

HARANGI SZABOLCS

# A Tolbacsik kitörése

## Kamcsatka különleges vulkáni működése

Vajon melyik a Föld vulkanológiailag legaktívabb területe? Az egyszerűnek tűnő kérdésre feltehetően el-sők között az Etna és Hawaii lenne a válasz, esetleg Izland is befutna, majd Japán és Indonézia lenne a következő lehetséges felvetés. E vulkáni területek működése többnyire széles médiaérdeklődés mellett zajlik, így sokan tudnak róla. Azonban van egy térség, ahol talán a Föld legszebb tűzhányói sorakoznak és szinte mindennaposak a vulkánkitörések. Ez Kamcsatka, Oroszország keleti vége. Távol mindentől, ahol télen mindent fehér hólepel borít, nyáron pedig medvék barangolnak élelem után kutatva, a vizekben lazacok ficskándoznak, a levegőben sűrű szunyograjok repkednek és ahol többnyire csak vadászok járnak.

A vulkáni működésre olyannyira kevés figyelem fordul, hogy a Bezimjannij (magyarul Névtelen) vulkán 1956-os kitöréséről sokáig csak annyit lehetett tudni, hogy hatalmas hanghatással járt és a hamufelhő több mint 40 km magasba jutott. De vajon hogyan zajlott le ez a vulkáni kataklizma? Ezt csak az amerikai Mt. St. Helens 1980. májusi kitörése nyomán sikerült azonosítani: a tűzhányó délkeleti oldala lecsusszant, amit egy oldalirányú hamukilövellés kísért. A hatalmas légköri nyomáshullámmal járó kitörés még 15 km távolságban is gyufaszálként fektette el a fákat. Az esemény nyomán egy 1,5x2,8 km nagyságú, 700 méter mély, patkó alakú sebhely maradt vissza, a hegy magassága mintegy 200 méterrel csökkent. Mindez rámutatott arra, hogy a szinte teljesen azonos módon lejátszódott St. Helens-kitörés nem egyedi jelenség, hanem a magasba nyúló vulkánok életében, legalábbis földtani időskálán mérve, viszonylag gyakori esemény.

A Bezimjannij, ami ezt megelőzően több mint 1000 éven át nem működött, azóta is aktív, hol viszkózus lávadóm türemkedik ki a kürtőből, hol több km magasba lövell fel hamufelhőt. A Névtelen-től északra magasodik a térség egyik legpompásabb és legaktívabb tűzhányója, a 4835 méter magas Kljucsevszkaja. Tekintélyes mérete ellenére is a fiatalok közé tartozik, hiszen csak 6000 éve kezdte meg működését. Tovább északra egy másik hiperaktív vulkán található, a Sivelucs. Az elmúlt 10 ezer évben legalább 60 nagy kitörése volt, ezeket többször ki-

lálható. Ez több mint 6000 évvel ezelőtt alakult ki egy intenzív lávaöntő működést követően. Az elmúlt 2000 évben tevékenysége többnyire a tőle déli-délnyugati és északkeleti irányban futó hasadékvonal mentére koncentrált. Itt a havas tájon is megelevenedik a Hawaii-szigetek szemet gyönyörködtető vulkáni működési típusa: lávatűzijáték, lávaszökőkút, több kilométer hosszan kanyargó lávafolyások! Ezek mind olyan működési folyamatok, amelyek közel sem jellemzőek az égbetörő vulkáni komplexumokkal tarkított kőzetlemezalábukási övezetekre, ami-

lyen Kamcsatka is. Van itt tehát bőven vulkáni izgalom, különlegesség!

1975 nyarán a Lapos Tolbacsik déli előterében egy másfél évig tartó intenzív lávaöntő kitörés zajlott, amelynek során több mint 1 köbkilométer bazaltláva terül el a felszínen. A Nagy Tolbacsik kitörés, ahogy ezt a vulkanológusok elnevezték, számos kis salakkúpot is felépített. A történet 2012-ben újraindult! November 27-én két helyen is felszakadt a föld és azóta, e tanulmány írásának idejében (május elején),

már több mint 5 hónapja megállás nélkül ömlik a felszínre az izzó magma.

### Miért pont ott?

Miért pont ott vannak a vulkánok, mi határozza meg földrajzi elhelyezkedésüket? A lemeztektonika térhódítása óta a válasz viszonylag egyszerű: a tűzhányók nagy többsége kőzetlemezek határa mentén sorakozik, a legtöbb aktív vulkán ott található, ahol a nagyobb sűrűségű óceáni kőzetlemezzel a földképenybe bukik.



