

Kolozsvári István – Dévai György – Kohut Erzsébet

HIDROBIOLÓGIA

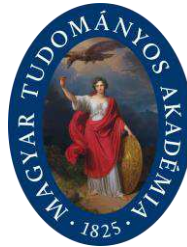
A II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
Fodor István Kutatóközpontjának, valamint a Biológia
és Kémia Tanszékének főiskolai jegyzete

Kolozsvári István – Dévai György – Kohut Erzsébet

HIDROBIOLÓGIA

A II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
Fodor István Kutatóközpontjának, valamint a Biológia
és Kémia Tanszékének főiskolai jegyzete

Szerkesztette:
Kolozsvári István



II. RF KMF – „RIK-U” Kft.
Beregszász–Ungvár
2022

ETO 574.5(477.87)

K 65

A kiadvány egyetemi képzésben részt vevő biológushallgatók számára nyújt rendszerezett szaktárgyi ismereteket hidrobiológia tárgyából. A kötet gazdagon illusztrált formában öleli fel a hidrobiológia, valamint rokon tudományterületeinek ismeretanyagát, ukrainai és kárpátaljai aktualitások, sajátosságok kiemelésével, példák bemutatásával.

Megjelentetésre javasolta a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Oktatási és Módszertani Tanácsa (2021.12.17., 5. számú jegyzőkönyv).

Kiadásra javasolta a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Tudományos Tanácsa (2021.12.22., 12. számú jegyzőkönyv).

Kiadásra előkészítette a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Fodor István Kutatóközpontja, Biológia és Kémia Tanszéke, valamint Kiadói Részlege.

Szerzők:

Kolozsvári István, Dévai György és Kohut Erzsébet

Szerkesztette:

Kolozsvári István

Lektorálta:

Nagy Sándor Alex tudományos főmunkatárs, Hidrobiológiai Tanszék, Biológiai és Ökológiai Intézet, Természettudományi és Technológiai Kar, Debreceni Egyetem

Andrik Éva tudományos munkatárs, Fodor István Kutatóközpont, II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola

Műszaki szerkesztés: *Kolozsvári István, Orbán Melinda és Dobos Sándor*

Tördelés: *Kolozsvári István*

Korrektúra: *Gricza-Varcaba Ildikó*

Borítóterv: *Kolozsvári István és Vezsdel László*. A borítón a Szinevéri-tó élővilága látható.

ETO-besorolás: *a II. RF KMF Apáczai Csere János Könyvtára*

A kiadásért felel:

Dobos Sándor részlegvezető, Kiadói Részleg,
II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola

A főiskolai jegyzet tartalmáért kizárólag a szerzők felelnek.

**A kiadvány megjelenését Magyarország Kormánya
és az MTA Domus Kuratóriuma támogatta.**

Kiadó: a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola (cím: 90 202, Beregszász, Kossuth tér 6. E-mail: foiskola@kmf.uz.ua) és a „RIK-U” Kft. (cím: 88 000 Ungvár, Gagarin u. 36. E-mail: print@rik.com.ua)

Nyomdai munkálatok: „RIK-U” Kft.

ISBN 978-617-8046-50-7

© A szerzők, 2022

© A szerkesztő, 2022

© II. RF KMF, Fodor István Kutatóközpont, 2022

TARTALOMJEGYZÉK

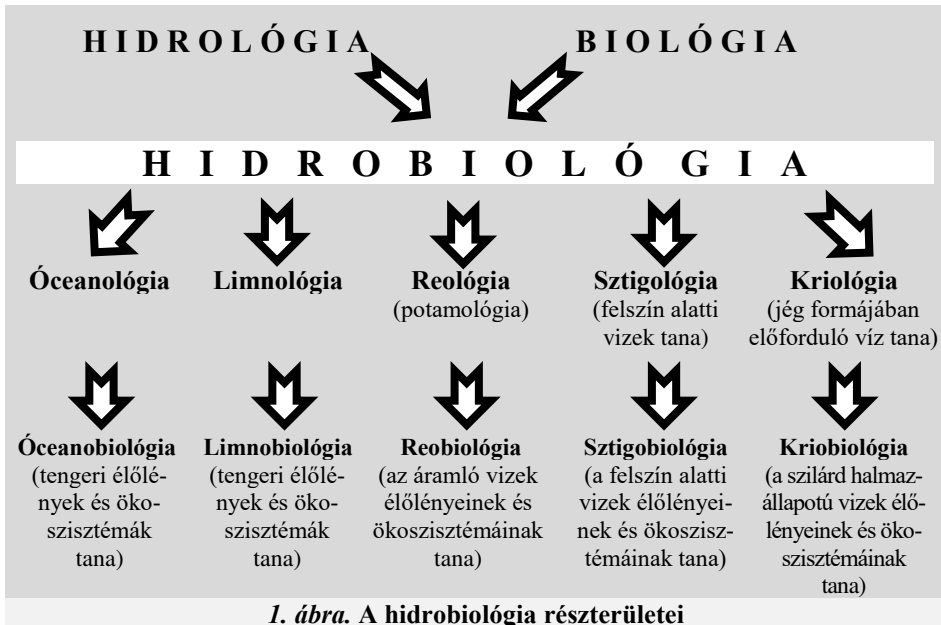
1. A hidrobiológia tárgya, részterületei	7
1.1. A hidrobiológia tárgya.....	7
1.2. A hidrobiológia tudományos és társadalmi szerepe	8
2. Vízkészleteink	10
2.1. A Föld vízkészlete.....	10
2.2. Ukrajna vízrajza	11
2.2.1. Vízfolyások	11
2.2.2. Állóvizek.....	12
2.2.3. Felszín alatti vízkészletek	13
2.2.4. Tengerek	13
2.3. Kárpátalja vízrajza	16
2.3.1. Vízfolyások	16
2.3.2. Állóvizek.....	23
2.3.3. Mocsarak, lápok.....	25
3. A víz fontosabb fiziko-kémiai tulajdonságai	27
4. A vizek hőmérsékleti rétegződése	29
5. A vizek fényklímája	34
6. A vizek mozgása	37
7. A vízfolyások tipológiája	41
7.1. Tipológiai alapvetés	41
7.2. A hidroszféra tipizálási alapegységei és jellemzésük	43
7.2.1. A víztér és a víztest	43
7.2.2. A meder és a part.....	45
7.2.3. A hullámtér és az ártér	45
7.3. Ökológiai szemléletű élőhely-tipológia.....	47
7.4. Hidrogeográfiai szemléletű víztértipológia	50
7.5. Hidrológiai szemléletű vízforgalom-tipológia.....	58
8. Az állóvizek tipológiája	70
9. Vízi élettájak	73
9.1. Állóvízi élettájak.....	73
9.2. Vízfolyások élettájai	75
9.2.1. Vízfolyások halak alapján történő szinttájbeosztása.....	75
9.2.2. Folyó folytonossági elmélet (River Continuum Concept)	81
10. A vízi élőlények életformatípusai	83
11. Hidrobotanika	87

