

DEBRECENI EGYETEM
Agrártudományi Centrum
Mezőgazdaságtudományi Kar
Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék

INTERDISZCIPLINÁRIS AGRÁR- ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYOK
DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola Vezető:

Prof. Dr. Nagy János

MTA doktora

Témavezető:

Prof. Dr. Tamás János

MTA doktora, tanszékvezető egyetemi professzor

A BERETTYÓ-FOLYÓ BIOLÓGIAI VÍZMINŐSÍTÉSÉNEK ÉS
HIDROLÓGIAI JELLEMZŐINEK ÖSSZEFÜGGÉSEI

Készítette:

Pregun Csaba Zsolt

doktorjelölt

Debrecen

2007.

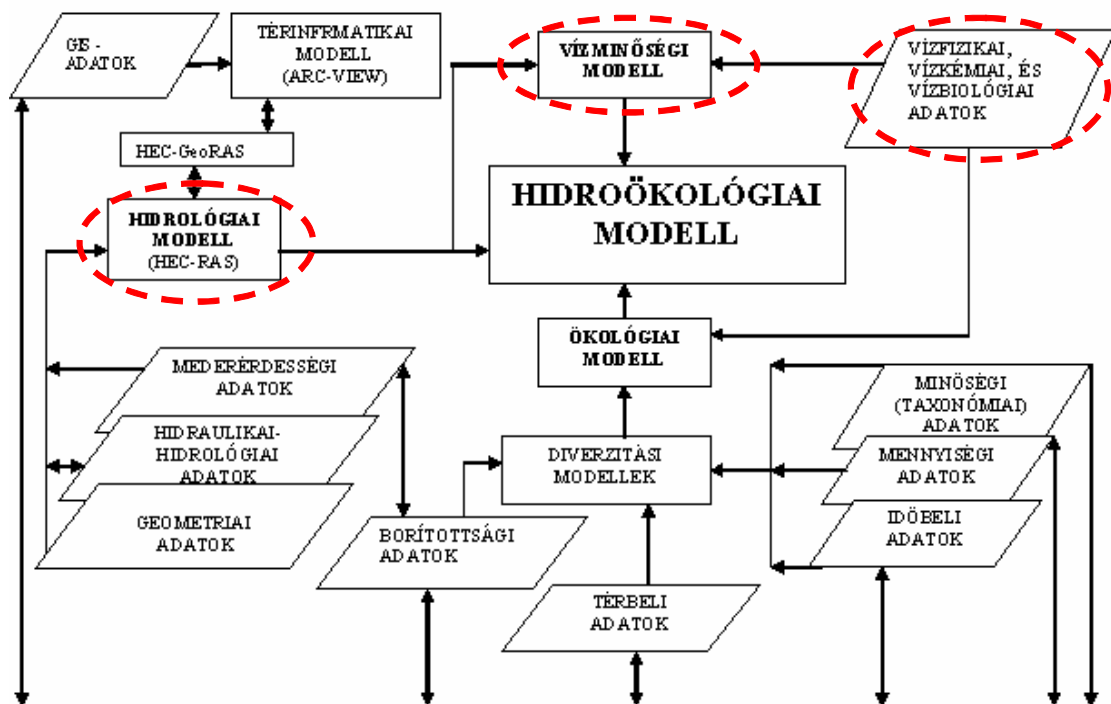
1. Kutatási célkitűzések

1. A környezeti elemzések céljára megfelelő hidraulikai (vízfizikai és medergeometriai) adatok előállítása érdekében egy olyan hidrológiai modell kialakítása és adatokkal való feltöltése, amely alkalmas mind a valós idejű események lefuttatására, mind az előrejelzések szimulálására.
2. A hidrológiai és a biológiai jellemzők közötti kölcsönhatások vizsgálata, a mintavételi helyek biológiai vízminőségének megállapítása, különös tekintettel a nyári, kisvízi időszakokra.
3. Olyan vizsgálati módszerek – „környezetminősítési gyors tesztek” – kiválasztása és összeállítása, amelyek révén kevés idő és anyagi ráfordítással is megbízható eredményekhez juthatunk a vízminőség állapotára vonatkozóan.
4. A fenti eredmények ismeretében azon környezeti tényezők körének kiválasztása, amelyeknek elsődleges szerepe van a szabályozott felszíni vízfolyások ökológiai rehabilitációjában.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A hidroökológiai modell

Az alkalmazott komplex hidroökológiai, környezeti modell lehetséges felépítését a 1. ábra szemlélteti. A modell további kiépítése a távlati célok között szerepel és a biodiversitás hosszú távon történő monitorozása során széles körben lesz alkalmazható



1. ábra: A hidroökológiai modell felépítése (Forrás: Pregun és Tamás, 2005)

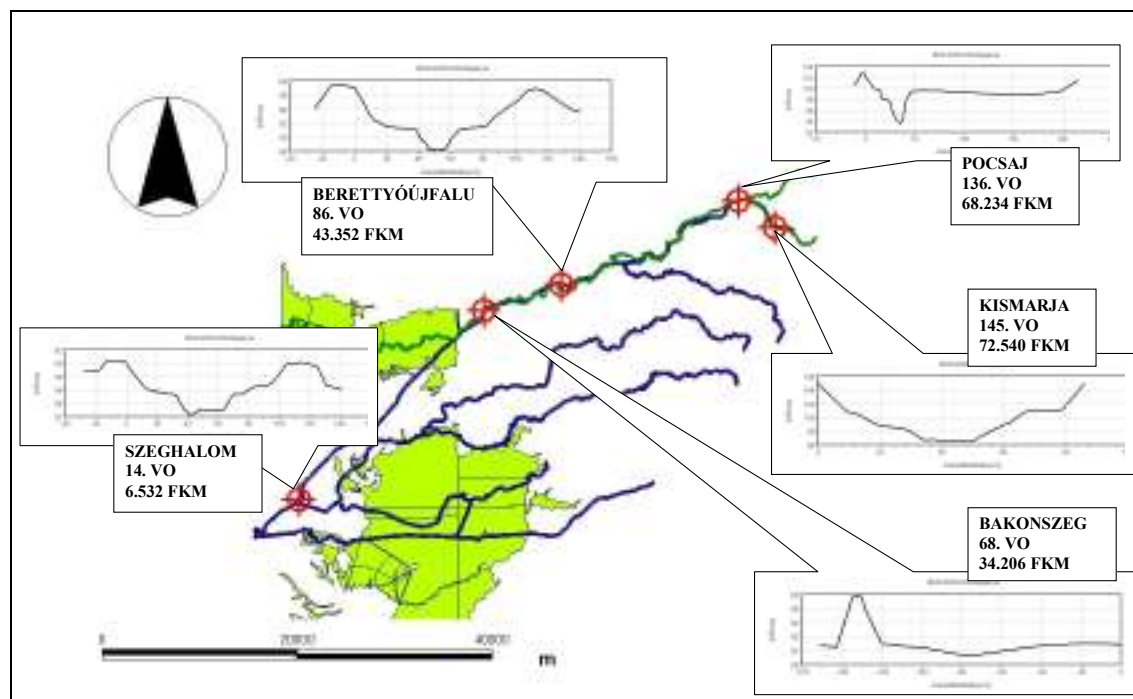
2.2. A vizsgálati helyek és a mintavételi időpontok

A vizsgálatok első részében a Berettyó magyarországi szakaszát ökológiai és hidrológiai szempontból osztályoztam. A hidrológiai elemzések céljából olyan tipikus mintatereket választottam ki, ahol képviselve van egy felső folyás jellegű folyószakasz kavicsos-homokos aljzattal (Kismarja, Pocsaj és Bakonszeg), egy középső folyás jellegű szabályozott folyószakasz homokos-iszapos aljzattal (Berettyóújfalu), illetve egy alsó folyás jellegű folyószakasz iszapos aljzattal (Szeghalom) (1. táblázat, 2. ábra).

