

Olajosné Lakatos Boglárka¹ 

A felszíni vizek ökológiai állapota

A Nemzetközi Duna-védelmi Bizottság Közös Duna Felméréseinek ökológiai állapotra vonatkozó eredményeinek összehasonlítása 2001–2020-ig

Ecological Status of Surface Waters

Comparison of the Results of the International Commission for the Protection of the Danube River's (ICPDR) Joint Danube Surveys on Ecological Status 2001–2020

A szerző célja bepillantást nyerni a Duna és vízgyűjtőjén hatévente végzett felmérő expedíciók eredményeibe. A Víz Keretirányelvben előírt jó állapot megőrzéséhez a vizek állapotának értékelési módszerei, ezen belül pedig az ökológiai mutatók módszertanával kapcsolatos áttekintés olvasható. A cikk továbbá a vízminőségi elemzések és az ehhez kapcsolódó nemzetközi együttműködések eredményeként létrejött módszertanokat és fejlesztési irányokat mutatja be. Legfőképpen átfogó képet kíván adni a Duna vízgyűjtőjének elmúlt közel 20 évből származó kutatási adatokból következtethető állapotáról. A szerző a bevezető után a Nemzetközi Duna Bizottság hatévente történő teljes Duna-felmérésének eredményeit vizsgálja az ökológiai állapot javulásának szempontjából, különös tekintettel a felmérések közötti technikai vagy módszertani fejlesztésekre.

Kulcsszavak: vízminőség, biológiai jellemzők, ökológiai állapot, Nemzetközi Duna-védelmi bizottság, Közös Duna Felmérés

The aim of the author is to gain insight into the results of the survey expeditions carried out on the Danube and its catchment area every 6 years. In order to maintain the good status required by the Water Framework Directive, the methods for

¹ Országos Vízügyi Főigazgatóság, projektreferens; Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktori hallgató, e-mail: lakatosboglarka@uni-nke.hu

assessing the status of waters include an overview of the methodology of ecological indicators. The article also presents methodologies and developments resulting from water quality analyses and related international conventions and collaborations. Most importantly, it aims to provide a comprehensive picture of the state of the Danube River Basin, which can be deduced from research data from the last 20 years. After the introduction, the author examines the results of the International Danube Commission's survey of the entire Danube every 6 years in terms of improving the ecological status, with particular reference to technical or methodological developments between surveys.

Keywords: water quality, ecological status, International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR), Joint Danube Survey

1. Bevezetés

Publikációm célja kutatásom fő témájának, az éghajlati adaptációs célú vízmegtartó intézkedések tudományos és gyakorlati támogatása. A víz minőségének monitorozása és ökológiai állapotának fenntartása hosszú távú, széles körű szaktudást igénylő feladat, amely szerves részét képezi a fenntartható vízgazdálkodásnak. Az Európai Unió vízpolitikájának alapvető célja az elegendő mennyiségű és a jó minőségű víz folyamatos rendelkezésre állásának biztosítása. A felszíni vizek minőségének megőrzése határokon átnyúló feladat, a fenntartható vízhasználat érdekében az érintett felek közötti együttműködés és koordináció elengedhetetlen. A felszíni vizek minőségének értékelésénél legfőbb indikátorként az ökológiai állapotot kell figyelembe venni mint a lassabb folyamatok eredményeit, ugyanis a kémiai paraméterek kizárólag pillanatképeket mutatnak.

A kémiai paraméterek rövid távú pillanatképeket mutatnak, az ökológiai folyamatok nagyobb körforgású lassabb folyamatok eredményei.

A 19. század végén a városiasodás és az ipari forradalom hatása többek között a vizek nagyobb arányú szennyezésével járt együtt. A vízminőség módszertani fejlődése a felmerülő egyre súlyosabb vízszennyezésből adódó következmények miatt vált egyre sürgetőbbé.²

Az egyre gyakoribb halpusztulások, valamint az ivóvíz előállítására alkalmatlan, szennyezett vizek valósággal kikényszerítették, hogy a szakemberek és a hatóságok komolyan foglalkozzanak a kérdéssel. A vízminőség meghatározásához a különböző tudományterületek együttműködésére volt szükség. A mérés-technika fejlődési folyamatának eredményeként javult a pontosság, a megbízhatóság, valamint a kiszélesedett a mérési tartomány. Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról³ (Víz Keretirányelv) végrehajtása során már minden érintett szembesül a mérnöki és ökológiai szemlélet egymásrataltságvával. Az intézkedések megtervezése során a mérnöki tervezés a vízi élőlények preferenciáján kell, hogy alapuljon. Az országos felmérés bebizonyította, hogy a hazai vizek állapotára

² Somlyódy László: Vízminőség-szabályozás: Fejlesztéstörténelem. *Hidrológiai Közöny*, 98. (2018), 2. 5–12.

³ Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról.

a vízkémiai paramétereknél a habitattípusok nagyobb befolyással vannak, és a hidromorfológiai állapot is nagymértékben szerepet játszik a jó állapot elérésében.⁴

2. A vizek állapotának értékelése

A felszíni vizek minőségének ellenőrzése fizikai, kémiai és biológiai módszerekkel történik.

Kémiai vízminősítéssel a vizek vegyi összetételét vizsgálják, vagyis az oldott anyagok ionmennyiségét és minőségét, valamint a lebegő és emulgeált anyagok minőségi és mennyiségi viszonyait határozzák meg. Ez a vizsgálat természetesen kiterjed az oldott gázokra is. A kémiai vízminősítésnek tehát szerves része az oldott oxigén (O_2), a szén-dioxid (CO_2), kén-hidrogén (H_2S) és egyéb gáztartalom meghatározása. Az iontartalommal összefüggésben a kémiai vízminősítésnek fontos feladata a vizek pH-értékének (savas, semleges vagy lúgos) vizsgálata. A kémiai módszerrel jól meghatározható a szerves és szerves szennyezőanyag-tartalom, de az üledék összetétele is. A korszerű műszeres analitikai módszerek segítségével már a nagyon kis koncentrációjú, vagy éppen nyomokban előforduló vegyszerek (gyógyszeranyagok, gyom- és rovarirtók és más toxikus anyagok) is kimutathatók. Kémiai jellemzők: összesótartalom, az oldott sók koncentrációja, keménység, pH, oldott oxigén, szerves mikroszennyezők, szerves mikroszennyezők.

A biológiai vízminősítés a víztestekben élő szervezetek (mikroorganizmusok, növények és állatok) alapján való értékelés. Ismerve az egyes fajok biológiáját (például tápanyag-, oxigén-, pH- és egyéb igényét), következtetéseket lehet levonni a víz minőségére vonatkozóan. Az élő szervezetek különbözőképpen reagálnak a fizika-kémiai tényezők és általában az életfeltételek változásaira. Az indikáció lehet számbeli gyarapodás, csökkenés vagy éppen valamely a változásra érzékenyebb faj teljes eltűnése. A biológiai vízminősítés komplex, nagy szaktudást és szervezettséget igénylő feladat. Egy teljes körű vizsgálat során figyelembe kell venni az adott víztest minden élőlényközösségét: plankton (bakterioplankton, fitoplankton, zooplankton), makrofita társulások (hínárnövények), nekton (halak és más szabadon úszó szervezetek), benton (fenéklakó szervezetek) és biotekton (élő bevonat). A felsorolt közösségek mindegyike több rendszertani csoportot foglal magában, amelyek esetenként több száz vagy ezer fajt tartalmaznak. Az egyes fajok meghatározása számos jól képzett szakembert igényel, tekintettel arra, hogy egy botanikus vagy zoológus általában csak egy vagy két rendszertani csoportnak lehet igazán jó ismerője. A fentiek ismeretében feltehető a kérdés, miért szükséges a munka- és pénzigényes biológiai vizsgálat lefolytatása, ha fizikai és kémiai módszerekkel gyorsan és egyszerűen meg lehet határozni a szennyező anyagokat? A válasz pedig, hogy a fizikai és kémiai elemzések nem komplex képet mutatnak a felszíni víz minőségéről, hanem a pillanatnyi állapotát tükrözik, a mérési eredmények nem adnak információt a múltban lejátszódó események következményeiről. Például egy szennyező hullám a mérőállomáson a mintavételek közti időszakban is áthaladhat, így a vízminőségre gyakorolt hatás fizikai és kémiai módszerekkel nem detektálható.