Éjjeli tűzijáték (Alekszandr Lobasevszkij felvétele)

sérte a tűzhányó egyik oldalának beomlása, pusztító vulkáni törmelékklavina lezúdulása kíséretében. Legutóbb 1964-ben volt ilyen esemény. A Bezimjannijtól délre egy másik különleges vulkán emelkedik, a Tolbacsik. Nem is egy, hanem két tűzhányó együttese ez, két teljesen különböző vulkáné! Az idősebb, nagyobb méretű Osztrij, azaz Hegyes Tolbacsik tipikus összetett vulkán, ami már jó ideje nem működik, előtte pedig a Ploszkij, avagy Lapos Tolbacsik található. Ez utóbbi pajzsvulkán, amelynek a csúcsi részén egy 3 km széles beszakadással tarkított kaldera ta-

Ezek az övezetek a szubdukciós zónák. A Csendes-óceánt patkó alakban körülölelő, több száz aktív vulkánt felsorakoztató „Tűzgyűrű” ilyen alábukási övezetek láncolatából áll. A nyugati ágán vulkáni szigetívek sorakoznak, ahol óceáni kőzetlemez bukik egy másik óceáni lemez alá, míg a keleti ágán kontinentális lemez alá hatol a Pacifikus-lemez anyaga, ami egy aktív kontinentális szegélyzónát hozott létre. A lemez alábukásának oka elsősorban az, hogy az óceáni kőzetlemez idővel oly mértékben megvastagszik, hogy már nem képes az alatta lévő, képlékenyen viselkedő földköpeny anyagon (az asztenoszféran) fennmaradni, nagyobb sűrűsége miatt alábukik. Valóban, 160–180 millió évesnél idősebb, az óceánok aljzatát alkotó kőzetlemez nemigen van. Nagyjából ez az az idő, ami alatt az óceáni lemez eléri a kritikus vastagságát, ami után már nem képes az asztenoszféra felett maradni.

Az alábukás során a földköpenybe nyomuló óceáni lemez nem olvad meg! Miért is olvadna meg, amikor egy, a környezeténél hidegebb kőzettömeg süllyed egyre mélyebbre! Az alábukás során az óceáni lemezben reakciók zajlanak, a víztartalmú

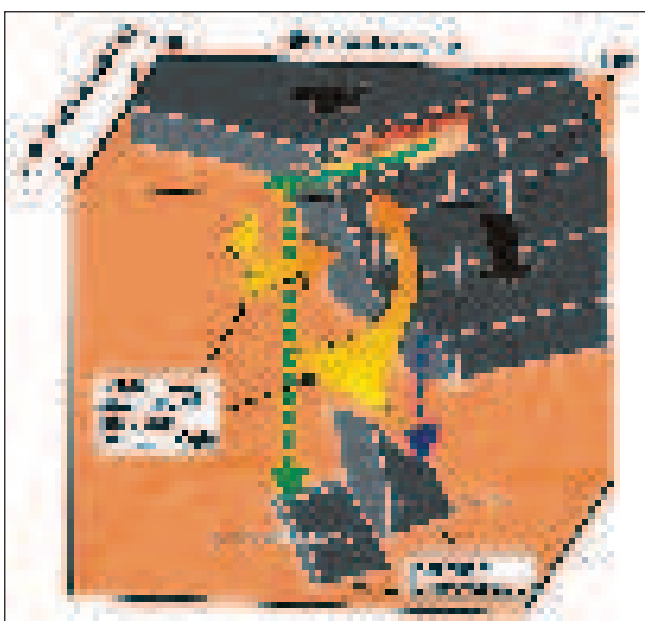


„Aranyfolyam” – hátul a kitörés központjából higan folyós bazaltláva árad ki (A. Lobasevszkij felvétele)

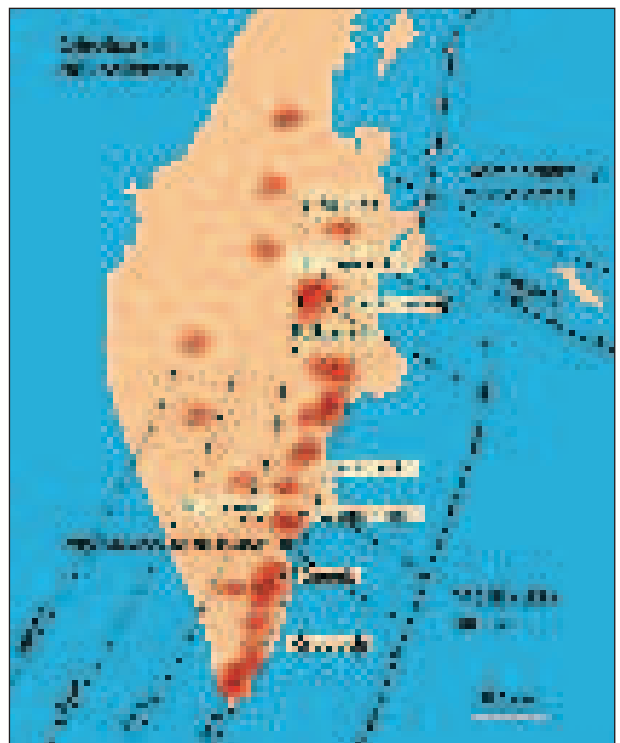
ásványok az egyre növekvő hőmérséklet és nyomás miatt elvesztik stabilitásukat és átalakulnak. A fázisátalakulás során új ásvány keletkezik, azonban ennek víztartalma

kisebb, mint az eredeti ásványé volt. A korábban ásványokban kötött víz felszabadul és a vizes oldat az alábukó lemez feletti köpenyanyagba jut. Az alábukó lemez idővel

