



## A savanyú vulkanizmus fáciestani vizsgálata ÉK-Magyarországon

doktori (PhD) értekezés tézisei

## Volcano—facies investigations on acid lava sequences, north-eastern Hungary

PhD thesis

Szepesi János

Debreceni Egyetem  
Természettudományi Doktori Tanács  
Földtudományi Doktori Iskola  
Debrecen, 2008

## CÉLKITŰZÉSEK

A belső kárpáti vulkáni koszorú tagjai közül az Eperjes-Tokaji- és Selmeci hegységekben a savanyú lávaközetek páratlan fáciestani sokszínűségben fejlődtek ki. Ezek főként a nyersanyagkutatásokhoz kapcsolt elemzése a 70-es évek végére lezárult. A Tokaji-hegységi perlit prognózis befejeződése óta (GYARMATI 1981)<sup>1</sup> nemzetközi eredmények alig épültek be a hazai savanyú vulkanitok petrogenetikájába és fáciestanába. A szakirodalmi és terepjárási adatok rendszerezése után előrelépés a következő területeken volt lehetséges:

- A 1960-70-es évek vulkanológiai kutatás-módszertanának újraértékelése.
- A fáciestani folyamatok új értelmezéseinek alkalmazása.
- Nemzetközi analógiák alapján a savanyú lávatektek helyfoglalási modelljeinek megújítása.
- A vizsgált előfordulások paleovulkáni rekonstrukciója.
- Elsődleges vulkáni formák azonosítása és az erózió mértékének meghatározása.
- A mikroszköpi vizsgálatok nevezék- és módszertani problémáinak feloldása, a klasszikus hazai és a nemzetközi IUGS nevezéktan párhuzamosítása.
- A savanyú makro- és mikroszköpi változatok korábban a láva illótartalmához kötött kialakulásának újraértelmezése.
- Geokémiai adatbázis létrehozása. Az egyes fáciések és előfordulások összehasonlító geokémiai értékelése.

## A VIZSGÁLATI TERÜLET

A vizsgálati szempontok közül nem a téma monografikus újrafeldolgozása volt az elsődleges cél hanem a savanyú lávaközetek különböző környezetekben (szubmarin, szubareális, sekély szubvulkáni) kifejlődött testtípusainak (lávadómok és lávaárak), átfogó fáciestani, szöveti és ehhez kapcsolt geokémiai jellemzése. Nehézséget jelentett, hogy a paleovulkáni térszínbe mélyülő völgyek, eróziós bevágások, mesterséges feltárások csak a testek bizonyos részeit tárták fel (talus, lávaár centrum, lávaár bázis). Emiatt a lávaárak és dómok paleovulkáni modellalkotása csak 3-4 különböző helyszín feltárásainak összeillesztésével vált kivitelezhetővé.

Az előkészítő bejárások nagyobb területet érintettek. Részletes mintavételezés történt a Tokaji-hegység savanyú lávaközet előfordulásainak szinte teljes területén (pl. Telkibánya, Szerencsi-domság, Erdőbénye-Erdőhorvát, Pálháza) a Mátrában Gyöngyössolymoson. Az eredmények

<sup>1</sup> GYARMATI P. 1981 Tokaji-hegységi perlitprognózis. Összefoglaló jelentés az 1978-80 között elvégzett munkáról. – *Kézirat. MÁFI*. 9476

2

1

értékelésekor végül is 5 előfordulás került be az azonos részletességgel és módszertani keretek között feldolgozott feltárások közé:

Mátra:

Lőrinci Mulató-hegy (szubvulkáni kriptodóm)

Tokaji-hegység

Telkibánya Ósva-völgyi riolit vulkanizmus (lávaár talus, lávadóm centrumok)

Abaújszántó Sátor-Krakó hegycsoport (csak lávaár bázis)

Tokaj, Lebujs csárda (dóm, lávaár bázis), Deresztla (dóm szegély)

Tiszántúl

Barabás, Kaszonyi-hegy, volt TSZ köfőjtő (lávaár centrum)

## ADATBÁZISÉPÍTÉS, VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

A vulkáni fáciések korábban ki nem értékelt jelenségeinek értelmezése a hazai vizsgálatok befejezése óta publikált nemzetközi szakirodalom feldolgozását tette szükségessé. A digitális adatbázisba került cikkek csoportosítása *területegységként*, valamint a *vulkanológiai és geokémiai résztemakörök* (pl. fáciestan, térfoglalás, hidratáció stb.) alapján történt.

Már a szakirodalmi források kutatástörténeti feldolgozásakor nyilvánvalóvá vált, hogy a régóta tanulmányozott és részletesen megkutatott Tokaji-hegységi előfordulások mellett a mátrai és a barabási előfordulások környezetének ismertsége alacsonyabb szintű. A vulkáni testek terepi vizsgálatának elsődleges feladata a fáciések azonosítása, lehatárolása, makroszköpi jellemzése, tér és időbeli kapcsolatrendszerének feltárása volt.

A makroszköpi vizsgálatokhoz az egyes feltárások esetében nagyszámú felületi csiszolat készült. Ebben a léptékben definiálható szövetartományok mennyiségi jellemzése digitalizálással és területméréssel történt. A sztereomikroszköpi leírások után fáciensenként legalább 3-5 db vékonycsiszolat készült, amelyek száma az öt vizsgált előfordulás esetében meghaladta a 100 db-t. A csiszolatvizsgálatoknál először klasszikus, vonal menti méréseket végeztünk, a mérési hosszakat fáciensenként 300 000 µm hosszúságban határozva meg (JÁRAI ET AL 1997<sup>2</sup>). A legkisebb fenokristály tartalmú közetek esetében (5 %), az optimális mérőhossz jelentősen megnövekedett. Ezek esetében területalapú kiegészítő mérések is szükségesek voltak.

Egyes minták ásványos összetételének kontroll meghatározása *röntgendiffrakcióval* a MÁFI röntgen laboratóriumában (Philips PW 1730) került elemzésre. A fő, nyom és ritkaföld teljes elemzorok vizsgálata (DE Ásvány és Földtani Tanszék, MÁFI) homogenizált átlagmintákon

<sup>2</sup> JÁRAI A. - KOZÁK M. - RÓZSA P. 1997: The optimal method of microscopic modal analysis. – *Mathematical Geology* 29. (8) p. 977-991

3

hagyományos gravimetriás és ICP-MS módszerrel történt. A hablávak és perlitok víztípusainak elkülönítése *termoanalitikai* vizsgálatok készültek. A hólyagüregek ásványtársulásainak morfológiai, valamint a szferolitok és diszperz alapanyag devitrifikáció (felzit) mikroszköpi – félkvantitatív geokémiai jellemzése *páztázó elektronmikroszkópia* segítségével készült (Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizika Tanszék), *Radiometrikus kormeghatározásra* a MTA Debreceni Atommagkutató Intézetében került sor megfelelő szemmagyságra aprított átlagmintákon.

