
KARÁTSZON DÁVID
A BÖRZSÖNYTŐL A HARGITÁIG

További olvasnivaló a kiadó kínálatából:

PETER HAGGETT: Geográfia – Globális szintézis

NORMAN MYERS – JULIEN L. SIMON: Mi a helyes válasz, ha a Föld jövője a tét?

THOMAS HOMER-DIXON: Környezet, szűkösség, erőszak

PATAKI GYÖRGY – TAKÁCS SÁNTA ANDRÁS (szerk.): Természet és gazdaság

KARÁTSZON DÁVID

A Börzsönytől a Hargitáig

VULKANOLÓGIA, FELSZÍNFEJLŐDÉS, ŐSFÖLDRAJZ

*Vulkanológiai tanulmányok
a Kárpátok miocén–pleisztocén tűzhányóláncából*



TYPOTEX

BUDAPEST, 2007

A könyv megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap – Oktatási és Kulturális Minisztérium, a Magyar Zoltán Felsőoktatási Közalapítvány (T/KI147/2007) és az Országos Tudományos Kutatási Alapprogram (T 43644) támogatta.



Copyright © Karátson Dávid, Typotex, 2007

Témakör: *természetföldrajz, földtan, vulkanológia*

Az ábrákat és fényképeket, ahol nincs külön jelölve, a szerző készítette.
A szövegben szereplő, KISKAPITÁLISSAL szedett személynevek (évszámmal)
az irodalomjegyzékben megtalálható publikációkra utalnak.

A borítót a szerző fotóinak felhasználásával Horváth Kornél tervezte.
(Háttérkép: a Vadálló-kövek [Visegrádi-hegység].)

Kedves Olvasó!

Önre gondoltunk, amikor a könyv előkészítésén munkálkodtunk.
Kapcsolatunkat szorosabbra fűzhetjük, ha belép a *Typoklubba*, ahonnan
értesülhet új kiadványainkról, akcióinkról, programjainkról, és amelyet a
www.typotex.hu címen érhet el. Honlapunkon megtalálhatja az egyes
könyvekhez tartozó hibajegyzéket is, mert sajnos hibák olykor előfordulnak.

ISBN 978-963-9664-66-1

Kiadja a Typotex kiadó, az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók
és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.

Felelős kiadó: Votisky Zsuzsa

Felelős szerkesztő: Jutai Péter

Műszaki szerkesztő, tipográfia: Hargitai Henrik

Készült a Robert Slimbach tervezte (1990) Minion betűtípussal

Terjedelem: 32,5 (A/5) ív

Nyomta és kötötte a Prime Rate Kft.

TARTALOM

Bevezetés 7

1. A KÁRPÁT-PANNON TÉRSÉG HARMAD- ÉS NEGYEDIDŐSZAKI VULKÁNOSSÁGA: ÁTTEKINTÉS

1. Lemeztektonikai háttér: a vulkánosság fő típusai 13
2. Tűzhányótevékenység térben és időben: magmaképződés, geokronológia, ösföldrajz 16
3. Az andezitvulkánosság fő folyamatai: terminológiai és kutatásmódszertani áttekintés 26

2. A BÖRZSÖNY

1. A Börzsöny vulkanológiai kutatástörténete 41
2. A Börzsöny hegység miocén tűzhányótevékenysége és felszínformái
 - A) A hegység domborzati, tájrajzi, rétegtani áttekintése 56
 - B) Vulkanológiai eredmények és értelmezés 60
 - C) Vulkánszerkezet, vulkáni formakincs 152
 - D) Vulkáni rétegtan és fejlődéstörténet 158

3. A VISEGRÁDI-HEGYSÉG

1. A Visegrádi-hegység vulkanológiai kutatástörténete 171
2. A Visegrádi-hegység miocén tűzhányótevékenysége és felszínformái
 - A) A hegység domborzati-tájrajzi, rétegtani áttekintése 182
 - B) Vulkanológiai eredmények és értelmezés 187
 - C) Vulkánszerkezet, vulkáni formakincs 304
 - D) Vulkáni rétegtan: korreláció a Börzsönnyel 309
3. A Dunakanyar kialakulása 323

