

**SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM**  
Természettudományi és Informatikai Kar  
**Földtudományok Doktori Iskola**  
Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

**A MAROS HORDALÉKKÚP FEJLŐDÉSTÖRTÉNETI  
REKONSTRUKCIÓJA**

*Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei*

**Sümeghy Borbála Alice**

*Témavezető: Dr. Kiss Tímea  
Egyetemi docens*

Szeged, 2014

## 1. Előzmények, célkitűzések

A Maros hordalékkúpja szabályos legyezőszerű forma, amelynek sugara közel 80–100 km, és ami északnyugati irányban messzire kiterjeszkedett. Magyarországi részét (a terület 45%-a) északról a Körösök-vidéke, nyugatról az Alsó-Tisza-vidék határolja, dél felé Románia (40%) és Szerbia (15%) területére nyúlik be.

A tektonikus mozgások miatt az aljzat különböző mélységekben található, így az intenzíven emelkedő területek között süllyedő medencék helyezkedtek el, amelyekben folyóvízi üledékképződés folyt a negyedidőszak folyamán. A viszonylagosan süllyedő területekhez tartozik a Békési-medence, a Makó–Hódmezővásárhelyi-árok, az Észak-Bánsági-árok és az Erdélyi-medence, míg ezekhez képest kiemelt helyzetűek a Bottonyai-hát, a Bottonya– Pusztaföldvári-hát, a Nagykikinda– Szegedi-hát, illetve az Erdélyi-középhegység peremi területei (*Mihăilă et al.* 1990, *Joó et al.* 2000, *Dövényi* 2010).

A hordalékkúp felszínének sokszínű formakincsét az egykori folyóágak, fattyúágak és különböző mértékben feltöltődött morotvák és morotvaacsonkok adják.

A hordalékkúp fejlődéstörténetével több kutató is foglalkozott, azonban a rendelkezésre álló adatok nem megfelelő felbontása vagy bizonyos technológiák hiánya miatt ma is vannak a hordalékkúp történetének ismeretlen vagy kevésbé feltárt mozzanatai.

Ezért kutatásom során célul tűztem ki a Maros hordalékkúpjának morfológia vizsgálatát és felszíni képződményei alapján a hordalékkúp-épülés utolsó fázisának fejlődéstörténeti rekonstrukcióját. A kutatás során a fluviális formakincs vizsgálatát céloztam meg, hiszen a hordalékkúp fejlődése során az eolikus folyamatok egyáltalán nem vagy csak korlátozottan voltak jelen (*Borsy* 1989, *Sümegei et al.* 1999).

Vizsgálataim során bebizonyosodott, hogy az elmúlt 20 ezer évben a Maros rendkívül dinamikus változó rendszert alkotott, mindig az egyensúlyi állapot elérésére törekedve. Ezért munkám során igyekeztem feltárni hordalékkúpi rendszerét és meghatározni a külső hatásokra adott válaszreakcióit is.

Munkám során az alábbi főbb célokat tűztem ki, amelyek megvalósításához kisebb részfeladatokat kellett megoldanom:

#### *A hordalékkúp geomorfológiai vázlatának elkészítése*

- A medrek mintázata és a hordalékkúpon elfoglalt helyzete között felállítható-e valamiféle kapcsolat?
- Milyen morfológiai sajátosságokat hordoznak a Maros paleo-medrei?
- A korábbi kutatások által leírt, a medrek esése és mintázata közötti összefüggés fennáll-e a Maros paleo-medrei esetében is?
- Az anasztomizáló medrekre jellemző szétágazás és összefolyás hátterében milyen befolyásoló tényező állhat?

#### *A meanderező medrek morfológiai elemzése alapján az őket formáló vízfolyás egykori vízhozamának kiszámítása*

- Milyen kapcsolat tetelezhető fel a medrek kanyarulati paramétereit és mederkitöltő vízhozamuk között?
- A horizontális kanyarulati paraméterek közül melyik áll legszorosabb összefüggésben a medrek mederkitöltő vízhozamával?

