

⊕ SZÖVEG: KARÁTSZON DÁVID

APOKALIPSZIS

1815/1816

Épp 200 éve, hogy egy kis indonéziai sziget vulkánkitörésének hatásai Magyarországon is éreztették hatásukat. 1815 júniusában ugyanis rendkívül szokatlan eseményeket jegyeztek fel a Kárpát-medencében: hatalmas esőzések, jégzivatarok, forgószelek pusztítottak – súlyos károkat okozva a természetben. A folyókon árvizek zúdultak le. Minderre talán máskor is volt példa, most azonban az istencsapása nem akart szünni! Az ősz és tél szintén keservesre sikeredett, s akkor még nem tudták, hogy a java csak ezután jön, és 1816 utóbb „nyár nélküli évként” kerül majd a történelem lapjaira... Hogyan zajlott le, és miért érte térségünket is e távoli vulkánkitörés hatása, mely az emberiség írásos történelmének legnagyobbja volt?

200 ÉVE TÖRT KI AZ INDONÉZIAI TAMBORA

PILLANTÁS A VULKÁN GYOMRÁBA

A Tambora mintegy 6 km átmérőjű és 1000 m-nél is mélyebb kalderája úrfelvételen.

Az 1815-ös robbanásos kitörés során a hegy a magmakamrába szakadt, így jött létre a kerekded kaldera

(lent)

Indonézia Földünk vulkanikus térségei közül az egyik legaktívabb. Ha az ember néhány hetet ott tölt, szinte biztos, hogy szem-, vagy a helyi médiában fül-tanúja lesz egy éppen zajló vulkánkitörésnek. Noha az ország három legnagyobb szigete: Borneó, Szumátra, Sulawesi (Celebesz) közül csak Szumátra hordoz aktív vulkánokat, a tőle keletre húzódó, a sorban negyedik Jáva és a még kisebb méretű szigetek (Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Timor stb.) már valamilyen aktív tűzhányók sokaságát fűzik fel. Indonéziában összesen több mint 120 működő vulkánt tartanak számon.

Vulkánokat fűtő lemeztalálkozás

A vulkánok e páratlan láncolata közetlemez-alábukáshoz kapcsolódik: az indoaustráliai-lemez bukik észak felé, az eurázsiai-lemez alá. A szigetsor felépítése igen változatos. Míg Szumátra előterében ez az alábukás nagy mennyiségű – főként India felől, a Gangesz és a Brahmaputra folyók hordalékából származó – üledéktömeget nyír le és torlaszol nem-vulkanikus szigetláncná, addig Jáva vagy Bali előtt a tenger jelentősen mélyebb, így járulékos szigetek sem képződtek. Az alábukás vonalától mintegy 30–50 km-re húzódik viszont az az aktív vulkánosor, amelynek a Tamborát hordozó Sumbawa sziget is tagja.

A Tambora, ez az egykor 4000 m körüli, ma viszont csak 2800 m-es tűzhányó nem tartozik a leggyakrabban működő vulkánok közé. Am akárcsak embertársaink esetében is – aki sokat locsog-fecseg, annak a szavára keveset adunk, aki viszont ritkán szól, az általában „nagyot” –, ha néhanapján megrázza magát, akkor azt elemi erővel teszi.

A Tambora, ez az egykor 4000 m körüli, ma viszont csak 2800 m-es tűzhányó nem tartozik a leggyakrabban működő vulkánok közé.

Így történt 1815-ben is, amikor a vulkán több mint 1000 év szunnyadás és néhány év ébredés után, április 5-én hatalmas, vagy 30 kilométer magasba csapó robbanással lépett működésbe. Az ún. pliniusi kitörési felhőből messze szóródott a horzsakő, a hamu, ami a pár tízezres lélekszámú sziget településeit már ekkor vastagon belepötyögte.



