

## Vélemény, vita

### MERRE TOVÁBB, VULKANOLÓGIA?

#### Válasz Karátson Dávid *Új kutatási irányzatok a vulkanológiában* című hozzászólására

Harangi Szabolcs

az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár

MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport

Eötvös Loránd Tudományegyetem Közettan-Geokémiai Tanszék

szabolcs.harangi@geology.elte.hu

Merre tovább vulkanológia, milyen új kihívásokkal néz szembe e tudományterület a 21. században? A *Magyar Tudomány* 2013/8 számában megjelent tanulmányomban (Harangi, 2013) ezekre kerestem választ, és igyekeztem kiemelni olyan irányvonalakat, amelyek megítélésem szerint újszerűek, amelyekről úgy gondolom, hogy a jövőben nagy szerepet kaphatnak, új lökést adhatnak, és segíthetik a vulkánok működésének megértését, hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a vulkanológia jobban kielégítthesse a társadalmi elvárásokat. Természetes, hogy egy ilyen elmélkedés tükrözi a szerző szemléletét, tudományos nézetét, üzenetét a tudományos világnak, és nem feltétlenül egy átfogó, minden részletre kiterjedő összefoglaló anyagot jelent. Akár mondhatjuk vitaindítónak is, ami úgy gondolom, még nagyobb fontosságot adhat e tanulmányoknak. Továbbgondolni e tudományterület állását, lehetőségeit, újabb perspektívákat sorolni fel, mindez csak gazdagíthatja, erősít

heti a további tudományos munkát. *Karátson Dávid* hozzászólása (Karátson, 2013) lehetőséget adott erre, azonban írása sajnos nem ebbe az irányba mutat, az több helyen inkább személyeskedő, mintsem szakmai megalapozottságú, tárgyyszerű felvetéseket tartalmaz. Ezért nehéz szívvel írom válaszimat, személyes érintettség, megszólíttatás okán azonban nem tehetem meg, hogy ne reagáljak rá, még akkor sem, ha úgy érzem, ez nem szolgálja a tudományterület hazai érdekeit.

Karátson Dávid vitacikkének alaphangulata sajnos már az első bekezdésben világossá válik: személyemről, a hozzászólást kiváltó tanulmány szerzőjéről mint geokémikusról ír, aki igyekezett összefoglalni a vulkanológia jelenlegi állását és jövőbeli perspektíváit. Ezzel szembeállítja saját magát, mint aki több mint húsz éve folytat vulkanológiai kutatásokat, végez e témakörben oktatási tevékenységet. Ezzel azt a látszatot igyekszik kelteni, hogy egy geokémikus ad összefoglalót a vulkanológia

tudományának állásáról, és ez így nyilvánvalóan csak kis részben sikerülhetett, hozzászólását ő viszont hosszú vulkanológiai tapasztalatra alapozhatja. Úgy vélem, nem szerencsés ez a beállítás, nem tükrözi a valóságot. Le kell szögezmem mindjárt az elején, hogy a geokémikus vagy akár a vulkanológus kifejezés, avagy jelző meglehetősen szubjektív, hiszen nincsen geokémikus, nincs vulkanológus diploma, nincs ilyen szakma, vagyis az, hogy ki nevezi magát például vulkanológusnak, azt legfeljebb az döntheti el, hogy ki foglalkozik behatóbban vulkánokkal, vulkáni képződményekkel. Geológus diplomám megszerzése óta vulkáni kőzeteket kutatok, részt vettem több vulkanológiai munkában, írtam könyvet a vulkánokról, és 1992 óta oktatom a vulkanológiát az ELTE Természettudományi Karán, így adott esetben fel szoktam vállalni, hogy vulkanológus vagyok. Geokémikus semmiképpen, mert azt sokkal nehezebb definiálni, az a szakterület jóval sokréteűbb, és így meglehetősen ritka, hogy bárki is így határozza meg önmagát. Nem szerencsések tehát ezek a jelzők, főleg ha ezzel valamit vagy valakit minősíteni is akarunk.

