

A Börzsöny-Visegrádi-hegység és a Mátra vulkánosságának megismeréstörténete

History of volcanological research in Börzsöny, Visegrád, and Mátra mountains

KARÁTSON Dávid¹

Összefoglalás

A Börzsöny és a Mátra általános földtani viszonyairól – elsősorban az e hegységekben kialakult színes- és nemesfémércesedés nyomán – már a hazai földtudomány hőskorában, a XVIII. század végén érdemi ismeretek születtek, míg a Visegrádi-hegység kutatása később indult és mindmáig elmaradt társai mögött. Mindhárom hegységben ugyanakkor csak jóval később, a XIX. század végén kezdődött meg a mai szemmel is vulkanológiai tekinthető kutatómunka. Jelen összefoglalásban – részben a korábbi tudománytörténeti szakirodalom, részben önálló kutatás nyomán – a három vulkáni hegység elsősorban vulkanológiai megismerését tekintem át. Mindhárom területről részletes forráskritikát közlök, a vulkanológiai kérdésekhez hozzájárult legfontosabb munkák ismertetésére és kritikai értékelésére törekedve. A kutatástörténeti részek végén röviden kitérek saját, az 1990-es évek óta folytatott munkáim rövid bemutatására is. E munkák részletes eredményéről – hivatkozott tanulmányaim mellett – monografikus feldolgozásom (KARÁTSON D. 2007) ad bővebb tájékoztatást.

A Börzsöny

A földtudományi megismerés első lépéseit a Börzsönyben, akárcsak az Északi-középhegység más középkori bányavidékein (Mátra, Tokaji-hegység), az ércelőfordulásokkal kapcsolatos ásványtani kutatások jelentették. Ez az irányvonal – a később meginduló kőzettani vizsgálatokkal együtt – a XIX. század közepétől lényegében száz éven át uralkodó maradt. Kétségtelen tény, hogy a földtudomány látványos hazai fejlődésének időszakában (XIX. sz. vége – XX. sz. első harmada) e hegységben nem tevékenykedett földtudós területileg oly átfogóan és szakmailag oly sokoldalúan, mint pl. a Visegrádi-hegységben KOCH Antal vagy a Mátrában NOSZKY Jenő. Így, noha számos fontos ásvány- és kőzettani részletkérdés már korán tisztázódott, sőt kiváló rétegtani megállapítások, részterképek születtek, a vulkanológia, a vulkángeomorfológia és földtani szerkezet kutatása jelentősen elmaradt. (Maga NOSZKY egyébként a Börzsönyben is dolgozott az

1940-es években, de csak a peremi területen.) Ezt a lemaradást jóval később a XX. század második felének, főként az 1970-es éveknek a kutatásai ellensúlyozták. Ekkor, elsősorban az érc kutatáshoz kapcsolódóan, mennyiségileg és módszertanilag is igen sokrétű kutatás folyt a hegységben. Mindezek ellenére ahhoz hasonló átfogó monográfia, mint a Mátráról VARGA Gyuláé és munkatársaié (1975) vagy a Tokaji-hegységről GYARMATI P. és munkatársaié (1977), a Börzsönyről máig nem született.

A Börzsöny hegységi kutatásoknak kitűnő, a kőzetan mellett számos vulkanológiai vonatkozást is értékelő összefoglalását adja PANTÓ György (1970), jelentősen bővítve PANTÓ Gábor és MIKÓ Lajos (1964) nem sokkal korábbi, de elsősorban az ércföldtani kutatásokat bemutató munkáját. A másik, közelmúltbeli irodalmi áttekintés KORPÁS László és HÁMOR Géza tollából jelent meg, a hegység

¹ Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természetföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.
E-mail: dkarat@ludens.elte.hu

1:50.000-es földtani térképéhez készült magyarázóhoz (KORPÁS L. [szerk.], 1998). Ebben a szerzők minden korábbinál teljesebb bibliográfiai összesítést adnak, ugyanakkor értékelő megállapításokkal, különösen a vulkanológia területéről, csak igen szórványosan találkozhatunk.

Az első földtani leírás a Börzsönyről a francia François Sulpice BEUDANT (1822) nevéhez fűződik, aki a hegység kelet-nyugati szelvényén trachit lávaközetet és „konglomerátumot” írt le. Felfigyel a hegységben a gránát széleskörű jelenlétére is. A trachit (akárcsak a Mátra esetében) abban az értelmezésben, ahogyan a századfordulóig fennállt, ma andezitnek (esetenként dácitnak) feleltethető meg. A „konglomerátum” a felszíni viszonyok alapján BEUDANT-nál durvaszemű törmelékes kőzetet takar: a lekerékítettséggel kapcsolatos jelentéstartalom ekkor még nem társult a kifejezéshez. Megemlítendő, hogy a konglomerátum szó későbbi teljes elhagyása és „agglomerátum”-mal való helyettesítése sajnálatos, hiszen egyrészt a Börzsönyben valódi agglomerátumok nincsenek – lásd később –, másrészt konglomerátumok, azaz lekerékített durvaszemű törmelékes üledékes kőzetek viszont vannak. Az 1860–80-as években a hegység északi részén Franz von HAUER, GESELL Sándor és Guido STACHE bécsi geológusok módszeres térképező munkát végeztek, a „trachitos” kőzetek előfordulásait értékes rétegtani megfigyelésekkel kiegészítve (pl. fedő tengeri üledékek felismerése). A nevezéktannal kapcsolatos fontos hozzájárulásuk a tufa és breccsa kifejezés bevezetése (utóbbi a későbbiekben sajnálatos módon szintén elmaradozott).

SZABÓ Józsefnek a „dunai trachytsoporttal” kapcsolatos közzétanti munkásságát (1860–1890, pl. SZABÓ J. 1895) PANTÓ Gy. (1970) méltatta és értékelte. SZABÓ nevéhez fűződik a gránátos kőzetek felismerése, valamint hogy e kőzetek a Börzsöny és a szomszédos Visegrádi-hegység kőzetfelépítésének, rétegtanának legidősebb tagjai, amely megállapításai mindmáig helytállóak. Vizsgálta, és helyesen azonosnak ítélte a Nagy-Hideg-hegy lágáinak és a szomszédos Szabó-kövek breccsájának kőzetanyagát. Nagy jelentőségű és évtizedekre meghatározó következtetése (amit már a két hegységre adott közös név is tükröz), hogy a Börzsöny és a Visegrádi-hegység összetartozik. Paradox módon ugyanakkor ez a tétel a későbbiekben mintha hátráltatta volna a különbségek kutatását és felismerését; a rétegtani egységek és azok kora például még a legutolsó összefoglalásban is (KORPÁS L. [szerk.], 1998) teljes azonossággal szerepel.

A századforduló környékén a hegység számos részén tisztázódott a vulkánosság fekü- és fedőüledékeinek elterjedése, korbesorolása. BÖCKH

Hugó 1899-ben Nagymaros környékéről, MAJER István 1915-ben az Észak-Börzsönyből publikált alapvető rétegtani munkát. Utóbbi szerző kulcsfontosságú előfordulásokként a Honti szakadékból és mellette a Szent János-árokban az andezitvulkánosság előtti (akkori korbesorolás szerint felső mediterrán) üledékes képződményeket, míg Kemence környékén a kitörések utáni üledékeket azonosította.

Az első világháború után egy-egy lelőhely, jellegzetes kőzetelőfordulás vizsgálata helyett megszorodtak a részletes térképező munkák. Ezek azonban területileg meglehetősen korlátozottak voltak, és eredményül átfogó térkép (vagy tanulmány) nem született (lásd KORPÁS L. [szerk.], 1998). E hiány mellett ugyanakkor szembetűnő, hogy kis mintaterülete dacára számos szerző általános következtetéseket is leszűrt. Pl. SZENTPÉTERY Zsigmond (1925), aki a vulkáni működés központját egyébként helyesen és elsőként „a Csóványos környékére” helyezte, más lehetséges központokban nem gondolkodott; FERENCZI István (1935) csupán a délkeleti rész tanulmányozása alapján a vulkanizmus tartamát „nagyon rövid időszakaszra” becsülte. Általános következtetések levonása kisebb területen végzett térképező munkából a későbbi irodalomban is gyakran előfordul.

SZENTPÉTERY Zsigmond és FERENCZI István ugyanakkor gondos terepi megfigyeléseken alapuló, igen értékes megállapításokat tett. Szentpétery magas-börzsönyi kutatásának máig helytálló eredménye, hogy az ottani breccsák törmelékdarabjai és mátrixa azonos anyagúak, illetve hogy előbbiek lávaeredetűek. Mi több, a magas-börzsönyi vulkán utóbb felismert lávadóm-működésének tükrében (KARÁTSÓN, 1995), illetve a dómösszeomláshoz kapcsolódó blokk- és hamuár szállítási mechanizmus ismeretében igen érdekesek azon megfogalmazásai, miszerint „a megmerevedett lávaanyag tömbökre-rögökre szakadt szét, (...) és az újonnan kiömlött lávatömegek ezeket (...) részben továbbhurcolták”. SZENTPÉTERY ezzel lényegében felismeri a breccsák folyásos eredetét (a később mindenki által hangoztatott szórttal szemben); sőt ha a Mont Pelée 1903-as lávadóm-működésének – akkor már széles körű – szakirodalmát alapul vette volna, arra megfelelően hivatkozik, akkor bizonyos, hogy meglátása nem vész feledésbe. Az ő nevéhez fűződik továbbá a Csóványos „rétegvulkáni” minősítése is, ami viszont (sematikusan és pontatlanul) mind a mai napig tovább él a hazai szakirodalomban.

FERENCZI az 1920-as években a Délkeleti-Börzsönytől a Nagy-Hideg-hegyig végzett terepmunkát, a változatos területről értékes, igaz, nagyon kis méretarányú térképet is közreadva

(FERENCZI 1935). Felismeri (a Borbély-hegyen), hogy az andezitbreccsa „biztosan miocén” rétegeken ül, amely üledékretegekben Kismarosnál helvét végi vagy akár torton (= bádeni) ősmaradványok találhatóak. (Ezt a nagyjelentőségű megállapítását később BÁLDI Tamás és KÓKAY József igazolta, pontosította.) Úgy véli, az első kitérőek igen hevesek, robbanásosak voltak, sok horzsakövel (ezt a tényt a későbbi kutatások alig említik). Felismeri a vulkáni képződmények tengeri/tavi üledékes fedőüledékeit és azok medencekitöltő szerepét. Az ő nevéhez fűződik a „Szokolyahutai központ” első említése, kalderával, illetve, ahogy ő nevezi, robbanásos vagy eróziós „teknővel”. Ez kb. ugyanaz a vulkáni központ, amelyet később BALLA Z. és KÖRÖS L. (1980) Börzsönyligeti rétegvulkánként, saját munkáinkban pedig (KARÁTSZON D. et al. [2000]) Nagy-kő-hegyi kalderaként írtunk le. (Megjegyzendő, hogy az eredeti vulkányszerkezet a fiatal tektonikus átalakulás miatt nem bizonyítható egyértelműen, lásd KARÁTSZON D. 2007; egyébként maga Ferenczi is említi a mélyedést határoló gerincek tektonikus irányait.) Munkájának végén FERENCZI hozzászól a hegységperemi lapos felszínek kérdéséhez is („abráziós platók”), de még értékesebb a Nógrád környéki kavicsok felismerése és különösen azok valamely ősfolyóhoz (Ős-Ipolyhoz) kötése. FERENCZI széleskörű képzettségéről árulkodó sorait, földtani-geomorfológiai meglátásait olvasva módfelett sajnálható, hogy kutatásait nem terjesztette ki tágabb területre.

Az 1920-as évek közepétől a '30-as évekig dolgozott a Börzsönyben PAPP Ferenc. Ásvány- és kőzettani, kőzetmikroszkópiai érdemei mellett értékes – habár nem minden részletében pontos – szelvényeket közölt a Magas- és a Délnyugati-Börzsönyből. A Magas-Börzsöny gerinceit „sztratovulkáni alakulatoknak” tartja, amelyek egyúttal „hasadék vulkánok” (?). A Szabó-kő és Oltárkő breccsáit az „erózió munkájának” tekinti, pontosabb értelmezés nélkül. Fontos kőzettani eredménye a Magas-Börzsöny kőzettípusainak tagolása (változó amfibol- és piroxéntartalmú andezitek). A hegység északi részén a vulkáni törmelékes kőzetekben sok helyütt kvarckavicsot talált (térképén „tufás kvarckavicsrétegek”), amelyek a későbbi ősföldrajzi rekonstrukciókban (először LENGYEL Endrénél) is helyet kaptak. A hegység délnyugati részén többféle andezit- és (elsőként) dácitváltozatot különített el, és több kúp alakú kiemelkedést (Zuvári-hegy, Galla-hegyek, Kopasz-hegy, Széles-hegy, Csák-hegy stb.) helyesen az oligo-miocén fekvő áttört kitérőközpont maradványaként értelmezett (igaz, pontosabb besorolás nélkül). Összességében a vulkáni működést három kitérési szakaszra bontotta, az idős dácitoktól a piroxénandezitekig. Ez a kőzettani

sorrend mind a mai napig – ha finomításokkal is – érvényben van.

Szintén a Magas-Börzsönhöz kapcsolódó, fontos felismerés ezidőtájt VIGH Gyula részéről a lávafolyás-maradványok színtézése és térképezése a Csóványos északi gerincén, egy egyébként a nagybörzsönyi ércesedéssel foglalkozó munka velejárójaként (LIFFA Aurél–VIGH Gyula, 1937). E kőzetekkel legközelebb csak harminc év múlva PANTÓ György foglalkozott részletesen. VIGH felismerte ezen kívül a Godóvár oldalának környezetétől teljesen elütő kőzeteit, és azokat helyesen tektonikusan kiemelt helyzettel magyarázta.

A hazai földtudományban ekkortájt, az 1930-as években mutatkoznak az első jelei az eredeti vulkáni formák iránti érdeklődésnek. A földtantól addigra már különvált geomorfológia neves képviselője, CHOLNOKY Jenő az elsődleges formák felismerhetőségét vallotta. Részletesen ugyan nem dolgozott a Börzsönyben, de a *Magyarország földrajzában* (1936) a Börzsönyt „egyetlen nagy vulkán romjának” tekintette. Sajnálatos, hogy a Visegrádi-hegységtől eltérően (lásd ott) ennél a megállapításnál nem ment tovább. NOSZKY Jenő a börzsönyi vulkáni formák mibenlétéről Cserhát-monográfiájában (*A Cserhát hegység földtani viszonyai*, 1940) CHOLNOKYval ellentétben azt vallotta, hogy az eredeti vulkáni formák a nagymértékű lepusztulás miatt már nem ismerhetők fel. Ezt a vélekedését – az újabb börzsönyi és mátrai eredmények összehasonlítása alapján – úgy lehet értékelni, hogy a Mátra akkori legjobb ismerője az ottani, évtizedes terepmunkájának nagyjelentőségű megállapításait anélkül „ültette át” a Börzsönyre, hogy az egész hegységet tanulmányozta volna. NOSZKY ugyanis csak az északkeleti peremet térképezte, ahol a vulkánosság korai szakasza jelenik meg. Területileg erősen behatárolt munkájából – FERENCZIhez hasonlóan – még azt az általánosságot is leszűrte, hogy a vulkanizmus időtartama „nem lehetett valami nagy”.

A korábbi, szörványos ásvány-kőzettani munkák után az 1940-es évektől indult meg és az 50-es évek közepéig tartott a nagybörzsönyi ércesedés átfogó, nagy erővel folytatott kutatása. A munka hozadéka vulkanológiai szempontból ellentmondásos. Ami magát az érces területet illeti, egyrészt igen kis kiterjedésű, másrészt a terület a Magas-Börzsönynek az érchordozó kőzetektől eltérő felépítésű szerkezetébe van beágyazva. Nevezetesen, a Magas-Börzsöny amfibol-piroxénandezit vulkáni felépítménye az érces területen megszakad, és alsóbb helyzetben SiO₂-gazdag (gránátos biotitdácitól amfibolandezitig terjedő) kőzetegyüttes bukkan elő. Ennek a kettős helyzetnek a tektonikai/vulkanológiai értelmezése mindmáig vita tárgya (bővebben lásd: KARÁTSZON D. 2007).

Az érces terület kicsinysege miatt, hogy megfelelő földtani keretbe lehessen helyezni, számos kutató messzebbre tekintő kutatást végzett. Ezt láttuk már VIGH Gy. és LIFFA A. esetében is, ám vulkanológiailag a legértékesebb áttekintés (az ércesedés rendkívül alapos tudománytörténetén felül) PANTÓ Gábor nevéhez fűződik, aki a 40-es évektől két évtizeden át dolgozott a területen. Hozzájárulása tanulságos több vonatkozásban is. Egyrészt nagy terepi tapasztalattal (egyszersmind nemzetközi ismertséggel) bíró kutatóról volt szó, aki feladatát igyekezett messze túlteljesíteni. Ugyanakkor, mivel nem tudott a teljes hegységre kiterjedő térképezést, terepmunkát végezni, néhány fontos körülményt óhatatlanul elhanyagolt vagy elnagyolt. Másrészt a hidrotermás ércesedést vizsgálva kénytelen volt felismerni, hogy az erős átalakulás miatt „a közetkémiai adatok a vulkáni működés szakaszokra bontásához nem használhatók fel”, ami pedig a kormeghatározás mellett a helyes vulkáni rétegtanhoz alapvető fontosságú lett volna. Hozzátehetjük, hogy adatait azért sem használhatta fel, mert a korabeli módszerek ezt nem segítették elő, mint ahogyan a kormeghatározás korszerű eszközei sem álltak rendelkezésére. (Saját munkánk során mind a geokémiai, mind – kisebb részben – a geokronológiai adatok alkalmasnak bizonyultak rétegtani következtetések levonására, vö. KARÁTSZON D. 2007.) Pantó ugyanakkor számos, maig alapvető megállapítást tett, kisebb, korai munkái mellett *A Nagybörzsönyi ércesedésben* (PANTÓ G. és MIKÓ L., 1964). E fontosabb megállapításai a következők.

(1) Rétegtani alapon kizárja a vulkánosság óharmadidőszaki voltát és a miocénon belül a helvét (mai értelemben kárpáti) korszak végére helyezi. (Az óharmadidőszaki vulkanizmus meglétét egyébként korábban maga is vallotta, sőt e nézet egészen az 1970-es évekig tartotta magát.)

(2) A keleti perem és az érces terület gránátos kőzeteit korrelálja és a korai szakaszba sorolja. (Megjegyzendő, hogy a Nagy-Pogány-hegyi gránátos kőzetek saját adataink alapján valamivel fiatalabbak a hegység keleti és déli előfordulásainál.)

(3) PAPPHOZ hasonlóan a Dél-Börzsöny önálló kúpjait kitörésközpontként értelmezi, illetve megállapítja, hogy e központok „valószínűleg összefüggő törmeléktelep” (tehát nemcsak üledékes kőzetek) alól bukkannak ki.

(4) A Magas-Börzsöny központját kalderaként értelmezi, ezzel eredeti vulkáni forma megléte mellett foglal állást.

(5) Felismeri a Magas-Börzsönyben és részben az érces területen is jelentkező amfibolandezit teléreket, azok térbeli eloszlását a kalderához (megfogalmazásában a „beszakadásos terület határtöréseihez”) köti.

(6) Részletes, 1:15 000-es földtani térképet is

közread, amelyen világosan elkülöníti a Magas-Börzsönyt és az érces területet (bár a Kis-Pogány-hegyet még előbbihez sorolja).

