

## KISEBB TANULMÁNYOK

### A PERSÁNYI-HEGYSÉG SALAKKÚPJAI A DEM-MORFOMETRIA TÜKRÉBEN

FODOR EMŐKE

DEM-BASED MORPHOMETRIC ANALYSIS OF SCORIA CONES  
IN THE PERŞANI MOUNTAINS

#### Abstract

The volcanism of the Perşani (Persányi) Mountains occurred in two volcanic stages (1.5–1.2 Ma and 0.67–0.52 Ma; PANAIOTU, C. G. et al. 2004), producing extensive lava flows and various pyroclastic cones. Standard morphometric parameters – cone height vs cone diameter (H/W), slope, volume, etc. – were determined on 12 recognizable scoria cones using a 10 m-resolution DEM created from the 1:25,000 topographic map. The cones were classified according to age (two age groups above) and shape (well-formed and deformed cones). Specific geographic circumstances in the study area such as morphology of cone base, burial of cone flank by subsequent lava flows, effect of cone volume, and eruption of nearby cones, which may cause significant modifications in morphometry, have also been assessed.

I found that the important morphometric parameters of degradation (i. e. H/W and slope) are better related to shape than age: the well formed cones have index values of H/W = 0.011, and the deformed cones H/W = 0.075–0.040. There is a smaller difference between the cones of the older and younger volcanic stages: H/W = 0.080 and 0.090, respectively. In turn, this comparison implies relative ages different from the previous ones, which calls for the re-grouping of the cones in terms of volcanic stages.

The slope values also show a better relation with shape, but in the shape categories there is also a good fit with age. Of the well formed cones, the younger Bükkösd has the steepest slope (17°), while the other (older) cones present lower values (14°). There is a bigger difference for the deformed cones (13–6°) without obvious separation by ages.

The trends in H/W ratio and slope values of the Perşani scoria cones fit well to those in other volcanic fields worldwide. In comparison with these fields the cones of Perşani Mts. were found strongly eroded due to climate, elevation, and exposure to weathering.

The observed chronological contradictions require further radiometric datings and a more accurate stratigraphy of pyroclastic deposits, especially with regard to the chronological division of the southern cones.

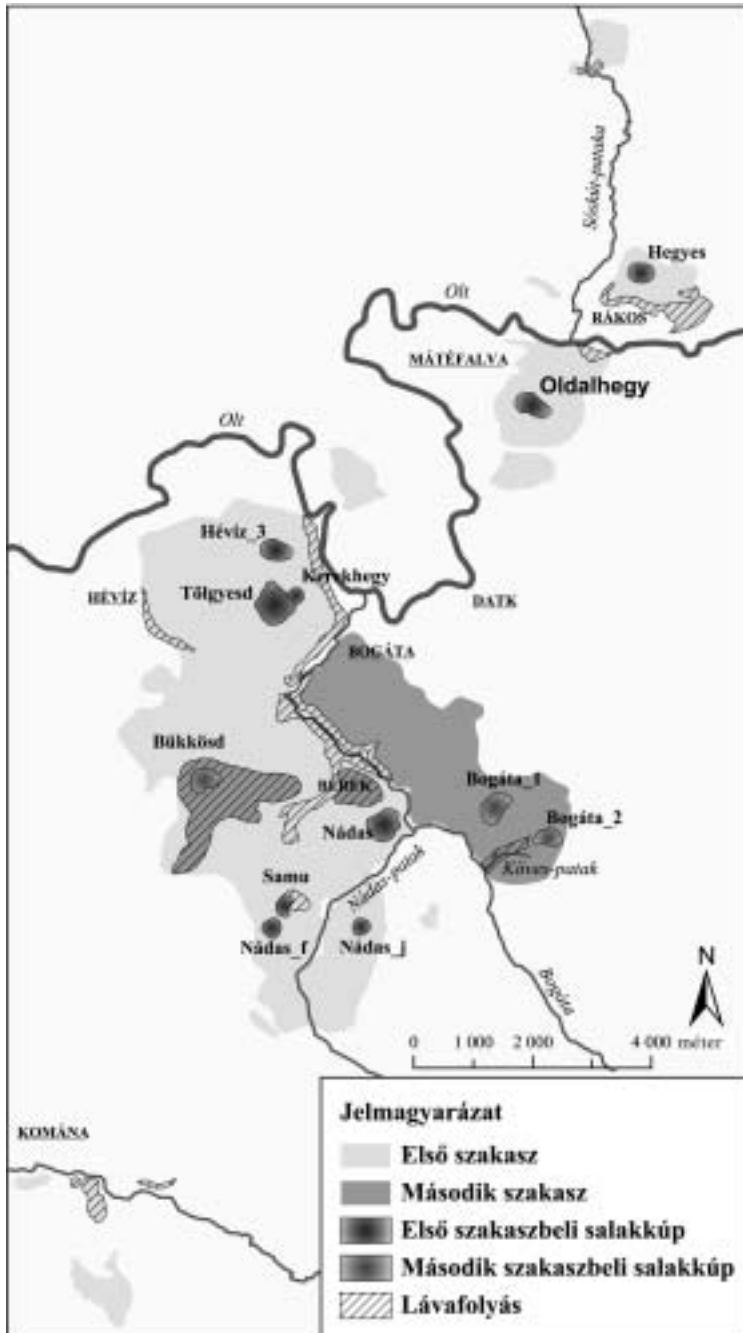
**Keywords:** scoria cones, morphometric analysis, DEM, Perşani Mountains, alkali basalt volcanism

#### Bevezetés

A Persányi-hegységben 1,5–1,2 Ma és 0,67–0,52 Ma között zajló bazaltvulkáni aktivitás a Kárpátok menti vulkanizmus záróakkordja volt (PANAIOTU, C. G. et al. 2004). A bazaltelőfordulások négy, többé-kevésbé összefüggő területen, az Olt két partján találhatóak: *Sóskút-pataka* völgyében, *Rákos–Mátéfalva* területén, *Hévíz–Bogáta–Nádas-patak* területén és *Felső-Komána* határában (1. ábra).