1. táblázat: A vizsgált keresztmetszvények topográfiai adatai

Vizsgálati hely	Vízügyi objektum (VO)	Folyó-kilométer (Fkm)	A keresztmetszvények EOY-koordinátái			
			Bal part		Jobb part	
			X	Y	X	Y
Kismarja	145.	72,540	861139.77	215818.69	861158.65	215902.43
Pocsaj	136.	68,234	858023.73	218544.66	858096.65	218765.03
Berettyóújfalu	86.	43,352	838702.39	209997.46	838642.16	210140.29
Bakonszeg	68.	34,206	830823.50	206277.20	830680.70	206321.70
Szeghalom	14.	6,532	812095.63	187608.84	812010.76	187754.77

Vízminősítési célú mintavételezések a 14., 86., és a 145. keresztmetszvénnel reprezentált vizsgálati területeken, 2003-2005 vegetációs periódusában, havonta történtek, idejük 9³⁰ – 15³⁰ közé esett. A mintavételi helyeken a földrajzi helymeghatározás, a vízminták vételezése és a biológiai adatok vételezése mintegy 45-60 percet vett igénybe.



2. ábra: A vizsgálati helyek a reprezentatív keresztmetszvényekkel

2.3. Az alkalmazott statisztikai módszerek

Mivel a vízállások és vízhozamok konkrét méréseken alapulnak, nem hagyhatóak figyelmen kívül a kis és nagy vízállások, és az ezekhez kapcsolódó hidrológiai-hidraulikai paraméterek, de a vízminőségben jelentkező, gyakran ugrásszerű változások sem (szennyeződések levonulása, vízvirágzás stb.).

Az analízisek során a következő kérdésekre kerestem a választ:

- Hogyan csökkenthető a hidrológiai és vízminőségi állapotot magyarázó faktorok száma számottevő információvesztés nélkül?
- Hogyan fejezik ki a kapott, immár korrelálatlan faktorok az eredeti változók által reprezentált hidrológiai és környezeti állapotot?
- A faktorok milyen összefüggésben állnak az eredeti változókkal?
- Hogyan rendezik csoportokba a faktorok a hidrológiai és vízminőségi állapotjelzőket?
- Hogyan lehet ezek alapján a változóinkat csoportosítani?
- Az egyes faktorok a vízfolyás milyen attribútumaiként azonosíthatóak?

2.4. A hidrológiai modell megalapozása

2.4.1. A HEC-RAS program input adatokkal való feltöltése

A HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) egy interaktív használatra kifejlesztett integrált szoftver-rendszer, amely egy több modult felhasználó környezetben működik. A program kifejlesztője az US Army Corps of Engineers (USACE), Hydrologic Engineering Center (HEC). Egydimenziós, lineáris modell, amely a kétdimenziós keresztszelvények geokoordináta-helyes sorba rendezésével képes pszeudo-3-D-s absztrakción alapuló kép előállítására. A hidraulikai adatok éves idősorait a HEC-Ras program alkalmazásával állíthatjuk elő. Az adott időpontokra vonatkozó határfeltételeket a szeghalmi, berettyóújfalui és a pocsaji szakaszmérnökségek hiteles vízmérce-adatai alapján adtam meg.

A HEC-RAS modell input alapadat-szükséglete:

1. A meder geometriai adatai (keresztszelvények, X-Y-Z EOY koordináták);
2. A mederérdességi tényezők (Manning – féle n - koefficiens);
3. A kontrakciós és expanziós koefficiens megadása.

Határfeltételek megadása:

- permanens állapotra vízállás, vízhozam, vízhozam-görbe adatok,
- nem permanens állapotra észlelt és számított vízállás és vízhozam idősorok, vízhozam-görbe adatok.

A pontos adatbevitel és szemléltetés érdekében egy EOVB-be transzformált ESRI ArcView shape-file adatréteget használtam.

Az alapadatok felvételét több terepi mérőkampány keretében szereztük be. A koordináta-meghatározásokat a mérés pontosságának növelése érdekében szimultán módon két műszerrel hajtottuk végre (TRIMBLE Explorer és egy pontra állítható, stabil antennás terepi adatgyűjtővel kombinált JAVAD Legacy DGPS pozíciógyűjtés). A legnagyobb pontosságú JAVAD jelgyűjtését 500 Kb-ig (kb. 10 perc) végezve $\pm 0,2$ m pontosság érhető el, de a bázis és a mozgó (rover) vevő alkalmazásával a mérési pontosság centiméteres nagyságrendűvé emelkedett. Az alkalmazott rendszer a WGS-84 referencia rendszert alkalmazza, így az adatoknak az általunk használt EOVB koordinátarendszerbe való transzformálását utófeldolgozással végeztük el.

2.4.2. Az értékelt hidraulikai jellemzők

Az elemzésekbe bevont hidraulikai paramétereket a 2. táblázat tartalmazza

2. táblázat: Az értékelt hidraulikai jellemzők

Medergeometriai jellemző	Energetikai jellemző	Vízszállítással kapcsolatos változók
Vízszint tengerszint feletti magassága (m)	Nyírófeszültség (súrlódási feszültség) (N/m^2)	Vízhozam (m^3/sec)
Maximális medermélység (m)	Összes energia (m)	Átlagos vízsebesség (m/sec)
Nedvesített keresztaszvénny terület (m^2)	Teljesítmény ($\text{J/m}^2 \text{ s}$)	Froude-szám (F_r)
Nedvesített keresztaszvénny kerület (m)	Az energiavonal esése (‰)	Reynolds-szám (Re)
Víztükör-szélesség (m)	Súrlódási energiaveszteség (m)	
Hidraulikus sugár (m)	Teljes energiaveszteség – sebességmagasság csökkenése (m)	
Hidraulikus mélység (m)		
Tagoltság		

2.5. A vízminősítés

2.5.1. Fizikai, kémiai és biokémiai vízminősítési módszerek

A víz vezetőképességét WTW LF 325-B/Set 1, abszolút és relatív O_2 tartalmát WTW OXI 325-B/Set 1, redoxi-potenciálját és pH-ját WTW pH 325-B/Set 1. típusú műszerrel mértem. Valamennyi műszer méri az aktuális hőmérsékletet is

A BOI_5 mérését WTW Oxitop mikroprocesszoros vákuummanométerrel végeztem, amely az O_2 fogyása miatt bekövetkező nyomáscsökkenést rögzíti 5 napon keresztül, napi bontásban. A vízmintákat hűtőládában tárolása hűtőládában történt, és még azon a napon megkezdődött a mérés és az inkubálás 20°C -on. A minták folyamatos keverését elektromágneses keverőasztal biztosította.

Az üledékminták vételezése Eijkelkamp-féle szondával történt. Az üledékszemcsék méret szerinti frakcionálását VIVAC–gyártmányú szítasorral végeztem el, légszáraz állapotban.

A minták vételezését, szállítását és tartósítását a „MSZ ISO 5667 – 6 (1995) szabvány alapján végeztem el.

A Berettyó folyó bal partján (66.172 fkm) létesített automatikus vízminőség-mérő monitorállomás adatait referenciaként használtam fel az általam végzett mérések kiértékelésében.

A mért vízminőségi jellemzők: A hőmérséklet, pH (hidrogén-ion aktivitás), vezetőképesség, oldott oxigén-tartalom, zavarosság, TOC (összes szerves széntartalom), az ammónia, zöldalga, kékalga, kovaalga, barázdásmoszat és klorofill-a tartalom, valamint a toxicitás (11. táblázat).

2.5.2. A vízminőség meghatározása bioindikátor szervezetek segítségével, a Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer (MMCP) alapján

A minták begyűjtése merítőhálójával, alacsony vízállás esetén „kick and sweep” módszerrel, iszap-mintavevővel, csipesszel, kézzel és lapáttal történt. Szemrevételezés után a mintákat szétválogattuk, és 70 %-os alkoholban, légmentesen záródó műanyag laboratóriumi folyadékflakonokban tároltam, ill. számos esetben az egyértelműen azonosított egyedeket szabadon engedtem.