FORRÁS: NASA, 2009

Végzetes kitörés indul

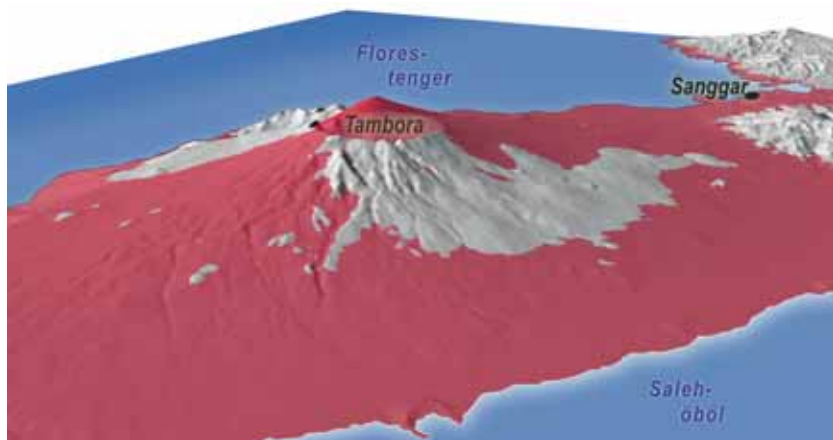
A kitörés csak ráerősített a már évek óta tartó indonéziai zűrzavarra. A szigetlakók által „megszokott” holland uralmat ugyanis – jóllehet rövid időre – angol fennhatóság váltotta fel, és mindennaposak voltak az összecsapások. A Jáva szigeti Batáviában székelő angol kormányzó, a humán és természettudományos érdeklődéssel egyaránt bíró Thomas Raffles később így számolt be az első kitörések észleléséről: „Az első robbanások április 5-én hallatszottak, úgy negyedóránként. (...) A zaj hallatán szinte mindenki azt hitte, távoli ágyúdörgés, s ezért katonai osztagok is elindultak abban a hiszemben, hogy megtámadták a szomszédos helyőrséget. A part mentén két kikötőből is hajók futottak ki, hogy segítséget nyújtsanak a megtámadottnak vélt hajóknak.”

A sumbawai helyszínre küldött különítmény azonban csak április 10-e után érkezett meg, amikor ott már mindennemű segítség amúgy is késő lett volna. Ugyanis néhány nap látszólag lecsendesedett aktivitás után, április 10-én az esti órákban megrázta magát a vulkán, és irtózatos méretű kitörésre került sor. Ezúttal 43 kilométer magasba csapott fel a pliniusi felhő, sok óra hosszat tartó, hatalmas tömegű hamu- és horzsakőszórással; ráadásul a felhő egyre kevésbé bírta el saját súlyát, szélein össze-összeroskadt, és ilyenkor hamuval terhelt, magas hőmérsékletű izzófelhők zúdultak le minden irányba. Míg a hamuszórás „csak” betemette a szigetet – akár többméteres vastagságban –, addig a forró gázok minden élőlényt pillanatok alatt elpusztítottak, megégettek. A kitörési felhőből pedig még 500 kilométer távolságban is 20 centi vastag hamu halmozódott fel.

... a felhő egyre kevésbé bírta el saját súlyát, szélein össze-összeroskadt, és ilyenkor hamuval terhelt, magas hőmérsékletű izzófelhők zúdultak le minden irányba.

A TAMBORA REKONSTRUÁLT KÚPJÁ

A domborzati modell alapján „visszaépített” eredeti vulkán, szabályos kúp alakot feltételezve. A leírások szerint egykor valójában kettős csúcsú hegy eredeti magassága így kevéssel 4000 m alattinak adódik (Karátson Dávid, Massimiliano Favalli és Ralf Gertisser munkája)



Hamuhullás Sanggarban
Horzsakőhullás Sanggarban
Három „lángoszlop”

A kezdeti robbanásokat 1400 km-re (Ternate szigetén) is hallották.
Hamuhullás Kelet-Jáván