Pontatlanabb, illetve a későbbi kutatások alapján ellentmondásosabb PANTÓ G. néhány más következtetése. A vulkáni működés „fő paroxizmusának” tekinti az Észak-Börzsöny felépülését, de ide nemcsak a valóban legfiatalabb Magas-Börzsönyt, hanem a Kemence-völgytől északra fekvő részt is sorolja. E fő szakaszban véleménye szerint uralkodó lett a „valódi piroklasztikumok” képződése (ezeken az agglomerátumokat érti), így a terület szerinte „rétegvulkáni” felépítésű, amely agglomerátum-tömegek és lávaarak váltakozásából áll. (A Magas-Börzsöny zömmel egyveretű piroklasztikus breccsáit és az Észak-Börzsöny változatos anyagú epiklasztikus törmelékár-üledékeit tehát egy kalap alá veszi.) Továbbmenőleg PANTÓ az érces terület szubvulkáni kőzeteit még a Magas-Börzsönnél is fiatalabbnak tekinti – annak ellenére, hogy a gránátos dácitot korábban az idős szakaszba sorolta – , végeredményben egy új hipotézis kedvéért: nevezetesen új, záró szakaszt vélt felismerni, a központi terület kalderájának „beszakadásos működését”.

A börzsönyi kalderakérdést érdemes már az első megjelenésekor kétfelé választani. PANTÓ fentebb is jelzett vitathatatlan érdeme, hogy felfogásával – implicite – a Magas-Börzsönyben elsődleges forma létezése mellett foglalt állást (még ha egyelőre geomorfológiai értelmezés nélkül is, tehát a kalderát nem jelölte ki a mai domborzatban). Ami viszont a felismert vulkáni mélyedés beszakadásos eredetét illeti, bizonyítékul csupán a (zöldkövesedett) szubvulkáni kőzetek „elnyúlt kalderaterületen” való megjelenését hozta fel, a kitörési jellemzők, a kalderabeszakadáshoz kapcsolódó esetleges piroklasztitok, vagy az azt jelző tektonikus bélyegek ismertetése nélkül. (Hozzátehetjük: ilyenek nincsenek is, ezért sem dokumentálta őket sem Pantó, sem utána senki más.)

A történetiség kedvéért említsük meg: e kalderaértelmezés háttérében az állt, hogy SZÁDECZKY-KARDOSS Elemér az idő tájt javasolta a mátrai kaldera, illetve más kárpáti kalderák beszakadásos eredetét. A „kalderán” belül leírt kőzetekkel kapcsolatban SZÁDECZKYnek a szintén akkoriban (1957–58) kidolgozott bonyolult kőzettani rendszere is szerepet kapott. Ez a rendszer ugyanis a Börzsönyben – elsősorban az érces területen vagy akörül megjelenő, hidrotermálisan elbontott kőzetek esetében – nagyszámú típust eredményezett, és a kőzetek elrendeződése mellett Pantó önmagában a típusok sokféleségét is mintegy bizonyítéknak tekintette. A SZÁDECZKY-féle kőzettani rendszer korabeli hasznosságát, használhatóságát nem

kívánom megítélni, de úgy tűnik, alkalmazása az 1950–1960-es években jelentősen hátráltatta a hazai hegységek elsődleges közettani bélyegeinek, részben a valódi rétegtani egységeknek a felismerését, egyszersmind elvonta a figyelmet az egyéb (így a vulkanológiai) kérdésektől.

A börzsönyi ércesedés kutatása mellett a második világháború után tovább folytatódott a térképezés addigi gyakorlata, azaz kis területek önálló felvétele. Az értékes adatközlések mellett e publikációkban a korábbiaknál is komolyabb hiányérzetet kelt a kornak megfelelő vulkanológiai értelmezés elmaradása. REICH Lajos a hegység nyugati szegélyén végzett térképező munkát (1952). Megbízhatóan elkülönítette és ábrázolta az ott kibukanó fedőüledékeket. A Hont melletti üledékek torton eleji (= bádeni) besorolásával megadta a vulkánosság kezdetének időpontját. A fedő lajtamészko jelenlétéből arra a következtetésre jut, hogy a vulkanizmus „valószínűleg rövid idő alatt” ment végbe, amivel némileg ellentétben, igen fontos adatként arról számol be, hogy a lajtamészko képződése alatt (abba betelepült rétegekként) „csupán finomszemű andezittufa-szórás (...) jelzi a csökkentett erővel jelentkező vulkáni tevékenységet”. Ezt a problémát, a börzsönyi vulkanizmus befejeződését, amely igen fontos rétegtani kérdés és hozzá kapcsolódóan saját kutatómunkánk során új eredményeket publikáltunk, bővebben monografikus feldolgozásomban értékelem (KARÁTSZON D. 2007).

LENGYEL Endre elsősorban a Börzsöny Diósjenő környéki keleti részét térképezte (pl. 1954). A kőzetek kitérés sorrendjét – PAPPHOZ hasonlóan – három szakaszban, a biotitos dácittól (+andezittől) az amfibolandeziteken át a piroxénandezitekig terjedően állapította meg. Igen fontos térképezési eredménye, hogy a gránát a Kemence-völgytől északra törmelékeny kőzetekben is – nemcsak, sőt nem elsősorban dácitban, hanem andezitben – széleskörűen előfordul. Ugyanitt felismeri a „tufarétegek alsó szintjén” megjelenő kvarckavicsokat, amelyek „hozzákeveredhetnek” a lerakódó tufához, „igazolva a partközeli lerakódás folyamatát”. Noha LENGYEL nem utal a nyilvánvaló, közvetlen feküledékre, a Nagyoroszi kavicsformációra, felismerése a tengerparti öskörnyezetről mindmáig helytálló, és sajnálatos, hogy a későbbi értékelésekben elsikkadt. Helytálló az a nézete is, miszerint a (börzsönyi terület) „fokozatos feltöltődésével a tenger a peremekre szorult”. A hegység magasabb részén felismeri a Csóványos környéki teléreket, térképen rögzíti a lávafolyások egy részét.

Több más megállapítása viszont már magán viseli a kis felvételi területről fakadó korlátokat. Nem választja szét a Börzsöny „központját” (=

Magas-Börzsöny) és keleti peremét, amely így együtt szerinte (kritériumok ismertetése nélkül) „jellegzetes rétegvulkáni működés színtere”. A vulkáni kitéréseket „törésekből, hasadékokból” származtatja, azokat tektonikai irányokkal összemossa. A keleti perem és a Dél-Börzsöny különálló dácit- és andezittestjeit (1954-es és 1956-os munkáiban) bizonyítékok nélkül lakkolitokként vagy teléreként értelmezi.

1955-ben jelenik meg LÁNG Sándor *A Mátra és a Börzsöny természeti földrajza* c. monográfiája. A munka sajátos keveréke az addigra jelentősen elszigetelődött, a földtani alapoktól eltávolodott geomorfológiai irányvonalnak és a helyenként igen értékes terepi megfigyeléseknek, következtetéseknek. Jellemző, és a hazai geomorfológiára (sajnos) még évtizedekig érvényes az a vonása, hogy a leírtak csak igen kis mértékben (a Börzsönyre eső 200 oldalból az első tizen és még néhány helyen) foglalkoznak a vulkánossággal és a vulkáni formakincs kialakulásával, illetve lepusztulásával, és földtani hivatkozások is alig találhatók a kötetben. (Az ilyen irányú ismeretek a hegységről csupán PAPP F., kisebb részben PANTÓ G. munkáiból, valamint HORUSITZKY Ferencnek egy általános északi-középhegységi tanulmányából származnak, pontos irodalmi hivatkozások nélkül). A vízrajzi, éghajlati és növényzeti részek értékelésétől eltekintve, néhány főbb kritikai megjegyzésemet LÁNG értelmezésével, valamint egy másik geomorfológus, BULLA Béla – szemléletében igen hasonló, nem sokkal később megjelent – tankönyvével (1962) kapcsolatban a következőkben foglalom össze.

LÁNG és BULLA az akkor már idehaza is egyre divatosabb tönkösödési elmélet első hívei voltak. Felismerték az addig kétségkívül elhanyagolt tönkformákat, azok felszínfejlődésbeli szerepét, kialakulásának lehetőségét a melegebb, szárazabb éghajlati periódusokban. Sajnos azonban az új értelmezést jelentősen túlzásba vitték és oda jutottak, hogy vulkáni hegységeinkben egyszer s mindenkorra tagadták az elsődleges formák meglétét földtani és geomorfológiai adatok, elemzés nélkül. (A Börzsönyben) „a rétegvulkánok (...) a miocén dereka óta lepusztultak”, írja LÁNG, vagy „az eredeti vulkános felhalmozódások létrehozta lejtők jelenlétét legfeljebb csak néhány helyen lehet sejteni”. Több pontban sorolja a börzsönyi kalderával szembeni „ellenvetéseket”, a vulkanológiai szempontokat teljesen mellőzve. Felfogására jól rímel a tönkösödést még inkább egyeduralgkodónak tekintő BULLA B. (1962) is, amikor kategorikusan kijelenti: „a Börzsönyben eredeti (primer) vulkáni felhalmozódásformák nincsenek”. Mindezen megállapításokban nem is önmagában az tekinthető problematikusnak, hogy nem igazolódtak be, hanem hogy csupán az új elméleten alapuló preconcepciók

voltak. LÁNG véleményével kapcsolatban meg kell ugyanakkor említeni, hogy ő az első szerző, aki – becslésszerűen ugyan, de – számszerű értéket ad a lepusztulásra, nevezetesen, 300–500 métert. Ez a szám annál is érdekesebb, mivel saját, belső-kárpáti összehasonlító vizsgálataim alapján (KARÁTSON D., 1996, 1997) a Börzsöny legmagasabb részére (a hegységben legnagyobb értéként) 700–800 m adódik, azaz Lángénál jóval több. Mai szemmel még a 700–800 m lepusztulás is viszonylag kevésnek mondható, legalábbis atekintetben, hogy tektonikai elroncsolás nélkül vulkáni hegységeinkben ettől még az elsődleges formák bőven felismerhetők. Természetesen a megfelelő rekonstrukciókhoz, amint azt a későbbi kutatások világosan mutatták, a vulkanológia mellett légi- és űrfelvétel-elemzésre, vízhalozati értékelésre is szükség volt, amely módszerek csak az 1970-as évek végén jelentek meg a hazai földtudományokban.

LÁNG egyedüli „tárgyi bizonyítéka” a tönkösödéssre a börzsönyi kvarckavicsok, amelyekre épp ezért érdemes alaposabban is kitérni. Az akár 500 m fölött is megtalálható – általa széles körben elterjedtnek vélt – kvarckavics alapján LÁNG a hegység harmadidőszaki, „laposra koptatott tönkjének” képződését feltételezte. (Megjegyzendő, hogy az északkeleti perem magas előfordulásai nincsenek eredeti helyzetben, mert a Kelet-Börzsöny kiemelkedésével, kibillenésével jöttek létre.) A következtetés alapjául szolgáló kavicsokat korábban PAPP Ferenc térképezte vulkáni törmelékben, elsősorban északon (lásd korábban), amihez LÁNG még számos előfordulást hozzatett, főleg talajból, fedett helyzetben. Esetenként „andezitkavics”-előfordulásokat is említ, amelyek azonban inkább az eredeti (középső-miocén) vulkanoklasztitok alkotóiként értelmezendők. Saját térképezésem során „kavicsstakarókat” nem találtam. Más kérdés, hogy a döntően az észak-börzsönyi vulkanoklasztitokban előforduló, a lepusztulás során kimálló-kipergő kavicsot az egykor alacsonyabb, szelidebb térszínbe vágódó vízfolyások tovább szállíthatták, áthalmozhatták. Noha LÁNG számos helyen maga is elismeri, hogy a „a kavics a tufa közé települt”, és idézi PAPPot, aki a kavicsokat mélyből felragadott anyagként értelmezi, a kavics fő származásául mégis inkább a mai Felvidék felől érkező folyókat hozza fel, amelyek egy lepusztult, tönkösödött felszínre úgy mond vastag kavicsstakarót rakhattak le. (LENGYEL E. említett miocén öskörnyezeti rekonstrukcióját az egykori tengerpartról ezek szerint nem ismerte, azzal nem foglalkozott.)

Vitathatatlan, hogy a vulkáni hegységek korábbi miocén felszínfejlődését igen gyors erózió jellemezte. A lepusztulás jellegét illetően azonban saját kutatásaink alapján (lásd később) nem lapossá pusztult tönkfelszínt, hanem inkább a mai Lipari-

szigetekhez vagy méginkább a Bahamákhöz, Kis-Antillákhoz, dél-csendes-óceáni szigetekhez hasonló tagolt környezetet kell elképzelni. Noha a kialudt vulkáni hegységek az akkori szubtrópusi klímán intenzív mállással, talajfolyásokkal jellemzett, meredek völgyekkel felszabdalódó, tengerpartközeli térszínek lehettek, mégis a miocén végéig, ameddig ez a helyzet volt jellemző, az erózió nem volt képes eltüntetni teljesen az elsődleges vulkáni formákat (a felszínfejlődésre vonatkozóan lásd KARÁTSON D. et al. 2006).

Összességében tehát a börzsönyi kavicsokat mint a „lapos tönkre” és az azon átfolyó vizekre felhozott bizonyítékokat elégtelennek kell ítélnünk. LÁNGnak mindemellett kétségtelen érdeme, hogy a mai éles, „hegyvidéki” formákat elemezve rámutat a lepusztulás eredményezte korábbi, szelidebb domborzatra, valamint a „fiatal”, plio-pleisztocén kiemelkedés, tektonikus mozgások, és az azt követő folyóvízi bevágódás domborzatformáló hatására. Sajnálatos, hogy e valóban értékes megállapításai nem tükröződnek a hegység későbbi kutatásában (pl. PANTÓ Gy., BALLA Z., KORPÁS L. munkáiban), bár ennek oka aligha a tárgyalás módja, inkább a geomorfológia már említett, korabeli elszigetelődése lehetett.

Ami ez idő tájt a Börzsöny vulkanizmusának kutatását illeti, PANTÓ Gábornak az ércutatás lezárulása utáni tevékenységét és munkája összefoglalását leszámítva, az 1950-es évek közepétől jó egy évtizeden át nem látni előrelépést. Az 1960-as években megkezdett geofizikai mérések még nem igazán kapcsolódtak vulkanológiai problémákhoz, a kapott eredmények csak később hasznosultak. Megemlítendőek viszont a színvonalas öslénytani kutatások, amelyek noha szintén elkülönülten folytak és perdöntően új eredményeket nem hoztak, jelentősen pontosították vagy igazolták a korábbi, elsősorban a feküüledékekkel kapcsolatos rétegtani képet.

A legfontosabb tanulmányok a feküüledékekről CSEPREGHYNE MEZNERICS Ilona és BÁLDI Tamás munkái az eggenburgi és kárpáti rétegek tagolásáról (pl. CSEPREGHYNE MEZNERICS I. 1956, BÁLDI T. 1960), valamint BÁLDI T. és KÓKAY J. korábban már említett, *A kismarosi tufit faunája és a börzsönyi andezitvulkánosság kora* című tanulmánya (1970), amely az egyik legfontosabb bádeni ősmaradvány-előfordulást dokumentálta. BÁLDIÉK – FERENCZI I. már említett adatait jelentősen kiegészítve – meggyőzően bizonyították a Kismaros környéki tengeri üledékes rétegsor, illetve az arra települő, változatos rétegekből álló „tufit” eredetét, és a fauna alapján a kezdeti vulkanizmus korát az alsó-bádeni emeletbe helyezték.

A leírt rétegsor alsó része ma (a 2000-es évek elején) már betemetődött, de fontosabbik felső részét

saját vizsgálatainkban – lásd később – is felhasználtuk, paleomágneses és vulkanológiai szempontból értékeltük (KARÁTSZON D. et al., 2000). Eredményeink tükrében BÁLDI és KÓKAY következtetése a sekélytengeri környezetről és annak koráról teljes mértékben helytálló. Ugyanakkor a szerzők további okfejtésével (cikkük második fele), miszerint a környező, szintén alsó-bádeni (lajtamésző) fedő behatárolja a vulkanizmus időtartamát, nem feltétlenül értünk egyet (lásd KARÁTSZON D. et al. 2000, KARÁTSZON D. 2007).

Szintén 1970-ben jelenik meg a Börzsöny máig egyik legalaposabb közzétett és részben vulkanológiai feldolgozása PANTÓ György tollából (*A Börzsöny hegység északi részének harmadidőszaki vulkanizmusa*, in: KUBOVICS I. – PANTÓ Gy. 1970). A korábbi tanulmányoknál jóval terjedelmesebb, bőséges szakirodalmi és új terepi ismereteken nyugvó, közzétett és geokémiai vizsgálatok sokaságát felvonultató munka minden börzsönyi kutatásban nélkülözhetetlen, saját kutatásaimban is nagy segítséget jelentett. Noha a vulkanizmussal foglalkozó, a kötet címben is jelzett kutatómunka csak kisebb részben tekinthető vulkanológiának (pl. a kitörési jellegek, a vulkáni törmelékes kőzetek keletkezése, szállítása, lerakódása nem kerül szóba), igen értékes vulkanológiai megfigyelések találhatók *A terület morfológiája* című (sajnálatos módon igen rövid) részben, valamint a kőzetek közül elsősorban a törmelékes képződmények leírásánál. PANTÓ Gy. talán legfontosabb felismerése – PANTÓ G. alap gondolatát továbbvive – a magas-börzsönyi kaldera most már domborzathoz kapcsolása. „Külön morfológiai egységet ad a Várbükk-Hollókő-Miklóstető-Magosfa-Csóványos által közrefogott terület” (...), a hegység „központi mélyedése”. Az egységes, mélyen lepusztult, de még felismerhető vulkáni felépítmény értelmezése a könyv végén közölt szelvényeken is példaértékű. További kiváló megfigyelése, hogy a láva- és breccsakőzetek (nála piroklasztikum, illetve agglomerátum) fordított módon pusztulnak, mint korábban vélték: „az eddigi megállapításokkal ellentétben (...) nem az andezit, hanem az agglomerátum-padok preparálódnak ki. Ez azért következik be, mert a litoklázisokkal átjárt, lemezes, pados lávaárak a külszíni letarolás hatására (...) darabokra lazulnak szét, sokszor az egész hegyoldalt elárasztják kőfolyással. A betonhoz hasonlóan összeragasztott agglomerátum nem esik szét ugyanúgy.” Az eróziós folyamatok eme kitűnő értelmezésének tükrében sajnálatos, hogy a szerző ilyen irányú megfigyelései nem terjedtek ki a központi „kaldera” lepusztulási viszonyaira.

PANTÓ a munkája címében jelzett területen a Magas-Börzsöny északi kétharmadát és az érces területet érti, erről közöl részletes közzétett

kategóriákat elkülönítő földtani térképet. Minden addiginál pontosabb a Magas-Börzsöny lávakőzeteinek feltüntetése, rögzíti előfordulásait és típusait, egyúttal felismeri a keleti rész felső, nagy kiterjedésű láváinak bázisosabb jellegét (amfibol-piroxénandezitek) a nyugati gerinc inkább piroxén-amfibolandezitjével szemben. (Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a lávakőzetek általa három „emeletbe” sorolását saját vizsgálataink nem támasztották alá [KARÁTSZON, D. et al., 2000].) Az „agglomerátumokat” ugyan ő is szórt anyagnak tekinti, de felismeri a Csóványos térségében közéjük települt, valóban szórt eredetű tufacsíkokat. Az érces területen előrelépés PANTÓ G.-hoz képest a Kis-Koppány környékének a Magas-Börzsöntől való elválasztása, miközben megerősíti a Hegyes-hegyorom és a Hosszú-bérc térségének magas-börzsönyi jellegét. (Ez utóbbi a későbbi térképeken, pl. CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E. et al. [1983], illetve KÖRÖSI L. és CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E. [1999] részben rosszul szerepel.)

