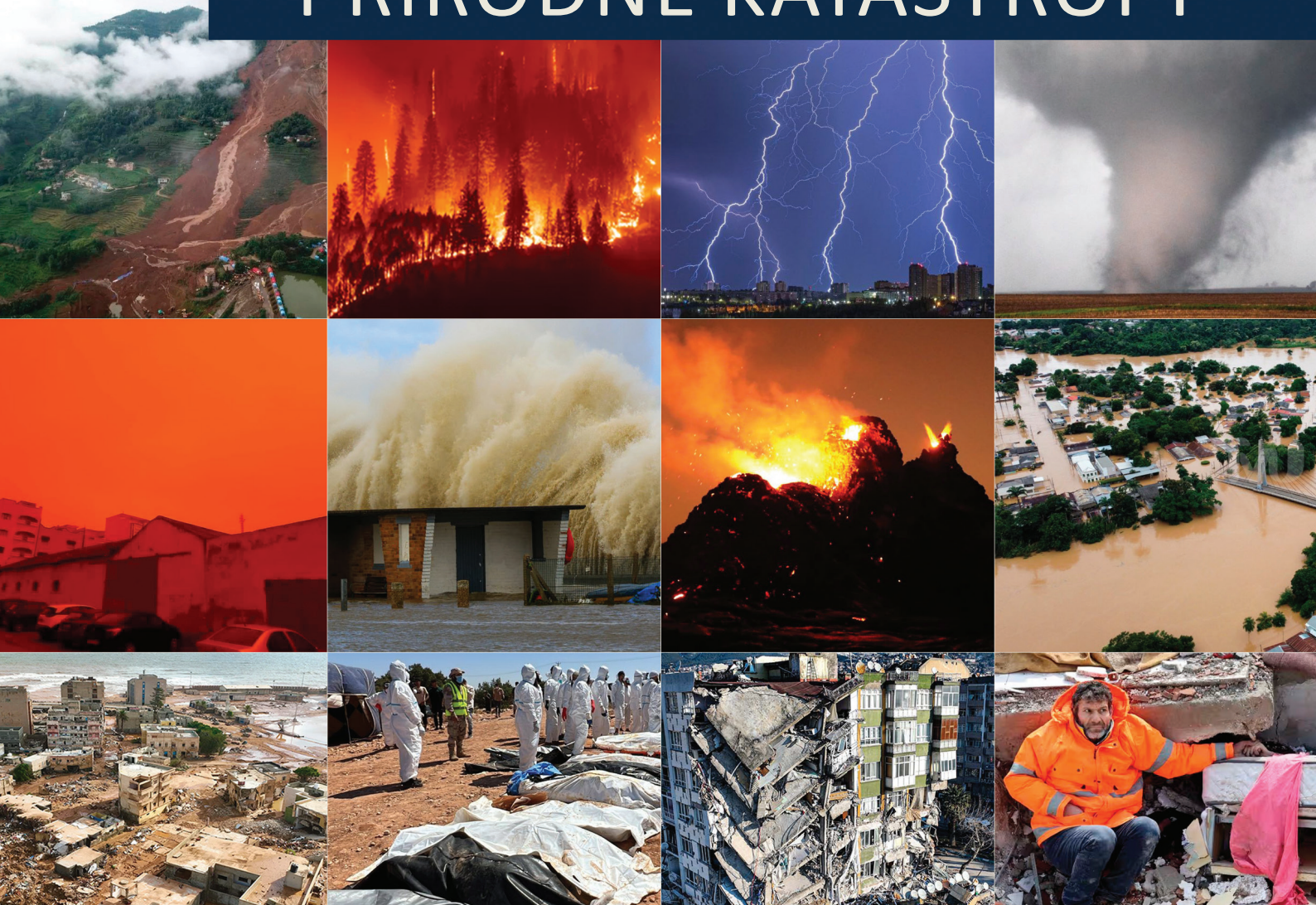


Správa

KLIMATICKÉ ZMENY

A ICH VPLYV NA

PRÍRODNÉ KATASTROFY



Klimatické zmeny a ich vplyv na prírodné katastrofy

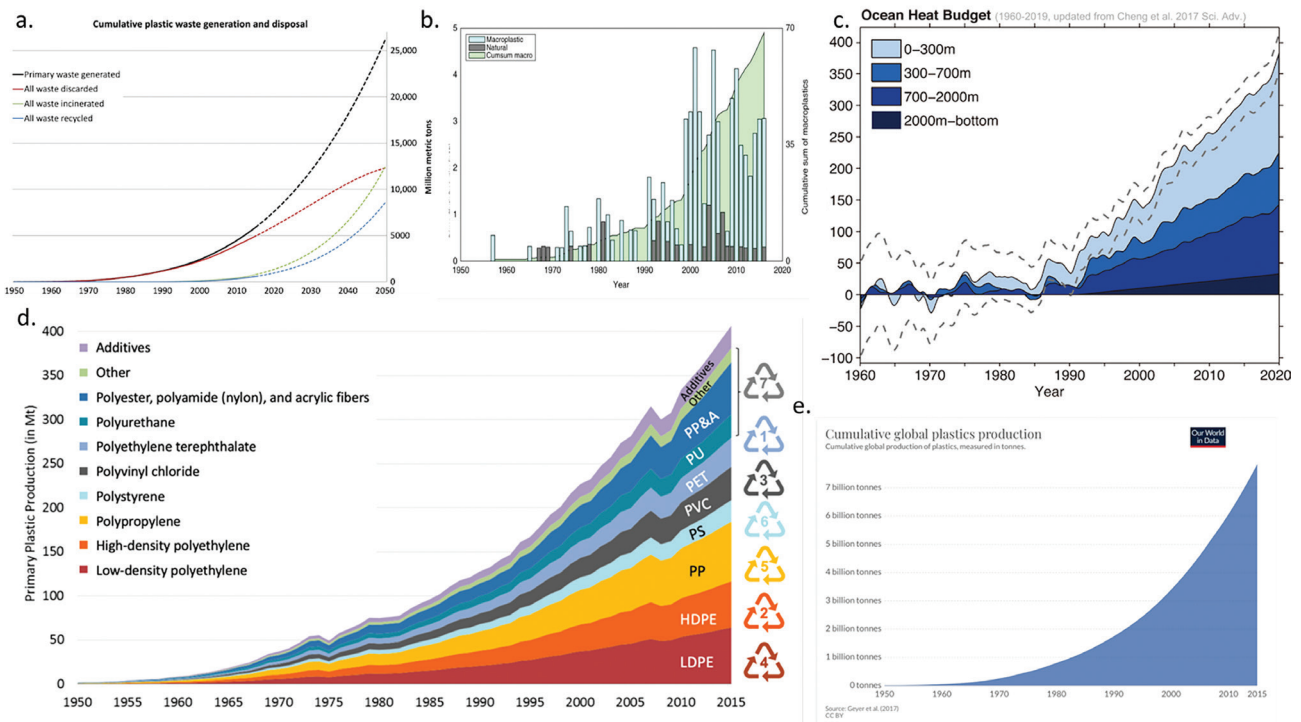
Správa

V posledných 30 rokoch prebieha bezprecedentný synchronný rast klimatických zmien, intenzity anomálií a extrémnych javov vo všetkých vrstvách Zeme a zmien jej geofyzikálnych parametrov. Progresa klimatických a geodynamických zmien má tendenciu exponenciálneho rastu. Pri komplexnej analýze otvorených vedeckých údajov bolo odhalené, že v týchto klimatických zmenách hrajú významnú úlohu antropogénne faktory, aj procesy astronomickej cyklickosti ovplyvňujúce celú Slnčnú sústavu. Prítomnosť vplyvu vonkajšej astronomickej cyklickosti potvrdzuje vedecký fakt, že synchronne so Zemou boli na iných planétach Slnčnej sústavy a ich satelitoch zaznamenané prejavy podobných klimatických, geodynamických a magnetických anomálií.

1. Antropogénne faktory zmeny klímy

My ľudia dnes na Zemi čelíme jednej z najväčších ekologických hrozieb – zvyšovaniu koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére, čo sa negatívne prejavuje na zmene klímy. Jedným z hlavných činiteľov antropogénneho vplyvu je oxid uhličitý (CO_2), ktorého koncentrácia v zemskej atmosfére dosiahla rekordné hodnoty. Neustále zvyšovanie jeho koncentrácie v atmosfére je pozorované od polovice 19. storočia. Podľa najnovších údajov hladina CO_2 v roku 2022 jedenapokrát prevýšila predindustriálnu úroveň¹ a od roku 2015 už tvorí

viac ako 0,04 % celej atmosféry. Antropogénna činnosť nevedie len k zvyšovaniu atmosférickej koncentrácie oxidu uhličitého, ale aj skleníkového plynu metánu (CH_4). Topenie ľadovcov a večne zamrzutej pôdy tento efekt zosilňujú, keďže ešte viac zvyšujú koncentráciu metánu v atmosfére. To je obzvlášť nebezpečné, pretože vplyv do atmosféry priamo uvoľneného metánu je podľa Programu OSN pre životné prostredie UNEP viac ako 80-krát silnejší ako u CO_2 ².



Obr. 1

Graf zmeny teploty oceánov v rokoch 1960–2019 a jeho porovnanie s grafmi rastu produkcie syntetických polymérov, ich využitia v rôznych odvetviach hospodárstva a likvidácie plastového odpadu v oceáne (z rôznych zdrojov).

a) Celkové množstvo vyprodukovaného a zneškodneného plastového odpadu

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

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

b) Celkové množstvá mikroplastov v oceáne a ročné údaje

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>

¹ Carbon dioxide is now more than 50% higher than pre-industrial levels. <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels> (dátum prístupu 01.05.2024)

² Správy OSN (október 2021). Под эгидой ЮНЕП открыта Обсерватория по сбору данных о выбросах метана. Prevzaté z <https://news.un.org/ru/story/2021/10/1412872> (dátum prístupu 01.05.2024)

c) Zmena teploty svetového oceánu v rokoch 1960–2019

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

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

d) Celosvetová výroba primárneho plastu podľa typu

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

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

e) Celkové množstvo plastov vyrobených od roku 1950

Zdroj údajov: Plastic Marine Pollution Global Dataset

Oceán má kľúčový význam pre termoreguláciu planéty a v minulosti slúžil ako hlavný mechanizmus regulácie tepelnej rovnováhy Zeme, keď odvádzal prebytočné teplo z útrobov planéty do atmosféry a do vesmíru. V dôsledku ľudskej činnosti však bola tepelná vodivosť oceánu závažne narušená. Súvisí to so zvýšením úrovne znečistenia jeho vôd ropnými produktmi a syntetickými polymérmi. Svetový oceán ešte nikdy nebol tak silno znečistený. Každoročne sa v dôsledku ťažby, prepravy a havárií dostáva do oceánu až 30 miliónov ton ropy³. A celková plocha „plastových ostrovov“ odpadu na povrchu oceánu sa prakticky rovná územiu Spojených štátov a Austrálie dohromady. Ale to je len 1 % všetkého znečistenia. 99 % plastu sa nachádza vo vodách samotného oceánu⁴.

