

Tektonikus és fluviális hatások a Kőszegi-hegység és a Rába közti dombvidék kialakulásában

KOVÁCS Gábor, TELBISZ Tamás

Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C
Természettudományi Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C

The role of tectonic and fluvial forces in the formation of the hilly area between the Kőszeg Mountains and the Rába River

Abstract

The study area is delineated by the Répce, Rába and Lafnitz rivers, and the metamorphic Kőszeg and Bernstein Mts in the north. It is a hilly area dissected by steep scarps. To the east of the lower course of the Pinka river the terrain is gently undulating, whereas to the west the terrain is more dissected. However, with regard to the formation of the steep scarps, previous studies are contradictory. The aforementioned characteristic morphology and the bimodal distribution of drainage orientation (N–S and W–E) raise several questions about the landform evolution of this area. In order to answer these questions a field survey was carried out with reference to previous geological data (maps, drilling data) and GIS-analysis (especially digital terrain analysis).

Among the steep scarps, the Torony scarp was carefully examined by field observation and drilling data that proved its tectonic origin. In the present study the boundary of the tilted units was carefully delineated and a schematic model was created based on these results. The examination of parallel gravel terraces approved the tilting of the study area between the Lafnitz and Strem rivers, as well as in the area north of the middle section of the Strem river. As a result of digital terrain analysis, river valleys were identified which are too wide with respect to the magnitude of their actual stream (e.g. Pinka, Strem, Zickenbach). These valley directions and the locations of wind gaps helped to determine former drainage directions. The latter were active in earlier evolution phases only and later became inactive due to stream capture (e.g. the Pinka–Strem–Zickenbach–Reinersdorferbach system, and “wind gaps” on the Lutzmannsburg, Torony, Fidisch and Lafnitz scarps). In order to study the tectonic constraints on landform development, the characteristic surface lineaments were spatially compared to basement faults and morphology. At some locations a closely related surface was found alongside basement lineaments (e.g. Stegersbach Line, Lower Pinka Scarp, Kohfidisch Scarp, Bocksdorf Scarp and Torony Scarp). However, other lineaments proved to be independent (e.g. Oberwart Scarp, Güssing Scarp). Most structural lineaments are in good agreement with the main stress field of the study area.

Finally, using all of the above results, the drainage reorganization phases were outlined, emphasizing the relationship of drainage changes and tectonic morphological processes. The original, generalized south-eastern flow direction transformed into southern direction due to the general tilting of the area, and rivers were diverted by several W–E oriented uplifting scarps (e.g. Bocksdorf, Torony and Lutzmannsburg scarps). The conclusion of the study is that the formation of the steep scarps (which are mainly of tectonic origin but in some cases of fluvial origin) exerted a strong control on landform evolution. These changes are witnessed by correlative landforms, such as wind gaps or antecedent valley segments.

Keywords: Western Transdanubia, Burgenland, tectonic geomorphology, geomorphometry, swath analysis, drainage analysis

Összefoglalás

A Répce, Rába és Lapincs folyók, valamint É-on a metamorf Kőszegi- és Borostyánkői-hegységek által határolt kutatási terület egy meredek peremekkel tagolt dombvidék, mely a Pinka alsó folyásától keletre gyengén hullámos felszínű, attól nyugatra viszont erősebben erodált dombság. A meredek peremek kialakulását illetően korábban egymásnak ellentmondó elméletek láttak napvilágot. Az említett jellegzetes morfológia, valamint a vízhálózat kettős (É–D-i és Ny–K-i) irányítottsága számos kérdést vet fel a terület felszínfejlődésével kapcsolatban. E kérdésekre terepi megfigyelésekkel, korábbi geológiai adatok (térképek, fúrásadatok) felhasználásával valamint térinformatikai vizsgálatok (azon belül kiemelten: digitális domborzatelemzés) segítségével kerestük a választ.

A meredek peremek közül a Toronyi-perem vetődéses eredetét terepi megfigyelések és fúrásadatok elemzése révén igazoltuk. Kutatásaink során meghatároztuk a terület kibillent egységeinek határát, és ez alapján elkészítettünk egy sematikus modellt. Az egymással párhuzamosan futó kavicsteraszok vizsgálata megerősítette a terület kibillent voltát a Lapincs és a Strém közti egység esetében, továbbá a Strém középső szakaszától É-ra fekvő területen is. A domborzatmodell elemzése során kiemeltük azokat a folyóvölgyeket, amelyek a bennük levő vízfolyás méretéhez képest túlságosan szélesek (pl.: Pinka, Strém, németújvári Szék-patak, Zsámándi-patak). Ezek futásiránya, valamint a száraz kereszt-

völgyek („wind gap”-ek) elhelyezkedése alapján meghatároztuk azokat a lefolyásirányokat, amelyek egy korábbi időszakban lehettek aktívak, később azonban a vízfolyások lefejeződése miatt inaktívvá váltak (pl.: Pinka – Strém – németújvári Szék-patak – Zsámándi-patak, markáns „wind gap”-ek a Locsmándi-, Toronyi-, Füzesi- és Lapincs-peremen). A tektonikus hatás vizsgálata céljából a felszíni topográfia jellegzetes lineamenseinek elhelyezkedését összevetettük az aljzat vetőivel és mélységváltozásaival. Több helyen e kettő között szoros kapcsolatot figyeeltünk meg (pl.: Szentlelaki-vonal, Alsó-Pinka-perem, Füzesi-perem), néhol a felszíni lineamensek az aljzati morfológiával mutatnak hasonlóságot (pl.: Baksafalvi-perem, Toronyi-perem, Locsmándi-perem) ám egyes helyeken semmiféle összefüggés nem mutatkozott (pl.: Felsőőri-perem, Németújvári-perem). Az esetek nagy részében a kimutatott szerkezeti vonalak iránya megegyezik a területre érvényes általános feszültségtér-iránnyal.

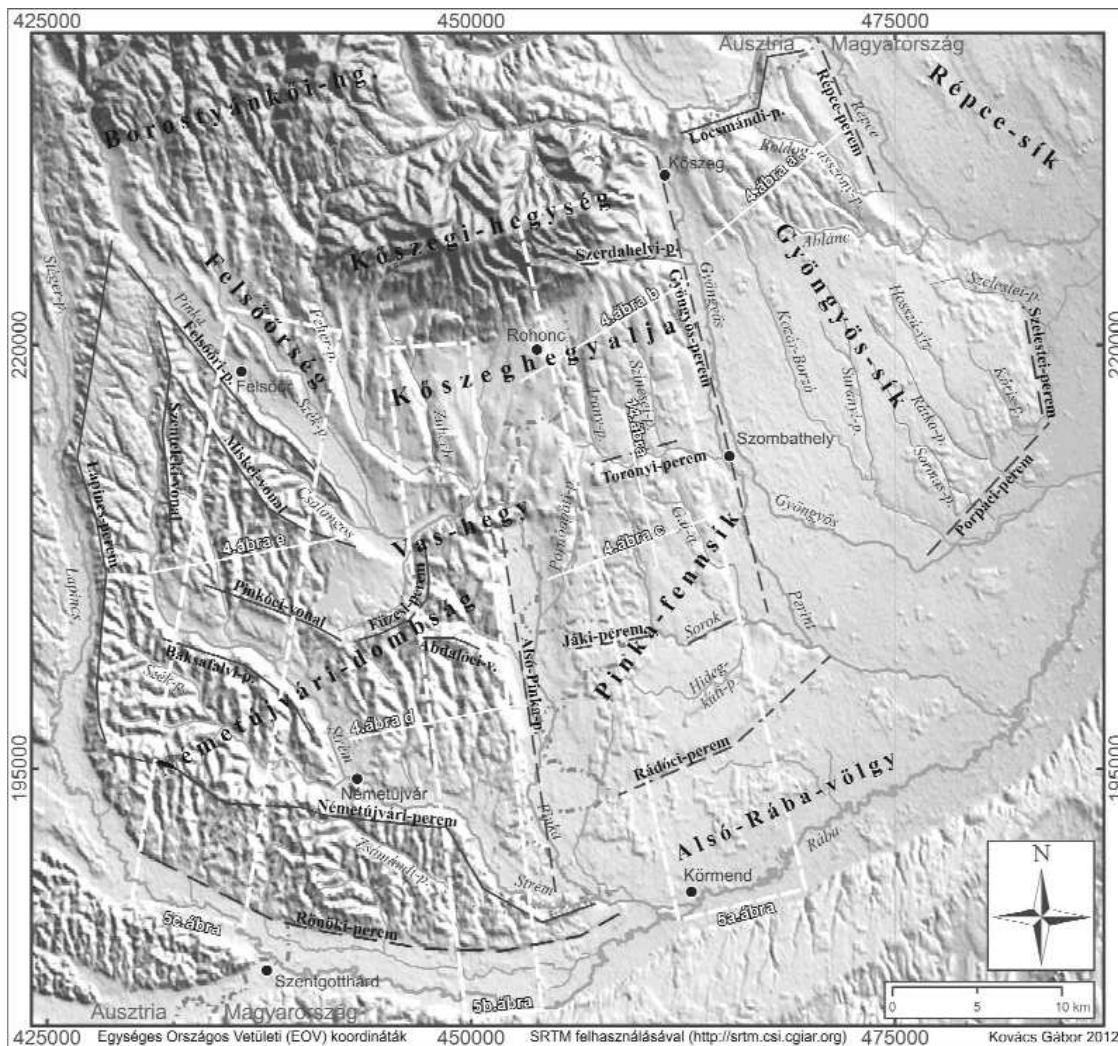
Végül az eredmények egybevetése alapján a vízhálózati változások lépéseit vázoltuk fel, kiemelve, hogy az adott módosulás milyen jelenségnek köszönhetően mehetett végbé. A kezdeti általános DK-i folyásirány a terület általános billenése folytán D-iessé változott, miközben számos K–Ny-i csapású perem (pl.: Baksafalvi-, Toronyi- és Locsmándi-perem) relatív kiemelkedése miatt eltérült. E szerint az egyes peremek — melyek elsősorban tektonikus, míg néhány esetben fluviális erózió folytán alakultak ki — jelentős hatást gyakoroltak a terület felszínfejlődésére. Ezek kialakulásáról, fejlődéséről a mai domborzatban megfigyelhető jellegzetes felszínformák (pl. száraz keresztvölgyek, antecedens völgyszakaszok) tanúskodnak.

Tárgyszavak: Nyugat-Dunántúl, Burgenland, Pinka, tektonikus geomorfológia, geomorfometria, sávszelvény-elemzés, vízhálózat-elemzés

Bevezetés

A kutatási terület a Répce, Rába és Lapincs folyók, valamint északon a metamorf Kőszegi- és Borostyánkői-

hegység által határolt egység (1. ábra). KARÁTSON (2000) tájbeosztása alapján a terület részei Ny-on a változatos felszínű Németújvári-dombság és Felsőőrség, K-en a széles hátakból álló Kőszeghegyalja, Pinka-fennsík és Gyöngyös-



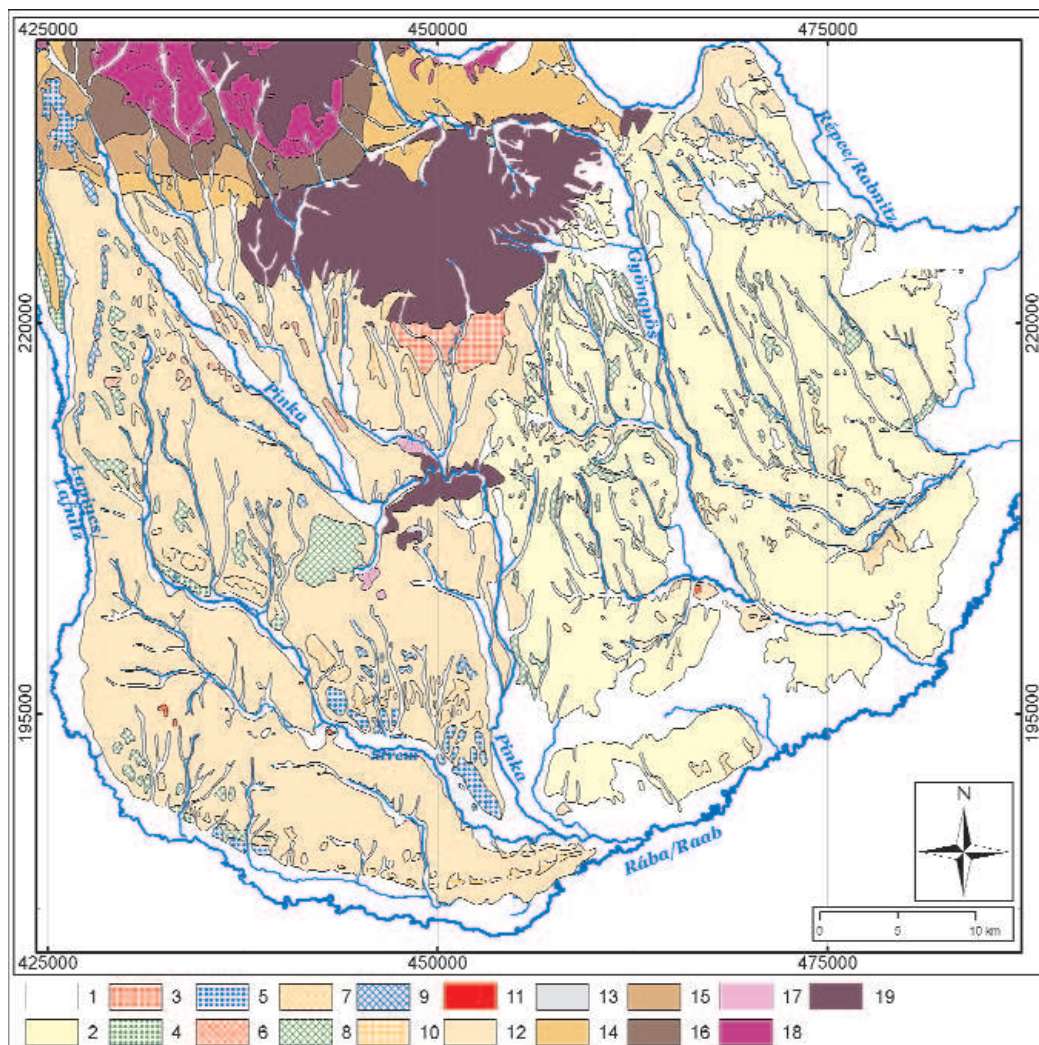
1. ábra. A terület általános domborzati és vízrajzi képe, a geomorfológiai egységek és a peremek megnevezésével, valamint a további ábrákon szereplő topográfiai szelvények (4. ábra), sávszelvények (5. ábra) és szerkezeti keresztjelvény (14. ábra) elhelyezkedésével

Figure 1. General morphology and hydrography of the study area with the names of geomorphologic units and scarps, and locations of topographic cross sections (Figure 4), swath profiles (Figure 5) and structural profile (Figure 14)

sík, D-en pedig az Alsó-Rába-völgy alluviális síkja jelenti a határt. A jellemzően dombvidéki terület a Keleti-Alpok 2000 m-t is elérő hegylancái és a Kisalföld síksága között helyezkedik el. Míg a Keleti-Alpok a korábbi kutatások szerint a geológiai közelmúltban és a jelenben is lassan, de emelkedik (pl. WAGNER et al. 2010, GRUNDMANN et al. 1985), addig az utóbbi terület süllyed (pl.: JOÓ 1992). Jelen kutatás kizárólag a dombvidéki területet vizsgálja, amely miocén, főleg pannon-tavi üledékekből épül fel (agyagos, homokos, kőzetlisztes), felszínéből a kis sebességgel emelkedő és exhumálódó metamorf Kőszegi-hegység és a Vas-hegy magasodik ki (DUNKL et al. 1998, 2. ábra). A vizsgálat szempontjából fontos megemlíteni a területet pásztákban fedő pliocén-pleisztocén korú kavicsot, valamint a vékony

barna lösz, vályog üledéket (PASCHER 1999, SCHAREK et al. 2005a, b).