Számos megállapítás, következtetés ugyanakkor a vizsgált terület ismét csak korlátozott voltából fakad. Például a Kemence-völgy északi oldalának „agglomerátumában” – amelyre a részletes munka nem terjedt ki – nem jelenik meg a Dorottya-bérc alatti (csipcsinai) nagy kiterjedésű lávatest (ezt és a környező lávakőzeteket saját munkánkig senki sem térképezte), továbbá a völgy alján kibukkanó horzsaköves rétegek sem. Kormeghatározások híján ő is, akárcsak PANTÓ G., a magas-börzsönyi fő szakaszról fiatalabbnak (3. szakasz) tekinti a „kalderakőzetek” és velük együtt a kalderán belüli telérek zömét, s ugyanígy a nyugati és déli hegységperem „szubvulkáni”, esetenként gránáttartalmas (!) előfordulásait is.

PANTÓ Gy. a legfiatalabb szakaszhoz köti a nagybörzsönyi ércesedést is, amely „a beszakadásos kalderaszerkezet kialakulásával kapcsolatos”. A PANTÓ G.-tól átvett beszakadást „kétségtelen ténynek” tekinti, de a folyamat dokumentálásával és helyhez kötésével adós marad. Az elképzelés alátámasztására immár gravimetriai mérésekre is hivatkozik, ám nem világos, hogy míg a Bouguer-anomáliákat – helyesen – szubvulkáni benyomulásokhoz kapcsolja, miért értelmezi ezt az összefüggést beszakadásos kaldera jeleként („a Bouguer-anomáliák [...] követik a térképezett kaldera kontúrját”). A beszakadásos kaldera értelmezés bizonyítatlansága is közrejátszhatott abban, hogy okfejtése a későbbiekben – s ami sokkal sajnálatosabb, a morfológiai felismeréssel egyetemben – említésre sem kerül a későbbi szakirodalomban (vö. pl. Balla Z. 1978, BALLA Z.-KÖRÖSI L. 1980).

Az 1970-es években nagyarányú földtani és geofizikai felvételező munka kezdődött a

hegységben a Magyar Állami Földtani Intézet és az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet munkatársainak közreműködésével. A kutatások, amelyeknek eredeti célkitűzése színesérckutatás volt, számos új eredménnyel szolgáltak, és alapját képezték az évtized végén és az 1980-as évek elején megjelent fontos új publikációknak, valamint CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E. és KORPÁS L. (1982) – sajnálatosan sokáig kéziratban maradt – földtani térképének. Ugyanakkor a kiugróan magas költségfordítás, a sokféle műszeres vizsgálat: fúrások, geofizikai szelvényezés, nagyszámú paleomágneses mérés egyrészt nem a kornak megfelelő szintű koncepcióval történt, másrészt nem hozott eredményül olyan összefoglaló munkát vagy munkákat, amelyek arányban álltak volna a befektetett energiával.

A kutatómunka egyik irányvonalát HÁMOR Géza és munkatársainak 1970-es évek eleji publikációi (illetve kéziratok jelentései) képviselik (HÁMOR G. et al., 1974, 1978). Ezekben a vulkáni rétegtan vonatkozásában kiemelkedő fontosságú a K/Ar kormérések megkezdése, alkalmazása, amelyekre a debreceni Atommagkutató Intézetben, BALOGH Kadosa irányításával került sor. HÁMOR a fűrési és a koradatokból a „középső-riolitufa” börzsönyi jelenléte mellett foglalt állást, ami a korai szakasz horzsaköves vulkanoklasztitjait tekintve korban is és közzétanilag is helytállóan bizonyult.

CZAKÓ Tibor és NAGY Béla (1976) szerkezetföldtani munkája értékes hozzájárulás a Börzsöny tektonikai viszonyainak, irányainak megismeréséhez, annál is inkább, mivel kifejezetten tektonikai értelmezés azóta sem született a hegységről. Mi több, noha munkájuk a kitűzött cél szerint csupán „fototektonika”, hozzászólnak a magas-börzsönyi kalderakérdéshez is. Felismerik és helyesen leírják a központi mélyedés vízhalozati jellemzőit (belül ágas, kívül sugaras), és e különbségeket – szintén helytállóan – közetminőségi eltérésekhez kötik. Mellékelt, kitűnő tektonikai térképén CZAKÓ elkülöníti a magas-börzsönyi vulkánt mint külön tektonikai tartományt (jóllehet az Észak-Börzsönyt is hozzásorolja), egyúttal jelöli a kúp nyugati, lealacsonyodó részének önállóságát. Ehhez képest meglepő, hogy a felismert kúpformát a szerzők nem vulkánként, hanem csupán intrúzió benyomulásával és ahhoz kapcsolódó „felboltozódással” magyarázzák. Egy ilyen, batolitra alapozott elképzelés az eredeti forma rekonstruálhatósága tükrében (lásd PANTÓ Gy.-nél, illetve később) ma már semmiképp sem állja meg a helyét, azonban CZAKÓék kétségtelen érdeme, hogy a beszakadásos eredetnek ellentmondanak, és hogy elképzelésükből – ha nem is mondják ki expliciten – a központi mélyedés eróziós eredete következik. CZAKÓ és NAGY emellett a Dél-Börzsönyben és

másutt is kitörési központokat („lakkolitokat, szubmarin kitörési központokat”) írnak le; „a vulkáni, ill. szubvulkáni formák még a miocénből is felismerhetők”, állapítják meg.

GYARMATI Pál az 1970-es évek elején végzett a Börzsönyben 1:10.000 méretarányú térképezést. E munkájából nem készült publikáció, viszont megjelentetett egy fúrásokat kiértékelő jelentést (1976). E tanulmány számos értékes, más szerzőnél nem olvasható vulkanológiai megállapítást tartalmaz. Beszámol fúrásokban felismert (és általa felszínen is térképezett) horzsaköves riodácit, dácit „ártufákról” (ignimbritekről), tengeri környezetben képződött hialoklasztitokról, vulkáni-üledékes rétegekről. Rámutat arra a – teljes mértékben ma sem tisztázott – problémára, hogy a „riolituffák” egy része „a hegység területén kívül eső központokból, más része a középső riolitufa áthalmozásából származhat”. A vékonyecsiszolatokból leírt fúrásszelvények térképi bemutatása mindmáig hasznos útmutató a nem feltárt képződmények korrelációjához.

A '70-es évek végén mérőföldkövet jelentett a börzsönyi kutatásokban BALLA Zoltán fellépése. BALLA a Mátrában is tevékenykedett (lásd később), de első és legalaposabb munkáit a Börzsönyből publikálta. Vulkanológiai szempontból legfontosabb érdeme, hogy korszerű felfogásban ráirányította a figyelmet az elsődleges formák meglétére. Munkái közül kiemelkedik a legelső kettő, amelyekben a Magas-börzsönyi „paleovulkánt” rekonstruálta (1977, 1978). Alap gondolata, hogy morfológiai és földtani elemzéssel a mai domborzatból kimutatható az elsődleges vulkáni formakincs. BALLA első ízben veszi figyelembe a korabeli vulkanológiai szakirodalmat (G. MACDONALD 1972-es könyvét), és az abban foglaltakkal párhuzamokat keres. A korábbi szakirodalmi források sikeres ötvözése és az újszerű megközelítés egyaránt hozzájárulhatott, hogy elképzelései széles körben elfogadásra találtak. Külön megemlítendő, hogy mondanivalója a geomorfológiai gondolkodásra is termékenyítőleg hatott: abban, LÁNG és BULLA felfogását meghaladva, végre ismét megjelent a vulkáni formák rekonstrukciója.

Ami a részleteket illeti, BALLA a Magas-Börzsönyben meggyőző morfológiai vizsgálattal igazolja és sikeresen egyesíti, illetve továbbfejleszti (igaz, a forrás említése nélkül) PANTÓ Gy. felfogását a központi mélyedésről, valamint CZAKÓ és NAGY eredményét a kúpforma lehatárolásáról (illetve a beszakadás kizárásáról). Felismeri a rekonstruált kúpalak tektonikus módosulását is, azt „kibillenéssel” magyarázva. Logikus elemzéssel a kaldera eróziós eredete mellett foglal állást, és összevetve a mai formát a valószínű eredetivel, a lepusztulás hozzávetőleges mértékét is megállapítja. PANTÓ Gy. felismeréséből kiindulva, de azt

meghaladva a „kaldera” központjából kifutó közzeteléreket, más geofizikai adatokkal együtt, helyesen a beszakadás ellen hozza fel. A kalderabelső (Kuruc-bérc) közeteit – gondolatmenetébe illően – kürtökítőként magyarázza. (A későbbi vizsgálatok, pl. CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E. et al. [1983] összefoglalása, valamint saját kutatásaink [KARÁTSÓN, D. et al. 2000] a mélyen lepusztult udvar fenekén már nem a Magas-Börzsönyhöz tartozó, idősebb szubvulkáni kőzeteket mutattak ki.)

A vulkanológiai kiemelkedő munka gyengéi elsősorban a terepi adatok hiányosságaiból fakadnak. BALLA – a korábbi szerzőkhöz hasonlóan – a vulkánt „rétegvulkánként”, vulcanói-pliniusi kitörések eredményeként rekonstruálja („a piroklasztitokban mindenütt igen nagy szerepet játszik a szórt anyag”), holott a Magas-Börzsönyben alig van közbetelepült szórt réteg (az egy-két előfordulásról lásd korábban PANTÓ Gy.-t). Állításának alátámasztására BALLA geofizikai módszereket is segítségül hív, nevezetesen, geoelektromos szelvényein „közel azonos dőlésben” kifelé lejtő rétegeket vél felfedezni. Az általános kifelé dőlés egy kúppaláston természetes, váltakozó rétegek azonban a közölt ábráján nem vagy nagyon bizonytalanul figyelhetők meg, a kép sokkal zavartabb; saját terepi adataink a lávafolyások és blokk- és hamuár-breccsák (illetve mélyebb szintben kürtöbreccsák) bonyolult térbeli mintázatát mutatják (lásd később). E bélyegek együttvéve nem rétegvulkánra, hanem több centrumú lávadóm-csoportra engednek kővekeztetni (KARÁTSÓN D. 1995, KARÁTSÓN D. et al. 2000). Itt említem meg, hogy az egyetlen kráterből leszármazó alakot SZÉKELY András (1997) sem fogadja el, ő azonban – bizonyíték nélkül – „explóziós” eredetű kalderát feltételez.

Következő munkáiban (BALLA Z.-MÁRTONNÉ SZALAY E. 1978, 1980, BALLA Z.-KORPÁS L. 1980, BALLA Z. et al. 1981) BALLA immár az egész hegység vulkáni szerkezetének és fejlődésmenetének rekonstruálását célozza. Korbesorolása, rétegtani megállapításai (újabb terepi vulkanológiai adatok nélkül) lényegében paleománeszes rekonstrukcióra és korábbi, illetve az 1970-es évek végén született K/Ar koradatokra alapozódnak. Különösen az igen költséges paleománeszes vizsgálatoknak nagy értékük az adatközlés. ANDÓ J. és munkatársai (1977) eredményeinek beépítése mellett nagyszámú új mérésre is sor került. Ami viszont az adatok értelmezését illeti, Ballák nem megfelelően veszik figyelembe a paleománeszes értékek deklinációját, továbbá kiátlagolják a K/Ar-korokat, így összességében – saját következtetéseink tükrében – sok hibával terhelt a rétegtani kép, amelyhez eljutnak (e kérdéskörre bővebben KORPÁS L. és LANG, B. (1993) ugyanezt a felfogást továbbfejlesztő

tanulmánya kapcsán, valamint a fejlődéstörténeti részben térek ki). Vulkánszerkezeti szempontból BALLA és KORPÁS (1980) igen fontos eredménye az észak-börzsönyi Kemence-völgyi kaldera („hegyháti szomma”) a kimutatása, és igen fontos földtani felismerés (korábbi munkák alapján) a mélyszerkezet kétszatlátúsága, a DNy-ÉK-i csapású „diósjenői diszlokációs öv” mentén. Leírják a már FERENCZI István által azonosított „Börzsönyligeti rétegvulkánt”, és geofizikailag megerősítik a korábban szintén számos szerző által javasolt dél-börzsönyi kitörési központokat.

BALLA a fentebb említett tanulmányaiban – lényegében a mai morfológiára, „ívszerű” gerincekre alapozva, érdemi vulkanológiai értékelés nélkül – kisebb-nagyobb további kalderákat, „vulkángyűrűket”, „boltozatokat” is rekonstruál. Ezek saját értékelésünk tükrében teljesen vagy csaknem teljesen megalapozatlanok (KARÁTSÓN D. 1997, KARÁTSÓN, D. et al., 2000; lásd továbbá a a részletes tárgyalást és a vulkányszerkezeti részt). Igen érdekes probléma a Magas-Börzsöny délnyugati részének értelmezése, amelyre az ércföldtani kutatások kapcsán már utaltam. BALLA a vulkáni kúp ottani csorbult morfológiáját egy korai kalderával, majd annak a Magas-Börzsöny létrejöttét követő „kiújulásával” magyarázza, holott a szóban forgó területen a Magas-Börzsönnél idősebb, zömmel szubvulkáni kőzetek bukkannak ki (ő valamilyen okból az ottani dácitokat fiatalabbnak tekinti). Andezitvulkáni kúp (lávadóm-csoport) oldalának morfológiai megszakadását ma már – elsősorban a Mt. St. Helens 1980-as kitörése óta – kézenfekvő hegycsusamlással magyarázni: noha BALLA is észlelte a Magas-Börzsöny e részének úgymond „besüllyedt” helyzetét, arra terepi vulkanológiai adatok és analógiák nélkül nem tudott helyes megoldást találni. Érdekes megemlíteni, hogy a kúpalak megszakadását annakidején már LÁNG (1955) is észrevette, ő azonban mint „ellenvetést” hozta fel a Magas-Börzsönyi kalderával, általában egy elsődleges vulkáni forma létével szemben.

A sokrétű börzsönyi térképező munka utolsó fontos tanulmánya CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY Erika és munkatársaié (1983). Ebben a szerzők igen részletes közzetani adatokat és jól használható térképet közölnek a Börzsöny ún. „központi területéről” (ezen a nagybörzsönyi ércesedés területet értik). A tanulmány BALLA Z. és KORPÁS L. (1980) rétegtani és szerkezeti értékelését igyekszik alapul venni és igazolni. Számos részletes, értékes adatot szolgáltat, amelyek azonban nemegyszer ellentmondásba kerülnek BALLÁék felfogásával. Részletesen megállapítják a vizsgált terület (helyesen) szubvulkáni fáciesűnek leírt közzetípusait és azok sorrendjét. A Rózsa-hegy környéki dácitokat most már az idős szakaszba sorolják. A Magas-Börzsöny

oldalának bemélyedését „grábenszinklinális” eredettel magyarázzák; egy ottani kaldera BALLA által javasolt kiújulását „egyelőre nem sikerült igazolniuk”. A korai szakasz „tufás-tufitos” rétegeit nem tudják forráshoz, kitörési központokhoz kötni – ismét utalok rá, hogy a túl kicsiny vizsgálati terület sosem segítette elő messzebbmenő következtetések levonását. A korai és a – BALLA által bevezetett – középső szakasz törmelékes rétegeit lényegében nem tudják elkülöníteni (utóbbiak „savanyú összetételük és az üledékes anyag nagy szerepe alapján az alsó alösszlettel lennének párhuzamosíthatók”) – egybevágóan saját adatainkkal, miszerint a biotittartalmú vulkanoklasztitok a második vulkáni szakaszban (amely a vizsgált területen jellemzően szubvulkáni) eltűnnek. Felismerik a korai szakasz szerepét a Magas-Börzsönyi kúp anyagában, azaz, hogy a kúp a korábbi szakasz termékeire épülhetett rá. (Arra nem utalnak, hiszen ez területükön kívül található, hogy a tektonikus mozgások és az erózió miatt, magasan a kúp déli oldalában, ki is bukannak e korai vulkanoklasztitok.)

E munkát követően – ércföldtani kutatásokat leszámítva – csak hosszú szünet elteltével jelenik meg a hegységről vulkanológiai tárgyú publikáció, KÖRÖS László és Barbu LANG tollából (1993). Külön megemlíthető, hogy hosszú évtizedek, PANTÓ G. és PANTÓ Gy. inkább általános jellegű tanulmányai után ez az első nemzetközi publikáció a hegység vulkanizmusával kapcsolatban. A cikk legfőbb érdeme valamennyi addig született (zömmel publikálatlan) K/Ar koradat összegyűjtése és megjelentetése, valamint, hogy a szerzők a korábbi mintegy 50 adat kiegészítéseként az Izraeli Geológiai Szolgálat (GSI) laborjában további 35 kormeghatározást végeztek (zömében négy fűrasszelvény hidrotermálisan bontott kőzetein). A koradatok értékelésekor azonban KÖRÖSÉK, akárcsak BALLA Z. és munkatársai (1981), nincsenek tekintettel a kis vagy nagy analitikai hibával terhelt, a többletargonnal vagy éppenséggel argonvesztéssel, illetve káliumbepüléssel jellemzett (tehát utólagosan megfiatalodott) mintákra, ezek eltérő jellegű hibáira: valamennyi koradatot statisztikailag homogén populációként kezelik és kiátlagolják. A hidrotermálisan érintett kőzeteket a – valódi rétegtani vagy kőzettani kritériumok nélkül elkülönített – andezit-dácit „rétegvulkáni komplexumba” avagy „alsó egységbe” sorolják. Ezzel egy vulkanológiai és kőzettanilag rendkívül heterogén kőzetcsoportot vesznek egy kalap alá; korátlagaként kb. 15 millió évet adnak meg. A jóval egyveretűbb, bőségesen datált Magas-Börzsöny (mint „felső egység”) hidrotermálisan nem érintett kőzeteire átlagosan 14,2 millió évet számítanak (ez az érték kb. megegyezik a vulkán általunk javasolt működési idejének átlagával: KARÁTSÓN D. et al. 2000). A teljes

vulkanizmus hosszúságára ennek megfelelően viszonylag kicsiny, 400–700 ezer éves időintervallumot javasolnak.

KÖRÖS és LANG a rövid életű vulkanizmust a kőzetek paleomágneses jellemzőivel is igazolni vélik. Csakhogy a paleomágneses adatok értelmezésekor – akárcsak korábban BALLA – nem veszik figyelembe, hogy a vulkáni terület földrajzi helyzete korábban esetleg eltérhetett. A mért, változatos paleomágneses deklinációértékeket egyszerűen kiátlagolják, és az eltéréseket az évszázados (szekuláris) paleomágneses pólusváltásokkal magyarázzák. Ezzel szemben, amint azt utóbb MÁRTONNÉ SZALAY Emőke és MÁRTON Péter (1995) kimutatták, az eltérő deklinációértékek Észak-Magyarországon – a vizsgált korszakban – nem elsősorban a mágneses pólus felcserélődéséből, hanem az adott területek maitól eltérő eredeti helyzetéből adódnak. Azaz, a kőzetek az eredetihez képest elfordult helyzetben vannak: mai pozíciójukba képződésüket követően, forgó mozgással jutottak. Ilyenformán a deklinációértékek szinte még a mágneses pólus helyzeténél (normál-fordított polaritás) is fontosabb rétegtani értékkel bírnak (részletesebben lásd: KARÁTSÓN D. et al. 2000, KARÁTSÓN D. 2007).