V dôsledku znečistenia začal oceán menej efektívne odvádzajú teplo od litosférických platní a tiež začal uvoľňovať viac CO₂ do atmosféry. Teda aj doplnkové uvoľňovanie CO₂ samotným oceánom je takisto zapríčinené antropogénnym faktorom – jeho znečistením mikroplastmi, ktoré sa v oceáne ďalej rozpadajú v dôsledku jeho zahrievania a okysľovania. Aj keby dnes ľudstvo zastavilo všetku priemyselnú výrobu a prestalo existovať, ohrievanie oceánu a následná geodynamická deštrukcia planéty sa nezastaví. Svojím konaním sme spustili globálny

proces, ktorý bude v budúcnosti našu planétu naďalej ovplyvňovať.

V súčasnosti je pozorovaný extrémny rast povrchových teplôt oceánov (obr. 2). Rastúce teploty oceánov podnecujú intenzívne vyparovanie (obr. 3) a prenos tepla do atmosféry (obr. 4), čo vedie k tvorbe anomálnych zrážok. To zvyšuje počet extrémnych záplav, zatiaľ čo iné regióny sú zasiahnuté suchom v dôsledku zadržovania vlhkosti vo vzduchu. Čím vyššia je teplota vzduchu, tým viac vlhkosti dokáže zadržať. Zvýšené teploty a suchá vysušujú vegetáciu, čím sa stáva náchylnejšou k vzplanutiu. To zvyšuje riziko lesných požiarov vrátane tých, ktoré sú živé vysoko horľavým metánom unikajúcim z útrobov pozdĺž zlomov⁵. Teplý a vlhký vzduch tiež zosilňuje tropické cyklóny a zvyšuje ich ničivú silu.

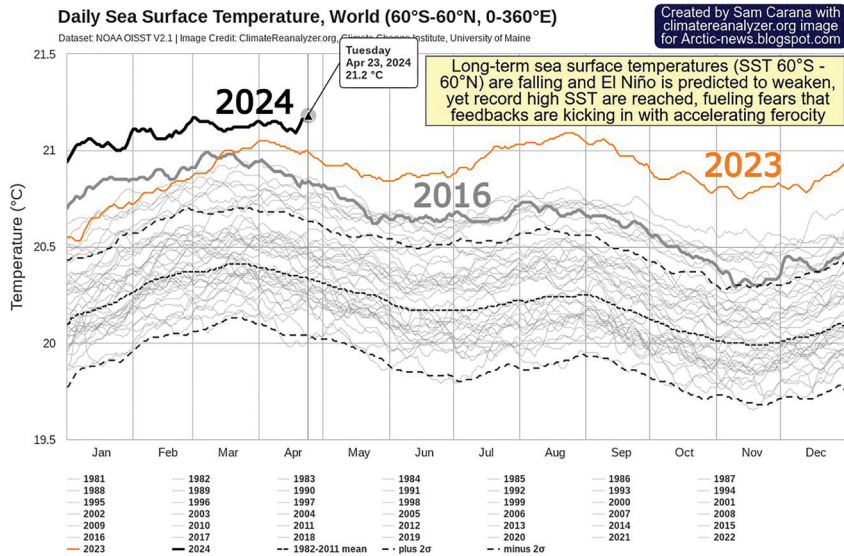
Tieto procesy sú vzájomne prepojené a navzájom sa posilňujú, výsledkom čoho je zvýšenie frekvencie a intenzity extrémnych poveternostných javov na celom svete.

³Алексеев Г.В., Боровков М.И., Титова Н.Е. Современные средства для очистки воды от масло-жировых эмульсий и нефтепродуктов // Colloquium-journal. № 7(18), 2018. — с. 4-6

⁴Lebreton, 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>

⁵Люшвин П.В. Природные равнинные пожары и как их минимизировать. Доклад на XXVI заседании Всероссийского междисциплинарного семинара-конференции геологического и географического факультетов МГУ «Система Планета Земля» 30 января — 2 февраля 2018 г. — 2 // 2018. <https://regnum.ru/article/2395754>

Anomálne zohrievanie povrchu oceánov



Obr. 2

Najvyššia zaznamenaná teplota oceánu za celú históriu pozorovaní, priemerná denná teplota povrchu oceánu, 1981–2024.

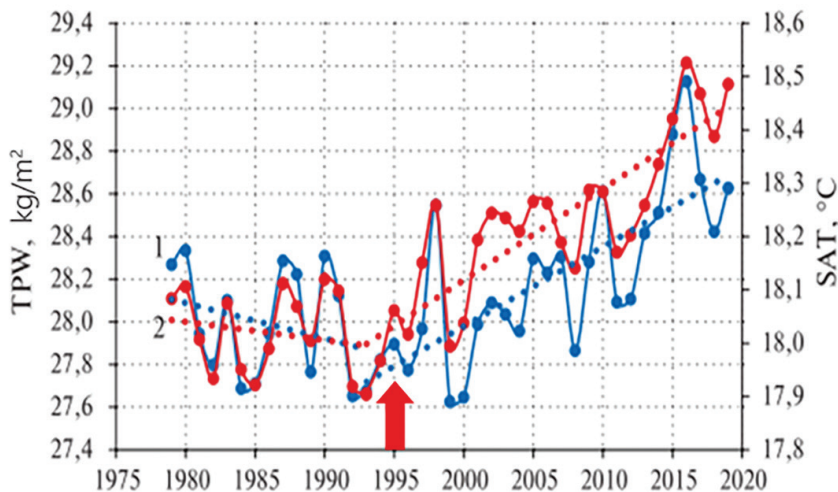
Zdroj údajov: Dataset NOAA OISST V2.1

Zdroj obrázkov: [ClimateReanalyzer.org](https://climate.reanalyzer.org), Climate Change Institute, University of Maine, Dataset. NOAA OISS

Graf ukazuje extrémnu anomálnosť trendu zohrievania oceánov podľa mesiacov v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi (oranžová krivka –

rok 2023). Rok 2024 už prekračuje všetky rekordy roku 2023.

Anomálne narastanie vlhkosti a teplôt nad oceánom



Obr. 3

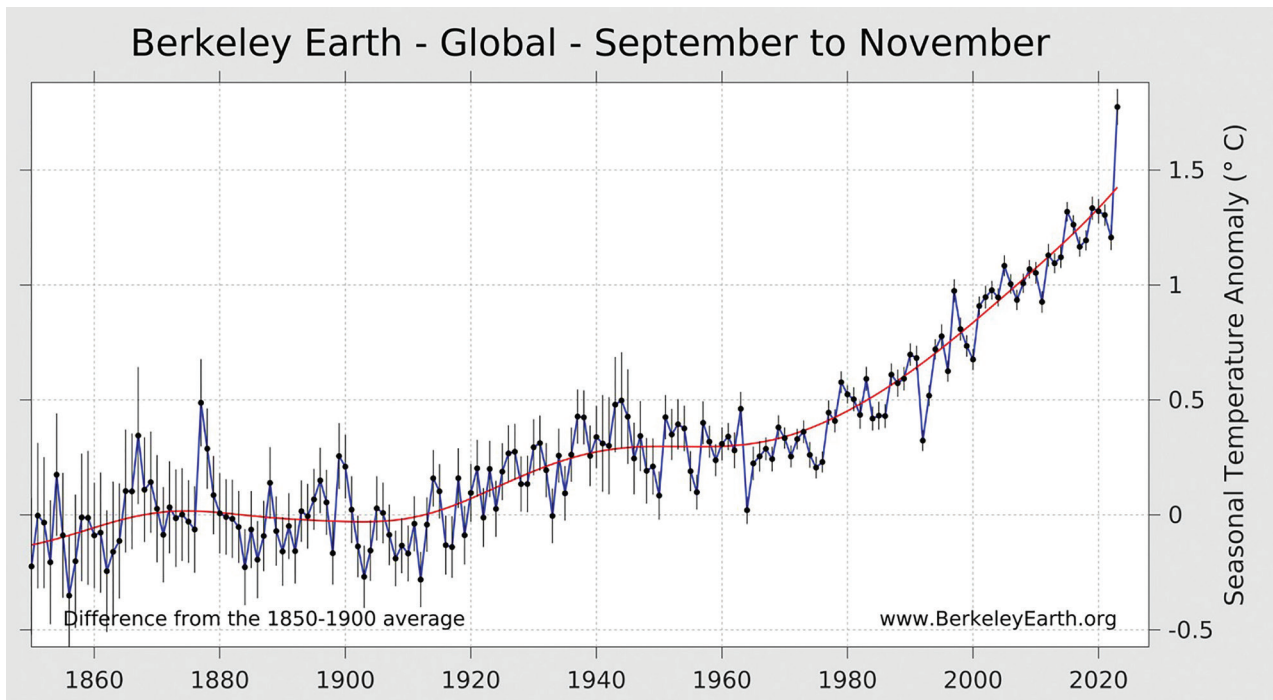
Medziročné kolísanie ročných hodnôt obsahu atmosférickej vlhkosti (1) (kg/m^2) a teploty vzduchu (2) ($^{\circ}\text{C}$) nad svetovým oceánom v rokoch 1979–2019.

Zdroj: Малинин В. Н., Вайновский П. А. Тренды компонент влагообмена в системе океан–атмосфера в условиях глобального потепления, по данным архива Reanalysis-2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 18. – 2021, №3. – С. 9–25. http://d33.infospace.ru/jr_d33/2021v18n3/9-25.pdf

Graf ilustruje rast vyparovania oceánov a synchronný rast teplôt nad oceánom od roku 1995. V tom istom roku sa začali významné zmeny v útrobach Zeme – prudký posun severného magnetického pólu, prudké premiestnenie rotačnej osi planéty, rast počtu zemetrasení na dne oceánu a rast zemetrasení

s hlbokým ohniskom. Zvýšenie vlhkosti vedie k zvýšeniu počtu a závažnosti záplav, tajfúnov a anomálnych atmosférických javov.

Anomálny exponenciálny rast atmosférických teplôt



Obr. 4

Od septembra do novembra 2023 bolo otepľovanie Zeme výnimočné. Bola to najväčšia teplotná anomália v týchto mesiacoch, aká bola kedy pozorovaná, a najväčšia odchýlka od dlhodobého trendu za posledných najmenej 100 rokov.

Zdroj: <https://berkeleearth.org/november-2023-temperature-update/>

V roku 2023 sa teplotné extrémny ešte viac zvýraznili, čo výstižne dokazuje amplitúda zmien priemernej teploty od septembra do novembra. V tomto období boli na 32 % povrchu súše najvyššie teploty za celú sledovanú históriu.

