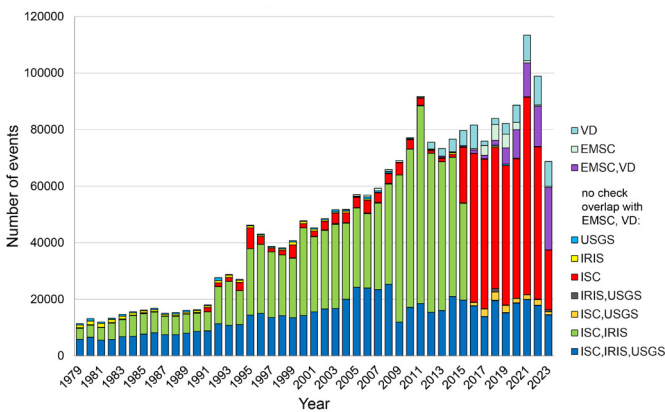
Az M3+ földrengések számának összehasonlítása az 1979-2022 közötti időszakban a különböző szeizmikus bázisok adatai alapján



9. ábra

A különböző nemzetközi szeizmológiai szolgálatok által egy adott időszokban regisztrált 3,0 erősségű vagy erősebb földrengések számának grafikonja. Kék görbe - az összes adatbázisból összegyűjtött egyedi események. A kiválasztás módszertana az 1. függelékben található.

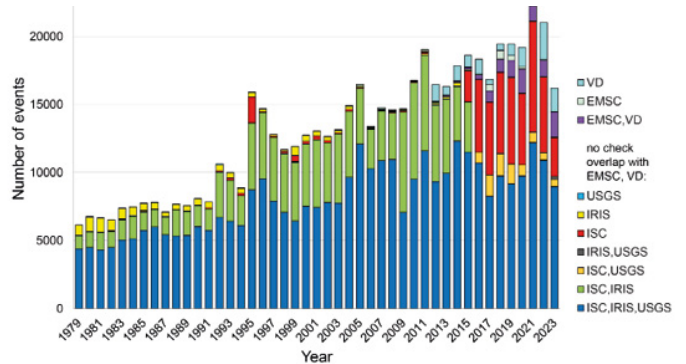
A csak a megadott szeizmológiai szolgálatokban szereplő egyedi M3+ szeizmikus események száma az 1979-2023 közötti időszakban



10. ábra

A 3,0-es vagy annál nagyobb erősségű (balra) és 4,0-es vagy annál nagyobb erősségű (jobbra) egyedi szeizmikus események számának grafikonjai 1979 és 2023 között, amelyek egyidejűleg csak a megjelölt szeizmológiai szolgálatokban vannak jelen.

Az 1979-2023 közötti időszakra vonatkozó, csak a megadott szeizmológiai szolgálatokban előforduló egyedi M4+ szeizmikus események száma



A mélyfókuszú földrengések növekedése

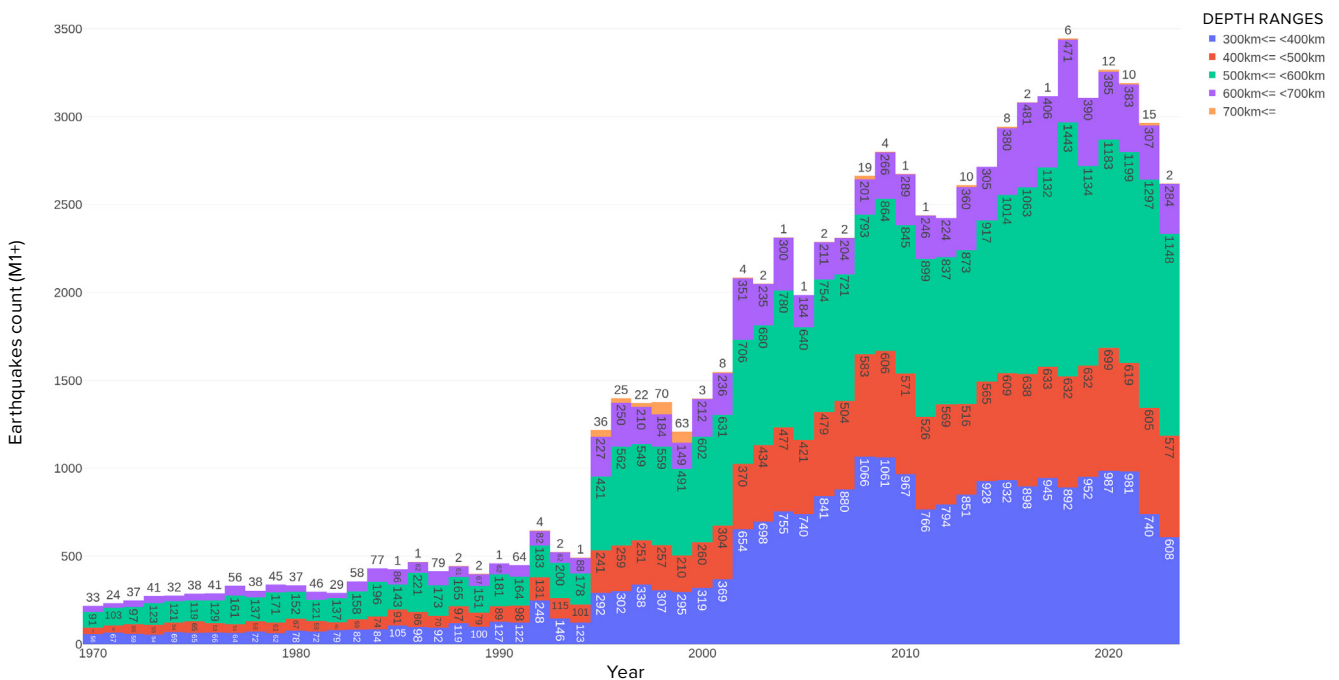
A mélyfókuszú földrengések olyan szeizmikus események, amelyek 300 km-nél nagyobb mélységben következnek be, és egyes esetekben akár 750 km mélyen is eléri a földfelszínt. A mélyfókuszú földrengések olyan magas nyomású és hőmérsékletű környezetben következnek be, ahol a köpeny anyaga várhatóan inkább plasztikusan deformálódik, mint ridegen, és ezért nem kellene földrengéseket generálnia. Ennek ellenére rendszeresen regisztrálnak ilyen eseményeket, és mechanizmusuk továbbra is tudományos vita tárgyát képezi.

Most a földrengések számának növekedését

nem csupán a földkéregben lévő feszültségek okozzák, hanem a bolygónk mélyén, a bolygó belsejében zajló magmás tevékenység növekedése is. Ezt jelzi a mélyfókuszú földrengések növekedésének exponenciális trendje (11-12. ábra). Az ábra a 300 km-nél nagyobb mélységben, a Föld felső köpenyében bekövetkező földrengések számának növekedését mutatja exponenciálisan. Jelentős ugrás figyelhető meg 1995-ben, ahogyan számos más geodinamikai anomáliában is.

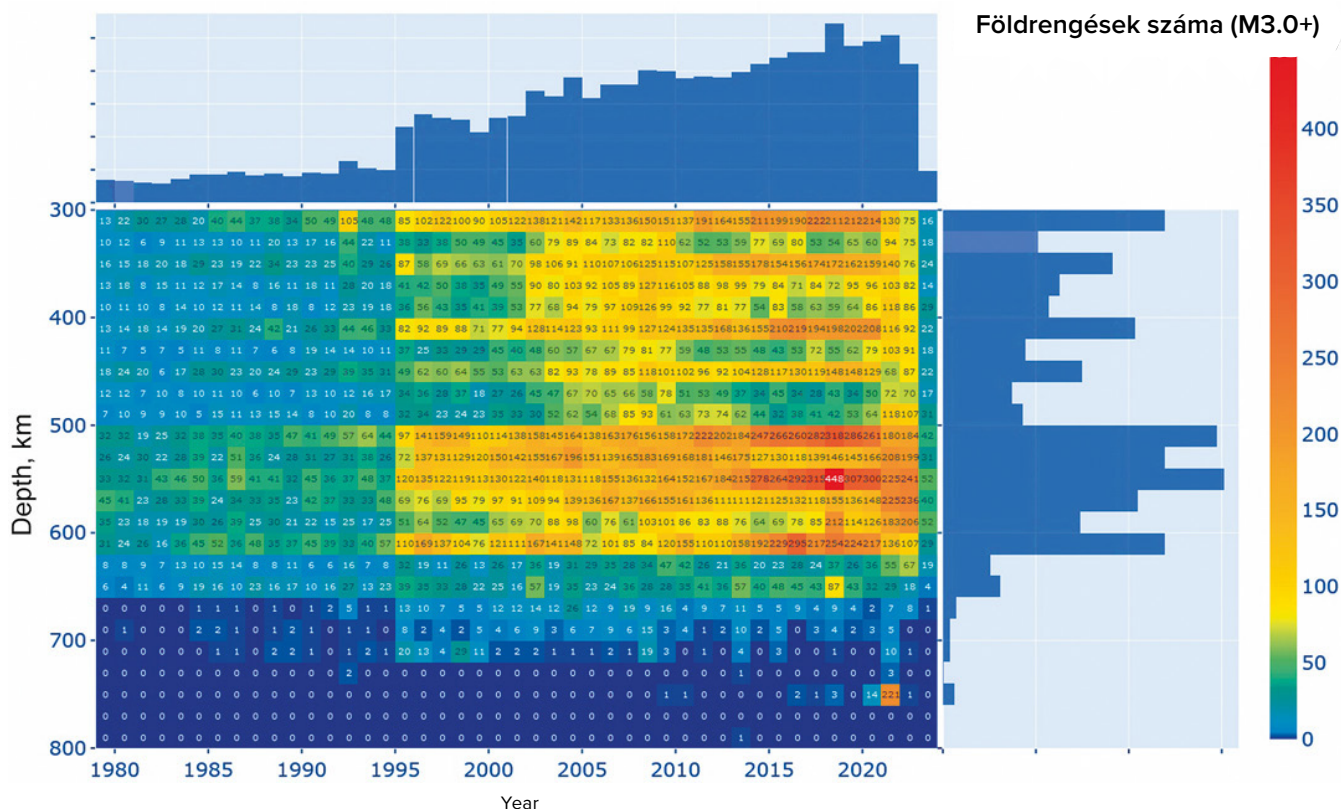
Mélyfókuszú M1+ földrengések a világon az 1970-2023 közötti időszakban.

M1+ deep-focus earthquakes globally during 1970-2023



11. ábra

Az 1,0-es vagy annál nagyobb erősségű mélyfókuszú földrengések számának exponenciális növekedése a Földön 1970 óta. ISC adatbázis.



12. ábra

A 3,0-es vagy annál nagyobb erősségű mélyfókuszú földrengések termikus térképe. A függőleges skálán - hipocentrikus mélységek, a vízszintes skálán - évek. ISC adatbázis. Az 1995-ös évben ugrásszerűen megnőtt az események száma. A legtöbb mélyfókuszú földrengés az 500-600 km-es mélységintervallumban következik be.

Az ebben a jelentésben ismertetett modell szerint a mélyfókuszú földrengések olyan robbanások, amelyek a földköpeny mélyén egyszerre felrobbantott rengeteg atombomba erejének felelnek meg. A mélyfókuszú földrengések számának exponenciális növekedése bolygónk rendkívüli magmatikus aktivitását jelzi. A földköpenyben tapasztalható

szeizmikus aktivitás növekedésével kapcsolatban különös aggodalomra ad okot az a tény, hogy a mélyfókuszú földrengések gyakran erős földrengéseket váltanak ki a földkéregben².

²Erős földrengések a földköpenyben és hatásuk a közeli és távoli térben. Mikhailova R.S. Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences, 2014. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>

Mikhailova R.S., Ulubieva T.R., Petrova N.V. Hindu Kush földrengés 2015. október 26-án Mw=7.5, 10°7' korábbi szeizmicitás és utóregéssorozat // Földrengések Észak-Euráziában. - 2021. - Vop. 24 (2015). - C. 324-339. DOI: 10.35540/1818- 6254.2021.24.31.

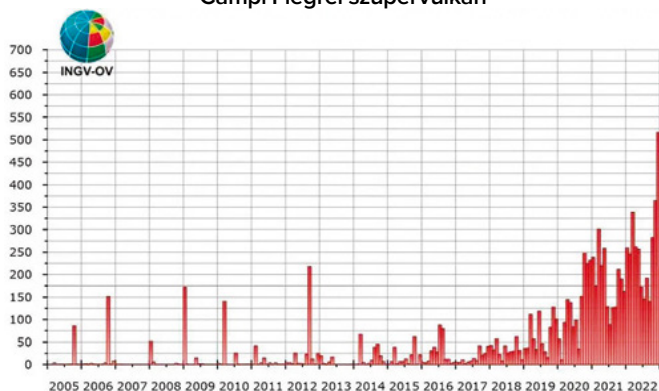
Vulkánok aktiválása

Számos nagyváros található vulkáni kalderák közelében vagy közvetlenül azokban. Például a japán Kagoshima városa az Aira kalderában fekszik, Nápoly és Pozzuoli pedig az olaszországi Campi Flegrei kaldera közvetlen közelében található. Németország területén pedig egy hatalmas szupervulkán, a Laach található, amely az utóbbi években az aktivitás jeleit kezdte mutatni.

Az elmúlt évtizedekben a felszín alatti

változások oka a növekvő magmatikus aktivitás, és ezt a földrengések növekvő száma is alátámasztja a vulkánok és szupervulkánok területén, mint például az olaszországi Campi Flegrei (ábra. 13), Taupo Új-Zélandon (14. ábra), Yellowstone az USA-ban (15. ábra), Mauna Loa Hawaii-n (16. ábra), Triden Alaszkában (17. ábra), Sakurajima vulkán a japán Aira szupervulkán kalderájában (18. ábra).

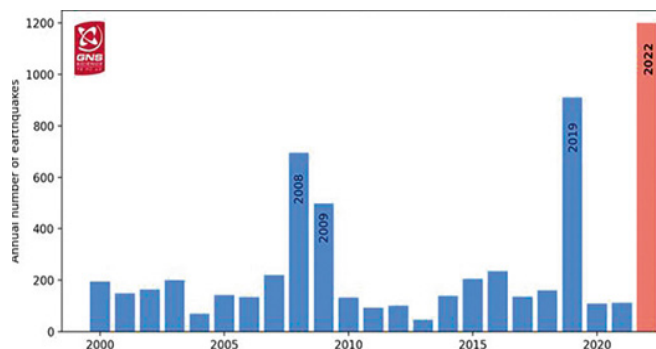
Campi Flegrei szupervulkán



13. ábra

A szeizmikus események gyakoriságának alakulása 2005 óta. Az INGV Vesuvian Observatorium Campi Flegrei megfigyelési bulletinje 2023 áprilisára. <https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/>

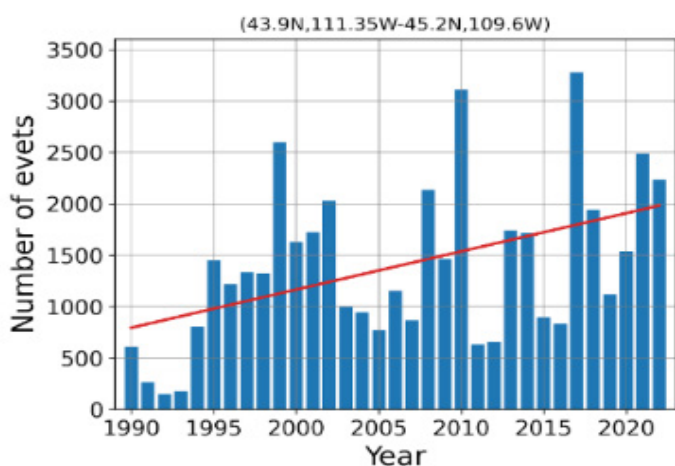
Taupo szupervulkán



14. ábra

A földrengések éves száma a Taupo Szupervulkán területén. Forrás: GeoNet vulkáni aktivitási bulletin. <https://www.geonet.org.nz/vabs/7tu66IDztDnlaYDG0LYSgl> (hozzáférés: 2024.02.14.)

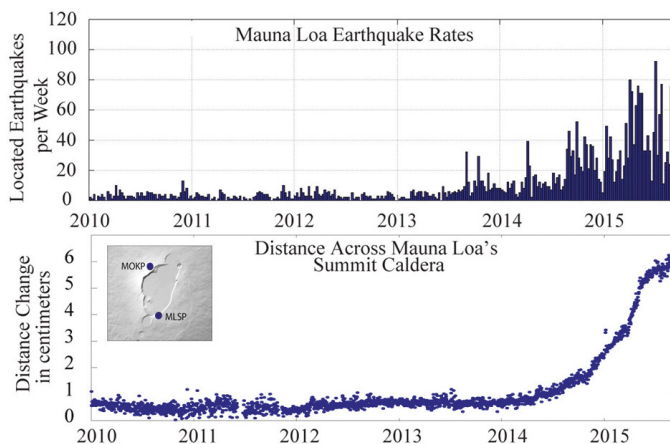
Yellowstone szupervulkán



15. ábra

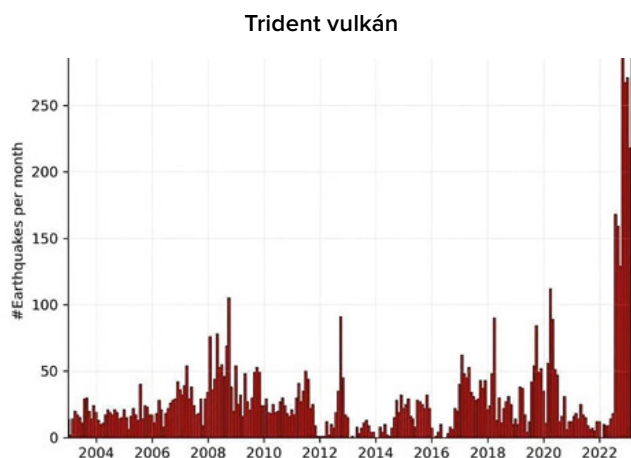
Az éves földrengések számának növekedése a Yellowstone szupervulkán területén. A grafikon az USGS adatain alapul.

Mauna Loa vulkán

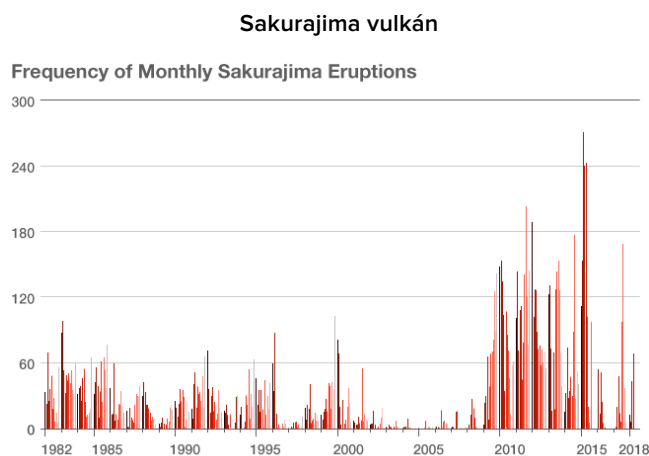


16. ábra

Földrengési és deformációs adatok 2010-2016 között a Mauna Loa vulkán területén. USGS adatok <https://www.usgs.gov/media/images/mauna-loa-earthquake-and-deformation-data-2010-2016>

**17. ábra**

Az alaskai Trident vulkán alatt 2003. január 1. és 2023. február 21. között bekövetkezett földrengések. A hisztogram a havonta regisztrált földrengések számát mutatja. Adatok: <https://watchers.news/2023/02/23/increased-seismic-activity-under-trident-volcano-alaska>

**18. ábra**

A kitérések számának növekedése, ami a Sakurajima vulkán fokozott magmatikus aktivitását jelzi, az Aira szupervulkán kalderájában, Japánban <https://www.nippon.com/en/features/h00194/>

A szeizmikus aktivitás növekedése a vulkánok közelében a magmás folyamatok aktiválódását jelzi. Ez a vulkánok magmakamráinak feltöltődését és egy esetleges kitérésre való felkészülését jelzi. Figyelembe véve bolygónk belsejének jelenlegi atipikus magmatikus aktivitását, egyetlen szupervulkán felrobbanása vulkánkitörések láncreakcióját idézi elő, ami bolygókatasztrófához vezet.

A vulkanológusok most egy újabb anomáliát regisztrálnak: a vulkánok által kilövellt láva atipikus összetételű, ami a köpeny mélyéről származó magmára jellemző, amint azt az alábbi infografika mutatja.

A térképek számos példát mutatnak a különböző vulkánok által az elmúlt 10 évben kibocsátott láva kémiai összetételében vagy fizikai tulajdonságaiban mutatkozó anomáliákra. Az adatok a világ minden tájáról származó tudósok kutatásain alapulnak.



Észak-Amerika

EDGECUMBE VULKÁN, ALASZKA (USA)

2019-2022

A 800 éve szunnyadó vulkán Alaszkában a leggyorsabb ütemű talajemelkedést mutatja. Ez rendhagyó, mivel a szunnyadó vulkánok drámaian reaktiválódnak, különösen ilyen ütemben. A magma mintegy 10 kilométeres mélységre, mintegy 20 kilométeres mélységből emelkedik fel, és földrengéseket, valamint jelentős felszín deformációt okoz.

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

Észak-Amerika

A YELLOWSTONE SZUPERVULKÁN KALDERÁJA (USA)

1995 óta

A földrengések gyakorisága és intenzitása 1995 óta növekszik.

A legtöbb földrengés mélysége csökken, 2010-es 11 km-ről 2022-re 5 km-re.

2018-ban a gejzíraktívitás szinkronizálódása következett be, amikor a teljes kaldera legtöbb gejzírje egyszerre kezdett sokszoros gyakorisággal kitörni. A gejzíraktívitás a mai napig magas.

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

2013-2014-ben a terület felemelkedési üteme hirtelen az ötszörösére nőtt.

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

A felszíni túlmelegedés helyi területei 2003 óta jelennek meg.

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

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

Dél-Amerika

CHAITEN VULKÁN (CHILE)

2008. május 1

A Chaiten vulkán hirtelen kitört riolitikus magma. A lakók földrengéseket éreztek 24 órával azelőtt, hogy hamu hullott rájuk, és hatalmas kitörés következett be. A savas magmák esetében ilyen rövid figyelmeztetés egy nagyobb kitörés előtt, ráadásul bazaltból, egyedülálló. A gyors felszínre törés arra enged következtetni, hogy a több mint öt kilométeres tárolási mélységből a felszín közelébe jutás ideje körülbelül négy óra. Ez gyors magma-felszállásra utal a szubvulkáni rendszerben.

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





Afrika

EGY VÍZ ALATTI VULKÁN MAYOTTE SZIGETÉNÉL (FRANCIAORSZÁG)

2019

Egy új vulkán születése Mayotte partjainál, a Madagaszkárhoz közeli Réunion szigeténél. Egy év alatt a magma 80 km-t tett meg a földköpenytől a felszínig a teljes földkérgen keresztül, és egy új víz alatti vulkán alakult ki. A vulkánképződésnek ez a sebessége példátlanul gyors. 2019-ben ez volt a valaha feljegyzett legnagyobb aktív víz alatti kitörés.

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



Antarktisz

ORCA VÍZ ALATTI VULKÁN A BRANSFIELD-SZOROSBAN

2020 augusztusa és 2021 februárja között

A korábban inaktív Orca tenger alatti vulkán területén mintegy 85 000 földrengés történt, amelyet a magma behatolása okozott. A magma hat hónap alatt 10 kilométernyi földkérget égetett át, ami rekordot jelent a behatolás sebességét és intenzitását tekintve.

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



Afrika

NYIRAGONGO VULKÁN (KONGÓ-RUANDA)

2021

Előzmények nélküli kitörés, amelyet a Nyiragongo vulkán építményének megrepedése okoz. A kitörés anomális volt, mivel felülről lefelé terjedt, és egy kiterjedt, 25 kilométeres gátat hozott létre.

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



Antarktisz

DECEPTION VULKÁN

2015

Mély, hosszan tartó és nagymértékű magma behatolás okozta földrengéssorozatok. A valaha feljegyzett legnagyobb aktivitás.

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



Ázsia

CHANGBAISHAN VULKÁN (ÉSZAK-KOREA-KÍNA)**2015**

A vulkán közelében 566 kilométer mélyen, 7,2-es erősségű, erőteljes mélyfókuszú földrengés három évig tartó szeizmikus zavart okozott. Az intenzív földrengéssorozatokat az új magma és a köpenyből származó gázfázisú aktivitás beáramlása váltotta ki.

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



Ázsia

RAIKOKE VULKÁN A NAGY-KURIL-HÁTON (OROSZORSZÁG)**2019. június 21-25**

A kitörés a 21. század egyik legnagyobb kitörése volt a Kuril-szigeteken. A kitörést egy anomália jellemezte - a Raikoke vulkánt tápláló magmák a köpenyből származnak, azaz a magmák mélyről erednek. A kitörés végig robbanásszerű volt, hamufelhullásokat és piroklastikus sűrűségű áramlásokat okozott. Ez utóbbiak következtében a sziget területe 0,7 km²-rel nőtt.

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



Ázsia

MERAPI VULKÁN (INDONÉZIA)**2010**

A VEI 4-es kitörés volt a Merapi vulkán 80 év óta a legsúlyosabb vulkáni katasztrófája. A kitörést a szokásosnál nagyobb mennyiségű, mélyen fekvő, illékony magma beáramlása váltotta ki, amely viszonylag rövid idő alatt tört be. A kitörés alatt és után a láhárók szinte minden nagyobb völgyet elárasztottak, és lényegesen nagyobb károkat okoztak, mint a korábbi kitörések után.

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



Ausztrália, Új-Zéland és Óceánia
KILAUEA VULKÁN HAWAII (USA)

Az alsó Keleti Hasadékvonal legnagyobb kitérése és a kaldera összeomlása, legalább 200 év óta először.

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



Ausztrália, Új-Zéland és Óceánia

A TAUPO SZUPERVULKÁN KALDERÁJA (ÚJ-ZÉLAND)

A talajszint emelkedését figyelték meg, ami összefügg a térségben zajló intenzív szeizmikus aktivitással. Egy új magmatikus központ születése.

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

A földrengéssorozat a Taupo kalderán belül 8 kilométer mélyen lévő magma intrúziója okozza.

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

A szeizmikus aktivitás megugrott, a vulkáni aktivitás szintje megemelkedett.

<https://www.geonet.org.nz/news/LuzOzDmQcQUUmdeiL67oX>

Ausztrália, Új-Zéland és Óceánia
HUNGA-TONGA-HUNGA-HAAPAI VULKÁN (TONGAI KIRÁLYSÁG)

2022. január 15.

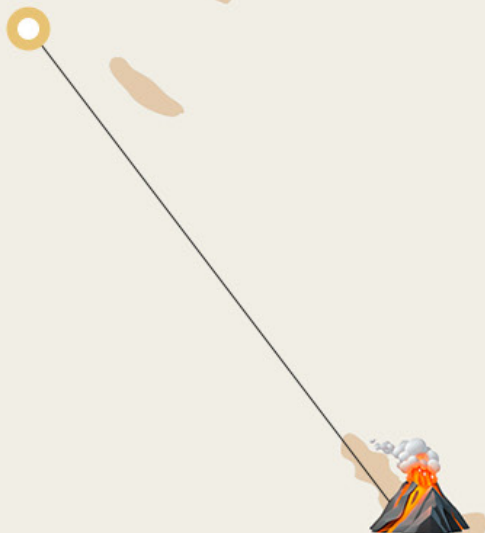
A legerősebb vulkánkitörés rekordja. A robbanásszerű kitérés füstje a legmagasabb pontján 58 kilométer magasra emelkedett, és átszakította a mezoszférát. A kitérés a legnagyobb számú villámot is produkálta, amelyet bármilyen természeti jelenség esetében feljegyeztek. Hasonló összetételű láva korábban nem folyt Tonga előző, 2009-es és 2014-es kitérései során. A korábbi kitéréseknél a magma egy köztes tűzhelyben rekedt, míg ezúttal a friss magma gyorsan, kémiai változásokra



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

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

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



 Európa

FAGRADALSFJALL VULKÁN (IZLAND)

2021

A vulkán lávájának kulcsfontosságú kémiai paraméterei több mint ezerszer gyorsabban változtak, mint más kitöréseknél. Ennek az egyetlen eseménynek a kémiai összetételének általános tartománya hasonló az elmúlt 10 000 év összes délnyugat-izlandi kitöréséhez. Ráadásul a mélységi magmák kiáramlásának szakasza megfelel a kitörés azon időszakának, amikor egy akár 400 méter magas lávaszökőkút emelkedett fel. A kitörés első 50 napja alatt kiömlő bazaltok geokémiai elemzése, valamint a kapcsolódó gáz kibocsátások azt mutatják, hogy a kitörés közvetlenül a felső köpenyben lévő magmatároló zónából származik. A Reykjanes-félszigeten található Fagradalsfjall vulkáni rendszer 2021 óta háromszor tört ki, több mint 800 év szunnyadás után.

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



 Európa

BORGERRAUN VULKÁN (IZLAND)

2014

Példátlanul gyors magmaemelkedés egy korábban ezer éve szunnyadó vulkánon. Mindössze 10 nap kellett ahhoz, hogy a magma 24 kilométeres mélységből a felszínre emelkedjen a kamrából.

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

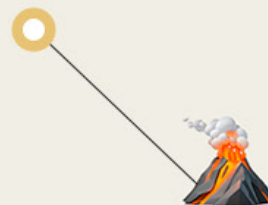
 Európa


CUMBRE VIEJA VULKÁN (SPANYOLORSZÁG)

2021

Az első robbanás után néhány órán belül mozgékony, aktív magma áramlott. A láva szuperfolyékony volt, a legfolyékonyabb az itteni történelmi bazaltkitörések közül. A vulkánt a földköpeny fúvókájából származó olvadék táplálja, vagyis a köpeny mélyéről származik. Lehet, hogy a magma a Föld mélyéről a magból érkezik a csökkent sebességű zónákon keresztül. Ezért a 2021 szeptemberi kitöréskor a felszínre ömlött láva szuperfolyékony és mozgékony.

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



 Európa

LAACHER SEE SZUPERVULKÁN (NÉMETORSZÁG)

2013-2018

A 12,9 ezer évvel ezelőtt kitört szupervulkán kalderája közelében 10-40 kilométeres mélységben szeizmikus aktivitás megjelenése, valamint a kaldera körül folyamatos vulkáni gázkibocsátás egy aktív magmás rendszerre utal, amely valószínűleg a felső köpeny olvadékszónájához kapcsolódik.

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



 Európa

A CAMPI FLEGREI SZUPERVULKÁN KALDERÁJA (OLASZORSZÁG)

2004-2024

A gáznyomás elkezdte felemelni a talajt, ami azt jelzi, hogy a vulkán aktiválódik. A bradiseizmus a mai napig folytatódik.

2016-2024

A vulkán-tektonikus földrengések exponenciális növekedése és az összes kitörési előjelző szinkronizálódása.

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



 Európa


ETNA VULKÁN (OLASZORSZÁG)

2020 december - 2022 február

A 2020-2022-es kitöréseket az elmúlt évtized összes kitöréséhez képest a legintenzívebben emelkedő magma táplálta. Ezt az időszakot gyakoribb kitörések jellemezték. A bazaltos magma rekordidő alatt gyorsan vándorolt a legmélyebb szintről.

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



 Európa

VÍZ ALATTI VULKÁN COLUMBO (GÖRÖGORSZÁG)

2006-2007

A mélyebb rétegekből gyakran felszálló bázisolvadék felmelegedéshez és új magmaforrás kialakulásához vezet.

A szeizmikus aktivitás különböző időszakokban történő rögzítése a tározó folyamatos feltöltődését jelzi a mélyebb forrásokból származó magmával.

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

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



Az elmúlt évtizedben a földkéreg mélyéről felszínre törő magma felgyorsult a Föld számos vulkanikus régióban, például Izlandon, Olaszországban, az Indiai-óceáni Mayotte-szigeten, La Palmán (Kanári-szigetek) és máshol. Ez a vulkáni tevékenység globális szintű növekedését jelzi.

A vulkanológusokat aggasztja a Föld mélyéből felszálló magma felszínre törésének drámai növekedése. A magma felemelkedésének folyamata, amely korábban több száz és ezer évig tartott, ma egyes régiókban mindössze hat hónap alatt zajlik le. Pontosan ez történt 2021-ben a Bransfield-szorosban, ahol a 10 kilométeres mélységből felszálló magma

emelkedését 85 000 földrengés kísérte³. A kéreg vastagsága ezen a területen 15 km, és a földrengések lokalizálása azt mutatta, hogy a kéregből 10 km-t már elégetett az aktív magma, és 5 km maradt a felszínre törésig.

A magma gyors felemelkedése jelentős mélységekből veszélyes és eddig nem megfigyelt folyamatok kialakulására utal a Föld belsejében. A vulkánok aktiválódása azt jelzi, hogy a bolygó mélyén hatalmas mennyiségű energia kezdett felhalmozódni, amely hajlamos kitörni.

A hurrikánok, viharok és tornádók erősödése

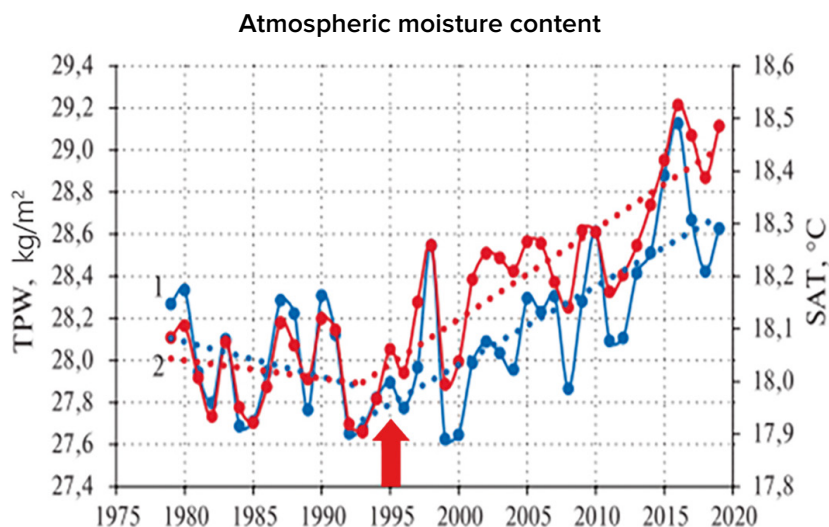
2023-ban a történelemben először fordult elő, hogy minden óceáni medencében 5-ös kategóriájú trópusi ciklonok lettek, a legnagyobb erősségűek. És gyakorlatilag minden ebbe a kategóriába tartozó hurrikán rekordot döntött az erősség, az időtartam és az erősödés mértéke tekintetében, összehasonlítva az elmúlt évek hurrikánjaival⁴.

Ilyen például az Otis hurrikán, amely mindössze 12 óra alatt egy átlagos trópusi viharból 5-ös kategóriájú hurrikánná alakult át - a legpusztítóbb károkat okozó hurrikánná. A hurrikánok szélsőségesnek ilyen katasztrófális növekedése az óceán anomális felmelegedésének és egy antropogén tényezőnek köszönhető, amelyet az alábbiakban ismertetünk. A felmelegedés miatt az óceán több nedvességet bocsát ki a légkörbe. 1995 óta az óceán feletti légköri nedvességtartalom jelentős növekedését regisztrálták (19. ábra). Az ábra az óceáni párolgás és az óceán feletti

levegő hőmérsékletének változását mutatja 1975 és 2020 között. Mindkettő 1995 óta folyamatos növekedést mutat, ami azt jelzi, hogy a globális óceán és a felette lévő légkör melegszik. Bár 1995 előtt mindkét mutató csökkenő tendenciát mutatott. Megjegyzendő, hogy 1995 óta jelentős geodinamikai folyamatok is zajlottak a Föld belsejében, amelyek olyan változásokban nyilvánultak meg, mint az északi mágneses pólus elmozdulásának 3,5-szeresére növekedése, a forgástengely eltolódása és a bolygó forgási sebességének növekedése, az óceánfenéki földrengések és a mélyfókuszú földrengések számának és erejének növekedése, amelyekről alább részletesebben is szó lesz. Következésképpen, az óceáni víz hőmérsékletének és párolgásának növekedése kapcsolódik mind az antropogén tényezőhöz, mind a magma felemelkedéséhez a köpenyből, amely hatással van az óceánban lévő víz hőmérsékletére és keringésére.

