

## Újabb adatok a Somló felszínfejlődéséhez

KOVÁCS ISTVÁN PÉTER<sup>1</sup>

### Abstract

#### New data on the geomorphic evolution of Somló Hill (Hungary, Transdanubia)

Based on new results of investigations the geomorphological development of Somló Hill has been reinterpreted. The study of landforms, the radiometric data and sedimentological evidence obtained (e.g. red clay, desert varnish) prove that volcanic activity is likely to have finished before the Béraltavarian stage. First the volcanic rocks were formed under arid climatic conditions in the Late Miocene. The pediments, deflation hollows and yardangs developed at that time. Then the subtropical climate of Middle Pliocene reshaped the investigated area intensely. During the Pleistocene derasional valleys and columnar basalt formed and the periglacial sediments of the hill developed. An increased amount of precipitation in the Holocene caused the renewal of landslides and had intensified linear erosion. The anthropogenic forms of the hill appeared as early as the Bronze Age and have become even more frequent since the 12th century due to extensive viticulture.

### Bevezetés

A bazaltplatós tanúhegyek kialakulása és ehhez kapcsolódóan a bazaltvulkanizmus kora régóta vitatott kérdése a hazai földtudományoknak. Számos kutatás látott már napvilágot e területen, de többségükben a Tapolcai-medencére és környékére terjedtek ki. Emellett viszonylag kevesen (BOKOR P. 1965, 1988, 1996), és csak érintőlegesen foglalkoztak a Marcal-medence tanúhegyeinek geomorfológiájával, így a Somlóval is. Tanúhegyeink felszínfejlődésében vitás kérdések főleg a vulkanizmus korának (eltérő radiometrikus kormeghatározások), ill. a harmad- és negyedidőszak kronológiájának, paleoklimájának és ebből következő felszínfejlődésének különböző értelmezéséből fakadnak. Problémát jelent továbbá az is, hogy az egykori paleofelszínre kiömlött bazalt és a mai medencefelszín közül hogyan tisztítódott ki a hozzávetőlegesen 160–180 m vastag üledékösszet.

A legújabb abszolút kormeghatározási, geomorfológiai és egyéb eredmények tükrében időszerűnek tűnik az, hogy a Somló újabb szemléletű felszínfejlődési vázlatát elkészítsük.

<sup>1</sup>PhD-hallgató, Földtudományok Doktori Iskola. Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar. 7624 Pécs, Ifjúság útja 6. E-mail: vonbock@gamma.ttk.pte.hu

## Kutatástörténeti áttekintés

A bazaltvulkanizmus korával először a 19. sz. végén – 20. sz. elején a Balaton tudományos tanulmányozása kapcsán foglalkoztak behatóbban. A vulkanizmus korát a bazaltok fekvőjében lévő puhatestű maradványok alapján próbálták meghatározni (STACHE, G. 1862; BÖCKH J. 1874; HOFMANN K. 1875–1878; SIGMUND A. 1898, 1904; HALAVÁTS GY. 1905; LŐRENTHEY I. 1905; VITÁLIS I. 1905a, b; LÓCZY L. 1913).

CHOLNOKY J. (1918) a Lóczyval kidolgozott elméletében a Tapolcai-medence tanúhegyeinek „pannon-pontusi”, sivatagi deflációval történt kialakításáról értekezik. Az alacsonyabb magasságon fekvő, tufából és kevés bazaltból álló vulkánok (Sitke, Kis-Somlyó stb.) és a magasabb felszínre kiömlő bazaltok közötti magasságkülönbségből az utóbbiak idősebb és az előbbieket fiatalabb voltára következtetett (LÓCZY L. 1913). A két vulkáni működés között jelentős lepusztulást (sivatagi defláció) feltételezhető.

BULLA B. (1962) a Lóczy–Cholnoky-féle sivatagi deflációt tagadva (azt csak a pleisztocénben vélte elképzelhetőnek) a tanúhegyek kialakítását „felsőpliocén és pleisztocén eróziós-denuvációs”, poligenetikus folyamatként értelmezte.

GÓCZÁN L. (1960) szerint a Tapolcai-medence magasan fekvő bazaltláváinak fekvése „a legutoljára előrenyomult, alig sós vizű tónak az üledéke”, ennél fiatalabb csökkent-sósvízi, pannóniai üledék a medencében nem fordul elő, emiatt a bazaltok fekvése felsőpannon. A terület felszínfejlődését szoliflukcióval és deflációval (glaciális) jellemezte. Későbbi munkájában (GÓCZÁN L. 1962) a Somló K-i és Ny-i lábánál az Ős-Duna hordalékát erodáló Ős-Rába kavicsokat említ.

PÉCSI M. (1962) szerint a Pannon-tenger visszahúzódását követően enyhén hullámos, főleg folyóvíz által formált felszínen kezdődtek meg a kitorések. Majd az asti homok lerakódását követően eróziós, korráziós, deflációs folyamatokkal pucolódt ki a Marcal-medencéből minimum 150–160 m pliocén üledék. A kitorések korkérdése kapcsán már csak felfogásbeli különbségekről és nevezéktani eltérésekről ír.

Sok értékes adattal gazdagította a dunántúli bazaltvulkanizmusról alkotott földtani ismereteket Jugovics L. (1969). Megállapítja, hogy a vulkanizmus a pliocén végén kezdődött és még a pleisztocénbe is átnyúlt, a tufaszórást ismételt „híg-folyós” bazaltláva ömlések követték. A kitorési centrumok felett rétegvulkáni szerkezetek épültek, később tanúhegyek formálódtak.

DUDICH E.–HŐRISZT GY. (1964) szakirodalmi adatokra támaszkodva a *Congeria balatonica* lerakódása és a pleisztocén közé teszi a Somló rétegvulkán jellegű működését. A pleisztocénben intenzív emelkedéssel számol, ekkor pusztultak le a pliocén üledékek.

BOKOR P. (1965) szerint a Somló környékén a fiatalabb pannóniai üledékek a *Congeria ungula caprea*-s réteggig lepusztultak, ill. a bazaltpajzs alatt felsőpannóniai üledékek húzódnak (fluviolakusztikus üledékeken fekszenek a

vulkanizmus első termékei, amelyeknek egy része szárazföldre, míg más része vízbe hullott). Későbbi tanulmányában (1992) tanúhegyeink kialakulását az utóbbi kétmillió évre datálja, s a főbb formákat morfometriai tulajdonságaik alapján szél által kialakított képződményként írta le. Létrejöttükben nagy szerepet tulajdonított a kezdetben D-i, majd É-ias (jégkorszaki) szeleknek (BOKOR P. 1992).