## A KUTATÁS ÁLTALÁNOS VULKANOLÓGIAI MÓDSZERTANI KÉRDÉSEI

A *nyílt illóvándorlási modell alkalmazása*. A savanyú lávafaciesek kialakulása és a kitörések jellegváltozása (pl. horzsaköszörös követő lávaár tevékenység) a savanyú fáciések értelmezésénél korábban az orosz, a hazai és amerikai kutatásokban is alkalmazott zárt illóvándorlási, (ún. habláva, permeable foam) modellel (VOLAROVICS & LEONTIEVA 1937<sup>3</sup>, EICHELBERGER ET AL. 1986<sup>4</sup>) nem volt megfelelően értelmezhető. Az ellentmondásokat hatékony, a mellékközet felé irányuló illóáramlás (nyílt illóvándorlási rendszer) bizonyítása oldotta fel (JAUPART & ALLEGRE 1991<sup>5</sup>, STASIU ET AL 1996<sup>6</sup>).

*Lávafaciesek és szöveti változatok hűlési modellel történő értelmezése* A korábbi, gyakran túlrészletező osztályozásokat kerülve a riolitok kristályosság-szöveti rendszerét a savanyú lávak hűlési modelljével (BONNICHSEN & KAUFMANN 1987<sup>7</sup>, SWANSON ET AL 1989<sup>8</sup>) párhuzamosítottuk. A testek hőközponjaiban devitrifikációval létrejött mikro- és kriptokristályos (felzites) riolit szöveti változatok hőmérsékleti alsó határát a szilikát üveg termodinamikai szolidusza (*glass transition*

<sup>3</sup> VOLAROVICS, M. P. & LEONTIEVA, A. A. 1937 Untersuchungen der viskosität der obsidiane in Zusammenhang mit der Frage der Genesis des Bimssteines *Dokl. Akad. Nauk. SSSR* 17. 8. p. 423-425

<sup>4</sup> EICHELBERGER J.C., CARRIGAN C.R., WESTRICH H.R., PRICE R. H. 1986 Non-explosive silicic volcanism. *Nature* 323. p. 598-602

<sup>5</sup> JAUPART, C. & ALLEGRE, C. J. 1991 Gas content, eruption rate and in-stabilities of eruption regime in silicic volcanoes. – *Earth Planet Science Letters* 102. p. 413-429.

<sup>6</sup> STASIU, M. V. – BARCLAY, J. – CARROLL, M. R. – JAUPART, C. – RATTÉ, J. C. – SPARKS, R. S. J. – TAIT, S. R. 1996 Degassing during magma ascent in the Mule Creek vent (USA) *Bulletin of Volcanology* 58. p. 117-130

<sup>7</sup> BONNICHSEN, B. & KAUFFMANN, D. F. 1987. Physical features of rhyolite lava flows in the Snake River Plain volcanic province, southwestern Idaho. – In FINK, J. H. EDITOR 1987. *The emplacement of silicic domes and lava flows, Geological Society of America Special Paper* 212 p. 119-145

<sup>8</sup> SWANSON, S. E. – NANEY, M. T. – WESTRICH, H. R. – EICHELBERGER, J. C. 1989 Crystallization history of Obsidian Dome, Inyo Domes, California *Bulletin of Volcanology* 51. p. 161-176

4

temperature) jelöli ki. Az üveg-riolit arányok az olvadék túlhűlésének mértéke függvényében változnak. Az üveg mennyisége felszínközeli (sekélyszubvulkáni) környezetből egyre növekszik a felszíni vagy szubmarin kifejlődés irányába.

**Új fáciesgenetikai értelmezések alkalmazása, terepi azonosítása.** Több külső üveges fácies kialakulásában korábban nem megfelelően értelmezett térfoglalási folyamatok a felelősek (dermedve töredezés, hűzőerők, horzsásodás). A *vörös-fekete perlitbreccsa* kialakulása hűzőerők hatása alatt álló lávaár felszíneken másodlagos illóakkumuláció kiváltotta *mikroexploziók* bekövetkezésével magyarázható. A kísérleti alapon definiált (LOFGREN 1970, 1971<sup>9</sup>), hűlési sebesség függvényében kifejlődő *devitrifikációs front* azonosítása a kontaktövek hűlési folyamatrekonstrukcióját tette lehetővé (abaujzántói Sátor-hegy, lőrinci Mulató-hegy). A dómszegélyek gravitációs törmelékárványból lerakódott *savanyú szin eruptív vulkanoklasztitokat* korábban nem írtak le. Ezek, ha homogén anyagúak voltak lávaként kerültek jellemzésre (Dereszla), tufával keveredve epiklaszt tufaképződményekként (lavinatufa, Abaujzántó) lettek meghatározva.

**Dómk és lávaárak helyfoglalási folyamatainak jellemzése.** A hazai és nemzetközi fáciesanalízis vizsgálatok alapján esetünkben definiált dómk és lávaár helyfoglalási modellekben vulkáni környezetként (szubmarin, szubareális, szubvulkáni) kerültek jellemzésre a breccsás – koherens, valamint az üveges – kristályos fáciesek és viszonyrendszerük. A terepi munka során a fáciesgeometria és a szerkezeti elemek elrendeződése alapján a paleovulkáni környezet és térfoglalási mód (lávaár, dómk) meghatározható. A dómk esetében a szöveti zónák a dagadóképződésük ritmusában a kürtő köré meredek lefutású övekbe rendeződtek. A lávaárak lapultabb formái esetében a fáciesek a paleomorfológia függvényében, a fekhöz illeszkedő szubhorizontális övek formájában követték egymást. Az erózió mértéke a feltároló fáciesövek adataiból (lávaárvázis, centrum, talus) volt számítható.

#### A FELTÁRÁSOK VULKANO-FÁCIESTANI ÚJRAÉRTÉKELÉSE

**Lőrinci Mulató-hegy paleovulkáni rekonstrukciója.** A feltároló üveges (vitrofir) és riolit fáciesek arányai, a test alsó és felső részén is azonosítható devitrifikációs front alapján a korábbi lávaár értelmezés helyett a test sekélyszubvulkáni jellege bizonyítható. A vulkáni utóhatások a feláramlási csatornák környezetében a kőzet jelentős kaolinos elbontását, kifakulását idézték elő. Legintenzívebb elváltozások az alsó hialoklaszt breccsa zónát érinték. A hólyagüregek falán korlátozottan szulfidos ércindikáció is

<sup>9</sup> LOFGREN, G. 1970 Experimental devitrification rate of rhyolite glass *Geological Society of America Bulletin* 81. p. 553-560

LOFGREN, G. 1971 Experimentally produced devitrification textures in natural rhyolitic glass. *Geological Society of America Bulletin* 82. p. 111-124

5

**A Kaszonyi-hegy paleovulkáni rekonstrukciója.** A Kaszonyi-hegyi riolit szerkezeti elemei egy savanyú viszkózus lávaár elvégződésén végbement térfoglalási és dermedési folyamatok rekonstrukcióját tették lehetővé. A főfalán a lávaárcentrum oszlopos, lapult ellipszoidokkal jellemezhető áramképe rajzolódott ki, míg az oldalfalak mélyedésbe folyt és ott megtorlódtott, vastagpados peremi részleteket reprezentáltak. A riolit alsó részét makro és mikro méretekben is jól fejlett laminaritás és fenokristály illeszkedés jellemezte. Az ellapult zónák a felső részeken a litosztatikai nyomás csökkenésével litofizikává zénésedtek.