Anomálne zvýšenie teploty atmosféry a oceánov naznačuje bezprecedentný pokles schopnosti oceánov absorbovať teplo z útrob, čo je kriticky nutné počas etapy geodynamického aktivity planéty, prebiehajúcej v období

cyklických astronomických procesov. Pozrime sa na faktory geodynamického aktivity a zmeny geofyzikálnych parametrov Zeme.

2. Faktory geodynamickéj aktivácie a zmeny geofyzikálnych parametrov Zeme

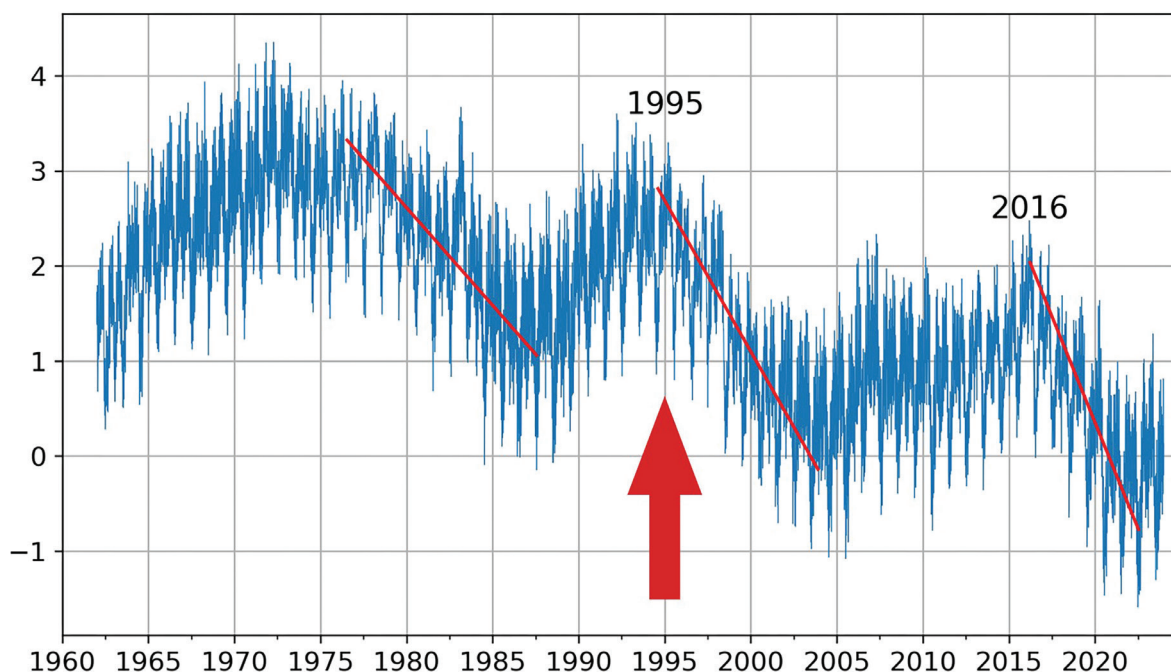
2.1 Zmena geofyzikálnych parametrov planéty. Anomálne zrýchlenie rotácie Zeme od roku 1995 a prudký posun a zrýchlenie driftu osi rotácie planéty v roku 1995

Pred rokom 1995 vedci pozorovali spomaľovanie rotácie planéty, ale od roku 1995 došlo k prudkému skokovitému zrýchleniu rotácie planéty, zaznamenanému podľa údajov Centra orientácie Zeme parížskeho observatória (obr. 5).

Červené priamky na obrázku označujú trendové čiary, ktoré ukazujú, ako rýchlo sa skracujú dni. Napríklad čiara vľavo je plochejšia, zatiaľ čo čiara vpravo, akceleračná čiara od roku 2016, je už takmer vertikálna – čiže dni

sa skracujú mnohonásobne rýchlejšie, a teda planéta rotuje rýchlejšie.

V roku 1995 došlo aj k anomálnym zmenám rotačnej osi Zeme – tá náhle zmenila smer svojho driftu a rýchlosť jej pohybu sa zvýšila 17-krát. Výskumníci zistili, že bod obratu polárneho driftu nastal v októbri 1995⁶ (obr. 6).



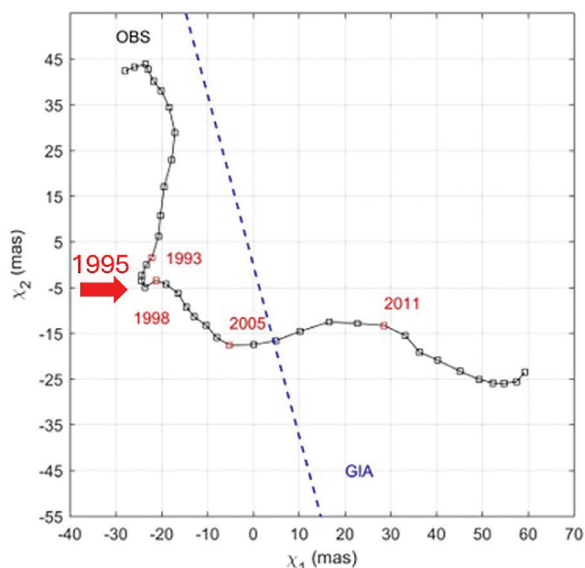
Obr. 5

Odchýlka dĺžky dňa v milisekundách za obdobie od roku 1962 do roku 2023.

Zdroj údajov: IERS Earth Orientation Center of the Paris Observatory. Dĺžka dňa – parametre orientácie Zeme:

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

⁶Deng, 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>



Obr. 6

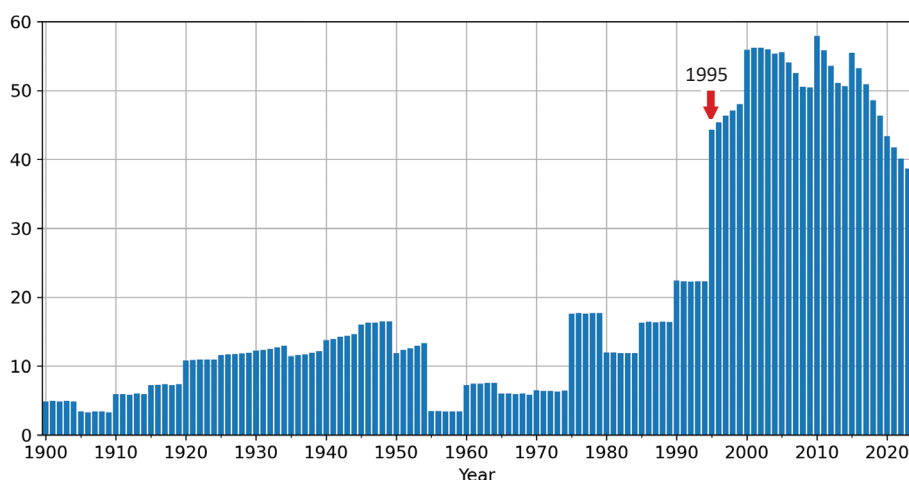
Dlhodobá trajektória pozorovanej stimulácie po odstránení ročných a chandlerovských periód metódou kĺzavých priemerov (čierna krivka so štvorcami) a smer polárneho driftu v dôsledku izostatickej úpravy ľadovcov GIA (modrá prerušovaná čiara). Veľkosť podmnožiny kĺzavého priemeru je stanovená na 84 mesiacov, čo je najnižší spoločný násobok 12 mesiacov (ročný cyklus) a 14 mesiacov (Chandlerova perióda) podľa výskumu Liu a kol. (2017).

2.2 Zmeny geomagnetických parametrov zemského jadra. Dramatické zrýchlenie driftu severného magnetického pólu v roku 1995. Zníženie intenzity magnetického poľa, nárast veľkosti magnetických anomálií

V roku 1995 severný magnetický pól, ktorý sa predtým pohyboval rýchlosťou 10 km/rok, náhle zvýšil svoju rýchlosť na 55 km/rok a zmenil svoju trajektóriu smerom k Sibíri a polostrovu Tajmýr⁷ (obr. 7). Takýto reaktívny pohyb magnetického pólu nebol zaznamenaný za posledných 10 000 rokov⁸.

Za posledných 50 rokov prudko oslabilo⁹ aj magnetické pole Zeme. Od 90. rokov minulého

storočia sa intenzita magnetického poľa znížila o 10–15 % a v posledných rokoch sa tento proces výrazne zrýchlil. Ide o najväčšie oslabenie magnetického poľa za posledných 12 000-13 000 rokov. Oslabovanie magnetického poľa prebieha nerovnomerne. V niektorých oblastiach, ako je Juhoatlantická magnetická anomália, magnetické pole oslabilo o 30 %.



Obr. 7

Rýchlosť pohybu severného magnetického pólu (km/rok)

Zdroj: Údaje o polohe magnetického severného pólu NOAA: <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/data/poles/NP.xy>

⁷ Дьяченко А.И. Магнитные полюса Земли. // М.: МЦНМО, 2003. 48 с.

⁸ Андросова Н.К., Баранова Т.И., Семькина Д.В. Геологическое прошлое и настоящее магнитных полюсов земли. // Науки о Земле / Colloquium-journal, № 5 (57), 2020.

DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388

⁹ Тарасов Л.В. Земной магнетизм: Учебное пособие // Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012. — 184 с.

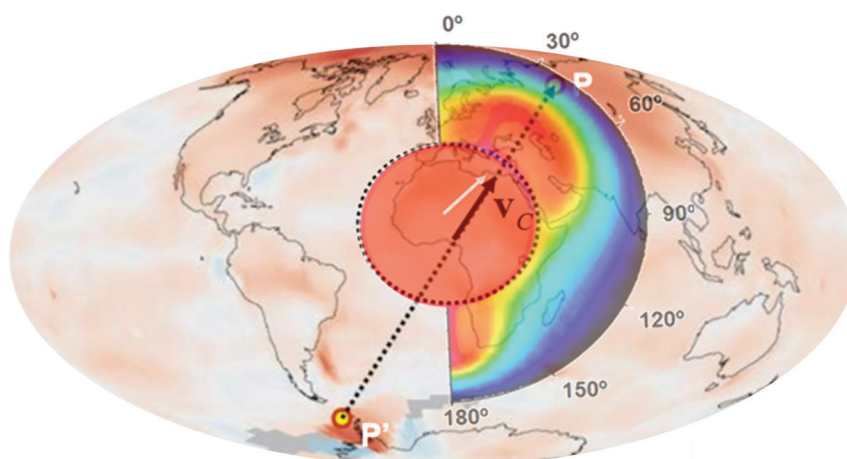
2.3 Jadro. V rokoch 1997-1998 došlo k skokovému posunu jadra pozdĺž línie od západnej Antarktídy k západnej Sibíri, k polostrovu Tajmýr

V rokoch 1997-1998 vedci pomocou satelitných údajov z pozorovania ťažiska Zeme zaznamenali bezprecedentný jav – skok vnútorného jadra Zeme¹⁰. V dôsledku tejto udalosti sa jadro planéty posunulo na sever, pozdĺž línie od západnej Antarktídy k západnej Sibíri, k polostrovu Tajmýr v Ruskej federácii (obr. 8).

