

dc_269_11

A Kapos árterének hidromorfológiai és tájökológiai értékelése

MTA doktori értekezés tézisei

Dr. Lóczy Dénes

Pécs, 2011

dc_269_11

1. A témaválasztás indokolása

A világ vezető geomorfológiai folyóirataiban a legtöbb tanulmány a folyóvízi felszínalakítással foglalkozik. Csupán kis részük tér ki az ártérfejlődés kérdéseire is, az árterekre összpontosító kutatásokból pedig kifejezetten kevés van. Az ökológia, a tájökológia művelői hamarabb felismerték, milyen fontos funkciókat töltenek be az árterek a természeti rendszerekben, ezért az utóbbi évtizedekben behatóan tanulmányozzák a folyók és árterük közötti kapcsolatokat az élővilág szempontjából. Munkájukat gyakran az akadályozza, hogy az ártérfejlődés folyamatait (pl. az árvízi elöntés időbeli lezajlását) a geomorfológia még nem tárta fel kellőképpen.

Különösen elhanyagolt szakterület a kis és a közepes folyók árterének kutatása, pedig a vízügyi szakemberek ma már azt hirdetik, hogy a vízgyűjtők legfelső szakaszain lehet a legeredményesebben felvenni a harcot az *árvízveszéllyel*. Egy nagy folyó (a Duna, a Tisza vagy a Dráva) medre és ártere nyilván változatosabb formakincssel vonzza a kutatókat, mint egy olyan, teljes mértékben szabályozott, „módosított állapotú” vízfolyásé, mint a Kapos. Az aktívan formálódó hullámtér kiterjedése jelentéktelen, a mentesített ártér felszínalakzatai pedig elmosódottak. Talán ez a magyarázata, hogy a Kapos árterének természetföldrajzi viszonyairól fél évszázada nem született tudományos értekezés. Az a tény azonban, hogy ezen a folyón alig több mint egy évtized alatt három „évszázadosnak” tartott árvízesemény is történt (1999-ben, 2005-ben és 2010-ben), felhívja a figyelmet a kutatás és az újabb vízrendezés szükségességére. A Dél-Dunántúl *szerkezeti morfológiájával* foglalkozó geológusok egyébként szintén felismerték a Kapos-völgy jelentőségét.

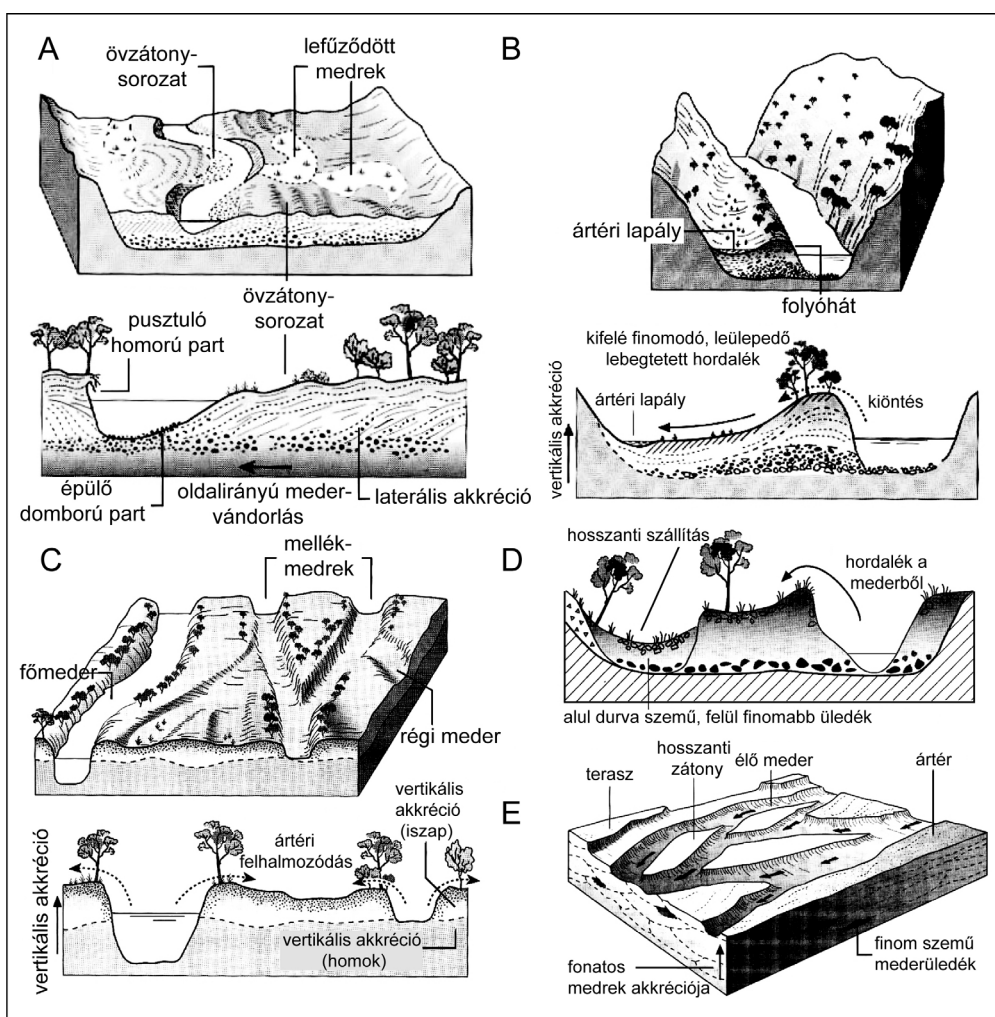
A szabályozott, *csatornázott folyók* árterének sajátossága, hogy fejlődésük részben függetlenedik a folyótól, a jelenlegi mederfolyamatoknak már nem sok közük van az ártéri formakincshez. A Kapos esetében azonban még nem tárták fel azt, hogy milyen is volt az a folyó, amely a jelenlegi mentesített árteret a 19. századi eleji szabályozások előtt alakította. Az ártér megformálásán keresztül pedig ez a folyó hozta létre a Kapos-völgy *tájökológiai* szerkezetét is, amelynek *helyreállítása* gazdasági szempontból (a földhasználat optimalizálása érdekében) és természetvédelmi megfontolásból (vizes élőhelyek újratéremtése) egyaránt fontos.

2. Kutatási előzmények

Mivel az árterek alapvető felszínformái a folyó tevékenységének eredményei, áttekintettem a folyómedrek geomorfológiai jellemzésére és tipizálására irányult nemzetközi törekvéseket. Az 1970-es évek óta szinte évente láttak napvilágot új *mederosztályozási* rendszerek. Ezek a

mederek a völgyben elfoglalt helyzetét, hordalékszállítását, a medermintázat típusát (a kialakított egyszerű vagy összetett medrek geometriáját), a vízfolyás rendűségét, a folyó fajlagos energiáját, a mederaljzat alakzatait vagy ezekből kialakított komplex mutatókat tekintenek alapvető osztályozási ismérvek. Sajnos, az egykori, feltöltött medrek és árterek tipizálására a legtöbb módszer nem használható, hiszen az ilyen medrek jellemzőit (pl. fenékalakzataikat) ma már lehetetlen rekonstruálni.

A különböző *ártérostályozásokban* háromféle alapvető megközelítés ismerhető fel: az ártéri felszínformákra összpontosító *morfológiai* osztályozás (az ártéri üledékfelhalmozódás figyelembevételével); a *gyakorlati* élet igényeit kielégítő (a helyreállíthatósági potenciál meghatározását célzó) csoportosítások és újabban a *genetikus* tipizálás. Az utóbbi kategóriában az ausztrál Gerald C. Nanson és Jackie C. Croke (1992) *energetikai-geomorfológiai* rendszere a legismertebb (1. ábra), amelynek alapja a *folyó energiája* és a parton lerakott folyóvízi *üledék szemcsemérete* közötti egyensúly megléte, ill. hiánya.



1. ábra Nanson és Croke (1992) genetikus ártérostályozási rendszere. A = közepes energiájú; B = nagy energiájú (hegyvidéki); C = kis energiájú (alföldi) árterek; D = kis energiájú ártér feltöltődő, lefűződött elhagyott medrekkel; E = kis energiájú ártér feltöltődő fonatos medrekkel

A rendszer fogyatékosága, hogy nem közvetlenül az árteret, hanem a kialakító meder hidraulikai paramétereit (esését, mederkitöltő vízhozamát) minősíti. A kis méretű és energiájú folyók árterét nem lehet vele részletesen tipizálni.