#### VULKANOSZTRATIGRÁFIAI KÖVETKEZTETÉSEK

**A Kishutai Riolit és a Pálházi Perlit Tagozat összevonása** A Tokaj-hegység vulkano-sztratigráfiai újraértékelésénél a *Szerencsi Riolit tufa Formáció* belül önálló tagozatként került elkülönítésre a riolit (*Kishutai Riolit Tagozat*) és perlit (*Pálházi Perlit Tagozat*). A vulkanológiai modellek alapján a két tagozat szétválasztása az eróziós és nem feltétlenül a kőzetgenetikai viszonyokat tükrözi. A teljesen üveges szegélyfáciesek rétegtani egységként nem választhatók el a velük együtt kialakult riolitos övektől.

**Széttagolt vulkanosztratigráfiai felosztás revíziója.** A perlit-riolit sztratigráfiai szétválasztásához hasonlóan a piroklasztit fáciesek rétegtani elkülönítése sem veszi figyelembe az egyes tufaterítések hűlési egységeit. Ezen a gyakorlaton a közeljövőben változtatni kellene, az üledékes kőzetek esetében alkalmazott módszerek helyett a testek vulkanológiai egységét figyelembe vevő osztályozás lenne célravezetőbb.

**Új típusfeltárások kijelölése** Az egyes formációk, tagozatok vulkanológiai alkalmazásnyelveit kutatófúrások képviselik. A legtöbb esetben ezek mellett az olvadékmozgási, hűlési folyamatok in situ vizsgálatát lehetővé tevő feltárások, bányafalak kijelölhetők. *Kishutai Riolit Tagozat:* Kishuta-1 fúrás mellett, Tokaj-Lebuj, riolit perlit feltárás. *Sulyomtetői Riolit Tagozat:* Abaujzántó-3 számú fúrás mellett, a Sátor-hegy feltárásai.

**Új tagozat létrehozása** A lőrinci Mulató-hegy esetében K/Ar kormeghatározás (14,8±0,5) kőzetének a névadó Gyöngyössolyosi Riolit Formációnál (15,9±0,5) fiatalabb voltát igazolták. A petőfbányai savanyú lávatestekhez hasonló, sekélyszubvulkáni karaktere eltér a gyöngyössolyosi előfordulás lávaár jellegétől és geokémiái jellemzőik is különböznek. Ezek alapján indokoltnak látszik önálló rétegtani egységként való elkülönítése.

**A riolit mint a szubareális működés és az eróziós periódusok indikátora** A vulkanológiai modell alapján tisztán üveges-perlites testek csak az olvadék intenzív szubmarin túlhűlésével (*Pálháza*) vagy kisebb dike-szerű áttörések anyagának gyors dermedésével jöhetnek létre. Szubareális környezetben nagyobb lávavastagságnál a mélyebb részeken szükségszerűen megindul az alapanyag kristallizáció és devitrifikáció, kialakítva a riolit szöveti

7

kimutatható. A Mulató-hegyi riolitot hialopilites szövete is egyedivé teszi a hazai savanyú lávák között. A szanidín mikrofenokristályok magas aránya az alacsony viszkozitás és a kis extrúziós és hűlési sebesség következménye.

**Telkibánya Ósva-völgy menti testek paleovulkáni rekonstrukciója** A telkibányai mintaterületen a szubareális dómk és lávaár jellegű helyfoglalás összehasonlító jellemzésére nyílt lehetőség. A fáciesesorrrend alapján meghatározható volt a lávadómk összetett (Cser-hegy) vagy monogenetikus jellege (Ó-Gönc, Ork-hegyek) és az erózió relatív mértéke is. A Kőgát környezetében a vizsgálatok egy több km<sup>2</sup> kiterjedésű lávaár szerkezetet igazoltak, amelyet a szöveti zónák és szerkezeti elemek lefutási vonalainak segítségével horizontális (kürtő, lávafolyás) és vertikális metszetben (fácieszónák) tagolni lehetett. További eredmény, hogy a recens lávafelszínekről leírt jelenségek (CASTRO ET AL. 2002<sup>10</sup>) segítettek a *mikroexploziós breccsákat* létrehozó autobreccsásodási mechanizmus felismerésénél.

**Az abaujzántói Sátor-Krakó hegycsoport paleovulkáni rekonstrukciója.** A gerinc feltárásai egy savanyú lávaár bázis övét reprezentálják, amelyből az alsó üveges és a riolit zóna volt azonosítható. A fektől felül a perlitiken át a riolitig kialakult fácies övek a hűlési ráta egyenlőtlenségeinek függvényében fejlődtek, amely egy *alsó devitrifikációs front* rekonstrukcióját tette lehetővé. Mozgás közben a felszín egyenetlenségei miatt kialakuló áramlási különbségeket a jól fejlett laminaritással jellemezhető fluidális, és az örvénylő egymásba fonódó, kavargó rajzolatokkal jellemezhető sílres riolitváltozatok képviselték. A hegység Ny-i peremén a hegyláb felszín képződés és a pleisztocén völgyfejlődés a lávaárszerkezet szinte teljes egészét lepusztította.

**A Tokaj-Lebuj és Dereszla dómk paleovulkáni rekonstrukciója.** A Lebuj és Dereszla dómk esetében az alsó erodált riolit felszínre üveges lávatestek települtek. A Lebujnál az alsó riolit terepakadályt képezett az őt mag alá temető, felső, kisebb vastagságú, üvegebb lávaár számára, amelynek algyűrődött front részén részben újra felhevült. Összefüggőbb riolit zóna csak a bázisív környékén jelentkezett, intenzív litofizika képződéssel kísérve. A felsőbb üveges részek hidratációjával a jellegzetes marekanitos perlit fácies alakult ki, változó mértékben oxidált részletekkel.

A Dereszla esetében egy dómszegély kihűlés közben bekövetkezett gravitációs átmozgatásra utaló jelleg (szin eruptív piroklaszt) ismerhető fel. Az alsó riolitok durvább szemcseméretű, granofiros, rekrisztallizált szövete a fiatalabb lávák újraképződését bizonyítja.

