

Földtudományok Doktori Iskola

PH.D. ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**Antropogén tevékenységek hatásainak megjelenése a
Dráva és főbb hazai mellékvízfolyásainak
vízminőségében**

DOLGOSNÉ KOVÁCS ANITA

**Pécsi Tudományegyetem
Természettudományi Kar**

Pécs, 2008

A doktori program címe: Földtudományok Doktori Iskola

Vezetője: Prof Dr. Tóth József
Egyetemi tanár, D.Sc.
Rector Emeritus
PTE TTK Földrajzi Intézet
Társadalomföldrajzi és Urbanisztika Tanszék

A doktori témacsoport címe: Környezetföldrajz

Vezetője: Dr. Wilhelm Zoltán
Egyetemi docens, Ph.D.
Tanszékvezető
PTE TTK Földrajzi Intézet
Általános és Alkalmazott Környezetföldrajzi Tanszék

Konzulens: Prof Dr. Fodor István
Egyetemi tanár, D.Sc.
Tudományos tanácsadó
MTA Regionális Kutatások Központja

I. BEVEZETÉS

A víz életfeltétel és természeti erőforrás egyaránt, értéke napról napra növekszik. A vízkészlet természetes körforgása során minőségi megújuláson megy át. A vízszennyezések ezt a körforgást megzavarják, és a vizek minőségében olyan változásokat idézhetnek elő, amelyek a vízben zajló természetes életfolyamatok fenntartását akadályozzák, esetenként megszüntetik. Felszíni vizeink pontszerű terhelésének növekedése 1950-től az 1970-es évek végéig meglehetősen gyors ütemű volt. Ezzel párhuzamosan megnőtt a diffúz szennyezőforrások száma és veszélyessége is, így például a szabálytalan szilárd és folyékony hulladékkezelés és -elhelyezés, a növekvő műtrágya- és növényvédőszer-használat és a különféle anyagtárolás és szállítás kapcsán. A kommunális-, az ipari- és a mezőgazdasági vízhasználatok terhelései következtében felszíni vizeink minőségének alakulása a vízminőségi paraméterek változásában is megmutatkozott.

Magyarországon, következőképpen a Dráván és főbb hazai mellékvízfolyásain is, a szervezett módon való, rendszeres vízminőség vizsgálatok az 1960-as évek végétől, a törzshálózati rendszer keretén belül történtek. Az általános vízminősítési rendszer több változtatáson ment keresztül az elmúlt évtizedek alatt, majd 1994-től az MSZ 12749 „Magyar Szabvány – Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés” alapján folytak a vizsgálatok. A rendszer a víz kémiai alapjellemezőinek és néhány szennyezőanyagnak a mérése alapján minősítette a vizet, a víz biológiai és ökológiai állapotára csupán néhány paraméter utalt. Mindebből fakadóan az évtizedek alatt hatalmas mennyiségű adat halmozódott fel a vízfolyások kémiai paramétereinek tekintetében. A Dráva folyó vízminőségi alakulásáról és az azt befolyásoló tényezőkről azonban – a többi hazai nagy folyóval ellentétben – a (rész)vízgyűjtőjének környezeti állapotára utaló néhány kutatási jelentésen és konferencia anyagon kívül meglehetősen kevés közlemény látott napvilágot.

Az Európai Unióhoz való csatlakozási szándékával hazánknak jogharmonizációs, majd a csatlakozással kötelező feladata lett „A vízügyi politika területén a közösségi cselekvés kereteinek meghatározásáról” szóló 2000/60/EK irányelv bevezetése, amely 2000. december 22-én lépett hatályba és Víz Keretirányelvként (WFD 2000; hazánkban VKI) jelent meg a köztudatban. A Víz Keretirányelv minden vizet védelem alá helyez, azzal a céllal, hogy Európában 2015-re – a fenntartható vízhasználat biztosítása mellett – minden víz feleljen meg a „jó állapot” (jó kémiai állapot és jó ökológiai állapot/potenciál) kívánta követelményeknek.

A VKI egyik lényeges eltérése a korábbi monitorozó rendszerünkhöz képest, hogy nem egy adott mintavételi helyről, hanem a víztest egészéről kell információt szerezni és megadni a víztest jellemző állapotát, sőt az állapot számszerű megbízhatóságát is. Szemlélete természetközpontú, az ökológiai feltételek fokozottan érvényesülhetnek. Teret nyit az integrált monitoring rendszereknek, a vízgyűjtő területi gazdálkodásnak, valamint a nyilvánosság bevonásának. A „jó” állapot eléréséhez vezető út munkafolyamataiban elengedhetetlen nemcsak a pontszerű, hanem a diffúz szennyezőforrások teljes körű felmérése és azok hatásainak számszerűsítésével azoknak pontos ismerete is. A fentiekből következően a VKI gyakorlati megvalósítása komoly feladatok elé állította és állítja a magyar vízgazdálkodás szakembereit.

Az előzőekben vázoltakból adódóan, a cím alapján a vízminőség témakörében a dolgozat ezer szálon futhatna mind az okok, mind a megoldások vonalán. „A társadalmi-gazdasági aktivitás területi-környezeti problémái” című doktori programon belül kezdett munka környezetföldrajzi témaválasztása és vonala alapvetően kettős. Egyrészt hiánypótló munka, a kevésbé kutatott és publikált Dráva és főbb hazai mellékvízfolyásairól (a Dráván az őrtilosi és a drávaszabolcsi vízmintavételi pontok között betorkolló mintázott vízfolyások) az 1968-tól indult törzshálózati vizsgálatok kezdetétől 2006-ig összegyűlt kémiai vízminőségi adatok és azok okainak vizsgálata miatt, másrészt a múlt adatainak feldolgozásával és azok eredményeivel alapját képezi a Víz Keretirányelv szerinti kémiai vízminőségi monitoring rendszer megfelelő kialakításának, átalakításának. A téma interdiszciplinaritásából adódóan, ám a dolgozat terjedelmi korlátaiból fakadóan a disszertációban az elsőként feltárt cél került előtérbe. A másodikkra utalások történtek, hiszen az a téma nagyságát tekintve ennek a disszertációnak a folytatásaként akár egy újabb dolgozat is lehetne.

II. CÉLKITŰZÉS

A disszertáció alapvető célja a Dráva és a Dél-dunántúli régióban a vízminőség céljából mintázott mellékvízfolyásainak vízminőség vizsgálata, visszamenőleg a törzshálózati rendszer kezdetétől annak végéig, az antropogén tevékenységek hatásainak megjelenése szempontjából. További célja, hogy egyrészt alapját adja a releváns vízgyűjtő-tervezési alegységek vízgazdálkodási tervének a vizsgált vízfolyásokra nézve szennyező antropogén tevékenységek összegyűjtésével és elemzésével, másrészt a korábbi vizsgálati rendszer

környezetföldrajzi alapon való áttekintésével, az adatok feldolgozásával és értékelésével, illetve az ezekből levont tapasztalatokkal hozzájáruljon a valóban új, VKI-nak is megfelelő kémiai monitoring rendszer ki- és átalakításához. A fenti célkitűzések megvalósításához a dolgozat a következő módon és sorrendben ad választ:

1. Bemutatja, és röviden értékeli a vízi környezetvédelem, ezen belül a vízminőség, vízminősítés változásának, fejlődésének főbb pontjait és a jövő iránymutatását a Dráva és a főbb hazai mellékvízfolyásai példáján. Mindezt összekapcsolja a vizsgált vízfolyások vízminőségével összefüggő vizsgálatokkal, kutatásokkal és a témában megjelent publikációkkal. Ezekből adódóan túlmutat a kutatástörténeti áttekintésen, és a dolgozat témájának kiinduló pontját képezi.
2. Röviden áttekinti a Dráva és (rész)vízgyűjtő területének természetföldrajzi adottságait, kiemelten a vizsgált vízfolyásokra és részvízgyűjtőikre vonatkozókat.
3. Összegyűjti és elemzi a vizsgált vízfolyások vízminőségére hatást gyakorolt/gyakorló antropogén tényezőket és tevékenységeket. Ezen belül tanulmányozza a vizsgált terület környezetállapot változásának gazdasági, társadalmi-politikai hátterét. Feldolgozza a szennyvízkezelés, a mezőgazdaság, a bányászat és a hulladéklerakás/kezelés helyzetét és annak változását a vizsgált időszakban a vizsgált terület egészét tekintve, illetve a részvízgyűjtők, továbbá a Víz Keretirányelv szerinti vízgyűjtő-tervezési alegységek szerinti bontásban.
4. Összegyűjti, rendszerezi, majd az antropogén tevékenységek hatásának megjelenése szempontjából elemzi a vizsgált vízfolyások tekintetében az esetenként 40 év alatt összegyűlt törzshálózati kémiai vízminőségi adatokat. Először az adatok alakulásának az értékelését végzi el, majd az antropogén tevékenységek hatásainak megjelenési vizsgálata kapcsán oknyomozásra kerül sor. A disszertációnak, a környezetföldrajzi irányultsága miatt és az adatok jellegéből fakadóan nem célja (és nem is tud célja lenni) a részletes kémiai és műszaki analízis és szintézis. Végül áttekinti a fenti elemzések közben tapasztalt problémákat, észrevételeket fogalmaz meg, melyeket a jövő vizsgálati rendszereinek kidolgozásánál javasol figyelembe venni.

III. A KUTATÁS MÓDSZERE

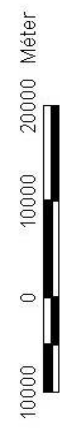
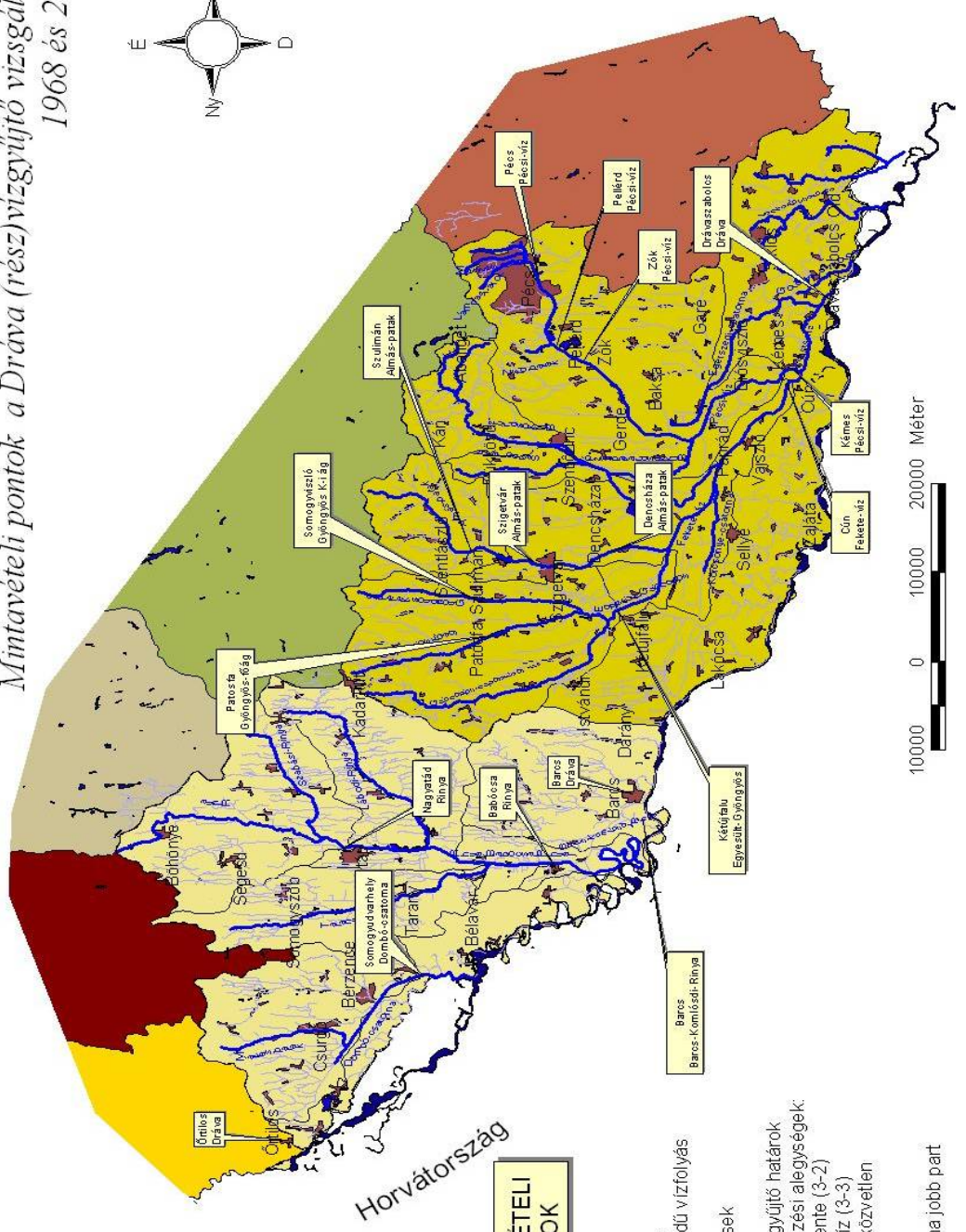
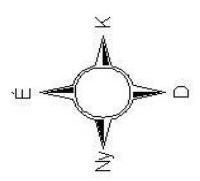
A disszertáció célkitűzéseinek megvalósításához a téma interdiszciplináris jellegének megfelelően a kutatási módszerek is többfélék voltak, alkalmazkodva az adott részcélok eléréséhez. A dolgozat felépítését követve ismertetem az alkalmazott metodikákat.

