

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

**FLUVIÁLIS FORMÁK ÉS FOLYAMATOK  
VIZSGÁLATA A SÍKSÁGI MAROS EGYKORI ÉS  
JELENLEGI FUTÁSA MENTÉN**

*Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei*

**Katona Orsolya**

*Témavezető: Dr. Sipos György  
Egyetemi adjunktus*

**Szeged, 2014**

## 1. Bevezetés, célkitűzések

A Maros, mint dinamikusan változó és nagy hordalékhozammal rendelkező folyó a pliocén végétől formálja a Dél-Alföld felszínét (Pécsi 1969; Borsy 1990). A hordalékkúp kialakulásában különböző klimatikus és tektonikus folyamatok játszottak szerepet, amelyek befolyásolták a terület morfológiáját (Timár et al. 2005; Gábris és Nádor 2007; Nádor et al. 2007). Ezeket jól tükrözik a felszínen megfigyelhető elhagyott medrek, valamint a felszín alatti fluviális képződmények. A hordalékkúp elhagyott medreinek mintázata, morfológiai és szedimentológiai felépítése alapján következtethetünk a fluviális rendszerben uralkodó viszonyokra. A szigetek, a zátonyok, valamint a paleomedrek üledékeinek jellemzői tükrözik az őket kialakító fluviális folyamat energiaviszonyait és energiaingadozásait egyaránt. Az elhagyott medrek paleohidrológiai és szedimentológiai jellemzőinek vizsgálata során figyelembe kell venni a recens mederfejlődést és annak törvényszerűségeit is.

A Maros-hordalékkúp fejlődésének komplex megközelítése sekély geofizikai és szedimentológiai módszerek alkalmazásával lehetőséget ad a hordalékkúp kialakításában és a recens fluviális felszínformálásban résztvevő folyamatok átfogóbb, pontosabb megismerésére. Kutatásom tárgyát egyrészt a Maros-hordalékkúpon található elhagyott medrek paleohidrológiai viszonyainak rekonstrukciója tette ki. Másrészt kutatásom során a recens fluviális formakincset kialakító és formáló folyamatok hatásának azonosításával is foglalkoztam a Maros folyó alföldi szakaszán.

Az elhagyott medrek paleohidrológiai viszonyainak rekonstrukciója során egyik célom a fluviális formák azonosítása geofizikai és

szedimentológiai vizsgálatok segítségével, valamint az egykori energia viszonyok rekonstruálása vízhozam számítások felhasználásával. A munkavégző képesség és az energiaviszonyok térbeli és időbeli feltárásával módomban nyílt a fluviális folyamatok rekonstruálására egy-egy folyószakaszon.

A hordalékkúpon vizsgált elhagyott medrek paleohidrológiai viszonyainak rekonstrukcióján túlmenően célom volt a recens rövidtávú változások és folyamatok meghatározása geofizikai és geomorfológiai módszerekkel a Maros folyó különböző méretű recens fluviális formáin.

A fent ismertetett módszerek alkalmazásával kapott eredmények újszerűsége, és a kutatási téma komplex megközelítése, újabb ismeretekkel fog szolgálni a Maros elhagyott medreit kialakító energiaviszonyokról, valamint a Maros recens formakincsének fejlődésének folyamatáról.

## **2. Anyag és módszer**

A paleohidrológiai rekonstrukcióhoz kapcsolódó vizsgálatokat a Maros hordalékkúpján, 7 mintaterületen végeztem el. A mintaterületek kiválasztásában figyelembe vettem a jelenlegi felszínen követhető paleomederek mintázatát, a hordalékkúpi helyzetét, valamint a formák méretét. A recens fluviális formák és folyamatok vizsgálata a Maros hordalékkúp peremén található, homokos medrű, apátfalvi folyószakaszán történt, melyet, határszakasz lévén, minimális mértékben ért emberi beavatkozás a XIX. század óta.

A kutatásom során a hordalékkúp paleomedreit szedimentológiai és elektromos szelvényezéssel, míg a recens formákat morfológiai- és elektromágneses módszerekkel vizsgáltam. A formák, illetve fáciesek vizsgálata alapján következtettem az őket kialakító folyamatokra, valamint a kialakulásuk, fejlődésük során uralkodó energiaviszonyokra. Mivel olyan eszközökkel, módszerekkel dolgoztam, melyek újszerűek (pl. lézeres szemcseösszetétel meghatározás), vagy az adott körülmények között korábban alig alkalmazottak (vízen történő georadar mérés), ezért kutatásom során különös hangsúlyt fektettem a módszerek tesztelésére is.

