

Dr. Sipos György¹ – Ilyés Edit² – Dr. Kiss Tímea³

A morfológia, a hidrológia és a növényzet hatása a szigetfejlődésre a Maros apátfalvi szakaszán

1. Bevezetés

Természetes körülmények között a Kárpát-medence folyóit nagy számban jellemezték az ártérből kimetszett, illetve a meder közepén kialakult szigetek, melyek a vízfolyások felülnézeti rajzolatát elágazóvá tették. A XIX. századi szabályozásokat követően ez a kép jelentősen megváltozott, a mellékágakat, illetve a szigetképződésre hajlamos szakaszokat felszámolták, így napjainkban a szigetképződés természetes folyamata csak kevés esetben tanulmányozható. Mindemellett a különböző típusú fluviális szigetek elkülönítése, szabatos meghatározása sem kiforrott a hazai szakirodalomban, nem is beszélve a kialakulásukat és fejlődésüket meghatározó folyamatok sebességéről.

OSTERKAMP W. R. (1998) definícióját használva szigetnek tekinthetjük azokat a formákat, melyeket minden oldalról a vízfolyás medre határol, felszínük a középvíz szintje fölé magasodik, és elég hosszú ideig maradnak stabilak ahhoz, hogy rajtuk állandó vegetáció tudjon megtelepedni.

A szigetek fejlődése összetett bio-geomorfológiai folyamat, hiszen a folyórendszer hidrológiai paraméterei mellett a növényzet stabilizáló szerepe nélkül nem jöhetnének létre. Az eddigi kutatások szerint a szigetek magjai legtöbbször a mederben végbemenő, magas energia szintű morfológiai folyamatok, árvizek, hirtelen lefűződés révén jönnek létre, amikor viszonylag nagy mennyiségű hordalék áthalmozása megy végbe rövid idő alatt (OSTERKAMP, W. R. 1998, GURNELL, A. M. et al. 2001, SIPOS GY. – KISS T. 2003). A szigetek a zátonyoknál lényegesen stabilabb formák, hiszen az éves visszatérésű nagyvizek és árvizek általában nem számolják fel őket. Fluviális környezetben szigetek többféle módon alakulhatnak ki, amelyek közül a síksági folyószakaszokon az alábbiak jellemzőek:

- 1) Szabadon meanderező folyók esetében az ártér térszínei szigetszerűvé válhatnak övzátonyok közötti mélyedések (sarló laposok) fattyúággá válásával, vagy kanyarulatok lefűződésével (GOUDIE 1994).
- 2) Főleg fonatos folyókon a nagyobb zátonyformák kialakulását követő néhány évben, ha nem következnek be nagyobb árvizek, megtelepedhet a növényzet, ami stabilizálja a zátonyokat és további akkumulációt indukál (FETHERSTON, K. L. et al. 1995, RODRIGUES, S. et al. 2007).
- 3) Mederben lévő uszadék, törmelék mögötti felhalmozódásból keletkező homok- vagy kavicspadok az előbbi típushoz hasonló módon történő továbbfejlődésével (GURNELL, A. M. et al. 2001).

Így végeredményben jellegüket tekintve két típusra oszthatjuk a fluviális eredetű szigeteket. Egyrészt ártérből kimetszett, nagy méretű, dominálónan lebegtetett üledékből felépülő szigetekre, másrészt a meder közepén létrejövő kisebb, dominálónan görgetett hordalékból kialakuló formákra.

¹ **Dr. Sipos György** *Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged*
E-mail: gyuri@earth.geo.u-szeged.hu

² **Ilyés Edit** *Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged*

³ **Dr. Kiss Tímea** *Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged*
E-mail: kisstim@earth.geo.u-szeged.hu

A szigetek fejlődésében közrejátszó hidrológiai, morfológiai és vegetációs folyamatokkal kevés kutatás foglalkozik, mert a mérések végrehajtása általában körülményes. Kiemelendő RODRIGUES, S. et al. (2007) vizsgálta a Loire egy homokos medrű szakaszán, ahol a vegetáció és a morfológia hatását vizsgálták a topográfiai fejlődés, az üledék szemcsemérete és az áramlás sebességek tekintetében. Megfigyeléseik alapján a fás vegetáció alaki változásokkal válaszol a gyors áramlásra és ez hatással van az üledék lerakódására.