12. A tengeri élőhelyek és életközösségek	111
12.1. A mérsékelt övi tengerek élőhelytípusai	111
12.1.1. Sziklás tengerpart	111
12.1.2. Homokos tengerpart	113
12.1.2.1. Árapálysíkságok.....	113
12.1.2.2. Sós mocsarak.....	113
12.1.3. Hullámveréses homokos tengerpartok	113
12.2. A trópusi tengerek élőhelytípusai	114
12.2.1. Trópusi korallszirtek.....	114
12.2.2. Mangrove erdők.....	115
12.3. A mélytengeri környezet életközösségei	116
13. Vízi anyagforgalom	118
13.1. A szén (C) körforgalma	118
13.2. Az oxigén (O) körforgalma.....	120
13.3. A hidrogén (H) körforgalma	122
13.4. A nitrogén (N) körforgalma	122
13.5. A kén (S) körforgalma	125
13.6. A foszfor (P) körforgalma.....	126
14. Vizeink védelme	128
14.1. Környezeti problémák	128
14.2. Vízhez kötődő fajok és élőhelyeik védelme.....	130
Felhasznált és ajánlott irodalom	133

1. A HIDROBIOLÓGIA TÁRGYA, RÉSZTERÜLETEI

1.1. A hidrobiológia tárgya

A vízzel mint a földrajzi burok egyik szervesen összetevőjével a hidrológia foglalkozik. A hidrológia és az élőlényeket tanulmányozó biológia összeolvadásaként azonosíthatjuk a hidrobiológiát, melynek fő feladata a vízi és vízhez kötődő élőlények, valamint életközegük kutatása. A vízburkot benépesítő élőlények populációinak térbeli, időbeli és mennyiségi viszonyait vizsgálja. Szoros kapcsolatban áll a vízi ökológiával. Vizeinket kategorizálhatjuk halmazállapotuk szerint, feloszthatjuk felszínükre és felszín alattiakra, literenként több mint 0,5 g sót tartalmazó, ún. „sósvizekre” és 0,5 g/l-nél kevesebb sót tartalmazó ún. „édesvizekre”. Az édesvizeket is tovább csoportosíthatjuk állóvizekre és vízfolyásokra. A földi életközeg alakító hatótényezők, a víz fizikai és kémiai tulajdonságai, megsokszorozva a különböző életformákkal, azok szerteágazó sokszínűségével a hidrobiológia tudományterületének számos fejlődési irányt adott. A hidrobiológia részterületeinek megnevezésére és csoportosítására különböző elképzelések születtek. Az 1. ábrán Felföldy (1981), valamint Dévai és munkatársai (2001) által javasolt felosztást ismertetjük.



1. ábra. A hidrobiológia részterületei

1.2. A hidrobiológia tudományos és társadalmi szerepe

A vízrajzi adottságok az emberi települések létesülésében és azok fejlődésében is döntő jelentőségűek voltak. A vízi és a vizes élőhelyek jó ökológiai állapotának fenntartása közös érdekünk. Az emberi fogyasztásra alkalmas édesvíz mennyisége korlátozott. A vízi és vizes élőhelyek természetközeli jellegének megőrzése és a víztartálékokkal való észszerű gazdálkodás korunk nagy kihívása (Nagabhatla–Avellán 2019). Elődeink ismerték a vizes élőhelyeket, megtanulták kiaknázni az ezekben rejlő lehetőségeket. A mára letűnt csikász, rákász, pákász szakmák művelőinek beható biológiai, ökológiai és etológiai ismeretekre volt szüksége, még ha ebben az időben mindezeket nem is nevezték így. A folyami öntésterületek termékeny talajai lehetővé tették a mezőgazdálkodást, az árterek fái nyersanyagot adtak, a víz közelsége élelemforrást jelentett, a folyóágrendszerek kiváló ívó és halnevelő környezetnek bizonyultak. Településeink gyakran a vízfolyások és állóvizek közelében létesültek, a jelentősebb közlekedési útvonalak sokszor a folyóvölgyeket követték. A vasútvonalak kiépítése előtt a Kárpátok hegyeiben kitermelt faanyagot tutajokká ácsolva a Tiszán szállították. Mivel a tutajozáshoz megfelelő mélységű mederszakaszokra volt szükség, a sekély, hegyi patakokon szabályozási munkálatokat végeztek. A völgyszűkületeknél gátakat (klausura) építettek, a patakok vizét víztározókban gyűjtötték össze (Szikura–Kolozsári 2012). Ez irányú szaktudás nélkül nem létezett volna a folyóink mentén alkalmazott fokgazdálkodás sem, amely az aszályos időszakokban lehetővé tette a mezőgazdasági területek vízellátását. Hidrológiai ismeretek nélkül nem létesültek volna vízvezetékek vagy a víz energiájával meghajtott gabona- és fűrészmalomok. A vízzel és a vízi élőlényekkel kapcsolatos kutatások napjainkban is igen szép és érdekes eredményeket mutatnak.

Korunk hidrobiológus nemzedékének tagjai a közelmúltban több tudományra nézve új, vagy egy régió viszonylatában újak számító növény- és állatfajt írtak le. Az ilyen kutatásoknak köszönhetjük a Sebes-Körös vizében fellelt bihari márna (*Barbus biharicus*), vagy a balkáni előfordulású *Molophilus balcanicus* szúnyogfaj megismerését (Kapur–Tsalan 2009; Kolcsár et al. 2015; Antal et al. 2016^{a,b}; Dénes et al. 2016). Kárpátalja esetében is számíthatunk olyan, korábban nem jelzett fajok

előfordulására, mint amilyen a Tisza tiszapéterfalvai holtágában a közel-múltban fellelt kékszemű légivadász (*Erythromma lindenii*) szitakötőfaj is (Kolozsvári–Dévai 2021).

