

**Megjegyzés Szarka László Csaba, Bérczi István, Csernai László, Bársony István,
Kiss Ádám (2024) Földi klímaszabályozás – természettudományi
perspektívában Válasz Embey-Isztin Antalnak PBK Fórum cikkéhez.**

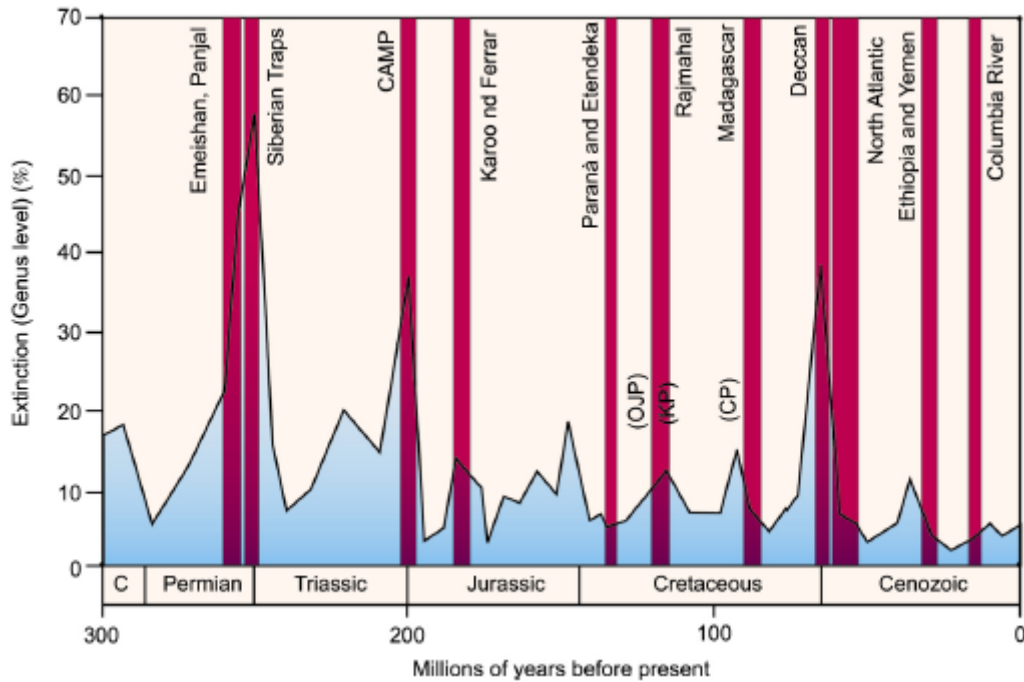
Embey-Isztin Antal

antoba@t-online.hu

Először is köszönöm, hogy a szerzők írásommal ilyen részletesen foglalkoztak. Talán egy kicsit túl részletesen és bonyolultan, legalábbis azoknak a tagtársaknak számára, akik érdeklődnének ugyan a téma iránt, de elsősorban nem a természettudományok és azon belül is a földtudományok világában járatosak. Magam részéről ezért a „A geológia szerepe a klímaváltozás okainak megértésében.” c. írásomban igyekeztem a lényegre koncentrálni és félig-meddig ismeretterjesztő szinten összefoglalni a mondanivalómat. Szeretném leszögezni, hogy miután a klíma témát világszerte megfertőzte egy csomó negatív jelenség (politika, tömegbefolyásolási praktikák, stb.), ezért még egyetlen IPCC jelentést sem olvastam el, kizárólag és közvetlenül a tudományos kutatások eredményeire támaszkodtam, előtérbe helyezve a legrangosabb kutatók véleményeit.

Mivel a PBK Energia Munkacsoportja Szarka László Csaba professzor vezetésével klíma szkeptikus állásponton van és ezzel hangadóvá vált, PBK-án belül, szükségesnek éreztem, hogy a professzor társaknak az érem másik oldalát is bemutassa valaki. Ugyan, a Mindszenty Andrea által szervezett Vitaesteken már több előadás is az enyémhez hasonló álláspontot képviselt, pl. Harangi Szabolcs professzor (vulkanizmus) és Petrovay Kristóf professzor (csillagászat). Ez utóbbi előadás különösen fontos témáról szolt, nevezetesen a naptevékenységről, melyben Petrovay professor kategorikusan kizárta, hogy a jelenlegi globális hőmérsékletemelkedést a Nap számlájára írassuk, de sajnos a szó elszáll és csak az írás marad.