⁴ Nagy Zsuzsanna: *A biológiai elemek állapotát befolyásoló főbb hidromorfológiai tényezők meghatározása magyarországi kisvízfolyásokra*. Doktori értekezés. Budapest, Corvinus Egyetem Kertészettudományi Doktori Iskola, 2007.

Tekintettel arra, hogy az élő szervezetek állandóan ki vannak téve a változásoknak, biológiai módszerekkel – a szervezetből egyes szennyező elemek kimutatásával, vagy egyes érzékeny fajok kipusztulásának vizsgálatával – a múltban lejátszódó események hatásai nyomon követhetők. A biológiai vízminősítés tehát az életfeltételek és források (táplálék, oxigéntartalom stb.) változásának történetére vonatkozóan is információt nyújt, észre nem vett szennyezések nyomaira bukkanhatunk ezáltal. A biológiai vízminőséget a halobitás (szervetlen kémiai adottságok), a trofitás (növényi szervesanyag-termelés erőssége), a szabrobítás (a víz szervesanyagbontásának erőssége, a vízi rendszer potenciális energiatartalmának csökkenését okozza) és a toxicitás (a víz mérgezőképessége) együttesen határozzák meg.⁵

3. Az ökológiai állapot értékelése

Ökológiai vízminősítés elsősorban a biológiai módszer eredményeit használja fel, de figyelembe veszi a fizikai és kémiai vízminősítés eredményeit is, és ok-okozati összefüggéseket tár fel a fizikai-kémiai paraméterek változásai és az élővilág szintjén észlelt változások között.

Összefüggést állapít meg az indikátorszervezet és környezete kapcsolatáról. Az igényes ökológiai vízminősítés kiterjed az egész életközösségre, így közösség szintű indikációként mérhető. A változások felméréséhez természetesen az alapállapot rögzítésére, megelőző, alapozó vizsgálatokra van szükség. Ezt követően pedig periodikusan ugyanazokkal a módszerekkel, ugyanazon a helyen végzett mintavételezés révén úgynevezett monitoringvizsgálattal kell a közösségekben bekövetkezett minőségi és mennyiségi változásokat nyomon követni.

A közösség szintjén észlelt változásokat összefüggésbe kell hozni az életfeltételek (a szervezetekre ható tényezők) változásaival. A faj-egyedszám adathalmazt kémiai analitikai módszerek alkalmazásával kiegészítve bizonyos káros anyagokkal (például nehézfémekkel) való szennyezés nyomaira is rábukkanhatunk különböző szervezetek szöveteiben (például kagylók, halak) való felhalmozódásuk révén, s ez még pontosabbá teheti következtetéseinket.⁶

4. Víz Keretirányelvek (VKI) (Water Framework Directive – WFD)

A Víz Keretirányelv egységes szemléletű, a vízi ökoszisztémák védelmét előtérbe helyező minősítési rendszert vezetett be. Az állapotértékelés a vízgyűjtőgazdálkodás-tervezés egyik legfontosabb eleme. Feladata a kiinduló állapot rögzítése, és annak meghatározása, hogy ez az állapot milyen távol van a kitűzött céloktól. Az értékelés alapját a VKI-ben és a kapcsolódó útmutatóban előírt, közösségi vagy nemzeti szinten rögzített minősítési módszerek képezik. A felszíni vizek esetében a korábbi, országonként is

⁵ Felföldy Lajos: *A vizek környezettana. Általános hidrobiológia*. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 1981.

⁶ Clement Adrienne – Kardos Máté Krisztián – Szilágyi Ferenc: *Felszíni vizek minősítése az ökológiát támogató fizikai-kémiai jellemzők szerint – az állapotértékelés tanulságai, az intézkedési programok tervezése szempontjából*. Magyar Hidrológiai Társaság, XXXIII. Országos Vándorgyűlés, Szombathely, 2015. július 1–3.

nagymértékben különböző vízminősítés hagyományával szakítva, a vizek állapotának jellemzéséhez részletes, fajlistás felmérést igénylő biológiai mutatók (5 élőlénycsoport: fitoplankton, fitobenton, makrofiton, makrozoobentosz és halak), a biológiát támogató kémiai és fizikai-kémiai változók értékei, továbbá a víztér és környezetének morfológiai és hidrológiai jellemzői, valamint specifikus szennyező anyagok meghatározása szolgál.

A felszíni vizek állapotértékelését a VKI V. melléklete határozza meg, további részletes útmutatásokat az ökológiai állapotértékelés metodikáját és a víztípusokra jellemző referenciatételek kidolgozását segítő, kapcsolódó útmutatók adnak.⁷

A folyók esetében a lényeges biológiai minőségi elemek a halak, a bentikus gerinctelen fauna, a fitoplankton és a makrofiton/ fitobentosz. Az 1. táblázatban összefoglalva láthatók az ökológiai alapú mutatók csoportjai: kiváló (1), jó (2), mérsékelt (3), gyenge (4) és rossz (5).

1. táblázat

A Víz Keretirányelv ökológiai alapú mutatók csoportjai

Forrás: Pregon Csaba – Juhász Csaba: Vízminőségvédelem. e-book, Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma (AGTC) Mezőgazdaság-, Élelmiszerstudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.

	Folyók	Tavak
Biológiai jellemzők	Fitoplankton (nagyobb folyók esetében)	Fitoplankton
	Makrofitonok	Makrofitonok
	Fitobenton	Fitobenton
	Makrogerinctelenek	Makrogerinctelenek
	Halak	Halak
Hidromorfológiai jellemzők	Vízhozam jellemzők	Vízállás jellemzők
	Kapcsolat a vízadókkal	Kapcsolat a vízadókkal
	Mélység, szélesség	Tartózkodási idő
	Mederjellemzők	Mélység
	Vízparti zóna	Tómeder jellemzők Vízparti zóna
Fizikai-kémiai és kémiai jellemzők	Hőmérsékleti viszonyok	Átlátszóság
	Oxigénháztartás	Hőmérsékleti viszonyok
	Sótartalom	Oxigénháztartás
	Savasodási állapot	Sótartalom
	Tápanyagok	Savasodási állapot
	Jelentős mennyiségben bevezetett szennyezőanyagok	Tápanyagok
	Kiemelten veszélyes anyagok	Jelentős mennyiségben bevezetett szennyezőanyagok Kiemelten veszélyes anyagok

⁷ European Commission: *Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential*. CIS Guidance No. 13. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2003; European Commission: *Rivers and lakes – Typology, reference conditions and classification systems*. CIS Guidance No. 10. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2003.