Az előbbieket alapján kutatásunk kettős célt követett. Egyrészt annak meghatározását, hogy a már stabilizálódott formákon milyen ütemű üledék-felhalmozódás illetve elhordódás jelentkezett a vizsgálat tárgyát képező egymást követő 2 hidrológiai évben. Másrészt pedig annak értékelését, hogy a felismert változásokat a növényzet sűrűsége, az előntés hossza, avagy a morfológiai helyzetből adódó energia különbségek befolyásolták leginkább.

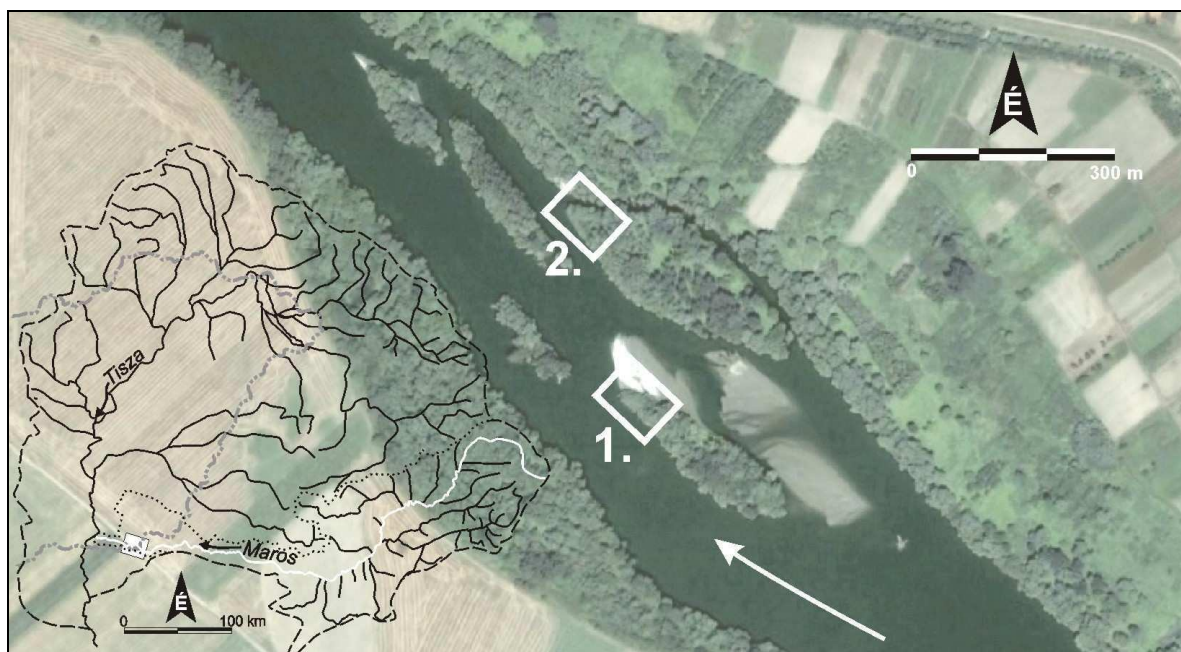
2. Vizsgálati terület

A Maros a Tisza legnagyobb mellékfolyója. Átlagos vízhozama $161 \text{ m}^3/\text{s}$. Vízjárását tekintve a kontinentális jellegű vízfolyások közé tartozik. A hidrológiai év a folyón októbertől októberig tart (SIPOS GY. 2006). A mederkitöltő vízállás a mintaterületen 300 cm körüli. A folyó hordalékhozamát BOGÁRDI J. (1971) határozta meg. Mérései alapján a Maros igen hordalékos folyó, lebegtetett hordalékhozama a Tisza tápéi, míg görgetett hordalékhozama a Duna gönyüi értékeivel vetekszik. Heves vízjárása és igen magas hordalékmennyisége miatt nagy energiájú folyamatok játszódnak le medrében, a mederformálás igen intenzív (SIPOS GY. 2006).

A folyót a XIX század közepétől szabályozták. Az alkalmazott átmetszések hatására az esés megduplázódott (14 cm/km-ről 27 cm/km-re), a meder beágyazódott. Ugyanakkor a partok rombolása tovább folyt, a hordalék lerakódott, zátonyok, szigetek képződtek (TÖRÖK I. 1977). Ennek egyik oka, hogy határfolyói státuszából eredően a Maros Nagylak-Makó közötti szakasza a Trianoni Szerződés óta gyakorlatilag magára hagyott, szabályozatlan.