Súčasne s tým štyri rôzne vedecké tímy nezávisle od seba zaznamenali anomálne zmeny rôznych geofyzikálnych parametrov Zeme. Podľa satelitných údajov tím autorov z Moskovskej štátnej univerzity a Ústavu fyziky

Zeme Ruskej akadémie vied zaznamenal skok ťažiska Zeme v roku 1998¹¹ (obr. 9).

V tom istom období zaznamenala Medzinárodná služba rotácie Zeme (IERS) prudké zrýchlenie rotácie planéty. Na stanici Medicina v Taliansku vedci zase zaznamenali skokovitú zmenu gravitácie¹². A zároveň bola pozorovaná náhla zmena tvaru Zeme¹³ zameraná pomocou laserového diaľkového merania z amerických satelitov.



Obr. 8

Skok jadra v rokoch 1997-1998 a tepelné vlny v magme spôsobené posunom jadra. J. V. Barkin. Mapa znázorňuje vektor posunutia vnútorného jadra pozdĺž línie od západnej Antarktídy k západnej Sibíri, k polostrovu Tajmýr. Diagram je zakreslený na mape atmosférických tepelných anomálií.

Zdroj: Геофизические следствия относительных смещений и колебаний ядра и мантии Земли. Презентация Ю.В. Баркина, Москва, ИФЗ, ОМТС. 16 сентября 2014 года.

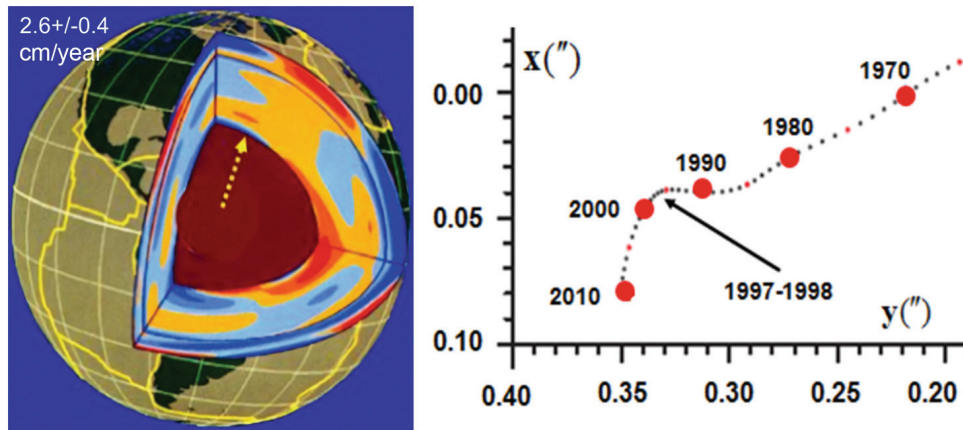
¹⁰ Баркин Ю.В. Синхронные скачки активности природных планетарных процессов в 1997-1998 гг. и их единый механизм. // Геология морей и океанов: Материалы XIX Международной научной конференции по морской геологии. — ГЕОС Москва, том 5, с. 28-32, 2011

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

¹¹ Зотов Л.В., Баркин Ю.В., Любушин А.А. Движение геоцентра и его геодинамика. Тр. конф. «Космическая геодинамика и моделирование глобальных геодинамических процессов».

¹² 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)

¹³ 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>



Obr. 9

Vnútna stavba Zeme, smer dlhodobého driftu ťažiska Zeme a trajektória jeho pólu na zemskom povrchu v rokoch 1990–2010 s otočením takmer o 90° v rokoch 1997–1998 v smere polostrova Tajmýr.

Zdroj: Смольков // Гелиогеофизические исследования. Выпуск 25, 14 – 29, 2020. <http://vestnik.geospace.ru/index.php?id=569> (dátum prístupu: 01.02.2024). Zdroj grafiky: Баркин Ю.В., Клиге Р.К., 2012

Podľa doktora fyzikálnych a matematických vied profesora J. V. Barkina, doktora technických vied, profesora G. J. Smolkova¹⁴, doktora geografických vied, profesora M. L. Arušanova¹⁵, akademika Ruskej akadémie vied, zaslúžilého profesora Lomonosovovej Moskovskej štát-

nej univerzity, doktora geologických a mineralogických vied V. E. Chaina¹⁶ a mnohých iných vedcov, skok jadra zapríčinil zmeny vo všetkých obaloch Zeme.

2.4 Plášť. Pribúdanie zemetrasení s hlbokým ohniskom

Zemetrasenia s hlbokým ohniskom sú seizmické udalosti, ktoré sa vyskytujú v hĺbkach presahujúcich 300 km a zasahujúcich v niektorých prípadoch až 750 km pod zemský povrch. Vznikajú v podmienkach vysokého tlaku a teploty, kde sa materiál plášte deformuje plasticky a nie lámavo, a preto by nemal generovať zemetrasenia.

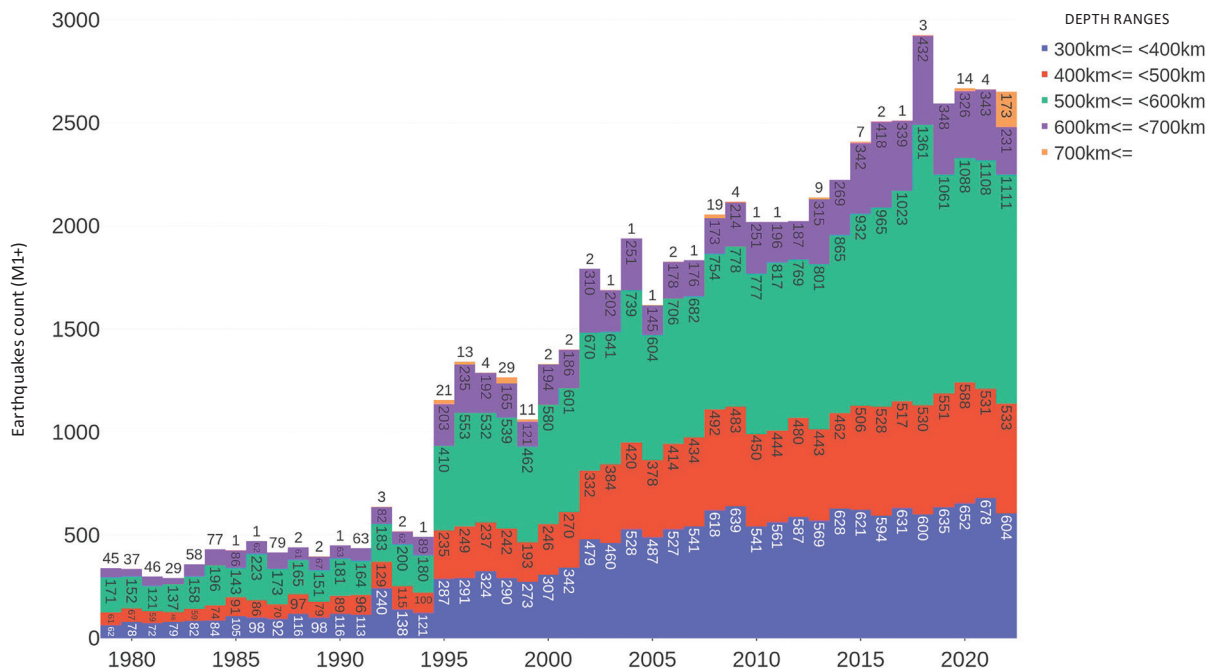
Trend pribúdania zemetrasení s hlbokým ohniskom vykazuje exponenciálny rast počtu udalostí v hĺbkach vyše 300 km vo vrchnom plášti Zeme (obr. 10). V roku 1995 bol spozorovaný významný skok, podobne ako pri iných geodynamických anomáliách.

¹⁴ Скачкообразные изменения трендов геодинамических и геофизических явлений в 1997-1998 гг. Авторы: Баркин Ю.В., Смольков Г.Я. Всероссийская конференция по солнечно-земной физике, посвящённая 100-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН В.Е. Степанова (16–21 сентября 2013, г. Иркутск), г. Иркутск, 2013.

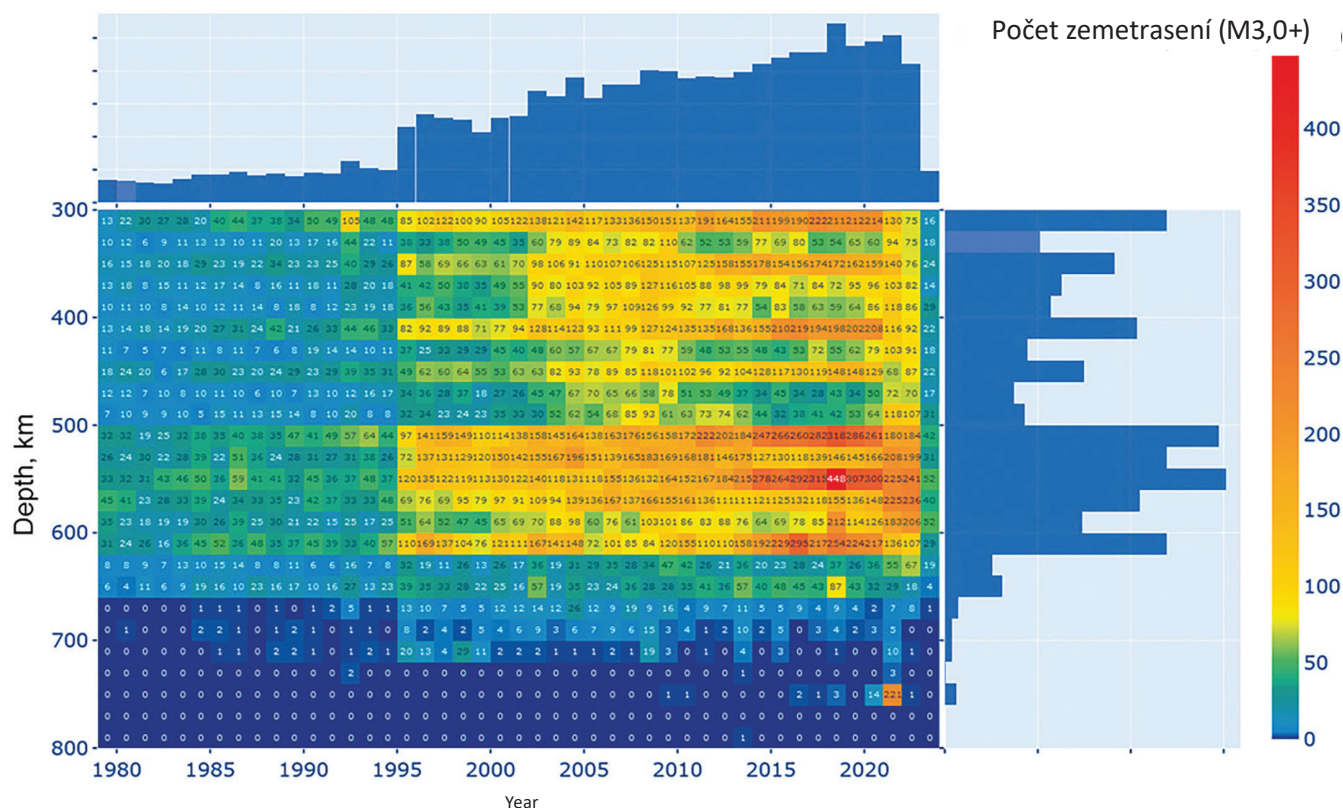
¹⁵ Арушанов М.Л. Причины изменения климата Земли как результат космического воздействия, развеивающие миф об антропогенном глобальном потеплении. Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft, 53, сс. 4–14. 2013. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

¹⁶ КОММЮНИКЕ и первый доклад IC GCGE GEOCHANGE «Глобальные изменения окружающей среды: угроза для развития цивилизации». Том 1. Лондон, 2010, ISSN 2218-579.