A jelen tanulmányban bemutatandó „peremek” és „vonalak” elnevezéseit mi adtuk a közelben elhelyezkedő települések alapján. „Perem” alatt olyan markáns lineament értünk, amely két nagyobb kiterjedésű, különböző magasságú térszint választ el egymástól, míg „vonal” elnevezéssel minden egyéb, a domborzatmodellén vagy annak levezetett térképein (pl. lejtőszög, kitettség, relatív relief) felismerhető, a topográfiát meghatározó, vonalas elemet jelöltünk. Az alkalmazott nevezéktan kapcsán fontos megemlíteni, hogy a területen két Szék-patak található (németújvári és felsődőri). Legtöbb esetben a németújvárival foglalkozunk, amit kiegészítés nélkül Szék-pataként említettünk. A másik



2. ábra. A kutatási terület geológiája (PASCHER 1999 alapján)

Magyar teraszbesorolás: M, Osztrák teraszbesorolás: O. 1 – kvarter fluviális üledék, 2 – lösz, 3 – kavics törmelékletítő, 4 – kavicsteras: középső–felső-pleisztocén (M: IIb, O: V), 5 – kavicsteras: középső-pleisztocén (M: III, O: IV), 6 – kavicsteras: középső-pleisztocén (O: IIIa), 7 – kavicsteras, alsó-középső-pleisztocén (M: IV, O: IIIb), 8 – kavicsteras: alsó-pleisztocén (M: V, O: II), 9 – kavicsteras: alsó-pleisztocén (M: VI, O: I), 10 – kavics: felső-pliocén–alsó-pleisztocén, 11 – neogén–kvarter bazaltos vulkanit (pliocén–pleisztocén tufa, pannóniai–szarmata bazalt), 12 – pannóniai üledék (homok, agyag, kavics), 13 – felső-pannóniai édesvízi mészkő, 14 – szarmata üledék (homok, agyag, kavics), 15 – kárpáti üledék (homok, agyag, kavics), 16 – ottngangi üledék, 17 – felső-kelet-alpi takaró, 18 – alsó-kelet-alpi takaró, 19 – pennini takaró

Figure 2. *Geology of the study area (after PASCHER 1999)*

Hungarian terrace classification: H, Austrian terrace classification: A. 1 – Quaternary fluvial sediment, 2 – loess, 3 – gravel debris slope, 4 – gravel terrace: Middle–Upper Pleistocene (H: IIb, A: V), 5 – gravel terrace: Middle Pleistocene (H: III, A: IV), 6 – gravel terrace: Middle Pleistocene (A: IIIa), 7 – gravel terrace: Lower–Middle Pleistocene (H: IV, A: IIIb), 8 – gravel terrace: Lower Pleistocene (H: V, A: II), 9 – gravel terrace: Lower Pleistocene (H: VI, A: I), 10 – gravel: Upper Pliocene – Lower Pleistocene, 11 – Neogene–Quaternary basaltic volcanics (Pliocene–Pleistocene tuff and Pannonian–Sarmatian basalt), 12 – Pannonian sediment (sand, clay, gravel), 13 – Upper Pannonian travertine, 14 – Sarmatian sediment (sand, clay, gravel), 15 – Carpathian sediment (sand, clay, gravel), 16 – Ottnganian sediment, 17 – Upper Austroalpine nappe, 18 – Lower Austroalpine nappe, 19 – Penninic nappe

vizsgálata esetén „felsőri Szék-patak” elnevezést használunk a könnyebb elkülöníthetőség érdekében.

Morfológiáját tekintve a vizsgált terület három eltérő jellegű részre tagolható:

[1] Az Alsó-Rába-völgy és a Gyöngyös-sík Ablánc-pataktól D-re eső része, melyek alacsony relieffel rendelkeznek és belesimulnak a Kisalföld síkjába (250–170 m tszf.). Ezek teljes mértékben alföldi jellegű térszínek (1. ábra).

[2] Kőszeghegysége, a Pinka-fennsík és a Gyöngyös-sík É-i része szintén alacsony relieffel rendelkeznek (350–180 m tszf.), de az egyes egységeket É-ről egyértelmű, K-ről többé-kevésbé markáns peremek határolják (1. ábra, szürke szaggatott vonal). A peremek kialakulását illetően a korábbi szakirodalomban egymásnak ellentmondó elméletek láttak napvilágot. JASKÓ (1948) és ÁDÁM (1962) a Szerdahelyi-, Toronyi- és a Jáki-perem tektonikus kialakulása mellett tett tanúbizonyosságot, továbbá MOLNÁR (1964) és SCHWEITZER et al. (1993) a Gyöngyös-perem, míg ÁDÁM (1962, 1974) és SÍKHEGYI (2002) a Gyöngyös- és az Alsó-Pinka-perem normálvetődéses kialakulását írta le. Ezzel szemben JASKÓ (1964, 1995) a K–Ny-i irányú aszimmetrikus völgyek meredek D-i oldalát folyóvízi erózió által kipreparált rétegfeljeknek minősítette, annak ellenére, hogy a Szerdahelyi-perem esetében az egyes rétegek 5–6 m-es diszlokációját is megemlíti. Azzal érvel, hogy a — mára felhagyott — lignitbányákban megfigyelt vetődések mérete kisebb, mint az egyes peremek relatív magassága, valamint futásuk is eltérő irányú. A területen egyébiránt É–D-i irányban nagyrészt egymással párhuzamos patakok folynak, amelyek csak csekély mértékben vágódtak be.

[3] A Pinkától Ny-ra eső dombos terület (450–200 m tszf.) erősebben felszabdalt. Itt is elkülöníthetők meredek peremekkel elválasztott egységek, amelyekben belül az egymással közel párhuzamosan É–D-i irányban futó vízfolyásokat D felé alacsonyodó gerincek választják el egymástól, amelyek EICHER (1994) szerint az átöröklött késő-pliocén felszínre utalnak.

Az említett párhuzamos vízhalózatnál sokkal szembevetőbb a területre általánosan jellemző kanyarodó (nem kanyargó!) vízhalózat mintázat. Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy az egyes egységeket határoló peremek rendre eltérítik a közel É–D-i irányú patakokat, amelyek ezáltal nagyjából Ny–K-i irányúvá válnak (Lapincs, Szék-patak, Strém, Pinka, Gyöngyös, Arany-patak, Sorok, Perint, Ablánc, Répce), majd néhány esetben újra visszatérnek az eredeti folyásirányhoz (Strém, Pinka, Gyöngyös felső szakasza, az Arany- és Sorok patak a Perintbe torkollva, Répce). Ez a rajzolat azonban nem csak a dombvidéki jellegű területen a domborzat által preformálva jelenik meg, hanem az elsőként bemutatott alföldies jellegű egységeken is, domborzati irányítottság nélkül (Gyöngyös, Kozár-Borzó, Kőrös-patak, Répce alsó szakasza). Érdekesség képpen meg kell említeni, hogy kis méretű patakokon is megfigyelhetők pár tíz – pár száz méteres elkanyarodások, ezekről azonban kiderült, hogy mesterséges eredetűek, a Római Birodalomban alkalmazott tájformálás eredményei (BÖDŐCS & KOVÁCS 2011). Az egyes vízhalózat elemek a

kanyargások, illetve eltérések folytán olyan rajzolatot alakítanak ki, amelyben az egyes szakaszok egymás folytatásában húzódnak (l. 1. ábra: Pinka felső szakasza – Strém, Strém felső szakasza – Szék-patak, Szék-patak – Zsá- mándi-patak, Arany-patak hegységi szakasza – Szerdahelyi-patak, Arany-patak középső szakasza – Sorok, Gyöngyös felső Ny–K-i szakasza – Répce vagy Ablánc stb.).

A vízrajzzal kapcsolatban további adalék, hogy a pleisztocén során lerakott kavicsos fedett, jelentősebb kiterjedésű teraszok egymástól morfológiai (PAINTNER 1927) és közettani információk (pl. HERMANN 1983, 1987, 1988, 1990, 1992) alapján elkülönített szintjei ma zömmel a kis vízgyűjtő területtel rendelkező, ezért a jelenlegi lehordódás szempontjából kis jelentőségű Strém mentén helyezkednek el (2. ábra).

Célok és módszerek

Fontos kérdés, hogy a kutatási terület emelkedő és süllyedő térszínek közti átmeneti helyzete hogyan befolyásolta a felszín mai képének kialakulását. Tanulmányunkban a tektonikus hatások és a folyóvízi erózió által létrehozott komplex felszínformák vizsgálatára teszünk kísérletet, továbbá az esetleges elmozdulások vízhalózatra gyakorolt hatását kívánjuk elemezni.

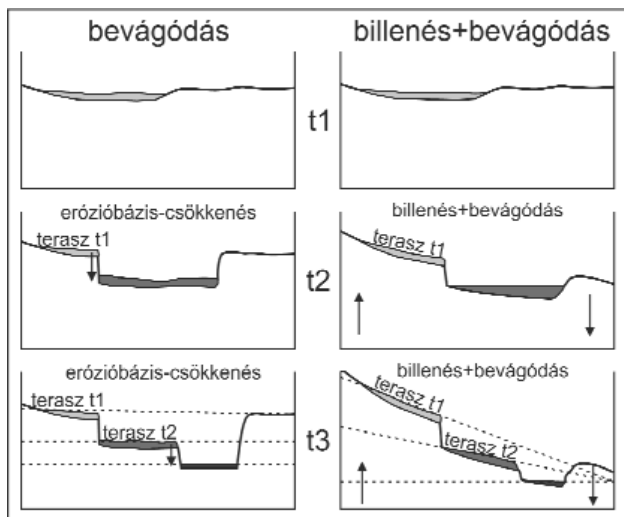
A vizsgálatok nagy részét az SRTM digitális magasságmodell (DEM) felhasználva végeztük (TIMÁR et al. 2003). Ez az adatbázis áll rendelkezésre egységes, 3"-es (~90 m-es) felbontásban (RABUS et al. 2003) és minőségben az osztrák–magyar határral kettéosztott teljes kutatási területre. Más területen végzett vizsgálatok (pl. GOROKHOVICH & VOUSTIANIOUK 2006) igazolták, hogy az SRTM adatbázis vertikális pontossága kielégítő a domboságok domborzati jellemzőinek meghatározása szempontjából (pl. peremek magassága, nagyobb felszínek dőlése). Zavaró tényezőként jelentkezik azonban, hogy a terepmodell elkészítésének technológiája miatt az erdős területek kiugró felszínekként jelennek meg (RABUS et al. 2003), amit az egyes vizsgálatok elvégzésekor figyelembe is vettünk.

A terület általános morfológiáját hagyományos kereszt-szelvények és sáv-szelvények segítségével vizsgáltuk. A hagyományos magassági kereszt-szelvények konkrét vonalválasztása számos esetben esetlegesnek tekinthető. A sáv-szelvények segítségével ez az esetlegesség kiküszöbölhető, ugyanis ez esetben nem pusztán egy vonal mentén vizsgáljuk a magassági értékeket hanem egy elemzési sáv mentén. A sáv-szelvényt úgy kapjuk meg, hogy az elemzési sávba eső pixeleket a szelvénymenti távolság alapján zónákba soroljuk, majd e zónák magasság-értékeinek statisztikáit (minimum, átlag, maximum stb.) ábrázoljuk a távolság függvényében (TELBISZ et al. 2012).

A Strémhez kapcsolódó, kavicsos borított egységek billenését a kavicsteraszok dőlésének vizsgálatával igyekszünk kimutatni. A teraszokat elsőként PAINTNER (1927) határozta le morfológiai megfontolások alapján, majd sorolta különböző szintekbe. A rétegek helyzete, mállottsági

foka, fekü- és fedőviszonyai, valamint kavicsösszetétele alapján relatív korokat határozott meg a kavicsteraszkokra HERMANN (1981, 1983, 1984a, b, 1985a, b, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 2001), FELLNER & HERMANN (1993), PAHR (1984), HERMANN & PAHR (1988) és PASCHER (1999). A terasz fő anyagát jelentő kavicsréteg legtöbbször több méter mélyen húzódik (pontos mélységét az adott terasz tárgyalásánál jelöljük). EICHER (1994) szerint azonban a rárokódott vályogtakaró a peremhez közeli, erodált néhány száz métertől eltekintve kitérő felszínkonzerváló, ezért vizsgálatainkat alapozhatjuk a recens felszínre.

Amennyiben az egyes teraszszintek egymással párhuzamos síkokon helyezkednek el, úgy a lerakódások közt lezajlott időben a billenés nem játszott szerepet, pusztán bevágódás során létrejövő szintekről beszélhetünk. Ha azonban a bevágódással együtt billenés is történt, akkor mára a kavics-teraszok vízszintessel bezárt szöge a korokkal egyre nagyobb kell, hogy legyen (3. ábra). A teraszok morfológiáját sávszelvények, hagyományos topográfiai szelvények és magassági



3. ábra. A különböző korú teraszok elméleti helyzete bevágódás illetve kapcsolódó billenés esetén

Figure 3. Theoretical position of terraces of different age due to incision and ongoing tilting

histogramok segítségével elemeztük. Ez utóbbiakat a geológiai térképen kavicsnak jelölt területek magassági pontjai alapján szerkesztettük. A kutatási terület egységeinek billenése alatt a földfelszín látszólagos billenését értjük. Az alpi területek kiemelkedéséhez kapcsolódóan az egyes egységek Ny-i vagy É-i része is emelkedik, a lehatárolt blokkok plasztikusan deformálódnak, és a felszín átlagos lejtőszöge megnő.

Összevetettük a domborzat alapján kijelölt peremeket és billenési irányokat a preneogén aljzat morfológiájával és vetőivel, valamint a Toronyi-perem esetében a lignitrétegek futásával. Az esetleges kapcsolat alátámaszthatja a jelenlegi felszínformák tektonikus jellegét, és utalhat arra, hogy a mélyben fekvő vetők felújulása a negyedidőszaki felszínformálásra is hatással volt.

A peremek vízhálózatra gyakorolt hatását a korábbi folyásirányok rekonstrukciója alapján elemeztük. Ehhez

domborzatelemzési módszereket használtunk, kijelölve a fő völgyeket, különös tekintettel azokra, amelyek jelenleg a méretükhöz képest egy viszonylag kis vízfolyást vezetnek le, továbbá lehatároltuk a peremek kiemelkedése miatt szárazzá vált keresztvölgyeket („wind gap”-eket). A vízfolyások irányváltása, lefejeződése rendszerint a hosszszelvényeken is nyomot hagy, ezért a hossz-szelvények elemzését is összekapcsoltuk a többi vizsgálat értékelésével. Az egyes területek kavicsos üledéksorozatának fizikai jellemzőiről rendelkezésre álló információkat helyszíni megfigyelésekkel egészítettük ki.

A felsorolt módszerek segítségével kapott eredmények alapján kísérletet teszünk a terület vízhálózat-változásának leírására, amit egy szintetizáló ábraszorozaton mutatunk be a cikk végén.