Az új *folyóvízi ökológiai elméletek* (mint pl. az *árvíz-pulzus* – Junk, W.J. et al. 1989, vagy a *metastruktúra elmélet* – Poole, G.C. 2002) hangsúlyozzák, hogy árvizek idején megteremtődik az a hidrológiai kapcsolat a folyó és ártere között, ami az élővilág számára elengedhetetlenül fontos. Az árterek osztályozásába tehát be kell vonni a folyó-ártér-vízgyűjtő tájökológiai kapcsolatokat is. A vízparti élőhelyek különböző ökológiai minősítési módszerei arra is gondot fordítanak, hogy a módosított állapotú folyók mentén is felmérjék a zavarásokra adott válaszokat, az „egészséges állapot” elérésének lehetőségeit az Európai Unió Víz Keretirányelvének tükrében. Az Európai Unióban szabványos hidromorfológiai minősítés az ártereket földhasználatuk és a folyóval való kapcsolatuk erőssége szerint osztályozza.

Az árterek funkcionális rendszerezésében a következő szerepköreiket emelik ki: árvízvédelem, tompító sáv és ártéri folyosó szerep. Mindezen funkciók betöltését a növényzet dinamikáját figyelembe véve lehet értékelni. Számos kutató hangsúlyozza, hogy a *kisebb vízfolyások* parti sávjai gyakran még természetközeli állapotban vannak, ezért hatékonyabban be tudják tölteni funkcióikat, mint a nagy folyók antropogén hatásra átalakult parti sávjai. A kis vízfolyások hozzájárulása (pl. az árvízvédelemhez), nagy számukat tekintve, összességében igen jelentős lehet. Az ártér tájszerkezete minden szerepkör szempontjából lényeges.

3. Az értekezés céljai

A jelen értekezés fő feladata a Kapos árterének hidromorfológiai szakaszolása, tájökológiai értékelése, az öblözetek földminősítése és helyreállíthatósági potenciáljának (rehabilitation potential) meghatározása. A következő kérdéseket törekszik megválaszolni:

1. Milyen kiterjedésű volt a Kapos szabályozások előtti ártere és milyen geomorfológiai folyamatok alakították?
2. Geomorfológiai paraméterek alapján milyen szakaszokra osztható az ártér?
3. Igazolhatók-e ártér-morfometriai vizsgálatokkal a Kapos-völgy keletkezésének magyarázatára felállított neotektonikai modellek?
4. Hogyan befolyásolja az ártér geomorfológiai típusa az ártéri táj szerkezetét?
5. Hogyan illeszkedik a mentesített ártér tájszerkezete annak tágabb környezetébe, különös tekintettel a kritikus peremi sávokra?
6. Hogyan minősíthető a mentesített ártér elöntésveszély szempontjából?

7. Milyen az ártér általános termőképessége és egyes növények termesztésére vonatkozó agroökológiai alkalmassága? Hogyan aknázható ez ki a környezeti konfliktusok minimálisra csökkentésével?

8. A gyakorlati hasznosíthatóság érdekében pedig feltehető a kérdés: Mekkora a Kapos-ártér (völgy) helyreállíthatósági potenciálja a különböző szakaszokon?

A fenti kérdésekkel kapcsolatban a következő hipotéziseket állítottam fel.

1. Geomorfológiai szempontból az ártereket leginkább a folyó mederformáló mechanizmusa, a folyómeder völgyi korlátozottsága és a szabályozottság mértéke jellemzi.

2. A Kapos egységesnek tűnő ártere határozott geomorfológiai szakaszokra tagolható, melyek között az eltérések azonban nem túl nagy mértékűek, ezért az altípusok megállapításához a nemzetközi osztályozási rendszereket újabb paraméterekkel kell kiegészíteni.

3. A Kapos vízgyűjtő nem csak függőleges értelemben (a völgyközi háta domborzatát tekintve) aszimmetrikus, hanem a völgyi öblözetek (tágulatok) alakja is aszimmetriát mutat, amely morfológiai paraméterekkel megragadható.

4. Az ártér formakincse – elsősorban a felszín mikrotopográfiai tagoltságán és vízellátottságán keresztül – alapvető hatást gyakorol a tájökológiai viszonyokra, amelyek az ártér geomorfológiai típusával leírhatók. A formákhoz kötődő talajfoltok feltérképezésével feltárt mintázat felhasználható az ártér rehabilitációjának megtervezésében.

5. A kisebb folyókat kísérő árterek (parti sávok) is fontos szerepet töltenek be mint élőhelyek és mint ökológiai folyosók egyaránt. A folyómeder, a hullámtér és a mentett oldali ártér laterális kapcsolatai (elsősorban a kritikus sáv folytonossága) meghatározó jelentőségűek az ártéri ökoszisztéma működésében.

6. Az ártér tájszerkezete összefüggésben áll funkcióinak betöltésével. Az antropogén ártéri formák, egyedi tájelemek jelentősen befolyásolják az elöntések helyét és kiterjedését.

7. Az egyes ártérszakaszok agroökológiai potenciáljukban is különböznek, meg lehet találni a nekik legmegfelelőbb földhasználati módokat.

8. Az ún. helyreállíthatósági potenciál (WWF International 2010), azaz a meder és az ártér közötti kapcsolatok (konnektivitás) visszaállíthatósága is eltérő mértékű az egyes ártérszakaszokon, a vizsgált hidromorfológiai és tájökológiai paraméterektől függ.

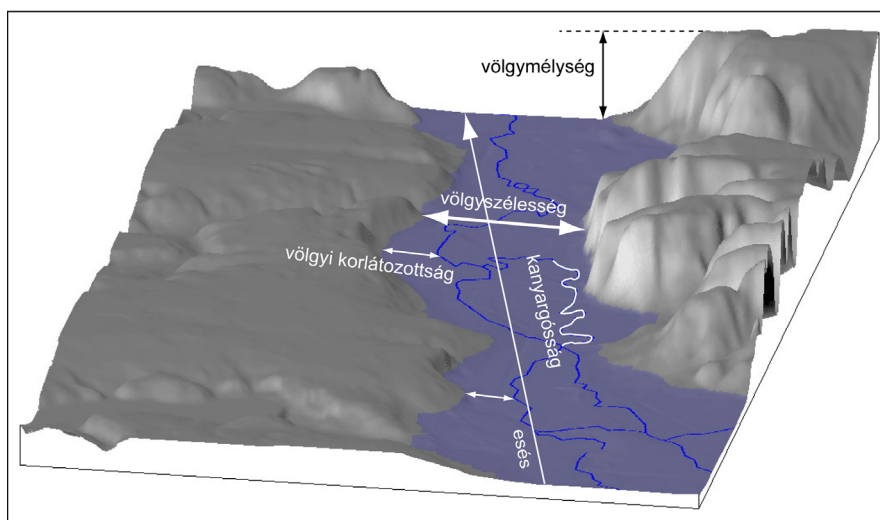
4. Vizsgálati módszerek

A geomorfológiai és a tájökológiai viszonyok minél teljesebb és pontosabb jellemzéséhez az egymást kiegészítő kutatási módszerek minél szélesebb körét kell igénybe venni.

1. A Kapos szabályozás előtti árterének pontos elhatárolását *manuálisan* (de térinformatikai feldolgozásban) a katonai felmérések térképei, egyéb archív források, valamint topográfiai térképek alapján végzett meder- és ártérrekonstrukcióval lehet megkísérelni. Távérzékeléses anyagokon (űr- és légifelvételeken) a földhasználatból, a vizes élőhelyek növényzetéből, a talaj nedvességi állapotából, ill. a belvizes foltok kiterjedéséből lehet következtetéseket levonni. Ezekkel párhuzamosan *automatikus eljárásokkal* határozta meg a mentesített ártér határvonalát. Az alkalmazott *hidrológiai-térinformatikai modellek* a következők: az amerikai HEC-RAS modellben az ártéri keresztmetszvények elemzése, különböző DEM derivátumok (lejtéskülönbség, görbültség, komplex domborzati index), a legújabb pedig az ausztrál, „lapos völgyfenék többféle felbontásban” történő azonosítására szolgáló index (multiresolution valley bottom flatness, MRVBF), amely a legpontosabb ártérmeghatározást teszi lehetővé.

