



## Sávszelvények készítése és elemzése (swath analysis)

**TELBISZ Tamás<sup>1</sup>, KOVÁCS Gábor<sup>1,2</sup>, SZÉKELY Balázs<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>ELTE Természetföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C,  
telbisztom@ludens.elte.hu; s\_kovacs\_gabor@hotmail.com

<sup>2</sup>ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C,  
balazs.szekely@elte.hu

<sup>3</sup>Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien,  
Gußhausstr. 27-29, A-1040 Wien, Ausztria

### Abstract

Classical elevation profiles often comprise some arbitrariness (e.g. missing local maxima or minima, the profile line deviates from the ridgeline etc.). If we use a swath instead of a line, the arbitrariness can be diminished and the resulted swath profile is statistically more robust and informative. Swath profiles usually contain maximum, mean and minimum values calculated for zones perpendicular to the swath direction. The analyzed swath is usually a rectangle but irregular shapes are also possible. A special case is also considered here, the "central swath profile", in which the profile distance is calculated from a centre point. Central swath profiles can be useful for studying (partly) circular landforms such as volcanoes, dolines or alluvial fans. Swath profiles, in general, are widely used in geomorphology e.g. to identify remnant surfaces or to quantify tilted surfaces. In this paper, the process of swath profile creation is discussed in terms of GIS and a Visual Basic macro (*SwathCalc\_v3.bas*) is also appended to perform this process in Excel environment. A case study of the hilly landscape between Kőszeg Mts. and Rába river is also given to show the geomorphological application of the swath profile method.

Keywords: swath profile, central swath, digital terrain model, geomorphology, Western Transdanubian Hills

### Bevezetés

A földrajz (földtudományok) egyik régóta használt módszere a keresztmetszvények készítése, melyek alapján egy terület jellegzetes felszínformái, vagy más térbeli jellemzői (pl. éghajlati paraméterek, geológiai rétegek, stb.) jól vizsgálhatók. E keresztmetszvényeket gyakran valamilyen irányban megfigyelhető változások (lokális, trendszerű) kimutatására is szokták alkalmazni. Épp ezért a keresztmetszvények készítése a digitális domborzatmodellező szoftverek alap eszközkészletéhez tartozik, bár a tényleges kivitelezés bonyolultságában és időigényében markáns különbségek vannak (vö. Surfer, ArcGIS, GlobalMapper megoldásai).

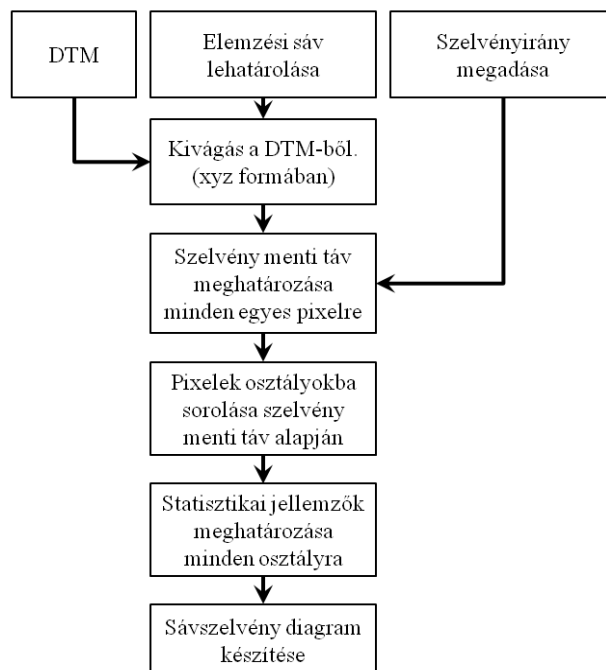
A keresztmetszvényekkel kapcsolatos elvi probléma ugyanakkor, hogy azok meghúzása sokszor önkényes (véletlenül vagy szándékosan!), így a mintázásból fontos pontok (pl. csúcsok) esetleg kimaradhatnak. Erre kínál megoldást a sávszelvények módszere, amely lényegében a szelvény vonalát sávra szélesíti, és így a kapott sávszelvényt statisztikai értelemben megbízhatóbbá és tartalmasabbá teszi. Ennek a technikai kivitelezését mutatjuk be az alábbi cikkben és példát adunk alkalmazására is. A szakirodalomban egyébiránt számos