A K/Ar-koradatok és a paleomágneses vizsgálatok (PANAIOTU, C. G. et al. 2004) a lávafolyások esetén pontos besorolási lehetőséget nyújtanak az egyes vulkáni szakaszokba. A salakkúpok és piroklasztitok besorolása SEGHEDI, I. – SZAKÁCS, A. (1994), PANAIOTU, C. G. et al. (2004) munkáiban azonban elsősorban csak a rétegtani viszonyok alapján történt (1. ábra, 3. táblázat).

Saját kutatásaim során, a nemzetközi szakirodalomban ismert morfológiai vizsgálatok mintájára (PORTER, S. C. 1972; SETTLE, M. 1979;



1. ábra A Persányi-hegység bazaltvulkáni területeinek vulkanológiai vázlatja, SEGHEDI, I. – SZAKÁCS, A. (1994), PANAIOTU, C. G. et al. (2004), POPESCU I. (1970), POPESCU, I. et al. (1976) és a domborzatmodell alapján  
 Figure 1 Volcanological sketch map of the Persányi Mountains based on SEGHEDI, I. – SZAKÁCS, A. (1994), PANAIOTU, C. G. et al. (2004), POPESCU I. (1970), POPESCU, I. et al. (1976) completed by own DEM-based results

WOOD, C. A. 1980a, b; FAVALLI, M. et al. 2009), saját készítésű domborzatmodell (DEM) alapján, az ép és lepusztult formák közötti különbségek számszerűsítésével a salakkúpok morfológiájával foglalkoztam. Ez lehetővé tette a kúpok relatív korának meghatározását is, ami a két vulkáni szakasz közötti nagy időtávnak köszönhetően hozzájárulhat a korábbi, hozzávetőleges besorolás felülvizsgálatához.

A kapott paraméterek emellett lehetővé teszik az összehasonlítást olyan más, jól vizsgált salakkúp-mezőkkel is, mint a San Francisco Vulkanai Terület vagy az Etna salakkúpjai (WOOD, C. A. 1980a, b; FAVALLI, M. et al. 2009).

## Vizsgálati módszerek

### Salakkúp-morfometria

A salakkúpok a leggyakoribb és legegységesebb vulkáni felszínformák a Földön, mint

azt számos korábbi alaptanulmány bemutatta: PORTER, S. C. (1972), SETTLE, M. (1979), WOOD, C. A. (1980 a, b).

A salakkúpok épülésére és pusztulására vonatkozó törvényszerűségeket PORTER, S. C. (1972) és WOOD, C. A. (1980 a, b) írták le először. Meghatározták a friss salakkúpokra jellemző kúpmagasság/kúpátmérő-arányt ( $H/W = 0,18$ ) és lejtőszög-értéket ( $30^\circ$ ), amelyek az erózió hatására – az idő előrehaladtával – jelentősen csökkennek (1–2. táblázat).

#### 1. táblázat – Table 1

A friss szabályos salakkúpokra meghatározott jellemző arányszámok (PORTER, S. C. 1972).  
H – kúpmagasság; W – kúpátmérő;  $\alpha$  – lejtőszög  
Morphometric parameters of fresh scoria cones (PORTER, S. C. 1972).  
H – height of cone; W – diameter of cone;  $\alpha$  – slope

$$H = 0,18 W$$

$$\alpha = 30^\circ$$

#### 2. táblázat – Table 2

WOOD, C. A. (1980b) lepusztulás-vizsgálatának eredményei a San Francisco vulkáni terület salakkúpjain  
Parameters of degradation of the San Francisco Volcanic Field (WOOD, C. A. 1980b)

Kor	$H_{CO}/W_{CO}$	Lejtőszög
0,1 millió évnél fiatalabb	0,179	$30,8^\circ \pm 3,9^\circ$
0,7–0,2 millió éves	0,125	$23,1^\circ \pm 2,0^\circ$
0,7 millió évnél idősebb	0,038	$14,1^\circ \pm 4,2^\circ$

#### 3. táblázat – Table 3

A persányi salakkúpok kor- és alakos kategóriái és morfológiái paraméterei  
Age and shape classes and morphometric parameters of scoria cones in the Perşani Mountains

Salakkúpok	Szakasz	Alak	$H_{CO\_max}/W_{CO\_midr}$	$\alpha$	Térfogat ( $m^3$ )
Bükkösd		ép	0,123	17,0	6389887
Kerekhegy	1	ép	0,122	14,2	554239
Tölgyesd	1	ép	0,111	14,1	7835807
Hegyes	1	ép	0,107	13,8	1878670
Nádas	1	ép	0,091	13,5	652963
Bogáta_2	2	deformált	0,075	12,6	2230554
Samu-erdeje k.	1	deformált	0,076	10,7	710555
Bogáta_1	2	deformált	0,068	10,1	2500244
Nádas_f	1	deformált	0,069	9,3	792400
Hévíz_3	1	deformált	0,057	7,2	1356021
Oldalhegy	1	deformált	0,041	7,2	1072527
Nádas_j	1	deformált	0,041	6,2	690976

Fontos paraméternek tüntette fel WOOD, C. A. (1980a) a térfogatot is: vizsgálatai alapján a nagyobb térfogatú kúpok jellemzőbben épebbek, szabályosabbak, mint kisebb térfogatú társaik.