<sup>10</sup> CASTRO, J. – CASHMAN, K. – JOSLIN, N. – OLMSTED, B. 2002 Structural origin of large gas cavities in the Big Obsidian Flow, Newberry Volcano *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 114. p. 313-330

6

változatait. Ha a riolit a felső (dómk esetében külső) üveges zóna nélkül táruul fel az intenzív eróziós lepusztulást bizonyítja. A Tokaj-Lebuj esetében például azt jelenti, hogy a szarmata végi szárazföldi – tengerparti környezet eróziós sebessége olyan jelentős mértékű volt, hogy a radiometrikus koradatok hibahatárán belül (± 0,5 m év) képes volt a testek üveges szegélyeinek letarolására.

**A lávadómk és lávaárak szin eruptív és epiklaszt fáciesek rétegtani besorolása** A Tokaj-hegységben a vulkáni működés szünetében keletkezett vulkanogén üledékeket a tufaképződményekhez sorolták (pl *Abaujzántó, Sulyom, Gyűr-tető, lavinatufa*). szin eruptív vulkanoklasztitokat nem írtak le. E képződményeket, ha a lávakőzetek dominálnak a forrásrégióknak megfelelő lávaszólyt tagozatba (vagy formációba) kell átsorolni (pl. Abaujzántó: a Vízaljai Riolit tufa Formációból a Sulyomtetői tagozatba).

#### A SZÖVETI-MODÁLIS ÉS MIKROFÁCIESTANI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

**A dómk és lávaár szövet mikrofácies analízis szétválasztása.** A mikro-szöveti változatokat a fáciesekhez hasonlóan a lávák szöveti-hűlési modelljével sikerült megfelelően értelmezni. Ez alapján a dómk és lávaárak a hűlési-mozgási folyamatok különbségei révén, már a mikro szöveti bélyegek alapján szétválaszthatóvá váltak. A lávaárak esetében a kürtőtől eltávolodó olvadék egyszerűbb hűlési folyamattal érte el a környezeti hőmérsékletet és laminárisan irányított mikro és kriptomikroszövet (felzites) szövet típusok alakultak ki. A lávadómk anyaga azonban a kürtő környezetében halmozódott fel és az egymást követő extrúziós fázisok szakaszos olvadék (és hő) utánpótlása és hosszabb ideig tartó hűlése miatt egymást többszörösen átfedő, kevésbé irányított, durvább szemcseméretű (*közép és finomszemcsés*) szöveti rendszert hozott létre, gyakran a korábbi fázisok anyagának teljes rekrisztallizációjával.

**Szövet típusok összehasonlító értékelése** A magmakamra hőmérsékletkülönbségei, a frakcionáció és asszimiláció vezérelte konvekciós folyamatok miatt kis fenokristálytartalmú savanyú olvadékok alakultak ki, amelyek lehűlésével többnyire hialinos szövetű kőzetek (*Tokaj-Lebuj, Dereszla, Abaujzántó*) alakultak ki. Ettől eltérő szöveti jelleg csak Barabás és a Lőrinci esetében jelentkezett. A barabási riolit *vitrofiros* szövete többgenerációs földpátkristályosodás következménye. A lőrinci-i előfordulás mikrofenokristályokban gazdag, hialopilites szövete a kis SiO<sub>2</sub> és az alapanyag nagy alkália tartalma miatti csökkent viszkozitású, mérsékelt hőkierakulású szubvulkáni környezet következménye. A Kaszonyi-hegy kivételével (~1% piroxén) a színes kőzetalkotók (biotit, amfibol, piroxén) mennyisége alárendelt volt.

**Földpát generációk** A földpátok alakja a túlhűlés mértékének és kristallizációs időtartam függvényében változott. Általában 3 generációban

8

jelentek meg, 100 µm-mm tartományban. Az egyenletes hűlés melletti táblás jeletet ( $\Delta T = 10\text{--}50^\circ\text{C}$ ), a hűlési ráta növekedésével léces, tús habitus ( $\Delta T > 50^\circ\text{C}$ ) váltotta fel. A növekedés elhúzódsága és az olvadék összetétel változásai miatt általános volt a zónásság (pl. *Telkibánya, Kaszonyi-hegy*) és a poliszintetikus ikerlemezség (*Lebuj*). Idiomorf szanidinek több méretgenerációban, táblás és karlsbadi ikres habitussal jelentkeztek, s a *Lebuj* és a *Dereszla* esetében domináltak („ortoklász riolitok”). A mikrofenokristályok (plagioklász és szanidin) a devitrifikáció és alapanyag krisztallizáció előtti utolsó nukleációs eseményt jelentették, a fűhűlés mértékétől függő megnyúlással. Legnagyobb mennyiségben (>40%), a *Lőrinci Múlató-hegy* kisebb viszkozitását, szubvulkáni fácieskörnyezetében kristályosodtak.

**Fenokristály fragmentáció.** A földpátok nagyméretű (150-300 µm) alapanyag zárnyaljai és hasadási vonalai az olvadékmegmozgás különböző stádiumában bekövetkezett mechanikai igénybevételnél jutottak szerephez. A kürtőben bekövetkezett dekompreszió az alapanyagzárnyalok mentén szétesést okozott (*Dereszla*). A fragmentációs folyamat az intenzív hűlés és illóvándorlás alatt álló külső, horzsás breccszónák esetében érte el a maximumát. További intenzív igénybe vett övek a belső riolitos magrészek ún. devitrifikációs breccszónái voltak (*Telkibánya*). Gyakorikak a hűlés végső stádiumában a kompaktáció miatt elhasadt, szét nem sodródott egyek.

#### GEOKÉMAI ÖSSZEHASONLÍTÓ ÉRTÉKELÉS

**A fáciesek geokémiai jellegzetességei.** A perlitkutatók területi koncentrációja miatt a fáciesek geokémiai összehasonlítása a Tokaji-hegység északi riolitterületén volt lehetséges. A kőzetváltozatok geokémiai alapú fáciesstani szétválasztásához az  $\text{SiO}_2$ , az alkáliák, a vas és a víztartalom használhatók fel. Az elemarány módosulásokat előidéző oxidációs folyamatok a külső breccsás – horzsás zónákban és a devitrifikáció öveiben jelentkeztek legmarkánsabban. A  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$  aránya a horzsaköves perlitbreccsánál érte el a maximumát, a tömör üveges fáciesek irányában észlelhető csökkenést (obszidián jellegű, gyöngyköves) a devitrifikáció erősödésével ismét növekedés váltotta fel. A perlitváltozatok esetében a hidratációs és ioncsere folyamatok előrehaladásával együtt járt a térfogatsúly csökkenése, az  $\text{Na}_2\text{O}$  az  $\text{SiO}_2$  kioldódása, valamint a  $\text{K}_2\text{O}$  és az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  arányainak növekedése, amely jól korrelált az üveges fáciesek testen belüli elhelyezkedésével. A legnagyobb víztartalommal és elemeloszlási szélsőértékekkel a horzsaköves perlit, horzsaköves perlitbreccsa, jelentkezett, amely összefügg a horzsásodás fajlagos felületet növelő hatásával és hűlés-mozgás eredményeként létrejött kihűlési repedésrendszer sűrűségével.