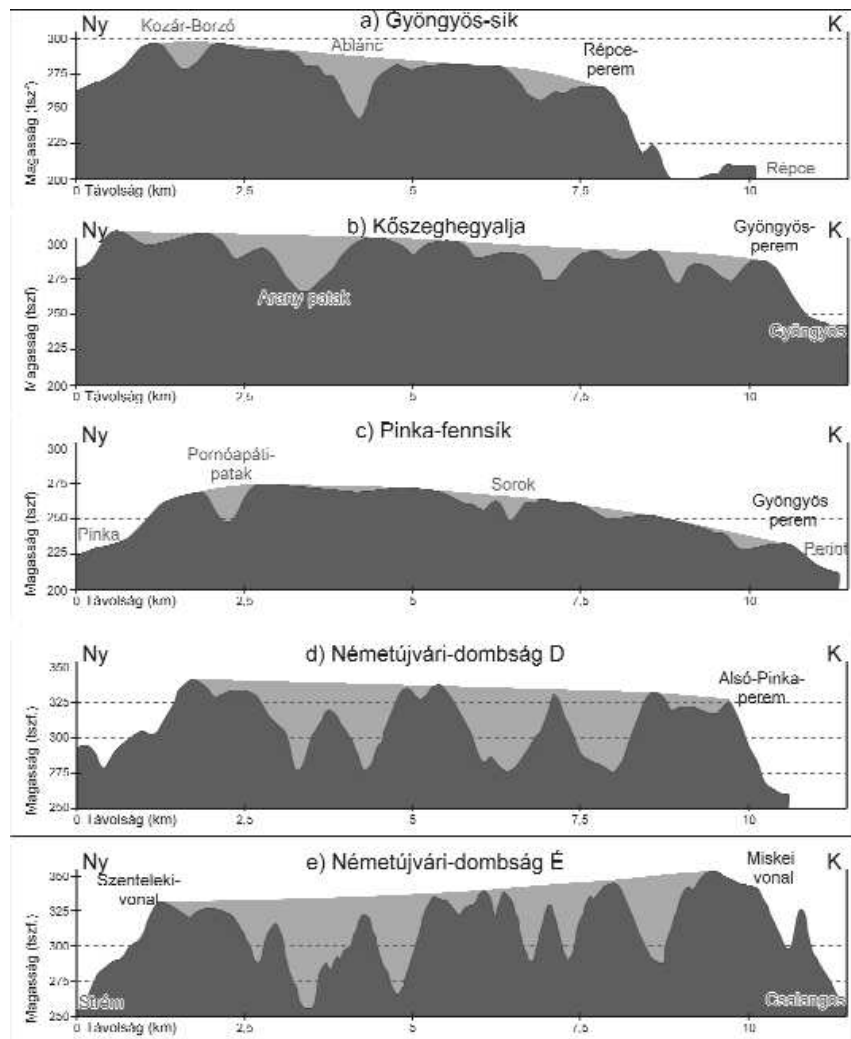
Eredmények

Egységes burkolófelszínek elemzése

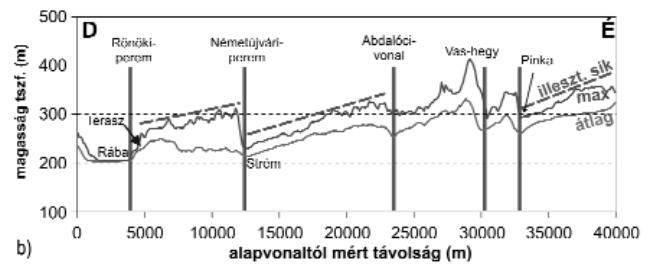
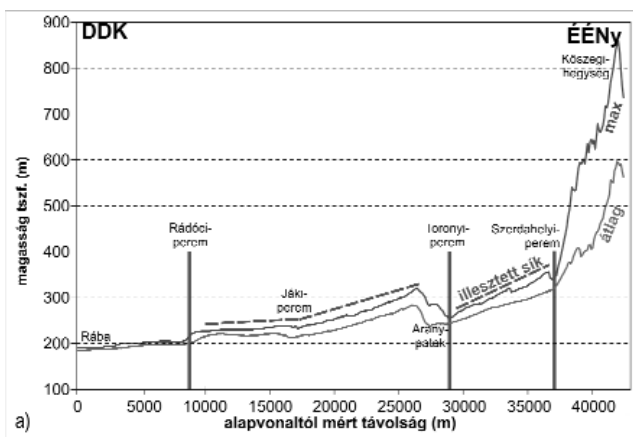
Morfológiai vizsgálataink során elsőként az egyes részterületekre meghatározható burkolófelszín jellegét elemeztük. A bevezetésben [1]-es számmal jelölt DK-i rész síma, tagolatlan. Feltételezésünk szerint egykor, a Pannontó visszahúzóódása után, a középső és a Ny-i terület is ehhez hasonló lehetett. Ennek ellenőrzésére megvizsgáltuk, hogy az adott területen húzódó gerincekre és hátakra illeszthető-e egységes, közel sík burkolófelszínek. A középső terület (Gyöngyös-, Pinka-sík, Kőszeghegyalja) kereszt-szelvényei a 4. ábra 3 felső szelvényén jól láthatók. Az eredeti felszínt jelképező szürke burkológörbe néhány, kismértékben bevágódott patak völgy kivételével szinte tökéletesen illeszkedik a széles hátak síkjára (a szelvények futását az 1. ábrán fehér vonallal jelöltük). É-D-i irányba a patakbevágódás miatt nem alkalmazható egyszerű topográfiai szelvény, helyette sávszelvényt használtunk (5. ábra, a). A maximum görbén — ami 100 m-es távolságonként a legmagasabb pontokat ábrázolja a téglalap szélességén belül — jól láthatók a D, DK felé lejtő egységek és az őket elválasztó meredek peremek. A korábban egységes É-D-i felszín tektonikus feltagolódását valószínűsíti a szomszédos blokkokon megtalálható, egymás É-D-i folytatásában mélyült patak völgyek rendszere is.

A Pinkától Ny-ra fekvő egységben a blokkokba bevágódó patak völgyek még jobban erodálták a felszínt. Az itt felvett kereszt-szelvényeken megfigyelhető, hogy a burkolófelszínt ebben az egységben csupán a magasabb gerincek élei őrzik (4. ábra két alsó szelvénye). A területről készült É-D-i sáv-szelvényen az erodált gerinceknek megfelelő maximum görbén erőteljes zaj mutatkozik, ám a kibillent egységek rendszere itt is egyértelműen megfigyelhető (5. ábra, b–c). Fontos megjegyezni, hogy az 5. ábra b és c részének elemzési sávja olyan eróziós völgyeket keresztesz (délien a Szék-patak, északon a Csalangos, Pinka, felsőőri Szék-patak és Fehér-patak), amelyek nem teljesen igazodnak a markánsan megjelenő meredek peremek csapásához.

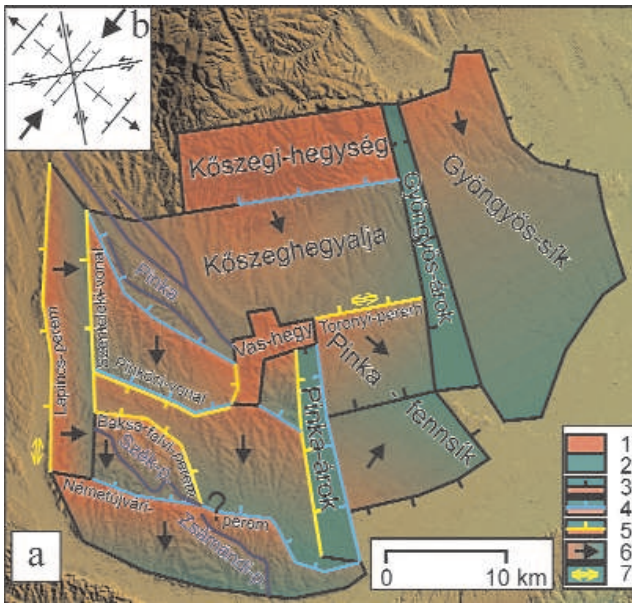
Ez a



4. ábra. Topográfiai szelvények, a burkolófelszínnel. Elhelyezkedésüket lásd 1. ábra
 Figure 4. Topographic profiles with the envelope surface. For profile locations see Figure 1



5. ábra. A vizsgált sávszelvények. Szaggatott vonallal az illesztett felszíneket jelöltük. Elhelyezkedésüket lásd 1. ábra
 Figure 5. The studied swath profiles. Fitted plains are marked with dashed lines. For swath locations see Figure 1



6. ábra. a: A terület felszínének sematikus modellje a peremeket kialakító tényezők feltüntetésével

1 – kibillent blokk magasabb része, 2 – kibillent blokk alacsonyabb része, 3 – meredek perem (eredete nem meghatározott), 4 – eróziós perem, 5 – vetődéssel létrejött perem normál komponenssel, 6 – blokk általános dőlésiránya, 7 – megfigyelt virágszerkezet, b: BADA et al. (2007) által a területre kimutatott fő feszültségirányok és a hozzájuk tartozó szerkezetek (HANCOCK 1985)

Figure 6. Schematic model of the study area with the origin of the scarps

1 – higher part of a tilted block, 2 – lower part of a tilted block, 3 – scarp (origin not determined), 4 – mainly erosional scarp, 5 – fault scarp with normal component, 6 – generalized tilt direction of a block, 7 – observed flower structure, b: stress field of the study area after BADA et al. (2007) and structures belonging to that (HANCOCK 1985)

A kavicsteraszok helyzetének vizsgálata

A kavicsteraszok dőlését a már említett sávszelvényelemzés módszerével vizsgáltuk. A Strém és a Pinka egyes szakaszaihoz tartozó teraszok (7. ábra) koruktól függően, különböző mértékben erodálódtak, ezért a vonal menti topográfiai szelvény itt sem alkalmazható. A vizsgált sávok magassági pontjaiból készített diagramon a minimum-, átlag- és maximumgörbéket mutatjuk be, valamint a forrásul szolgáló geológiai térképen kaviccjal jelölt (PASCHER 1999) felületek magassági pontjait. Az elemzés használatánál, a maradványfelszín rekonstrukciójának fontos követelménye, hogy a vizsgálati sávot megfelelő irányban

Szék-patakok esetében a Németújvári-perem Ny-i felének felszabdalt előterében látható (vö. 1. ábra), ami az 5. ábra c részének maximumgörbéjén kevésbé markáns peremként, inkább domború lejtőként mutatkozik meg. A Pinka és a vele hosszan, párhuzamosan futó mellékágai a görbék erős zajosságát okozzák. Ennek ellenére a szelvény É-i részén mind a maximumgörbén, mind az átlaggörbén megfigyelhető egy széles, tál alakú völgyet mutató trend (5. ábra, c) ami alapján a Pinka őskének számottevően szélesebb kiterjedésére következtethetünk. Ezt megerősíti a tárgyalt szakaszhoz tartozó kavicspászták rendszere is, amelynek azonos korú tagjai hasonlóan széles területre terjednek ki (2. ábra).

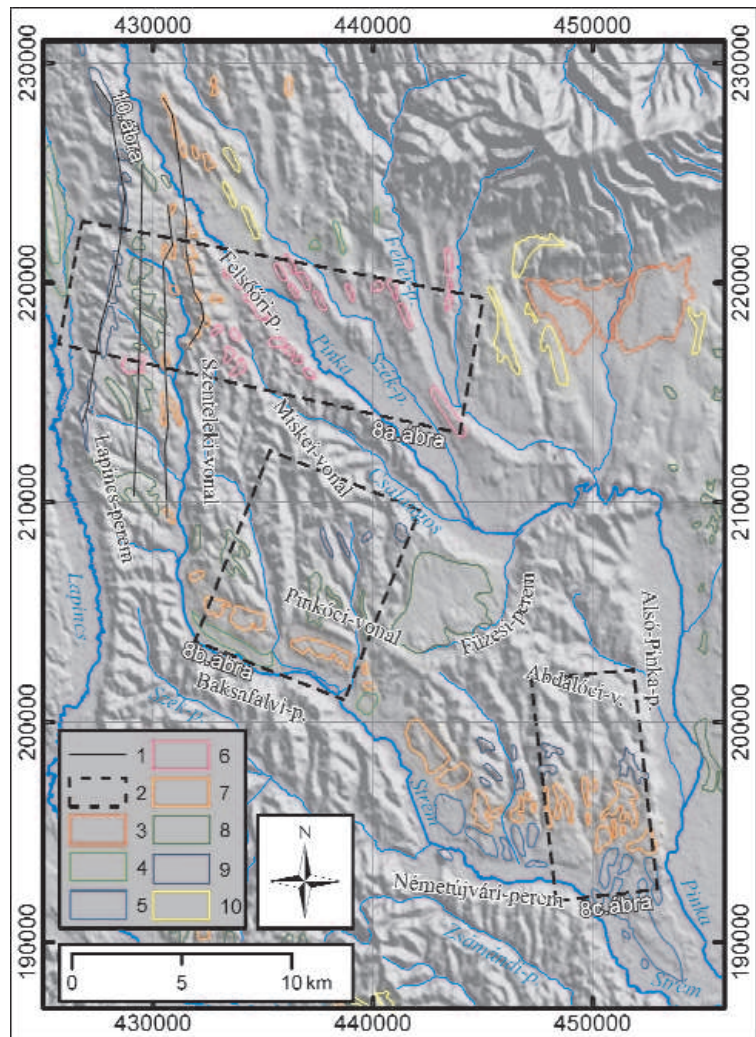
A morfostrukturális elemzés eredményeképpen létrehoztunk egy egyszerűsített modellt, amelyben a vizsgált terület morfológiai egységeit határoltuk le, a burkolófelszín általános lejtésirányának megjelölésével (6. ábra).

7. ábra. A Pinka-Strém rendszer kavicsteraszainak elhelyezkedése (PASCHER 1999 alapján), összevetve a felszín-morfológiával

Magyar teraszbesorolás: M, Osztrák teraszbesorolás: O. 1 – vizsgált topográfiai szelvény (lásd 12. ábra), 2 – vizsgált sávszelvény (lásd 10. ábra), 3 – kavics törmelékletítő, 4 – kavicsterasz: középső-felső-pleisztocén (M: IIb, O: V), 5 – kavicsterasz: középső-pleisztocén (M: III, O: IV), 6 – kavicsterasz: középső-pleisztocén (O: IIIa), 7 – kavicsterasz, alsó-középső-pleisztocén (M: IV, O: IIIb), 8 – kavicsterasz: alsó-pleisztocén (M: V, O: II), 9 – kavicsterasz: alsó-pleisztocén (M: VI, O: I), 10 – kavics: felső-pliocén-alsó-pleisztocén

Figure 7. Terraces of the Pinka-Strém fluvial system (after PASCHER 1999) compared with the topography

Hungarian terrace classification: H, Austrian terrace classification: A. 1 – topographic profile (see Figure 12.), 2 – swath profile (see Figure 10.), 3 – gravel debris slope, 4 – gravel terrace: Middle-Upper Pleistocene (H: IIb, A: V), 5 – gravel terrace: Middle Pleistocene (H: III, A: IV), 6 – gravel terrace: Middle Pleistocene (A: IIIa), 7 – gravel terrace: Lower-Middle Pleistocene (H: IV, A: IIIb), 8 – gravel terrace: Lower Pleistocene (H: V, A: II), 9 – gravel terrace: Lower Pleistocene (H: VI, A: I), 10 – gravel: Upper Pliocene - Lower Pleistocene

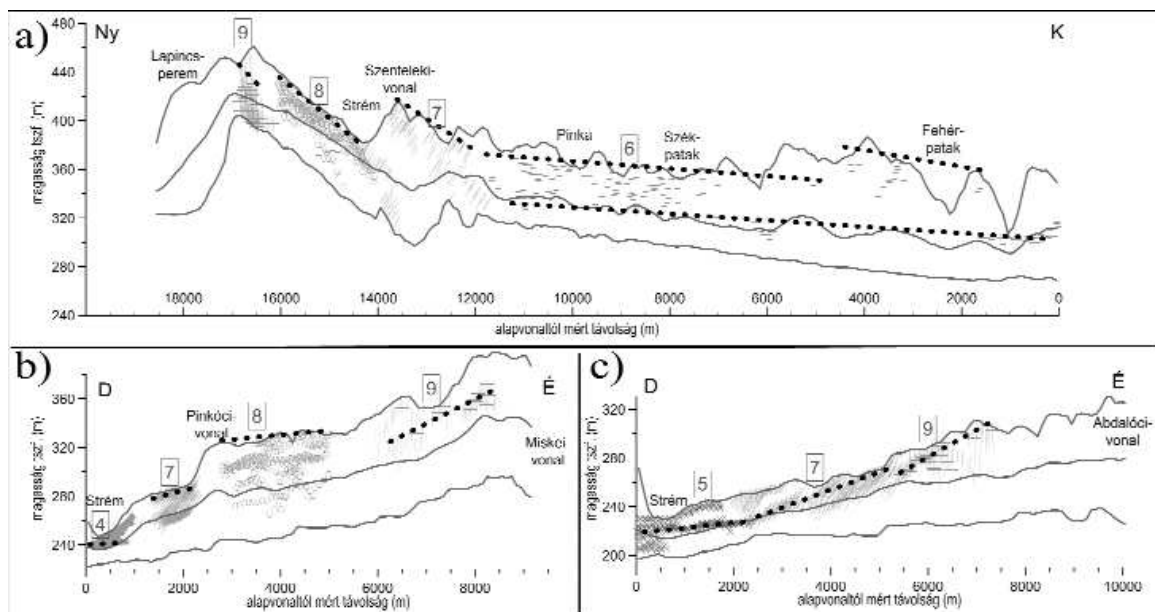


jelöljük ki (TELBISZ et al. 2012). Mivel az egyes korokhoz tartozó teraszok a Strémmel párhuzamosan futnak, a sávok irányát az adott teraszpásztá futására merőlegesen vettük fel (7. ábra). Az egyes kavicsteraszokat képződési koruknak megfelelő sorrend alapján számoztuk be az ábrán, a legfiatalabbtól a legidősebbig, PASCHER (1999) geológiai térképe alapján. E térkép generalizáltsági fokából adódnak olyan pontatlanságok, hogy a kavicsal fedett területek néhol túlterjednek a — legtöbb esetben szemmel láthatóan — egységes felszínt alkotó teraszokon, és a köztes völgyek, határoló peremek is kavicsal borítottak vannak jelölve. A teraszfelszínek kiterjedését és lejtését sávszelvények alapján határoztuk meg, és a terasz jellemző futását fekete, szaggatott vonallal emeltük ki. Ennek során figyelembe

vettük a térképi jelölés említett pontatlanságát, a sávszelvények és a teraszok eltérő szélességéből adódó kilengéseket, valamint azt a tényt, hogy az SRTM erdős területeken a fmagassággal növelt értékeket mutat.