³Cesca, S., Sukan, M., Rudzinski, L., Vajedian, S., Niemi, P., Plank, S., Petersen, G., Deng, Z., Rivalta, E., Vuan, A., Plasencia Linares, M. P., Heimann, S., & Dahm, T. (2022). Magmás intrúzió által kiváltott masszív földrengésraj a Bransfield-szorosban, az Antarktiszon. *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>

**19. ábra**

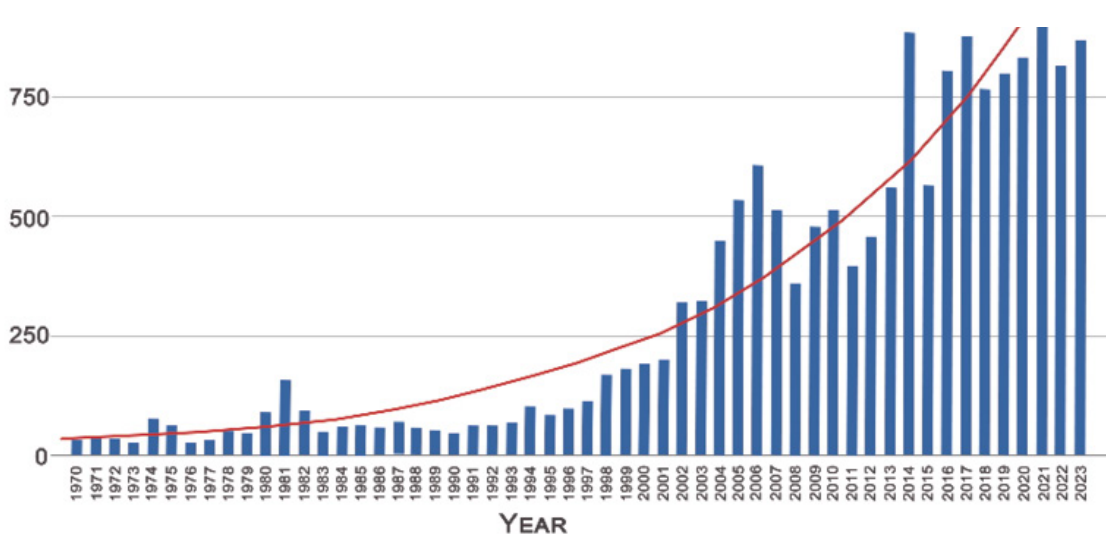
A légköri nedvességtartalom (1) (kg/m²) és a levegő hőmérséklete (2) (°C) éves értékeinek évközi változása a Világóceán felett 1979-2019 között.

Forrás: Malinin V. N., Vainovsky P. A.) Az óceán-légkör rendszer nedvességcseré-komponenseinek tendenciái a globális felmelegedés hatására a Reanalysis-2 archívum adatai alapján // Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space. T. 18. - 2021, N°3. - C. 9-25. - DOI: 10.21046/2070-7401-2021- 18-3-9-25. http://d33.infospace.ru/jr_d33/2021v18n3/9-25.pdf

Az óceáni párolgás következtében megnövekedett páratartalom a hidrometeorológiai jelenségek, például a trópusi viharok, hurrikánok, viharok és tornádók, a rendellenes hőmérséklet, a csapadék és az áradások növekedéséhez vezet.

Európában a tornádók száma 1970 és 2023 között növekszik, amint azt a 20. ábra mutatja, az Európai Súlyos Időjárási Események Adatbázisának (ESWD) adatai alapján. A

tornádók számában jelentős növekedés tapasztalható: az 1970-1979 közötti évi körülbelül 45 tornádóról a 2014-2023 közötti időszakban évente több mint 800-ra emelkedett. Ez azt jelenti, hogy Európában az évi tornádók átlagos száma 18-szorosára nőtt. A tornádók és hurrikánok mostanában olyan régiókban is megjelennek, ahol eddig soha nem voltak, jelentős gazdasági károkat okozva.

Increase in the number of tornadoes in Europe**20. ábra**

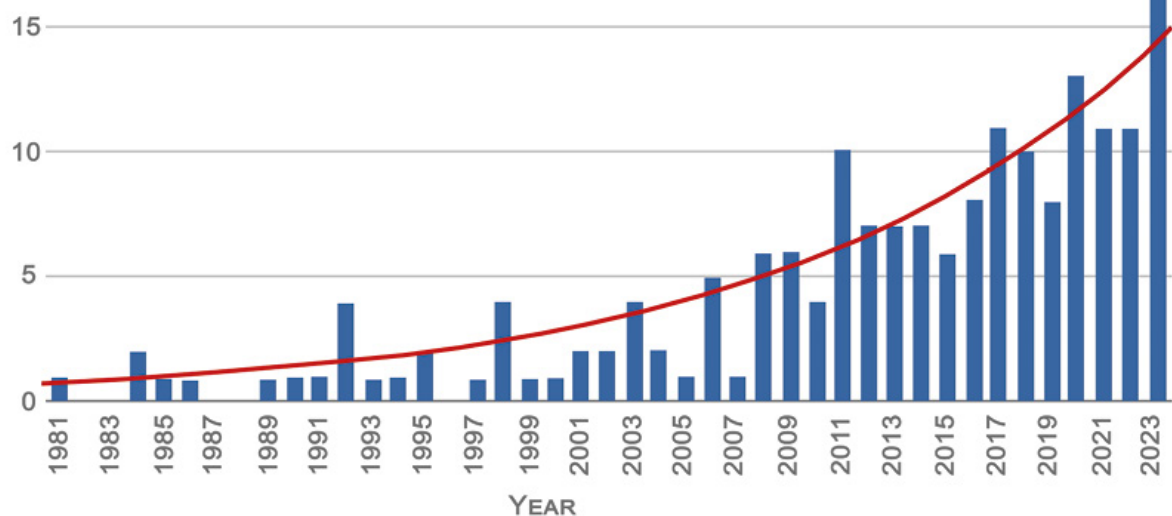
Az európai tornádók éves számát bemutató grafikon. Adatforrás: European Severe Weather Events Database (ESWD).

Az elmúlt évtizedben Észak-Amerikában és Ausztráliában a tornádókkal, jégesővel, heves esőzésekkel és zivatarokkal kísért konvektív viharok váltak a domináns súlyos káreseményekké.

A 21. ábrán bemutatott NOAA-adatok elemzése azt mutatja, hogy 1981 és 2023 között

exponenciálisan növekszik a több milliárd dolláros kárt okozó viharok száma az Egyesült Államokban. 1981 és 1990 között évente legfeljebb 2 ilyen vihar volt. Az utóbbi években azonban drámai növekedés tapasztalható: csak 2023-ban 19 ilyen viharra kerül sor.

Az egymilliárd dollárnál nagyobb kárt okozó súlyos viharok száma az Egyesült Államokban



21. ábra

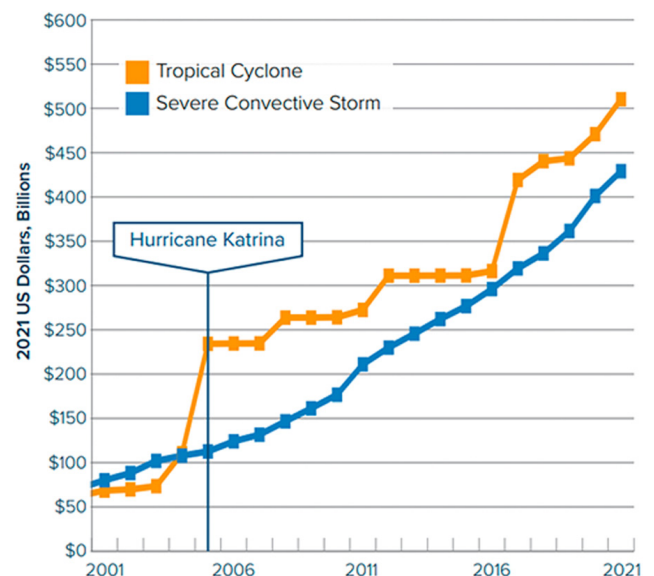
Az egymilliárd dollárnál nagyobb kárt okozó súlyos viharok számának grafikonja az Egyesült Államokban. Adatforrás: NOAA

Nemzeti Környezeti Információs Központok.

A konvektív viharok által okozott károk a trópusi viharok által okozott károkhoz hasonlóvá váltak (22. ábra). Az ábrán látható fő tendencia a biztosított károk növekedése mindkét kategóriában. Ez azt jelzi, hogy e katasztrófák költségei tovább emelkednek.

Az amerikai Nemzeti Óceán- és Légkörkutató Hivatal (NOAA) szerint az 1990 óta eltelt 10 évben a konvektív viharok mintegy 40 milliárd dollárnyi kárt okoztak az Egyesült Államokban, az elmúlt évtizedben pedig a veszteségek összege hatszorosára, több mint 240 milliárd dollárra nőtt (23. ábra), és a hurrikánokkal kapcsolatos károk 2023-ban 54 milliárd dollárral új rekordot fognak elérni.

Kumulatív biztosított károk, 2001-2021 YTD

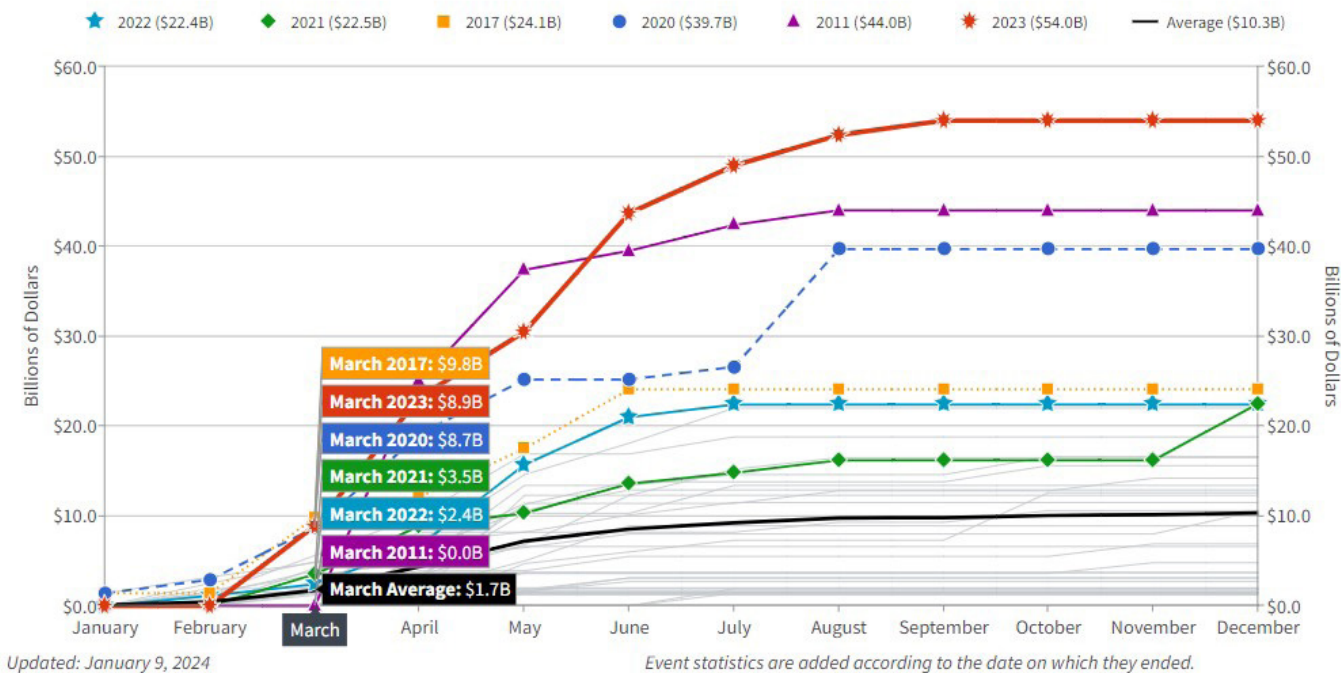


22. ábra

A konvektív viharok és trópusi viharok okozta károk alakulása az Egyesült Államokban 2001 és 2021 között.

Az ábrán két vonal látható: a narancssárga vonal a trópusi viharok okozta károkat, a kék vonal pedig a súlyos konvektív viharok okozta károkat jelöli. Adatforrás: Aon (Catastrophe Insight).

Az 1980-2023 közötti időszakban az USA-ban az 1 milliárd USD-t meghaladó természeti katasztrófák kumulatív összege (CPI-vel kiigazítva).



23. ábra

Az egymilliárd dollárt meghaladó károkat okozó súlyos viharok okozta károk növekedése az Egyesült Államokban.

Forrás: Nemzeti Óceán és Légkörkutató Hivatal (NOAA), USA

NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) U.S. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters. (2024).

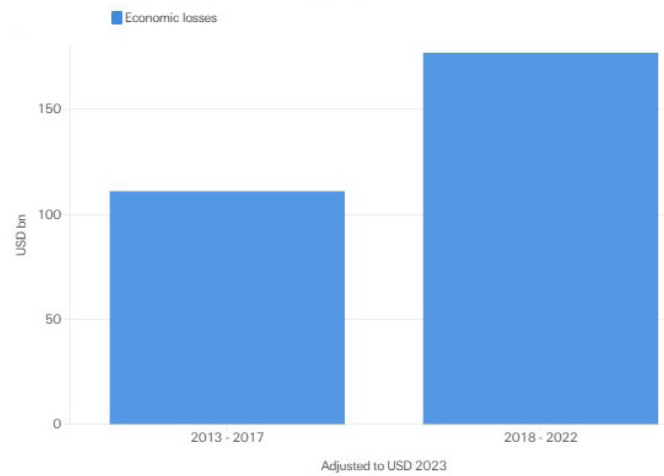
(<https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>), DOI: 10.25921/stkw-7w73

A grafikonon különböző színű vonalak láthatók, amelyek mindegyike egy adott évet jelöl. A piros vonallal jelzett 2023-as év a legnagyobb, 50 milliárd dollárt meghaladó súlyos viharok okozta károkkal jár. A grafikon az 1980 és 2023 közötti időszakot tükrözi, az inflációval (CPI) kiigazított, a grafikon 2024. január 09-én került frissítésre.

Az AON éghajlati katasztrófákról⁵ szóló jelentése szerint az elmúlt 10 évben Európa szenvedte el a legnagyobb gazdasági veszteségeket a súlyos konvektív viharok miatt. Ezek a viharok nagyobb pusztítást végeztek, mint a téli viharok, amelyeket hagyományosan a régiót fenyegető legfőbb veszélynek tartanak.

A Swiss Re Intézet tanulmánya⁶ szerint a közelmúltban a súlyos konvektív viharok jelentették a legnagyobb veszteségforrást a másodlagos veszélyek (alacsony vagy közepes károkat okozó, nagy gyakoriságú események, mint például jégeső, villámárvizek, tornádók, földcsuszamlások, aszályok és erdőtüzek) között. 2018 és 2022 között, a globális gazdasági veszteségek súlyos konvektív viharok összesen US \$177 milliárd, a 60%-os növekedés az előző 5 évhez képest (ábra 24). Ez az események gyakoriságának és intenzitásának növekedését jelzi.

A konvektív viharokból eredő globális gazdasági károk két öt éves időszakban: 2013-2017 és 2018-2022



24. ábra

A konvektív viharok okozta globális gazdasági veszteségek összehasonlítása két öt éves időszakban: 2013-2017 és 2018-2022 Forrás: Swiss Re Institute.

⁵ Időjárás, klíma és katasztrófa Insight, 2023; <https://www.aon.com/getmedia/f34ec133-3175-406c-9e0b-25cea768c5cf/20230125-weather-climate-catastrophe-insight.pdf>, p.42

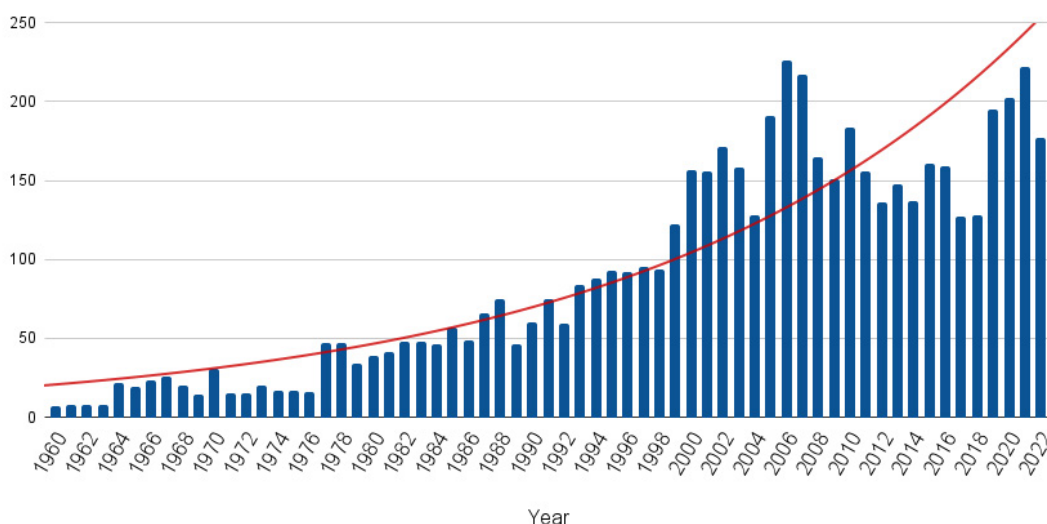
⁶ Swiss Re Institute; <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/tornados-hail-thunderstorms.html>

Az árvizek és a szárazságok növekedése

A súlyos árvizek száma is jelentősen megnőtt a Földön (25. ábra). Súlyos árvizek alatt azokat értjük, amelyek jelentős károkat okoznak az embereknek és az infrastruktúrának. Míg az 1970-es években csak 260 súlyos árvíz volt 10 év alatt, addig 2014 és 2023 között az árvizek száma 1500-ra nőtt, ami azt jelenti, hogy

hatszor több árvíz van. Az adatok azt mutatják, hogy az árvizek egyik fő okozójának számító szélsőséges csapadékesemények gyakorisága és intenzitása növekszik.

A nagy kiterjedésű árvizek száma a világon

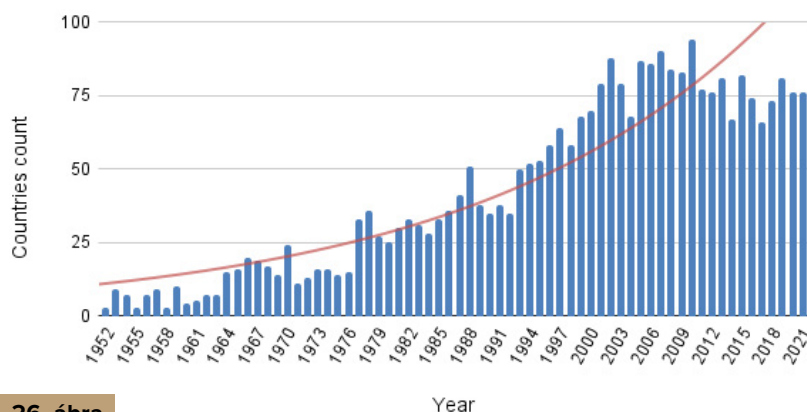


25. ábra

A nagy árvizek száma a világon 1960 és 2022 között. Adatforrás: Nemzetközi katasztrófa-adatbázis (EM-DAT)

Emellett az árvizek által érintett területek száma is jelentősen megnőtt (26. ábra). Míg az 1970-es években kb. 20 ország szenvedett árvizektől egy évben, addig a 2000-es évek óta évente több mint 80 országot érintenek árvizek, ami négyszeres növekedést jelent.

Árvíz által érintett országok száma



26. ábra

Az árvizek által érintett országok száma 1970 óta. Adatforrás: Nemzetközi katasztrófa-adatbázis (EM-DAT)

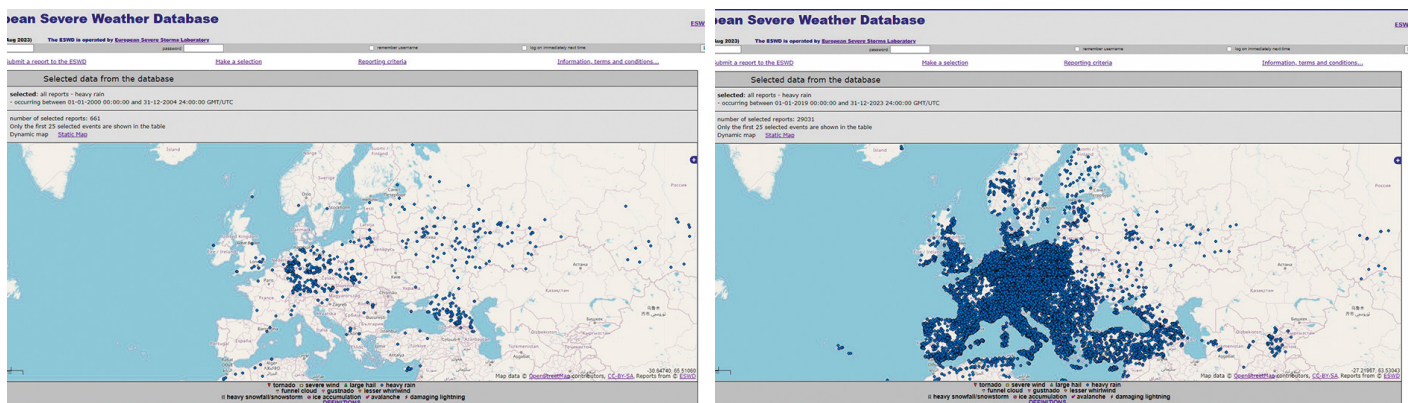
A rendkívüli esőzések és a rekordokat döntő felhőszakadások gyakorisága is világszerte növekszik. Az Európai Időjárás Veszélyek Adatbázis (ESWD) szerint 2000 és 2004 között 661 rendellenes csapadék esete került rögzítésre Európában, 2019 és 2023

között pedig 29 031 (27. ábra). Ez azt jelenti, hogy a rendellenes csapadék 44-szer gyakoribbá vált. Az abnormális csapadék olyan csapadék, amely intenzitása, időtartama vagy gyakorisága tekintetében meghaladja a normális értéket.

Rendellenes csapadék Európában

2000-2004

2019-2023



27. ábra

Rendellenes csapadék Európában: a) 2000-2004, b) 2019-2023.

Forrás: Európai heves időjárás események adatbázisa (ESWD).

A térkép az anomális csapadék eloszlását mutatja Európában két öt éves időszakra: 2000-2004 és 2019-2023. Az Európa térképen kék pontok jelölik azokat a helyeket, ahol ilyen események fordultak elő. Minél több pont van egy régióban, annál több rendellenes csapadék esett.

Az aszályok száma is rekordgyorsasággal növekszik. Az ENSZ szerint⁷ az elmúlt 20 évben 29%-kal nőtt az aszályok száma a világon. Az ENSZ jelentése szerint 2022-ben és 2023-ban világszerte 1,84 milliárd ember, vagyis a világ teljes lakosságának közel negyede fog aszályos körülmények között élni. Már most is rekordszámú, 258 millió embernek kell „súlyos éhezéssel” szembenéznie az aszály miatt, és egyesek az éhhalál szélén állnak.

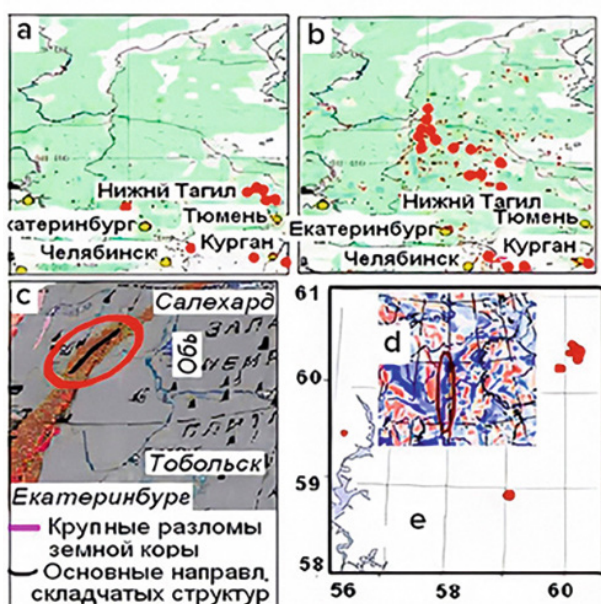
2023-ban számos ország katasztrófális aszályokkal néz szembe, amelyek hatalmas gazdasági veszteségeket okoznak.

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

A tüzesetek számának növekedése

Az utóbbi időben a természetes tüzeket még a modern technikai eszközökkel is nagyon nehéz eloltani. Pjotr Vlagyimirovics Ljushvin⁸ tudós adatai szerint a tüzek a földkéreg törésvonalaiiban keletkeznek, ahol hidrogén, metán és más éghető gázok szabadulnak

ki a felszín alól (28-29. ábra). Ez rendkívül megnehezíti a tüzek oltását. Települések és egész városok égnek. Tüzek még az északi régiókban, hó alatt is előfordulnak.



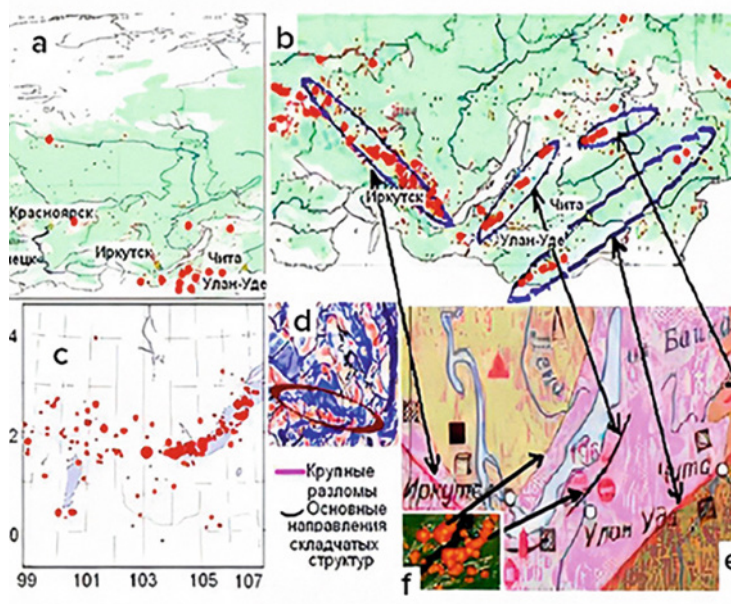
— Major faults in the Earth's crust
 ~ Main directions of fold structures

28. ábra

Tűzhelyek, földrengések, kéreghibák és mágneses anomáliák egybeesése az Urál térségében.

- (a) - tüzek 2009 nyarán;
 (b) - tüzek 2010 nyarán;
 (c) - főbb kéreg törések és a redős szerkezetek fő irányai;
 (d) - földrengésközpontok 1995-2013;
 (e) - mágneses mező anomáliák (kék tónusok - pozitív, piros - negatív).

Forrás: <https://regnum.ru/article/2395754>
 (hozzáférés dátuma: 2024.02.01.)



29. ábra

Tüzek, földrengések, kéreghibák és mágneses anomáliák egybeesése Dél-Szibériában.

- (a) - tüzek 2009 nyarán és
 (b) - tüzek 2010 nyarán,
 (c) - földrengés központok 1991-től 2017-ig; (d) - mágneses mező anomáliák (kék színárnyalatok - pozitív, piros színárnyalatok - negatív);
 (e) - főbb törések és a redős szerkezetek fő irányai;
 (f) - tüzek a Bajkál térségében. A nyilak a tüzek lokalizációját mutatják a kéreg töréseknél.

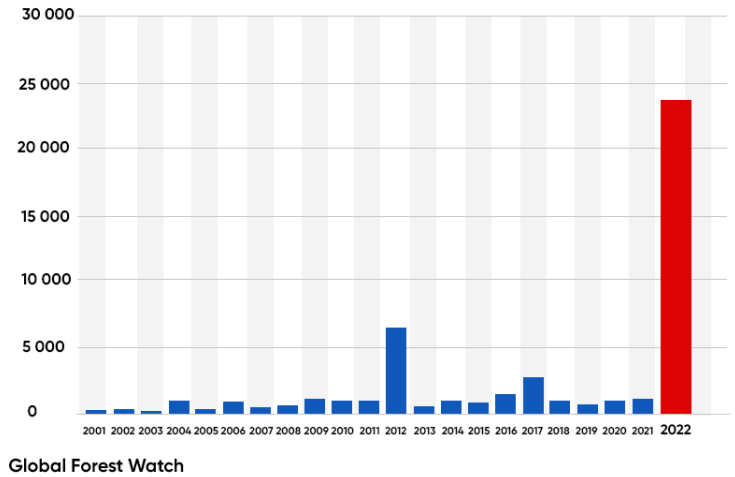
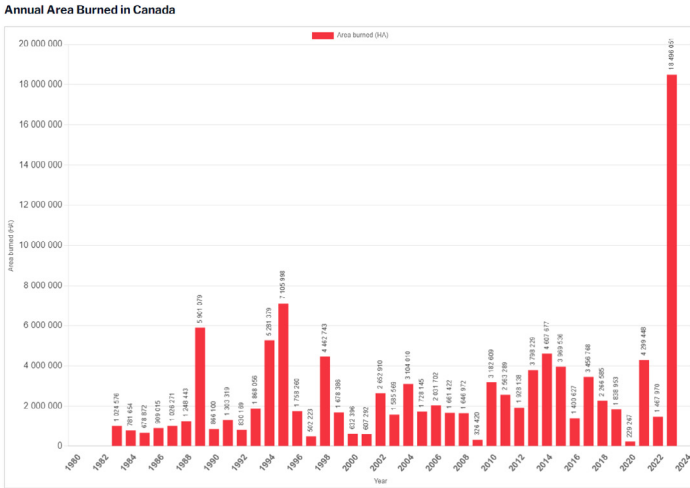
Forrás: <https://regnum.ru/article/2395754>
 (hozzáférés dátuma: 2024.02.01.)

⁸ Lyushvin P. V. Természetes síkvidéki tüzek és minimalizálásuk módja. Előadás az MSU „Földrendszer” geológiai és földrajzi karainak oroszországi interdiszciplináris szemináriumi-konferenciájának XXVI. ülésén 2018. január 30. - február 2. Előadás. - 2 // 2018

Lushvin, P. & Buyanova, M. (2021). A jégtagaró alakulása a vízterületeken a metán során. International Journal of Geosciences, 12(9), 927-940. <https://doi.org/10.4236/ijg.2021.129047>

Lushvin, P. & Buyanova, M. (2021). A szeizmogén jelenségek légköri megfigyeléseinek története és dekódolásuk formalizálása. International Journal of Atmospheric and Oceanic Sciences, 5(1), 13-19. <https://doi.org/10.11648/j.ijaos.20210501.13>

A különböző országokban a szélsőséges tüzek területe drámai növekedésnek indult. Az elmúlt 3 évben példátlanul megnőtt a tüzek területe Kanadában, Ausztráliában, Spanyolországban, az USA-ban és Európában (30-34. ábra).

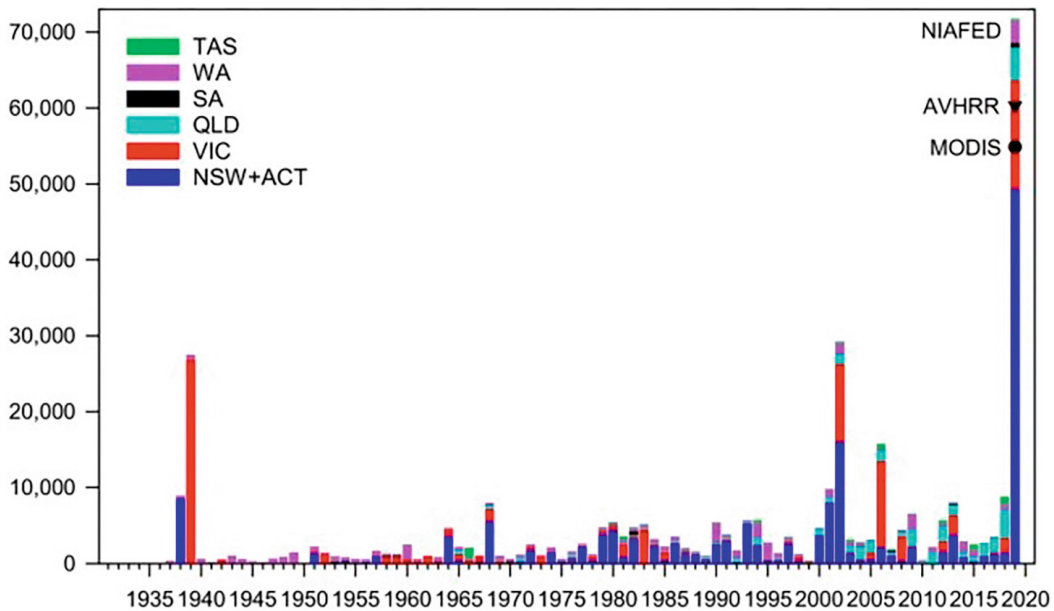


30. ábra

Leégett terület Kanadában
 Forrás: Canadian Interagency Forest Fire Centre (CIFFC)

31. ábra

Az erdőtüzek okozta erdőborítás csökkenése Spanyolországban
 2001 és 2022 között. Forrás: Global Forest Watch



32. ábra

Az erdőtüzek által leégett erdei ökoszisztémák területe államonként és területenként az 1930-2019-es tűzvészes években Új-Dél-Wales és az Ausztrál Fővárosi Terület (sötétkék), Victoria (piros), Queensland (világoskék), Dél-Ausztrália (fekete), Nyugat-Ausztrália (lila) és Tasmánia (zöld). Forrás: Canadell, J., Meyer, C., Cook, G., Dowdy, A., Briggs, P., Knauer, J., Pepler, A. & Haverd, V. (2021). A több évtizedes erdőégetéses területnövekedés Ausztráliában összefügg az éghajlatváltozással. Nature Communications, 12, 6921 (2021). DOI: 10.1038/s41467-021-27225-4.



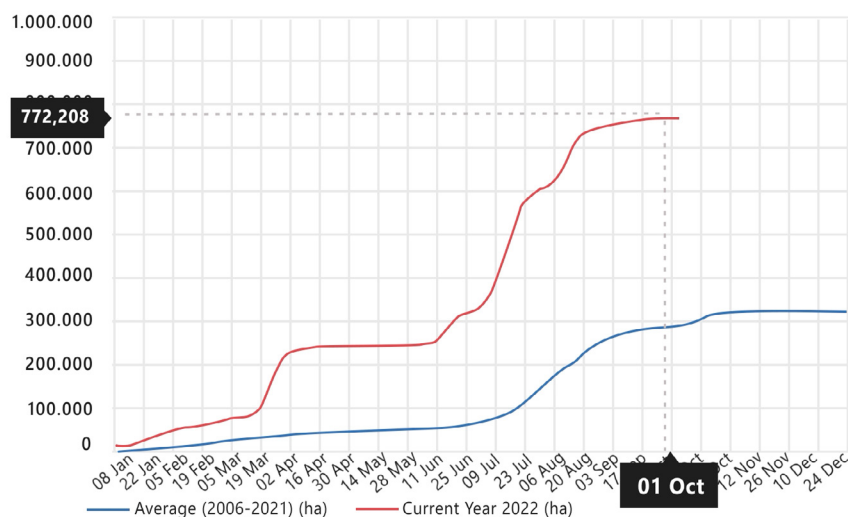
33. ábra

A kaliforniai tüzek által felégetett hektárok száma. 2020-ban több mint 3,1 millió hektár égett le, ami állami rekordot döntött. Forrás: Kaliforniai Erdészeti és Tűzvédelmi Minisztérium (CAL FIRE).

A 2022-re vonatkozó kumulatív égett tűzterület Európában (piros görbe), a 2006-2021 közötti átlagos tűzterület (kék görbe).