A természetes és emberi hatások folyamányaként régióink élővilága folyamatosan formálódik. A folyók szabályozása, a gátak és más vízi műtárgyak építése kapcsán a gazdasági hasznosulás mellett egyre hangsúlyosabbak a környezetvédelmi szempontok is, például hallépcsők létesítése. Egy adott élőhelyre korábban nem jellemző faj megjelenése általában nem zökkenőmentes. A kevésbé versenyképes fajok kiszorulhatnak, akár teljesen el is tűnhetnek. A fajösszetétel minimális átalakulása is további változásokat indíthat el (Mozsár et al. 2021). Az invazív jellegű mutató fajok szétterjedésének hátterében gyakran halászati célú telepítések állnak (pl. amur, busa és buffalo fajok), emellett a szállítótíz vagy a hajók potyautasaként is érkeztek (amurgéb, razbóra, öblös csiga, különböző kagylófajok), esetleg akvaristák engedték őket szabadon (naphal, tüskés pikó). Napjainkban regionális szintű problémát okoz a Kárpát-medencében a jelzórák (*Pacifastacus leniusculus*), a kínai gyapjasollós rák (*Eriocheir sinensis*), a cifrarák (*Faxonius limosus*), a vörös mocsárrák (*Procambarus clarkii*), az ausztrál vörösollós rák (*Cherax quadricarinatus*), a márványrák (*Procambarus virginalis*), a mexikói törpe folyami rák (*Cambarellus patzcuarensis*), a cseresznye garnéla (*Neocaridina denticulata*), az amurgéb (*Percottus glenii*), a tarka géb (*Proterorhinus marmoratus*), a folyami géb (*Neogobius fluviatilis*), a Kessler-géb (*Neogobius kessleri*), a törpeharcsa (*Ameiurus nebulosus*), a naphal (*Lepomis gibbosus*), a razbóra (*Pseudorasbora parva*) térhódítása (Semenchenko–Vezhnovetz 2008; Reshetnikov 2013; Weiperth et al. 2013; Kvach et al. 2016; Guti 2017; Seprős et al. 2018; Semeniuk et al. 2019; Termaat et al. 2019).

A kiterjedt folyószabályozások és lecsapolások következményeként letűnt élőhelyi gazdagságot korábbi formájában vélhetően már nem állíthatjuk vissza, meglévő természeti értékeink megóvásában kulcsfontosságú szerepe van a természetet értő és azért tenni akaró szakemberek képzésének.

2. VÍZKÉSZLETEINK

2.1. A Föld vízkészlete

A Föld vízkészletének mennyiségi becslése kapcsán többféle adattal is találkozhatunk. A földi vízkészlet 97%-a magas sótartalmú, melynek jelentős többsége az óceáni medencékben koncentrálódik (1. táblázat). A 0,5 g/l-nél kevesebb sót tartalmazó (édesvíz) készlet nagy része jég formájában található (Gleick 1993). Általánosan elmondható, hogy bolygónk felszínének körülbelül kétharmadát borítják a világóceán vizei (kb. 350 000 000 km²).

1. táblázat. A Föld vízkészlete (Gleick 1993)

Típus	Térfogat (km ³)
Óceán	1 328 000 000
Poláris jégsapkák és gleccserek	24 064 000
Talajvíz, rétegvíz	23 400 000
Talajnedvesség	16 500
Szárazföldi jég és permafroszt	300 000
Édesvízű tavak	91 000
Sósvízű tavak	85 400
Légköri pára	12 900
Mocsarak, lápok vize	11 470
Folyók	2 120
Élőlényekben lévő vízmennyiség	1 120

A Föld vízháztartása kiegyenlített, viszont a földi víz nagyobb része folyamatos mozgásban van. A víz körforgásának energetikai hátterét a napsugárzás adja. Ha a légkörben található vízgőz eléri az adott hőmérsékleten lehetséges telítettséget (harmatpont), megkezdődik a kicsapódás (kondenzáció) a légkörben előforduló kondenzációs magokra (pl. por-szemcsék, jégkristályok stb.). A csapadék területi eloszlását különböző domborzati és éghajlati tényezők alakítják. A talajfelszínre hullott csapadékvíz egy része a talajrészecskék között mélyebb rétegekbe szivárog (infiltráció), lejtős területen lefolyik, elpárolog a felszínről, vagy az élővilág hasznosítja. A talajainkra vízzel telítettebb alsó és a vízzel telítetlen felső zóna jellemző, melynek határát talajvíztükör mutatja. Az időszakos felszíni és felszín alatti vízfolyások vize a végső erózióbázis felé áramlik (pl. a világóceán valamely medencéje vagy lefolyástalan terület) (Felföldy 1981).

2.2. Ukrajna vízrajza

2.2.1. Vízfolyások

Ukrajna vízkészletei jelentősek. Az ország folyói a Fekete-tenger, az Azovi-tenger és a Balti-tenger vízgyűjtőjéhez tartoznak, számuk meghaladja a 71 ezret, összhosszuk meghaladja a 248 000 km-t.

Ukrajna legjelentősebb folyója a Dnyeper. A Valdaj-hátságon (Oroszországi Föderáció) ered és a Fekete-tengerbe, a Dnyeperimánba torkollik. Hossza 2201 km, melyből 981 km esik Ukrajna területére. Vízgyűjtő medencéje Ukrajna területének 65%-át foglalja el. A Dnyepernek több mint 1000 mellékfolyója közül 90 folyó hossza éri el a 100 km-t. Vízhozamukat tekintve legjelentősebbek a Pripjaty, a Rosz, a Bazavluk, az Inhulec, a Deszna, a Trubizs, a Vorszklá, az Oril és a Szamara (Izsák 2007). A Dnyeper éves vízhozamának 60–80%-a a tavasi időszakban jelentkezik. Jellemző a nyári és téli alacsonyabb víz-állás. Északon átlagosan 240 napig, délen 285 napig hajózható (2. ábra). A nagy dnyeperi víztározók létesítése következtében a folyó vízszintje megemelkedett. Több nagyvároson (Kijev, Kremencsuk, Dnyipro, Zaporizzsja, Nyikopol, Herszon) áthalad, így ipari, kommunális, mezőgazdasági eredetű szennyezőanyagok és a csernobili atomerőmű robbanásából származó radioaktív részecskék is kimutathatók vízéből és mederüledékéből. Élővilága a szennyezések következtében folyamatosan degradáldik, ami korábban gazdag és értékes halállományának csökkenésében is mutatkozik.