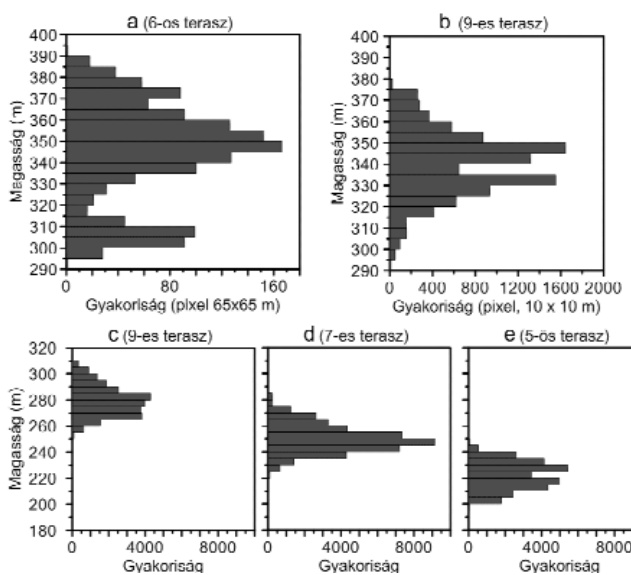
A 8. ábrán a részén látható, hogy a legidősebb, 9-cel jelölt teraszszint erősen erodálva, dombtetői pozícióban helyezkedik el. A kavics-felszínek helyzete megerősíti az egység közel K–Ny-i irányú billenését: az elméletnek megfelelően a fiatalodási sorrendnek megfelelően a teraszok egyre kisebb dőlésszöget mutatnak (9: 2,34° (rövid), 8: 1,86°, 7: 1,49°, 6: 0,18°)

Fontos kiemelni a 7-es számú teraszt, mely a Strém völgye (Szenteleki-vonal) által két különböző magasságú egységre van szétválasztva, ami a Strém és Lapincs közti



8. ábra. A kavicsteraszok elhelyezkedését vizsgáló sávszelvények. Elhelyezkedésüket l. 7. ábra

Figure 8. Swath profiles for the study of gravel terrace positions. For swath locations see Figure 7

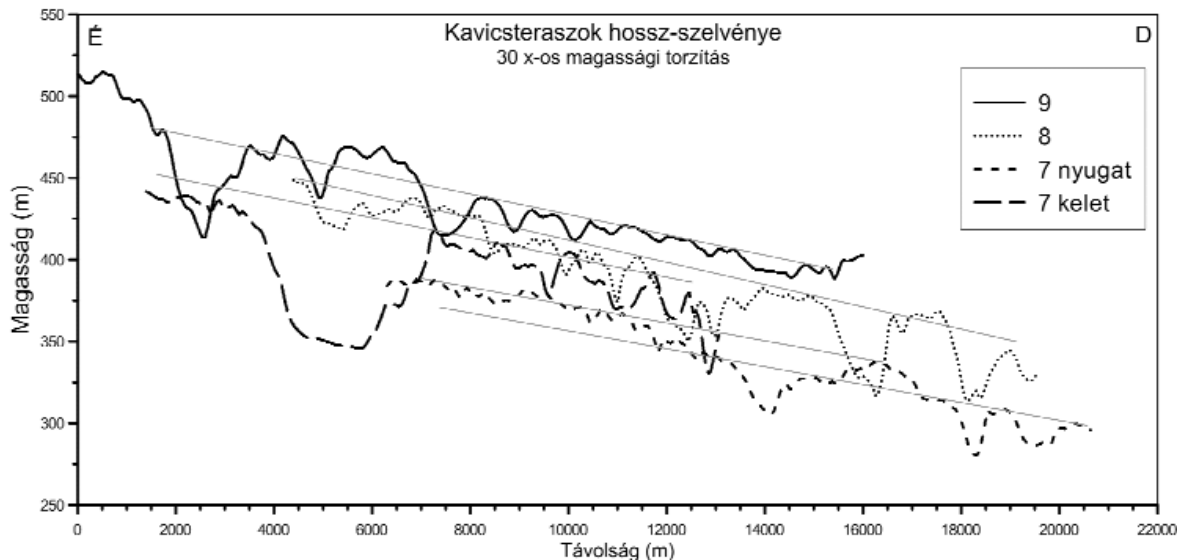


9. ábra. A kavicsal fedett területek magassági hisztogramjai

Figure 9. Elevation histograms of the areas covered by gravel

kibillent egység határát jelölheti. A 6-ossal jelölt teraszmaradvány pászták formájában jelentkezik, a többivel ellentétben a Pinka felső szakaszához kapcsolódóan, ezáltal a terasz feltételezett futása nem merőleges, hanem kisebb szöget zár be a vizsgált sávval. Érdekes azonban, hogy a vizsgált terület összes, azonos korra datált, 6-ossal jelölt teraszát vizsgálva több morfológiai szintet ismerhetünk fel (8. és 9. ábrák a részén), ami alapján megállapítható, hogy különböző teraszszinteket foglalnak magukba. A vizsgált egység É–D-i billenését is vizsgáltuk párhuzamos topográfiai szelvények segítségével (futásukat lásd a 7. ábrán). A 10. ábrán látható kompozitszelvény látszólag párhuzamos felszíneket mutat, lejtőszögük csak kis mértékben tér el egymástól (9; 8; 7 Ny; 7 K teraszok hossz-szelvényeinek lejtése rendre: 0,34°, 0,36°, 0,30°, 0,39°), ami alapján azt valószínűsítjük, hogy az egység csak Ny–K-i irányba billent a teraszok kialakulása során.

A Strém középső szakaszán keresztül felvett sáv (7. ábra)



10. ábra. A Lapincs és a Strém közti kavicsteraszkok hossz-szelvényei. Elhelyezkedést lásd 7. ábra

Figure 10. Topographic profiles along gravel terraces situated between Lajfnitz and Strem streams. For profile locations see Fig. 7.

diagramján (8. ábra, b) jól látható, hogy a fiatalabb teraszszintek a környezetüktől markánsan elkülönülő felszíneket alkotnak. Ezzel szemben a 9-cel jelölt, legidősebb terasz középső része egy bemélyedést mutat, ezáltal egységes felszínként nem határozható meg. Ennek oka, hogy a sáv-szelvényen, a kezdővonalától azonos távolságra magasabb, kavicsos nem borított vonulatok helyezkednek el, amik felülírják a maximumgörbét. Az átlaggörbe már sejteti a várható lejtőszöget, a teraszok magassági eloszlását mutató pontfelhőn azonban ki is rajzolódik a 9-cel jelölt egységes felszín. A 9. ábra b hisztogramja közel szabályos eloszlást mutat, kivéve 340 m magasságában, ahol egy negatív anomália figyelhető meg. Ebből arra következtettünk, hogy az egyenletesen dőlő trendet mutató maradványgerincek közt az utólagos erózió lepusztította a kavicsfelszínnek ebbe a magassági tartományba eső részét. A legidősebb teraszszint dőlése $1,16^\circ$. Az előző vizsgált sávval ellentétben a 8-as számú terasz lejtése ($0,22^\circ$) nem nagyobb, mint a nála eggyel fiatalabb (7-es) teraszé ($0,62^\circ$), ezen kívül a kettő között egy kis méretű, de a DEM-en jól azonosítható, a Strémmel párhuzamosan hosszan elnyúló északias, valamint egy ~ 30 m magas, markánsabb délies perem (Pinkóci-vonal) figyelhető meg. EICHER (1994) szerint a terület kis szélességű, pleisztocén teraszperemei számos helyen, több száz méter szélességben erodálódtak, ezért ezeknél a teraszoknál a síkillesztés bizonytalansága megnő. Ezen információk alapján a vizsgált blokk D-i irányú folytonos billenése itt nem bizonyítható.

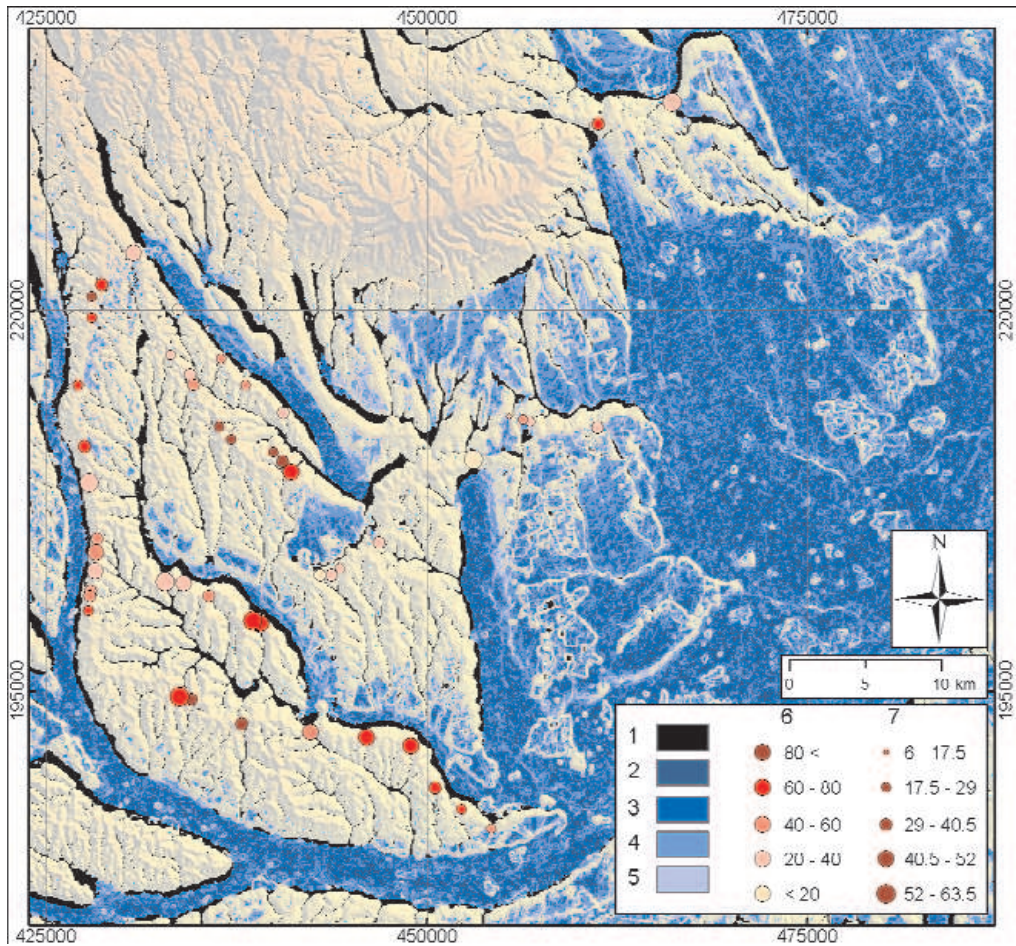
Az alsó szakaszhoz tartozó teraszok (8. ábra, c) a sávdiagramon jól elkülönülő felszínekhez tartoznak (bár a 7-es és az 5-ös felső összeolvadni látszanak), amelyek fiatalodásukkal arányosan egyre kisebb lejtőszöget mutatnak ($1,28^\circ$, $0,84^\circ$, $0,24^\circ$). Ezt megerősíti az adott teraszok hisztogramja is: míg a 9-cel jelölt terasz legnagyobb számban szereplő magassági értékei viszonylag széles tartományt ölelnek fel (265–285 m), ami annak ferde jellegét erősíti, addig a 7-el jelölt terasz 245 m-nél erősen

kicsúcsosodik, ami ennek vízszintes jellegére utal (9. ábra, c–d). Ezen kívül az 5-tel jelölt terasz két, jól elkülöníthető morfológiai szintre bontható (8. ábra, c és 9. ábra, e része), aminek oka a fás és fátlan területek váltakozása. Ez az egység összességében jól alátámasztja a terület D-i billenését.

Völgyek kvantitatív morfológiai jellemzése

A korábbi vízhalózat fő irányai sok esetben a mai domborzaton is láthatók. Ehhez SRTM DTM alapú vizsgálatot végeztünk, melynek eredménye a 11. ábrán látható levezetett térkép. Egy adott pontnak az 1 km sugarú környezete átlagmagasságához viszonyított szintkülönbsége megmutatja, hogy az adott pont milyen fő domborzati elem (völgy/lejtő alsó része; lejtőoldal/széles völgytalp illetve völgyközi hát/gerinc) részének tekinthető. Az elemzés során ezt a szintkülönbséget kombináltuk az adott pixel lejtőszög értékével, így alakítottunk ki összetett kategóriákat. E kategóriák közül kiemeltük azokat, melyek a környezetükkel közel azonos magasságban helyezkednek el (eltérés < 10 m) és kis ($< 7,5^\circ$) lejtőszögűek (lásd később 13. ábra 2–5 kategóriák). Így a térképen kék színnel láthatók az egyes alluviális síkok (Gyöngyös-sík, Pinka-fennsík), a széles, alluviális völgyek (Gyöngyös felső szakasza, Pinka két szakasza, Lapincs, Rába), a törmelékletők (Kőszeghegyalja), valamint az előző fejezetben tárgyalt teraszok. Ezen kívül a jelenleg kis patakknak számító Strém középső és alsó szakaszának völgye is megjelenik, ami arra utal, hogy korábban nagyobb vízmennyiség formálta ezt a völgyet. Emellett a Pinka felső szakaszának mellékvölgyei is helyenként kék színben jelennek meg, ami azt jelzi, hogy ezek a völgyek korábban nagyobb vízhozamot vezethettek le.

