

Ökológiai célállapot meghatározása a szigetközi Duna-szakasz helyreállításához

Guti Gábor, Potyó Imre, Gaebale Tibor, Weiperth András
MTA Magyar Dunakutató Állomás, 2131. Göd, Jávorka u. 14

Kivonat: A Duna szigetközi szakasza (1850-1794 f.km) a VKI tipológiája szerint erősen módosított víztest, ugyanakkor a kiterjedt hullámtéri mellékágrendszer élőhelyi és biológiai változatossága európai viszonylatban is kiemelkedő. A bősi vízlépcső üzembehelyezése óta a vízrendszer ökológiai állapotának kedvezőtlen irányú változása figyelhető meg, a kárenyhítő intézkedések csak részleges javulást eredményeztek. A folyószakasz helyreállításának kérdése hosszú ideje a társadalmi érdeklődés előterében áll. A vízrendszer átfogó rehabilitációjára számos műszaki elképzelést dolgoztak ki az elmúlt másfél évtizedben, amelyek megvalósíthatóságának értékelésére egy stratégiai környezeti vizsgálat készül a VKI szempontrendszerét is mérlegelve. A szigetközi Duna-szakasz rehabilitációjának általános célkitűzése a tájban végbemenő komplex hatásmechanizmusok és az élőhelyek működését szabályozó folyamatok helyreállítása, különös tekintettel az eredeti természeti viszonyokra, az irreverzibilis változásokra, valamint a különböző társadalmi elvárásokra. Az eredeti természeti állapot leírása a 18. századig visszanyúló történelmi elemzések alapján történt. A rehabilitációval elérendő ökológiai célállapot meghatározása a következő okozati összefüggést követte: 1) hidro-morfológiai dinamika, 2) tájszerkezet, élőhelyi mintázatok 3) biodiverzitás, ökológiai funkciók. Az elérendő ökológiai célállapot kvalitatív és kvantitatív leírására épül a rehabilitációs tervek értékelésének kritériumrendszere.

Kulcsszavak: ökológiai hatástanulmány, Víz Keretirányelv, történelmi élőhely-elemzés, referencia állapot, restaurációs ökológia.

Bevezetés

A bősi vízlépcső építése és üzembehelyezése óta a szigetközi Duna-szakasz (1850-1794 f.km) ökológiai állapotának kedvezőtlen változása figyelhető meg (Guti 1993, 1998). A károkat enyhítő műszaki beavatkozások csak részleges javulást eredményeztek, ezért a kiterjedt vízrendszer helyreállításának kérdése hosszú ideje a társadalmi érdeklődés előterében áll. Az 1990-es évektől ugyanakkor számos koncepciót fogalmaztak meg a folyami ökoszisztémák működésének értelmezésére (Thorp és társai 2006), amelyek hasznos háttérrel biztosítanak a szigetközi Duna-szakasz rehabilitálásához. Különösen fontos az a felismerés, hogy a folyami ökoszisztémák változását döntően külső tényezők befolyásolják. Ennek értelmében a biológiai sokféleség megőrzésében elsősorban a természetes élőhelyi mintázatok alakító folyamatok helyreállítása lehet célravezető (Schiemer és társai 2007).

Az elmúlt másfél évtizedben több alternatív műszaki tervet (duzzasztók építése a főágban, meanderező főág kialakítása a hullámtéren, mederszűkítés a főágban, mederszélesítés és feltöltés a főágban, stb.) dolgoztak ki a szigetközi Duna-szakasz és a kapcsolódó hullámtéri ágrendszerek helyreállítására. A rehabilitációs elképzelések megvalósíthatóságát egy stratégiai környezeti vizsgálat értékelte a közelmúltban. Ennek keretében került meghatározására az elérendő ökológiai célállapot, tekintettel a folyami ökoszisztéma működőképességének hosszú idejű fenntartására. Dolgozatunk a Szigetközben elérendő ökológiai célállapot feltételrendszerét, és annak összefüggéseit ismerteti.

A célállapot meghatározásának módszerei

A folyóvízi rendszerek restaurációjakor az elérendő ökológiai célállapot meghatározását az antropogén terheléssel nem, vagy alig érintett természetes ökoszisztémák elemzésére kell alapozni (Kern 1992, Henry és Amoros 1995). A referencia viszonyok meghatározhatóak történelmi élőhely-elemzéssel, érintetlen helyszínek összehasonlító vizsgálatával, valamint a hidrológiai folyamatok, és a folyami táj élőhelyi mintázatai közötti összefüggések általános értelmezésével.