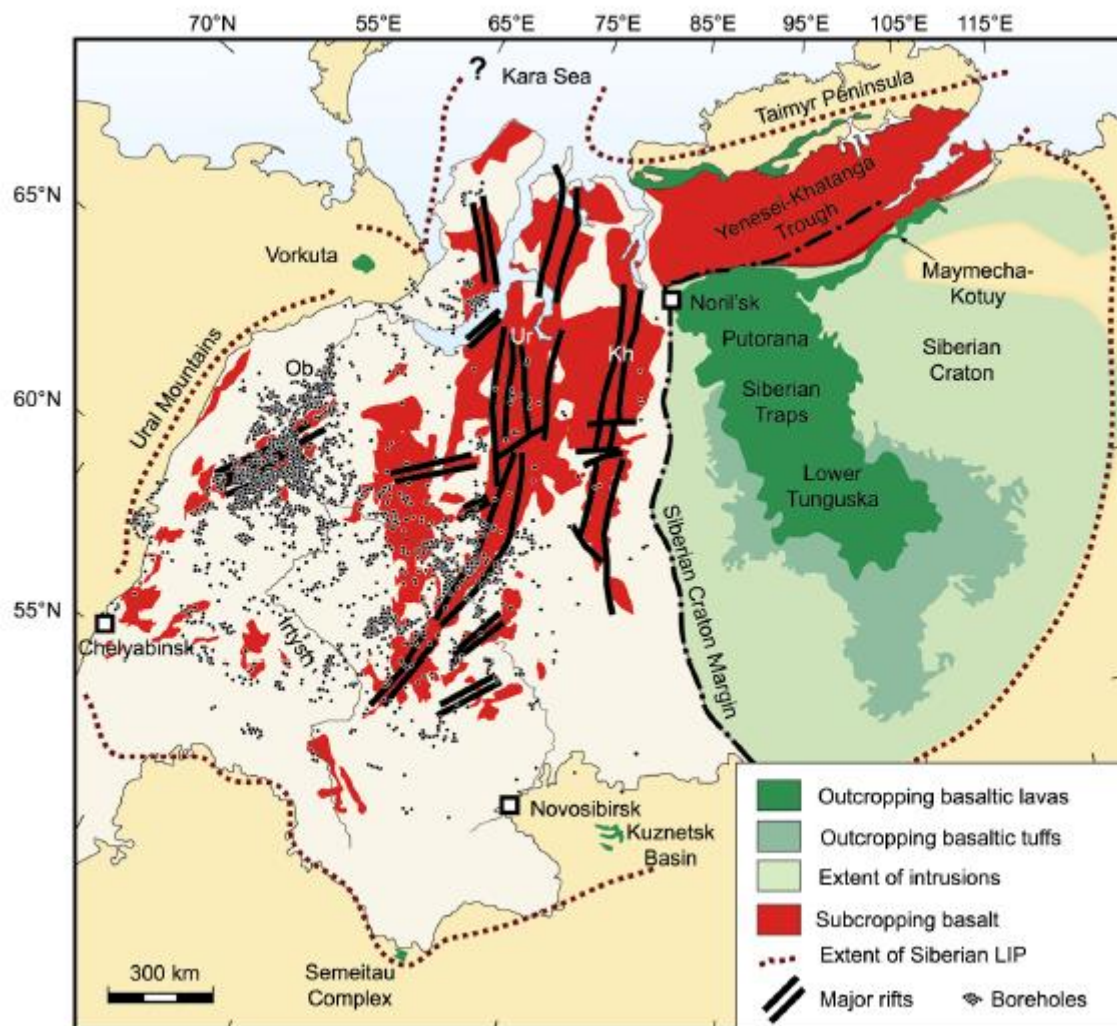
Tisztában voltam azzal, hogy ha dolgozatomban a jelenlegi tudományos konszenzusnak megfelelő nézetet képviselek, számtalan kritikát fogok kapni (semmi sem biztos, bizonyítható pontos, stb.). Elismerem, hogy sok részletre nem tértem ki, vannak hiányosságok és, esetleg pontatlanságok is a szövegben, ezért ezek kimutatását köszönettel vettem. Több állítást viszont vitathatónak tartok, de a rövidség kedvéért most csak a leglényegesebből szeretnék ezúttal értekezni. Elfogadhatatlannak tartom ugyanis Szarka et al. (2024) következő sommás végkövetkeztetését, idézem: „Látván a bizonyítékok hiányát, egyre valószínűbb, hogy a klímaváltozás ok-okozati folyamatában a CO₂ lényegében nem más, mint egy fölösleges, ezért kihagyható láncszem”. Legyen szabad ezért a továbbiakban röviden kifejteni, hogy ez a „kihagyható láncszem” milyen katasztrofális hatásra is volt képes az élővilágra nézve, a földtörténet során.