A biológiai jellemzők külön kifejtést érdemelnek a későbbi Duna-felmérések értelmezéséhez:

- Makrogerinctelenek: A vízfenéken (aljazaton) élő, szabad szemmel látható gerinctelen állatok és állati együttesek összessége. Főbb taxonok: csigák, kagylók, piócák, rákok, kérészek, szitakötők, poloskák, álkérészek, vízibogarak, tegzesek.⁸
- Makrofiton: A vízi és mocsári makrofitonhoz különböző rendszertani kategóriákba tartozó, nagy testű növények sorolhatók. Ezek lehetnek nagy testű algák, mohák, páfrányok, legtöbbször azonban virágos növény (szabadon lebegő vagy felülethez rögzített növények, amelyek meghatározhatók mikroszkóp nélkül).⁹
- Fitoplankton: Görög eredetű szó, jelentése vízben lebegő növény. A fitoplankton jelentős része túl kicsi, hogy szabad szemmel látható legyen. Azonban, ha elég magas számban vannak jelen, zöld (vagy más színű) elszíneződésként jelennek meg a víz felszínén. A fitoplankton-szervezetek a felszíni víz nélkülözhetetlen résztvevői, emellett fontos szerepük van a Föld légkörének oxigénháztartásában.¹⁰
- Fitobentosz: A görög bentosz jelentése „a tenger mélyén”. A bentosz a vízfenék üledékének élővilága. Az aljazaton élő mikroszkopikus élőlények, amelyek az aljazaton található felületekhez kötődve élnek.¹¹

5. Az ICPDR Duna Bizottság tevékenysége és a Joint Danube Survey rendszere

A bukaresti nyilatkozat aláírásával 1985-ben jött létre az együttműködés első jogi/intézményi kerete a Duna vízi környezetének védelmére. A következő lépés a Duna védelméről és fenntartható használatáról szóló egyezmény¹² elfogadása volt (Duna folyamvédelmi egyezmény) Szófiában 1994-ben, amelyben kidolgoztak egy nemzetközi vízvédelmi stratégiát a Duna számára. 1998-as érvénybe lépésével az együttműködés a legfontosabb jogi eszközzé vált a határokon átnyúló vízgazdálkodásnak a Duna medencéjében. Fő célkitűzése a Duna felszín alatti és felszíni vizeinek védelme és fenntartható használata. 2000-ben a szerződő felek a Nemzetközi Duna-védelmi Bizottságot (*International Commission for the Protection of the Danube River – ICPDR*) jelölték meg az EU VKI végrehajtási platformjaként. A VKI sikeres végrehajtása ezért egyértelműen kiemelkedő szerepet játszik a Duna-vízgyűjtőterület országainak politikai menetrendjében. 2007-ben az ICPDR felelősséget vállalt az EU árvízvédelmi irányelve a Duna-medencén belüli végrehajtásának koordinálásáért is.

⁸ Clement Adrienne: *Makroszkópikus gerinctelenek definíciója*. Vízügyi szótár.

⁹ Csatári Gábor – Macalici Kunigunda: Makrofita állományok összehasonlító vizsgálata Kolozs megye halastavain. *Biologia Acta Scientiarum Transylvanica*, 18. (2010), 1. 38–65.

¹⁰ Felföldy (1981): i. m.

¹¹ Felföldy (1981): i. m. 11.

¹² Egyezmény a Duna védelmére és fenntartható használatára irányuló együttműködésről (Szófiai Konvenció): 74/2000. (V. 31.) Korm. rendelet a Duna védelmére és fenntartható használatára irányuló együttműködésről szóló, 1994. június 29-én, Szófiában létrehozott Egyezmény kihirdetéséről.

A Duna-medence vizei fenntartható és méltányos felhasználásának biztosítása érdekében vezető politikusok, műszaki szakértők, valamint a civil társadalom és a tudományos közösség tagjai működnek együtt a Duna Bizottság programjaiban. 1998-as megalakulása óta az ICPDR politikai megállapodásokat segített elő, valamint a Duna és mellékfolyóinak állapotjavítását szolgáló közös prioritások és stratégiák meghatározását végezte. Olyan eszközök fejlesztését koordinálják, mint a balesetek vészhelyzet előjelző rendszere (*accidental early warning system – AEWS*); vízminőség transznacionális monitoringhálózata (*trans-national monitoring network – TNMN*); vagy a Duna Információs Rendszere (*Danubis*).

2001-ben pedig az EU-s országok kötelezettségén túl a Duna Védelmi Bizottság saját felmérési rendszert dolgozott ki, Joint Danube Survey, vagyis Közös Duna Felmérés néven.

5.1. A Joint Danube Survey – A Közös Duna Felmérés

A Közös Duna Felmérések (JDS) fő célja megbízható és összehasonlítható információk előállítása a víz minőségének gondosan kiválasztott elemeiről a Duna hosszában, beleértve a főbb mellékfolyókat is. Az ICPDR kezdeményezte a JDS 2001-et, hogy javítsa a tagországok által nyújtott rendszeres monitoring programjából (*trans-national monitoring network*) kapott vízminőségi adatok érvényességét és összehasonlíthatóságát.

5.2. A Közös Duna Felmérés 1 – JDS1 2001¹³

2001 augusztusától szeptemberéig két szállásra és kutatásra alkalmas hajó a német-országi Regensburgból hajózott le a Duna-deltába különböző szakterületek elismert kutatóit szállítva. A szakértők a víz, üledék és lebegő szilárd anyagok mintáit gyűjtötték és elemezték a Duna és fő mellékfolyói kémiai és biológiai állapotának feltárása céljából. A felmérést a német kormány pénzügyi támogatása és az osztrák kormány jelentős felajánlása segítette. Természetbeni hozzájárulás a Duna más területeiről is érkezett. A vízgyűjtőn fekvő országok és az összes parti állam hozzájárult a feladat végrehajtásához a szükséges szakértelemmel, logisztikai és egyéb tevékenységekkel azért, hogy a JDS valóban közös vállalkozássá váljon.

A korábbi, országonkénti felmérésekhez képest homogénebb vizsgálat a Duna vízminőségéről és ökológiai állapotáról. Az expedíció végeztével Európa-szerte elemezték a víz, az üledék, a növények, a halak és más vízi élőlények mintáit. Több mint 140 kémiai és biológiai paramétert vizsgáltak, és több mint 40 ezer laboratóriumi eredmény született.

Az elemzések eredményeiben a szervesanyag-szennyezés mértéke a „közepesen” és „kritikusan szennyezett” értékek között változott. Számos mellékfolyó szennyezettebb volt, mint a Duna. Bizonyos szakaszokon egyáltalán nem találtak

¹³ ICPDR: *Summary of the Final Report Joint Danube Survey May 2002*. International Commission for the Protection of the Danube River – Permanent Secretariat Vienna International Centre, D0412.

makrogerinctelent – ami egyértelműen jelezte a magas szervesanyag-koncentrációt vagy mérgező szennyezés jelenlétét.

Különösen magas alga biomassza-koncentrációt találtak a Budapesttől lefelé eső magyar szakaszon, ami magas tápanyag-koncentrációt jelez.