#### *A paleo-medrek zátonyanyagának szemcse-összetétele*

- A medrek korával változott-e a szállított hordalék szemcse-összetétele?
- Milyen tendencia érvényesül a medrek szemcse-összetétel változása és a hordalékkúpon elfoglalt helyzete között?
- Hogyan változik a medrek homokanyagának szemcse-összetétele egy-egy kanyarulat övzátonyosorán belül?

#### *A medrek futásirányainak azonosítása*

- Mely medrek, mikor voltak a Maros aktív medrei?
- A hordalékkúpon funkcionálhatott-e egy időben egyszerre több meder?
- Az egyes irányváltoztatások, a hirtelen bekövetkező, nagymértékű avulziók hátterében milyen tényezők állhattak?
- Milyen tényezők befolyásolhatták a medrek mintázatváltozásait?

#### *A hordalékkúp fejlődéstörténeti rekonstrukciója*

- Az egyes időszakokban aktív medreknek hogyan befolyásolhatta a növényzet a medrek mintázatát?
- Az adott időszak klimatikus viszonyai hogyan tükröződnek a medrek mederkitöltő vízhozamában?
- A medrek víz- és hordalékhozama és a medrek mintázata között kimutatható-e tendenciózus tér- és időbeli változás?

## **2. Anyag és módszer**

Vizsgálataim során céloom a Maros hordalékkúpjának geomorfológiai feltérképezése, az egykori felszíni medrek korának meghatározása illetve fejlődéstörténetének utolsó időszakának rekonstruálása volt. Ehhez többlépcsős kutatást végeztem. A részletes geomorfológiai elemzést csupán a magyarországi részen végezhettem el, mivel megfelelő méretarányú térképek nincsenek a hordalékkúp romániai részén, míg a szerbiai részen folynak hasonló kutatások. Egyes vizsgálatokat (vízhozam számítás, kormeghatározás, szemcseösszetétel vizsgálatok) azonban a hordalékkúp romániai és magyarországi szakaszán is elvégeztem, így a hordalékkúp ezen részének fejlődéséről átfogóbb képet kaphatunk.

### **2.1. A hordalékkúp felszínének vizsgálata**

A hordalékkúp felszíni vizsgálatait a hordalékkúp magyarországi részén végeztem el 1:10.000 méretarányú topográfiai térképek alapján, ArcGIS 10 szoftver segítségével. Első lépésként a hordalékkúp esésének vizsgálatát végeztem el, amihez egy pontból indulva (a Lippai-szorostól), sugárirányban és keresztirányban vettem fel egymástól egyenletes távolságra elhelyezkedő szelvényeket. A szelvények mentén kilométerenként felvett magassági pontok adatainak felhasználásával készítettem el az esésgörbéket, melyek elemzésével elkülöníthetővé váltak a hordalékkúp egyes részei, illetve az egyes medergenerációk.

A medrek azonosításához, morfometriai elemzéséhez első lépésként a medrek partvonalát határoztam meg, majd ezt követően végeztem el a formák részletes morfológiai vizsgálatát. Munkám során a paleo-medrek esését is meghatároztam.

### **2.2. Vízhözam számítás**

Az egykori medrek vízhozamát a medrek morfometriai paraméterei alapján, recens analógiát felhasználva határoztam meg. A hordalékkúp meanderező mintázatú paleo-medreinek kanyarulati paraméter értékeit felhasználva, a Tisza vízrendszerén alapuló egyenletek alapján határoztam meg egykori vízhozamukat.

### **2.3. Mederanyag vizsgálata**

A hordalékkúp medreinek korát és anyagát romániai és magyarországi részen történő mintavétellel határoztam meg. A

hordalékkúp felszínén található meanderező és anasztomizáló mintázatú paleo-medrek övzátonyait, illetve a fonatos medrek mederközepi zátonyait mintáztuk meg. A mintavétel során 29 db mintavételi pontból gyűjtöttünk mintát, melyből 9 db Románia, míg 20 db Magyarország területén helyezkedik el.

A szemcse-összetéti vizsgálatok során a zátony-anyag 90 tömegszázalékához tartozó szemcseátmérőt ( $d_{90}$ ) vettem alapul, míg a minták OSL kormeghatározását a 150–220  $\mu\text{m}$ , illetve 90–150  $\mu\text{m}$  méretű szemcséken végeztük el. Az üledék vizsgálatával célom a lerakott hordalék minőségi változásának tér- és időbeli meghatározása volt.