A disszertáció *kutatástörténeti áttekintése* a téma jellegéből adódóan igényelte a méréstörténeti, valamint a jelen és a jövő iránymutatásait is *bemutató és elemző kiegészítést*. Ez a rész tartalmazza a *szakirodalmak* és a témával kapcsolatos *joganyag összegyűjtését, áttekintését és elemzését*.

A vizsgált terület *természetföldrajzi adottságainak* bemutatása többnyire *szakirodalmi áttekintés* alapján történt. A vizsgált terület lehatárolása: A kiinduló tényező a vízminőségi törzshálózati mintavételi pontok (1968 és 2006 évek között) elhelyezkedése volt a Dráván. Ezért az Őrtilos (VM kód: 05FF16; vízmérce; 225.00 fkm) és a Drávaszabolcs (VM kód: 05FF18; közúti híd; 68.00 fkm) mintavételi pontok között a Drávába betorkolló, vízminőség vizsgálat céljából mintázott hazai vízfolyások kerültek a vizsgálandók közé, továbbá az antropogén tevékenységek hatásának vizsgálata szempontjából, a Dráva fent megnevezett két mintavételi pontjához tartozó hazai (rész)vízgyűjtő terület. A vizsgálatok céljából ez, a vizsgált *vízfolyások részvízgyűjtőinek megfelelően került felbontásra* (a „közvetlen”-en azok a területek értendők az egyes vízfolyásoknál, amelyeken a szennyezőforrások úgy helyezkednek el, hogy azok hatásai a releváns vízfolyáson mintavételi hely hiányában közvetlenül nem vizsgálhatók). A dolgozat Víz Keretirányelvhez kapcsolódó tervezési feladatokhoz való jövőbeni gyakorlati felhasználása miatt, az antropogén tevékenységek összegyűjtésénél és értékelésénél a releváns (3-2 Rinya-mente és a 3-3 Fekete-víz) *vízgyűjtő-tervezési alegységek szerinti bontás* használata is célszerűnek látszott. A vizsgált terület lehatárolását, a vízfolyásokon lévő mintavételi pontokkal az **1. térkép** szemlélteti.

Az *antropogén tevékenységek vizsgálatához* egyrészt össze kellett *gyűjteni, rendszerezni* a szennyezőforrásokat, másrészt *elemezni, értékelni* azokat. Szennyezőforrásnak tekinthető a VKI tükrében minden olyan tevékenység, amelyből egyszeri, folyamatos vagy szakaszos terhelés (szennyezőanyag vagy energia) éri (tényleges szennyezőforrás) vagy érheti (potenciális szennyezőforrás) az egyes környezeti elemeket – jelen esetben a felszíni vizeket.

Mintavételi pontok a Dráva (rész)vízgyűjtő vizsgált területen
1968 és 2006 között



1. térkép: Mintavételi pontok a vizsgált vízfolyásokon

(Forrás: a DDKÖVIZIG és a DDKTVF alapfedvényeit felhasználva szerk. DOLGOSNÉ KOVÁCS A.)

A vizsgált időszak (1968–2006) elejére vonatkozó szennyezőforrások összegyűjtése meglehetősen problémásnak bizonyult, főképpen kutatási jelentésekből, kárelhárítási tervekből, állapotfelmérésekből és kéziratokból történt. A disszertációhoz szükséges, *feldolgozandó alapadatokhoz* a Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségen (továbbiakban DDKTVF) és a Dél-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóságon (továbbiakban DDKÖVIZIG) keresztül jutottam hozzá. (Az adatlapokon, illetve az útmutatókban megjelölt dokumentumokban közölt adatok valódiságáért az adatszolgáltatók a felelősek.) Ezek *eredetét* részletezve:

1. táblázat: Az antropogén tevékenységeket és azok változását vizsgáló fejezetekben az alapadatok eredete

szennyvízkezelés	„A közműves vízellátási és csatornázási tevékenységek főbb műszaki–gazdasági adatai” – OSAP 1376 sz. adatlapok, Települési Szennyvíz Információs Rendszer (TESZIR), a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (régebben KTM, majd KöM) által évente kiadott „Vizeink minősége” című kiadványok
egyéb szennyvízkezelő létesítmények	Felszín alatti víz és földtani közeg nyilvántartó rendszer (FAVI) adatbázisa (a kötelezettek által benyújtott „FAVI–ENG” adatlapok feldolgozása alapján)
állattartás	DDVIZIG (1986A, 1986B) Védelmi Szabályzatai, DDKTVF (2005) Interreg III. B. tanulmánya, FAVI adatbázis
földhasználat és trágyázás	A KSH Somogy megye Statisztikai Évkönyveinek és a Baranya megye Statisztikai Évkönyveinek vonatkozó statisztikai adatai
bányászat	Pécsi Bányakapitányság által használatos nyilvántartási rendszer
hulladék helyzet	többsége a hulladéklerakók adatbázisából (LANDFILL), a döngkutakra vonatkozó a KÁRmentesítési INFOrmációs Rendszerből (KÁRINFO), néhány adat a Dél-dunántúli Régió Területi Hulladékgazdálkodási Tervéből
„Egyéb” fejezetben tárgyalásra kerülő gyűjtő, tároló létesítmények	Felszín alatti víz és földtani közeg nyilvántartó rendszer (FAVI) adatbázisa (a kötelezettek által benyújtott „FAVI–ENG” adatlapok feldolgozása alapján)

(szerk. DOLGOSNÉ KOVÁCS A.)

A fenti forrásadatok összegyűjtése, rendszerezése és feldolgozása nagyobb feladatnak bizonyult, mint azt a kutatás kezdetén gondoltam. A szennyezőforrások adatbázisa ugyanis a vizsgált időszak első ¼-ében nem létezett, a későbbiekben pedig, az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszerből (OKIR) származó adatok egy része, például a LANDFILL, KÁRINFO, FAVI adatok 2002 és 2004 évek közötti egyszeri felmérésen, adatszolgáltatáson alapultak, így azok egy része a vizsgált időszak végén esetenként akár elavult is lehetett. Ez utóbbi probléma a dolgozat vízminőségi oldalát tekintve elhanyagolható, ugyanis az adatbázisok tartalmazzák a szennyezőforrás működésének kezdetét – így a

vízminőségre való hatásuk megjelenése becsülhetővé vált – és a vizsgált időszak végére, ha megszűntek, a jellegükből fakadóan a „hagyatékaik” megmaradtak, amelyek többnyire továbbra is potenciális szennyezőforrásokat jelentettek. A 2002–2004 közötti állapothoz viszonyítva korábban a szennyező hatásuk – a gazdasági, környezetvédelmi helyzeteket áttekintve – valószínűleg erőteljesebben jelentkezett. *A forrásadatok feldolgozása után nyert származtatott adataim* (kivéve KSH megyei évkönyveiből származó adatok) *elemzéséhez és az értékeléshez táblázatokat és ábrákat készítettem. A térképeket a DDKÖVIZIG alapfedvényeit felhasználva és továbbszerkesztve készítettem el ArcView (3.2 version) térinformatikai rendszer alkalmazásával. A térképekre a szennyezőforrások a tényleges (T) és a potenciális (P) jelölésekkel kerültek fel.*

A vizsgált vízfolyások vízminőségi alapadataihoz a DDKTVF hatóságon keresztül jutottam hozzá. Ők biztosították számomra a VM 2000 (Felszíni vizek minősége) program használatát, amellyel az adatbázisban meglévő primer forrásként kezelt adatok feldolgozását elkezdtem. Ezzel, éves bontásban statisztikai adatlapot készítettem minden mintavételi pontra az MSZ 12749:1993 által megadott és a hatóság által mért vízminőségi paraméterekre, majd ebből nyertem ki az értékelésnél felhasználandó 90%-os tartósságú adatokat és az átlagértékeket.

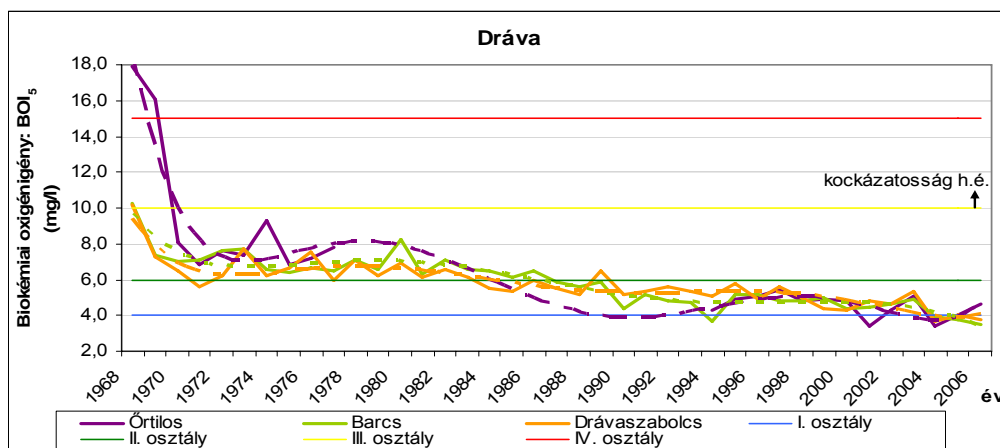
2. táblázat: A disszertációban vizsgált vízminőségi paraméterek

Vízminőségi jellemzők		
A csoport: az oxigénháztartás jellemői	Oldott oxigén; Oxigéntelítettség; Biokémiai oxigénigény (BOI ₅); Kémiai oxigénigény (KOI _{ps}), (KOI _k); Összes szerves szén (TOC); Szaprobítási (Pantle–Buck) index	
B csoport: a nitrogén és foszforháztartás jellemzői	Ammónium–nitrogén (NH ₄ –N); Nitrít–nitrogén (NO ₂ –N); Nitrát–nitrogén (NO ₃ –N); Szerves nitrogén; Összes foszfor, Ortofoszfát–foszfor (PO ₄ –P); a-Klorofill	
C csoport: mikrobiológiai jellemzők	Coliformszám 1 ml-ben; Fekál(is) coliformszám 1 ml-ben; Fekál(is) streptococcus 1 ml-ben	
D csoport: mikroszennyezők (és toxicitás)	D₁ csoport: szervetlen mikroszennyezők	Alumínium; Cink; Higany; Kadmium; Króm; Nikkel; Ólom; Réz
	D₂ csoport: szerves mikroszennyezők	Fenolok; Anionaktív detergensok; Kőolaj és termékei
	D₄ csoport: radioaktív anyagok	Összes β-aktivitás
E csoport: egyéb jellemzők	pH; Fajlagos vezeték (20°C-on); Vas; Mangán Összes lebegő anyag; Összes oldott anyag; Nátrium; Kálium; Kalcium; Magnézium; Hidrogén-karbonát; Keménység; Szulfát; Klorid	

(szerk. DOLGOSNÉ KOVÁCS A.)

A vízminőség változásának értékeléséhez a származtatott adatokból ábrákat készítettem a fent említett szabvány paraméterei szerinti bontásban, amelyek a – terjedelmükből fakadóan – a mellékletben kerültek elhelyezésre, azonban a dolgozat szerves részét képezik. Az ábrákon

egyrészt az éves adatok, ahol lehetőség volt rá, a változás trendvonala is szerepel, továbbá, az MSZ 12749:1993 Magyar Szabvány határértékei (megfelelő színű vonallal jelölve), illetve a VKI által javasolt kockázatoság határértékei (nyíl és szöveg ráillesztésével) is felkerültek. A következő ábra példaként szemlélteti a fentieket.



1. ábra: Példa az egyes vízminőségi paraméterek változásának a szemléltetésére (szerk. DOLGOSNÉ KOVÁCS A.)

A kőolaj és termékei esetében az alkalmazott analitikai módszerek és a mérésmetodika váltás (2003. nyaratól) miatt a mérési eredmények nem tudnak biztosan jellemző képet adni a vizsgált vízfolyások erre vonatkozó szennyezettségéről. A vízfolyások mért értékei az analitikai problémák miatt a valódinál valamivel magasabbaknak adódhattak.