**Területi összehasonlítás.** A fő, nyom és ritkaföld elemkoncentrációk alapján a hasonló Tokaji-hegységi minták mellett a barabási és lőrinci előfordulások mintázata eltérő volt. A *barabási Kaszonyi-hegy* anyagát nagy  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ , 9

$\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ , kis  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  értékek, nyomelemek közül nagy Ba, Sr, kis Rb, Th tartalom jellemezte. Ritkaföld mintázatban a legkevésbé fejlett Eu anomália és kis ΣREE tartalom jelentkezett. A *Lőrinci Múlató-hegyi* riolit olvadékejlődésében a kéregben lezajlott folyamatok már dominánsabban voltak jelen. Főelem összetétele a Kaszonyi (kis  $\text{SiO}_2$ , nagy  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$ ), nagy kálium tartalma, nyom (nagy Ba, Sr, Zr, Y kevés Rb) és ritkaföld mintázata (nagy ΣREE) egyes tokaji riolitokkal (Abaujszántó, Mád) mutatott rokonságot. A *Tokaji-hegységben* az ártufaközpontok sekély magmakamráiban homogénebb olvadékosztétel alakult ki, a nagy  $\text{SiO}_2$  és kicsi  $\text{TiO}_2$  ill.  $\text{FeO}$ , tartalom mellett az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ingadozása és a déli terület nagyobb összes alkália tartalma volt szembetűnő. Nagyok az ásványi fázisokba be nem épülő, inkompatibilis nyom és REE koncentrációk (Rb, Th, La, Ce, Y, Yb, Lu). A Ba mennyisége szanidin krisztallizáció esetén lecsökkent (*Lebuj*).

A jellemzők alapján barabás esetében az olvadékejlődésben a frakcionált krisztallizáció dominánsabb, míg a felső kéreg kontamináció a többi előforduláshoz viszonyított korlátozottabb volta valószínűsíthető. A kéregolvadékok és kontamináció részarányának növekedésével a geokémiai jelleg már Lőrinci esetében jelentősen módosult, mely tendenciák Tokaji-hegységi nagy olvadékmennyiséget tároló ártufaközpontok magmakamrái esetében fejlődtek még érettebbé.

10

#### AIMS

The acid lavas of Eperjes-Tokaj and Selmec-mountains are emplaced in unique diversity amongst members of the Inner Carpathian volcanic chains. Their quest connected mainly with raw material research and was finished by the end of the 1970's. Since the completing perlit prognoses in the Tokaj Mountains, new volcanological outcomes were hardly or only partly integrated in the petrogenesis and facies investigations of the acid lavas. After systemizing literature and fieldwork databases advances were possible in the following fields:

- *Reassessment of the volcanological research methodology of 1960-1970s*
- *Applications of the new interpretations of the facies genetic processes*
- *Outlining acid flow and dome emplacement models based on international analogies*
- *Palaeovolcanic reconstruction of the examined occurrences.*
- *Identifying primary volcanic forms and determining the scale of erosion*
- *Resolving terminological and methodological problems of the microtextural examinations, making classical domestic and international terminology parallel.*
- *Re-interpretation of acid macro- and microtextural variations that was connected to the volatile content of the melt earlier.*
- *Geochemical database establishment and comparative facies and regional evaluation.*

#### • STUDY AREA

Considering the examination aspects, the primary object was not the monographical re-investigation of the topic but the detailed facies, textural and associated geochemical description of the lava bodies which were emplaced in the distinct palaeovolcanic environments (subvolcanic, submarine, subareal). The fact that the acid lava bodies were only partly exposed (talus, flow center) by crossing valleys, road cuts and outcrops presented difficulties. Therefore outcrops of 3-4 distinct occurrences had to be fit together in order to outline the palaeovolcanic flow and dome models.

The preliminary perambulations referred to a larger area. Detailed sampling was carried out in the almost the whole region of the Tokaj Mountains (Szerencs, Pálháza, Erdőhorváti, Telkibánya) and the Mátra (Gyöngyosolymos, Lőrinci). When interpreting the results 5 outcrops were included into the domain of processed occurrences surveyed in the same detail and by methodology.

#### Mátra:

Lőrinci Múlató-hill (subvolcanic criptodome)

#### Tokaj Mountains

Telkibánya Ósva-valley rhyolite volcanism, (lava flow, domes)

Abaujszántó: Sátor-Krakó range (only flow base)

Tokaj, Lebuj inn (dome, flow base), Dereszla (dome margin)

#### Trans Tisza

Barabás, Kaszonyi-hill, (flow center)

#### DATABASE, ANALYTICAL METHODS

Unevaluated processes of the volcanic facies zones enforced the imperative processing of international technical literature from the finish of Hungarian surveys. Grouping of the digital publication database was carried out on a regional basis and by volcanological (facies concept, emplacement mode, hydration,) and geochemical subtopics.

During evaluating literature it became evident that the level of notoriousness considering Lőrinci and Barabás localities was low compared to the occurrences in the Tokaj Mountains investigated in detail. The primary tasks of field investigation of lava bodies were the identification of the facies zones, marking off its boundaries and giving macrotextural descriptions and revealing time and space connections.

Numerous polished samples were made for the macrotextural investigations. Quantitative description of textural domains which can be defined in this scale was made by digitization and planimetry. Following stereomicroscopic description at least 3-5 thin section was made from every facies zones thus its numbers exceeded the 100 pieces from the five occurrences. In the course of thin section analysis the base line aligned measurements was carried out first with 300 000 µm optimal length. In the case of samples with minimum phenocrystal content the optimal length was significantly longer therefore additional measurements had to be performed on planimetry basis.

Controll determinations of mineral constituents of some samples were made by X-ray diffraction (Philips PW 1730) in the laboratory of Geological Institute of Hungary (MAFI). The main, trace and rare earth elements determinations (Department of Geology and Mineralogy, University of Debrecen, MAFI) were carried out on homogenized average samples by traditional gravimetry and ICP-MS method. Separation of  $\text{H}_2\text{O}$  bonding types of rhyolites and perlitites was carried out by thermal analyses. Morphological description of mineral associations in the lithophyas and microtextural and semi-quantitative geochemical characterization of the spherulitic and disperse groundmass crystallization (felsite) was performed by scanning electron

microscope investigation (Department of Solid State Physics, University of Debrecen). K/Ar dating was made at the Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences, Debrecen on pulverized samples.

#### GENERAL VOLCANOLOGICAL PROBLEMS OF THE RESEARCH

*Open system degassing model application.* Development of the acid lava facies zones and changing of eruption styles (e.g. lava flow activity after pumice ash falls) were not explained completely by the previously applied closed system degassing model (or permeable foam model, VOLAROVICS & LEONTIEVA 1937, EICHELBERGER ET AL. 1986) that was widely used in the Russian, Hungarian and American literature. Contradictions were dissolved by verification of intensive volatile flowing in the direction of the country rock.