Az elemzés további kiemelt kategóriája az 1-es, amely azon pixeleket jelenti, ahol a lejtőszög szintén alacsony ($< 10^\circ$) és a magassági érték legalább 10 m-rel kisebb az adott pixel 1 km-es környezetének átlagánál. Így ez a kategória alapvetően a bevágódott, de mégis több pixel szélességű völgytalpakat

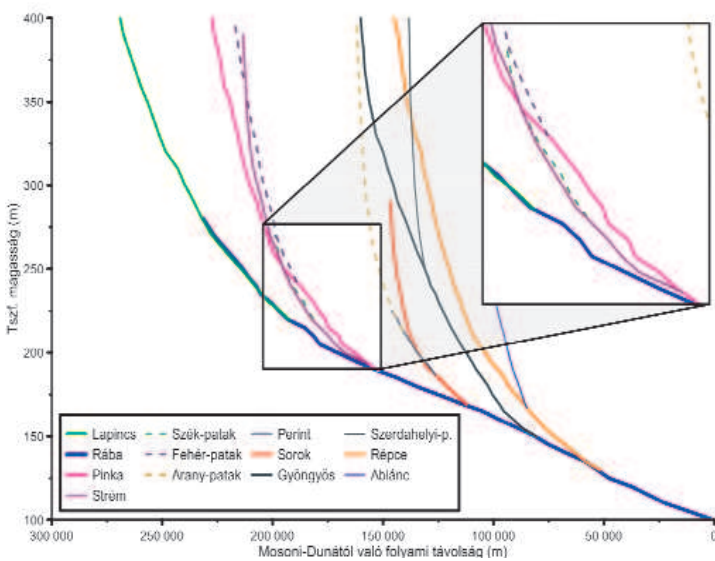


11. ábra. A terület domborzatának elemzése

A térképi pixelek kategorizálásához felhasznált DDM paraméterek betűjele: z : adott pixel magassága, z_m : 1 km-es környezet átlagmagassága, s : lejtőszög. A térkép jelkulcsában szereplő kategóriák: 1) $z < z_m - 10$ m és $s < 10^\circ$, 2-5) $|z - z_m| < 10$ m és $s < 1,4^\circ, 3,2^\circ, 5,3^\circ$ ill. $7,5^\circ$, sorrendben, 6) a száraz keresztvölgyek kiemelkedésének relatív magassága (m), 7) a száraz keresztvölgyek bevágódásának mértéke (m). Az alföldi jellegű részen kiugró világosabb foltok az SRTM radarméréses technikája miatt az adatbázisban relatíve magasabb értékkel szereplő erdős területek

Figure 11. Relief analysis of the study area

The alphabetic signs of DEM-based parameters used in pixel classification: z : elevation of the given pixel, z_m : mean elevation of the 1 km neighbourhood, s : slope, Classes in the map legend: 1) $z < z_m - 10$ m and $s < 10^\circ$, 2-5) $|z - z_m| < 10$ m and $s < 1,4^\circ, 3,2^\circ, 5,3^\circ$ or $7,5^\circ$, respectively, 6) relative height of wind gaps' incision, 7) relative depth of wind gaps' incision. Light-coloured patches in the lowland terrains are forests, which are inherent in the SRTM database due to the applied radar technology



12. ábra. A kutatási terület vízhalózatának kompozit hossz-szelvényei

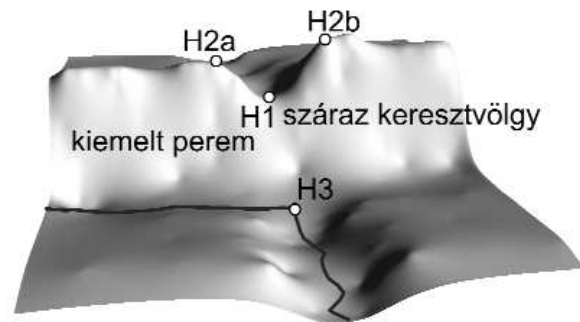
Figure 12. Composite long profiles of the drainage network of the study area

mutatja (ezen kívül az előbbi kategória szélei, tehát a meredek peremek és a völgytalpak határai is ide tartoznak). Ezek alapján több patak völgy is hangsúlyosabban jelenik meg az alkalmazott fekete színnel (11. ábra 1-es kategória). Kiemelendő a Strémbe torkolló Szék-patak, melynek futása a Strém felső szakaszának folytatása.

Itt jegyezzük meg, hogy a Pinka–Strém–Szék-patakrendszerre jellemző, hogy jelentősen eltér az egyensúlyi helyzetben levő vízrendszerektől. Normál esetben (homogén kőzet, tektonikus hatások nélkül) egy főfolyóba torkolló, kisebb vízgyűjtő területű, hosszúságú és vízhozamú mellékpatak esésgörbéje a torkolattól fölfelé haladva meredekebben emelkedik, mint a főfolyóé (HACK 1973, HOWARD 1998, SZÉKELY 2001), mivel a mellékpatak bevágódó képessége is kisebb. Jelen esetben azonban ennek épp az ellenkezője figyelhető meg (12. ábra): a Strém (és a beletorkolló Szék-patak) esésgörbéje 157 és 195

folyam km között egyértelműen a Pinkaé alatt marad. Ezt tektonikus mozgások és/vagy lefejeződés okozhatja. Előbbi esetben a mellékfolyót érintő tektonikus süllyedés hozhat létre egy kisebb esésű szakaszt (ami tehát nem pusztán a patak hátráló eróziójának következménye), míg utóbbi esetben a korábban magasabb rendű, nagyobb vízhozamú patak által mélyített völgyben található a mellékpatakka vált vízfolyás. Hasonló a helyzet a Sorok–Perint–Arany-patak-rendszerben is, ahol a Sorok-patak esésgörbéje is 128 és 134 folyam km között a magasabb rendű Perint esésgörbéje alatt marad, míg az alacsonyabb rendű (kisebb vízhozamú) Arany-patak esésgörbéje 141 és 146 folyam km között együtt fut a Perintével. Fontos adalék, hogy az Arany-patak völgyéről a következő alfejezetben igazoljuk, hogy részben tektonikus eredetű.

A 11. ábrán fekete színnel megjelenő völgyek folytatásában, azokkal nagyjából egy vonalban, egy-egy perem által elválasztva sok esetben másik patakszakasz is található. Ezek lehetséges múltbeli összeköttetését a száraz keresztvölgyek („wind gap”-ek) kvantitatív elemzésével vizsgáltuk. Ezek lényegében egy korábbi völgy kiemelt — ezért patakot már nem tartalmazó — szakaszait jelentik. Két paraméterüket vizsgáltuk: a lefejeződés utáni relatív kiemelkedés mértékét, vagyis a kiemelt (száraz kereszt-) völgytalp és a perem-előterí magasság különbségét (11. ábra/6), amit a 13. ábra alapján a H1–H3 egyenlettel számoltunk, valamint a száraz keresztvölgy bevágódásának mértékét, azaz a völgytalp és az azt szegélyező vállak magasságkülönbségét (11. ábra/7), ami a 13. ábra alapján $(H2a+H2b)/2-H1$. Fontos megjegyezni, hogy míg az előbbi paraméter esetén a perem előterének feltöltődése, addig utóbbinál a vállak erodáltsága befolyásolja az eredményt. A vizsgálat szempontjából a recens vízhálózati átrendeződés legegységesebb jelének a kevésbé kiemelt, de erősen bevágódott száraz keresztvölgyeket tekinthetjük. Ennek elfajuló esete a Pinka jelenleg is aktív (tehát nem száraz) áttörése (a Vas-hegytől K-re). Itt a relatív kiemelkedés 0, hiszen a Pinka lépést tart a hegy és a folytatásában levő



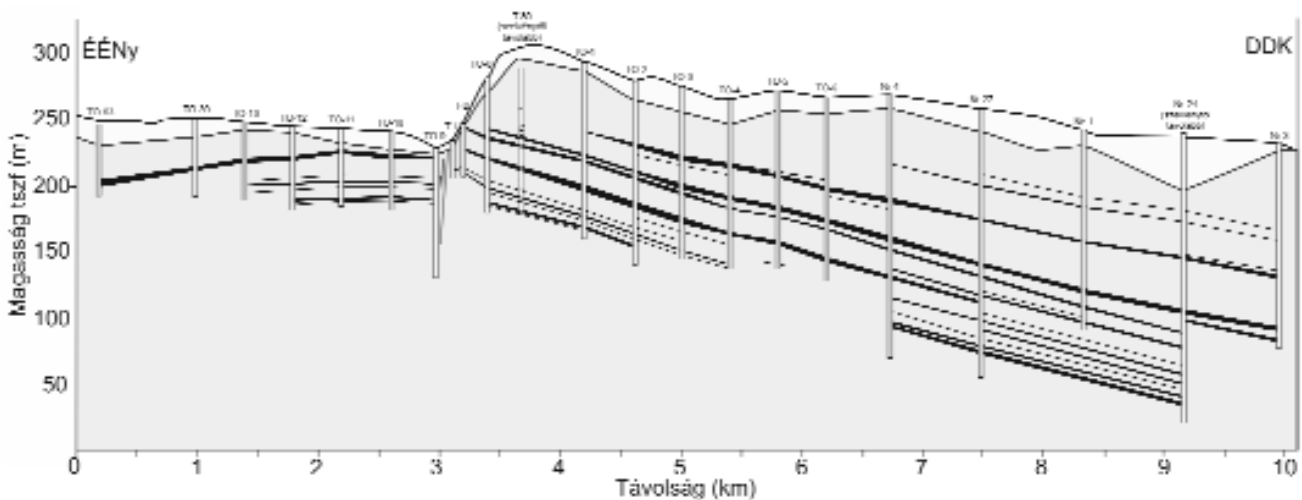
13. ábra. A száraz keresztvölgyek egyszerűsített modellje a vizsgálat során használt paraméterekkel

Figure 13. Simplified model of a wind gap with the parameters used in the calculation

Toronyi-perem kiemelkedésével, bevágódása viszont nagy. Így a Pinka áttörését jelölő körhöz hasonló, nagyobb méretű, világosabb körök figyelembe vételével (11. ábra) a viszonylag fiatal, nagyobb méretű folyók lefejeződésének nyomait kapjuk eredményül.

A Toronyi-perem tektonikus eredete

A Toronyi-perem alatt húzódó rétegek futását a rendelkezésre álló lignitkutató fúrások adatainak felhasználásával külön is megvizsgáltuk. A 14. ábrán látható, hogy a Toronyi-peremtől délre eső, D felé lejtő lignitrétegek a peremnél elvetésre utalnak, majd az egyértelmű D-i dőlés megszűnik. Egy Toronyhoz közeli feltárásban megfigyeltük a rétegek kb. 60 cm ugrómagasságú normálvetődését, valamint egy oldaleltolódásra utaló virágszerkezetet. JASKÓ (1947) bányatérképén szintén jelöl bányajaratokban feltárt normálvetődést. A 14. ábrán a peremtől É-ra lepusztulás eredményeként réteghiányt láthatunk, vagyis a lignitrétegek elvetésének mértéke kisebb, mint a perem magassága. Ebből arra következtethetünk, hogy a létrejött vetődés mentén folyóvízi erózió mélyítette tovább a peremet. A vetődéssel történő kialakulás fölveti a többi perem szerkezeti eredetének kérdését.



14. ábra. A Toronyi-perem alatt húzódó lignitrétegek helyzete fúrásadatok alapján. A szelvény elhelyezkedését lásd az 1. ábrán

Figure 14. Position of lignite layers beneath Toronyi Scarp, based on borehole data. For cross-section location see Figure 1.

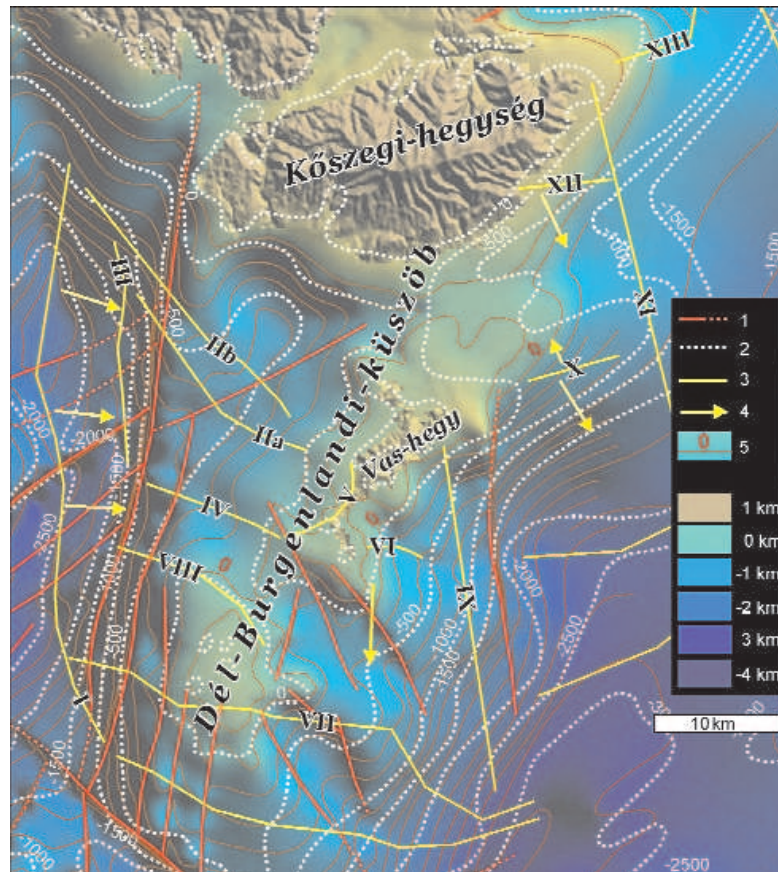
Diszkusszió

A topográfiában megfigyelhető lineamensek eredete, összehasonlítás a mélyszerkezettel

A korábbi (TELBISZ et al. 2012, KOVÁCS 2009, KOVÁCS et al. 2008, SCHWEITZER et al. 1993, ÁDÁM 1962) és jelen vizsgálatok során kimutatott peremeket és vonalakat (ld. 6. ábra) a prekainozoos aljzat mélységi viszonyaival és a kimutatott vetőkkel hasonlítottuk össze (15. ábra). A kainozoikumnál idősebb, mélyben fekvő kőzetek felszínét két forrás felhasználásával vizsgáltuk (FLÜGEL 1988 — ezt mutatja az aljzat felületmodellje és a 200 méteres szintközű barna mélységvonalak; illetve KILÉNYI & ŠEFARA 1989 — ez alapján készültek a fehér szaggatott mélységvonalak). E két forrás kis mértékben, de számunkra nagyon lényeges területen eltérően mutatja az aljzat mélységviszonyait. FLÜGEL (1988) szerint a Vas-hegyet D-ről határoló meredek aljzattmélyülés csapása a felszín alatt KÉK-i irányban

tovább folytatódik, majd ÉÉK-i irányba fordulva szinte törés nélkül ér a Kőszegi-hegység K-i feléhez. Ezzel szemben KILÉNYI & ŠEFARA (1989) szerint a Vas-hegy teljes vonulata folytatódik a pannóniai rétegek alatt KÉK-i irányban, tőle É-ra egy 2–300 m mélységű völgy húzódik. A Vas-hegy felszín alatti folytatását megerősítik gravitációs (VAJK 1938, KISS 2006) és mágneses (ELGI 1960, HAÁZ & KOMÁROMY 1963, KISS & GULYÁS 2006) mérési eredmények is, ezért KILÉNYI & ŠEFARA (1989) aljzattérképét fogadjuk el pontosabbnak.

A Lapincs-perem (I) és a Senteleki-vonal (III) futása a Fölöstömi-részmedence legmélyebb részével, valamint a legkésőbbi aktív (EBNER & SACHSENHOFER 1995, SACHSENHOFER et al. 1997) — a Kőszegi-hegységet és a Dél-Burgenlandi-küszöböt Ny-ről határoló — mélyszerkezeti normálvetővel (FRIEBE & POLTNG 1993) párhuzamos lefutású. SACHSENHOFER et al. (1997) szerint a Fölöstömi-részmedence az említett normálvetővel összekapcsolható süllyedése a középső-badeniben volt a leggyorsabb, aminek mértéke a negyedidőszak elejéig fokozatosan csökkent. Fontos megjegyezni,



15. ábra. A felszín és a pretercier aljzat morfológiájának és szerkezetének összehasonlítása

1 – aljzati vető (FLÜGEL 1988), 2 – az alaphegység mélységének szintvonalai (KILÉNYI & ŠEFARA 1989), 3 – felszíni lineamensek többek között ÁDÁM (1962), KOVÁCS et al. (2008), TELBISZ et al. (2012), valamint jelen tanulmány alapján, 4 – teraszfelszínek, illetve lignitrétegek dőlésiránya (lásd az „Egységes burkolófelszínek elemzése” c. alfejezet), 5 – mélységvonal 200 m-enként FLÜGEL (1988) alapján. Az aljzattmélyülés szinkálaja FLÜGEL (1988) alapján készült.

Figure 15. Comparison of the terrain surface and the pre-Tertiary basement morphology and structure 1 – basement fault (after FLÜGEL 1988), 2 – contour lines of basement depth (after KILÉNYI & ŠEFARA 1989), 3 – surface lineaments according to ÁDÁM (1962), KOVÁCS et al. (2008), TELBISZ et al. (2012) and the present paper, 4 – dip direction of terrace surfaces and lignite layers (see the subchapter about envelope surfaces). The colour scheme of basement depth is based on FLÜGEL (1988)

hogyan a sülyyedés központja szerintük a felső-pannóniára áttevődött a Dél-Burgenlandi-küszöb területére. Ezt az egész Stájer-medence K-i billenésének tulajdonítják, így a vető legkésőbbi aktivitásáról nem közölnek információt. KOSI et al. (2003) a Dél-Burgenlandi-küszöb Ny-i szegélyén a szarmatában még aktív normálvetőt, tőle Ny-ra felszínig hatoló, oldaleltolódásra utaló virágszerkezeteket mutatott ki nagyfelbontású szeizmikus szelvényeken. A „kavicsteraszok helyzetének vizsgálata” c. alfejezetben bemutattuk, hogy a két felszíni szerkezeti vonal által határolt egységben dőlést mutatnak a kavicsteraszok, valamint a Szenteleki-vonal (III) egy teraszszintet két különböző magasságú egységre oszt, ami ez esetben alátámasztja a felszíni lineamensek és a mélyszerkezeti vetők kapcsolatát.