**Elvi tömbszelvény Kamcsatka alatt, Levin és munkatársai modellje alapján. A nyugat felé meredeken alábukó Pacifikus-kőzetlemez északi részén fokozatosan leszakadtak kisebb-nagyobb darabok. Az 5-10 millió éve történt leszakadás miatt Kamcsatka északi részén leállt a szubdukció és egy inaktív vulkáni ív alakult ki (zöld vonal). Jelenleg ettől keletre zajlik a vulkáni működés. Az aktív vulkáni ív északi része alatt kb. 2 millió éve egy újabb lemezdarab leszakadás történhetett, ami friss asztenoszféra földköpenyanyag-áramlást indított el. Ez magyarázza a vulkáni ív északi részén lévő vulkánok intenzív aktivitását és a magmák speciális összetételét**



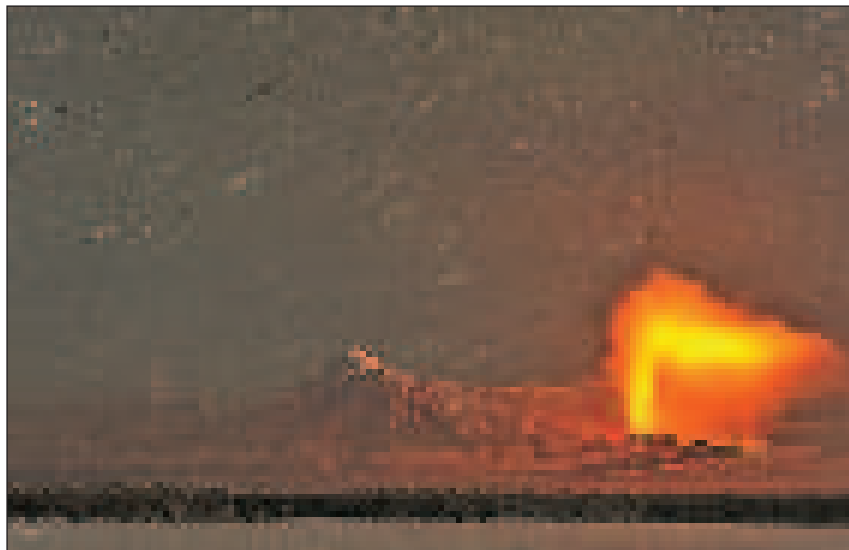
**Kamcsatka aktív tűzhányói. A Tolbacsik a vulkáni ív északi részén a Kljucsevszkij-csoportban található. A Pacifikus kőzetlemez alábukása északon elvégződik az Aleuti-ív találkozásánál. Ettől északra már nincsen kőzetalábukás. A pontozott vonalak a nyugati irányba meredeken alábukó kőzetlemez mélységét mutatják**



tehát egyre kisebb víztartalmú és egyre nagyobb sűrűségű ásványokból áll, ami elősegíti a további alábukás folyamatát. Közben a felszabaduló vizes oldatok átjárják a mélybe süllyedő lemez feletti köpenyanyagot. E kőzet-oldat kölcsönhatás eredménye, hogy egy kisebb olvadáspontú kőzetanyag alakul ki, ami az itt amúgy is magasabb hőmérsékleten könnyebben megolvad, és ezzel jelentős mennyiségű magma alakulhat ki. A magmaképződés helyét a reakciófolyamatok határozzák meg, ezért a vulkánok elhelyezkedésében szabályszerűség figyelhető meg. A vulkáni láncok ugyanis kb. 100–120 kilométerrel az alábukó kőzetlemez felett jönnek létre. Néhány helyen előfordul, hogy távolabb is kialakul egy második vulkáni lánc, itt a tűzhányók kb. 200 kilométerrel vannak az alábukó kőzetlemez felett. Ezek a vulkánokat azonban kémiai-lag eltérő összetételű magma táplálja.

Kamcsatka a Tüzugyűri északnyugati részén helyezkedik el, ahol a Pacifikus-lemez mintegy 140 millió éves anyaga bukik nyugati irányban az Eurázsiai-lemez, pontosabban az ahhoz tartozó Ohotszki-mikrolemez alá. Ez a terület több szempontból is különleges. Kamcsatka a Kuril-Kamcsatka szubdukciós zóna északi része, amit hirtelen elvág a keleti irányból érkező másik szubdukciós zóna, az Aleuti-ív. Itt tehát két szubdukciós övezet találkozik nagyjából merőlegesen! A találkozási ponttól északra már nincsen aktív kőzetalábukás, így nincsenek aktív tűzhányók sem. A két szubdukciós ív találkozásánál alakultak ki Kamcsatka legaktívabb tűzhányói! Tovább színesíti a képet, hogy itt nemcsak egyszerűen a Pacifikus-kőzetlemez kőzetanyaga bukik alá, hanem rajta ott van a Hawaii-szigetekig húzódó óceáni szigetlánc (Emperor-Hawaii-szigetlánc) anyaga is. Ez azt jelenti, hogy a szokottnál némileg vastagabb és kőzettanilag jóval változatosabb felépítésű anyag jut le a földköpenybe. Az alábukás sebessége 7,5-8,3 cm/év, ami viszonylag gyorsnak mondható.

