

## A PELSŐCI-FENNSÍK DIGITÁLIS DOMBORZATELEMZÉSE ÉS TÖBÖR-MORFOMETRIAI JELLEMZÉSE

TELBISZ TAMÁS - MÓGA JÁNOS - KÓSIK SZABOLCS

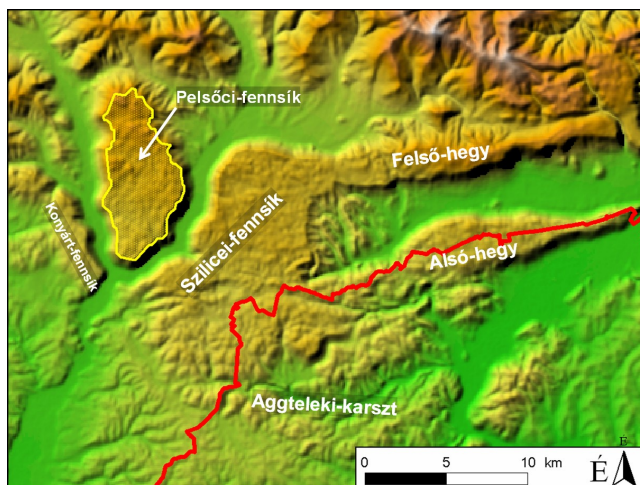
ELTE Természetföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.,  
telbisztom@ludens.elte.hu, jmoga@freemail.hu, giggs82@gmail.com

*Abstract: The 33.2 km<sup>2</sup> Plešivska Planina (Pelsőci-fennsík) is situated at the northern part of the Gömör-Torna Karst. The planina stands out from its surroundings as an island and it is bordered by deep and wide valleys (Slaná/Sajó, Štítník/Csetnek valleys). Its relief has 3 characteristic steps (710-750 m; 630-680 m and 530-580 m a.s.l., respectively) with a SSW decreasing surface. From the lithological viewpoint, the Wetterstein Limestone is the most important, it extends to 69% of the plateau and 88% of the 730 dolines are found on this lithology. Using GIS-analysis we examined the different factors influencing doline density with the result that the most important factor is lithology. Secondly, the flow directions derived from the DEM of the area can also explain some characteristics of the doline density pattern that implies that flow conditions could play an important role in doline evolution when the covered karst became exhumed. And locally (but not generally) the fault lines also contributed to the spatial pattern of dolines. As for the size of dolines, the median area is 2911 m<sup>2</sup> and the statistical distribution of doline area is lognormal as it is the case in many other karst terrains.*

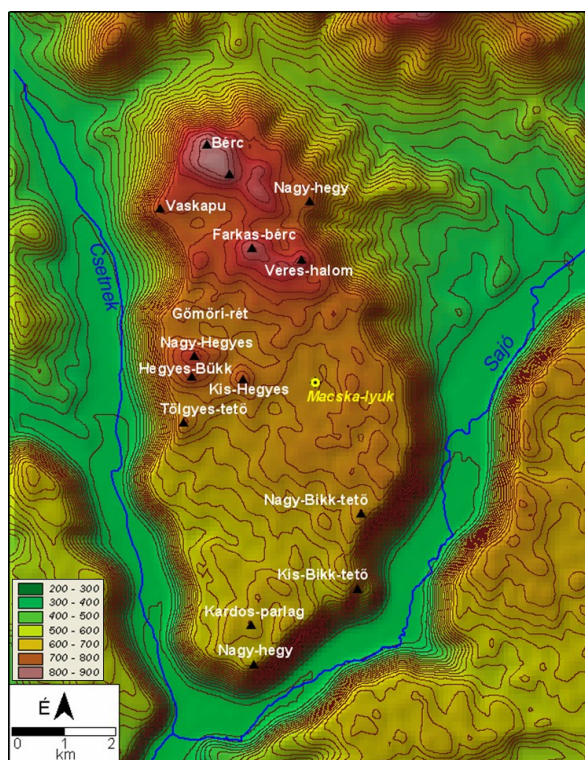
### Bevezetés

A töbrös fennsíkok mozaikjából álló Gömör-Tornai-karszt az „aggteleki jellegű” karsztok (HEVESI 1991) jellegzetes képviselője. Az elmúlt években megkezdjük az egyes karsztfennsíkok domborzati és töbör-morfometriai elemzését térinformatikai módszerekkel (TELBISZ 2001, TELBISZ- MÓGA 2005, TELBISZ et al, 2006). E munka folytatásaként most a Pelsőci-fennsík elemzését tűztük ki célul (1. ábra).