### ***2.1. Egykori fluviális formák és folyamatok vizsgálata***

Az egykori fluviális formák azonosítását, valamint az egykori energiaviszonyok meghatározását a következő geofizika és szedimentológiai módszerek alkalmazásával végeztem el. A minták lézeres szemcseösszetételi vizsgálata során összehasonlító méréseket végeztem, különböző minta előkészítési technikákat alkalmazva ugyanazon fluviális mintákra, annak érdekében, hogy az előkezelés szükségességét és fajtáját meghatározzam. A paleomedrekből származó minták előkezelési eljárás után megállapított szemcseméret változása alapján meghatároztam az egykori meder keresztmetszetét. A geoelektromos mérések kapcsán megvizsgáltam, hogy különböző paraméterek (nedvességtartalom, szemcseméret, mélység) miként befolyásolják a fajlagos elektromos ellenállás értékét. A szelvények alapján azonosítottam a durvább összetételű, homokos, aprókavicsos mederüledék helyzetét, majd a szedimentológiai, illetve elektromos mérések alapján kapott egykori meder keresztmetszetet összehasonlítottam. A paleomeder keresztmetszeti

paramétereit alapján meghatározható volt az egykori meder mederkitöltő vízhozama, a mederkitöltő vízállásnál jellemző átlagos sebessége, valamint munkavégző-képessége.

## ***2.2. Recens fluviális formák és folyamatok vizsgálata***

A recens fluviális formák és folyamatok vizsgálata során a mederben található mezo- és makrofomák fejlődését georadar szelvényezéssel vizsgáltam. A vízen történt georadar mérések alapján meghatároztam a vízmélység és az elektromágneses hullám mederanyagba történő behatolási mélysége közötti összefüggést, valamint a mederdűnék méretei és a hidrológiai viszonyok közötti összefüggést is. A makroformák georadaros vizsgálata 3 időpontban, különböző hidrológiai viszonyok mellett történt. A mérések célja a fációs (radarfációs) lehatárolásán, és a zátony felépítésének vizsgálatán kívül a különböző energiaviszonyok melletti zátonyépítési fázisok lehatárolása, és a zátony fejlődésének rekonstrukciója volt.

## **3. Eredmények és következtetések**

### ***3.1. Egykori fluviális formák és folyamatok***

1. A lézeres szemcseösszetételi mérések eredményei alapján megállapítható, hogy az elemi szemcseösszetétel meghatározásához szükséges az előkezelési eljárás alkalmazása. A módszertani vizsgálatok alapján megállapítható volt, hogy az előkezelési eljárás során a karbonát, illetve a szervesanyag-tartalom eltávolításához a 24 órán át tartó savas kezelés (10 %-os HCl és H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) szükséges. Az elemi szemcseméret meghatározásához a mérés alatt elegendő 60 másodpercig tartó ultrahangos fürdő alkalmazása.

2. A geofizikai, 2D elektromos szelvényezés eredményei alapján az elektromos ellenállás értékek horizontális és vertikális változásából kimutathatóak voltak a felszín közeli fluviális egységek határai. E tekintetben a talajnedvesség viszonyok és a határfelület helyzete alapján három eset különböztethető meg:

- A mederüledék határát, a talajvízszint feletti telítetlen tartományban, a fajlagos elektromos ellenállás értékének növekedése mutatta.
- Ha a mederüledék telített volt (talajvízszint alatt húzódtott), akkor a mederüledék és a felső üledék határát az elektromos ellenállás értékének viszonylagos hirtelen csökkenése jelezte.
- A vízzel teljesen telített közegben a mederüledék jelenléte az elektromos ellenállás érték növekedésével volt jellemezhető.

A fluviális formák, egységek pontosabb meghatározásához fontos az elektromos szelvényezéssel egyidőben kontrolfúrásokat végezni a talajvízszint helyzetének meghatározásához.