A 20. sz. utolsó harmadában megjelenő radiometrikus kormeghatározások jelentősen befolyásolták a bazaltvulkánjainkról kialakult nézeteket is. A módszer fejlődésével az egyes vulkánok korát egyre idősebbnek feltételezték (BALOGH, K. et al. 1982, 1987; BORSY Z. et al. 1986; PÉCSKAY, Z. et al. 1995; WIJBRANS, J. et al. 2007). A geomorfológusok igyekeztek ezeket az adatokat figyelembe venni és felszínfejlődési rekonstrukciójukat is ezekre alapozták. Sokszor a remek lehetőségeket szalasztva el azok pontatlansága miatt (BOKOR P. 1988).












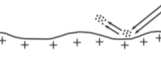





A már említett relatív kormeghatározás alapjául szolgáló puhatestűek kortani besorolása, az azokra épített bonyolult – és sokáig vitatémaként szolgáló – sztratigráfia napjainkra jelentős és előremutató változásokon esett át (MAGYAR, I. et al. 1999). A 20. sz. elején született, majd sokáig tagadott elméletek nem csak a puhatestű rétegtan (MAGYAR I. 2004), hanem a geomorfológia oldaláról is újra bebizonyosodtak, ill. további adatokkal gazdagodnak.

A LÓCZY–CHOLNOKY-féle pannon-pontusi sivatagi elmélet szellemiségének újraértelmezése és az ehhez kapcsolódó adatgyűjtés mellett megtörtént a Pannon-tenger feltöltődését követő időszakoknak, azok paleoklimájának, geokronológiájának stb. újszerű megközelítése (SCHWEITZER, F.–SZŐÖR, GY. 1992, 1997; SCHWEITZER, F. 1993, 2000, 2001, 2004; FÁBIÁN, SZ.Á. et al. 2001, 2002, 2004a,b; VARGA G. et al. 2003; VARGA G. 2005; KOVÁCS, J. 2003, 2007, 2008).

## A Somló vulkanizmusának kora és a hegy korai felszínfejlődése

A Somló ÉK-i lábánál, 165 m tszf.-i magasságban, az ún. „Földi-gödörben” találjuk meg a *Congeria unguis capreas* homokot, amely a Pannon-tengerben halmozódott fel (1. ábra). Képződése *dinoflagellata* koradatok alapján a *Spiniferites paradoxus biochron* idején történt (MAGYAR, I. et al. 1999). A congeriás homok lerakódása után még hozzávetőlegesen 130 m vastag pannóniai üledék<sup>2</sup> halmozódott fel, majd csak erre települ – 280–300 m-es tszf.-i magasságban – a vulkáni felépítmény. Ezek szintén a *Spiniferites paradoxus* üledékekkel egykorúak (tehát 9 és 9,5 millió év közé tehetőek), hiszen ezt követően a Kisalföld e részén már nem történt tengerelöntés (MAGYAR, I. et al. 1999, 2007). A Pannon-tenger felé ÉNy-ról DK-re előrenyomuló deltalejtők mögött fluviolakusztikus tórendszer alakult ki (SCHWEITZER F. 1993; MAGYAR, I. et al. 2007), és fluviolakusztikus, sekélyvízi környezetben tarkaagyagok rakódtak le (SCHWEITZER F. 2001).

<sup>2</sup> LÖRENTHEY I. (1905) klasszikus meghatározásának megfelelően pannóniai üledékeként kezelem a Pannon-tengerben, annak visszahúzódásáig keletkezett tengeri üledékeket.

Millió év Million year	Földtörténeti korbeosztás Geochronology	Földtörténeti események Events
0,01	Holocén Holocene	 
1,8	Pleisztocén Pleistocene	 
		 
2,4	Villányium	
3	Kislángium	
3	Beremendium	
4,2	Pliocén Pliocene	 
		
5,3	Ruscinium	
6,3	Bérbaltavárium	  
		
9	Miocén Miocene	
		
9,5	Spiniferites Paradoxus Biochron	

Terepbejárásaim során a visszahúzódó Pannon-tenger beszáradásából származó, kemény, meszes beszáradási rétegeket találtam a hegy Ny-i oldalán, 240 m-rel a tszf. A feltárás egy fosszilis csuszamlásba mélyült, így a beszáradási rétegek eredeti helyzete kérdéses. A 0,1–1,0 m vastag rétegek gyakori váltakozása a tó többszöri visszahúzódását és újbóli elöntéseit jelzik. További puhatestűek által szolgáltatott adatok nem állnak rendelkezésünkre a vulkanizmus korának pontosításához, mivel a Somló bazaltjának fekvőjét annak feltáratlansága miatt nem ismerjük.

A vulkáni felépítmény anyagi összetétele miatt a Somló esetében is rétegvulkáni működéssel kell számolnunk. A homokos, agyagos pannóniai (esetleg pliocén<sup>3</sup>) üledékekre az első kitörések során bazalttufa települt. Feltehetően a kráter körül gyűrű alakban helyezkedett el. A bazaltpajzs-perem hátrálásakor ez volt kitéve először a külső erők munkájának. Maradványait csak az É-i idős völgyben lelhetjük fel, ahol a bazalt alól bukkan a felszínre. A vulkanizmust a Somlón kevésbé lehet tanulmányozni, mint pl. a Ság-hegy esetében, így HARANGI R. (2002) a Ság-hegyi vulkanizmust magyarázó ábráját és folyamatleírását a Somló esetében is elfogadhatónak tartom. Erre az analógiára enged következtetni az általam legfelső tetőfelszínként értelmezett hopoka is, amely az utolsó kitörések alkalmával jött létre. HARANGI R. (2002) szerint stromboli és hawaii típusú kitörések formálták, ezt támasztja alá az azt felépítő hólyagos bazalt és a nagy mennyiségű salakanyag is<sup>4</sup>.