A salakkúpok nagyszámú előfordulása a monogenetikus vulkáni mezőkön mindig is kihívást jelentett morfológiájuk kvantitatív tanulmányozására. Egy újabb nemzetközi tanulmány például a lávaár általi körülfolysis miatt bekövetkező paraméter-változásokat és a lejtőn való elhelyezkedés miatt módosuló magassáérték pontos meghatározását vizsgálta (FAVALLI, M. et al. 2009).

A salakkúpok vizsgálatát jelentősen segítette a digitális domborzatmodellek (DEM-ek) megjelenése és használatuk elterjedése.

#### *A paramétereket befolyásoló tényezők*

A morfometriát az időtényezőn kívül számos más körülmény is befolyásolja.

1. Mint minden forma esetén, meghatározóak a felszín domborzati viszonyai. Általánosságban az eróziós rátát az éghajlati viszonyokon kívül a magasság és a kitétségi határozza meg. A Persányi-hegységben 1000–1200 m-es É–D-i irányú vonulatok jellemzőek, így viszonylag nagy átlagos tszf-i magasságának és Ny-i kitétségiének köszönhetően jelentős évi csapadékmennyiség és hőingás jellemzi; emiatt a gyorsabban pusztuló területek közé tartozik.

A vizsgált területen belüli különbségekhez azon térszín morfológiája is hozzájárul, amelyre a vulkáni anyag települ: vizsgálataim során megfigyelhető volt, hogy a deformált kúpok aljzatát alkotó felszín uralkodóan lejtős és esetenként tagolt.

2. Fontos szempont az alaktani viszonyok kialakításában (WOOD, C. A. 1980a) a térfogat is: a kisebb térfogat kisebb mennyiségű magma felszínre kerülését feltételezi, amelyben, kisebb térfogata miatt, kisebb mértékű lehet a kitérést megelőző buborékosodás, ami végső soron kisebb energiájú kitérés(ek)ben nyilvánul meg. Az ilyen kitérések esetében általában nagyobb szemcseméret jellemző, gyakoribbak a felszínre hullást követően a juvenilis vulkáni anyag összeolvadásából származó klasztogenetikus lávafolyások, s gyakoribb a vulkáni anyag összesülése, ami helyenként a lepusztulással szemben ellenállóbbá teheti a lejtőt – míg másutt nem; ennek (is) lehet eredménye a szabálytalanabb kúpalak. A kis térfogatú kúpok emellett általában rövidebb idő alatt keletkeznek, ennek köszönhetően

a pulzáló kitérések során kevésbé egyenlítődnék ki a létrejövő (pl. szélirányból fakadó) különbségek.

A világ más kúpjain végzett megfigyelések szerint (WOOD, C. A. 1980b) viszont a nagyobb térfogatú kúpok jobban pusztulnak – éppen mert általában robbanásosabb keletkezésűek, kisebb szemcseméretűek, így ritkábban fordulnak elő összesült rétegek, klasztogenetikus lávafolyások. Az egységes lepusztulás miatt azonban a jellemzően épebb kúpalakjuk hosszabb időn át meg is marad.

A fenti szabályszerűség a Persányi-hegységben is megfigyelhető: az ép kúpok általában nagyobbak; kisebb térfogatú társaik esetében helyenként a kúpalak is nehezen felismerhető.

A térfogatkülönbségek, hasonlóan a helyi domborzati eltérésekhez, jelentősen befolyásolhatták tehát a kiindulási kúpalakot és az eróziós feltételeket a vizsgált tizenkét salakkúp esetében, hiszen az éghajlati feltételek nagyjából azonosnak tekinthetők.

3. Szót kell ejteni a kevésbé általános *szomszédsági hatásról* is, mégpedig a Tölgyesd-Kerekhegy összenőtt salakkúpok és a közelükben levő, azonos szakaszba tartozó Hévíz\_3 salakkúp esetében. Nevezetesen, az idősebb kúpra a közelében levő másik kúp kezdeti, „kürtőtisztító” és/vagy azt követő robbanásai finom szemű hamurteget szórhattak, amelyen a későbbiekben könnyebben keletkeznek vízoszások; ezek a (már talajosodott) salakanyagra is átöröklődnek, s gyorsabban pusztulást eredményeznek az egyébként jó vízelvezető képességű salak anyagában. Ez a hatás eltéréseket okozhat a délebbi, bogatái kúpok esetében is.

4. Jelentős, relatív kort módosító tényező a fentebb már említett *lávaár általi körülfolysis*, amely alacsonyítja a kúpokat, és bár a kúp átmérőjét is csökkenti, összességében alacsonyabb kúpmagasság/kúpátmérő-értéket eredményez (mert a magasság 0 felé, a kúpátmérő ezzel szemben a kráterátmérő értéke felé tart: FAVALLI, M. et al. 2009).

5. A *lejtőn való elhelyezkedés*ből adódó módosulások geometriai következményeit FAVALLI, M. et al. (2009) igazolták: egy meredek vulkáni lejtőn elhelyezkedő salakkúp magassága kisebb, mint a hagyományos módszerrel mért érték (az átlagos kúpalapi magasság és legnagyobb magasság közötti különbség; SETTLE, M. 1979). Ennek a problémának a kiküszöbölésére magam is figyelmet fordítottam a vizsgálat során (a módszert l. alább).

6. A rendhagyó/szabálytalan alakú kúpok eredményei viszonylag erősebben függenek az *átmérő helyének megválasztásától* is. Megfelelő átmérőválasztással azonban a tendenciák megmaradnak a kúpmagasság/kúpátmérő-arányokban. Jelen munkában, a morfolometriai vizsgálat során a legkisebb és a legnagyobb átmérő átlagát vettem alapul.

7. A domborzati modellek eltérő felbontásából is különbségek adódhatnak a fontosabb paraméterekben, ezeknek a számszerű tanulmányozására FORNACIAI, A. et al. (benyújtott tanulmány) kerítették sort.