1. Ábra, Saunders & Reichow (2009) után

Az első ábra tíz katasztrofális kihalási eseményt mutat be, amelyek az elmúlt 300 millió év során az élővilágban történtek, és azt hogy ezek mértéke hogyan változott az idők során, nemzeti szinten. Mind a tíz kihalási eseményt egyetlen mechanizmussal megmagyarázni végtelen leegyszerűsítés lenne. Azonban, csak olyan mechanizmus jöhet szóba, amely elég erős ahhoz, hogy viszonylag rövid időn keresztül együttműködve más folyamatokkal, megzavarja a globális éghajlatot és végső soron a globális szén ciklust. Ezen kívül, ez a mechanizmus elkerülhetetlenül az ökoszisztémák összeomlásához és a legtöbb faj kipusztulásához vezet. Ilyen lehet például egy kellően nagy aszteroida vagy üstökös becsapódás. Erre van is egy közismert példa, a mexikói Chicxulub becsapódási kráter jelzi azt a helyet ahol egy kellően nagy aszteroida 65,6 millió évvel ezelőtt a kréta időszak végén bolygónkba ütközött (ez első ábrán 'Deccan' felirattal jelzett vörös csík). Azonban, más tömeges kihalások esetében nagy aszteroida becsapódásokra vonatkozó bizonyítékok ritkák, vagy egyáltalán nem léteznek; ezért valamilyen más mechanizmusra kellett gondolni. Az elmúlt évtizedben egyre inkább felismerték, hogy az életre a végzetes veszély nem annyira felülről, az űrből származik, hanem sokkal inkább alulról, a bolygón belülről ered: és ezek nem mások, mint a hatalmas méretű kontinentális bazaltár (flood basalt) kitörések. A kontinentális bazaltár provinciák a nagy vulkáni tartományok egyik típusa, melyet a bazaltos magma gyors és nagy mennyiségű kiáramlása jellemez. A bazaltárak és a tömeges kihalások közötti összefüggést már régóta gyanították pl. Stothers (1993) és az elmúlt 300 millió évben a kitörési események és a kihalások közötti korreláció sokkal jobbnak bizonyult, mint a meteorit becsapódások és a kihalások közötti összefüggés. A korreláció még erősebbé válik, ha az óceáni anoxikus eseményeket és a szénizotópos anomáliákat is bevonjuk az adathalmazba. Az első ábrán látható vörös csíkok egytől egyig ilyen típusú bazaltos

provinciákat jelölnek. A kréta végi aszteroida becsapódás ideje is egybeesik az indiai Deccan plató hatalmas bazalt kitöréseivel, így egyre többen gondolják, hogy ennek is fontos szerepe volt a tömeges kihalás kiváltásában pl. Keller et al. (2007). A perm, a triász és a kréta végén bekövetkezett három különösen nagy tömeges kihalás mind egyidejű a három legnagyobb árbazalt eseménnyel (lásd 1. Ábra: Szibéria trap bazaltok, Közép Atlanti Magmás Provincia, CAMP, illetve Deccan). Annak a valószínűsége, hogy ez az összefüggés teljesen véletlenszerű lenne, csekély.



2. Ábra, A szibériai trap bazalt provincia határai (szaggatott vonal), Saunders, & Reichow (2009) után

A földtörténet legnagyobb kihalási eseménye, amelyben a szárazföldi fajok 70 %-a, a tengeri fajok 96 % tűnt el, 251 millió éve, a perm végén a perm-triász határon következett be. Ugyanekkor volt a földtörténet legnagyobb volumenű bazalt vulkanizmusa is, a szibériai trap bazalt nagy magmás provincia, melynek elképesztő méreteit a 2. ábrán láthatjuk. Saunders, & Reichow (2009) után tömören összefoglalva, ez a biológiai kataklizma a következő okokra vezethető vissza. A vulkanizmus hatását felnagyították a perm végi környezeti állapotok,

nevezetesen az eleve meleg klíma, párosulva a pangó óceáni áramlásokkal, mely anoxiához vezetett. A vulkanizmus nagy szulfát aeroszol és CO₂ tömegeket pumpált a légkörbe, melyből az első rövid időtartamú vulkáni teleket, a második hosszú időtartamú felmelegedést eredményezett. Nemcsak lávából származó gázzal kell számolnunk, hanem a felszín alatti telérek, teleptelérek (magma csatornák) felmelegítették a széntartalmú üledékes kőzeteket ahonnan metán CH₄ és CO₂ áramlott a felszínre. A szénmegkötő rendszerek károsodása (a fotoszintézis visszafogása, a biomassa lebontása), valamint az óceánok felmelegedése és savasodása révén a légköri CO₂ gyors felhalmozódásához, további felmelegedéshez és sekélyvízi anoxiához vezetett, ami végül is tömeges kihalást okozott.