A Szigetközben elérendő ökológiai célállapot meghatározásakor a terhelésektől mentes folyóvízi rendszer hidromorfológiai és élőhelyi leírásából indultunk ki. Napjainkban már korlátozott a hasonló, de érintetlen folyami ökoszisztémák közvetlen tanulmányozásának lehetősége, ezért elsősorban a történelmi élőhely-elemzések (Hohensiner és társai 2005) nyújthatnak hasznosítható ismereteket. A történelmi elemzések a folyószabályozásokat megelőző koroktól a napjainkig terjedő időszak digitalizált archív katonai térképeinek (Arcanum 2006, 2007), valamint szkennelt és vektorizált vízügyi térképek térinformatikai feldolgozásával történtek. A részletes elemzés a következő korok térképeire terjedt ki: 1782-84, 1834, 1882-87, 1901, 1925, 1970

(Schwarz 2009). A vizes élőhelyek jelenlegi eloszlásának térképezését 2008-ban készült színes infravörös légi fotók (VITUKI 2008) és közvetlen tereptapasztalatok segítették. Az élőhelyek területi kiterjedését ArcView program alkalmazásával számítottuk.

A vizes élőhelyek tipizálása a síkvidéki folyók funkcionális egységeinek rendszerére (Amoros és társai 1987) épült kisebb módosításokkal. Hat jellemző élőhely típust különböztettünk meg (1. táblázat)

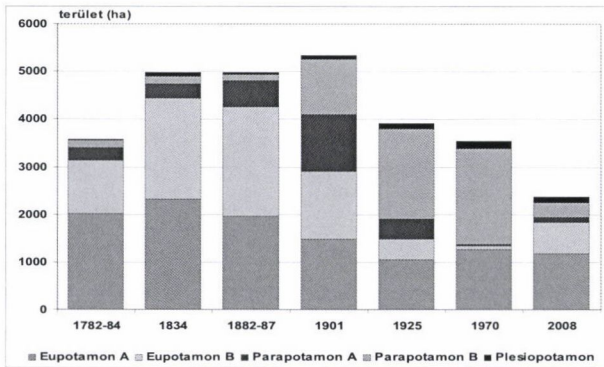
Az elérendő ökológiai célállapot meghatározására Schiemer és társai (2007) által javasolt ok-okozati összefüggést követjük, azaz a vízjárás és a vízhozam meghatározza a folyó-árter rendszer hidrológiáját és hidro-morfológiáját. Ez eredményezi a tájszerkezet és az élőhelyi mintázatok dinamizmusát, ami végül meghatározza a területre jellemző biológiai sokféleséget és ökológiai funkciókat, illetve az ökológiai integritást.

1. táblázat. A szigetközi Duna-szakasz jellemző akvatikus élőhely típusainak meghatározása

Élőhely típus	Definíció
<i>Eupotamon A</i>	Főág
<i>Eupotamon B</i>	Állandóan átfolyó mellékág
<i>Parapotamon A</i>	Dinamikus mellékág állandó alvízi kapcsolattal, kiágazását kavicsos-homokos üledék zárja el
<i>Parapotamon B</i>	Kevésbé dinamikus mellékág állandó alvízi kapcsolattal, kiágazását fás növényzettel fedett üledék zárja el
<i>Plesiopotamon</i>	Elzáródott holtág a főág közelében, gyakori közvetlen kapcsolattal
<i>Paleopotamon</i>	Teljesen elzáródott holtág (meanderező szektorban) ritkán előforduló közvetlen felszíni kapcsolattal

A történelmi élőhely-elemzés eredményei

A Duna szigetközi szakaszán Rajka és Szap között a Felső-Duna felől érkező nagy mennyiségű hordalék lerakódása, zátonyok képződése, valamint többszörösen szétágazó medrek és szigetek kialakulása volt jellemző, a viszonylag nagy, 30-35 cm km⁻¹ mederesés (Tóry 1952) ellenére. A nagyobb árhullámok levonulása, a fokozott erózió és hordalékmozgás, valamint a szárazulatok felszínének gyors reorganizálódása rendszeresen megszakította az élőhelyek kolonizációját és ökológiai szukcesszióját. A történelmi élőhely-elemzések alapján megállapítható, hogy a szigetközi vízrendszer többszörösen szétágazó szektorában (a kislalföldi hordalékkúp gerince, a mai hullámtér területe) az eupotamon-A és -B típusú ágak dominanciája volt a meghatározó az átfogó szabályozásokat megelőző időszakban (1. ábra). Az archív térképek elemzése igazolta, hogy a 19. században 39-46 % volt az eupotamon-A, 42-46 % az eupotamon-B, 6-11 % a parapotamon-A, 3 % a parapotamon-B és 1-2 % a plesiopotamon típusú élőhelyek aránya. A paleopotamon típusú holtágak előfordulása a vízrendszer meanderező szektorában (a kislalföldi hordalékkúp palástja, a mai mentett oldal) volt jellemző.