Ahhoz, hogy megértsük, miért is olyan aktív a Klucsevszkoi-Sivelucs tűzhányó-csoport, le kell néznünk a mélybe! A Kamcsatka és Aleuti szubdukciós zóna találkozásától északra nincs alábukás, itt 10–15 millió éve az alábukó kőzetlemez egyszerűen leszakadt és a mélybe süllyedt. Mintegy 2 millió éve egy újabb lemez-leszakadási esemény kezdődött, ami az alábukó lemez északi peremét érinti. Ezek az események alapvetően befolyásolják a környező képlékeny, azaz lassú folyásra képes asztenoszféra kőzetanyagának állapotát. Az alábukó és egyre süllyedő Pacifikus-kőzetlemez alól kitérő asztenoszféra anyag feláramlik a kőzet-



Vöröslő sebhely a Tolbacsik előtt, háttérben a Kljucsevszkoi (Roman Melnik felvétele)

lemez pereme mentén, a nagyobb mélységben leváló kőzettest által hagyott térbe pedig alulról áramlik felfelé nagy hőmérsékletű, friss földköpeny-kőzetanyag. Figyelem, bár anyagáramlásról beszélünk, az anyag maga szilárd halmazállapotú, azaz kőzet. Azonban a földköpeny felső részére jellemző hőmérsékleten és nagy nyomáson, továbbá nagyon kicsi, kevesebb mint 1%-ban kőzetolvadékot és vizes oldatokat is tartalmazó asztenoszféra kőzetanyag képlékeny, azaz nagyon lassú, évente néhány centiméter elmozdulásra képes. Ez a földtörténeti időskálán, százezer-millió éves időtávlatban már valóban akár jelentős távolságot felölelő elmozdulást is jelenthet, azaz úgy tűnik, mintha „folyna” a földköpeny (átlagosan évi 5 cm elmozdulás 1 millió év alatt már 50 km-t jelent!). A felemelkedő köpenyanyagra egyre kisebb nyomás nehezedik, ami azt jelenti, hogy egyre kisebb lesz az olvadáspontja (az anyagok olvadáspontja ugyanis nyomásfüggő) és adott esetben ez a környező hőmérséklet alá juthat. Ezt nevezzük nyomáscsökkenéses olvadásnak. A feláramló, magas hőmérsékletű köpenyanyag részben előidézheti azt a ritka eseményt, hogy az alábukó kőzetlemezben is olvadás indulhat. Ez az egyedi körülmény okozza azt, hogy Kamcsatka e területén különösen nagy a magmaproduktivitás, nagyon aktívak a tűzhányók. A másik következmény a szubdukciós zónákban különleges, egyedi kémiai összetételű magmák felszínre jutása. A köpeny anyagának megolvadásával keletkező bazaltos magma viszonylag gyorsan a felszínre juthat, ezt elősegítik a kéregben fellépő széthúzó erők, amelyek időszakonként megnyíló hasadékvonalakat hoznak létre. Ilyen található a Lapos Tolbacsik mentén.

### A Nagy Tolbacsik hasadékvulkáni kitérés

A Lapos Tolbacsik mint egy kakukktójas ül az égbenyúló, szabályos, szimmetrikus kúp alakú és a hatalmas beszakadásos sebhelyekkel megviselt kamcsatkai tűzhányók sorában. Nem illik oda, sokkal inkább mutatja a hawaii Nagy-sziget Kilauea vulkánjának jellemzőit: lapos pajzsvulkáni felépítmény, központi széles beszakadásos kaldera és kétirányú hasadékvonalrendszer. Mintegy 50 ezer éve kezdett kialakulni, az elmúlt 10 ezer évben, a holocénben azonban jelentős fordulat állt be működésében. A szomszédos Hegyes Tolbacsik elcsendesedett, míg a Lapos Tolbacsik esetében a vulkáni működés elsősorban a központi tűzhányótól 20 km távolságra északkeletre és az 50 km hosszú, dél-délnyugatra húzódó hasadékvonalra koncentrált. Ennek során számtalan, 50-200 méter magas vulkáni salakkúp épült fel, mint valami hatalmas vakondtúrások a lapos tájon. A kitéréseket a szomszédos tűzhányókkal szemben kifejezetten bazaltos magma táplálta, köztük olyanok is, amelyek nagy magnéziumtartalma arra utal, hogy a köpenyből szinte megállás nélkül a felszínre tört.

A XX. században két jelentősebb vulkáni kitérés zajlott: 1939 szeptembere és 1941. nyara között a vulkán központi kúrtója mellett a délnyugati hasadékvonalban is felszínre tört a magma, ahol néhány salakkúpot épített, majd 1975. július 6-án következett az újabb menet, ami 1976. december 10-ig tartott. Ekkor a működés szintén a délnyugati hasadék zónában folyt, két helyen. Az északi kúrtó 18 km-re, a déli kúrtó pedig 28 km-re volt a központi kalderától. Mindkét kúrtó salakkúpokat és kiterjedt lávamezőt hozott létre. Az 1,2 köbkilométer mennyiségű láva mellett még kö-

zel 1 köbkilométer mennyiségű tefra, azaz robbanásos kitéréshez kapcsolódó vulkáni hamuanyag terült el a felszínen. Mindezek alapján e kitérés jóval nagyobb volt a 14 évvel korábbinál, sőt ez volt Kamcsatka legnagyobb lávaöntő kitérése. Ezért Szergej Fedotov és munkatársai a Nagy Tolbacsik Hasadékvulkáni kitérés nevet adták neki.