Forrás: Európai erdőtűz-információs rendszer

34. ábra



A tűz terjedését befolyásoló fontos tényező továbbá a repedések és törések mentén elszökő víz miatti szárazság, amely a kéreg deformációja miatt a fokozott szeizmikus aktivitás és a bolygó egyenlítői és pólusirányú átmérőjének változása következtében mindenütt bekövetkezik. A műholdas megfigyelések, éghajlati és hidrológiai modellek szerint az elmúlt három évtizedben a nagy természetes tavak és víztározók több

mint 50%-ának csökkent a vízmennyisége⁹. Ez a jelenség különösen paradox az árvizek katasztrófális növekedési üteméhez képest, ha nem vesszük figyelembe a földkéreg felső részeinek hidrodinamikai változásait a felszín alatti tektonikus intenzívebbé válás következtében.

⁹ Yao, F., Livneh, B., Rajagopalan, B., Wang, J., Jean-François Crétaux, Wada, Y., & Berge-Nguyen, M. (2023). A műholdak a globális tavak vízkészletének széles körű csökkenését mutatják. *Science*, 380(6646), 743-749. <https://doi.org/10.1126/science.abo2812>

A világoceánok felmelegedése

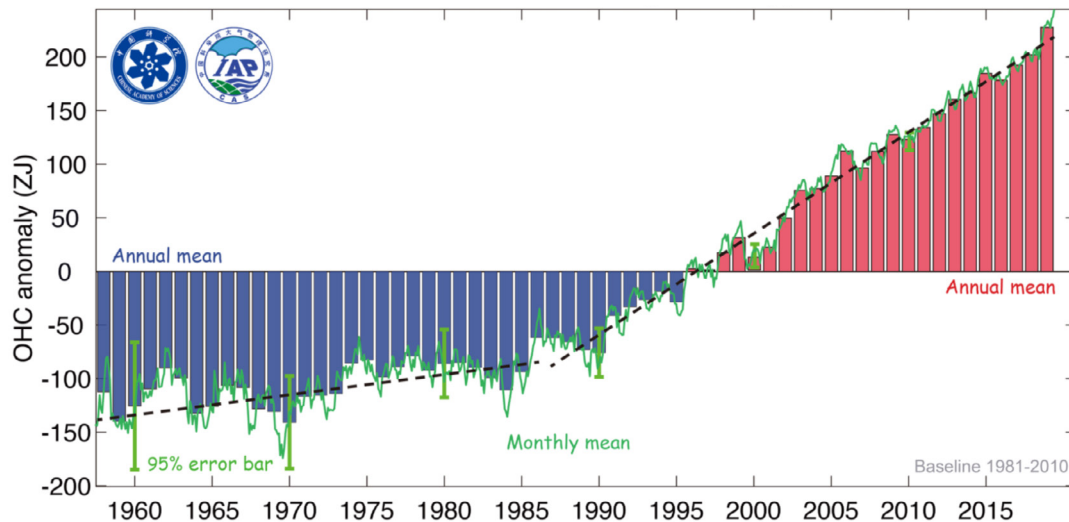
Az óceánok felmelegedése a szélsőséges hidrometeorológiai események gyakoriságának és nagyságrendjének növekedését okozza, beleértve a rekord árvizeket, tájfunokat és rendkívüli csapadékot.

2020-ra az óceánok felmelegedése az elmúlt 30 évben 450%-kal nőtt (35. ábra). A tanulmányból kiderül, hogy míg 1955 és 1986 között az óceánok folyamatosan melegedtek, az elmúlt évtizedekben a felmelegedés gyorsan

felgyorsult.

A tudósok becslése szerint az óceán jelenlegi ütemű felmelegedéséhez annyi energiára lenne szükség, mint amennyi akkor szabadulna fel, ha a Hirosimára ledobott 7 atombomba egy éven keresztül másodpercenként felrobbanna. Ez a tény felveti a következő racionális kérdést: „Mi a forrása ennek a jelentős mennyiségű energiának?”

A világoceán felső 2000 méterének hőtartalmában bekövetkező változások



35. ábra

A hőtartalom változása a világoceán felső 2000 méteres rétegében

Forrás: 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). Az óceánok rekordméretű felmelegedése 2019-ben is folytatódott. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137-142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

Az óceán anomális felmelegedése mind antropogén tényezőknek, mind a magma hatásának köszönhető, amelynek emelkedése 1995 óta fokozódott. Az óceáni kéreg vékonyabb, mint a kontinentális kéreg, így a magma erősebben felmelegíti az óceánfeneket, és ennek következtében maga az óceán is felmelegszik.

A következő tények azt mutatják, hogy az óceán

a mélyben felmelegszik. Egy amerikai kutatócsoport megállapította, hogy az óceánok átlagos mélysége az elmúlt 60 évben 15-ször gyorsabban melegedett, mint az azt megelőző 10 000 évben¹⁰. És ez a folyamat évről évre gyorsabban növekszik. Óriási mennyiségű energiára van szükség ahhoz, hogy a hőmérsékletet olyan mélységekben emeljük, ahová a napsugarak már nem tudnak behatolni.

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>

A vízmelegítés egyik tényezője a metán felszabadulása. Az északi tengerek fenekén hatalmas metánkészletek vannak gázhidrátok (klatrátok) formájában. A geotermikus fűtés hatására ezek a klatrátok megolvadnak, és gázként metánt szabadítanak fel. Ezek a metán-felszabadulások robbanásokban történnek, és „metánfúvókáknak” vagy „mega-kitöréseknek” nevezik őket. A NOAA¹¹ műholdak 2014 áprilisában egy rendellenes metánkitörést észleltek az Északi-sarkvidéken a légkörben. A tengerfenék geológiai szerkezete szerint a megnövekedett metánkoncentrációjú területek egybeesnek a középsarkvidéki törésvonalakkal. A földrengések a törések aktivitását, a magmás központok eltolódását és a hőáramlások felszabadulását jelzik.

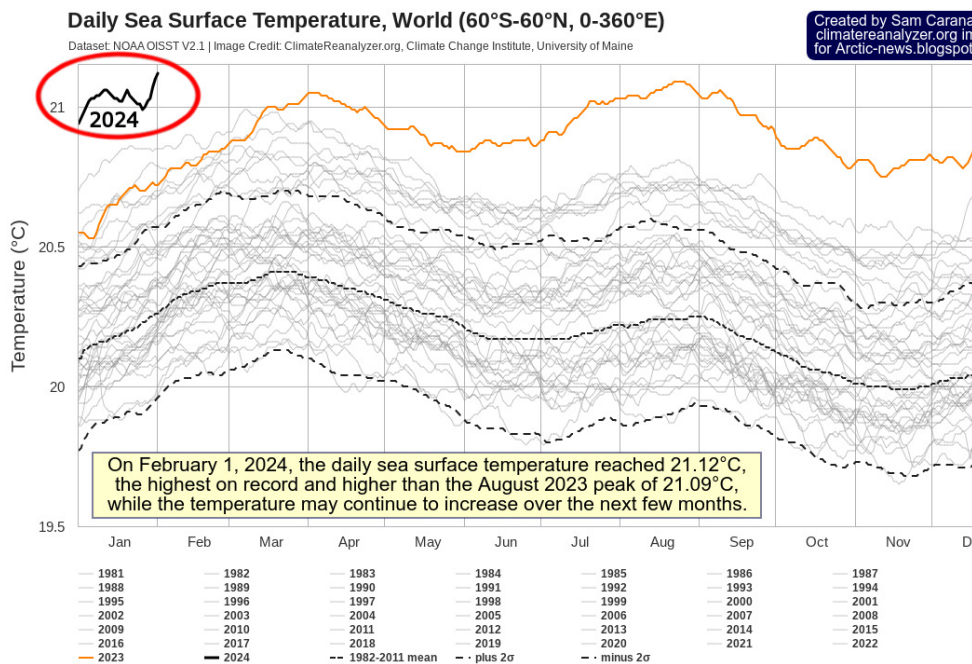
Az óceán mélyén tapasztalható hőmérséklet-

emelkedés arra utal, hogy az óceán felülről és alulról is melegszik.

Az Argentin-medence¹² két, 4500 méternél mélyebben fekvő mélységi területe jelentős felmelegedési tendenciát mutat: 2009 és 2019 között évtizedenként $0,02^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$.

A $0,02^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$ óriási mennyiségű energiát jelent egy ilyen mennyiségű hideg víz felmelegítéséhez a tengerfenéken.

2023-ban megdőlt az óceán felszíni hőmérsékletének abszolút rekordja a történelem során (36. ábra). A 2024-es év már meghaladja a 2023-as összes rekordot, és valószínű, hogy a későbbi változások trendje nem fog az ábrán látható tartományokba illeszkedni.



36. ábra

A valaha mért legmagasabb óceáni hőmérséklet. Napi átlagos óceáni felszíni hőmérséklet, 1981-2024. Adatforrás: NOAA OISST V2.1 adatállomány | Kép forrása: ClimateReanalyzer.org, Climate Change Institute, University of Maine, adatállomány. NOAA OISST

¹¹ Jurganov L.N., Leifer A. Vadakkepulyambatta S. A légköri metánkoncentráció növekedésének felgyorsulására utaló jelek 2014 után: műholdas adatok az Északi-sarkvidékre vonatkozóan. // A Föld úrból történő távérzékelésének modern problémái. 2017. T. 14. N° 5. C. 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

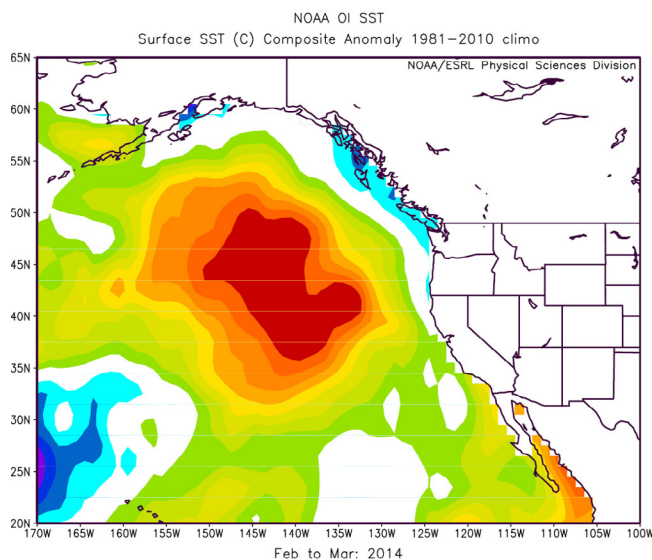
¹² Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R., & Campos, E. (2020). Observed Ocean Bottom Temperature Variability at Four Sites in the Northwestern Argentine Basin: Evidence of Decadal Deep/Abysal Warming Amidst Hourly to Interannual Variability During 2009–2019. *Geophysical Research Letters*,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

A világ óceánjainak felmelegedését bizonyítják a tengeri hóhullámok, azaz a helyenként hosszan tartó, felmelegedett óceánvíz. Ezeknek egy különleges példája, a blobok, amelyek óriási felszíni vízfelületeket és rendellenesen magas hőmérsékletet mutatnak. 1995 óta a blobok száma jelentősen megnőtt¹³, és egyre gyakoribbá váltak a világ óceánjainak különböző részein, többek között Új-Zéland, Délnyugat-Afrika és az Indiai-óceán déli partjainál.

Az egyik legismertebb és legnagyobb folt 2013-ban az Alaszkai-öbölben alakult ki, és gyorsan terjedt a Csendes-óceánon. Több mint 4 000 000 négyzetkilométeres területet borított be (nagyobb, mint India), és a vízhőmérséklet

helyenként 5-6 Celsius-fokkal volt az átlagosnál magasabb (37. ábra). A folt három éven át, 2016-ig, Alaszkától Mexikóig vonult végig az óceánon (38. ábra). Ez a jelenség negatívan befolyásolta a térség tengeri ökoszisztémáját és éghajlatát.

Az egyik lehetséges elmélet szerint ennek a foltnak az eredete valószínűleg az Alaszka partjainál zajló aktív vulkanizmusnak és a Cobb14 magmafúvókának köszönhető, amely felmelegítette a vizet az óceán fenekén, és az ilyen hatalmas mennyiségben a felszínre úszott.

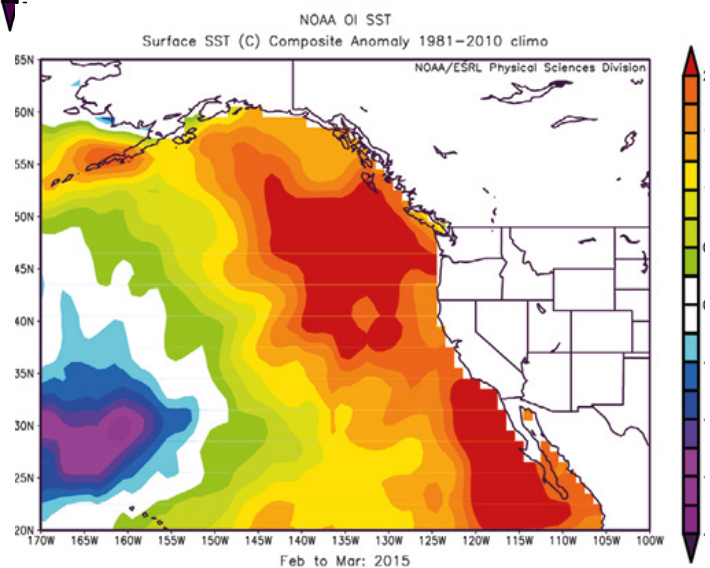


37. ábra

A térkép a Csendes-óceán északkeleti részén 2014 márciusában a tengerfelszíni hőmérséklet-anomália (SST), más néven a folt helyzetét mutatja. (A képet a [NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado](https://www.noaa.gov/physical-sciences-division))

38. ábra

Térkép, amely azt mutatja, hogy a tengerfelszíni hőmérséklet (SST) anomália hogyan mozgott és változott az Egyesült Államok nyugati partvidéke mentén 2015 márciusára. (A képet a [NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado](https://www.noaa.gov/physical-sciences-division))



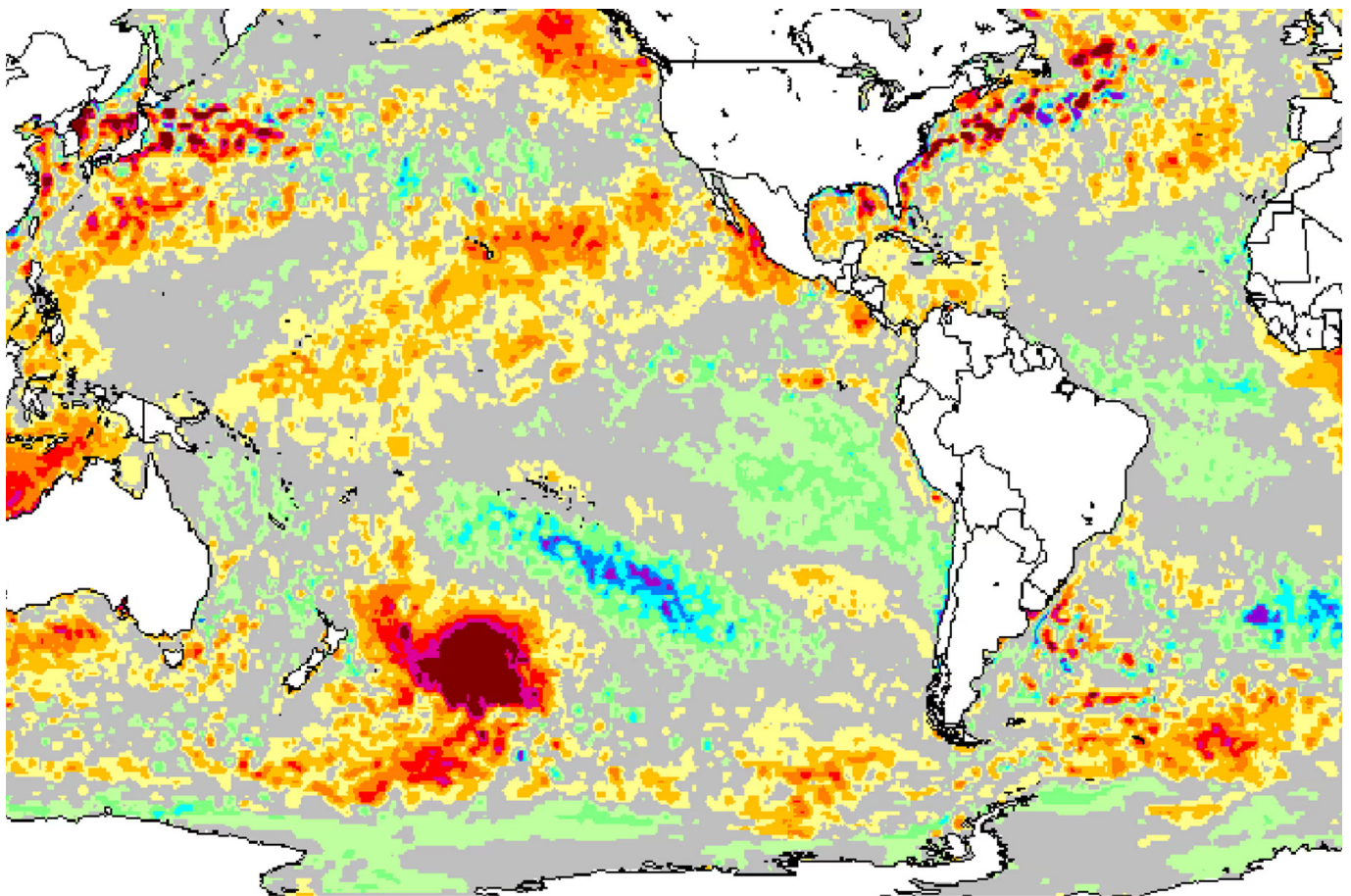
¹³ Laufkötter, C., Zscheischler, J., & Frölicher, T. L. (2020). Science, 369(6511), 1621–1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>

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>

2019 decemberében Új-Zélandtól keletre a Csendes-óceán déli részén egy folt jelent meg a Csendes-óceán déli részén, amelynek hőmérséklete bizonyos napokon 6 °C-kal magasabb volt az átlagosnál. A folt területe több mint egymillió négyzetkilométer volt, ami 1,5 texasi területnek vagy 4 új-zélandi területnek felel meg (39. ábra). Állítólag ez volt akkoriban a világ óceánjainak legnagyobb foltja. Ráadásul ez a folt volt a második legnagyobb esemény, amelyet valaha is megfigyeltek a térségben.

James Renwick, a Wellingtoni Victoria Egyetem Földrajzi, Ökológiai és Földtudományi Tanszékének professzora megjegyezte, hogy „Ez a legnagyobb anomális felmelegedéssel jellemezhető terület a bolygón. Normális esetben a víz hőmérséklete körülbelül 15 °C, de most körülbelül 20 °C”,¹⁵.

E folt kialakulásának valószínű oka egy ősi vulkáni fennsík aktivitása volt Új-Zéland partjainál¹⁶.



39. ábra

Tengerfelszíni hőmérsékleti anomália a Csendes-óceán déli részén 2019. december 25-én. Forrás: 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>

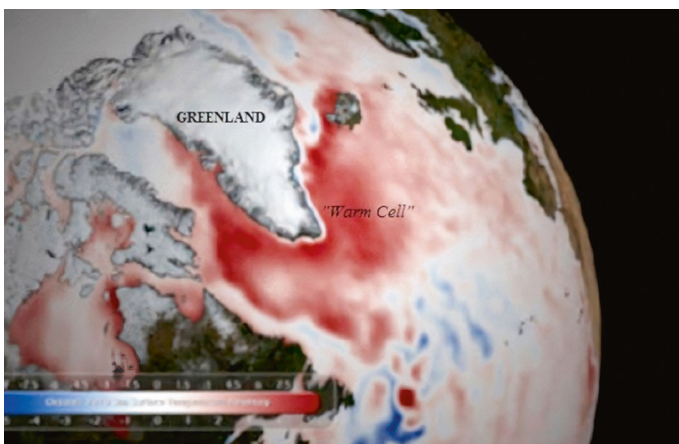
A Kínai Oceanológiai Egyetem tudósainak új kutatása¹⁷ összhangban van azzal az elmélettel, hogy a tengeri hóhullámok és a foltok oka az óceán fenekén lévő víz mély felmelegedése. Kimutatták, hogy a tengeri hóhullámok egyharmada semmilyen módon nem jelenik meg az óceán felszínén, és körülbelül a fele nem jelenik meg életciklusának minden szakaszában. Ezeknek a felszín alatti tengeri hóhullámoknak az éves mennyisége jelentősen növekszik az óceánok felmelegedése következtében az elmúlt három évtizedben. Az a tény, hogy a tengeri hóhullámok jelentős része egyáltalán nem figyelhető meg az óceán felszínén, valószínűleg arra utal, hogy nem a légkörből származó hó okozhatja őket.

Így az antropogén tényezőkön kívül a tengeri hóhullámok, köztük a blobok kialakulásának oka a tenger alatti vulkáni tevékenység és a felszín alatti magma, amely a felszín alól az óceáni kéregbe emelkedik, és amely 1995 óta kezdődött. Ez a mélyvízi rétegek felmelegedését okozza, amelyek az óceánfenékről függőlegesen felúsznak a felszínre, és anomálishan felmelegedett óceáni területeket alkotnak. Az óceánban keletkező foltok a légköri nyomás megváltozásához, a szelek és áramlatok anomáliáihoz, az óceánok általános felmelegedéséhez és az ökoszisztémák

pusztulásához vezetnek. A magmás tevékenység fokozódásával az ilyen tengeri hóhullámok száma és mérete növekedni fog az óceánban.

A tengeri hóhullámok jelentős hatásának egyik példája az óceáni áramlatok változása, például a Golf-áramlat 2010 májusa és augusztusa közötti lelassulása. Ez az izlandi Eyjafjallajökull vulkán 2010. márciusi hatalmas kitörése után következett be. James Kamis geológus szerint a vulkánkitörést okozó felszálló magma valószínűleg felmelegítette az óceánfenék vizét¹⁸. A megfigyelések szerint ennek következtében 2010 májusában egy hatalmas forró víztömeg került a felszínre a Grönland alatti tektonikus zóna fölött, amely feltehetően egy időre elzárta a Golf-áramlat útját (40. ábra). Ez az időjárási minták átmeneti megváltozásához vezetett Európában és Észak-Amerikában. A Golf-áramlat komolyabb gyengülése vagy leállása jelentős változásokat eredményezhet Európa és Észak-Amerika éghajlatában, ökoszisztémáiban és gazdaságában.

Jelenleg az antropogén tényező és a megnövekedett magmás tevékenység miatt, amely hozzájárul a mélytengeri rétegek felmelegedéséhez, fennáll a Golf-áramlat gyengülésének, leállításának, sőt teljes eltűnésének veszélye.



40. ábra

Az óceán felszíni hőmérsékletének 2010. májusi térképe, amely a 2009-2010-es észak-atlanti tengeri hóhullámot szemlélteti (piros színnel jelölve).

Forrás: Kamis, J. E. (n.d.). Geológiailag előidézett észak-atlanti óceáni „meleg folt”, amely megolvastja a dél-grönlandi jégtakarót. Plate Climatology. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-north-ern-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-north-ern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet?rq=Alaska>

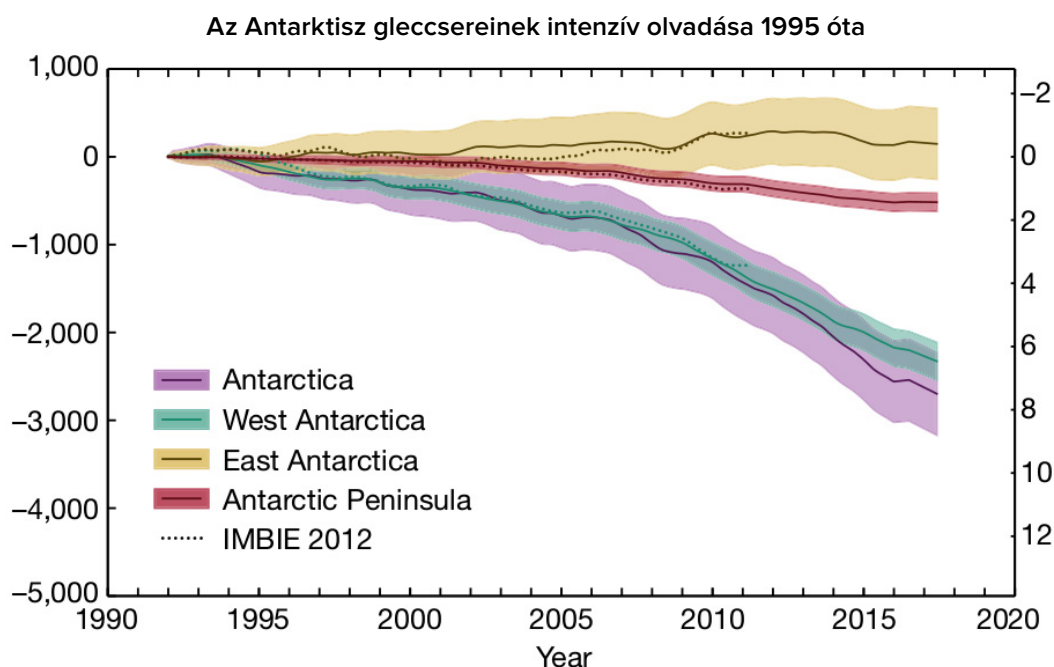
Az antarktisi és grönlandi gleccserek rendellenes olvadása

A nagy jégtakarók jégvesztése az elmúlt 29 évben felgyorsult, és a jégvesztés mértéke Grönlandon jelenleg 400 százalékkal, az Antarktison pedig 25 százalékkal magasabb, mint az 1990-es évek elején¹⁹.

Vegyük az Antarktisz példáját. Tanulmányok szerint 1992 óta az Antarktisz közel három billió tonna jeget²⁰ veszített, ami 1,2 milliárd olimpiai úszómedencének felel meg. Az Antarktisz legsebezhetőbb pontjának tartott Pine Island-gleccser évente mintegy 45 milliárd tonna jeget veszít²¹. Az Antarktisz második leghíresebb gleccsere az óriási Tuyts-jégtakaró.

Az Antarktisz teljes jégvesztésének 86%-a

a Nyugat-Antarktison következik be, ahol a Pine Island és a Thwaites gleccserek gyorsan visszahúzódnak és vékonyodnak (Rignot et al. 2014; Shepherd et al. 2002) (41-43. ábra). Meglepő módon a gleccserek túlnyomórészt csak a kontinens nyugati részén olvadnak.



41. ábra

A jégtömeg és a tengerszint változása az Antarktison az 1992-2017 közötti időszakban. Lila ív - az Antarktisz átlagos olvadási szintje. A zöld ív a Nyugat-Antarktisz olvadási szintje. Sárga ív - pozitív tendencia, azaz növekvő jég a Kelet-Antarktison.

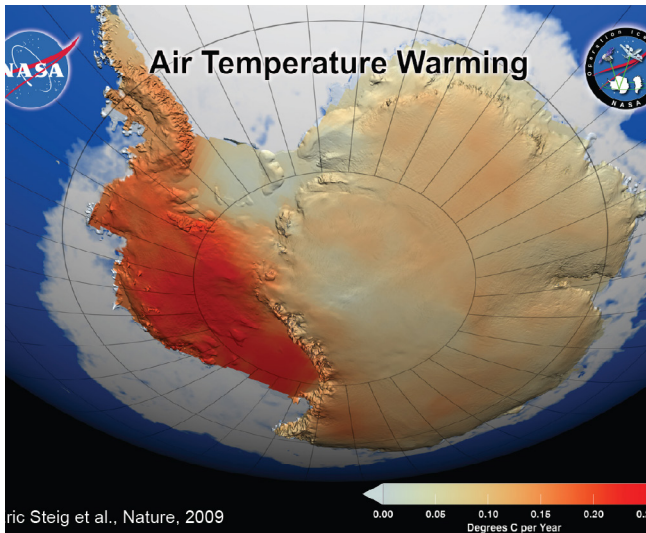
Forrás: Az IMBIE csapat. (2018). Az antarktisi jégtakaró tömegmérlege 1992 és 2017 között. *Nature*, 558, 219-222.

<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>

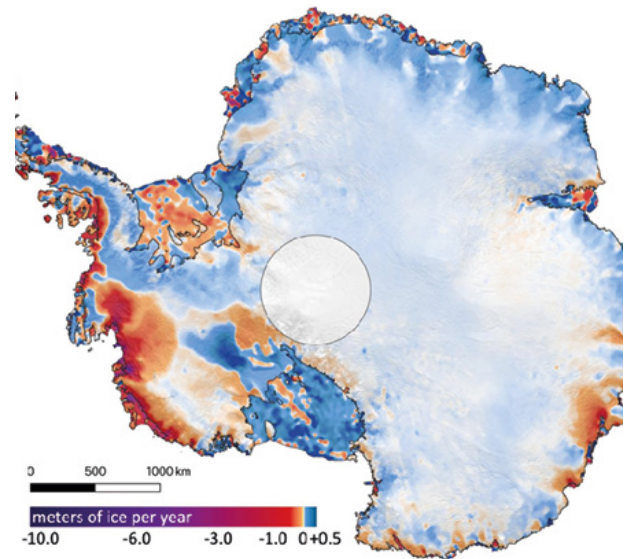
²¹ Seroussi, H., Morlighem, M., Rignot, E., Mouginot, J., Larour, E., Schodlok, M., & Khazendar, A. (2014). Sensitivity of the Dynamics of Pine Island Glacier, West Antarctica, to climate forcing for the next 50 years. *The Cryosphere*, 8(5), 1699–1710. <https://doi.org/10.5194/tc-8-1699-2014>



42. ábra

A NASA térképe, amely a Nyugat-Antarktisz, az Antarktisz-félsziget jégtakarójának jelentős felszíni felmelegedését mutatja. Ez a felmelegedés sokkal nagyobb, mint a korábban jelentett, évtizedenként 0,1 Celsius-fokot meghaladó, és télen és tavasszal a legerősebb. A kép az 1957 és 2006 közötti 50 éves időszakban gyűjtött hőmérsékleti adatokat tartalmazza (NASA/GSFC Scientific Visualisation Studio 2008).

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



43. ábra

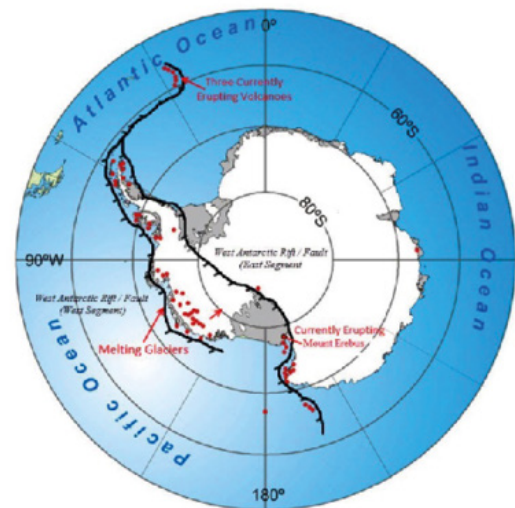
Az Antarktisz által 2003 és 2019 között felhalmozott vagy elveszített jég mennyiségét bemutató térkép. A lila és a sötétvörös színek az Antarktisz partjainál a jégvesztés magas, illetve közepes mértékét, míg a kék színek a szárazföld belsejében a jég felhalmozódásának mértékét mutatják.

Forrás: 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). A jégtakaró tömegvesztése egymással versengő óceáni és légköri folyamatokat tükröz. *Science*, 368(6496), 1239-1242.

<https://doi.org/10.1126/science.aaz5845>

Érdekes megjegyezni, hogy a Nyugat-Antarktisz a Föld egyik legnagyobb vulkanikus régiója, ahol több mint 140 vulkán található a jég alatt (44. ábra).

Németországi tudósok és a British Antarctic Survey kutatói aeromágneses megfigyelések alapján feltérképezték a geotermikus hőáramlást a Nyugat-Antarktison, és a Thwaites-gleccser jege alatt a Föld belsejéből nagy mennyiségű geotermikus hőt áramoltató zónát találtak^{22,23}. A Nyugat-Antarktisz geotermikus áramlása összefügg a fokozott gleccserolvadás zónáival.



44. ábra

Az antarktisi kontinens „aktív” (jelenleg kitörő) vagy „alvó” (potenciálisan aktív) vulkánjainak térképe, amelyek az elágazó nyugat-antarktisi hasadékrendszer mentén helyezkednek el. Ez az aktív hasadékzóna megrepesztí a kontinenset, és lehetővé teszi, hogy a mélyben lévő magma felfelé áramoljon a hasadékokon, és táplálja a vulkánokat.

<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>

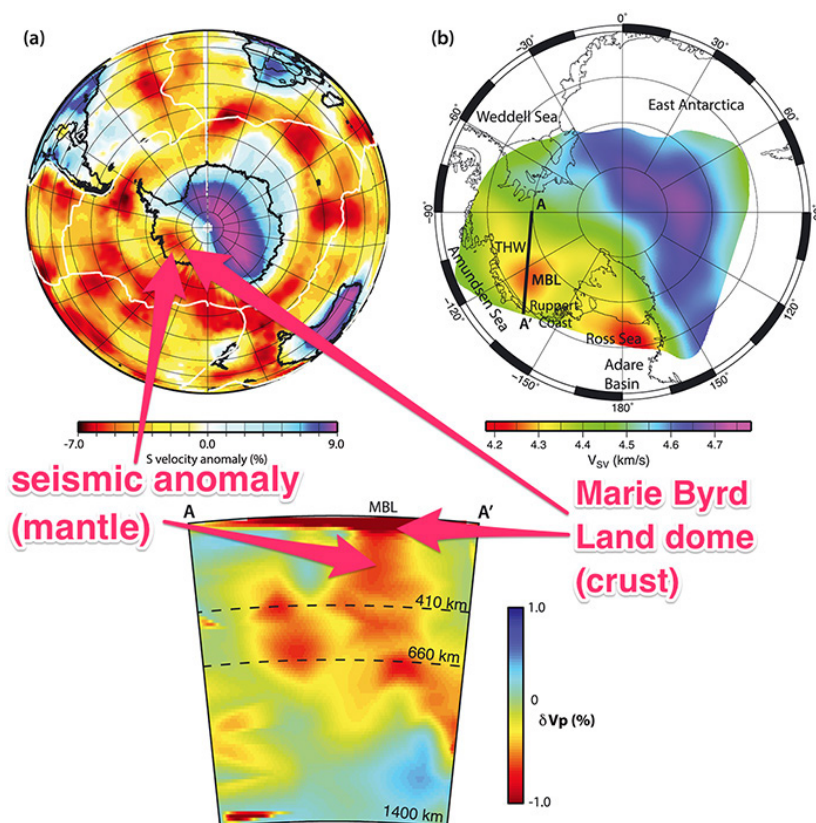
²³ Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>

A Rhode Island-i Egyetem és a Kelet-Angliai Egyetem tudóscsoportja új tényezőt fedezett fel az antarktisz Pine Island-gleccser gyors olvadásában - egy eddig ismeretlen aktív vulkánt, amely mélyen a jég alatt van eltemetve²⁴. A tudósok megállapították, hogy a jégtakaró alatti vulkáni tevékenység 25-ször több hőenergiát mutat, mint egy szunnyadó vulkán.

A NASA tudósai a Nyugat-Antarktisz alatt egy hatalmas, közel egymillió négyzetkilométeres területű Marie Byrd 25 magmatikus fúvókát regisztráltak (45. ábra). A Marie Byrd-földi vulkáni tartomány a Nyugat-Antarktisz egy

olyan régiója, amelyet nagy vulkáni aktivitás jellemez. A Marie Byrd vulkanizmusát egy forró pont okozza, amely egy olyan terület, ahol egy köpenyfúvóka (a köpeny mélyéről felszálló forró magmaáramlás) eléri a földkéregget, és vulkáni tevékenységet okoz. A tudósok számításai szerint a köpenyfúvócska hője majdnem akkora erővel melegíti a felette lévő kőzeteket és jégrétegeket, mint a Yellowstone szupervulkán, azaz 150 milliwatt négyzetméterenként és 180 milliwatt négyzetméterenként a töréseknél. Ez körülbelül háromszor annyi hő, mint a szomszédos kőzetrétegeké.

Mary Bird magmatikus fúvóka a Nyugat-Antarktisz térségében



45. ábra

A Mary Bird régió alatti forró köpenyfelhő jelenléte a Nyugat-Antarktiszon, szeizmikus tomográfiával feltárva.