A Dnyeperben előfordul a dunai ingola (*Eudontomyzon mariae*), természetes halállományát olyan természetvédelmi szempontból is jelentős fajok is gazdagítják, mint a viza (*Huso huso*), a vágótok (*Acipenser gueldenstaedtii*, 3. ábra), a söregtok (*Acipenser stellatus*), a közönséges tok (*Acipenser sturio*) vagy a kecsége (*Acipenser ruthenus*). Az amurgéb (*Perccottus glenii*), naphal (*Lepomis gibbosus*), razbóra (*Pseudorasbora parva*), törpeharcsa (*Ameiurus nebulosus*), csatorna harcsa (*Ictalurus punctatus*), nagyszájú buffalo (*Ictiobus cyprinellus*), kisszájú buffalo (*Ictiobus bubalus*) és egyéb adventív fajok megjelenése, illetve elszaporodása egyre több környezeti problémát okoz (Scherbukha 2004; Semenchenko–Vezhnovetz 2008; Христенко 2011; Мовчан–Романь 2014; Kvach 2016; Semeniuk 2019).

Ukrajna legnagyobb vízhozamú folyói közül mindenképp megemlítendő a Dnyeszter, a Déli-Bug és a Duna. A Dnyeszter vízgyűjtőjéhez több mint 550 folyó tartozik, közülük jelentősebbek a Sztrivohir, Sztrij, Szvicsa, Lomnica, Bisztrica, Szeret és a Zbrucs folyók. Halállománya gazdaságilag is jelentős volt (4. ábra).

A Déli-Bug vízhálózatához 300 folyó tartozik. Közülük jelentősebbek a Riv, Szinyuha, Szob, valamint a Jatrany.

A Duna Kilijai ága (41. ábra) érinti Ukrajnát. Kárpátalja folyói a Duna vízrendszerének részei (Tisza, Tarac, Talabor, Nagyág, Borzsa, Latorca, Ung és mellékfolyóik). Alsó szakaszán további 350 kisebb-nagyobb folyó csatlakozik a Dunába.

2.2.2. Állóvizek

Ukrajnában közel 3 000 állóvíz található, összterületük az ország területének 0,3%-át teszik ki. Ukrajna jelentősebb állóvizei a Fekete- és az Azovi-tenger mellékén, a Polisszján (pl. Szvityaz, Pulemecki, Luka) és a Duna alsó szakaszánál (Jalpuh, Kuhurluj) alakultak ki. Gazdag élőviláguk a vízszennyezés, az élőhelyi leromlás, az idegen fajok betelepítése és a túlhalásztást következtében folyamatosan gyérül. Hasznosításuk széles



2. ábra. A Dnyeper Kijevnél

Fotó: Kolozsvári I.



3. ábra. Vágótok
(*Acipenser gueldenstaedtii*)

Fotó: Kolozsvári I.



4. ábra. Halpiac a Dnyeszter-limánál

Fotó: Kolozsvári I.

körü, öntözésre, vízi sportok művelésére, egyéb szabadidős tevékenységek helyszínéként, halastóként használják.

A Fekete- és Azovi-tenger partvidékén több homokturzással elválasztott állóvizet és tóöblöt (limánt) találunk. A legnagyobb édesvízű limán a Dnyeszter-limán (víztükrének területe 360 km²). Ukrajnában közel 23 000 víztározót létesítettek. A legnagyobb kiterjedésűek a Dnyeperen létesült Kijevi-, Kanyivi-, Kremencsuki-, Dnyiprodzerszinszki-, Dnyiproheszi-, Kahovkai-víztározó. A dnyeperi víztározókon kívül jelentősek a Déli-Bugon (Ladizsini), az Inhulecen (Karacsuni), valamint a Sziverszkij-Donyecen (Pecsenyihi) találhatók.

Az Ukrán-Kárpátok legnagyobb állóvize, a 989 m tengerszint feletti magasságon elhelyezkedő, völgyelzáródás révén létrejött Szinevéritó. A mocsarak és lápok ukrajnai összterülete 1 146 298 hektárra tehető. A legnagyobb kiterjedésű mocsaras-lápos területek a Polisszján, valamint a Duna alsó szakaszán találhatóak. Közülük több esetében is ipari léptékű tőzegkitermelés folyik. Kisebb kiterjedésük ellenére természetvédelmi szempontból igen jelentősek a Kárpátokban fellelhető lápok, mocsarak (pl. Csorne Bahno, Zamsatka, Andromeda, Hluchany) (Izsák 2007).

2.2.3. Felszín alatti vízkészletek

Ukrajnában az alábbi nagyobb víztartó medencék jöttek létre:

- a Dnyeper-donyeci artézi medence,
- a Voliny-podóliai artézi medence,
- a Fekete-tengermelléki artézi medence,
- az Ukrán-pajzs gyűrt területének hidrogeológiai vidéke,
- a donyeci gyűrt terület hidrogeológiai vidéke,
- a Kárpátok gyűrt területének hidrogeológiai vidéke.

2.2.4. Tengerek

Ukrajna parvonalaait délről a Fekete-tenger és az Azovi-tenger szegélyezi. A Fekete-tenger területe 422 ezer km², nyugat–keleti legnagyobb kiterjedése 1 167 km, legnagyobb észak–déli kiterjedése 624 km. Északi partvidékén találjuk a Dnyeszter-, Berezáni-, Tilihuli-, Hadzsibeji- és a

Dnyeper-Bug-limánokat. Éghajlatában a mérsékelt övi és a szubtrópusi jellegek dominálnak.

Medencéjében állandó tengeráramlatok alakultak ki, melyek a tengerparttól számított 3–4 tengeri mérföldre kiterjedő sávban a legintenzívebbek, és két áramlási kört alkotnak. A Fekete-tenger vizének sótartalma a nyílt tengeren 18,3‰, a part mentén 17,9‰, a folyók torkolatánál átlagosan 1–2‰. A Fekete-tengerben 120–200 m mélység alatti tartományokban igen jelentős kénhidrogén-felhalmozódás alakult ki az alsóbb vízrétegek rendszeres átkeveredésének hiánya és az anaerob mikroorganizmusok anyagcsere termékeinek felhalmozódása következtében. A magasabb rendű szervezetek csak a felső vízrétegeket népesíthetik be. A bentikus tartományok mérgező környezete lehetetlenné teszi a magasabb szerveződésű vízi élet fennmaradását. A kén-hidrogénnel telített víz részaránya a teljes vízmennyiség 87%-át teszi ki. A Fekete-tenger élővilága fajszegényebb a Földközi-tengernél. Jelenleg 1 983 gerinctelen állatfaj, 168 halfaj, 4 emlősfaj, melyből 1 fóka (*Monachus monachus*) és 3 delfinfaj (*Tursiops truncatus ponticus*, *Delphinus delphis ponticus*, *Phocaena phocaena relicta*) előfordulásáról vannak információink. A korábban nagy területi kiterjedésű



5. ábra. Az odesszai kikötő

Fotó: Kolozsvári I.