A vizsgálati helyek biodiverzitásának előzetes összehasonlításához az MMCP lista adatait használtam fel. Mivel vízminősítési célú mintavételezés történt, nem a hagyományos értelemben vett faji diverzitást számoltam ki, hanem annak a valószínűségét, hogy a mintából két véletlenszerűen kiválasztott taxon különböző vízminősítési értékosztályokba fog tartozni. A biodiverzitás jellemzésére a Simpson-féle diverzitási indexet és az egyenletességet használtam. A mintavételek azonos módszerekkel és azonos időtartam alatt történtek.

2.6. A felhasznált vízminősítési módszerek és az alkalmazott környezeti állapotindex kapcsolata

A környezeti állapot átfogó értékeléséhez a Spencer-féle környezeti indikációs módszert alkalmaztam. Olyan áramlástani, hidrológiai és hidraulikai tényezőket is figyelembe vettem, amelyek az eredeti rendszerben nem szerepelnek (folyástípus: rohanó – áramló; és áramlástípus: turbulens – lamináris).

A rendelkezésemre álló vízminőségi jellemzők értékei alapján történő vízminőségi osztályokba való besorolást az egyes osztályokhoz tartozó határértékek szerint végeztem el (MSZ 12 749).

A környezeti indikátorok listáját olyan hidraulikai jellemzőkkel egészítettem ki, amelyek jelentős befolyást gyakorolnak a folyóvízi életközösségek kialakulására és változásaira, de nehezen mérhetőek. A listába belefoglaltam a MMCP kapott pontértékeit is (3. táblázat).

A környezeti állapotindex ezeket a mutatókat talaj – víz – életközösség felbontásban veszi figyelembe. Hosszabb idősorok elemzése esetében a 90%-os tartósságú értékek figyelembe vételével állapítottam meg a vízminőséget.

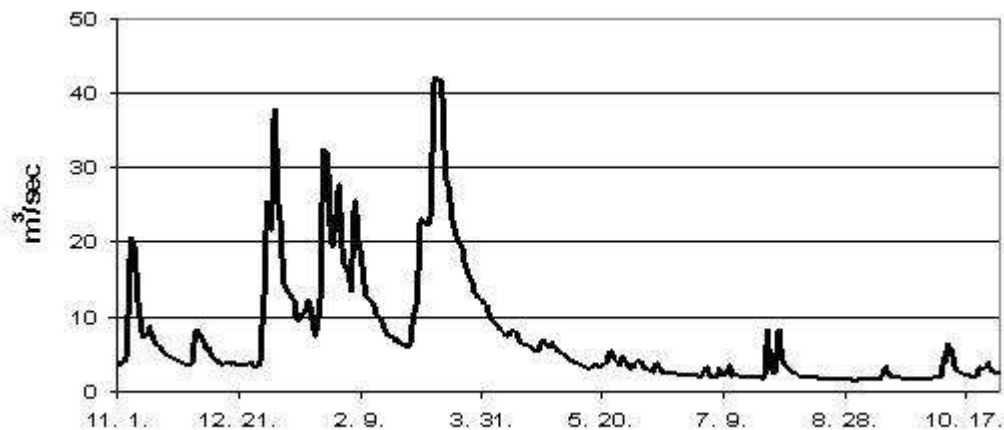
3. táblázat: A környezeti állapotindex meghatározása (SPENCER, 1998, módosítva)

Környezeti elem/indikátor pontértéke		1	2	3	4	5	Mértékegység
Talaj	A part stabilitása		Laza		Kötött		
	Nyírófeszültség		>50		<50		N/m ²
Víz	Áramlás		Turbulens		Lamináris		
			Rohanó		Áramló		m/s
	Átlagos sebesség	>1.00	0,75-1,00	0,50-0,75	0,25-0,50	0-0,25	m/s
	Elektromos vezetőképesség	>5.83	2.50-5.83	0.83-2.5	0.29-0.83	0-0.29	mS/cm
	Oldott oxigén	0-4.00	4.10-8.00	8.10-12.00	12.10-15.00	>15.00	mg/l
	BOI ₅	>15	10,1-15	6,1-10	4,1-6	0-4	mg/l
	pH	<4.5 ill. >9.5		4.5-6.5 ill. 8.3-9.5		6.5 – 8,3	
Vízminőségi indikátor-taxonok	MMCP	1	2	3	4	5	
	Diverzitás	<0.60	0.60-0.75	0.75-0.82	0.82-0.92	>0.92	
Vegetáció	Borítás	<5	>95	5-15 ill. 85-95	15-25 ill. 76-85	26-75	% (vízfelszín)
	Élőhelyek heterogenitása	1	2	3	4	5	Élőhelyek száma

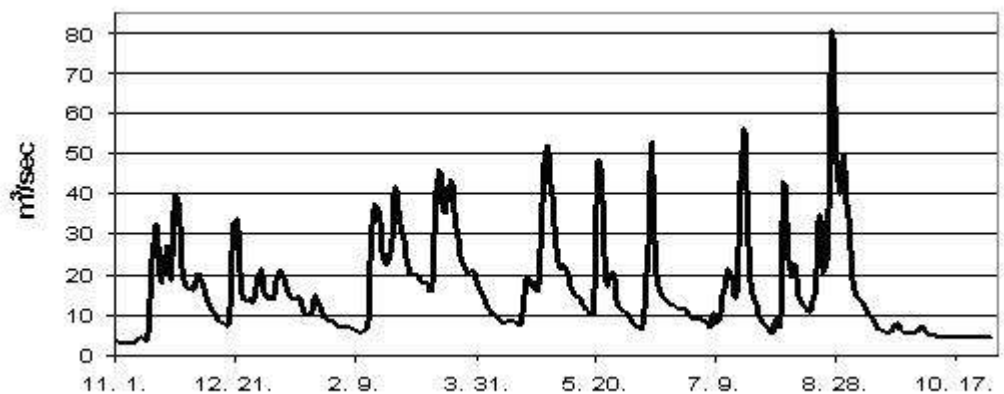
3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

3.1. A hidrológiai – hidraulikai elemzések eredményei

A Berettyó a VKI II. melléklete alapján síkvidéki, meszes hidrogeokémiai jellegű, közepes-finom mederanyagú, közepes vízgyűjtőjű (100-1000 km²) kis folyó: 18. típus. A folyószabályozások miatt erősen szabályozott felszíni víztérnek minősül.



3. ábra: A Berettyó Pocsajnál mért vízhozam-idősorai a 2002-2003-as hidrológiai évben (nov. 1 – okt. 31.)



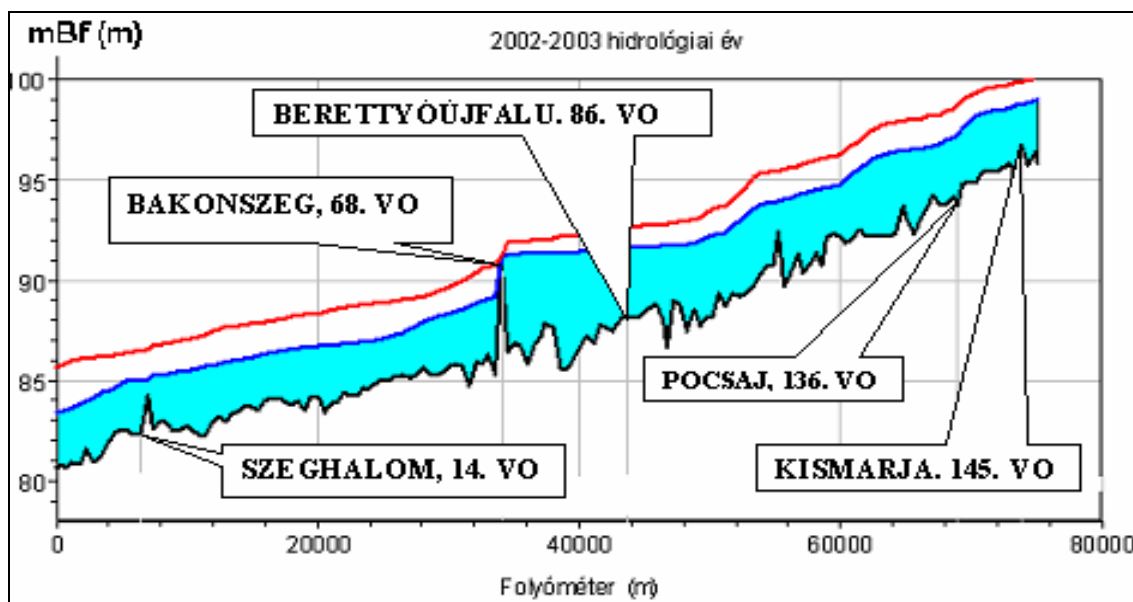
4. ábra: A Berettyó Pocsajnál mért vízhozam-idősorai a 2004-2005-ös hidrológiai évben (nov. 1 – okt. 31.)

