

TUDOMÁNY A SODRÁSBAN

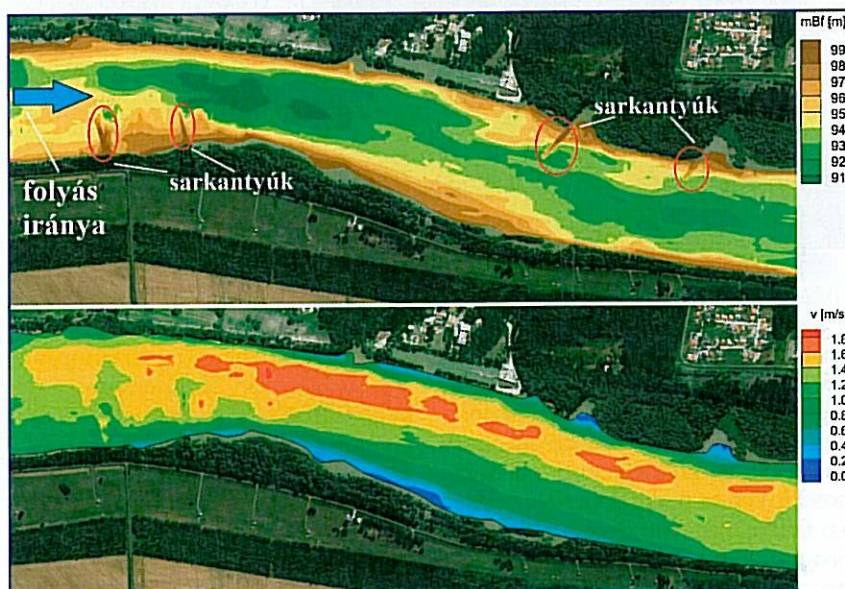
Egyre gyakrabban hallhatunk környezetvédelmi, a különböző élőlények megóvását és a biológiai sokféleség javítását célzó beruházásokról és projektekről. A vízi élőhelyek védelmét célzó munkák hazánkban az utóbbi néhány évtizedben kerültek igazán előtérbe. Az Európai Unióba való csatlakozást követően kiemelt hangsúlyt és anyagi támogatást is kaptak az ilyen jellegű törekvések, amik egyúttal komoly kötelezettségeket is maguk után vontak – ilyen például az EU Víz Keretirányelv és a Duna Stratégia.



A klasszikus, sokszor évszázados gyakorlaton alapuló folyószabályozási munkák sokáig figyelmen kívül hagyták a beavatkozások vízi élőlényekre és élőhelyekre gyakorolt hatásait. Tipikusan ilyenek a folyók hajózhatóságát javító, az árvízvédelmi biztonságot növelő, vagy éppen az energiatermelési célú folyószabályozások. A költséghatékony és általában célravezető tervezési eljárások azonban sokszor eltávolodtak a természetes formáktól, a tájba illeszthetőségtől mely egyszerre rontotta vizeink esztétikai és ökológiai értékét is. Ma már nemzetközi szinten is kiemelt jelentőségűek a vizes élőhelyek javítását célzó – sokszor határokon átnyúló – kutatások, melyek számos tudományág összekapcsolását igénylik (vízmérnökök, ökológusok, hajózási és vízgazdálkodási szakértők), és amit összefoglaló néven élőhelyhidraulikának vagy ökohidraulikának nevezhetünk. Hogy mivel és hogyan tudják segíteni a vízmérnökök ennek az interdiszciplináris kutatási iránynak a fejlődését? A következőkben erre a kérdésre kínálunk választ néhány friss, hazai kutatási eredmény bemutatásával.