Az **értékelésnél** először a paraméterek változásai alapján a vizsgált vízfolyások kémiai vízminőségét és annak változását értékeltem, majd a vízfolyást ténylegesen és/vagy potenciálisan szennyező antropogén *tevékenységek hatásainak megjelenését vizsgáltam*, az előtte lévő fejezetben kapott kutatási eredményekkel összefüggésben.

Végül a kutatási tevékenységem során nyert *tapasztalatokat, észrevételeket* és a *javaslatokat* gyűjtöttem össze röviden a jövő „valódi” kémiai vízminőség monitorozó és kutató rendszerével kapcsolatosan.

IV. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A disszertáció felépítése a célkitűzésben leírtaknak megfelelően történt. Az 1. és a 2. pont kidolgozása alapja lett a további pontoknak, így az azokkal releváns részek logikailag az eredmények összefoglalásának végére kerültek. A 3. pont kidolgozása során kapott eredmények konkrétan a vízfolyások vízminőségével foglalkozó fejezetben kerültek szintézisre. A tézisfüzet terjedelmi határaiból fakadóan ezek eredményeik itt nem kerülnek külön kiemelésre. Megjegyezném viszont, hogy a 3. pont, akár mint egy külön tanulmány is megállja helyét és alapot ad a Víz Keretirányelv kapcsán a vízgyűjtő-gazdálkodási terv elkészítésben a szennyezőforrások és hatásainak újabb felméréséhez/aktualizálásához (hiszen az általam feldolgozott utolsó adatok 2005–2006 évek voltak).

1. Dombó-csatorna

- A *Dombó-csatorna* 1988-tól került a mintázandó vízfolyások közé, mintavételi helyként *Somogyudvarhelyet* jelölték ki, amely a vizsgált időszak végéig megmaradt. A kezdeti kevés mintaszám miatt csak 1997 után volt lehetőség a 90%-os tartósságú koncentrációk értékelésére. A *Zsdála-patakon* csak 1989 és 1994 között történt mérés, az is kevés mintaszámmal, így az antropogén hatásoknak a vízfolyás kémiai állapotában való megjelenését illetően minimális következtetést lehetett levonni. Mindez annak tulajdonítható, hogy egyrészt a patak mentén az országhatár jellegéből fakadóan kommunális és ipari tevékenység nem volt, másrészt a mintavételi pontot a Dombó-csatorna betorkollása után közvetlenül helyezték el, így tulajdonképpen a vízfolyás kémiai paraméterei többnyire a csatorna állapotát tükrözték.

- Az *oxigénháztartást* jellemző paraméterek értékeinek változására a részvízgyűjtőn tényleges szennyező pontforrás a **csurgói települési szennyvíztisztító telep** és a **Csurgói Sajtüzem** volt. Jelentős szervesanyag terhelés 1989-ben jelentkezett az értékekben. A Sajtüzem szennyvizének hatása a vízfolyásra (elsődlegesen a Márjás-patakra) azonban csak a vizsgált időszak elején mutatkozott, ugyanis az üzem az 1990-es évek elején megszűnt, korábban viszont itt nem volt mintázás. További szennyezőforrások a többnyire Berzencéhez és Csurgóhoz köthető kisebb üzemi szennyvíztisztítók és szikkasztók – az általuk kibocsátott szennyvíz mennyiség nagyságrendileg eltörpült a fentiek mellett –, illetve a csurgói szippantott szennyvízürítő hely és kezelő telep voltak. A fentiek mellett az oxigénháztartás alakulására jelentősebb befolyásoló hatással a **csurgói, a berzencei és a somogyudvarhelyi állattartó**

telepek bírtak – főképpen az 1990-es évek elejéig. Az állattartás technológiájának váltásából adódóan csökkent a vízfolyásokra veszélyes hígtrágya kibocsátás mennyisége, viszont a megfelelő **műszaki védelemmel rendelkező trágyatárolók hiánya** továbbra is gyakori probléma maradt – 2006. évi állapot alapján, a részvízgyűjtőn a hígtrágyatároló kapacitás 78%-a nem rendelkezett műszaki védelemmel. Mindezek miatt a biokémiai oxigénigény átlagkoncentrációi az 1990-es évek elején II.–V. osztályok határértékei között mozogtak, majd az I. osztály határértéke alá csökkentek. A kémiai oxigénigények átlagkoncentrációi többnyire a „tűrhető víz” minősítése tartományában voltak 1999-ig, majd javulás következett a víz minőségében, azonban a csurgói szennyvíztisztító telep nem megfelelő működése következtében – a rekonstrukció és bővítés folyamatában és a nem kellően előtisztított ipari szennyvizek bevezetésének a hatására – újra jelentősen megnőtt a víz szervesanyag terhelése, és ez az oxigénháztartás paramétereinek alakulásában is nyomon követhető volt. 2000-től az oxigénháztartás egészét tekintve III–IV. osztályú volt a víz minősítése.

- A **tápanyagháztartás** paramétereinek a változására a **fent említett létesítmények és tevékenységek** mellett a részvízgyűjtőre jellemző földhasználatból fakadóan a műtrágyázás is hatást gyakorolt, bár a **paraméterek változásának trendje elsősorban a csurgói szennyvíztisztító működésének „programját” mutatta**. Emellett azonban az 1997. évi magasabb tápanyagterhelést mutató értékek alapján előfordulhat/valószínű, hogy a **somogyudvarhelyi sertéstelep** akkor műszaki védelemmel nem rendelkezett **trágyatárolói** kapcsán történhetett szennyezés. 2000-től a tápanyagháztartás egészét tekintve III–IV. osztályú volt a víz minősítése.

- A **szervetlen mikroszennyezők**, azaz a fémek átlagkoncentrációinak alakulására a vizsgált időszak első felében potenciális szennyezőforrás egy **csurgói kisebb galvanizáló üzem**, illetve a teljes időszakban a nagy kockázatú, szigeteléssel nem rendelkező **porrogi és a berzencei hulladéklerakók** csurgalékvizei voltak. Ezek mellett, mivel a területen **több mezőgazdasági telephely – gépszerelő műhely, festékszóró részleg** – is volt, nem kizárható az azokon folyó tevékenységek terhelése sem a vízfolyások fémszennyezőinek alakulására. A magasabb (II. osztályhatár feletti) rézkoncentrációk **növényvédőszer**ekből is származhattak. A nehézfémek átlagkoncentrációi azonban a vizsgált időszakon belül jóval az I. osztály határértéke alatt maradtak. A szervetlen mikroszennyezők esetében minden évben az alumínium mennyisége volt az osztályhatározó, amelynek koncentrációja többnyire a II. és a III. osztályhatár között mozgott.

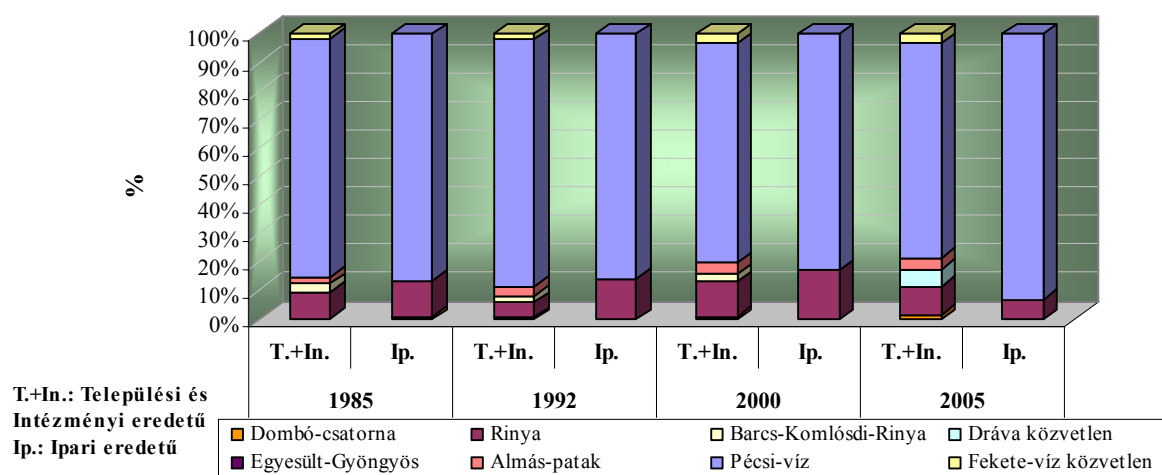
- A **szerves mikroszennyezők** esetében a kőolaj és termékei, néha a fenolok voltak az osztályhatározók. A **kőolaj és termékeinek** átlagkoncentrációi többnyire a II. és III. osztály határértékei között mozogtak, de a 90-es évek elejéig nem volt ritka az „erősen szennyezett víz” minősítés elérése sem. A szennyezések eredetei egyrészt a **mezőgazdasági géphasználatok, a meglehetősen sok gyűjtő, tároló létesítményből** származott véletlenszerű/gondatlanságból bekövetkezett **haváriák**, másrészt a **szénhidrogén kutatás/bányászat során való elfolyások** – inkább az időszak elején –, melyekből (az öblítőközeg révén) esetleg fenol is származhatott, harmadrészt a **gyékényesi kavicsbányászat során a gépek meghibásodása és a szállítás** során felmerült problémák lehettek. Bár nincsenek erre vonatkozó adatok, a **csapadékkal a felszínről lefolyó diffúz terhelés** is hatással lehetett a kőolaj és termékeinek koncentráció változására. 2000-től a mikroszennyezők egészét tekintve III–IV. osztályú volt a víz minősítése. 2006. évi adatok alapján a részvízgyűjtőn minden gyűjtő, tároló létesítmény a kőolajszármazékokkal összefüggő volt.

- Az **egyéb jellemzők** tekintetében az osztályhatározó többnyire a **mangán-, valamint a vaskoncentráció** volt. Mindkettő **oka az elégtelen ivóvíz-előkészítésnek** (mangántalanítás, vastalanítás) tulajdonítható, továbbá a mangán nagyobb koncentrációja, mivel rétegvíz eredetű, a már említett **szénhidrogén kutatás/bányászat során korábban kiemelt, majd elszikkasztott/elfolyt rétegvízhez** is kapcsolható. A mangán átlagkoncentrációi többnyire III.–V. osztály közöttiek voltak. 2000-től az egyéb jellemzők egészét tekintve IV.–V. osztályú volt a víz minősítése.

2. Rinya

- A *Rinya* 1968-tól került mintázandó vízfolyások közé *Babócsa és Nagyatád mintavételi helyekkel, azonban csak Babócsánál volt minden évben mérés.* A mintaszámok alapján lehetőség volt a 90%-os tartósságú koncentrációk értékelésére mindkét mintavételi ponton, mivel azonban a nagyatádin (lokális mintavételi hely) csak időszakonként volt mintavétel, ez az antropogén hatások tüzetesebb vizsgálatát meglehetősen megnehezítette, ugyanis a részvízgyűjtő tényleges szennyező forrásai éppen a mintavételi pont feletti szakasz mellett voltak. A Rinya mellékágain (Taranyi, Szabási, Lábodi) nem voltak mintavételi pontok, így az azokat vagy azok mellékágait terhelő szennyező források hatása csak valószínűsíthető volt a kibocsátási, szennyvízbírsági, stb. adatok figyelembe vétele révén.

• Az *oxigénháztartást* jellemző paraméterek értékeinek változására a részvízgyűjtőn tényleges szennyező pontforrást a nagyatádi kommunális szennyvíztisztító telep, a Nagyatádi Cérnagyár és az 1990-es évek elejéig a Nagyatádi Konzervgyár jelentett, igaz később közcsatornára kötött, de a szennyvízelvezetése nem volt problémamentes. Ezek mellett a mellékágak pontszennyezői az 1990-es évek elejétől a segesdi Szociális Otthon, a 2000-es évek elejétől a bőhőnyei és a somogyszobi települési szennyvíztisztító telepek és ipari szennyezőként a Lábodi Húsüzem. Az előbbieket által kibocsátott szennyvízmennyiség eltörpült a kiemelt nagyobb kibocsátók mellett, így azok hatása is csak valószínűsíthető volt. A települési és az ipari kibocsátások a Pécsi-víz részvízgyűjtő mellett a Rinya részvízgyűjtőn azon belül Nagyatáddal összefüggésben domináltak. A települési és intézményi kibocsátások tekintetében 5–12%-ban, az ipari kibocsátások 7–17%-ában jelent meg a részvízgyűjtő, amint azt az alábbi ábra is szemlélteti.



2. ábra: A felszíni vízfolyásokba bevezetett szennyvízkibocsátás a részvízgyűjtők közti megoszlásban, 1985, 1992, 2000 és 2005 években a Dráva (rész)vízgyűjtő vizsgált területén (Forrás: DDKTVF adatok alapján szerk. DOLGOSNÉ KOVÁCS A.)