*Lava facies zones and textural variations interpretations with the acid melt cooling model.* Avoiding the former over detailed classifications the crystallinity-textural system of the rhyolites was made parallel to the cooling system of acid lavas (BONNICHSEN & KAUFMANN 1987, SWANSON ET AL. 1989). The lower thermal boundary of micro and cryptocrystalline varieties is the thermodynamical solidus of silicate glass (*glass transition temperature*). The proportion of glass and rhyolite was determined by the degree of melt undercooling. The ratio of the glass increases from near surface environment (shallow subvolcanic) toward the subareal and submarine conditions.

*Application of new facies genetic interpretations and identification during fieldwork.* Previously not adequately interpreted emplacement processes were responsible for the formation of many exterior glassy facies (quench fragmentation, shearing forces, vesiculation). The formation of *red-black perlite breccias* can be interpreted by the releasing of micro-explosion of secondary volatile accumulation zones in near surface environment which was influenced by stretching forces of moving flow surface. The *devitrification front* evolving as the function of cooling rate was defined by experimental basis (LOFGREN 1970, 1971). The identification of such zones rendered the course of cooling processes of contacts possible (Sátor-hill at Abaújszántó, Mulató-hill at Lőrinci). The *acid syneruptive pyroclasts*, which deposited from gravitational debris avalanches of lavadome rims were not identified previously. If the accumulated material was homogenous these were characterized as lava deposits, and when mixed with tuff they were determined as epiclast reworked tuff ("avalanche" tuff, Abaújszántó).

*Emplacement of the lava domes and flows.* Our dome and flow models were based on domestic and international facies investigations. In these, the proportion of the brecciated-coherent and the glassy and crystalline facies

13

side of Tokaj Mountains denuded almost the whole sequence of the lava flow structure.

*Palaeovolcanic reconstruction of the Tokaj-Lebuj and Dereszla domes.* In the case of the Lebuj and Dereszla domes glassy lava bodies developed on the lower, denuded rhyolite surfaces. At the Lebuj the lower rhyolite formed a barrier for the covering, thinner glassy flow the under crinkled front of which was re-heated partly. Continuous rhyolite zone was present only a the flow base accompanied by intense vesiculation and lithophysa development. Variable oxidized marecanitic perlitites were formed by the postgenetic hydration of the outer glassy parts. At the Dereszla, gravitational reworking of outer dome parts took place during chilling and deposited as syneruptive pyroclasts. The rough granulation, granophyric, recrystallized textures of the lower rhyolites demonstrate the re-heating influence of the lavas.

*Palaeovolcanic reconstruction of the Kaszony-hill, Barabás* The structural elements of Kaszony-hill rhyolite made the reconstruction of emplacement and quenching processes at the end of an acid, viscous lava flow possible. On the main quarry wall the ellipsoidal, columnar jointed flow center can be identified while the sidewalls represented the sheeting jointed flow front which moved into local depressions and became congested. Main features of the lower parts are the well developed laminarity and phenocryst alignment. Flattened veins on the upper parts with decreasing lithostatic pressure widened into lithophysas.

#### VOLCANO-STRATIGRAPHIC CONCLUSIONS

*Fusion of Kishuta Rhyolite and Pálháza Perlite Members.* In the course of volcano-stratigraphic reassessment of the Tokaj Mountains the rhyolite (*Kishuta Rhyolite Member*) and perlitites (*Pálháza Perlite Member*) were separated in independent sections within the Szerencs Rhyolite Tuff Formation. In virtue of our volcanological models the separation of the two members reflects the erosion and not the petrogenetical relationships. The fully glassy outer facies zones cannot be separated as an individual stratigraphic unit from inner rhyolitic zones developed together with them.

*Revision of the dismembered volcano-stratigraphic classification.* Similarly to the perlite-rhyolite problem, stratigraphic separation of the pyroclast facies considered not the cooling units of explosion cycles. This practice must be changed in the near future, instead of the adopted methods of sedimentary geology a new classification is needed which consider the volcanological unity of the pyroclast deposits.

*Proposals for new type localities.* The type sections of single formations and members are often represented by exploratory drillings. In most cases outcrops and quarry walls can be defined besides these where the melt

15

zones were characterized on the basis of their emplacement environment (subvolcanic, submarine, subareal). The paleovolcanic environment and reservation mode (flow or dome) can be identified in the field on the basis of facies geometry and the arrangement of structural elements. In the case of the lava domes, the textural zones are ordered around the vent as step zones in the rhythm of dome building up. In the case of flattened flows the facies fitting palaeomorphology are arranged as subhorizontal parallel zones along the bedrock. The erosion rate was calculated on the basis of the data of the exposed facies zones (lava base, centre, talus).

#### VOLCANO – FACIES CONCEPT REAMBULATION OF THE OUTCROPS

*Palaeovolcanic reconstruction of the Mulató-hill, Lőrinci.* On the score of the proportion of exposed glassy (vitrophyre) and rhyolite facies and the presence of the devitrification front also at the base and top regions, the shallow subvolcanic character can be proved on the contrary of the former lava flow origin. The post volcanic alterations near the upwelling hydrothermal vents caused caolinitic alterations and fading of the rocks. The most intensive changes affected the lower hyaloclast, brecciated zone. On the cavity walls restricted low-sulphide ore indication also identifiable. The hialopilitic texture of the Mulató-hill rhyolite is also a unique feature amongst the Hungarian acid lavas. The large scale of sanidine microphenocrystals was the consequence of low viscosity, slow extrusion and cooling rate.

*Palaeovolcanic reconstruction of the lava bodies, along Telkibánya Ósva-valley.* The comparative analysis of the subareal dome and lava flow activity could be carried out on the Telkibánya acid paleovolcanic field. The composite (Cser-hill) or monogenetic (Ó-Gönc, Ork-hills) character and the relative erosion scale was determined on the basis of facies successions. Our survey verified an acid paleoflow structures in the Kőgát surroundings extending to over several km<sup>2</sup>. This flow was dismembered also horizontal (vent, flow region) and vertical sections (facies zones) on the basis of outlining of textural domains and structural elements. Another result was identification of autobrecciation mechanism of the micro-explosion breccias with the support of case studies of recent flows.

*Palaeovolcanic reconstruction of the Sátor-Krakó range, Abaújszántó.* The outcrops of the range reveal the acid lava flow base from which only the lower glassy and rhyolite zone can be studied. The facies zones from the bedrock through the perlite varieties to the rhyolites were developed as a function of inequality of cooling rate which made the reconstruction of the lower devitrification front possible. The palaeosurface roughness caused flowing inequalities in between moving that resulted in fluidal textures with well-developed laminarity and the schlieren varieties with whirling, interlined tracery. Pedimentation and Pleistocene valley development at the western

14

movement and quenching processes can be studied in situ. E.g. *Kishuta Rhyolite Member*: beside borehole Kishuta-1 rhyolite-perlite outcrops at Tokaj-Lebuj. Sulyomtető Rhyolite Member: beside borehole Abaújszántó-3 outcrops of Sátor-hill.