A kiegyenesített meder, és a folyó hidrológiai sajátosságai kedveznek a lokális fonatos jelleg és a medertágulatok kialakulásának (SIPOS GY – KISS T. 2003). Vizsgálatainkat a Maros apátfalvi szakaszán elhelyezkedő zátony és szigetrendszerben (medertágulatban) végeztük (*1. ábra*). A szigetrendszerben 5 nagyobb és két kisebb sziget található. A szigetek hosszú távú vándorlását (alvízi akkumulációját és felvízi erózióját) korábban SIPOS GY. és KISS T. (2003) vizsgálta ezen a területen geoinformatikai és dendrológia módszerek segítségével. Rámutattak arra, hogy a szigetek felvízi eróziója a nagyvizes időszakokban a legjelentősebb, míg az akkumuláció és a növényzet általi stabilizáció elsősorban a hosszan tartó kis és középvizes időszakokhoz köthető. SIPOS GY. (2006) kutatásai alapján a meder közepén található szigetek középpontja akár évi 3-4 m-rel, a széleken található szigeteké mindeközben alig 0,5-1 m/év sebességgel halad folyásirányban.

A szigetek alvízi csúcsának fejlődését két forma esetében vizsgáltuk. Egyik a meder közepén, a másik a jobb parthoz közel helyezkedik el (*1. ábra*).



1. ábra. Az apátfalvi medertágulat, és a teszt területek elhelyezkedése.

3. Módszerek

Elvi modellünk alapján az üledékfelhalmozódás ütemét számos tényező befolyásolja az általunk vizsgált fluviális rendszerben. E tényezők (morfológiai helyzet, energiaviszonyok, növényzet sűrűsége, a vízborítás hossza) felmérése, illetve hatásaik vizsgálata több módszer együttes alkalmazását feltételezi. A mérések megkezdése előtt a mintaterületekről 1:100 méretarányú geomorfológiai térképeket készítettünk helyszíni felmérések során. A térképeken kirajzolódtak a szigetépülés korábbi fázisai.

A felhalmozódás-elhordódás mértékét eróziós tük segítségével határoztuk meg. A vizsgálatokhoz használt 47 eróziós tük 2006 őszén telepítettük a teszt területeken 8, illetve 6 keresztmetszvény mentén. A tük helyének magasságát ismert vízszint mellett Sokkia mérőállomás segítségével határoztuk meg. A kihelyezést követően kétszer, 2007, illetve 2008 őszén mértük meg a tük üledékből kiálló részének hosszát. Az egyes mérési pontokban az éves vízborítás hosszának az eróziós tük aljának „0” vízszint feletti magasságát tekintettük.

Ahhoz, hogy felmérjük az egyes pontokban milyen sebességű (energiájú) vízből történt az üledékképződés, az eróziós tük környezetében felhalmozódott üledék szemcseméretét vizsgáltuk. Igyekeztünk reprezentatív mintákat gyűjteni, azaz a tapasztalt új üledékréteget teljes vastagságban megmintázni. A szemcseméret-meghatározást szitálás és Köhn-féle pipettás módszer kombinálásával végeztük. A vizsgált minták közepes szemcseátmérőjét [D_{50}] használtuk az üledékképződéskor jellemző energia-viszonyok értékeléséhez abból a feltételezésből kiindulva, hogy a durvább szemcseösszetétel a vízsebesség hirtelen csökkenő nagyobb, míg a finomabb szemcseméret kisebb vízsebességre utal.

A szigetcsúcsokon megtelepedő, különböző fejlettségű fás szárú növényzet sűrűségének meghatározásához 1x1 m-es kvadrátokat alkalmaztunk, melyeknek középpontjában az egyes eróziós tük helyezkedtek el. A lágyszárú növényzet szerepe a zárt bokorfüzes társulásban elenyésző volt. A kvadrátokban a növényzet átlagos magasságának negyedénél (RODRIGUEZ et al. 2007) számoltuk, illetve mértük meg a törzsek, valamint az ágak számát és területét. A két értéket összeszorozva képeztünk sűrűségi indexet.