2. Az ártér szakaszokra bontását és a szakaszok jellemzését többféle módszerrel is megkísértem. Nanson és Croke (1992) megközelítésén kívül a szintén ausztrál „*folyóstílusok*” rendszerezését (Brierly & Fryirs, 1997, 2005) is alkalmaztam. A gyakorlati, rehabilitációs célra kifejlesztett, kevésbé kvantitatív folyó- és ártérosztályozást mennyiségi paraméterekkel kellett kiegészíteni, ezért az árterek *hossz-szelvényének* elemzésére új *mutatót* javasoltunk, az *LPI indexet* (Lóczy et al. 2011). A diagnosztikus paraméterek három leglényegesebb csoportja az ártérszakaszok elhatárolásához (2. ábra):

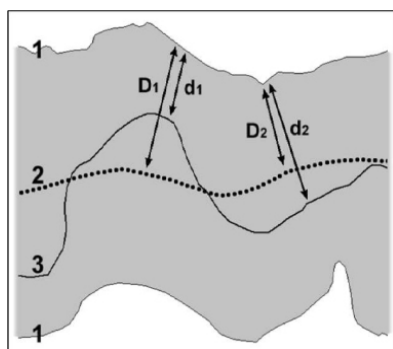
- magának az ártérnek a szélessége (a szűkületek és tágulatok mintázata) és lejtése;
- az árterek természetes viszonyok között kialakító medrek paraméterei (esés, futásfejllettség, más néven kanyargósság);
- valamint a folyó völgyének, ill. a meder (medrek) és a völgy kapcsolatának alapvető paraméterei (völgymélység és völgyi korlátozottság).



2. ábra Az LPI indexhez felhasznált morfológiai paraméterek

Ezáltal láttuk biztosítottak azt, hogy az árteret összefüggéseiben, („lefelé”, a mederhez fűződő, ill. „felfelé”, a völgy, esetenként az egész vízgyűjtő felé mutató) hierarchikus kapcsolataiban vizsgáljuk (Frissell et al. 1986).

Az LPI indexben kiemelkedő szerepet kap a folyómeder *völgyi korlátozottsága* és *kanyargóssága* (futásfejlettsége). Meghatározásukhoz a rekonstruált régi medreket az Idrisi Distance moduljával dolgoztuk fel. A völgyi korlátozottság a meder „kilengésének” mértékét fejezi ki az ártér pereméhez, azaz a völgyoldalakhoz képest. Mértékét még jelenlegi medrek esetében sem könnyű megállapítani, különösen nehéz egykori, elhagyott és feltöltődött medrekre. E célból kiszámítottuk a d_i/D_i hányadost (Lóczy et al. 2011 – 3. ábra).



3. ábra A völgyi korlátozottság meghatározási módszerének bemutatása: mennyire tér el az ártér pereméhez (1) képest a völgy tengelyétől (2) a régi meder (3) (Lóczy, D. et al. 2011). d_1 , d_2 – a meder középvonala és a balparti ártérperem közötti távolság; D_1 , D_2 – a völgy tengelye és a balparti ártérperem közötti távolság

Ha a d_i/D_i hányados értéke 100%-nál kisebb, az azt jelenti, hogy a vizsgált meder az ártér bal parti pereme közelében halad, ha a hányados 100%-nál kisebb, a jobb oldali peremet közelíti meg jobban. Ha a mederszakaszokat kellőképpen rövidnek választjuk meg, akkor a meder „kilengéséről” és egyben kanyargósságáról is elég részletes képet kapunk. Az Idrisi programban a Kapos mentén az 10 m hosszú mederszakaszokat vettünk fel, ami azonban túlzott részletességhez vezetett. Az osztályozás céljára alkalmasabb görbe generálása érdekében simítást (100 m hosszú szakaszokon a maximális kitérési értékek kiválasztását) kellett alkalmaznunk. A következő képletet kaptuk:

$$LPI = \max \left[\left(\frac{d_{i+1}}{D_{i+1}} \right) - \left(\frac{d_i}{D_i} \right) \right]_{i=1}^{i=n} (\Delta 100),$$

ahol LPI = hossz-szelvény index (simított medereltérés a völgy tengelyétől, ill. az ártér középvonalától);

d_i = a rekonstruált egykori meder és a középvonal megfelelő pontja közötti távolság;

D_i = a középvonal és az ártér egyik pereme közötti távolság.

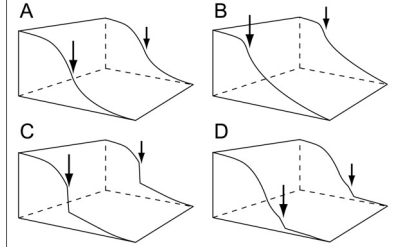
A fenti jellemző paraméterek együttes alkalmazásával a folyó árteréről szinte háromdimenziós képet kaphatunk, ezek alapján tipizálhatjuk az ártér egyes szakaszait.

3. A peremi lejtőprofilok elemzése segítségével az árteret határoló dombblejtők alakjából ki lehet következtetni, milyen régen és milyen mértékben mosta alá a lejtőt a folyómeder, tehát

milyen volt a völgyi korlátozottság közvetlenül a folyószabályozás előtt. Négy viszonyítási lejtőprofil állapítottam meg (1. táblázat).

1. táblázat A lejtőlábak alámosásának ideje és mértéke a lejtőprofilok tükrében

típus	maximális lejtőszög (°)	az alámosás	
		ideje	mértéke
A (konvex-konkáv)	35	korábbi	igen gyenge
B (konkáv)	40	korábbi	erős
C (meredek fal)	90	friss	nagyon erős
D (erodált lejtőláb)	30	friss	gyenge



4. Az ártérszűkületi/-tágulati szögek statisztikai elemzésével igyekeztem bizonyítani a Síkhegyi Ferenc (2008) által kidolgozott jobbos eltolódásos, rotációs szerkezetalakulási modellt. Ha a szűkületi szögek és az ugyanahhoz a ponthoz tartozó tágulati szögek következetesen eltérnek egymástól, az a domborzat tektonikus meghatározottságát támasztja alá. Ha a szűkületi szögek rendszeresen nagyobbak, mint a tágulati szögek, az arra utal, hogy a völgy mentén a szerkezeti elemek az óramutató járásával ellentétesen elfordultak. (Ez a módszer természetesen nem bizonyító erejű, csak adalék a szerkezetfejlődés modellezéséhez.)

5. Az értekezés tájökölógiai értékelő módszerei az ártér tájszerkezetére, annak egyedi elemeire, összekapcsoltságukra, az ártér előntés-veszélyeztetettségére és helyreállíthatósági lehetőségeire (rehabilitációs potenciáljára) vonatkoztak. Az egyedi tájelemeket minőségük, elhelyezkedésük és alakjuk szerint minősítettem. A tájfoltok lehetséges összekapcsoltságának két fő mutatója az α - és a γ -index (Forman & Godron, M. 1986), amelyeket még viszonylag kevés helyen próbáltak ki. Az α -index viszonylag pontosan tájékoztat arról, milyen mértékben rendeződnek önmagukba visszatérő körpályákba a kapcsolatok, milyen sűrűn alkotnak csomópontokat (a természetközeli élőhelyfoltokon). Képlete: $\alpha = \frac{L - V + 1}{2V - 5}$, ahol L = az

összeköttetések; V = a csomópontok száma. A százalékos γ -index képlete: $\gamma = \frac{L}{3(V - 2)} \cdot 100$

Egy 50% feletti érték már jó összekapcsoltságra utal, a lehetséges pályák több mint fele „járható”. Mindkét index szempontjából összehasonlítottam a Kapos-ártér öt jellegzetes szakaszának egy-egy mintaterületét (2. táblázat).

6. A gradiens elmélet és módszer lényege, hogy a táj hasonló jellegű, de nem teljesen azonos felszínborítottsági/földhasználati osztályba eső ökotípjai (foltjai) sorozatba rendeződhetnek és lépőkövekként (stepping stones) működhetnek, tehát összekapcsoltságot biztosíthatnak.

2. táblázat Az α - és a γ -index értékei a Kapos-ártér különböző szakaszain

szakasz sorszám	folyó- kilométer	település	csomópontok száma (V)	kapcsolatok száma (L)	α -index	γ -index (%)
I	107–100	Kaposfő	68	110	0,328	55,55
II	97–92	Kaposújlak	59	71	0,106	41,52
III	74–68	Kaposhomok	49	62	0,136	43,97
IV	52–38	Kurd	177	250	0,212	47,62
V	30–24	Szakály	171	183	0,039	36,09

7. *Kritikus* tájszerkezeti öveknek a brit szakirodalom (Burt & Haycock 1996) szerint elsősorban a dombság lejtőlábi sávja számít az ártér szegélyén, ill. a második leghatékonyabb a folyóparti sáv (riparian zone). A 100 m szélességűnek megválasztott sávok *folytonosságát* abból becsültem meg, hogy mekkora bennük a természetközeli növényzetfoltok területi aránya (3. táblázat). Ehhez azonban a CORINE felszínborítottsági adatbázisnál részletesebb földhasználati térképet kellett készíteni (ld. az értekezés mellékletében).