#### *A paraméterek kinyerése DEM-ből*

A persányi salakkúpok morfolometriai paramétereinek kinyerését az 1: 25 000-es méretarányú, 5, illetve 10 m-es szintvonalközöket feltüntető román katonai felmérés (1980) topográfiai térképei alapján elkészített DEM-ből végeztem, különböző ArcView eljárások segítségével.

A salakkúpoknak, illetve a piroklasztittal fedett területeknek és lávafolyásoknak az 1. és 2. ábrán látható lehatárolásához geológiai térképek (POPESCU, I. 1970; POPESCU, I. et al. 1976) és a SEGHEDI, I.–SZAKÁCS, A. (1994), valamint

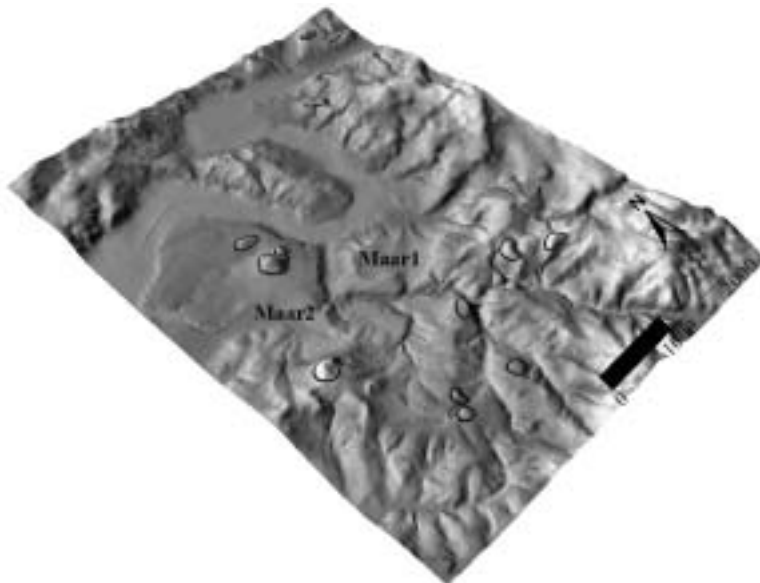
a PANAIOTU, C. G. et al. (2004) munkáiban szereplő vulkanológiai térképvázlatok és rétegtani leírások voltak segítségemre. Emellett a salakkúpok DEM-en történő körülhatárolása a salakkúpok lejtőjének megtörései (lejtőszög-változások) figyelembevételével történt.

A határpoligonnal a DEM-ből így *a valódi aljzat lejtését is figyelembe véve* vágtam ki a salakkúpok 3D-s modelljét, amelyekből a különböző paramétereket (kúpátmérő, kúpmagasság, lejtőszögek, térfogat) az ArcView programban lekérdeztem.

#### *Kor- és alaktani kategóriák*

Mint azt már WOOD, C. A. (1980b) is leírta, a lepusztulás-vizsgálatok során elsődleges feladat a *kor- és alaktani kategóriák* elkülönítése.

A két vulkáni szakasz kore csoportjain kívül, a lepusztultság mértékének vizuális értékelésével, két *alaktani kategóriát* különítettem el: az *ép* (Hegyes, Tölgyesd, Kerekhegy, Bükkösd, Nádas) és a *deformált* (Oldalhegy, Hévíz\_3, Nádasjobb, Nádas-felső, Samu-erdeje kúpja, Bogáta\_1, Bogáta\_2) kúpok csoportját (3. táblázat). Az ép salakkúpokat – felismerhető, szabályos kúpalakjuknak köszönhetően – már SEGHEDI, I. – SZA-



2. ábra A bazaltvulkáni terület középső része a Persányi-hegységben, DNy-ről nézve.

– Maar 1 és 2 – a területen feltételezett maar-vulkáni kitérési központok (Soós I. – SZAKÁCS S. 2008). A fekete vonalak a jelen tanulmányban vizsgált salakkúpok határai

Figure 2 Central part of the Persányi Volcanic Field viewed from Southwest. – Maar 1 and 2 – places of maar activity based on Soós I. – SZAKÁCS S. 2008. Black curves: borders of scoria cones

KÁCS, A. (1994) és PANAIOTU, C. G et al. (2004) is kiemelték.

Más alaktani beosztások általában több típust tartalmaznak (BATA T. 2007; FAVALLI, M. et al. 2009), de kráter hiányában a vizsgált persányi salakkúpoknak csak ez a két jól elkülönülő csoportja alakítható ki.

Ezt követően – a kúpmagasság/kúpátmérő, lejtőszög, térfogat meghatározásával, valamint a környező domborzat (pl. lávaár általi körülölelés) módosító hatását figyelembe véve – értékeltem ki a különböző korú és alakú kúpokat.

## Eredmények

### Kúpmagasság/kúpátmérő-arány

A nemzetközi szakirodalomban megszokott kúpmagasság/kúpátmérő jelölés látható a 3. ábrán: a kúpmagasságot az  $y$ -, a kúpátmérőt az  $x$ -tengelyre helyezve az azonos arányokkal rendelkező salakkúpok egy egyenes mentén helyezkednek el. A különböző kor- és alaktani kategóriák regressziós egyenesein összehasonlíthatjuk az első és második szakaszbeli, illetve az ép és deformált kúpok átlagos kúpmagasság/kúpátmérő-értékeit.