A Berettyó vízjárása ingadozó és szélsőséges. A legkisebb és legnagyobb vízhozamok közötti különbség 20 – 25-szörös is lehet. A kialakuló, egymást követő árhullámok szélsőségesek, és viszonylag rövid ideig tartanak.

A 2002-2003-as hidrológiai év és a 2004-2005-ös hidrológiai év között a különbség a második félévekben mutatkozik meg a leglátványosabban (3. és 4. ábra).

A Berettyó a kis, közepes és a nagy vízhozamú kategóriába egyaránt beletartozik, viszont az éves átlagok alapján közepes vízhozamúnak tekinthető. A 90%-os tartósságok alapján ugyanez a következtetés vonható le.

A Berettyó magyarországi szakaszán a hosszszelvényben több fenékküszöb is található, a legjellegzetesebb a bakonszegi 68. keresztaszelvény (5. ábra).



5. ábra: A Berettyó mo.-i szakaszának hosszszelvénye a vizsgált keresztaszelvények megjelölésével, a legalacsonyabb (2002.11.08.) és a legmagasabb (2003.03.15.) vízállásokkal, a 2002-2003-as hidrológiai évben (2002.11.01. – 2003.10.31.)

A legszélsőségesebb geometriai és hidraulikai viszonyokkal a bakonszegi teknő (U) keresztmetszetű szelvényben (68. VO) találkozunk.

A trapéz és V geometriájú keresztaszelvényekben (Szeghalom, Berettyóújfalu, Pocsaj) a vízfolyás egész évben áramló típusú, a Froude-szám kisebb, mint egy, az átlagos vízsebesség és a Froude-szám viszonyát valamennyi esetben lineáris regresszió írja le.

A kismarjai trapéz-U (tál-teknő) átmeneti típusú keresztaszelvény esetében a kisvízi periódusok során alakulnak ki olyan hidrológiai körülmények, amelyek vízugrást, vagyis az áramló-rohanó típus közötti átmenetet hoznak létre, azaz a Froude-szám ≥ 1 , és a vízsebességek is meghaladják az 1 m/sec értéket. Ebben az időszakban nem állapítható meg összefüggés a vízsebesség és a Froude-szám között.

A vizsgált szelvények között egyedül ebben figyelhető meg fordított arányosság a vízhozam, és az átlagos vízsebesség között, ugyanakkor a kapcsolatuk itt a leggyengébb. A többi keresztaszelvényben a nagyvízi időszakban a sebességek is nagyobbak

A Bakonszegi U (teknő) alakú keresztaszelvény esetében mindkét vizsgált évben vízugrás körüli, ill. rohanó típusú volt a vízfolyás.

A 2002-2003-as hidrológiai évben az átlagos vízsebesség és a Froude-szám között csak $R^2 = 0,1$ erősségű összefüggés állt fenn. Ennek oka a tartós vízugrási állapot. A 2004-

2005. hidrológiai évben, amikor a Froude-szám 0.96 és 2.89 között ingadozott jóval nagyobb (0.3) szórással, a determinációs koefficiens értéke $R^2 = 0,9$ -re nőtt, a kialakult tartósan rohanó állapot miatt.

Az áramlási állapotok minden keresztshelvény esetében a lamináris és a gyenge turbulens kategóriába tartoztak. A vizsgált periódusokban a lamináris típus tartóssága elérte vagy meghaladta a 80 %-os tartósságot, kivéve a pocsaji 138. shelvényt, ahol az áramlás a 2002-2003-as hidrológiai év 60%-ában gyenge turbulens volt.

A bakonszegi shelvény egyedi hidrológiai viszonyaira az ad magyarázatot, hogy a hidraulikus sugár ill. mélység relatíve kicsi, azaz a víztükörszélesség ill. a nedvesített keresztshelvényi terület (periméter) nagy. Ez az oka annak, hogy a vízfolyás rohanó jellege ellenére az áramlás lamináris, ill. gyengén turbulens.

A vízsebesség szempontjából a vizsgált shelvények közül szintén a bakonszegi 68. VO-ban alakulnak ki extrém körülmények. Ez a része a Berettyónak egy felső szakasznak ill. hegyi pataknak felel meg, így áramlástan szempontból ökológiai barriert képez nem csak az álló, vagy igen lassú folyású vizet kedvelő rheoxen (rheofőb) fajok, hanem a középső folyószakaszokra jellemző rheofil fajok számára is.

A 90%-os tartósságok, ill. az éves sebességátlagok alapján a berettyóújfalu shelvény nevezhető lassú, a szeghalmi lassú és mérsékelten sebes, a pocsaji mérsékelten sebes, a kismarjai gyorsuló, a bakonszegi gyors folyású szakasznak.

A keresztshelvények éves hidraulikai idősorainak variancia-analízise a két vizsgált hidrológiai évben a következő eredményeket hozta:

- A vízhozamok között a szeghalmi keresztshelvény kivételével nem mutatható ki szignifikáns különbség. A Pocsaj és Berettyóújfalu között beömlő Kiskörös-csatorna nem változtatja meg jelentősen a vízjárás jellegét, mivel az azonos részvízgyűjtőn lejátszódó hidrológiai jelenségek határozzák meg viselkedésüket. Ugyanez vonatkozik a Kutas csatornára is, amely Szeghalomnál ömlik a Berettyóba. A lényeges eltérést a Keleti-főcsatorna okozza, amelynek beömlése Bakonszeg alatt található. Mivel vízkormányzási műveletek alatt áll, amelyeket a felső-tiszai hidrológiai viszonyok is befolyásolnak, gyakorlatilag két részvízgyűjtő között létesít kapcsolatot. Ez magyarázza a szeghalmi vízhozamok varianciájának a többi vizsgált keresztshelvénytől eltérő voltát, amely minkét vizsgált időszakban kimutatható.

A reprezentatív keresztshelvényekben az alább részletezendő kivételektől eltekintve a vizsgált hidrológiai adatok varianciája különböző volt:

- A 2002-2003. hidrológiai évben, amikor a nyári, őszi eleji időszakban folyamatos kisvízi viszonyok voltak, nagyfokú hasonlóság állt fenn a két, összetett trapéz geometriájú szeghalmi és berettyóújfalui szelvény között, a hidraulikai sugár és hidraulikai mélység szempontjából. Ugyanakkor a két közel U alakú szelvény, a bakonszegi és a kismarjai az energiavonal esése és a nyírófeszültség szempontjából vonható egy csoportba, bár a nyírás esetében a $P=0.034$ érték kisebb a 0.05-os szignifikancia szintnél.
- A 2004-2005. hidrológiai évben jelentős nyári árhullámok vonultak le a Berettyón. Ennek megfelelően a varianciák is módosultak. A szeghalmi és a berettyóújfalui szelvény esetében a nedvesített keresztzelvényi terület és a tagoltság között volt hasonlóság, a hidraulikai sugár és hidraulikai mélység a szeghalmi és pocsaji szelvényben, míg a nedvesített keresztzelvényi terület és a víztükörszélesség a szeghalmi és a bakonszegi szelvényekben bizonyult szignifikánsan hasonlóknak.

3.2. A hidraulikai adatok főkomponens – analízisének eredményei

A döntő különbségek a második félév (május – október) között mutatkoznak. 2003-ban ilyenkor a folyó a sokéves tapasztalatoknak megfelelő kisvízi körülmények között volt, míg 2005 tavaszán és nyarán a szélsőséges csapadékviszonyok rendkívüli árhullámokat hoztak létre.