Kutatótársam hozzászólásában a tanulmányomban található általa vélelmezett néhány hibára, illetve eltérő értelmezésre is fel kívánja hívni a figyelmet. A hivatkozások elmaradására, hiányos voltára tett megjegyzésére rövid a válasz: abban nem az önhivatkozások szerepeltetése volt a cél, hanem azt sajnos a folyóirat keretei szűkítették le erőteljesen, és kellett jelentősen csökkenteni az eredetileg jóval több tételből álló listát. Ez bizonyára Karátson tanulmánya esetében is így volt.

A vitacikk tartalmi részének elején Karátson leszögezi, hogy tanulmányom legnagyobb hibája, hogy a vulkanológia napjainkban művelt területei közül csak alig néhányat

tekint át. Nem vitatom, hogy bizonyára sok izgalmas kérdéskör kimaradt a publikált anyagból, de amint azt a bevezetőben is leírtam, ez nem a teljesség igényével készült, mindent egységesen bemutató összefoglaló. Erre messze nem elegendőek egyetlen tanulmány keretei. A bemutatott területek nem jelentik azt, hogy ezek a modern vulkanológiai kutatások legfontosabb és kizárólagos célterületei, hanem azt gondolom, hogy ezek olyan perspektívák, amelyek újszerű kihívásokat jelentenek és továbblépési lehetőséget adnak a vulkanológia számára. Még egyszer hangsúlyoznom kell, hogy ezek természetesen felvállalt szubjektív megítélések, ugyanúgy, ahogy Karátson is szubjektíven hangsúlyozza azoknak a területeknek a fontosságát, amelyekhez tudományos tevékenysége során közel került (pl. vulkánmorfológia, avagy olasz kollégáin keresztül a vulkáni kitérések szimulációja). Egy tudományterületen belül nem lehet megmondani, nem lehet kijelenteni, hogy melyik a legfontosabb, melyik a legerősebb irányzat. Úgy vélem, a vulkanológia 21. századi perspektíváját pontosan az adja, hogy bővelkedik rohamosan fejlődő vizsgálati módszerekben. Az ezekből való, egymást nem minősítő, nem sorrendbe állító válogatás – úgy vélem – beletartozik a kutatói gondolkodásbeli szabadság keretébe.

A vulkanológia a vulkáni működés kutatása, a forrástól a felszínig, azaz ebbe beletartozik a magmaképződés körülményeinek tisztázása, a magmatározó rendszer jellemzése ugyanúgy, mint a kitérés folyamatok leírása és az ezekkel létrejövő képződmények, vulkáni felszínformák sokoldalú vizsgálata. A két szakember látásmódjának, felfogásának, szemléletének különbözőségét jól tükrözi például a vulkáni felszínalak változásának kérdésfelvetése. Bár Karátson hiányolja, hogy

a vulkáni felszínalaktan miért nem szerepel a cikkemben, azonban bizonyára elkerülte a figyelmét, hogy ezzel egy teljes fejezet foglalkozik. Én a tanulmányomban a műholdas radartechnikának, az inSAR- (műholdradar-interferometria) adatoknak a jövőbeli perspektíváit emeltem ki, ami új lehetőséget ad a nem könnyen hozzáférhető vulkáni területek vizsgálatára. Ezzel szemben Karátson a LIDAR-lézerszkennelés technikának fontosságát hangsúlyozza, ami szintén a vulkáni területek felszínalak-változásával foglalkozik, de más kérdések felvetése mentén. Mindkét módszer egyre nagyobb szerepet kap a modern vulkanológiai vizsgálatokban, a vulkáni veszély előrejelzésben.