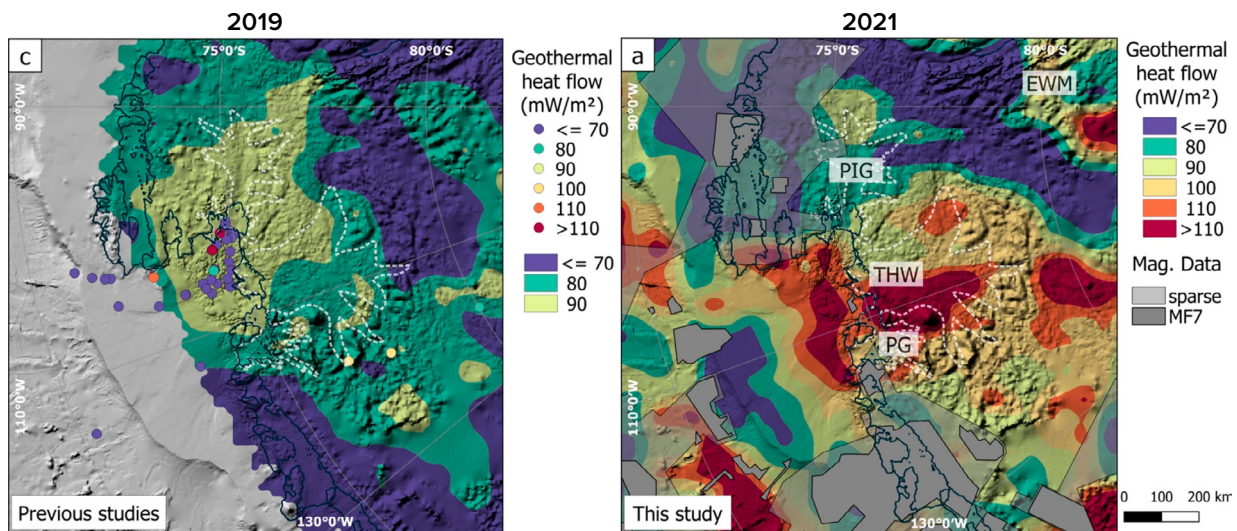
Forrás: Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>

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>

A Brémai Egyetem, a Német Sark- és Tengeri Kutatóintézet és a Brit Antarktiszkutató Intézet tudósai pedig bebizonyították, hogy a nagyobb gleccserek olvadása a felszín alatti hőáramlás megnövekedett területein következik be (46. ábra). Jól látható, hogy a korábbi vizsgálatokhoz

képest 2019-ben (bal oldali térkép) jelentős változás történt 2021-ben (jobb oldali térkép), a geotermikus hőáramlás megnőtt. Ez a Föld belsejéből a magmás fűvókákból származó hőáramlás növekedésére utal.



46. ábra

A geotermikus hőáram eloszlása 2019-ben (balra) és 2021-ben (jobbra).

Forrás: 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>

Egy új nemzetközi tanulmány szerint a Föld a Nyugat-Antarktisiz egyes részein a valaha mért egyik leggyorsabb ütemben emelkedik. A Pine Island gleccserrel szemben lévő Amundsen-tengeren a sziklaemelkedés üteme 41 milliméter évente, ami háromszor gyorsabb, mint más helyeken²⁶. Még az olyan helyeken is, mint Izland és Alaszka, ahol a felemelkedés gyors ütemű, a kiemelkedés sebessége általában 20-30 milliméter évente. A tudósok arra a következtetésre jutottak, hogy a nyugat-antarktiszi régió köpenye forróbb és folyékonyabb, mint korábban várták.

Az antarktiszi jégtakaró intenzív olvadását tehát mind az antropogén tényező okozta vízmelegedés, mind pedig a vulkáni és magmás tevékenységből

származó geotermikus hő okozza, amely 1995 óta jelentősen megnőtt és tovább növekszik.

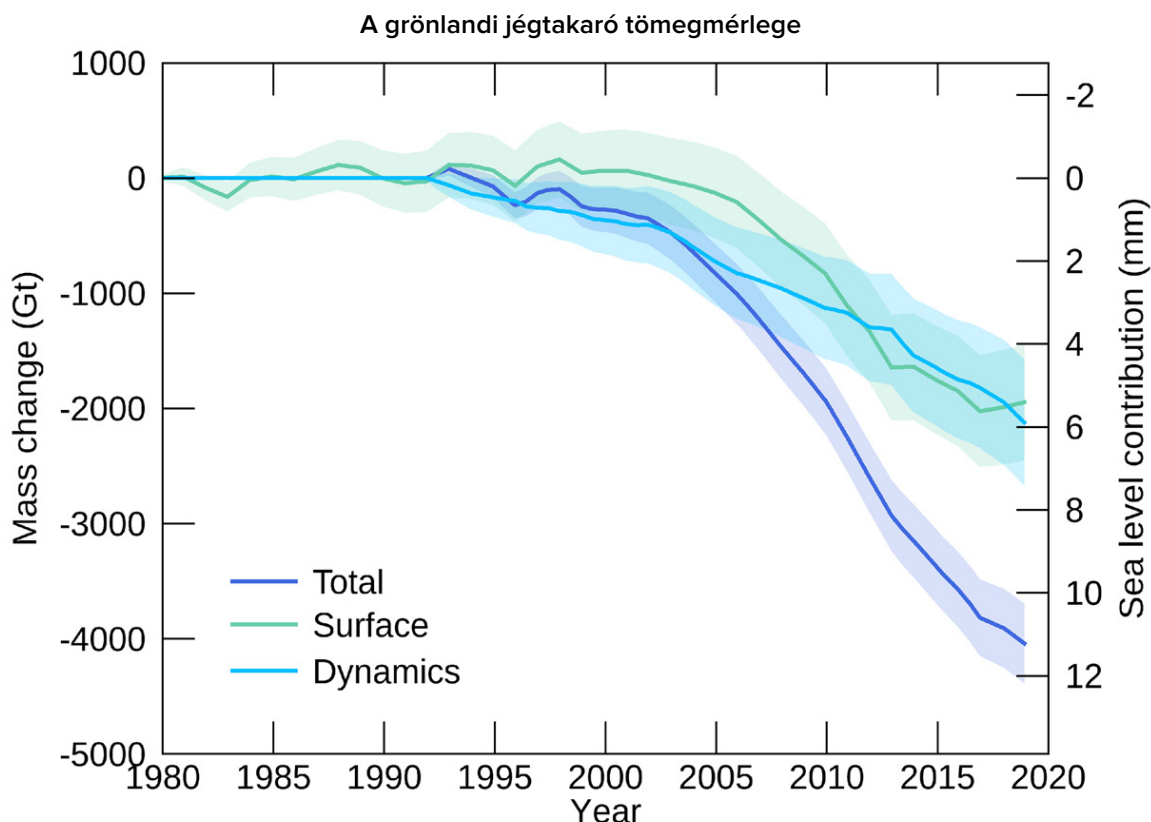
Közvetlenül a Nyugat-Antarktisiz partjainál a Weddell-tenger²⁷ mélyvizeinek anomális felmelegedése zajlik. Míg a felső 700 méteres vízfelület szinte nem melegszik, a mélyebb régiókban folyamatos hőmérsékletnövekedés tapasztalható. A Weddell-tengert egyik oldalról a Nyugat-antarktiszi hasadék, a másik oldalról pedig egy tenger alatti vulkanikus gerinc szegélyezi a Déli-Sandwich-szigetekkel. Meg kell jegyezni, hogy a Déli-Sandwich-szigetek térsége a Föld egyik szeizmikusan legaktívabb régiója. A földrengési aktivitás itt gyorsan növekszik, ami a magma felemelkedésének jele lehet.

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>

Gondoljunk csak a grönlandi jég olvadására. A grönlandi jég most gyorsabban olvad, mint az elmúlt 12 000 évben bármikor²⁸. A 47. ábra egy grafikon, amely a grönlandi jégtakaró csökkenésének exponenciális növekedését mutatja 1992 és 2018 között. Grönland jégvesztése az 1990-es évektől kezdődően indult, de a 2006 és 2012 közötti időszak a

teljes veszteség közel felét tette ki. A Grönland körüli hidegebb légköri viszonyok ellenére a jégvesztés mértéke ezt az időszakot követően is magas maradt. Csak 2019 júliusában a grönlandi jégtakaró 197 milliárd tonna jeget veszített, ami körülbelül 80 millió olimpiai úszómedencének felel meg.



47. ábra

A grönlandi jégtakaró tömegének összesített kumulatív változása két összetevőre bontva: felszíni és dinamikus (a gleccser tömegvesztésének mozgása és a jéghegyek leszakadása által okozott része). Változás 1992-hez képest.

Adatforrás: IMBIE (Shepherd et al., 2020), Hítel: IMBIE/ESA/NASA.

A grönlandi jégtakaró felszínén folyók folynak és tavak alakulnak ki, de meglepő módon a gleccser felszíne alatt is találhatóak folyók és tavak, amelyek vastagsága 1,5 kilométer. Eddig 60 jég alatti tavak ismertek²⁹. A tavak kialakulásának egyik jól ismert oka a

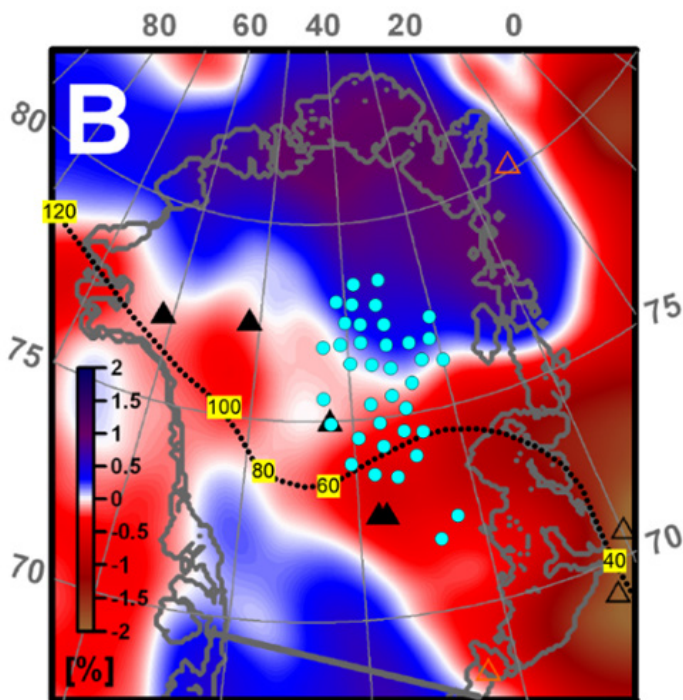
geotermikus hő és a hasadékokon leáramló olvadékvíz. A tavak azért keletkeznek, mert ma a gleccserek alul és felül is olvadnak.

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>

Egy Ralph von Frese professzor (Ohio State University) által vezetett amerikai tudóscsoport gravitációs vizsgálatok segítségével megállapította a grönlandi kéreg vastagságát, és arra jutott, hogy a gleccserek legnagyobb mértékű olvadása a sziget északi részén figyelhető meg, ahol a kéreg a legvékonyabb. Ebben a régióban a felemelkedő köpenyfelhő miatt megnövekedett a geotermikus áramlás³⁰.

Ugyanerre a következtetésre jutottak az Irina Rogozhina és Alekszej Petrunin, az O. Schmidt Földfizikai Intézet tudósai által



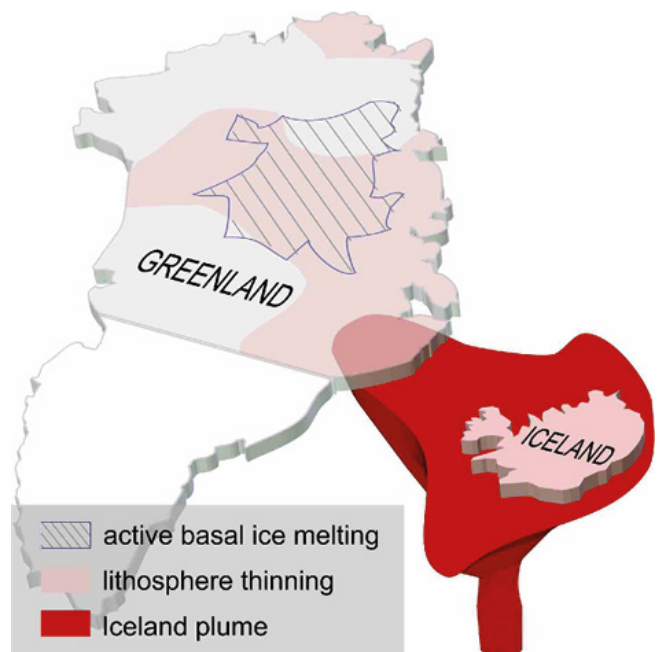
48. ábra

48. ábra. Grönland szeizmikus tomográfiája 150 km mélységben. A megnövekedett hőmérsékletű régióknak megfelelő alacsony sebességű területek pirossal vannak kiemelve. A szaggatott vonal a fűvóka „áthaladásának” egyik rekonstrukciója, a korát millió években megadva. Kék pontok - olyan területek, ahol a radarképek eredményei víz jelenlétét mutatták ki a gleccser alatt.

Source: 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>

vezetett interdiszciplináris csoport tudósai³¹. A szeizmikus tomográfiai adatok alapján a kutatók köpenyfűvókat találtak Grönland belsejében.

A magmafolyam a mag és a köpeny határán emelkedik fel, pereme éppen a sziget központi része alatt közelíti meg a földfelszínt, és valószínűleg ez lehet a jég olvadását kiváltó további ok. Ezen a területen található a legtöbb szubglaciális tó (48-49. ábra).



49. ábra

Ivan Kulakov orosz geofizikus, geofizikai és geodinamikai szakértő, az Orosz Tudományos Akadémia levelező tagjának illusztrációja. Forrás: Таянию льдов Гренландии способствует Исландский плюм https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase_id=1444325

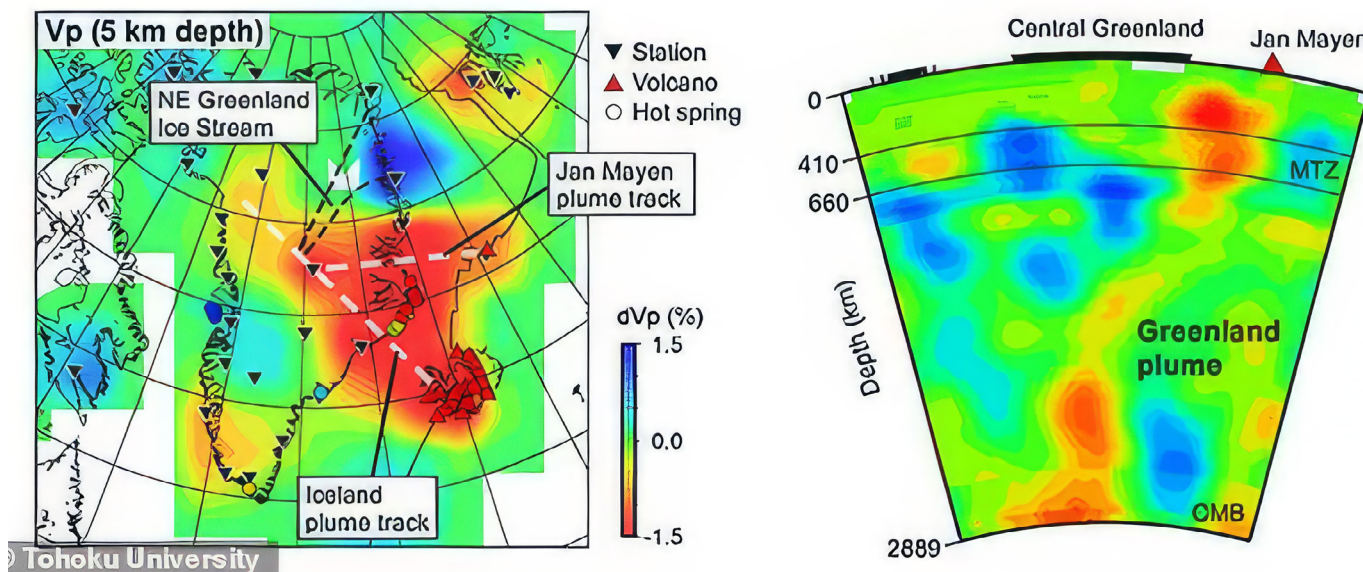
³⁰van der Veen, C. J., Leftwich, T., von Frese, R., Csatho, B. M., & Li, J. (2007). Subglacial topography and geothermal heat flux: Potential interactions with drainage of the Greenland ice sheet. *Geophysical Research Letters*, 34(12). <https://doi.org/10.1029/2007gl030046>

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>

A tudósok kiszámították az elméleti hóáramot, amely ennek a magmás füstnek felel meg, és megállapították, hogy ez a hó elegendő ahhoz, hogy a gleccser medrét a jég olvadásáig felmelegítse. Hasonló eredményekre jutott

számos kutató, többek között a gépi tanulást alkalmazó kutatók is^{32,33}. A japán Tohoku Egyetem tudósainak tanulmányai tisztázták a Grönland alatti magmás fúvóka szerkezetét³⁴ (50-51. ábra).

Magmás fúvóka Grönland alatt, modell

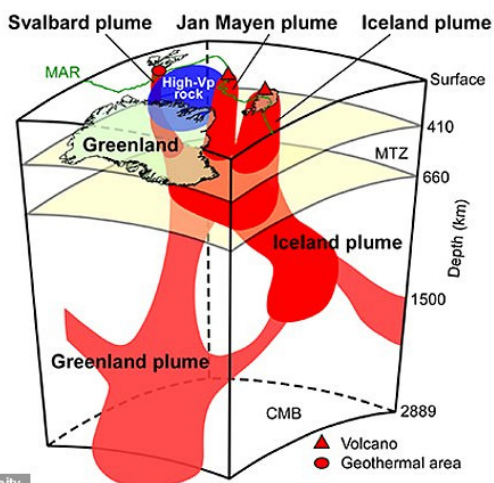


Tohoku University

50. ábra

50. ábra. A szeizmikus sebességszerkezet és a geotermikus hóáramlás összehasonlítása. A magas és alacsony hosszirányú hullámsebességeket kékkel, illetve pirossal jelöltük. A piros szín az alacsony sebességű régiókat jelzi, amelyek a magmás fúvóka olvadt áramlásaihoz kapcsolódnak.

Source: 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>



Tohoku University

51. ábra

A Grönland és környéke alatti főbb tektonikai jellemzők és köpenytölcsérek vázlatja. A grönlandi fúvókának két ága van, amelyek az izlandi aktív zónákat, a Jan Mayen-fennsíkot és a Svalbard-szigeteki geotermikus zónát látják el hővel. A mag-köpeny határon olvadt kőzet emelkedik fel, felgyorsítva a jég olvadását Grönland közepén és megemelve a tengerszintet.

Forrás: 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., & Sej, 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>

Így japán, orosz és német tudósok kutatásai szerint Grönland középső részén, valamint az Antarktiszon egy magmás fúvóka található, amely a grönlandi gleccserek utóbbi évtizedekben felgyorsult csúszásának egyik lehetséges oka.

Valószínű, hogy a világ két legnagyobb gleccserterülete - az Antarktisz és Grönland - nemcsak az antropogén tényező miatt olvad, hanem ezen felül a felszín alatti geotermikus hő növekedése miatt is, és a hő egyre növekszik, amint azt a gleccserek oladásának exponenciális tendenciái jelzik. Ez viszont a

Nyugat-Antarktisz és Közép-Grönland alatti magmás fúvókák aktiválódására utal 1995 óta.

Ezen információk közlésének célja, hogy hangsúlyozzuk a bolygón belül tárolt energia rendellenes mennyiségét. Annyira sok van belőle, hogy ez aktiválta a magmafúvókat, amelyek exponenciálisan elkezdtek olvasztani a gleccsereket. És ez a folyamat egyre gyorsul. Ez a bolygó magmás tevékenységének növekedésére utal, ami további komoly veszélyt jelenthet az emberi életre.

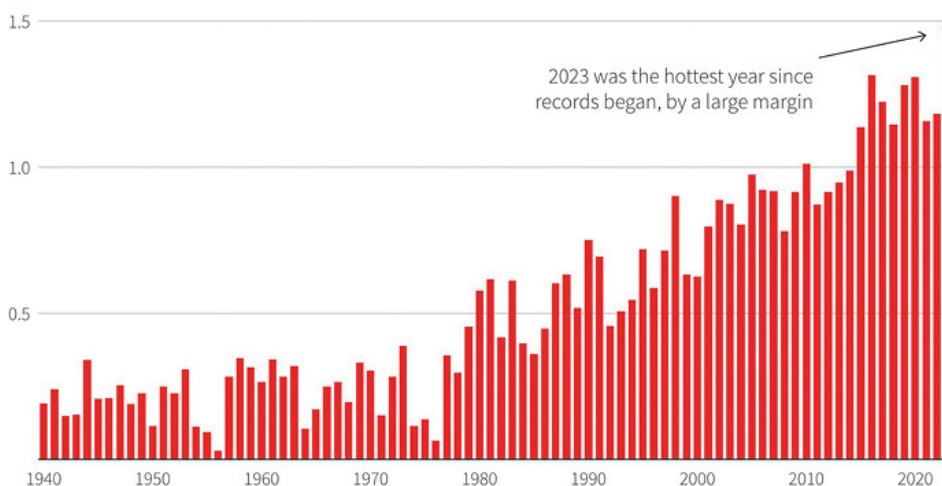
A légkör alsó részének felmelegedése

A világ óceánjai felmelegedésének következménye a légkör alsó rétegeinek példátlan mértékű felmelegedése. Az 52. ábra egy grafikonon, amely a globális átlaghőmérséklet példátlan mértékű emelkedését mutatja 1850 és 2023 között. A hőmérsékleti értékek 2023-ban

történelmi rekordot döntöttek. Samantha Burgess, a Copernicus Éghajlatváltozási Szolgálat (CCCS) igazgatóhelyettese szerint 2023 a legmelegebb év volt az elmúlt legalább 100 000 évben³⁵.

2023 lesz a legmelegebb év a globális rekordok szerint

A globális felszíni hőmérséklet növekedése az 1850-1900



52. ábra

A globális felszíni hőmérséklet növekedése az iparosodás előtti átlaghoz képest 1850-1900 (°C)

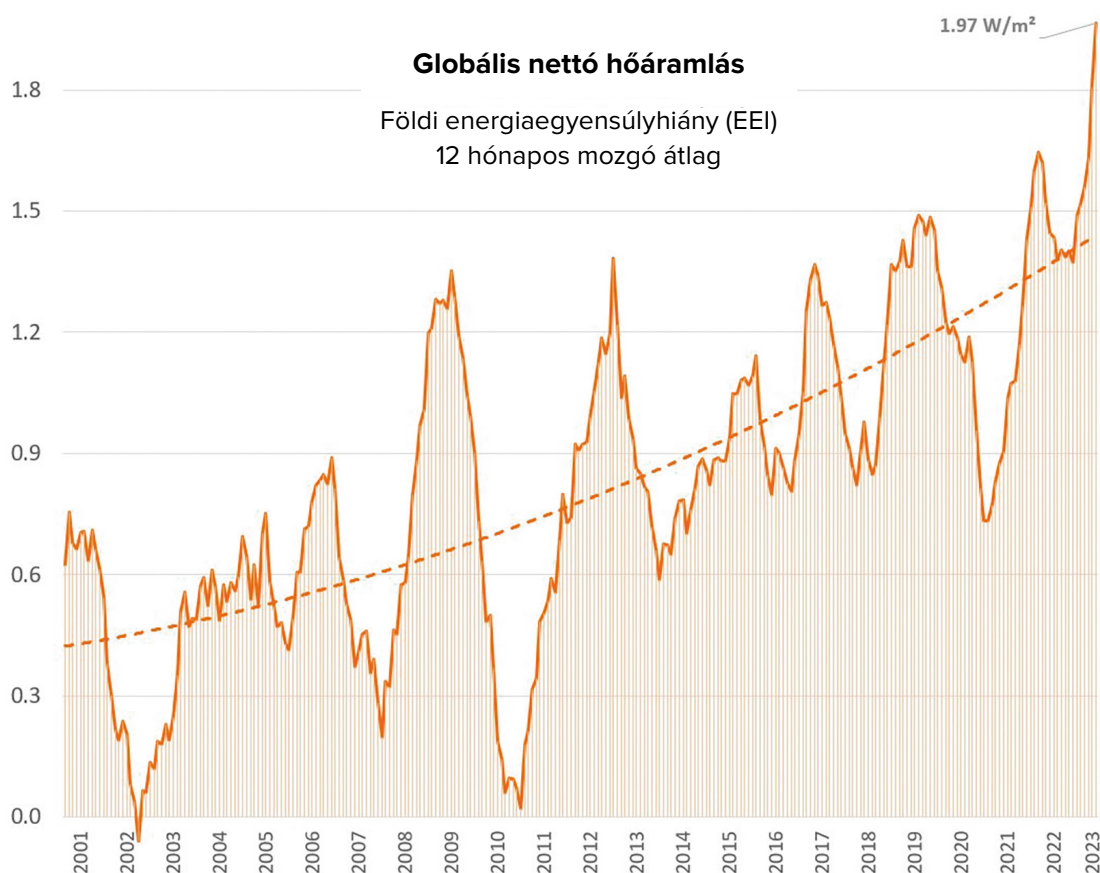
Forrás: Copernicus Éghajlatváltozási Szolgálat/EKMWF

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

Gavin Schmidt, a NASA vezető klimatológusa aggodalmát fejezte ki a 2023-as rekordmagas hőmérséklet miatt, amely szerinte nem csak a korábbi rekordokat haladja meg, hanem a korábbi modellek által meghatározott szokásos hosszú távú trendeken túlmenő, ismeretlen felmelegedési folyamatok jelenlétét is jelzi. Azt mondta: „A hosszú távú trendek egyértelműek számunkra, és ezeket az üvegházhatású gázok, az antropogén hatás hajtja... De ami 2023-ban történt, az csak ennyi volt, aztán még egy plusz valami. És ez a ‘plusz valami’ sokkal nagyobb, mint amire számítunk, vagy amit még meg tudunk magyarázni.”³⁶.

A Napból és a Földről érkező energia

között is egyre nagyobb az egyensúlyhiány (53. ábra). A grafikon azt mutatja, hogy az energia exponenciálisan halmozódik fel a Föld légkörében. Ennek oka az üvegházhatású gázok kibocsátása és ezen felül a felszín alatti magma felszínre emelkedése, valamint az óceánok és a légkör azon funkciójának csökkenése, hogy hatékonyan elvezessék a hőt a Föld felszínéről a világűrbe. 2023 márciusában az éves EEI (Földi energiaegyensúlyhiány) 1,61 watt/négyzetméter volt, ami globális szinten körülbelül 13, másodpercenként a Földre ledobott atombomba energiájának felel meg, ami a Hirosimára ledobott energiával azonos teljesítményű.



53. ábra

A Föld energiaegyensúlyának exponenciális növekedése vagy EEI (Earth Energy Imbalance), amely a beérkező napsugárzás és az összes forrásból származó kimenő sugárzás közötti különbséget jelzi.

© Leon Simons. Adatforrás: NASA CERES EBAF-TOA All-sky Ed.4.2 Net flux, 2000/03-2023/05.

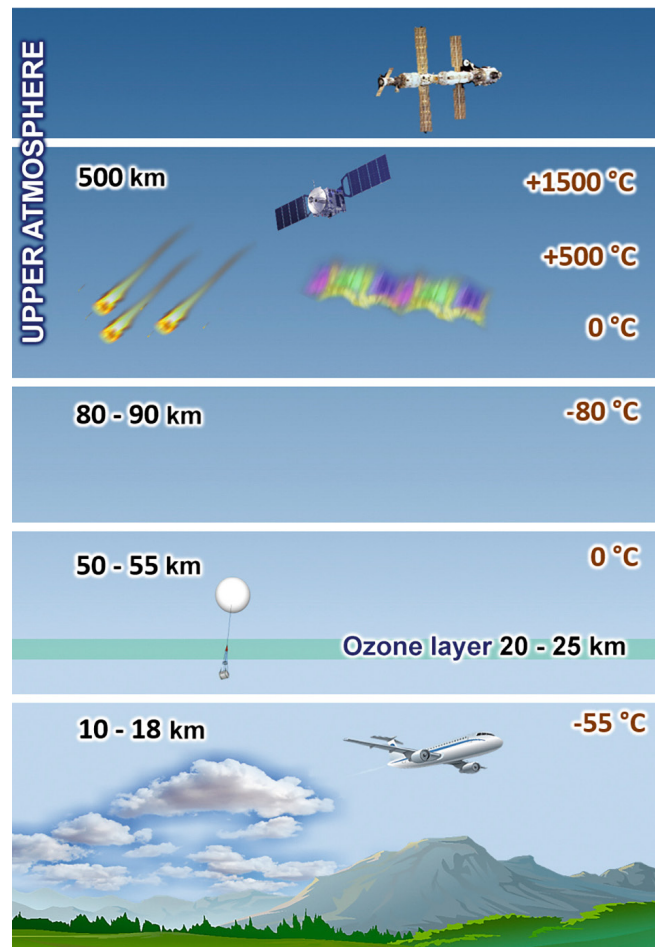
³⁶ Source: <https://phys.org/news/2024-01-driven-mystery-nasa-scientist.html>

A felső légkörben bekövetkező változások

Fontos megjegyezni, hogy a változások nemcsak az alsó légkörben (troposzféra), hanem annak középső és felső rétegeiben is bekövetkeznek. Az 54. ábra a légkör szerkezetének általános sémáját mutatja.

A termoszféra, a légkör egyik legfelső része, rekord mértékű sűrűségcsökkenésen ment keresztül³⁷. A tudósok számára megmagyarázhatatlan módon 2007 óta a termoszféra sűrűsége 400 kilométeres magasságban 10 év alatt 1,7%-ról 7,4%-ra csökkent³⁸. Ezt több mint 10 000, a termoszférában keringő műhold adatai támasztják alá. Ha a termoszféra sűrűségének csökkenése nem áll meg, a műholdak ütközésének vagy összeomlásának kockázata nagyon nagy lehet. Ezenkívül a termoszféra sűrűsége drámaian megváltozik a napkitörések okozta geomágneses viharok idején. Ha a termoszféra továbbra is ugyanilyen ütemben dekomprimálódik, egy erős napkitöréssel kombinálva ez az összes navigációs és műholdas hálózat, beleértve a világhálót is, teljes megszakadásához vezethet.

A mezoszférában³⁹ (50 és 90 km közötti magasságban) és a sztratoszférában (18 és 50 km közötti magasságban) is változások történtek, amelyek az elmúlt 30 évben jelentősen lehültek (55-56. ábra). A középső légkör hőmérsékletének csökkenése megbízhatóan



54. ábra

A légkör rétegei

megállapítható a különböző módszerekkel végzett megfigyelésekből⁴⁰. Az 1980-2018 közötti adatok szerint a sztratoszféra vastagsága is átlagosan 400 méterrel csökkent⁴¹.

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>

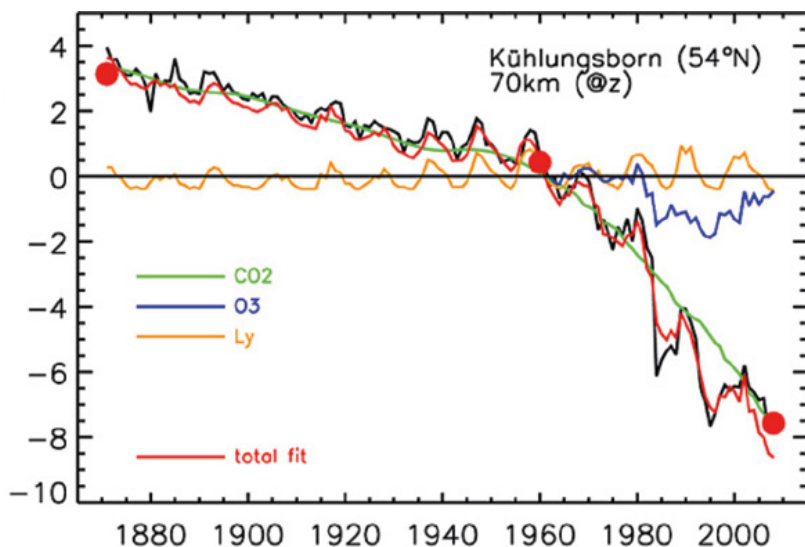
³⁹ Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>

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>

A sűrűség és a hőmérséklet csökkenésével egyidejűleg a légkör kémiai összetételének változását is regisztrálták: különösen a felső légkör (termoszféra) oxigénkoncentrációjának akár 60 %-os csökkenését. A középső szélességi körökben, 130 km magasságban

az O₂ (molekuláris oxigén) koncentrációja 2-4-szeresére csökkent^{42,43}. Ezenkívül a felső légkörben az atomos oxigéntartalom csökkenése is megfigyelhető⁴⁴.



55. ábra

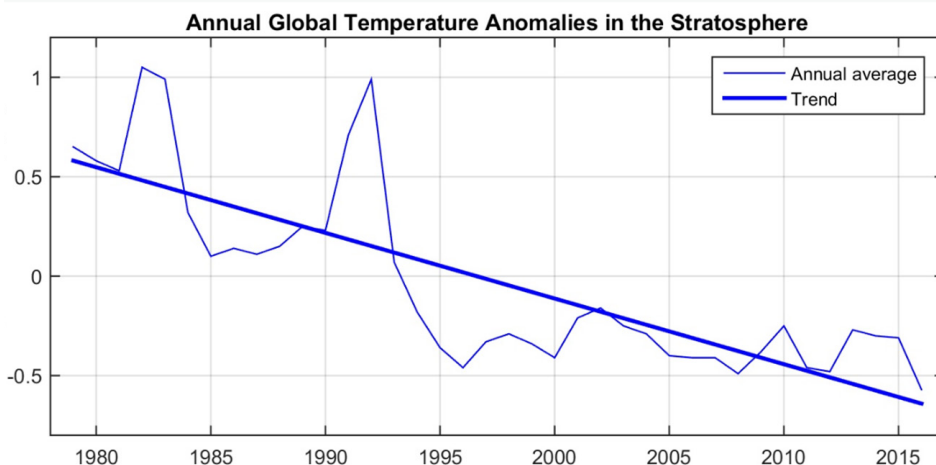
Hőmérsékleti anomáliák a mezoszférában. A mezoszféra hőmérséklete a barometrikus magasságokban körülbelül 5-7 K-kal, a geometriai magasságokban pedig akár 10-12 K-kal is csökkenhetett.

Forrás: Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Hőmérsékleti trendek a középső szélességi fokok nyári mezoszférájában. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347-13,360.

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

Éves átlagos sztratoszférikus léghőmérsékleti anomáliák. A NOAA poláris pályán keringő műholdakból nyert és Fu et al. (2004) által korrigált hőmérsékleti anomáliák a University of Alabama at Huntsville adataiból (1981-2010-re vonatkoztatva). Adatforrás: www.ncdc.noaa.gov

56. ábra



A középső és felső légkörben bekövetkező valamennyi változás a Föld rendszerében végbemenő globális változásokra utal.

⁴²Givishvili, 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>

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

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

2. rész.

A GLOBÁLIS KATASZTRÓFA OKAI

Az éghajlati, légköri és geodinamikai kataklizmák gyors és hirtelen növekedése világszerte arra utal, hogy az antropogén tényezőkkel együtt hatalmas mennyiségű további energia van Földünkben. A földkéreg alatt egy összetett termodinamikai rendszer található, amely évmilliárdok óta működik. Ennek stabilitása teszi lehetővé az életet a Földön. A föld alatti rétegek bármelyikében bekövetkező változás azonban hatással van az egész rendszerre, beleértve a felszíni réteget is, ahol az emberi lakosság él.

FÖLD SZERKEZETE

A Föld légköre

Exoszféra
A Föld légkörének legfelső rétege. Ez választja el a légkört a következő rétegtől.

Termoszféra
Rendkívül forró réteg, nagyon magas hőmérséklettel, mivel elnyeli a napsugárzás nagy részét.

Mezoszféra
A mezoszféra vékony levegőből áll, amely kis mennyiségű oxigént és néhány más gázt tartalmaz.

Sztratoszféra
Olyan réteg, amelynek alján hideg, nehéz levegő, a tetején pedig meleg levegő található. A sztratoszféra tartalmazza az ózonréteget. Ez véd minket a Nap UV sugárzásától.

Troposzféra
A Föld légkörének legalsó rétege. Szinte minden felhőképződés és időjárási jelenség ebben a rétegben történik.