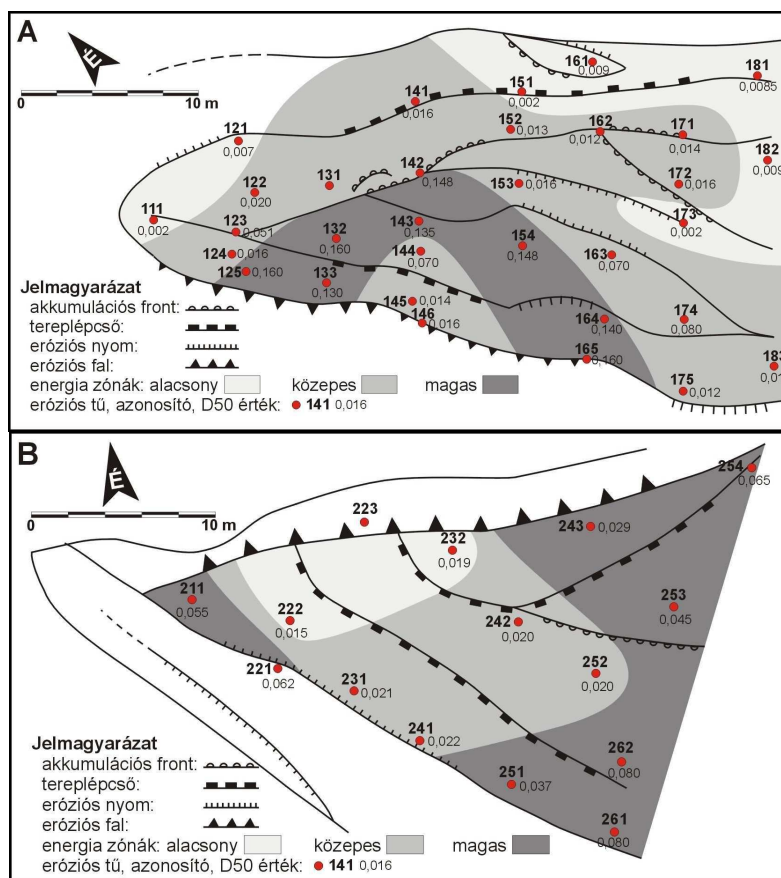
4. Eredmények

4.1. Morfológiai térképezés, energia zónák

A geomorfológia felmérés alapján számos tereplépcsővel elkülönülő szint azonosítható a vizsgált teszt területeken (2A és 2B ábra). Az eltérő magasságú szintek folyóhát-szerű képződményeket jelölnek, amelyek a sziget épülése során tapadtak a korábbi formához, és jól jelzik a szigetek folyásirányban történő fejlődését. Az egyes hátaik között eróziós átfolyásokat is megfigyelhetünk (1. mintaterületen a 173, 153, 142 jelű eróziós tű), amelyek árvíz során a szigetek tetején a formák egyik oldaláról a másik oldalra vezetik át a vizet (2A ábra).

A morfológia a folyásirányban történő haladás mellett oldalirányú épülést is jelöl. Az 1. mintaterület esetében a sziget bal oldalán eróziós fal figyelhető meg, míg az akkumulációs formák többsége a jobb oldal felé néz. A 2. sziget esetében az épülés ellentétes irányú, és korábbi kutatások alapján (SIPOS GY. 2006) jelentősen kisebb ütemű, hiszen e szigetcsúcs esetében kisebb energiájú folyamatok várhatóak védett helyzetéből adódóan (2A és 2B ábra). Ezt támasztja alá, hogy itt a morfológia is kevésbé összetett, mint az 1. szigetcsúcs esetében.

Az energia viszonyok különbözőségét a szemcseméret analízis is jól mutatja. Az 1. mintaterületen a D50 értékek 0,002 és 0,160 mm között szóródnak, míg a 2. mintaterületen ez az érték 0,015 és 0,065 közötti. Az energiaviszonyok szempontjából külön kezeltük a két területet, és mindkét esetben három energiazónát határoztunk meg (2A és 2B ábra). Az 1. mintaterületen a szigetcsúcs bal oldala felől a jobb oldal felé, míg a 2. mintaterületen folyásirányban figyelhető meg az üledék finomodása, amely ismét jelzi a főbb áramlási irányokat.