Kisebb robbanások, folyamatos hamuszórás nyomai Kelet-Jáván

„Tűztengerré” váló vulkán; pirokklaszt-árak zúdulnak a tengerbe

APRILIS 5. 6. 7. 8. 9. 10. 18:00

Robbanások, izzófelhők, cunami

Hogyan örökítette meg mindezt Raffles? Az általa kiküldött hadnagy, bizonyos Owen Philipps egy túlélő szemtanút szólatatott meg, a sumbawai Sanggir település – csodával határos módon megmenekült – rádzsáját: „Körülbelül este 7 óra felé három, jól megkülönböztethető tűzoszlop tört fel Tomboro hegycsúcsa közelében, és miután külön-külön is jó magasra emelkedtek, tetejük kavargó összevisz-

„Körülbelül este 7 óra felé három jól megkülönböztethető tűzoszlop tört fel Tomboro hegycsúcsa közelében, és miután külön-külön is jó magasra emelkedtek, tetejük kavargó összevisz-

szaságban összeforrt a levegőben. (...) Este 9 és 10 között hamu kezdett hullani, majd röviddel ezután erős forgószél támadt, mely Sanggir falujában majdnem minden házat elsöpört. (...) Gyökerestül tépte ki a legnagyobb fákat is, és feldobta őket a levegőbe, emberekkel, lovakkal, szarvasmarhákkal és minden mással együtt, ami útjába került. (...) A forgószél körülbelül egy órán át tartott. Addig, amíg másnap délelőtt el nem ült, a robbanásokat nem lehetett hallani,

azután viszont 11-én estig szünet nélkül folytatódtak. Később erejük csökkent, de július 15-éig nem szüntek meg teljesen.” Philipps leírásából azt is tudjuk, hogy: „A tenger tizenkét lábnyt [azaz vagy 4 métert] megemelkedett, teljesen elpusztította Sangir rizsföldjeit, elsodorta a házakat és minden mást, amit csak elért.”

A fenti beszámolók jól egybevágnak a kitörésből lerakódott, a vulkán lábánál általában néhány, de helyenként akár 10-20 méter vastag rétegsor vulkanológiai elemzésével, amelyekre igazán csak az 1980-as években került sor. A rekordméretű, a VEI-skálán (robbanásossági index) 7-est elért kitörés nyomán – amelyhez az elmúlt tízezer évben csak az Égei-tengerben fekvő Santorinié mérhető – mintegy 100-150 köbkilométer tufaanyag terült szét. A hatalmas, a sztratoszférába emelkedő „tűzoszlop” a pliniusi felhő volt, a „szélvész” java az izzófelhők lezúdulását, a megemelkedő tenger pedig a cunamit jelentette, amely a távolabbi partvidékeken is végigsöpört. A robbanásos kitörés tetőpontján a vulkáni hegy beszakadt, ez hozta létre a mai tátongó, több mint 1000 m mély és 6 km átmérőjű kalderát.

A robbanások 2600 km távolságból is hallatszódnak. Hamuhullás Jáván és Dél-Sulawesin is

A kitörési felhő legnagyobb magassága: kb. 43 km

Erős szél (Sanggarban)

Kétnapos sötétség →

Hamuhullás Jáván június 14-17-éig

Folytatódó robbanások
A hegy oldala „lángá borul”
Felhők takarják a hegycsúcsot
Földrengések?

Cunami

Cunami?

11. 24:00

6:00

12:00

18:00

ÁPRILIS 12.