Saját börzsönyi munkám első eredményeit bő tíz évvel ezelőtt jelentettem meg. Ehelyütt a korai publikációik néhány főbb tézisét foglalom össze (KARÁTSÓN D. 1995, 1997), amelyek szervesen beépültek későbbi munkáimba is (KARÁTSÓN D. et al. 2000, KARÁTSÓN D. – NÉMETH K. 2001, KARÁTSÓN D. 2007). 1995-ös tanulmányomban, a felismert vulkanológiai bélyegek, valamint régebbi és új K/Ar koradatok alapján a vulkáni működést három szakaszra osztottam. Ezek, illetve ezeknek mintegy 2–2,5 millió éves összidőtartama megegyezik mai vélekedésünkkel (KARÁTSÓN D. et al. 2000). Az első vulkáni szakasz termékeit az akkor még elsősorban ignimbrítként értelmezett vulkanoklasztitok alapján egy nagy, vagy néhány kisebb kalderából származtattam. (A Börzsönyben ugyan valóban vannak ignimbritek – lásd később –, de sem a mennyiségük, sem egyéb bélyegek nem vallanak nagyszabású kalderavulkanizmusra. A korai szakasz horzsaköves rétegeinek származása mindenesetre azóta is egyike a legnehezebb kérdéseknek.) A második, csenedesebb vulkáni szakaszban a korábban túlnyomórészt szubvulkánoknak tartott kőzetteket nagy többségben lávadómok lepusztult maradványaiként rekonstruáltam. A harmadik szakaszban keletkezett magas-börzsönyi vulkáni kúpnak kimutattam a lávadóm-csoport eredetét, leírva és értékelve a kúpot felépítő kőzetek vulkanológiai bélyegeit, valamint a kúp nyugati részét csorbító hegycsuszamlást. A központi mélyedés kialakulását erózióval

magyarítottam, rámutatva ugyanakkor, hogy az nem egyetlen kráter maradványa. 1997-es tanulmányomban ehhez két további fontos eredmény társult. A feltételezett csúszás előterében magasbörzsönyi rokonságú képződmények vannak, s a mozgás valószínű kiváltója a már sokat emlegetett hidrotermás kőzetelbontás lehetett (a Magas-Börzsöny oda eső része emiatt erősen instabillá válhatott, lásd később). A másik eredmény az Észak-Börzsöny egységes paleovulkáni lejtőjének – egyelőre morfológiai alapon való – felismerése, a BALLA Z. és KÖRÖS L. (1980) által feltételezett, külső „Nagy-völgyi kaldera” kizárása. A terület felépítését, fáciesviszonyait, kronológiáját későbbi munkáinkban pontosítottuk (KARÁTSÓN D. et al. 2000, SZÉKELY B. – KARÁTSÓN D. 2004, KARÁTSÓN D. 2007).

Az 1970-es években megkezdett börzsönyi (kisebb részben visegrádi-hegységi) kutatómunka utolsó állomásának tekinthető a KÖRÖS László és CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY Erika (1999) által jegyzett 1:50 000-es földtani térkép, illetve a hozzá készült, KÖRÖS L. által szerkesztett térképmagyarázó (KÖRÖS L. [szerk.], 1998). A szerzők nagy érdeme, hogy az „érckutató” korszak igényeinek elmúltával, ha megkétszerezve is, de sikerült nyomtatott formában közreadni a sokrétű földtani munka eredményeit. Mi több, munkájukban néhány fejezet (pl. a geokémia) teljesen új hozzájárulásként jelent meg. Maga a

térkép nem vulkanológiai, hanem földtani térkép, azaz (vulkáni hegységről lévén szó, véleményem szerint sajnálatosan) a vulkáni formák, a lehetséges kitörési központok, a vulkáni fáciesek, a szállítási irányok stb. nem jelennek meg rajta. A vulkáni kőzettípusok besorolásával számos helyen nem értek egyet (KARÁTSÓN D. et al. 2000), ezen belül különösen leegyszerűsítőnek tartom a törmelékes képződmények két csoportba, dácitos-andezites és andezites „rétegvulkáni” összletbe sorolását. (A törmelékes képződmények előbbi kategória esetében ritkán, a Magas-Börzsöny esetében egyáltalán nem rétegvulkániak; az első csoportban riolitos kőzetek is előfordulnak.)

A térképmagyarázó kiemelkedően fontos értéke a már említett kutatástörténeti áttekintés és az irodalomjegyzék. Egyébként elsősorban a régi eredmények egyfajta jegyzékét, ismétlését találjuk, új (különösen vulkanológiai) szempontokat, adatokat nem tartalmaz, ezért újabb kritikai értékelést sem tesz szükségessé. Kivétel ezalól a vulkanizmus kezdetének és fedőüledékeinek ösföldrajzi térképe fáciesminősítésekkel (részben fúrászelvények alapján), amelyekkel ugyan nem mindenben értek egyet (KARÁTSÓN D. et al. 2000, KARÁTSÓN D. 2007), ám értékes kísérlet az üledékes kőzetek ilyen szempontú kiértékelésére.

A Visegrádi-hegység

A Visegrádi-hegység Magyarország földtudományi szempontból legkevésbé tanulmányozott andezitvulkáni hegysége. Különösen az elmúlt két évtizedben feltűnő, hogy néhány, kis területre korlátozódó vizsgálat kivételével (pl. Csódi-hegy, Szentendre környéki csuszamlások) semmilyen földtani-geomorfológiai kérdés nem akadt, amely megfelelő figyelmet kapott volna, holott a hegység szakmai érdekességei, társulva páratlan tájképi szépségével, bőven megérdemelnék a behatóbb vizsgálódást.

A lemaradás okait részben meg lehet találni. A legfontosabb, hogy a területen nem alakult ki a börzsönyihez, mátraihoz vagy tokaji-hegységihez hasonló színes- és nemesfémércesedés (csak szórványos vasércnyomok ismeretesek), aminek következtében a földtudomány hőskorának kezdeti lépései után elmaradt a mélyebb szintű ásványtani, majd közzétani megalapozás. Hasonlóképpen, az 1950-es, '60-as években sem folyt más hegységeinkhez mérhető, az érckutatáshoz kapcsolódó térképezés, újvizsgálat. További, a megismerést hátráltató gyakorlati tényező volt a

hegység zártsága, a nagyobb átmenő völgyek, utak hiánya. Noha a terület amúgy kultikus emlékekben gazdag, a belsejében csupán egyetlen település alakult ki, Pilisszentlászló.

A Visegrádi-hegység szakmai elhanyagolása az elnevezése körüli zavarban is tetten érhető. Egyetlen vulkáni hegységünk, sőt egyetlen hegységünk, amelynek nincsen a köztudatban egyértelműen meghonosodott neve. Némileg a szintén névzavaros Eperjes–Tokaji-hegység magyarországi részéhez hasonlíthatjuk, amely Trianon után a térképészek (és kirándulók) körében a Zempléni-hegység, földtudós berkekben a Tokaji-hegység nevet kapta, csakhogy a Visegrádi-hegység esetében még a természettudósok körében is nagyfokú a bizonytalanság.

A legkorábbi elnevezés, amely a hegységet magában foglalja, az 1860–70-es évekre megy vissza, amikor is SZABÓ József bevezette a Börzsöny kapcsán már említett „dunai trachytcsoport”-ot. Ez ugyanakkor még nem földrajzi név, inkább szakmai megjelölés volt a Dunakanyar által elválasztott két vulkáni területre. (Kései „utózóngéje” a JÁMBOR Á. et al. [1966] által Magyarország 1:200.000-es

térképmagyarázójában szereplő, azóta sem használt Dunai Andezithegység.) Részben SZABÓ József elnevezését látjuk továbbélni KOCH Antalnál, aki 1877-ben megjelent monográfiájában (nyilvánvalóan a SZABÓ iránti tiszteletből) „a dunai trachytesoport jobbpárti részéről” értekezett. Ugyanakkor 1871-es tanulmányában ő már – a környező településekre tekintve – megfogalmazza a Szentendre–Visegrádi-hegycsoport, monográfiájában pedig (zárójelben) a Szentendre–Visegrád–Esztergomi hegycsoport elnevezést. Mi több, első ízben hívja fel a figyelmet arra a hibás gyakorlatra, hogy a területet „a tág értelemben vett Pilis hegycsoporthoz is szokták számítani”, holott „földtani szempontoknál fogva sokkal tanácsosabb az elkülönítést fönntartani”. Az összevonás domborzatilag legfeljebb annyiban jogos, hogy a Két-bükkfa-nyergen át a két terület egybefügg, azonban a nyereg csupán keskeny átjárás, az onnan ellenkező irányban induló Szentléleki- és Kovács (Dera)-patak árcai markáns választóvonalak, így az eltérő földtani felépítés mindenképp a két külön hegység név mellett szól. Koch intelme nem igazán talált visszhangra, s az általa javasolt földrajzi név is csak bizonytalanul élt tovább. SCHAFARZIK Ferenc és VENDL Aladár *Geológiai kirándulásaiban* (1929) a nevet megfordítva találjuk (Visegrád–Szentendrei hegység), CHOLNOKY Jenő (1937) pedig visszatért a hegység Pilishez sorolásához. CHOLNOKY másfelől a Duna által határolt hegységi területre – a Gerecsével és a Budai-hegységgel együtt – új elnevezésként bevezette a „Dunazug-hegyvidéket”. Ezt később sokan félreértették, és a földtani irodalomban a Visegrádi-hegységre használták (pl. WEIN Gy. 1939, LENGYEL E. 1953, ZELENKA T. 1960, BALLA Z.–MÁRTONNÉ SZALAY E. 1980; a „Dunazug-vulkánroncs” kifejezéssel élt a geomorfológus SZÉKELY András is [1983, 1997]).

A hegység a mai térképészeti gyakorlatban és a földtani kutatásokban általában Visegrádi-hegységként szerepel (pl. KÖRÖSI L. [szerk.] 1998, HARANGI Sz. et al. 1999). Ha településnévről eredeztetünk, ami ugyan hegységeinket dombságainkat tekintve nem jellemző, kétségtelen, hogy Visegrádnál – a Dunakanyar „fővárosánál” – nemigen akad jobb megoldás. (A karszt- és barlangkutatók viszont mindmáig a Szentendre–Visegrádi-hegységet részesítik előnyben – ez a KOCH-féle „-Esztergomi”-val még pontosabb, ugyanakkor még hosszabb lenne.) E kiegészítések kevésbé érdemiek, mint amilyen sajnálatos a sajtóban elterjedt Pilishez sorolás, amit valamilyen okból máig nem lehetett meghaladni.

A névadásbeli probléma időbeli áttekintésével egyúttal említésre került a visegrádi-hegységi kutatások csaknem valamennyi állomása is, amiből kitetszik, hogy ezek száma igen csekély.

Kutatástörténeti összefoglalással (de magától értetődően csak rövid 50 évre visszatekintve) először KOCH Antal 1877-es monográfiájában találkozhatunk, majd a legközelebbi áttekintés a KÖRÖSI László és HÁMOR Géza által írt, a Börzsölynél már említett munka (KÖRÖSI L. [szerk.] 1998) a két hegység térképmagyarázójához. A következő összefoglalásban az előzőekben felsorolt és még néhány, a hegységről szóló fontosabb tanulmány vulkanológiai hozzájárulását kívánom értékelni.

Akárcsak a Börzsönyből, a Visegrádi-hegységből is az első mai értelemben vett földtani leírás F. S. BEAUDANT-tól való (1822). Megállapítása, hogy „a hegyek alján földes tajtékos tufák, azok tetején pedig szilárd konglomerátok vannak” (idézi KOCH 1877), nemcsak a rétegsorrendre, de a lepusztulási viszonyokra nézve is találó. Elsőként említi a hegység közeteiben előforduló gránátokat. Jó harminc évvel későbbiek a bécsi, de Pesten is professzorként tanító Karl Ferdinand PETERS geológiai tanulmányai (1857–1859-ből), aki az esztergomi (vaskapu-hegyi) „alsó tufából” tengeri ősmaradványokat, a dömösiből (valószínűleg fedő helyzetben) levéllenyomatokat írt le közbetelepült lignittel együtt, valamint elsőként említi a hegység tömör közeteit („trachytok”), és többek közt a pomázi Kő-hegy „trachytbreccsáját”. Az 1860-as években látott napvilágot a Börzsöny kapcsán már említett Guido STACHE földtani jelentése és térképe (1866), amely elsősorban a fekvőüledékek korábinál pontosabb elkülönítése (és megjelenítése) kapcsán érdemel említést. SZABÓ József kiemelkedő, elsősorban közzétett munkásságát – amelyet az 1870-es évektől kezdett meg – a börzsönyi tudománytörténetben már méltattam.

A Visegrádi-hegység első – és mindmáig legrészletesebb – földtani kutatása KOCH Antal nevéhez fűződik. Előzetes, összefoglaló tanulmánya 1871-ben, kisebb közzétett munkái a 70-es években, monográfiája 1877-ben jelent meg. Munkásságának súlya vulkáni hegységeink korai kutatásában csak NOSZKY Jenő ötven évvel későbbi mátrai tevékenységéhez mérhető. Monográfiájában, amely minden korábbi és későbbi kutatásnál nagyobb helyismeretről tanúskodik, KOCH elsősorban az egyes közzétípusok közzétett, azon belül vékonycsiszolati kiértékelésre helyezi a hangsúlyt. Igényesek az őslénytani vizsgálatai és megalapozottak a geokronológiai-rétegtani következtetései is. Mindez viszont azt is jelenti, hogy munkája nem vagy csak elenyésző mértékben tartalmaz vulkanológiai, vulkán szerkezeti megállapításokat. Ennek oka részben éppen az az ötven év „előny” – ez esetben azt kell mondani, hátrány –, ami munkásságát NOSZKY, SCHAFARZIK vagy CHOLNOKY fellépésével szemben jellemzi, hiszen a rákövetkező fél évszázadban a kutatás

iránya, módszerei, kérdésfeltevései jelentősen megváltoztak.

KOCH munkájának első része leíró természetföldrajz, a domborzati és vízrajzi viszonyok áttekintése, ami a mai olvasó számára elsősorban a korabeli nevek megőrzésével nyújt élményt, illetve hozzásegíti, hogy a már elfeledett neveket lelőhelyhez tudja kötni. (Sajnos, részletes leírásai még így sem mindig elégségesek a pontos azonosításhoz, igaz, ennek – elsősorban a Duna mentén – a későbbi beépítések is okai.) A monográfia ezt követő, terjedelmes részét a hegyről hegyre, völgyről völgyre haladó leírások teszik ki, értékes rétegtani megfigyelésekkel, helyszínrajzokkal, kőzet- és őslénytani adatokkal. Az utóbbiak (elsősorban a kőzettan) egy részéhez ma már más terminológia és néha más szempontok szükségesek, ám bizonyos „szótár” kialakításával ezek is értékes segítséget nyújtanak a kevésbé ismert területek kutatásához.

Vulkanológiai szempontból KOCH munkájának két fő érdemét emelem ki. Az egyik a vulkáni működés idejének és ösföldrajzi környezetének behatárolása, elsősorban a keleti hegységperemen. Szentendre fölött, leírása alapján az Öregvíz-patak (Sztara voda) egyik vízmosásában, egy „trachyt”-tartalmú konglomerátumrétegben puhatestűek vázmaradványait említi, mintegy egy oldalnyi fajt (pl. *Ostrea*, *Pecten*, *Diplodonta*, *Pyruca*, *Turritella*, *Balanus* stb.). Valamivel É-abbra, a Sztelin-patak völgyében, a „Tyukovác”-völgyrészben (a névre ma a Kada-hegy alatti Tyúkös-dűlő utal) iszapos homokból ugyancsak gazdag faunát ír le (*Tellina*, *Diplodonta*, *Turritella*, *Natica*, *Ostrea* stb.), és mivel a homok anyagában mikroszkóposan gránát- és amfibol-, augittörredékek is előfordulnak, arra következtet, hogy „a trachyt kitörése vagy megelőzte a homok lerakódását, vagy éppen ennek idejébe esett”. Hasonlóképpen, Dunabogdánytól K-re a Felsőbogdányi (mai nevén Csádri)-patak mentén, a csepri-hegyi (ma Szt. Donát-) kápolna alatt egy partszakadásban a felsőbb rétegekben kvarckavicsos „trachytbreccsát” ír le „telve puhányhéjakkal”, feljebb „trachyttufát” növénymaradványokkal. (E feltárás ma már nem található meg, de a patak medre hasonló képződményeket tár fel, lásd később.) Koch továbbá a hegység északi részén is – a Nagy- és Kisvillám közti vízmosásban – „trachyttufában és -konglomerátban” *Terebra*, *Cardium*, *Tellina*, *Arca*, *Pecten* stb., a kisvillámi kőbányában „agyagos-homokos tufában” *Turritella* vázmaradványokat említi. Mindezen megállapításai fontosságukban a Duna túlsópartján, BÁLDI T. és KÓKAY J. (1970) által a kismarosí tuffittal kapcsolatban levont következtetésekhez mérhetők (lásd a Börzsönyt), egyszersmind a két terület hasonló vagy egymással megegyező, sekélytengeri öskörnyezetét bizonyítják

(KARÁTSÓN D. és munkatársai, beenyújtott tanulmány). Hozzá kell tenni ugyanakkor, hogy ezt a tengeri környezetet KOCH ott is rekonstruálta, ahol az bizonytalanabb vagy más. Így pl. a pomázi Kő-hegy képződményeiről, noha helyesen megállapítja, hogy azok „a legfinomabb tufáktól a legdurvább breccsiáig” terjednek, rétegzettségüket kizárólag a tengerhullámzás „szintező” hatásának tudja be. (Saját vizsgálataim szerint az ott kibukkanó képződmények, amelyek ősmaradványmentesek és gyakran kiékelődnek, lencseszerűen elvégeződnek, zömmel már szárazulati, a vulkánosság későbbi szakaszát képviselő laharüledékek, lásd később.) KOCH a tengeri ősmaradványok mellett számos képződményből fatörzseket, fatörzs- és levéllenymatokat is leír, mind a hegység D-i, mind É-i részén: pl. Sztara voda (Öregvíz)-patak, Felsőbogdányi (Csádri)-patak, dömösi Malom-völgy (a PETERS-nél már említett lignittelepek fölötti homokos tufarétegekből haraszt, páfrány, szilfa-, juhar-, fűz-, szelídgesztenye-, ébenfafaj- stb. levéllenymatokat). Utóbbi leletekkel KOCH a sekélytengerhez közeli szárazulat jelenlétét, egyszersmind jellegét is dokumentálja, még ha az ösföldrajzi következtetések kimondása – explicite – elmarad is.

KOCH másik maradandó érdeme a hegység első és – saját munkánkig (KARÁTSÓN D. et al. 2007) – legrészletesebb geológiai térképének publikálása (kb. 1 : 57.000 méretarányban), a kőzettani vizsgálatai alapján csoportosított láva- és törmelékes vulkáni kőzetek, valamint az oligo-miocén fekvő és a lajtamészköves fedőüledékek elkülönítésével. A fent leírtak értelmében a közvetlen miocén („alsó-mediterrán”) fekvő üledékes képződményei nála már „trachytanyag-tartó rétegek”. Elsőként rögzíti a gránáttartalmú kőzetek D-i, hegységperemi előfordulásait, amelyeket – helyesen – a legidősebb képződmények közé sorolja be. Habár a későbbi térképezés (pl. ZELENKA T. 1960) és saját adataim szerint a gránátos kőzetek tömör változatai (lávakőzetek) az általa jelölnél nagyobb területen fordulnak elő, kőzettani leírásai mindmáig helytállóak.

Ami a vulkáni törmelékes kőzeteket illeti, semelyik más szerző (azóta sem) kísérelte meg elkülöníteni a „finom” és a „durva szemű” vulkanoklasztitokat, amelyeknek KOCH hét típusát írja le. Mint írja, „a trachytok zúzképződményeinek tagolása és e szerint a térképen való kijelölése igen bajos, mivel a conglomeratok, breccsiák és tufák sokszorosan váltakoznak egymással; mégis megkísértettük, legalább nagyjában és közelítőleg, ezen tagolást keresztülvinni és térképünkön kijelölni.” KOCHnak e tagolásban használt fogalmai – durva és finom breccsa, dörzsbreccsa, tufa, finom tufa – később szinte teljesen elsikkadtak az irodalomban, sőt más hazai hegységünkben sem

szerepelnek hasonlóak. Bár e típusok genetikáját, vulkanológiáját (korának megfelelően) KOCH sem vizsgálta, összességében mind a közettani besorolást, mind a törmelékes kőzetek elkülönítését illetően olyan részletességgel dolgozott, hogy számos helyről, feldolgozottság híján, ma sem dönthető el, mennyiben volt igaza. Felvételezésének részletessége egyébként változó volt. Legnagyobb fokú és a későbbi beépítések miatt legértékesebb a Duna mentén, legelnagyoltabb a hegység belsejében, különösen a Prédikálós-zék–Öreg-Pap-hegy térségben (ezt a területet saját munkánkban jóval alaposabban sikerült feldolgoznunk); ugyancsak hézagosabb volt ÉNy-on, a Maróti-hegyek vidékén, ahonnan viszont azóta sincsenek sokkal részletesebb adatok.