#### **2.4. Futásvonal változás vizsgálata**

A hordalékkúp felszínén azonosított egykori medrek futásvonalának és korának ismeretével nyílt lehetőségem meghatározni, hogy a Maros mikor, melyik részét használta, építette hordalékkúpjának.

#### **2.5. Fejlődéstörténeti rekonstrukció**

A hordalékkúp fejlődéstörténeti rekonstrukciója során a meglévő adataim (hordalékkúp esés, meder mintázat, esés, vízhozam, szemcse-összetétel) és az irodalmi adatok alapján a hidrológiai változások háttérben álló környezeti tényezőket vettem össze. Ezek közül kiemelten kezelem a klimatikus viszonyokat (csapadék és hőmérséklet) és a növényzetet, hiszen ezek a víz- és hordalékháztartás módosítása révén jelentős mértékű hatást gyakorolhatnak a hordalékkúp rendszerére. A hordalékkúpon zajló folyamatok dinamizmusát a tektonizmus is jelentősen befolyásolhatja. A hordalékkúpot körül vevő területeken zajló süllyedések és emelkedések hatására a folyó hirtelen bekövetkező, kisebb vagy nagyobb mértékű irányváltoztatással, avulzióval válaszolhat.

### 3. Az eredmények összefoglalása

#### 3.1. A hordalékkúp esése és fluviális formakincse

3.1.1. A hordalékkúp esésének meghatározásához egy pontból (Lippai-szorosból) kiindulva mind sugárirányú, mind keresztirányú szelvények mentén végeztem méréseket. A sugárirányú esésprofilok alapján lehatárolhatóvá vált a hordalékkúp határa, illetve elkülöníthettem a hordalékkúp egyes részeit. A hordalékkúp felső (proximális) részének esése kb. 46-52 cm/km nagyobb, mint a középső, centrális rész esése (27-28 cm/km). A legmeredekebb felszín a hordalékkúp peremi részét jellemzi (37-65 cm/km). A hordalékkúp peremi része előtt egy nagyon kis esésű (7-9 cm/km) előtéri részt is elkülönítettem, ami a hordalékkúp meredek peremi részét köti össze a Tisza egykori (magas) árterével.

A kereszt-szelvények vizsgálatával lehatárolhatóak a paleo-medrek, azonosíthatóak a hordalékkúpon zajló eróziós (bevágódások) és akkumulációs (folyóhátak) folyamatok, illetve elkülöníthetővé válnak a különböző meder mintázat típusok. A kereszt-szelvények együttes, az egész hordalékkúpi részt lefedő vizsgálatával pedig megállapítható, hogy a nagyon hasonló korú medrek közül melyek azok, amelyek egyszerre egy időben léteztek (ezek azonos magasságban vannak) és melyek azok, amelyek egymás után, a meder lecsúszását követően funkcionáltak.

3.1.2. A hordalékkúp esésviszonyai jelentősen befolyásolják a rajta kialakult fluviális formakincset. A közepes esésű centrális részen az anasztomizáló mintázatú medrek túlsúlya jellemző, míg a hordalékkúp meredekebb, peremi részén megnő a meanderező mintázatú medrek aránya (*Sümeghy és Kiss 2012*). A fonatos mintázatú medrek a hordalékkúpon hosszán, a középső résztől az előtéri rész irányába végig kísérhetők, de nem köthetők egyértelműen bizonyos esés-viszonyokhoz.

3.1.3. A fluviális formakincs vizsgálata során a Maros hordalékkúpján található medreket és a hozzájuk tartozó egykori ártér-részleteket paleo-meder pásztákba rendeztem (18 db). A hordalékkúp magyarországi részén részletesen vizsgáltam a pászták területét, hosszát, szélességét és esését. A pásztákon belül a medrek burkolóvonalai segítségével paleo-meder öveket különítettem el. Meghatároztam az egyes övek hosszát, átlagos szélességét, illetve a medrek mintázatát is. A medrek lehatárolásával, mintázatuk elkülönítésével és formakincsük azonosításával részletes adatbázist készítettem a hordalékkúp különböző

mintázatú (meanderező, misfit, fonatos és anasztomizáló) medreiről. Ez képezte az alapját a hordalékkúp magyarországi részéről készített geomorfológiai vázlatnak.