A nagy katasztrófák általában az események szerencsétlen összefonódásából származnak. Az egyre magasabb légköri CO₂-szintek és a késő perm időszak globális hőmérsékletének kombinációja - amelyet valószínűleg, közvetlenül a szibériai magmás események előtti, 260 millió éves kínai Emeishan-trap bazaltok kitörése is fokozott - olyan körülményekhez vezetett, amelyek minden további beavatkozás nélkül is tömeges kihaláshoz vezethettek volna. Az a tény, hogy a világ legnagyobb kontinentális trap bazaltjai pont ekkor kezdtek kitörni, csak rendkívül szerencsétlen eseménynek mondható a Föld rendszer szempontjából, de ez a véletlen egybeesés vezetett végül is a világ legsúlyosabb tömeges kihalási eseményéhez. Az ennél kisebb katasztrófákat okozó magmás eseményeknek is megvan a maguk egyedi története, de az közös bennük hogy a klímarendszer szétrombolásban, a globális hőmérséklet emelkedésében fő eszközük a széndioxid volt. A PETM eseménnyel kapcsolatban, mikor az Észak Atlanti Óceán kinyílásakor a paleogén idején 1.3 millió km² nagyságú bazalt plató jött létre, a bíráló meglehetősen szokatlan gondolattal állt elő, azt sugallva, hogy a tengervíz hőmérsékletét és egyáltalán a hőmérséklet-emelkedést nem a légkör megnövekedett szén tartalma, hanem a lávából származó hő emeli fel. Ezt egy kvantitatív számítással is igyekeztek alátámasztani. Legjobb tudomásom szerint azonban a geológiai irodalomban ezzel az ötlettel még senki sem állt elő. Nem tudok olyan tanulmányt említeni, amely ezzel a mechanizmussal hihetően igazolná az itt részletezett katasztrófális kihalási eseményeket. Elképzelhetetlen, hogy lávák lehűlése, ami geológiailag egy gyors folyamat, több 10 vagy 100 ezer éves nagyságrendű globális, tehát a teljes bolygóra kiterjedő felmelegedést tudna okozni. Ezzel szemben, se szeri se száma azoknak a munkáknak, melyek a széndioxid perdöntő szerepét hangsúlyozzák. Azoknak a geológiai folyamatoknak ugyanis, melyek a CO₂ koncentrációt lecsökkenteni képesek, nagyon hosszú időre van szükségük. Azt hiszem, hogy ezen a ponton bukkan ki a gondolkodás-módbeli különbség; a geológusok ugyanis sokkal nagyobb méretarányban foglalkoznak a Föld-rendszerrel, mint azt sokan mások teszik. Zárójelben jegyzem meg, hogy a CO₂ és hőmérséklet közötti kapcsolat nem egy mai „divat”, hanem az 1930-as évek óta elfogadott összefüggés. A feltett kérdésre: „Ki mit gondol: a tengervíz a bazaltláva, vagy az abból a légkörbe kerülő CO₂ melegítette-e fel?”, a kategorikus válaszom: a CO₂.

Azon túl, hogy az 'audiatur et altera pars' elv alapján az érem másik oldalát akartam bemutatni, volt egy halvány reményem is, éspedig az, hogy végre megtudhatjuk, hogy

vitapartnereim szerint mi okozta a jelenkori éghajlatváltozást. Sajnos most sem lettünk sokkal okosabbak.

Irodalom

Keller G, Adatte T, Berner Z, et al. Chicxulub impact predates K-T boundary: New evidence from Brazos, Texas. *Earth Planet Sci Lett*, 2007, 255: 339—356

Szarka László Csaba, Bérczi István, Csernai László, Bársony István, Kiss Ádám (2024) Földi klímaszabályozás – természettudományi perspektívában. Válasz Embey-Isztin Antalnak PBK Fórum

Saunders, A., & Reichow, M. (2009). The Siberian Traps and the End-Permian mass extinction: a critical review. *Chinese Science Bulletin*, 54(1), 20-37.

Stothers R B. Flood basalts and extinction events. *Geophys Res Lett*, 1993, 20: 1399—1402



Deccan bazalt plató