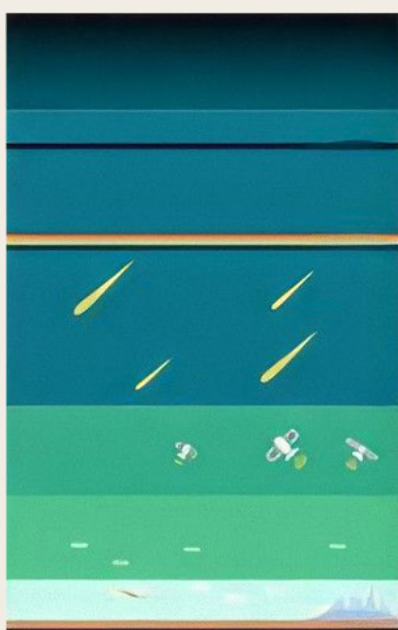
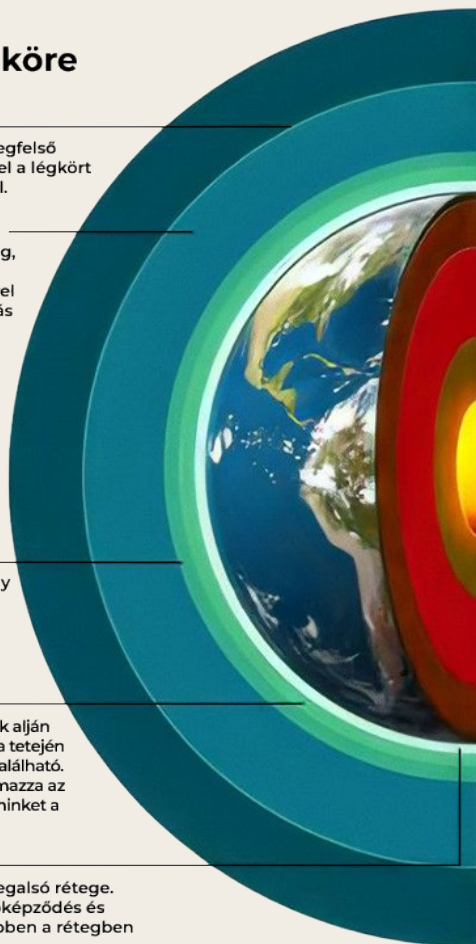
Exoszféra
700-10000 km / 140-6200 mérföld

Termoszféra
80-700 km / 50-440 mérföld

Mezoszféra
50-80 km / 31-50 mérföld

Sztratoszféra
12-50 km / 7.3-31 mérföld

Troposzféra
0-12 km / 0-7.5 mérföld



A Föld struktúrája

Litoszféra
A Föld szilárd külső burka, amely magában foglalja a földkéreg és a felső köpeny egy részét.

Aszténoszféra
A litoszféra alatti, részben olvadt kőzetekből álló, rendkívül forró zóna.

Köpeny
A főként szilárd kőzetekből álló felső és alsó köpeny.

Külső mag
Főként fémekből, például vasból és nikkelből álló folyékony réteg.

Belső mag
Forró, sűrű, szilárd gömb, amely vasból áll.

Kontinentális kéreg
30 km / 19 mérföld

Óceáni kéreg
6 km / 4 mérföld

Litoszféra (szilárd)
100 km / 62 mérföld

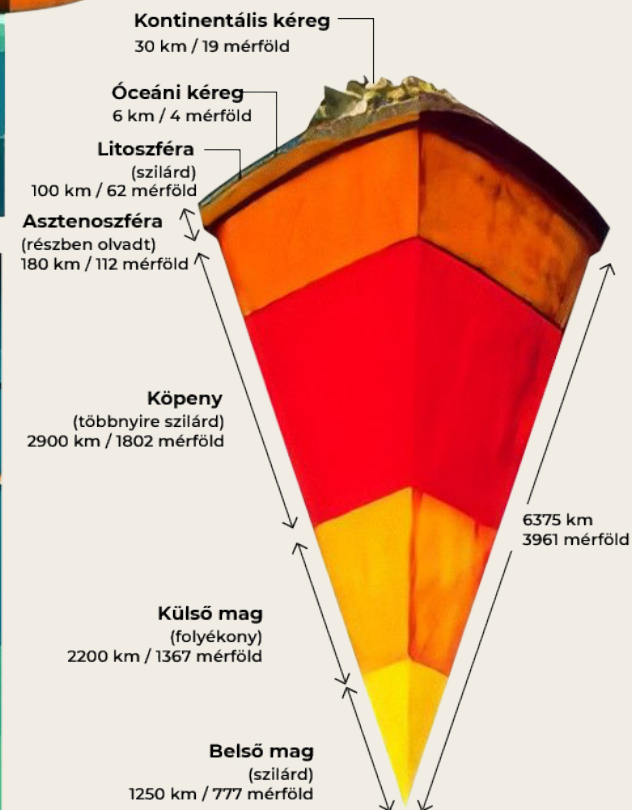
Aszténoszféra (részben olvadt)
180 km / 112 mérföld

Köpeny (többnyire szilárd)
2900 km / 1802 mérföld

Külső mag (folyékony)
2200 km / 1367 mérföld

Belső mag (szilárd)
1250 km / 777 mérföld

6375 km / 3961 mérföld



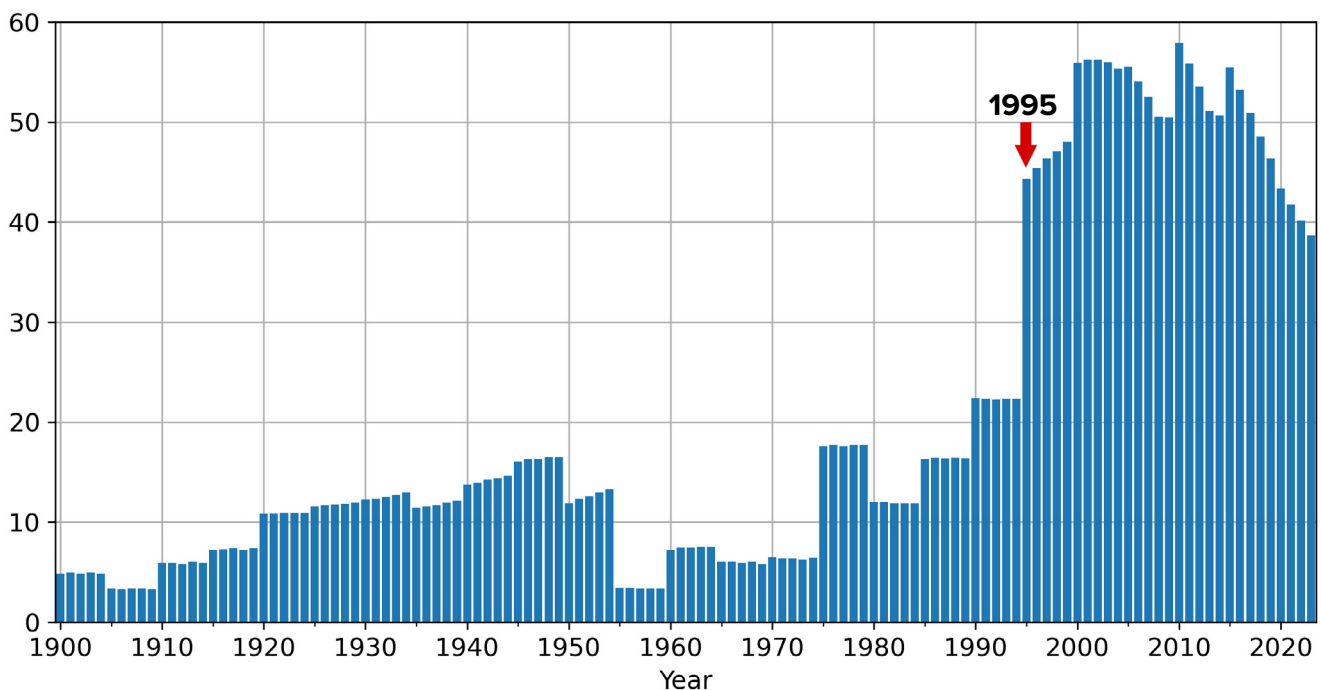
Bolygóváltozások 1995-ben

Nézzük meg a Föld geofizikai és geodinamikai paramétereinek 1995 óta bekövetkezett változásait. Ebben az évben a világ tudományos laboratóriumai egymástól függetlenül riasztó globális anomáliákat észlelnek.

Az északi mágneses pólus, amely korábban folyamatosan 10 km/év sebességgel mozgott,

hirtelen 55 km/évre növelte sebességét, és pályáját Szibéria, a Taimyr-félsziget irányába változtatta meg (57-58. ábra) ⁴⁵.. ábra. Jelenleg az északi mágneses pólus több mint ezer kilométeres távolságot tett meg Szibéria felé. A mágneses pólus ilyen reaktív mozgását az elmúlt 10 000 évben nem jegyezték fel ⁴⁶ .

Az északi mágneses pólus sebessége (km/év)



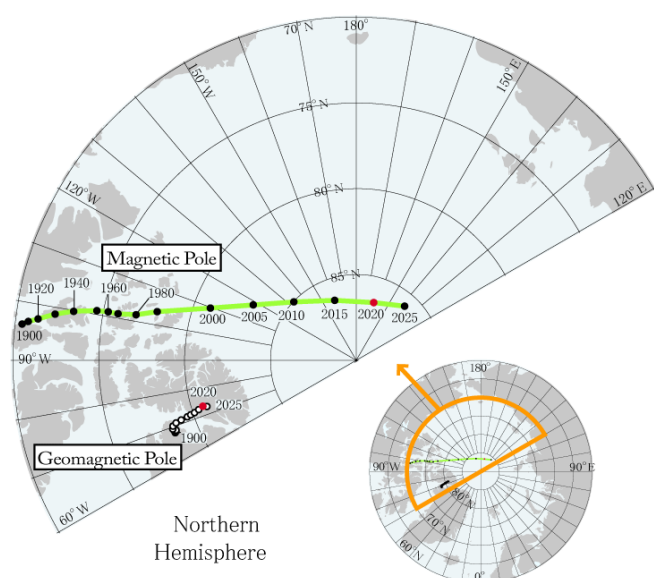
57. ábra

Az északi mágneses pólus sebessége (km/év)

Forrás: NOAA északi mágneses pólus helyzetére vonatkozó adatok: <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/data/poles/NP.xy>

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

⁴⁶ 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



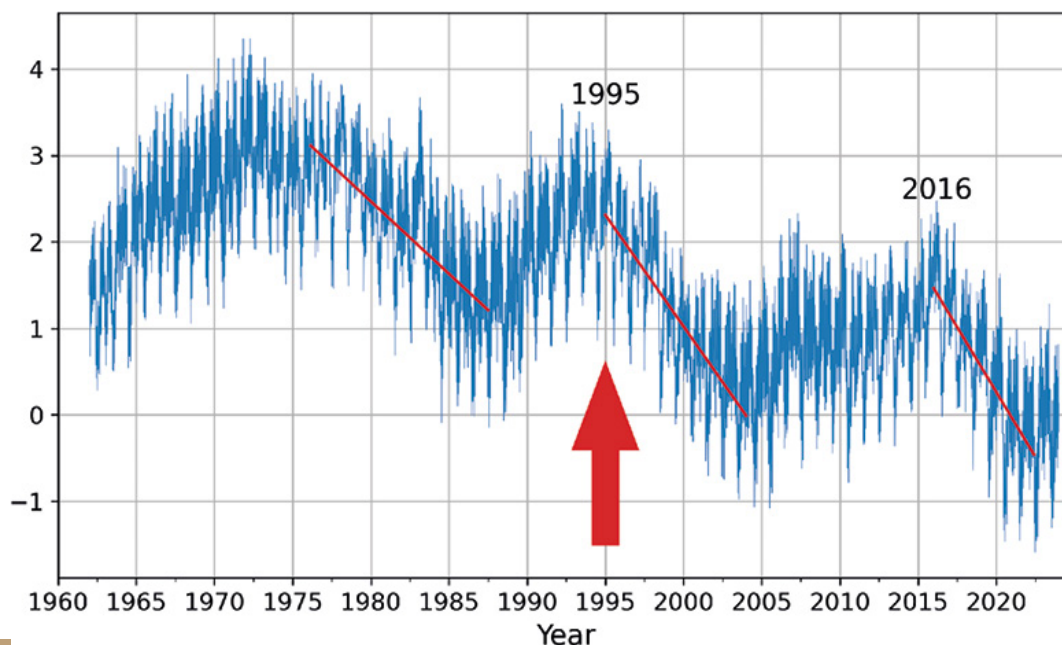
58. ábra

A geomágneses pólusok és a mágneses pólusok elhelyezkedése az IGRF-13 adatai alapján 1900-tól 2015-ig 5 évenként, valamint 2020-ra (piros) és 2025-re (előrejelzés).
Forrás: World Data Centre for Geomagnetism, Kiotó.

1995-ben a Föld forgásában zavarokat regisztráltak: a bolygó forgástengelyének iránya megváltozott, sebessége pedig 17-szeresére nőtt. A kutatások szerint „a sarki sodródás töréspontja 1995 októberében jött létre”⁴⁷.

A tudósok 1995 előtt is észlelték a bolygó forgásának lassulását, 1995-ben és 2016-ban pedig a Föld forgásának gyorsulásában olyan éles ugrások következtek be, amelyeknek nincs párja a megfigyelések történetében (59. ábra). A Párizsi Obszervatórium Földorientációs Központja szerint 1995-ben és 2016-ban a nap hossza néhány ezredmásodperccel csökkenni kezdett, ami arra utal, hogy a Föld a szokásosnál gyorsabban forog. A nap hosszát úgy határozzák meg, hogy mennyi idő alatt tesz meg a Föld egy fordulatot a tengelye körül.

A nap hosszának eltérése milliszekundumokban 1962-től 2023-ig



59. ábra

A nap hosszának eltérése milliszekundumokban 1962 és 2023 között. Az ábrán a piros vonalak tendenciavonalak, amelyek azt mutatják, hogy milyen ütemben rövidül a nap. A bal oldali vonal például szelídebb, míg a jobb oldali, a 2016-os gyorsulási vonal már majdnem függőleges, ami azt jelenti, hogy a nap sokszorosára rövidül, ami azt jelenti, hogy a bolygó gyorsabban forog.

Adatforrás: A párizsi obszervatórium IERS Földorientációs Központja.

A nap hossza - Földi orientációs paraméterek:

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

⁴⁷Deng, 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>

Így 1995-ben a Föld három geofizikai paraméterében éles és egyidejű változás következett be:

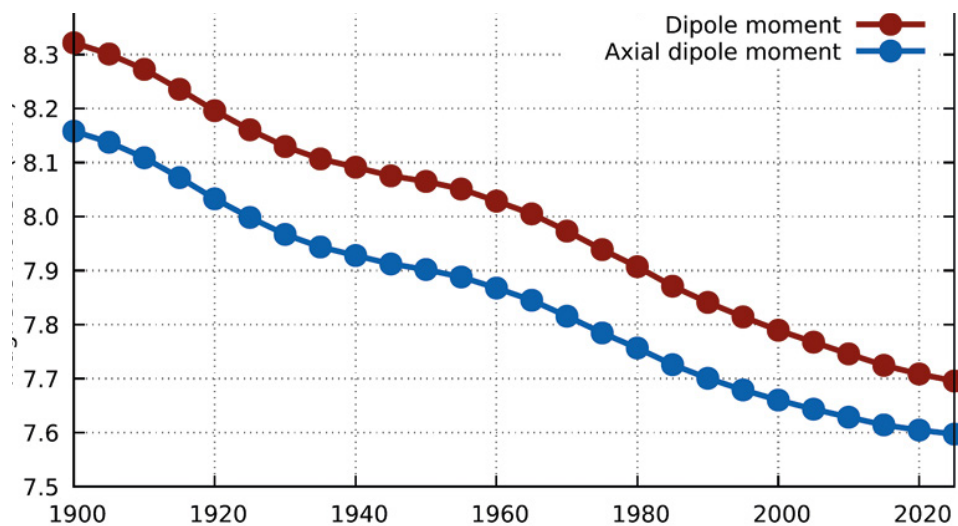
- az északi mágneses pólus sodródásának felgyorsulása;
- a forgástengely sodródásának irányváltozása és gyorsulása;
- a bolygó forgásának gyorsulása.

E paraméterek mindegyike a Föld magjától függ, azaz a mágneses mezőt a Föld magjában a geodinamó hozza létre, a bolygó forgási sebessége és tengelye pedig a Föld tömegközéppontjától (belső mag) függ. Ebből arra következtethetünk, hogy 1995-ben jelentős és anomális változások kezdődtek a Föld magjában, amelyek hatalmas energiabevitelt igényelnek.

A bolygó mágneses mezejének gyengülése, amely minden életet megvéd a halálos kozmikus

és napsugárzástól, szintén összefügg a Föld magjában bekövetkezett változásokkal. A tudósok aggódva figyelik a mágneses mezőben bekövetkező változásokat: az elmúlt 50 évben erősségének erőteljes 48 csökkenése, azaz gyengülése volt tapasztalható, és az előrejelzések szerint ez a tendencia folytatódni fog (60. ábra). Az elmúlt évszázadban a mágneses mező erőssége 10-15%-kal csökkent, és az utóbbi években ez a folyamat jelentősen felgyorsult. Ráadásul az elmúlt 12.000-13.000 év legnagyobb mértékű gyengüléséről beszélünk. A mágneses mező gyengülése a bolygón egyenetlenül következik be. Vannak olyan területek, ahol a mágneses mező 30%-kal gyengült - ez az Atlanti-óceán déli részén és Dél-Amerikában történik, a Dél-atlanti Mágneses Anomália nevű területen.

A Föld mágneses dipólusmomentumának nagysága 1900 és 2020 között



60. ábra

A Föld dipólus mágneses momentumának nagysága 1900-tól 2020-ig. Az ábra azt mutatja, hogy a Föld dipólusmágneses mezejének erőssége 1900 óta hogyan csökkent, és hogy az előrejelzések szerint tovább fog csökkenni. A piros szín azt jelzi, hogy ez a csökkenő tendencia 2020-ig folytatódott, és várhatóan 2025-ig folytatódik.

Forrás: Alken, P., Thébault, E., Beggan, C.D. et al. (2021). Nemzetközi geomágneses referenciamező: a tizenharmadik generáció. *Earth Planets Space* 73, 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>

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

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

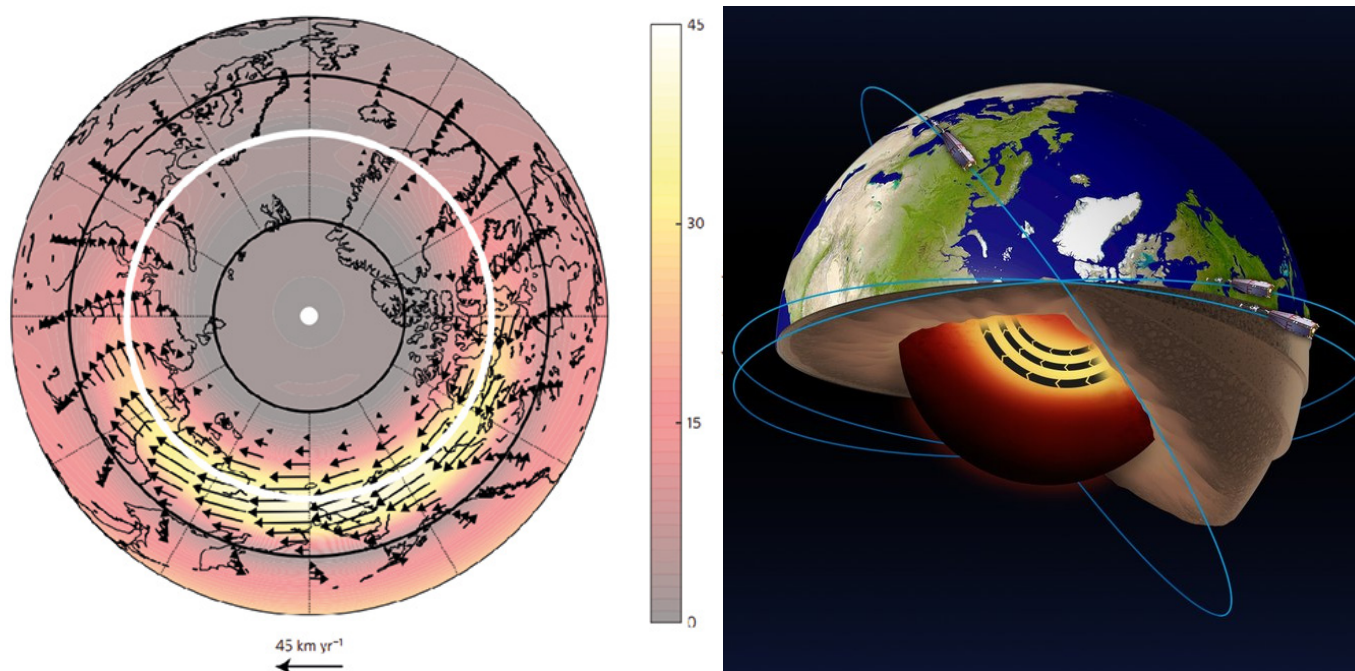
Channell, J. E. T., & Vigliotti, L. (2019). The role of geomagnetic field intensity in Late Quaternary evolution of humans and large mammals. *Reviews of Geophysics*, 57 <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>

Dán tudósok hasonló következtetésekre jutottak, miután elemezték a Föld mágneses mezejének a dán Orsted műholdról végzett megfigyeléseinek eredményeit. Az Atlanti-óceán déli részén és a sarkvidéken olyan zónákat találtak, ahol a mágneses mező intenzitása rendellenesen alacsony, ezeket mágneses lyukaknak nevezték el. Az ilyen „lyukak” jelenléte a tudósok szerint a műholdak, repülőgépek és hajók navigációs berendezéseinek működésében bekövetkező meghibásodásokkal, a rádiós kommunikáció megszakításával, a vonuló madarak tájékozódásának elvesztésével és sok más, még szörnyűbb és kiszámíthatatlanabb, akár a rákos megbetegedések hullámzásával is járhat, mert a „mágneses lyukak” zónáiban a Föld

és minden, ami rajta él, megfosztódik a kozmikus sugárzástól való védelemtől.

Az utóbbi néhány évben a mágneses mező gyengülésének következményeinek rendellenes megnyilvánulását figyelték meg. Vörös sarki fényeket regisztráltak a Föld nem jellemző régióiban, sőt ott is, ahol korábban soha nem voltak, különösen aktívan 2023-tól kezdődően.

Az eddigi elmélet szerint a mágneses mező kialakulásáért a bolygó szilárd magja körül mozgó olvadt vas áramlásai felelősek. A Leedsi Egyetem tudósai 2013-ban megállapították, hogy mindezek a mágneses mezőben bekövetkező változások a Föld külső magjában lévő folyékony vas áramlásának felgyorsulása miatt kezdődtek ⁴⁹ (61. ábra), ami valószínűleg 1995-ben kezdődött.



61. ábra

Az ESA Swarm műholdjának adatainak elemzése kimutatta, hogy a Föld magjának folyékony vasból álló részében, 3000 kilométer mélyen a felszín alatt egy sugáráramlás van jelen. És azt is, hogy ez a sugáráramlás gyorsul.

Forrás: ESA. Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). Egy gyorsuló magas szélességi jet a Föld magjában. *Nature Geoscience*, 10, 62-68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

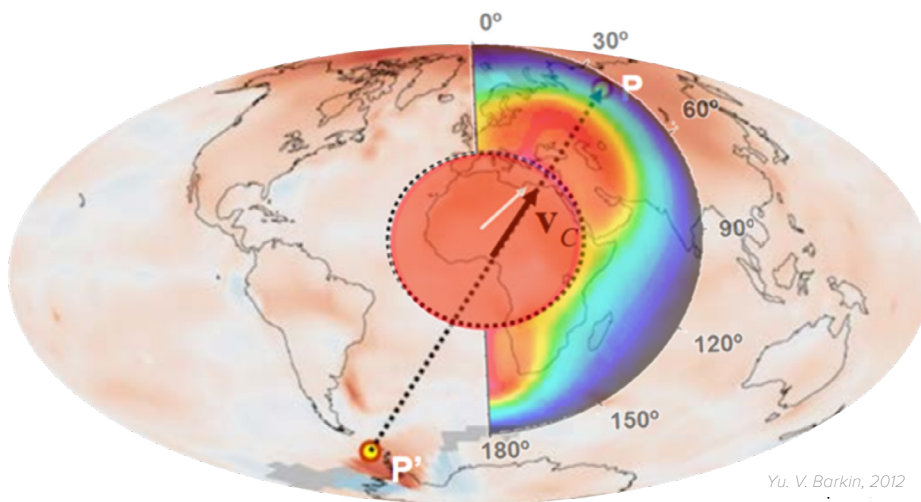
⁴⁹Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

Ugrás a Föld magjában 1998-ban

A tudósok a Föld Tömegközpontjának műholdas adatait felhasználva 1997-1998-ban példátlan jelenséget regisztráltak - a Föld belső magjának⁵⁰ megugrását. Ennek eredményeként a bolygó magja észak felé tolódott, a Nyugat-Antarktisztól Nyugat-Szibériáig, az Orosz Föderációban található Taimyr-félszigetig húzódó vonal mentén (62. ábra).

Ugyanakkor négy különböző tudományos csoport egymástól függetlenül anomális változásokat regisztrált a Föld különböző geofizikai paramétereiben, amelyek erre az eseményre utalnak. A Moszkvai Állami Egyetem és az Orosz Tudományos Akadémia Földfizikai Intézetének szerzői csoportja műholdas

adatok felhasználásával megállapította, hogy 1998-ban⁵¹ ugrás történt a Föld tömegközéppontjában (63. ábra). Ugyanebben az időszakban a Nemzetközi Földforgatási Szolgálat (IERS) a bolygó forgásának erőteljes felgyorsulását regisztrálta (64. ábra). Ebben az időben az olaszországi Medicina állomáson a tudósok a gravitáció megugrását regisztrálták (65. ábra). Ugyanekkor a Föld alakjának⁵² éles változását (66. ábra) figyelték meg, amelyet az amerikai műholdak lézeres távolságmérő rendszerének segítségével mértek. A bolygó az Egyenlítő térségében anomálishan tágulni kezdett, bár korábban a tendencia éppen ellenkezőleg alakult.



62. ábra

A mag elmozdulása 1997-1998-ban és a magmában a mag elmozdulása által okozott hóhullámok. Y. V. Barkin.

A térkép a belső mag elmozdulásának vektorát mutatja a Nyugat-Antarktisz és Nyugat-Szibéria, Taimyr-félsziget közötti vonal mentén. A séma a légköri hóanomáliák térképén van ábrázolva.

Forrás: A földmag és a földkéreg relatív elmozdulásainak és rezgéseinek geofizikai következményei. Y.V. Barkin előadása, Moszkva, IFZ, OMTS. 2014. szeptember 16.

⁵⁰Barkin, Y. V. (2011). Synchronnye skachki aktivnosti prirodnyh planetarnyh processov v 1997-1998 gg. i ih edinyj mekhanizm [Synchronous spikes in the activity of natural planetary processes in 1997-1998 and their unified mechanism]. in Geologiya morej i okeanov: Materialy XIX Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii po morskoy geologii [Geology of Seas and Oceans: Materials of the XIX International Scientific Conference on Marine Geology]. Moscow: GEOS, 5, 28-32

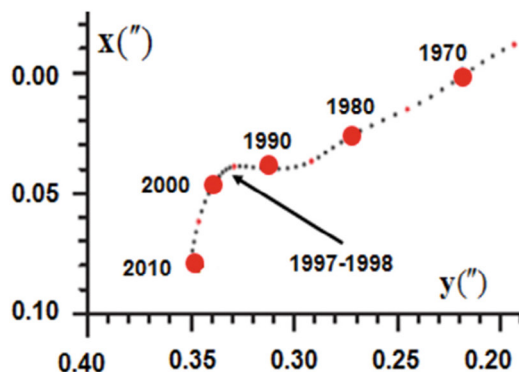
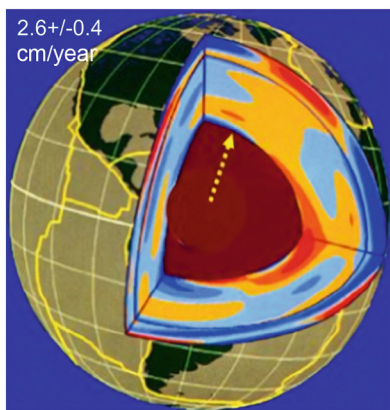
Smolkov, G. Ya. (2018). Exposure of the solar system and the earth to external influences. Physics & Astronomy International Journal, 2(4), 310–321. <https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>

⁵¹Zotov, 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.

⁵²Romagnoli, 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)

⁵³Cox, 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>



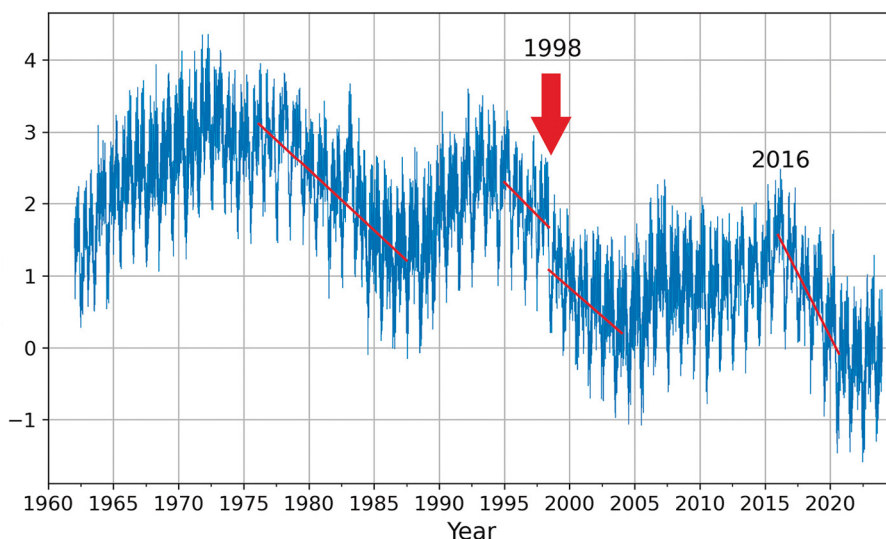
63. ábra

A Föld belső szerkezete, a Föld tömegközéppontjának szekuláris sodródásának iránya és pólusának pályája a Föld felszínén 1990-2010 között, 1997-1998-ban közel 90°-os fordulattal a Taymír-félsziget felé.

Forrás: Smolkov // Heliogeofizikai kutatás. Issue 25, 14 - 29, 2020. <http://vestnik.geospace.ru/index.php?id=569> (hozzáférés dátuma: 2024.02.01.)

Grafikai forrás: Barkin Y.V., Klige R.K., 2012.

A nap hosszának eltérése milliszekundumokban 1962-től 2023-ig



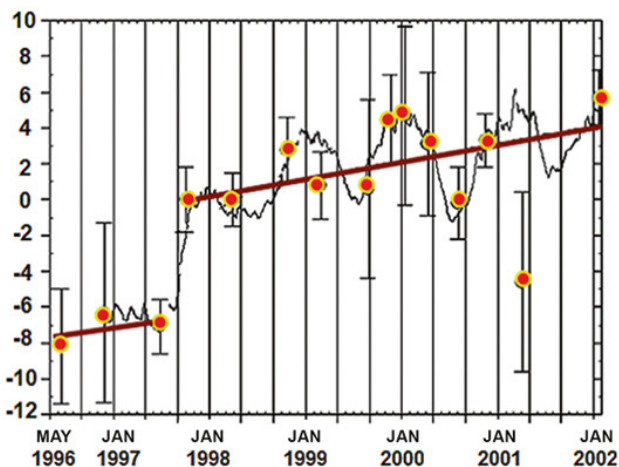
64. ábra

1998-ban a Nemzetközi Földforgási Szolgálat (IERS, IERS) a bolygó forgásának erőteljes gyorsulását regisztrálta.

Adatforrás: a párizsi obszervatórium IERS Földorientációs Központja.

Naphossz - Föld orientációs paraméterek:

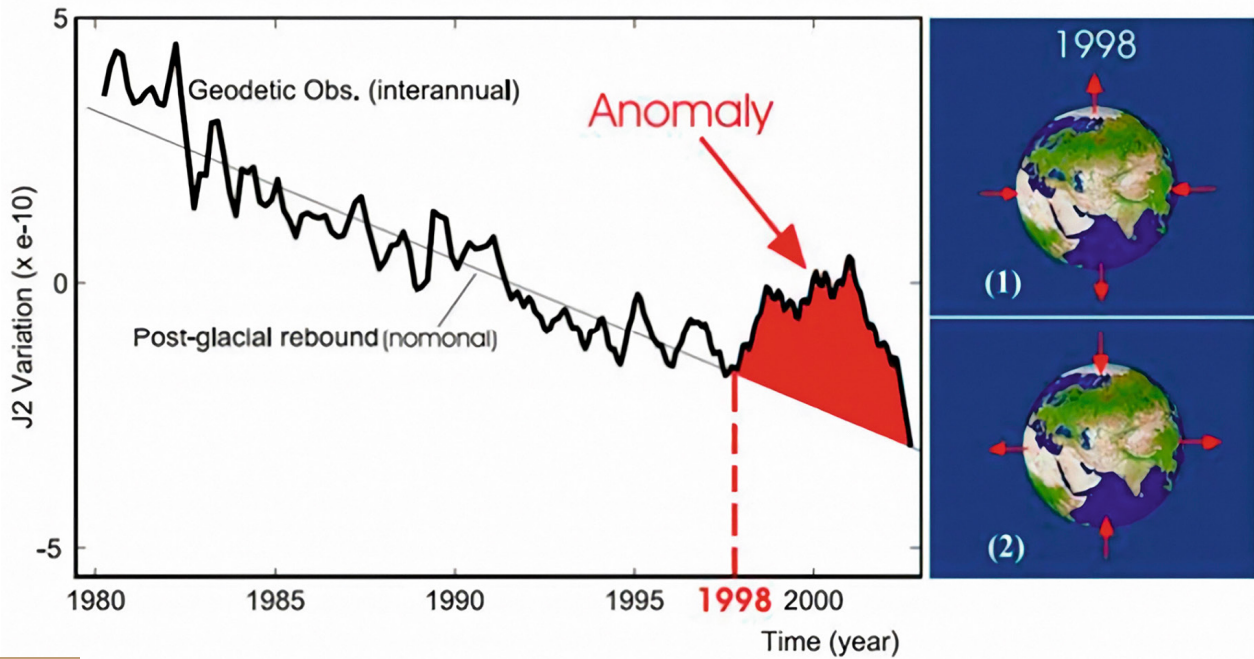
https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223



65. ábra

Az olaszországi Medicina gravimetriai állomáson 1997-1998-ban a Föld gravitációjának megugrását regisztrálták.

Forrás: Romagnoli, C., Zerbin, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). A talaj konszolidációjának és a hőtágulás hatásainak hatása a magasság és a gravitáció változására. *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)



66. ábra

1998-ban a franciaországi DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) lézeres távolságmérő rendszer mérései a Föld alakjának drámai változását mutatták ki, ahogyan a Föld térfogata tágult. Forrás: 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>

A fizikai és matematikai tudományok doktora, J. V. Barkin professzor, a műszaki tudományok doktora, G. J. Szmolkov professzor⁵⁴, a földrajzi tudományok doktora, M. L. Arusanov professzor⁵⁵, az Orosz Tudományos Akadémia akadémikusa, a Lomonoszov Moszkvai Állami Egyetem emeritus professzora, a geológiai és ásványtani tudományok doktora V. E. Hain⁵⁶ és

sok más tudós véleménye szerint a magugrás a Föld összes burkában változásokat okozott.

A Holdéhoz hasonló méretű Föld magjának jelentős elmozdulása felveti a bolygó belső szerkezetében ilyen változásokat előidéző képes hatások vagy erők természetének és mértékének kérdését.

⁵⁴ 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.

⁵⁵ 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>

⁵⁶ 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.

A geodinamikai és éghajlati folyamatok összefüggései

Összefoglalva a fenti tényeket, megállapítható, hogy az elmúlt évtizedekben a Föld különböző héjaiban a következő rendellenes változások kezdődtek:

1. A bolygó geofizikai paramétereinek változása

A Föld forgásának anomális gyorsulása 1995 óta.