A NAGY KITÖRÉS KRONOLÓGIÁJA
Az események sorrendjét a kirobbant anyagok vizsgálata és korabeli beszámolók alapján először Stephen Self és munkatársai vázolták 2004-ben

Globális krízis

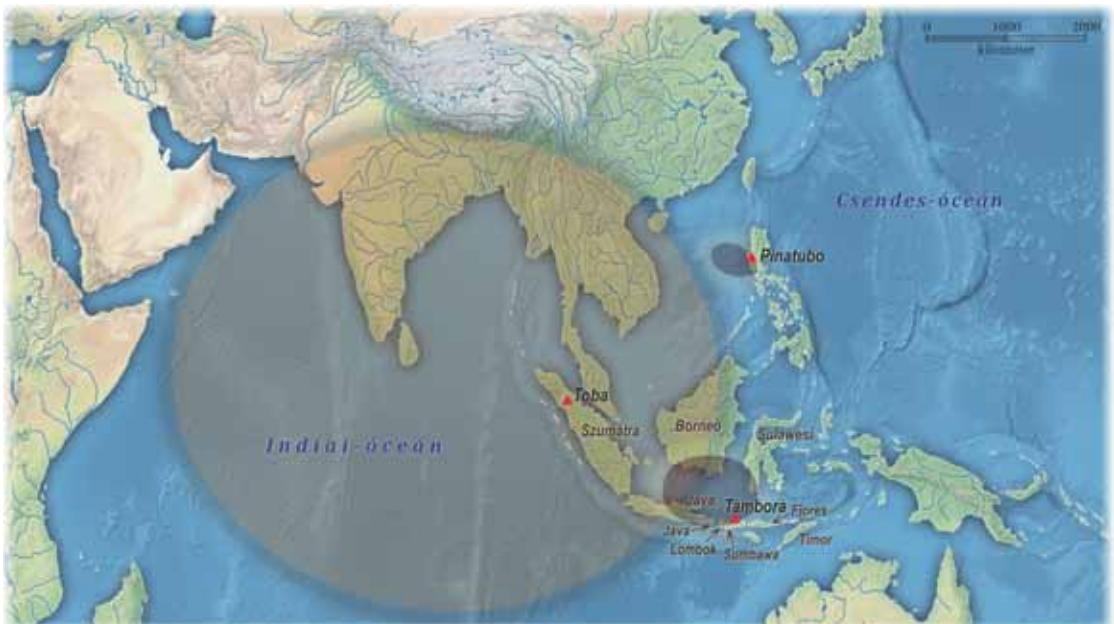
Magán Sumbawa szigetén a kitörést követően mindent vastag hamuréteg borított, egybeként teljesen betakarva az utókor által elfeledett Tambora falut. Mint „Kelet Pompejijét”, e romba dőlt települést – a megégett áldozatok maradványaival együtt – csak a 2000-es évek elején tárták fel a kutatók. Az izzófelhőkben, hamuszórásban 10-20 ezer, míg a kitörést követő éhínségben, járványokban Sumbawán és a szomszédos Lombokon további 60-80 ezer ember halhatott meg, s a természeti csapást a légkörbe jutó és a növények által megkötött magas fluortartalom is tetézte, ami miatt az állatok elhullottak. Már ezek is az emberiség legpusztítóbb vulkánkatasztrófájává tennék a Tamborát, de amiért valóban nem túlzás igazi apokalipszistról beszélni, az a Föld gyakorlatilag egészére kiterjedő, globális éghajlat-módosító hatása volt.

A vulkánkitörést jószerivel a teljes északi félgömbön éghajlati szélsőségek követték. A Kárpát-medencében a rossz nyár után az ősz is hűvös, csapadékos volt, majd 1816. január végén egy mediterrán ciklon rendkívüli havazást hozott. A 19. század legsúlyosabb hatású éghajlati eseményei közül három emelkedik ki: az 1838-as jeges árvíz, az 1863-as aszály és mindezek előtt: „... az 1816. év január hónapjának utolsó napjain dúlt hófergeteg”, ahogy azt Réthly Antal meteorológustól, az elmúlt évszázadok éghajlati krónikásától olvashatjuk. 1816 áprilisában az idő enyhébbre fordult, ekkor viszont a hóolvadás okozott árvizeket és belvizet. Mint Réthly idézi egy korabeli leírásból: „A' gabona termőföldek víz alatt lévén, az őszi vetések oda lettek, tavaszi vetésről gondolkodni sem lehetett, s' e' szerént az egész esztendei termés oda van.” Mindennek következtében a gabona vészesen megdrágult, ami komoly éhínséghez vezetett. Ekkor honosodott meg hazánkban igazán a burgonya és a gabonafélék közül a (ma ismét divatba jött) alakor-, tönkölybúza, sőt a zab is. „Most országunkban (...) a' köznép legtöbbszörre Zab és Alakor (Tönköly) kenyérről él, de azt is felette szűken és drágán kapja. Ezen szők esztendők megtanították a' mi falusi embereinket, hogy