6. ábra. Öblös csiga
(*Rapana venosa*)

Fotó: Vass G. (II. RF KMF Állattára)



7. ábra. Lepényhal

Fotó: Vass G. (II. RF KMF Állattára)

algagyeppek visszaszorulásával jelentősen csökkent az élővilág fajgazdagsága. A kiterjedt tengeri áruszállítás zavaró és szennyező hatása, a mezőgazdasági és ipari háttérű szennyezések, a kőolaj és földgázkitermelés során bekövetkezett katasztrófák, az idegen fajok behurcolása, valamint a fenékvonóhálóok használata következtében drámai mértékben pusztul a tenger élővilága (5. ábra). Napjainkra a Csendes-óceánból bekerült, egyes őshonos fajokat fokozatosan kiszorító öblös csiga (*Rapana venosa*, 6. ábra) a Fekete-tenger egyik jelképévé vált. Halászati szempontból jelentős a tokfélék, lepényhalak (7. ábra), kölönték stb. értékesítése, ami fokozza a halállomány folyamatos gyérülését (Стан 2001; Збит 2016).

A Kercsi-szoroson át kapcsolódik egymással a Fekete- és az Azovi-tenger. A szoros átlagos mélysége mindössze 4 méter, ezért mesterséges hajózási csatornát létesítettek medrében. Az Azovi-tenger területe 39 ezer km². Legnagyobb mélysége 15 méter. Legnagyobb öblei a Tahanrogi- és a Temricki-öböl. Északi partvidékére jellemzőek a homokturzások: Görbe-turzás, Biloszeraji-turzás, Bergyanszki-turzás, Fedotov-turzás (Izsák 2007).

Vízének sótartalma fokozatosan növekszik. Az Azovi-tenger vízszintje a betorkolló folyók vízhozamától függően az év folyamán ingadozik. Vízállását tekintve tavaszi maximum és téli minimum jellemzi. A sekélyvizű tenger nyáron jól átmelegszik és átvilágítódik, ezért adottak a feltételek változatos növény- és állatvilág jelenlétéhez. Ebben nagy jelentősége van a folyók vizével ide kerülő szerves anyagoknak is.

Az Azovi- és a Fekete-tengerben is előforduló viza, vágótok, sőregtok halászatára és feldolgozására korábban külön iparág épült. A híres fekete kaviár e tokfélék ikrája. A vízminőség romlása, az élőhelyek átalakulása, a folyókon épült gátak vándorlást akadályozó hatásai, valamint a túlhalászat egyedszámukat drámaian csökkentette. Halászatukat napjainkban már korlátozzák, a kaviártermelés súlypontja részben a speciális halnevelő telepekre helyeződött át. Az Azovi-tenger halászati és természetvédelmi szempontból is jelentős halfajai még a dunai hering, a közönséges kilka és számos gébfaj (Harka–Sallai 2004; Вершинин 2007).

2.3. Kárpátalja vízrajza

2.3.1. Vízfolyások

Kárpátalja felszíni vizeinek összterülete hozzávetőlegesen 15 000 hektárra tehető és teljes egészében a Tisza vízgyűjtőjéhez tartozik. A vízfolyások száma tekintetében gazdag területnek mondható. A szakirodalmi források a megye vízfolyásainak számáról sok esetben igen eltérő adatokat közölnek. Becslések szerint számuk meghaladja a 9 000-et, összhosszuk pedig a 19 000 km-t. Kárpátalja vízfolyáshálózatának átlagos sűrűsége $1,7 \text{ km/km}^2$ -re tehető (Геренчук 1981; Заставецька et al. 1996; Поп 2003; Афанасьев 2006; Molnár 2009).

E vízfolyások jelentős részének hossza nem éri el a 10 km-t. A 10 km-es hosszúságot meghaladók közül Геренчук (1981) 152 vízfolyást, Molnár (2009) 142 vízfolyást említ (8. ábra).

Kárpátaljára eső szakaszuk tekintetében a 100 km-es hosszúságot a Tisza (220 km), a Latorca (191), az Ung (133) és a Borzsa (106 km) folyók haladják meg (Геренчук 1981; Заставецька et al. 1996; Поп 2003; Molnár 2009).

A gazdag felszíni vízhálózat vízutánpótlásának háttérében a terület sajátos domborzati és klimatikus viszonyai állnak. A megye területének csaknem 80%-át az alacsony és középmagas hegységek, 20%-át a Kárpátaljai-alföld teszik ki.

A Tisza forrásvidékének magasabban fekvő régiói már az alpesi, szubalpesi zónához tartoznak. Kárpátalján a csapadék átlagos évi összege a sík vidéki részeken 650–700 mm körüli, a hegylábaknál akár 800 mm-t is meghaladó, a Kárpátok magasabb térszínein, a Havasi-vonulat lejtőin éri el a maximumot, amely helyenként több mint 1500 mm-t tesz ki (Боднар 1987; Molnár 2009).

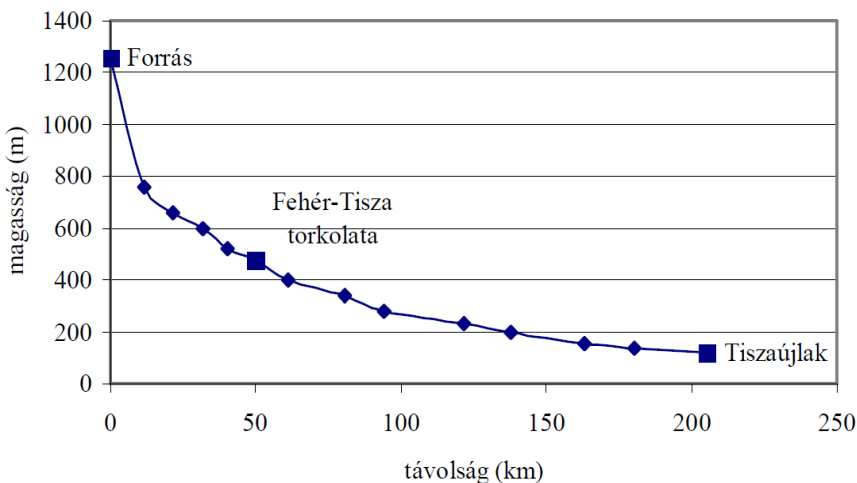
A megye vízfolyásainak táplálásában a hólé, az esővíz és a felszín alatti vizek egyaránt részt vesznek. A Tisza két forrásból eredeztethető, két különálló folyóként, Fekete-Tisza (Чорна Тиса) és Fehér-Tisza (Біла Тиса) néven kezdi meg vándorútját. A fő forrásának a Fekete-Tiszát tekintik, amely Rahó közelében egyesül a Csornohorai-masszívum felől érkező Fehér-Tiszával.