A bolygó forgástengelyének erőteljes eltolódása és gyorsulása 1995-ben.

2. A Föld magja geomágneses paramétereinek változása

Az északi mágneses pólus sodródásának erőteljes felgyorsulása 1995-ben. A mágneses mező intenzitásának csökkenése, a mágneses anomáliák méretének növekedése.

3. Mag

A folyékony vas áramlásának felgyorsulása a külső magban 1995 óta. 1997-1998-ban a belső mag ugrásszerű elmozdulása a Nyugat-Antarktiszról Nyugat-Szibériába, a Taimyr-félszigetre vezető vonal mentén.

4. Köpeny

A 300 km és 750 km közötti mélységben bekövetkező mélyfókuszú földrengések számának gyors növekedése 1995 óta.

5. Litoszféra

A szeizmikus aktivitás növekedése 1995 óta, földrengések előfordulása olyan területeken, ahol korábban soha nem regisztráltak földrengést. Rendellenes vulkáni és magmás tevékenység, a kiömlő lávák összetételének megváltozása.

A gleccserek felgyorsult olvadása alulról felfelé a magmás forrás feletti belső hőnövekedés miatt 1995 óta.

6. Óceán

Az óceánok felszíni hőmérsékletének és párolgásának példátlan növekedése.

7. Atmoszféra

A sztratoszféra és a mezoszféra lehűlése, a termoszféra tömörödése, az atomos és molekuláris oxigén koncentrációjának csökkenése a légkör különböző rétegeiben. A globális léghőmérséklet növekedése a troposzférában.

A hurrikánok, árvizek, tűzvészek, aszályok, tornádók erejének és számának szélsőséges növekedése.

Ez a jelentés a geodinamikai és éghajlati folyamatok közötti kapcsolat modelljét mutatja be. Ezt a modellt azért dolgozták ki, hogy megmagyarázza a Föld összes rétegének egyensúlyi zavarát és a bolygó geodinamikájában bekövetkező anomáliák megjelenését. Ezt a Föld felszínén a szélsőséges éghajlati események számának növekedése kíséri. A modell fontos szempontja, hogy hangsúlyozza az összefüggést e folyamatok és az emberi tevékenység által jelentett veszély között.

Valószínű, hogy a magban jelenleg egyensúlytalanságok tapasztalhatók, és a mag felmelegszik, ami a folyékony vas áramlásának felgyorsulásában fejeződött ki a külső magban 1995-ben és a belső magban 1998-ban bekövetkezett ugrásban. A folyékony vas áramlásának felgyorsulása a külső magban azt eredményezte, hogy az északi mágneses pólus hirtelen eltolódni kezdett. A hipotézis szerint a mag elmozdulása miatt felgyorsul a bolygó forgása, nő a centrifugális erő és az egyenlítő mentén bekövetkező deformáció. A centrifugális erő növekedése miatt a köpenyben lévő magma meredeken emelkedni kezd a Föld felszíne felé, ami a szokásosnál jobban erodálja és belülről melegíti a litoszférát. Az óceáni kéreg vékonyabb, így jobban ki van téve

a felemelkedő magma támadásának. A magma behatolása feltehetően mindenhol előfordul az óceánfenéken. Az óceáni vizek hőtartalma növekszik, és anomális, megemelkedett tengervíz-hőmérsékletű területek jelennek meg. Feltehetően a magma felemelkedése az, ami a belsejéből származó geotermikus áramlás növekedéséhez, a Nyugat-Antarktisz és Grönland középső részén található gleccserek alatti magmafúvókák felemelkedéséhez vezet, ami az üvegházhatású gázok kibocsátásával együtt felgyorsítja a gleccserek olvadását alulról felfelé. A talajvíz hőmérséklete emelkedik Nyugat-Szibériában és más, vékony kéreggel rendelkező régiókban. Nyilvánvaló, hogy a magma emelkedése a vulkanikus, szeizmikus és tektonikus folyamatok felerősödését okozza, és valószínűleg növeli a katasztrófális éghajlati események, például az anomális csapadék, a gyakoribb hurrikánok, áradások és tüzek gyakoriságát és nagyságát. A modell szerint a magban bekövetkező változások következtében a mágneses mező intenzíven gyengül, ami a felső légkörben változásokhoz, annak sűrűsödéséhez és lehűléséhez, valamint a napszél intenzívebb behatolása miatt az oxigénkoncentráció csökkenéséhez vezet. Ezek a tényezők viszont valószínűleg rendellenes, atipikus sarki fényben nyilvánulnak meg.

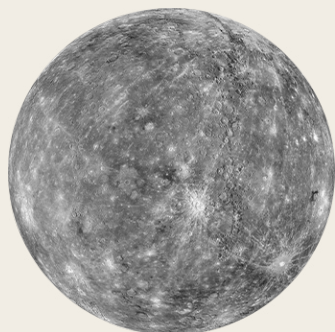
Változások a Naprendszer más bolygóin

A megfigyelések szerint a Naprendszer más bolygóin, még a „halott” bolygókon is, a Földdel szinkronban ugyanezek a folyamatok kezdődtek a belsejében: vulkáni tevékenység, szeizmikus aktivitás és mágneses anomáliák jelentek meg. A jelentésben leírt hipotézis szerint ez csak akkor történhet meg, ha a Naprendszer bolygóinak magjában is hasonló változások mennek végbe, mint a Földön.

Mint korábban említettük, a belső mag helyzetének megváltoztatásához és a külső magban a vas áramlásának felgyorsításához hatalmas mennyiségű további energiára van

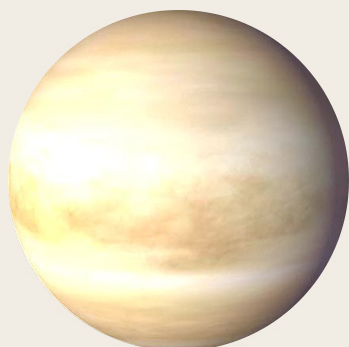
szükség, amely valószínűleg 1995-ben kezdett jelentős mennyiségben beáramlani a Föld rendszerébe. Így a Naprendszer többi bolygóján bekövetkező szinkronizált változások felvetik a kérdést, hogy van-e valamilyen külső kozmikus hatás, amely hatással van a bolygók magjára.

Az alábbi ábrák egy infografikát mutatnak a Naprendszer bolygóin és műholdjaikon az elmúlt évtizedekben bekövetkezett szinkron változásokról. Az információk alátámasztására és kiegészítésére hivatkozásokat találunk a vonatkozó tudományos forrásokra.



MERKÚR

2011-2015 KÖZÖTT 19 A MERKÚR FELSZÍNÉNEK ENDOGÉN AKTIVITÁS MIATTI VÁLTOZÁSAI
[DOI: 10.1029/2022GL100783](https://doi.org/10.1029/2022GL100783)



VÉNUSZ

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

2011-2009 MAGMATIKUS FORRÓ PONTOK ÉSZLELÉSE
[DOI: 10.1126/science.1186785](https://doi.org/10.1126/science.1186785)

2012-2018 A VULKÁNI AKTIVITÁS NÖVEKEDÉSE
[DOI: 10.1051/0004-6361/201833511](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833511)

2020 KUTATÁS MEGERŐSÍTETTE, HOGY A VÉNUSZ JELENLEG VULKANIKUSAN AKTÍV
[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)



FÖLD

- 1995

AZ ÉSZAKI MÁGNESES PÓLUS GYORSÍTOTT ELMOZDULÁSA
[DOI: 10.19080/IJESNR.2022.29.556271](https://doi.org/10.19080/IJESNR.2022.29.556271)
- 1995

ÓTA JELENTŐSEN MEGNŐTT AZ ATLANTI HURRIKÁNOK AKTIVITÁSA
[DOI: 10.1038/nature06422](https://doi.org/10.1038/nature06422)
- 1997-es

(FEBRUÁR 28-I M7 ÉS MÁJUS 10-I M6-OS) FÖLDRENGÉSEK IRÁNBAN, TÖBB MINT 2600 HALOTT
- 1998

(FEBRUÁR 4. ÉS MÁJUS 30.) FÖLDRENGÉSEK AFGANISZTÁNBAN, TÖBB MINT 7000 HALOTT
- 1998

BANGLADES TÖRTÉNETÉNEK LEGSÚLYOSABB ÁRADÁSA - AZ ORSZÁG 65 SZÁZALÉKÁT ELÖNTÖTTE A VÍZ
- 1998

INDIA, MALPA FÖLDCSUSZAMLÁS
- 1998.05.26

SZÉLSŐSÉGES, 50 CELSIUS-FOKOT ELÉRŐ HŐHULLÁM INDIÁBAN
- 1998.05.30

7-ES ERŐSSÉGŰ FÖLDRENGÉS AFGANISZTÁNBAN
- 1998.07.17

7-ES ERŐSSÉGŰ FÖLDRENGÉS ÉS 15 MÉTERES SZÖKŐÁR PÁPUA ÚJ-GUINEÁBAN
<https://pubs.usgs.gov/publication/70022643>
- 1998 július

HEVES ESŐZÉSEK KÍNÁBAN 2,9 MILLIÓ OTTHONT ÉS TÖBB MINT 9 MILLIÓ HEKTÁRNYI TERMÉST PUSZTÍTANAK EL
https://earth.esa.int/web/earth-watching/natural-disasters/floods/content/-/asset_publisher/zaop2lUloYKv/content/flood-yanqzte-china-july-1998/
- 1997-1998

BOLYGÓMAG ELTOLÓDÁS
 ZOTOV L.V., BARKIN Y.V., LYUBUSHIN A.A. (2009)
- 1998

A FÖLD ALAKVÁLTOZÁSA (J2 EGYÜTTHATÓ)
[DOI: 10.1126/science.1072188](https://doi.org/10.1126/science.1072188)
- 2004

SZÖKŐÁR INDONÉZIÁBAN
[DOI:10.1785/gssrl.76.3.312](https://doi.org/10.1785/gssrl.76.3.312) és [DOI:10.1186/s40562-014-0015-7](https://doi.org/10.1186/s40562-014-0015-7)
- 2005

A LEGMAGASABB FELHALMOZOTT CIKLON-ENERGIAINDEXŰ HURRIKÁNSZEZON
[DOI:10.1175/2007MWR2074.1](https://doi.org/10.1175/2007MWR2074.1)
- 2005

KATRINA HURRIKÁN
[DOI:10.1257/jep.22.4.135](https://doi.org/10.1257/jep.22.4.135)
- 2008

KÍNAI FÖLDRENGÉS
[DOI:10.19044/esj.2023.v19n13p49](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n13p49)



FÖLD

2010

HAITI FÖLDRENGÉS

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

2011

JAPÁN FÖLDRENGÉS, JAPÁN KELETI PARTJA MENTÉN ÉSZLELTEK KO-SZEIZMIKUS GRAVITÁCIÓS VÁLTOZÁST.

[DOI:10.1016/j.geog.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2015.10.002)

1979-2017

FOKOZOTT HURRIKÁNTEVÉKENYSÉG

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

2012-2017

A FÖLD FORGÁSI SEBESSÉGÉNEK ANOMÁLIÁI, AMELYEK ERŐS FÖLDRENGÉSEKKEL KORRELÁLNAK

[DOI:10.1016/j.geog.2019.06.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2019.06.002)

2020

AZ EDDIGI LEGAKTÍVABB ÉSZAK-ATLANTI HURRIKÁNSZEZON (SZÁM SZERINT)

[DOI:10.3390/atmos13121945](https://doi.org/10.3390/atmos13121945)

2016-2023

A FÖLD FORGÁSÁNAK GYORSULÁSA

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

2021-2022

A LÁVA RENDELLENES KÉMIAI ÖSSZETÉTELE ÉS TULAJDONSÁGAI, NAGY MÉLYSÉGEKBŐL SZÁRMAZIK. SZOKATLANUL GYORS KITÖRÉSEK

[DOI:10.1038/s41586-022-04981-x](https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x)

[DOI:10.1038/s41467-022-30905-4](https://doi.org/10.1038/s41467-022-30905-4) [DOI:10.1029/2023GL102763](https://doi.org/10.1029/2023GL102763)



HOLD

1997-1998

HOLDMAG-UGRÁS

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

2022

TERMIKUS ANOMÁLIA A COMPTON-BELJKOVIC-ZÓNÁBAN

[DOI:10.1038/s41586-023-06183-5](https://doi.org/10.1038/s41586-023-06183-5)

2023

HOLDI TALAJHŐMÉRSÉKLETI ANOMÁLIA A DÉLI-SARKON

isro.gov.in/Ch3_first_observation_ChaSTE_Vikram_Lander.html

2023.
AUGUSZTUS 26

HOLDRENGÉS ÉSZLELÉSE

https://www.isro.gov.in/Ch3_ILSA_Listens_Landing_Site.html



FÖLD

- 2003 és 2006**

AKTÍV METÁNKIBOCSÁTÁST REGISZTRÁLTAK A FELSZÍN ALATTI RÉSZEBŐL
[DOI:10.1126/science.1165243](https://doi.org/10.1126/science.1165243)
- 2014-2020 között**

AKTÍV METÁNKIBOCSÁTÁST REGISZTRÁLTAK A FELSZÍN ALATTI RÉSZEBŐL
[DOI:10.1029/2021EA001915](https://doi.org/10.1029/2021EA001915)
- 2004**

A DÉLI FÉLTEKÉN AZ ELSŐ ÚJ TÍPUSÚ MARSÍ SARKI FÉNY
[DOI:10.1038/nature03603](https://doi.org/10.1038/nature03603)
- 2005**

A DÉLI SARKKÖPENY HIRTELEN ÖSSZEHÚZÓDÁSA
[DOI:10.1007/978-1-4614-4608-8_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4608-8_10)
- 2014 és 2021 között**

278 KÜLÖNÁLLÓ SARKI FÉNYT REGISZTRÁLTAK A MARSON
[DOI:10.1029/2021JA029495](https://doi.org/10.1029/2021JA029495)
- 2015**

A PROTON SARKI FÉNY FELFEDEZÉSE
[DOI:10.1038/s41550-018-0538-5](https://doi.org/10.1038/s41550-018-0538-5)
- 2018**

A DÉLI-SARKON FOLYÉKONY VIZET TALÁLTAK A JÉGSAPKA ALATT
[DOI:10.1029/2018GL080985](https://doi.org/10.1029/2018GL080985)
- 2019-2021 között**

TÖBB MINT 1300 MARSRENGÉS KÖVETKEZIK BE
[DOI:10.1029/2022JE007503](https://doi.org/10.1029/2022JE007503)
- 2019-2020**

ALACSONY FREKVENCIÁJÚ, ISMÉTLŐDŐ SZEIZMIKUS ESEMÉNYEK A CERBERUS FOSSAE ALATTI VULKANIKUS TEVÉKENYSÉGGEL ÖSSZEFÜGGÉSBEN
[DOI:10.1038/s41467-022-29329-x](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x)
- 2022**

AZ ELYSIUM PLANITIA ALATT MEGÁLLAPÍTOTT ÓRIÁS KÖPENYFÚVÓKA-AKTIVITÁS
[DOI:10.1038/s41550-022-01836-3](https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3)
- 2022. május 4**

A LEGERŐSEBB, 4,7-ES ERŐSSÉGŰ MARSRENGÉS
[DOI:10.1029/2023GL103619](https://doi.org/10.1029/2023GL103619)
- 2022**

SARKI FÉNY BORÍTJA BE A BOLYGÓ FELÉT
twitter.com/HopeMarsMission/status/1519311155768008704



JUPITER

1992-1996 és
2005-2007 között

A JUPITER ÉSZAKI FÉLTEKÉJÉN A MÁGNESES ANOMÁLIA ERŐSÖDÖTT

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

2000-2001

A JUPITER BELSŐ FELMELEGEDÉSE 37%-KAL NÖTT A VOYAGER 1980-AS FELMÉRÉSE ÓTA. RÁADÁSUL EZ A BELÜLRŐL JÖVŐ FELMELEGEDÉS NAGYOBB, MINT A NAPBÓL BEÁRAMLÓ ENERGIA

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

2005 és
2006 között

ELŐSZÖR ALAKULT KI EGY MÁSIK ERŐTELJES VÖRÖS FOLT, A JUNIOR

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

2005 és
2006 között

A NAGY VÖRÖS FOLT SZÉLSEBESSÉGE 8%-KAL NÖTT

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

2012

A JUPITER FELSŐ LÉGKÖRÉNEK RENDELLENES FELMELEGEDÉSE A NAGY VÖRÖS FELETT ALULRÓL

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

2016-2020

ANOMÁLIS VILLÁMLÁST REGISZTRÁLTAK A FELSŐ LÉGKÖRBE

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

2017

ERŐS EGYENLÍTŐI SUGÁRÁRAMLATOT FEDEZTEK FEL

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

2017

A JUPITER MÁGNESES MEZEJE GLOBÁLIS VÁLTOZÁSON MENT KERESZTÜL AZ 1980-AS ÉVEKHEZ KÉPEST, KÜLÖNÖSEN A NAGY KÉK FOLT TÉRSÉGÉBEN

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

2019

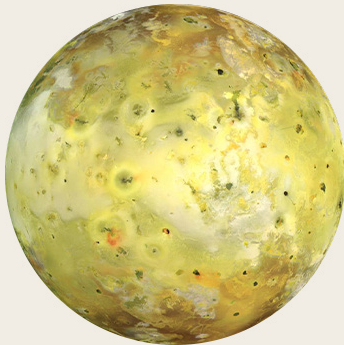
ÚJABB HURRIKÁN JELENT MEG A DÉLI-SARKON, PEDIG OTT MINDIG IS 5 HURRIKÁN VOLT

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

2022

EGYENLÍTŐI KESKENY SZTRATOSZFÉRIKUS SUGÁRÁRAMLAT, AMELYNEK SEBESSÉGE KB. 515 KM/H

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



IO

A 2000-ES

ÉVEKBEN AZ IO LEGNAGYOBB VULKÁNJÁNAK, A LOKINAK A KITÖRÉSI CIKLUSA MEGSZAKADT, ÉS GYAKRABBAN TÖRT KI
[EPSC Abstracts Vol. 13, EPSC-DPS2019-769-1, 2019](#)

2003-2005

4 ÚJ, FIATAL VULKÁN KITÖRÉSEI
[DOI:10.1016/j.icarus.2015.12.054](#)

**2000, 2006,
2007**

A TWASHTAR VULKÁN JELENTŐS KITÖRÉSEI
[DOI:0.1126/science.1147621](#)

**2013 és
2018 között**

FELFEDEZETT ÚJ, EGYEDÜLLÁLLÓ FORRÓ PONTOK ÉS KITÖRÉSEK
[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

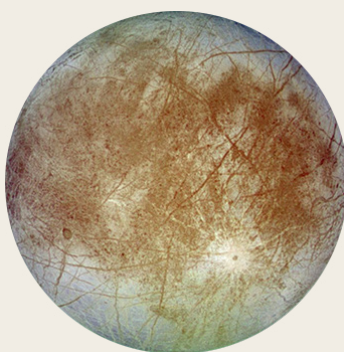
ÚJ, LEGINTENZÍVEBB VULKÁNI ESEMÉNYT ÉSZLELTEK
[DOI:10.3847/PSJ/acf57e](#)

2022

ERŐTELJES VULKÁNKITÖRÉS
[DOI:10.1029/2023JE007872](#)

2022

FELSZÍN ALATTI MAGMAÓCEÁN FELFEDEZÉSE
[DOI:10.3847/PSJ/ac9cd1](#)



EURÓPA

1997

AZ ELSŐ BIZONYÍTÉK A FELMELEGEDÉS
KÖVETKEZTÉBEN KELETKEZETT FÜSTFELHŐRE
[DOI:10.1038/s41550-018-0450-z](#)

2000

A VOYAGER ÉS A GALILEO ADATAI KÖZÖTT NEM FIGYELHETŐ MEG
NAGYOBB GEOLÓGIAI AKTIVITÁS A FELSZÍNI FELVÉTELEK ALAPJÁN
[DOI:10.1029/1999je001139](#)

2016-2017

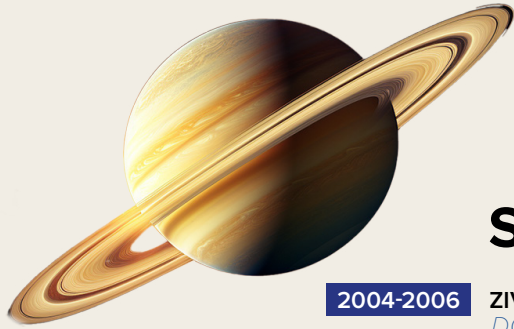
ÉSZLELT VÍZGŐZ A FELSZÍN FELETT
[DOI:10.1038/s41550-019-0933-6](#)

2018

ALMA MÉRÉSEKBŐL ÉSZLELT FELSZÍNI TERMIKUS ANOMÁLIÁK
[DOI:10.3847/1538-3881/aada87](#)

2022

ENDOGÉN SZÉN-DIOXID KIMUTATÁSA AZ EURÓPÁN
[DOI:10.1126/science.adg4270](#)



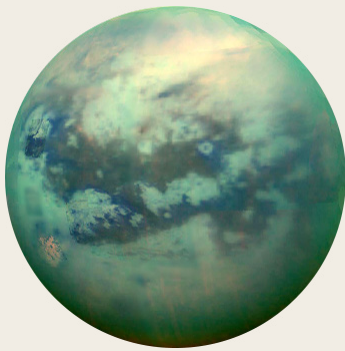
SATURN

- 2004-2006 **ZIVATAROKAT ÉSZLELTEK**
[DOI:10.1016/j.icarus.2007.03.035](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2007.03.035)
- 2004 **“FORRÓ FOLTOT” FEDEZNEK FEL A SZATURNUSZ DÉLI PÓLUSÁNÁL**
[DOI:10.1126/science.1105730](https://doi.org/10.1126/science.1105730)
- 2006 **NAGY KITERJEDÉSŰ SARKI FÉNY**
science.nasa.gov/resource/saturns-polar-aurora
- 2007 és 2010 között **23-26 CIKLONBÓL ÁLLÓ LÁNCOT FIGYELTEK MEG**
[DOI:10.1016/j.icarus.2013.10.032](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.10.032)
- 2010 **EGY NAGY, BOLYGÓ MÉRETŰ FEHÉR VIHAR ALAKULT KI, AMELYNEK HATÁSAI 3 ÉVEN BELÜL MEGMUTATKOZTAK**
[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 **EGY SZTRATOSZFÉRIKUS ÖRVÉNY ALAKULT KI**
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.08.024](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.08.024)
- 2018 **A KÖZEPES INTENZITÁSÚ VIHAROK ÚJ TÍPUSA**
[DOI:10.1038/s41550-019-0914-9](https://doi.org/10.1038/s41550-019-0914-9)
- 2020 **ELŐSZÖR KONVEKTÍV VIHAR A SARKI SZÉLESSÉGEK KÖZELÉBEN, ÉS EGY ÚJ VIHAREPIZÓD AZ IDÉN**
[DOI:10.1029/2021GL092461](https://doi.org/10.1029/2021GL092461)



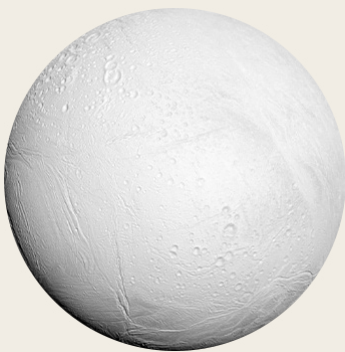
URÁNUSZ

- 1999, 2004, 2005, 2011 **FÉNYES FELHŐSTRUKTÚRÁK MEGFIGYELÉSE**
[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 **REKORD VIHARTEVÉKENYSÉG**
[DOI:10.1016/j.icarus.2014.12.037](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2014.12.037)
- 2014 **A LÉGKÖR MAXIMÁLIS HŐMÉRSÉKLETE AZ EGYES MEGFIGYELÉSEKNÉL**
[DOI:10.1098/rsta.2018.0408](https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0408)
- 2011 **STRATOSZFÉRIKUS ÖRVÉNY ALAKULT KI**
[DOI: 10.1016/j.icarus.2012.08.024](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.08.024)
- 2014 **A FELHŐSTRUKTÚRÁK SZÁMA JELENTŐSEN MAGASABB, MINT A KORÁBBI ÉVEKBEN**
[DOI:10.1016/j.icarus.2015.05.029](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2015.05.029)
- 2021 és 2022 **AZ ÉSZAKI SARKI CIKLON ERŐSÖDÉSE**
[DOI:10.1029/2023GL102872](https://doi.org/10.1029/2023GL102872)



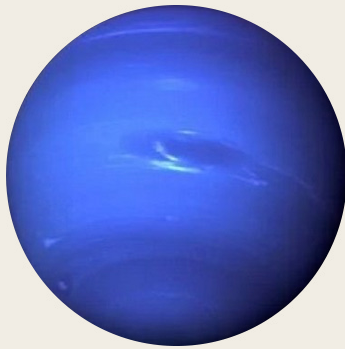
TITÁN

- 1995, 2004 és 2008
HIRTELEN MEGNÖVEKEDETT FELHŐZET - VIHARTEVÉKENYSÉG
[DOI:10.1038/26920](https://doi.org/10.1038/26920)
[DOI:10.1016/j.icarus.2005.12.021](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2005.12.021)
[DOI:10.1038/nature08193](https://doi.org/10.1038/nature08193)
- 2009
PORVIHAROK MEGFIGYELÉSE
[DOI:10.1038/s41561-018-0233-2](https://doi.org/10.1038/s41561-018-0233-2)
- 2009
POLÁRIS ÖRVÉNY ALAKULT KI, AMELY 2010-2011-BEN MEZOSZFÉRIKUS FORRÓ PONT KIALAKULÁSÁHOZ VEZETETT, ÉS A MEZOSZFÉRA EXTRÉM LEHŰLÉSÉT OKOZTA
[DOI:10.1038/s41467-017-01839-z](https://doi.org/10.1038/s41467-017-01839-z)
- 2010
“ARROW” VIHAR AZ EGYENLÍTŐ KÖZELÉBEN
[DOI:10.1038/ngeo1219](https://doi.org/10.1038/ngeo1219)
- 2012
A VULKANIZMUS FELFEDEZÉSE, AMELY TÖRTÉNHEK MOST IS
[DOI:10.1029/2019JE006036](https://doi.org/10.1029/2019JE006036)
- 2016
AZ ELSŐ FELJEGYZETT ESŐ (FOLYÉKONY METÁNBÓL), AMELY 120 000 KM2 FELSZÍNT BORÍTOTT BE
[DOI:10.1029/2018GL080943](https://doi.org/10.1029/2018GL080943)



ENCELADUS

- 2005
GEJZÍREKET FEDEZTEK FEL A DÉLI PÓLUSON
[DOI:10.1126/science.1121661](https://doi.org/10.1126/science.1121661)
- 2005
HŐTERMELŐ ÉS -SZÁLLÍTÓ RENDSZERT FEDEZTEK FEL A DÉLI PÓLUS TÉRSÉGÉBEN
[DOI:10.1038/s41550-017-0063](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0063)
- 2022
AZ ENCELADUS HÓÁRAMLÁSÁNAK ELEMZÉSEI A HÓ ENDOGEN EREDETÉT TÁRJÁK FEL
[DOI:10.5194/epsc2022-219](https://doi.org/10.5194/epsc2022-219)
- 2023
A NASA WEBB-TELESZKÓPJA ÚJ NAGY, 6000 MÉRFÖLDES FÜSTFELHŐT ÉSZLELT
nasa.gov/solar-system/webb-maps-surprisingly-large-plume-jetting-from-sat-urns-moon-enceladus



NEPTUNUSZ

2015**ÚJ SÖTÉT ÖRVÉNYT FEDEZTEK FEL, AMELYET 2017-IG MEGFIGYELNEK**[DOI:10.3847/1538-3881/aaa6d6](https://doi.org/10.3847/1538-3881/aaa6d6)**2017****VIHAR ALAKULT KI AZ EGYENLÍTŐNÉL**[DOI:10.1016/j.icarus.2018.11.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2018.11.018)**2018****ÚJ NAGY SÖTÉT FOLT**[DOI:10.1029/2019GL081961](https://doi.org/10.1029/2019GL081961)**2018-2020****ANOMÁLIS HŐMÉRSÉKLETI KIUGRÁS, A DÉLI-SARK HIRTELEN FELMELEGEDÉSE**[DOI:10.3847/PSJ/ac5aa4](https://doi.org/10.3847/PSJ/ac5aa4)

PLÚTÓ

2002**LÉGKÖRI NYOMÁS MEGDUPLÁZÓDOTT 1988 ÓTA**[DOI:10.1038/nature01762](https://doi.org/10.1038/nature01762)**2015****CO-T ÉS HCN-T ÉSZLELTEK A LÉGKÖRBEN**[DOI:10.1016/j.icarus.2016.10.013](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2016.10.013)**2015****A LÉGKÖRI NYOMÁS ELÉRTE A MAXIMÁLIS ÉRTÉKÉT, MAJD KISSÉ CSÖKKENT, ÉS 2020-BAN MAJDNEM A 2015-ÖS SZINTEN VOLT**[DOI:10.1051/0004-6361/202141718](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141718)**2015****SZÁMOS KRIOVULKANIKUS STRUKTÚRÁT TALÁLTAK A FELSZÍNEEN**[DOI:10.1038/s41467-022-29056-3](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29056-3)**2019****FÖLDALATTI ÓCEÁNT FEDEZTEK FEL**[DOI:10.1038/s41561-019-0369-8](https://doi.org/10.1038/s41561-019-0369-8)



NAP

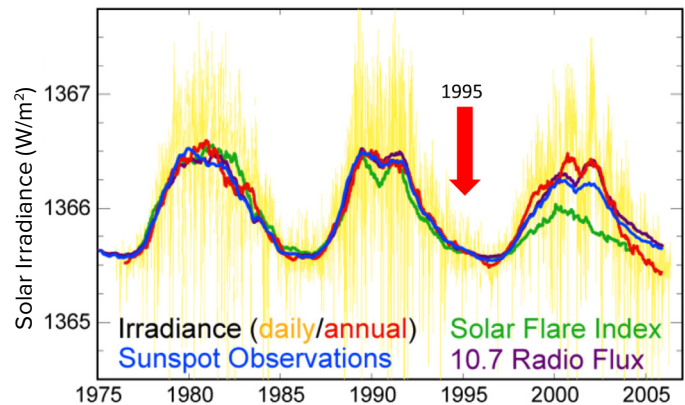
- 1972. augusztus 4** **NAGY NAPKITÖRÉS, AMELY MEGSZAKÍTOTTA A TÁVOLSÁGI KOMMUNIKÁCIÓT NÉHÁNY AMERIKAI ÁLLAMBAN**
[DOI:10.1029/2018SW002024](https://doi.org/10.1029/2018SW002024)
- 1989. március 13** **A 20. SZÁZAD LEGNAGYOBB MÁGNESES VIHARA. SARKI FÉNYT MÉG KUBÁBAN ÉS FLORIDÁBAN IS LEHETETT LÁTNI**
[DOI:10.1029/2019SW002278](https://doi.org/10.1029/2019SW002278)
- 2000. július 14** **NAPKITÖRÉS. MŰHOLDAK A FÖLD KÖRÜLI PÁLYÁN RÖVIDZÁRLATOKAT REGISZTRÁLTAK, ÉS EGYES RÁDIÓÁLLOMÁSOK KIKAPCSOLTAK**
[DOI:10.1029/2002GL014729](https://doi.org/10.1029/2002GL014729)
- 2003. október** **GEOMÁGNESES SZUPERVIHAR. MŰHOLDRENDSZEREK MEGSZAKADTAK, A DÉL-SVÉDORSZÁGI NAGYFESZÜLTSGŰ ÁRAMÁTVITELI RENDSZER EGY RÉSZE MEGSZAKADT**
[DOI:10.1029/2004SW000123](https://doi.org/10.1029/2004SW000123)
- 2005. szeptember** **ERŐS VIHAR, AMELY HATÁSSAL VOLT A MEZOSZFÉRA ÉS A TERMOZFÉRA HŐMÉRSÉKLETÉRE ÉS ÖSSZETÉTELÉRE**
[DOI:10.1029/2018JA025294](https://doi.org/10.1029/2018JA025294)
- 2006. december 5** **A KITÖRÉS, AMELY KÖRÜLBELÜL 10-SZER NAGYOBB, MINT BÁRMELY KORÁBBAN FELJEGYZETT ESEMÉNY. A NAPMINIMUM KÖZELÉBEN TÖRTÉNT. A GPS-RENDSZERT JELENTŐSEN KÁROSÍTOTTA**
[DOI:10.1029/2007SW000375](https://doi.org/10.1029/2007SW000375)
- 2012. július 23** **KÉT NAGY KORONAKITÖRÉS A FÖLD PÁLYÁJA FELÉ. A VIHAR EREJE MEGHALADTA CARRINGTON 1859-ES BECSLÉSÉT**
[DOI:10.1002/swe.20097](https://doi.org/10.1002/swe.20097)
- 2015. június 21** **VIHAR, KIÜTÖTTE A RÁDIÓJELEKET ÉSZAK- ÉS DÉL-AMERIKÁBAN**
[DOI:10.1007/s11207-018-1303-8](https://doi.org/10.1007/s11207-018-1303-8)
- 2017. szeptember 6** **A 24. NAPCIKLUS LEGERŐSEBB NAPKITÖRÉSE, AMELYET FELJEGYZTEK**
[DOI:10.1029/2018SW001969](https://doi.org/10.1029/2018SW001969)
- 2019. december 24** **CIKLUS VÉGET ÉR, 25. CIKLUS KEZDŐDIK**
weather.gov/news/201509-solar-cycle
- 2022** **A SPACEX STARLINK 38 MŰHOLDAT VESZÍT PÁLYÁRA ÁLLÍTÁS KÖZBEN A JANUÁR 29-I KORONAKIDOBÓDÁSBÓL EREDŐ GEOMÁGNESES VIHAR MIATT**
[DOI:10.1029/2022SW003193](https://doi.org/10.1029/2022SW003193)
- 2023** **MEGÁLLAPÍTOTTÁK, HOGY A NAPVIHAROK TOVÁBBI REPÜLÉSI KÉSZÉSEKET OKOZNAK, AMELYEK AZ ELKÖVETKEZŐ ÉVEKBEN CSAK NÖVEKEDNI FOGNAK**
[DOI:10.1038/s41598-023-30424-2](https://doi.org/10.1038/s41598-023-30424-2)
- 2023. június 22** **A NAPFOLTOK NAPI SZÁMA (240) MEGHALADTA A 24 CIKLUSBAN MÉRT MAXIMUMOT (220)**
sidc.be/silso/dayssnplot

A tények nem támasztják alá azokat a feltételezéseket, hogy a Naprendszerünkben az ilyen jelenségeket a Nap tevékenysége okozza. A Naprendszer bolygóin és műholdjaikon az anomális változások az 1995-ös napminimum idején, azaz a csökkent naptevékenység időszakában kezdődtek. A 67. ábrán látható naptevékenységi ciklusok grafikonja azt mutatja, hogy 1995-ben a Nap aktivitásának minimumában volt, és ezért nem okozhatta ezeket a változásokat.

Következésképpen a Nap nem gyakorolhatott ilyen hatást a többi bolygóra. Ráadásul az egész Naprendszerben a Nap reagált utoljára a kozmikus becsapódásra, valószínűleg hatalmas tömege miatt. Mivel a Naprendszer összes bolygóján, valamint a Napon is szinkronban történnek változások, logikusan feltételezhető, hogy van valamilyen közeli vagy távoli űrből érkező tényező, amely a bolygók belsejében hatalmas energiamegnyiség megjelenését okozza.

Ez az energia a bolygórendszerben keletkezik, a bolygómagok körül összpontosulva, és a bolygók többi rétegét megkerülve. Emiatt a hipotézis szerint a bolygók magjai felmelegednek és elmozdulnak. A tudomány által ismert hatások - gravitációs, elektromágneses, akusztikus, kozmikus sugárzás - egyike sem kerüli el a mérőműszereket, miközben közvetlenül hat a magokra. Ennek megfelelően az elmélet szerint a fent felsorolt hatások egyike sem okozhatja azokat a változásokat, amelyeket most a Naprendszer összes bolygóján megfigyelhetünk.