A kitérés nem volt annyira váratlan. P.I. Tokarjev, orosz geofizikus vezetésével az 1960-as években szereltek fel néhány szeizmográfot a vulkán körül, azonban 1974-ig nem sok jel érkezett. Mindazonáltal Tokarjev valamit érzett és úgy vélte, hogy 70%-os valószínűséggel várható egy jelentősebb kitérés a Klucsevszkoj-csoporton belül 1964 és 1978 között. 1974. június 27-én, a szeizmográfokon hirtelen sűrűn ismétlődő jelek jelentek meg. Több száz földrengés pattant ki rövid idő alatt, azonban ezek pontos helyét nem tudták azonosítani a vulkántól túl messze lévő szeizmikus mérőállomások miatt. A jelek azonban egyértelműen azt tudatták Tokarjevvel, hogy közeleg a kitérés napja. A szakember most már leszűkítette előrejelzését: június 30. és július 5. közöttre várta a működés megindulása. Két újabb állomást szereltek fel, most már a Tolbacsikhoz közel, aminek segítségével július 2-án már tisztán kirajzolódtak az epicentrumok. Ezek a Lapos Tolbacsik központi kalderájától jó 10 km-re délnyugatra voltak, a fészekmélység pedig felszín közelinek mutatkozott. Július 3-án Tokarjev már értesítette a helyi hatóságokat is, hogy a Tolbacsik közelében kitérés várható, az újságokban pedig közleményt adott ki, hogy ez a lakosságot nem veszélyezteti. Július 5-én hirtelen minimálisra csökkent a földrengések száma jelezve, hogy a működés akár órákon belül megindulhat.

Tokarjev nem tévedett. Július 6-án reggel 9 óra 45-kor valóban megnyílt a föld és 18 km-re a vulkán központi részétől délnyugatra kirobbant a bazaltos magma. Néhány óra alatt már 4 kürtőből zajlottak a robbanásos kitérések, a vulkáni hamu 5–8 km magasra emelkedett, az olykor 30 cm nagyságot is elérő izzó lávacafatok 300–400 méter magasra repültek ki, majd pörögve-forogva, sokszor szabályos orsóalakot formálva csapódtak a talajba, némelyikük 1–1,5 km távolságban. Délutánra már közel 50 méter magasak voltak a salakkúpok, amelyekből továbbra is gomolyogtak fel a sötét hamufelhők. A kürtőtől még 5–6 km-re is 5 cm nagyságú, éles bazalt salakdarabok hullottak, a szél pedig keletre, mintegy 300 km távolságba vitte el az apró vulkáni hamuanyagot. A salakkúpok olyanok voltak, mint valami felfelé világító zseblámpák. Még nappal is jól kivehető volt a kitóduló, vörösen izzó lávaszemcse-áradat, éjjel pedig igazán pazar látványt nyújtottak a vulkáni kúpok. Egy nappal később már csak egy kürtő maradt aktív, ahol folytatódott az inkább a Hawaii-szigetekre jellemző vulkán-

show. Ez a robbanásos vulkáni tevékenység szinte megszakítás nélkül folytatódott július 23-ig, a kitérés felhő olykor a 12–14 km magasságot is elérte, a sötét, gomolygó vulkáni hamuanyagban villámok cikáztak. Az aktív salakkúp magassága 130 méter volt, ami a budapesti Parlament magasságának hozzávetőleg másfélszerese! Július 23. után rövid lélegzetet vett a kitérés, a robbanások gyakorisága erőteljesen csökkent.

Július 29-én újabb hasadék nyílt a salakkúpok mellett és ekkor hirtelen megváltozott a kitérés jellege. A robbanásos kitérések után lávaömlés kezdődött. A salaktörmelék *aa-láva* a kürtő közelében még 100 m/óra sebességgel folyt ki, majd a lapos térszínen 3–4 km-re már kevesebb, mint felére csökkent sebessége, vastagsága pedig 6 méterre nőtt! A háttérben továbbra is lávaszökőkutak emelkedtek fel. A nyár további hónapjaiban sem csitult a vulkáni működés intenzitása. Szeptemberre a legnagyobb salakkúp magassága már a 300 métert is elérte, a felszínre tóduló vulkáni

Az orosz vulkanológusok szeme előtt zajló kitérés kitűnő természeti laboratóriumnak bizonyult. Mérték a láva és a kitóduló gázok hőmérsékletét (az előbbi 1030–1070°C, az utóbbi ennél jó 100 fokkal magasabb volt). E mellett számos további értékes megfigyelést tettek, amit Fedotov és társai 1978-ban egy felbecsülhetetlen értékű könyvben összesítettek, ennek angol nyelvű kiadása 1983-ban jelent meg. A Nagy Tolbacsik Hasadékvulkáni kitérésnek volt még egy rendkívül érdekes kapcsolódó eseménye. Bár a kitérés a központi tűzhányótól távol zajlott, a beszakadásos kalderában is történtek izgalmas folyamatok. Az 1975. augusztusi terepmunka során a vulkanológusok arra lettek figyelmesek, hogy megváltozott a kaldera aljzatának mélysége! A közel 4 km széles kalderán belül volt egy kisebb, 1,8 km széles kaldera, aminek közepén egy mintegy 400 m széles beszakadásos kráter alakult ki. Ebben a kráterben 1975 előtt alkalmanként kisebb lávatavat figyeltek meg. 1974-ben a kráter alja