*Establishment of new stratigraphic member.* In the case of Mulató-hill, Lőrinci, K/Ar radiometric dating of the rock verified a younger age (14,8±0,5 Ma) than the denominator Gyöngyössolymos Rhyolite Formation (15,9±0,5). The subvolcanic character which is similar to the Petőfibánya dacitic bodies also differ from the subareal nature of Gyöngyössolymos Kis-hill furthermore the geochemical features are also distinct. Relying upon these findings it seems to be reasonable to separate as an independent stratigraphic unit.

*The rhyolite as an indicator of subareal extrusion mechanism and intense denudation.* Based on our volcanological model, totally glassy-perlitic bodies could have been developed only by intense submarine undercooling of the melt or by fast quenching of smaller dyke-like intrusions. In subareal environments the groundmass crystallization and devitrification to form rhyolite textural varieties at larger lava thickness are necessarily beginning. If the rhyolite is exposed without the upper (at lava domes, outer) glassy zones, it verifies intense erosion. In the case of the Tokaj-Lebuj, denudation rate of the continental – littoral environment of the Sarmatian stage was so intense, that the glassy margins of the lave bodies could have been eroded within the error limit of K/Ar dating (±0,5 Ma)

*Stratigraphic classification of syneruptive and epiclast facies of flows and domes.* Volcanic sediments developed during pauses of volcanism were formerly classified into the tuff formations (pl, Abaújszántó, Gyűrű-crest, avalanche tuff) and syn-eruptive pyroclasts were not identified. These formations if the volume of the lava rocks dominates have to be classify into the appropriate lava rock member (or formation, Abaújszántó, from Vizsoly Rhyolite Tuff Section to Sulyomhill Member).

#### RESULTS OF THE TEXTURAL, MODAL AND MICRO FACIES INVESTIGATIONS

*Dissociation of lava dome and flow based on micro facieses.* Micro-textural varieties can be interpreted by the textural-cooling model of the lavas similarly to the facies. Relying upon these findings domes and flows were separated by micro-textural differences of cooling-moving processes. In the case of flows the withdrawing melts from the vent reached the ambient temperature by a pure cooling process and laminar directed micro and cryptocrystalline (felsitic) textures were formed. Materials of the domes was still accumulated near the vent and melt and heat supply of the successive extrusion phases and the longer cooling was brought in the development of rough granulated, multiple overlapping less directed textural scheme

16

(medium and fine grained), with complete re-crystallization of the fabric of former stages frequently.

**Comparative modal textural investigations.** Because of the temperature inequalities of the magma chambers, together with the convectional processes directed fractionation and assimilation acid melts with small phenocrystal contents were formed. With the cooling of these, generally hyalinitic textured rock varieties were formed (*Tokaj-Lebuj, Dereszla, Abaújszántó, Telkibánya*). Different textural characters were present only in the case of Barabás and Lőrinci. The vitrophyric texture of the Barabás rhyolite was the consequence of multi phase feldspar crystallization. In the case of the hyalopilitic, micro-phenocrystal rich texture of the Lőrinci occurrence was the result of the low viscosity environment as the consequence of low  $\text{SiO}_2$  and high alkaline content of the groundmass and subvolcanic environment with restricted heatflow. The amount of mafic rock forming minerals (biotite, amphibole, and pyroxene) was subordinate with except for the Kaszonyi-hill (pyroxene 1%).

**Feldspar generation.** The shapes of the feldspars were varied as the function of the rate of undercooling and crystallization time. They generally appeared in three generation in the 100  $\mu\text{m}$ -mm domain. The tabular habit during equal cooling ( $\Delta T = 10\text{--}50^\circ\text{C}$ ) was changed by lath shaped and needle-like habit with the increasing cooling rate ( $\Delta T > 50^\circ\text{C}$ ). Prolong growth and changing in melt composition are reflected in the overall zoning (Telkibánya, Kaszonyi-hegy) and polysynthetic twinning (Lebuj) of the plagioclases. Idiomorphic sanidines with tabular and Carlsbad twinned habit were dominated in the rocks of Lebuj and Dereszla ("orthoelase rhyolites"). The growth of micro-phenocrystals (plagioclase and sanidines) was the last nucleation event before devitrification and groundmass crystallization and their elongation was dependant on undercooling. These crystallized in highest amount in the lower viscosity, shallow subvolcanic palaeo-environment of Mulató-hegy at Lőrinci.

**Phenocrystal fragmentation.** The oversized groundmass inclusions and fracture lines of the feldspars had a main role in the mechanical stress during the last period of the melt moving. Decompression in the vent caused disintegration along the groundmass inclusions (Dereszla). The fragmentation process was most expressed at the outer, pumiceous brecciated zones which were under influence of intensive cooling and volatile migration. Other intensively broken zones were the devitrification breccias belts of the inner rhyolitic cores (Telkibánya). Due to compaction during last stage of cooling, torn, untwisted specimens are frequent.

17

#### COMPARATIVE GEOCHEMICAL ASSESSMENT

**Facies geochemistry.** Because of the regional concentrations of perlite raw material research comparative facies geochemistry description was carried out in northern rhyolite district of the Tokaj Mountains. For geochemical classification on the basis of volcanic facies investigation the  $\text{SiO}_2$ , alkaline, iron and water contents were applied. Oxidation processes caused sharp element ratio changes in the outer brecciated-vesiculated and in the inner devitrificational zones. Proportion of the  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$  ratio was the highest in pumiceous perlite breccias; it decreases toward the coherent glassy facies zones and increases again with intensifying devitrification. In the case of perlite facies the progression of the hydration and ion exchange processes was accompanied by the decrease of volume weight, leaching of  $\text{Na}_2\text{O}$  and  $\text{SiO}_2$  and increasing ratio of the  $\text{K}_2\text{O}$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . It had a good correlation with the position of the facies zones inside the lava bodies. Highest water contents and element dispersion end values were found in the pumiceous perlite, pumiceous perlite breccias which correlated with specific surface enlargement effect of vesiculation and cooling movement produced cleavage density.

**Regional geochemistry** Based on major, trace and rare earth element concentrations, beside the similar samples of the Tokaj Mountains, patterns of the Barabás and Lőrinci occurrences were different. The Barabás, Kaszonyi-hill had high  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  and low  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  values, from trace elements Ba, Sr and low Rb, Th content were high and low respectively. In the REE patterns, least developed Eu anomaly and low  $\Sigma\text{REE}$  were present. In the differentiation of the Mulató-hill at Lőrinci, the upper crust evolution was already predominant. Major element composition was similar to the Kaszonyi (low  $\text{SiO}_2$ , high  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$ ), high  $\text{K}_2\text{O}$  content, the trace (high Ba, Sr, Zr, Y, low Rb) and REE patterns (high  $\Sigma\text{REE}$ ) showed relationship with Tokaj rhyolites (Abaújszántó, Mád). In the Tokaj-mountains, more homogenous melt composition evolved in the shallow magma chambers of the ash flow centers. Beside the higher  $\text{SiO}_2$  and lower  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ , content, the fluctuation of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and higher total alkaline content of the southern rhyolite district was well marked. The incompatible trace and REE elements (Rb, Th, La, Ce, Y, Yb, Lu) which were not partitioned in mineral phases also had large concentrations. The amount of Ba in the case of sanidine fractionation decreased. On the basis of geochemical features, at Barabás the fractional crystallization was more dominant, while the upper crust contamination had a restricted role in the melt evolution compared to other occurrences. With increasing ratio of crust derived melts and contamination the geochemical character was already changed in the case of Lőrinci, which tendencies was more evolved in the case of ash flow centers in the Tokaj-mountains containing high volume of melt.