- 3.1.4. A hordalékkúp nagyobb esésű, peremi részén a meanderező medrekhez több tagból álló övzátónysorok kapcsolódnak. A hosszabb meanderező pásztaiban megfigyelhető, hogy a medrek folyásirányban lefelé egyre több tagból álló övzátónysort alakítanak ki (*Sümeghy et al.* 2013), ahogy meandereik egyre nagyobbá és érettebbé válnak (pl. XIII. pásztaiban az átlagos görbületi sugár folyásirányban 458 m-ről 854 m-re nő, míg a kanyarulat fejlettség 1,21-ről 1,37-re nő). Azon kanyarulatokban, ahol az övzátónyok öt vagy hat tagúak az övzátónyok átlagos távolsága 155-775 m közötti, míg a három illetve négy tagból álló övzátónysorok tagjai közelebb (136-318 m) helyezkednek el egymáshoz. Ennek hátterében állhatnak a hordalékkúp esés viszonyai, hiszen a hordalékkúpon, folyásirányban lefelé nő a hordalékkúp esése (centrális résztől a peremi részig), és ez megnöveli a kanyargósságot (*Schumm és Khan* 1972, *Blanka és Kiss* 2011) ami az övzátónysorok fejlettségében is megnyilvánul.
- 3.1.5. Az anasztomizáló medrek bifurkációja hátterében az ártér esésviszonyaiban bekövetkező változás állhat, ugyanis a mellékágak összefolyása előtt viszonylag kis esés jellemző, majd az összefolyás és avulzió rövid szakasza mentén hirtelen nagyobb esésűvé válik a terület (*Sümeghy et al.* 2013). Tehát a hordalékkúp esése különböző méretarányban (pászta és rövid szakasz szintjén is) fontos szerepet játszik a formakincs kialakításában.
- 3.1.6. A Maros hordalékkúpján a legkisebb medereséssel a meanderező mintázatú medrek jellemezhetőek (átlagosan 13,2 cm/km), aminél kicsivel ugyan, de nagyobb a fonatos mintázatú medrek esése (átlagosan 16,3 cm/km). A legnagyobb medereséssel (átlagosan 20,7 cm/km) az anasztomizáló mintázatú medrek esetében találkozhatunk.
- 3.1.7. A medrek kanyargóssága is a szakirodalomban meghatározottak szerint alakult (*Brice* 1964). Legnagyobb értéket (2 feletti) a misfit medrek vettek fel, míg a meanderező mintázatú medrek esetében a kanyargóssága 1,4-2,0 közötti, az anasztomizáló medrek esetében pedig 1,1-1,3 között változott. A számítás módszere miatt a fonatos mintázatú medrek kanyargóssága nem vehetett fel más értéket, csak 1-et.
- 3.1.8. A hordalékkúp felszínén három különböző bevágódási típust különítettem el: (1) a hordalékkúpi peremi bevágódás létrejöttének oka, hogy a perem nagy esését illetve az erózióbázis süllyedését a medrek hátravágódással egyenlítették ki, (2) a misfit medrek bevágódása a

csökkenő vízhozamra vezethető vissza (Sümeghy et al. 2013), míg a (3) hordalékkúp csúcsi bevágódás hátterében az avulziók okozta esésnövekedés áll.

## 3.2. Paleo-medrek vízhozama

3.2.1. Munkám során célul tűztem ki a meanderező mintázatú vízfolyások mederkitöltő vízhozamának meghatározására alkalmas, a Tisza vízrendszeréhez tartozó folyók horizontális kanyarulati paraméterein (ív- és húr hossz, görbületi sugár) alapuló összefüggések kialakítását (Sümeghy és Kiss 2011, Sümeghy et al. 2012). A vizsgált kanyarulati paraméterek és a mederkitöltő vízhozam közötti függvénykapcsolat korrelációs koefficiense 0,70-0,82 közötti. A vízhozam a medrek húr hosszával ( $R^2=0,82$ ) és ívhosszával ( $R^2=0,81$ ) mutat szorosabb összefüggést, ami megegyezik Gábris (1986) tapasztalataival.