További fontos adatot szolgáltatnak a hegy felszínfejlődésének megértéséhez a várhegytől K-re felnyíló völgy alatti csuszamláson talált fénymázás (lakkos) kavicsok is. Jelenlétük – az algériai és mogyoródi sivatagi kérgek párhuzamosítása alapján – 130 mm/évnél szárazabb, 16–24 °C évi középhőmérsékletű, sivatagi-fél-sivatagi környezetre enged következtetni (SCHWEITZER F.–SZŐR GY. 1992; VARGA G. 2005). A Kárpát-medencében ilyen szélsőségesen száraz éghajlat kialakulásának a feltételei a Bérbaltaváriumban (6,3–5,3 millió év) voltak adottak.

Feltehetően a Bérbaltavárium félszáraz-forró időszakában jöttek létre a Somló bazaltplatóján található (később deráziós völgyekké fejlődő) mélyedések. Lapos, sekély, tál alakú képződmények, amelyekről alaktani

<sup>3</sup> A vulkáni felépítmény fekvőjét nem ismerjük.

<sup>4</sup> ΖΑΚΟΝΥΙ F. (1989) a „hopokáról” különböző lávamegmerevedési formákat írt le (fonatos és kötéláva).



1. ábra. Földtörténeti események és korbeosztás a Somló példáján (szerk.: Kovács I.P. 2008). – 1 = Congeria Ungula caprae rétegek lerakódása; 2 = fluviolakusztikus vízrendszer kialakulása; 3 = bazaltvulkanizmus; 4 = hegyláb felszín-képződés; 5 = deflációs mélyedések kialakulása; 6 = bazaltorgonák képződése; 7 = deflációs mélyedések felszakadása; 8 = csuszamlások; 9 = hegyláb felszínnél alacsonyabb magasságon képződő formák; 10 = periglaciális formák; 11 = fiatal deráziós völgyek; 12 = talajképződés

Geochronological events and chart to study Somló Hill (ed.: Kovács I.P. 2008). – 1 = Congeria Ungula Caprae; 2 = fluviolacustric sedimentation; 3 = basalt volcanism; 4 = pedimentation; 5 = deflation hollows; 6 = columnar basalt; 7 = V-shaped old derasion valleys; 8 = landslides; 9 = pleistocene landforms; 10 = periglacial forms; 11 = young derasion valleys; 12 = soils



1. kép. Hegylábfelcsin a Somló Ny-i oldalán (Kovács I.P. felvétele, 2006)  
Pediment surface in the W part of Somló Hill (Photo by Kovács, I.P. 2006)

sajátosságaik alapján feltételezem, hogy deflációs mélyedések. Továbbá a hopoka ÉNy felé ívesen lealacsonyodó gerincét, az idős völgyek közötti keskeny (É–D irányba megnyúlt) bazaltfelszíneket maradékgerincekként is értelmezhetjük (ex verbis SCHWEITZER F.). Az egykori D-ies szelek jelenlétére, szerepére. (1988) szélcsatorna segítségével végzett kísérletei során már rámutatott. Ezt bizonyítják szerinte többek között a bazaltpajzs D-i oldalán jelentkező bazaltorgonák, amelyek a Somló esetében, ha kevésbé jól fejletten is, de jelen vannak. BOKOR P deflációval magyarázta a tanúhegyek É-i oldalán a bazaltplatóba mélyen bevágott völgyek kialakulását is (1. ábra).

A Bérbaltavárium gazellákkal, ugróegerekkel (*Meriones sp.*, *Epimeriones sp.*) és egyéb szélsőségesen forró-száraz területeken előforduló faunával jellemezhető klímáján (KORMOS T. 1911a,b; KRETZOI M. 1952) zajlott a legintenzívebb pedimentáció, amely során a tipikus hegyláb felszínek kialakultak (SCHWEITZER F.–SZÖÖR GY. 1992; SCHWEITZER F. 1993, 2001; FÁBIÁN SZ.Á. et al. 2002; VARGA G. et al. 2003). A Somlón két – 210–240 m, valamint 250–290 m tszf-i magasságban elhelyezkedő, 15–20 m széles, 4–5° lejtésű – hegyláb felszín maradványt láthatunk (1. kép). Finomszemcsés felépítő kőzeteiket az időszakosan hulló csapadékvízből összegyűlő, torrens vízfolyásokban hirtelen lefolyó vizek egyengették el. Felszínükön foltokban teresztrikus vörösgyagot (jelentős mennyiségű bentonittal keverve) találtam, amely a tipikus hegyláb felszínek korrelatív üledéke (SCHWEITZER F. 1993; SCHWEITZER, F.–SZÖÖR, GY. 1997; KOVÁCS, J. 2003, 2007, 2008). A Somló a Bérbaltaváriumtól a környező üledékek későbbi lealacsonyodásáig itt kapcsolódott a körülötte elterülő allúviumhoz. Ily módon tehát a Somlónak a Bérbaltavárium végéig (5,3 millió év) a mai 210–290 m-es szintfelületig ki kellett preparálódnia.

Az 1980-as évektől folyó radiometrikus mérések – amelyek a bazaltok korát hivatottak tisztázni – igen jelentős átalakuláson mentek keresztül. Korábban azt 3–3,5 millió év közötti időpontokban határozták meg (BALOGH, K. et al. 1982, 1987; BORSY Z. et al. 1986; PÉCSKAY, Z. et al. 1995). Az újabb adatokat a Somló esetében sajnos eddig még nem publikálták, azonban számos bazaltvulkán pontosabb korát már ismerjük. Pl. a Ság-hegy esetében 5,5 millió évet mértek (WIJBRANS, J. et al. 2007), és további vulkánjaink „lettek idősebbek”, akár millió évekkel is. A Somló vulkanitjainak radiometrikus kora 3,5 millió év (HARANGI R. 2002), amely időkeret alapján nem tudnánk megmagyarázni, fejlődési sorba megfelelően illeszteni az egyes formák és üledékek létrejöttét, ún. a hegyláb felszínmaradványokat, deflációs mélyedéseket, maradékgerinceket, vagy vörösgyagokat és lakkos kavicsokat. Ezekről a felszínformákról tudjuk, hogy szemi arid (félsivatagi) klímán jöttek létre, azonban ilyen klíma kialakulásához csak 6,3–5,3 millió éve, vagy korábban voltak megfelelőek a feltételek (KRETZOI, M. 1952, 1953, 1961, 1969, 1983, 1985, 1987; SCHWEITZER, F. 1993, 2001, 2004; FÁBIÁN SZ.Á. et al. 2001a,b). Így a Somló vulkáni működésének 5,3 millió év előtt be kellett fejeződnie, úgy, hogy még elég idő álljon rendelkezésre ahhoz, hogy az említett – 210–290 m felett fekvő – bérbaltaváriumi formakincs kialakulhasson.