3. A keresztmetszeti, illetve felülnézeti paraméterek alapján meghatározott mederkitöltő vízhozamok közötti különbségek igen jelentősnek bizonyultak (4-5-szörös). A különbségek lehetséges oka, hogy a felülnézeti paraméterek nem csak a vízhozamtól, hanem az eséstől, a part anyagától és a hordalék minőségétől is függenek, ezért e tényezők figyelmen kívül hagyása esetén a vízhozamok a valóstól számottevően eltérő értékeket eredményezhetnek. Továbbá a megvizsgált meanderező medrek szélesség-mélység aránya magas, ezáltal a felülnézeti paraméterek alapján meghatározott vízhozamok magasabb értékekkel bírhatnak.

4. A számított egykori vízhozamok és az átlagos szemcseméret között nincs egyértelmű összefüggés a vizsgált paleomedrek esetében. A hasonló vízhozamok mellett 2-3-szoros szemcseméretbeli különbségek mutatkoztak, melyek alapján elmondható, hogy a mederanyag szemcseméretét elsősorban a hordalékkúpi helyzet, és a mederben szállítható, rendelkezésre álló üledék minősége befolyásolja, nem pedig a vízhozam, a vizsgált paleomedrek esetében.

5. A mederanyag szállítási módját tekintve a CM diagram alapján három csoportba lehetett a vizsgált paleomedreket osztani:

- a hordalékkúp csúcsához közel található paleomedrek, melyek mederanyaga - a vízhozamtól, a medermintázattól és az eséstől függetlenül – az osztályozott szuszpenzióból származó szemcséken kívül görgetett szemcséket is tartalmaz,
- a hordalékkúp peremi részén található fonatos mintázatu paleomedrek, melyek mederanyagában a görgetett üledék felett a fenék-szuszpenzió dominál,
- a hordalékkúp peremi részé található paleomedrek, melyek meanderező medermintázattal jellemezhetőek, a mederanyagukat pedig homogén szuszpenzióból származó üledék alkotja.

6. Az átlagos szemcseméreten és osztályozottságon alapuló kétváltozós pontdiagramon - a morfológiailag jól azonosítható üledékek alapján - meghatározott fácies határok  $3,5-4,2\Phi$  között vannak. A vizsgált medrek esetében a kétváltozós pontdiagram alapján jól elkülöníthetőek voltak a meder- és az ártéri fácies üledékei. A minták fácies típusának

meghatározásával megállapíthatóak voltak a vizsgált paleomeder által létrehozott formák és a már korábban létező formák.

7. A hordalékkúp csúcsi és peremi részén található elhagyott medreknél (H, OH1, OH2, MR) kimutatható volt - a domborzati adottságok, a szedimentológia adatok, illetve a keresztmetszeti paraméterek alapján meghatározott energiaviszonyokat figyelembe véve hogy, azok feltehetően korábbi felszínbe vágódtak be. A paleomederek bevágódása utalhat az aktív neotektonikai folyamatokra, és az intenzív avulziós tevékenységre a Maros-hordalékkúp területén.

8. A hordalékkúp peremi részén található paleomedernél (OH3) medermintázat váltás figyelhető meg a vízhozam, illetve az esés jelentős változása nélkül. Ugyanakkor a paleomeder mederüledéke, a vizsgált mederszakasz 12 km-es hosszán, 150  $\mu\text{m}$  átlagos szemcseméretéről 51  $\mu\text{m}$ -re csökkent. Tehát a paleomeder fejlődésében bekövetkezett medermintázat váltás elsősorban a hordalékminőség megváltozásától függött.

9. A vizsgált egykori medrek esetében az utólagos feltöltődés mértéke mintaterületenként eltérő a hordalékkúpon. Az utólagos feltöltődés mértéke a legidősebb medreknél (MR, K) a legnagyobb, míg a legfiatalabb meder (P) esetében a legkisebb mértékű. Az OSL kormeghatározási eljárással kapott kor (Kiss et al 2012) és az utólagos feltöltődés mértéke között nem mutatható ki - a mintaszámnak megfelelő korrelációs szinttel - összefüggés.

10. Az elhagyott medrek keresztmetszeti paraméterei alapján megállapított mederkitöltő vízhozam két meanderező meder esetében (H, MR – 300-500  $\text{m}^3/\text{s}$ ) közel azonos a recens Maros mederkitöltő vízhozamával, míg a többi meder esetében (P, K, OH – 2000-2500  $\text{m}^3/\text{s}$ ) az



árvízi vízhozammal egyenértékűek. A meghatározott fajlagos munkavégző képesség a mederkiötlő vízállásnál ( $2,91-13,85 \text{ W/m}^2$ ) két paleomeder kivételével (H, MR), hasonló a recens Maros apátfalvi szakaszán megállapított  $10,77 \text{ W/m}^2$  értékhez (Sipos 2006), ami feltehetően hasonló energiájú folyamatokra utal.