Karátson hiányolja tanulmányomban azt is, hogy nem foglalkozom a vulkáni képződmények radiometrikus kormeghatározásának modern eszközeivel. Ez megint csak nagyon-nagyon sokrétű kutatási terület, ahol számos új lehetőséget, új eredményt lehetne bemutatni, és közel is áll hozzám, hiszen akár támaszkodhatnék a Csomádon végzett radio-karbon kutatásaimra (Harangi et al., 2010) vagy frissen végzett cirkon kormeghatározási vizsgálataimra (ezek előzetes eredményei már szerepelnek Karátson et al., 2013 cikkében is), amelyek alapján merőben új megvilágításba sikerült helyezni a térség legfiatalabb tűzhányójának működési idejét. E kutatások fontosságát ismerve és elismerve azonban cikkemben más területekre fektettem hangsúlyt. Örömteli, hogy a vulkáni működés megismerése, amibe szervesen beletartozik a vulkáni képződmények mint e kitörések koronatanúinak vizsgálata, egyre modernebb eszközökkel történik, és ezzel egyre tökéletesedik az az ismerettár, amely adott esetben akár kiemelkedő fontosságú lehet a társadalmak életében. A tudósok eltérő szemlélete, különbözősége

véleményem szerint természetes, és fel sem merülhet, hogy az általuk hangsúlyozott területek fontosságban versengjenek egymással. Úgy gondolom, hosszan lehetne sorolni még azokat a kutatási irányokat, amelyek helyet kaphatnának a vulkanológia modern kutatásainak felsorolásban, és úgy vélem, fontos is lenne ezek bemutatása, hogy a tudományterület sokszínűségét hangsúlyozni lehessen.

Karátson hozzászólása végén két kérdésben száll vitába tanulmányom állításaival, és ezek már valóban olyanok, ahol úgy tűnik, hogy nem a személyeskedés érhető tetten, hanem egy adott kérdés szakmai értékelése ütközik, így ezek már igazán a tudományos vita részei. Mindkét kérdést nagyon fontosnak ítélem, és ezért örülök, hogy lehetőség van további érvekkel megvilágítani véleményemet. Az egyik vitapont arról szól, hogy vajon a földrengések veszélyével összehasonlítva a vulkánkitörések mekkora veszélyt jelentenek a társadalom számára. Karátson szerint félrevezető, hogy a vulkáni működés veszélyét a földrengésekéhez mérem, mivel szerinte „a földrengések a mai társadalomra összehasonlíthatatlanul nagyobb veszélyt jelentenek”. Ez tükröződik az anyagi károokban és a kioltott emberéletekben egyaránt. Valóban ez így tűnik, és valóban ez az általános vélekedés. Neme gy előadáson találkoztam azzal, hogy a természeti veszélyek közül – talán éppen a dokumentáltan okozott károk miatt is – csupán a földrengéseket emelik ki, a vulkánkitörések nem szerepelnek a komoly természeti veszélyek listáján. Ennek az eredménye pedig az, hogy a döntéshozók sem tekintik a vulkanológiai munkát olyannak, amit igazán támogatni érdemes. Írásomban arra hívom fel a figyelmet, hogy az eddigi tapasztalat az, hogy a vulkáni veszélyre csak akkor figyelnek fel igazán, amikor a kataszt-

rófa már bekövetkezett (például a Mt. Pelée 1902-es kitörését követő reakciók vagy a Mt. St. Helens, illetve a Nevado del Ruiz kitörése után tett lépések [például Fang, 2010]). Tisztaiban vagyok persze azzal, hogy a vulkáni veszélyt jóval nehezebb a döntéshozóknak megérteni, és itt fontos különbség van a földrengések, illetve vulkánkitörések által okozott veszély között. A különbség az időlépték. Míg egy 9-es magnitúdójú földrengés, azaz a legmagasabb fokozatba tartozó esemény átlagosan két-három évtizedenként fordul elő (URL1), addig az anomálishan erős (VEI>6) vulkánkitörések ismétlődési gyakorisága a több száz éves időléptéket is meghaladja, a legmagasabb fokozatba (VEI=8) tartozó események pedig több tíz- vagy százezer éves időléptékben következnek be újra. Egy 9-es magnitúdójú földrengés tehát a földmozgások gyakorisági időléptékében különlegesnek, mi több anomálisnak számít, az emberi gondolkodás időléptékében mégis többször előfordulhat, nem úgy, mint a leghatalmasabb vulkánkitörések. A kérdés tehát az, hogy akkor érdemes-e foglalkozni az ilyen kis valószínűségű, de akár nagy hatású, nagy impaktú természeti (vulkáni) veszélyekkel? Megítélesem szerint igen, még akkor is, ha az anyagi károkra vonatkozó eddigi adatok és halálozási számok a vulkáni működés veszélyét viszonylag kicsinek mutatják. Ugyanakkor, fontos hangsúlyozni, hogy nincs tapasztalatunk arra, hogy mi történne, ha a technológiailag fejletlenek tartott és gazdaságilag több szálon összefüggő mai társadalmat érné egy globális kihatású vulkánkitörés. Továbbá, közvetlen tapasztalat híján nincs pontos ismeretünk arra, hogy mi történne akkor, ha valamelyik milliós nagyváros közepében következne be egy nagy vulkánkitörés! Meggyőződésem, hogy a vulkanológia 21.