példát találhatunk a sávszelvények alkalmazására (angolul: *swath analysis*; pl. FIELDING, 1996; KÜHNI & PFIFFNER, 2001; KORUP et al., 2005; STOLAR et al., 2007; ROBL et al., 2008; van der BEEK & BOURBON, 2008; TELBISZ, 2011; TELBISZ et al., 2012a, b), ám az alapos módszertani bemutatás mindezidáig hiányzik.

### Sávszelvény készítése

A *sávszelvény* általunk megfogalmazott definíciója: egy olyan általánosított keresztmetszelvény, amelyet úgy kaphatunk meg, hogy a magassági értékeket nem egyszerűen egy adott vonal mentén határozzuk meg, hanem egy sáv mentén haladva kiátlagoljuk a középvonalra merőleges zónákban mért magassági értékeket. Továbbá emellett gyakran más statisztikai paramétereket (pl. szélsőértékek, medián) is meghatározunk.

Ahogy feljebb írtuk, a módszer lényegében független attól, hogy milyen adatokkal dolgozunk, de a továbbiakban az egyszerű szóhasználat kedvéért úgy tekintjük, hogy domborzati (magassági) alapadatokból indulunk ki. Az adatszerkezet pedig legyen rács (grid) típusú. A készítés menetét az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A sávszelvény készítés folyamatábrája.

Elsőként az elemzési sávot kell lehatárolni (poligonként), ami általában téglalap alakú. Ez tulajdonképpen a kiszélesített szelvényvonal. Szélességére nincs általános szabály, a célhoz igazítható, vagyis úgy kell megválasztani, hogy a vizsgálandó területet jól reprezentálja. Ugyanakkor nincs elvi akadálya annak, hogy valamilyen szabálytalanabb formát vizsgáljunk. Ezt a terület adottságai – például „szabálytalan” alakú tájhatár – kifejezetten kívánatosá tehetik. Ezután a sávszelvény irányát szükséges meghatározni. Ez



történhet közvetlenül egy irány (azimut,  $\alpha$ ) megadásával, szabálytalan sávhatár esetén például ez a legegyszerűbb megoldás. Téglalap alakú sáv esetén az irányt rendszerint a téglalap hosszabb oldala jelöli ki. A téglalap csúcsainak koordinátái alapján az azimut ekkor is könnyen meghatározható. Az irányt rendszerint szintén a vizsgálat célja határozza meg. Domborzati formák vizsgálata esetén jellemzően a fő csapásiránnyal párhuzamos, vagy arra merőleges sávirány választása célszerű.

A szelvény menti távolság ( $d$ ) számítása egy  $x$ ,  $y$  koordinátájú pontra az alábbi képlet alapján végezhető:

$$d = (x - x_0) \cdot \sin \alpha + (y - y_0) \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

ahol  $x_0$ ,  $y_0$  a szelvény kezdővonalának egyik pontja (praktikusan a téglalap egyik sarkpontja).

A távolság alapján történő osztályba sorolásnál fontos paraméter az osztályköz, mert ez határozza meg a sávselvény horizontális felbontását. Ha ezt túl kicsire választjuk, akkor kevés pixel esik egy osztályba (ez természetesen függ az elemzési sáv szélességétől is), ami a számított statisztikai jellemzőket befolyásolhatja. Minimálisan nyilván legalább a DTM cellaméretét kell megadni, fölfelé ilyen elvi határ nem jelölhető ki. Túl nagy osztályköz nagyobb tompítást eredményez, de hosszú sávselvények vizsgálatánál ez akár előnyös is lehet.