A fentiek mellett az oxigénháztartás alakulására jelentősebb befolyásoló hatással bírt a Rinyák mellett az **állami gazdaságok és mezőgazdasági termelőszövetkezetek számos telephelyen megvalósult intenzív nagyüzemi állattartása**. Megállapítható, hogy ezek hatása többnyire először a nagyatádi mintavételi ponton jelentkezett. Az állattartás technológiájának váltásából (kivéve a segesdi, itt vegyes tartás lett) fakadóan csökkent a vízfolyásokra veszélyes hígtrágya kibocsátás mennyisége, viszont a megfelelő **műszaki védelemmel rendelkező trágyatárolók hiánya** továbbra is gyakori probléma maradt a részvízgyűjtőn. Összességében **a jól kivehető hatásokat a nagyatádi települési szennyvíztisztító telephez, a konzervgyárhoz és a cérnagyárhoz lehetett rendelni**. A települési szennyvíztisztító telepen (1990-től a

konzervgyár szennyvizével együtt) végig csak mechanikai és biológiai részleges tisztítás volt, a vizsgált időszakban szinte kivétel nélkül végig bírságolt létesítmény volt. A csúcsok tekintetében kiemelendő az 1997. évi, amikor a terhelés a Nagyatádi Konzervgyár rendkívüli szennyezéséből adódott. A fentiekből fakadóan az oxigénháztartás paramétereinek koncentrációi Babócsánál 1990-es évek elejéig többnyire a II. osztály határértékei felett voltak, majd az alá csökkentek, így néhány csúcsot kivéve mindegyiknél II. osztályú volt a víz minősítése. Nagyatádnál viszont a koncentrációk többnyire végig „szennyezett víz”, „erősen szennyezett víz” tartományában voltak. 2000-től az oxigénháztartás egészét tekintve Nagyatádnál V., Babócsánál III.–V. osztályú volt a víz minősítése.

- A **tápanyagháztartás** paramétereinek a változására **a fent említett létesítmények és tevékenységek mellett** a részvízgyűjtőre nagyobb részben jellemző földhasználat miatt a **műtrágyázás** is hatást gyakorolt valamilyen formában. A műtrágyatárolás megoldatlanságából/gondatlanságából bekövetkezett **haváriára** lehetett gondolni Babócsánál például **1971-ben**, amikor 69,00 mg/l volt a 90%-os tartósságú érték. Ez az „erősen szennyezett” víz határértékének közel a 2,5-szerese volt, továbbá, mivel **a Rinya forráságain a tározók és halastavak** többnyire feliszapolódott állapotban vannak, a nem megfelelő üzemeltetéssel **„tápanyagbombát” jelentettek/jelenthetnek** a felszíni vízfolyások tápanyagháztartására. A tápanyagháztartás paramétereik kapcsán többnyire az osztályhatározó mindkét mintavételi ponton az ammónium–nitrogén (1994-ig többnyire: Nagyatádnál – V., Babócsánál – IV. osztály; utána: Nagyatádnál – III.–V., Babócsánál – II.–III.) és az összes foszfor (Nagyatádnál – V., Babócsánál – III.–IV. osztály) (1994. előtt az ortofoszfát–foszfor) volt. 2000-től a tápanyagháztartás egészét tekintve Nagyatádnál V., Babócsánál III.–IV. osztályú volt a víz minősítése.

- A **mikrobiológiai jellemzőkre** Babócsánál történt csak *Coliformszám* meghatározás. A víz többnyire „tűrhető” minősítésű volt, azonban 1996-ban és 2005-ben átlépett a „szennyezett” kategóriába. A fentiekből fakadóan fő okként **a nagyatádi szennyvíztisztító telep települési szennyvizének szennyezése** (a (rész)vízgyűjtő Somogy megyei vizsgált területén az ÁNTSZ nem rendeli el a kötelező fertőtlenítést, így nem történik fertőtlenítés) és **a felsőbb szakasz állattartó telepeiről a vízfolyásokba került állati trágya** szennyezése adható meg.

- A **szervetlen mikroszennyezők**, azaz a fémek átlagkoncentrációinak alakulására – a vizsgált időszak első felében – **potenciális szennyezőforrás a segesdi tüzihorganyzó üzem**

(korábban gépipari üzem, Ferrokov), illetve a teljes időszakban a **nagy kockázatú, szigeteléssel nem rendelkező, vízfolyásokhoz közeli görgetegi, taranyi, somogyszobi és közvetlen a Rinya mellett a háromfai hulladéklerakók csurgalékvizei** voltak. Ezek mellett a Dombó-csatornánál már említett számos mezőgazdasági telephelyen feltárt hiányosságok és tevékenységek is szennyezésekhez vezethettek. **Böhönyénél és Segesden növényvédőszer raktár** is működött. A nehézfémek közül a higany és a réz átlagkoncentrációi voltak magasabbak (1994-ben II. osztály) az I. osztályon belül, ez növényvédőszer szennyezéshez is köthető, továbbá kiemelendő volt 2002-ben a króm (IV. osztály), amikor valószínű, hogy egyszeri szennyezés történt. Egyéb években és a többi nehézfém koncentrációi alapján „kiváló” volt a víz, így a szerves mikroszennyezők esetében általában az alumínium mennyisége volt az osztályhatározó, amelynek koncentrációja alapján a víz II.–III. osztályú volt.

- A **szerves mikroszennyezők** esetében a **kőolaj és termékei**, néha a fenolok voltak itt is **az osztályhatározók**. A kőolaj és termékeinek koncentrációi Nagyatádnál 1998-ig többnyire az V. osztály, azt követően a IV. osztályban mozogtak. Babócsánál a trend egyenletesen csökkenő volt, az 1989. évi V. osztályról 2006-ra III. osztályig. Az említett **analitikai problémák** miatt azonban a vízfolyás valódi szennyezettsége a mértnél valamivel alacsonyabb lehetett. A fenolok értékei alapján a víz többnyire III. osztályba volt sorolható, azonban 2000-ig gyakran átlépett a IV. osztályba. A fenolok és a kőolajtermékek vízfolyásba kerülésének okai tulajdonképpen a **Dombó-csatornánál elemzett alap-okokkal** indokolhatók, valamint a részvízgyűjtő minden nagyobb településén számos kőolajszármazékkal kapcsolatos **gyűjtő, tároló létesítmény** volt. 2000-től a mikroszennyezők egészét tekintve Nagyatádnál IV.–V., Babócsánál III.–IV. osztályú volt a víz minősítése.

- Az **egyéb jellemzők** tekintetében az **osztályhatározó többnyire a mangánkoncentráció volt, másodikként a fajlagos vezeték**. Az előbbi oka a Dombó-csatornánál már említettekkel megegyező. A mangán átlagkoncentrációi Babócsánál voltak magasabbak, többnyire „szennyezett” volt a víz, Nagyatádnál az 1980-as években az I. osztálytól emelkedett, majd szintén IV. osztályú lett. A **fajlagos vezeték** az összes sótartalomra utal, ez alapján Babócsánál többnyire II., Nagyatádnál IV. osztályú volt a víz. A terhelés **okaként a cérnagyár és a termálfürdők használt vizeinek a felszíni befogadóba való bevezetése** határozható meg. **Nagyatádon továbbá, kommunális melegvízként termálvizet** használnak, amely **használtvízként megjelenik a települési szennyvíztisztító**

telepen, majd onnan a **befogadóba** vezetve szintén **növeli annak sótartalmát**. Mindezekből fakadóan a releváns ionkoncentrációk is magasabbak voltak, továbbá a **pH** emelendő ki Nagyatádnál – szintén a **cérnagyár kapcsán** –, mert a víz V. osztályú lúgos kémhatású volt nemcsak az 1970-es években, hanem esetenként a vizsgált időszak végén is.

3. Barcs-Komlósdi-Rinya

- A *Barcs-Komlósdi-Rinya* 1990-től került a mintázandó vízfolyások közé, *Barcs, szennyvíztisztító telep alatti mintavételi helyel*. A mintaszámok alapján lehetőség volt a 90%-os tartósságú koncentrációk értékelésére.

- Az **oxigénháztartást** jellemző paraméterek értékeinek változására a Barcs-Komlósdi-Rinyán tényleges szennyezőforrás a **barcsi települési szennyvíztisztító telep** volt, mellékágán **1992-től a somogytarnócai kisebb települési szennyvíztisztító telep**. Ezek mellett, jelentősebb befolyásoló hatással a rendkívüli hígtrágya szennyezésekkel több alkalommal kapcsolatba hozott **Alsógyörgyös-pusztai és Viktorpusztai állattartó telepek** bírtak. Visszatérve, a barcsi települési szennyvíztisztító telepen a vizsgált időszakban mechanikai és biológiai részleges tisztítás volt, a folyamatos üzemelési és kapacitásbeli problémák miatt a azonban szennyvíztisztítás többnyire elégtelennek bizonyult. A somogytarnócai telepről a szennyvíz úgszintén nem megfelelő tisztítottsággal távozott. A vizsgált időszakban szinte kivétel nélkül végig bírságolt létesítmény volt. **Lakossági illegális szennyvízterhelés is valószínűsíthető, koncentrált és diffúz formában is**. A fentiek következtében kiugró (V. osztályú víz) oxigénigényeket mértek 1990, 2000–01 években, azonban a többi komponensben is a víz túlnyomórészt III.–V. osztályú volt. **2003-ban az ábrákon erőteljes javulás látható, azonban ez nem a telepek tisztítási hatékonyságának a növekedését jelentette, hanem megépült az új szennyvíztisztító telep Barcson, és onnan a tisztított szennyvizet nem ebbe a vízfolyásba, hanem a Zimona-patakba vezetik.**

- A **tápanyagháztartás** paramétereinek a változására a **felt említett létesítmények és tevékenységek** mellett a részvízgyűjtő nagyobb részére jellemző földhasználatból fakadóan a **műtrágyázás is** hatást gyakorolt valamilyen formában. A tápanyagháztartás tekintetében a mezőgazdaság terén **mégis a fent már említett állattartó telepek jelentették a nagyobb kockázatot**. A tápanyagháztartás paramétereit kapcsán az osztályhatározó többnyire az ammónium–nitrogén és a foszfor-formák voltak. Az előbbieket alapján a víz 1994-ig és 2000 és 2002 között „erősen szennyezett” volt, a többi évben többnyire IV., esetenként II.–III. osztályú. Az összes foszfor koncentrációi 2004–05 éveket kivéve minden évben átlépték a

VKI szerinti kockázatosság határértékét, többnyire „erősen szennyezett”, esetenként „szennyezett” volt a víz. Az ortofoszfát–foszfor trendje is az előzőek szerint alakult.

- A **szervetlen mikroszennyezők** alakulása tekintetében megállapítható, hogy az alumínium kivételével minden oldott fém koncentrációjának éves átlaga alapján a víz „kiváló” minőségű volt, csak a réz és a higany koncentrációknál jelentkeztek az osztályon belül maradványok egy kicsit magasabb értékek. Mivel ezen a részvízgyűjtőn fémekkel kapcsolatos jelentősebb ipari tevékenység nem volt (a vizsgált időszak alatt), a **potenciális szennyezőforrást a csokonyavisontai növényvédőszer tároló jelentette**. A nehézfémek környezetbe való kerülése a **mezőgazdasági telephelyek** gépszerelése, festékszórás tevékenységei kapcsán a csapadék felületi le/bemosásával, továbbá a **csokonyavisontai hulladéklerakó csurgalékvizei** kapcsán is történhetett, ahol nagy mennyiségű hulladék, rendezetlenül lerakva, takarás nélkül található.

- A **szerves mikroszennyezők** közül a vizsgált időszak egészében a **kőolaj és termékei voltak az osztályhatározók**. A csúcsok közül kiemelendő az 1992. évi, amikor az V. osztály határértékét (250 µg/l) 5-szörösen valamint a 2001. évi, amikor közel 2,5-szeresen túllépték a 90%-os tartósságú értékek. A trendből ítélve **valószínű, hogy a terhelés korábban még nagyobb mértékű volt** ezen a vízfolyáson. A többi évben is többnyire „szennyezett” volt a víz minősítése. Az **okok a Rinya vízfolyásnál már említettekkel megegyezők voltak itt is**.

- Az **egyéb jellemzők** tekintetében az **osztályhatározó többnyire a mangánkoncentráció volt, valamint a fajlagos vezeték**. A Barcs-Komlósdi-Rinyán az egyéb jellemzők alakulásának **alap-okai a Rinyánál már leírtakkal megegyeztek**.