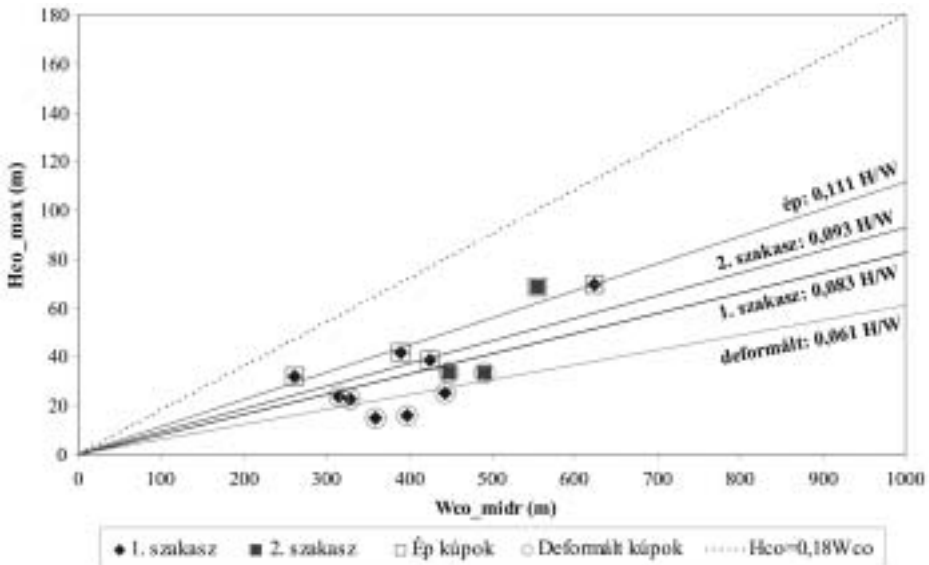
Mint láthatjuk, a két szakasz között az időtáv – fél millió év – elegendő ahhoz, hogy a mérések

észrevehető különbségeket adjanak a kúpmagasság/kúpátmérő és a lejtőszög csökkenésében, elsődlegesen a lepusztulásnak köszönhetően (3–4. ábra). Míg a vulkáni szakaszokra nézve ez a csökkenés különösen a kúpmagasság/kúpátmérő-arányban viszonylag kevésbé észrevehető, addig az alaktani kategóriák jól elkülönülnek (3. ábra, 3. táblázat).

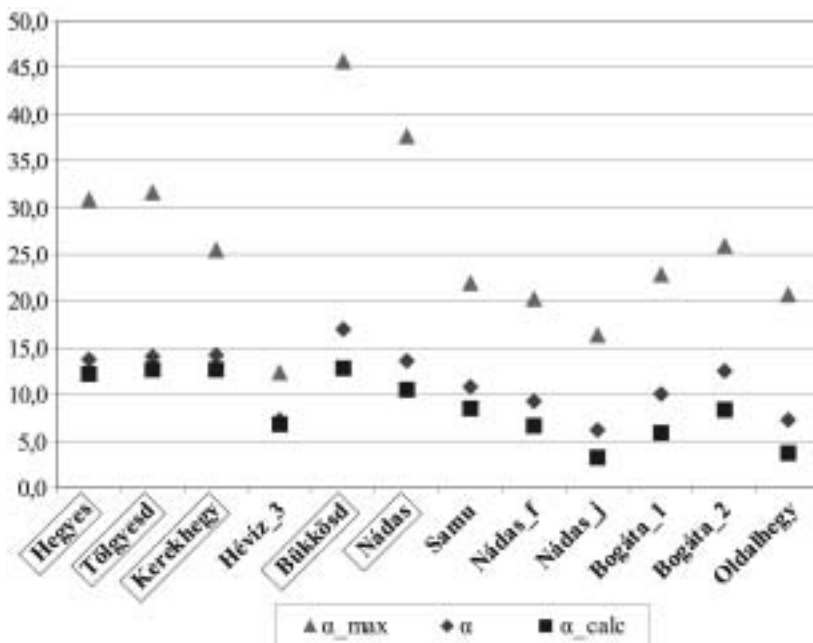
Az ép kúpokon belül a Bükkösd valamivel nagyobb értékét ( $H/W = 0,123$ ) a Tölgyesd ( $H/W = 0,111$ ) és a Kerekhegy ( $H/W = 0,122$ ) követik (arányszámukat tekintve nem sokkal lemaradva), majd a Hegyes ( $H/W = 0,107$ ) és a Nádas ( $H/W = 0,091$ ) kúpjai követik. Ez a sorrend megfelel a mért  $K/Ar$ -koroknak.

Az alaktanilag deformált salakkúpok arányszámai egyértelműen kisebbek, ami abból fakadhat, hogy szinte bizonyosan nemcsak lejtős, de tagolt domborzatra is települtek. Ezen kívül általában kisebb térfogatúak (azaz a korábbi értékelés alapján kevésbé szabályosan fejlődhettek ki). Megfigyelhető, hogy ezen a csoporton belül két alcsoport körvonalazódik: egy magasabb (3. ábra: a  $H/W = 0,061$  egyenes feletti 4 kúp: az első szakaszbeli Samu és Nádas\_f, illetve a bogátai két második szakaszbeli kúp), illetve egy alacsonyabb értékekkel rendelkező (ebbe az Oldalhegy, a Hévíz\_3, a Nádas\_j tartozik).