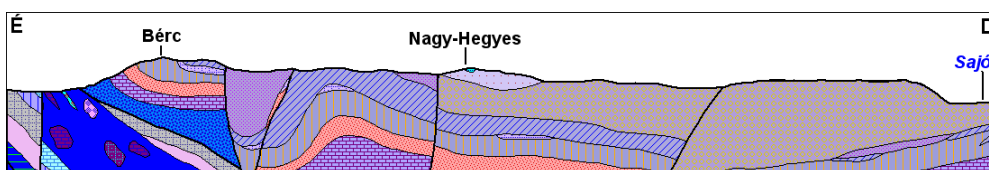
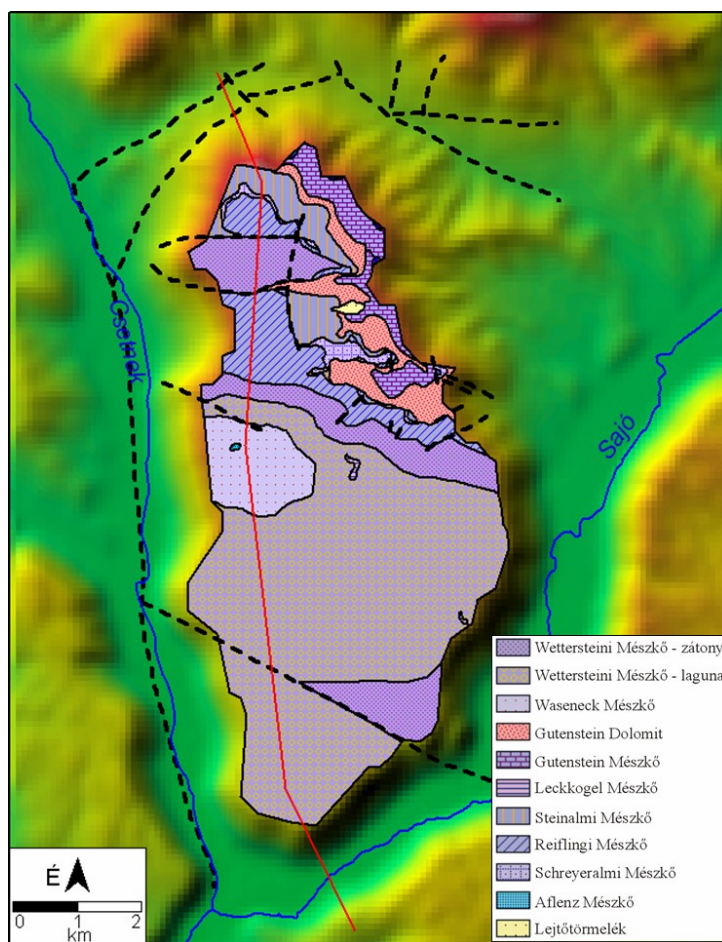
Ez a fennsík a legjobban lehatárolható, környezetétől szigetszerűen elkülönülő karsztfennsík (2. ábra), melyet szurdokvölgyek (Sajó-, Csetnek-völgy) választanak el a szomszédos Szilicei-fennsíktól, ill. a Konyárt-fennsíktől. Északon a Rozsnyói-szutura mentén kialakult völgy képezi a határt a Szepes-Gömöri-Érc-hegység felé. Legmagasabb pontja az északi végéhez közel eső Bérc (851 m t.sz.f.), legalacsonyabb pontja pedig a fennsík délkeleti végénél fekvő Nagy-Tisztás-töbörben van (469 m t.sz.f.).



1. ábra: A mintaterület elhelyezkedése a Gömör-Tornai-karszton belül (SRTM domborzatmodell felhasználásával)  
 Fig. 1: Location of the study area within the Gömör-Torna Karst Area (using SRTM digital elevation model)



2. ábra: A Pelsőci-fennsík domborzati képe a fontosabb tetőkkel (SRTM domborzatmodell felhasználásával, szintvonalak 20 méterenként)  
 Fig. 2: Relief of the Plešivka Planina with important peaks (using SRTM digital elevation mode, contour interval: 20 meters)



3. ábra: A mintaterület közzetani térképe és egy É-D-i irányú geológiai szelvény (MELLO,1997 alapján).  
 A szaggatott vonalak törésvonalakat jeleznek, a piros vonal a szelvény helyét jelzi a térképen  
 Fig. 3: Geologic map of the study area and a N-S geologic profile (based on MELLO,1997).  
 Dashed lines mark fault lines, , red line marks profile location in the map

A fennsík geológiai adottságait MELLO (1996, 1997) és MÓGA (1998) alapján tekintjük át (3. ábra). A fennsíkot elsősorban mészkövek alkotják, melyek közül a Wettersteini Mésző játszik meghatározó szerepet, a többi kőzet csak a terület északi harmadában fordul elő a felszínen. A Pelsőci-fennsík kőzetei két szerkezetileg különálló egységhez, két külön szinkli-

nálisához tartoznak, melyeket a fennsík déli részét átlósan keresztező törésvonal választ el egymástól. Ezt a törésvonalat a felszínen jól követhető, mintegy 50 m szintkülönbségű tereplépcső hangsúlyozza ki. A törésvonal mentén oldalirányú és függőleges elmozdulások is történhettek. Ugyanakkor a geológiai szelvény és a tereplépcső lejtése alapján némi ellentmondás látszik, ugyanis a szelvény szerint a déli egység került alacsonyabbra (azaz függőleges értelemben feltolódás jellegű mozgásnak látszik), miközben a tereplépcsőnél éppen a déli oldal a magasabb. Az egy tömbben elhelyezkedő Wettersteini Mészkövek elterjedését a fennsík közepétől északra az említett törésvonallal párhuzamos ÉNy-DK-i csapásirányú vonal zárja le, melytől északra a fennsík köztani és szerkezeti felépítése is változatosabb (ld. 3. ábra).

A Pelsőci-fennsík jelenleg is megfigyelhető felszínformáinak kialakulásában három fontos szakaszt lehet elkülöníteni (MÓGA 1998):

1. A Pelsőci-fennsík átlagos felszínéből kiemelkedő kúp ill. halom formájú hegyeket (Nagy-Hegyes; Kis-Hegyes; Tölgyes-tető; Hegyes-Bükk) számos kutató (szub)trópusi szigethegyes/kúpkarsztos formáknak tekinti (LUKNIŠ 1964, JAKÁL 1975, MAZUR 1973, MÓGA 1998). Kialakulásuk idejét tekintve azonban közvetlen bizonyítékok híján rendkívül nagy a bizonytalanság: egyesek a kréta (LUKNIŠ 1964, JAKÁL 1975, MAZUR 1973), mások a miocén időszakot tartják valószínűbbnek (MÓGA 1998).
2. A fennsík nagyjából D felé lejtő felszínét az Érc-hegység felől lefutó vízfolyások egyengették el a pannonban, egyben kavicsos üledékekkel be is terítették (JAKÁL 1975, MAZUR 1973, GAÁL 1997).
3. A pannon után gyors kiemelkedés kezdődött meg, melynek mértéke máig mintegy 500 méter lehetett (GAÁL 1997). Ennek következtében megindult a karszt kihantolódása és a töbrök, zsombolyok kialakulása.