1. ábra. A szigetközi Duna-szakaszt jellemző akvatikus élőhelyek területi kiterjedésének történelmi változása

Az 1886. és 1896. között végrehajtott középvízi szabályozás keretében, a hajózási akadályok mérséklésére alakították ki a 300-380 m széles, csatornaszerű földmedret, amelynek partvonalát a középvíz magasságáig érő kőburkolattal stabilizálták (Károlyi 1973). A beavatkozás eredményeként csökkent az eupotamon típusú ágak aránya, és jelentősen nőtt a parapotamon-A és -B típusú élőhelyek kiterjedése. Az 1899-től 1940-ig megvalósított kisvízi szabályozás során a mellékágak felső kiágazásainak elzárásával akadályozták meg a kisebb vízhozamok mellékág-rendszerek irányába történő elfolyását (Károlyi 1973), ami a parapotamon-B típusú élőhelyek arányának további növekedését és dominanciáját eredményezte.

1992-től, a bőszi vízlépcső üzemeltetésével a Duna vízhozamának mintegy 80 %-át a vízerőmű 29 km hosszú üzemvíz-csatornájában kerül levezetésre. Az elterelés következtében 2-3 m csökkent a vízállás a felső-szigetközi mellékágakban, ezért szükségessé vált a mellékág-rendszer mesterséges vízpótlása. A hullámtéri vízpótló-rendszer kiépítésekor lezárták mellékág-rendszer torkolatait a főág irányába, és folyamatos vízbetáplálást biztosítanak a főág felső duzzasztott szakaszáról. A kárenyhítő beavatkozás eredményeként a mellékágak többségében állandó vízáramlás alakult ki, ezért lényeges: nőtt az eupotamon-B típusú ágak aránya, a parapotamon-B típusú élőhelyek dominanciáját megszüntetve. A szigetközi hullámtéren jelenleg 50 % az eupotamon-A, 28 % az eupotamon-B, 4 % a parapotamon-A, 13% a parapotamon-B és 5 % a plesiopotamon típusú élőhelyek aránya.

A 19. század végétől megvalósított átfogó vízügyi beavatkozások a vizes élőhelyek területi kvantitatív mutatói mellett az élőhelyek kvalitatív sajátosságait, továbbá az élőhelyek dinamikáját meghatározó hidrológiai és morfológiai folyamatokat is megváltoztatták napjainkra:

A főágban a szabályozások során létrehozott part menti párhuzam- és terelőművek jelentősen átalakították a partvonal morfológiai alakzatait, korlátozva a meder laterális erózióját, vándorlását, a kavicszátanyagok kialakulását. A hordalék-lerakódást és gázlóképződést korlátozó beavatkozások, valamint az osztrák vízlépcsők hordalék-visszatartó hatása miatt kialakult hordalékhiány a főág intenzív beagyazódását indította el, a kis- és középvízi vízállások csökkenő trendjét eredményezve.

A mellékágakban épített keresztgátak fragmentálták a medrek hosszirányú átjárhatóságát a kisvízes időszakokban, és a meder esésének csökkentésével mérsékeltek a vízáramlás sebességét, továbbá a mederanyag szemcseméretét meghatározó csúsztató feszültséget. A vízáramlás és a csúsztató feszültség mérséklődésével intenzívebbé vált a finom üle-

dék (iszap) felhalmozódási folyamata, ami elősegítette a makrofita állományok megtelepedését a mellékágak egyes szakaszain. A bőszi vízlépcső üzemeltetésével számottevő mértékben csökkent a Szigetközbe érkező vízhozam, így a mellékág-rendszerekben megemelt és kismértékben ingadozó vízállások mellett számos helyen, különösen a partok mentén fokozódott a finom üledék felhalmozódása. A kavicsos aljzatot lefedő iszapréteg korlátozza a felszíni víztest és az aquifer közötti vertikális kapcsolatot.

A célállapot meghatározása

A szigetközi Duna-szakasz hidro-morfológiájának és árterének referencia viszonyai vázlatosan leírhatóak az átfogó folyószabályozásokat megelőző időszak néhány térképének elemzésével. A történelmi változások ismerete stabil hátteret biztosít a VKI szerinti biológiai minősítő elemek, továbbá a folyó-ártér ökoszisztéma helyreállítását értékelő szempont-rendszer referenciáinak értelmezéséhez is.