századi kihívásai közé tartozik az ilyen lehetséges események számbavétele, bekövetkezési forgatókönyveinek elemzése, továbbá a társadalom felé való kommunikációja is (pl. Aspinall et al., 2011; Schmidt et al., 2011; a Susan Loughlin által vezetett, 2014-ben induló új brit kutatási projekt). Az egyetlen ugyanis, amit tehetünk, az a felkészülés akár ilyen eseményekre is (ami valamikor be fog következni, ebben nincs kétség), ehhez pedig fontos az ismeretek gyűjtése, a tudásszint emelése. Úgy gondolom, hogy a mai társadalomra a legnagyobb veszélyt azok a természeti események jelentik, amelyekről nincs megfelelő ismeretünk, amelyek lefolyásáról nincs a történelmi időkből nyert, közvetlen megfigyelési tapasztalatunk, és amelyekre ezért nincs megfelelő felkészítés. Ha pedig lebecsüljük bizonyos természeti folyamatokat, mint például a vulkáni működés veszélyességét, mert például ez a statisztikákban nem tükröződik, akkor ezzel csökkentjük az elővigyázatosságot, és ezzel a megfelelő tudás hiányában sebezhetőbbé válik a társadalom. Ez pedig szorosan átvezet a Karátson által vitatott következő kérdésre.

A Karátson által említett másik vitapont az Eyjafjallajökull kitörése, társadalmi hatásai, az előállt helyzetre adott válaszok megítélése. Karátson azt írja, hogy a 2010. április közepén előállt légi közlekedési káoszt az érvényben lévő szabvány okozta az európai légiközlekedésben, és azt nem a társadalom vulkáni működésre való felkészültségi hiánya idézte elő, amit tanulmányomban hangsúlyozok. Írásából az tűnik ki, hogy szerinte a „zéro hamutolerancia” túlságosan erős volt, mivel „a felhígult hamu gyakorlatilag semmilyen veszélyt nem jelentett”. Nos, a társadalmi felkészületlenséget jelzi, hogy ez volt az első olyan eset, amikor élesen felvetődött, hogy a

különböző mértékű légköri vulkáni hamukoncentráció hogyan hat a repülésre, a sugárhajtású repülőkre (Webster et al., 2011; Witham et al., 2012). A 2010 áprilisában végzett próbarepülések eredményei vegyesek voltak, a problémamentes esetek mellett előfordultak olyanok is, amikor a hajtóművekben vulkáni hamu okozta károkról számoltak be. A felkészületlenséget, ezzel a társadalmi sebezhetőséget pontosan az tükrözi, amiről Karátson így ír: ha „a megengedhető hamuszint technológiai kérdéseit idejében tisztázzák, nem került volna sor a pánikra, az 5 milliárd dollárra taksált veszteségre, a több mint 10 millió utast érintő légtérzárásra”. Mivel azonban nem voltak szakmai ismeretek erről, a társadalom sebezhető volt, így én maximálisan egyetérték a „zéró hamutolerancia” akkori alkalmazásával. A kérdést nem lehet egyszerűen elintézni „nem túl bonyolult feladványként”, az ennél sokkal összetettebb. Üdvözlendőnek tartom ezért azokat az erőfeszítéseket, amelyek azóta is igyekeznek pontosabb tudást szerezni a vulkáni hamufelhő légiközlekedésre gyakorolt hatásairól (például a Keflavíkban 2010 szeptemberében tartott Atlantic Conference on Eyjafjallajökull and Aviation szakmai találkozó és kapcsolódó szakmai tanulmányok, [például: Stohl et al., 2011; Dacre et al., 2013]). Karátson záróértekelésével, azaz az Eyjafjallajökull-kitörés „környezetvédő”, „jótékony” hatásával egyetérteni szakmailag nem tudok, ezért sem foglalkoztam vele tanulmányomban.