Összegzés

- A kismarjai (U-trapéz átmenet), pocsaji (V) és a bakonszegi (U) keresztzelvényben az első főkomponens értéke (a varianciák %-os magyarázata) kisvízi időszakban nagy, és magasabb vízállás esetén csökken, amikor a második főkomponens értéke megnő. A berettyóújfalui és szeghalmi összetett trapéz alakú szelvényben fordított a helyzet. A víz szintjének lejtése, amelyet áramló víz esetében az energiavonal esése reprezentál, a két utóbbiban a legalacsonyabb.
- A medergeometriai adatok minden esetben az első főkomponensben szerepeltek jelentős faktorsúllyal, tehát a hidrológiai jelleg kialakításában betöltött szerepük vele együtt változik. A vízhozam is ide tartozik, kivéve a bakonszegi szelvényt, ahol a tartósan rohanó állapotban a faktorsúlya minimális lesz.
- A dinamikus hidraulikai tényezők (a víz energiájával, sebességével stb. kapcsolatos változók) Kismarja, Pocsaj és Bakonszeg esetében nagyvízi időszakban átkerülnek a második főkomponensbe, növelve annak jelentőségét, az első főkomponens rovására.

- A berettyóújfalui és szeghalmi összetett trapéz alakú szelvényben kisvízi állapotban alakul ki hasonló helyzet, bár Berettyóújfalu esetében csak a súrlódási és az összes energiaveszteség függetlensége egyértelmű. Ebben az esetben a leszármaztatott medergeometriai adatok (hidraulikai sugár és mélység, tagoltság) negatív előjellel szintén a második főkomponensbe kerülnek, és megjelenik a víztükörszélesség és a periméter is. Ez közvetve jelzi – kis vízhozam esetében – az átlagos mélység és az energiaveszteségek közötti fordított arányosságot. Nagy vízhozamok esetében az átlagos mélység nem befolyásolja az energetikai állapotot. Szeghalom esetében az átlagos mélység mindig elég nagy ahhoz, hogy ebből a szempontból semleges legyen.
- A különböző keresztzelvénytípusokban adott vízhozamok esetén változó erősségű kapcsolatok alakulnak ki a geometriai és a dinamikus tényezők között, pl. a sebesség Bakonszegnél a rohanó, vagy vízugrási állapotban levő vízben gyakorlatilag állandóan, a kismarjai szelvény esetében pedig tartósan független a medergeometriától. A szeghalmi szelvényben kisvízi körülmények között alakul ki olyan helyzet, hogy az összefüggések jelentősen lecsökkennek.
- A fentiek értelmében, amennyiben kedvező irányban akarjuk változtatni a víz áramlási viszonyait, figyelembe kell venni a medergeometriai változtatások mellett az egyéb vízáramlást módosító megoldásokat (műtárgyak, surrantók, sarkantyúk stb.), vagy a vízhozam megváltoztatását (szükségterelőzők, szivattyútelepek stb.) is.

3.3. A folyó környezeti állapota

3.3.1. A sokváltozós analízisek eredményei

A vízminőségi és hidraulikai mutatók főkomponens-analízisének összegzésként megállapítható, hogy a hidrológiai jellemzők (a vízhozam, az energetikai és medergeometriai tulajdonságok) a vízfolyás fizikai és kémiai mutatóinak befolyásolásán keresztül fejtik ki hatásukat a vízminőségre. Nagyvízi időszakban elsősorban a hígulási folyamatokat, kisvízi időszakban a hőmérsékletet befolyásolják. A hőmérséklet és a pH ellentétes kapcsolata a bomlási folyamatok hőmérséklettől való függését jelzi. A lebontó anyagcsere fokozódása is savasodással jár együtt.

Nyári, kisvízi időszakban a szerves produkció (klorofill-a tartalom) a vezetőképességgel kerül kimutatható kapcsolatba, míg a téli áradások idején a teljes szerves kötésben levő széntartalommal (TOC). Ez utalhat a felső szakasz hullámterében vagy árterületén valószínűsíthető szennyezőforrásokra.

3.3.2. A vízminőség éves szintű változásai

A vízminőségi adatsorok éves tartósságai alapján a következőket lehet megállapítani:

- A protonaktivitás (pH) szempontjából a víz mindkét vizsgált hidrológiai évben kiváló (semleges) ill. jó (enyhén lúgos) állapotban volt.
- A vezetőképesség (sótartalom) a 2002-2003. hidrológiai évben 67 %-ban volt kiváló ill. jó, 24 %-ban közepes, 9 %-ban gyenge. Az utóbbi állapotok kis vízhozamok esetén alakultak ki. A 2004-2005. hidrológiai évben tartósan kisvízi periódusok nem alakultak ki, a sótartalom 83 %-ban érte el a jó ill. kiváló kategóriát, és 17 %-ban volt közepes.
- Az oldott oxigéntartalom alapján az első évben 18 %-ban volt jó és kiváló, 42 %-ban közepes, 34 %-ban és 6 %-ban gyenge ill. rossz állapotban a víz, a tartósan kis vízhozamok idején. A második hidrológiai évben 93 %-ban jó és kiváló kategóriába került, 7 %-ban volt közepes.
- A teljes szerves kötésben levő széntartalom (TOC) alapján le lehet vonni azt a következtetést, hogy ebből a szempontból a legveszélyeztetettebb a Berettyó vizének a minősége. Az első vizsgált évben 31 %-ban és 19 %-ban (összesen 50 %), a másodikban 37 %-ban és 22 %-ban volt közepes és gyenge kategóriájú, sőt ebben az évben előfordult egy 6 %-os tartósságú rossz állapot is (összesen 65 %). Az a tény hogy nagyobb vízhozamok esetén sokszor a TOC is növekszik, felhívja a figyelmet a vízminőségmérő állomás feletti folyószakasz hullámterében és árterületén található pontszerű és diffúz, potenciális szennyezőforrásokra, amelyek az áradások során válnak valódi veszéllyé.
- Az ammonifikációs folyamatok mértéke csekély volt, mintegy 10%-ban alakult ki egy közepes minőségű időszak, 2003 nyarán. A második, nagyobb vízhozamú évben alacsonyabb volt a koncentráció.
- Trofitási szempontok alapján (összes klorofill-a) a vizsgált időszakokban a víz minősége döntően kiváló és jó volt, 3 %-ban a III. (közepes) vízminőségi osztályba került.
- A víz mérgezőképessége sohasem került a II. osztály (jó) alá, viszont nagyobb vízhozamú időszakokban rosszabb minőségű volt, ez az áradások során bemosódó szennyeződésekre utal.

3.3.3. A Berettyó-folyó magyarországi szakaszának vízminősége a nyári, kisvízi időszakban

A. A felső szakasz (Kismarja, 145. VO). A nyár folyamán a folyószakasz vízsebessége 0,68 – 1.37 m/s között volt, ez mérsékelten gyors, illetve gyors folyású vizet jelent.

A felszínközeli víz hőmérséklet a nyár folyamán 19.9 - 28°C között volt. A folyószakasz vize közepesen meleg és meleg volt.

A fajlagos elektromos vezetőképesség változásaira vonatkozó szabvány szerint közepesen változó sótartalmú magas ill. közepesen magas vezetőképességű folyószakasz (670 – 950 mikros/cm, II.-III. osztály).

A folyószakasz vizének pH - ja 7,28 – 7.80 között volt, ez a protonaktivitás értékeire vonatkozó szabvány szerint semleges, enyhén lúgos kémhatást jelent (I-II. osztály)

A folyószakasz vizének oxigéntartalma a vizsgálati időpontokban 3.2 – 7,65 mg/l között volt 5.98 mg/l átlaggal, ez az oldott oxigén tartalomra vonatkozó szabvány szerint magas oxigéntartalomnak felel meg (II. osztály).

A víz oxigéntelítettsége 60 - 92,4 % között volt, ez közepes, és közepesen változó oxigéntelítettségnek felel meg.

A szervesanyag-tartalom (szaprobítás) mértéke 8 –12 mg/l BOI₅ között változott, így a folyószakasz döntően az alfa – mezoszaprob zónába, ill. a vízminősítés szempontjából a III. (tűrhető) és a IV. (szennyezett) kategóriába tartozott (Felföldi, 1987; MSZ 12 749: 1993; Németh, 1998).

