

Vulkáni veszély a Kárpát-medencében: képzelet vagy valóság?

Harangi Szabolcs^{1,2}

¹ MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport

² ELTE Közettan-Geokémiai tanszék

1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/C

e-mail: szabolcs.harangi@geology.elte.hu

A Kárpát-medence, avagy a Kárpát-Pannon térség földrengés és vulkánkitörés szempontjából nem tartozik a kifejezetten veszélyes területek közé. Az előbbieket esetében tudjuk azt, hogy mintegy fél évszázados időléptékkel előfordulhatnak akár 5-6 magnitúdójú földrengések, amelyek komoly károkat okozhatnak és akár 15-20 éves gyakorisággal is lehetnek ennél kisebb erejű, de jelentősebb károkat okozó események. Mindezt alátámasztják az elmúlt évszázadok során feljegyzett földrengések példái. A vulkánkitörések esetében azonban nincs ilyen fogódzkodó. A térség legutolsó vulkáni működése 32 ezer éve történt a székelyföldi Csomádon, míg a legutolsó bazaltvulkáni kitörés 100 ezer éve zajlott a Garam völgyében. Hosszú ez az eltelt idő, és e miatt nem sokan gondolják azt, hogy egyáltalán foglalkozni kell e területen a vulkáni veszéllyel.

A vulkáni veszély egy adott területen potenciálisan pusztító hatású vulkáni esemény bekövetkezésének valószínűsége éves időléptékben. A vulkáni veszélyeztetettség az emberi és társadalmi érték azon része, ami egy vulkáni kitörés során károsodhat, illetve elpusztulhat. A vulkáni rizikó pedig vulkáni esemény okozta károk bekövetkeztenek valószínűsége, azaz annak a mérőszáma, hogy egy potenciálisan veszélyes vulkáni folyamat során mekkora az esélye az értékvesztésnek. Mindezek valószínűségi mérőszámok, amihez szükséges ismerni magát az értéket is, azaz az érintett területen a veszélyeztetett emberek száma, tulajdonok értéke, termelő kapacitás értéke stb.

Ezek, a természeti veszély esetében általánosan használt terminusok azonban nem feltétlenül adnak mindig pontos képet egy adott terület veszélynek való kitettségről. Ez különösen igaz a kis valószínűségű, de nagy hatású természeti események esetében, amelyek közé tartozhatnak bizonyos vulkánkitörések is. Minden tűzhányónak megvan az egyedi vonása és amennyiben az időléptéket tekintjük, akkor vannak emberi léptékben is gyakran működő, illetve nagyon ritkán működő vulkánok. Ez utóbbiak esetében pedig nehezen értelmezhetőek a valószínűségi mutatók, hiszen azok olyan kicsi számokat adnak, ami alapján a döntéshozókat nehéz meggyőzni a potenciális veszélyről. Az esély azonban nem nulla, így más módszerrel kell ehhez a kérdéshez nyúlni.

A vulkanológia egyik nagy kihívása a 21. században, hogy jobban megértse a nagyon ritkán bekövetkező vulkánkitörések okait és számba tudja venni az ezek által jelentett veszélyt. A történelmi időkben kevés olyan nagy vulkánkitörés történt, aminek lefolyását, előzményeit pontosan lehetett követni, sőt számos olyan kitörési típus van, amire a történelmi időkben még nem volt példa. Az elmúlt néhány évszázad nagy, és a társadalomra pusztító hatású vulkánkitöréseit számba véve (pl. Laki, 1783; Tambora, 1815; El Chichon, 1982; Pinatubo, 1991) azt látjuk, hogy nagy részüket olyan tűzhányó produkálta, amelyek hosszú évszázadok óta nem működött. Fontos tehát megértenünk e hosszan szunnyadó vulkánok természetét, az újra aktivizálódásuk okait és ennek időbeliségét! Ezekhez tartoznak kiterjedt vulkáni mezők is. E területeken egy-egy vulkánkitörés között évszázadok, sőt akár több tíz- vagy százezer év is eltelhet. A problémát fokozza, hogy a vulkáni centrum mindig máshol alakul ki és a bazalt vulkáni kitörésnek sok esetben nincs sok előjele. Vajon ki mondja meg, hogy egy ilyen területen nem következhet be, mondjuk heteken vagy hónapokon belül egy vulkánkitörés! Az eset komolyságát jelzi, hogy már egy évtizede erre készülnek például az új-zélandi Auckland területén.