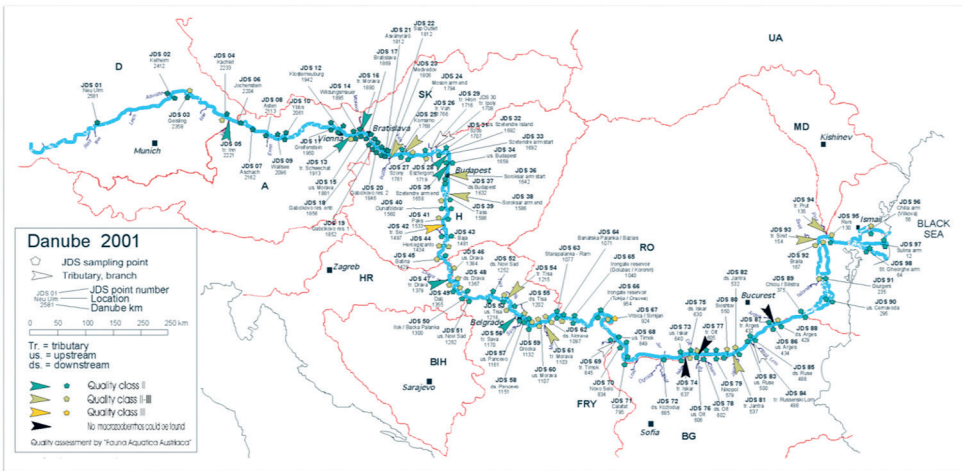
A mikrobiológiai (bakteriális) szennyezés antropogén hatásokat mutat, amelyeket valószínűleg a nem megfelelően kezelt szennyvíz (székletszennyezés), valamint a mezőgazdasági eredetű trágya okozhat. A fekális eredetű baktériumok jelzik az emberi egészséget veszélyeztető patogén baktériumok, vírusok és paraziták potenciális jelenlétét is. Specifikus nehézfém-szennyezéses pontokat fedeztek fel (a Rusenski Lom, az Iskar és a Timok mellékfolyói, Bulgáriában). A vélhetően a hajózásból származó olajszennyezéseket elsősorban az üledékekből és a lebegő szilárd anyagokból mutatták ki. A legmagasabb kőolaj szénhidrogén-szintet a Duna középső részén mérték. A vizsgált 23 peszticid közül csak atrazint és dezetil-atrazint találtak a Duna mentén. Az EU VKI elsőbbségi szennyező anyagok listáján szereplő káros kémiai szennyező anyagok jelentős koncentrációját találták az alsó üledékekben és a lebegő szilárd anyagokban.

5.2.1. A Közös Duna Felmérés 1–JDS 1 2001-es eredményei az ökológiai státuszról

A folyók vízi közösségei reagálnak mind a szennyezés, mind a környezeti változások hatásaira. A vízi szervezetek megjelenését és elterjedését a folyókban a következő tényezők befolyásolják különösen:

- áramlási viszonyok;
- élőhely/szubsztrátum viszonyai és variációi;
- a vízi közeg kémiai viszonyai (például szerves szennyezés vagy biológiailag könnyen lebontható anyagok, tápanyagtartalom, oxigéntartalom, mérgező anyagok);
- hőmérséklet;
- átlátszóság – mivel a fény hozzáférhetősége elengedhetetlen az elsődleges termelők számára (alga/makrofita) a fotoszintézis energiaforrásként.

A JDS során vizsgálták az összes biológiai elemet, amelyet a VKI paraméterként említ az ökológiai állapot értékelésére (bentosz gerinctelenek, fitobentosz, makrofita és fitoplankton), kivéve a halakat, mert ez a szervezetcsoport más mintavételi módszert igényelt volna. A Duna és mellékfolyói biológiai helyzetének pontosítására továbbá zooplankton-vizsgálat is történt.



1. ábra

A Közös Duna Felmérés mintavételi helyszínei és a VKI szerinti osztályozás szerinti állapot jelölése

Forrás: ICPDR (2002): i. m.; A felszíni vizek kémiai és ökológiai állapotának értékelése. E-tanfolyam. é. n.

Az eredmények 2002-es publikálását az 1. ábra foglalja össze. Összesen több mint 1000 vízi taxont (makrozoobentosz, fitobentosz, makrofita, fito- és zooplankton) azonosítottak a Dunában és mellékfolyóiban. Az eredményekből kiderül, hogy a Duna szaprobitása a II. Vízhőmérsékleti osztály (közepesen szennyezett) és a II–III. (kritikusan szennyezett) közé esett. A magas tápanyagterhelés a Duna középső szakaszán megnövekedett algatermelést eredményezett, ami, mint szerves másodlagos szennyezés, megnövelte a szaprobitást. A Duna sok mellékfolyója erősebben szennyezett, mint a főáram, és eléri a III. (erősen szennyezett), vagy annál rosszabb vízminőségi osztályt is. A Duna magas vízhozama miatt a mellékfolyók szennyezési terhelésének többnyire csak helyi hatása van a gerinctelenekre és a folyó szaprobitására, a főágba érve hígul, így javítva a szennyezők koncentrációját. Az Iszkar folyóban, Bulgáriában, az Argyas és az Olt folyóban, Romániában egyáltalán nem találtak makrozoobentost a valószínűsíthető szennyező anyagok jelenléte miatt.

Az ICPDR szakértőinek javaslatai közül néhány, az ökológiai státuszra vonatkozó technikai részletet emelek ki:

- A jövőbeni ellenőrzéseket javasolt lenne tavasszal vagy nyár elején elvégezni, amikor a fajok sokfélesége várhatóan magasabb lesz, mint augusztusban vagy szeptemberben a kis vízszintnél. Számos vízi rovarfaj ugyanis lárvaként van jelen, és emiatt nem lehet számításba venni őket a makrozoobentosz-felmérés részeként.
- Javasolt a folyópartokon is mintát gyűjteni, hogy még könnyebben beazonosíthatóvá váljanak a szennyezési pontok. Fontos folytatni a JDS során alkalmazott analitikai módszerek összehasonlítását TNMN-szerintiekkel. Mivel a JDS-laboratóriumok általában nem azonosak a TNMN részét képező

dunai laboratóriumokkal, vannak módszertani különbségek, de az eredmények összehasonlíthatóságát biztosítani kell.

További fontos ajánlás a hordalék minőségére vonatkozó célok meghatározása és módszertanának kidolgozása, illetve az EU-WFD által megkövetelt ökológiai állapot újradefiniálása az „új” hordalékminőségi elvárások mentén. A JDS első felmérésének eredményei alapján javasolt intézkedéseket, indítványokat és eredményeket az alábbiakban határozták meg:

- a mezőgazdaságból származó tápanyagbevitel csökkentésére;
- szennyvíztisztító telepek építése nitrogén- és foszforeltávolítással;
- foszfátmentes mosószerek bevezetése;
- a bányászati és kohászati területek nehézfémzennyezésének csökkentésére irányuló intézkedések;
- az együttműködés fokozása a Duna Navigációs Bizottsággal a hajózásból származó olajszennyezés csökkentése érdekében;
- hordalékminőségi célok megállapítása;
- a Duna Transznacionális Monitoring Hálózat (TNMN) fejlesztése.

5.3. A Közös Duna Felmérés 2 – JDS 2 2007

A JDS1 után pozitívként megállapítható, hogy magas szintű biológiai sokféleséget és ritka fajokat találtak. Negatívum viszont, hogy olyan területeket tártak fel, ahol a szerves és mikrobiológiai szennyezés, a nehézfémek, a hajókból származó olaj, a növényvédő szerek és a vegyi anyagok jelenléte aggodalomra ad okot. A JDS2 kibővült a JDS1-en új paraméterek és mintavételi helyek hozzáadásával.

A Joint Danube Survey 2 (JDS2) 2007. augusztus 14-én indult a németországi Regensburgból. Összességében a Duna 96 helyéről és 28 fő mellékfolyójáról vettek mintát a három JDS2-hajóból, amelyek szeptember végéig 10 országon keresztül utaztak a romániai és ukrainai Duna-deltába. A JDS2 vélhetően a világ addigi legnagyobb folyókutató expedíciója volt!