Terepi mérések

Egy víztest – legyen az folyó-, álló- vagy felszín alatti víz – számos fizikai paraméterrel jellemezhető. Ezek a sajátosságok azonban térben és időben is nagy változékonyságot mutatnak és természetesen nem hozhatók mind közvetlen, egyértelmű kapcsolatba a vizes élőhelyek milyenségével és minőségével. Fontos leszögezni, hogy a különböző fizikai jellegű abiotikus paraméterek és az ökológiai mutatószámok közötti kapcsolatok közel sem egyér-



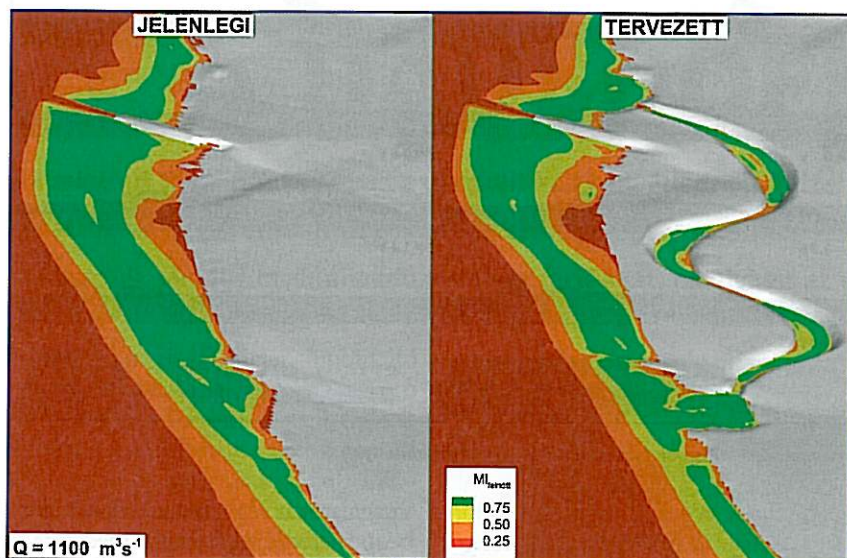
A Duna szőlőligeti szakaszának medertérképe (fent) és mélységátlagolt áramlási sebességeloszlása (lent)

telműek, sőt, értelemszerűen az optimális körülmények különböző élőlénycsoportok és fajok esetén is erősen eltérhetnek. Élőhelyhidraulikai vizsgálatok során tehát fontos már az elején tisztázni, hogy az adott területen élő fajoknak milyen élőhelytípus a leginkább megfelelő, illetve azt, hogy az milyen számszerűsíthető paraméterekkel jellemezhető.

Halak esetén például a két talán legfontosabb ilyen jellemző a vízmélység és a víz áramlási sebessége. Egy korszerű műszerekkel (például akusztikus mélység- és sebességmérővel) végrehajtott mérési kampány és a megfelelő adatfeldolgozási eljárások eredményeként kaphatunk például olyan medertérképet, amely ábrákon is látható. A Balti-tenger feletti magasságok (mBf) szemléltetésére a jól ismert domborzati

színskálát alkalmaztuk, ahol a sötétzöld a legmélyebben, a barna a magasabban fekvő területeket jelöli. Amennyiben rendelkezésünkre áll a vizsgált szakasz mederének domborzati térképe, valamint ismerjük a vízfelszín szintjét is (napi vízállásjelentések), úgy az év bármely napján számíthatók a vízmélységek is.

A mai modern műszerek azonban a vízmélység mérésén túlmenően az áramlási sebességek területi eloszlásának rögzítésére is alkalmasak. Figyeljük meg a hasonlóságot a medertérkép és a sebességtérkép között: ahol a legnagyobb áramlási sebességek jelennek meg (ezt nevezzük sodorvonalnak), ott nagyobb erőhatás éri a medret, így az lokálisan kimélyül. Ez a jelenség az ábrán piros ellipszisekkel jelölt sarkantyúknak tudható be. A sarkantyúk a



Számítógépes modellezéssel végzett élőhelymegfelelési vizsgálatok eredményei
perspektivikus nézetben (a vízfelszín egy süllőfaj élőhelymegfelelési indexei alapján lett
kifestve; a száraz területeket, a partot szürkével ábrázoltuk)

partvonalról közel merőlegesen induló, általában görgetegekből épülő folyószabályozási művek, melyek célja épp a meder mélyítése és így a hajózóút biztonságosabbá tétele melyet a sodorvonal eltolásával ér el.