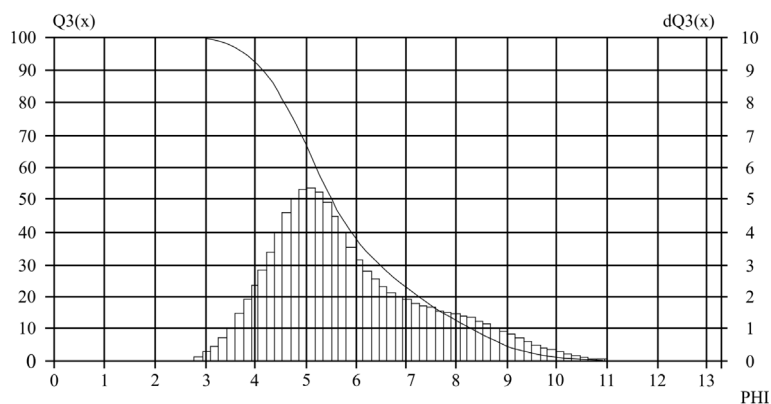
## A Somló Bérbaltaváriumot követő felszínfejlődésének vázlatja

A bérbaltaváriumi, egymillió éves forró-száraz időszakot egy hasonlóan hosszú, átmeneti időszak (Ruscinium, 5,3–4,2 millió év) vezette át a Csarnótánum (4,2–3 millió év) szubtrópusi monszun klímájába. A fokozatos beerdősülés a *Hipparionok*, orrszarvúk visszaszorulásán, majd eltűnésén túl új állatfajok (*Spalaxok*, *Avicolidae*, *Gliridák*, *Tapirus sp.* stb.) megjelenését eredményezte (JÁNOSY D. 1979; KRETZOI, M. 1953, 1962, 1969, 1983, 1985; KRETZOI, M.–PÉCSI, M. 1979).

A megnövekedett csapadékmennyiség és a továbbra is magas hőmérséklet intenzív málláshoz vezetett. Ekkor keletkeztek azok a típusos vörösgyagok, amelyek az egykori hegyláb felszíneket – ma már csak foltokban – borítják. Korrelatív üledékek, amelyek segítenek meghatározni hegyláb felszíneink korát (SCHWEITZER F. 1993; SCHWEITZER, F.–SZŐÖR, GY. 1997; KOVÁCS, J. 2003, 2007, 2008).

A Somló ÉNy-i oldalán, 240 m-es magasságban fekvő – a hegyláb felszínre kifutott fosszilis csuszamlás csúszópályájául szolgáló – vörösgyagból több mintát vettem. A vörösgyag-minták szemcseeloszlás vizsgálatát a Pécsi Tudományegyetem természetföldrajzi laboratóriumában, Fritsch Analisette 22 műszerrel végeztem el. A minták előkészítésének menete a következő volt: 2–5 g porított mintát hőálló edénybe helyeztem, 10 ml 30%-os  $H_2O_2$  hozzáadásával oxidáltam a szervesanyag-tartalmat, 10 ml 10%-os sósavval (HCl) eltávolítottam a minta karbonáttartalmát, az oldatot desztillált vízzel tovább hígítottam, majd ehhez 10 ml diszpergáló anyagot [ $(NaPO_3)_6$ ] adtam. Az így kapott szuszpenziót vizsgáltam tovább (2. ábra).

A megnövekedett csapadék a hegyláb felszínének feldarabolódását eredményezte, valamint a korábbi deflációs mélyedések is felszakadtak. A bazaltplató központi részén még mindig őrzik sekély, tál alakú formájukat, azonban a plató letörésénél – felszakadásuk következtében – hirtelen V-alakúvá válnak.



2. ábra. Hegyláb felszínén talált vörösgyag szemcseeloszlása (szerk.: Kovács I.P. 2008)

Grain size analysis of the red clay from the pediment of Somló Hill (ed.: Kovács, I.P. 2008)



Az É-i óriásvölgy kivételével függővölgyszerűen jelennek meg. A nedves klíma – az agyagrétegekkel átszőtt pannóniai üledékek, valamint a bazaltplató által kifejtett terhelés – kedvezett a csuszamlások kialakulásának. Ezeket a külső erők felszínformálásának és a jelentős antropogén tevékenységnek köszönhetően ma már csak feltárásokban találhatjuk meg.