A naptevékenység változásai



67. ábra

A naptevékenység változása az elmúlt 30 évben. Ez a kép az 1975 és 2005 közötti három napciklust mutatja a napsugárzás, a napfoltok száma, a napkitörések aktivitása és a 10,7 cm-es rádiófrekvenciás sugárzás alapján. A grafikonon világosan látszik, hogy a Nap 1995-ben volt a legalacsonyabb aktivitású, ami azt jelenti, hogy a Nap nem lehetett az oka a Föld magjában és más bolygók magjában 1995-ben bekövetkezett változásoknak. Forrás: Robert A. Rohde által készített kép a közzétett adatok alapján.

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

A fenti tények ismeretében egy olyan hipotézist dolgoztak ki, amely szerint ez a hatás eddig feltáratlan fizikai elvek alapján működik. Ez az első alkalom, hogy a modern tudomány ilyen jelenséggel találkozott. Ez egy bizonyos jelenség, amelyet hivatalosan nem regisztráltak, de megfigyelhetők a megnyilvánulásai. Ez az energia a feltételezések szerint még a „halott” bolygókat is feléleszti, ahol a szeizmikus és magmás tevékenység növekedésnek indul. Ennek megerősítése a Mars, ahol a szeizmikus⁵⁷ és a magmás aktivitás⁵⁸ növekedni kezdett.

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>

Csillagászati folyamatok és ciklikusságuk

A hipotézis szerint ez a bizonyos típusú energiából álló becsapódás közvetlenül és kizárólag a Föld belső magjával lép kölcsönhatásba, de semmiképpen sem a bolygó többi rétegével. A kölcsönhatás e jellege annak tudható be, hogy a belső mag rendkívül nagy sűrűségű, és feltehetően szerkezete eltér az általánosan elfogadott vas-nikkel elmélettől. A fizikai és matematikai tudományok doktora I. M. Belozeroz hipotézise szerint a belső mag teljesen más szerkezetű, közelebb a neutroncsillag szerkezetéhez.⁵⁹ A külső mag pedig nagy valószínűséggel nikkeltől, vasból és más fémötvözetekből áll. Feltételezések szerint a Naprendszer más bolygóinak, sőt a gázóriásoknak is hasonló szerkezete van.

Az ebben a tanulmányban javasolt hipotézis a Földre gyakorolt hatás természetét vizsgálja a sötétben lévő lámpasugár asszociatív példáján keresztül. Képzeljük el, hogy van egy koncentrált fénysugár, és körülötte egy diffúz izzás. Az összes adat komplex elemzése alapján most már csak a fény szórt része éri el a Földet. A bekövetkező folyamatok megfigyelései szerint a bolygót még nem is érintette a koncentrált sugár, de a Földön már most is megfigyelhető a kataklizmák mennyiségének és erejének gyors növekedése, és a továbbiakban a matematikai modellek szerint minden csak fokozódni fog.

Meg kell jegyezni, hogy az adott típusú hatással a Föld nem először szembesül. Bolygónk geológiai története arról tanúskodik, hogy a Föld már többször is átélt hasonló szinkron jellegű globális éghajlatváltozási és geodinamikai fázisokat.

A negyedidőszaki üledékek és jégmagok geokronológiai vizsgálatainak, valamint a nagyméretű kihalások nyomainak köszönhetően, beleértve az emberi fajokat is, arra következtethetünk, hogy a Föld a múltban körülbelül 12 000 évente⁶⁰ nagyméretű éghajlati kataklizmák hirtelen felerősödésével szembesült. 24 000 évente pedig valószínűleg többszörösére erősödtek a bolygókatasztrófák, amint azt a jégmagokban található vulkánkitörések hamurétegeinek vizsgálata és más geokronológiai vizsgálatok⁶¹ bizonyítják. Arushanov M.L., V.B. Bubnenkov, A.M. Baturin⁶², V.V. Bushuev⁶³, I.P. Kopylov⁶⁴, N.V. Petrov⁶⁵, E.G. Smotrin⁶⁶, Douglas Vogt⁶⁷ és sok más kutató^{68,69,70,71} megértették a Földön bekövetkező globális kataklizmák ciklikusságát, amelynek időtartama körülbelül 12 000-13 000 ezer év, és most az adatok összesített elemzése szerint az emberiség e ciklus aktív szakaszába való belépést tapasztalja.

⁵⁹ Belozeroz, 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>

Hruzdov, V. I. (October 2021). Nejtromnaja Vselennaja, Gl. 10. Raschjot nejtromnogo 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>

⁶⁰ 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.

⁶¹ 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>

⁶² Baturin, A. M. (2001). Periodichnost globalnykh katastrof - 12166 let. [Periodicity of Global Catastrophes - 12166 years"] Monograph. Kursk CSTI.

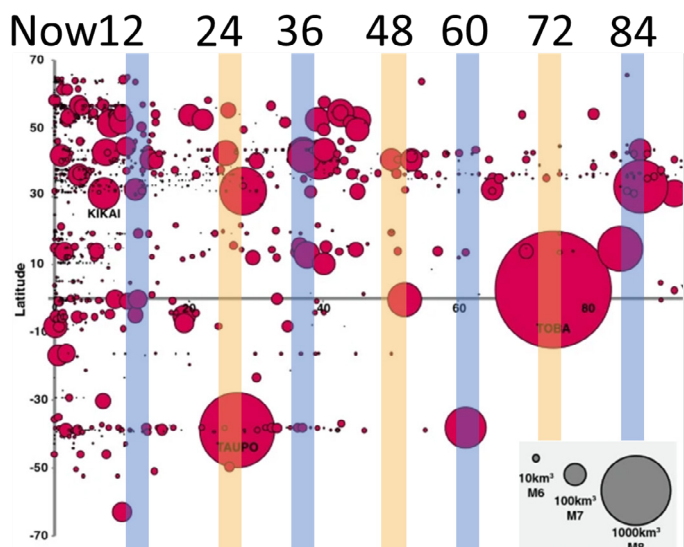
⁶³ Bushuev, E. V., & Kopylov, I. P. (2005). Kosmos i Zemlja. Elektromekhanicheskie vzaimodejstvija. [Space and Earth. Electromechanical Interactions]. Monograph. Moscow: Energy.

⁶⁴ Kopylov, I. (2001, November 1) Elektromekhanika Solnechnoj sistemy [Electromechanics of the solar system]. NVO.

⁶⁵ 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>

A geológia, a paleontológia és a régészet ismert bizonyítékokat talált e ciklus múltbeli katasztrófáira. E katasztrófális események mindegyikét nemcsak a Föld bolygó éghajlatának drámai megváltozása, hanem teljes geodinamikai átrendeződés is jellemezte: a mágneses mező

gyengülése és kitérése, katasztrófális kiterjedt vulkánkitörések, tektonikai átrendeződések, 10 °C-os légköri hőmérsékletváltozás, az óceánok szintjének változása és az ezt követő nagyméretű eljegesedések (68-72. ábra).

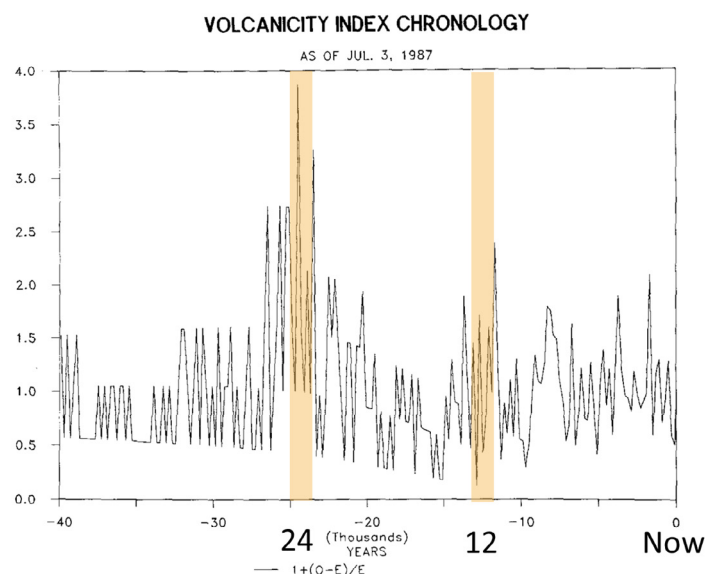


68. ábra

Globális léptékű kitörések a Kr. u. 2013-tól a Kr. e. 100 000 kal. év BP-ig az ÉSZ 70° és a DSZ 70° között. Az ábrán látható, hogy mikor történtek ezek a kitörések. A körök mérete a kitörés méretét tükrözi. Vegyük észre, hogy a nagy piros körök 24 000 évente több katasztrófális vulkánkitörést jeleznek.

Forrás: 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). A negyedidőszaki kitörési rekordok jellemzése: a Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) adatbázis elemzése. *Journal of Applied Volcanology*, 3(5).

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



69. ábra

A vulkáni tevékenység skálája az elmúlt 40 000 évben a jégmagok adatai alapján

A vulkánkitörések számának kronológiája az események radiokarbonos kormeghatározásán alapulva és relatív változásként kifejezve.

Forrás: Bryson, R. A. (1989). A Milankovics-féle éghajlati kényszer késő negyedidőszaki vulkáni modulációja. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115-125.

<https://doi.org/10.1007/bf00868307>

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

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

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

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

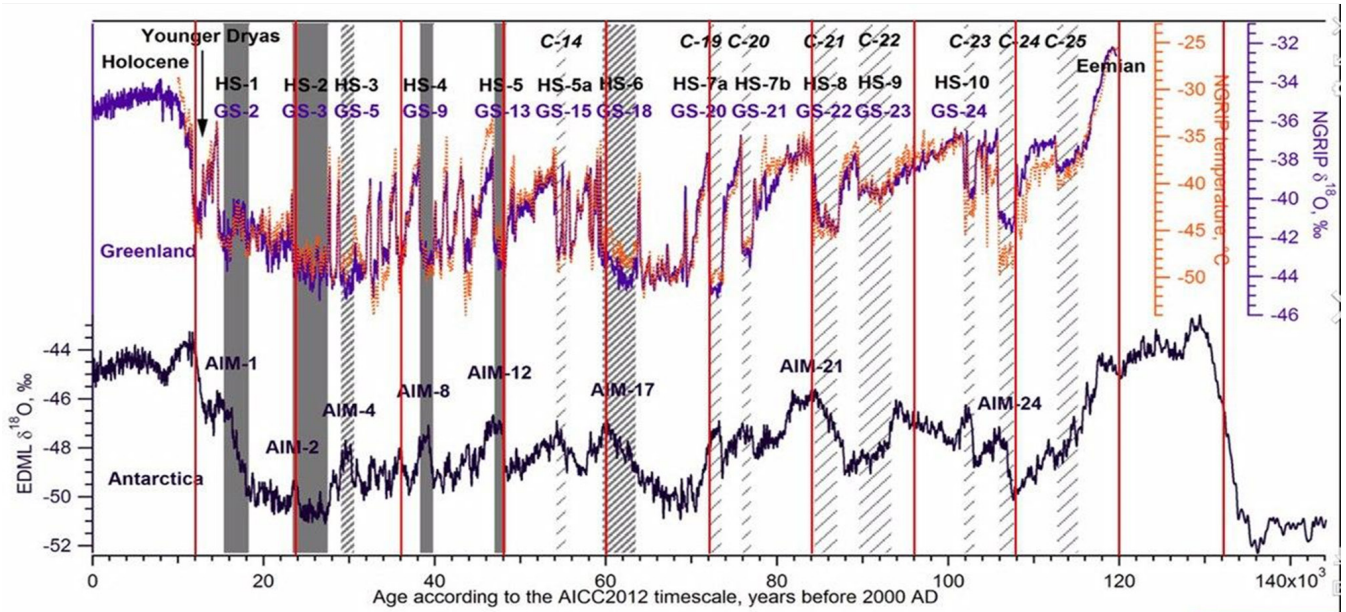
⁶⁹ Thomas, C. (1993). *The Adam & Eve story: The history of cataclysms*. Bengal Tiger Pr, ISBN 9781884600012

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

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

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

Now 12 24 36 48 60 72 84 96 108 120



70. ábra

Grönlandi és antarktisi jégmagadatokból származó hőmérsékleti anomáliák

Forrás: Heinrich, H. (1988). Az Atlanti-óceán északkeleti részén az elmúlt 130 000 évben bekövetkezett ciklikus jégtörés eredete és következményei. *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.

71. ábra

Az eredetileg az Atlanti-óceán északi részén található tengeri üledékmagokban rögzített Heinrich-események megközelítőleg relatív helyzete.

Forrás: Heinrich, H. (1988). A ciklikus jégtörés eredete és következményei az Atlanti-óceán északkeleti részén az elmúlt 130 000 évben. *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)

Ez a hipotézis tehát azt sugallja, hogy a Föld geodinamikai változásai elsősorban a csillagászati folyamatok és azok ciklikus jellegének a következményei. Ahogy a korábbi ciklusokban, úgy napjainkban is fontos tényezője a katasztrófák növekedésének a külső kozmikus hatásokból származó többletenergia felhalmozódása a föld alatti talajban. Ezt a ciklust azonban súlyosbítja a Föld rendszerére gyakorolt antropogén hatás,

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, W.Africa Human Abandonment
~36,000	Mono Lake	Campi Flegrei (Italy), Gorley (Russia)	Mega-Faunal Extinction, North America
~47,000	Laschamp	Kulje Lake (Russia), Lake Shikotsu (Japan)	Mega-Faunal Extinction, Global, Neanderthal Extinction
~60,000	Vostok	(None VEI 7 or Greater)	(No Major Discoveries)
~72,000	Toba	Toba (Indonesia), Santorini (Greece)	Largest Human Bottleneck, <5000 Humans Survived
~84,000	(unnamed)	Atitlan (Guatemala)	(No Major Discoveries)
~96,000	(unnamed)	Mount Aso (Japan)	(No Major Discoveries)
~105,000	Blake?	(None VEI 7 or Greater)	Mega-Faunal Extinction?
~120,000	Blake?	Mount Aso (Japan)	Mega-Faunal Extinction?

72. ábra

Mágneses pólus sodródása, mágneses mező gyengülése, katasztrófális kitérések és kihalások 12 000 évente.

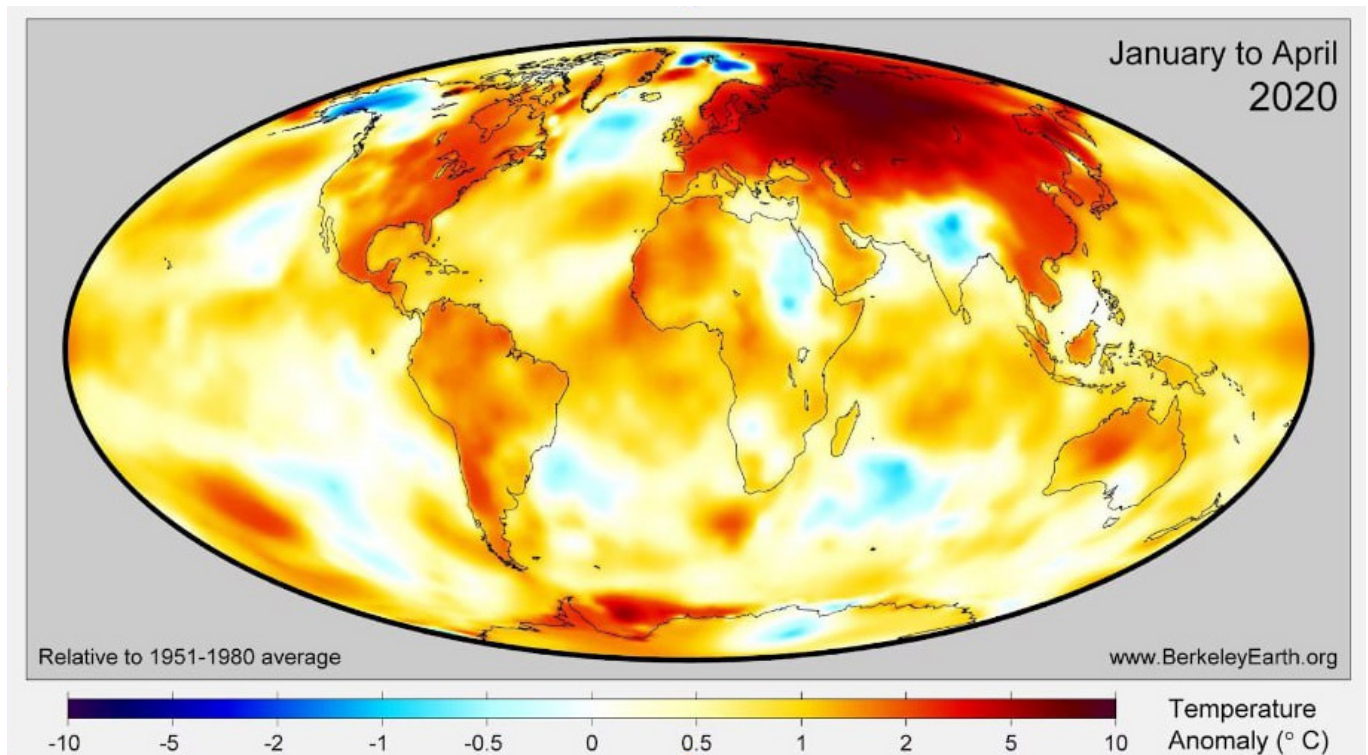
Forrás: Davidson, B. (2021). A következő világvége. *Space*

amely növeli az altalajban lévő hó mennyiségét. Az entrópia - a további energia hővé átalakulása - következtében a földköpeny felforrósodik, a magma folyékonyabbá válik, az endogén hő áramlása a föld belsejéből a felszín felé fokozódik, és új magmafúvások keletkeznek. Napjainkban például Szibéria alatt nagyon gyorsan emelkednek fel ilyen hatalmas füstfelhők, szintén a mag ilyen irányú elmozdulása miatt.

Szibéria rendellenes felmelegedése

Szibéria és a Szibériai-sarkvidék olyan régiók, ahol a felmelegedés mértéke 2-3-szor nagyobb, mint a bolygó átlaga (73. ábra). A hipotézis szerint ez a Föld magjának elmozdulása miatt kialakuló magmaközpontoknak köszönhető, amelyek feszültséget okoznak a földképenyben ebben a régióban (74-76. ábra). Ezt támasztják alá a kínai tudósok közelmúltbeli vizsgálatai, akik megállapították, hogy a kéreg most olvad és vékonyodik a Szibéria alatti magma hatására⁷³. Ez a folyamat előrehalad és csökkenti a lemez szilárdságát. Valószínű, hogy a magmaforrás aktivitása a permafroszt alulról felfelé történő

további oladásában, a térség fokozott szeizmikus aktivitásában, a felszínre emelkedő forró vízben és a törésvonalak feletti hó alatti tüzekben is megnyilvánulhat. A felszín alatti metán és hidrogénkibocsátás az északi szélességeken növekszik, a földgázrobbanásokból származó víznyelők száma növekszik, és az északi sarkvidéki talapzaton fokozódik az iszapvulkanizmus. A tektonofizikai modellek szerint a Szibéria alatti magmakitörés nagynyomású olvadékot bocsáthat ki. Ez közvetlen veszélyt jelenthet Oroszország és a világ fennmaradására.

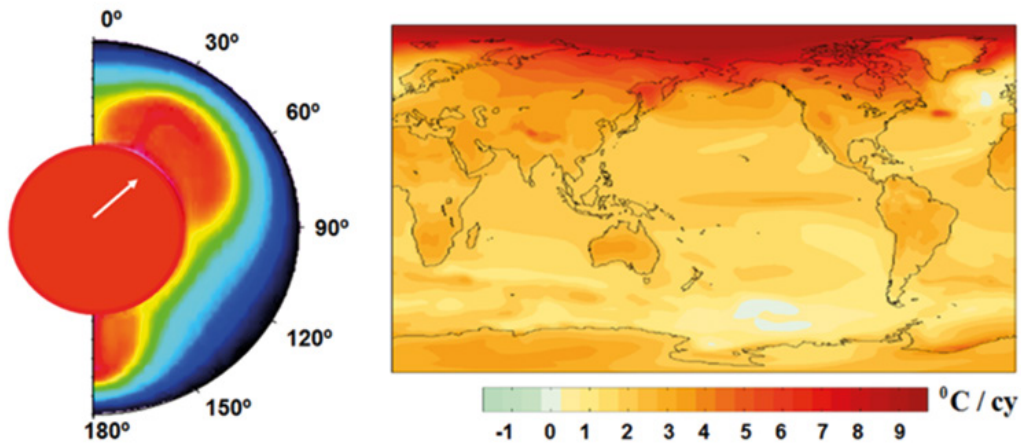


73. ábra

Hőmérsékleti anomáliák a világon a 2020. január és április közötti időszakban az 1951-1980-as normákhoz viszonyítva. A szibériai régió felmelegedése 3-6-szorosan meghaladja a globális hőmérséklet-emelkedési anomáliát, ami további felmelegedési tényezőt feltételez erre a régióra vonatkozóan.

Forrás: BerkeleyEarth.org

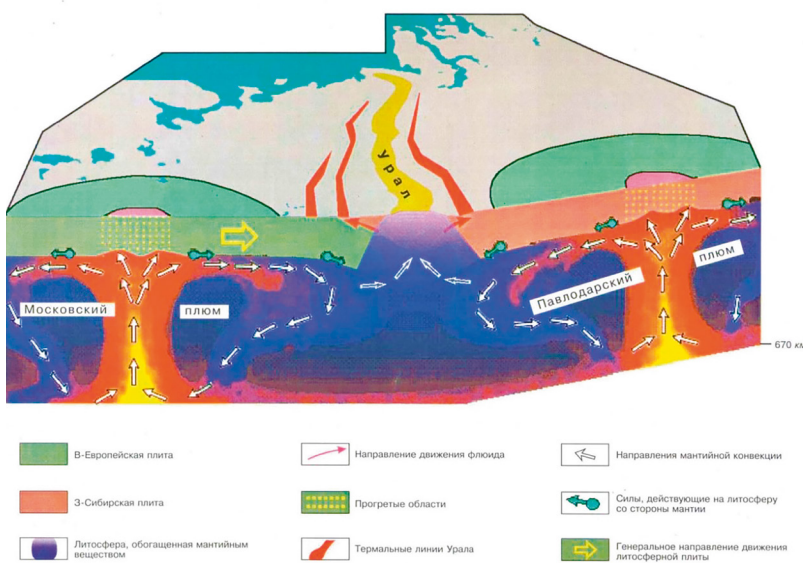
⁷³Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. *Nature Communications*, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>



74. ábra

Erőltetett relatív mag-köpeny hintázás és a felső köpeny aszimmetrikus hőellátásának mintázata (balra). A felszíni felmelegedés lineáris trendjei (°C/évszázadban) az NCAR CCSM3 adataiból egy speciális forgatókönyvvel átlagolva (http://www.realclimate.org/bitz_fig3.png) (jobbra).

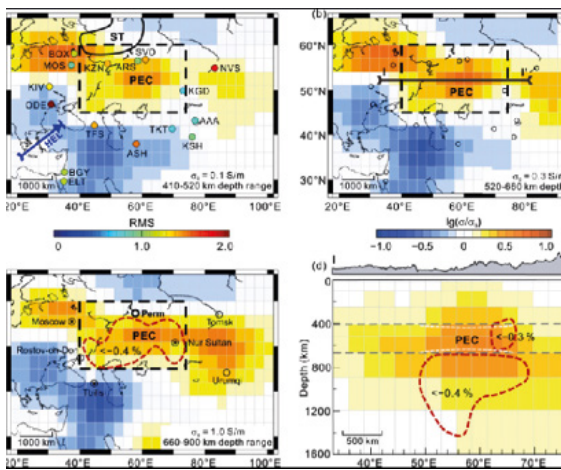
Forrás: Barkin Yu.V. (2009) Cyclic Inversion Climate Changes in the Northern and Southern Hemispheres of the Earth // Geology of Seas and Oceans: Proceedings of the XVIII International Scientific Conference (School) on Marine Geology. VOL.III. - MOSZKVA: GEOS. 2009. c. 4-8.



75. ábra

A szénhidrogén-áramlás sémája a moszkvai és a pavlodari szilvás-tektonikus struktúrákban.

Forrás: Gorniy V.I. et al. A köpeny-litoszféra kölcsönhatás modellje az uralszeizmikus feltárás és a távoli geotermikus módszerrel végzett geotraverzális komplexképződés adatai alapján. // A Déli-Ural mélyszerkezete és geodinamikája. - Tver. 2001. c. 227-238.



76. ábra

A Jilin Egyetem és a Shijiazhuang Tiedao Egyetem tudósai 16 észak-ázsiai állomás geomágneses mező adatait használták fel a köpeny elektromos vezetőképességének kiszámításához különböző mélységekben. A szibériai csapdák alatti régióban (sárgásbarna területek az ábrákon) a globális átlagos vezetőképességhez viszonyítva jelentős növekedést találtak. A tudósok megállapították, hogy ezek a 400 és 900 kilométer közötti mélységben lévő régiók átlagosan 250 Celsius-fokkal forróbbak, mint a környező köpeny. Ezek a régiók az olvadt köpeny egy részét tartalmazzák.

Forrás: Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). A szibériai csapdák létrehozó késő perm szuperplummának a geomágneses adatokból következtetett maradványa. Nature Communications, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>

Összehasonlításképpen: a szintén anomális aktivitás jeleit mutató amerikai Yellowstone szupervulkán aktiválódása az egész amerikai kontinens pusztulását okozhatja, de még lesz

esély az emberi élet megőrzésére. A Szibéria alatti litoszféralemez magmás felszakadása esetén pedig azt lehet állítani, hogy az minden életet lehetetlenné tesz a Föld bolygón.

A Föld bolygó jelenlegi ciklusa

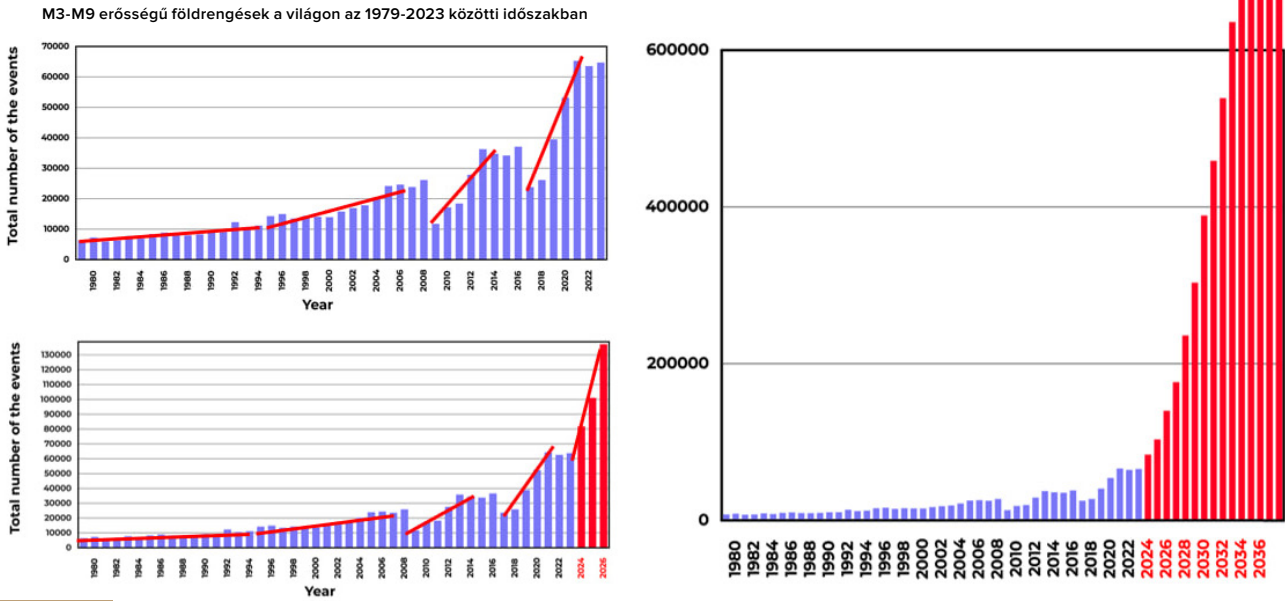
2024 végére a vulkáni tevékenység fokozódhat, amit a magma felemelkedése és a litoszféralemezek magmaáramlások általi eróziója okoz. Ez gyakori földrengésekhez és vulkánkitörésekhez vezethet. Ez a következtetés a következő megfigyeléseken alapul: a Föld geofizikai és geodinamikai paraméterei 1995 és 1998 között drámai változásokon mentek keresztül, ami a szeizmikus aktivitás növekedésének és a bolygó belsejének destabilizálódásának exponenciális tendenciáját okozta. Ez a felszín alatti energia és feszültség növekedésére utal, és a felszabaduló energia mennyisége exponenciálisan növekszik. Az óceán és a légkör később reagál a felszín alatti folyamatokra, de már most exponenciális tendencia rajzolódik ki a változások grafikonjain.

A földrengések jelenlegi exponenciális lefolyása alapján elemeztük a grafikon exponenciális trendjét, és ennek alapján felépítettük a földrengések növekedésének modelljét a következő években (77. ábra).

A modellezés eredményei a következők: 2028-ra naponta 1000 darab 3,0-as vagy annál nagyobb erősségű földrengés lesz, míg most körülbelül 125 földrengés történik naponta. A modellezési számítások alapján

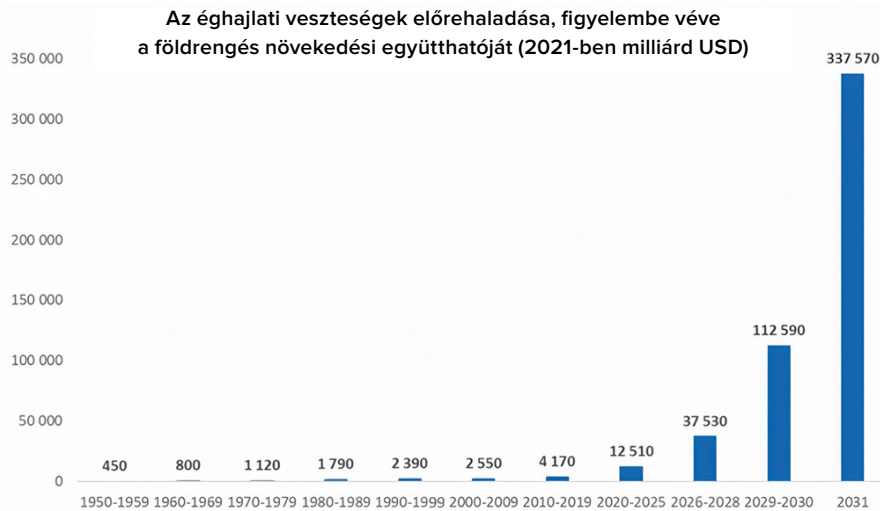
2030-ra a földrengések száma valószínűleg olyan mértékben megnő, hogy a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodás lehetetlenné válik. Várhatóan a magmás tevékenység növekedését jellemző kis erősségű földrengések számának növekedése és a vulkáni tevékenység széles körű növekedése a nagy földrengések számának növekedéséhez fog vezetni. Nagyon valószínű, hogy már 6 éven belül a 2023. február 6-i törökországi és szíriai földrengésekkel megegyező erősségű földrengések fognak naponta előfordulni a Földön.

A prognosztizált változások következtében számos város és állam súlyos károkat szenvedhet. Az exponenciális függvény alkalmazása az éghajlati katasztrófák okozta károk felmérésére azt mutatja, hogy a világgazdaság már a következő 4-6 évben nem biztos, hogy képes lesz megbirkózni a veszteségek kompenzálásával, ami gazdasági válsághoz vezethet. Az előrejelzések szerint ebben az időszakban a világgazdaság összeomlása lehetséges. A matematikai modellezés szerint a Földön uralkodó viszonyok jelentősen megváltozhatnak a következő 10 évben.



77. ábra

A természeti kataklizmák számának exponenciális növekedésének modellje földrengések példáján 2036-ig.



78. ábra

A természeti katasztrófákból eredő gazdasági károk előrejelzése a geodinamikai és éghajlati katasztrófák exponenciális növekedési modellje szerint (milliárd USD 2021-ben).

Adatforrás: AON (Catastrophe Insight).

E tendencia alapján a közeljövőben az összes többi természeti katasztrófa számának növekedését prognosztizálhatjuk a világon. A tudományos bizonyítékok megerősítik az éghajlati katasztrófák elkerülhetetlen előrehaladását, és a mai napig semmi sem tartja vissza a kataklizmák számának növekedését a világon. A napkitörések már most is képesek műholdak meghibásodását

okozni, ami hangsúlyozza a lehetséges technológiai problémákra való felkészülés fontosságát. Az előrejelzések szerint a következő 4-6 évben jelentős változások következhetnek be, amelyek számos régió életképességét befolyásolják. A leírt modell továbbfejlesztése szerint olyan kritikus események lehetségesek, amelyek a bolygó épségét befolyásolhatják.

A múltbeli, 12 000 évente bekövetkező katasztrófaciklusokban előfordultak fajkihalások, de a bolygó anélkül ment át ezeken a ciklusokon, hogy rendszereinek integritásában jelentős változások következtek volna be. Ebben a ciklusban, amelyet a 24 000 éves ciklusra való tekintettel súlyosabb katasztrófák jellemeznek, egy újabb tényezővel bővült, amely magának a bolygónak, mint lakható egységnek a létét fenyegeti. Ez a jelentésben korábban említett antropogén tényező, amely kulcsszerepet játszik a bolygó jelentős romlásában. Ez az antropogén hatás a bolygó fő hűtési mechanizmusának - a világ óceánjainak mikroműanyagokkal való szennyezésének - szennyezésében nyilvánul meg.

Az óceán kulcsfontosságú a bolygó hőszabályozása szempontjából. A Föld felszínének mintegy 70%-át foglalja el, és mélyen a földkéregben van eltemetve. A múltban a Föld hőháztartásának szabályozásának fő mechanizmusaként szolgált, a bolygó belsejéből a légkörbe és az űrbe elvezetve a felesleges hőt. Az emberi tevékenység következtében azonban az óceán hővezető képessége jelentősen megzavarodott. Ez annak köszönhető, hogy a vizek egyre inkább szennyezettek kőolajtermékekkel és szintetikus polimerekkel. A szennyezés következtében az óceán kevésbé hatékonyan vezeti el a hőt a litoszféralemezekből, amelyeket a 12 000 éves kataklizmaciklus során a magma felemelkedése melegít fel. (79. ábra). A világ óceánjai még soha nem voltak ennyire szennyezettek. Évente akár 30 millió tonna olaj⁷⁴ kerül az óceánba a bányászatból, a szállításból és a balesetekből. Az óceán felszínén lévő „műanyag szemétszigetek” összterülete pedig

majdnem akkora, mint az USA és Ausztrália területe együttvéve. Ez azonban az összes szennyezésnek csupán 1%-a. A műanyag 99%-a magában az óceán vizében van⁷⁵.

Az óceánok mikroműanyag-szennyezése mellett az antropogén tevékenységek, beleértve a szénhidrogének elégetését, növelik az üvegházhatású gázok, például a metán (CH₄) és a szén-dioxid (CO₂) koncentrációját a légkörben. A gleccserek és a permafroszt olvadása felerősíti ezt a hatást azáltal, hogy növeli a metán koncentrációját a légkörben. Ez azért különösen veszélyes, mert a metánnak 25-ször nagyobb az üvegházhatása, mint a szén-dioxidnak: egy tonna metán ugyanolyan felmelegedést okoz, mint 25 tonna szén-dioxid.

Az óceánok savasodása miatt a mikroműanyagok gyorsabban bomlanak nanoplasztikká, ami tovább fokozza az óceánok felmelegedését.