8. Az ötfokozatú *előntés-érzékenységi értékelés* alapja belvízborítás gyakorisága, a talajok vízgazdálkodása és a vizsgált felszín domborzati helyzete volt. A nemzetközi osztályozásokat a Kapos árterén kijelölt referencia-területek segítségével egységes rendszerbe foglaltam.

9. A Kapos árterének *helyreállítása* ugyan jelenleg nincs napirenden, de a jövőben szükségessé válhat. A tervezés megalapozásához részletesen minősíteni kell a helyreállíthatósági potenciált. A helyreállítási alternatívák három csoportba sorolhatók (Smith, M.P. et al. 2008): beavatkozás nélküli („no action”), passzív vagy aktív helyreállítás. A rehabilitációs *potenciál* megállapításának módja a passzív és – kiegészítéseképpen – a helyi aktív („kemény” vagy „lágy” mérnöki) beavatkozási alternatívák ártérszakaszonkénti mérlegelése, amelyek hatására a folyómeder és tágabb környezete minél hamarabb elérheti a megkívánt környezeti állapotot.

10. Szintén az ártér hasznosításának témakörébe tartozik, hogy a *földminősítési módszerek* keretében az ártér öblözeti szakaszain vizsgáltam az általános *termőképességet*, ill. egyes *növények termesztésére* való területi *alkalmasságot*. Lényeges ismervnek tekintettem a vízellátottság küszöbértékeit: a vízigény teljesülését, ill. azt, hogy a növények milyen tartós tavaszi-nyári eleji előntést képesek elviselni súlyos terméseszkökenélkül. Egyes speciális kultúrák (torma, gyógynövények) ökológiai igényeit külön is összevettem az ártér természeti adottságaival (a talajok térbeli mintázatával).

5. Eredmények

1. A digitalizált adatokból készített térinformatikai rekonstrukció szerint a szabályozások előtti tényleges (tehát a jelenlegi mentesített) *ártér legnagyobb kiterjedése* mindössze 104,2

km² lehetett. (Ez a vízgyűjtő 3,3%-a – arányában ugyanannyi, mint a Duna esetében!). Ekkora árterület kb. 1 km átlagos ártérszélességet jelent, ami – mint a legtöbb átlag – félrevezető, hiszen a Kapos árterére különösen jellemző a tágulatok és szűkületek többszöri váltakozása.

Az ausztrál völgyfenék index (MrVBF) nagyon jól közelítette, csak igen kis mértékben becsülte alá az ártér kiterjedését (a térképi rekonstrukcióhoz képest). A többi térinformatikai eljárás a mellékvizek ártereinek becsatlakozásánál nehezen tudta kettéválasztani a két árteret, ezért erősen (negyedével, felével) túlbecsülte a Kapos árterének kiterjedését, még inkább az ártér szélességét (általában másfélszeresen) (3. táblázat). Gyakorlatilag csak egyetlen esetben fodult elő minimális mértékű alulbecslés.

3. táblázat Az automatikus elhatárolási eljárással kapott ártér és az archív térképek interpretációjával rekonstruált ártér méretének összehasonlítása a Kapos Kaposvár és Dombóvár (87–65 folyókm) közötti szakasza mentén (összehasonlításként a Bükkösdi-víz árterének adatai) (Lóczy, D. et al. 2011)

	az alkalmazott elhatárolási eljárás			
Kapos (Kaposvár – Dombóvár szakasz)	gradiens-különbség*	MrVBF*	görbültség*	archív térképek interpretációja
terület (km ²)	171,5 (146,1%)	114,4 (97,4%)	150,8 (128,4%)	117,4
legkisebb szélesség (m)	285 (180,4%)	172 (108,9%)	255 (161,4%)	158
legnagyobb szélesség(m)	1950 (158,0%)	1652 (133,9%)	1770 (143,4%)	1234
Bükkösdi-víz				
terület (km ²)	18,04 (110,0%)	16,3 (99,4%)	16,4 (100%)	16,4
legkisebb szélesség (m)	29,5 (136,6%)	33,4 (154,6%)	34,6 (160,2%)	21,6
legnagyobb szélesség(m)	1671 (119,1%)	1561 (111,3%)	1652 (117,7%)	1403

* Az archív térképek interpretációjával megállapított adatok százalékában

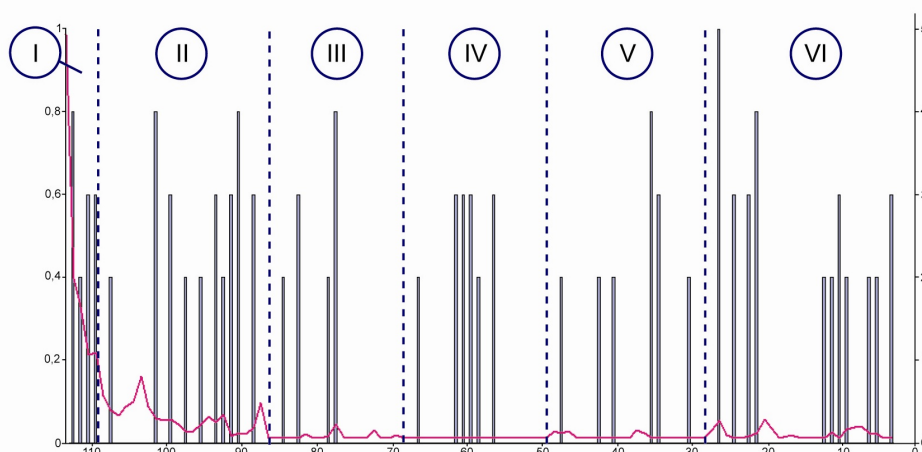
A korabeli Kapos felső szakaszán általánosságban a meanderező, az alsón a szövevényesen elágazó (anastomosisos) mintázat uralkodott. (A folyó egyes szakaszokon jóformán beleveszett a tözezlápokba.) A frissen alámosott ártérperemek felmérése szerint a völgyi korlátozottság korábban a III. és a VI. szakaszon lehetett a legerősebb (a C és D típusú lejtők dominanciája jelzi). (A VI. szakaszon, a jobboldali ártérperemen ez a csuszamlások miatt nem állítható biztosan.)

2. Az ártér **szakaszokra bontása** (az LPI index görbéjének futása, ill. a szakaszokat jellemző statisztikai értékek szerint) után megállapítható, hogy a Kapos ártere – viszonylag kis hossza ellenére – nem oszlik egyszerűen felső, középső és alsó szakaszra (4-5. ábra; 4. táblázat).

Geomorfológiai szempontból a Kapos árterének egyes szakaszait így lehet jellemezni:

I. A legfelső szakaszon valódi ártér nincs (pontosabban szélessége a DEM horizontális hibahatárán belülre esik). Az LPI értékek 0,2 felettiek.

dc_269_11



4. ábra A Kapos-ártér szakaszai az LPI index görbéje alapján a forrástól a torkolatig (Lóczy D.). A vízszintes tengelyen a folyókilométer értékei olvashatók; az oszlopok azt mutatják, hány régi meder keresztezi km-enként a Kapos-csatorna gátjait

4. táblázat A Kapos-ártér szakaszai (Lóczy D.)

<i>a szakasz sorszáma</i>	<i>határai (folyó km)</i>	<i>LPI értéktartomány</i>	<i>az LPI átlagértéke</i>	<i>LPI szórása</i>	<i>LPI helyi maximumainak száma/10 km</i>
I.	112,7–109,2	0,2–1	0,429	0,309	5,7
II.	109,2–86,4	0,015–0,16	0,055	0,035	2,6
III.	86,4–68,7	0,013–0,046	0,017	0,192	2,8
IV.	68,7–49,5	0,012–0,015	0,013	0,0007	0,3
V.	49,5–28,2	0,012–0,031	0,026	0,007	1,4
VI.	28,2–0	0,012–0,058	0,023	0,006	2,1
teljes folyó	0–112,7	0,012 –0,987	0,047	0,108	1,8

II. Fokozatosan szélesedő, eleinte nem folytonos ártér. Az esés és az LPI értéke még viszonylag nagy és meglehetősen állandó (az LPI szórása kicsi). A völgszélesség és a régi medrek kanyargóssága a sok mellékvízfolyás becsatlakozása miatt változó.

III. Az Orci- és a Surján-patak kétoldali befolyása alatti szakaszon az ártér jelentősen kiszélesedik, az LPI lecsökken, de görbéje meredek csúcsokat mutat. A völgyi korlátozottság is tovább mérséklődik, ugyanakkor megnő a relatív relief és eléri első maximumát.