KOCHnak két további értékes, bár szűkebb területre kiterjedő eredménye a visegrádi Várhegy durvabreccsáinak leírása (alul biotit-amfibolandezit, felül amfibolandezit) valamint a Csódi-hegy gránátos kőzetének – máig forrásmunkának számító – közettani feldolgozása. Utóbbi munkája annyiban vulkanológiai is, hogy egyértelműen bizonyította a hegy lakkolit voltát. A Csódi-hegy az ő munkái révén vált a lakkolitok „iskolapéldájává”, s a vele kapcsolatos közettani-geokémiai ismeretek csak bő 100 év elteltével haladták meg az általa leírtakat (jóllehet, amint látni fogjuk, még e terület is rejteget nyitott kérdéseket). Meg kell említeni azt is, hogy munkássága nyomán a lakkolit vagy szubvulkáni test értelmezés a térség számos más lávadómjánál – ide értve a Börzsönyt is, lásd ott – mintegy „divattá” vált, miközben a bizonyítás csak igen kevés esetben történt meg.

Ugyancsak a Csódi-hegyen kezdte meg földtani tanulmányait a hegység elsősorban keleti részének másik kiváló ismerője és szakírója, SCHAFARZIK Ferenc (1884). 1902-es geológiai térképén alapvetően KOCH felosztását követte. VENDL Aladárral közösen írt geológiai kirándulásvezetőjében (amellett, hogy igen látványos, didaktikus, jól bejárható útvonalakat mutatnak be) nagymennyiségű, értékes terepi adatot közölt (1929). Érdemes és illő ezeket is röviden áttekinteni.

SCHAFARZIK elsőként foglalkozik a Holdvilág-árokakkal, megállapítja feküledékeinek korát, és a kibukkanó vulkáni rétegsort két csoportra, amfibolandezittufára („tajtköves zárványokkal”, azaz horzszakövekkkel) és durva andezitkonglomerátumra osztja. (Térképvázlatán csak ez utóbbit tünteti fel – KOCH-nál, ha elnevezéseit lefordítjuk, még „kevert” andezit- és dáciobreccsa szerepelt, ami kétségtelenül pontosabb.) A Csikóvár–Lom-hegy térségben módosítja KOCH térképi kategóriáit és a kőzeteket már mai nevükön nevezi (pl. a Bölcső-hegy–Kapitány-hegy kőzete piroxénandezit). Sajnálatos viszont, hogy KOCH-nak a törmelékkőzetekre adott

részletesebb (és pontosabb) elnevezései nála tufára és konglomerátumra egyszerűsödnek, a breccsa szó – a breccsás lávakőzetek kivételével – elmarad. A Csikóváron leírja a kibukkanó piroxénandezit teléreket. A déli terület szelvényén a Bölcső- és Kapitány-hegyet kitörési központként (sőt utóbbit a közölt rajza szerint teljesen a mai felfogásban, lávadómként) értelmezi. Visegrád és környékéről jól használható, máig helytálló, KOCH felosztását javító térképet mellékel, a Mátyás-hegy térségében piroxénandezittel, az Apátkúti-völgy alsó szakaszán (a hatalmas somosbérci előfordulástól, azaz az ördögágyai kőfejtővel kezdődően) amfibolandezittel. A visegrádi Várhegyen tovább pontosítja KOCH leírását: az alapzat szálban álló, breccsás biotitandezit, míg a Kálvária-hegyen „andezittufa”, a Várhegy felé durvább, immár amfibolandezit „konglomerátum” található. Utóbbi kőzettípusnak felismeri a nagy területen elterjedt vörös és szürke változatait is. Részletes öslénytani leírást ad a környező lajtamészkről, és megállapítja, hogy „a vulkáni kitörések a lajtamészkrő leülepedésekor itt már megszűntek, vagy legalábbis nagyon ritkák lehettek”. Ezt a megállapítását a K/Ar-koradatok kiértékelése teljes mértékben alátámasztotta (lásd a rétegtani részben).

SCHAFARZIKnak mindemellett vulkanológiai szempontból – megítélésem szerint – legfontosabb érdeme a Dobogókő környékének rekonstrukciója. A Dobogókő–Keserűs-hegy térségben Monte Somma-szerű, „hatalmas sztrátóvulkánt” feltételez, a Cukorsüveg–Bánya-hegy kitörési központtal. Noha ezt a felismerést a mai morfológiához nem kötötte (szerinte a tektonikus mozgások miatt az egykori vulkáni formák rekonstrukciója „igen nehéz, sőt legtöbbször teljesen lehetetlen”), mégis, az eredeti vulkánstruktúra való következtetés nagy előrelépés a korábbiakhoz képest. SCHAFARZIK ugyanakkor a vulkáni működést sematikusan (és újabb kutatásaink alapján hibásan) „bombaszórás” és lávaöntés váltakozásával képzele el, a korabeli hazai közfelfogásnak megfelelően. Ami a lávaöntést illeti, tény és való, hogy SCHAFARZIK „lávaárakat” is leír a Dobogókő és a Keserűs-hegy É-i oldalából; más kérdés, hogy ezek saját térképezésem alapján inkább sekély telepteléreket, és csak tőlük DK-re, a Tüskés-hegyen található valódi lávafolyás-maradványok (amiket viszont SCHAFARZIK nem említ és térképén nem tüntet fel). Mindazonáltal a lávakőzetnek mint olyanak a felismerése SCHAFARZIKhoz fűződik (ezek a későbbi geológiai térképeken teljesen elmaradtak!), míg a „bombaszórás”, akárcsak a Börzsönyben, túlnyomórészt blokk- és hamuárakkal kell behelyettesítenünk. (Megjegyzendő, hogy ezek a Keserűs-hegyi vulkán esetében a Magas-Börzsölynél robbanásosabb működésből származtak, lásd a későbbiekben.)

SCHAFARZIK a mai morfológiában az eredeti vulkáni forma helyett – a tágabb területen – hatalmas antiklinálist vél felismerni. A Duna É-i, Börzsönyi oldalán ÉK-ies, a Dobogókő és térségében DNy-ias dőléseket ír le, amelyeket szelvényén a Duna vonalában ívesen összeköt. A verőcei-kismarosi rétegdőlések valóban ÉK-iesek, a Dobogókő–Keserős-hegy–Pap-hegy területen viszont, saját, részletes dőlésvizsgálataim alapján, sugárirányban kifelé mutató irányok rekonstruálhatók (KARÁTSÓN D. et al. 2007), az ezekre alapozott antiklinális tehát nem állja meg a helyét. SCHAFARZIK ugyanakkor – helyesen – a területen nagyszámú vetőt is felismer (részben Koch adatait, értelmezését továbbfejlesztve).

A Visegrádi-hegység első részletes földrajzi leírása CHOLNOKY Jenő nevéhez fűződik (1937). Mint korábban említettem, ő a hegységet a Pilishez sorolja: ezen belül a mészkő- és vulkáni hegységgréz között a határt a Dera-patak völgyében jelöli meg (helyesen tektonikai válaszvonalként). A hegység közettípusait irodalom alapján, igen elnagyoltan adja meg, viszont a fő vulkáni központot – SCHAFARZIK felismerését továbbfejlesztve – már a mai morfológiában is igyekszik kijelölni. Nevezetesen kettős, elképzelése szerint beszakadásos kalderát rekonstruál, a Dobogókő gerinccel mint külső és a Keserős-hegy gerinccel mint belső peremmel, a Bánya-hegy–Cukorsüveg-hegy területet a működés központjául megtartva. A külső peremen hatalmas suvadásokat is leír, és bár felhozott példái nem igazán találóak (pl. Rám-hegy), mégis erre – a hegységben igen jellemző – folyamatra ő hívja fel elsőként a figyelmet.

A „beszakadást” és általában a hegység vulkáni tevékenységét illetően „Krakatoa-működéssel kidobált anyagot” feltételez, terepi ismeretek, hivatkozások nélkül. A belső „kaldera”, a Keserős-hegy valóban egy egykori vulkán (mégpedig lávadómcsoport) jól megőrződött maradványa (KARÁTSÓN D. et al. 2006, 2007). A Dobogókő esetében viszont a rekonstrukció nem állja meg a helyét, és egyik esetben sem játszódtak le a Krakatauhoz hasonló nagyszabású robbanásos kitérősek.

A Keserős-hegyi vulkánon CHOLNOKY leírja a Vadálló-köveket és a Thirring-sziklát is, de azok kőzetanyagának ellenálló voltát tévesen utólagos „meszes-hidrokvarcitos” oldatok hatásával magyarázza. (E kérdést később, a Börzsönyi Szabókövek kapcsán PANTÓ Gy. [1970] tisztázta.) CHOLNOKY e vulkán mellett nagy központot feltételez az Urak asztala térségében (?), valamint ahhoz kapcsolódóan, de bővebben meg nem indokoltan a visegrádi Várhegyen is. D-en centrumként értelmezi a Nagy Csikóvárat, a Somma-Vezúv analógiájára, holott annak morfológiából itt

semmi sincsen meg (a vélt kráterben lévő dagadóláp [„Tólak”] egyszerű csuszamlásnyelv mögött jött létre, vö. SZABÓ J. 1996). A Csikóvár mögötti Kapitány-hegy piroxénandezitjét viszont – végeredményben helyesen – „nagy vulkánként” írja le. Összegzésképpen elmondható, hogy míg CHOLNOKY a geológiai vagy vulkanológiai jellemzőkkel nem sokat foglalkozott, annál inkább azon volt, hogy felismerje a mai vulkánoknak megfelelő morfológiai analógiákat. A terület erős tektonikus átalakultsága és eróziója miatt azonban e törekvése csak kevésbé bizonyult sikeresnek. Csupán a keserős-hegyi vulkán szerkezeti perem (Ny-i részének) rekonstrukciója mondható új, maradandó eredménynek, annak is az alapötlete SCHAFARZIKtól való. CHOLNOKY érdeme igazából az, hogy ezzel kimondta: az eredeti formák a mai domborzatban még felismerhetők.

Az eredeti vulkánok kevésbé, a geológiai és rétegtani viszonyok annál inkább helyet kapnak WEIN György CHOLNOKYÉVAL egykorú, igen alapos tanulmányában (1939). WEIN Szentendre környékéről ismertet feltáráseírásokat és egy kb. 1 : 30.000 méretarányú térképvázlatot. (Módfelett sajnálható, hogy munkája nem terjedt ki nagyobb területre.) Noha elsődlegesen az üledékes képződmények vizsgálatát tűzi ki célul, a vulkáni-üledékes rétegek bemutatásával, helyes értékelésével a vulkanizmus tér- és időbeli lefolyásához, kiváltképpen korai szakaszának jellemzéséhez is értékes adatokat szolgáltat. Külön érdeme (az utókor számára), hogy bemutatja az utóbb jelentősen beépített vagy átalakított Szentendre peremi (Izbég, Pismány-hegy, Sztaravoda) területek földtani viszonyait. Éppen viszont mert sok lelőhely ma már nem nyomozható, sajnálatos, hogy a feltárások közzétani és vulkanológiai leírása elnagyolt, e vonatkozásban SCHAFARZIKHOZ vagy KOCHHOZ képest nem mond újat.

WEIN részletes őslénytani adatokkal dokumentálja, hogy – a vizsgált térségben – a vulkanizmus évmilliók óta fennálló tengeri környezetben fejlődött ki. A Pismány-hegy térségében (pl. Sztelin-patak, Kada-csúcs, Hidegvíz-forrás völgye), valamint a Nagy-Csikóvártól K-re – részben KOCH A. nyomán – a tisztán üledékes oligocén–alsó miocén képződmények fölött ősmaradványtartalmú vulkáni rétegeket ír le csigákkal, kagylókkal (több tucatnyi fajt meghatározva). E vulkáni-üledékes rétegeket, amelyeket a helvét („burdigáliai”) emeletbe sorol, KOCH ilyen irányú következtetéseit megerősítve sekélytengerhez, részben hullámverési övhöz kapcsolja. Igen fontos eredménye, hogy – jobbára mások (SCHAFARZIK, LENGYEL) adatait összegezve, kiterjesztve – a korai dácitos-riolitos kitérőseket megelőzően már volt andezites vulkanizmus, „ha

nem is olyan nagy mértékben, mint a főerupció alatt". Ez utóbbit, a bádenibe („helvét” és „torton”) sorolt fő vulkáni szakaszt Wein szintén tengeralattinak tekinti; a vizsgált terület szerinte csak a bádeni végén, illetve a szarmatában emelkedett ki szárazulattá, amikor is a vulkanizmus megítélése szerint még folytatódott.

A következő említésre érdemes munkák bő 10 év után, először LENGYEL Endre tollából jelennek meg a hegységről. Korábbi, 1920-as, '30-as években végzett megfigyeléseit és geológiai felvételezését követően – amelyek közül a „Pilisszentlászló környéki andezitek” leőhelyleírásait WEIN Gy. is felhasználta – egyrészt foglalkozott a hegység vulkáni kőzeteinek, különösen gránátos kőzeteinek eredetével, petrogenézisével (LENGYEL E. 1951), másrészt (LENGYEL E. 1953) 1 : 33.000 méretarányú térképen (és ehhez kapcsolódó jelentéseiben) tovább finomítja a visegrádi-hegységi kőzettípusok tagolását. A gránátos kőzeteket legidősebbnek véve ugyan andeziteknek minősíti, de a dácit- (és riolit-) tufákat helyesen szintén idősekként sorolja be, amelyekre biotit-amfibolandezitek és amfibol(piroxén)andezit (és tufáik) következnek. (Igaz, a riolit- és dácittufákat a közbülső sorozatban még egyszer, visszatérőleg is említi. A magasabb rétegtani helyzetű horzsaköves lapillitufákról, illetve tufás homokkővekről, amelyek a hegységben igen elterjedtek, már most érdemes megjegyezni, hogy andezites összetételűek.) Az idősebb vulkáni sorozatot valamilyen okból oligocénnek feltételezi, ez visszalépés KOCH, SCHAFARZIK és WEIN után. A vulkáni működés típusait és a kapcsolódó formákat illetően új eredmény a szentendrei kékes- avagy kik-hegyi (kékibányai) és Pilisszentlélek környéki lakkolitok említése, egyébként a vulkáni anyag zömét hasadékokból, tektonikus vonalakból (?) származtatja, és a formához vagy leőhelyhez kötással az esetek többségében adós marad.

Ugyancsak 1953-ban jelenik meg HEGEDŰS Gyula közleménye Visegrád környékéről. Mint megállapítja, a terület andezittufái „kezdetben tengerbe szóródtak”, noha erre bizonyítékként csak közbetelepült homokos agyagot és szenesedett fatörzseket hoz fel, a vulkanoklasztitok hordozta információkkal nem foglalkozik. Új ősmaradványokat ír le a fedő lajtamészkből, azokat helyesen a Nagymaros–Zebegény környékiekkel rokonítva. Geológiai térképén (SCHAFARZIKhoz képest) némileg pontosítja a képződmények elterjedését, új közzétani adatokat viszont nem közöl.

A Mátra és a Börzsöny természetföldrajzi monográfiája előtt, az előbb felsorolt munkákkal egy évben (1953) jelenik meg LÁNG Sándor közleménye. Az általa Szentendre–Visegrádnak nevezett hegységről (CHOLNOKY elnagyoltabb, áttekintő írásától eltekintve) ez az első és máig egyetlen tisztán

geomorfológiai jellegű munka. A Mátra–Börzsöny-monográfiához hasonlóan LÁNG itt sem a vulkáni formákkal foglalkozik, hanem a hegység fiatal felszínfejlődésével, és erre vonatkozólag számos logikus, terepi megfigyelé- seken, bejárásokon alapuló megállapítást tesz, amelyek mindmáig megállják helyüket. Ilyen többek között, hogy (1) a Dobogókő egy „ÉK-i peremén töréslépcsővel kiemelt tönkmaradvány”; (2) a hegységet a pliocénban és főként a pleisztocénban erőteljes, ugyanakkor egyenetlen mértékű függőleges tektonikus mozgások érték; (3) a hegységben, különösen K-i peremén (Urak asztala, Vöröskő) az agyagos feküüledékeken változatos, zömmel fiatal suvadásos formakincs alakult ki; (4) az Esztergom (Vaskapu-hegy), valamint a Pomáz környéki (Kő-hegy, Mesélő-hegy) peremet részben ilyen csuszamlásokkal szabdalt, eróziósan leszakadt maradványhegyek képezik; és hogy (5) a Basaharc–Dömös közötti egyenes hegységperem az Ős-Duna egykori futását tükrözheti. A paleovölgyek, völgyteraszok elemzése ugyancsak számos értékes terepi megfigyelést tartalmaz (pl. a Ny-i „Fárikúti”-völgy kaptúráiról, fiatal tektonikájáról).

Mindezekkel szemben, akárcsak a Mátrában–Börzsönyben, LÁNGnak jóval vitathatóbb a miocén vulkáni formák átalakulására vonatkozó értékelése. Noha véleménye szerint az eredeti vulkáni rétegsorból csupán 150–200 m pusztult le (saját számításaim szerint ennek többszöröse: KARÁTSÓN D. et al. 2006), a korábban is látott szemléletének megfelelően „ a vulkánosság (...) által létrehozott formák utólag teljesen módosultak”, sőt „primér vulkáni forma nincs”. A fő központ pedig „...a Keserűs hosszúkás pereme nem kalderamaradvány”. De talán még ennél is meglepőbb az a semminemű földtani adatra, vulkáni analógiára nem alapozott vulkánmorfológiai megállapítása, miszerint „alig 300 m lehetett a nagyobb andezithegyek magassága” (!). A kezdeti felszínfejlődésre vonatkozó nézetei közül jóval értékesebb – igaz, akárcsak a Börzsöny-ben, itt is jelentősen túlhangsúlyozott – az a felismerése, hogy a hegységben intenzív tönkösödés folyt; véleménye szerint legalább két tönkfelszín alakult ki. Noha erre vonatkozólag bizonyítékokat nem hoz (jegyezzük meg, hogy kvarckavics a hegységben a Börzsölynél is kevesebb van: elsősorban egy 400–430 m magasságban lévő horzsaköves lapillitufaréteg járulékos elegyrészeként, kipergett anyagaként találkozhatunk vele), az kétségtelen, hogy a mai lapos, kiemelt tetőszintek felszínalakításában a tönkösödés, elegyengetés jelentős hatótényező lehetett.