Egy friss tanulmány szerint a Föld lakosságának mintegy 10%-a, azaz 700 millió ember él potenciális vulkáni veszélyben, azaz olyan tűzhányó közelében, amelynek kitörése több tíz kilométeres körzetben okozhat pusztítást. Egy ilyen túlnépesedett területen bekövetkező, korábbi példa nélküli vulkáni működés és az azzal járó károk globálisan is megrengetné az emberiséget. A hosszan szunnyadó vulkánok váratlan felébredése nem csak a környező lakosságra jelenthet veszélyt. A heves robbanásos kitörés adott esetben befolyásolhatja a klímát, ezen keresztül a környezeti állapotot és így jelentős hatású lehet a társadalmakra is. Az elmúlt 2000 évben több mint 50

ilyen vulkánkitörés történt, azaz évszázadonként átlagosan kettő. A 21. században nem volt még erre példa. Nincs kétség afelől, hogy a következő évtizedekben ilyen eseményekkel is szembe kell néznünk!

Egy adott területen, így a Kárpát-medencében is, a vulkáni veszély számbavétele esetében két eshetőséget kell vizsgálnunk: (1) a térségben mennyi az esélye van egy vulkánkitörésnek; (2) a térségre milyen hatással lehet egy távoli tűzhányó kitörése, illetve egy globális kihatású vulkánkitörés.

A Kárpát-Pannon térséget az elmúlt 20 millió évben változatos és bizonyos időszakokban nagyon intenzív vulkáni működés jellemezte. Szinte minden típusú vulkánkitörés előfordult, a kisebb területet érintő bazalt vulkáni lávaszökőkút kitörésektől a regionális hatású, heves robbanásos kitörésekig. A legintenzívebb vulkáni működési időszak 10-16 millió éve volt, ami után bár csökkent a vulkánkitörések száma, azonban még az elmúlt 2 millió évben is számos vulkáni esemény történt. Most békés a térségünk, azonban a múlt eseményeit számba véve nem lehetünk biztosak abban, hogy ez a látszólagos nyugalom mit jelent: egy hosszú vulkáni működési szakasz egyértelmű végét, vagy ez csupán egy korábban már többször is jellemző, vulkánkitörések közötti nyugalmi időszak?

A jövőbeli potenciális vulkáni veszélyt először Szakács Sándor kolozsvári geológus vetette fel 2002-ben. Az azóta zajló kutatások alátámasztják az akkor még spekulatív felvetést. A tudományos eredmények arra utalnak, hogy a lehetőség az újabb vulkáni működésre valóban fennáll a Kárpát-Pannon térségben. A lehetőség természetesen nem jelent biztos bekövetkezést, azonban egyszerű valószínűségi nyelven kifejezve az esély további vulkáni működésre nem nulla. Innentől kezdve pedig foglalkozni kell ezzel a kérdéssel is! A legnagyobb esély egy újabb vulkánkitörésre a legfiatalabb tűzhányókon lehet. A székelyföldi Csomád robbanásos krátereket magába foglaló lávadóm komplexuma az elmúlt 150-180 ezer éve épült fel. A több földtudományi szakterületet integráló kutatások arra mutattak rá, hogy a vulkán alatt, a földkéregben jelenleg is valószínűsíthető még olvadéktartalmú magmás anyag. A geokronológiai elemzések eredményei arra utalnak, hogy a tűzhányó alatti magmatározó mintegy 350 ezer éve fennáll, és már több mint 100 ezer éve létezett az első kitörések előtt. Nincs okunk tehát feltételezni azt, hogy az utolsó vulkánkitörés óta eltelt 32 ezer éves nyugalom egyértelműen azt jelenti, hogy a Csomád már inaktívvá vált. A kőzettani-petrogenetikai vizsgálatok eredményei arra hívják fel a figyelmet, hogy amennyiben van olvadéktartalmú magmás anyag a

mélyben, akkor az egy friss magma felnyomulás következtében viszonylag gyorsan – évek-évtizedek alatt – remobilizálható, azaz abban kitörésre képes magma jöhet létre. Mindez nem képzelhető el akkor, ha a magmatározó anyaga már teljesen megszilárdult. Az olvadáktartalmú magmás test földkéregbeli vélelmezett jelenléte adja tehát a lehetőséget, hogy a látszólag inaktív vulkán gyorsan, azaz emberi léptékben mérhető idő alatt, feléledhet. Amíg pedig ez a potenciális lehetőség fennáll, addig fontos, hogy a Csomád vulkáni működéséről minél pontosabb ismeretet kapjunk, aminek feltárására jelenleg is intenzív kutatás zajlik. Mindez hasznos tudományos eredményeket ad általában is a hosszan szunnyadó tűzhányók működésének megértéséhez.