B. A középső szakasz (Berettyóújfalu, 86. VO) érintett leginkább a különböző célú vízhasználatok által, itt a legmagasabb a szervesanyag-tartalom, amelyet az itt beömlő részlegesen tisztított vegyes szennyvíz lényegesen is befolyásolhat, különösen kisvízi időszakokban.

A nyár folyamán a folyószakasz vízsebessége 0,33 –0,34 m/s között volt, ez közepes, vagy mérsékelten sebes folyású vizet jelent.

A felszínközeli víz hőmérséklet a mérési időpontokban a nyár folyamán 22.5 – 26,3 °C volt. A folyószakasz vize közepesen meleg volt.

A fajlagos elektromos vezetőképesség változásaira vonatkozó szabvány szerint közepesen változó sótartalmú folyószakasz, magas vezetőképesség mellett (1080-1953 mikros/cm, (III.-IV. osztály).

A folyószakasz vizének pH - ja 7,40 – 8,17 között volt, ez a protonaktivitás értékeire vonatkozó szabvány szerint enyhén lúgos kémhatást jelent (I.-II.osztály).

A folyószakasz vizének oxigéntartalma a vizsgálati időpontokban 4,76 – 7,65 mg/l között volt, ez az oldott oxigén tartalomra vonatkozó szabvány szerint közepesnél magasabb oxigéntartalomnak felel meg (I.-II.-III. osztály, az átlag alapján jónak mondható).

A víz oxigéntelítettsége 71,4 – 95,5 % között volt, ez közepes, és közepesen változó oxigéntelítettségnek felel meg.

A szervesanyag-tartalom (szaprobítás) mértéke 11 – 18 mg/l BOI₅ között változott, így a folyószakasz döntően az alfa – mezoszaprób valamint a poliszaprób zónába, ill. a III. (tűrhető) és a IV. és V. (szennyezett és erősen szennyezett) kategóriába tartozott.

C. A folyó jelenlegi alsó szakasza (Szeghalom, 14 – 15. VO) mesterséges ásott mederben folyik, amelynek alakja az egész szakaszra jellemző trapéz alakú keresztzelvény.

A nyár folyamán a folyószakasz vízsebessége 0,13 - 0,42 m/s között volt, ez lassú és mérsékelten sebes folyású vizet jelent.

A felszínközeli víz hőmérséklet a mérési időpontokban egész nyár folyamán 23,3 – 26,1°C volt. A folyószakasz vize közepesen meleg volt.

A folyószakasz fajlagos elektromos vezetőképessége a szabvány szerint magas értékű volt (970 - 2180 mikroS/cm, átlag: 1444.60 mikroS/cm).

A víz pH - ja 7,50 – 8,08 között alig változott, amely a szabvány szerint enyhén lúgos kémhatást jelent.

Az oxigéntartalom a vizsgálati időpontokban 4,76 – 6,61 között volt, ez az oldott oxigén tartalomra vonatkozó szabvány szerint közepes ill. jó oxigéntartalomnak felel meg.

A víz oxigéntelítettsége 59,00 – 65,4% között változott, ez közepes, és közepesen változó oxigéntelítettségnek felel meg.

A szervesanyag-tartalom (szaprobítás) mértéke 7 - 11 mg/l BOI₅ között változott, így a folyószakasz döntően az alfa – mezoszaprób zónába, ill. a MSZ szerinti vízminősítés szempontjából a III. (tűrhető) és a IV. (szennyezett) kategóriába tartozott (Felföldi 1987, MSZ 12749:1993, Németh 1998).

Összegezve: A Berettyó nagymértékben szabályozott, trapéz keresztmetszetű folyó, kis lejtéssel, térben és időben szélsőségesen változó hidrológiai és hidraulikai jellemzőkkel. A folyó vízgazdálkodási értelemben egy alulról szabályozott belvízi főbefogadó, ahol a legtöbb csatorna a magyarországi szakasz középső és alsó részén kapcsolódik be.

A folyó szervesanyag-tartalma nagy, a vizsgált nyári kisvízi időszakban túlnyomórészt a 4. kategóriába (szennyezett víz ; 10,1 – 15 BOI₅) esett. A közepes és nagyvízi

időszakokban elérte a 2. kategóriát (jó víz). A víz a szaprobitási kategóriák szerint döntően a mezoszaprób zónába tartozott. Ezen belül kiegyensúlyozott időjárási körülmények között a jó minőségű, béta– mezoszaprób zónába került, de szélsőséges kisvízi időszakokban alfa – oligoszaprób és poliszaprób is lehet. Ehhez a határon kívüli és a belföldi eredetű szennyeződésekén kívül a kis vízhozam és az erős felmelegedés is hozzájárul.

3.3.4. A Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer (MMCP) eredményei és értékelése

A Berettyó Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer szerinti vízminőségét a 4. táblázat, a fellelt taxonokat és indikációs pontszámukat a 5. táblázat tartalmazza.

4. táblázat: A Berettyó vízminősége a Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer szerint

	Szeghalom	Berettyóújfalu	Kismarja
Összes taxon	24	18	17
MMCP pontszám	99	73	72
QI _{MMCP}	5	4	4
TÁP	4.125	4.05	4,23
QI _{TÁP}	5	4	5
Minősítés (QI _{MMCP} + QI _{TÁP})/2	5 – kiváló minőség	4 – jó minőség	4,5 – jó minőségű
Vízminőségi osztály	I/C	II/B	II/A

3.3.5. A környezeti állapot-index, a vizsgálati helyek környezeti állapota

Az élő és élettelen környezeti mutatókat, strukturális- és taxon-diverzitási indexeket egyaránt felhasználó Spencer-féle környezetminősítés szerint a Berettyó a nyári időszakban közepes illetve jó környezeti állapotban van (6. táblázat).

A különböző módszerekkel kapott környezetminősítési értékek megfelelnek egymásnak. A bioindikátorok ugyanakkor jobb környezeti állapotra utalnak, mint a fizikai-kémiai jellemzők. A hosszú távú pocsaji vízminőségi adatsorok sem tanúskodnak olyan rossz környezeti állapotról, mint amelyet a havonként történt mintavételek mutatnak (7. táblázat)

5. táblázat: A Magyar Makrozoobenton-Család Pontrendszer fellelt taxonjai

	Kismarja	Berettyóújfalu	Szeghalom
QI	Család-taxon	Család -taxon	Család -taxon
6	Ephemeridae – Tarka kérészek Libellulidae –Laposhasú acsák	Leptoceridae -Vízi tegzesek Leptophlebiidae – Kérészek	Ephemeridae – Tarka kérészek Leptoceridae -Vízi tegzesek Leptophlebiidae – Kérészek
5	Haliplidae – Víztaposó bogarak Unionidae – Folyami kagylók Hydropsychidae - Szövőtegzesek Limnephilidae – Mocsári tegzesek Pisidiidae – Borsókagylók	Caenidae – Zömök kérészek Dytiscidae – Csíkbogarak Haliplidae – Víztaposó bogarak Hydropsychidae - Szövőtegzesek Pisidiidae – Borsókagylók	Dytiscidae – Csíkbogarak Haliplidae – Víztaposó bogarak Hydrophilidae – Csíborok Hydropsychidae - Szövőtegzesek Limnephilidae – Mocsári tegzesek Pisidiidae – Borsókagylók
4	Baetidae – Teleszkópszemű kérészek Calopterygidae – Színesszárnyú szitakötők Gerridae – Molnárpóloskák Nepidae – Víziskorpiók Coenagrionidae – Légivadászok Notonectidae – Hanyattúszó póloskák	Baetidae – Teleszkópszemű kérészek Calopterygidae – Színesszárnyú szitakötők Nepidae – Víziskorpiók Gerridae – Molnárpóloskák Pleidae – Törpe vízipóloskák	Baetidae – Teleszkópszemű kérészek Calopterygidae – Színesszárnyú szitakötők Gerridae – Molnárpóloskák Nepidae – Víziskorpiók Pleidae – Törpe vízipóloskák(16)
3	Asellidae – Víziáscák Platynemididae – Széleslábú szitakötők Corixidae – Búvárpóloskák	Bithyniidae – Vízicsigák Corixidae – Búvárpóloskák Lymnaeidae – Mocsárcsigák Tipulidae - Lószúnyogok	Asellidae - Víziáscák Bithyniidae – Vízicsigák Corixidae – Búvárpóloskák Erpobdellidae - Nadályok Hirudidae - Piócák Lymnaeidae – Mocsárcsigák Tipulidae - Lószúnyogok
2	Culicidae - Szúnyogfélék	Culicidae - Szúnyogfélék DIPTERA – Kétszárnyúak	Culicidae - Szúnyogfélék DIPTERA – Kétszárnyúak