4. Fekete-víz vízrendszere

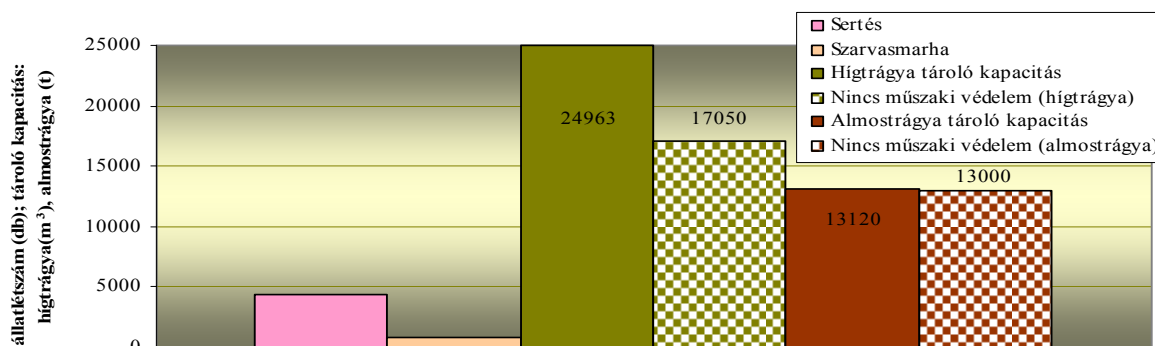
a. Gyöngyös-főág, Gyöngyös K-i ág, Egyesült-Gyöngyös, Almás-patak, Fekete-víz

- A **Fekete-víz vízrendszerén 1969-től kezdődtek a mintázások az Egyesült-Gyöngyösön Kétújfalunál, az Almás-patakon Szigetvárnál, a Fekete-vízen Cúnnál**. A többi mintavételi ponton **legkorábban csak 1988-tól** vettek mintát a vízfolyásokból. A mintavételi helyek, a hozzájuk tartozó időszakokkal nem mindig illeszkedtek az adott területen felmerült problémákhoz, így ez a szennyező hatás megjelenésének vizsgálatát az adott vízfolyáson jelentősen megnehezítette. Ezek mellett a mintaszámok alapján sem volt mindig lehetőség a 90%-os tartósságú koncentrációk értékelésére.

- Az **oxigénháztartást** jellemző paraméterek értékeinek változására a részvízgyűjtőn tényleges szennyezőforrást az **Almás-patakot terhelő szigetvári települési szennyvíztisztító**

telep, a Szigetvári Konzervgyár 1970-ig (utána nyárfás szennyvíztelepet létesített Patapoklosinál), illetve a **Szigetvári Cipógyár** (közcsatornára kötéséig) jelentette. A *dencsházi* mintavételi ponton az oxigénháztartási paraméterek alakulásában a szennyvíztisztító telep általában mechanikai és biológiai részleges, néhány évben teljes tisztításig jutott szennyvize játszotta a főszerepet. Emellett a konzervgyár (már a *szigetvári* mintavételi ponton is jelentkezett a hatása) az „üzemzavaraiból” adódóan gyakran feltételezhetően – 2003-ban bizonyítottan – szennyezte az Almás-patakot. A patak *szulimáni* mintavételi pontján a paraméterek alakulását – mivel felette nem volt sem települési, sem ipari szennyvízkezelő és kibocsátó létesítmény – **a szentlászlói és a boldogasszonyfai állattartó telepek működése révén a felszíni vízfolyásokba került trágya** befolyásolhatta. Ez természetesen ennek a szakasznak a tápanyagháztartására is hatást gyakorolt. A *dencsházi* vízmintákban – mivel a két alsó mintavételi pont között (a már említett szigetvári szennyvíztisztító telep mellett (ennek bevezetése a szigetvári mintavételi pont alatti volt) jelentősebb közvetlen szennyezőforrás nem volt – a szigetvári szennyező tevékenységek hatásai jelentek meg, azonban az öntisztulás következtében a koncentrációk és így a minősítések is (valószínűleg) jóval kedvezőbbeknek adódtak. **Közvetlen összehasonlításra sajnos nem volt lehetőség, a mintavételi időszakok eltéréséből adódóan.** A vízfolyás felsőbb szakaszán a *szulimáni* minták alapján a víz II.–III. osztályú volt, a szigetvár alatti szakaszán a szigetvári minták eredményei alapján többnyire „erősen szennyezett”, az 1990-es évek után talán csak „szennyezett”, míg az alsóbb szakaszon a *dencsházi* minták többnyire „tűrhető”, esetenként „szennyezett” minősítést adtak. **A vizsgálatok során megállapíthatóvá vált, hogy a vízfolyások közül a legnagyobb közvetlen terhelés az Almás-patak szigetvári szelvényét (és a közvetlen Szigetvár alatti) érte, ezek jelentkeztek a legnyilvánvalóbban a koncentrációváltozásokat szemléltető ábrákon.** Az *Egyesült-Gyöngyös* részvízgyűjtőjén – mivel a vízfolyásokat szennyvizeikkel terhelő bejelentett jelentős települési és ipari pontforrás nem volt –, **a vízminőségi paraméterek alakulása egyrészt a szippantott szennyvízürítő helyeknek (Kadarkút, Nagydobsza), több szennyvízszikkasztónak és a kistelepülések megoldatlan szennyvízhelyzetének, ebből fakadóan az illegális szennyvízbevezetéseknek tulajdonítható.** Másrészt, a többségében mezőgazdasággal, állattartással foglalkozó falvakban **felszíni bemosódás okozott szennyvíz/trágyaterhelést,** illetve a részvízgyűjtőn több **nagy kockázatú hulladéklerakó** (lerakók 56%-a) is volt, amelyekből a csurgalékvizeiken keresztül tulajdonképpen nemcsak szerves, hanem bármilyen

szennyező, akár toxikus anyag is a vízfolyásokba szivároghatott. A következő ábra az Egyesült-Gyöngyös részvízgyűjtőjének példáján kívánja szemléltetni trágyatárolás műszaki védelemének gyakori megoldatlanságát.



3.ábra: Állattartás és trágyatárolók az Egyesült-Gyöngyös részvízgyűjtőn
(Forrás: 2006. évi FAVI adatok alapján szerk. DOLGOSNÉ KOVÁCS A.)

Az oxigénháztartás paramétereit a kétújfalui szelvényben többnyire a II.–III. osztály között mozogtak. A **Fekete-víz** mintavételi pontján az Almás-patak és az Egyesült-Gyöngyösök terhelése mellett az oxigénháztartásra a Körcsönyei-csatornán keresztül a **sellyei szennyvíztisztító telep** korábban csak részlegesen (2000-ben egy kis hányad teljesen) megtisztított szennyvize, illetve az Okoron keresztül érkezett szervesanyag terhelés mind hatást gyakorolt. A sellyei szennyvíztisztító telep 2002–2004 között, a szennyvizének magas KOI_k értéke és ammónium–nitrogén koncentrációi miatt jelentős terhelést jelentett a Fekete-vízre. A közvetlen részvízgyűjtő területen működött/működő számos állattartó telep közül potenciális szennyezőforrás volt a **baranyahídvégi hígtrágyás sertéstelep**. A Fekete-víz cúni szelvényében az oxigénháztartás paramétereit többnyire a II.–III. osztály határértékei között mozogtak.

- A **tápanyagháztartás** paramétereinek változása az **oxigénháztartásnál már elemzettekkel szoros kapcsolatban volt**, valamint a földhasználatból fakadóan, mivel a területen jelentős mezőgazdasági tevékenység folyt, a **szerves trágyázás/műtrágyázási szokások** mind befolyásolták a tápanyagháztartást. Esetleges **havária** esemény tekintetben nagy mennyiségű **nitrogén-műtrágyával kapcsolatos potenciális szennyezőforrás Szigetváron** működött (1990-től hivatalosan – bár korábban is volt itt tároló). A **mezőgazdasági tevékenységek hatásai legfőképpen a szulimáni, illetve a Gyöngyösök mintavételi pontjain vett mintákban jelentkeztek**. Ez jól kitűnik például a vízfolyások foszfor koncentrációiból is, amelyek oka leginkább a mezőgazdasági diffúz szennyezés volt.

A vizsgálatok alapján a tápanyagháztartási paraméterek tekintetében az *Almás-patak* szigetvári és dencsházi mintavételi pontján többnyire az ammónium–nitrogén koncentrációk voltak az osztályhatározók, az alapján a víz többnyire „szennyezett” és „erősen szennyezett” volt. Az *Egyesült-Gyöngyösön* és forráságain többségében a foszforformák koncentrációi voltak az osztályhatározók. Ezek alapján a víz a forrásokon többnyire „szennyezett”, a kétújfalui ponton „tűrhető” volt. **A Fekete-víz cúni mintavételi pontján az Almás-patak terhelése mutatkozott erőteljesebben, a tápanyagháztartási vízminőségi paraméterek alapján az Egyesült-Gyöngyösénél rosszabb, az Almás-patakénál jobb volt a minősége.**

- ***Mikrobiológiai jellemzőket*** csak Cúnnál mérték. Az „erősen szennyezett” minősítést adó csúcsértékek okaként **1994–95-ben közvetlenül a Fekete-víz melletti, 2000-ben az Almás-patak és a Gyöngyös K-i ág közötti állattartó telepről nagy mennyiségű lökésszerűen bemosódott trágya** – például hirtelen, nagy mennyiségű csapadék felszíni eróziós tevékenysége határozható meg. Sajnos azonban, **nem kizárható illegális trágya/szennyvíz bevezetése sem.** A magas mikrobiális szennyezettség okaként továbbá a szennyvíztisztító telepekről kibocsátott szennyvíz **fertőtlenítésének az elégtelensége/hiánya** adható meg.

- A ***szervetlen mikroszennyezők*** közül a nehézfémek átlagkoncentrációi alapján a vizsgált időszakban a mintavételi pontokon többnyire I., esetenként II. osztályú volt a víz minősítése. **A szennyezések legfőképpen a vízfolyások felsőbb szakaszain jelentek meg, ott azonban nem volt bejelentett fémipari, felületkezelési tevékenység.** A területen **viszont** meglehetősen **sok mezőgazdasági telephely** üzemelt, amelyek többségén **gépjavító műhelyek** is voltak, ahol akár **festékszórást, felületkezelést** is végezhettek, továbbá a **fémhulladékokat, akkumulátorokat** többnyire a **telephelyen belül (rosszabb esetben kívül), gyakran védelem nélkül rakták le.** A telephelyekről, településekről így a toxikus fémek a csapadékkal **felszíni lefolyás révén** a felszíni vízfolyásokban is megjelenhettek, továbbá **növényvédőszer**ek **használatából (és tárolásából Szigetváron), illetve a hulladéklerakók csurgalékvizeiből** is kerülhettek fémek (és szervesanyagok, nitrogénformák, szervetlen sók is) az élővizetekbe. A területen ilyen szennyezés szempontjából potenciális források főképpen **a Gyöngyös K-i ág részvízgyűjtőjén a somogyviszlói, a somogyapáti, somogyhársági és a patapoklosi; a Gyöngyös-főág mentén a vásárosbérci; az Egyesült-Gyöngyös részvízgyűjtő közvetlenül a homokszentgyörgyi és a nagydobszai telepek** voltak.

- A *szerves mikroszennyezők* esetében a **kőolaj és termékei, néha a fenolok voltak az osztályhatározók**. A kőolaj és termékeinek koncentrációi az 1990-es évek végéig szinte minden mintavételi ponton a „szennyezett víz”, csúcspontok esetében az „erősen szennyezett” víz kategóriájában mozogtak. Az ezt követő években javulás történt („tűrhető”), azonban a dencsházai mintavételi ponton továbbra is többnyire „szennyezett” volt a víz minősítése. A szennyezések eredetei **egyrészt a mezőgazdasági géphasználatok, a meglehetősen sok gyűjtő, tároló létesítményből származott véletlenszerű, illetve gondatlanságból bekövetkezett haváriák** lehettek. Másrészt, a csapadékkal a felszínről lefolyó diffúz **terhelés** is hatással lehetett a kőolaj és termékeinek koncentráció változására, bár nincsenek erre vonatkozó konkrét adatok. A fentiek mellett a koncentrációk alakulásában az említett **analitikai problémák** is szerepet játszhattak.

- Az *egyéb jellemzők* tekintetében az **osztályhatározó többnyire a mangánkoncentráció és a fajlagos vezeték** volt. Az **előbbi oka** a már említett **elégtelen vízelőkészítésnek**, (a mangánnak a használt vízben történő megjelenésének) tulajdonítható. A mangán átlagkoncentrációi többnyire IV. osztálybeliek, estenként III.–V. osztályba tartozók voltak. Az összes sótartalomra utaló **fajlagos vezeték értékei alapján a vízfolyások közül az Almás-patak volt a legterheltebb**. Az 1969 és 1980 között Szigetvárnál vett vízminták többségének minősítése „szennyezett” volt, sőt 1978–79-ben „erősen szennyezett” lett. Az 1994-től Dencsházánál indult mintázások alkalmával a víz összes sótartalma ott is igen magasnak bizonyult (IV., V. osztály (2000-ban, 2003-ban)). A **konzervgyár szennyezése** 1994, 2000 és 2003 években egyértelműen megjelent a Fekete-vízből vett mintákban is, továbbá a sóterhelés eredete a **szigetvári termálfürdő magas ásványi sótartalmú használt vízének az Almás-patakba vezetéséhez is köthető**. Szigetváron továbbá (Nagyatádhoz hasonlóan), **kommunális melegvízként termálvizet használnak, amely használtvízként megjelenik a települési szennyvíztisztító telepen, majd onnan a befogadóba vezetve növeli annak sótartalmát**. Az összes sótartalommal releváns ionkoncentrációk is a fentiekkel összhangban alakultak a vizsgált területen.