...amiért valóban nem túlzás igazi apokalipszistról beszélni, az a Föld gyakorlatilag egészére kiterjedő, globális éghajlat-módosító hatás volt.

DÉLKELET-ÁZSIAI VULKÁNKITÖRÉSEK TUFAMENNYISÉGÉNEK ÖSSZELETÉSE

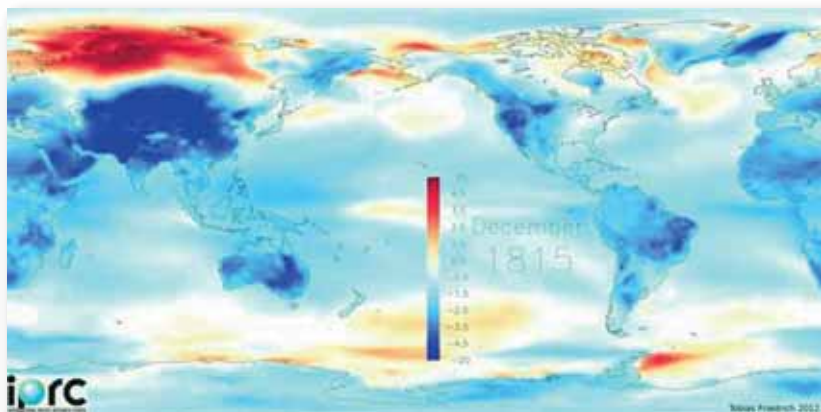
A 74 ezer évvel ezelőtti szumátrai Toba, a Tambora (1815) és a Pinatubo (1991) kitörése egyaránt globális lehűlést okozott. A Toba szinte felfoghatatlan méretű kitörése akár az emberi evolúciót is befolyásolhatta