3.2.2. Terepi méréseink során felfigyeltünk arra, hogy az egykori medrek szélesség/mélység aránya eltér a jelenkori medrekétől, ugyanis a paleo-medrek jóval sekélyebbek lehettek. Ez a gyakorlati megfigyelés vezetett oda, hogy szükségesnek láttam a kiszámított vízhozamok szélesség/mélység aránnyal való korrekcióját. A paleo-medrek fúrási eredményeiből és az RTK GPS-el készített kereszt-szelvények alapján megállapítottam, hogy a jelenlegi, aktív medrek átlagosan 35%-al keskenyebbek, de átlagosan 2,3-szer mélyebbek, mint a paleo-medrek. Tehát az egyenletek alapján meghatározott paleo-vízhozamoknak csupán 65,5%-át vezethették le az egykori medrek. Így a jelenlegi medrek kanyarulati paraméterein alapján kialakított, az egykori vízhozamok kiszámítására kialakított egyenletek a szélesség/mélységgel való korrekció nélkül jelentősen felülbecsült eredményt adhatnak a paleo-vízhozamokra.

3.2.3. Számításaim alapján a hordalékkúp felszínén azonosított legnagyobb Maros paleo-medrek a jelenlegi Tisza közepes vízhozama ( $800 \text{ m}^3/\text{s}$ ; Timár 2003) és a Maros ( $1600\text{-}2500 \text{ m}^3/\text{s}$ ; Fiala et al. 2006) árvízi hozama közötti vízhozammal rendelkeztek ( $1004\text{-}1231 \text{ m}^3/\text{s}$ ). A hordalékkúp felszínén azonban azok a paleo-medrek voltak túlsúlyban ( $374\text{-}769 \text{ m}^3/\text{s}$ ), amelyek a jelenlegi Tisza közepes vízálláshoz tartozó ( $550 \text{ m}^3/\text{s}$ ; Fiala et al. 2006) és a Maros mederkitöltő ( $680 \text{ m}^3/\text{s}$ ; Sipos 2004) vízhozama közötti vízmennyiséget szállíthattak. A hordalékkúp felszínén olyan kisméretű meanderező mintázatú paleo-medreket is azonosítottam ( $208\text{-}250 \text{ m}^3/\text{s}$ ), amelyek csupán a Maros és a Tisza közepes vízálláshoz tartozó vízhozamokat ( $161 \text{ m}^3/\text{s}$  illetve  $550 \text{ m}^3/\text{s}$ ;



*Fiala et al.* 2006) szállíthattak. A kisméretű meanderező mintázatú medrek talpában kialakult misfit medrek csupán 77-110 m<sup>3</sup>/s-os vízhozammal rendelkezettek, amely a Maros kisvízi és közepes vízálláshoz tartozó (21-161 m<sup>3</sup>/s; *Fiala et al.* 2006) vízhozamának felelhetett meg.

- 3.2.4. Az egyenletek visszaellenőrzése céljából a kanyarulati paraméter értékeket behelyettesítettem korábbi kutatások (*Leopold és Wolman* 1957, *Dury* 1976, *Timár és Gábris* 2008) alapján meghatározott egyenletekbe. Ezek alapján megállapítható, hogy a közepes vízhozam meghatározására alkalmas egyenletével átlagosan 30%-al kisebb vízhozam értékeket kaptam, míg a más területről származó, tehát nem regionális érvényességű egyenleteket alapul véve átlagosan 3,3-5,7-szer nagyobb mederkitöltő vízhozam értékeket számítottam. Ez utóbbi jelentős mértékű eltérés egyik oka a regionalitás lehet, hiszen egyenleteik kialakítása során Nagy-Britanniából és az Egyesült Államokból származó folyók adatait használták fel, amelyek lényegesen eltérő klimatikus feltételekhez igazodtak. Az eltérés másik oka pedig az lehet, hogy a független változó kiszámítása során esetenként jelentős mértékű eltérések adódhatnak (*Gábris* 1995).