A Tisza 966 km-es összhosszából 275 km esik teljes egészében, illetőleg a határszakaszokon részben Kárpátalja területére.

A Fekete-Tisza forrásától számítva a Tisza 81 km-en át a Rahói járás területén folyik, Terebes-fejérpatak közelében éri el az ukrán–román határt. Innen 68 km-en át, egészen Técsőig ukrán–román határfolyóként halad tovább. Técső városát elhagyva ismét Ukrajna területén folytatja útját 82 km hosszan, majd Tiszaújlaknál éri el először a magyar–ukrán határt. Tiszaújlakot követően a folyó elhagyja Ukrajna területét és Szalóka, valamint Csap környezetében már középszakasz jelleggel tér vissza.



9. ábra. A Fekete-Tisza és a Fehér-Tisza összefolyása Rahónál
Fotó: Kolozsvári I.



10. ábra. A Tisza esésgörbéje a Fekete-Tisza forrásától Tiszaújlakig
(Nagy et al. 2002)

A Tisza Tiszaújlak feletti szakaszának vízutánpótlását számos ér, patak és folyó biztosítja, közülük is a legjelentősebbek mind hosszukat, mind vízhozamukat tekintve a Visó (Вишый), a Tarac (Тересва), a Talabor (Теребля), a Nagyág (Рика), a Borzsa (Боржава), a Latorca (Латориця) és az Ung (Уж).

A Fekete-Tisza hivatalosan megjelölt forráspontja a Szvidovec és a Gorgánok között húzódó Aklos-hágónál található 1240 méter tengerszint feletti magasságban (Kovács 2007; Molnár 2009;). Hossza 49,2 km, átlagos esése a forráspont és a Fehér-Tiszával történő összefolyása között 15,8%-re tehető (10. ábra). Medre a forrásvidéken keskeny, átlagos szélessége 10–50 méter, átlagos mélysége kisvíz idején 0,5–2 méter, magas vízállásnál 4–6 méter körüli. Az átlagos közepes vízhozama a rahói járási Bilin [Білін] településnél $12,3 \text{ m}^3/\text{s}$, vízgyűjtő területének kiterjedése 564 km^2 . Völgye V-alakban, meredeken bevágódó, hegyvidéki jellegű. Mederanyagát jobbra durva kavics és kőtömbök képezik (Геренчук 1981; Афанасьев 2006; Коноваленко 2007).

A Fehér-Tisza 1480 m tengerszint feletti magasságban ered a Kurbul poloninán (Lászlóffy 1982; Nagy et al. 2002). Vízgyűjtő területének kiterjedése 487 km^2 (Афанасьев 2006). A Fekete-Tiszához hasonlóan keskeny völgyű, meredek falú, durva mederaljzatú, gyorsfolyású hegyi folyó. Hossza 32,6 km, esése forrásától a torkolatig 30,6%, ami a Fekete-Tiszán mértnek majdnem a kétszerese (10. ábra). Az átlagos közepes vízhozama a rahói járási Nyilas (Розтоки) településnél $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Геренчук 1981).

Élőhelyi adottságait tekintve a Tisza forrásvidékének és felső folyásának hidrológiai, illetve hidroökológiai viszonyai a középső és az alsó szakaszokénál szélsőségesebbnek mondhatóak (Ободовський 2013). A Fekete- és Fehér-Tisza folyásának természeti adottságai hasonlóak, bár a Fehér-Tisza völgye meredekebb esésű. Афанасьев (2006) durva becslései szerint a Fekete-Tisza és a Fehér-Tisza folyásánál a mederben található sziklatömbök és a nagyobb méretű kőtömbök aránya egyaránt 20–30%-ra, a kavics frakció 20%-ra, a mederben lerakódott növényi eredetű maradványok 5%-ra, az egyéb más eredetű mederanyagok 25%-ra tehetőek.

A Tisza felső szakasza élőhelyi adottságait tekintve nem kezelhető egyneműen. A forrásvidékre jellemző élőhelyi hatótényezők markánsan eltérnek akár a rahói, a técsői, a huszti vagy tiszaujlaki szakaszoktól. A Tisza felső folyásán, illetve kárpátaljai mellékfolyónak hegyvidéki részeit a gyors, átkeveredő vízáramlás, a viszonylagos alacsony víz hőmérséklet és a magas oldott oxigéntartalom ($>10 \text{ mg/l}$) jellemzi. A vízben oldott ionok közül a Fekete-Tisza és a Fehér-Tisza esetében egyaránt a Ca^{2+} és a HCO_3^- ionok, a két ág összefolyását követően a técsői (Тячів), viski (Вишково) és alsó-veresmarti (Мала Копаня) szakaszokon a Ca^{2+} -

és a HCO_3^- - ionok mellett a K^+ - és Cl^- -ionok, az ezt követő részeken a Na^+ és a HCO_3^- ionok dominálnak.

A kiterjedt vízi makrofiton-állományok megtelepedése nem jellemző a hegyvidéki szakaszokon, a planktonszervezetek előfordulási aránya is jelentősen alacsonyabb az alsóbb szakaszokéhoz képest. A vízi makrogerinctelenek közül a különböző álkérfajok (Plecoptera), a lazacfélék közül a sebes pisztráng (*Salmo trutta m. fario*, 11. ábra), pataki szajbling (*Salvelinus fontinalis*, 12. ábra), pénzes pér (*Thymallus thymallus*) és a dunai galóca (*Hucho hucho*, 13. ábra) tekinthetők természetvédelmi szempontból a legjelentősebb fajoknak (Афанасьев 2006).

Bár igen ritkák, a dunai galóca egyes példányai az alsóbb szakaszokon is előfordulhatnak. 2020 áprilisában a Tisza tiszabökényi szakaszáról jelezték előfordulását.

Rahótól a Visó (Bimney) torkolatáig a Tisza medrének esése szelídül (6,33%), medrének átlagos szélessége itt már 40–80 méterre tehető. Bustyaházánál, a Tarac torkolatánál a Tisza mederanyagának összetételét Афанасьев (2006) becslései szerint 60%-ban a kötömb frakció, 20%-ban kavics és homok, illetve 20%-ban egyéb ösz-



11. ábra. Sebes pisztráng
(*Salmo trutta m. fario*)

Fotó: Kolozsvári I.



12. ábra. Pataki szajbling
(*Salvelinus fontinalis*)

Fotó: Kolozsvári I.