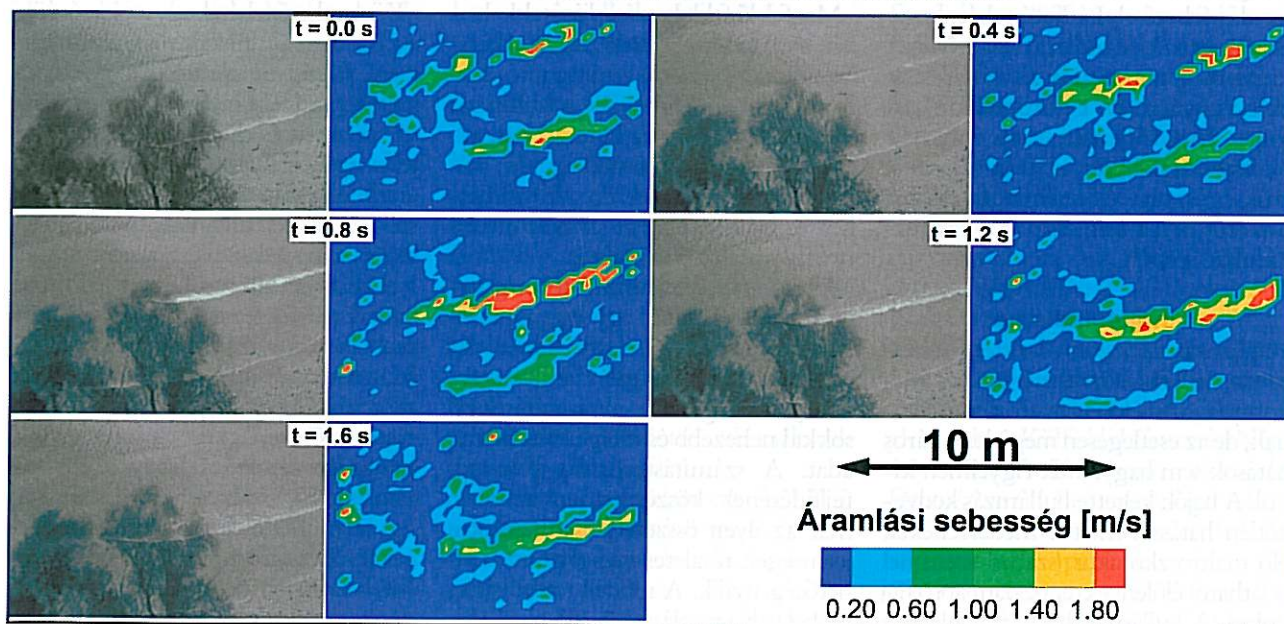
Látható tehát, hogy – folyami körülmények közt – a két, talán legfontosabb abiotikus paraméter területi eloszlása mérhető, így tehát ha ismerjük a halak ilyen jellegű élőhelyválasztási szokásait, megjósolhatjuk, hogy mely területeket fogják preferálni. Az Egyesült Államokban végzett éveken át tartó mérés-

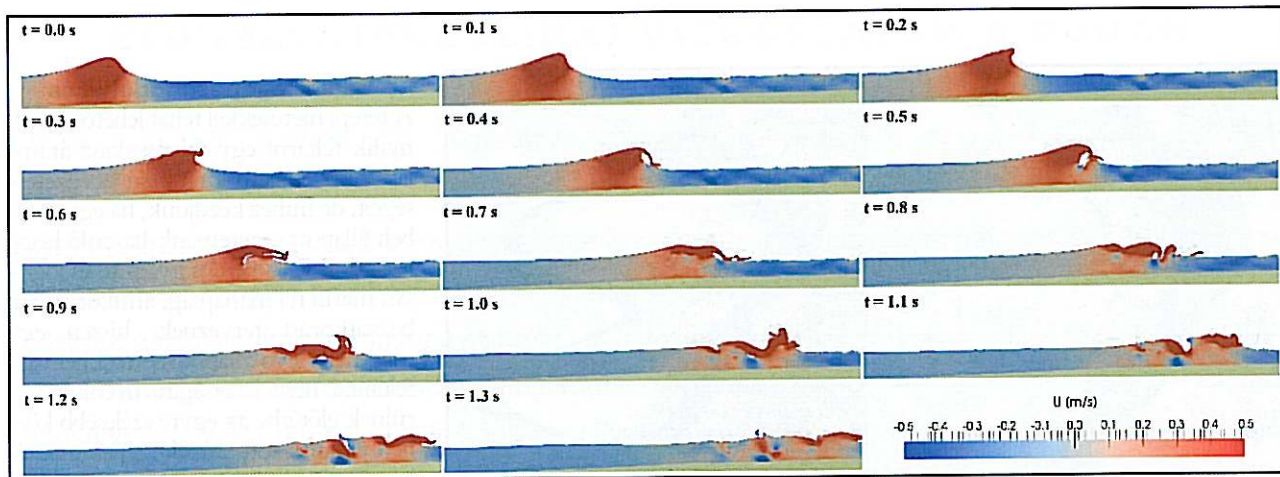
sek és mintavételezések eredményeként előállították számos halfaj élőhelymegfelelési függvényeit. Ezek a függvények megmondják, hogy a vizsgált paraméterek (vízmélység, áramlási sebesség) adott értékei egy 0 és 1 között terjedő megfelelési index (MI) skálán mennyire előnyösek az adott fajnak (0 a legrosszabb, 1 a leginkább megfelelő). Ezen összefüggések, valamint a bemutatott térképek adatai alapján tehát számszerűsíthető, hogy egy adott halfaj mely területeket fogja legvalószínűbben élőhelyéül választani.