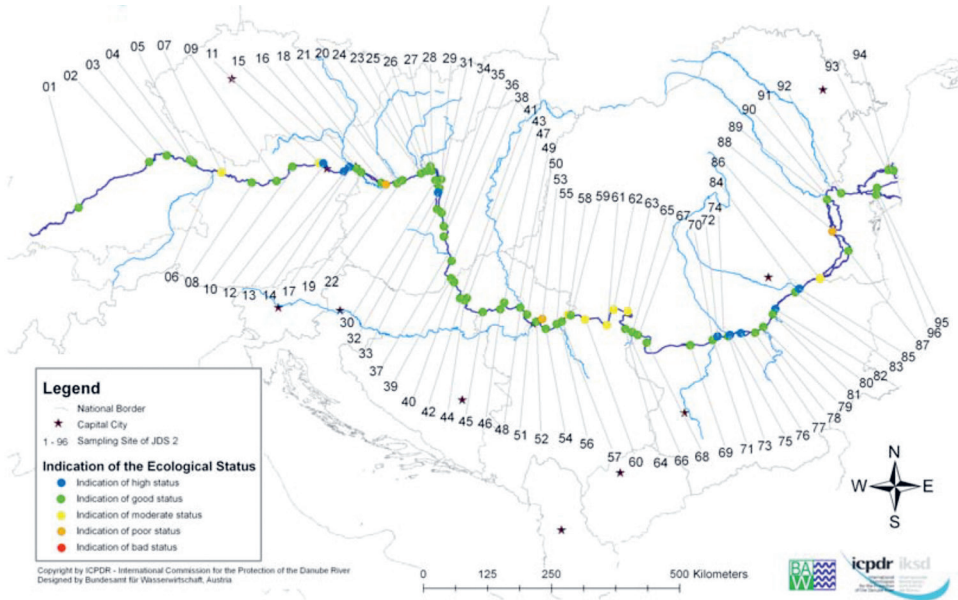
A jelentés eredményei megerősítették, hogy a szennyezés csökkentésére tett erőfeszítések és a Duna menti országok közötti együttműködés a vízminőség javítása érdekében pozitív eredményeket hozott, a munka azonban még nem ért véget. Nyilvánvaló, hogy a tápanyagok és a szervesanyag-szennyezés további csökkentésére van szükség. Fel kell gyorsítani a medencében a szennyvíztisztító telepek létesítésére irányuló erőfeszítéseket, különösen olyan városokban, mint Budapest, Belgrád és Bukarest. Ezenkívül egyes országoknak fokozniuk kell az ipar szennyezéscsökkentésre tett erőfeszítéseit a nagyobb mellékfolyóikon.

A felmérés technikai jelentésének felépítése is változott.

Bizonyos módszertani összeegyeztethetlenségek miatt a jelentés szerint az ökológiai állapotra való validált következtetés a JDS2 keretében nem volt lehetséges. Ez többek között abból is adódott, hogy nem voltak olyan helyek, amelyek megfeleltek volna a „kiváló” hidromorfológiai állapotnak, így nem tudtak „kiváló” állapotban lévő ökológiai alapállapotot mérni. Kifejezetten ökológiai státusról szóló, összefoglaló

következtetés helyett az ökológiai elemeket külön, egyenként is részletesebb mérések eredményeinek összefoglalásával mutatták be.

5.3.1. A Közös Duna Felmérés 2–JDS2 2007 ökológiai állapotértékelése az eredmények alapján

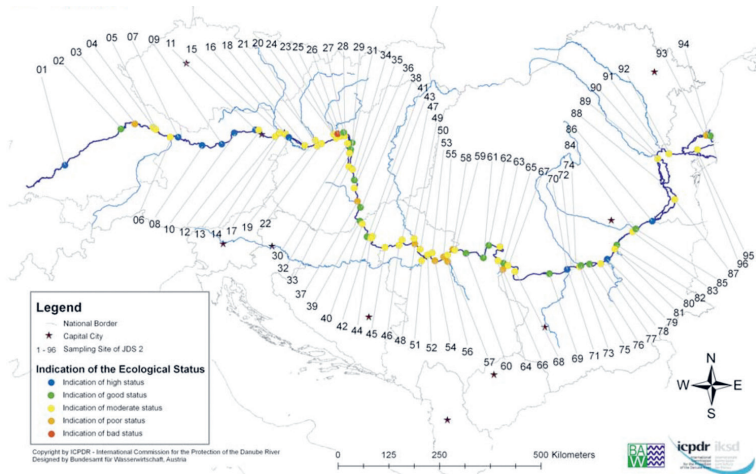


2. ábra

A JDS2 Ökológiai státusz a makrozoobentosz biológiai minőség indikátor alapján

Forrás: Igor Liška – Franz Wagner – Jaroslav Slobodník (szerk.): *Joint Danube Survey 2 Final Scientific Report*. ICPDR, 2008. 224.

A térképen (2. ábra) a mérési pontoknál jelölt eredmények színei alapján látható, hogy a folyó nagyobb része esik a „jó” állapotba. Kiváló állapotról hírt adó kék színű pont eggyel több van, mint a mérsékelt állapotokat mutató sárgából. Mindössze három mintavételi helyen mértek gyenge státuszt, rosszat pedig sehol. A különböző nemzeti módszerek az ökológiai állapot és a biológiai állapot értékelésére nem interkalibráltak, aminek pótlására nagy szükség van.



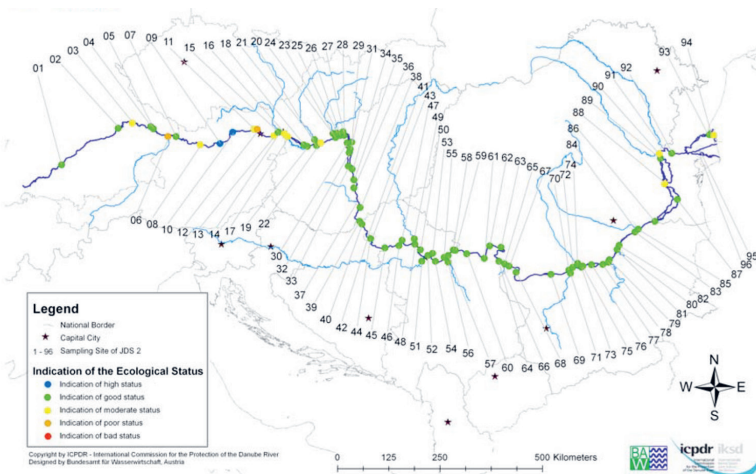
3. ábra

JDS2 Ökológiai Státusz a fitobentosz biológiai minőség indikátor alapján

Forrás: Liška-Wagner-Slobodník (szerk.) (2008): i. m. 224.

A 3. ábrán látható fitobentosz-eredmények nagyrésze „mérsékelt” és „jó” állapotot mutat a legtöbb helyen. Néhány kiváló állapot mellett Magyarország északi határa közelében feltűnik egy rossz állapotot mutató mintavételi hely is.

Az eredmények megerősítették, hogy a nagy folyók fitobentoszával kapcsolatos módszertani korlátozások ellenére a kovamoszatok például értékes mutatói a vízminőségnek és a Duna általános degradációjának, és megbízhatóan alkalmazhatók ökológiai állapotának értékelésére.