13. ábra. Dunai galóca
(*Hucho hucho*),
a Tisza tiszabökényi szakaszáról

Fotó: Petróci G.

szetételű hordalék képezi. A makrofiton fajok közül e szakaszon előfordulnak a különböző *Carex spp.* és *Potamogeton spp.* fajok. A mederágy kőtömbjeire tapadva megfigyelhetők Spirogyra állományok is.

A zooplankton szervezetek közül jelen vannak az evezőlábú rákok (Copepoda, pl. *Cyclopoidea* fajok), a vízi makrogerinctelenek közül fellelhetők az álkérészek (Plecoptera), szitakötők (Odonata), kérészek (Ephemeroptera) és tegzesek (Trichoptera) képviselői.

A Visó és a Talabor torkolata közötti szakaszon a Tisza medrének esése fokozatosan kiegyenlítettébbé válik (2,28‰), értéke a Talabor torkolatától Tiszaújlakig 1‰-re csökken. A Tisza völgye Dombó (Дубове) térségéig általában mindössze 100–400 m széles völgytalppal jellemezhető. Dombót követően fokozatosan megjelennek az elágazások, zátonyok, szigetek, ennek ellenére Husztig egyértelműen megmarad a Tisza hegyi folyó jellege.



14. ábra. Anastomizáló Tisza-szakasz Tiszaújlak, Tiszabökény és Tiszapéterfalva közelében

(Google Earth műholdfelvétel alapján)

A Huszti-kapun kilépve és a Fekete-hegy vidékét elhagyva alföldi vízfolyássá szelődül és egyre szélesebb ártéri síkságot épít. Vízáramlásának energiája a meder kimélyülését és a partvonal folyamatos átrendezését eredményezi. A forrásvidéktől eltérően a Huszt és Tiszaújlak közötti szakasza gyakorta ágakra szakadó, helyenként anasztomizáló mintázatot követ (14. ábra). A Tisza élőhelyi adottságait színesítik a főágot kísérő mellékágak, holtágak és holtmedrek is. Gyakoriak a palajos alacsonypartok és a rombolódó magasparkok, a kiterjedt zátonyok és szigetek

(Коноваленко 2007; Kolozsvári et al. 2015). A Tisza ágrendszerének élővilága igen gazdag. E szakaszon együttesen jelen van mind a négy Kárpát-medencére jellemző, természetvédelmi értékét tekintve is jelentős folyami szitakötőfaj (*Gomphus vulgatissimus*, *Gomphus flavipes*, *Ophiogomphus cecilia*, *Onychogomphus forcipatus*), számos kérész és álkérész faj. Sokszínű a madárvilága, fajgazdag a halállománya, az emlősök közül megtalálhatjuk a vidrát (*Lutra lutra*), és néhány éve, vélhetően a magyarországi visszatelepítéseknek újból megjelent az eurázsiai hód (*Castor fiber*) is.

A Tisza fővölgyének esése a forrásvidéktől Tiszaújlakig (Вилок) hozzávetőlegesen 1 400 méter, ezt követően már síksági folyóként folytatja útját. Az alkalmanként akár jelentős károkat is okozó, általában gyors lefutású árvizek hátterében a Kárpátokban olykor rendszertelenül bekövetkező, az év bármelyik hónapjában előforduló kiadós, területileg kiterjedt esőzések állnak. Tiszaújlaknál például a Tisza vízhozama kisvízkor mindössze 30 m³/s-ra tehető, ezzel szemben a 2001. március 5-i árhullám idején 3 040 m³/s-os vízhozammal tetőzött, ami 100-szoros különbséget mutat. A Tisza vízrendszerében évente általában két rendszeresen előforduló árvizes periódus jelentkezik. Az egyik kora tavasszal alakul ki, amikor a Tiszán és mellékfolyóinak vízgyűjtőjén jobbra egy időben indul meg a hóolvadás, így a főfolyón és a mellékfolyókon párhuzamosan kialakuló vízszintemelkedések összeadódnak. A másikat a kora nyári időszakban jelentkező bőséges csapadékesemények válthatják ki (Заставецька et al. 1996; Поп 2003; Somogyi 2003; Molnár 2009; Левчак et al. 2013). Az utóbbi évek aszályos nyarai a hegyvidéken is éreztetik hatásukat. A legszárazabb nyári és kora őszi időszakban a Tisza medrének víztelítettsége drasztikusan lecsökkenhet, ezzel ellentétben a kiadósabb esőzéseket követően néhány órán belül is hömpölygő áradattá változhat. A rendszeresen jelentkező árhullámok hozzájárulnak a hordalék szakaszos átmozgatásához, a kanyarok üstjeinek kimélyüléséhez, más részek feltöltődéséhez.

Áradáskor fokozódik az üledéktranszport mértéke, a rombolódó partrészekről több hordalékanyag szállítódik el, ezzel párhuzamosan folyamatosan formálódik a mederrégió is. Az áradások alkalmával fellépő erőteljes kimosó hatás teljesen átalakíthatja a vízi makrogerinctelen faunáját. A mederátalakulások és a partelmozdulások bizonyos szakaszok tekintetében napjainkban is igen intenzíven zajlanak. A Tisza völgyében épült települések és az azokat összekötő közutak védelmében a partoldalakat

sokféle megerősítették. A Sásvár (Тросник) és Tiszaújlak (Вилок) közötti Tisza-szakaszon egyes kanyarulatok esetében nem ritkák az évi 30–40 métert meghaladó partelmozdulások sem (Kolozsvári et al. 2016).

A partok erősítését leggyakrabban kötömbök, drótháló, vesszőfonat és sarkantyúk beépítésével oldották meg. Mindezek ellenére a Tisza rendszeresen megbontja a már védelem alá helyezett partoldalakat is. A folyómeder folyamatosan újjáépülő és átalakuló tulajdonsága igen egyedi, dinamikusan változó és formagazdag élőhelyi viszonyokat teremt a vidéken (Kim et al. 2009; Kolozsvári et al. 2015).

2.3.2. Állóvizek

Kárpátalján összesen 32 természetes eredetű állóvíz található, többségük 1 hektárnál kisebb kiterjedésű. A Szinevéri-tó Kárpátalja legnagyobb természetes eredetű állóvize, mely földcsuszamlásos völgyelzáródás útján jött létre 10 000 évvel ezelőtt (15. ábra). Legnagyobb mélysége 24 méter, víztükrre 7 hektár kiterjedésű. 989 méter tengerszint feletti magasságon. Honos a sebes pisztráng (*Salmo trutta m. fario*).