## Módszerek, adatok

A térinformatikai vizsgálatokhoz *ArcView GIS 3.2* szoftvert használtunk. Kiindulásként egy térinformatikai adatbázist építettünk fel az alábbi alapadatokból kiindulva:

1. Szlovák topográfiai térkép (méretarány: 1:10 000; szintvonalköz: 2 m). Ez alapján digitalizálással a következő „rétegeket” állítottuk elő:
  - Töbr-határok (melyeket a legkülső zárt szintvonal alapján határoztunk meg az egyértelmű és egységes adatkezelés miatt)
  - Töbr-középpontok
2. Szlovák-Karszt geológiai térképe (méretarány: 1:50 000; MELLO 1996). Ez alapján digitalizálással a következő „réteget” állítottuk elő:

- Földtani határok, törésvonalak

### 3. SRTM digitális domborzatmodell (horizontális felbontás: 90m)

Az így kialakított adatbázis segítségével lehetőség nyílt a domborzat és töbör-morfometriai elemzések elvégzésére, melyek közül az alábbi jellemzőket vizsgáltuk:

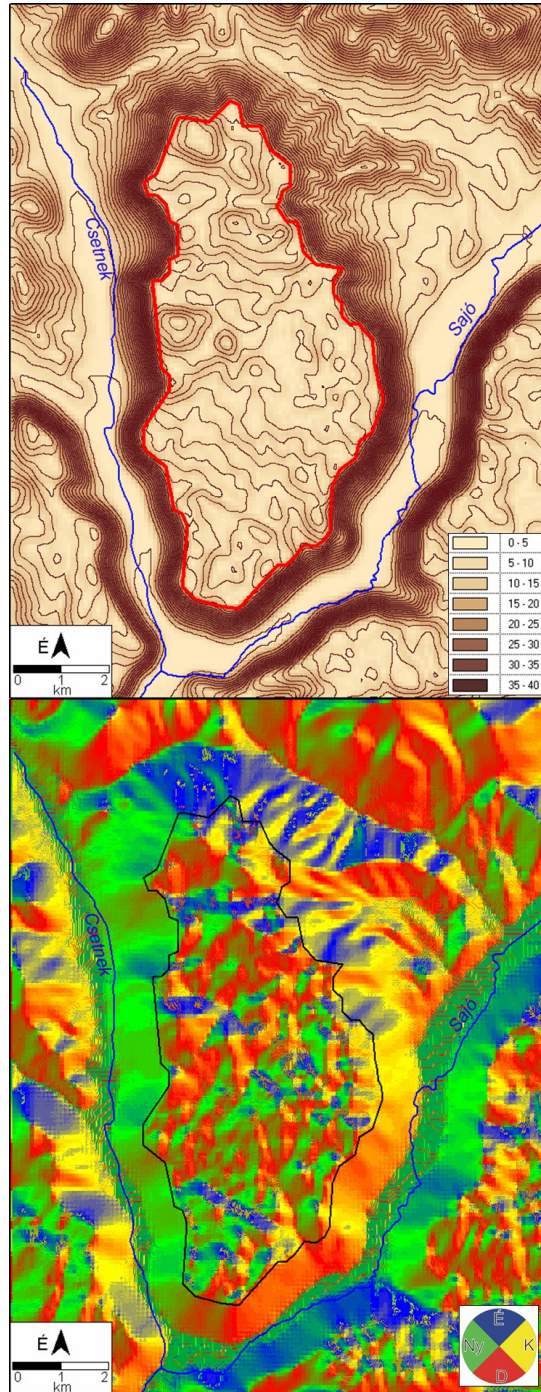
- 1) méret-jellemzők (kerület, terület, mélység, térfogat);
- 2) alak-jellemzők (függőleges megnyúltság, kerekítettség);
- 3) térbeli eloszlás (sűrűség);
- 4) irány-statisztikai jellemzők (hossztengely, legközelebbi szomszéd azimutja).

## Eredmények

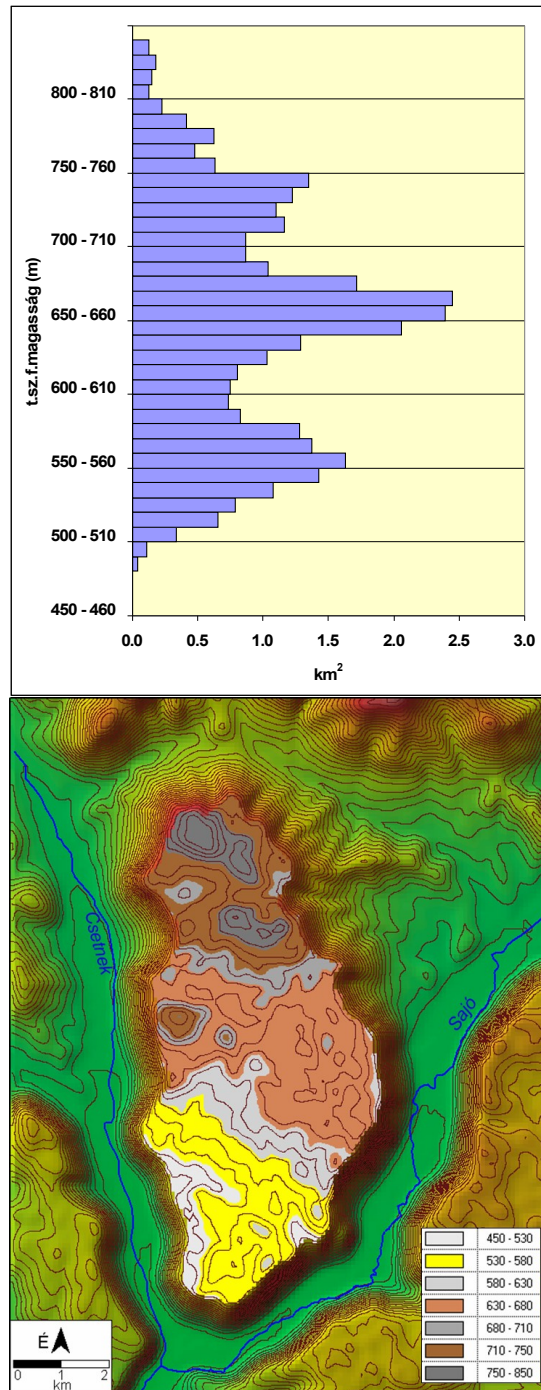
### *Domborzati jellemzés*

A fennsík domborzatilag rendkívül egységes képet mutat. A 90m-es SRTM domborzatmodellt alapul véve a 13°-os lejtőszög alapján gyakorlatilag tökéletes lehatárolást kapunk (4. ábra), ennél meredekebb lejtők a fennsíkon szinte alig fordulnak elő (csupán a Nagy-Hegyes, Farkas-bérc, Bérc oldalában kis foltokban), míg a fennsíkeremek ennél mindenhol meredekebbek. Ez az érték viszonylag jó egyezést mutat más karsztfennsíkokkal is, így például a Miroč-hegység töbrös területeit a 12°-os lejtőszöggel lehetett jól lehatárolni (TELBISZ et al, 2007). A továbbiakban a fennsík alatt mindig az így meghatározott területet értjük.