Néhány évvel később jelenik meg a hegység vulkanizmusáról máig egyik legalaposabb, terepi adatokon nyugvó munka ZELENKA Tibor tollából (1960). Tanulmányait a hegység DK-i peremén,

Pilisszentkereszt térségében folytatta, részletes közzétett leírásokat és kb. 1 : 20 000-es méretarányú térképvázlatot közreadva. Noha a felvett területen elsősorban az idős, dácitos kőzetek jelennek meg, kis mértékben a fiatalabb andezitbreccsákat is térképezte. (Sajnálatos, hogy utóbbiakkal behatóbban nem tudott foglalkozni, hiszen igényes megfigyelései és közzétett vizsgálatai nyilván ez esetben is értékes eredményekre vezettek volna.) ZELENKA a korai dácitoknak két típusát különíti el, a gránátos és a rombos piroxénos (hiperszténos) biotitdácitot. Utóbbi (a Peres-hegyen) szerinte időben a gránátos változat Ny-abb (régii kálvária-hegyi, Pilisszentkeresztől ÉNy-ra) és K-ebbi (kopasz-hegy–tornyos-hegyi) felnyomulása között képződött. A Kálvária-hegy több kisebb kiemelkedését felszabdalt „hasadékvulkán” kúpjaiként vagy lakkolitként értelmezi, a Peres-hegyet dagadókúpként, a többi hegyet K-ebbre pedig – az ugyancsak dácitos „tufa”, „tufit” és „agglomerátum” közbetelepülések alapján – rétegvulkánként. (Véleményem szerint ezek közül minden esetben a dagadókúp/lávadóm értelmezés a helytálló.) A gránátos biotitdácit tufitjából mikroszkopikus szivacsstüket és fehér üreges csövecskéket (*Bryozoa?*) említ, amelyek alapján a kőzet (sekély)tengeri képződését valószínűsíti.

A dácitos vulkanizmust ZELENKA szerint hosszabb-rövidebb sekélytengeri üledékképződés követte, illetve választotta el az andezitvulkanizmustól. Erre meggyőző földtani bizonyítékot hoz a Tornyos-hegy D-i lejtőjéről, ahol 1–4 m vastag durva szemű konglomerátumot ír le sekélytengeri ősmaradványokkal (pl. *Ostrea*, *Balanus*), dácit-, andezit- és kvarc- (illetve metamorf kőzet-) kavicsokkal. Ezt az összletet agyagos-homokos rétegek választják el a szálaban álló dácittól, és amfibolos tufa fedi. Hasonló rétegsort említ a csobánkai Gerencs- és a pomázi Mesélő- (Messelia-) hegyről is.

A Tornyos-hegyi rétegsort szálaban ma már sajnos nem lehet megtalálni, de a leírt képződmények egy részét és éppen az ősmaradványtartalmú konglomerátumot törmelékben igen. Az előfordulás tágabb környezetét a szerzővel és DULAI A.-val vulkanológiai és őslénytani szempontból újrvizsgáltuk, és az eredményeket a hegységről szóló összesítő rétegtani munkánkban közöltük (lásd KARÁTSZON D. et al. 2007).

A ZELENKA által vizsgált andezitvulkáni terület a Dobogókő D-i, K-i lejtőjére terjedt ki. A néhány vulkanoklasztit-előfordulás között a Zsivány-barlang kőzetanyagának első leírása („szürke, oxi- és kloroandezit”), rétegsorában az „agglomerátum- és tufa váltakozásának” megállapítása érdemel említést. A Salabasina-völgyben növénymaradványos, a Nagy-völgyben pizolitos (=akkréciós lapillis) tufitot ír le, amelynek vízi településére következtet. Az

andezit-litoklasztok mellett a kései szakaszban horzsaköves rétegek közbetelepülését is leírja, ami fontos előrelépés és finomítás a korábbiakhoz képest. ZELENKA az andezitvulkánosság forrásaként „több apró parazitavulkánt” feltételez, ez viszont saját adataim szerint nem állja meg a helyét, az általa leírt rétegek elsősorban a Keserős-hegyi vulkánból származtak.

Az 1970-es évek végén BALLA Zoltán, CZAKÓ Tibor és KÖRPÁS László (1977, 1981) jelentettek meg kisebb, előzetes, módszertani tanulmányokat a hegység térképezéséről. Ezek közül BALLA Z.–KÖRPÁS L. (1978) munkájának fő eredménye, hogy felhívja a figyelmet a csuszamlások szerepére: a hegységperemi, lesuvadt, elsősorban andezitvulkáni tömegek megnehezíthetik az eredeti rétegsor rekonstruálását. E fontos kérdéssel azonban nevezett szerzők csak általánosságban foglalkoztak; részletesebb eredmények e téren – számos példával illusztrálva – SZABÓ József (1996), illetve Leányfalu környékéről CSILLAG Gábor (2000) jóvoltából születtek.

A hegységben az 1980-as évektől sajnálatos módon a börzsönyihez hasonló részletes földtani térképezés leállt. CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E.–KÖRPÁS L. (1982) a Börzsölynél már említett, kéziratot jelentése csak a korábbi eredményeket foglalta össze. Ugyanígy a 17 évvel későbbi, 1998-as térképmagyarázójukban (szerk. KÖRPÁS L.) és 1999-es földtani térképükön (KÖRPÁS L.–CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E.), amint azt KÖRPÁS L. maga is megjegyzi, mivel „a két hegység ismeretességi foka egymástól rendkívüli mértékben eltér”, „a börzsönyi (...) megállapításaink egy részét csak analógiaként vagy modellként tartjuk a Visegrádi-hegységre alkalmazhatónak”. Az említett földtani térkép kategóriái a korábbi eredmények szerkesztett, gyakran jelentősen leegyszerűsített változatai. A fekvő- és fedőüledékek ugyanakkor a korábbiaknál sokkal pontosabban és részletesebben szerepelnek. Kitérésre központok tekintetében KÖRPÁS L. a CHOLNOKY-féle dobogókői kettős kalderát és a visegrádi „rétegvulkánt” viszi tovább, emellett Pilisszentlászlónál is javasol egy rétegvulkánt. A Keserős-hegyi vulkánt leszámítva e nagyobb központok meglétét vulkanológiai és geomorfológiai eredményeim, a közzétett- és koradatokkal korrelálva, nem igazolták (KARÁTSZON D. et al. 2007).

CHOLNOKY nyomán a KÖRPÁS L. által kijelölt vulkáni központokat fogadta el SZÉKELY András is (1983, 1997). Utóbbi munkájában Székely részletes terepi megfigyeléseket is közölt némely egyedi andezitláva- és „agglomerátum”-kúp lepusztulásával kapcsolatban, amelyek nagy általánosságban helytállóak. Nem értek egyet viszont azon véleményével (1997), miszerint a Duna a (belső)

kaldera É-i részét vágta volna át. Ez az elképzelés, a levágott kaldera rekonstrukciója (ti. a Dunakanyar É-i oldalán a Szent Mihály-hegy a keserős-hegyi, illetve kijebbi a Dobogókői-kaldera folytatása) KORPÁS L.-nál (szerk. 1998, 4.32 ábrája) is így szerepel, noha ő tágabb értelemben úgy fogalmaz, hogy a vulkáni szerkezeteknek döntő szerepük volt a Dunakanyar kialakulásában. Saját vizsgálataink a kaldera és a későbbi Duna kapcsolatát jelentősen pontosították (KARÁTSZON D. et al. 2006 és in print).

A hegység részletes, gyakorlatilag ZELENKA Tibor munkássága óta szünetelő földtani-vulkanológiai megismerését az 1990-es években élesztettük újjá az ELTE Közettan-Geokémiai, illetve Természetföldrajzi Tanszékén. Előbbi esetben a munka HARANGI Szabolcs irányításával kezdődött. Ő maga geokémiai (pl. a Csódi-hegy újvizsgálata [1999], összehasonlítás más vulkáni hegységeinkkel [2001]), hallgatói pedig – OTDK- és diplomadolgozatok keretében – vulkanológiai eredményeket adtak közre a Holdvilág-árokra és a Visegrádi várhegy térségéből (BADICS Balázs, BENDŐ Zsolt, BENEDEK Kálmán, GMÉLING Katalin, ÍZING István, KÓSA László és OLÁH István munkái). A Természetföldrajzi Tanszéken a visegrádi-hegységi vulkanológiai munkát az 1990-es évek végén, börszönyi kutatásaim folytatásaként

kezdeményeztem, mégpedig saját terepmunka és közzétett adatok gyűjtése mellett (JÓZSA Sándor és OLÁH István közreműködésével) szintén OTDK- és diplomadolgozatok irányításával. A jelenleg is folyó kutatómunka főbb állomásai a pomázi Kő-heggyel, a Keserős-heggyel és a Zsvány-sziklákkal foglalkozó munkák voltak (BORBÉLY Eszter, BOTH Orsolya, KISS Szabolcs, KOHÁN Balázs és KÓSIK Szabolcs részéről). E sorba illeszkedett a közelmúltban az ELTE Közettan-Geokémiai Tanszéke és a Freibergi Egyetem (*Technische Universität Bergakademie Freiberg*) közötti együttműködés keretében, a 2000-es évek elején készült két diplomadolgozat is (HESSE, K. és HÖFER, A. jóvoltából a Holdvilág-árok és tágabb térségének vizsgálata).

Az újabb vulkanológiai vizsgálatok mellett részletesen vizsgáltuk a hegység rétegtanát is, őslénytani adatok értékelése és kiegészítése mellett radiometrikus kormeghatározásokkal és paleomágneses mérésekkel. A vulkányszerkezeti viszonyokat a gravimetriai kép pontosításával és DEM-elemzéssel pontosítottuk. Két, szerzőtársakkal közös összefoglaló munkám, amely a hegység vulkanizmusáról, geokronológiájáról és felszínfejlődéséről ad keresztmetszetet, a közelmúltban jelent meg, illetve áll megjelenés alatt (KARÁTSZON D. et al. 2006, 2007).

A Mátra

A Börszöny hegységhez hasonlóan – és a Visegrádi-hegységgel némileg szemben – a földtudományi megismerés első korszaka a Mátrában az ércutatáshoz kapcsolódott. Általános földtani, közzettani és természetesen ásványtani munkákat követően csak a XIX. sz. második felétől, de méginkább a XX. sz. elejétől (NOSZKY Jenő fellépésével) került sor kifejezetten vulkanológiai jellegű kutatásokra és értelmezésre.

A Mátra általános földtudományi kutatásáról NOSZKY J. (1927), KUBOVICS Imre (1970), majd legrészletesebben VARGA Gyula et al. (1975) monográfiájában találunk történeti, illetve bibliográfiai összefoglalást. E munkákban ugyanakkor a vulkanológiai és geomorfológiai szempontok csak szerény mértékben – elsősorban KUBOVICS I.-nél – jutnak érvényre.

A XVIII. sz. végén és a XIX. sz. elején a hegység első – többnyire külföldi, vagy idegen nyelven író – megismerői, a részben már a Börszöny–Visegrádi-hegységnél is említett E. J. FICHEL, R. TOWNSON, A. ZIPSER és F. S. BEAUDANT jobbra általános, főként ásvány- és közzettani megállapításokat tettek. Kivételszámba megy, hogy KITAIBEL Pál (1799) az É-mátrai Ördögátaknak felismerte közzettelér

jellegét.

A többi hegységhez hasonlóan a Mátrában is a XIX. sz. közepén indult meg a monarchiabeli rendszeres térképezés, főként bécsi geológusok részéről. E munkához kapcsolódóan, bő száz oldalas összefoglalójában Ferdinand von RICHTHOFEN (1860) – ERDEY Pál (1853) után – a hegység közzeteit már a korabeli „trachyt” névvel illeti, emellett leírja a peremi területek riolitjait is mint kitörési központokat. A térképezés eredményeként az első földtani térkép (1:144 000, *Paul- und Göbl-s geologische Karte*) 1866-ban jelent meg. Ezen a vulkáni közzetek igen elnagyoltan, sokszor üledékes rétegekkel együtt vannak feltüntetve, de a nevezéktanban megjelennek a „trachyttufák” (riolituffák). Franz von ANDRIAN 1868-ban, hasonló méretarányban megjelent (részben az előző térképen alapuló) „*Andrian-s Geologische Karte*”-je már valamivel pontosabb, azonban a vulkáni törmelékes közzeteket – hibásan – a lávaközzeteknél elterjedtebbeknek veszi. Megjelennek viszont az É-i oldalon magas szintre jutó „riolituffák”.

SZABÓ József szintén az 1860-as években kezdte meg mátrabeli kutatásait. 1868-ban Andrianénál pontosabb földtani térképet közölt. Ezen, valamint

1870-es munkájában a trachytokat behatóan vizsgálva több típust különített el. A hegység fő tömegét képező piroxénandeziteket „mátrait” néven említi. Később (1881) a Mátrában három fő közettípust, az „augittrachytot” (= piroxénandezit), „biotitamfibol-kvarcraclachytot” és „biotitkvarcraclachytot” (= riolitok) különített el. 1891-ben még pontosabban összefoglalja a közettani viszonyokat, a közetfélék területi elterjedését, fő ásványtani összetételüket. Megállapítja, hogy bazalt a hegységben nincsen.

Vele egyidőben SCHAFARZIK Ferenc is részletes közettani vizsgálatokat végzett a piroxénandeziteken és riolitokon (pl. 1885). A lőrinci Mulató-hegyen szerinte a riolitot andezittelér törte át. E megállapítását később NOSZKY Jenő (1927) kijavította, miszerint a DNy-i oldal köfjéjében a riolit törte át az andezitet (korát az alsó szarmatába helyezi). Mint VARGA Gyula et al. (1975) elmondják, ezt a köfjéjt azóta már betemették.

A földtani képződmények eloszlását vulkányszerkezeti értelemező első szerző MAURITZ Béla volt (1909), aki a hegységet egyetlen délre dőlő, megsüllyedt, nagy kéregdarabnak tekintette. A hegység É-i részének kiemelkedése, D-i megbillenése és az e mozgásokhoz kötődő vetőrendszer később széles körben elfogadottá vált (újabbán lásd pl. CZAKÓ Tibor–ZELENKA Tibor 1981). Mauritz emellett elsőként foglalkozott a hegység „riolituffa”-szintjeivel, és fontos felismerése, hogy ezek kitorési központjai a hegységen kívül, szerinte a Bükkalján keresendők.

A Mátra kiemelkedő kutatója, egyik legjobb ismerője id. NOSZKY Jenő volt, aki az 1910-es évektől húsz éven át dolgozott a hegységben. Először – kisebb lélegzetű munkákban – a telérekkel, az eltér szélfordulásaival és üledékes közeteivel, majd a „gejziritekkkel” foglalkozott, ezt követően (1927) részletes térképezés eredményeként 150 oldalas monográfiát, illetve ennek mellékleteként 1:75 000 méretarányú geológiai térképet jelentetett meg. (Érdekesség, hogy bár a monográfia és a térkép elsődlegesen geológiai, a mű címe *A Mátra hegység geomorphologiai viszonyai*.) Térképe jelentős előrelépés a korábbiakhoz képest, elsősorban ami a vulkáni közetek elterjedését, határát illeti. A hegység vulkáni közeteit három csoportra, az uralkodó piroxénandezit-lávákra, riolitlávákra, valamint alsó és középső riolituffára osztja (előbbieket összevonva a szenes feküledékekkel). A legidősebb vulkáni közetek, mint kimutatja, a helvét (kora miocén végi) agyagmárgára települtek. Minden korábbinál (sőt VARGA Gyula és munkatársai ötven évvel későbbi térképénél is) alaposabban tünteti fel az É-i előtér (ÉNy-és ÉK-Mátra) andezitteléreit. Bár hibája, hogy a hegység É-i részét körbefutó középső riolituffa alatti, idősebb (ma kárpáti korúnak gondolt)

andeziteket nem jelzi, a magasabb szinteken több helyütt is ábrázol közbetelepült riolituffákat, amivel elsőként utal a fedőandezitek összetettségére. A riolituffák származási helyét egy „délien lévő szárazulat peremén” keresi.

NOSZKY-nak mind a rétegtani besorolása, mind a közetek térképi megjelenítése lényegében helytálló. Ugyanakkor a közettani alaposág a térképi gondosságtól elmarad, a felsorolt közettípusok jobbára MAURITZ B. ismétlései. (Az elnagyolás különösen KOCH Antal [1877] ötven évvel korábbi visegrádi-hegységi, sokkal részletgazdagabb munkája fényében szembeötlő.)

NOSZKY monográfiájának másik, talán még fontosabb erénye a szerkezeti, morfológiai viszonyok értelmezése. Megfogalmazásában a hegység – a MAURITZ által felismert, most tovább vizsgált tektonikus mozgások velejárójaként – „részben leszakadási, részben lekopási peremmel bír”. A vulkáni képződmények és a domborzati viszonyok tanulmányozása során arra a következtetésre jut, hogy „a látszólagos külső formák, a kúpészledek, ormok, a kimagasló, meredek tetők, gerincek semmi egyebek, mint kiesztérgált takarórészledek”. NOSZKY ennek megfelelően eredeti vulkáni formákkal nem (nemhogy kalderával, de még krátermaradványokkal sem) számolt. Igaz, erre vonatkozó érvekkel vagy bizonyítékkal nem szolgált, legfeljebb az általa néhány száz m-re becsült erózió mértékét és a suvadások fontos szerepét említette. Fontos érdeme továbbá a fő szerkezeti irányok kijelölése (részben SZENTES F. és SCHRÉTER Z. nyomán), egy ÉK–DNy-i, idősebb (szerinte „poszt-alsópannon”), és egy erre merőleges, Ény–DK-i, fiatalabb („posztlevantei”) vetőrendszer mentén, habár az ennél idősebb mozgásokat is valószínűnek tartja. A tektonikus mozgások szerinte akár 2 km-es oldalirányú elvetéseket is okozhattak.

Az ekkor már különvált hazai geomorfológiában a vulkáni formakincs kutatása terén NOSZKY-hoz képest jó ideig nem történik előrelépés. Kivételképpen említhetjük CHOLNOKY Jenőt, aki *Magyarország földrajza* című könyvében (1936) a Mátra D-i részén „temérdek oldalkrátert” látott, ezek közül azonban, a kifelé dőlő rétegek alapján, csak a Kékestől DK-re elhelyezkedő völgyfőt nevezte meg. A II. világháború után a hegységben dolgozó geomorfológusok közül LÁNG Sándor – a Börzsönnyel közös monográfiában (1955) – csupán azt ismétli, hogy „a vulkánikus formakincs nagy része lepusztult”. Korábban is látott felfogásának megfelelően a magasabb hegységi tájrészleteket mindenütt tönkfelszínnek maradványának tekinti. Nem sokkal később SZÉKELY András (1960) véleménye is az volt, hogy „a nagy, eredeti kitorésközpontoknak csak a mélyen lepusztult maradványai őrződtek meg”. E megfogalmazások a

geográfus szakirodalomban mindinkább eluralkodó, a Börzsöny és a Visegrádi-hegység kapcsán részletesebben elemzett tönkösödési szemléletet tükrözték. BULLA Béla (1962) szerint vulkáni hegységeink, így a Mátra is, egyenesen „hullámos felszínű tönkhegység” pusztultak le. Kategorikusan kijelenti, hogy „elsődleges vulkáni felhalmozódásformák nincsenek”.

Az 1930-as, majd a II. világháborút követő években folytatódott a hegység földtani kutatása. Az ércesedéssel kapcsolatos ásványtani, kőzettani, ércföldtani – igen nagyszámú – munkát nem említve, VIGH Gyula, SZENTES Ferenc, MAJZON László és SCHRÉTER Zoltán és mások – főként az É-i előtér üledékes kőzetein – értékes rétegtani és tektonikai vizsgálatokat végeztek. SCHRÉTER (1940) a mátrai riolittufát mint „középső-riolittufát” az alsó miocén végi slírre települt képződményként határozta meg. PANTÓ Gábor az 1940-es évek végétől az '50-es évek végéig a recski és gyöngyösoroszi ércesedést vizsgálta, részint vulkanológiai szempontból. Később mint az ignimbritkutatás hazai úttörője (lásd korábban), a '60-as évek elején a hegység É-i tufaszintjeit ignimbritként értelmezte, és „arokexplóziós” kitorésekből származtatta.

Az 1950-es évek végétől a Magyar Állami Földtani Intézet megindította a hegység részletes, 1:10.000-es geológiai térképezését, felvételezését. Tucatnyi jeles szakember (többek között VARRÓK Kornélia, KISS János, MEZŐSI József, VARGÁNÉ MÁTHÉ Klára, CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY Erika) közreműködésével a munkát először JANTSKY Béla és VIDACS Aladár, majd VARGA Gyula irányította.