4. A MÁTRA VULKANOLÓGIAI-VULKÁNSZERKEZETI MODELLE

1. A Mátra vulkanológiai kutatástörténete 329
2. A Mátra vulkanológiai-vulkánszerkezeti viszonyai
 - A) A hegység domborzati és rétegtani áttekintése 336
 - B) Vulkanológiai eredmények és értelmezés 341
 - C) A Nyugat- és Kelet-Mátra vulkánszerkezeti értelmezése 376

5. ESETTANULMÁNYOK A ÉSZAKKELETI- ÉS KELETI-KÁRPÁTOKBÓL

1. A Északkeleti- és Keleti-Kárpátok vulkánláncának felépülése és lepusztulása
 - A) A vulkánosság anyagszolgáltatása az Eperjes-Tokaji-hegységben és a Kelemen-Görgényi-Hargita vonulatban: magmaprodukción és lepusztulás digitális domborzatmodellen alapuló térfogatelemzéssel 387
 - B) Az erózió sebessége és tényezői 19 vulkáni kúp összehasonlító morfológiája tükrében 408
2. A Kakukkhegy: egy lávaöntő rétegvulkán felépülése és lepusztulása
 - A) Andezit lávafolyások, lávadómok 420
 - B) A Kakukkhegy fejlődéstörténete 422
3. A Csomád: a Kárpát-Pannon térség legfiatalabb vulkáni kitérősei 429
 - A) Dácitos magmaképződés, lávadómok, robbanásos kitérősek 430
 - B) A robbanásos kitérőssorozat rétegtani és geokronológiai vizsgálata 433

Zárszó 443

Irodalom 447

BEVEZETÉS

„Nagynevű elődeimnek is tartozom ezzel, hogy megkezdett munkájukat, azokon a nyomokon, melyeket kitartó buzgalmuk létrehozott, tovább folytassam, kiegészítsem. (...) Hogy egyrészt el ne bizakodjunk, vérmes reményeknek, alaptalan légváraknak fel ne ülünk – határtalan csodaszerű lehetőségekkel, amik nincsenek, számolván. De másrészt, hogy ne csüggedjünk, mert igaz, hogy csak munkával, mégpedig kemény, nehéz, fáradságos munkával, de megadja ez a földdarab is azt, amire szükségünk van.”

Noszky Jenő, 1927

CSAKNEM KÉT ÉVTIZEDES VULKANOLÓGIAI KUTATÓMUNKA eredményét tartja kezében a tisztelt Olvasó. Kutatómunkámat, külföldi tűzhányók tucatjainak megismerése közepette, mindvégig a Kárpátok vulkáni hegységeiben, ezen belül döntően Magyarországon folytattam. Jelen monográfiában összefoglalást kívánok adni a legalaposabban kutatott hazai és kárpáti vulkáni hegységekről, azok legtöbb új eredményt hozó kérdéseiről.

Korai kutatóéveimben az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) doktori ösztöndíjasként elsősorban a legfiatalabb erdélyi (keleti-kárpáti), kisebbrészt északkeleti-kárpáti vulkánosággal foglalkoztam, a PhD fokozat megszerzése után viszont elsősorban a hazai vulkáni hegységekre helyeztem a hangsúlyt. Erdélyi kutatómunkámat mindig is nagy otthonossággal és beleéléssel végeztem (talán azért is, mert családom apai ágon székely származású, és az erdélyi tájjal már kiskorom óta szoros viszonyba kerültem), ezzel szemben a hazai téma- és helyszínválasztás nehézkesebben indult. Nem utolsósorban szakmai szempontok miatt, hiszen magyarországi, idősebb vulkánjainkat az erózió és a tektonikus mozgások sokkal inkább átalakították, mint fiatalabb kárpáti társaikat, ezért alapos, minden igényt kielégítő vizsgálatukhoz az volt a legnagyobb feladat, hogy megtaláljam, kidolgozzam a megfelelő, minden szempontból összetettebb módszereket. Az 1990-es évek közepétől, immár az ELTE tanáraként, először a Budapesttől szinte karnyújtásnyira lévő, festői szépségű, mégis alig járt Börzsönyben dolgoztam. Ezt követően a szakmai logika diktálta szomszéd, a Börzsönynek időben-térben párja, a Visegrádi-hegység helyett a Mátrában folytattam munkámat, ahol a vulkanológiai vizsgálatoknak az ELTE-n már komoly hagyományai voltak. A 2000-es évektől a Dunakanyar érdekfeszítő problematikáján keresztül azután a Visegrádi-hegység 2006-ig tartó kutatása következett.