Mindeme paraméterek jelentősen elmaradnak a friss, szabályos salakkúpokra jellemző,



3. ábra A persányi salakkúpok kúpmagasság/kúpátmérő aránya kor- és alaktani osztályok szerint  
Figure 3 Distribution of height/diameter ratio of scoria cones by shape and age classes



4. ábra A salakkúpok legnagyobb ( $\alpha_{max}$ ), átlagos ( $\alpha$ ) és elméleti ( $\alpha_{calc}$ ) lejtőszögei. A második vulkáni szakaszhoz tartozik: Bükkösd, Bogáta\_1 és 2, a többi első szakaszbeli. Az ép salakkúpok kerettel szerepelnek  
 Figure 4 Maximum ( $\alpha_{max}$ ), average ( $\alpha$ ) and calculated ( $\alpha_{calc}$ ) slopes of scoria cones. Second volcanic phase: Bükkösd, Bogáta\_1 and 2, First volcanic phase: others. Well formed cones are in frame

PORTER, S. C. (1972) és WOOD, C. A. (1980a, b) által definiált  $H/W=0,18$ -as értéktől (1. táblázat). Nagyobb lepusztultságról tanúskodnak az Etna 15 ezer évnél fiatalabb salakkúpjaira meghatározott trendnél is ( $H/W=0,137$ ; FAVALLI, M. et al. 2009). Igaz, fiatal korukhoz képest az utóbbiak is erős lepusztuláson mentek keresztül a nagy tszf-i magasság miatt.

Érdekes összehasonlítani a persányi salakkúpok értékeit a WOOD, C. A. (1980b) által vizsgált San Francisco vulkáni terület salakkúpjaiéval (2. táblázat), mert ott részben hasonló korcsoportokat figyelhetünk meg (0,7–0,2 és 0,7 Ma feletti korú kúpok csoportja, ami a két persányi vulkáni szakasszal hozzávetőleg megegyezik). A persányi kúpok kúpmagasság/kúpátmérőben és lejtőszögben is megfigyelhető alacsonyabb értékei a fiatalabb szakaszban azzal magyarázhatók, hogy a san francisco-i terület félig száraz éghajlatú, így az eróziós ráta jóval kisebb. (Hogy a san francisco-i kúpok az idősebb korosztályon belül ennek ellenére alacsonyabb értékeket vesznek fel, mint a persányiak, az a kategóriahatárnak köszönhető: a 0,7 Ma-nál idősebb kúpok közé ott pliocén kúpok is bekerültek.)

### Lejtőszög

A legnagyobb lejtőszögek ( $\alpha_{max}$  – 4. ábra) legvalószínűbben utólagos eróziós hatásra – leszakadás, közeli vízmosság – alakultak ki; ez magyarázhatja, hogy a friss salakkúpokra jellemző legnagyobb, 30°-os lejtőszögnél nagyobb értékek is megjelennek.

Az elméleti (átlagos) lejtőszöveget ( $\alpha_{calc}$  – 4. ábra) a salakkúp kúpmagasság/kúpátmérő arányából kaphatjuk meg (DOHRENWEND, J. C. et al. 1986), így annak értékeit jobban is követi, mint az átlagos lejtőszög.

Ezekhez az értékekhez képest tehát inkább az átlagos lejtőszög vizsgálata adhat új információkat (4. ábra). Itt a salakkúpok ugyancsak elkülönülnek az alaktani kategóriák szerint (4. ábra), bár elmondható, hogy az egyes alaktani kategóriákon belül a fiatalabb kúpok jellemezhetők a legnagyobb lejtőszögekkel.

Az igen szabályos Bükkösd jóval nagyobb átlagos lejtőszöggel rendelkezik a többi ép kúphoz képest (17°, szemben a 14° körüli értékekkel), ami – a korosztályba sorolás alapján – várható is

volt, bár mint láttuk, a kúpmagasság/kúpátmérő-értékekben ez a különbség nem jelent meg.

A deformált kúpok között ugyancsak megfigyelhető egy magasabb és egy alacsonyabb lejtőszög-értékekkel jellemezhető alcsoport, ugyanazokkal a tagokkal, amelyek a kúpmagasság/kúpátmérő-vizsgálatokban szerepelnek.

### Térfogat

A térfogat természetesen csak az alaktani csoportokkal mutat szoros összefüggést: az ép kúpokat nagyobb térfogatértékek jellemzik (5. ábra). Ez a kitérés menetével kapcsolatos, a fentebb már említett törvényszerűség következménye (WOOD, C. A. 1980a).

A Tölgyesd és a Kerekhegy összenőtt kúpja (1–2. ábra) közös kitérését valószínűsít. Egy magmakamrát/táplálócatornát feltételezve térfogatukat együttesen számíthatjuk; talán így magyarázható, hogy bár a Kerekhegy ép társainál jóval kisebb térfogatú, mégis szabályos megjelenésű.

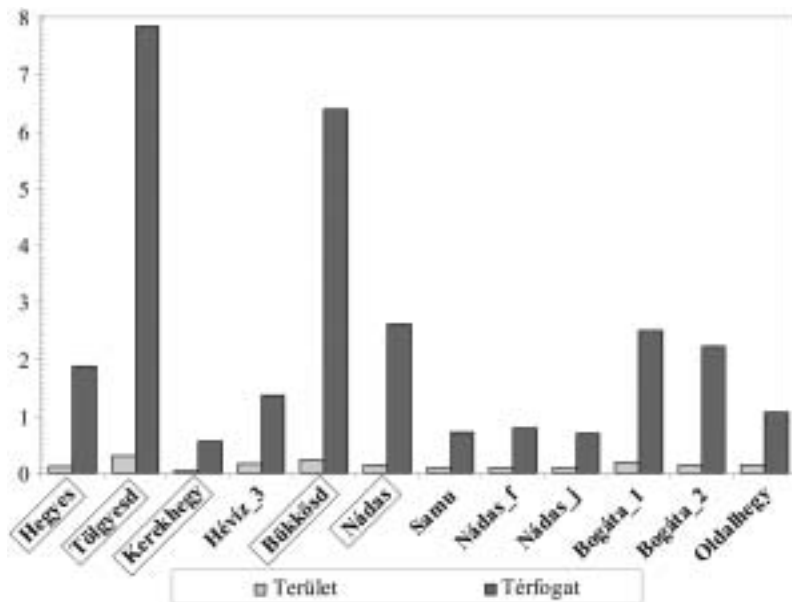
### Az eredmények értékelése

A vizsgált paramétereket szemügyre véve és azokat összehasonlítva hasonló klímájú és föld-

rajzi helyzetű fiatalabb (pl. Etna), illetve hasonló korú, eltérő klímájú (pl. San Francisco vulkáni terület) salakkúp-mezőkkel, egyértelműen kiderült, hogy a persányi salakkúpok korukból, magassági és kitéréségi helyzetükből adódóan erősen erodáltak.