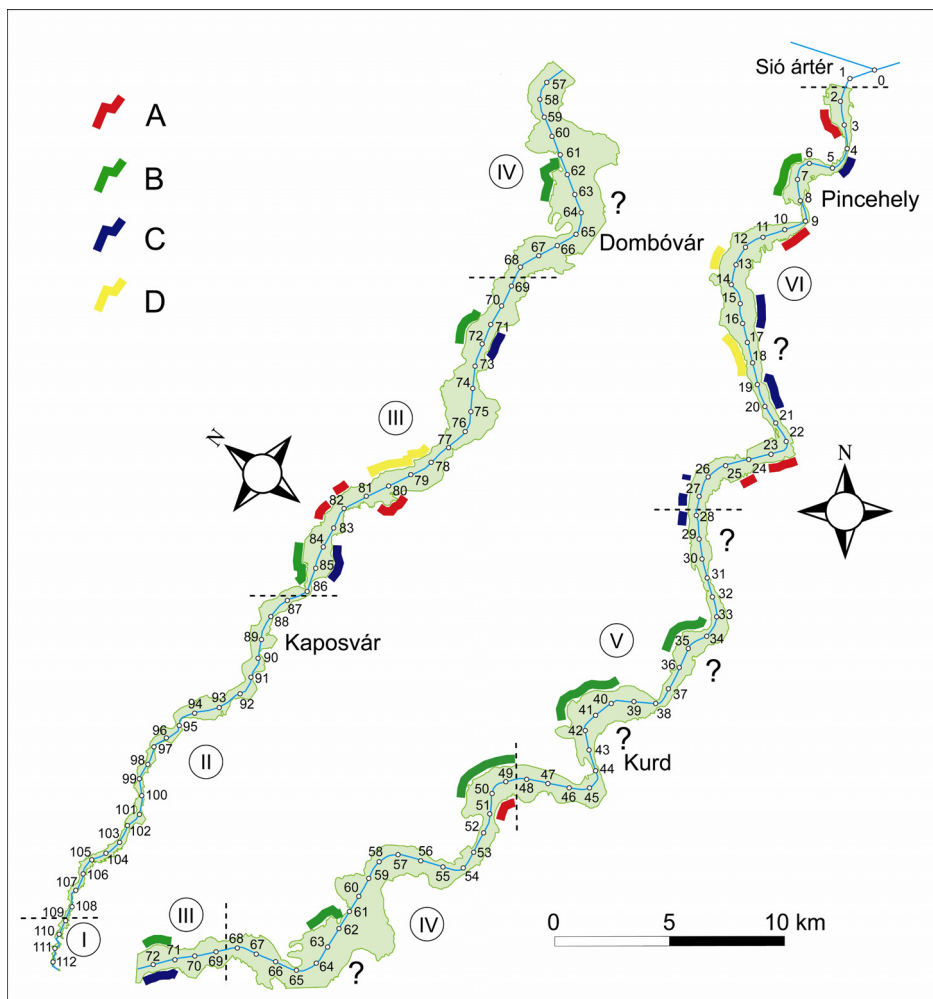
IV. A Baranya-csatorna torkolata alatt az ártér szélessége jelentősen ingadozik, az esés állandó és kis mértékű, a relatív relief is stabilizálódik.

V. A jelenlegi Kapos-csatorna alaprajzi futásából már nem mutatható ki az a változás, amely a Völgség és a Tolnai-hegyhát határán következik be. Az esés kissé megnő, ugyanakkor az ártér kiszélesedik. Az öblözetek és a szűkületek váltakozása még markánsabbá válik. A széles árteret szövevényes (gyakran a lápokba belevesző) mederrendszerek alakították ki. Jelentősebb mellékvizek a Koppány torkolatáig a bal parton sem ömlenek a Kaposba. Az LPI index értékeinek tartománya és szórása nő.

VI. Az utolsó kb. 25 km-en, a valamivel a Koppány torkolata alatt, a Fürgedi-patak befolyásánál kezdődő alsó szakaszon a völgyaszimmetria (relatív relief) és a völgyi korlátozottság tovább fokozódik. Mérséklődő esés mellett a tágulatok-szűkületek váltakoznak, az LPI számos helyi maximumot mutat.

3. A 2010 nyári helyzet távérzékeléses vizsgálata azt mutatta, hogy egy nagyobb **előntés** is inkább csak az ártér alacsonyabb szintjét jelöli ki, az ártéri lapályok, feltöltött morotvák és az ártérperemi, hordalékkúpok elgátolta mélyedések kerülnek víz alá. Az ártér antropogén formái (maguk az árvízvédelmi töltések, a vasút és a burkolt utak töltései, de még a földutak, valamint csatornák depóniái is) erősen befolyásolják a belvízelöntés kiterjedését.

4. A **szűkületi szögekkel** kapcsolatban igazolódni látszik, hogy az ártér a szűkületekben alaprajzban is aszimmetrikus, amit a rotációs szerkezeti mozgás okozhat. A legalsó szakaszon ez a jelenség még markánsabb, de a kevés szűkület miatt statisztikailag nem támasztható alá.



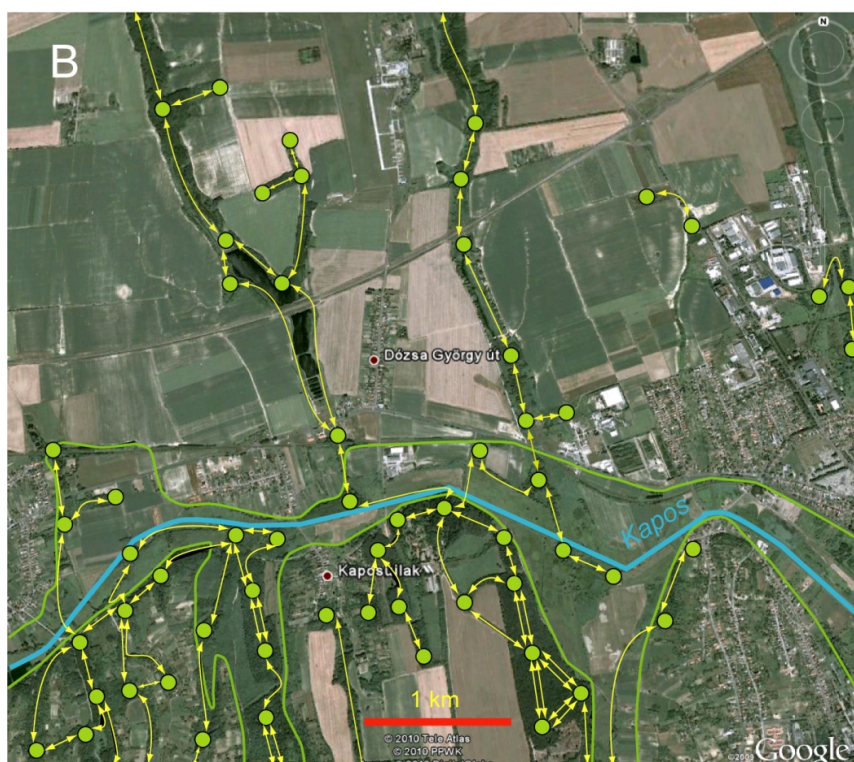
5. ábra A Kapos ártérének szakaszai a folyókilométerek és az ártérperemi lejtőprofil-típusok feltüntetésével (Lóczy D.). Jellemző ártérperemi lejtőprofilok 1 = domború-homorú; 2 = homorú; 3 = meredek; 4 = homorú (egyenes) lejtőláb

5. **Tájszerkezetben** az egyes szakaszok közötti különbségek jelentősek. A mesterséges tájelemek jelentős része alacsony (többnyire negatív) értékeket kapott, tehát a tájrehabilitáció során megszüntetésük javasolható. Az összekapcsoltság csupán az I. szakaszon minősíthető jónak. Különösen a II. és a III. szakaszon hiányosak a folyó menti összeköttetések, amit az

ártér helyreállításának tervezésekor figyelembe kell venni. Különösen a bal parti (külső-somogyi) térhálózat válik egyre ritkábbá a folyón lefelé haladva, ami a völgyaszimmetria közvetett megnyilvánulása.

A módszer kipróbálásából kitűnt, hogy a mutatók inkább csak viszonylag nyílt, ligetes tájakon használhatók. Az összefüggő erdők, ill. az intenzív mezőgazdaság területein nem jellemző ez a „hurkos” tájszerkezet, nehéz csomópontokat és kapcsolatokat meghatározni.