### **3.3. Paleo-meder zátonyok szemcse-összetétele és kormeghatározása**

- 3.3.1. Az egykori zátony anyag mélységének meghatározásával lehetőség nyílt az ártér-feltöltődés ütemének meghatározására. A vizsgált 29 fúrás alapján kiszámítottam, hogy az elmúlt kb. 20 ezer év alatt a Maros hordalékkúpján a feltöltődés átlagos üteme 1,88 cm/100 év volt. A minták korának figyelembe vételével azonban kimutathatóvá vált, hogy a holocén során a feltöltődés intenzívebb (2,83 cm/100 év) volt, mint a pleisztocénben (1,45 cm/100 év). A kapott eredményeket összehasonlítva más kutatások eredményeivel (*Borsy és Lóki* 1982, *Borsy et al.* 1989, *Félegyházi et al.* 2004) megállapítható, hogy a paleo-Maros természetes ártér feltöltődési üteme nagyon hasonló ütemet mutat, mint amit a Bodroghözben, a Felső-Tisza vidékén és a Nyírségben meghatároztak. Azonban a holocén során meghatározott intenzív feltöltődési ütem csupán 1,2%-a a Maros mentén ma jellemző 2,3±0,3 cm/év ütemnek (*Kiss et al.* 2011), ami az ármentesítéssel létrehozott szűk hullámtér következménye.
- 3.3.2. A holocén során meghatározott intenzívebb feltöltődési ütemet a homokminták szemcse-összetétele is bizonyítja, hiszen holocén korú minták jóval durvább szemcse-összetételűek (átlagos d<sub>90</sub>=221,9 μm) mint

a pleisztocén korúak (átlagos  $d_{90}=70,8 \mu\text{m}$ ). Tehát, a holocén homokzátányok nagyobb energiájú közegben formálódhattak, azaz a Maros energiája nagyobb lehetett a holocén során, mint a pleisztocénben, illetve némileg durvább lehetett a hordalékhozama is.

- 3.3.3. A minták szemcse-összetétele és a mintavételi pont hordalékkúpon elfoglalt helyzete között jellegzetes tendencia mutatható ki. A nagyobb esésű proximális (kb. 46-52 cm/km) és disztális (37-65 cm/km) hordalékkúpi részeken a minták homoktartalma 71,5-72% és átlagos  $d_{90}$ -es értéke 185-190  $\mu\text{m}$ . Ezzel szemben a kisebb esésű, középső (27-28 cm/km) és előtéri (7-9 cm/km) részeken a homoktartalom mérsékeltebb (60-70%) és a minták átlagos  $d_{90}$ -es értéke is jóval kisebb 59-70  $\mu\text{m}$ .
- 3.3.4. A medrek mintázatának és szemcse-összetételének vizsgálata alapján elmondható, hogy ugyanazon hordalékkúpi részen a legnagyobb  $d_{90}$ -es értékkel a fonatos mintázatú meder homokanyaga rendelkezik ( $d_{90}=106,7 \mu\text{m}$ ), míg az anasztomizáló meder homokanyaga ( $d_{90}=78,5 \mu\text{m}$ ) közel 30%-al meghaladja a meanderező mintázatú meder  $d_{90}$ -es értékét ( $d_{90}=55,3 \mu\text{m}$ ). Tehát, az egy azon hordalékkúpi részen található, hasonló korú medrek esetében beigazolódna a Schumm (1985) által leírtak, miszerint a fonatos és anasztomizáló mintázatú medrek durvább homokanyagot szállítanak, mint a meanderező mintázatúak.
- 3.3.5. A meanderező mintázatú medrek övzátányainak homokanyag vizsgálata során, a minták korának figyelembe vételével arra a megállapításra jutottam, hogy az övzátányok fiatalodásával a homokanyag finomodása is bekövetkezik, ami megegyezik az aktív medrek kanyarulat fejlődése során tapasztaltakkal (Magilligan 1992). Azonban azon paleo-meder esetében, amelyekben bevágódás hatására misfit meder alakult ki, ott az övzátányok szemcse-összetételében más tendencia érvényesül. Ezen medrek esetében a legidősebb övzátány homokanyaga finomabb, mint a medertalpon később kialakult misfit meder homokanyaga, hiszen a későbbi vízfolyás a korábbi medertalpra durva fenékhordalékát dolgozta át.
- 3.3.6. A hordalékkúp felszínén azonosítható legidősebb paleo-meder  $18,7\pm 2,3$  ezer éve lehetett aktív. Az ennél idősebb medreket a Maros fiatalabb medrei felülírhették, betemethették. A hordalékkúp legfiatalabb medre a hordalékkúp romániai részén helyezkedik el és zátánya csupán  $1,6\pm 1,3$  ezer éves, tehát a felszínt behálózó paleo-medrek alapján a hordalékkúp felszínfejlődése a würm végétől rekonstruálható (Sümeghy et al. 2013).