A vizsgálati eredmények alapján a salakkúpok korbesorolása nagyjából egyezik a korábbi kutatások eredményeivel. Néhány helyen azonban szükség van a korbesorolások felülvizsgálatára.

Az egyik ilyen problematikus rész a legjelentékenyebb térfogatú Tölgyesd és Kerekhegy összenőtt kúpjai, amelyeknek kúpmagasság/kúpátmérő-értékei nagyon közeliek a náluk fél millió évvel fiatalabbnak leírt Bükkösdéhez (PANAIOU, C. G. et al. 2004), ami megkérdőjelezheti a külön vulkáni szakaszba tartozást a három kúp esetében. Ugyanakkor, ha a salakkúpok alaki megjelenését (1. kép), valamint lejtőszög-értékeit (4. ábra) tekintjük, elképzelhetővé válik a különböző vulkáni szakaszba tartozás. Emellett a Tölgyesd-Kerekhegy salakkúpokhoz köthető lávaárak üledékekkel való fedettsége is idősebb voltakat jelezheti (1. ábra), míg a Bükkösd esetében a vulkanológiai vázlaton és domborzatmodellén (1–2. ábra) is tanulmányozható a hozzá kötődő lávaárak (természetesen növényzettel borított) felszínének épebb megjelenése.



5. ábra A salakkúpok terület (millió m<sup>2</sup>) és térfogat (millió m<sup>3</sup>) értékei. A második vulkáni szakaszhoz tartozik: Bükkösd, Bogáta\_1 és 2, a többi első szakaszbeli. Az ép salakkúpok kerettel, a deformáltak keret nélkül szerepelnek

Figure 5 Area (million m<sup>2</sup>) and volume (million m<sup>3</sup>) of scoria cones. Second volcanic phase: Bükkösd, Bogáta\_1 and 2, First volcanic phase: others. Well formed cones are in frame





1. kép A Bükkösd kúpja (balra) és a Kerekhegy és Tölgyesd kúpjai (jobbra) (Soós I. felvétele)  
 Photo 1 Photo of Bükkösd (left) and Kerekhegy-Tölgyesd (right) scoria cones (Courtesy I. Soós)

A másik felmerülő probléma a Bükkösd „hiányzó piroklasztitjaival” kapcsolatos. A WOOD, C. A. (1980a) által leírt törvényszerűség értelmében, a vulkanizmus kezdetén jelentkező „kürtőtisztító” kitérés(ek)hez köthető piroklasztitok térfogata a később épülő salakkúp térfogatának többszöröse lehet (l. az Etna legutolsó, 2001–2002-es salakkúpjai esetében is, FORNACIAI, A et al. 2010). A salakkúpok térfogatát a szintén hozzájuk köthető, a vulkáni működés későbbi szakaszában jelentkező lávafolyás anyagának térfogata is többszörösen meghaladja (l. Paricutín, Mexikó; HASENAKA, T. – CARMICHAEL, I. S. E. 1985). Érthető hát a kérdés, hogy a jelentékeny térfogatú Bükkösdhöz kapcsolódóan, amelyhez több lávafolyás is köthető, miért nem jelöltek a megelőző vizsgálatok (SEGHEDI, I. – SZAKÁCS, A. 1994; PANAIOTU, C. G. et al. 2004) vele egyező korú (egy szakaszba tartozó, fiatal) piroklasztit-rétegeket. Erre semmilyen körülmény nem szolgál magyarázatul, s mivel a kapcsolódó nem kúpépítő robbanások elmaradása (ha más-hol mindenütt megvannak) vagy a keletkezett rétegek teljes lepusztulása igen valószínűtlen, azt feltételezem, hogy legalább a *Bükkösd D-i, DNY-i szomszédságában első szakaszbelinek jelölt piroklasztitok egy része a második szakaszba tartozhat.*

Ez az átsorolás nagy jelentőséggel bírhat, mert a Hévíz–Bogáta–Nádas-patak vulkáni terület D-i kúpjainak első szakaszba sorolása rétegtani alapon történt, hiszen koradatokat szolgáltató minták sem innen, sem a környezetéből nem származtak (PANAIOTU, C. G. et al. 2004). Azaz, ha mégsem első szakaszbeli piroklasztiton ülnek, akkor a vulkáni működés fiatalabb szakaszához is tartozhatnak. Erre a Samu-erdeje kúpnál a domborzatmodellből alig kivethető kis lávanyelv is utalhat. Továbbmenőleg, a Nádas-patak bal

oldalán elhelyezkedő két kúp vizsgált, lepusztulást jelző paraméterei szintén nagyon hasonlóak a fiatalabb bogátai kúpokéhoz.

Visszatérve a Tölgyesd–Kerekhegy környékének problémájára: amennyire közeliek az értékeik a fiatalabb Bükkösdéhez, annyira eltérnek a közvetlen környezetükben található Hévíz\_3-étól. A hévízi három kúp közötti különbséget részben a már említett szomszédsági hatás (WOOD, C. A. 1980b) magyarázhatja, azaz, a Hévíz\_3 valószínűleg idősebb keletkezésű, így a Tölgyesd és a Kerekhegy kitérésakor finomabb szemcseméretű anyag fedhette be, amelyen könnyebben alakulnak ki vízmosságok és öröklődnek át az alatta lévő salakanyagra, ezzel növelve az eróziós rátát. A másik alacsonyító tényező a lávaár általi körülfolys lehetett, amelyre az Olt menti kibukkanások utalnak (1. ábra).