FORRÁS: NEWSCENTER, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY, 2015

EURÓPA HŐMÉRSÉKLETI VÁLTOZÁSAI

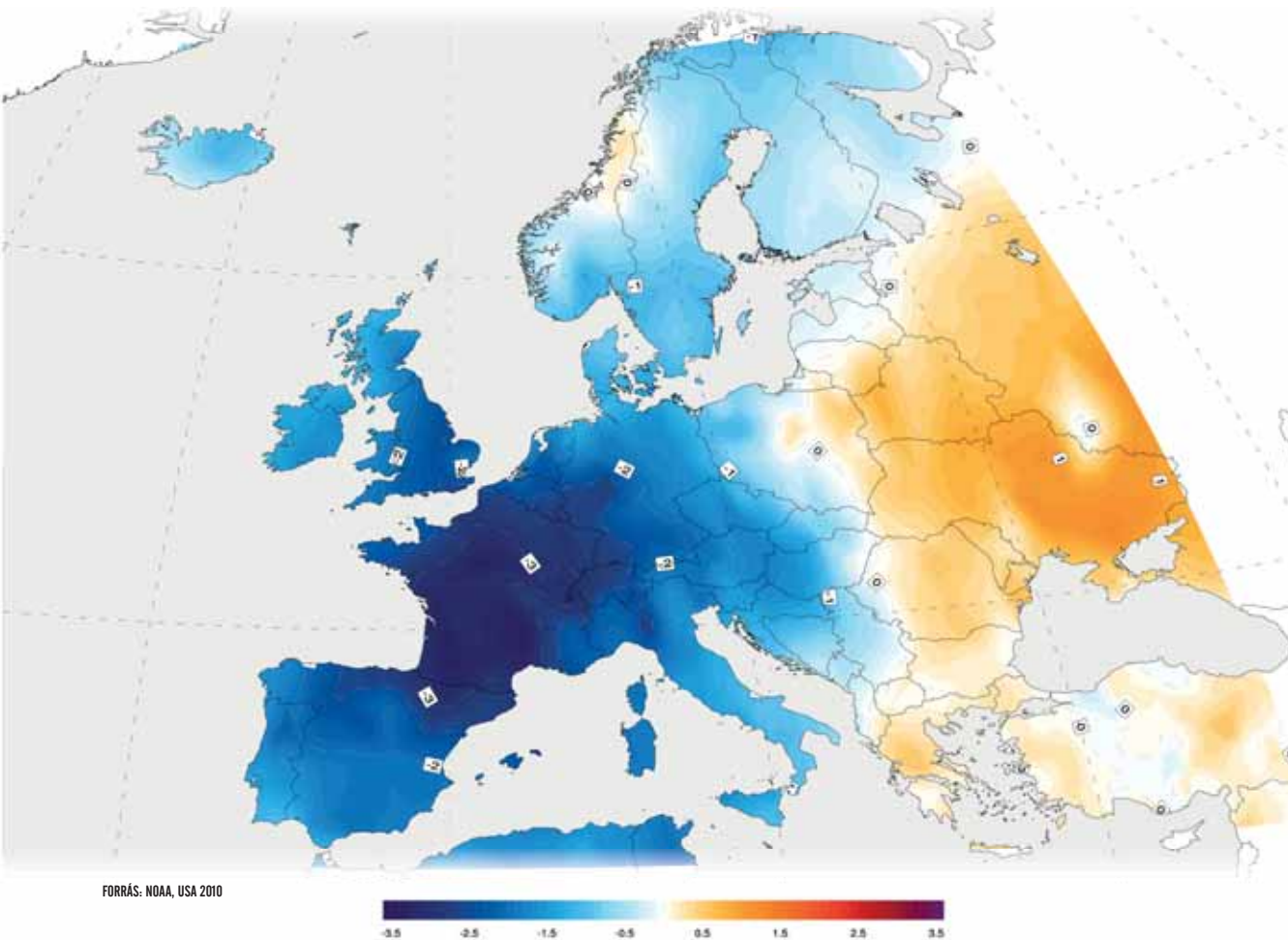
Kontinensünk középhőmérséklete 1816 nyarán – az 1971–2000-es évek átlagához képest – akár 3 °C-ot is hűlt



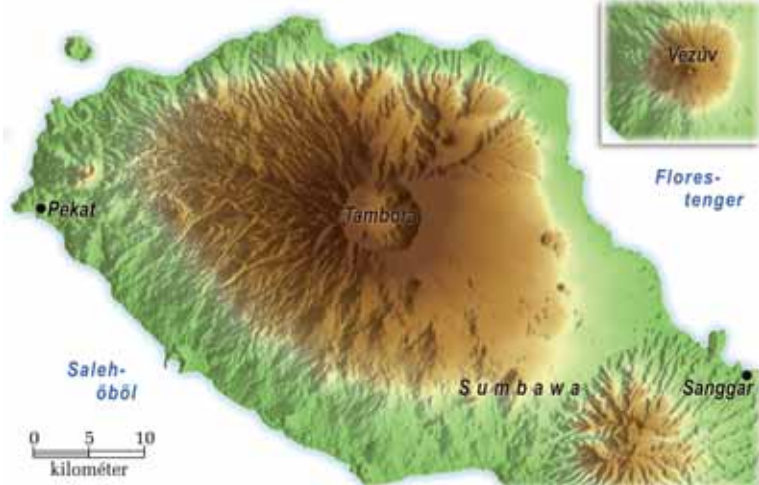
FORRÁS: TOBIAS FRIEDRICH, HAWAII EGYETEM, 2012