A kutatást a Kárpátok hazai és távolabbi vulkáni hegységei iránti töretlen szakmai érdeklődésem, s emellett a fokozatosan kitérülő vidékek iránti egyre bensőségesebb vonzalmam táplálta. Amint az évek során a magam számára kiderült, ez immár egyet jelentett azzal a kapcsolattal, amely az ország földjéhez, a szülőföldhöz, a hazához fűz. Ez a kapcsolat, ez a viszony pedig – még ha mellőzni kívánom is a Noszky korában természetes, ma már szokatlanabb patetikus megfogalmazást – úgy vélem, abban áll, hogy vajon a magam szerény eszközeivel mit akarok és mit tudok tenni a hazámért, az országomért. Erről a „magasabb” szempontokról szót ejteni tudományos munkám bevezetésében felfogásom szerint egyáltalán nem fölösleges, sőt nagyon is szükséges, mert amikor az ember nagyobb lélegzetű összegzést készít elmúlt évei munkájá-

ról, óhatatlanul szembesül a kérdéssel: mi is ennek a haszna, az értelme, miért éppen akkor ír róla. Van-e annyi értéke, hogy azzal nemcsak a szűk szakmai közönség elé léphet, s ha van, mi lenne az.

Úgy vélem, ha az ember évtizedekig tevékenykedik valamely területen, olyannyira sok személyes szakmai tapasztalata halmozódik fel, hogy ha jól végezte munkáját, azt mintegy erkölcsi kötelessége mások elé tárni. Valamit meg akarok ismerni a hazámból, s az ismeretet – nemcsak a keletkező tudás, hanem a megismerés nyújtotta örömet – másokkal is meg szeretném osztani. Az örömet, hogy itthon vagyunk: hogy milyen az otthonunk, a föld, ahol élünk, ahol elődeink is éltek. Valamiképp tehát a történelmet kutatom, a földnek az emberekkel összefonódott történetét, éppúgy hozzájárulva az ország kulturális örökségéhez, mint a művészet vagy a bölcsészet. Ráadásul néhány emberöltő alatt a vulkanizmus megismerésében, a vulkanológiában forradalmi változások történtek mind külföldön, mind idehaza. Azok a munkák, amelyek száz vagy akár csak ötven esztendővel ezelőtt születtek vulkáni hegységeinkről, olyan kiváló szerzők, mint Szabó József, Koch Antal, Mauritz Béla, Noszky Jenő, Lóczy Lajos, Schafarzik Ferenc vagy Pantó Gábor tollából, egészen más felfogást, megközelítési módot és módszereket foglalnak magukba – mindegyik másként –, mint amelyeket egy, a mai korban tevékenykedő kutató mondhat magáénak. Ilyenformán, hogy a láncolat töretlen maradjon, a mai tudósoknak is éppúgy kötelessége, hogy folytassa az elődök munkáját, s hogy a tágabb közönségnek is megmutassa, hol is tart a tudomány.