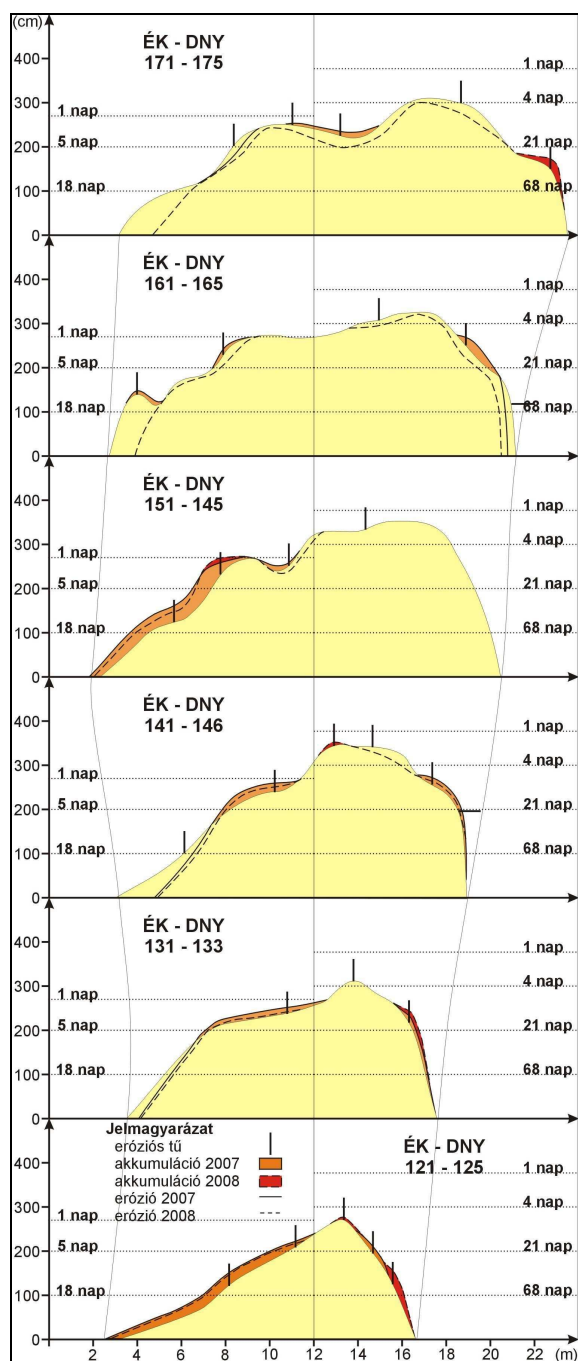
2. ábra. Az 1. mintaterület (A), illetve a 2. mintaterület (B) geomorfológiai térképe, illetve a különböző energia zónák a lerakott üledék szemcsemérete alapján.

4.2. Az akkumuláció és erózió térbeli és időbeli változása

A két év során mindvégig meglévő eróziós tük (70%) alapján a mintaterületeken nettó üledék-felhalmozódást tapasztaltunk. Ennek értéke az 1. mintaterületen 4,2 cm/év, a 2. mintaterületen 3,9 cm/év. Éves bontásban is a fentiekhez hasonló, 3-4 cm körüli átlagos értékeket kaptunk. Feltűnő, hogy az átlagok tekintetében nincs jelentősebb eltérés a két terület között, azonban az adatok szórása az 1. szigeten (7,9) jelentősen nagyobb, mint a 2. szigeten (4,7). A maximális felhalmozódás értékében is számottevő az eltérés (28 cm, illetve 17 cm).

Az 1. szigetcsúcson a legnagyobb feltöltődést a sziget tetején a már említett hátaik közötti mélyedés környezetében figyeltük meg. Az erózió elsősorban a sziget jobb oldalát érintette (3. ábra), amelynek háttérében a zátonyrendszerben áttevődő sodorvonal áll. A 3. ábrán nyomon követhető, hogy a megfigyelt 10 cm körüli felhalmozódás akár 1-2 nap alatt is kialakulhat. Mivel az 1. mintaterület jobb oldalát a víz a második mérési időszakban jelentősen megbontotta, több eróziós tű el is tűnt, ezért úgy véljük összességében az erózió a második időszakban jelentősebb volt. A folyamatos akkumulációt mutató pontok esetében is elmondható, hogy az első időszak alacsonyabb vízállásai jelentősebb akkumulációt indukáltak, mint a második időszak mederkitöltő vízállást meghaladó árhulláma. A terület hosszanti metszetét tekintve egyértelmű, hogy az akkumuláció elsősorban a csúcsi részeket érintette, a sziget idősebb felszínein a változások jelentéktelenek.