Anomálny rast počtu zemetrasení s hlbokým ohniskom



Anomálny rast počtu zemetrasení s hlbokým ohniskom



Obr. 11

Schéma počtu zemetrasení s hlbokým ohniskom podľa rokov a hĺbky s magnitúdou 3 a vyššou. Databáza ISC.

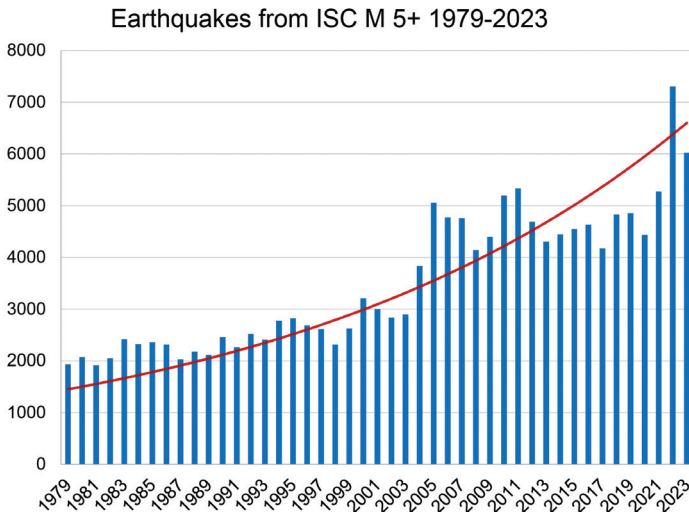
2.5. Litosféra. Rast seizmickej aktivity od roku 1995, výskyt zemetrasení na územiach, kde nikdy predtým neboli zaznamenané

Od roku 1995 dochádza na Zemi k anomálnemu rastu seizmickej aktivity (obr. 12) – zvyšuje sa magnitúda, počet a energia zemetrasení, zemetrasenia sa objavujú na územiach, kde ešte nikdy neboli zaznamenané. Tento trend je viditeľný na kontinentoch, ako aj na dne oceánov¹⁸ (obr. 13).

Rast zemetrasení s magnitúdou 5,0 a vyššou zobrazuje graf počtu seizmických udalostí podľa Medzinárodného seizmologického

centra (International Seismological Centre, ISC). Magnitúda 5,0 je pritom už od roku 1972 reprezentatívna pre celý svet, takže nárast počtu zemetrasení tejto magnitúdy nemožno vysvetliť zvýšením počtu senzorov.

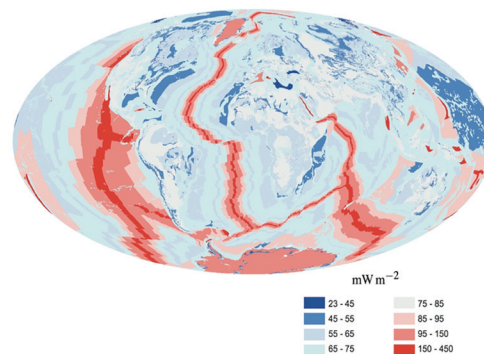
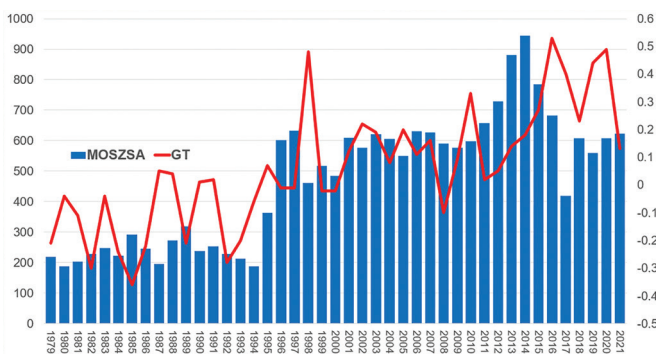
¹⁸Viterito, A. (2022). 1995: An important inflection point in recent geophysical history. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>



Obr. 12

Zemetrasenia s magnitúdou 5,0 a vyššou od roku 1979 do roku 2023, podľa databázy ISC.

Stúpanie počtu zemetrasení na dne oceánu pozdĺž stredoocéánskych chrbtov



Obr. 13

Súčasný rast počtu zemetrasení na dne oceánu a globálnych teplôt atmosféry (vľavo). Geotermálne zahrievanie stredoocéánskych chrbtov (vpravo), Davies & Davies, 2010

Zdroj: 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>

Graf ilustruje prudký skok počtu zemetrasení na dne oceánov pozdĺž stredoocéánskych chrbtov v roku 1995 a tesnú koreláciu seizmicity na dne oceánov s teplotami atmosféry, čo ukazuje na ďalší hlboký zdroj ohrevu oceánu, ako aj atmosféry.

Taktiež dochádza k zvyšovaniu seizmickej aktivity v blízkosti sopiek a anomálnym erupciám.

Láva vyvrhovaná sopkami v posledných 5 rokoch má atypické zloženie a charakteristiky príznačné pre magmu z hlbokých vrstiev pláštá^{19, 20, 21, 22, 23}.

¹⁹ Castro, J., Dingwell, D. Rapid ascent of rhyolitic magma at Chaitén volcano, Chile. Nature 461, 780–783 (2009). <https://doi.org/10.1038/nature08458>

²⁰ Smirnov, S.Z. et al, High explosivity of the June 21, 2019 eruption of Raikoke volcano (Central Kuril Islands); mineralogical and petrological constraints on the pyroclastic materials. Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 418, 2021, 107346, ISSN 0377-0273, <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107346>

²¹ Witze, A. (2022). Why the Tongan eruption will go down in the history of volcanology. Nature 602, 376–378 (2022) <https://doi.org/10.1038/d41586-022-00394-y>

²² Halldórsson, S.A., Marshall, E.W., Caracciolo, A. et al. Rapid shifting of a deep magmatic source at Fagradalsfjall volcano, Iceland. Nature 609, 529–534 (2022).

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

²³ D’Auría, L., Koulakov, I., Prudencio, J. et al. Rapid magma ascent beneath La Palma revealed by seismic tomography. Scientific Reports 12, 17654 (2022).

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

3. Astronomická cyklickosť

Zemské magnetické pole je vytvárané geodynamom v jadre a rýchlosť rotácie planéty a jej os závisia od ťažiska Zeme, nachádzajúceho sa vo vnútornom jadre. Z toho môžeme vyvodiť záver, že v roku 1995 sa v jadre Zeme začali významné a anomálne zmeny, vyžadujúce obrovskú spotrebu energie.

Takúto nerovnováhu vo fungovaní systému Zeme ako vesmírneho telesa a jej jednotlivých vrstiev možno vysvetliť nielen samotným antropogénnym faktorom, ale aj objavením sa doplnkového vplyvu vonkajšieho kozmického pôsobenia na jadro planéty, v dôsledku ktorého sa do jadra dostáva doplnková energia. Nasvedčuje tomu fakt, že rovnako ako na Zemi, aj na iných planétach Slna súvisiace magnetické, geodynamické a klimatické zmeny spojené s destabilizáciou fungovania ich jadier. Napríklad na Marse, synchronne so Zemou, začali v útrobách prebiehať rovnaké procesy: objavuje sa vulkanická aktivita²⁴, seizmická aktivita²⁵ aj magnetické anomálie²⁶. Je potrebné poznamenať, že zmeny na planétach Slna začali v období slnečného minima, kedy je Slnko menej aktívne, takže tieto zmeny nemožno vysvetliť jeho aktivitou.

Podľa hypotézy toto pôsobenie, pozostávajúce z určitého typu energie, interaguje priamo a výlučne s vnútorným jadrom Zeme, ale v žiadnom prípade nevstupuje do interakcie s ostatnými vrstvami planéty. Takýto charakter

interakcie môže byť spôsobený skutočnosťou, že vnútorné jadro má extrémne vysokú hustotu a pravdepodobne sa jeho štruktúra líši od všeobecne prijatej železo-niklovej teórie.

V dôsledku entropie – premeny doplnkovej energie na teplo – sa zemský plášť viac rozžeravuje, magma sa stáva tekutejšou, zosilňuje sa tok endogénneho tepla z útrob k povrchu a vytvárajú sa nové magmatické ohniská. Napríklad dnes takéto masívne ohniská stúpajú veľmi rýchlym tempom pod Sibírou, a to aj v dôsledku presunu jadra týmto smerom.

Kombinácia vyššie uvedených faktorov vyvolaných antropogénnym faktorom a doplnkovou energiou z vonkajšieho kozmického pôsobenia v útrobách planéty vedie k bezprecedentnej aktivácii seizmickej a sopečnej činnosti a rozsiahlym klimatickým kataklizmám na celej planéte.

Treba poznamenať, že Zem tomuto typu pôsobenia nečelí prvýkrát.

Vďaka geochronologickým výskumom kvartérnych sedimentov, štúdiu ľadových jadier a stôp po rozsiahlych vymieraniach vrátane ľudských druhov, môžeme konštatovať, že Zem v minulosti čelila prudkému zosilneniu rozsiahlych klimatických katakliziem približne každých 12 000 rokov²⁷. A každých 24 000 rokov boli planetárne katastrofy pravdepodobne mnohonásobne silnejšie, o čom svedčia výskumy vrstiev popola zo sopečných erupcií v ľadových jadrách²⁸ (obr. 14) a iné geochronologické štúdie.