Repülnek a lávacafatok (Gyenyisz Budkov felvétele)

hamuanyag mennyisége pedig több száz köbméter volt, amihez 0,22 köbkilométer térfogatú lávalepel tartozott. Szeptember 18-án aztán újabb terület lépett működésbe, jó 10 km-re délebbre. A közel 600 méter hosszan megnyíló hasadékból lávafüggöny csapott fel, ami aztán lávaszökőkúttá szűkült. A hasadékból az északi kitérés területéhez képest könnyebben folyós bazalt magma tódult ki és a következő mintegy 450 nap során 35 négyzetkilométer nagyságú területet árasztott el. A déli területen már csak egy salakkúp épült fel, aminek magassága a kitérések után meghaladta a 150 métert.

230 m mélyen volt. 1975 nyarán a szakemberek legnagyobb megdöbbenésére a kráter kiszélesedett 1300x800 méter nagyságúra, az aljzata pedig 400 méter mélyen volt! Ez a változás egybeesett a 18 km-re délebbre zajló intenzív nyári végi vulkáni működéssel. Nem volt kétséges, hogy a Tolbacsik alatt egy kiterjedt magmatározó rendszer lehet, hasonló a hawaii Kilaueához. A számítások szerint a központi magmakamra teteje 2 km mélyen lehetett és legalább 6 km széles volt. A kitérés során a magma innen mozgott el déli irányba, aminek következtében a központi tározó teteje beszakadt. A beszakadás méretéből rekonstruálható volt,



hogy mintegy fél köbkilométer térfogatú magma folyt el a Lapos Tolbacsik központi kalderája alól. A magmatározó mérete azonban ennél is nagyobb volt, elérhette a 40–70 köbkilométer nagyságot. Ez a történet hasonló ahhoz, ami jelenleg a hawaii Nagy-szigeten zajlik, ahol nem a Kilauea központi kalderájában folyik a vulkáni működés, hanem attól több mint 10 km-re a Keleti hasadékvözna mentén, a Pu'u Ō'o kúrtóból. Ugyancsak érdekes összevetni ezeket az eseményeket a XX. század legnagyobb vulkáni működésének, az alaszakai Novarupta kitörés történetével, ami a Természet Világa 2012. 143/8. számában jelent meg. Mindez érzékletesen jelzi, hogy nem feltétlenül biztos, hogy a magma mindig ott tör ki, ahol a tűzhányó központi krátere van!

### Az élet ismétli önmagát – vagy minden vulkánkitörés különböző?

A Nagy Tolbacsik Hasadékvulkáni kitörés után elcsendesedett a táj, csupán a központi kalderában voltak időszakonként kisebb robbanásos kitörések. Az újabb színelőadásra 36 évet kellett várni, ami jóval váratlanabban történt, mint a korábbi esemény! A működés bár első ránézésre sok hasonlóságot mutat a korábbival, vannak azonban jellemző különbségek is.

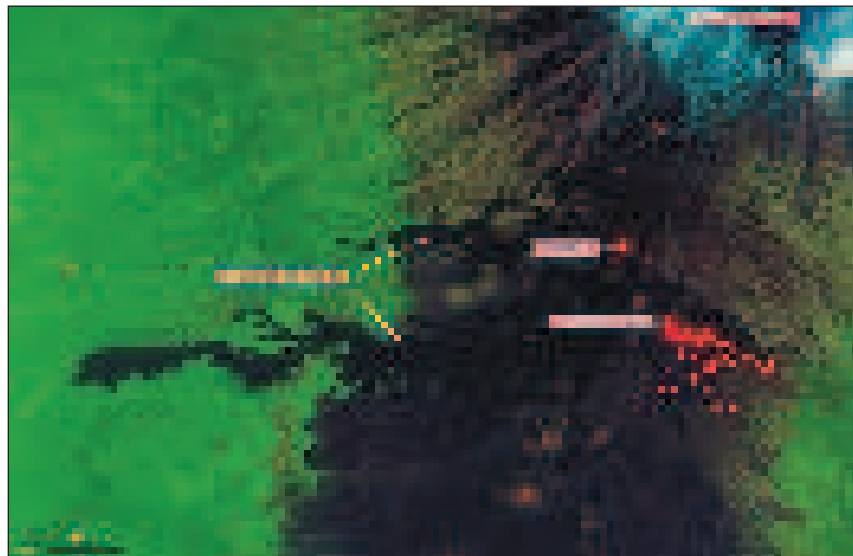
A kitörés előtt még nem sok jel utalt arra, hogy rövidesen megnyílik a föld, bár

pítható. November 26-án, csupán egy nappal a kitörés előtt észlelték az első olyan sekély mélységű földrengéseket, amelyek jó okot adtak arra, hogy komolyan felvehető legyen vulkáni működés lehetősége. Nyolc, 2-es magnitúdónál erősebb földrengés pattant ki, ami mellett több mint 200 kisebb erősségű, de sekély fészekmélységű rengést regisztráltak. Érdemes összevetni ezeket az 1975-ös kitörés előző fejezetben bemutatott előzményeivel. De jó az összehasonlítás a Kanári-szigetekhez

felében ismét intenzív földrengéses időszak volt, ami két héten keresztül tartott, azonban ebből mégsem lett vulkáni működés. Nem könnyű tehát a vulkanológusok helyzete, hogy az előjelekből ítéljenek, sőt adott esetben emberek tízezreit érintő döntést hozzanak! El Hierro és a Tolbacsik is viszonylag kis népsűrűségű, illetve az utóbbi gyakorlatilag lakatlan területen van. De mi történik, ha egy hasonló eseménnyel az új-zélandi Auckland nagyvárosában szembesülnek? Ezek a jelenleg is