A 2. szigetcsúcson a legnagyobb feltöltődést a legalacsonyabban fekvő felszíneken tapasztaltuk, ahol a két év során 10-17 cm közötti volt a felhalmozódás (211, 231, 241, 261 jelű eróziós tük). A következő szinten, melyet még elborítottak a második időszak vizei is az akkumuláció 8-12 cm közötti értéket mutatott (242, 252, 262 jelű eróziós tük). Még feljebb, a sziget jobb oldalán nem volt üledék-felhalmozódás. Az akkumuláció a sziget csúcsa felé ebben az esetben is nagyobb volt mint az idősebb és magasabb felszíneken. Az erózió mértéke ezen a mintaterületen elhanyagolható volt, így itt összességében a térben és időben is kiegyenlített akkumuláció volt a jellemző.

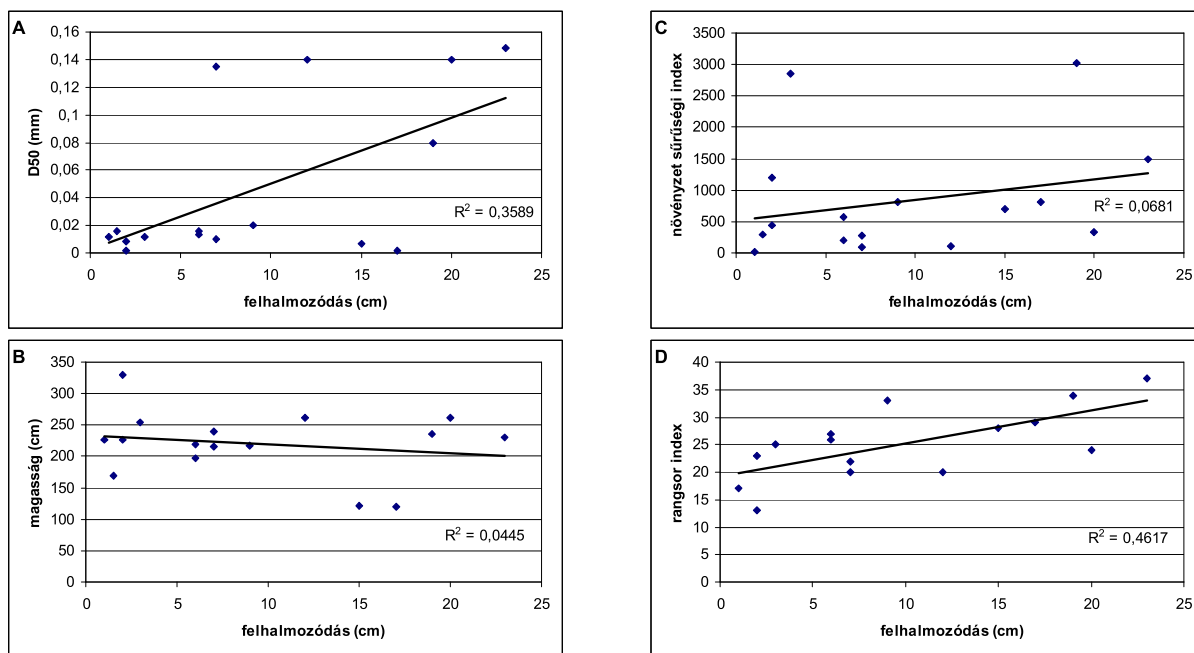


3. ábra. Akkumuláció és erózió az 1. mintaterület keresztmetszévényiben (a változások 2-szeres torzítással vannak feltüntetve).

4.3. Összefüggések az akkumuláció és az azt meghatározó paraméterek között

Elvi modellünkben a hirtelen változó energiaviszonyokat, a vízborítás hosszát, valamint a növényzet sűrűségét tekintettük a legfontosabb tényezőknek az akkumuláció mértékének meghatározásában. E tényezők hatását vizsgáltuk meg az 1-es mintaterületen az első mérési időszakra vonatkozóan azon pontok esetében, ahol akkumulációt tapasztaltunk (4. ábra). A három fent említett tényező közül a szemcseméret mutatta a legszorosabb kapcsolatot a felhalmozódás mértékével (4C ábra). A másik két tényező esetében csak az állapítható meg, hogy feltételezésünknek megfelelően a növényzet sűrűsége pozitív, a vizsgált pont abszolút magassága negatív összefüggést mutat az akkumuláció mértékével (4A és 4B ábra).