A Felsőőri-perem (IIB) és a Miskei-vonal (IIa) látszólag semmilyen mélyszerkezeti vonallal vagy jelenséggel sincs kapcsolatban így ezeket a Pinka, ill. a Csalangos erőziós völgyének két különböző időszakhoz tartozó, jobboldali peremként értelmezhetjük. A Füzesi-perem (V) a Vas-hegy kibukkanás tömbjének Ny-i határát jelöli ki, ahol PASCHER (1999) is normálvetőt tételez fel.

A Baksfalvi-perem (VIII) és a Pinkóci-vonal (IV) nem kapcsolódnak egyértelműen mélyszerkezeti vetőkhöz. Az előbbi azonban a kainozoos aljzat felszínén észlelhető hirtelen mélyülés vonalát követi, míg a Pinkóci-vonal egy szakaszon hasonló helyzetben van, K-i fele a Vas-hegy tömbjét D-ről határoló, a prekainozoos felszínben D-i kitettségű vető folytatásában jelentkezik. A Pinkóci-vonalhoz egy kisebb északias kitettségű és egy markánsabb délies kitettségű perem is tartozik. Az aljzattal való összehasonlítás csak az utóbbira adhat magyarázatot, az északias oldal kialakulását a vízhálózat fejlődéséről szóló alfejezetben tárgyaljuk.

Az Abdalóci-vonal (VI) és a Németújvári-perem (VII) futása nem kapcsolódik egy szerkezeti vonalhoz, vagy mélyben levő szintváltozáshoz sem.

Az Alsó-Pinka-perem (IX) csapásiránya a Vas-hegyet és a Dél-Burgenlandi-küszöböt K-ről határoló mélyszerkezeti vetővel mutat egybeesést, horizontális távolságuk azonban 2–2,5 km. Itt több forrás is normálvetőt tételez fel (pl. PASCHER 1999), valószínűleg a NEBERT (1979) által feltárásban megfigyelt 60 cm ugrómagasságú vertikális vetődés alapján.

A Vas-hegy Toronyi-perem (X) alatt húzódó KÉK-i folytatása csak KILÉNYI & ŠEFARA (1989) térképén jelenik meg, léte viszont teljes mértékben alátámasztja a lignitrétegeket érintő vizsgálataink eredményét, melynek során megfigyeltük a rétegek normál irányú elvetődését, valamint egy oldaleltolódásra utaló kisebb virágszerkezetet.

ÁDÁM (1962, 1974) és SÍKHEGYI (2002) — indoklás nélkül — a Gyöngyös-perem (XI) tektonikus eredetét veti fel, de a 15. ábra alapján a mélyszerkezettel való kapcsolat nem mutatható ki.

A Szerdahelyi-peremtől (XII) É-ra JASKÓ (1964; 1995) legfeljebb 5–6 m-es vetőket figyelt meg a lignitrétegek futásában, ám azok irányáról nem közölt információt és a 15. ábra alapján a mélyszerkezettel való kapcsolat nem mutatható ki. Nyugati folytatásában felismerhető egy morfológiai vonal, amely a Kőszegi-hegység D-i lábánál húzód-

dik — ez a geológiai térkép alapján egyértelműen kőzethatárhoz köthető. Eszerint szelektív denudációval alakult ki ez az É-i kitettségű perem, melynek folytatásában a pannóniai összletben is mély völgy figyelhető meg. A leírt, lignitrétegeket érintő diszlokációk valószínűleg a Kőszegi-hegység kiemelkedéséhez köthetők.

A Locsmáncsi-perem (XIII) a Toronyi-peremmel analóg helyzetben, a Kőszegi-hegység KÉK-i folytatásában, az alaphegység gerincének vonalában található.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az aljzat morfológiája és szerkezete az esetek jelentős részében kapcsolatot mutat a felszíni morfológiával. Néhol az aljzati vetők felszíni megjelenését, máshol az alaphegység pozitív és negatív formáinak felszíni kivetülését tapasztalhatjuk.

Szerkezeti hatások értelmezése

A 6. ábra a részén az egyes peremeket kialakulásuk szerint ábrázoltuk. Azokat a peremeket, ahol egyértelmű információ nem állt rendelkezésünkre, egyszerűen „merek perem”-ként jelöltük. Legtöbb esetben az elmozdulásoknak csak a függőleges komponense mutatható ki, azonban a Lapincs-perem esetében KOSI et al. (2003), a Toronyi-perem esetén pedig jelen cikk szerzői észleltek oldaleltolódásra utaló virágszerkezeteket.

A legtöbb felszíni lineamens iránya (pl. Szenteleki-vonal, Lapincs-, Toronyi- és Alsó-Pinka-perem) megegyezik a BADA et al. (2007) által a területre kimutatott feszültségtér-irányokhoz tartozó oldalelmozdulási irányokkal (HANCOCK 1985; 6. ábra, b). Ellentmondásos az ezekhez tartozó normál komponens, hiszen a 6. ábra b részén a normálvetők és az oldaleltolódások ~45°-os szöveget zárnak be egymással.

A Pannon-medence más területeitől eltérően nem feltolódások mutatkoznak a szerkezeti vonalak mentén (pl. FODOR et al. 2005), ami az eltérő nagytektonikai helyzettel lehet összefüggésben. Míg FODOR et al. (2005) a K felé toló Alcapa-egység (BADA et al. 2001, GRENERCZY & KENYERES 2004) D-i szegélyén mutatott ki feltolódásos szerkezeteket, addig a kutatási terület a kilöködő egység belsejében helyezkedik el. Míg előbbi egy eltérő nagyszerkezeti egységhez préselődik, addig a mi kutatási területünkön a K felé toló egység jellemző, stabil — a mozgást gátló — egység nélkül.

Némely esetben a mélyszerkezetben nem vetőhöz, hanem hirtelen mélységváltozáshoz kapcsolódnak az egyes felszíni szerkezeti vonalak. A mélyszerkezet morfológiáját tükröző felszínformákra már HORVÁTH (1995) is felhívta a figyelmet, később több munkában is vizsgálták ezt a jelenséget a Kárpát-medence más dombvidéki területein (pl. FODOR et al. 2005, HORVÁTH et al. 2006, RUSZKICZAY-RÜDIGER et al. 2007). A mélyszerkezethez igazodó felszíni/felszínközeli rétegdeformációt okozhatja a szedimentáció során aktív aljzati differenciált vertikális mozgás (HORVÁTH et al. 2006, DOMBRÁDI et al. 2010), de a kainozoos üledék eltérő mértékű kompakciója is (BALÁZS 2012, HORVÁTH 2012 szóbeli közlés). A lignitkutató fúrások feldolgozása

során észlelt rendszertelenül, de gyakran előforduló vetődéseket mindkét folyamat kiválthatja.

Mindezek alapján feltételezzük, hogy a BADA et al. (2007) által a területre kimutatott feszültségtér-irányvonalak, viszont azt az aljzat mélységváltozásaival kapcsolatba hozható lokális hatások befolyásolják, amik a szerkezeti vonalak normálkomponenseként mutatkoznak meg.

A vízhálózat változása

A tanulmány egyik célja a terület pleisztocén vízhálózat-változásának vizsgálata volt. Ennek alapját a kavicsteraszok korábban már említett korolása (pl. PAINTNER 1927 in PAHR 1984) adja, amit kiegészítene a jelen tanulmányban ismerttetett elhagyott medrek és száraz keresztvölgyek adatai, az egyes teraszok terepi megfigyelése, a Magyar Állami Földtani Geofizikai Bányászati Adattár (MÁFGBA) által tárolt kézikönyvek információi, valamint a peremek kialakulásának vizsgálatai. A szövegben említett peremeket a 15. ábrával megegyező római számmal, a megfigyelések helyeit arab számmal jelöltük, míg a vízfolyások nevét mai helyzetüknek megfelelően tüntettük fel a jobb értelmezhetőség érdekében. Az egyes időszakoknál feltüntetett korokat korábbi szerzők megfigyelései alapján közöljük, a tanulmányokra a szövegben hivatkozunk.

1. fázis

A Lapincs–Strém közti területen fellelhető legidősebb negyedidőszaki fluviális üledékek már csak tetőszinti helyzetben, maradványgerincek formájában találhatók meg (16. ábra, a). Az a tény, hogy két szomszédos vízgyűjtő határán fekszik ez a terasz, valamint hogy a fiatalabb színtek K felé tolódnak el, azt valószínűsíti, hogy e teraszok anyagát a teljes terület (Lapincs–Pinka-rendszer) vizét levezető vízfolyás rakta itt le. HERMANN (1990) Vörthegeynél (Wörterberg) végzett fúrást (16. ábra a/1), mellyel 8,5 m vastag finomszemcsés üledék harántolása után érte el a 40 cm vastag, élénk vörössárga színű, legfeljebb 3 cm átmérőjű, rosszul kerekített kvarckavicsokból álló réteget. Alatta 30 cm vastag téglavörös mállott agyagot talált. E sorozat élénk színeihez hasonló negyedidőszaki üledékek a vizsgált területen máshol korábban nem ismertek, közép-burgenlandi példák alapján HERMANN (1990) ezeket günz vagy pregünz korúnak ítélte. Később, hasonló morfológiai helyzetben talált dm nagyságrendű kavicsot a felszínen (16. ábra, a/2), valamint némileg K-ebbre az 1-es helyszínen feltárt üledéksort is megfigyelte (16. ábra, a/3; HERMANN 1993). A DK felé folytatódó folyásirányt PASCHER (1999), kavicsterasz korbesorolása alapján tartjuk valószínűnek.

Egy, az eddig tárgyaltól különálló vízfolyást feltételezünk D-re. A terület eltér az előzőektől, hiszen PASCHER (1999) szerint kavicsteraszok nem találhatók rajta. Ugyanakkor terepi megfigyeléseink, a 11. ábrán jelzett száraz keresztvölgyek, valamint a meglepően széles folyóvölgyek azt tanúsítják, hogy jelentős tömegű víznek kellett erre folynia, és számos irányváltozás is történt ezen a területen. Itt korra utaló információink nincsenek, a több lépésből álló

lefejezés-sorozatot egymás utáni sorrendje alapján jelöltük ki. Feltételezésünk szerint a vízfolyás a Lapincs-perem (I) általunk kimutatott markáns keresztvölgyein kelt át, majd a mai Baksafalvi- (VIII) és Németújvári-peremeket (VII) keresztezve haladt széles lapos völgyekben (l. 16. ábra, a). Ezt megerősítik a Zsámándi-patak völgyében végzett megfigyeléseink (16. ábra, a/4), ahol 10–12 cm-es, jól kerekített, fehér színű kavicsokat találtunk. Megfigyeléseink alapján pleisztocénnál idősebb kavicsok csak a kibukkanó alaphegységek közvetlen környezetében találhatóak, így ezek valószínűleg szintén pleisztocén korúak és távolabbi vízgyűjtő-területről származhatnak.

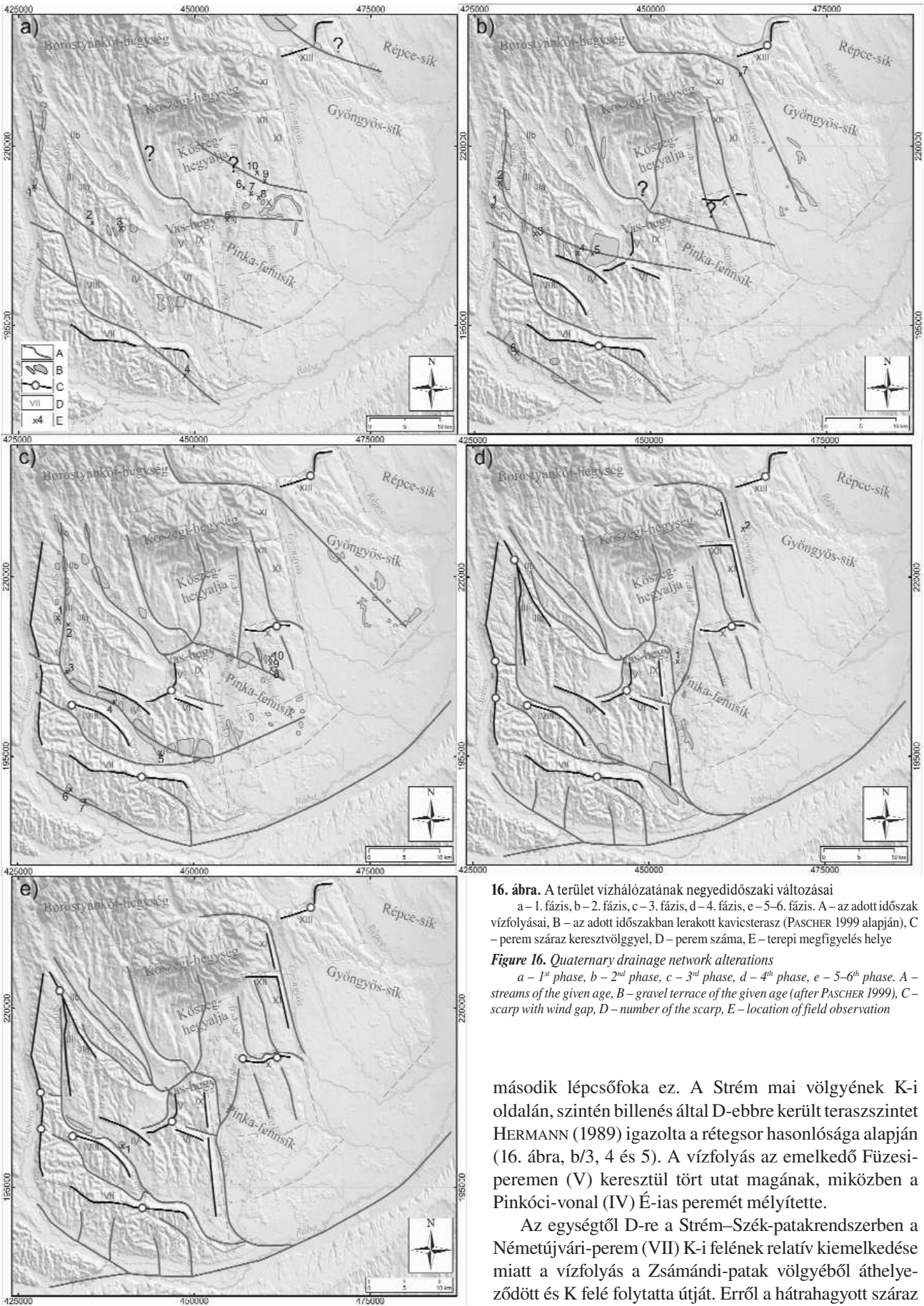
Terepbejárásunk során a Vas-hegyhez közeli feltérásban (16. ábra, a/5) megfigyeltünk a HERMANN (1990) által leírt, kavicsot tartalmazó élénksárga üledéket, ezért ÁDÁMMAL (1962) egyetértve feltételezzük, hogy a Pinka őse e korai szakaszban már töltögette ezt a területet. A vízfolyás Vas-hegytől É-ra levő nyomvonala kérdéses, azonban a Kőszegi-hegységtől D-re fekvő pászták több kavicsrétege, valamint későbbi szakaszok üledékének azonosítása miatt feltételezzük, hogy több, az általunk elkülönített szakaszokon átvélő, fluviális feltöltés jellemezte a területet. Ezen kívül a Toronyi-peremtől (X) É-ra fúrási adatok (MÁFGBA: D-4, To-7, -20, -21, -44, -63, -74; helyzetük jelölve: 16. ábra, a/6–10) szintén sárga színű kavicsos agyagot írnak le. Ezen információ mennyisége nem elegendő az azonos kor igazolására, de fenn kell tartanunk a lehetőségét, hogy a perem előterében is (az előzőtől eltérő futású) idős vízfolyás rakta le üledékét (16. ábra a részén kérdőjellel jelölve). Ha felvetjük, hogy a perem két oldalán levő kavicsokat azonos folyó rakta le, akkor közel É–D-i vízfolyást kell feltételeznünk, ami ellentmond az összes többi vízfolyás irányultságának és ÁDÁM (1962) leírásának is.