Az elérendő ökológiai célállapot körvonalazásakor hangsúlyozni kell a hidro- és morfodinamikai folyamatok helyreállítását (2. táblázat), különösen a vízállás ingadozása, a vízáramlás tér- és időbeli változatossága, valamint az eróziós és szedimentációs folyamatok vonatkozásában. A vízjárás, illetve az árhullámok fontos szabályzó szerepet játszanak az élőhelyek szukcessziójában és megújulásában, továbbá a növényzet fejlődésében. Az árhullámok megszüntetése az élőhelyek artéri karakterének eltűnését eredményezi. A 2. táblázatban összefoglalt környezeti célkitűzések megfelelnek a VKI-ban (V. függelék) meghatározott hidro-morfológiai minősítő elemek követelményeinek. A felsorolt célkitűzések elérését azonban korlátozhatja a Duna hasznosítása, különösen a bőszi vízlépcső üzemeltetésével összefüggő vízmegosztás és a Felső-Duna belépcsőzésének következményei.

2. táblázat. A szigetközi Duna-szakasz hidrológiai és morfológiai folyamataihoz kapcsolódó célállapot.

Paraméter	Célállapot
Vízjárás és évszakos dinamizmusa	A vízjárás évszakos változása a vízgyűjtő természetes lefolyását tükrözi
Vízállás változása	A vízállás ingadozása egész évben jelentős, a napi ingadozás mérsékelt
Hordalékszállítás	A vízhozam lehetővé teszi a tényleges hordalékszállítás
Meder fejlődése	A morfodinamika lehetővé teszi az élőhelyek szukcesszióját és megújulását, új vízterek és szigetek kialakulását.
Hossz-, oldalirányú és vertikális konnektivitás	Nagymértékű hossz- és oldalirányú konnektivitás, fokozott vertikális konnektivitás

3. táblázat. A szigetközi Duna-szakasz vizes élőhelyeihez rendelhető célállapot.

Vizes élőhelyek	Célállapot
Eupotamon A & B	Állandóan áramló ágak dominanciájának tartós fennmaradása, közel természetes vízjárással, kiterjedt partvonalal és ökoton szerkezettel, kavicsos aljzattal és jó aquifer kapcsolattal. Biodiverzitás megőrzése: rheofil fajok nélkülözhetetlen élőhelye
Parapotamon A & B	Az áramló ágakkal állandó kapcsolatban álló mellékágak tartós fennmaradása, konnektivitásuk javulása, kiterjedt partvonalal és ökoton szerkezettel, kavicsos-homokos aljzattal és jó aquifer kapcsolattal. Biodiverzitás megőrzése: az eupotamon fauna elemeinek időszakos élőhelye (menedék árhullámok idején, telelőhely, ív- és ivadéknévelő hely, táplálkozóhely)
Plesiopotamon	Az áramló ágakkal időszakos kapcsolatban álló holtágak (állandó v. időszakosan kiszáradó) tartós fennmaradása. Fokozott hidromorfológiai folyamatok az élőhely fenntartására a mederből kilépő árhullámok levonulásakor. Biodiverzitás megőrzése: limnofil fajok alapvető élőhelye, jelentős makrofita állományok
Paleopotamon	Teljesen elzáródott holtágak fennmaradása. Biodiverzitás megőrzése: számos limnofil faj nélkülözhetetlen élőhelye, sűrű makrofita állományok

Az elérendő ökológiai célállapot meghatározásakor további fontos kérdés az artéri élőhelyek területi eloszlása és ökológiai funkcióinak érvényesülése, amit döntően a vízjárás évszakosan változó mintázatai alakítanak. Az akvatikus élőhelyek szerkezetére és működésére vonatkozó fontosabb környezeti célkitűzéseket a 3. táblázat összegzi.