²⁴ Sun, W., & Tkalčić, H. (2022). Repetitive marsquakes in Martian upper mantle. *Nature Communications*, 13, 1695. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>

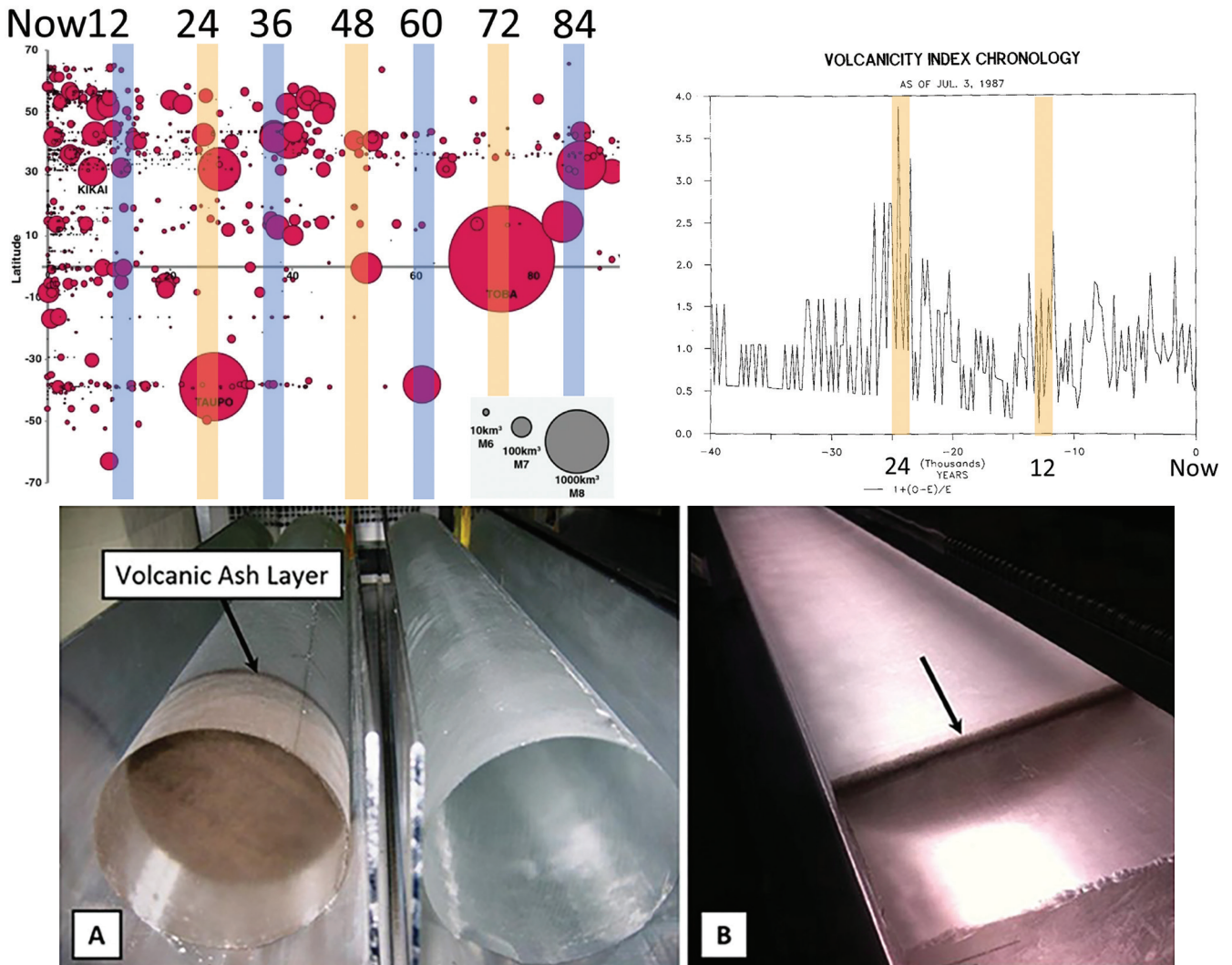
²⁵ Dahmen, N., Clinton, J. F., Meier, M., Stähler, S., Ceylan, S., Kim, D., Stott, A. E., & Giardini, D. (2022). MarsQuakeNet: A more complete marsquake catalog obtained by deep learning techniques. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(11). <https://doi.org/10.1029/2022je007503>

²⁶ Soret, L., Gérard, J.-C., Schneider, N., Jain, S., Milby, Z., Ritter, B., et al. (2021). Discrete aurora on Mars: Spectral properties, vertical profiles, and electron energies. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2021JA029495. <https://doi.org/10.1029/2021JA029495>

²⁷ Arushanov, M. L. (2023). *Dinamika klimata. Kosmicheskie faktory*. [Climate Dynamics. Cosmic Factors]. Hamburg: LAMBERT Academic Publishing.

²⁸ 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/g511198.1>

Katastrofické sopečné erupcie s cyklom 12 000 rokov



Obr. 14

Údaje z výskumu vrstiev popola sopečných erupcií za posledných 100 000 rokov v ľadových jadrách Antarktídy a Arktídy z prác rôznych autorov.

Source: Brown, S. K., Croswell, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L., & 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>

Grafy znázorňujú katastrofickú sopečnú aktivitu každých 12 000 rokov a ešte silnejšiu každých 24 000 rokov (s prihliadnutím na chybu pri určovaní veku). Takéto katastrofické udalosti viedli k náhlym výkyvom teploty, živelným pohromám, sopečným zimám a hromadným vymieraniam druhov. Mnohé supervulkány,

ktoré vybuchli v minulých cykloch, začali vykazovať anomálnu aktivitu v našich dňoch, po roku 1995.

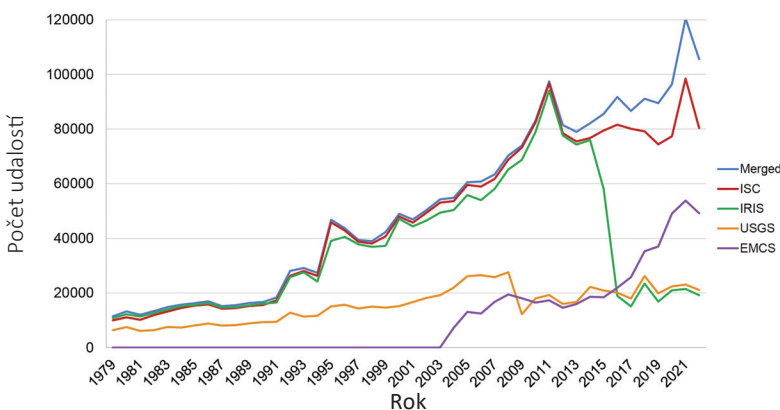
Podľa matematického a tektonofyzikálneho modelovania na konci roku 2024 vstúpime do aktívnej fázy 24 000-ročného cyklu katastrof, teda novej sopečnej éry vyvolanej rozsiahlym vzostupom magmy a eróziou litosférických platní magmatickými prúdmi. To znamená, že už v najbližších rokoch budú všetky krajiny ohrozené katastrofickými udalosťami nevídanej sily.

V súčasnosti žiadna zo svetových seizmických databáz nemôže poskytnúť úplnú predstavu o seizmickej aktivite vo svete. Grafy demonštrujú, že od roku 2014 sa súbory seizmických udalostí

začali vo svetových databázach líšiť nielen kvantitou (obr. 15), ale aj unikátnosťou (obr. 16). Teda objavili sa udalosti, ktoré sú obsiahnuté v jednej databáze alebo niekoľkých databázach, ale chýbajú v iných. Hoci by súbory údajov o zemetraseniach mali odrážať rovnakú realitu.

Podľa nezávislých zdrojov údajov je na našej planéte pozorovaný exponenciálny rast seizmickej aktivity (obr. 17). Dynamika rastu seizmicity na planéte svedčí o tom, že už k roku 2030 bude počet zemetrasení taký veľký, že adaptácia na tieto podmienky nebude možná.

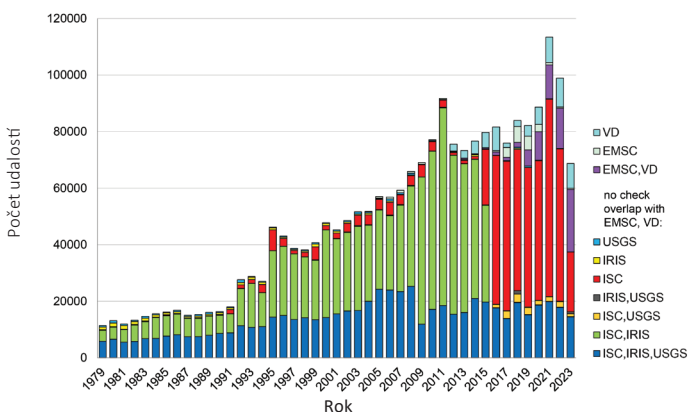
Nesúlad v počte zemetrasení v databázach popredných svetových seizmologických služieb



Obr. 15

Graf počtu zemetrasení s magnítudou minimálne 3,0, zaznamenaných rôznymi medzinárodnými seizmologickými službami za určité časové obdobie. Modrá krivka – unikátne udalosti zozbierané zo všetkých databáz.

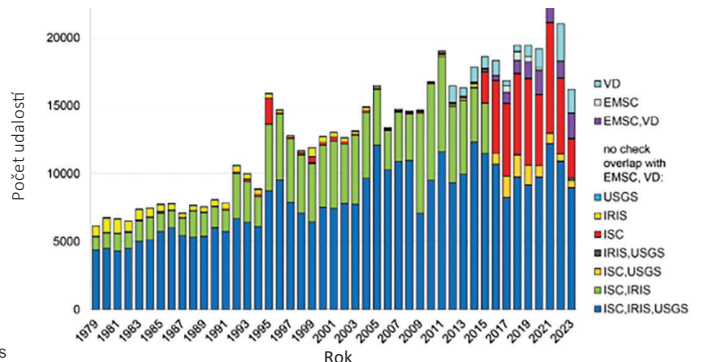
Number of M3+ unique seismic events during 1979-2023 reported only by indicated agencies