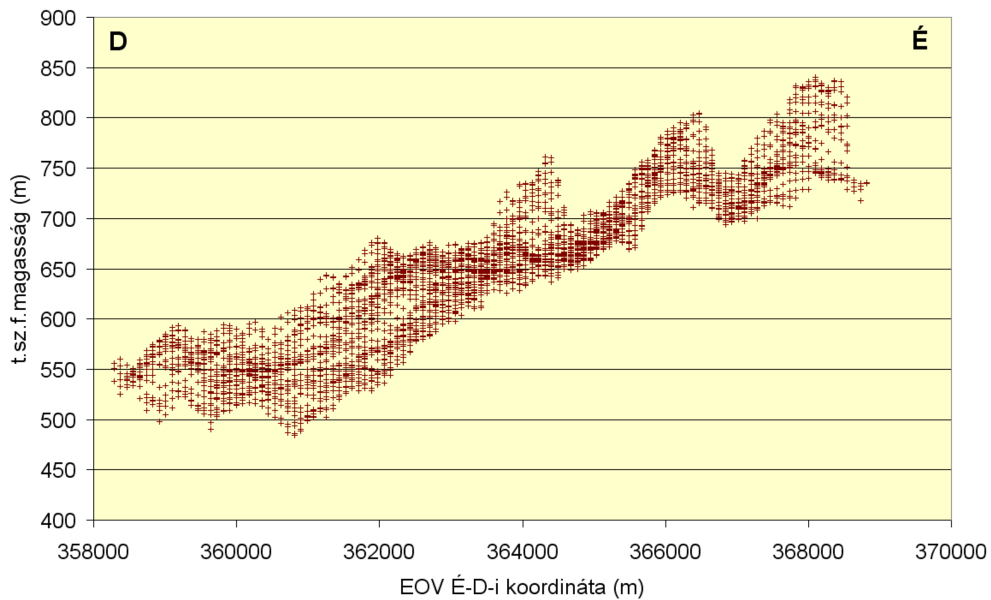
A fennsík domborzati jellemzéséhez érdemes a magassági értékek hisztogramját is elkészíteni (5. ábra), melynek alapján a fennsík korábbi leírásaiban nem szereplő 3 lépcsős szerkezet figyelhető meg. A három jellemző szint 530-580 m, 630-680 m és 710-750 m tengerszint feletti magasságokban található délről észak felé haladva. Ezeket a szinteket keskenyebb és lejtősebb sávok kötik össze egymással. A fejlődéstörténeti részben említett kúpszerű csúcsok pedig ezeknek a lépcsőknek a szintjéből magasodnak ki a középső és az északi részeken. A fennsík É-D-i lépcsőzetes szerkezetét tükrözi a 6. ábra is, ahol a domborzatmodell celláinak (90m x 90m) tengerszint feletti magasságát ábrázoltuk az É-D-i koordináta függvényében.



4. ábra: A Pelsöci-fennsík lejtőszög és kitettség térképe  
 Fig.4: Slope and aspect map of Plešivska Planina



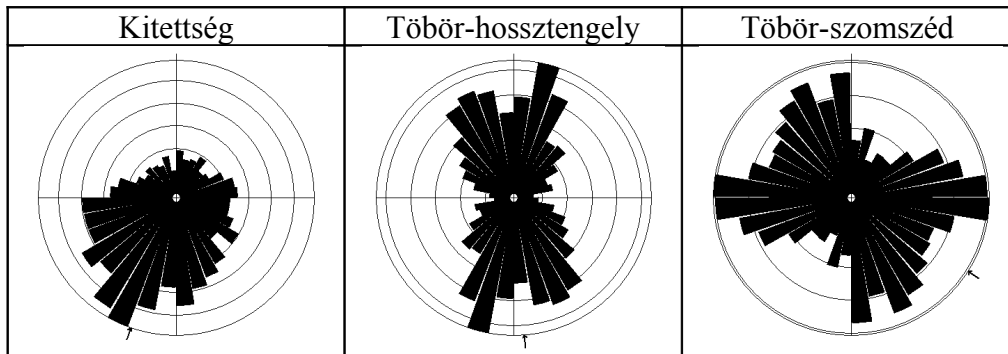
5. ábra: A Pelsőci fennsík magassági hisztogramja és magassági lépcsői a domborzatmodell alapján  
 Fig. 5: Elevation histogram of Plešivska Planina and the elevation steps after the DEM



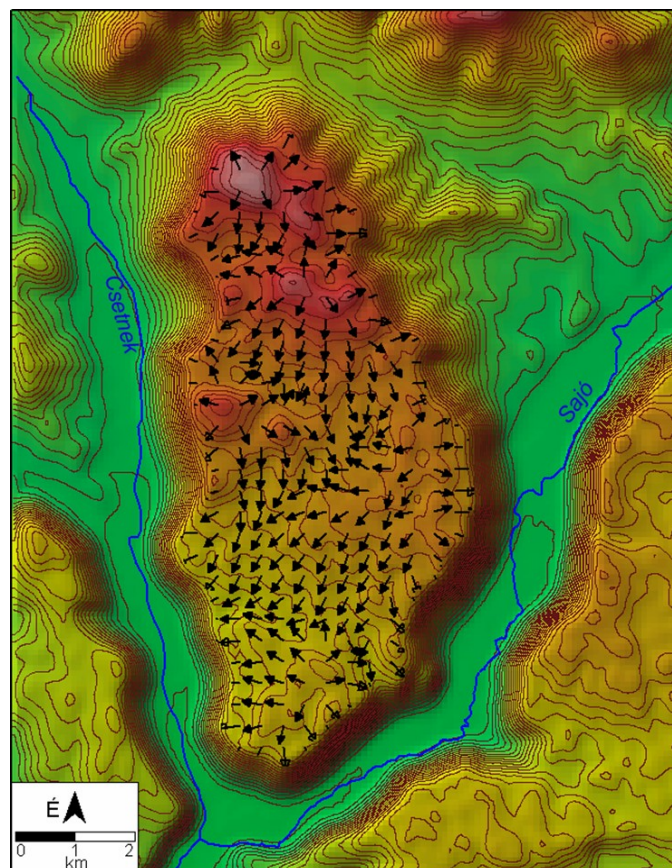
6. ábra: A Pelsőci-fennsík lépcsői a domborzatmodell celláinak magassági értéke és az É-D-i koordináta alapján  
 Fig. 6: Elevation steps of Plešivska Planina using the plot of cell elevation values vs. N-S coordinates