A Csomád vulkáni működésének felújulására tehát megvan az elvi lehetőség, e mellett azonban nem zárhatunk ki teljesen másfajta vulkánkitörést sem. A legutolsó bazaltvulkáni kitörést megelőzően a selmeci területen több millió évig nem volt vulkáni működés, és a Nógrád-Gömöri térségben is a legutolsó bizonyított vulkánkitörés több mint 1 millió éve volt, bár egyesek feltételezik, hogy 400-500 ezer éve is lehetett még vulkáni aktivitás. Ezek a számadatok világosan jelzik, hogy emberi léptékben hosszú idő után is bekövetkezhet újabb vulkáni esemény. A 100 ezer évvel ezelőtti vulkáni működés kőzetanyagának vizsgálata arra utal, hogy a földköpenyben megvan a lehetőség a magmaképződésre. A számítások pedig azt jelzik, hogy a földköpenyben keletkező magma a földkérget akár néhány nap alatt áttörheti. A nyugodt környezet tehát nagyon gyorsan megváltozhat, amilyen esetre nagyon kevés a tapasztalat. Utalnunk kell azonban a Parícutin vulkán 1943-as szünetésére, amikor egy parasztember szántóföldjén nőtt ki egy tűzhányó úgy, hogy annak nem volt sok előjele.

Ezeket a kis valószínűségű, de éppen a váratlanságuk miatt is nagy hatású természeti eseményeket nem szabad lebecsülnünk, hiszen ahogy a legfrissebb kutatások is felhívják rá a figyelmet, a bekövetkezés időléptéke akár években mérhető. A hosszú nyugalom altatja a készültséget és nem feltétlenül biztos az, hogy amiről nincs tapasztalatunk, az nem is következhet be! Ez különösen igaz a vulkánkitörésekre! Az indonéziai Sinabung vulkánt például 2010 előtt még inaktívnak gondolták, most pedig a Föld egyik legaktívabb és legveszélyesebb tűzhányója!

A vulkáni veszély tekintetében foglalkoznunk kell a távoli vulkánkitörések okozta hatásokkal is. A Kárpát-medence tekintetében nem példa nélküliek ezek az események. A 2010-es Eyjafjallajökull kitörés esetében Budapest

levegőjéből is sikerült kimutatni a vulkáni hamuanyagot. Bár ennek koncentrációja nagyon-nagyon kicsi, mondhatni elhanyagolható volt, azonban mutatta azt, hogy több mint 3000 kilométer távolságban bekövetkező vulkánkitörés is eljuttathatja anyagát térségünkbe. Márpedig Izlandon számos olyan tűzhányó (pl., Hekla, Katla, Bárðarbunga) kitörése valószínűsíthető a következő évtizedekben, amelyek az elmúlt 10 ezer évben jelentős nagyságú vulkánkitöréseket produkáltak, és amelyek vulkáni hamuanyaga kimutatható Európában. Izland mellett azonban közép-olaszországi vulkánkitörés is hagyott vulkáni üledéket térségünkben. A kvarter löszben megjelenő Bagi tefra mintegy 350-400 ezer éves vulkánkitörés nem lebecsülendő nyoma. A mai modern társadalomban ezek a nem túl nagy távolságban bekövetkező vulkánkitörések új kihívásokat jelentenek, különösen a légi közlekedésre és az ahhoz kapcsolódó kereskedelemre.

Végül, foglalkoznunk kell a globális kihatású vulkánkitörések potenciális veszélyével is. E területen azonban a legkevesebb a tudományosan is megfogható adat. Azonban, mind a Laki 1783-as, mind a Tambora 1815-ös kitörését követően voltak olyan történések, amelyekről szóló dokumentumok arra utalnak, hogy a környezeti változás térségünket is jelentősen érintette. A Tambora kitörését követő globális éghajlati változás például a Kárpát-medencében is súlyos kihatású volt. Az anomális időjárási jelenségek, a különösen hideg és elhúzódó tél, a hűvös nyár és a jelentős csapadék következtében térségünket a történelmi idők egyik legsúlyosabb éhínsége sújtotta.

A természeti katasztrófák bekövetkezésének előrejelzése nagy kihívást jelent, ez különösen igaz a nagyon ritkán bekövetkező veszélyekre. Ezek esetében nem csak a tudományos elemzés, az értelmezés, a bekövetkezés idejének valószínűsítése jelent nehézséget, hanem annak felvállalása, hogy egy olyan esemény bekövetkezési lehetőségét veti fel a szakember, amire nem volt még tapasztalat és ezért mind a döntéshozók, mind a lakosság oldaláról még a kérdésselvetés is kételkedést szül. A történelmi idők dokumentumai, az adott természeti folyamat, esetünkben a vulkánkitörések ismétlődési léptékének, a reaktiválódás folyamatának egyre bővülő ismerete azonban világosan jelzi, a jövőben valamely generációnak szembe kell majd nézni majd egy ilyen kihívással is. A kérdés az, hogy erre fel lehet-e készülni vagy az esemény pusztító hatásának nagyságát növeli majd a bekövetkezés látszólagos váratlansága?