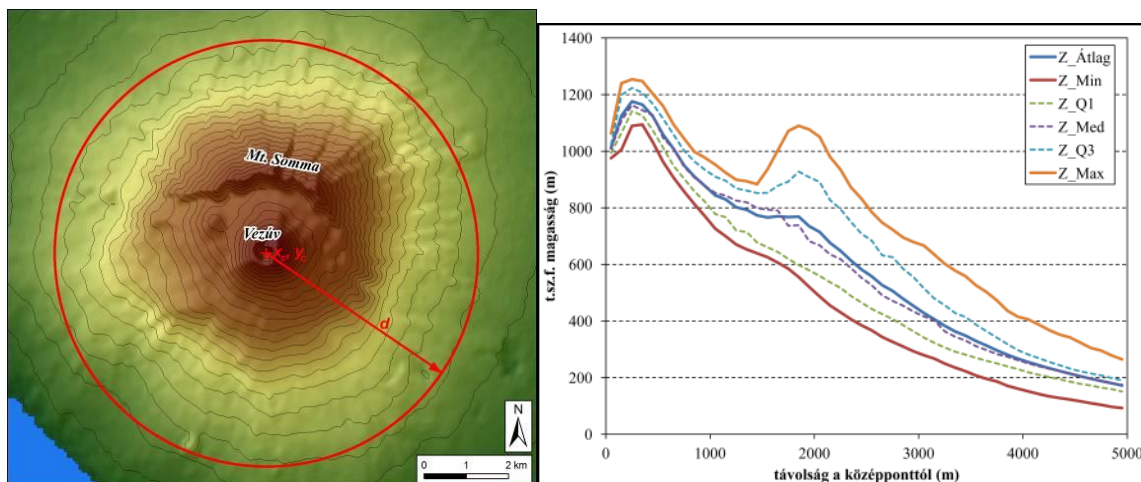
A bemenő adatok meghatározása értelemszerűen valamilyen térinformatikai program segítségével oldható meg, a többi lépést pedig Excel-hez írt VisualBasic makró segítségével hajtottuk végre. E makró (*SwathCalc\_v3.bas*) letölthető a cikk mellékleteként, mely a jelen cikkre való szokásos módon történő hivatkozás esetén tetszőlegesen felhasználható, továbbfejleszhető (a részleteket ld. ott a leírásban).

A fentiekben ismertetett sávselvény módszert kisebb változtatásokkal még jobban használhatóvá tehetjük, azaz még jobban hozzáigazíthatjuk a vizsgálandó objektumhoz. Részben vagy egészben körszimmetrikus alakzatok (pl. vulkánok, töbrök, hordalékkúpok) vizsgálata esetén a távolságot nem egy adott irány mentén, hanem a forma középpontjától érdemes számítani, ezt a vizsgálatot nevezhetjük „centrális sávselvénynek” (pl. KARÁTSON et al., 2012). Ez lényegében megfeleltethető a SZÉKELY & KARÁTSON (2004) által alkalmazott, polárkoordinátákba transzformált domborzatmodell sávmenti kiértékelésének. Ez esetben a távolság egyszerűen számítható

$$d = \sqrt{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2} \quad (2)$$

alapján, ahol  $x_c$ ,  $y_c$  a szimmetria-középpont.

A centrális sávszelvény készítésére mintaként a Vezúvot mutatjuk be (2. ábra).