Az 1950-es és '60-as évek kutatásai az elsődleges vulkáni formák kérdésében is változást hoztak, mégpedig SZÁDECZKY-KARDOSS Elemér (pl. 1958) révén. SZÁDECZKY-KARDOSS a Mátrát egyetlen nagy, Etna méretű rétegvulkán beszakadásos kalderamaradványának tekintette, melynek központjaként – az intenzív hidrotermás kőzetelbontás és ércesedés alapján – Gyöngyösoroszit határozta meg. E kaldera vonatkozásban azonban geomorfológiai vagy vulkanológiai bizonyítékokat, megfontolásokat nem közölt. Később KUBOVICS Imre (1970) a mátrai kalderát, mivel a nagyobb beszakadás lehetőségét – helyesen – kizárta, „rétegtömörüléssel” eredettel magyarázta. Feltehetően e szerzők nyomán a Mátrát régóta kutató SZÉKELY András geomorfológus is megváltoztatta korábbi álláspontját. SZÉKELY A. 1970-es tanulmányában a hegységet már hatalmas rétegvulkán „roncsaként” fogta fel, de a kalderaalképzést ekkor csak megemlítette, és az elsődleges formák jelentős, bár nem teljes lepusztulása mellett foglalt állást. Később azután – elsőként – megkísérelte az addig csak elvben rekonstruált nagy mátrai kaldera domborzathoz

kötését is (pl. 1983). Elsősorban a víz- és vízváltó-hálózat alapján (GÁBRIS Gy. [1983] nyomán) a nagy nyugat-mátrai kalderát méretben szerényebbre vette: határát a Havas–Tóthegyes–Piszkés-tető–Galya-tető–Csór-hegy–gyöngyösi Sár-hegy vonalon húzta meg, mintegy 13 kilométer átmérőjű ívben. Felfigyelvén ezen kívül a hegység ÉNy-i részén a gerinchálózat összetettségére, ott további, kisebb kalderát körvonalazott. (Ez a kalderaértelmezés látott napvilágot Magyarország Nemzeti Atlaszában is [1989]). Ahogyan azonban az addigi geológus kutatók többsége a morfológiai viszonyok értelmezésével, úgy SZÉKELY – miként más korábbi geomorfológusok, így CHOLNOKY, LÁNG vagy BULLA is – a geológiai képződmények formához kötésével maradt adós. Végeredményben az 1980-as évekig semelyik munkában nem találunk vulkanológiai vagy akár földtani érveket a vélt kaldera kialakulására vonatkozóan.

KUBOVICS I. (1970) a SZÁDECZKY-KARDOSS E.-től átvett kalderahipotézis fentebb említett, inkább elméleti kifejtése, magyarázata mellett a hegység Ny-i és ÉK-i részén végzett részletes földtani térképezést. Monografikus feldolgozásában – amelynek a kőzettani vizsgálatok képezik a súlypontját – számos kitűnő terepi vulkanológiai és rétegtani megállapítást olvashatunk. Térképezi és értelmezi az alsó és középső tufaszintet tagoló üledékes és vulkáni-üledékes képződményeket, értékeli a (főleg vízalatti) környezetet. Elsőként foglalkozik az alsó és középső tufa szedimentológiai bélyegeivel, esetenként megállapítja összesülésüket és ignimbrites jellegüket; szárazasukkal kapcsolatban több központot tart valószínűnek. Az andeziteknek – mállási jellemzőik leírása, csoportosítása mellett – színes elegyrészben szegény, illetve hólyagos-üreges változatait is elkülöníti. Feltárásszinten ismerteti az É-i hegységész (főleg előtér) telérközeteit, érintkezését különféle más vulkáni és üledékes kőzetekkel. Végül igen fontos és NOSZKY J. meglátásait továbbvivő hozzájárulása a fő tektonikai irányok menti helyi elmozdulások értékelése, a függőleges mellett az oldalirányú vetődések bemutatása.

Az 1960-as években befejezett geológiai térképezés eredményeként VARGA Gyula, CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY Erika és FÉLEGYHÁZI Zsolt (1975) megjelentették a Mátra hegység mindmáig legalaposabb, legátfogóbb monográfiáját, 1:50.000-es földtani térképpel együtt. Noha a térkép igen részletgazdag (pl. 18 vulkáni, kisebbbész vulkáni-üledékes kőzetet különítettek el, bár épp a fő hegységépítő középső andeziteket meglehetősen sematikusan), megítélésem szerint legelőreemutatóbb eredményük a rétegtani egységeken belüli feltárások bemutatása, a kőzetek vulkanológiai leírása (illetve néha anélkül csak értelmezése). Vargáék a fő

rétegtani egységeknek az ottngi alsó riolituffát, a kárpáti „rétegvulkáni” andezitet, a bádeni középső riolituffát és a hegységet zömmel felépítő „középső andezit” rétegvulkáni sorozatot (ezt érte a hidrotermális ércesedés és mállás), valamint a szintén bádeni, üde „fedőandezit” tekintik. Tárgyalják a fiatal riolitelfordulásokat, és a középső andeziten belül elkülönítik a már NOSZKY J. által (1927) is felismert biotit-piroxénandeziteket.

Az igen alapos leírásokat olvasva sajnálatos, hogy mivel a helyszínek bemutatása a szerzők által követett rétegtani sorrendben, esetleges módon és mértékben történik, valamely konkrét földrajzi helyet, sziklaalakzatot, kőzetfeltárást igen nehéz megtalálni a monográfiában. További nehezítő körülmény, hogy a tárgyalás a rétegtani sorrendben belül kőzetváltozatok szerint halad: e változatok a SZÁDECZKY-KARDOSS E.-féle, a Börzsölynél már említett kőzetmállási rendszeren alapulnak (pl. üde, autooxidációs, szericites, kloritos), keverve makroszkópos bélyegekkkel (folyásos szövétű, hólyagos, salakos stb.).

A közzétartott rétegtani tipizálásnál, noha természetesen igen fontos és alapos részletekre derül fény, vulkanológiai szempontból előremutatóbb a geomorfológiai viszonyokról, valamint a fejlődéstörténetéről szóló fejezet (mindegyikben értékes fényképillusztrációkkal). Előbbinek voltaképpen az elsődleges formák azonosítása, illetve felszínfejlődése a fő tárgyköre – azaz érdemi vulkanológiai kérdésekről esik szó –, de utóbbiban is igen sok a vulkanológiai kövekeztetés. E fejezetekben (annak ellenére, hogy kevés az adatközlés, a bizonyíték, ráadásul a geomorfológiai részben, nyitó fejezet lévén, az olvasó nem tudja mihez kötni az elmondottakat) igen sok, máig helytálló megállapítással találkozhatunk. Ilyen például – alakja vagy durvatömbös breccsás jellege alapján – a Nyikom-hegy és az Óvár „aljzatának”, a Nagy-Hársasnak, a Sár-hegynek és a Kelet-Mátra néhány kiemelkedésének kitérőközpont eredete, a verpeléti Várhegy vagy a Som-hegy „parazitakúp” jellege, az Ágasvár tektonikus-eróziós és az Óvár D-i oldalának (Csókakő) suvadásos keletkezése, a Kékes-„kráter” megerősítése és a belőle D felé lefolyt lávaárak azonosítása, valamint helyi megfigyelések, pl. a helyenkénti salakos kőzetanyag alapján a lepusztulás csekély mértékének feltételezése, vagy a lávaközetek „megtörődéséből” a folyásos jelenségek felismerése, továbbá a lahar, sőt törmelékklavina szállítási módok kimutatása. (Sajnos, e terepi megfigyelések és következtetések léptéke, súlya eltérő, és – ismétlem – nehezen köthető a terjedelmes közzétartott rétegtani fejezetekhez.)

Ami az elsődleges vulkáni nagyformák maradványait illeti, VARGA Gyula és munkatársai, bár egy-két helyen utalnak eredeti kráterekre – pl.

Kékes (CHOLNOKY J.-re való hivatkozás nélkül), Csőr-hegy (?) –, általános véleményük az, hogy „az eredeti vulkáni formák lepusztultak, kráterek, kitérési centrumok pontos helye ma már nem ismerhető fel”. Ennek megfelelően csak mélyen leerosztott lávaöntő kúpokat („monovulkánokat”) és hasadékvulkánokat rekonstruálnak. Különösen a fedőandeziteket – két kivételtől (Kékes, Óvár) eltekintve – egymásra merőleges hasadékvulkánokból származtatják, amelyek szerintük tektonikus vonalakkal igazodtak. (E „hasadékrendszerek”, amint a monográfiából több helyütt kiderül, jobbára izlandi, tehát főképp bazaltvulkáni analógiákon alapultak, konkrét terepi adatok nélkül.) Érdemes felhívni a figyelmet arra a nagyfokú ellentmondásra, hogy az úgynevezett fedőandeziteket szolgáltató középső miocén „hasadékvulkánok” a már NOSZKY J. (1927) által is jelzett fiatal (késő miocén–plio-pleisztocén) tektonikát követik (??).

Kis központokat és hasadékvulkánokat valló felfogásukkal VARGA Gyulának lényegében NOSZKY J. irányvonalát követték. A szerényebb méretű felépítményekre vonatkozó következtetések – a közölt terepi adatok tükrében – helytállóak, ugyanakkor a szerzők egyáltalán nem érintették az akkor már közismert kalderakérdést, erre vonatkozó szerkezetföldtani-vulkanológiai adatokat nem értékelték ki, ennél fogva a kortárs és későbbi kutatók a „kalderaellenes” alapfelfogást nem fogadták el.

Ellenkezőleg, a SZÁDECZKY-KARDOSS-féle kalderafelfogáshoz csatlakozott többek közt SIKLÓSSY Sándor (1977) és BAKSA Csaba et al. (1981), akik D felé nyitott, tektonikusan lesüllyedt félkalderát valószínűsítettek. BAKSÁék a fő, bádeni andezitvulkáni működés kalderájára vonatkozóan (amely szerintük egy korábbi, kárpáti korú kalderára következett), az alábbi érveket hozták: (1) a gyöngyöses ércesedés és a diatoma-előfordulások előfordulása egyezik a „kalderabelseji” helyzettel. (2) Az érc- és kőzetlér-rendszer úgynevezett sugaras és koncentrikus elhelyezkedésű. (3) Nagy, központi, ma 1 km mélyen található pluton mutatatható ki a „kalderabelső” területén, és ehhez kapcsolódnak a központi, illetve kalderaperemi riolitódombok, valamint a középső-Ny-i hegység részben ismeretes kálimeszomatózis is (erőteljesen átalakult, mállott, K-gazdag kőzetek). (4) A vulkáni rétegsor a fűrészes adatok alapján szerintük kívülről befelé – gyűrűszerűen – haladva, koncentrikusan 200–400-ról 900–1300 m-ig vastagodik. (5) A fedőandezitek a nagy nyugat-mátrai „kalderaperemhez kötődtek”, a szerzők azonban nem fejtik ki, mi az oka, hogy ezek az andezitek a kalderán belüli gerinceken – és másutt is – nagy mennyiségben jelen vannak, mégpedig sokszor ugyanolyan tszf. magasságban és/vagy vastagságban.

BAKSA és munkatársai végeredményben –

KUBOVICS I. (1970) rétegtömörüléssel kalderájával szemben – a robbanásos/eróziós kalderakeletkezés mellett érvelnek, mivel az aljzat, mint megállapítják, kiemelt helyzetben van (ami a beszakadásnak ellentmond). A kalderakérdéssel a későbbiekben részletesen foglalkozom, mindenesetre ezzel kapcsolatban (akárcsak a Börzsöny–Visegrádi-hegységben) már most le kell szögezni, hogy nemzetközi példák alapján 10–15 km (de akár 5 km-nél nagyobb) átmérőjű kaldera csakis beszakadással – és ezzel együtt természetesen nagyszabású robbanásos kitörés közepette – keletkezhet.

A kalderamodellhez csatlakozott BALLA Zoltán munkássága is. Ő először a Nyugat- és a Kelet-Mátra eltérő csapású gerinceit egyazon kaldera peremének vízszintes, tektonikus eltolódásával magyarázta (BALLA Z.–HAVAS L. 1981). Ezt követően a földtani térképezés (BALLA Z. et al. 1984), illetve geofizikai elemzés (BALLA Z.–SZABÓ Z. 1986) alapján gyökeresen megmászította elképzelését, és a hegységben – főként a Bouguer-anómália-térkép nyomán, ami azonban a Börzsölynél már említett, régebbi adatbázison alapult – kettős, D-en csonka kalderát valószínűsített, beszakadásos eredettel, 20–25, illetve 13–15 km átmérővel. A különböző, általa kalderaképződéshez kötött süllyedékeket, illetve boltozatokat elemezve csupán egy olyan feltevést tesz, amelyet a kalderaképződés mikéntjére vonatkozik („nem zárható ki, hogy a középső-riolittufa anyaga a Mátra korai kalderájának kialakulásával kapcsolatban keletkezett”). Egyéb földtani-vulkanológiai érvt munkájában BALLA nem hoz, viszont meg kell említenünk, hogy megkísérel figyelemmel lenni a mai domborzatra. E tekintetben azonban igen tanulságos, hogy – noha munkájában kalderák mellett érvel – a Bouguer-anomáliák lefutása alapján, amelyek metszik a nyugat-mátrai főgerincet, nem juthat más következtetésre, mint hogy a felszín(közeli) és a kalderaszerkezet nem egyezik („a felszínközeli félgűrűs szerkezet süllyedéke nem egy kalderát jelez [...], a Nyugat-Mátra vízválasztójának íve nem tükröz egységes vulkányszerkezeti elemet”). A probléma bővebb értékelése, elemzése monográfiámban (KARÁTSZON D. 2007) olvasható.

Ami a feltételezett kalderán kívüli kisebb vulkáni központokat illeti, BALLA Z. et al. (1984) a Nyugat-Mátrában – fent említett földtani térképezése nyomán, bár részletes közettani vizsgálatok nélkül – önálló, a gerincen ülő „vulkánokat” mutatott ki: Nyikom, Tippanos, Óvár, Galya-tető. (Mint láttuk, ezek egy részét kalderához kötés nélkül VARGA Gy. et al. [1975] is kijelölte.) Ezek BALLA szerint két paleomágneses szakaszban jöttek létre, az úgymond első kalderabeszakadást követően a nyikomi és óvári, majd galyatetői, a másodikat követően pedig a tippanosi vulkán. (Sajnálatos, hogy BALLA e fontos

rétegtani megállapításait, vagy legalábbis felvetéseit azóta sem kísérte meg senki egységes paleomágneses képbe rendezni.) Következtetései nyomán BALLA – VARGÁÉKKAL VAGY BAKSÁÉKKAL szemben – nem tudja elfogadni az andezitvulkáni sorozat középső és felső andezitre való tagolását. Szerinte a felső szint elkülönítése (1) mint egységes topográfiai szint andezitvulkánokon nem reális, és a Nyugat-Mátrában még az utólagos tektonika is zavarja, (2) a közettani összetétel kis távolságokon belül is változhat, illetve azonos kőzet is lehet különböző rétegtani helyzetben, ezért az andezitek szinttagolása hegységnyi méretekben nem lehetséges, végül (3) a hidrotermális hatás törésrendszerhez kapcsolódik, így hiánya megint csak nem lehet rétegtani alap. Okfejtése megítélésem szerint teljesen helytálló, amit utóbb saját terepi és közzettan-geokémiai adataink is megerősítettek (KARÁTSZON D. et al. 2001, KARÁTSZON D. 2007).

A börzsönyi szerkezetföldtani kutatás után a Mátra szerkezeti megismerését is érdemben elősegítették CZAKÓ Tibornak az 1970-es évek végén folytatott távérzékeléses vizsgálatai. A szerkezeti irányok és azok viszonylagos kronológiájának kimutatásához CZAKÓ Tibor–ZELENKA Tibor (1981) űrfelvételeket értékelt ki. Ennek segítségével a Mátrában két regionális törészónát állapítottak meg: egy meg-megszakított, idősebb (késő miocén) gyakran ívelt futású ÉK–Dny-it, és egy fiatalabb (plio-pleisztocén), lineáris jellegű ÉNy–DK-it. (Mint láttuk, ezeket ugyanilyen időrendben, igaz, kevésbé helyhez kötve, már NOSZKY J. is felvázolta 1927-ben.) A hegységben kalderát az űrfelvétel-értelmezéssel nem tudtak kimutatni; mint megállapítják, a nyugat-mátrai „kitörésközpont” legfeljebb eltemetve található meg. Czakóék rendkívül előremutató következtetéseire a vulkányszerkezeti részben még visszatérek.

KISS János et al. (1996) döntően légifelvétel-értelmezéssel a Kelet-Mátra főgerince mentén gyűrűszerű alakzatokat, ezen belül a Nagy-Szár-hegytől D-re krátermaradványt rekonstruáltak, és megerősítették a Kékes-központ létét is (ott kráter nélkül). A területről közölt, vulkángeomorfológiai térképvázlaton ezen kívül lávaármaradványokat, durva és finom szemű piroklasztitokat, törmelékár-üledékeket is elkülönítettek, és a felismert lávaárreszleteket – CHOLNOKY J., VARGA Gy. és mások nyomán, korszerű felfogásban – igyekeztek legalább elvben összekapcsolni a mai domborzattal és a feltételezett kitörési központokkal.

ZELENKA Tibor et al. (2004) a Tari Dácittufa korábbi típuslelőhelyéről, a Tari Fehérvő-bányáról és környékéről elsőként korrelálják a paleomágneses és K/Ar-koradatokat. Részben az e munkában részt vett szerzőtársak ezt követően a hegység egészének rétegtanát és fejlődéstörténetét foglalták össze

(ZELENKA T. et al. in print), nagyszámú K/Ar-koradatra alapozva. A mátrai vulkanizmust a korábban is ismertett szakaszokra osztják a 18–11 millió évvel ezelőtti (Ma) időintervallumban. Az alsó riolituffát és az „alsó andezit” zömét, valamint a középső-riolituffa (dácituffa) nagy részét tenger alatt lerakódott képződménynek tekintik, amire a legtömegesebb „középső andezit” következett. E szerintük rétegvulkáni sorozat zöme szintén víz alatt képződött, mégpedig egy 3000 m magas, 13 km lábazati átmérőjű „monovulkán” kitörései nyomán. Ezt fejlődése végén kalderabeszakadás érte: a kaldera nyomvonala a szerzők szerint a fiatalabb vulkáni kőzetek alatt is jól nyomozható a Nagy-Hársas–Nyikom–Kékes–Sár-hegy félkörív mentén. A vulkanizmus ezt követően riolitdóm-felnyomulásokkal, kisebb léptékű robbanásos kitörésekkel („felső riolituffa”) és hasadékvulkáni andezites működéssel ért véget.

A kutatástörténet rövid áttekintése nyomán – megítélésem szerint – egyértelműen kiderül, hogy számos, megnyugtatóan tisztázott rétegtani és vulkanológiai probléma mellett legalább egy – geomorfológiailag talán a legizgalmasabb – kérdés, a mátrai kaldera léte vagy nemléte lezáratlannak tekinthető. Csak egyetlen nézőpontot kiemelve: habár szinte valamennyi bemutatott kalderapárti munkában szerepet kapnak a hegységet behálózó tektonikai vonalak, illetve jelentős hatásuk a mai szerkezetre, e „hatást” a vulkáni formakincsre valójában egyetlen tanulmány sem elemzi. (A földtani szerkezettel kapcsolatban BALLA Z. az egyetlen, aki megállapítja, hogy „a térképek az elvetéseket általában nem tükrözik” [BALLA Z. et al. 1984].) Másszóval, a mindenki által elismert nagymérvű tektonikai átalakítás – a kibillenés és a vetőrendszer működése – ellenére a feltételezett kaldera(k) morfológiáját valamennyi szerző „épségben hagyja”, és legfeljebb a D-i rész lezökkenésével, betemetődésével számol. (Ám mint éppen BALLA Z. munkásságából láttuk, e D-i szektor geofizikai értelmezése is erősen problematikus.) Hasonlóképpen bizonytalanok maradtak a kalderabeszakadás körülményei, kiváltó oka és esetleges kapcsolódó vulkáni képződményei is.