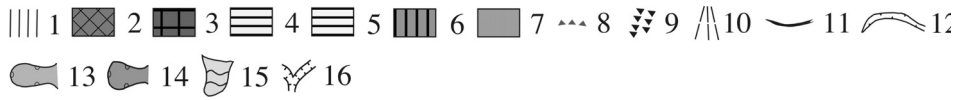
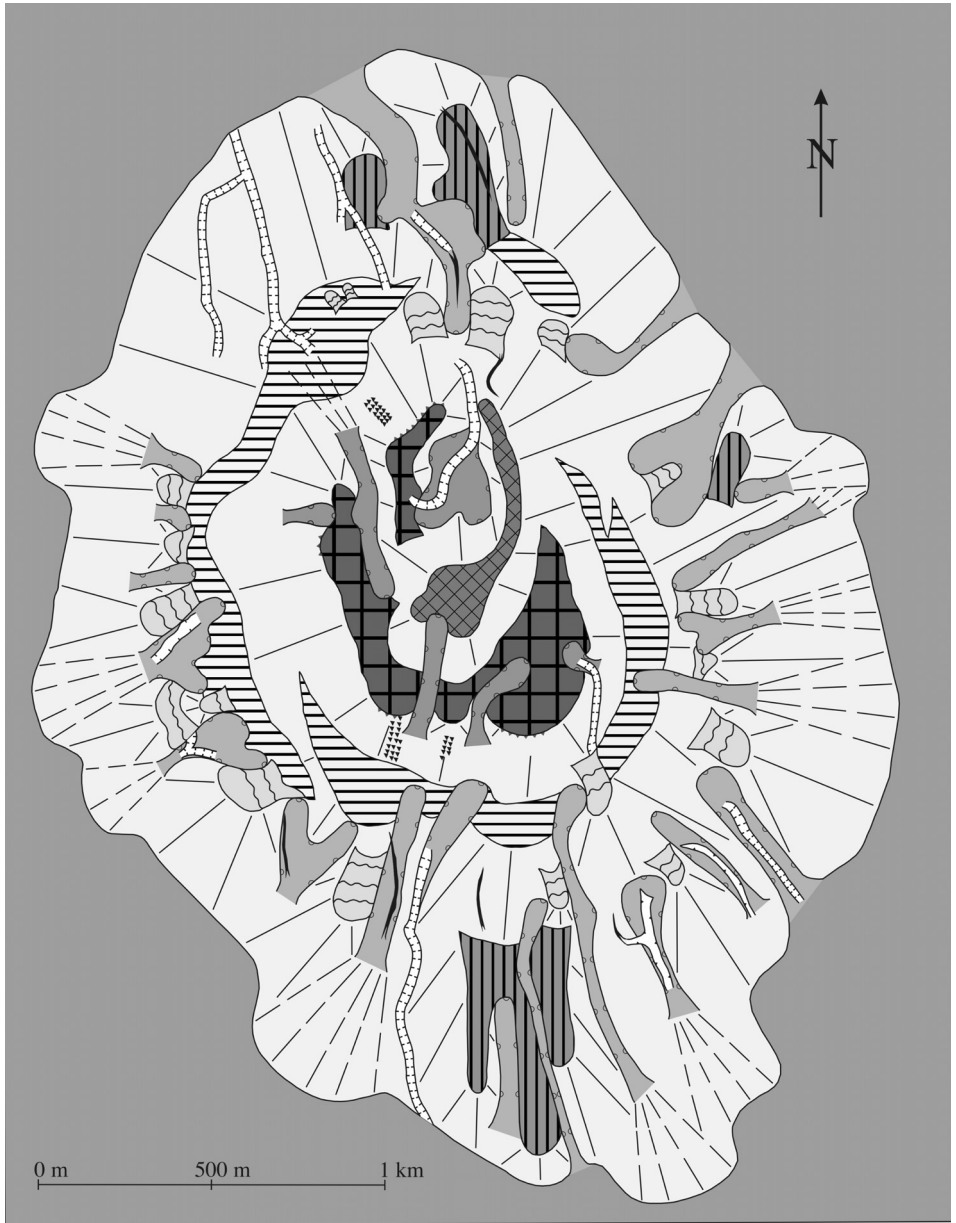
A Somló „szoknyáját” felépítő üledékek könnyen erodálódnak, így a bazaltpajzs pereméről – alátámasztásukat elvesztve – gyakran jelentős méretű bazaltos kőzettestek szakadhattak le és kerülhettek alacsonyabb helyzetbe, ezekre először BOKOR P. (1988, 1992) hívta fel a figyelmet.

A Somló környezetében elhelyezkedő üledékek a Csarnótánumtól napjainkig átlagosan 150 m tszf.-i magasságon lévő allúviumig pusztultak le (3. ábra). Az erre rendelkezésre álló 3 millió év alatt jelentős klimatikus változások következtek be. A Villányium (3–1,8 millió év) alsó részén (Beremendium, 3–2,4 millió év) már csak vöröses agyagok képződtek és fokozatosan (ismét) szemiariddá vált a terület éghajlata. A Kislángiumban (2,4–1,8 millió év) folytatódott a hegy formáinak további degradációja és az erózióbázis fokozatosan alacsonyabb szintre került (JÁNOSY D. 1979; KORDOS L. 1992; KRETZOI M. 1969).

Az ezt követő legjelentősebb, szemmel látható változások a pleisztocén (2,4–0,01 millió év) glaciálisokban és interglaciálisokban történtek, főleg a bazaltpajzsperem letörésénél alacsonyabb területeken. Fontos szerepet tulajdonítok a periglaciális klímán létrejövő geliszoliflukciónak, krioturbációnak, areális erózióknak, valamint a homokékek, ún. bezsákolódások képződésének (DYLIK, J. 1963; ÁDÁM L. et al. 1969; SZÉKELY A. 1983; PÉCSI M. 1997; FÁBIÁN Sz.Á. et al. 2000; Kovács J. et al. 2007). E folyamatok által létrehozott formákat számos feltárásban megfigyeltem.

A pleisztocénben folytatódott (a Csarnótánumot követően meginduló) deráziós völgyek (fiatal deráziós völgyek) és a köztük húzódó völgyközi hátak újabb generációjának kialakulása (SOMOGYI S. 1962; MAROSI S. 1965; SZILÁRD J. 1965). A glaciálisokban jelentkező inszolációs aprózódással magyarázható a bazaltorgonák további fejlődése, valamint a lábuknál húzódó – periglaciális blokkfáciesként értelmezhető kő és törmelékfolyások megjelenése. A pleisztocén nedvesebb időszakaira tehető a csuszamlások újabb generációjának kialakulása. Szakadásfrontjuk általában a hegyláb felszíneken nyomozható, innen csúsztak alacsonyabb helyzetbe. Az interglaciálisokban képződött talajok lejtős folyamatok (pl. geliszoliflukció), valamint a krioturbáció hatására jelentősen átkeveredtek (PÉCSI M. 1962a,b).

A holocén preboreális időszakban (10 000–9000 év) fokozatos beerdősülés jellemezte a Somlót. A csapadékosabbá váló éghajlat intenzív lineáris eróziót eredményezett (SCHWEITZER, F. 2004). A fiatal, egyre nagyobb ütemben hátráló deráziós völgyeket és a pannóniai térszint (a Somló „szoknyáját”) vízmosások darabolták fel. A preboreális, továbbá az atlanti (8000–5000 év), a szubboreális (5000–2500 év) és a szubatlati (2500–) időszakok csapadékos



klímája újból kedvezett a csuszamlások kialakulásának (SCHWEITZER F. 1993; SZABÓ J. 1996). A legépebben megőrződött csuszamlások valószínűleg ezen időszakok valamelyikében képződtek.

A Somló holocén felszínfejlődésének menetébe jelentős változást a területen a bronzkorban megjelenő ember hozott. A 13. sz.-tól intenzívvé váló szőlőművelés hatására alakultak ki a csapadékvíz útját – így a lineáris erózió irányát is – meghatározó mélyutak. A támfalak építése és a művelt területek teraszosítása csak a 18. sz. közepétől történt meg (CSOMA Zs. 1989).