Valójában azonban a Pelsőci-fennsík lejtése nem pontosan É-D-i irányú. Erről pontosabb képet kaphatunk, ha a kiettségi térképet megvizsgáljuk (4. ábra), illetve ha a kiettség alapján rózsadiagramot készítünk (7. ábra). Ezen kívül a fennsík domborzatból adódó lefolyásviszonyait a kiettséget jelző nyilakkal ábrázolhatjuk kifejezöbben, amit a 990m-es sugárral kiátlagolt domborzatmodell alapján határoztunk meg (mozgó-ablakos szűrő technika segítségével, *ArcView/Neighbourhood Statistics* műveletek, 8. ábra). A jelenlegi körülmények között a karsztfennsíkon természetesen nagyrészt elhanyagolható a lefolyás, csupán a kevésbé jól oldódó kőzetek kisebb foltjain fordul elő, de a fedett karsztos állapotban ennek nagy jelentősége lehetett. Mindezek alapján megállapítható, hogy a fennsík lejtése inkább DDNy-i, ami elsősorban a középső és déli lépcső közötti átmenetnek köszönhető, míg az északi részekben inkább É-D-i lejtésirány illetve a kiemelkedő csúcsok körül sugaras lefolyásirányok jellemzők.





7. ábra: A Pelsőci-fennsík jellemző irányai: a) kitettség; b) töbör-hossztengelyek; c) töbör-szomszédok iránya  
 Fig.7: Characteristic orientations on Plešivska Planina: a) aspect; b) doline long axes; c) doline neighbour directions



8. ábra: A Pelsőci-fennsík simított domborzata alapján számított „lefolyás”-irányok  
 Fig.8: „Flow” directions calculated after the smoothed DEM

### Töbör-morfometriai jellemzés

A fennsík 33,2 km<sup>2</sup>-es területén 730 töbör található a részletes topográfiai térkép alapján, így töbör-sűrűsége 22 db/km<sup>2</sup>-nek adódik, ami a Gömör-Tornai-karszt más részeihez viszonyítva jó közepes értéknek felel meg. A töbrök morfometriai adatait közettípus szerinti bontásban az 1. táblázat közli. A töbrök össz-térfogata alapján számított felszíni lepusztulás értéke 665 mm. (A töbrök térfogatát  $V=A \cdot h/2$  képlet alapján számolva, ahol  $A$  a töbör-alapterület;  $h$  a töbrómélység. Az össz-térfogatot pedig a fennsík teljes területével osztottuk.) Ez az érték jelzi, hogy a töbrök térfogatának megfelelő feloldott mészkőmennyiség összességében milyen mértékben járul hozzá a felszín pusztulásához. A fenti érték közepes helyet foglal el a Szilicei-fennsík más részeihez képest (közép: 802 mm; délnyugat: 460 mm; TELBISZ et al, 2006).

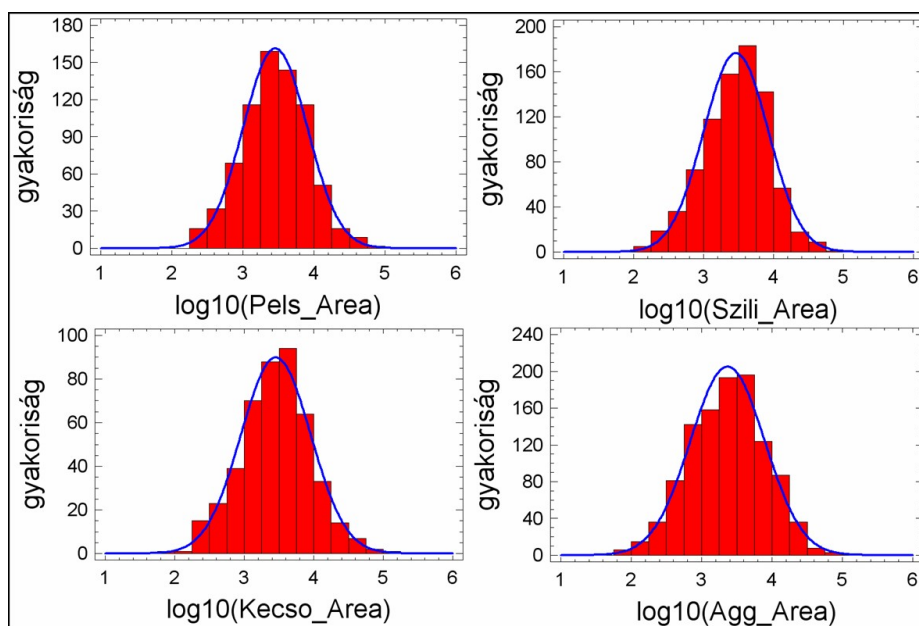
1. táblázat  
Table I.

A Pelsőci-fennsík töbör-morfometriai adatai  
Doline morphometric data of the Plešivska Planina

Közzettípus	Terület [km <sup>2</sup> ]	Töbör-szám	Töbör-sűrűség [km <sup>-2</sup> ]	Töbör-alap-terület átlag [m <sup>2</sup> ]	Töbör-alapterület medián [m <sup>2</sup> ]	Töbör-mélység [m]	Függőleges megnyúltság (=hossz/mélység)	Kerekítettség (=4πTerület / Kerület <sup>2</sup> )
Gutenstein Dolomit	1.93	13	6.7	7492	5759	4.2	32.9	0.86
Gutenstein Mészkő	1.48	12	8.1	15564	13079	5.8	32.2	0.81
Leckkogel Mészkő	0.05	1	21.3	2580	2580	14.0	4.7	0.96
Reifling Mészkő	3.05	34	11.2	6635	2972	5.6	23.2	0.91
Schreyeralp Mészkő	0.45	2	4.5	6305	6305	6.0	20.9	0.87
Steinalm Mészkő	1.72	5	2.9	7767	7751	6.4	22.0	0.85
Waseneck Mészkő	2.01	14	7.0	2203	1436	3.5	24.5	0.86
Wetterstein Mészkő - lagúna	17.74	532	30.0	4441	2778	7.8	14.5	0.92
Wetterstein Mészkő - zátony	4.65	117	25.1	5407	3199	8.0	14.2	0.92
<b>Teljes Fennsík</b>	<b>33.17</b>	<b>730</b>	<b>22.0</b>	<b>4917</b>	<b>2911</b>	<b>7.5</b>	<b>15.7</b>	<b>0.92</b>