Saját munkámban, amelyet az 1990-es évek végén kezdtem meg, többek között erre az ellentmondásra próbáltam megoldást keresni. Több szerzős kutatásunk egy tematikus OTKA-pályázatához kapcsolódott, amely a hegység – elsődlegesen a Nyugat-Mátra – vulkányszerkezeti képének felvázolását célozta. (Nem foglalkoztunk tehát a Recsk térségi, miocénál idősebb vulkanizmussal, valamint az É-i előtérben feltáruló korai miocén – a tulajdonképpeni hegységépítő kőzeteken kívüli – vulkáni képződményekkel sem.) Munkánk során részletesen tanulmányoztuk a szerkezeti-tektonikai viszonyokat, és ezeket terepi vizsgálatok, valamint DEM-elemzés igyekeztünk összhangba hozni a vulkanológiai-geomorfológiai viszonyokkal. Eredményeinket (in: KARÁTSZON D. et al. 2001, KARÁTSZON D. 2007) röviden összefoglalva, a Mátra vulkáni felépítményei kis-közepes méretű, vegyes effüziós andezites kúpokként jöttek létre. Míg ezek ma is jól rekonstruálhatók, addig nemcsak a jelenlegi domborzatban, de korábról sem tudtuk igazolni a mások által feltételezett nyugat-mátrai kalderát. Nagyméretű, robbanásos-beszakadásos kalderaképződésnek nincsen bizonyítéka, ugyanakkor néhány, egyébként kalderához is köthető jelenség a mátrai ércesedéssel, illetve az azt hozó szubvulkáni intrúzióval kielégítően megmagyarázható. A Nyugat-Mátra mai, kiterjedt, „félköríves” tömege részben talán az eredeti kürtök elhelyezkedését, méginkább azonban a vulkányszerkezeti elemek későbbi, DK-i irányú átrendeződését tükrözheti, amely folyamat nagyarányú vetődések és tektonikus csúszások eredménye. E mozgások – akár több km-es oldalelmozdulások mellett – jelentősen kiemelték a Nyugat-Mátra kettős főgerincét, részben (K felé egyre kevésbé) a Kelet-Mátra gerincvonalát, amihez jelentős utólagos erózió társult. A legmagasabbra kiemelt gerincek a rekonstruált kúpok kráterrégiójában akár 500–600 m-t is pusztulhattak, az alsóbb lejtők mentén viszont jóval kisebb volt az erózió. A hegység mai képének kialakítását a negyedidőszakban kisebb léptékű csuszamlások, suvadások (főleg a magasabb gerincek mentén) és mélyítő folyóvízi erózió fejezték be.

Irodalom

- ANDÓ J., KIS K., MÁRTON E., MÁRTON P., (1977): Palaeomagnetism of the Börzsöny Mountains, Hungary. – *Pure and Applied Geophysics*, 115, pp. 979–987.
- BAKSA Cs., CSILLAG J., FÖLDESSY J., ZELENKA T. (1981): A hypothesis about the tertiary volcanic activities of the Mátra Mountains, NE Hungary. – *Acta Geologica Hungarica*, 24 (2–4), pp. 337–349.
- BÁLDI T. (1960): A szokolyai középsőmiocén fauna életföldtana. – *Földtani Közöny* 90, pp. 27–47.
- BÁLDI T., KÓKAY J. (1970): A kismarosi tufit faunája és a börzsönyi andezit vulkánosság kora. – *Földtani Közöny* 100, pp. 274–284.
- BALLA Z. (1977): A börzsönyi paleovulkán rekonstrukciója. – *Általános Földtani Szemle*, 10, pp. 45–111.
- BALLA Z., CZAKÓ T., KÖRÖS L. (1977): Jelentés a Börzsöny-Dunazug-hegység földtani kutatásának 1976/77. évi előkészítéséről. – Kézirat, a Magyar Állami Földtani Intézet adattára.
- BALLA Z., KÖRÖS L. (1978): A Dunazug-hegység térképezésének módszertana. *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* (1978), pp. 197–204.
- BALLA Z., MÁRTONNÉ SZALAY E. (1978): A börzsönyi vulkáni öszlet paleomágneses rétegsora. – *Magyar Geofizika*, 19, pp. 51–59.
- BALLA Z. (1978): A Magas-Börzsönyi paleovulkán rekonstrukciója. – *Földtani Közöny*, 108, pp. 119–136.
- BALLA Z., KÖRÖS L. (1980): A Börzsöny hegység vulkáni szerkezete és fejlődéstörténete. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* (1978), pp. 75–101.
- BALLA Z., MÁRTONNÉ SZALAY E. (1980): A Börzsöny és a Dunazug-hegység magnetosztratigráfiája. – *Geofizikai Közlemények* 26, pp. 57–77.
- BALLA Z. (1981): Neogene volcanism of the Carpatho-Pannonian Region. – *Earth Evolution Science*, 3–4, 240–248.
- BALLA Z., CSONGRÁDI J., HAVAS L., KÖRÖS L. (1981): A börzsönyi vulkanitok kora és a K/Ar kormeghatározások pontossága. – *Földtani Közöny* 111, pp. 307–324.
- BALLA Z., HAVAS L. (1981): A mátrai eltolódás. – *Földtani Közöny* 112, pp. 197–206.
- BALLA Z., HAVAS L., VERŐ L. (1984): A Ny-Mátra főgerincének geológiai felépítése. – *A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Évi Jelentése*, pp. 33–43.
- BALLA Z. (1984): The Carpathian loop and the Pannonian basin: a kinematic analysis. – *Geophysical Transactions* 30/4, pp. 313–353.
- BALLA Z., SZABÓ Z. (1986): A Mátra regionális vulkán szerkezeti elemzése. – *A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Évi Jelentése*, pp. 32–60.
- BEUDANT F. S. (1822): *Voyage minéralogique et géologique en Hongrie pendant l'année. 1818 I–III.* – I. kötet, Paris, pp. 513–548.
- BÖCK H. (1899): Nagy-Maros környékének földtani viszonyai. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 13, Budapest, p. 58.
- BULLA B. (1962): Magyarország természeti földrajza. – Tankönyvkiadó, Budapest, 423 p.
- CHOLNOKY J. (1936): Magyarország földrajza. – A Franklin Társulat kiadása, Budapest, 529 p.
- CHOLNOKY J. (1937): A Dunazug-hegyvidék. – *Földrajzi Közlemények* 65, pp. 1–27.
- CZAKÓ T., NAGY B. (1976): Fototektonikai és ércföldtani adatok korrelációja a Börzsöny-hegységben. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* (1974), pp. 47–60.
- CZAKÓ T., ZELENKA T. (1981): New data about the neotectonics of Mátra Mountains, Northern Hungary. – *Advances in Space Research, COSPAR*, London, 1, pp. 289–298.
- CSEPREGHY MEZNERICS I. (1956): A szobi és letkési puhatestű fauna. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 45, pp. 363–477.
- CSILLAG G. (2000): Leányfalu környékének földtani viszonyai. – *Magyar Állami Földtani Intézet*, 18 p.
- CSILLAG G., TEPLÁNSZKY E., KÖRÖS L. (1982): Magyarító a Börzsöny-Dunazug hegység földtani térképeire I–II. – Kézirat, Magyar Állami Földtani Intézet Adattára, Budapest
- CSILLAG G., TEPLÁNSZKY E., CSONGRÁDI J., KÖRÖS L., PENTELENYI L., VETŐNÉ ÁKOS É. (1983): A Börzsöny hegység központi területének földtani felépítése és ércesedése. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* (1981), pp. 77–127.
- ERDEY P. (1853): *Parádi gyógyvizek.* – Pest, 167 p.
- FERENCZI I. (1935): Adatok a Börzsönyi hegység geológiájához. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* (1925–28), pp. 131–142.
- GÁBRIS Gy. (1983): Characteristic features of drainage patterns in the volcanic mountains of Hungary. – *Ann. Univ. Sci. Budapestinensis, Sectio Geographica*, XVIII–XIX, pp. 21–31.
- GYARMATI P. (1976): Vulkanológiai fejlődéstörténet és kőzetgenetika a Börzsöny hegységben. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* (1973), pp. 57–62.
- GYARMATI P. (1977): A Tokaji-hegység intermedier vulkanizmusa. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve*, LVIII Műszaki könyvkiadó, Budapest, 195 p.
- HÁMOR G. (1974): A Börzsöny hegység déli részének ösföldrajzi vázlata. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* (1972), pp. 23–32.
- HÁMOR G., BALOGH K., RAVASZNÉ BARANYAI L. (1978): Az északmagyarországi harmadidő-szaki formációk radiometrikus kora. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* (1976), pp. 61–72.

- HARANGI SZ. (1999): A Csódi-hegy vulkáni kőzetének geokémiája és petrogenézise. – *Topographia Mineralogica Hungariae* VI., Miskolc, pp. 59–85.
- HARANGI, SZ. (2001): Neogene to Quaternary volcanism of the Carpathian-Pannonian Region – a review. – *Acta Geologica Hungarica*, 44, pp. 223–258.
- JÁMBOR Á., MOLDAVAY L., RÓNAI A. (1966): Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához, L-34-II. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 358
- KARÁTSZON, D. (1995): Ignimbrite formation, resurgent doming and dome collapse activity in the Miocene Börzsöny Mountains, North Hungary. – *Acta Vulcanologica* 7(2), pp. 107–117.
- KARÁTSZON, D. (1996): Rates and factors of stratovolcano degradation in a continental climate: a complex morphometric analysis of nineteen Neogene/Quaternary crater remnants in the Carpathians. – *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 73, pp. 65–78.
- KARÁTSZON D. (1997): A vulkáni működés és a kalderakérdés a Börzsönyben. – *Földrajzi Közlemények*, 71 (3–4), pp. 151–172.
- KARÁTSZON D., MÁRTON E., HARANGI SZ., JÓZSA S., BALOGH K., PÉCSKAY Z., KOVÁCSVÖLGYI S. SZAKMÁNY GY., DULAI A. (2000): Volcanic evolution and stratigraphy of the Miocene Börzsöny Mountains, Hungary: an integrated study. – *Geologica Carpathica*, 51/1, pp. 325–343.
- KARÁTSZON D. (2001): Vulkanai törmeléklevinák: általános jellemzők, ismert példák, magyarországi előfordulások. – *Földtani Közöny*, 131/1–2. pp. 253–283.
- KARÁTSZON D., NÉMETH K. (2001): Lithofacies associations of an emerging volcanoclastic apron in a Miocene volcanic complex: an example from the Börzsöny Mountains, Hungary. – *International Journal of Earth Sciences*, 90, pp. 776–794.
- KARÁTSZON, D., NÉMETH, K., SZÉKELY, B., RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS., PÉCSKAY Z. (2006): incision of a river curvature due to exhumed Miocene volcanic landforms: Danube Bend, Hungary. – *International Journal of Earth Sciences*, 95, pp. 929–944.
- KARÁTSZON D. (2007): A Börzsönytől a Hargitáig, Typotex, 462 p.
- KARÁTSZON, D., OLÁH, I., PÉCSKAY, Z., MÁRTON, E., HARANGI, SZ., DULAI, A., ZELENKA, T., KÓSIK, SZ. (2007): Miocene volcanism in the Visegrád Mountains, Hungary: an integrated approach to regional volcanic stratigraphy. – *Geologica Carpathica*, 58/6, in print.
- KISS J., SÍKHEGYI F., VETŐ-ÁKOS É., ZELENKA T. (1996): Volcanic structures, Alpine metallogeny and tectonics in the SE Mátra Mts, ne Hungary. – *Plate Tectonic Aspects of the Alpine Metallogeny in the Carpatho-Balkan Region*, IGCP Congress Proceedings, Sofia, pp. 145–155.
- KITAIBEL P. (1799): Über das Matragebirge in topograpischer-naturhistorischer rücksicht. – *Literarischer Anzeiger für Ungarn*, 18, 7–8, pp. 26–32.
- KOCH A. (1877): A dunai trachytsoport jobbpárti részének (Szt. Endre-Visegrád-esztergomi hegycsoport) földtani leírása a hegy és vízrajzi viszonyok előrebocsátásával. Budapest, 298 p.
- KORPÁS L., LANG, B. (1993): Timing of volcanism and metallogenesis in the Börzsöny Mountains, Northern Hungary. – *Ore Geology Reviews* 8, Amsterdam, pp. 477–501.
- KORPÁS L. [szerk.] (1998): Magyarázó a Börzsöny és a Visegrádi-hegység 1:50 000 földtani térképéhez. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 216 p.
- KORPÁS L., CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E. (1999): A Börzsöny-Visegrádi-hegység 1:50.000 földtani térképe. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- KUBOVICS I. (1970): Az ÉK- és Ny-Mátra ásvány- és kőzettani vizsgálata. – in: Kubovics I.–Pantó Gy. (1970): Vulkanológiai vizsgálatok a Mátrában és a Börzsönyben, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 7–160.
- KUBOVICS I., PANTÓ GY. (1970): Vulkanológiai vizsgálatok a Mátrában és a Börzsönyben. Akadémiai Kiadó, Budapest, 302 p.
- LÁNG S. (1953): A Szentendre-Visegrádi hegység felszíne. – *Földrajzi Értesítő*, 3, pp. 243–269.
- LÁNG S. (1955): A Mátra és a Börzsöny természeti földrajza. Akadémiai Kiadó, Budapest, 512 p.
- LENGYEL E. (1951): A Dunazug-hegységi andezitek zárványai és magmatektonikai jelentőségük. – *Földtani Közöny*, 81, pp. 119–130.
- LENGYEL E. (1953): A Dunazug-hegység andezitterületének felépítése. – Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése (1951), pp. 17–29.
- LENGYEL E. (1954): A Börzsönyhegység K-i peremének földtani és kőzettani ismertetése. – Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése (1953), pp. 267–276.
- LIFFA A., VIGH Gy. (1937): Adatok a Börzsöny-hegység bányageológiai viszonyaihoz. – Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése (1929–32), pp. 235–283.
- Magyarország Nemzeti Atlasza (1989). – Kartográfiai Vállalat, Budapest, 214 p.
- MAJER I. (1915): A Börzsönyi hegység északi részének üledékes képződményei. – *Földtani Közöny*, 45, pp. 18–40.
- MÁRTON E., MÁRTON P. (1995): Large scale rotations in North Hungary during the neogene as indicated by palaeomagnetic data. in: MORRIS, A., TARLING, D.H. [szerk.], *Palaeomagnetism and tectonics of the Mediterranean Region*. – Geological Society of London Special Publications, 105, pp. 153–173.
- MAURITZ B. (1909): A Mátra hegység eruptív kőzetei. – *Mathematikai és Természettudományi Közlemények*, 30, Budapest, 114. p.
- NOSZKY J. (1927): A Mátra hegység geomorphologiai viszonyai. – Tisza I. Tudományos Társulat Honismereti Bizottság Kiadványa, Karcag, 149 p.
- NOSZKY J. (1940): A Cserhát hegység földtani viszonyai. – Magyar Tájak Földtani Leírása, III, Stádium Sajtóvállalat Rt., Budapest, 283 p.

- PANTÓ G., MIKÓ J. (1964): A nagybörzsönyi ércesedés. – A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve, 50, 153 p.
- PANTÓ Gy. (1970): A Börzsöny hegység északi részének harmadidőszaki vulkanizmusa. – in: KUBOVICS I. – PANTÓ Gy.: Vulkanológiai vizsgálatok a Mátrában és a Börzsönyben, Akadémia Kiadó, pp. 161–302.
- REICH L. (1952): A Börzsöny hegység nyugati peremének mediterrán képződményei. – Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése (1948), pp. 31–37.
- RICHTHOFEN, F. von (1860): Studien aus den ungarisch-siebenbürgischen Tachtgebirgen. – Jahrb. kais. k. geol. Reichsanstalt, 11, pp. 153–278.
- SCHAFARZIK F. (1885): Über die geologische verhältnisse der lörrinci „Mulatóhegy”. – Földtani Közlöny, 15, p. 374.
- SCHAFARZIK F. (1884): A bogdányi Csódi-hegy zeolitja. – Földtani Közlöny, 14, pp. 299–300.
- SCHAFARZIK F., VENDL A. (1929): Geológiai kirándulások Budapest környékén. – Budapest, 341 p.
- SIKLÓSSY S. (1977): GyöngyöSOROSZI és szomszédságának szerkezetföldtani értékelése. – Földtani Közlöny, 107, pp. 348–357.
- STACHE, G. (1866): Die geologischen Verhältnisse der Umgebungen von Waitzen in Ungarn. – Jahrb. kais. k. geol. Reichsanstalt, 16, pp. 277–328.
- SZABÓ J. (1868): Heves és Külső Szolnok földtani leírása. – Magyar Orvosok és Természet-vizsgálók Munkái, Budapest.
- SZABÓ J. (1870): A trachitok új beosztásáról. – Magyar Orvosok és Természetvizsgálók XX. Fiumei Nagygyűlésének Munkái, p. 358.
- SZABÓ J. (1881): A trachitok makrográfiai osztályozása. – Földtani Közlöny, 5, 6–7, pp. 158–160.
- SZABÓ J. (1891): Selmecz környékének geológiai leírása. Akadémiai Kiadványok, Budapest.
- SZABÓ J. (1895): Geológiai adatok a dunai trachytsoport balparti részére vonatkozólag. – Földtani Közlöny, 25, pp. 303–320.
- SZABÓ J. (1996): Csuszamlásos folyamatok szerepe a magyarországi tájak geomorfológiai fejlődésében. – Kossuth Egyetemi Kiadó, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 223 p.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. (1958): A vulkáni hegységek kutatásának néhány alapkérdéséről. – Földtani Közlöny, 88/2, pp. 171–200.
- SZÉKELY A. (1960): A Mátra hegység Ny-i részének eredete és felszínformái. – Földrajzi Közlemények 8/3,(LXXXIV), pp. 251–278
- SZÉKELY A. (1983): Vergleichende vulkanische Mittelgebirgsforschung in Ungarn. Ungarn-Deutschland. – Wissenschaftliche Kolloquien in Hamburg, dr. Rudolf Trofenik, München, pp. 207–246.
- SZÉKELY A. (1997): Vulkanmorfológia. – ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 234 p.
- SZÉKELY B., KARÁTSZON D. (2004): DEM-based morphometry as a tool for reconstructing primary volcanic landforms: examples from the Börzsöny Mountains, Hungary. – Geomorphology, 63, pp. 25–37.
- SZENTPÉTERY Zs. (1925): Kemence vidékének földtani viszonyai Hont megyében. – Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése (1920–23), pp. 164–167.
- VARGA Gy., CSILLAGNÉ TEPLÁNSZY E., FÉLEGYHÁZI Zs. (1975): A Mátra hegység földtana. – A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve, LVII, 1, 575 p.
- WEIN Gy. (1939): Szentendre környékének földtani viszonyai. – Földtani Közlöny 69, pp. 26–52.
- ZELENKA T. (1960): Közettani és földtani vizsgálatok a Dunazug-hegység DNy-i részén. – Földtani Közlöny 90, pp. 83–102.
- ZELENKA T., KISS B., KISS J., NEMESI L. (2004): Buried neogene volcanic structures in Hungary. – Acta Geologica Hungarica, 47/(2–3), pp. 177–2219
- ZELENKA, T., PÉCSKAY, Z., KISS, J., SZAKÁCS, A. (sajtó alatt): Miocene volcanism of the Mátra Mts., Hungary. – Geologia Carpathica.