A HŐMÉRSÉKLET ÁTLAGTÓL VALÓ ELTÉRÉSE 1815 DECEMBERÉBEN

A Tambora kitörésének éghajlatmódosító hatásai az egész glóbuszt érintették. Bolygónk legnagyobb részén az átlagnál 1, egyes területeken pedig több °C-al is hidegebb volt (fent)



FORRÁS: DAN PETERSON



A TAMBORA ÉS A SOMMA-VEZÚV AZONOS MÉRETARÁNYÚ DOMBorzATI MODELLEN

A Tambora beszakadásos kalderájának átmérője vetekszik a mai formáját a pompeji kitörés nyomán elnyert Somma kalderájával (ebben emelkedik a „pöttömnyi” Vezúv)

az Alakort és a Zobot természeték a Rozs és Búza mellett is; (...) a Krumppli természetést is e szűk esztendők vétették be ami köz ember-einkkel. (...) A Földnépe kifogyott a Szarvas Marhából; azért a szántás szűk és drága.”

Az Európa-szerte százazrek életét követelő éhínségen – Magyarországon ötvenezerre teszik

„Ezen szők esztendők megtanították a mi falusi embereinket, hogy az Alakort és a Zobot természeték a Rozs és Búza mellett is; (...)”

MIT HOZ A VULKÁN JÖVŐJE?

A ma látszólag békés vulkán madártávlatból. A felhőket vonzó kalderában a nagy kitörés után, a 19. és a 20. század második felében is megfigyeltek kis magasságha felcsapó hamufelhőket (utoljára 2011-ben) – gyakorta földrengések kíséretében

Közép- és Nyugat-Európa jelentős részén, de még az Egyesült Államok keleti vidékein is a Kárpát-medenceihez hasonló éhínség pusztított, emellett tífuszjárvány ütötte fel a fejét Dél- és Délkelet-Európában.

EMBERI MARADVÁNYOK „KELET POMPEJIJÉBEN”, TAMBORA FALUBAN

Az ásátások a vulkán csúcsától 25 km-re lévő faluban 2004-ben kezdődtek meg a neves vulkanológus, Haraldur Sigurdsson vezetésével. A tömegkatasztrófában 10-20 ezer ember veszíthette életét (jobbra lent)

a halálozások számát – számos országban, így itthon is állami, megyei gondoskodás vagy egyes földesurak áldozatvállalása enyhítette. „POZSONYban már januárban inség volt, ui. a drágulás – főképp a kenyérmagvakban és lisztben – augusztus óta fokozódott. A város gyűjtést indított, amely közel 40,000 frt-ot eredményezett, ebből 1561 mérő rozsot és 100 mérő árpát vettek. (...) Igen nagy volt az éhínség ERDÉLYben. CSEREY FARKAS kamarás ör-

nagy KRASZNÁN az általa nyújtott kölcsönökről, valamint 2234 nap robotról lemondott, (...) hogy az inségek talpra állhassanak. (...) A nagyváradi káptalan 30-40 embert látott el ruhával, élelemmel. (...) ZICHY FERENC gróf 4000 frtot osztott szét, s 1813-ban több száz pozsonyi köből vetőmagot osztott szét.” Ahol az állam vagy a földesúr nem segített, a nép inségeledekhez folyamodott: tölgyfakéregből sütöttek „kenyeret”, nád beléből lepényt, őrölt szalmával, kukoricacsutkákból tört lisztből pogácsát, az állatok etetéséhez pedig leszedték még a házak zsúpfedelőt is.