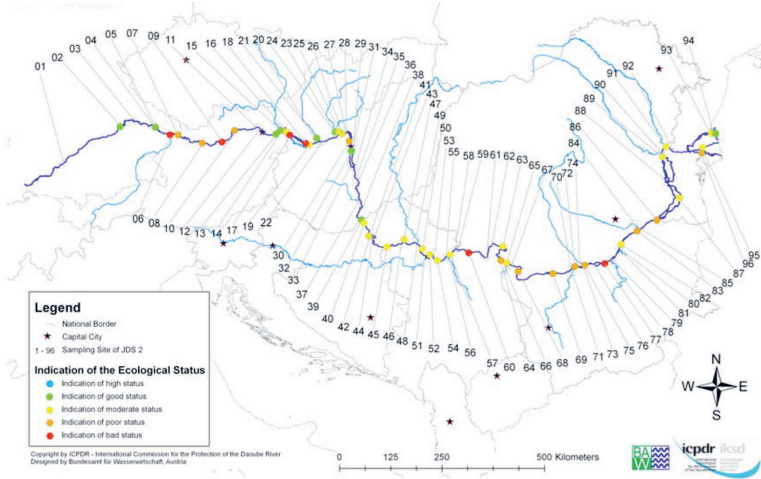


4. ábra

JDS 2 ökológiai státusz a makrofiták biológiai minőségindikátora alapján

Forrás: Liška-Wagner-Slobodník (szerk.) (2008): i. m. 225.

A 4. ábrán látható ökológiai státuszjelentés a makrofiták alapján bizakodásra alkalmas képet mutatott, ugyanis a mintavételi helyek legnagyobb része a „jó” állapotot mutatja. Akad „kiváló” állapotú, és a legrosszabb állapotot mutató mintavételi hely pedig a „mérsékelt” státusz.



5. ábra

JDS 2 Ökológiai státusz a halfelbírési minőségindex alapján

Forrás: Liška–Wagner–Slobodník (szerk.) (2008): i. m. 225.

Az 5. ábrán látható halfelbírési eredményei azonban korántsem tükrözték a korábbiak alapján elvártakat. Az általános képet a „mérsékelt” és a „gyenge” állapot határozza meg. A legjobb eredmény itt kimerül a „jó” állapotban, az is csak helyenként. A „rossz” állapot hat mintavételi helyen is előfordul. Az ICPDR jelentésében beszámol arról, hogy bár az ökológiai állapotra vonatkozó következtetéseknek számos korlátja van, általános tendenciák láthatók, például a nagymértékű hidromorfológiai változások vagy például a mellékfolyók által okozott szennyezések egyértelműek. Összességében a fitobentosz és/vagy a halak eredményei mutatják a legrosszabbat. Részletesebb elemzésre van szükség ezek okainak teljes megértéséhez. Sok esetben az sem teljesen világos, hogy ezek az alkalmazott módszertan gyengeségeinek vagy a szennyezéseknek a hatásai.

A JDS1 – 2001 és a JDS2 – 2007 különbségei:

A JDS2 makrofiton-felmérését jelentősen optimalizálták, összehasonlítva a JDS1-gyel, mivel külön hajó állt rendelkezésre a makrofita-tanulmányhoz, és összesen hat folyókilométert értékelték a mintavételi helyeken, összehasonlítva a JDS1 alatt lényegesen rövidebb felmérési egységekkel. Így a kimutatott fajszám 57%-kal nőtt. Általában a vízi fajok spektruma lényegesen gazdagabb volt a JDS2-ben, mint a JDS1-ben. Az Európai Közösség országaiban folytatott természetvédelmi tevékenységekkel kapcsolatban

a JDS2 különböző információkat tárt fel a ritka fajokról és az újonnan megjelenő fajokról, amelyeket be kell építeni a nemzeti természetvédelmi megközelítések közé.

5.4. A Közös Duna Felmérés 3 – JDS3 2013

A harmadik Közös Duna Felmérésnek három fő célja az információk gyűjtése azokról a paraméterekről, amelyekre a folyamatos ellenőrzés nem terjed ki. Olyan adatokkal rendelkezni, amelyek könnyen összehasonlíthatók az egész folyóra, mert egyetlen mérési módszertanon alapulnak. Az ICPDR munkájának elősegítése és a vízgazdálkodással kapcsolatos tudatosság növelése. 2013. augusztus 13. és szeptember 26. között hat héten át a JDS3-hajók ismét végighaladtak a Duna folyóján, tíz országon keresztül a Duna-deltáig. A JDS3-at a Duna-védelem Nemzetközi Bizottsága (ICPDR) koordinálta. 20 fős nemzetközi tudósokból álló csoport volt felelős a mintavételért, a minta feldolgozásáért, a fedélzeti elemzésekért és az összes felmérési tevékenységért. Európa-szerte vezető laboratóriumok végeztek kémiai elemzéseket. A vállalati partnerek, mint például a Coca-Cola System és a Donauchemie pénzügyi hozzájárulásukkal és a vízgazdálkodással kapcsolatos tudásuk magánszektorbeli szemszögéből való megosztásával támogatták a JDS3-at. A nyilvános események biztosították, hogy mindenki bekapcsolódhasson a JDS3-ba.

Az azonosított taxonok összesített száma mind a három közös dunai felmérésben 249 taxon volt. A JDS2-ből származó eredmények alapján az ott talált taxonok 80%-át azonosították. A makrozoobentosz „jó” vagy „magas” értékelést kapott. Jelentős szervesanyag-szennyezést mutattak ki a Duna teljes hosszában, és ennek valószínűsíthető ökológiai elemekre tett hatását is:

- A fitobentosz és a makrofiták eredményei az ökológiai állapot csökkenését jelezték lefelé a Dunán.
- A fitoplankton klorofillja „magas” és „jó” állapotot jelezett a felső és az alsó részekben, míg a mérsékelt állapot leginkább a Közép-Dunán volt tapasztalható.
- Magas halfaj-sokféleséget találtak a Dunában (67 fajból több mint 139 ezer hal volt), de a meglévő szennyezések és zavaró hatások (vízerőművek, orvadászat és -halászat) miatt mindössze a szükséges fajszám 50–90%-át találták meg.
- Az előző Duna-felmérések eredményeivel való összehasonlítás egyértelműen az invazív idegen fajok jelenlétére utalt.

Az ICPDR szakértőinek tapasztalatai szerint a fitobentosz mérésével kapcsolatos módszertani bizonytalanságok ellenére az eredmények megerősítik, hogy a benthikus-alga-közösségek mérésével nagyságrendi képet kaphatunk a vízminőségről, és az megbízható értékelést tud adni a Duna általános ökológiai állapotáról.

A vízügyi keretirányelv követelményeinek megfelelően valamennyi EU-tagállamnak létre kell hoznia monitoringhálózatot és értékelési módszereket mind a négy biológiai minőségi elemre minden természetes víztestben. A halak indexelésére sokféle különböző módszertan állt eddig is rendelkezésre, de nagy folyókra mostanáig csak a német halalapú értékelési megközelítés (*fish-based assessments approach* – FIS) és az osztrák hal index (*Fish Index Austria* – FIA) adott folyamatos értékelhető eredményt nagyfolyókban.

A FIA és a FIS mellett az Európai Hal Indexszel (*European Fish Index – EFI*) a 2. táblázat foglalja össze a különbségeket a JDS2 és a JDS3 között.