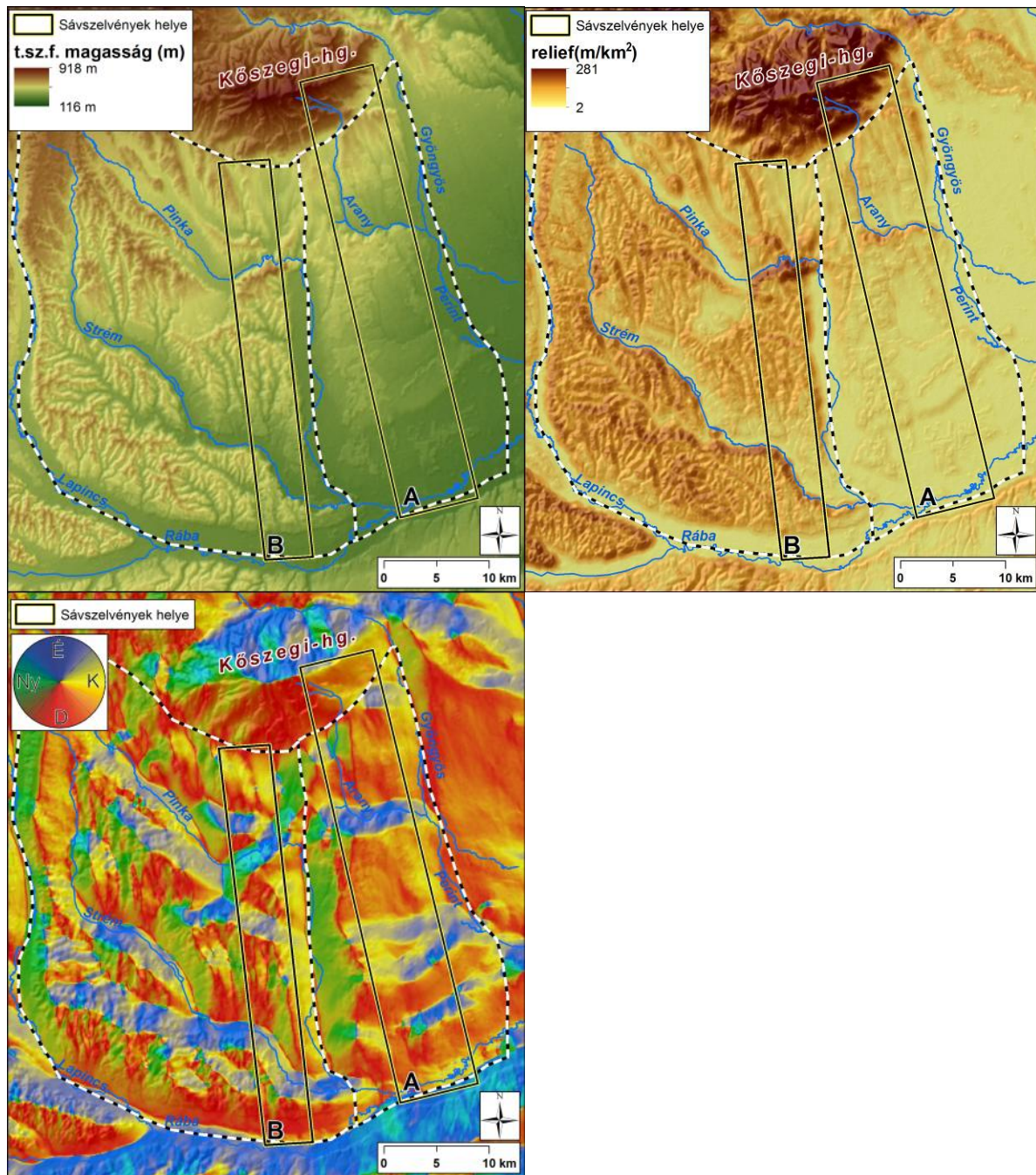


2. ábra. Centrális sávszelvény készítése. a) Vezúv DTM-je a vizsgált 5 km sugarú körrel. b) Centrális sávszelvény. Ezen jól fölismerhető a központi kráter, továbbá a Mt. Sommához köthető kalderaperem. Ez utóbbi elsősorban a maximum görbén hagy nyomot, de a minimumgörbe hajlása arra utal, hogy még ott is befolyásolja a kalderaperem a domborzatot, ahol ma már a fiatalabb vulkáni képződmények eltemették.

Elhajló formákhoz (pl. ívelt csapású hegységhez) is igazítható a sávszelvény, bár a görbe futású sávszelvény készítése számos technikai problémát is felvet. Ezeket itt most részletesen nem tárgyaljuk, de megjegyezzük, hogy mind a centrális sávszelvény, mind a görbe futású sávszelvény esetében az adott távolsághoz tartozó adatsűrűség általában helyről helyre eltérő lesz. Azaz a kör külső részein, avagy a görbülő sáv külső ívén lényegesen több pixel-adat tartozik egy sávszelvényhelyhez, mint a középponthoz közelebb eső részekben, illetve a belső íven, illetve fordítva, a centrális zónák magasságadatai több helyen is megjelen(het)nek.