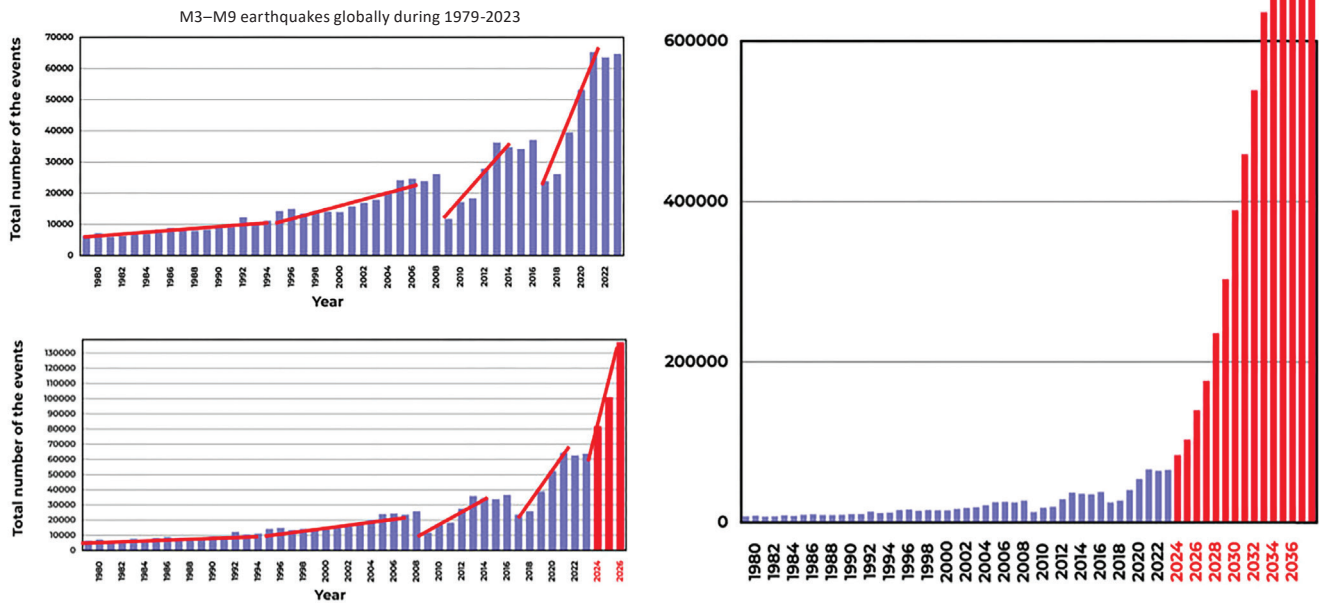
Obr. 16

Grafy počtu unikátnych seizmických udalostí s magnítudou 3,0 alebo väčšou (vľavo) a magnítudou 4,0 alebo väčšou (vpravo) od roku 1979 do roku 2023, súčasne prítomných len v uvedených seizmologických službách.

Number of M4+ unique seismic events during 1979-2023 reported only by indicated agencies



Progressia nárastu katakliziem na príklade zemetrasení



Obr. 17

Model exponenciálneho rastu počtu prírodných katakliziem na príklade zemetrasení do roku 2036.

Grafy demonštrujú geometrický nárast počtu a sily zemetrasení na planéte s prihliadnutím na súčasný trend. V každej ďalšej etape sa počet zemetrasení zvyšuje 3-násobne. Už v roku 2028 bude na Zemi denne dochádzať k 1 000 zemetraseniam s magnitúdou väčšou ako 3,0, zatiaľ čo dnes denne dochádza k 125 zemetraseniam s magnitúdou väčšou ako 3,0. S vysokou pravdepodobnosťou už o 6 rokov bude na Zemi každý deň dochádzať k zemetraseniam, svojou ničivosťou ekvivalentným zemetraseniu v Turecku a Sýrii 6. februára 2023.

Aplikácia exponenciálnej funkcie na hodnotenie škôd spôsobených klimatickými katastrofami ukazuje (obr. 18), že svetová ekonomika nemusí byť schopná vyrovnať sa s kompenzáciou strát už v najbližších 4–6 rokoch, čo by mohlo viesť k ekonomickej kríze. Prognózy poukazujú na možný kolaps globálneho biznisu v tomto

období. Matematické modelovanie naznačuje, že sa v priebehu nasledujúcich 10 rokov životné podmienky na Zemi môžu výrazne zmeniť.

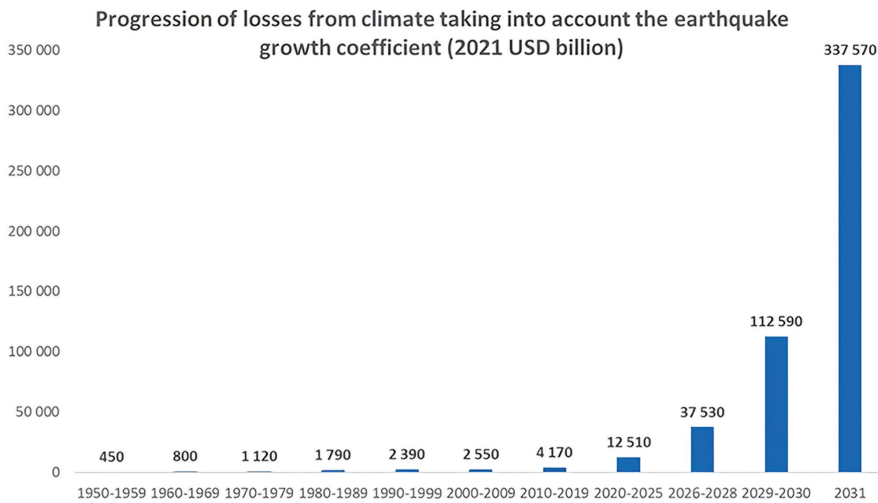
Hoci je nárast katastrof okrem antropogénnej aktivity podmienený aj cyklickosťou, ktorou už Zem predtým prechádzala, nádeje na to, že aj tentoraz existuje možnosť prežitia flóry a fauny na planéte, niet. Dôvodom je antropogénne znečistenie oceánov. Pripomeňme si, že oceán, ktorý vždy plnil funkciu odvádzania prebytočnej energie z útrob Zeme do atmosféry, stratil svoje vlastnosti tepelnej vodivosti. Čím teplejší bude oceán, tým rýchlejšie sa plasty v oceáne budú rozpadáť na mikroplasty a nanoplasty a tým viac sa bude znižovať funkcia tepelnej vodivosti oceánu.

Predpokladá sa, že z tohto dôvodu samotná Zem tento cyklus katakliziem nezvládne. Trendová línia ohrievania oceánov bude už v najbližších rokoch exponenciálne vertikálne stúpať.

V dôsledku akumulácie prebytočnej energie v útrobach (obr. 19) je už teraz pozorované zväčšovanie sily a počtu zemetrasení s hlbokým ohniskom. Keďže oceán už viac nefunguje ako klimatizačná jednotka a tok doplnkovej

energie v útrobach planéty už nie je ničím kompenzovaný, k tvorbe nových magmatických ohnísk dochádza mnohonásobne intenzívnejšie ako v predchádzajúcich cykloch.

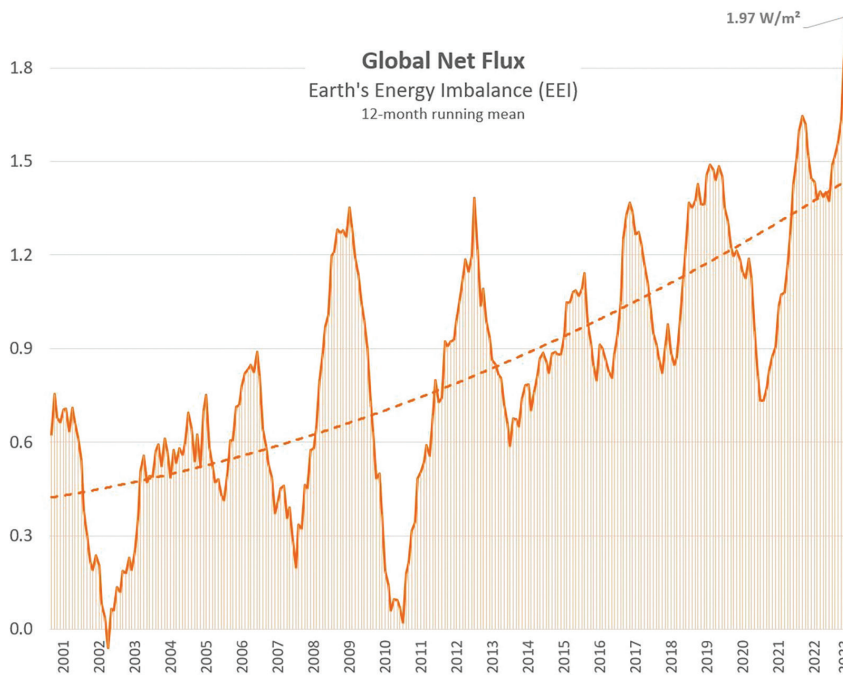
Progressia predpokladaných škôd spôsobených klimatickými katastrofami



Obr. 18

Predpokladané škody spôsobené živelnými pohromami podľa modelu exponenciálneho rastu počtu geodynamických a klimatických katastrof (miliardy USD v prepočte na rok 2021). Zdroj údajov: AON (Catastrophe Insight).

Rastúca nerovnováha medzi energiou prichádzajúcou na Zem a odchádzajúcou zo Zeme



Obr. 19

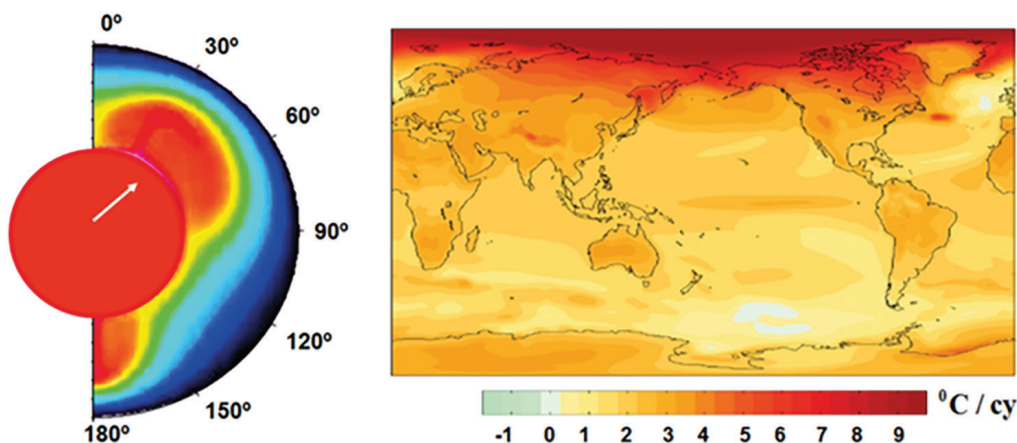
Exponenciálny rast energetickej nerovnováhy Zeme alebo EEI (Earth Energy Imbalance), naznačujúci rozdiel medzi prichádzajúcou slnečnou radiáciou a odchádzajúcou radiáciou zo všetkých zdrojov. © Leon Simons
 Zdroj údajov: NASA CERES EBAF-TOA All-sky Ed4.2 Net flux, 2000/03-2023/05.

Z grafu vidno, že sa energia v zemskej atmosfére akumuluje exponenciálne, a to v dôsledku antropogénneho faktora a zvyšovania tepla z útrob od vzostupu magmy v období 12 000-ročného cyklu, ako aj v dôsledku zníženia funkcie oceánu a atmosféry efektívne odvádzať teplo z povrchu Zeme do vesmíru. V marci 2023 bola ročná hodnota energetickej nerovnováhy Zeme EEI $1,61 \text{ W/m}^2$, čo sa v súhrnnom meradle rovná energii približne 13 atómových bômb s ekvivalentom výkonu bomby zhodenej na Hirošimu, zhadzovaných na Zem každú sekundu.