A Répce Locsmándi-peremen (XIII) való átkelését igazolja egy általunk kimutatott száraz keresztvölgy, valamint e mögött, egy HERMANN (1980) által jelzett kavicsterasz. A szerző két kort különböztet meg a térképlepon (pregünz és günz, valamint mindel és fiatalabb), ezért e kavicsszint lerakódásának idejét nem tekinthetjük biztosnak. A peremen való átfolyást és az elfordulást ezen ismeretek hiányában, némileg önkényesen jelezük az adott kornál.

A vízfolyások iránya megegyezik a Pannon-tó feltöltésének irányával, ahogy azt KOSI et al. (2003) leírták.

2. fázis

Az előbb említett vörthegeyi lelőhelytől K-re, attól egy markáns morfológiai lépcsővel elválasztva találta meg HERMANN (1990) a következő teraszszintet (16. ábra, b/1). 5,3 m vastag agyagot átfúrva érte el az 1,2 m vastag, az előbbi szint üledékénél jobban kerekített, nem elszíneződött kavicsot (később a teljes kavicsotestet lehatárolták). Ezt az üledéket 5,6 m vastag fedő alatt kicsit É-abbra is megtalálta HERMANN (1991; 16. ábra, b/2). Ez a teraszszint markánsan megjelenik a felszínmodellel (7. ábra) és a sávszelvényen is (8. ábra, a). Ennek az egységnek — a Dél-Burgenlandi-küszöböt Ny-ról határoló vetőhöz kapcsolódó — billenése folytán az egyre fiatalabb teraszok K felé tolódtak, aminek



16. ábra. A terület vízhálózatának negyedidőszaki változásai
 a – 1. fázis, b – 2. fázis, c – 3. fázis, d – 4. fázis, e – 5–6. fázis. A – az adott időszak vízfolyásai, B – az adott időszakban lerakott kavicsteraszsík (PASCHER 1999 alapján), C – perem száraz keresztvölgyével, D – perem száma, E – terepi megfigyelés helye
Figure 16. Quaternary drainage network alterations
 a – 1st phase, b – 2nd phase, c – 3rd phase, d – 4th phase, e – 5–6th phase. A – streams of the given age, B – gravel terrace of the given age (after PASCHER 1999), C – scarp with wind gap, D – number of the scarp, E – location of field observation

második lépcsőfoka ez. A Strém mai völgyének K-i oldalán, szintén billenés által D-ebbre került teraszszintet HERMANN (1989) igazolta a rétegsor hasonlósága alapján (16. ábra, b/3, 4 és 5). A vízfolyás az emelkedő Füzesi-peremen (V) keresztül tört utat magának, miközben a Pinkóci-vonal (IV) É-ias peremét mélyítette.

Az egységtől D-re a Strém–Szék-patakrendszerben a Németújvári-perem (VII) K-i felének relatív kiemelkedése miatt a vízfolyás a Zsámándi-patak völgyéből áthelyeződött és K felé folytatta útját. Erről a hátrahagyott száraz

keresztvölgy tanúskodik. A Lapincs bal partján megjelenik a tárgyalt szinthez tartozó üledékréteg, amit HERMANN (1989) kétséget kizáróan ehhez az időszakhoz sorol (16. ábra, b/6).

A Locsmándi-perem (XIII) kiemelkedésével a Répce elfordulásra kényszerült, aminek következtében Ny–K-i irányba fordult és megkezdte a Répce-sík feltöltését SZÁDECZKY-KARDOSS (1938) szerint.

A rendelkezésre álló adatok közt nem találtunk a Pinka-fennsíkra vonatkozó, az adott időszak üledékére jellemző adatot, ezért ÁDÁM (1962) elméletét fogadjuk el, mely szerint a vízfolyás kavicsával tovább töltögette a területet. Közben a Kőszegi-hegység folyamatos kiemelkedésével Kőszeghegyalja vízfolyásai fokozatosan D-iessé válhattak. Az Arany–Sorok folyásirányát azért jelöltük kérdőjellel, mert a Toronyi-peremet keresztező száraz keresztvölgy nem figyelhető meg ezen a helyen. Ugyanakkor az Arany-patak és a Sorok egybeeső iránya, valamint a Sorok völgytalpán található áthalmazott kavicsanyag (FEKETE 2011, FEKETE & KOVÁCS 2012) mégis azt valószínűsíti, hogy a Sorok az Arany-patak egykori folytatása.

A Vas-hegytől É-ra levő tápláló vízfolyásokat illetően ellentmondunk a PASCHER (1999) által bemutatott relatív korbeosztásnak. Ő a 7. ábra 6-ossal jelölt teraszait a 9, 8 és 7-esnél fiatalabbnak jelölte. Mi azonban — HERMANN jelentései alapján, aki különböző fizikai összetételű kavicsokat írt le a területről, valamint saját vizsgálataink alapján (1. „A kavicssteraszok helyzetének vizsgálata” c. alfejezet) — a terület kavicsait egykorúnak véljük a Strém–Lapincs rendszer előbb bemutatott teraszszintjeivel. A tárgyalt időszakhoz a 9. ábra a részén látható 375 m-es magassághoz tartozó csúcsot alkotó teraszai tartoznak. A terület teraszszintjeire vonatkozó további információkat az adott szakasznál közöljük.

Saját terepi vizsgálataink során a Gyöngyös kőszegi-hegységi áttöréséhez közel (16. ábra, b/7) feltáruló kavicsrétegek közül a legelső összlet fizikai jellemzői megegyeznek a Lapincs–Strém említett korhoz rendelt összletének tulajdonságaival (vöröses köztés anyag, nem elszíneződött kavicsokkal). Ezért feltételezzük, hogy a Gyöngyös az adott korban keresztülfolyt a Gyöngyös-sík É-i részén. ÁDÁM (1962) szerint a vízfolyás kezdetben a tájegység Ny-i részét töltögette, és szintén a Kőszegi-hegység kiemelkedése miatt lehetett inkább D-ies futású. Megjegyezzük, hogy a 16. ábra b részén a Gyöngyös-síkon jelölt teraszokat PASCHER (1999) kor szerint nem tagolja, azokat elhelyezkedésük alapján soroltuk az egyes időszakokhoz, pontos korolásuk még további vizsgálatokat igényel.

3. fázis

A harmadik lépésben (16. ábra, c) a Lapincs és Strém közti egység tovább billent K felé, ami miatt a teraszok még K-ebbre tolódtak. HERMANN (1988, 1990, 1991) több helyen kimutatta a terasz kavicsot (16. ábra, c/1–5). Az összlet a korábbi szintektől a görgetegek méretében (az 1-es pontnál akár 20 cm) és a köztés anyag színében (az eddigi vöröses-barna helyett fehér) tér el. Az űs-Strém DK felé forduló szakaszán a teraszok D felé tolódása figyelhető meg, ami a teraszok dőlésvizsgálata alapján nem magyarázható egyér-

telműen tektonikus billenéssel. A vízfolyás áthelyeződése után vált szárazzá a Füzesi-peremet (V) metsző keresztvölgy és az ettől K-re fekvő, D-ről az Abdalóci-peremmel határolt völgy, valamint a Pinkóci-perem (IV) északias, alámosott pereme.

Szintén ebben a fázisban alakult ki a Baksafalvi-perem (VIII), amely a mai Szék-patak irányába haladó vízfolyást eltérítette. Továbbá a Lapincs-perem (I) kiemelkedése is ekkor kezdődhetett, ám e folyamat teljes időtartamáról (a Lapincs-perem vízválasztóvá válásáról) nincsenek információink.

Ennél a résznél lényeges megállapítani a 2. fázis teraszainak (16. ábra, b) eltérő mértékű felszabdaldódását. A 7. ábrán is látható, hogy a terasz K-i felét a Ny-ival ellentétben csak kis mértékben szabdalták fel vízfolyások, ami miatt a DTM-en is jól elkülöníthető egységet mutat. A két terület különbözősége abban rejlik, hogy míg a K-i oldal lefolyását elgátolta a Füzesi-perem (V), így a Pinka közvetlen vízgyűjtőjéhez tartozik ~250 m-es erózióbázis-magassággal, addig a Ny-i oldal patakjai a Strém 220 m-es erózióbázisába torkollnak. Ez utóbbi természetszerűleg nagyobb fokú bevágódást okozott, felszabdaldva így a terasz Ny-i oldalát és szinte eredeti formában meghagyva a K-i felét.

A Baksafalvi-perem (VIII) kiemelkedése miatt a Szék-patak felső folyásának megszűnt az É-i utánpótlása. A Lapincs újabb teraszszintet hozott létre, amit HERMANN (1983, 1989) fizikai paraméterei — többek között a limonitos kavicsbevonat — miatt erre az időszakra tesz. Ezt a mállott üledékeket megtalálta a Borostyánkői-hegység lábánál is (HERMANN & PAHR 1988, PAHR 1984). Ahogy korábban említettük, jelen tanulmányban is megkülönböztetjük a PASCHER (1999) által azonos teraszszintbe tartozó, de morfológiailag alacsonyabb szinten elhelyezkedő teraszokat. Eszerint a mai Pinka felső folyásának vízgyűjtője az előző időszakhoz képest tovább terjedt Ny-i irányba és kialakította a 9. ábra a részén a 350 m-es csúcsot alkotó teraszokat. A Pinka-fennsík Nári környéki részén megfigyeltük a terepen (16. ábra c/8) és fúrású leírásokban (MÁFGBA: Nári B–1, Nr–1, –3, –24, –27, 16. ábra, c/8–10) a leírt, limonittal borított kavicsokat, ezért feltételezzük, hogy az adott időszakban a vízfolyás még itt teregette szét kavicsanyagát.

A Toronyi-perem (X) K-i felének kiemelkedési idejéről nincs pontosabb információ, azt azonban kimutattuk, hogy az É-ről érkező vízfolyás a perem kialakulása miatt elkanyarodott és száraz keresztvölgyeket hagyott maga után.

4. fázis

A következő időszakban — amelynek megjelölését a szakirodalomban következetesen kerülük — az addig a Strém mai völgyében D felé folyó fő vízfolyás a Miskeivonal (IIa) által lefejeződött és a Pinka mai völgyébe került. Korábbi fázisoktól kezdve azt tapasztalhatjuk tehát, hogy a Pinka Vas-hegy fölötti vízgyűjtője fokozatosan Ny-ra tolódott és lefejezte a D-re tartó kisebb vízfolyásokat, végül magát az űs-Strémet is. Ennek okául WINKLER von HERMADEN (1955, in: HACKER & KOLLMANN 1981) két

lehetséges tényezőt jelölt meg: helyi tektonikus mozgásokat, illetve a Rába-medence süllyedése által indukált hátrahagyódást. A jelen fázishoz a korábbi szintek párhuzamosítása és a morfológiai lépcsők vizsgálata alapján a 9a. ábrán 305 m-es csúcsot alkotó teraszok tartoznak. Az É–D-i irány lefejezésében a Miskei-vonalnak (IIa) volt szerepe, míg a Felsőőri-perem (IIb) ennél fiatalabb. Ezt megerősíti a 11. ábra is, ahol a Felsőőri-peremen (IIb) egy, a Pinka szintjénél alig magasabb, fiatal száraz keresztvölgy található.

Ehhez az időponthoz tartozik a korábban tárgyalt, mélyszerkezeti vetőhöz kapcsolható Szenteleki-vonal (III) aktivitása, amely két magassági szintre választotta a megelőző időszakban létrejött teraszt (8a. ábra, 7-es terasz) és amely mentén ezután létrejött a Strém mai felső szakasza. A Lapincs-perem (I) több időszakon átívelő fokozatos kiemelkedésének végéről nincs pontos információ, a mai Szék-patak és a Strém mai vízgyűjtőterületének kialakulása és a Lapincs-perem (I) legdélebbi száraz keresztvölgyének létrejötte köthető ehhez az eseményhez.

A Pinka az Alsó-Pinka-perem (IX) vetődésének vonalát vette fel, aminek idejét ÁDÁM (1962) a középső-pleisztocén végére tette. Ekkor még nem a jelenlegi alluviális síkot hozta létre, terepi vizsgálataink két magasabb szintű teraszt mutattak ki a Vas-hegytől D-re (16. ábra, d/1). A terasz pereme halvány, világosabb sávként a 11. ábrán is megfigyelhető a K-i völgyoldalon. Ettől délebbre az ehhez a morfológiai szinthez tartozó teraszt PASCHER (1999) is jelölte. Ugyanilyen folyamat történt a Gyöngyös esetében is, szintén két teraszszintet mutattunk ki (16. ábra, d/2), de a Gyöngyös-peremnél nem sikerült szerkezeti kialakító tényezőt kimutatni.

A Pornóapáti-patak ekkor még összeköttetésben volt a Kőszegi-hegység felől érkező felső szakaszával, amit a száraz keresztvölgy léte (11. ábra), a patak völgy jelentős mélysége, valamint a kavics nagymértékű áthalmozása (FEKETE 2011, FEKETE & KOVÁCS 2012) is alátámaszt.

5–6. fázis

A hátralevő időszakok már kis mértékű változásokat mutatnak, ezért azokat egyben tárgyaljuk.

A Pinka felső folyásánál elhagyta a Felsőőri-peremen (IIb) kimutatható száraz keresztvölgyet és kialakult a mai vízhalózat. A Strém Baksafalvi-peremet megkerülő szakaszán a mai allúviumtól 7–8 m-es lépcsővel elkülönülő terasz figyelhető meg, amit HERMANN (1993) le is határolt (16. ábra, e/1) és az osztrák besorolás szerinti V-ös teraszba osztott. Ez EICHER (1994) szerint a megelőző vizsgálatokkal ellentétben semmiképpen sem würm, hanem riss kori, mert már vályogsapkát visel és dellék mélyülnek bele.

Ebbe bevágódva a mai allúviumát kezdte a patak kialakítani. A Pinka egy teraszszinttel lejjebb került, majd ezután jelenlegi allúviumát alakította ki. A vízfolyás korábban közvetlen kapcsolatban állt a Kőszegi-hegységgel, de ekkor az Arany-patak–Pornóapáti-patak a Toronyi-perem (X) kiemelkedése miatt lefejeződött, hátrahagyva egy száraz keresztvölgyet. Előbbi K felé kanyarodott, utóbbi vízgyűjtőterülete jelentősen lecsökkent.

A Gyöngyös is egy teraszszinttel lejjebb került, mielőtt mai medrét kialakította.

Következtetések

A terület vízhalózatának negyedidőszaki változásait igyekeztünk nagy részletességgel megadni, a változásokat létrehozó tényezők leírásával. Kiderült, hogy (1) a korábbi elméletek, amelyek pusztán folyóvízi vagy tektonikus eredetre vezetnek vissza az egyes jelenségek kialakulását hibáznak abban a tekintetben, hogy leszűkítik egyik vagy másik elméletre az elképzeléseket. Több helyen kimutatható a tektonikus preformáció, de a felszíni formakincs, elsősorban a peremek, számos esetben nagyobb szintkülönbséggel jelentkeznek, mint amekkora a tektonikus elmozdulás lehetett. Ezért azt valószínűsítjük, hogy (2) ezeken a helyeken egy kisebb mértékű vetődés jelölte ki az adott vízfolyás helyét, majd a domboldal további kivésése már döntően eróziós úton történt. JASKÓNAK (1964, 1995), aki a rétegek kiperarálódásáról írt, így abban az értelemben igaza volt, hogy a peremek részben eróziós eredetűek, ám a kiperarálódást nem keményebb rétegek okozzák (amit terepi megfigyeléseink során sehol sem sikerült megfigyelniük), hanem a tektonikus preformáltság.

Eredményeink alapján (3) a jelenlegi domborzat három, egymástól morfológiailag eltérő egysége különböző genetikai fázisokat tükröz. A korábban egységesen sík terület maradványa a mai térszín DK-i része (Répece-sík, Gyöngyös-sík D-i része, Alsó-Rába-völgy). A középső rész differenciált tektonikus kibillenések következtében blokkokra tagolódott, melyeket egymástól meredek peremek határolnak el (Gyöngyös-sík É-i része, Kőszegi-hegység, Pinka-fennsík). A nagyobb mértékű kiemelkedés miatt a Ny-i területen (Németújvári-dombság) a vízfolyások bevágódása már előrehaladott állapotban van, és a korábban egységes blokkok vékony gerincekre és völgyekre szakadoztak.