### Esettanulmány – dőlő felszínek a Kőszegi-hegység és a Rába közti dombvidéken

Ez a mintaterület (3. ábra) a Kőszegi-hegység és a Vas-hegy pennini takaróhoz tartozó kristályos kőzeteit leszámítva túlnyomórészt miocén üledékekből fölépülő dombság. Felszínét (gyakran a tetőket is) sokféle nagy kiterjedésű kavicstakarók, kavicsteraszok borítják (ÁDÁM, 1962; PASCHER, 1999), amelyeknek az anyagát az Alpokból ideérkező vízfolyások szállították ide a harmadidőszak végétől kezdve, bár a maitól még némileg eltérő domborzati viszonyok között (PASCHER, 1999). A terület a negyedidőszakban részben tektonikusan, részben az erózió hatására feltagolódott. A DTM és az ebből levezetett térképek alapján két nagy részre oszthatjuk: a Pinkától keletre eső térszín (kb. a Magyarországra eső rész) alacsonyabb és jóval kevésbé tagolt, míg a nyugati részek sokkal szabdaltabbak (3. ábra).

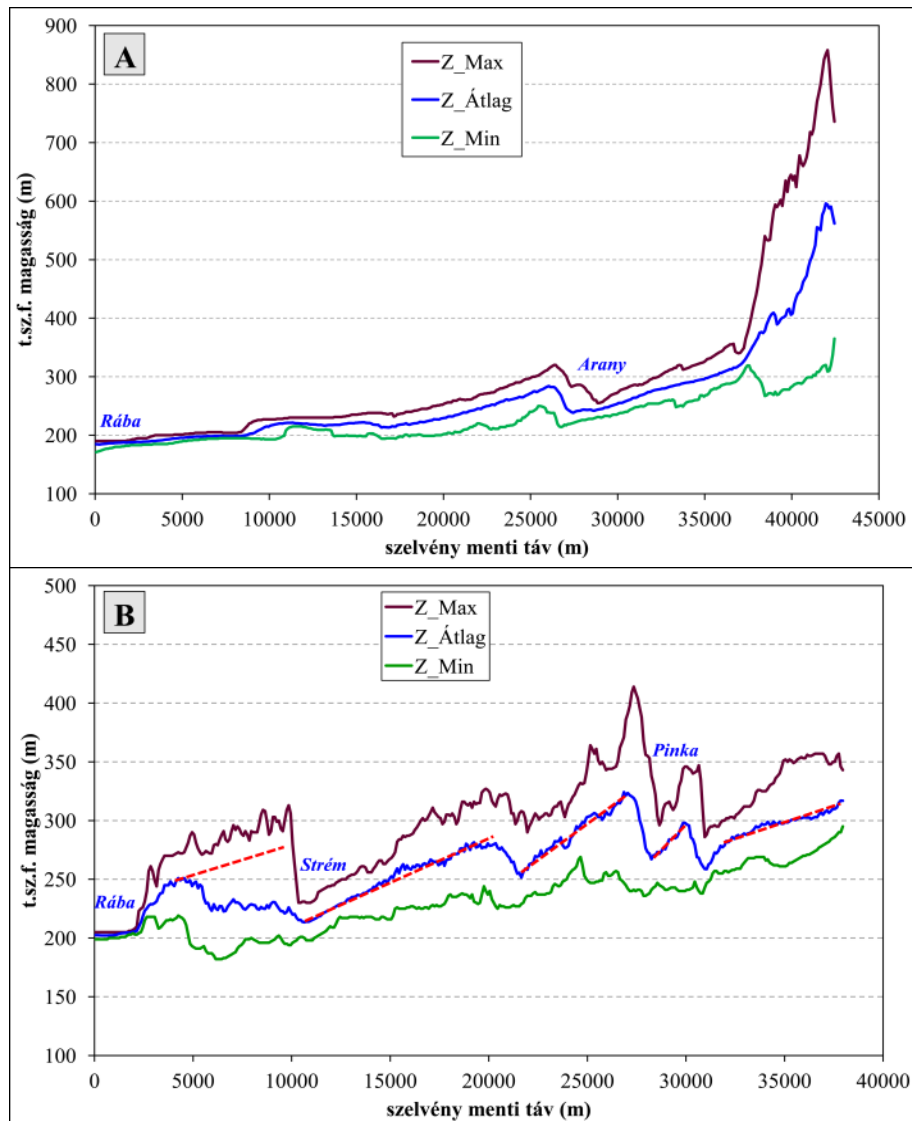


3. ábra. A Kőszegi-hegység és a Rába közti dombvidék DTM-je (a), lejtőszög- (b) és kitettség-térképe (c, ez utóbbi egy  $15 \times 15$ -cellás átlagoló szűrés után készült). A fekete-fehér vonal a vizsgált terület nyugati és keleti részének lehatárolását mutatja.

A keleti, Pinka és Gyöngyös közötti részt NyDNY–KÉK-i völgyek osztják kisebb részekre. Ezek a kisebb részek nagyjából egységes felszínt alkotnak, dőlésük északról dél felé haladva egyre kisebb. A nyugati részen azonban a nagyobb tagoltság miatt ezeket a felszíneket sokkal nehezebb beazonosítani, az egyszerű keresztmetszvények sok esetlegességet hordoznak.



Ezen esetlegességeket tudjuk a sávszelvényekkel kiküszöbölni (4. ábra). A 4. ábra (A) részén jól látható a kibillent felszínek egységes jellege, egy adott egységen belül mind a maximum, mind az átlag meglehetősen egyenletes lefutással jellemezhető. Mivel a szelvény irányát a legjellemzőbb kitétségekhez igazítottuk, ebből akár az egyes felszínek jellegzetes dőlésszögét is meg lehet határozni. Érdekes még megfigyelni, hogy ahol az egység határa merőleges a sávra (pl. 27 km-nél), ott a három görbe párhuzamosan változik, ahol viszont a határvonal ehhez képest ferdén halad (pl. 9-11 km-nél), ott a három görbe eltérő ütemben vált.