A táblázat alapján megállapítható, hogy a töbrök 88%-a a fennsík 69%-át lefedő Wettersteini Mészkő alapkőzeten alakult ki, így ezen a litológián a töbör-sűrűség még magasabb. A kőzet két fáciese között a különbség nem jelentős. Megállapítható viszont, hogy a többi kőzeten kialakult töbrök alapterületükben jellemzően nagyobbak (kivétel: Waseneck M. és részben a Reifling M.), szabálytalanabb alakúak, és sekélyebbek abszolút értelemben és relatíve még inkább (ld. a függőleges megnyúltságot, ami az 1 m mélységre jutó vízszintes hosszt fejezi ki). Az is tény, hogy a töbör-alapterületek a Pelsőci-fennsík esetében is a már többször megfigyelt lognormális elosz-

lással jellemezhetők (ennek egy geometriai magyarázatát ld. *TELBISZ et al, 2006*) és az eloszlások paraméterei is rendkívül hasonlóak a Gömör-Tornai karszt eddig vizsgált területein (*9. ábra*). (*TELBISZ 2001, TELBISZ-MÓGA 2005, TELBISZ et al, 2006*)

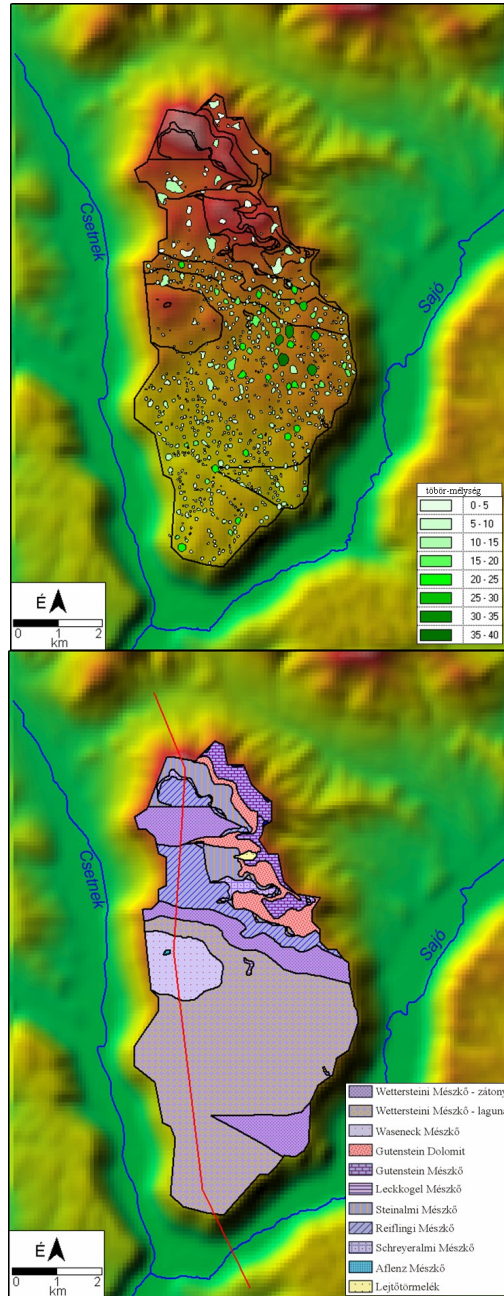


9. ábra: A töbrök-alapterületek lognormális eloszlása a Gömör-Tornai-karszt egyes területein (Pelsőc, Szilice-közép, Kecső, Aggtelek). Adatok: *TELBISZ 2001, TELBISZ-MÓGA 2005, TELBISZ et al, 2006*

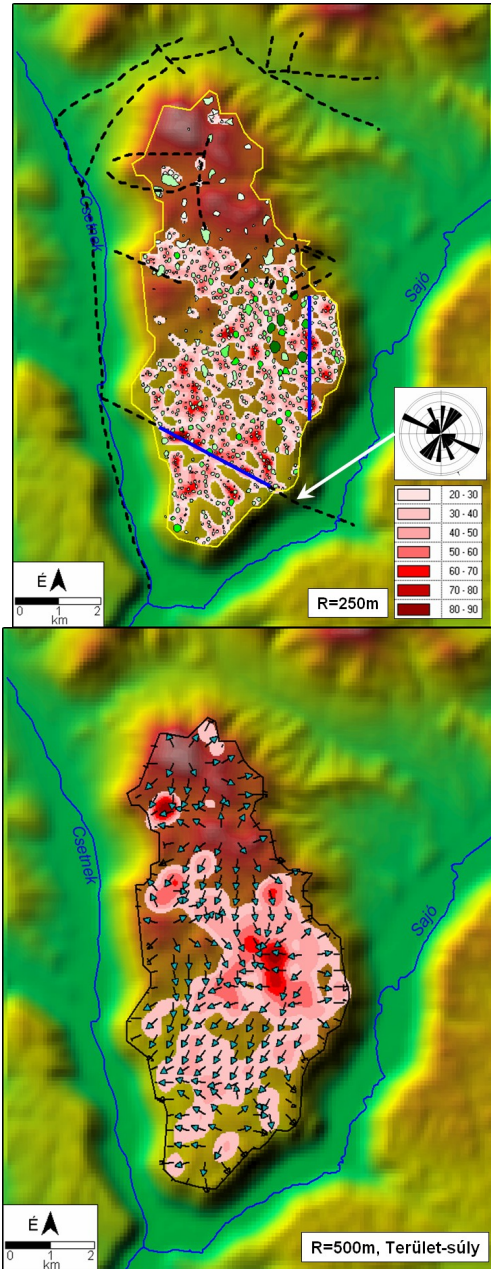
Fig.9: Lognormal distributions of doline area in different parts of the Gömör-Torna karst (Plešivska; Silika; Kečovo; Aggtelek)

Data from *TELBISZ 2001, TELBISZ-MÓGA 2005, TELBISZ et al, 2006*

A töbrök elhelyezkedését bemutató *10. ábra* is alátámasztja a Wettersteini Mészkö jelentőségét a karsztos mélyedések kialakulása tekintetében. A fennsíkon előfordulnak töbörösoros völgyek is (elsősorban inkább a déli részen), ám ennél jellemzőbbek a sűrűn egymás közelében elhelyezkedő nagy uvala-szerű csoportosulások.