Mindezzel ugyanakkor, talán paradox módon, semmiképp sem kívánom azt mondani, hogy tudománya feltétlenül „előbbre” tart. Természetesen bizonyos módszerek, a kutatás mai eszköztára mindenképp előrelépést jelent. Azt kell hogy jelentsen, hiszen ha nem így lenne, a született eredmények nem lennének érdemesek tudományos publikálásra. Ám az elődök tevékenységéből és szemléletéből rengeteget lehet és kell tanulni, sőt véleményem szerint a felsorolt szerzők általam vizsgált hegységekre vonatkozó munkássága (másoké mellett) minden kétségen kívül maradandó: valamiképpen az adott korra jellemző, annak értékeit konzerváló és ennyiben felülmúlhatatlan, megismételhetetlen. Aki már évtizedeket töltött valamely szűk szakterületen dolgozva (mint jómagam is, hiszen rajtam kívül csak néhány ember foglalkozik a kérdéssel), az egy-egy régebbi kutató sorait olvasva első pillantásra észreveszi, hogy az adott hozzájárulás miben és mennyiben értékálló. Mert sokkal több a közös vonás, a közös érzület, a közös kíváncsiság az elmúlt korok kutatói között, mint amit az évtizedek múlása szükségképpen megváltoztatott. Mivel a mai értelemben vett földtudomány az 1800-as évek elején kialakult és ötven évvel később nagyjából mai ágaira vált, az elődök legfeljebb más szaknyelven írtak, legfeljebb nem rendelkeztek bizonyos módszerekkel, de a problémafelvetést, a látásmódot illetően az ember régi ismerősként üdvözölheti őket. Az igazsághoz az is hozzátartozik, hogy a teljesség igénye nélkül felsorolt kutatók magas szintű tevékenysége, az eredmények bemutatásának színvonala nem kis részben annak a görög–latin műveltségnek, műveltségbeli sokoldalúságnak volt a velejárója, amely a XIX. században és a XX. század első felében magától értetődő volt egy egyetemi oktató vagy kutató esetében. Gondoljunk csak Noszky Jenő 1927-es *Mátra-monográfiájára*, Schafarzik Ferenc és Vendl Aladár 1929-es *Geológiai kirándulásainak* páratlan terepi ismeretére és didaktikájára (sajnos a '60-as években megjelent, átdolgozott kiadásból épp a vulkáni részek közül sok kimaradt!), vagy Cholnoky Jenő 1920-as és '30-as években papírra vetett művészi tömbszelvényeire. Ezt a kultúrát, kulturáltságot az '50-es, '60-as években lényegében intézményesen elhamvasztották. A kutatásban, de részben az oktatásban is ipari, „nagyüzemi” szemlélet, egy jobbra limitált, feladatmegoldó irányultság vált uralkodóvá, s a korábbi műveltség- és részben szakmabeli sokoldalúság csak informálisan élt tovább. Szinte csodaszamba megy, hogy

a szakmai teljesítmény gépiessé tétele ellenére a földtudomány megszállottjainak a régi örökséget mégis sikerült megőrizniük és a stafétabotot továbbvinniük. A nehéz időkben helytálló tanáraink – utóbb sok esetben kutatótársaink – mellett rajtunk, a most tevékenykedő fiatalabb generáción a sor, akik a stafétabotot a jelen és az elkövetkező időben átvesszük, hogy a nagy elődök munkáját megbecsülve, arra építkezve összekötő kapcsot teremtsünk a jövő kutatásai felé. Jómagam is ehhez szeretnék hozzájárulni akkor, amikor összerendeztem és most a tisztelt Olvasó elé bocsátom belső-kárpáti kutatásaim eredményeit a Börzsönytől a Hargitáig.

Monográfiámban a tanulmányozott tűzhányóvidékeket szakterületem, a vulkanológia szemszögéből teszem vizsgálat tárgyává. A vulkanológia rövid hazai tudománytörténetét az ELTE-n megjelent egyetemi jegyzetem első kötetében (*Vulkanológia I.*) vázoltam. Ehelyütt arra kívánok rámutatni, hogy a kárpáti vulkáni hegységek kutatásában ugyan a XX. század második feléig is igen értékes hozzájárulások jelentek meg az ásványtan, a kőzettan, a rétegtan területéről, ám a kor színvonalának megfelelő, mai szemmel is vulkanológiaiainak tekinthető eredmények már jóval ritkábbak és bizonytalanabbak. Saját kutatásaim során a Keleti- és Északkeleti-Kárpátokban elsősorban vulkángeomorfológiai, hazai hegységeinkben vulkanológiai és vulkángeomorfológiai kutatásokat egyaránt végeztem. A *vulkanológiához* tartozik a tűzhányótevékenység folyamatainak megértése és a vulkanizmus környezetének, ösföldrajzi viszonyainak megállapítása, míg a *vulkángeomorfológia* a működés során felépült elsődleges (eredeti) vulkáni formák rekonstrukcióját, illetve felszínfejlődésük nyomon követését célozza. A terepi vulkanológus egy aktív tűzhányón természetszerűleg egészen más felfogásban és módszerekkel dolgozik, mint aki évmilliók óta kihunyt, jelentősen lepusztult vulkáni hegységekben jár. Kutatómunkámban ennek megfelelően a kitérőstermékek felismerése, sorba rendezése, szállítási-lerakódási jellegeinek megállapítása mellett az eredeti viszonyok tektonikai és eróziós átalakulásának vizsgálatára, a lepusztulás mikéntjének és mértékének megállapítására is nagy hangsúlyt fektettem.