Lávaszökőkút és vulkáni hamuval telített gőzfelhő (Jurij Gyemjancsuk felvétele)



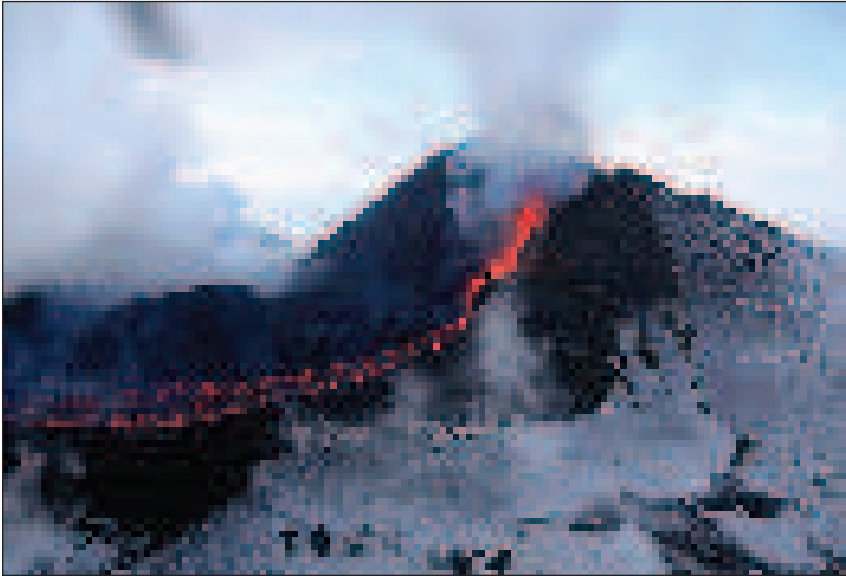
A Tolbacsik lávafolyama az űrből (Fotó: NASA)

2012. november 7. és 10. között, majd 18-án voltak földrengéses időszakok. Ezek nem vulkanotektonikus eredetűek voltak, de az, hogy vajon ez elvezet-e vulkáni működéshez, nem volt egyértelműen megállá-

tartozó El Hierro szigetén zajló földrengéses jelekkel. Az utóbbi esetben, 2011-ben bő két hónapos erős, folyamatos szeizmikus aktivitás után indult el a tenger alatti vulkáni kitörés. 2013. március második

zajló események felbecsülhetetlen értékű információkat szolgálnak egy esetleges krízishelyzet kezeléséhez, azonban látni kell mindebben a vulkáni veszély előrejelzésének bizonytalanságát is, az előjelek sok esetben nem egyértelműek!

A Tolbacsik jelenleg is zajló kitörését joggal nevezhetjük minden előjel nélkülinek! A földrengések száma november 27-én már megközelítette a 300-at, aminek nyomán a légiközlekedési készültségi fokot is emelték. Magára a kitörésre nem kellett sokat várni, aznap délután vulkáni hamuanyag tört fel a Lapos Tolbacsik előtti déli lávamezőről, majd közel 10 km magasságba emelkedett. Másnap reggel már 50 km távolságból is látni lehetett a hegy irányából érkező „vörös derengést”, a 60 km-re lévő Krasznyj Jar településen pedig mintegy 4 cm vastag vulkáni hamulepel rakódott le. November 27-én két helyen is felhasadt a föld, a Lapos Tolbacsik központi kráterétől délre 4–5, illetve 6–7 km-re, gyakorlatilag ugyanabban a nyomvonalban ahol az 1975-76-os kitörés zajlott. A hasadékok mentén salkúpok kezdtek kinőni, azonban eltérően az 1975-ös eseményektől most már az



Hó és tűz (Jurij Gyemjancsuk felvétele)

első pillanattól kezdve lávaömlés is megindult. Az olvadék, mint valami sebes folyó vize ömlött a felszínre és kanyargott le az enyhén lejtős felszínen. Két nap alatt már elérte és lerombolta a Tolbacsiktól 10 km-re lévő megfigyelő állomást, december 7-én pedig már 20 km-re járt a kitörés helyétől és majdnem elérte a vulkántól délnyugatra lévő Belaja Gorka salakkúpot! A működés e kezdete szintén eltért az 1975-ös forgatókönyvtől. Akkor több mint 3 hét telt el, hogy az első láva kibuggyanjon a hasadékból, addig kizárólag robbanásos kitörések zajlottak, bár azok erőssége jóval nagyobb volt a mostaninál. Az 1975. július végén megindult lávafolyás azonban jóval lomhább volt a mostaninál és csak a déli kürtő szeptemberi megnyílása után ömlött hasonlóan kis viszkozitású, könnyen folyós bazalt láva a felszínre.