10. ábra: A Pelsőci-fennsík töbreinek elhelyezkedése a geológiai egységek határvonalaival (ld. még 3. ábra)  
 Fig.10: Location of dolines on Plešivska Planina with the border lines of geologic units (cf. Fig.3)



11. ábra: Töbör-sűrűség (ArcView Calculate Density, Kernel algoritmus). Felső ábra: keresési sugár: 250 m, nincs súlyozás; szaggatott vonal: törésvonal; kék vonal: nagy töbör-sűrűségű zóna; rózsadiagram: a fennsík déli részét átszelő törésvonalra illeszkedő töbrök hossz tengelyeinek állása. Alsó ábra: keresési sugár: 500 m, súlyozás a töbör-alapterülettel; nyilak: simított felszín lefolyásirányai.

Fig. 11: Doline density (ArcView Calculate Density, Kernel algorithm). Upper fig: search radius: 250 m, no weighting; blue line: fault; line: high doline density zone; rose diagram: long axis directions of dolines along the southern crossing fault line. Down fig: search radius: 500 m, doline area-weighting; arrows: flow directions after the smoothed surface.

Ha a töbrök elhelyezkedését kicsit általánosítani kívánjuk, akkor a töbrösűrűségi térképeket érdemes megvizsgálni (11. ábra). A kisebb keresési sugár (250 m) a töbrös zónák szűkebb lehatárolását teszi lehetővé, a nagyobb keresési sugár (500 m) jobban általánosít, míg a területtel való súlyozás a fennsík középső-északi részén elhelyezkedő nagy alapterületű és mély töbrök (pl. Macska-lyuk töbre, 12. ábra) zónáját emeli ki jobban. A fennsík déli részén ÉNy-DK-i irányban húzódó sűrűn töbrös zóna (11. felső ábra, *folytonos vonal*) egyértelműen törésvonalhoz kapcsolódik, amit a töbröhossztengelyek megnyúltsági iránya is jelez e törésvonal mentén. E törésvonal domborzati értelemben is akadályt képez, hiszen a fedett karsztos időszakban északi irányból erre tartó vizek a 40-50 m szintkülönbségű peremnek kényszerűen „nekiütköztek”. A töbrök kis mérete miatt azonban ez a sáv kevésbé markánsan jelentkezik a területtel súlyozott töbrösűrűségi térképen.

A geológiai térképen jelzett törésvonalak közül még a fennsík északi részét É-D-i irányban görbülve kettészelő törésvonalhoz kapcsolódnak egyértelműen töbrök. Az említetteken kívül még számos magas töbrösűrűségű sáv figyelhető meg, ám ezek lehatárolása mégsem tűnik egyértelműnek. Közülük csupán a 11. felső ábrán É-D-i kék vonallal jelölt sávot emeltük ki, amit egy É-D-i csapásirányú, enyhén kimagasodó hát közepén húzódó árokban helyet foglaló töbrök tucatjai jelölnek ki. E vonal északi és déli meghosszabbítása egybeesik a fennsíkperemekkel, és feltételezhetően szerkezeti okokra vezethető vissza. Mindezekon kívül a fennsíkperemeket vonalszerűen kísérő töbrös zónák figyelhetők meg a fennsík délnyugati ill. keleti letérése mentén.

A 11. alsó ábra generalizáltabb töbrösűrűségi képét viszonylag jól magyarázhatjuk a lefolyásviszonyokkal: az „összefolyási zónák” általában magasabb töbrösűrűséggel jellemezhetők, míg a „szétfolyó” területeken alig vannak töbrök. A fennsík középső és déli szintjét összekötő enyhén meredekebb térszín (ld. 5. ábra) töbröszegénységével tűnik ki, míg ez alatt közvetlenül egy jobban töbrösödött felszín alakult ki. Mindezek alapján okkal feltételezhetjük, hogy a lefolyó vizek fontos szerepet játszottak a töbrök kialakulásában. Természetesen nem a mai, karsztos állapotban, hanem a fedett karsztból történő kihantolódás időszakában lehetett ennek jelentősége, illetve a gyengén karsztosodó mészkőből (pl. Waseneck M.) álló, meredek térszínnek (pl. Nagy-Hegyes) esetében akár később is.

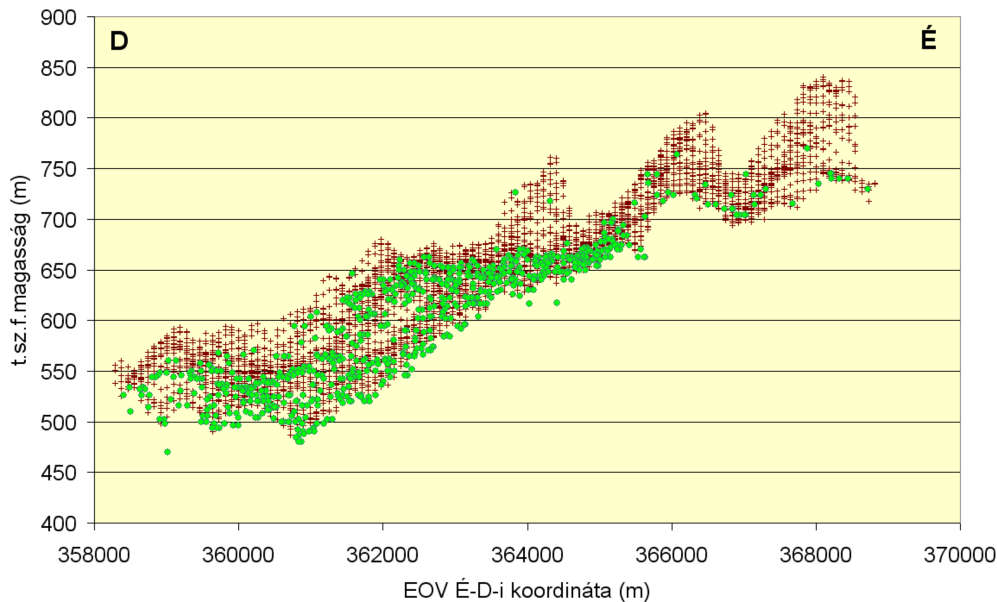
A töbrök hossztengelelinek állása (7. ábra) jellemzően ÉÉK-DDNy és ÉÉNy-DDK közé esik. Ez a törésvonalak helyett inkább a kitettség irányaihoz áll közelebb, ezzel is aláhúzva, hogy a domborzat által megszabott lefolyás-viszonyok erőteljesen befolyásolhatták a töbrök növekedését. A töbrök