2. táblázat

A JDS3 mintavételi helyszíneire kiszámított ökológiai állapotok a Víz Keretirányelvben megadott osztályozás szerint

Forrás: Igor Liška – Franz Wagner – Jaroslav Slobodník (szerk.): Joint Danube Survey 3. A Comprehensive Analysis of Danube Water Quality. ICPDR, 2015.

site name	rkm	JDS2		JDS3		
		Status FIA	Status EFI	Status FIA	Status EFI	Status FIS
Kelheim, DE_JDS02	2420	Good	Good	Good	Good	Poor
Niederleitch, DE_JDS05	2278	Good	Good	Good	Good	Bad
Jochenstein, AT_JDS07	2215	Poor	Good	Bad	Good	Bad
Ybbs, AT_JDS09	2072	Bad	Moderate	Bad	Good	Poor
Oberloiben, AT_JDS10	2010	Poor	Good	Bad	Good	Good
Wildungsmauer – Hainburg, AT_JDS13	1894	Good	Good	Moderate	Moderate	Moderate
Bratislava, SK_JDS16	1876	Moderate	Moderate	Good	Moderate	Moderate
Cunovo, SK_JDS17	1852	Bad	Poor	Moderate	Poor	Bad
Medvedov, HU_JDS18	1807	Bad	Good	Moderate	Moderate	Moderate
Szob, HU_JDS26	1705	Moderate	Good	Good	Moderate	Moderate
Budapest downstream, HU_JDS32	1632	Good	Good	Good	Moderate	Poor
Mohacs Hercegszanto, HU_JDS39a	1446	Good	Good	Good	Moderate	Moderate
Upstream Drava, Aljmas, HR_JDS41	1380	Moderate	Moderate	Good	Moderate	Moderate
Ilok, Backa Palanka, HR_JDS45	1303	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Bad
Novi Sad downstream, RS_JDS47	1252	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Poor
Belegish, RS_JDS50	1202	Moderate	Moderate	Poor	Moderate	Moderate
Downstream Sava, RS_JDS52	1163	Moderate	Moderate	Moderate	Bad	Poor
Grocka, RS_JDS54	1132	Moderate	Moderate	Moderate	Poor	Bad
Velika Morava downstream, RS_JDS57	1107	Good	Moderate	Good	Moderate	Bad
Golubak Koronin, RO JDS 60	1046	Moderate	Bad	Good	Poor	
Vrbica, Simijan, RO_JDS63	1027			Good	Moderate	
Near Timok, RO JDS 65	850		Moderate	Moderate	Poor	
Downstream Kozloduy, BG_JDS69	690		Poor	*	*	
Downstream Iskar, BG_JDS72	634		Poor	*	*	
Downstream Olt, RO JDS 75	602		Moderate	Moderate	Poor	
Downstream Ruse – Giurgiu, RO JDS 82	485		Moderate	*	*	
Chiciu, Siliistra, BG_JDS86	383	Bad	Poor	Poor	Moderate	
Downstream Braila, RO JDS 89	172		Moderate	Good	Moderate	
Reni, RO JDS 91a	136		Moderate	Good	Moderate	
Chilia Arm-Valcov, RO JDS 93a	60		Moderate	Good	Moderate	
Sulina – Sulina Arm, RO JDS 95	21		Moderate	Good	Moderate	

Az FIA szerinti értékek a legtöbb szakaszon a JDS2 és a JDS3 között csak kis mértékben különböznek egymástól, ami viszonylagos ökológiai állandóságot mutat a nagy folyók esetében is. A Duna alsó szakaszán az FIA többnyire „jó” vagy „mérsékelt” állapotot jelez, amely egybeesik az alsó szakasz többé-kevésbé természetes élőhelyi viszonyaival. Az alsóbb szakaszon az EFI mérsékelt zavarást jelez, ami a halászattal és a nagyvárosok közelségével együtt járó vízminőségromlással magyarázható.

A 6. ábra mutatja a VKI szerint az öt ökológiai állapot osztályának százalékos arányát, külön a FIA, FIS és az EFI számára a JDS2 és JDS3 eredményei alapján.

Ecol. status	JDS2		JDS3		
	Status FIA	Status EFI	Status FIA	Status EFI	Status FIS
High	–	–	–	–	–
Good	28.6	30.0	50.0	17.9	5.3
Moderate	42.9	53.3	32.1	60.7	36.8
Poor	9.5	13.3	7.1	17.9	26.3
Bad	19.0	3.3	10.7	3.6	31.6

3. táblázat

A JDS3 ökológiai státusz százalékos eloszlása a halfelmérések alapján

Forrás: Liška–Wagner–Slobodník (2015): i. m.

Kiváló állapotot nem mutattak ki. A „jó állapot”-nál észlelhetőek a felmérések módszertanából adódó bizonytalanságok: Az osztrák (FIA) módszertannál a JDS3 jelentős javulást mutat, azonban ugyanitt az európai hal index (EFI) viszont jelentős romlást mutat. Ugyanez az ellentmondásos tendencia olvasható le a többi állapot százalékos arányairól, kivéve a „rossz” állapot százalékos arányát, mivel az mindkét esetben nőtt a két dunai felmérés között.

Az eredmények egyértelműen mutatják a dunai halfauna szegénységét, és így sürgetik mind a további monitorozáshoz szükséges mintavételi módszerek harmonizációját, mind pedig a vizek minőségének védelme érdekében szükséges cselekvéseket.

5.5. A Közös Duna Felmérés 4 – JDS 4 2019

A 4. felmérés folyamán egy speciális megfigyelőcsoport is bekapcsolódott a felmérésekbe. Feladata az eseti és kevésbé hagyományos műszaki tesztek lebonyolítása volt az alábbi három szempont szerint: 1. a hatásalapú monitorozás/nem célzott kémiai szűrés a vízben lévő veszélyes anyag koncentrációjának mérésére; 2. a Környezeti DNS- (eDNS-) teszt az élő organizmusok által hátrahagyott örökítő anyag vizsgálata; 3. a mikroműanyag-koncentráció mérése, tekintve, hogy az európai folyókon végzett vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a műanyagok mindenütt jelen vannak az édesvízi rendszerekben.

Az eredmények publikálása 2021 márciusában várható.

6. Összefoglalás, következtetések

A felszíni vizek minősége a környezet és így a kémiai összetevői szerint tiszta, nem szennyező vizek legfőbb indikátora az élővilága, vagyis az ökológiai állapota, mivel a kémiai paraméterek mérése rövid távú pillanatképeket mutat a víz állapotáról, az ökológiai folyamatok pedig a nagyobb körforgású lassabb folyamatok eredményei. Az Európai Víz Keretirányelv szerint, amely nevéből adódóan mintegy iránymutatást

ad a holisztikus és ökológiai szemléletű vízgazdálkodásnak, egyben környezet- és természetvédelmi tevékenységek számára, alapvető feladata a vízminőség fejlesztése, legalább a jó állapot eléréséig. Ezt hivatott segíteni a Nemzetközi Duna Bizottság is a Duna-medence vizei fenntartható és méltányos felhasználásának biztosítása érdekében. A miniszteri szintek képviselői, műszaki szakértők, valamint a civil társadalom és a tudományos közösség tagjai működnek együtt. A bizottság saját felmérési rendszert dolgozott ki a Duna állapotának felmérésére, a Közös Duna Felmérést – Joint Danube Survey-t.

A felméréseket hatévente végzik 2001 óta. Egy úgynevezett „*technical report*” (műszaki jelentés) számol be a használt módszerekről, eredményekről, felhasznált irodalmakról, módszertani bizonytalanságról és még számtalan mélyszakmai tudnivalóról az eredmények értelmezéséhez. Készül ezenkívül egy úgynevezett „*public report*”, amely már haladóbb érdeklődőknek szól. Itt főleg a célok és eredmények összefoglalásán van a hangsúly, illetve a legfontosabb tapasztalatok és fejlődési irányok megosztásán. A tudományos eredményeket megjelenítő grafikon mellett, itt a felmérésen készült fotókon keresztül is bemutatják ezt a nagy ívű felmérést.