## Összegzés

Az újabb kutatási – abszolút kormeghatározási, geokronológiai, geomorfológiai stb. eredmények alapján szükségesnek tartom újraértékelni a Somló geomorfológiai fejlődéstörténetét. Az egyes felszínformák (hegylábfelszínek, deflációs mélyedések stb.), radiometrikus koradatok változása, szedimentológiai bizonyítékok (vörösagyagok, fénymázás kavicsok) mind alátámasztják azt, hogy a bazaltvulkáni működésnek a Somló esetében még a Bérbaltavárium vége előtt (5,3 millió év) be kellett fejeződnie.

A vulkáni felépítmény először a Bérbaltavárium forró-száraz klímáján formálódott. Ekkor alakultak ki a hegylábfelszínek, deflációs mélyedések és a köztük húzódó maradéngerincként értelmezhető hátak stb. Ezt követően a Csarnótánium szubtrópusi klímája hatott intenzíven a területre (vörösagyagok, csuszamlások, felszakadó völgyek stb.).

A pleisztocén jégkorszakban kezdtek el fejlődni a puha pannóniai üledékbe vágódó deráziós völgyek, ekkor nyerték el végső formájukat a bazaltorgonák és képződtek a hegy periglaciális üledékei. A holocénben megnövekedett csapadékmennyiség a csuszamlások ismételt megjelenésén túl a lineáris erózió felgyorsulását is eredményezte. A területen a bronzkorban megjelenő ember környezetre gyakorolt hatása csak a 13. sz.-ban kezdődő szőlőtelepítésekkel válik egyre nagyobb és meghatározó mértékűvé.

←

3. ábra. A Somló 1:10 000-es méretarányú geomorfológiai térképe. (szerk.: Kovács I.P. 2005). –1 = lejtők általában; 2 = legmagasabb tetőfelszín (hopoka); 3 = alacsony tetőfelszín (bazaltplató); 4 = magas hegylábfelszín-maradvány; 5 = alacsonyabb hegylábfelszín-maradvány; 6 = völgyközi hát; 7 = allúvium; 8 = bazaltorgonák; 9 = kő- és törmelékfolyások; 10 = törmelékkipok; 11 = vízmosások; 12 = eróziós árkok; 13 = fiatal deráziós völgyek; 14 = idős deráziós völgyek; 15 = csuszamlások; 16 = mélyutak

Geomorphological map of Somló Hill (ed.: Kovács, I.P. 2005). – 1 = slopes undistinguished; 2 = top of the mesa; 3 = mesa; 4 = higher level of pediment; 5 = lower level of pediment; 6 = interfluvium; 7 = alluvium; 8 = columnar basalt; 9 = debris flow; 10 = debris cone; 11 = gully; 12 = ravine; 13 = young derasion valley; 14 = old derasion valley; 15 = landslide; 16 = defile

## Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek, SCHWEITZER Ferencnek a lelkiismeretes szakmai iránymutatást, FÁBIÁN Szabolcs Ákosnak a geomorfológiai térképezés során nyújtott sokoldalú segítségét, KOVÁCS Jánosnak és DEZSŐ Józsefnek a laborvizsgálatok elvégzéséhez adott támogatást.

### IRODALOM

- ÁDÁM L.–MAROSI S.–SZILÁRD J. 1969. A magyarországi dombságok negyedkori felszínfejlődésének főbb vonásai. – Földrajzi Közlemények, 17. 3. pp. 255–269.
- BALOGH K.–JÁMBOR Á.–PARTÉNYI Z.–RAVASZ-BARANYAI L.–SOLTI G. 1982. A dunántúli bazaltok K/Ar kora. – A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1980-ról. pp. 243–260.
- BALOGH, K.–ÁRVA-SÓS, E.–PÉCSKAY, Z.–RAVASZ-BARANYAI, L. 1987. K/Ar dating of post-Sarmatian alcali basaltic rocks in Hungary. Acta Mineralogica Petrographica, 28 p.
- BÖCKH J. 1874. A bazalt és tufái. – In: A Bakony déli részének földtani viszonyai. A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve. III. kötet, Budapest, pp. 93–108.
- BOKOR P. 1965. A kislépföldi bazaltvulkáni romok geomorfológiája. – Földrajzi Értesítő, 14. 3. pp. 319–333.
- BOKOR P. 1988. A bazaltvulkáni tanúhegyek morfológiai formaelemzése. – A Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei VI. Természettudományok, 1. pp. 208–226.
- BOKOR P. 1992. A szél szerepe a bazaltos tanúhegyeink kialakulásában. – A Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei VIII. Természettudományok, 3. pp. 257–271.
- BOKOR P. 1996. A dunántúli bazaltos tanúhegyek természeti képe. – A Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei X. Természettudományok, 5. pp. 183–191.
- BORSY Z.–BALOGH K.–KOZÁK M.–PÉCSKAY Z. 1986. Újabb adatok a Tapolcai-medence fejlődéstörténetéhez. – Acta Geographica Debrecina, 23. pp. 79–104.
- BULLA B. 1962. Magyarország természeti földrajza. – Tankönyvkiadó. Budapest, pp. 23–64.
- CHOLNOKY J. 1918. A Balaton hidrográfiája. – In: A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei. I. kötet, II. rész, A MFT Balaton Bizottsága, Budapest.
- CSOMA Zs. 1989. Nászéjszakák bora: a somlai. – Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 313 p.
- DUDICH E.–HÓRISZT Gy. 1964. A Devecser környéki és Kislépföld-peremi földtani vizsgálatok. – Földtani Közöny, 94. 1. pp. 10–25.
- DYLIK J. 1963. Magyarország periglaciális problémái. – Földrajzi Értesítő, 12. 4. pp. 453–464.
- FÁBIÁN Sz.Á.–KOVÁCS J.–VARGA G. 1998. Újabb szempontok a Kárpát-medence felső-würmi ősföldrajzi viszonyaihoz a homokékek alapján. – Közlemények a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Természetföldrajzi Tanszékéről 8. 14 p.
- FÁBIÁN Sz.Á.–KOVÁCS J.–VARGA G. 2000. Újabb szempontok hazánk periglaciális klímájához. – Földrajzi Értesítő, 49. 3–4. pp. 189–204.
- FÁBIÁN Sz.Á.–KOVÁCS J.–VARGA G. 2001a. Globális klímaváltozások a neogénben és hatásuk a Kárpát-medencében. – In: LOVÁSZ Gy.–SZABÓ G. (szerk.): Területfejlesztés – regionális kutatások. PTE TTK Földrajzi Intézet. Pécs, pp. 31–40.