4. ábra. Sávszelvények: A) a dombvidék keleti, kevésbé tagolt részén keresztül; B) a dombvidék nyugati, tagoltabb részén keresztül. A piros, szaggatott vonal a domborzat átlagának trendjét jelzi. (A sávszelvények pozícióját ld. a 3. ábrán.)

A tagoltabb nyugati részen (4B. ábra) természetesen a sávszelvény is némileg tagoltabb, de az egyes egységek kijelölésére már alkalmasabb, mint az egyszerű keresztmetszvény, főleg az átlaggörbe kiegyenlített futása alapján. Így megállapítható, hogy a nyugati rész is hasonló,



dél felé lejtő felszínekből épül föl, mint a keleti. Ez esetben a legdélebbi, Rába és Strém közötti egység okoz kisebb problémát, ahol a Strém völgye átlósan vágja ketté a felszínt, ezért itt az átlag trendjét a maximum trendjével párhuzamosan hosszabbítottuk meg.

A dél felé enyhén dőlő felszín-egységek és a határoló peremlépcsők eredete nem témája ennek a cikknek, ezért csak említésszerűen jegyezzük meg, hogy egyes szerzők (pl. JASKÓ, 1964, 1995) a lepusztulásos (réteglépcsős) kialakulás mellett foglalnak állást, míg mások (pl. ÁDÁM, 1962; KOVÁCS et al., 2008) a tektonikus eredetű kibillenést valószínűsítik.

### **Következtetések**

A sávszelvények alkalmazása kiküszöbölheti a hagyományos keresztmetszvények esetlegességeit. A sávszelvény alapadatait az elemzési sáv lehatárolásával határozhatjuk meg. Az elemzési sáv lehet téglalap vagy ettől eltérő szabálytalan forma. A szelvény mentén számolt távolság irányát rendszerint a sáv hosszabb oldala határozza meg. Speciális esetként említhető a görbe vonalú sávszelvény, illetve a centrális sávszelvény – ez utóbbira példát is mutattunk a Vezúv DTM-je alapján.