Az ICPDR első Közös Duna Felmérésének összesen 30 oldalas technikai riportja után a harmadik felmérés után már csak a nagyközönségnek szánt összefoglaló jelentés 38 oldalas, ami a műszaki jelentésnél ennek a több százszorosát jelenti.

Vizsgálatom egyik következtetése, hogy a felmérések eredményeit egyszerű táblázatos összehasonlításban nem is lehet értelmezni, mivel minden felmérésnél egyre részletesebb, szélesebb körű elemzésnek vetették alá a különböző mintavételi helyszíneket, és a módszertant is folyamatosan fejlesztik, hogy minél átfogóbb képet kaphassanak a Dunát érő terhelésekről és azok hatásairól. A felmérésnél olyan új elemmel bővültek a vizsgálatok, mint a radioaktív szennyezők mérése (JDS2) vagy a parton költő madárfajok (JDS3) felmérése. Egyre részletesebb adatelemzések és következtetések születtek.

Az első felmérés konklúziója, hogy a hordalék minőségére vonatkozó célokat meg kell határozni és rendszeres felmérésekkel nyomon követni állapotukat.

A második felmérés 15., 16. és 17. fejezetében már szerepelnek a hordalékvizsgálatokra vonatkozó eredmények, így az elsőben javasolt intézkedéseket sikerült implementálni. További javaslatok pedig a hidromorfológiai vizsgálatok a visszacsatolt mellékfolyóknál, a szennyvíztisztító telepek építésének és bővítésének folytatása, specifikus ipari szennyezési problémák (például szennyezési pontok azonosítása), intenzívebb vizsgálatok és intézkedések egyes mellékfolyókon.

A harmadik felmérés összefoglaló javaslatok az árterek helyreállítását sürgetik az EU vízügyi keretirányelvnek és az árvízvédelmi irányelvnek megfelelően. Továbbá a hordalékgazdálkodás kidolgozását, a szennyvíztisztító telepek további építését és korszerűsítését, különösen a Duna középső és az alsó területén. A higany halakban való előfordulásának átfogó és részletes vizsgálatát is javasolja a Dunában. Továbbá a szakpolitikai ajánlások végrehajtását a veszélyes anyagok kibocsátásának csökkentése érdekében. További kutatási igényeket jeleztek az invazív idegen fajok előfordulásának vizsgálatára, és nagyobb figyelmet fordítanak az ivóvíz előállításához használt parti szűrésű kutak védelmére.

Felhasznált irodalom

- Csatári Gábor – Macalik Kunigunda: Makrofita állományok összehasonlító vizsgálata Kolozs megye halastavain. *Biologia Acta Scientiarum Transylvanica*, 18. (2010), 1. 38–65. Online: https://eda.eme.ro/bitstream/handle/10598/30266/EME_ActaSciBiol_2010-1_003_Csatar_Macalik_Makrofta_%20allomanyok_osszehasonlito_vizgalata_Kolozs_megye_halastavain.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Csegény József: Felszíni és felszín alatti vizeink állapota, Felső-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság. Online: www.muszeroldal.hu/measurenotes/vizekallapota.pdf
- Clement Adrienne – Kardos Máté Krisztián – Szilágyi Ferenc: *Felszíni vizek minősítése az ökológiát támogató fizikai-kémiai jellemzők szerint – az állapotértékelés tanulságai az intézkedési programok tervezése szempontjából*. Magyar Hidrológiai Társaság, XXXIII. Országos Vándorgyűlés, Szombathely, 2015. július 1–3. Online: www.researchgate.net/publication/319306907_Felszini_vizek_minositese_az_okologiat_tamogato_fizikai-kemiai_jellemzok_szerint-az_allapotertekelés_tanulsagai_az_intezkedesi_programok_tervezese_szempontjaból
- Felföldy Lajos: *A vizek környezettana. Általános hidrobiológia*. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 1981.
- Nagy Zsuzsanna: *A biológiai elemek állapotát befolyásoló főbb hidromorfológiai tényezők meghatározása magyarországi kisvízfolyásokra*. Doktori értekezés. Budapest, Corvinus Egyetem Kertészettudományi Doktori Iskola, 2007. Online: http://phd.lib.uni-corvinus.hu/282/1/nagy_zsuzsanna.pdf
- Pregun Csaba – Juhász Csaba: *Vízminőségvédelem*. e-book, Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma (AGTC) Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet. Online: www.agr.unideb.hu/ebook/vizminoseg/index.html
- Somlyódy László: Vízminőség-szabályozás: Fejlődéstörténelem. *Hidrológiai Közlöny*, 98. (2018), 2. 5–12. Online: https://library.hungaricana.hu/hu/view/Hidrologia-iKozlony_2018/?query=%C3%A1cs%20s%C3%A1ndor&pg=88&layout=s

Jogi források

- 74/2000. (V. 31.) Korm. rendelet a Duna védelmére és fenntartható használatára irányuló együttműködésről szóló, 1994. június 29-én, Szófiában létrehozott Egyezmény kihirdetéséről
- Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról*. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32000L0060&from=SK>

Internetes források

- Clement Adrienne: *Makroszkópikus gerinctelenek definíciója*. Vízügyi szótár. Online: www.gwpszotar.hu/kifejezes/5179?kulcsszo=makroszk%C3%B3pikus+gerinctelenek
- European Commission: *Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential*. CIS Guidance No.13. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2003. Online: [https://circabc.europa.eu/sd/a/06480e87-27a6-41e6-b165-0581c2b046ad/Guidance%20No%2013%20-%20Classification%20of%20Ecological%20Status%20\(WG%20A\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/06480e87-27a6-41e6-b165-0581c2b046ad/Guidance%20No%2013%20-%20Classification%20of%20Ecological%20Status%20(WG%20A).pdf)
- European Commission: *Rivers and lakes – Typology, reference conditions and classification systems*. CIS Guidance No.10. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2003. Online: [https://circabc.europa.eu/sd/a/dce34c8d-6e3d-469a-a6f3-b733b829b691/Guidance%20No%2010%20-%20references%20conditions%20inland%20waters%20-%20REFCOND%20\(WG%202.3\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/dce34c8d-6e3d-469a-a6f3-b733b829b691/Guidance%20No%2010%20-%20references%20conditions%20inland%20waters%20-%20REFCOND%20(WG%202.3).pdf)
- A felszíni vizek kémiai és ökológiai állapotának értékelése*. E-tanfolyam. é. n. Online: <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/A%20felsz%C3%ADni%20vizek%20k%C3%A9miai%20%C3%A9s%20%C3%B6kol%C3%B3giai%20%C3%A1llapot%C3%A1nak%20%C3%A9rt%C3%A9kel%C3%A9se.pdf>
- ICPDR: *Joint Danube Survey 4*. 2019. Online: www.icpdr.org/main/publications/danube-watch-2-2019-joint-danube-survey-4
- Liška, Igor– Franz Wagner – Jaroslav Slobodník (szerk.): *Joint Danube Survey 2 Final Scientific Report*. ICPDR 2008. Online: www.danubesurvey.org/jds2/files/ICPDR_Technical_Report_for_web_low_corrected.pdf
- Liška, Igor– Franz Wagner – Jaroslav Slobodník: *Joint Danube Survey 3. A Comprehensive Analysis of Danube Water Quality*. ICPDR, 2015. Online: www.icpdr.org/main/activities-projects/jds3
- Summary of the Final Report Joint Danube Survey May 2002*. ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River – Permanent Secretariat Vienna International Centre, D0412. Online: www.icpdr.org/main/activities-projects/joint-danube-survey-1