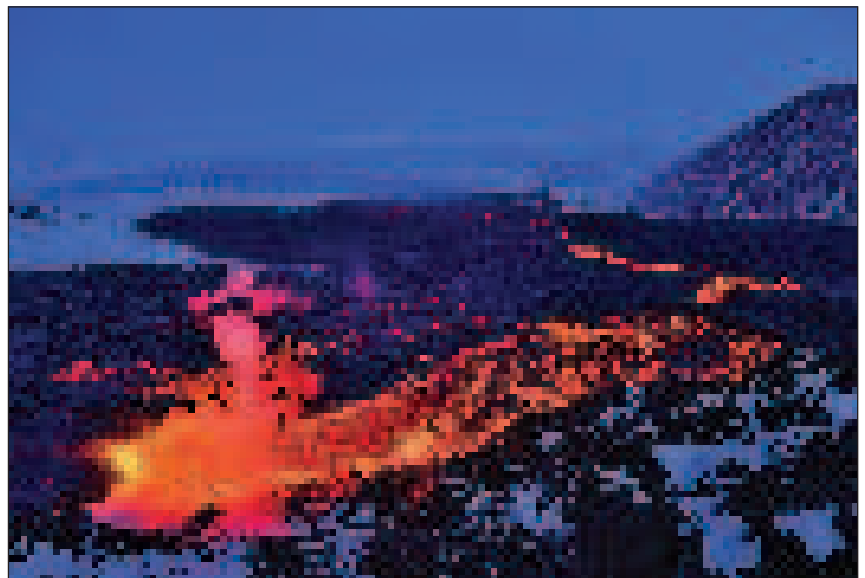
A 2012. november végi kitörés helyszíne az 1975-76-os működésétől több mint 10 km-re északra, közel az 1740-ben keletkezett Krasznoj salakkúphoz volt. December végére a folyamatos, olykor 3-4 km magas hamufelhőt eredményező robbanásos kitörések már négy új salakkúp megszületéséhez vezettek. A lávafolyamok helyenként lávagátak között kanyarogtak, máskor lávacsatornákban tűntek el és csak több száz méterrel arrébb bukkantak a felszínre. Ennek is köszönhető, hogy a bazaltos láva ilyen nagy távolságba el tudott jutni, mivel a megszilárdult lávakéreg jól szigetelve megakadályozta a lávafolyam gyors hűlését. Kezdetben alapvetően a lávaplató nyugati oldalán folyt le a láva, majd február után már a keleti oldalt is izzó lávafolyamok „áztatták”. Ezen az oldalon a jelen tanulmány

írása (május elején) idejében már 6 km távolságba jutott el a bazaltos kőzetolvadék.

A Tolbacsik-kitörés egyedi meglepetést adott az éppen alapításának 50. évfordulóját ünneplő kamcsatkai Vulkanológiai és Szeizmológiai Intézetnek (IVS), aminek nyomán a vulkáni esemény rögtön az IVS 50 év nevet kapta. Az ünnepléssel együtt persze munka is járt, hiszen értelmezni kellett a meglévő adatokat és figyelni a zajló eseményeket. Az ada-

km-en voltak. A szeizmikus vizsgálatok 10-14 km mélységben is jeleztek egy jelentősebb rengéshullámsebesség-csökkenést. Ezek az adatok nagyjából kiadják a magmakamrák helyeit. Természetesen voltak meglepő felfedezések is. A földrengésadatokból ugyanis az körvonalazódik, hogy azok epicentrumai véletlenül sem jelölik ki a vulkáni működés helyét! Az epicentrumok ugyanis alapvetően a Lapos Tolbacsik központi krátere körül csoportosulnak, mégpedig egy elnyúlt, északnyugat-délkeleti sávban. Úgy tűnik tehát, hasonlóan az alaskai Novarupta-Katmai kitöréshez, hogy bár a magma a vulkáni felépítmény alatt nyomul fel, azonban a mélybeli törérendszerek, azok felnyílásai módosíthatják a felszínre kerülés helyét és a kőzetolvadék inkább a gyengeségi zónába vándorol, ebben az esetben a hosszú riftzóna alá és ott talál utat magának a felszínre, akár több mint 10 km távolságban.

A kutatómunka e távoli vidéken nem egyszerű, különösen ott, ahol nincsenek kiépített utak, a közlekedés pedig alapvetően csak helikopterrel történhet. Ez egy amúgy is nehéz anyagi helyzetben lévő, kevés anyagi támogatást kapó vulkanológiai obszervatóriumnak nagy kihívás. Persze, mindig vannak, akik képesek bármennyit is fizetni, hogy egy ilyen látványosság közelében lehessenek. Itt is fellendült a vulkánturizmus. A mintegy 10 órás zötyögős terepjáró útért, no meg az izzó láva látványáért a helyiek 650, a



A Tolbacsik lávafolyama éjjel is megvilágítja a tájat (Jurij Gyemjancsuk felvétele)

tok, mint például a földrengések hipocentrum-eloszlása felbecsülhetetlen tapasztalatot adott. A rengések fészekmélységei a felszín alatt 2-3, illetve 7-8

Moszkvából érkező turisták pedig 1000 dollárt fizetnek a helyi „vezetőknek”. Nem kétséges, a látvány életre szóló élményt nyújt. 