Számítógépes modellezés

A terepi mérésekkel tehát lehetőségünk nyílik feltárni egy folyószakasz áramlástan és élőhelyhidraulikai jellegzetességeit, de mihez kezdünk, ha egy jövőbeli állapotra szeretnénk hasonló becslést adni? Ez a kérdés gyakran és jogosan merül fel manapság, amikor egy új beavatkozást terveznek, hiszen egy meg nem lévő állapot mérésekkel való feltárása nem lehetséges. Ilyenkor kerülnek előtérbe az egyre szélesebb körben alkalmazott számítógépes modellek. Ezekkel a programokkal – némi egyszerűsítést alkalmazva ugyan – megoldhatók a víz mozgását leíró fizikai egyenletek, és a mérési eredményekhez hasonló térképeket készíthetünk. Fontos hangsúlyozni, hogy a mérések minden esetben támogatják ezeket a számításokat, hiszen a meder alakjának pontos ismerete elengedhetetlen, továbbá a mért sebességeloszlások jó ellenőrző adatként szolgálnak. A számítógépes modellünket igazoltnak tekintjük, ha az kellő pontossággal reprodukálni képes a mért állapotokat. Az igazolást követően lehetőségünk van a mederalak módosítására, esetleges műtárgyak beépítésére (például hídpillér, sarkantyú) majd a számítások újbóli elvégzésére, így azok hatása vizsgálható az áramlási paraméterekre, továbbá az élőhelymegfelelési függvények ismeretében akár az élőhelyek minőségére is. Másik ábránkon a szőlőligeti Duna-szakaszon számítógépes modellezéssel

Képfeldolgozáson alapuló technikával meghatározott felszíni sebességeloszlások





Part közelében megtörő hullámok (számítógépes modell eredményei)

végzett élőhely-megfelelőségi vizsgálatok eredményének egy részlete jelenik meg egy süllőfaj esetére vonatkoztatva. Az ábra jobb oldalán egy tervezett állapot látható, ahol a főmeder erős áramlásától és a hajók hullámaintól védett, természetes vonalvezetésű, kanyargós mellékág kialakítása volt a cél, ami stabil ív- és pihenő helyet biztosíthat a térség halfajai számára.

A vizsgálatok egy középvízi (valamennyi vízállás számtani közepe) állapotra mutatják a süllőfaj élőhely-megfelelőségeit: a vízfelszín a megfeleléségi indexek alapján lett kifestve, a zöld jelöli a halfaj számára legkedvezőbb, a piros a legmostohább területeket. Megfigyelhető, hogy a part közeli litorális zóna már a beavatkozás előtt is jó körülményeket biztosított a faj egyedeinek, a mellékág kialakításával azonban további javulás érhető el. Látható tehát, hogy a vízmérnöki eszköztár lehetőséget kínál meg nem valósított állapotok hatásvizsgálatára is, mindazonáltal fontos hangsúlyozni, hogy ehhez az ökológusszakértők hozzájárulása is szükséges, az élőhelymegfelelőségi összefüggések feltárása az ő szaktudásukat igényli.