Végül, Karátson „helyreigazítást” igyekszik tenni azzal kapcsolatban, amit a Kemenes Vulkanparkról írtam. A helyreigazítás kitélt nem teljesen értem, mivel valótlan nem írtam le a projekttel kapcsolatban. A Kemenes Vulkanpark térségünkben egyedülálló fejlesztés, amely jelentős mértékben hozzájárulhat

a földtudományok népszerűsítéséhez, ezen belül a vulkáni működés széles körű bemutatásához, építve a Ság-hegy és a környezetében lévő természeti értékekre. Ez szintén a vulkanológia 21. századi új kihívásai közé tartozik. Hogyan lehet ezt a kivételes természeti hagyatékot, a vulkáni működés során létrejött természeti csodákat hatékonyabban bemutatni a társadalomnak, hogyan lehet erre turisztikai szolgáltatást építeni, segíteni ezáltal a helyi gazdaság fellendítését? Ebben a szakemberek, a vulkanológusok szerepe is lényeges. A Ság-hegy lábánál létrejött vulkánpark célja, hogy bemutassa, feltárja, hogy a térségünkben mintegy húszmillió év alatt létrejött vulkáni működés milyen nyomot hagyott, és ezen keresztül hogyan tudunk rácsodálkozni a természet e szemet gyönyörködtető, olykor hátborzongató folyamatára. Mint e fejlesztés ötletgazdája, ezért dolgoztam közel egy évtizeden keresztül a megvalósításért, sajnos nem kis ellenszélben. Örömmel tölt el azonban, hogy létrejött a Ság-hegyre tervezett fejlesztés, hogy megnyitotta kapuit a vulkánpark látogatóközpontjaként szolgáló Vulkanház, hogy az ötlet megvalósult. Ugyanakkor vitathatatlan tény, hogy a pályázó önkormányzat a kivitelezés befejezése előtt hirtelen koncepcióváltással nem a *Megvalósíthatósági tanulmányban* leírtakat követte, többek között nem valósította meg az abban leírt és a médiában több helyen is nyilvánosságra hozott kiállítási attrakciókat, nem követte a szakmailag részletesen kidolgozott, az újszerű fejlesztést a nagyközönségnek széles körben bemutató és népszerűsítő marketingtervet, és eltért az üzemeltetésre vonatkozó tervektől is. Mindennek részletei azonban nem e folyóirat hasábjaira valók. Habár úgy tűnik, az ilyen esetek számos jelentős fejlesztés sajnálatos velejárói, bízom abban, hogy e történet jogi

és etikai vonatkozásai rendeződnek, és a fejlesztés valóban eléri eredeti célját, és évente tízezrek ismerkedhetnek meg szórakozva, kikapcsolódva a vulkáni működés folyamatával, annak okaival és hazai értékeivel. A 21. században erre is nagy szükség van. Meggyőződésem, hogy a tudomány népszerűsítésének

ségével a szakemberek sokat tehetnek a vulkanológia tudományterülete, és a földtudományok jobb társadalmi megítéléséért.

Kulcsszavak: *vulkanológia, természeti veszély, veszély-előrejelzés, geofizika, geokronológia, Eyjafjallajökull, tudomány népszerűsítés, vulkánpark*