18

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet szeretném kifejezni témavezetőmnek, Kozák Miklósnak a munka során biztosított szakmai támogatásért, publikációim és a dolgozat kéziratainak gondos revíziójáért. Hálával tartozom Gyarmati Pálnak, aki vulkanológiai kutatási tapasztalatainak átadásával, forrásanyagok rendelkezésre bocsátásával járult hozzá munkám sikeréhez. Köszönetemet fejezem ki Debreceni Egyetem Ásvány és Földtani Tanszék dolgozóinak, akik a közetminták geokémiai, vékonycsiszolat vizsgálati előkészítésében és elemzésében részt vettek. Köszönet a Nyíregyházi Főiskola tudományos bizottságának a munka befejezéséhez nyújtott anyagi támogatásért. Végül, de nem utolsósorban hálát fejezem ki feleségemnek, Szepesi Zsuzsannának, a családi tennivalók melletti folyamatos támogatásáért.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I express my thanks to my consultant of studies, Miklós Kozák for his support during the research, and careful revision of my publications and dissertation. I have to gratitude Pál Gyarmati for submitting his volcanological experiences and made available research literature to contribute the success of this work. I express also my thanks towards the employees of the Department of Mineralogy and Geology, University of Debrecen who took part in geochemical analyses and thin section preparation of the samples. Moreover thanks for financial support of the Scientific Committee of the College of Nyíregyháza to knocking off work. Last but not least I tender my thanks to my wife, Zsuzsanna Szepesi, for continuous support in adjoining family issues.

#### A TÉMÁBAN MEGJELENT TANULMÁNYOK

##### HAZAI TANULMÁNYOK

- SZEPESI J.– ÉSIK ZS – VINCZE L. 1999 Egy védett földtani objektum értékteltáró-minősítő vizsgálata, A Tokaj-Lebuj riolit-perlit feltárás XXIV. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Földtudományi tagozat, Környezetföldtan szekció *Kézirat DE Ásvány és Földtani Tanszék Adattár*
- SZEPESI J. 2004A A savanyú vulkanizmus sztratigráfiája és területi tagolása ÉK-Magyarországon *Nyíregyházi Főiskola Természettudományi Közlemények* 4. p. 261-275
- SZEPESI J. 2004B A Kaszonyi-hegy paleovulkáni rekonstrukciója és geokémiája *MTA Sz-Sz-B megyei Tudományos Testület XIII. Tudományos Ülésének konferencia kiadványa* p. 339-349

19

- SZEPESI J. 2004C A riolitos vulkanizmus formáinak és fáciesének bemutatása digitális terepmodellek segítségével HUNDEM konferencia 2004, *Digitális domborzatmodellezés használata a környezet és mérmóktudományokban konferencia CD melléklete* Miskolci Egyetem Természetföldrajzi Tanszék
- SZEPESI J. 2005A Hidrotermális elváltozások a Szerencsi-dombság közeitén *In: Szerencs, Tokaj-Hegyálja kapuja a 2005 április 15-16-án megtartott tudományos konferencia előadásai* p. 23-38
- SZEPESI J. 2005B Közettani felépítés és völgyfejlődés kapcsolata miocén vulkáni területen Abaújvár környezetében *Nyíregyházi Főiskola Természettudományi Közlemények* 5. p. 261-275
- SZEPESI J. 2006 Laboratóriumi kísérletek szerepe a riolitos vulkánkitörések természetének megismerésében és alkalmazásuk a hazai vulkanológiai kutatásokban *Nyíregyházi Főiskola Természettudományi Közlemények* 6. p. 251-271
- SZEPESI J. 2007A Az abaújszántói Sátor-Krakó hegycsoport földtani és morfológiai fejlődéstörténete in: *Szerencs, Dél-Zemplén központja a IV. Tájföldrajzi Konferencia előadásai* p. 95-105
- SZEPESI J. 2007C Textural zonation and geochemistry of an acidic lava flow base, a case study of Sátor-Krakó range, Abaújszántó, Tokaj-mountains *Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Geology, Geomorphology, Physical Geography Series* 2. p. 105-115
- SZEPESI J.– KOZÁK M 2008. A telkibányai Cser-hegy-Ó-gönc riolitvonulat fácies genetikai és paleovulkáni rekonstrukciója *Földtani Közlöny*, 138/1 p. 61-83
- SZEPESI J. 2008. Savanyú lávatestek paleovulkáni formáinak vizsgálata a Tokaji-hegységben *IV. Magyar Földrajzi Konferencia előadásai, konferencia kiadvány* p. 91-98

##### ANGOL NYELVŰ TANULMÁNYOK

- SZEPESI, J., KOZÁK, M. & PAPP, I. 2006 Facies architecture and petrology of a Badenian shallow subvolcanic rhyolite body, Mulató Hill at Lőrinci, Mátra Mts. (Hungary) *Acta Mineralogica-Petrographica Abstract Series* 5 3<sup>rd</sup> "Mineral Sciences in the Carpathians" Conference Abstracts p.116.
- SZEPESI J. 2007B Textural zonation of the Cser-hill composite rhyolite lava dome, Telkibánya, Tokaj-mountains, Hungary *6th International conference of PhD Students* p. 249-254
- PÜSPÖKI, Z. – KOZÁK, M.– KOVÁCS-PÁLFFY, P.– SZEPESI, J.– MCINTOSH, R – KÖNYA, P.– VINCZE, L.– GYULA, G. 2008 Geochemical records of a bentonitic acid tuff succession related to a transgressive systems tract – tracing of changes in the volcanic sedimentation rate *Clays and Clay Minerals* 56. no 1. p. 23-38. DOI: 10.1346/CCMN.2008.0560103

20

KÖNYVRÉSZLETEK

GYARMATI P.– SZEPESI J. 2007 Fejlődéstörténet, földtani felépítés, földtani értékek *in: A Zempléni tájvédelmi körzet, Abaúj-Zemplén határán monográfia*, Bükk Nemzeti Park Igazgatóság Eger p. 15-44.

SZEPESI J. 2008 A Zempléni-hegység földrajzi lexikona, geológia, fejlődéstörténet 35 db szócikk, megjelenés alatt