6. Az ártérperemi **kritikus övek folytonossága** szempontjából az ártér szakaszai közül (az I.-n kívül) a IV. és V. számúak is megfelelő állapotúak (5. táblázat). A folyó alsó szakasza mentén az ártérszegély növényzete kevésbé hatékony, a parti sáv 50% feletti erdősültsége viszont elfogadható mértékű védelmet nyújt a mezőgazdasági eredetű vízszennyeződés ellen.



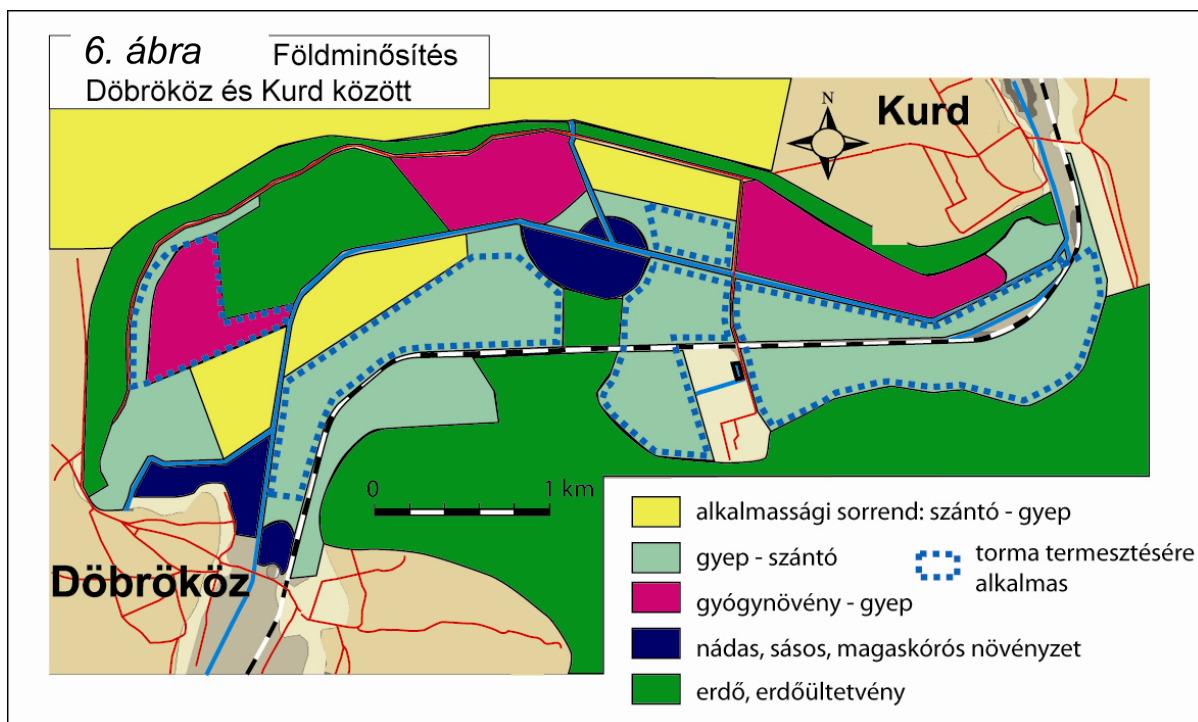
5. ábra Tájszerkezeti térkép az ártér II. szakaszáról (Kaposújlak környéke) (Lóczy D.). A körök csomópontok, a nyilak összeköttetések, a kettős nyilak a szokásosnál szélesebb sávú kapcsolati lehetőségek, a zöld vonal pedig az ártér határát jelöli

5. táblázat A 100 m széles ártérszegély földhasználatának folytonossága a különböző ártérszakaszokon (Lóczy D.)

szakasz sorszama	a folyószakasz hossza (km)	erdős, bokros szegély területe (km ²)		természetközeli növényzetsávok a szegélyszávon	
		bal	jobb	összterülete (km ²)	aránya (%)
III.	17,7	0,88	1,63	2,51	25,35
IV.	19,2	1,19	2,14	3,34	30,38
V.	21,3	1,12	2,07	3,19	30,31
VI.	28,2	1,96	1,52	3,48	27,21

7. A két nagyobb öblözetre elkészített **termőképességi osztályozás** térképe (6. ábra) szerint a szántóföldi művelés számára az ártér löszleomosódással megemelt, humuszos homok talajú peremei és a függőlegesen alig tagolt sík felszínei a legkedvezőbbek. Ezeket a burkolt

közutak vagy a vasúti pálya töltései – az ártér esetleges vízrendezése, rehabilitációja után is – megvédik az elöntéstől. Az élénkebb domborzatú IV–VI. ártéri szakaszon kevésbé javasolható a nagyobb táblák kialakítása és intenzív művelése. Mint az ártereken általában, a Kapos mentén is a gyepgazdálkodás a természetvédelmi szempontból leginkább megfelelő földhasználati forma. Helyenként a kisparcellás, kertszerű művelésben folytatott zöldségtermesztés felel meg a legjobban az adottságoknak, pl. a jól kihasználható öntözési lehetőségeknek.



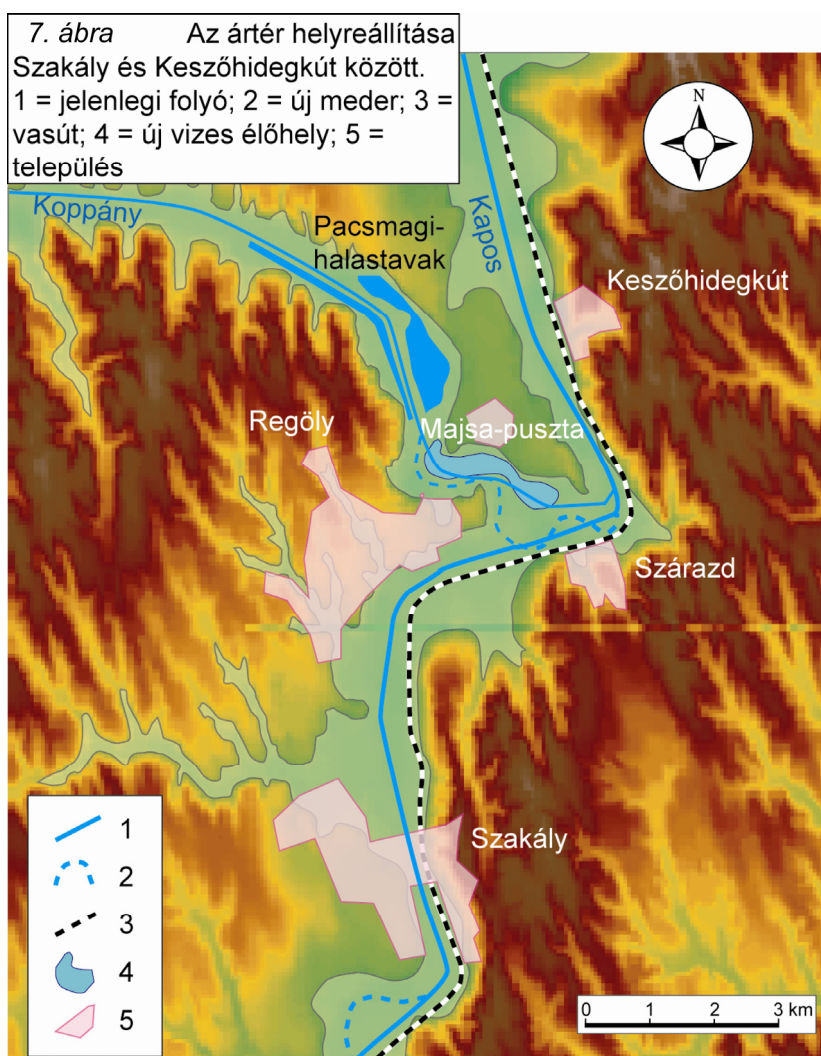
8. A tágas öblözetekben az ártér **helyreállíthatósági potenciálja** viszonylag nagy. A geomorfológiai megfigyelések, tájszerkezeti elemzések és talajvizsgálatok alapján megfogalmazott átalakítási javaslatok (7. ábra) érintik a Kapos vonalvezetését, a gátak és a vasútvonal áthelyezését, a földhasználatot (új kultúrák bevezetését). A meanderező, ill. részben a szövevényesen elágazó mintázat helyreállítása nem csupán a folyómedret tenné természetesebbé, hanem elősegítené az ártéri vízviasszatartást (beszivárgást), valamint teret teremtené a természetvédelmi szempontból fontos új, de a már meglévőkhöz kapcsolható vizes élőhelyeknek is.