#### IRODALOM

- Aspinall, Willy – Auken, M. – Hincks, T. – Mahony, S. – Nadim, F. – Pooley, J. – Sparks, R. S. J. – Syre, E. (2011): *Volcano Hazard and Exposure in GDRFF Priority Countries and Risk Mitigation Measures—GFDRR Volcano Risk Study. NGI Report 20100806*. Bristol University Cabot Institute and NGI Norway for the World Bank, Washington DC.
- Dacre, Helen F. – Grant, A. L. M. – Johnson, B. T. (2013): Aircraft Observations and Model Simulations of Concentration and Particle Size Distribution in the Eyjafjallajökull Volcanic Ash Cloud. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 13, 1277–1291. DOI:10.5194/acp-13-1277-2013 • <http://www.atmos-chem-phys.net/13/1277/2013/acp-13-1277-2013.pdf>
- Fang, Janet (2010): Hot Science from a Volcanic Crisis. *Nature*. 465, 146–147. DOI:10.1038/465146a • <http://www.nature.com/news/2010/100512/full/465146a.html>
- Harangi Szabolcs (2013): Merre tovább, vulkanológia? *Magyar Tudomány*. 174, 8, 959–979.
- Harangi Szabolcs – Molnár M. – Vinkler A. P. – Kiss B. – Jull, A. J. T. – Leonard, A. G. (2010): Radiocarbon Dating of the Last Volcanic Eruptions of Ciomadul Volcano, Southeast Carpathians, Eastern-Central Europe. *Radiocarbon*. 52, 3, 1498–1507. • <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/radiocarbon/article/view/3648>
- Karátson Dávid (2013): Új kutatási irányzatok a vulkanológiában. (Hozzászólás Harangi Szabolcs Merre tovább, vulkanológia? A 21. század kihívásai c. tanulmányához). *Magyar Tudomány*. 174, 12, 1514–1518.
- Karátson Dávid – Telbisz T. – Harangi Sz. – Magyarai E. – Dunkl I. – Kiss B. – Jánosi Cs. – Veres, D. – Braun, M. – Fodor E. – Biró T. – Kósik Sz. – von Eynatten, H. – Lin, D. (2013): Morphometrical and Geochronological Constraints on the Youngest Eruptive Activity in East-Central Europe at the Ciomadul (Csomád) Lava Dome Complex, East Carpathians. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 157–158, 56–72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2013.01.013> • <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377027313000310>
- Schmidt, Anja – Ostro, B. – Carslaw, K. S. – Wilson, M. – Thordarson, T. – Mann, G. W. – Simmons, A. J. (2011): Excess Mortality in Europe Following a Future Laki-style Icelandic Eruption. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 108, 38, 15710–15715. DOI:10.1073/pnas.1108569108 • <http://www.pnas.org/content/108/38/15710.full?sid=48c8547e-aabr-44dc-bb90-ba3afi522d50>
- Stohl, Andreas – Prata, A. J. – Eckhardt, S. – Clarisse, L. – Durant, A. – Kristiansen, N. I. – Minikin, A. – Schumann, U. – Seibert, P. – Stebel, K. – Thomas, H. E. – Thorsteinsson, T. – Tørseth, K. – Weinzierl, B. (2011): Determination of Time- and Height-resolved Volcanic Ash Emissions and Their Use for Quantitative Ash Dispersion Modeling: The 2010 Eyjafjallajökull Eruption. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 11, 4333–4351, DOI:10.5194/acp-11-4333-2011 • <http://www.atmos-chem-phys.net/11/4333/2011/acp-11-4333-2011.pdf>
- Webster, H. N. – Thomson, D. J. – Johnson, B. T. – Heard, I. P. C. – Turnbull, K. – Marengo, F. – Kristiansen, N. I. – Dorsey, J. – Minikin, A. – Weinzierl, B. – Schumann, U. – Sparks, R. S. J. – Loughlin, S. C. – Hort, M. C. – Leadbetter, S. J. – Devenish, B. J. – Manning, A. J. – Witham, C. S. – Haywood, J. M. – Golding, B. W. (2012): Operational Prediction of Ash Concentrations in the Distal Volcanic Cloud from the 2010 Eyjafjallajökull Eruption. *Journal of Geophysical Research*. 117, D00U08, DOI:10.1029/2011JD016790
- Witham, Claire – Webster, Helen – Hort, Matthew – Jones, Andrew – Thomson, David (2012): Modelling Concentrations of Volcanic Ash Encountered by Aircraft in Past Eruptions. *Atmospheric Environment*. 48, 219–229. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2011.06.073  
URL: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/graphs.php>