A vízhalózat változásáról elmondható, hogy (4) egységként egy jól meghatározható trendet követ, ami leginkább a terület folyamatos billenésére vezethető vissza, de néhány esetben pusztán a peremek kiemelkedése, és azok eltérítő hatása játszik szerepet a vízfolyások irányváltásaiban.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük SEBE Krisztina és egy névtelenségbe burkolózó lektor, valamint RUSZKICZAY-RÜDIGER Zsófia számtalan hasznos megjegyzését és építő jellegű javaslatát. Köszönet illeti LENKEY Lászlót, SZÉKELY Balázst, FODOR Lászlót, CSILLAG Gábort és HORVÁTH Ferencet a magánbeszélgetéseken, konferenciákon és egyéb beszámolókon nyújtott kritikáért, de hasznos szakmai tanácsokért és megjegyzésekért. Hálával tartozunk az ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszékének szakmai és anyagi támoga-

tásáért, valamint HORVÁTH Attilának és KOVÁCS Péternek a terepi munka gördülékenyebbé tételéért. Köszönjük Téglás Tímeának az adatok gyűjtésében való önzetlen segítségét, valamint a MÁFGBA munkatársainak a fáradságtalan és türelmes közreműködésüket. KOVÁCS Gábor kutatásait

részben az ELTE Földtudományi Doktori Iskola doktorandusz-ösztöndíja, részben az NK83400-as OTKA és a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0030 pályázatok finanszírozták. TELBISZ Tamás kutatásait a Bolyai Ösztöndíj támogatja.

Irodalom — References

- ÁDÁM L. 1962: A Rábántúli kavicstakaró. — In: ÁDÁM L., GÓCZÁN L., MAROSI S., SOMOGYI S. & SZILÁRD J. (szerk.) Néhány dunántúli geomorfológiai körzet jellemzése. — *Földrajzi Értesítő* **11/1**, 41–52.
- ÁDÁM L. 1974: Nyugat-Dunántúl ősföldrajzi fejlődéstörténete. — *Vasi Szemle* **28/4**, 584–602.
- BADA, G., HORVÁTH, F., CLOETHING, S., COBLENTZ, D. D. & TÓTH, T. 2001: Role of topography-induced gravitational stresses in basin inversion. The case study of the Pannonian basin. — *Tectonics* **20**, 343–363.
- BADA G., DÖVÉNYI P., HORVÁTH F., SZAFIÁN P. & WINDHOFFER G. 2007: Jelenkori feszültségtér a Pannon-medencében és alpi–dinári–kárpáti környezetében. — *Földtani Közlemények* **137/3**, 327–359.
- BALÁZS, A. 2012: Tectonic subsidence history of the Pannonian Basin revisited. — *43. Ifjú szakemberek Ankétja, absztraktfüzet*, p. 27.
- BÖDŐCS A. & KOVÁCS G. 2011: Római kori birtokrendszer kialakítása és tájformáló hatása Pannóniában. — *Geodézia és Kartográfia* **63/3**, 20–25.
- DOMBRÁDI, E., SOKOUTIS, D., BADA, G., CLOETHING, S. & HORVÁTH, F. 2010: Modelling recent deformation of the Pannonian lithosphere: Lithospheric folding and tectonic topography. — *Tectonophysics* **484**, 103–118.
- DUNKL, I., GRASEMANN, B. & FRISCH, W. 1998: Thermal effects of exhumation of a metamorphic core complex on hanging wall syn-rift sediments: an example from the Rechnitz Window, Eastern Alps. — *Tectonophysics* **297**, 31–50.
- EBNER, F. & SACHSENHOFER, R. F. 1995: Paleogeography, subsidence and thermal history of the Neogene Styrian Basin (Pannonian basin system, Austria). — *Tectonophysics* **242**, 133–150.
- EICHER H. 1994: A Kelet-Stájer-Alpok előhegységének geomorfológiai sajátosságai. — *Földrajzi Értesítő* **43/1–2**, 29–39.
- ELGI (1960): *A földmágnesség függőleges téverősségének izanormál vonalai a Dunántúl nyugati részén. 1:200 000.* — Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, II. sz. földmágneses kutatócsoport.
- FEKETE Zs. 2011: A Pinka-fennsík kavicstakarójának helyzete és morfológiája. — *Kézirat*, Tudományos Diákköri Dolgozat, ELTE TTK Természettudományi Tanszék.
- FEKETE, Zs. & KOVÁCS, G. 2012: Reconstruction of gravel coverage on an Eastern Alps foothill. — *Geophysical Research Abstracts* **14**.
- FELLNER, D. & HERMANN, P. 1993: Bericht 1992 über geologische Aufnahmen von Massenbewegungen auf Blatt 167 Güssing. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **136**, p. 653.
- FERENCZ, K., HERMANN, P. & PAHR, A. 1987: 138 Rechnitz. — In: *Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000*. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- FLÜGEL, H. W. 1988: *Steirisches Becken – Südburgenlandische Schwelle. 1:200 000.* — Geologische Bundesanstalt, Wien.
- FODOR, L., BADA, G., CSILLAG, G., HORVÁTH, E., RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., PALOTÁS, K., SÍKHEGYI, F., TIMÁR, G., CLOETHING, S., & HORVÁTH, F. 2005: An outline of neotectonic structures and morphotectonics of the western and central Pannonian Basin. — *Tectonophysics* **410**, 15–41.
- FRIEBE, J. G. & POLTNI, W. 1993: Mikropaläontologische und regionalgeologische Ergebnisse der Bohrung Bad Tatzmannsdorf Thermal 1 (Steirisches Becken, Burgenland). — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **136/2**, 327–333.
- GOROKHOVICH, Y. & VOUSTIANIOUK, A. 2006: Accuracy assessment of the processed SRTM-based elevation data by CGIAR using field data from USA and Thailand and its relation to the terrain characteristics. — *Remote Sensing of Environment* **104**, 409–415.
- GRENERCZY, Gy. & KENYERES, A. 2004: GPS velocity field from the Adriatic to the European Platform. — In: PINTER, N. & GRENERCZY, Gy. (eds): *The Adria Microplate: GPS Geodesy, Tectonics, and Hazards. NATO ARW, Veszprém, Hungary*, 52–55. Abstract book.
- GRUNDMANN, G. & MORTEANI, G. 1985: The Young Uplift and Thermal History of the Central Eastern Alps (Austria/Italy), Evidence from Apatite Fission Track Ages. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **128/2**, 197–216.
- HAÁZ I. & KOMÁROMY I. 1963: *Magyarország földmágneses térképe. 1:200 000.* — Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest.
- HACK, J. T. 1973: Stream-profile analysis and stream-gradient index. — *Journal of Research of the U. S. Geological Survey* **1**, 421–429.
- HACKER, P. & KOLLMANN, W. 1981: Isotopenhydrologische und hydrochemische Untersuchungen im südlichen Burgenland, Österreich. — *Mitt. österr. geol. Ges.* **74/75**, 245–263.
- HANCOCK, P. L. 1985: Brittle microtectonics: principles and practice. — *Journal of Structural Geology* **7/3–4**, 437–457.
- HERMANN, P. 1980: 139 Lutzmannsburg. — In: *Geologische Karte der Republik Österreich. 1:50 000*. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- HERMANN, P. 1981: *Erläuterungen zu Blatt 139 Lutzmannsburg.* — Geologische Bundesanstalt, Wien. 24 p.
- HERMANN, P. 1983: Bericht 1982 über geologische Aufnahmen auf Blatt 167 Güssing. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **126/2**, 321.
- HERMANN, P. 1984a: Bericht 1983 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 138 Rechnitz. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **127**, p. 241.
- HERMANN, P. 1984b: Bericht 1983 über geologische Aufnahmen auf Blatt 167 Güssing. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **127**, p. 250.

- HERMANN, P. 1985a: Bericht 1984 über geologische Aufnahmen im Tertiär auf Blatt 138 Rechnitz. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **128**, p. 295.
- HERMANN, P. 1985b: Bericht 1986 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 167 Güssing. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **128**, p. 309.
- HERMANN, P. 1987: Bericht 1986 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 167 Güssing. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **130/3**, p. 335.
- HERMANN, P. 1988: Bericht 1987 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 167 Güssing. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **131/3**, 459–460.
- HERMANN, P. 1989: Bericht 1988 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 167 Güssing. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **132**, p. 592.
- HERMANN, P. 1990: Bericht 1989 über geologische Aufnahmen auf den Blättern 167 Güssing und 168 Eberau. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **133/3**, p. 479.
- HERMANN, P. 1991: Bericht 1990 über geologische Aufnahmen auf Blatt 167 Güssing. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **134**, p. 527.
- HERMANN, P. 1992: Bericht 1991 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 168 Eberau. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **135/3**, p. 755.
- HERMANN, P. 1993: Bericht 1982 über geologische Aufnahmen im Quartär auf Blatt 167 Güssing. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **136**, p. 624.
- HERMANN, P. 2001: Bericht 2000 über geologische Aufnahmen auf Blatt 168 Eberau. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **144**, 371–372.
- HERMANN, P. & PAHR, A. 1988: *Erläuterungen zu Blatt 138 Rechnitz*. — Geologische Bundesanstalt, Wien. pp. 41.
- HORVÁTH, F. 1995: Phases of compression during the evolution of the Pannonian Basin and its bearing on hydrocarbon exploration. — *Marine and Petroleum Geology* **12**, 837–844.
- HORVÁTH, F., BADA, G., SZAFIÁN, P., TARI, G., ÁDÁM, A. & CLOETHING, S. 2006: Formation and deformation of the Pannonian Basin: constraints from observational data. — *Geological Society, London, Memoirs* **32**, 191–206.
- HOWARD, A. D. 1998: Long profile development of bedrock channels: interaction of weathering, mass wasting, bed erosion, and sediment transport. — In: TINKLER, J. & WOHL, E. (eds): Rivers over rock: fluvial processes in bedrock channels. *Geophysical Monograph Series* **107**, 297–319.
- JASKÓ S. 1947: Szombathely és környékének geológiája különös tekintettel a lignitelfordulásokra. MÁFGBA, Szén 69.
- JASKÓ S. 1948: A nyugatvasmegyei barnaköszénterület. — *Földrajzi Közlemények* **78**, 112–120.
- JASKÓ S. 1964: A nyugat-vas megyei barnaköszénterület. — *Földtani Kutatás* **7**, 24–48.
- JASKÓ S. 1995: A Kárpátmedence nyugati szegélyének neotektonikája. — *Földtani Közlemény* **7**, 215–239.
- JOÓ, I. 1992: Recent vertical surface movements in the Carpathian Basin. — *Tectonophysics* **202**, 129–134.
- KARÁTSON D. 2000 (szerk.): *Pannon Enciklopédia*. — Magyarország földje. Kertek Kiadó, Budapest, 508 p.
- KILÉNYI, E. & ŠEFARA, J. 1989: *Pre-Tertiary Basement Contour Map of the Carpathian Basin beneath Austria, Czechoslovakia and Hungary. 1:500 000*. — Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary, Budapest.
- KISS J. 2006: Magyarország gravitációs Bouger-anomália-térképe. — *Geophysical Transactions* **45/2**, 99–104.
- KISS J. & GULYÁS Á. 2006: *Magyarország mágneses ΔZ-anomália térképe. 1:500 000*. — ELGI kiadvány, Budapest.
- KOSI, W., SACHSENHOFER, R. F. & SCHREILECHNER, M. 2003: High resolution sequence stratigraphy of Upper Sarmatian and Lower Pannonian Units in the Styrian Basin, Austria. — In: PILLER, W. E. (ed): *Stratigraphia Austriaca. – Österr. Akad. Wiss., Schriftenr. Erdwiss. Komm.* **16**, 63–86.
- KOVÁCS G., ZÁMOLYI A., SZÉKELY B. & PAPP S. 2008: Megfigyelések a Pinka-sík felszínfejlődéséhez: csuszamlásos folyamatok és neotektonika. — In: SZABÓ V., OROSZ Z., NAGY R. & FAZEKAS I. (szerk.): *IV. Magyar Földrajzi Konferencia, Debrecen*. 119–125.
- KOVÁCS, G. 2009: Alpokalja: kibillent táblák vagy felszabdalt kavicstakaró? — In: KISS T. (szerk.): *Természetföldrajzi folyamatok és formák*. Szeged, 167–172.
- MAGYAR, I., GEARY, D. H. & MÜLLER, P. 1999: Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **147**, 151–167.
- MOLNÁR J. 1964: A nyugat-magyarországi lignitlepek kialakulásának szerkezeti összefüggései. — *Földtani Kutatás* **7**, 28–30.
- NEBERT, K. 1979: Die Lignitvorkommen Südburgenlands. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **122/1**, 143–180.
- PAHR, A. 1984: *Erläuterungen zu Blatt 137 Oberwart*. — Geologische Bundesanstalt, Wien. 51 p.
- PAINTNER, J. 1927: *Morphologie des südlichen Burgenlandes*. — Unveröff. Diss. Univ. Wien.
- PASCHER, G. A. 1999: *Geologische Karte des Burgenlandes. 1:200 000*. — Geologische Bundesanstalt, Wien.
- RABUS, B., EINEDER, M., ROTH, A. & BAMLER, R. 2003: The shuttle radar topography mission – a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. — *Photogrammetric Remote Sensing* **57**, 241–262.
- RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS., FODOR, L. & HORVÁTH, E. 2007: Neotectonic and landscape evolution of the Gödöllő Hills, Central Pannonian Basin. — *Global and Planetary Change* **58**, 181–196.
- SACHSENHOFER, R. F., LANKREIJER, A., CLOETHING, S. & EBNER, F. 1997: Subsidence analysis and quantitative basin modelling in the Styrian Basin (Pannonian Basin System, Austria). — *Tectonophysics* **272**, 175–196.
- SCHAREK P., SZEILER R. & IVANCSICS J. 2005a: Fürstenfeld (Szentpéterfa) K, Szombathely. — In: SÍKHEGYI, F., GYALOG, L. (sorozatszerk.) *Magyarország Földtani térképe M=1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- SCHAREK P., KAISER M., SZEILER R., TULLNER T., SÍKHEGYI F. & IVANCSICS J. 2005b: Friedberg (Brennbergbánya), Kőszeg. — In: GYALOG, L. (sorozatszerk.): *Magyarország Földtani térképe M=1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

- SCHWEITZER F., BALOGH J., JUHÁSZ Á., MAROSI, S., PÉCSI M. & SOMOGYI S. 1993: *Pleisztocénben aktív törésvonalak és süllyedékterületek térképe.* — MTA FKL, Budapest.
- SÍKHEGYI, F. 2002: Active structural evolution of the western and central parts of the Pannonian basin: a geomorphological approach. — In: CLOETHING, S. A. P. L., HORVÁTH, F., BADA, G. & LANKREIJER, A. C. (eds): *Neotectonic and surface processes: the Pannonian basin and Alpine/Carpathian system.* 203–216.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1941: Ősi folyók a Dunántúlon. — *Földrajzi Értesítő* **6/3**, 119–134.
- SZÉKELY, B. 2001: On the surface of the Eastern Alps – a DEM study. — *Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe A* **60**, 1–157.
- TELBISZ T., KOVÁCS G., SZÉKELY B. & KARÁTSON D. 2012: A sávselvény-elemzés (swath analysis) módszere digitális terepmodell (DTM) alapján. — *Földtani Közöny* **142/2**, 193–200.
- TIMÁR G., TELBISZ T. & SZÉKELY B. 2003: Űrtechnológia a digitális domborzati modellezésben: az SRTM adatbázis. — *Geodézia és Kartográfia* **55/12**, 11–15.
- VAJK, R. 1938: *Reconnaissance torsion balance map of the western part of Hungary. 1:50 000.* — European Gas and Electric Company MÁFGBA U-68.
- WAGNER, T., FABEL, D., FIEBIG, M., HÄUSELMANN, P., SAHYC, D., XUE, S. & STÜWE, K. 2010: Young uplift in the non-glaciated parts of the Eastern Alps. — *Earth and Planetary Science Letters* **295/1–2**, 159–169.
- WINKLER VON HERMADEN, A. 1955: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. — *Österr. Akad. d. Wiss. (math.-natw. Kl.), Denkschriften, Wien.* **110/1**, 180 p.
- Kézirat beérkezett: 2012. 03. 30.