Közép- és Nyugat-Európa jelentős részén, de még az Egyesült Államok keleti vidékein is a Kárpát-medenceihez hasonló éhínség pusztított, emellett tífuszjárvány ütötte fel a fejét Dél- és Délkelet-Európában. Az éghajlati kilengés az indiai monszont is megakasztotta, többszörösen elmaradt a termés betakarítása, s az éhínség mellett kolerajárvány is kitört a Gangesz mentén. Kínában Jünnan tartományban kipusztult a vetés, elhullottak a vízibivalyok, és árvizek söpörtek végig a Jangce vízrendszerén.

FOTÓ: RIK STOETMAN





Gázban a magyarázat

Mi okozta ezeket az egyértelműen globális változásokat? Az ekkor tapasztalt éghajlatromlást korábban sokan a légkörbe került vulkáni hamuval magyarázták. Ám a hamu java része hetek alatt kimosódik a légkörből, legfeljebb a helyi időjárást hűti le árnyékoló hatásával (mint pl. a Mt. St. Helens 1980-as kitörése után).

EGY MAI „ROKON”: A SEMERU

A Tambora, ha csak pár száz méterrel is, de meghaladhatta Indonézia ma legnagyobb tűzhányója, a jávai Semeru 3676 m-es magasságát (lent)



FOTÓ: KARÁTSON DÁVID



FOTÓ: RALF GERTISSER

A KALDERA BELSEJE

A Tambora meglepően egyenletes peremű, hatalmas méretű vulkáni üstjének fenekét gázszivárgás, kisebb tőszemek, hordalékkúpok tagolják

A globális hűtőhatásért – jelentős méretű, legalább VEI 6-os kitöréseket követően – valójában a felszabaduló vulkáni gázok egyike, a kén-dioxid felelős. Ez ugyanis a légnedvességgel reakcióba lépve kénsavvá alakul, s az ennek nyomán létrejövő, aeroszol-méretű (mikrométeres) szemcsékből álló felhő mint tükör veri vissza a napsugárzás egy részét, leárnyékolva a bolygót. Ha e felhő a magaslégtérig (sztratoszféráig) is felhatol, az ottani légkörzés néhány hónap alatt szétterítheti egy egész félgömbön. Trópusi kitörések esetén az aeroszol-felhő mindkét féltekére eljuthat. Ezt ma már egyértelműen tudjuk, hiszen az elmúlt évtizedekben két hasonló robbanásos kitörés is volt: a mexikói El Chichóné (1982) és különösen a műholdakkal végig nyomon követett, Fülöp-szigeteki Pinatubóé (1991).

***A globális hűtőhatásért
– jelentős méretű, legalább VEI 6-os
kitöréseket követően – valójában
a felszabaduló vulkáni gázok egyike,
a kén-dioxid felelős.***

A kénnek ugyanakkor a hűtéssel ellentétes hatása is van. Az aeroszol-felhő nemcsak visszaveri, de részben el is nyeli a napsugárzás egy részét, amitől a magaslégtér felmelegszik, és átalakulnak a légnyomási viszonyai, ezáltal a földi légkörzés egyes elemei is. A mérsékelt égövben például enyhébbek, de csapadékosabbak lesznek a telek. Európa és Észak-Amerika „zord” telei mögött tehát nem annyira a hideg állt, inkább a szokatlanul sok hó, és így a rá következő hóolvadás, a belvizek, árvizek okozták az időjárás zordságát.

Végeredményben az 1816-os középhőmérséklet – mint azt a megfigyelések mellett a faégyűrűk, vagy grönlandi jégfuratminták elemzése is megerősítette – legalább fél, újabb számítások szerint akár 1 °C-ot is hűlt az átlaghoz képest. Tegyük azonban hozzá: e komoly lehűlés nem egyedül a Tambora, hanem részben egy másik, csupán a közelmúltban azonosított, még nem pontosan ismert helyű trópusi vulkánkitörés számlájára írható, amely 1809-ben történt... ☺



CSÜTÖRTÖKÖNKÉNT 16.35-KOR

A rádióban vendégünk a témáról:

KARÁTSZON DÁVID

Korábbi műsoraink meghallgathatók:
www.afoldgomb.hu/radio