A sávszelvény alkalmas lehet maradvány-felszínek jellemzőinek beazonosítására, lepusztult formák (pl. vulkánok) virtuális rekonstrukciójára, kibillent felszínek dőlésének meghatározására illetve egy tetszőleges térbeli változó adott irány szerinti változásának vizsgálatára. Esettanulmányként a Kőszegi-hegység és a Rába közti dombvidék kibillent tábláin szemléltettük a sávszelvények alkalmazását.

Akinek felkeltette az érdeklődését a módszer, annak ajánljuk kipróbálásra a cikk mellékleteként letölthető [Swath Calc v3.bas](#) Excel-környezetben futtatható makrót.

### **Irodalom**

- ÁDÁM L., 1962: A Rábántúli kavicstakaró. – In: ÁDÁM L., GÓCZÁN L., MAROSI S., SOMOGYI, S. & SZILÁRD J.: *Néhány dunántúli geomorfológiai körzet jellemzése.* – *Földrajzi Értesítő* **11** (1), 41–52.
- FIELDING, E.J., 1996: Tibet uplift and erosion. – *Tectonophysics* **260**, 55–84.
- JASKÓ, S., 1964: A nyugat-vas megyei barnakőszénterület. – *Földtani Kutatás* **7** (2–3), 24–48.
- JASKÓ, S., 1995: A Kárpátmedence nyugati szegélyének neotektonikája. – *Földtani Közlöny* **125** (3–4), 215–239.
- KARÁTSON D., TELBISZ T. & WÖRNER G., 2012: Erosion rates and erosion patterns of Neogene to Quaternary stratovolcanoes in the Western Cordillera of the Central Andes: an SRTM DEM based analysis. – *Geomorphology*, **139-140**, 122-135.
- KORUP, O., SCHMIDT, J. & MCSAVENEY, M.J., 2005: Regional relief characteristics and denudation pattern of the western Southern Alps, New Zealand. – *Geomorphology* **71**, 402–423.
- KOVÁCS G., SZÉKELY B. & PAPP S., 2008: Observations of the surface evolution of Pinka Plain: mass movements and neotectonics. – In: KAISER, H. K., KIRNER, R., (szerk.): *Proceedings of the Junior Scientist Conference 2008.*, Vienna, 309-310.
- KÜHNI, A. & PFIFFNER, O.A., 2001: The relief of the Swiss Alps and adjacent areas and its relation to lithology and structure: topographic analysis from a 250-m DEM. – *Geomorphology* **41**, 285–307.



- PASCHER, G. A., 1999: Geologische karte des Burgenlandes 1:200000. – Geologischen Bundesanstalt, Wien.
- ROBL, J., HERGARTEN, S., STÜWE, K., 2008: Morphological analysis of the drainage system in the Eastern Alps. – *Tectonophysics* **460**, 263–277.
- STOLAR, D.B., WILLETT, S.D. & MONTGOMERY, D.R., 2007: Characterization of topographic steady state in Taiwan. – *Earth and Planetary Science Letters* **261**, 421–431.
- SZÉKELY B. & KARÁTSON D., 2004: DEM-based morphometry as a tool for reconstructing primary volcanic landforms: examples from the Börzsöny Mountains, Hungary. – *Geomorphology* **63**, 25–37.
- TELBISZ T., 2011: Large-scale relief of the Slovak Karst and Aggtelek Karst (Gömör-Torna/Gemer-Turňa Karst) – a DEM-based study. – *Hungarian Geographical Bulletin (Földrajzi Értesítő)*, **60/4**, 379-396.
- TELBISZ T., KOVÁCS G., SZÉKELY B., KARÁTSON D., 2012a: A sávszelvény-elemzés (swath analysis) módszere digitális terepmodell (DTM) alapján. – *Földtani Közlöny*, **142/2**, 193-200.
- TELBISZ T., MARI L., IMECS Z., 2012b: A Torockói-hegység völgyhálózat-fejlődése. – *Földrajzi Közlemények*, **136/1**, 22-36.
- van der BEEK, P. & BOURBON, P., 2008: A quantification of the glacial imprint on relief development in the French western Alps data. – *Geomorphology* **97**, 52–72.