Mindemellett amennyiben mindhárom tényező tekintetében rangsoroljuk a vizsgálati pontokat (a magasság tekintetében fordított rangsort alkalmazva) majd a rangsor értékeit összeadjuk (rangsor index), a determinációs együttható értéke javítható (4D ábra). A rangsor szerinti rendezés azért volt szükséges, mert a különböző mutatók értékei igen eltérőek. Mindazonáltal pontosabb összefüggések felállítása a későbbiekben csakis további mérések és adatok segítségével oldható meg.



4. ábra. Az akkumuláció mértékének összefüggése a különböző paraméterekkel.

5. Összegzés

A vizsgálati területeken az eltérő morfológiai helyzetnek köszönhetően más intenzitású folyamatok hatnak. A mederközepi 1. mintaterületen mind az akkumuláció, mind az erózió lokális szélsőértéke nagyobb volt. A 2. mintaterület mindkét időpontban kiegyenlített felhalmozódást mutatott. Az összes eróziós tű adatait figyelembe véve a szigetcsúcsok évi 3-4 cm-t magasodtak. Ez alapján a jelenleg 1-1,5 m-en („0” vízszinthez képest) húzódó felszínnek mederkitöltő árhullámok mellett 30-40 év alatt érhetik el a 3-4 m magas tetőszintet.

A 2. mintaterület esetében a felhalmozódás mértéke jó összefüggést mutat a morfológiai szintekkel, azaz minél alacsonyabban húzódik egy felszín, a vízborítás hosszából adódóan, annál nagyobb akkumulációval számolhatunk. Az 1. mintaterületen az összetettebb

morfológia és áramlási irányok hatására nem lehet egyértelműen kimutatni a felhalmozódás és a vízborítás hossza közötti kapcsolatot. Ugyanez igaz a növényzet sűrűségére is. Az akkumuláció mértékét így itt leginkább az energiaviszonyok határozzák meg, azaz a nagyobb szemcseméret általában nagyobb felhalmozódást takar. Ennek háttérében azonban egyértelműen a növényzet hirtelen energia-csökkentő hatása áll. A különböző paraméterek összevonásával és további mérési adatok segítségével azonban konkrétabb összefüggések is kimutathatóvá válhatnak. A kutatás jelenlegi állása mellett a morfológia helyzet tűnik a legfontosabbnak az akkumulációs és eróziós viszonyok meghatározásában.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA 62200 számú pályázata támogatta.

Irodalom

- BOGÁRDI J. (1971) *Vízfolyások Hordalékszállítása*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- FETHERSTON, K. L. – NAIMAN, R. J. – BILBY, R. E. (1995) Large woody debris, physical process, and riparian forest development in montane river networks of the Pacific Northwest. *Geomorphology* 13, pp. 133–144.
- GOUDIE, A. ed. (1994) *The Encyclopedic Dictionary of Physical Geography*. Blackwell, London.
- GURNELL, A. M. – PETTS, G. E. – HANNAH, D. M. – SMITH, B. P. G. – EDWARDS, P. J. – KOLLMANN, J. – WARD, J. V. – TOCKNER, K. (2001) Riparian vegetation and island formation along the gravel-bed Fiume Tagliamento, Italy. *Earth Surface Processes and Landforms* 26, pp. 31–62.
- OSTERKAMP, W. R. (1998) Processes of fluvial island formation, with examples from Plum Creek, Colorado and Snake River, Idaho. *Wetlands* 18, pp. 530–545.
- RODRIGUES, S. – BRÉHÉRET, J. G. – MACAIRE, J. J. – GREULICH, S. – VILLAR, M. (2007) In-channel woody vegetation controls on sedimentary processes and the sedimentary record within alluvial environments: a modern example of an anabranch of the River Loire, France. *Sedimentology* 54, pp. 223–242.
- SIPOS GY – KISS T. (2003) Szigetképződés és fejlődés a Maros határszakaszán. *Vízügyi Közlemények* 85/4, pp. 225–238.
- SIPOS GY. (2006) *A meder dinamikájának vizsgálata a Maros magyarországi szakaszán*. Doktori értekezés, Szegedi Tudományegyetem.
- TÖRÖK I. szerk. (1977) *A Maros folyó 0–51,33 fkm közötti szakaszának szabályozási terve*. Alsó-Tisza Vidéki Vízügyi Igazgatóság, Szeged.