## Összefoglalás

A Persányi-hegység salakkúpjain végzett morfológiai vizsgálat a salakkúp-morfológiát a nemzetközi kutatás fő vonalába illeszkedő adatokkal egészíti ki. Az eredmények új kérdéseket is felvetnek, ezek némelyike beleillik az eddig felrajzolt vulkanológiai képbe, némelyik többé vagy kevésbé ellentmond annak.

A viszonylag kisebb számú mérések (12 kúp) jól értékelhető, reális eredményeket adtak. Az ép kúpok a deformáltakénál nagyobb lejtőszög-, kúpmagasság/kúpátmérő- és térfogatértékei jól illeszkednek a nemzetközi trendekhez, megfelelnek az elsősorban PORTER, S. C. (1972) és WOOD C. A. (1980a,b) klasszikus munkájában leírtaknak. Az egyes alaktani kategóriákon belül ugyanakkor a kapott eredmények felhívják a figyelmet a salakkúpok eddigi korbesorolásának

újbbli vizsgálatára, elsősorban a D-i területek deformált salakkúpjai esetében, amit kiegészítő vulkanológiai, rétegtani vizsgálatokkal és kor-meghatározással lehet tisztázni.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti a salakkúp-morfometriában nyújtott szakmai segítségért elsősorban KARÁ-TSON DÁVIDOT (ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék), a felmerülő módszertani feladatok-ban nyújtott segítségért TELBISZ TAMÁST (ELTE

TTK Természetföldrajzi Tanszék), a területre vonatkozó vulkanológiai információkért SOÓS ILDIKÓT és SZAKÁCS SÁNDORT (Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Kolozsvár), valamint a területről küldött térképekért JANCSIK PÉTERT (Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár).

---

FODOR EMÓKE  
ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék,  
Budapest  
emoke.fodor@gmail.com

### IRODALOM

- BATA T. 2007: Morfometriai paraméterek meghatározása vulkáni kúpokon a San Francisco vulkáni terület (USA, Arizona) példáján. –Diplomamunka. Budapest.
- DOHRENWEND, J. C. – WELLS, S. G. – TURRIN, B. D. 1986: Degradation of Quaternary cinder cones in the Cima volcanic field, Mojave Desert, California. – Geological Society of America Bulletin, 97. pp. 421–427.
- FAVALLI, M. – KARÁTSZON D. – MAZZARINI, F. – PARESCHI, M. T. – BOSCHI, E. 2009: Morphometry of scoria cones located on a volcano flank: A case study from Mt. Etna (Italy), based on high-resolution LiDAR data. – Journal of Volcanology and Geothermal Research, 186. pp. 320–330.
- FORNACIAI, A. – BEHNCKE, B. – FAVALLI, M. – NERI, M. – TARQUINI, S. – BOSCHI, E. 2010: Detecting short-term evolution of Etean cinder cones: a LIDAR-based approach. – Bulletin of Volcanology, 72. 10. pp. 1209–1222.
- FORNACIAI, A. – FAVALLI, M. – KARÁTSZON, D. – TARQUINI, S. – BOSCHI, E. (benyújtva): Morphometric analysis of scoria cones: DEM-derived error assessment and general evolutionary trends. – Journal of Volcanology and Geothermal Research.
- HASENAKA, T. – CARMICHAEL, I. S. E. (1985): The cinder cones of Michoacán-Guanajuato, central Mexico: their age, volume and distribution, and magma discharge rate – Journal of Volcanology and Geothermal Research, pp. 105–124.
- PANAIOU, C. G. – PÉCSKAY Z. – HAMBACH, U. – SEGHEDI, I. – PANAIOTU, C. E. – TETSUMARU, I. – ORLEANU, M. – SZAKÁCS, A. 2004: Short-lived Quaternary volcanism in the Perşani Mountains (Romania) revealed by combined K-Ar and paleomagnetic data. – Geologica Carpathica, 55. 4. pp. 333–339.
- POPESCU, I. 1970: Republica Socialistă România Harta Geologică, 1:50000, 94b Perşani (L-35-75-B). – Institutului Geologic, Bucureşti.
- POPESCU, I. – MIHĂILĂ, N. – PELTZ, S. – ŢICLEANU, N. – ANDRESCU, I. 1976: Republica Socialistă România Harta Geologică, 1: 50000, 78d Racoş (L-35-63-D). – Institutului de Geologie şi Geofizică, Bucureşti.
- PORTER, S. C. 1972: Distribution, morphology, and size frequency of cinder cones on Mauna Kea volcano, Hawaii. – Geological Society of America Bulletin, 83. pp. 3607–3612.
- SEGHEDI, I. – SZAKÁCS, A. 1994: Upper Pliocene to Quaternary basaltic volcanism in the Perşani Mountains. – Romanian Journal of Petrology, 76. pp. 101–107.
- SETTLE, M. 1979: The structure and emplacement of cinder cone fields. – American Journal of Science, 279. pp. 1089–1107.
- SOÓS I. – SZAKÁCS S. 2008: Pleisztocén freatomagmás kitörésközpontok azonosítási kísérlete a Persányi-hegységben (Keleti-Kárpátok). – HUNGEO 2008. Magyar Földtudományi Szakemberek IX. Világtalálkozója, 2008 augusztus 20–24. Budapest.
- WOOD, C. A. 1980a: Morphometric evolution of cinder cones. – Journal of Volcanology and Geothermal Research, 7. pp. 387–413.
- WOOD, C. A. 1980b: Morphometric analysis of cinder cone degradation. – Journal of Volcanology and Geothermal Research, 8. pp. 137–160.