- FÁBIÁN Sz.Á.–KOVÁCS J.–VARGA G. 2001b. Újabb szempontok a pedimentáció problémájához a Keszthelyi-hegység alapján. – In: FÁBIÁN Sz.Á.–TÓTH J. (szerk.): Geokronológia és domborzatfejlődés. PTE TTK Földrajzi Intézet. Pécs, pp. 43–56.
- FÁBIÁN Sz.Á.–KOVÁCS J.–VARGA G. 2002. Újabb sivatagi fénymázás kérgék Magyarországról. – Földrajzi Értesítő, 51. pp. 407–412.
- FÁBIÁN, Sz.Á.–KOVÁCS, J.–NAGYVÁRADI, L.–VARGA, G. 2004a. Lower and Middle Pliocene palaeoclimate sedimentological evidences in the Pannonian Basin. – Pollution and Water Resources. Columbia University Seminar Proceedings, 35. pp. 258–267.
- FÁBIÁN, Sz.Á.–KOVÁCS, J.–NAGYVÁRADI, L.–VARGA, G. 2004b. Was there desert climate in the Carpathian Basin, or not? – Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, 38. pp. 49–58.
- GÓCZÁN L. 1960. A Tapolcai-medence kialakulástörténeti problémái. – Földrajzi Értesítő, 9. 1. pp. 1–25.
- GÓCZÁN L. 1962. A Marcal-medence. – Földrajzi Értesítő, 11. 1. pp. 58–60.
- HALAVÁTS Gy. 1905. A balatonmelléki pontusi korú rétegek faunája. – In: A Balaton környékének földrajzi leírása, orográfiája és geológiája. A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei. IV. kötet. A Balatonmellék paleontológiája (Függelék) IV/II. A MFT Balaton Bizottsága. Budapest, pp. 1–74.
- HARANGI R. 2002. Bazaltvulkánok a Kisalföldön. – In: Magyarország földje. Kitekintéssel a Kárpát-medence egészére. Magyar Könyvklub. Budapest, pp. 328–330.
- HOFMANN K. 1875–1878. A déli Bakony bazaltkőzetei. – A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve 3. 3. Budapest.
- JÁNOSSY D. 1979. A magyarországi pleisztocén tagolása gerinces faunák alapján. – Akadémiai Kiadó. Budapest, 207 p.
- JUGOVICS L. 1969. A dunántúli bazalt és bazalttufa területek – Földtani Intézet Évi Jelentés 1967-ről, pp. 75–82.
- KORMOS T. 1911a. A polgárdi pliocén csontlelet. – Földtani Közlöny, 44. pp. 48–64.
- KORMOS T. 1911b. A polgárdi szubtrópusi oázis. – Földtani Közlöny, 44. pp. 88–89.
- KOVÁCS J. 2003. Vörösgyagok geomorfológiai helyzete és kora a Kárpát-medencében. – Közlemények a PTE TTK Természetföldrajzi Tanszékéről, 23. 24 p.
- KOVÁCS, J. 2003. Terrestrial red clays in the Carpathian Basin: a paleoenvironmental and geomorphological approach. – Geomorphologia Slovaca, 3. 2. pp. 86–88.
- KOVÁCS, J. 2007. Chemical Weathering Intensity of the Late Cenozoic „Red Clay” Deposits in the Carpathian Basin. – Geochemistry International, 45. 10. pp. 1056–1063.
- KOVÁCS, J. 2008. Grain-size analysis of the Neogene red clay formation in the Pannonian Basin. – International Journal of Earth Sciences, 97. 1. pp. 171–178.
- KOVÁCS, J.–FÁBIÁN, Sz.Á.–SCHWEITZER, F.–VARGA, G. 2007. A relict sand-wedge polygon site in north-central Hungary. – Permafrost and Periglacial Processes, 18. pp. 379–384.
- KRETZOI M. 1952. A polgárdi Hipparion-fauna ragadozói. – Földtani Intézet Évkönyve XL. pp. 1–35.
- KRETZOI M. 1953. A negyedkor taglalása gerinces faunák alapján. – MTA Műszaki Tudományok Osztály Közleményei. pp. 89–99.
- KRETZOI M. 1961. A diósi gerinces-fauna és a miocén-pliocén határ. – Földtani Közlöny, 91. 2. pp. 208–214.
- KRETZOI M. 1962. A csarnótai fauna és faunaszint. – A Földtani Intézet Évi Jelentése 1959-ről. pp. 297–382.
- KRETZOI M. 1969. A magyarországi quarter és pliocén szárazföldi sztratigráfiájának vázlat. – Földrajzi Közlemények, 93. 3. pp. 197–204.