E kérdések megválaszolásához saját szűkebb szakterületem mellett nagyszámú egyéb módszert kellett alkalmazni. Arra a felismerésre, hogy megbízható, elfogadható, a korábbiakhoz képest újat jelentő eredmények csakis a különféle szempontok, módszerek összevetésével, egyeztetésével, gondos mérlegelésével kaphatók, jónéhány „tanulóév” után jöttem rá, illetve arra, hogy meg is tudjam őket valósítani, csak munkám elkezdte után több évvel adódott lehetőség. E szemszögből igen szerencsés volt, hogy vulkanológiai kutatásaimat az említett keleti-kárpáti, legfiatalabb – geomorfológiai és részben vulkanológiai szempontból egyszerűbben feldolgozható – területeken kezdtem (ráadásul a helyi problémákat kiválóan ismerő kollégákkal közösen), s csak ezután „eveztem” hazai vizekre, ahol az idősebb magyarországi vulkáni hegységek jóval összetettebb kérdései vártak.

A sokrétű, évtizedes kutatómunkában, amit a megjelentetett publikációk gazdag szerzőlistája is tükröz, az eredmények jelentős része csapatmunkában született. Ez a Börzsöny–Visegrádi-hegység és a Mátra vulkánosságának feldolgozásában, valamint egy-két további tematikus kutatásban azt jelentette, hogy kérdésfeltevéseimet – elsősorban saját kutatási pályázataimhoz kapcsolódóan – más szakterületek jeles képviselőivel együttműködve oldottam meg. A nagyszámú együttműködő kolléga közül személy szerint is köszönetet mondok – a közös kutatás időrendjében – Szakács Sándornak és Ioan Seghedinek (Bukarest: vulkanológia, kőzettan), †Kristó Andrásnak (Csíkszereda: geomorfológia, geológia), Pécskay Zoltánnak és Balogh Kadosának (Debrecen: radiometrikus kormeghatározás), Harangi Szabolcsnak (geokémia, vulkanológia, innentől kezdődően valamennyien Budapest), Józsa Sándornak és Szakmány Györgynek (kőzettan), Mártonné Szalay Emőkének (geofizika, paleomágneses kutatás), Csontos

Lászlónak (szerkezetföldtan), Németh Károlynak (vulkanológia), Dulai Alfrédnek (öslénytan), Kovácsvölgyi Sándornak, Madarasi Andrásnak, Kiss Jánosnak (geofizika, gravimetria), Székely Balásznak (digitális domborzati modellek feldolgozása, számítógépes modellezés, geomorfológia), Sztanó Orsolyának (szedimentológia), Telbisz Tamásnak (számítógépes modellezés, geomorfológia), Korbély Barnabásnak (digitális domborzati modellek feldolgozása, számítógépes modellezés), Timár Gábornak (digitális domborzati modellek feldolgozása), Oláh Istvánnak, Kósik Szabolcsnak (kőzetan), Zelenka Tibornak (regionális geológia) és Ruzkiczay-Rüdiger Zsófiának (geomorfológia). A szakmai kérdések megoldását emellett nagyban elősegítették a más kitűnő magyar (időrendben †Nemerkényi Antal, Hevesi Attila, Balla Zoltán, †Korpás László, Gyarmati Pál, Fodor László, Gábris Gyula, Péro Csaba, Müller Pál, Csillag Gábor, Jánosi Csaba, Horváth Ferenc, Magyary Enikő, Bezeczký Árpád, Prakfalvi Péter, Molnár Ferenc) és külföldi kollégákkal (Morija Icsio, Roberto Mazzuoli, Bruno Capaccioni, Jarosláv Lexa, Massimiliano Favalli, Michael Ort) folytatott konzultációk, valamint nem utolsósorban a számos országban, külföldi ösztöndíjak és együttműködések keretében folytatott vulkanológiai kutatásaim szakmai tapasztalatai és analógiái. Végül, de nem utolsósorban köszönetemet fejezem ki az Országos Tudományos Kutatási Alapprogram (OTKA) és a Felsőoktatási és Kutatási Fejlesztési Programiroda (FKFP) pályázati támogatásaiért, valamint az elmúlt években a részemre odaitélt hazai ösztöndíjakért – időrendben Magyary Zoltán, Békésy György, Bolyai János és Öveges József kutatói ösztöndíjak –, amelyek a megnövekedett egyetemi terhelés mellett is lehetővé tették az érdemi tudományos munkát. Ehelyütt mondok köszönetet mindazoknak, akik a monográfia megjelentetését lehetővé tették: a Nemzeti Kulturális Alapprogramnak, a Magyary Zoltán Felsőoktatási Közalapítványnak, az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramnak (T43644 sz. pályázat), és nem utolsósorban a Typotex Kiadónak. Hálás köszönettel tartozom a szöveg jelentős részének gondos átolvasásáért és kritikai megjegyzéseiért Harangi Szabolcsnak (ELTE), valamint a magyarországi hegységek paleomágneses és K/Ar-geokronológiai részeinek ellenőrzéséért Mártonné Szalay Emőkének (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet) és Pécskay Zoltánnak (MTA Atommagkutató Intézet).