A hajók hullámai

Napjainkban a hajókkal történő teher- és utasszállítás tekinthető talán a legkörnyezetkímélőbb fuvarozási formának, de az esetlegesen megjelenő káros hatások sem hagyhatók figyelmen kívül. A hajók keltette hullámozás kedvezőtlen hatással lehet a mederfenéken élő makroszkopikus (szabad szemmel is látható) élőlényekre, például apró rákokra. A hullámok hatására kialakuló

mederfenék-közi áramlások lesodortatják ezeket az élőlényeket természetes élőhelyükről (a medret alkotó homokról és kavicsokról), ezzel pedig hosszútávon akár a térség vízi ökoszisztémáját is károsíthatják. Élőhelyhidraulikai szempontból tehát ezen dinamikus áramlások feltárása is fontos feladat, melyre változatos megoldásokat kínálhatunk.

Egy modern képfeldolgozási technika újszerű alkalmazása alkalmas lehet a part közelébe érkező és ott megtörő hullámok sebességviszonyainak számszerűsítésére. Az eljárás lényege, hogy egy számítógépes algoritmus képes azonosítani és követni bizonyos mintázatokat (esetünkben a hullámok megtörésekor keletkező habot) egy videófelvétel egymást követő képkockáin, így a foltok haladási sebessége meghatározható, ami pedig a vízfelszín áramlási sebességét adja.

Megfelelő feldolgozási eljárásokkal tehát, akár videofelvételek alapján is becslést adhatunk áramlástani paraméterekre. Amennyiben ismerjük a hullámozás által érintett élőlények kapaszkodási képességét, akár az elsodródó egyedek aránya is becsülhető lehet, de számszerűsíthetővé válhat például a hullámverés okozta parterrózió mértéke is.

A hajókeltette hullámozás időben gyorsan változik, továbbá egy-egy jármű elhaladása esetén is relatív hamar lecseng (kb. 10 perc), ezért az ilyen események vizsgálata terepi mérésekkel sokkal nehezebb és időigényesebb feladat. A számítástechnika rohamos fejlődésének köszönhetően azonban már az ilyen összetett és dinamikus jelenségek részletes vizsgálatára is lehetőség nyílik. A modell terepi mérésekkel való igazolását követően részletes

vizsgálatokat végezhetünk, ahol különböző meredekségű, eltérő mederanyagú (homok, kavics, beton) partok, vagy változó paraméterekkel jellemezhető hullámesemények áramlástani és élőhelyhidraulikai hatását is megvizsgálhatjuk. Egy ilyen számítógépes szimuláció eredményeit mutatja be a fenti ábra egymást követő időpillanatokban, ahol is egy partvonalra merőleges metszetben, oldalnézetből ábrázoltuk a part közelébe érkező és ott megtörő hullámokat. Belátható, hogy ezen jelenségek ilyen részletességű vizsgálata terepi mérésekkel nem lenne kivitelezhető.

A számított eredmények alapján becsülhetővé válhat például különböző hajók haladási sebességének hatása, így élőhely szempontú megfontolások alapján akár korlátozások is kivethetők lehetnek egy-egy ökológiai szempontból kulcsfontosságú folyószakaszra.

Kijelenthető tehát, hogy a vízmérnöki eszköztár napjainkban már olyan korszerű mérési és adatfeldolgozási módszereket tud felmutatni, mellyel rendkívül összetett és dinamikus áramlástani jelenségek is számszerűsíthetővé és jól értelmezhetővé válnak. A mérési eljárások kivétel nélkül támogatják a számítógépes modellek alkalmazását is, melyekkel olyan állapotok is vizsgálhatóvá válnak melyekre nem áll, vagy nem tud rendelkezésre állni mért adat. A bemutatott eredmények jelentősen támogatják az élőhelyhidraulikai kutatások előrelendítését, mindazonáltal hangsúlyozandó, hogy további hosszútávú, más szakágakkal való együttműködések szükségesek a gyermekcipőben járó tudományág gyors és folyamatos fejlődéséhez.

FLEIT GÁBOR