### **3.2. Recens fluviális formák és folyamatok**

11. Az elektromágneses jelvesztesség, vagyis az elektromágneses hullám gyengülése, a behatolási mélység mellett, az anyagi minőségtől, valamint a nedvességtartalomtól függ. A georadaros mérések alapján megállapítható volt, hogy a víz jelenléte ugyan felerősíti a közeghatárokról visszaverődött jelet, ugyanakkor nagymértékben csökkentette a behatolási mélységet (akár 25%-kal). A morfológia, illetve digitális domborzatmodell alapján meghatározott sodorvonalban (homokos üledék) az elektromágneses jel erőssége 1-2%-ra csökken 2 m mélységben, míg a finomabb (feltehetően agyagosabb) üledékkel jellemzett közegben a jel már 1,25 m mélységben 1-2 %-ra csökkent.

12. A vízen történő georadaros mérések alapján a georadar alkalmas a meder nagy felbontású feltérképezésére. A felmérés legfeljebb 3,5-4,0 m vízmélységnél lehetséges, ahol már csak a mederfenék detektálható. Az 50 MHz és 200 MHz antennával végzett mérések alapján elmondható, hogy a vízmélység és a mederüledékbe történő behatolási mélység között természetes alapú logaritmikus összefüggés van ( $R^2 > 0,95$ ). Tehát a víz mélységének növekedésével exponenciálisan csökken a behatolási mélység a mederüledékbe.

13. A többszöri mederfelméréseket tekintve elmondható, hogy a mezoformák (dűnék) magassága és hossza között jól kimutatható lineáris összefüggés van, viszont a vízmélység e paraméterekre gyakorolt hatása nem állapítható meg egyértelműen. A tavaszi nagyobb árhullám után, a kisvízes időszakban fokozatosan csökken a dűnék mérete a következő nagyobb árhullámig, mely hatására a dűnék hosszának és magasságának értékei növekedő tendenciát mutatnak.

14. A Maros folyó apátfalvi szakaszán három évben felmért zátonynál négy radarfácies volt meghatározható. A radarfáciesek elkülönítése a reflexiós felszínek alakja, dőlésszöge, az egymás közötti viszonyok, valamint a felszín hossza és az amplitúdója alapján történt. A négy radarfácies közül a zátony felszín közeli részén halmos szerkezetű dűne fácies, és ferde rétegződésű zátony fácies található. A zátony mélyebb részein található a vízszintes rétegződésű meder fácies, a zátony aljától pedig elkülönül a medertalpat jelző rétegződés-mentes fácies.

15. A georadar szelvények alapján meghatározható volt a zátonytestben húzódó vízfelszín, a medertalp mélysége, valamint az átdolgozott üledék vastagsága. A radarfáciesek alapján elmondható, hogy 2011-2012 között a kis és közepes árhullám jelentős mértékben átdolgozta a mederanyagot, hiszen az átlagos feltöltődés ~2 m volt. Ugyanakkor a jellemző kis-közepes energiaviszonyok mellett kialakuló zátony fáciest felváltotta a kisebb vízmélységű és alacsonyabb energiaviszonyok mellett kialakuló dűne fácies, mely a 2012-es zátony felső ~1 méteres rétegét alkotta. A következő időszakaszban, 2012 és 2013 között közepes árvízi

esemény után a fokozatos vízszint csökkenése mellett zátony és dűne fáciesek is kialakultak a zátony felszín közeli részén.

16. Az elkülönített radarfáciesek és a hidrológiai viszonyok között összefüggés volt kimutatható a három éves mérés alapján. Az alacsonyabb és hosszabb ideig tartó vízborítás, mely lassabb vízszintváltozással jellemezhető, kedvez a zátony fáciesek képződésének. A közepes, rövidebb ideig tartó vízborítás, mely gyorsabb vízszintváltozást okoz a dűne fácies előrenyomulását eredményezi.