Monográfiám alappillérei a sok éven át kutatott hazai vulkáni hegységek: a Börzsöny–Visegrádi-hegység, valamint kisebb lélegzetű tanulmányban a Mátra. A Börzsönyt és a Visegrádi-hegységet sikerült mind térben, mind módszertanilag a korábbi kutatásoknál jóval átfogóbban vizsgálnom, e hegységeket a teljesség igényével igyekszem bemutatni. Mindhárom vizsgált hazai területről részletes forráskritikát közlök, abban a szellemben, amiről fentebb már szoltam. Nevezetesen, nem teljes irodalmi feldolgozásra törekszem, hanem hogy ismertessem és kritikusan értékeljem a vulkanológia kérdéseihez hozzájárult legfontosabb munkákat. A tudománytörténeti összefoglalásokat követően részletesen bemutatom az egyes hegységekben saját kutatásaim során kapott, zömében már publikált, kisebbbész kiadatlan eredményeket.

Ezt követően az Északkeleti- és Keleti-Kárpátok tűzhányóin kapott eredményekről számolok be rövidebb esettanulmányok formájában. Ezekben csak a legszükségesebb mértékig szólok általános kérdésekről, illetve más súlypontú kutatásokról, amelyekben részt vettem (ilyen volt például a keleti-kárpáti vulkanizmus geokronológiai vizsgálata), mert e javarészt korábbi közös munkák eredményeiről kiváló tanulmányok jelentek meg illetékesebb kutatók tollából, amelyekre az olvasó megfelelő hivatkozásokat talál majd. Bemutatom viszont mindazokat a számomra legfontosabb kutatásokat, amelyekben első szerzőként vettem részt és bennük érdemi új ötleteket, elképzeléseket dolgoztam ki.

Monográfiámban célzatosan a tudományos és a népszerű-tudományos stílust igyekeztem ötvözni. Miközben be kívánom mutatni valamennyi elért új szakmai eredményt, a fentebb meg-

fogalmazott szándék szerint ezeket más szakterületek művelői és az érdeklődő nagyközönség számára is olvashatóvá és használhatóvá kívánom tenni. Mivel ez utóbbi célkitűzés szakterületem sajátosságai miatt olykor csak a tudományos színvonal rovására lenne megvalósítható, azt a megoldást választottam, hogy egyrészt – a tudományos publikációkhoz hasonlóan – lehetőség szerint külön tárgyalom a terjedelmesebb adatközlő részeket egy-egy terület vagy adott kérdés értelmezésétől, másrészt a megfelelő helyeken összefoglaló fejezetrészeket is beiktatok. Ily módon tehát – reményeim szerint – ki-ki megtalálhatja mind a szakmai részleteket, mind a nagyobb ívű, átfogóbb elemzéseket, összegzéseket.

A Börzsönytől a Hargitáig: amiképpen a személyes indíttatás is – pályafutás a budapesti egyetemen és székelyföldi származás – e két bástyát jelölte ki a számomra, úgy hívom most a tisztelt Olvasót is szakmai tanulmányútra a két végpont között: a hazai miocén vulkáni hegységektől a Kárpátok legfiatalabb, pleisztocén tűzhányóiig.