### 3.4. A Maros futásvonalának változásai

- 3.4.1. A medrek mintázata, futásvonala és kora alapján, a hordalékkúp felszínén nyolc (a-h) futásvonalat különítettem el. A pleisztocén során öt futásvonalat (a-e) táplálhatott a Maros, melyek a hordalékkúp magyarországi részét építették, és amelyekből egyet (d) az újra aktívvá vált, misfit medrek képviselnek. Megközelítőleg  $9,6\pm 1,3$  –  $8,5\pm 0,9$  ezer évvel ezelőtt egy jelentős mértékű avulzió hatására a Maros a Battonyai-hát kiemelkedését délről kezdte megkerülni (Kiss *et al.* 2014). Az irányváltás háttérében feltehetőleg egy nagymértékű süllyedés állt, ami a Tisza bevágódását illetve a Maros erózió-bázisának jelentős süllyedését eredményezte (Kiss *et al.* under review). Ezután a folyó a hordalékkúp romániai és szerbiai részét kezdte építeni (f-h futásvonalak).
- 3.4.2. A meghatározott futásvonal-irányok közül egyesek egybe esnek a korábbi kutatások eredményeivel (Kiss *et al.* 2014). A hordalékkúp felszínén azonosított a, b, c és e-futásvonalak nagy hasonlóságot mutatnak a Mike (1975a) és Somogyi (1961) által leírt irányokkal, míg az f és h-futásvonalak Mike (1975b) vizsgálata alapján meghatározott medrekkel. Az c-futásvonal nagyon hasonló irányú, mint a Borsy (1989) által leírt, felső pleniglaciális során aktív meder.
- 3.4.3. A medrek korának vizsgálata alapján jelentős eltéréseket tapasztaltam. Az c-futásvonal nagyon hasonló irányú, mint a Borsy (1989) által leírt, késő-glaciálisig aktív medrek, és aktivitásuk vége is ( $15,2\pm 2,0$  –  $14,1\pm 1,1$  ezer év) a késő-glaciálisba esik. Az a- és b-futásvonal medrei vizsgálataim alapján  $18,7\pm 2,3$  –  $15,5\pm 2,0$  ezer évesnek adódtak, amit Borsy szintén késő-pleniglaciális korúnak tartott, igaz kicsit idősebbnek vélte őket. Azonban Mike (1991) által, az üledékritmusok alapján meghatározott medrek kora jelentősen eltér az általam meghatározott koroktól, hiszen az általa holocén korúnak tartott medrek méréseim alapján pleisztocén korúnak adódtak.

### 3.5. Fejlődéstörténeti rekonstrukció

- 3.5.1. Általánosságban jellemző, hogy meleg, nedves klímán sűrű, zárt vegetáció alakul ki, míg hűvösebb, szárazabb klímán a vegetáció nyitódása figyelhető meg (Járainé Komlódi 2000, Murray és Paola 2003). Ez kapcsolatba hozható a hordalékkúp felszínén azonosított medrek mintázatával és korával, hiszen sűrű, zárt növényzetű időszakokban a meanderező mintázatú meder megjelenése a

valószínűbb. Ennek oka, hogy a zárt növényzet csökkenti a felszíni lefolyást, illetve az oldalsó erózió mértékét is (*Brooks et al.* 2003, *Nádor et al.* 2007b, *Tooth et al.* 2009). Ezzel szemben hűvös, száraz klímán csökken a növényzet sűrűsége, így a felszíni lefolyás mértéke is, ami a fonatos mintázat kialakulásának kedvez.