17. A zátony fáciesek rétegeinek dőlésszöge alapján megállapítható volt a zátonynyelvek előrenyomulásának iránya a vizsgált időszakokban. 2011-ben, a folyami sziget előtt elhelyezkedő zátonyon a zátonyképződési irány az uszály részen megegyezik a folyó folyásirányával, majd közvetlen a sziget előtt  $\sim 40^\circ$ -ot tér el jobb oldalra. E zátonyépülési irány 2012-ben is megállapítható volt. A jobbra kanyarodó vízáramlás feltehetően egy mellékág jelenétét igazolja, mely a folyami sziget előtt helyezkedhetett el. 2013-ra eltömődött a sziget előtt húzódó mellékág és a zátony helyzete a szigethez viszonyítva elmozdult és a zátonyépülési irány már megegyezett a folyó folyásirányával.

Az egykori és a recens fluviális formák vizsgálatának komplex megközelítése lehetőséget adott a fluviális folyamatok átfogóbb és pontosabb megismerésére. A további kutatások során szükségesnek tartom a módszertani, illetve a rekonstrukciós vizsgálatok folytatását további elhagyott és recens medreken és mederformákon az itt megismert

összefüggéseket alkalmazva, hiszen így jobban feltárható a Maros-hordalékkúp fejlődése.

A Maros-hordalékkúpon végzett vizsgálsorozatot más hordalékkúpok esetében is alkalmazható, segítségével következtetni lehet a felszínen követhető paleomedrek méreteire és energiaviszonyaira. A különböző időszakok eltérő klímáján kialakuló medrek vizsgálatával következtetéseket lehet levonni a jövőben várható geomorfológiai folyamatok jellegére és intenzitására.

Továbbá a recens mezo- és makroformák vizsgálatát más folyók esetében is elvégezhetőek, ami alapján összehasonlíthatóvá válnak a különböző vízhozammal és hordalék minőséggel rendelkező folyók formáinak méretei, és az őket alkotó fáciesek. Monitoring jellegű mérésekkel feltárható a Maros hordalék dinamikája, becsülhető a hordalékszállítás és a mederanyag áthalmozás volumene, mely folyószabályozási, gazdasági és ökológiai szempontból is fontos kérdés.

### *A dolgozat témaköréhez kapcsolódó publikációk*

- Katona O., Sipos Gy., Nagy Z. 2012: A Maros hordalékkúp elhagyott medreinek hidromorfológiai és hidrodinamikai jellemzői. A Magyar Földrajzi Konferencia Tanulmánykötete, 1140-1150.
- Katona O., Sipos Gy., Onaca A., Ardelean F. 2012: Reconstruction of paleo-hydrology and fluvial architecture at the Orosháza paleo-channel of River Maros, Hungary. *Journal of Environmental Geography* 5(1-2), 29-38.
- Kun Á., Barta K., Katona O. 2012: Az M43-as autópálya által indukált 2010-11-es belvíz talajtani hatásai. A Magyar Földrajzi Konferencia Tanulmánykötete. 483-494.
- Kiss T., Urdea P., Sipos Gy., Sümeghy B., Katona O., Tóth O., Onaca A., Ardelean F., Timofte F., Ardelean C., Kovács A. 2012: A folyó múltja In Sipos Gy. (ed) 2012: A Maros folyó múltja, jelene, jövője. Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 33-64
- Sipos Gy., Právetz T., Katona O., Ardelean F., Timofte F., Onaca A., Kiss T., Kovács F., Tobak Z. 2012: A jelenleg is változó folyó. In Sipos Gy. (ed) 2012: A Maros folyó múltja, jelene, jövője. Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 65-106
- Preoteasa L., Vespremeanu-Stroe A., Hanganu D., Katona O., Timar-Gabor A., 2013: Coastal change from open coastal to present lagoon system in Histria region (Danube delta), *Journal of Coastal Research, Special Issue* 65, 564-569
- Katona O., Sipos Gy., Fiala K., Mezösi G., Rakonczi J. 2013: A georadar működése és felhasználási területei, különös tekintettel a vízügyi gyakorlatra. I. Rész: Működési elv és fontosabb alkalmazások. *Hidrológiai Közlöny* 93(4), 55-60
- Kun Á., Katona O., Sipos Gy., Barta K. 2013: Comparison of Pipette and Laser Diffraction Methods in Determining the Granulometric Content of Fluvial Sediment Samples. *Journal of Environmental Geography* 6(3-4), 49-54.