V tejto súvislosti je momentálne mimoriadne nebezpečným územím Sibír, ktorá sa extrémne otepľuje, 2-3 krát rýchlejšie ako planéta vcelku (obr. 20). Je to spôsobené predovšetkým tvorbou nových magmatických ohnísk, ktoré sa objavili v dôsledku posunu jadra planéty, čím sa vytvoril doplnkový tlak na plášť v tejto oblasti. Činnosť magmatických ohnísk sa prejavuje topením permafrostu zdola nahor, nárastom

seizmickej aktivity v regióne, stúpaním horúcej vody k povrchu a požiarimi pod snehom nad zlomovými zónami. V severných zemepisných šírkach sa zvyšujú emisie metánu a vodíka z hlbín, rastie počet kráterov po prírodných výbuchoch plynu a na arktickom šelfe zosilňuje bahenný vulkanizmus. Už teraz sa pod Sibírou litosférická kôra začína taviť magmou a stenčovať sa. Tento proces postupuje a bezpečnostná rezerva platne sa rýchlo znižuje. V prípade prerazenia magmy pod Sibírou bude uvoľnená žeravá tavenina vyrážať von pod obrovským tlakom. Dá sa povedať, že to priamo ohrozí existenciu samotného Ruska, ako aj celého sveta.

Teplotná anomália v Sibíri v roku 2020



Obr. 20

Vynútené relatívne rozkolísanie jadra a pláštia a schéma asymetrického prívodu tepla do vrchných vrstiev pláštia (vľavo). Lineárne trendy otepľovania povrchu (v °C za storočie) z údajov NCAR CCSM3, spriemerované podľa špeciálneho scenára https://www.realclimate.org/images/bitz_fig3.png (vpravo).

Zdroj: Баркин Ю.В. (2009) Циклические инверсионные изменения климата в северном и южном полушариях Земли // Геология морей и океанов: Материалы XVIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. III.— М.: ГЕОС. 2009. с. 4-8.

Skok jadra ovplyvnil všetky obaly Zeme a primárne inicioval vzostup magmy smerom k Sibíri, čo zároveň zapríčinilo anomálny ohrev atmosféry v regióne.

Pre porovnanie, aktivácia supervulkánu Yellowstone v USA, ktorý tiež vykazuje anomálne známky aktivity, môže ohroziť existenciu celého

amerického kontinentu, no šanca na zachovanie života ľudstva stále zostane. Ale v prípade prerazenia litosférickej platne pod Sibírou magmou je veľmi vysoká pravdepodobnosť, že neprežije nikto.

Obnovenie funkcie prenosu tepla v oceáne

Nevyhnutnou podmienkou prežitia ľudstva je preto obnovenie funkcie oceánu odvádzať teplo z útrob planéty. Obnovenie funkcie oceánu je možné dosiahnuť použitím generátorov atmosférickej vody (GAV), ktoré pomôžu odstrániť mikroplasty z oceánu a zlepšiť jeho schopnosť odvádzať teplo. Povedie to aj k zlepšeniu tepelnej vodivosti atmosféry a redukovaniu extrémnych prejavov počasia. Prechod na GAV zníži závislosť od povrchových a podzemných vôd, čo prispeje k realizácii mnohých cieľov trvalo udržateľného rozvoja schválených Valným zhromaždením OSN.

Na plné využitie potenciálu GAV je potrebné:

1. Úplný prechod na GAV pri poskytovaní vody na domácej i priemyselnej úrovni.
2. Zavedenie bezpalivových generátorov energie (BPG) na napájanie GAV a likvidácia otvorených nádrží a priehrad kvôli obnoveniu prirodzeného toku riek.
3. Rekonštrukcia kanalizačných systémov s cieľom zabrániť znečisťovaniu vodojemov.

Tieto kroky môžu viesť k vedecko-technologickej revolúcii pri zabezpečení stabilného zásobovania vodou a zníženiu negatívneho vplyvu na klímu – podľa výpočtov už do 3-5 rokov oceán prakticky obnoví svoje teplovodivé funkcie. Je však dôležité pochopiť, že tieto

opatrenia nebudú schopné vyriešiť problém geodynamických katastrof, pretože príčina týchto zmien nie je v atmosfére. Celoplošné zavedenie GAV bude schopné iba zmierniť následky zmeny klímy a urýchliť obnovu ekológie planéty za predpokladu, že ochránime planétu pred vonkajším kozmickým pôsobením.

Na efektívne vyriešenie tohto problému je potrebná medzinárodná spolupráca vedcov vrátane kvantových fyzikov, ktorí môžu zjednotiť svoje úsilie a zdroje pri vývoji a realizácii komplexných opatrení. Ak budú vytvorené podmienky pre otvorenú spoluprácu, vedci nebudú začínať od nuly, keďže v tomto smere už existujú reálne podklady aj pochopenie príčinnno-následkových vzťahov.

Teraz je nevyhnutné konať pružne a rozumne vynaložiť zostávajúci čas. Pri prijímaní zodpovedných rozhodnutí je dôležité pamätať na to, že ľudstvu zostáva už len 4 až 6 rokov relatívne pokojného času.

**Stručná správa
o progresii a následkoch
klimatických katakliziem**

Zoznam literatúry:

Алексеев Г.В., Боровков М.И., Титова Н.Е. Современные средства для очистки воды от масло-жировых эмульсий и нефтепродуктов // Colloquium-journal. № 7(18), 2018. — с. 4-6

Андросова Н.К., Баранова Т.И., Семькина Д.В. Геологическое прошлое и настоящее магнитных полюсов земли. // Науки о Земле / Colloquium-journal, №5 (57), 2020. <https://doi.org/10.24411/2520-6990-2020-11388>

Арушанов М.Л. Динамика климата. Космические факторы. — Hamburg: LAMBERT Academic Publishing, 2023. с. 144.

Арушанов М.Л. Причины изменения климата земли, как результат космического воздействия, развеивающее миф об антропогенном глобальном потеплении. // Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft, 53, сс. 4–14. 2013. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

Баркин Ю.В. Синхронные скачки активности природных планетарных процессов в 1997-1998 гг. и их единый механизм. // Геология морей и океанов: Материалы XIX Международной научной конференции по морской геологии. — ГЕОС Москва, том 5, с. 28-32, 2011.

Баркин Ю.В. Циклические инверсионные изменения климата в Северном и Южном полушариях Земли // Геология морей и океанов: Материалы XVIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. III. — М.: ГЕОС. 2009. С. 4-8.

Геофизические следствия относительных смещений и колебаний ядра и мантии Земли. Презентация Баркина Ю.В., Москва, ИФЗ, ОМТС. 16 сентября 2014 года.

Дьяченко А. И. Магнитные полюса Земли. // М.: МЦНМО, 2003. 48 с.

Зотов Л.В., Баркин Ю.В., Любушин А.А. Движение геоцентра и его геодинамика. Тр. Конф. «Космическая геодинамика и моделирование глобальных геодинимических процессов». // Новосибирск, 22–26 сентября, 2009 г., Сибирское отделение РАН. Новосибирск, Гео, 2009, сс. 98–101.

КОММЮНИКЕ и первый доклад IC GCGE GEOCHANGE “Глобальные изменения окружающей среды: угроза для развития цивилизации”. Том 1. Лондон, 2010, ISSN 2218-5798

Люшвин П. В. Природные равнинные пожары и как их минимизировать. Доклад на XXVI заседании Всероссийского междисциплинарного семинара-конференции геологического и географического факультетов МГУ «Система Планета Земля» 30 января — 2 февраля 2018 г. — 2 // 2018. <https://regnum.ru/article/2395754>

Малинин В. Н., Вайновский П. А. Тренды компонент влагообмена в системе океан–атмосфера в условиях глобального потепления, по данным архива Reanalysis-2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 18. — 2021, №3. — С. 9–25.

http://d33.infospace.ru/jr_d33/2021v18n3/9-25.pdf

Михайлова Р.С., Улубиева Т.Р., Петрова Н.В. Гиндукушское землетрясение 26 октября 2015 г. С Mw=7.5, I₀~7: предшествующая сейсмичность и афтершоковая последовательность // Землетрясения Северной Евразии. — 2021. — Вып. 24 (2015). — С. 324–339. <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2021.24.31>

Под эгидой ЮНЕП открыта Обсерватория по сбору данных о выбросах метана. <https://news.un.org/ru/story/2021/10/1412872> (dátum prístupu 01.05.2024).

Скачкообразные изменения трендов геодинимических и геофизических явлений в 1997-1998 гг. Авторы: Баркин Ю.В., Смольков Г.Я. Всероссийская конференция по солнечно-земной физике, посвящённая 100-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН В.Е. Степанова (16 – 21 сентября 2013, г. Иркутск), г. Иркутск, 2013.

Сильные землетрясения в мантии и их влияние в ближней и дальней зоне. Михайлова Р.С. Геофизическая служба РАН, 2014 г. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>

Смольков Г. Я. // Гелиогеофизические исследования. Выпуск 25, 14–29, 2020. <http://vestnik.geospace.ru/index.php?id=569> (дátum prístupu 01.02.2024) Источник графика: Баркин Ю.В., Клиге Р.К., 2012.

Тарасов Л. В. Земной магнетизм: Учебное пособие // Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012. - 184 с.

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>

Carbon dioxide now more than 50% higher than pre-industrial levels. Retrieved from NOAA. (2022, June 3). <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels>

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>

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>

Castro, J., Dingwell, D. Rapid ascent of rhyolitic magma at Chaitén volcano, Chile. *Nature* 461, 780–783 (2009). <https://doi.org/10.1038/nature08458>

D’Auria, L., Koulakov, I., Prudencio, J. et al. Rapid magma ascent beneath La Palma revealed by seismic tomography. *Scientific Reports* 12, 17654 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21818-9>

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>

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>

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>

Halldórsson, S.A., Marshall, E.W., Caracciolo, A. et al. Rapid shifting of a deep magmatic source at Fagradalsfjall volcano, Iceland. *Nature* 609, 529–534 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x>

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>

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>

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)

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/g511198.1>

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>

Smirnov, S.Z. et al, High explosivity of the June 21, 2019 eruption of Raikoke volcano (Central Kuril Islands); mineralogical and petrological constraints on the pyroclastic materials. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Volume 418, 2021, 107346, ISSN 0377-0273. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107346>

Soret, L., Gérard, J.-C., Schneider, N., Jain, S., Milby, Z., Ritter, B., et al. (2021). Discrete aurora on Mars: Spectral properties, vertical profiles, and electron energies. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2021JA029495. <https://doi.org/10.1029/2021JA029495>

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

Witze, A. (2022). Why the Tongan eruption will go down in the history of volcanology. *Nature* 602, 376-378 (2022) <https://doi.org/10.1038/d41586-022-00394-y>