4. Fekete-víz vízrendszere

b. Pécsi-víz

- A *Pécsi-víz* 1968-tól került a mintázandó vízfolyások közé, mintavételi helyként *Kémes–Cúnt* jelölték ki, amely a vizsgált időszak végéig megmaradt. További mintázandó pontokat jelöltek ki a vízfolyás felsőbb szakaszain, *Tüskésrétnél (Pécs)* és *Pellérdnél* 1988-

tól, majd Zóknál 1996-tól. A mintaszámok alapján lehetőség volt a 90%-os tartósságú koncentrációk értékelésére.

- Az **oxigénháztartás** paraméterei értékeinek változására a **többi vizsgált részvízgyűjtőhöz képest itt meglehetősen sok tényleges és potenciális szennyezőforrás volt a vizsgált időszak alatt, a vízfolyás és Pécs egymáshoz viszonyított földrajzi elhelyezkedéséből adódóan.** A vízfolyást szervesanyaggal terhelő **lényegesebb pontforrások a felső szakaszon a települési szennyvíztisztító telepek (kiemelten a Pécs városi) és az ipari szennyezők közül kiemelten a Pécsi Bórgyár voltak** (az üzemek többsége ugyanis közcsatornára kötötteen működött). 1985 és 2005 között a Pécsi-vízhez köthető Pécs a települési és intézményi szennyezők tekintetében a kibocsátott mennyiség 75–84%-ával, az ipari kibocsátásnak 83–93%-ával adta a (rész)vízgyűjtő vizsgált területén az emissziók jelentős részét. **Ezek hatása nemcsak a pellérdi, hanem a kémes–cúni szelvényben is egyértelműen kivehető volt.** A vízfolyás **alsóbb szakasza felé haladva** a mintavételi pontokon kapott eredmények alapján, **az öntisztulás jelei nem voltak túl gyakoriak.** Ennek **okaként egyrészt a Pécs felől érkezett eleve hatalmas szennyezőanyag terhelés, másrészt az alsóbb szakasz állattartó telepeinek (kiemelten bicsérdi, szabadszentkirályi)** működése adható meg. Mindebből fakadóan az 1980-as évek közepéig a kémes–cúni ponton gyakori volt a víz oxigénhiányos állapota és ezt követően is többnyire IV. osztályú volt az oxigéntelítettség szerint. A legfelsőbb mintavételi ponton (Tüskésrétnél) voltak a legkedvezőbb oxigénháztartási értékek a vizsgált időszak alatt, bár a Széchenyi és az István akna elégtelen tisztítási hatásfokkal működött szennyvíztisztító telepei gyakran ugrásszerűen rontottak a paraméterek értékein. **A pellérdi mintáknál 1996 után tapasztalható „ugrásszerű” javulás sajnos nem a patak szennyezés terhelésének csökkentéséből adódott, hanem a pécsi szennyvíztisztító telep áthelyezéséből.** Ebből **fakadóan annak a terhelése már csak a pellérdi pont alatt, Zóknál jelentkezett.** A fentiek következtében az oxigénháztartás paramétereinek értékei az alsó három mintavételi helyen a „szennyezett”, „erősen szennyezett” víz kategóriákban mozogtak. Kiemelendő szervesanyag terhelés érte a vízfolyást 2003-ban, a pécsi szennyvíztisztító telepen a levegőztető medencék rekonstrukciója alatt. Ez a tápanyagháztartás paramétereinek a változásán is nyomot hagyott. Javulás jelei a vizsgált időszak utolsó két évében mutatkoztak. 2000-től az oxigénháztartás egészét tekintve Kémes–Cúnnál így is III.–V. osztályú volt a víz minősítése.

- A *tápanyagháztartás* paramétereinek alakulására az oxigénháztartásnál már említett szennyezőforrások voltak az adatokból is egyértelmű hatással. A börgyárban 1992-től jelentősen csökkentek az ammónium–nitrogénre vonatkozó terhelési adatok, de az továbbra is számottevő hatást gyakorolt a befogadó vízfolyásra. A pécsi szennyvíztisztító telepen (már az új telepen) is egyre inkább törekedtek a szennyvizek jobb hatásfokkal való tisztítására, illetve a tápanyag eltávolításra – azonban ezek kedvező hatása a paraméterek alakulásában nem mutatkozott meg a vizsgált időszak végéig. **A vízfolyás legalsóbb mintavételi pontján, Kémes–Cúnnál** a fenti terhelések a méreteiknél fogva mind megjelentek; és mivel a mérőpontot megelőző partszakaszok mentén többnyire mezőgazdasági tevékenység folyt/folyik –állattartó telepek, szántó művelésű földhasználat, műtrágya bemosódás – a patak az öntisztulásra „nincs ideje” így itt **többnyire az eutrofizáció jelei is mutatkoztak**. A fentiek következtében **az osztályhatározók az alsóbb három mintavételi ponton az ammónium–nitrogén és a foszfor-formák voltak**. Ezek értékei az utolsó két évet leszámítva az „erősen szennyezett”, esetleg „szennyezett” kategóriákban mozogtak. A *tüskésréti ponton* a koncentrációértékek többnyire egy osztálynyival alacsonyabbnak adódtak. Itt, az erőmű környékén a **csatornázatlan településrészeknek is lehetett diffúz szennyező hatásuk**, a területről lefolyó csapadékvizekkel, amely terhelések az oxigén- és a tápanyagháztartás paramétereit is befolyásolták.

- A *mikrobiológiai paramétereket* (Coliformszámot, Fekál(is) Coliformszámot) 1994-től és csak a Kémes–Cún mintavételi pontnál vizsgálták. A jelentős mértékű – többnyire IV.–V. osztály – mikrobiológiai jellegű szennyezettség eredete **egyrészt a pécsi szennyvíztisztító telepről nyers/közel nyers szennyvíz ki/bemosódása, másrészt a vízfolyás melletti mezőgazdasági területekről és állattartó telepekről nagy mennyiségű híg- és alomtrágya csapadékvízzel való bemosódása** lehetett. A vizsgált terület Baranya megyei részén az ÁNTSZ előírja a települési szennyvíztisztítóknak a **fertőtlenítési kötelezettséget**, azonban a **vízkeimiai eredmények gyakran ennek be nem tartására utaltak**.

- A *szervetlen mikroszennyezők* tekintetében a szennyezőforrások a Pécsi-víz **felsőbb szakaszán** többnyire különféle **ipari létesítmények**, az **alsóbb szakasz mentén** mivel többnyire **mezőgazdasági**, állattartási tevékenység folyt, a **gépjavító műhelyek, festékszóró részlegek** voltak. Az ipari létesítmények közül **kiemelendő pontforrás a víz krómtartalmát erőteljesen meghatározó Pécsi Börgyár** volt. A krómszennyezésére csak példát említve,

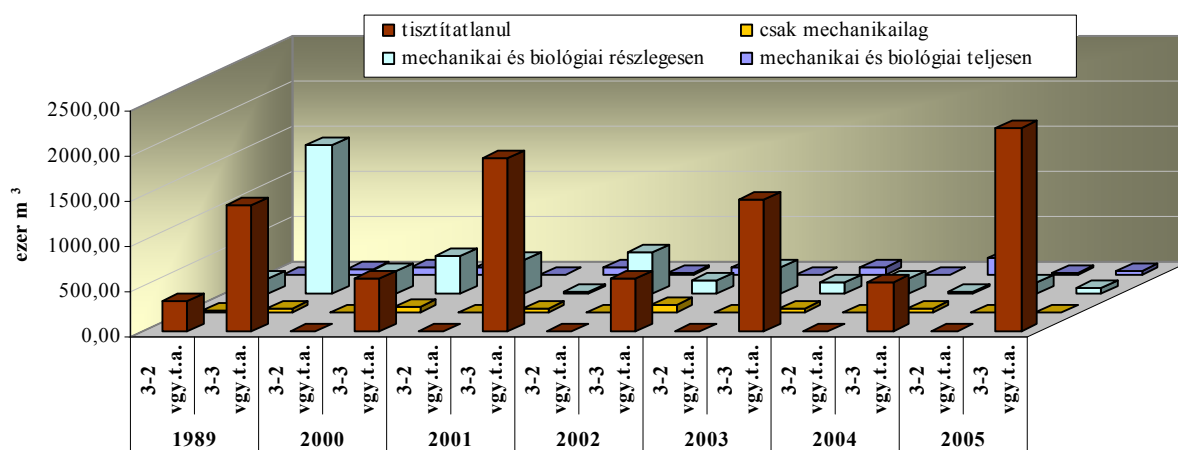
1996-ban a pellérdi mintavételi pontnál a 90%-os tartósságú érték közel a IV. osztály határértékének a 7-szerese volt. A többi létesítmény, **a két nagyobb galvanizáló üzem**, iparterületek, nyomdák, festékekkel, fémkereskedéssel, fémhulladékokkal, veszélyes hulladékok gyűjtésével, tárolásával foglalkozó kis- és középvállalkozások mind a telephelyükről származó – akár csapadékvízzel le/bemosódó – diffúz források hozzájárultak a Pécsi-víz fémekkel való szennyezéséhez. A két nagyobb felületkezelő üzem **megszűnésével azonban az elsősorban nekik tulajdonított fémszennyezések csökkentek.**

- A **szerves mikroszennyezők** tekintetében a vizsgált időszak egészében a mérési adatok alapján a **kőolaj és termékei voltak az osztályhatározók minden mintavételi ponton.** 1997-ig végig az összes szelvény „erősen szennyezett”, azaz V. osztályú volt. Ezen belül a legmagasabb értékek Pellérdnél (például 1984-ben 9050 µg/l, a IV. osztály határértékének több mint 36-szorosa) adódtak, amíg ott nem volt mérés, addig Kémes–Cúnnál jelentkeztek. Összességében a mért koncentráció értékekben jelentős csökkenés 2004–05-től történt, addig a pontokon többnyire V., Kémes–Cúnnál és Tüskésrétnél esetenként IV. osztályú volt a minősítés, azt követően III.–IV. osztályú. A szennyezések **okaként az ezen a részvízgyűjtőn lévő legtöbb gyűjtő, tároló létesítmény és az azokkal kapcsolatos véletlen vagy gondatlanságból bekövetkezett rendkívüli szennyezések** adhatók meg. Így például az **ÁFOR** (utódai) 1990 és 1999 között végig bírságolt cég volt, az olajszenyezések miatt. Ennek a telephelynek az egyértelmű terhelése a pellérdi ponton mutatkozott az adatokban. Az ipar, a közlekedés és egyéb lakossági tevékenységek továbbá a legkülönbébb kőolajszármazékokat használják fel, így azok a **városi területről az esőzések által előidézett felszíni bemosódás, a város nem megfelelő csapadékvíz elvezetésének következtében** könnyen a felszíni vízfolyásokba gravitálhattak. A fentiek mellett a koncentrációértékek alakulásában az említett **analitikai problémák, mérésmetódika váltás** is szerepet játszhattak.

- A **radioaktív szennyezők** köréből az összes β-aktivitást vizsgálták Kémes–Cúnnál 1994-től. Többnyire „szennyezett” volt a víz minősítése. A radioaktív anyagok jelenléte a korábbi Mecseki Ércbányászati Vállalat irányítása alatt folyt **uránbányászatnak és ércdúsításnak valamint a „hagyatékaiknak” tulajdonítható.**

- Az **egyéb jellemzők** közül a Pécsi-víz osztályhatározója a mintavételi pontok mindegyikén többnyire **az összes sótartalomra utaló fajlagos vezeték** volt. A vizsgált időszak elejéhez képest Kémes–Cúnnál az 1990-es évek elejére megközelítőleg kétharmadára

csökkent a fajlagos vezetés és így a minősítés V. osztályról IV. osztályra állt be. A többi mintavételi ponton továbbra is ennél jóval magasabb értékeket regisztráltak. 1990 előtt kémes–cúni, majd a pellérdi mintavételi pontnál a magas összes sótartalom elsősorban a **Pécsi Bőrgyár és a felületkezeléssel foglalkozó üzemek kibocsátásainak** volt tulajdonítható. Ezek mellett az **uránbányászat** következtében megjelent a zagytározók alól elszivárgó víz, amely magas sótartalmú, illetve a bányabezárások után a **Mecsekérc egy pontú kivezetésén** ezek a Pécsi-vízbe kerülnek – bár ezt az üzemen belül sótalánítani kellene, azt még nem végzik. A tuskésréti ponton a magas fajlagos vezetés okai a már említett **bányavíz kiemelésekhez** és a **keletkező csurgalékvizekhez** köthetők. E mellett a **vizsgált időszak elején a hőerőmű hígzagys kazettáinak csurgalékvizei** is esetenként nagy sókoncentrációjú vízzel terhelték a patakot. A vizsgált időszak utolsó 15 évében, a következő ábrán is jól látható módon a (rész)vízgyűjtő vizsgált területén a tisztítatlanul bevezetett ipari víz a Fekete-víz vízgyűjtő-tervezési alegységhez kapcsolható, a forrásadatok alapján egyértelműen a fent említett bányászati tevékenységeknek tulajdonítható.