legközelebbi szomszédai itt is a megnyúltság irányához képest jelentős elfordulást mutatnak (7. ábra), ami arra utalhat, hogy a korábban felállított modell (TELBI SZ 2001), mely szerint a töbrök a növekedésük fő irányába eső szomszédait magukba olvasztják, itt is – legalább a töbrök egy részére – igaz lehet.



12. ábra: A Macska-lyuk barlangot rejtő mély töbör  
Fig. 12: Deep doline of the Macska-lyuk Cave

A töbrök magassági elhelyezkedése a fennsík 3 lépcsős szerkezetéhez igazodik (13. ábra). A legalacsonyabb szintben lévő töbrök egyben a legkisebbek is, méretük túlnyomórészt  $10.000 \text{ m}^2$ -nél kisebb. A középső szintben találjuk a legtöbb töbröt, ezek között már a  $10.000\text{-}60.000 \text{ m}^2$ -es „példányok” is jelentős számban fordulnak elő, míg az északi, legmagasabb lépcsőn sokkal kevesebb a töbör, ám ezek mérete jelentős szórást mutat és a fennsík legkiterjedtebb töbre ( $74.124 \text{ m}^2$ ) is itt található.



13. ábra: A Pelsőci-fennsík domborzati lépcsői kibővítve a töbrök magassági elhelyezkedésével (zöld körök)  
 Fig 13: Elevation steps of Plešivska Planina and the elevations of dolines (green circles)

### Következtetések

- A Pelsőci-fennsík peremeit a 90m-es SRTM domborzatmodell alapján a 13°-os lejtőszög értékkel lehet egyértelműen lehatárolni. A fennsík ennél szinte mindenhol kisebb lejtésű, a peremek ennél mindenhol meredekebbek.
- A fennsík domborzatilag 3 elkülönülő lépcsőre osztható, amit a középső és az északi részeken néhol kúpszerű hegyek tesznek változatosabbá.
- A Pelsőci-fennsík töbreinek kialakulását meghatározó tényezőket az elemzések alapján fontossági sorrendbe állíthatjuk:
  1. Legfontosabb a kőzettani adottság, jelen esetben a Wettersteini Mészkö, fáciestől függetlenül.
  2. A fedett karszton illetve a rosszul karsztosodó mészköveken lefolyó víz a töbrök felszíni elterjedését erőteljesen befolyásolta. Ezeket a lefolyásirányokat a mai domborzat alapján körvonalazhatjuk.
  3. A törésvonalak töbr-képződést segítő hatása a Pelsőci-fennsík esetében kevésbé markánsan jelentkezik, mint sok más karszterületen, ahol a töbr-hossztengelyek irányát elsősorban ez határozza meg.
 Részben megválaszolatlanul maradt kérdések:
  - Milyen folyamatok alakították ki a fennsík domborzatának 3 jellemző szintjét?



- Mivel magyarázható a fennsík középső-keleti részén elhelyezkedő nagy alapterületű és mély töbrök kialakulása?
- A fennsík déli részét átszelő nagy ÉNy-DK-i törésvonal szelvényben megfigyelhető elmozdulásához képest (feltolódás) miért ellenkező előjelű a domborzati lépcső (a déli rész magasabb), ha a közettípus a vető két oldalán megegyezik (és ezáltal a válogató lepuszulás kizárható)?

## IRODALOM

- GAÁL L.* (1997): Prehľad geomorfologického vývoja územia, in *Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1:50.000*, Vyd. Dionýza Štúra, Bratislava, p. 158-162.
- HEVESI A.* (1991): Magyarország karsztvidékeinek kialakulása és formakincse I-II. - *Földrajzi Közlemények*, 115/1-2, p.25-35. ill. 115/3-4., p. 99-120.
- JAKÁL, J.* (1975): *Kras Silickej Planiny*. Vyd. Osveta 145 p.
- LUKNIŠ, M.* (1964): Pozostatky starších povrchov zarovňovania reliéfu v Československých Karpatoch. *Geogr. čas.* 16/2, p.289-296.
- MAZUR, E.* (1973): Slovenský Kras. Regionalna fyzikogeografická analýza. *Spec. Iss. of the VI. Int. Spel. Congr. in CSSr*, 117 p.
- MELLO, J.* (1996): *Geologická mapa Slovenského krasu*. Geologická služba Slov. Rep. Bratislava.
- MELLO, J.* (1997): *Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1 : 50000*. Vyd. Dionýza Štúra, Bratislava, 255 p.
- MÓGA J.* (1998): Felszínalaktani megfigyelések a Gömör-Tornai-karsztvidéken. Doktori (PhD) disszertáció, ELTE TTK Természeti Földrajz Tanszék, 1998. p. 141.
- TELBISZ T.* (2001): Új megközelítések a töbr-morfológiában az Aggteleki-karszt példáján – *Földrajzi Közlemények*, 125 (49) / 1-2, p. 95-108.
- TELBISZ T.-MARI L.-KOHÁN B.-ČALIC J.* (2007): A szerbiai Miroč-hegység töbreinek térinformatikai és GPS-es terepi vizsgálata – in: *Karsztfejlődés XII.*, Szombathely, p. 71-90.
- TELBISZ T.-MÓGA J.* (2005): Töbr-morfometriai elemzések a Szilicei-fennsík középső részén – *Karsztfejlődés X.*, Szombathely, p. 245-266.
- TELBISZ T.-MÓGA, J.-KÓSIK SZ.* (2006): Töbr-morfometriai elemzések a Szilicei-fennsík délnyugati részén – in: *Karsztfejlődés XI.*, Szombathely, p. 133-152.