A célkitűzésben megfogalmazott kérdésekre tehát az alábbi válaszok adhatók:

1. A szabályozások előtti tényleges (tehát a jelenlegi mentesített) **ártér kiterjedésének** – a lehetőségekhez képest pontos meghatározása az ártérhelyreállítás tervezésének alapadata. Az ártérperemi lejtőprofilok elemzése is segítette a határ megvonását. Az alkalmazott térinformatikai módszerek közül ausztrál völgyfenék index (MrVBF) bizonyult a

legmegfelelőbbnek. Az öblözetekben alámosott homorú lejtők, konvex-konkáv lejtőlábak erős laterális erózió jelei.

2. Az általunk kidolgozott LPI index pontosabb szakaszbeosztást tesz lehetővé, mint Nanson és Croke módszere. Az indexnek nem csupán értéktartománya alkalmas az *ártérszakaszok* megkülönböztetésére, hanem görbéjének általános lefutása (a maximumok gyakorisága), ill. az LPI értékek szórása is. Szembetűnő, hogy az index alapján kijelölt szakaszok nem felelnek meg teljesen annak a tagolásnak, amely a Kapos-csatorna jelenlegi térképi futásából, irányváltozásából, „kanyargósságából” következne.



A kutatás eredményei azt igazolják, hogy az ártér hosszirányú tagolásának árvízvédelmi, földhasznosítási és tájrehabilitációs jelentősége is van.

3. Az értekezésnek nem célja a Kapos-völgy sajátos futását kialakító *neotektonikai* folyamatok megismerése, de az ártérszűkületi és -tágulati szögek elemzése – véleményem szerint – adalékkul szolgál a geológusok vázolt szerkezetfejlődési elméletének bizonyításához.

4. Az *ártér tájszerkezetére* rányomja a bélyegét a folyószabályozás okozta káros fragmentáció. A Kapos-csatorna mentén csak kivételesen, helyenként tudott kialakulni olyan

növényzetsáv, amely hatékony tompító öv, ill. ökológiai folyosó szerepet tudna betölteni. Az öblözetekben végzett talajtérképezés feltárta, hogy a talajok eloszlásának jobban megfelelő földhasználat kialakítása és élőhelyrekonstrukció kompaktabb alakú foltszerkezetet, valamint sűrűbb ökológiai hálózatot eredményezhetne.

5. Az ártér *tágabb környezetének tájszerkezetére* vonatkozó, az α - és a γ -index kiszámítása, valamint az ártérszegélyi kritikus sávok folytonosságával kapcsolatos vizsgálatok szakaszonként különböző eredményekkel jártak. A táji gradiensek továbbfejlesztésével az összekapcsoltság elsősorban a II. és a III. szakaszon javítható.

6. A tájszerkezet hiányosságai gátolják az ártér árvízvédelmi (vízviisszatartási), élőhelyi (vándorlási útvonal) és egyéb *funkciók* betöltését. Az időszakosan ismétlődő elöntések ugyan vizes élőhelyeket hoznak létre, de ezek az intenzív mezőgazdasági hasznosítású tájban rendszerint elszigeteltek maradnak. Pozitív élőhelyi hatásukat a gyenge konnektivitás miatt csak korlátozottan tudják kifejteni.

7. Az ártér *mezőgazdasági hasznosításában* lényeges kritérium, hogy a termesztett növények milyen tartós elöntést képesek elviselni. Az árvizek kiszámíthatatlansága miatt a szántóföldi művelést az ártérszegélyi löszös és a magasabb fekvésű, a folyómedertől távolabb eső térszínekre kell korlátozni. A IV-VI. szakasz morotváinak és az ártéri lapályainak területén a természetvédelemnek kell prioritást kapnia.

8. A geomorfológiai (öblözetek/ szűkületek, völgy- és ártéraszimmetria, összetett medrek) és a tájszerkezeti vizsgálatokkal feltárt sajátosságokat figyelembe kell venni a *helyreállítás* megtervezésekor. A Kapos mentén a *helyreállítás* fő *céljai* a következőkben foglalhatók össze:

- Az 1999., 2005. és 2010. évi események az *árvizek elleni védekezés* fontosságára hívják fel a figyelmet, ami az ártér *vízrendezésével* és *földhasználatával* is szorosan összefügg.

- Az éghajlat fokozatos szárazodásával nem csak az ártér árvíz-levezető, hanem *vízviisszatartó* és természetvédelmi funkciója (vizes élőhelyek fenntartása) is egyre nagyobb hangsúlyt kap. Ebben a tőzeglápok helyén kialakult talajok szerepe kiemelkedő.

- Az ártéri *tájszerkezet*, az ökológiai hálózat fejlesztése összeköttetést teremtené Ny felé a Balaton-Boronkamellék ökológiai folyosó, K felé a Duna ártere, É felé pedig a Koppány völgye irányában, a tompító övek a jelenleg rossz *vízminőséget* is javítanak.

- Az ártéri *gazdálkodás* (mezőgazdálkodás, halastavak, esetleg lápföld kitermelése) összehangolandó a környezet- és természetvédelmi szempontokkal.

Az értekezés témájához kapcsolódó publikációk:*Egyszerzős publikációk:*

- Lóczy, D. 1984. The Role of Assessment in Environmental Management: An Evaluation of the Physical Environment from an Agricultural Viewpoint. In: Pécsi, M. & Compton, P.A. (eds): Environmental Management. British and Hungarian Case Studies. Akadémiai Kiadó, Budapest. 143-153.
- Lóczy, D. 1988. Cultural landscape histories in Hungary: two case studies. In: Birks, H.J.B. et al. (eds): The Cultural Landscape: Past, Present and Future. Cambridge University Press, Cambridge. 165-176.
- Lóczy, D. 1988. Holocene changes of a flood-plain landscape in the Little Hungarian Plain. In: Pécsi, M. & Starkel, L. (eds): Paleogeography of Carpathian Regions. Geogr. Res. Inst. Hung. Acad. Sci. Budapest. 113-124.
- Lóczy, D. 1989. Agroecological microregionalization based on land capability. In: Compton, P.A. & Pécsi, M. (eds): Theory and Practice in British and Hungarian Geography. Akadémiai Kiadó, Budapest. 185-197.
- Lóczy D. 1989. Tájértékelés, földértékelés vagy mezőgazdasági célú környezetminősítés? Földr. Ért. 38. 3-4. 263-282.
- Lóczy D. 1989. Tájökológiai elméletek, módszerek és gyakorlati alkalmazásuk. Földr. Ért. 38. 3-4. 379-394.
- Lóczy, D. 1997. Human impact on rivers in Hungary as reflected in changes of channel planform. In: Bremer, H. & Lóczy, D. (eds): Geomorphology and Changing Environments in Central Europe. Zeitschrift für Geomorphologie Supplement-Band 110. 219-231.
- Lóczy, D. 1998. Man-made landforms in a German agricultural landscape. In: Lóczy, D. (ed.): Trends and Achievements in Physical Geography. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 21. 1. 55-59.
- Lóczy D. 2001. Geomorfológiai, tájökológiai és természetvédelmi megfigyelések a Duna-ártér Mohács alatti (bédai) szakaszán. – Magyar Földrajzi Konferencia tudományos közleményei, CD. SzTE Természetföldrajzi Tanszék, Szeged. 7 p.
- Lóczy D. 2001. A vízellátottság mint tájtulajdonság minősítése különböző földértékelési rendszerekben. Földr. Ért. 49.3-4. 215-234.
- Lóczy D. 2002. Tájértékelés, földértékelés. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs. 307 p.
- Lóczy D. 2003. Lehetőségek az élősvények tájökológiai értékelésére. Tájökológiai Lapok, Gödöllő. 1.1. 33–43.
- Lóczy D. 2004. Földművelési szempontú tájértékelés Beremend környékén. In: Dövényi Z. & Schweitzer F. (szerk.): Táj és környezet. Tiszteletkötet a 75 éves Marosi Sándornak. MTA FKI, Budapest. 255-268.
- Lóczy D. 2005. Folyóvízi felszínformálás. In: Lóczy D. & Veress M. Geomorfológia I. Földfelszíni folyamatok és formák. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs. 17-130.
- Lóczy D. 2007. Földrajzi információs rendszerek felhasználása a tájértékelésben. In: Nagyvárad L. & Varga G. (szerk.): Térinformatika és alkalmazása. PTE, Pécs. 45-61.
- Lóczy, D. 2007. The changing geomorphology of Danubian floodplains in Hungary. Hrvatski Geografski Glasnik, Zagreb, 69.2. 5-20.
- Lóczy, D. 2008. Fluvial landscape pattern in an agricultural Danubian floodplain. In: Kertész, Á. & Kovács, Z. (eds): Dimensions and trends in Hungarian geography : dedicated to the 31st International Geographical Congress, Tunis, 12-15 August 2008. Geographical Research Institute, Hungarian Academy of Sciences, Budapest. 101-109. (Studies in geography in Hungary 33.)