4. ábra: A felszíni vizekbe bevezetett ipari szennyvizek mennyisége kezelés szempontjából a Rinya-mente (3-2) és Fekete-víz (3-3) vízgyűjtő-tervezési alegységek vizsgált területén 1989, 2000–2005 években

(Forrás: DDKTVF adatok alapján szerk. DOLGOSNÉ KOVÁCS A.)

5. Dráva

• A Dráván 1968-tól kezdődtek a törzshálózati mintázások, Őrtilos, Barcs és Drávaszabolcs szelvényekben. Az 1980-as évek elején azonban Őrtilosnál megszűnt a mintázás. Ennek az oka egyrészt, hogy az akkori mintavételi ponton (partról) vett minták eredményei a szakemberek szerint inkább a Mura vízminőségét mutatták és nem a Dráváét, másrészt az 1980-as években „költségmegtakarítás” miatt csökkentették a mintavételi helyek

számát. Az Őrtilos–Botovo híd (mintavételi hely/pont) megépülése után – 1994-től – volt lehetőség a reprezentatív mintavételre. *Mindez ebben a kutatásban megnehezítette a Dráván a vízminőség változásának oknyomozását, főképpen a barcsi vízminőségi értékek alakulásánál.*

- Az **oxigénháztartás** paraméterein belül az oldott oxigén és az oxigéntelítettség értékei összességében mindhárom mintavételi ponton kedvező eredményeket mutattak, a víz az 1990-es évektől a 90%-os tartósságú értékek alapján „kiváló” minősítésű volt. Ezeket az értékeket a **Drávába betorkoló mellékvízfolyások számottevően nem befolyásolták**, az eredetbeli, hidromorfológiai és a vízhozam különbségekből adódóan. A vízben lévő szervesanyag mennyiségére utaló koncentrációk az 1970-es években voltak a legmagasabbak, általában *Őrtilosnál*, amelyek **nem a vizsgált területről érkezett terheléseket** jeleztek. Ez az 1980-as évek közepéig többnyire megmaradt és mindhárom mintavételi pontban az oxigénigények alapján csak „tűrhető” volt a víz minősítése. Aztán javulás következett, valamint az 1990-es évektől már inkább a *drávaszabolcsi értékek* jeleztek magasabb szervesanyag terhelést – a **Fekete-víz vízgyűjtő-tervezési alegységről származott terhelésekből** fakadóan. A vizsgált időszak egészében általában a barcsi mintavételi ponton adódtak a legalacsonyabb értékek. A Drávába a vizsgált időszak elejétől eltekintve közvetlen tisztítatlan szennyvízbevezetés a vizsgált területről nem volt és a tisztított szennyvíz mennyisége is minimálisnak adódott – sőt az utolsó években az is megszűnt. **A betorkoló hazai mellékvízfolyásai** – amint az a fentiekből is kiderült – **többnyire magas szervesanyag tartalommal bírtak, amelyek hatása, néhány esetben és minimális mértékben a barcsi és gyakran a drávaszabolcsi szelvényekből vett mintákban is megmutatkozott.** A barcsi ponton ezeknek a paramétereknek a változását egyrészt az Őrtilos felől, másrészt – a mellékvízfolyásokat tekintve – a Barcs-Komlósi-Rinyán keresztül érkezett szennyezőanyag terhelés alakította. 2000-től az oxigénháztartás egészét tekintve a víz a mintavételi pontokon III. osztályú volt.

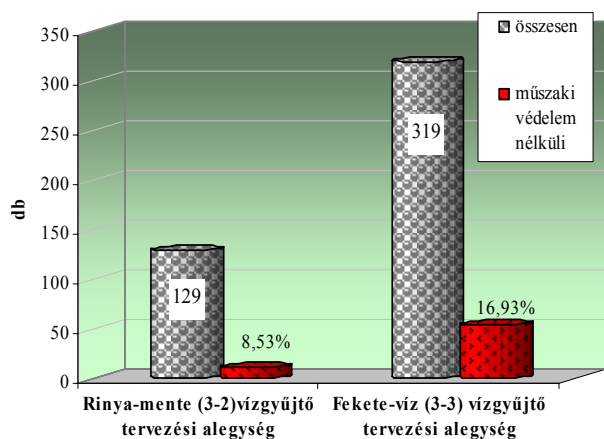
- A **nitrogénháztartás** paramétereit az 1970-es években elsősorban az ammónium–nitrogén értékekre vonatkozóan és Őrtilosnál kedvezőtlen észleléseket mutattak, III. IV. osztályú volt a víz, majd javulás következett. A **változás trendje az oxigénháztartásnál már említett volt.** Megfigyelhető volt, az 1990-es évektől a drávaszabolcsi szelvényben a víz nagyobb szennyezőanyag terhelése, főképpen a Pécsi-víznek tulajdoníthatóan emelkedett. **Összességében a Dráván a nitrogénháztartás mutatói gyakran több osztálynyi nagyságrenddel kedvezőbbek voltak a vizsgált betorkoló vízfolyásokénál.** A *foszforháztartás* tekintetében leggyakrabban a drávaszabolcsi ponton voltak a

legkedvezőtlenebb értékek, valamint a vizsgált időszak elején Órtilosnál. Az előbbi a már említett **Fekete-víz vízrendszer által szállított szennyezőknek**, az utóbbi a **vizsgált területen kívülről érkezőknek** volt tulajdonítható. Az ortofoszfát–foszfor koncentrációk alapján az 1990-es évek közepétől többnyire „jó” volt a víz minősítése a mintavételi pontokon. A tápanyagháztartás alakulásához **a mellékvízfolyások terhelései mellett a Dráva közvetlen területéről az állattartó telepek is, mint potenciális szennyezőforrások hozzájárulhattak**, a gyakran **megoldatlan trágyatárolásuk** miatt. A drávaszabolcsi magasabb értékek (a barcsival szemben) alakulását – minden releváns vízminőségi jellemző esetében – a trágyatárolók vizsgálatánál kapott értékek is alátámasztották. 2006. évi adatok alapján a hígtrágya tároló kapacitás „csak” 67%-a volt műszaki védelem nélküli a 3-2 alegységen, a 3-3 alegységben 83%-kal szemben. Az almostrágya esetében ez az arány közel azonosnak adódott, 73 és 77%. Összességében megállapítható, hogy ebből a szempontból mindkét fajta trágya tárolási módját tekintve, a Fekete-víz alegység a veszélyeztetettebb, függetlenül attól, hogy az állatlétszám itt valamivel kevesebb volt, mint a Rinya-mente alegységen. 2000-től a tápanyagháztartás egészét tekintve a víz a mintavételi pontokon II.–III. osztályúnak adódott.

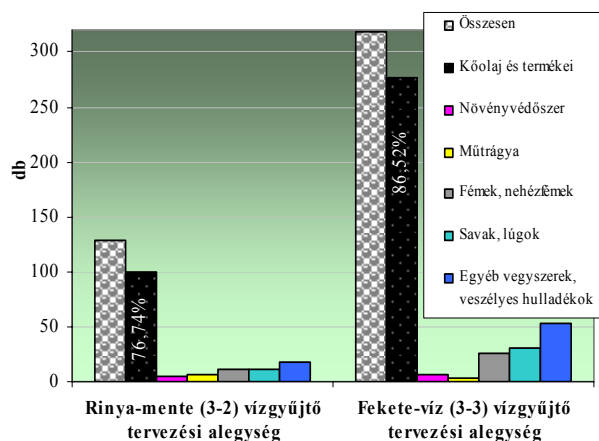
- A **mikrobiológiai** szennyezettséget jelző paraméterek általában az órtilosi szelvényben voltak a legkedvezőbbek és a drávaszabolcsiban a legkedvezőtlenebbek. A mikrobiológiai szennyezettség **okaként alapvetően a települési szennyvíztisztító telepek fertőtlenítésének a hiányosságai** adhatók meg. A drávaszabolcsi „csúcs”-ok **okaként** az adatok alapján **nagy mennyiségű, friss fekáliás szennyezés** jelölhető meg, amely valószínűleg a **Pécsi-vízzel** érkezett a vízfolyásba (illetve előtte a Fekete-vízbe). 2000-től a mikrobiológiai paraméterek alapján a mintavételi pontokon III.–V. II.–III. osztályú volt a víz minősítése.
- A **szervetlen mikroszennyezők** 90%-os tartósságú értékei alapján a víz többnyire „kiváló”, az alumínium esetében „jó” minősítésű volt. A mintavételi pontok tekintetében általában Barcs adatai voltak a legkedvezőbbek, ugyanis **Órtilosnál a vizsgált területen kívülről, Drávaszabolcsnál a Fekete-víz vízgyűjtő-tervezési alegységről** érkezett szennyezések hatása miatt osztályon belül, de magasabb értékeket mértek.
- A **szerves mikroszennyezők** közül a **kőolaj és termékei voltak a vizsgált időszak egészében az osztályhatározók – a mérési eredmények alapján**. 1996-ig néhány évtől eltekintve a mintavételi pontokon „erősen szennyezett” volt a víz. Az **órtilosi** értékek többnyire **a vizsgált területen kívülről érkezett nagymennyiségű szennyezést** mutattak. A

barcsiak oka a már említett területeken a *szénhidrogén kitermelésnek*, **kimondottan a Drávában a mederanyag kitermelés (Heresznye és Barcs térségében) közben való vízszennyezésnek**, valamint a – nem túl nagy forgalmú, de az 1970-es évektől újra működő – **drávai hajózásnak** tulajdonítható. A *drávaszabolcsi* mintavételi ponton az adatok alakulásához a **fentebbről érkezett terhelések mellé, a Fekete-vízrendszer által szállított kőolajtermékek is hozzájárulnak**. A koncentrációértékek alakulásában a már többször említett **analitikai problémák, mérésmetodika váltás** is szerepet játszottak.

A következő ábrák a vizsgált terület gyűjtő, tároló létesítményeiről szolgálnak információkkal. A Fekete-víz tervezési alegységen a Rinya-mente alegységhez képest összesen közel 2,5-szer annyi gyűjtő, tároló létesítmény található. A tárolt anyagok minősége alapján bontva is többnyire ez az arány érvényes; kivéve, hogy a műtrágya inkább a Rinya-mente alegységen, a növényvédőszer pedig a Fekete-víz alegységen jelenthetnek nagyobb veszélyt. A műszaki védelem nélküli objektumok számarányát követve, azok a 3-3 alegységen kétszeresek.



5. ábra: Gyűjtő, tároló létesítmények a Rinya-mente (3-2) és a Fekete-víz (3-3) vízgyűjtő-tervezési alegységek vizsgált területén a 2006. évi állapot alapján



6. ábra: Gyűjtő, tároló létesítmények a Rinya-mente (3-2) és a Fekete-víz (3-3) vízgyűjtő-tervezési egységek vizsgált területén a gyűjtött és a tárolt anyagok minőségével kapcsolatba hozható csoportosítás szerint a 2006. évi állapot alapján

(Forrás: FAVI adatok alapján szerk. DOLGOSNÉ KOVÁCS A.)

Össességében mikroszennyezők tekintetben is a 3-3 tervezési alegység a veszélyeztetettebb és jelennek meg a szennyezések a Dráva drávaszabolcsi mintavételi pontján.

- Az **egyéb jellemzők** értékei kedvező vízminőséget mutatnak a mintavételi pontokon. Megállapítható, hogy **azokra a vizsgált mellékvízfolyások terhelései számottevő hatást nem gyakoroltak. Az azért megemlítendő, hogy a Fekete-víz vízgyűjtő-tervezési**

alegységről a Drávába jutó szennyezőanyagok a drávaszabolcsi koncentrációkat szinte minden paraméter esetében egy kicsit a barcsi fölé emelték. A Dráva, a Duna és a Tisza vonatkozásában is a legalacsonyabb oldott anyag koncentrációkkal bír, hazánk talán legtisztább vizű folyója.