- KRETZOI M. 1983. Kontinens-történet és biosztratigráfia a felső harmadkor és a negyedidőszak folyamán a Kárpát-medencében és korrelációi. – *Földrajzi Közlemények*, 107. 3–4. pp. 230–240.
- KRETZOI M. 1987. A Kárpát-medence pannóniai (s.l.) teresztrikus gerinces biokronológiája. – *Földtani Intézet Évkönyve LXXIX.* pp. 393–422.
- KRETZOI, M. 1985. Sketch of the biochronology of the Late Cenozoic in Central Europe. – In: KRETZOI, M.–PÉCSI, M. (eds.): problems of the Neogene and Quaternary in the Carpathian Basin. Akadémiai Kiadó. Budapest, pp. 3–20.
- KRETZOI, M.–PÉCSI, M. 1979. Pliocene and Pleistocene development and chronology of the Pannonian Basin. – *Acta Geologica Hungarica*, 22. 1–4. pp. 3–33.
- LÓCZY L. 1913. A Balaton környékének földrajzi leírása, orográfiája és geológiája. – In: A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei. I. kötet, I. A MFT Balaton Bizottsága. Budapest.
- LŐRENTHEY I. 1905. Adatok a balatonmelléki pannóniai korú rétegek faunájához és stratigráfiai helyzetéhez. A Balatonvidéki kecskekörmök és lelőhelyeik. – In: A Balaton környékének földrajzi leírása, orográfiája és geológiája. A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei. IV. kötet, A Balatonmellék Paleontológiája (Függelék) IV./III.). A MFT Balaton Bizottsága. Budapest, pp. 1–192.
- MAGYAR I. 2004. Tanulságok a hazai pannóniai puhatestű-rétegtan történetéből. – *Földtani Közöny*, 134. 3. pp. 369–390.
- MAGYAR, I.–GEARY, D. H.–MÜLLER, P. 1999. Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. – *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 147. pp. 151–167.
- MAGYAR, I.–LANTOS, M.–ÚJSZÁSZI, K.–KORDOS L. 2007. Magnetostratigraphic, seismic and biostratigraphic correlations of the Upper Miocene sediments in the northwestern Pannonian Basin System. – *Geologica Carpathica*, 58. 3. pp. 277–290.
- MAROSI S. 1965. A deráziós völgyekről. – *Földrajzi Értesítő*, 14. 2. pp. 229–239.
- PÉCSI M. 1962a. A Kisalföld geomorfológiai képe. – *Földrajzi Közlemények*, 86. 2. pp. 113–142.
- PÉCSI M. 1962b. Tíz év természeti földrajzi kutatásai. – *Földrajzi Értesítő*, 11. 3. pp. 305–335.
- PÉCSI M. 1997. Szerkezeti és vázlatalképződés Magyarországon. – *Elmélet–Módszer–Gyakorlat* 57. MTA FKI. Budapest, 296 p.
- PÉCSKAY, Z.–LEXA, J.–SZAKÁCS, A.–BALOGH, K.–SEGHEDI, I.–KONEČNÝ, V.–KOVÁCS, M.–MÁRTON, E.–KALIČIAK, M.–SZÉKY-FUX, V.–PÓKA, T.–GYARMATI, P.–EDELSTEIN, O.–ROSU, E.–ŽEC, B. 1995. Space and time distribution of Neogene-Quaternary volcanism in the Carpatho-Pannonian Region. – *Acta Vulcanologica*, 7. 2. pp. 15–28.
- SCHWEITZER F. 1993. Domborzatformálódás a Pannóniai-medence belsejében a fiatal újkorban és a negyedidőszak határán. – Akadémiai doktori értekezés. Kézirat. Budapest, pp. 71–125.
- SCHWEITZER F. 2001. A Kárpát-medence felsívatagi és sztyeptsikság formálódása és a messinai sókrízis. – *Földrajzi Értesítő*, 50. 1–4. pp. 9–31.
- SCHWEITZER F. 2004. Holocén éghajlatváltozások földtani és geomorfológiai vonatkozásai a Kárpát-medence belsejében. – MTA FKI. Budapest, Kézirat 20 p.
- SCHWEITZER F.–SZŐÖR Gy. 1992. Adatok a Magyar-medence száraz-meleg klímájához a mogyoródi „sivatagi kéreg” alapján. – *Földrajzi Közlemények*, 116. 3–4. pp. 105–123.
- SCHWEITZER, F. 2000. Geomorphic evolution in the Carpathian basin during the Late Cenozoic and Pliocene Epoch. – In: KERTÉSZ, Á.–SCHWEITZER, F. (eds.): Physico-geographical Research in Hungary. Studies in Geography in Hungary 32. Geographical Research Institute HAS. Budapest, pp. 9–27.

- SCHWEITZER, F. 2004. On the possibility of cyclic recurrence of ice ages during the Neogene. – *Geographical Bulletin*, 53. 1–2. pp. 5–11.
- SCHWEITZER, F.–SZŐÖR, Gy. 1997. Geomorphological and Stratigraphical Significance of Pliocene Red Clay in Hungary. – *Zeitschrift für Geomorphologie*, 110. (Suppl.) pp. 95–105.
- SIGMUND, A. 1898. Die Basalte der Steiermark. – *Tschermak's Min. u. Petr. Mitteil.* XV–XVIII/XVIII. Wien, pp. 401–407.
- SOMOGYI S. 1962. Kísérlet a pleisztocén éghajlattípusok néhány hazai értelmezésének párhuzamosítására. – *Földrajzi Értesítő*, 11. pp. 166–201.
- STACHE, G. 1862. Basaltterrain am Plattensee. *Verhandlungen der k. k. geolog.* – Reichsanstalt 12. Bd. Jahrg. 1861–1862. Heft II. Wien, pp. 145–148.
- SZABÓ J. 1996. A pleisztocén periglaciális domborzatformálódás Magyarországon. – *Földrajzi Értesítő*, 32. 3–4. pp. 389–398.
- SZABÓ J. 1996. Csuszamlásos folyamatok szerepe a magyarországi tájak geomorfológiai fejlődésében. *Habilitációs értekezés.* – Kossuth Egyetemi Kiadó. Debrecen, 223 p.
- SZILÁRD J. 1965. A magyarországi periglaciális völgyképződés egyes kérdései. – *MTA Földrajztudományi Kutatócsoport Közlemények*, 129. Budapest, pp. 225–238.
- VARGA G. 2005. Paleoklimatológiai ciklusok a felső-miocénben és a pliocén elején, valamint ősföldrajzi értelmezésük. – *Doktori értekezés. Kézirat.* Pécs 112 p.
- VARGA G.–FÁBIÁN Sz. Á.–KOVÁCS J. 2003. Szempontok a Pannon-medence felszínfejlődéséhez a messinai sókrízis idején. – *Közlemények a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetének Természetföldrajzi Tanszékéről*, 23. Pécs, 18 p.
- VITÁLIS I. 1905a. A balatonfelvidéki bazaltok. – In: *A Balaton környékének földrajzi leírása, orográfiaja és geológiája. A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei.* I. kötet, I./II. A MFT Balaton Bizottsága. Budapest, pp. 1–169.
- VITÁLIS I. 1905b. A Balatonvidéki kecskekörmök és lelőhelyeik. – In: *A Balaton környékének földrajzi leírása, orográfiaja és geológiája. A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei.* IV. kötet, A Balatonmellék Paleontológiája (Függelék) IV./IV. A MFT Balaton Bizottsága. Budapest, pp. 1–36.
- WIJBRANS, J.–NÉMETH, K.–MARTIN, U.–BALOGH, K. 2007.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geochronology of Neogene phreatomagmatic volcanism in the western Pannonian Basin, Hungary. – *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 164. pp. 193–204.