A Szigetközben elérendő ökológiai célállapot fontosabb feltételeinek és korlátozó tényezőinek elemzése azt igazolta, hogy a rehabilitáció kidolgozásának keretfeltételeként kell elfogadni az irreverzibilis környezeti változásokat, a folyószabályozás és a területhasználat számos következményét, valamint a társadalom gazdasági és kulturális igényeit, amelyek nem teszik lehetővé az eredeti természeti viszonyok teljes visszaállítását. A környezeti célállapot nem a történelmi tájkép helyreállítására, korábban előfordult fajok visszahonosítására, vagy egy stabil állapot létrehozására vonatkozik, hanem azokra a hidrológiai és morfológiai folyamatokra, amelyek a természetes folyami ökoszisztémák élőhelyi mintázatait alakítva biztosítják a biológiai sokféleség megőrzését.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a KvVM támogatásával készült

Irodalom

- Amoros, C., A. L. Roux, J. L. Reygrobellet, J. P. Bravard, G. Pautou 1987: A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. *Regulated Rivers*, 1:17-36.
- Arcanum 2006: Digitized Maps of the Habsburg Empire. The first Military Survey 1763-1785. Arcanum Adatbázis Kft. (software)



2. ábra. A Bodaki-ágrendszer a Duna szigetközi szakaszán az 1782. és 1784. között készült katonai felmérés térképén

- Arcanum 2006: Digitized Maps of the Habsburg Empire. The Third Military Survey 1869-1887. Arcanum Adatbázis Kft. (software)
- Guti G. 1993: Fisheries ecology of Danube in the Szigetköz floodplain. *Opuscula Zoologica*, Budapest, 26:67-75.
- Guti, G. 1998: Ecological impacts of the Gabcikovo River Barrage System on the fish assemblages in the Szigetköz floodplain in Hungary. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26/5: 2251-2254.
- Henry, C. P., C. Amoros 1995: Restoration ecology of riverine wetlands. I. A scientific base. *Environ. Manag.*, 19: 891-902.
- Hohensinner, S., M. Jungwirth, S. Muhar, H. Habersack 2005: Historical analyses: a foundation for developing and evaluating river-type specific restoration programs. *Int. J. River Basin Management* Vol. 3, 2: 87-96.
- Károlyi Z. 1973: A Duna-völgy vizeinek szabályozása. p. 151-279. In: Ihrig D. (ed.) *A magyar vízszabályozás története*. OVH, Budapest.
- Kern, K. 1992: Restoration of Lowland Rivers – the German Experience. P. 279-297. In Carling, P. & G.E. Petts (Eds) *Lowland Floodplain Rivers – Geomorphological Perspectives*. Wiley & Sons, Chichester.
- Schiemer, F., T. Hein, W. Reckendorfer 2007: Ecohydrology, key-concept for large river restoration. *Ecohydrology & Hydrobiology*: 7: 101-111.
- Schwarz, U. 2009: Historical Landscape Element Analysis for the Szigetköz floodplain in Hungary. *FLUVIUS*, Vienna. pp. 29.
- Thorp, J. H., M. C. Thoms, M. D. Delong 2006: The riverine ecosystem synthesis: biocomplexity in river networks across space and time. *River Res. Applic.* 22: 123-147.
- Tóry K. 1952: A Duna szabályozása. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 454.
- VITUKI 2008: Szigetköz 2008. aug. 11. Színes infra ortofotó. Vituki Bpest



3. ábra. A Bodaki-ágrendszer napjainkban készült légi fotón (a kép jobb felső részén a bösi erőmű üzemvíz-csatornájának részlete látható)

Delineation of environmental objective for rehabilitation of the Szigetköz floodplain of the Danube

Guti, G., Potyó, I., Gaebele, T., Weiperth, A.

Abstract: The Szigetköz section of the Danube (r. km 1850-1794) is a heavily modified water body according to the typology of the WFD, however natural value concerning habitat structure and biodiversity of the extensive river-floodplain ecosystem is outstanding in European relation. Since the operation of the Gabcikovo hydropower station, environmental degradation of the river section has been observable and the mitigation measures resulted in only partial improvement. Restoration problem of the Szigetköz has been in focus of public interest for a long time. Several proposals were developed for the rehabilitation of the fluvial system in the last 15 years and the feasibility of the suggestions is investigated in a new Strategic Environmental Analysis (SEA) with regard to aspects of the WFD. The general environmental aim of the restoration of the Szigetköz floodplain is to remodel the complex landscape dynamics and habitat structure for revitalization of ecological functions as near as possible to the pristine state, accepting irreversible changes and constraints. Pre-regulation reference conditions were revealed in historical analysis going back to the 18th century. In the delineation of the environmental objectives the following cause-effect chain was taken up: 1) hydro-morphological dynamics, 2) landscape and habitat structure, 3) biota, biodiversity and ecological functions. The environmental objectives determine a quantitative setting of benchmarks associated with a qualitative description of ecological processes of the river system and establish criteria for assessment of scenarios of rehabilitation measures.

Keywords: ecological impact assessment, Water Framework Directive, historical habitat analysis, reference condition, restoration ecology.