- Lóczy D. 2010a. Az árterek tájökológiai jelentősége. In: Kertész Á. (szerk.): Tájökológiai kutatások 2010. IV. Magyar Tájökológiai Konferencia, Kerekegyháza, 2010. május 13-15. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest. 147-154.
- Lóczy, D. 2010b. Flood hazard in Hungary: a re-assessment. Central European Journal of Geosciences 2.4. 537-547. <http://www.springerlink.com/index/V278623108647T07.pdf>
- Lóczy D. 2010c. A Kapos-völgy lehetséges elmocsarasodása. In: Lóki J. (szerk.): Interdiszciplinaritás a természet- és társadalomtudományokban. Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszéke, Debrecen. 203-208.

Társszerzős publikációk:

- Lóczy D. & Tózsá I. 1982. Mezőgazdasági célú környezetminősítés automatizált módszerrel. Földr. Ért. 31.4. 409-425.
- Góczán, L., Lóczy, D., Molnár, K. & Tózsá I. 1983. Application of remote sensing in monitoring and predicting changes in land use and ecological conditions (A távérzékelés felhasználása a földhasznosítás és az ökológiai állapot változásainak regisztrálásában ill. előrejelzésében) - Földr. Közl. 31. (107.) 3-4. 295-308.
- Góczán, L., Lóczy, D., Molnár, K. & Tózsá, I. 1984. Ecological Applications of LANDSAT Image Processing. In: Geographical Essays in Hungary. Geogr. Res. Inst. Hung. Acad. Sci. Budapest. 1984. 303-308.
- Góczán L., Lóczy D. & Pécsi M. 1984. A természeti környezet tényezőinek relatív értékelése. MTA FKI, Budapest. 1984. 7-10 és 19-20. + 1 térkép
- Lóczy, D. & Tózsá, I. 1984. An Automated Assessment of Environmental Qualities. Assessing Crop Cultivation. In: Pécsi, M. & Enyedi, Gy. (eds): Geographical Essays in Hungary. Geogr. Res. Inst. Hung. Acad. Sci. Budapest. 309-318.
- Kis, É. & Lóczy, D. 1985. Geomorphological mapping in an alluvial plain and the assessment of environmental quality. In: Pécsi, M. (ed.): Environmental and Dynamic Geomorphology. Case Studies in Hungary. Akadémiai Kiadó, Budapest. 181-192.
- Góczán L., Lóczy D., Molnár K. & Tózsá I. A távérzékelés alkalmazása a természeti környezet értékelésében és a területhasznosításban Komárom megye területén. - Földr. Közl. 33. (109.) 1985. 1. 1-19. + színes térképmelléklet
- Kis É. & Lóczy D. 1985. Geomorfológiai térképezés környezetminősítési céllal. Földr. Ért. 34.4. 475-482.
- Balogh, J. & Lóczy, D. 1987. Ártéri formák és hasznosításuk távérzékeléses vizsgálata a Szigetköz egy jellemző szelvényében. In: Távérzékeléses alkalmazások. Békéscsaba. 170-177.
- Balogh, J. & Lóczy, D. 1988. Mapping ecological units on a Danubian flood-plain. In: Pécsi, M. (ed.): Geomorphological and Geoecological Essays. Geogr. Res. Inst. Hung. Acad. Sci., Budapest. 73-85.
- Lóczy, D. (ed.) 1988. Land Evaluation Studies in Hungary. Akadémiai Kiadó, Budapest. 95 p.
- Balogh J. & Lóczy D. 1990. Ökofaciesek térképezése dunai ártéren. Földr. Ért. 39.1-4. 71-80.
- Lóczy, D. & Balogh, J. 1990. Geo-ecological mapping in Hungary from satellite imagery. Zeitschrift für Geomorphologie. Supplement-Band 80. 7-16.
- Lóczy, D. & Szalai, L. 1993. GIS application for land capability survey in Hungary. Geografski zbornik, Ljubljana. 23. 53-64.
- Lóczy, D. & Balogh, J. 1993. A geological survey of groundwater system and surface pattern on an alluvial fan in the Szigetköz area. Geografski zbornik, Ljubljana. 23. 73-84.
- Lóczy D. & Szalai L. 1994. Agroökológiai körzetesítés földrajzi információs rendszer felhasználásával Bács-Kiskun megyében. In: Timár J. (szerk.): Az "alföldi út" kérdőjelei. MTA RKK Alföldi Tudományos Intézet, Békéscsaba. 1994. 140-148.
- Lóczy D. & Szalai L. 1995. Korszerűsített termőhelyminősítés és agroökológiai körzetesítés földrajzi információs rendszer felhasználásával. Földr. Ért. 44. 1-2. 23-37.

- Lóczy, D. & Juhász, Á. 1996. Hungary. In: Embleton, C. & Embleton-Hamann, C. (eds): *Geomorphological hazards of Europe*. Elsevier, Amsterdam. 243-262.
- Lóczy D., Csighy T., Huszár T. & Mészáros E. 1999. Tájökológiai szempontok a termőföld-privatizáció hatásainak megítéléséhez. *Földrajzi Értesítő* 48.1-2. 173-187.
- Lóczy, D. & Szalai, L. 1999. Land evaluation and agricultural zoning in Baranya county. In: Pap, N., Szász, I. & Tóth, J. (eds): *Geographic Issues of the Development of a Rising Region*. Janus Pannonius University Faculty of Sciences Institute of Geography and The Regional Committee of the Hungarian Academy of Sciences, Pécs. 61-71.
- Lóczy, D. & Samay, L. 2000. A termőföld privatizációja tájökológiai szempontból egy tolnai község példáján. In: Lovász GY. & Szabó G. (szerk.): *Területfejlesztés - regionális kutatások*. Tiszteletkötet Tóth József Professzor Úr 60. születésnapjára. PTE Földrajzi Intézet, Pécs. 131-137.
- Lóczy D. & Kopári L. 2001. A természetvédelem lehetőségei mezőgazdasági tájmozaikban. Tájmérési módszerek bemutatása Baranya megyei példán. In: Fodor I., Tóth J. & Wilhelm Z. (szerk.): *Ember és környezet – elmélet, gyakorlat*. Tiszteletkötet Lehmann Antal Professzor Úr 65. születésnapjára. PTE TTK Földrajzi Intézet – Duna–Dráva Nemzeti Park, Pécs. 163-174.
- Csorba, P., Lóczy, D. & Mezősi, G. 2004. Recent Landscape Research in Hungary. *BELGEO, Special Issue* 289-300.
- Lóczy D. & Gyenizse P. 2008. Folyóvízi formarendszerek megőrződése a Duna mentett árterén a Mohácsi-szigeten. In: Csima P. & Dublinszki-Boda B. (szerk.): *Tájökológiai kutatások*. Budapesti Corvinus Egyetem, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest. 49-56.
- Lóczy D. & Kiss T. 2009. Ártérfejlődés és holtágfeltöltődés sebességének vizsgálata. In: Kiss T. & Mezősi G. (szerk.): *Recens geomorfológiai folyamatok sebessége Magyarországon*. Szegedi Egyetemi Kiadó – Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó, Szeged. 43-54. (Földrajzi Tanulmányok 2)
- Lóczy, D., Kis, É. & Schweitzer, F. 2009. Local flood hazards assessed from channel morphometry along the Tisza River in Hungary. *Geomorphology* 113. Special Issue: Latrubesse, E., Chen, Zh. & Stevaux, J.C. (eds): *Short and Long-Term Processes, Landforms and Responses in Large Rivers*. 200-209.
- Lóczy, D. & Gyenizse, P. 2011. Fluvial micromorphology influenced by tillage on a Danubian floodplain in Hungary. *Zeitschrift für Geomorphologie* 55. 67–76.
doi: 10.1127/0372-8854/2011/0055S1-0038.
- Lóczy, D., Pirkhoffer, E. & Gyenizse, P. 2011. Geomorphometric floodplain classification in a hill region of Hungary. *Geomorphology*. doi: 10.1016/j.geomorph.2011.06.040
- Lóczy, D. & Sütő, L. 2011. Human activity and geomorphology. In: Gregory, K.J. & Goudie, A.S. (eds): *The SAGE Handbook of Geomorphology*. SAGE Publishers, London. 260-278.