- 3.5.2. Azonban a hordalékkúp felszínén esetenként együtt jelent meg a meanderező, anasztomizáló és fonatos mintázat is, ami arra enged következtetni, hogy a medrek mintázatának kialakításában nem csupán a klíma és a növényzet játszott fontos szerepet, hanem a beszivárgás hatására kialakult víz- és hordalékhozam csökkenés is (*Nádor et al.* 2007b), illetve a hordalékkúp esés változása is nagymértékben befolyásolhatta a medrek mintázatát.
- 3.5.3. Nagy általánosságban azonban a Maros hordalékkúpján is igazak a *Schumm* (1985) által leírtak, miszerint kisebb víz- és hordalékhozam mellett meanderező mintázatú medrek alakultak ki, amihez kedvező feltételeket biztosított a meleg és nedves éghajlat. Ezzel szemben a hűvös és száraz klímán kialakuló nagyobb vízhozamok a fonatos mintázat kialakulásának kedveztek.
- 3.5.4. A Maros hordalékkúpjának hordalék vizsgálatai alapján megállapítható, hogy a holocén során – azon belül is a szubboreális és szubatantikus fázisokban – lerakott hordalék durvább, mint a folyó pleisztocén hordaléka. A hordalék szemcse-összetételében bekövetkező jelentős mértékű növekedés a meanderező mintázatú vízfolyások esetében is megfigyelhető, ami feltehetőleg annak köszönhető, hogy a vízgyűjtőn a durvaszemcsés hordalék növekvő mértékben szállított tovább. Tehát a holocén során a Maros energiája nagyobb lehetett, mint a pleisztocénben, ami a folyó árterének feltöltődési ütemében is megjelenik, miközben a medrek vízhozama csökkenő tendenciát mutat.

## Az értekezéshez felhasznált publikációk

- Kiss, T., Hernesz, P., Sümeghy, B., Sipos, Gy. (under review): Evolution of the fluvial system of the Great Hungarian Plain – fluvial processes in a subsiding area since the beginning of the Weichselian. *Quaternary Science Review*.
- Kiss, T., Sümeghy, B., Sipos, Gy. 2014: Late Quaternary paleo-drainage reconstruction of the Maros River Alluvial Fan. *Geomorphology* 204, 49-60.
- Sümeghy, B., Kiss, T., Sipos, Gy., Tóth O. 2013: A Maros hordalékkúp felszíni képződményeinek geomorfológiája és kora. *Földtani Közlemények* 143/3, 265-278.
- Kiss, T., Urdea, P., Sipos, Gy., Sümeghy, B., Katona, O., Tóth, O., Onaca, A., Ardelan, F., Timofte, F., Ardelan, C., Kovács, Á. 2012d: A folyó múltja. In: Sipos Gy. (szerk.): A Maros folyó múltja, jelene, jövője. Editura Universităţii de Vest din Timişoara, 33-64.
- Sümeghy, B., Kiss, T. 2012: Morphological and hydrological characteristics of paleo-channels on the alluvial fan of the Maros River, Hungary. *Journal of Environmental Geography* 5/1-2. 11-19.
- Kiss, T., Sipos, Gy., Blanka, V., Sümeghy, B., András, G., Hernesz, P., Benyhe, B. 2012b: Egyensúly és érzékenység, küszöbérték és agressziós hullám: a folyó, mint tájalkotó elem rednszeralapú értelmezése. In: Farsang A. - Mucsi L. - Keveiné Bárány I. (szerk.): *Táj - érték, lépték, változás*. Geolitera, 107-117.
- Sümeghy, B., Kiss, T., Fiala, K. 2012: Vízhhozam és a kanyarlati paraméterek közötti összefüggések vizsgálata és alkalmazási lehetőségei. In.: Lóczy D. (szerk.): *Geográfia a Kultúra Fővárosában I.*, Az V. Magyar Földrajzi Konferencia természetföldrajzi közleményei. Publikon kiadó, 115-123.
- Sümeghy, B., Kiss, T. 2011: Discharge calculation of paleochannels on the alluvial fan of the Maros River, Hungary. *Journal of Environmental Geography* 4/1-4. 11-17.
- Kiss, T., Sümeghy, B. 2008: Geomorfológiai alapú ártér-helyreállítás lehetősége a Száraz-ér egy rövid szakasza mentén. *IV. Magyar Földrajzi Konferencia*, Debrecen. 52-58.