6. táblázat: A vizsgálati helyek Spencer-féle (módosított) állapotindexe a 2003. év június – augusztusi időszakban

Környezeti elem/indikátor		Szeghalom	Berettyó- újfalú	Kismarja
Talaj	A part stabilitása	4.00	4.00	4.00
	SZUBINDEX	4.00	4.00	4.00
Víz	Nyírófeszültség	4.00	4.00	2.00
	Áramlás	turbulens – lamináris	4.00	4.00
		rohanó – áramló	4.00	4.00
	Átlagos sebesség	5.00	4.00	2.00
	Vezetőképeség	3.00	3.00	3.00
	Oldott oxigén	5.00	5.00	5.00
	BOI ₅	3.00	2.00	3.00
	pH	5.00	5.00	5.00
	SZUBINDEX	4.13	3.88	3.50
	MMCP	5.00	4.00	4.00
Vízminőség- indikátor-taxonok	Diverzitás	3.00	3.00	3.00
	SZUBINDEX	4.00	3.50	3.58
	Borítás	3.00	1.00	4.00
Vegetáció	Élőhelyek heterogenitása	4.00	3.00	4.00
	SZUBINDEX	3.50	2.50	4.00
	INDEX	3.91- JÓ	3.47- KÖZEPES	3.77- JÓ

A szeghalmi szakasznál a (Keleti-főcsatorna beömlése alatt) a vízkormányzási műveletektől függően a Felső – Tisza jó minőségű vize javítja a környezeti állapotot. A Kutas ökológiai folyosót képez a Bihari-sík és a Berettyó alsó szakasza között, ugyanakkor nem található jelentős fenékküszöb a 6.5 km-re levő Sebes-Körös és a vizsgálati hely között. Ez a kétirányú kapcsolat a folyó természetes öntisztuló képességével együtt magyarázza meg az alsó szakaszon a MMCP szerinti kiváló környezeti állapotot.

7. táblázat: A Berettyó vízminősége (2003. április - augusztus)

	SZEGHALOM	BERETTYÓÚJFALU	KISMARJA
pH	Enyhén lúgos	Enyhén lúgos	Enyhén lúgos
Halobitás - LF (mS/cm)	β-mezohalobikus	β-mezohalobikus	β-mezohalobikus
Szaprobítás - BOI ₅ (mg/l)	α -mezoszaprób	α -mezoszaprób	α -mezoszaprób
Vízminősítés-MSZ 12749	Tűrhető III.	Szennyezett IV.	Tűrhető III.
Vízminősítés-MMCP	Kiváló I.	Jó II.	Jó II.
Simpson-index (indikátorokra)	0.82 – III.	0.82 – III.	0.79 – III.
Spencer-f. állapotindex	3.91 jó	3.47 közepes	3.77 jó

Ez a tény felértékeli a belvízi csatornahálózat természetvédelmi jelentőségét. A Berettyó magyarországi szakasza a berettyószéplaki olajfeldolgozó iparvidék által ökológiailag el van választva a felső szakasztól, a bakonszegi fenékküszöb pedig hidrológiai szempontból jelent gátat a 68. VO-tól felfelé. Ezeknek a taxonoknak az utánpótlása ill.

a degradált életközösségek genetikai felfrissülése elsősorban a Bihari-sík természetközeli állapotban megmaradt belső területeiről történhet (Kutas, Kiskörös, Ér). Ezen a területen az ökológiai folyosók szerepét a belvízelvezető csatornahálózat részben pótolja. A Keleti-főcsatorna beömlése alatt a vízkormányzási műveletektől függően a folyó keveredik a Felső – Tisza jó minőségű vizével.

Mindezek alapján feltételezhető, hogy amennyiben a Körös-Berettyó rendszer eléri a jó ökológiai állapotot, és így biztosítjuk a természetes génáramlás és génkicserélődés lehetőségeit, a főbb vízfolyások természetes élővilága is helyreállhat.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

- Az eddig részvízgyűjtőkön folytatott kutatások eredményeit komplex Vízgyűjtő Gazdálkodási Tervben, a határokon túlmutatóan, az egész vízgyűjtő területre kiterjedően kell integrálni.
- A pocsaji monitoring-állomás riasztási szempontból megfelelően működik. Azonban a keresztshelvény medergeometriája és így hidrológiai – áramlási viszonyai nem reprezentatívak a Berettyó magyarországi szakaszára nézve. Fontos lenne, hogy a vízhálózat minden fontos befolyási pontján, de legalább az Ér, Kiskörös, Kálló – Keleti-főcsatorna, Kutas esetében létesüljön egy monitorig állomás.
- A monitorozás során szükséges a teljes szerves kötésben levő széntartalom (TOC) mellett a kémiai oxigénigény (KOI) és biokémiai oxigénigény (BOI₅) rendszeres mérése, hogy a természetes és mesterséges eredetű szervesanyag-tartalom egymáshoz viszonyított aránya is mérhető legyen. Ez alapján a mesterséges eredetű szennyezések jobban indikálhatóvá válnak
- A Bihari – sík csatornahálózatának génbanki szerepe van, mivel őrzi az az eredeti életközösség relikturn-fajait. Szükséges lenne ezek környezet- és természetvédelmi szempontú részletes felmérése. Az eredmények alapján indokolt a mezőgazdasági vízkormányzás újratervezése is.
- A keresztshelvények felvételezésének kiegészítése kulcsfontosságú az ökológiai szempontokat is figyelembevevő felújítás céljából. Ez a kisvízi időszakokban könnyebben kivitelezhető. A hidrológiai, környezetvédelmi és vízgazdálkodási szempontból meghatározó folyószakaszokon sűríteni kellene a felmért keresztshelvények számát. A medermorfológiai, áramlástan, vízkormányzási

szempontból releváns szakaszokon ez mindenképpen indokolt. (Az eddigi felmérések átlagosan 500 méterenként történtek.).

- A mederérdességi tényezők egzakt felmérése még nem megoldott. Ezért a hagyományos, szemrevételezésen alapuló felvételezések sűrítése mellett a távérzékeléses adatnyerés módszereinek bevezetése a jövőben mindenképp szükséges. Ez lehetővé teszi a nagy területre kiterjedő változások értékelését, és a beavatkozások optimalizálását.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásaim során a Berettyó koncepcionális modelljére alapozva kialakítottam a folyó és környezetének virtuális hidrológiai – hidraulikai modelljét.

A hidraulikai elemzések során felmértem a vizsgált keresztmetszvényekre vonatkozóan a folyó morfológiai és hidrológiai jellegét, és áramlási viszonyait. Megállapítottam, hogy a bakonszegi keresztmetszvény a benne uralkodó szélsőséges hidraulikai viszonyok miatt ökológiai barrierként viselkedik.

Kimutattam, hogy átlagos körülmények között, adott vízhozam esetében a meder geometriai viszonyai összefüggenek az áramlási tényezőkkel, de kis, illetve nagyvízi viszonyok között ez a kapcsolatrendszer lényegesen meggyengül, vagy megszűnik. A hidroökológiai és vízminőségi körülmények egyaránt indokolják a vízáramlás környezetvédelmi célú szabályozását, végső esetben a mederátalakítást is.