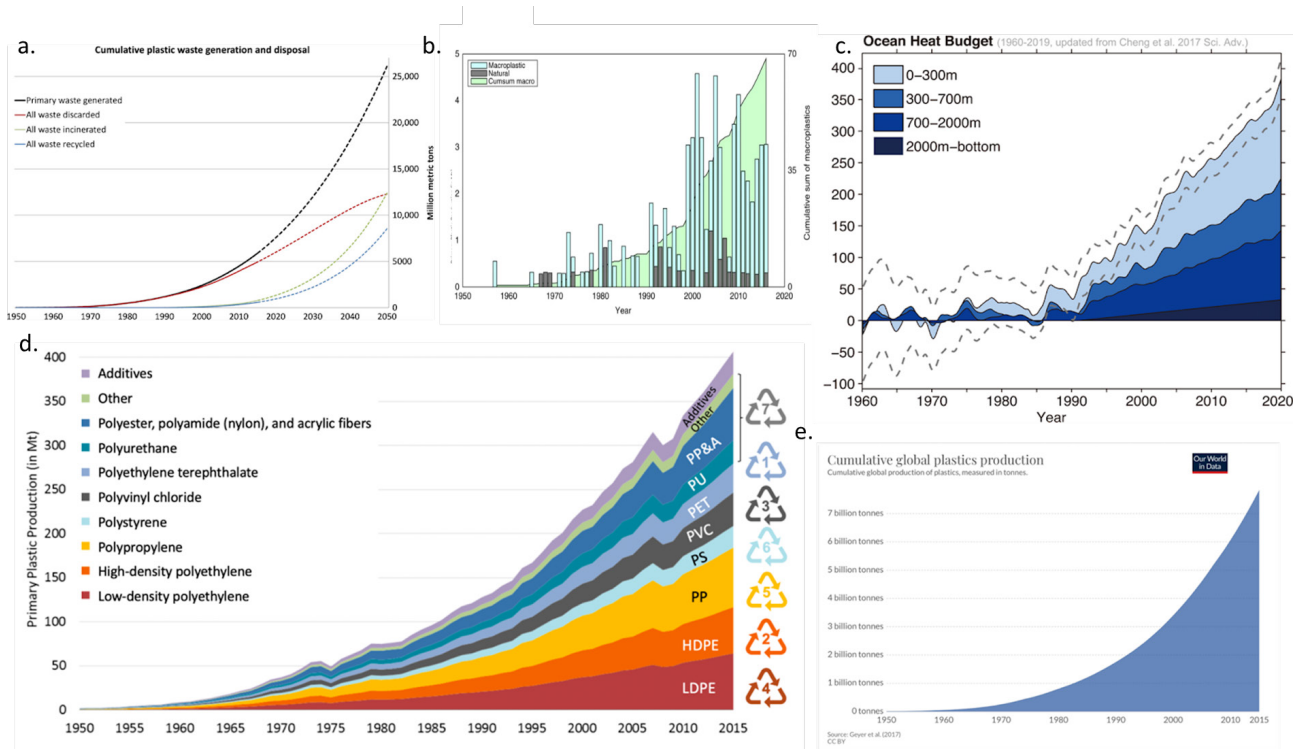
A szénhidrogének, különösen a metán és a kőolaj felhasználása az üzemanyagok elégetéséhez és a műanyag előállításához jelentősen rontotta a bolygó környezeti helyzetét, ami a felesleges hő felhalmozódásához vezet mind az óceánban, mind a légkörben. A légkör és az óceánok hőmérsékletének abnormális emelkedése azt jelzi, hogy az óceánok hőfelvevő képessége példátlanul lecsökkent a belső térből, amire égető szükség van, miközben a 12 000 éves ciklus során további energia áramlik a bolygó magjába.

Az óceáni korallzátonyok tanulmányozása azt is tudatja velünk, hogy a múltban az óceán hatékonyan vezette el a hőt. Jelenleg a zátonyok⁷⁶ pusztulnak a túlmelegedés miatt, annak ellenére, hogy sok évezreden át sikeresen léteztek és túlélték a 12 000 éves katasztrófaciklusokat.

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

⁷⁵ 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>

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). Global warming transforms coral reef assemblages. *Nature*, 556, 492–496. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0041-2>



79. ábra

Az óceánok hőmérsékletének 1960-2019 közötti változásának grafikonja és összehasonlítása a szintetikus polimerek gyártásának növekedését, a különböző iparágakban való felhasználást és az óceánba kerülő műanyag hulladék (különböző forrásokból származó) elhelyezését bemutató grafikonokkal.

a. A termelt és felhasznált műanyag hulladék teljes mennyisége

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). A valaha gyártott összes műanyag előállítás, felhasználása és sorsa. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

b. A mikroműanyagok teljes mennyisége az óceánban és az éves adatai

Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M., & Johns, D. G. (2019). Az óceáni műanyagok növekedése egy 60 éves időszak alapján. *Nature Communications*, 10(1622). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>

c. Az óceánok hőmérsékletének globális változása 1960-2019 (Purkey és Johnson, 2010; frissítve Cheng et al., 2017 alapján). 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). Az óceánok rekordméretű felmelegedése 2019-ben is folytatódott. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37, 137-142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

d. Globális elsődleges műanyagtermelés típusonként

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). A valaha gyártott összes műanyag előállítás, felhasználása és sorsa. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

e. Az 1950 óta gyártott műanyag kumulatív mennyisége

Adatforrás: Plastic Marine Pollution Global Dataset (A műanyag okozta tengerszennyezés globális adatkészlete).

A Föld belsejének fokozódó felmelegedése és a bolygó hűtési kapacitásának az antropogén erőhatások miatti csökkenése miatt fennáll a veszélye annak, hogy a Föld ezúttal nem lesz képes megbirkózni a katasztrófák ciklusával, ami a Marséhoz hasonló sorsra juttathatja. A tektonofizikai modellezés lehetővé tette számunkra, hogy megvizsgáljuk az esemény további alakulásának lehetséges forgatókönyvét egészen a megjósolt „nincs visszatérés” pontjáig.

A Föld belsejében jelenleg megfigyelhető, fent leírt folyamatokat az antropogén tényező és a bolygó magjának az űrből beáramló túlzott energia következtében bekövetkező túlmelegedése okozza. A mag túlzott mértékben felmelegíti a magmát, ami a földképeny olvadásához és a magma földkéregre gyakorolt nyomásához vezet. Ez a nyomás a kéreg összeomlását, törését okozza, és utakat hoz létre a mélyben lévő magma kilövelléséhez.

A 2036-ban megjósolt, vissza nem térő pont tektonofizikai és matematikai modellezése

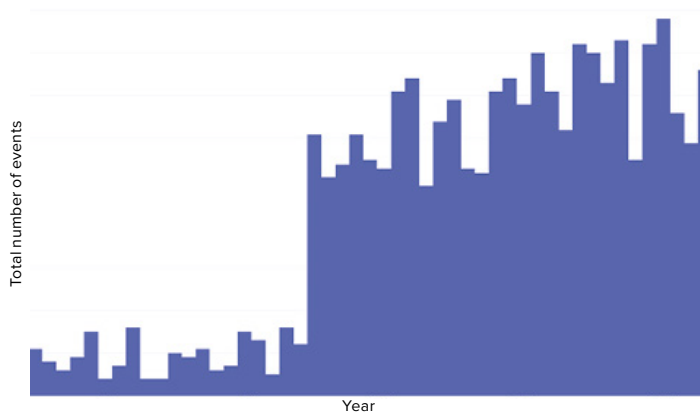
A Földön van egy konkrét hely, amely kritikus veszélyt jelent az egész bolygóra nézve.

Ez az egyetlen olyan pont a Földön, ahol egyedülálló feltételek esnek egybe: a legvékonyabb kéreg és az alatta lévő magas magmás aktivitás. Ráadásul ezen a helyen a kérget keményen összenyomja mind az alulról felemelkedő magma, mind a felülről felszálló, mintegy 11 kilométer vastag óceáni vízréteg. Ez a Mariana-árok néven ismert hely a legmélyebb a Földön, és jelenleg a legnagyobb veszélyt jelenti magára a bolygóra nézve.

Tekintsük az első ábrát (80. ábra), amely a Mariana-árok térségében a mélyfókuszú földrengések számának növekvő tendenciáját mutatja az elmúlt három évtizedben. A

Mariana-árok térségében a mélyfókuszú földrengések száma 1995 óta ugrásszerűen megnőtt. A mélyfókuszú földrengések, amelyek a köpenyben 300-800 kilométeres mélységben következnek be, a felszabaduló energia mennyiségét tekintve a hatalmas pusztító erejű nukleáris robbanásokhoz hasonlíthatók. A Mariana-árok a világ egyik geodinamikailag legaktívabb régiója, ahol ilyen események történnek. Ez arra utal, hogy a Mariana-árok alatti köpenyben aktív folyamatok zajlanak.

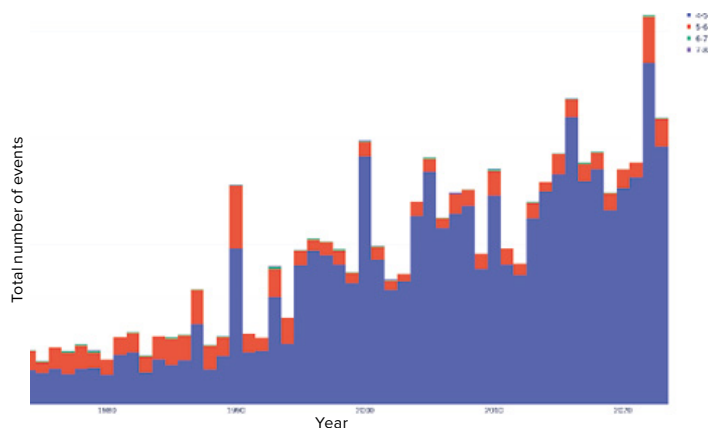
A 81. ábra második grafikonja a felszíni földrengések számának növekedését mutatja a Mariana-árokban. Ez a növekedés egy exponenciális függvénnyel írható le. Egyelőre nincs jele annak, hogy ez a tendencia csökkenne.



80. ábra

A mélyfókuszú M1+ földrengések száma a Mariana-árok térségében 1970-től 2023-ig.

Adatforrás: Nemzetközi Szeizmológiai Központ
<http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>



81. ábra

Az M4+ felszíni földrengések száma a Mariana-árok térségében 1970 és 2023 között.

Adatforrás: Nemzetközi Szeizmológiai Központ (Nemzetközi Szeizmológiai Központ) <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>

Az USGS⁷⁷ szerint 2023. november 24-25-én több mint 120 egymást követő 4,0-nál erősebb földrengést regisztráltak a Mariana-árok térségében. Ez a feljegyzett történelemben rekordszámú földrengést jelent a térségben egy nap alatt. Ez a közelmúltbeli szeizmikus aktivitás azt jelzi, hogy a Mariana-árok alatti környezet csak rosszabbodik.

A matematikai és tektonofizikai modellezés szerint a szeizmikus és magmás aktivitás továbbra is exponenciálisan fog növekedni, ami 2036-ban a következő eseményekhez vezet.

A Föld belsejének geológiai aktivitásának fokozódása következtében a Mariana-árok térségében a földkéregbe történő magma behatolás lehetséges. Rendkívüli nyomásviszonyok között teljes körű törés következhet be ebben a zónában. Több milliárd köbméternyi, körülbelül 0 °C-os víz találkozna több milliárd köbméternyi, 1600 °C-os magmával, ami több ezerrel erősebb robbanást okozna, mint a Föld teljes nukleáris fegyverkészletének felrobbanása. Ez az esemény hatalmas, porral kevert gőzszlopot emelhetne 500 km-nél nagyobb magasságba, amely képes lenne átszakítani a termoszférát. A modellezés szerint az integritását veszített légkör a felszíni feszültség változása miatt a bolygó köré görbülhetne, és a napszél is könnyen elfújhatná. Meg kell jegyezni, hogy egy ilyen forgatókönyv a légkör, az óceán és a mágneses mező elvesztésével járna, és valószínűleg megállítaná a Föld magjának forgását, hasonlóan ahhoz, amit a Marson is kimutatták.

A Mariana-árok a Földön, hasonlóan a marsi Mariner-szurdokhoz, egy viszonylag vékony bolygókéreggel rendelkező régió. A Mariner-szakadék környékén nagy kiterjedésű

vulkáni lávaömlések láthatók, ami arra utal, hogy a Mariner-szakadékban jelentős geológiai változások történtek, amelyek befolyásolták a Mars deglaciális állapotát. A Mariana-árokban most hasonló geológiai folyamatokat figyeltek meg, mint amelyek valószínűleg a Mariner-kanyonban zajlottak a Marson. Felvetődött, hogy ezek a folyamatok jelentős következményekkel járhatnak a Földre és annak biológiai életformáira nézve. Ha azonban a földi változások jelenlegi exponenciális tendenciái tovább folytatódnak, az emberiség valószínűleg nem lesz képes megfigyelni a Föld Marsra való átmenetét, mivel más okok miatt hamarabb fenyegeti a kihalás veszélye.

A frissített adatok szerint a kataklizmák növekedési üteme meghaladja még a legpesszimistább előrejelzéseket is. Ez azt jelenti, hogy az emberiségnek gyakorlatilag nincs több ideje az óceánok antropogén szennyezése következményeinek felszámolására és a külső űrhatás kérdésének kezelésére. A Földön bekövetkező éghajlati és geodinamikai katasztrófák számának és erejének exponenciális növekedési tendenciája az egész emberiséget a kipusztulás szélére sodorja a következő 10 évben.

Van-e okunk azt feltételezni, hogy a folyamatban lévő éghajlatváltozás magától leáll? A tudományos bizonyítékok azt mutatják, hogy még az ember által okozott szén-dioxid-kibocsátás teljes leállítása sem fogja megállítani a már megkezdődött éghajlatváltozást. Antropogén okokra vezethető vissza, hogy mi, az emberiség a megjósolt pont felé tartunk, ahonnan már nincs visszaút, mivel az óceánok hőátadó funkciója a mikro és nanoplasztikákkal való szennyeződés miatt megszűnt, miközben további kozmikus

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>

energia áramlik a Föld belsejébe. Következésképpen még az ipari tevékenység teljes leállítása sem vezet az éghajlati egyensúly radikális megoldásához, mivel a felszín alatti felmelegedés globális folyamatai már elindultak. Ezért az egyik kiút ebből a kritikus helyzetből a külső kozmikus hatás tanulmányozása, amely most bolygónk magját és a Naprendszer más bolygóinak magját is érinti.

Ennek a veszélynek a megszüntetéséhez hatékony megoldási módszerek kifejlesztésére van szükség. Annak ellenére, hogy e hatásról korlátozottak a tudományos ismeretek, ismert, hogy a bolygók magjai kölcsönhatásba lépnek vele. Így megállapítható, hogy a külső űrbeli hatás egy ismeretlen fizikai jelenség. Mivel ez a probléma fizikai természetű, ezért a megoldása

is a fizika területére tartozik. A probléma megoldása érdekében össze kell hozni a világ vezető tudósait, hogy minden erejüket ennek a fizikai problémának a tanulmányozására összpontosíthassák.

E cél elérése érdekében elengedhetetlen, hogy a világközösséget tájékoztassuk erről a problémáról. Csak akkor lesz esélyünk az életre, a jövőnkre és gyermekeink jövőjére, ha a felelősök felé egyetemes igény mutatkozik arra, hogy megteremtsék a feltételeket a világ tudósainak összefogására az éghajlati problémák megoldásának keresésében.

3. rész

A MEGOLDÁS LEHETSÉGES

Felmerülhet a kérdés, hogy mi az oka annak, hogy az éghajlati fenyegetés valós mértékéről nem terjedt el a nyilvánosságban az információ, és hogy a tudósok és a politikusok nem folytatnak róla magas szintű vitát. A válasz az ember tudatalatti működésében rejlik. A tudatalatti úgy van megszervezve, hogy ha nem lát kiutat egy kritikus helyzetből, akkor egyszerűen elzárkózik a valóság elől, és tagadja a fenyegetés létezését.

Ezért van az, hogy sokan azok közül az emberek közül, akik megismerkedtek a fenti tényekkel, és kimerítő bizonyítékokat kaptak a közelgő bolygókatasztrófáról, nem cselekszenek a helyzetnek megfelelően. Nem hisznek abban, hogy az emberiség képes lesz megbirkózni ezzel a kihívással és túlélni. E jelentés fő célja, hogy tényeket szolgáltatson arról, hogy van megoldás az éghajlati összeomlásra.

ÓCEÁN HELYREÁLLÍTÁSA

Az emberiség túlélésének fontos alapfeltétele az óceán hőelvezető funkciójának helyreállítása. Ellenkező esetben, ahogyan azt már korábban említettük, a Föld bolygó e ciklus során eljuthat a megjósolt ponthoz, ahonnan már nincs visszaút. Hadd térjünk ki részletesebben azokra a folyamatokra, amelyek a legnagyobb szerepet játszanak a magma áttörése katasztrofális veszélyének megnyilvánulásában a Mariana-árok térségében.

A 12 000 éves ciklus során a bolygó magja külső kozmikus hatásra túlhevíti a köpenyt. E ciklus során a felesleges hő nem távozik a köpenyből, mivel az óceánok hűtési funkciója antropogén okokból nem működik. Ez hozzájárul a magma hőmérsékletének rendellenes emelkedéséhez és a köpeny intenzív olvadásához.

A mag közvetlen közelében lévő magma rendkívül forróvá és folyékonyá válik, aktívan korrodálja a köpenyt, és új felszálló utakat alakít ki a Föld felszínére.

A modell szerint ez vezet a köpenyben lévő járatok és magmafolyók kialakulásához. A bizonyítékok arra utalnak, hogy ez a folyamat már most is megfigyelhető Szibériában.

A hipotézis szerint a magmás folyók összeütközésekor köpenyen belüli robbanások következnek be, amelyeket nagy mennyiségű energiát felszabadító nukleáris reakciók okoznak. Ezek a robbanások destabilizálják a Föld magját, és tovább növelik a bolygó belsejének hőmérsékletét, valamint a földkéreg szeizmikus aktivitását.

A matematikai számítások szerint a Föld köpenyének olvadási üteme felgyorsul, és 2024 végére, amikor a magot érő külső kozmikus hatások felerősödnek, a magma felmelegedése és olvadása jelentősen fokozódik.

A magma az idő előrehaladásával várhatóan egyre közelebb emelkedik a felszínhez.

A tektonofizikai modellezés azt mutatja, hogy amikor a teljes köpeny megolvad, a mélyfókuszú földrengések megszűnnek, a földkéreg könnyen felszakadhat a magma által a Mariana-árok térségében.

Éppen ezért az óceánok működésének helyreállítása kritikus fontosságú az emberiség és a bolygó túlélése szempontjából.

Az óceán hőleadási funkciójának antropogén eredetű megzavarásának további következménye a légkörben lévő többletnedvesség.

Ahogy az óceán vizének hőmérséklete emelkedik, a nedvesség intenzíven párolog. A vízgőz elpárolgása során hőenergiát visz magával az óceánból. Amikor a nedves levegő felemelkedik, és eléri a légkör hidegebb rétegeit, a vízgőz lecsapódik, azaz ismét folyékony vízzé alakul. Ez felhőképződéshez és végül rendkívüli esőzésekhez, áradásokhoz és árvizekhez vezet.

Felmerül egy paradoxon: a légkörben több a vízgőz, és világszerte egyre több a szélsőséges árvíz, ugyanakkor a Föld felét aszály sújtja. Ez a légköri hőmérséklet emelkedése miatt következik be. Minél magasabb a levegő hőmérséklete, annál több nedvességet képes megtartani. Ahogy a nedvesség elpárolog, hosszú ideig a légkörben marad anélkül, hogy csapadék formájában visszatérne a földre. Ez a világ egyes régióiban hosszú aszályos időszakokhoz vezet.

A meleg és nedves légkör a trópusi ciklonok kialakulásának is kedvez, és növeli pusztító erejüket. A meleg és nedves levegő, alacsonyabb sűrűsége miatt, alacsony nyomású zónák kialakulásához emelkedik, ami növeli a szélsébséget. Amikor a légkörben lévő víz kondenzálódik, a párologás során elnyelt összes felhalmozott hőenergiát felszabadítja. Ez a hőenergia a trópusi ciklonok fő energiaforrása. Amikor a szél, a víz és a hőenergia egyesül, pusztító erejüvé válik.

Az óceánok funkcióinak helyreállítási lehetősége, beleértve a felszín alatti hőelvonó képességét és a környezeti stabilitás fenntartását, a levegőből vizet kinyerő berendezések - a légköri vízgenerátorok (LVG-k) - széles körű alkalmazásával valósítható meg. Ezek nemcsak a teljes világ népességének elegendő vizet biztosítanak, hanem segítenek megtisztítani a világ óceánjait a mikro- és nanoműanyagoktól is. Amint azt a jelentés 2. részében tárgyaltuk, a műanyagok és a mikroműanyagok egyedi kémiai összetételük miatt zavarják az óceánok hővezető képességét, megakadályozva a hő elszökését a felszín alól. A tömeges LVG-k bevezetésével az óceánból elpárolgó, mikroműanyagokat is tartalmazó víz át fog haladni a készülék szűrőin, amelyek eltávolítják az összes szennyező anyagot. Ami a szűrőben marad, az újrahasznosításra és későbbi felhasználásra kerül. A szennyező anyagok eltávolítása helyreállítja az óceán azon képességét, hogy a földkéregből a hőt a légkörbe és onnan az űrbe juttassa. Emellett a légkör hővezető képessége is javulni fog, ami azt jelenti, hogy a hő jobban eloszlik az űrben, ahogy a légkör megtisztul a felesleges nedvességtől, metántól és CO₂-től.

Most a sűrűség csökkenését és a légkör felső rétegeinek süllyedését rögzítik. És a légkörből történő intenzív nedvességfelvételnél bekövetkezik a magasságának normalizálódása, és a felső rétegek sűrűbbé válnak. A légkörben lévő nedvesség mennyisége is stabilizálódni fog, ami csökkenti a szélsőséges csapadék és a szelek mennyiségét. Mindez a felszíni és felszín alatti vizek jelenlegi fogyasztásáról a légkörből ezen eszközök által kinyert víz felhasználására való teljes átállással lesz lehetséges mind háztartási, mind ipari szinten.

Fontolja meg, milyen lépések szükségesek a nedvesség és a hőcsere helyreállításához az óceán, a légkör és a földkéreg felszíne között.

Az első lépés a légköri vízgenerátorok (LVG)

használatára való teljes átállás az egész bolygón. Ez kiküszöbölné a felszíni és felszín alatti vízforrásokból történő vízkivétel szükségességét. A LVG-k képesek előállítani a szükséges vízmennyiséget mind ivóvíz, mind ipari célokra. Vízválságok esetén létfontosságúvá válnak, és biztosítják a vízellátás fenntarthatóságát, ami lehetővé teszi az ENSZ számos fenntartható fejlődési céljának teljes körű megvalósítását, mint például:

- **6. cél.** Biztosítani az elérhető és fenntartható vízgazdálkodást és közegészségügyhöz való hozzáférést mindenki számára.
- **9. cél.** Ellenálló infrastruktúrát kiépíteni, előmozdítani az átfogó és fenntartható iparosodást, valamint elősegíteni az innovációt.
- **13. cél.** Sürgősen fellépni az éghajlatváltozás és hatásai ellen.
- **14. cél.** Megőrizni és fenntarthatóan használni az óceánokat, a tengereket és a tengeri erőforrásokat a fenntartható fejlődés érdekében.
- **15. cél.** Védni, helyreállítani és előmozdítani a szárazföldi ökoszisztémák használatát, fenntarthatóan kezelni az erdőket, fellépni az elsivatagosodás ellen, megállítani és visszafordítani a talaj pusztulását, valamint megakadályozni a biodiverzitás csökkenését.
- **17. cél.** Megerősíteni a végrehajtás módjait és feléleszteni a globális partnerséget a fenntartható fejlődés érdekében.

A második fontos lépés lesz az üzemanyag-mentes energia generátorok (ÜMG) bevezetése, amelyek szükségesek ahhoz, hogy az LVG-k számára a megfelelő és megfizethető energiát biztosítsuk azok energiaigényessége miatt. A víztermelő üzemek nedvességét is

természetes forrásokból kell pótolni, amelyeket előzetesen meg kell tisztítani. Ehhez a nyílt víztározókat és gátakat is el kell távolítani. Éppen az UMG bevezetésével csökken a vízenergiától való függőség, és lehetővé válik a gátak megnyitása. A folyók visszatérnek természetes medrükbe, helyreállítva természetes folyásukat. Ezáltal megszűnik az állóvíz, és a folyók újra életre kelnek, lehetővé téve, hogy tiszta víz folyjon az óceánba. Így a kontinensek felől többé nem jut szennyezés az óceánba.

Ezek az intézkedések lehetővé teszik az ENSZ Közgyűlése által jóváhagyott következő fenntartható fejlődési célok egy részének megvalósítását is:

- **7. cél.** Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy.
- **8. cél.** Előmozdítani a hosszantartó, mindenkire kiterjedő és fenntartható gazdasági növekedést, a teljes és eredményes foglalkoztatást, valamint méltó munkát mindenki számára.
- **9. cél.** Ellenálló infrastruktúrát kiépíteni, előmozdítani az átfogó és fenntartható iparosodást, valamint elősegíteni az innovációt.
- **11. cél.** A városokat és a településeket befogadóvá, biztonságossá, ellenállóvá és fenntarthatóvá tenni.
- **13. cél.** Sürgősen fellépni az éghajlatváltozás és hatásai ellen.

A harmadik szakaszban az óceán, a légkör és a földkéreg felszíne közötti nedvesség- és hőcsere helyreállítása érdekében a csatorna-endszereket kell újjáépíteni. A vizet nem szabad nyílt víztestekbe bocsátani. A víznek a talajba kell kerülnie, ahol a talajrétegeken keresztül természetes tisztításon megy keresztül, mielőtt a víztárolókba jut.

A javasolt tudományos és gyakorlati

megközelítések új tudományos és technikai forradalmat hozhatnak. Céljuk a fenntartható vízellátás és a vízkészletek kiegyensúlyozott felhasználásának biztosítása. De ami a legfontosabb, csökkenthetik a bolygó éghajlati rendszerére gyakorolt negatív hatásokat. Ezek az intézkedések hatalmas lehetőséggel rendelkeznek az ökológiai helyzet komoly megváltoztatására, és bolygónk ellenállóbbá válhat az éghajlati kihívásokkal szemben

A légkörből történő vízkivétel becsült hatása a következőképpen értékelhető: Az éghajlat romlásával kapcsolatos problémák 70 %-a megoldható a légkörből történő vízkivonással. A problémák fennmaradó 30 %-át a szennyvízkezeléssel lehet megoldani, tehát ez a feladat is elsődleges fontosságú.

Ha a javasolt intézkedéseket végrehajtják, az előzetes becslések szerint 2-3 éven belül kézzelfogható eredmények lesznek láthatóak. A megvalósítást követő első évben a helyzet romolhat, de körülbelül 8-14 hónap elteltével az óceán és a légkör közötti hő- és nedvességcsere javulni kezd. Az első pozitív eredmények 2 év múlva várhatók. A természet kezd újraéledni, és a légköri jelenségek kiegyensúlyozottabbá válnak. 5-8 év múlva már jól látható lesz, hogy a vizek mennyire kezdenek el tisztulni. Ez helyreállítja az óceánnak a bolygó hűtésében való szerepét. Az árvizek és aszályok a múlté lesznek, a felesleges szelek és hőmérséklet-ingadozások pedig csökkennek. Az éghajlat várhatóan enyhébbé és kiszámíthatóbbá válik.

Azonban fontos felismerni, hogy ezek az intézkedések nem oldják meg a geodinamikai katasztrófák problémáját, mivel e változások oka nem a légkörben keresendő. A LVG széles körű megvalósítása csak akkor lesz képes enyhíteni az éghajlatváltozás hatásait és felgyorsítani a bolygó ökológiai helyreállítását, ha megvédjük a bolygót a külső űrhatásoktól.

KÖVETKEZTETÉSEK

A természeti katasztrófák gyakoriságának és intenzitásának növekedésével arányosan a gazdasági veszteségek is növekedni fognak. Rendkívül fontos a közelgő éghajlati katasztrófák potenciális kárainak kiszámítása, figyelembe véve az exponenciális progressziót, amely megfelel az egyre növekvő katasztrófák globális tendenciájának.

Így minél intenzívebbek és szélesebb körűek a szélsőséges éghajlati jelenségek, annál nagyobb a valószínűsége az árnövekedésnek, és annál kevésbé lesz stabil az egész világ gazdasága. Ez különösen fontos a geodinamikai és antropogén tényezők által okozott globális katasztrófák összefüggésében, amelyeket ebben a jelentésben már ismertettünk.

A probléma hatékony megoldásához a tudósok nemzetközi együttműködésére van szükség, akik

egyesíthetik erőfeszítéseiket és erőforrásaikat az átfogó intézkedések kidolgozása és meghozatala érdekében. Napjainkban a kortárs tudomány megosztott és széttagolt, szűkre szabott tudományterületekre és tudományágakra, amelyek nem működnek szorosan együtt. A globális széttagoltság ilyen körülményei között természetesen lehetetlen átfogóan elemezni és teljes mértékben megvizsgálni a jelenlegi bolygó fenyegetettségét. Ha megteremtődnek a nyílt együttműködés feltételei, a tudósoknak nem kell a nulláról kezdeniük, hiszen ezen a területen már léteznek valós fejlesztések és az ok-okozati összefüggések megértése.

Most azonnal cselekedni kell, és bölcsen kell felhasználni a hátralévő időt.

1. melléklet

A földrengés-adatbázisok összevonásának módszere

A földrengési adatokat több adatbázisból gyűjtöttük össze, mint például a Nemzetközi Szeizmológiai Központ (ISC)⁷⁸, az Egyesült Államok Geológiai Szolgálat (USGS)⁷⁹, az Integrált Szeizmológiai Kutatóintézetek (IRIS)⁸⁰, az Európai-Mediterrán Szeizmológiai Központ (EMSC)⁸¹ és a Volcano Discovery (VD)⁸² földrengés-összesítési forrásból. A földrengéshelyzet minél teljesebb áttekintése érdekében létrehozunk egy olyan adatbázist, amely összevonja az összes említett forrásból származó eseményeket. Természetesen, néhány esemény több adatbázisban is jelen van, ezért az ilyen azonos eseményeket szeretnénk felderíteni, és az összevonás során csoportosítani. Minden egyes szeizmológiai ügynökség azonban saját algoritmusai és sajátos szeizmográf-készletei segítségével értékeli a földrengés paramétereit, például a hipocentrumot, a földrengés időpontját és a földrengés erősségét. Ezért az események szigorú és pontos összehasonlítása csak az idő, a hipocentrum és a magnitúdó paramétereinek felhasználásával lehetetlen. A két adatbázis közötti események homályos megfeleltetési módszerét alkalmazzuk a következő algoritmus segítségével.

Az első D1 adatbázisban szereplő A eseményt a második, D2 adatbázisban szereplő B eseménnyel való lehetséges kapcsolatnak tekintjük, ha az epicentrumok távolsága ($D_{diff}(A,B)$) kisebb vagy egyenlő 300 km-nél, az esemény idejének különbsége ($T_{diff}(A,B)$) kisebb mint 90 másodperc, és a becsült magnitúdó különbsége ($M_{diff}(A,B)$) kisebb vagy

egyenlő 1-el. A földrengések magnitúdójának többféle típusa létezik, például az ISC katalógusban több magnitúdóbecslés szerepel egyazon eseményre. Ezért az $M_{diff}(A,B)$ a következő algoritmussal meghatározott legkisebb nagyságkülönbség $\min(\text{abs}(M_a - M_b))$, ahol M_a az A esemény magnitúdója és M_b a B esemény magnitúdója:

Ha A-nak és B-nek M_w típusú magnitúdója van, akkor az M_w típusok közül M_a és M_b kerül kiválasztásra;

Ellenkező esetben, ha A és B M_s típusú magnitúdójú, akkor M_a és M_b az M_s típusok közül kerül kiválasztásra;

Ellenkező esetben, ha A és B m_b típusú magnitúdójú, akkor M_a és M_b az m_b típusok közül kerül kiválasztásra;

Ellenkező esetben, ha A és B M_L típusú magnitúdójú, akkor M_a és M_b az M_L típusok közül kerül kiválasztásra;

minden más esetben: A-ból és B-ből tetszőleges nagyságrendet választunk a feltétel teljesítésére: $\text{abs}(M_a - M_b)$ minimális.

Két kapcsolódó A és B esemény esetében a kapcsolat értékét a következőképpen határozzuk meg:

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

ahol $T_{diff}(A,B)$ másodpercben, $D_{diff}(A,B)$ kilométerben, $M_{diff}(A,B)$ pedig magnitúdókban van mérve. Két teljesen azonos A és B esemény esetén $V(A,B)$ értéke 36. Két A és B esemény esetén a lehetséges rokonság határán $V(A,B)$ értéke 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>

A D1 és D2 adatbázisok eseményei közötti egyezés megtalálásához szükséges, hogy az egyik adatbázisból származó események legfeljebb egy eseménynek feleljenek meg a másik adatbázisból, és hogy a kiválasztott párokra vonatkozó összes események $V(A,B)$ értékek összege maximális legyen.

Technikailag definiálhatunk egy G gráfot a D1 és D2 események által alkotott csúcsok halmazával, valamint az esetlegesen összefüggő eseménypárok által alkotott élek halmazával. Az A és B csúcsok közötti él értéke $V(A,B)$. A fent megfogalmazott optimalizálási probléma a maximális súly-illesztés a kétrészes gráfokban, és szabványos algoritmusokkal megoldható.⁸³

Az algoritmusból a D1 és D2 események közötti maximális súlyegyeztetést kapjuk, és az illesztett eseményeket azonosnak tekintjük. Így az összevont D_m adatbázis a D1 eseményeiből és a D2 nem egyező eseményekből jön létre. Ha egy esemény a D1-ben egy D2-beli eseményhez illeszkedik, a D2-ben lévő illesztett esemény nagyságrendi becslése hozzáadódik a D_m -ben lévő illesztett esemény nagyságrendi becsléséhez.

Az ISC adatbázisból kiindulva, majd az USGS, IRIS, EMSC és Volcano Discovery (VD) adatbázisait szekvenciálisan összevonva hozzá, megkaptuk a végleges egyesített adatbázist (Merged).

A különböző adatbázisokban lévő földrengések számát összehasonlító grafikonok ábrázolásához általában az adatokat egy bizonyos nagyságrendre kell korlátoznunk. Annak érdekében, hogy elkerüljük a földrengések számában az adatbázisok eltérő nagyságrendű becsléseiből adódó különbségeket, az egyesített adatbázist használjuk egy adott magnitúdó-tartományba eső események kiválasztására és a grafikonok ábrázolására (mivel az egyesített adatbázis több magnitúdó-becslést is tartalmazhat egy eseményre, nem nyilvánvaló, hogy a kiválasztáshoz felhasználandó becslés). Két különböző megközelítést alkalmazunk:

1. Az első módszer az, hogy egy eseményt felvesszük a kiválasztott események közé, ha az eseményre vonatkozó bármely becslött magnitúdó a kívánt magnitúdótartományba esik.
2. A második, összetettebb módszer egy preferált magnitúdóbecslés kiválasztása, és az esemény felvétele a kiválasztásba, ha a preferált becslés a kívánt magnitúdótartományba esik. A preferált magnitúdóbecslést úgy választjuk ki, hogy a becslések között a következő magnitúdótípusokat keressük (a preferencia sorrendjében): Mw, ML, MS, mb, MVD (ez a Volcano Discovery adatbázisból származó magnitúdóbecslés, mivel a magnitúdó típusa nem áll rendelkezésre ebben az adatbázisban), MD és MV. Ha egy adott típusú magnitúdóbecslést találunk egy eseményhez, akkor a kiválasztott típusú összes magnitúdóbecslést használjuk az adott eseményhez. Ezután kiszámítjuk a mediánt, és kiválasztjuk a medián értékkel rendelkező becslést. Ha a fenti típusok egyikéből sincs becslés (ami ritka, a teljes adatbázisban az összes eseménynek csak néhány százaléka), akkor az adott esemény összes nagyságára kiszámított mediánértékkel egyező bármelyik nagyságérték-típus kiválasztásra kerül.

A kapott eseményszámok közötti különbség az első és a második módszer alkalmazásakor az adott nagyságrendű események kiválasztásakor jelentéktelen, általában nem több, mint néhány százalék.

Az egyes adatbázisokban az egy évre jutó földrengések számának grafikonjához (7. és 9. ábra) az egyesített adatbázisból az események kiválasztásának első módszerét alkalmaztuk. A különböző adatbázisokban előforduló egyedi szeizmikus események számának grafikonjaihoz (10. ábra) a második módszert használtuk, amely a földrengések kiválasztását egy meghatározott nagyságrendű tartományon belül végezte.

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

References

- 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 vzaimodejstvija. [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 Uralseys 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>
- 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>
- 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 poteplenija [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 lacono, 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 Vadakkepuliambatta. (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.