Észrevételek, javaslatok

- A vizsgált időszakban a **vízminőségi paraméterekre történő mintázások és a vízrajzi észlelések helye, ideje és gyakorisága az esetek többségében nem esett egybe.** Mivel azonban a szennyezőanyagoknak a vízben való viselkedését, terjedését a vízmennyiségi és több fizikai tényező is befolyásolja, a továbbiakban a vízfolyások vízminőségi modellezésekhez, mélyebb vízminőségi kutatásokhoz, minden vízfolyásra/víztestre szükségyszerűen elkészítendő kárelhárítási tervhez elengedhetetlen a **minőségi és mennyiségi monitoring integrálása**, minden kijelölendő mintavételi ponton.
- A vizsgált időszakban a **mintavételi pontok kijelölése**, többnyire – 1980 és 1994 között főképpen – a **fő befogadó vízfolyás, jelen esetben a Dráva vízminőségének „megóvását”** célozta. A mellékvízfolyásain kijelölt mintavételi pontok túlnyomó része ugyanis a Drávába való betorkollástól nem volt messze, így a mellékvízfolyás szennyezőanyag terhelése a Dráva kapcsán volt csak mérvadó (bár a vízhozam-különbségek miatt, amint az a fentiekből is kiderült, a vizsgált mellékvízfolyásainak a terhelése a Dráva kémiai vízminőségében jelentős változást nem okozott – a mintavételi pontokon vett vízmintákban). Mindez így, maga a mellékvízfolyás felsőbb szakaszainak szennyezőanyag terheltségére csak utaló adatokat adott. A *Fekete-víz és Pécsi-víz* vizsgálata – az utóbbinak (az előbbibe való) betorkollása után nem volt törzshálózati mintavételi pont a Fekete-vízen – során a Pécsi-víz többnyire még a legelső mintavételi ponton (Kémes–Cún) vett vízminták eredményei alapján is jóval nagyobb szennyezőanyag terhelést szállított, mint a Fekete-víz. Mindezekből adódóan a **szennyezőforrások alatt elhelyezett mintavételi pontokat csak néhány esetben sikerült fellelni.** A kutatás során további problémaként merült fel, hogy egyes vízfolyásokon, amikor a tényleges szennyező folyamatosan szennyezett még nem volt mintázás, amikor az elkezdődött, üzemi rekonstrukció, majd megszűnés következtében a korábbi, nagy volumenű szennyezésekre csak utalás történhetett. A Víz Keretirányelv továbbá nem vízfolyásokban és azok mellékágaiban gondolkodik, hanem integrált vízgyűjtő-

gazdálkodásban, azon belül **vízgyűjtő-gazdálkodási alegységekben**, alacsonyabb szinten **víztestekben**. Így a vízminőség védelme és a „jó” állapot elérését célzó úton a **kisvízfolyások ugyanolyan prioritással szerepelnek, mint a nagyok**. Tovább lépve, a monitoring rendszerben **a víztest lehatárolásokhoz is igazodva kell/ene a mintavételi pontokat kijelölni**. Emellett minden **tényleges és potenciális szennyezőforrás helyét és azoknak esetleg az időközbeni változását** is célszerű lenne **figyelembe venni** a víztesteken kijelölendő pontok esetében.

- A fentiek egy újabb feladatot tártak fel. Ez a **tényleges és potenciális**, más csoportosításban a pontszerű és diffúz **szennyezőforrások pontos felmérése** a (rész)vízgyűjtőn. Sajnos felszíni vizeket szennyező források adatbázisa korábban nem volt (bár a jelentősebbek rendszeres hatósági ellenőrzés alatt állnak, korábban azt is csak bonyolult módon lehetett elvégezni; szennyvízmintázás 1980-tól történt), napjainkban a pontforrásokról és kibocsátásaikról a felügyelőségek készítenek összefoglalást. **A diffúz források pontos felmérése és a felszíni vizekre való terheléseinek számszerűsítése** azonban, mint meglehetősen összetett feladat, a hatóságoknak kapacitásbeli szűkösségéből fakadóan korábban egyáltalán nem, **napjainkra is csak néhány mintaterületre készült el**. A disszertációban a lehetőségekhez képest összegyűjtöttem a (rész)vízgyűjtőn a szennyezőforrásokat és azok kibocsátásait. Azok azonban leginkább pontforrások voltak, így a többi szennyezőforrás hatásának a vizsgált vízfolyás vízminőségében való megjelenésére – bár nyilvánvaló hatása volt – csak utalni lehetett.

- A vizsgált időszakban, a mért **vízminőségi paraméterek köre a vízfolyásokon megközelítőleg megegyezett, a mintavételi gyakoriságban viszont számottevő volt a különbség**. Gyakran, az alacsony mintaszám miatt nem lehetett 90%-os tartósságú értékeket megállapítani és értékelni; és mivel az egy vízfolyáson lévő mintavételi pontokon is gyakran különböztek a mintavételi gyakoriságok, **a vízfolyás valódi szennyezőanyag terheltségére és annak a mintavételi pontok közt való viselkedésére (például öntisztulás) csak óvatosan lehetett utalni**. Továbbá – bár a VKI monitoring előírásai szigorúak, így csak a feltáró monitoringok után – átgondolandó lenne, **egy területhasználathoz és annak változásához igazodó rendszer, amelyben a vizsgálati paraméterek köre igazodna a vízfolyást valami módon szennyező források terhelésének minőségéhez**. Azaz, lényeges lenne, hogy a mintavételi helyek és a mintázandó paraméterek köre is a fentieket figyelembe véve **rugalmas legyen és ne mechanikus periodikussággal** történjen. A kémiai irányú

monitoring rendszerek működtetésének teljes áttekintése, akár **a jelenleginél szélesebb körű hidrobiológiai monitoring kialakításával járhatna együtt**. Ez utóbbival kapcsolatban a VKI által is hangsúlyozott **társadalmi bevonás** – egyetemi kutatókkal – lehetősége is megvizsgálendő.

- A víztestek kémiai állapotának nyomon követésére lennének alkalmasak az **automata monitor állomások**. Ezek telepítésével és az adatok szakszerű feldolgozásával nemcsak a haváriák időben való észlelése és a riasztás, hanem a mélyrehatóbb vízminőséggel kapcsolatos kutatások előtt is megnyílna az út. Azonban ez hazánkban egyenlőre, csak utópia.
- A fentiek **gyakorlati megvalósítása számos további kutatást** igényel, amelyek sorából sajnos nem szabad kifelejteni a pénzübeli megvalósíthatóság és a **költséghatékonyság** kérdéseit sem.

V. KUTATÁSI EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

A disszertáció, a környezetföldrajzi téma interdiszciplináris jellege miatt több részfeladat kidolgozásán keresztül jutott el a célkitűzés megvalósításáig. Ebből fakadóan egyrészt az eredmények hasznosíthatóságára számos lehetőség van, másrészt a kutatás további iránya is szerteágazó lehet.

A hasznosítási lehetőségek:

- a Dráva és a vizsgált mellékvízfolyásairól a vízminőségi törzshálózati rendszer kezdetétől a végéig felhalmozott adatok összegyűjtése, rendszerezése, átláthatóvá tétele és elemzése, valamint értékelése kapcsán az esetenként közel 40 éves adatsorok egyrészt nem „vesznek kárba” a Víz Keretirányelv szerinti monitoring elindulásával, másrészt, mint eddig nem – vagy csak részlegesen, hiányosan – publikált környezetföldrajzi téma kidolgozása egyben hiánypótló tanulmány a jelen és a jövő számára
- az antropogén tevékenységek hatásának megjelenése szempontjából történt kémiai vízminőségi elemzés, mint részegység, a VKI szerinti vízgyűjtő-gazdálkodási terv környezeti célkitűzéseinek megfogalmazásához is hozzájárulhat a vizsgált terület tekintetében

- a vizsgált vízfolyásokkal releváns antropogén szennyezőforrásoknak a jelen lehetőségeihez (adat, eszköz) képest széleskörű összegyűjtésével és elemzésével alapot adhat azok jövőbeni ellenőrzéséhez, hatásaik speciálisabb felméréséhez, illetve a megfelelő intézkedések kiválasztásához
- a kutatás során nyert tapasztalatok, észrevételek hozzájárulhatnak a törzshálózati vízminőségi rendszerhez képest egy új, reprezentatívabb kémiai monitoring rendszer kialakításához.

A kutatás további irányai:

- a tényleges és a potenciális szennyezőforrások terheléseinek hatása a vízminőség változására modellezés útján (ehhez azonban először naprakész szennyezőforrás adatbázist kell létesíteni)
- a Víz Keretirányelv prioritási listáján szereplő és az „egyéb szennyezőanyagok” koncentrációinak vizsgálata és elemzése a (rész)vízgyűjtőn
- a kémiai vízminőségi paraméterek körének víztest specifikus meghatározása a szennyezőforrás terhelések függvényében, egy gazdaságosabb és kutatás céljából is hatékonyabb monitoring rendszer működtetéséhez
- további automata monitoring állomások telepítési lehetőségeinek természetföldrajzi és költséghatékonysági vonatkozásai a Dráva (rész)vízgyűjtő területén.

A DISSZERTÁCIÓ TÉMÁJÁHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

I. A Ph.D. értekezés alapjául szolgáló publikációk

1. **DOLGOSNÉ KOVÁCS A.** – RONCZYK L. (2008): *A Pécsi-víz vízminőségének alakulása az elmúlt 10 év folyamán.* ÖKO. XIV. évf. 3–4. sz., pp. 15–30.
2. **DOLGOSNÉ KOVÁCS A.** (2007): *Vízminőség, vízminősítés.* In: Ivelics R. (szerk.): *Környezet- és természetvédelem.* KÖMEKIK, Pécs, pp. 68–96.
3. **DOLGOSNÉ KOVÁCS A.** – FODOR I. (2007): *Water Quality Analysis of the River Dráva between 1968 and 2006.* Pollution and water resources, Columbia University Seminar Proceedings Volume XXXVII, pp. 264–281.
4. **KOVÁCS A.** – RONCZYK L. – CZIGÁNY SZ. (2006): *Water Quality Analyses of the Pécsi-víz between 1996 and 2005.* In: Rein Ahas et.al (eds.): *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis, Managing Drought and Water Scarcity in Vulnerable Environments* 101. Tartu, pp. 128–137.
5. **KOVÁCS A.** – RONCZYK L. (2006): *Changes in the Water Quality of Pécs-víz.* In: *Pollution and water resources, Columbia University Seminar Proceedings Volume XXXVI,* pp. 147–157.
6. **KOVÁCS A.** – RONCZYK L. (2005): *The role of the floodplain in the sustainable water use in Pécs.* Földrajzi Közlemények Vol. CXXIX (LIII) 2005. International Edition, pp. 61–66.
7. **DOLGOSNÉ KOVÁCS A.** (2005): *Környezeti monitoring rendszer szerepe a Dráván.* In: Pirisi G. – Trócsányi A. (szerk.): *Tanulmányok Dr. Tóth József tiszteletére a PTE Földtudományok Doktoriskola hallgatóitól.* PTE TTK Földrajzi Intézet Földtudományok Doktoriskola, Pécs, pp. 239–245.
8. **DOLGOSNÉ KOVÁCS A.** (2005): *Környezettudat a mezőgazdaságban.* A Falu, 2004. XIX. évf. 4. sz., pp. 19–22.
9. **DOLGOSNÉ KOVÁCS A.** (2004): *Bevezetés a környezetvédelmi analitikába I.* PTE PMMK, multimédiás PHARE jegyzet, Pécs, 158 p.
10. **DOLGOSNÉ KOVÁCS A.** (2004): *Kelet-Dráva tájegység és a turizmus.* A polgármester, 2004. november, p. 9.

II. A Ph.D. értekezés alapjául szolgáló előadások

1. **DOLGOSNÉ KOVÁCS A.** (2003): *Analitikai módszerek alkalmazása a Dráva folyó vízminőségének monitorizálása során.* In: Börcsök E. – Dr. Albert L. (szerk.): A Magyar Tudomány Napja 2002. Kémiai Intézet Tudományos Ülése 2002. november 7. NyME, Erdőmérnöki Kar, Kémiai Intézet, Sopron, pp. 22–25.
2. **KOVÁCS A.** (2002): *A Dráva-folyó vízminőség vizsgálata és a korszerű adatgyűjtés, – feldolgozás lehetőségei.* In: Krizsán J. (szerk.): VIII. International students conference of global environment protection. Tessedik Sámuel Főiskola Mezőgazdasági Főiskolai Kar, Mezőtúr, p. 66.
3. **KOVÁCS A.** (2002): *Experiences on the water-quality analysis of the River Drava and the possible ways of the data-processing in the future.* In: Jancskárné Anweiler I. – Orbán F. (szerk.): 40TH Anniversary of Pollack Mihály College of Engineering International Symposium. Proceedings volume I., PTE PMMFK, Pécs, pp. 387–394.