A terepi mintavételezések során nyert adatok alapján elvégeztem a Berettyó és közvetlen környezetének környezet- és vízminősítését a vizsgált időszakra vonatkozóan. Megállapítottam, hogy a szennyeződések jelentős részben határon kívüli eredetűek. A folyó öntisztuló képessége ugyanakkor jelentősnek mondható, a környezeti állapot az alsóbb szakaszok felé haladva javul.

A Spencer-féle környezetminősítési gyorsesztt alapján összeállítottam egy alföldi vízfolyásokra alkalmazható, az igényeknek megfelelően bővíthető vizsgálati módszert, amely felhasználja a hazai négy vízminősítési rendszer eredményeit.

A vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy a fizikai-kémiai-biokémiai vizsgálatok esetében nem elegendő az alkalmankénti mintavétel, hosszú távú monitoringra van szükség.

A felhasznált Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer (MMCP) használhatóbb volt, mint a más eseti mintavételezések eredményeit alkalmazó értékelési módszerek. Nem a mintavétel idejében fennálló környezetminőséget reprezentálja, hanem összegzi a makroszkópikus vízi gerinctelen életközösségek indikátor-fajainak addig eltelt

fejlődési periódusát. Ennek alapján eredményei jobban összevethetőek a hosszú távú fizikai-kémiai adatsorokon alapuló MSZ 12 749 szerinti vízminősítéssel.

5.1. Új, illetve újszerű tudományos eredmények

A kutatás célkitűzéseinek szempontjából a következő eredmények születtek:

1. Előállítottam a Berettyó és vízgyűjtője digitális hidrológiai-hidraulikai modelljét. Ez alkalmas a környezetgazdálkodással kapcsolatos folyamatoknak a valós idejű és szimulációs (előrejelzéses) értékelésére. A modell bővíthető, alapul szolgál a részvízgyűjtő hidrológiai hálózatának széleskörű leképezéséhez.
2. Megalapoztam a Berettyó folyó magyarországi szakaszának környezetgazdálkodási célú környezetminősítési tipológiáját.
3. Igazoltam, hogy a víztér környezetminőségi állapotát a szabályozások által kedvezőtlenre vált hidraulikai paraméterek is jelentősen befolyásolják.
4. Számszerű becslésekkel igazoltam, hogy a hagyományosan vizsgált vízminőségi mutatók mellett a vízhozam, a vízsebesség, valamint a vízfolyás és a vízáramlás típusa is meghatározza a víztér ökológiai állapotát.
5. Bebizonyítottam, hogy az alkalmazott hidrológiai, vízfizikai, vízkémiai és a biológiai vízminőségi jellemzők együttes, sokváltozós elemzése helyspecifikus adatokat szolgáltat a vízminőségvédelmi és vízfolyás-rehabilitációs feladatok tervezéséhez.
6. A különböző szempontú vízminősítési módszereket összevontam egy egységes környezetminősítési tesztbe, a VKI ajánlásainak megfelelően. Kibővítettem, és alkalmaztam a Spencer-féle környezeti gyorsesztet a magyarországi síkvidéki viszonyokra.

5.2. Az eredmények gyakorlati felhasználhatósága

1. A Berettyó folyóra adaptáltam a HEC-RAS hidraulikai – hidrológiai programot, amellyel a tervezési változókat pontosabban lehet becsülni.
2. A hidrológiában használatos vízhozam-tartósság mintájára bevezettem az éves tartóssági valószínűségeket az ökológiailag jelentős hidrológiai, fizikai, kémiai és biológiai együttthatókra is. Ezzel vegetációs periódusokra nézve is elemezhetőek a vízminőségi mutatók.
3. A vizsgált keresztmetszvényekben megállapítottam a vízgazdálkodási szempontból jelentős hidrológiai-hidraulikai jellemzők közötti összefüggések jellegét, szerepét és szorosságát. Ezzel a terepi körülmények között nehezen, vagy nem mérhető tényezők értékei is valószínűsíthetőek a mért adatok alapján.

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

Tudományos közlemény lektorált folyóiratban:

PREGUN CS., Burai P. (2004): A Berettyó folyó környezetgazdálkodási célú vizsgálata. Agrártudományi Közlemények DE Acta Agraria Debreceniensis. 2004/13. pp. 161 -166.

PREGUN CS., TAMÁS J. (2004): A Berettyó folyó hidrológiai és ökológiai kapcsolatrendszerének vizsgálata. XLV. Hidrobiológus Napok, Tihany. Hidrológiai Közlöny. 2004. 5 – 6. pp. 125 – 127.

PREGUN CS., TAMÁS J. (2005): Hidrológiai paraméterek hatása a Berettyó biodiverzitására. I. Agrártudományi Közlemények DE Acta Agraria Debreceniensis. 2005/16. pp. 215 – 229.

PREGUN CS., Tamás J., Takács P. (2006): HEC-RAS alapú geoadatbázis vizsgálata az EU Vízügyi Keretirányelv előírásai alapján I.. Acta Agraria Kaposvariensis. Volume 10 No 1. Kaposvár. pp. 31 - 42.

Hazai lektorált konferencia előadás + kiadvány:

PREGUN CS., Tamás J.(2004): A Berettyó folyó hidroökológiai információs keretrendszerének kidolgozása. Agrárinformatikai Nyári Egyetem és Fórum, Gödöllő. CD. pp. 1-5.

PREGUN CS., Tamás J., Bíró T. (2004): A HEC-RAS vízfolyásmodell agrárkörnyezetvédelmi szempontjainak vizsgálata a Berettyó folyón. Agrárinformatikai Nyári Egyetem és Fórum, Gödöllő. CD. pp. 1-6.

Bíró T., Tamás J., **PREGUN CS.** (2004): A területi vízrendezéshez szükséges vízrajzi adatbázisok térinformatikai alapú fejlesztése. Agrárinformatikai Nyári Egyetem és Fórum, Gödöllő. CD. 1-8.

Idegen nyelvű lektorált konferencia előadás + kiadvány

E. Kovács,; A. Nagy,; N. Kovács,; **CS. PREGUN,;** J. Tamás (2006): Pilot study on the trace element content of sediment and fish from a contaminated stream in Hungary. In: Proc. International Symposium on Trace Elements in the Food Chain. Budapest. 160-165.

Hazai nem lektorált konferencia előadás + kiadvány:

Bíró T., Tamás J., **PREGUN CS.** (2004): Hidroinformatikai megoldások a sík-vidéki vízrendezésben. Új kihívások, új lehetőségek a mezőgazdaságban. XLVI. Georgikon Napok, Keszthely pp. 15-21.

PREGUN CS., Kovács E., Nagy I. (2005): A Berettyó-folyó reprezentatív élőhelyeinek jellemzése módosított Spencer-féle környezeti mutatók alapján. A Környezettudomány Elmélete és Gyakorlata Tudományos Konferencia, Szeged, 2005. március 31-április 02. pp. 1-5.

Nagy, I., Takács, P., **PREGUN, CS.** (2005): Komplex vízgazdálkodási rendszer adatfeltöltéséhez alkalmazható eszközök. A Környezettudomány Elmélete és Gyakorlata Tudományos Konferencia, Szeged, 2005. március 31-április 02. pp. 1-8.

PREGUN, CS.; Kovács, E.; Tamás, J. (2006): Alföldi kistölgyök hidrológiai viszonyainak hatása a vízminőségre. XX. Országos Környezetvédelmi Konferencia, Balatonfüred. pp. 157-168.

Poszter

Katona, Zs., **PREGUN CS.**, Tamás, J., (2003): Bolygatatlan talajminta vételezése. „A környezetállapot értékelés korszerű módszerei” tudományos konferencia, Gyöngyösorszi

Tamás, J.; Thyll, Sz. ; Juhász, Cs.; Bíró, T.; Lénárt, Cs.; Kovács, E.; – **PREGUN, CS.**; - Burai, P.; Kovács, E.; Kovács, N.; Takács, P.; - Nagy, I.; - Nagy, A. (2006): Integrált vízgazdálkodás a szántóföldi táblától a vízgyűjtőig. A globális klímaváltozás: Hazai hatások és válaszok. KvVm – MTA „VAHAVA” Projekt. Poszterek a Projekt zárókonferenciáján.