A Szinevéri-tó szerepel a *Nemzetközi jelentőségű vadvizek jegyzékében*, amely listát a Ramsari Egyezmény (a nemzetközi jelentőségű vadvizekről, különös tekintettel a vízimadarak élőhelyeire) keretében hozták létre.

A nemzeti park másik állóvize a Hropa-hegy északkeleti lejtőjén, 1000 m tengerszint feletti magasságban található Ozirce,



15. ábra. A Szinevéri-tó

Fotó: Kolozsvári I.



16. ábra. Az Ivor-tó látképe

Fotó: Kolozsvári I.

vagy Vad-tó. Területe 1,2 ha kiterjedésű, legnagyobb mélysége 9,5 m. A tavat eső és hólé táplálja, amelyből az Ozerjanka (a Talabor mellékfolyója) egyik baloldali ága ered.

A víz hőmérséklete nyáron is legfeljebb +15°C. A vize sötétbarna színű, a tófenéken felhalmozódó szapropéltól. Egyedi jellemzője, hogy a közepén szigetszerű láp alakult ki, amelyet vastag tőzegmoha (*Sphagnum spp.*) és sás borít. A víz felszínét békaszőlő és hínárfajok borítják, a vízben pisztrángot tenyésztnek. Az Ozirce-tó környéke helyi jelentőségű hidrológiai rezervátumnak minősül (Kolozsvári et al. 2020).

A korábbi eljegesedések révén létrejött kisebb hegyvidéki kártavak közül megemlítendő a Csornohorai-masszívum területén található Brebeneszkul-tó, valamint a Fagyalos (Szvidovec) környezetében elhelyezkedő Ivor-tó (16. ábra).

A mesterséges víztározók közül a legnagyobb kiterjedésű a Fornosi-víztározó (285 ha), a Talabor folyón épült gát által kialakított Talabor-Nagyági-vízermű tározója (155 ha) és a homokbányászat során létrehozott Dédai-tó (48 hektár).

Az éghajlati adottságokból adódóan, valamint a tenyésztett halfajok igényeihez igazodva Kárpátalja sík vidéki részein több, elsősorban pontyfélék (ponty (*Cyprinus*



17. ábra. Amur
(*Ctenopharyngodon idella*)
Fotó: Kolozsvári I.



18. ábra. Pisztrángnevelő tógazdaság
Alsókalocsán
Fotó: Kolozsvári I.



19. ábra. Szivárványos pisztráng
(*Oncorhynchus mykiss*)
Fotó: Kolozsvári I.

carpio), fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*), pettyes busa (*Hypophthalmichthys nobilis*), amur (*Ctenopharyngodon idella*, 17. ábra)) szaporítására és nevelésre specializálódott halastó létesült (pl. Nagydobronyi-halastó, Nagyberegi-halastó, Kissarkadi-víztározó, Beregkisalmási-víztározó, Fornosi-víztározó stb.), míg a hegyvidéki régióban a pisztrángnevelő tógazdaságok terjedtek el (pl. Terebesfejérpatak (Ділове), Alsókalocsa (Колочава, 18. ábra), Szuhabaranka (Бронька)). Általában nem az őshonos sebes pisztrángot (*Salmo trutta m. fario*), hanem az Észak-Amerikából származó szivárványos pisztrángot (*Oncorhynchus mykiss*, 19. ábra) tenyésztik.

Aknaszlatinán (Солотвино) a korábbi sóbányászat révén létrehozott tárnák édesvízzel telítődtek, ami a konyhasó rétegek oldódását, majd a korábbi bányáüregek beomlását okozta. Az így létrejött beszakadásos tavak sótartalma a 280%-ot is meghaladja. Környezetükben sótűrő növényfajok telepedtek meg.

2.3.3. Mocsarak, lápok

A lecsapolási munkálatok következtében kiterjedt mocsaras-lápos területek nem maradtak fenn Kárpátalján. A Borzsa és a Latorca folyók között, a mai Beregújfalun (Берегуйфалу), Csikósgorondon (Чикош-Горонда), Gát (Гать) települések környezetében alakult ki a Szernye-mocsár. A több mint 100 km² kiterjedésű vizes terület a vízelvezető csatornák megépítését, illetve a terület mezőgazdasági hasznosítását követően kiszáradt, elvesztette természetes jellegét. Kisebb kiterjedésű lápok napjainkban a hegyvidéki régió kárteknőiben lelhetők fel. Közülük legnagyobb kiterjedésű a Borló-Gyil vulkáni kráterben létrejött Bahno-mocsár.

A Szinevéri Nemzeti Park területén több kisebb láp is kialakult. Általában a völgytalpak mélyedéseiben jöttek létre. Az oligotróf dagadó-lápok kialakulásának fontos alapfeltétele az évi minimum 1 200 mm csapadék. Ezek vize és tözege szélsőségesen savanyú (pH<4,0) kémhatású. A lápok élővilág-védelmi jelentőségét döntően a biológiai sokféleség megőrzésében betöltött szerepük adja.

Az egyik legkülönlegesebb közülük a Felsőkalocsán (620 m tengerszint feletti magasságban) található 17 hektár kiterjedésű Hluhanya

oligotróf dagadóláp (20. ábra). A dagadóláp tőzegfelülete csapadékos időszakban megemelkedik. Vastag tőzegrétegét tőzegtőzefajok (*Sphagnum spp.*) képezik. A láp felszínét kiemelkedő füves-sásos „halmocskák” (zsombék) és víznyős, időszakosan víz borította mélyedések tarkítják.

További domináns és jellemző dagadólápi fajok a tőzegrozmarin (*Andromeda polifolia*), a kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia*), a hüvelyes gyapjúsás (*Eriophorum vaginatum*), a tőzegáfonya (*Vaccinium oxycoccos*), a mármor vagy fekete varjúbogyó (*Empetrum nigrum*), a kevésvirágú sás (*Carex pauciflora*), a hamvas áfonya (*Vaccinium uliginosum*). A láp szegélyében sárkánygyökér (*Calla palustris*) és molyhos nyír (*Betula pubescens*) állományok is előfordulnak. Növényzete hasonló a nemzeti park egy másik oligotróf dagadólápjáéhoz, az Ozerjanka völgyében fekvő, 4,2 ha kiterjedésű Zamsatka-láphoz (21. ábra).

A terület jelentős részét közönséges büккеlegyes jegenye és lucfenyvesek borítják. Foltokban itt is fennmaradtak a bükk őserdők. A nemzeti park flórája összesen 1 726 növényfajt számlál, amelyből 53 faj szerepel *Ukrájna Vörös Könyvében* (Kolozsvári et al. 2020).



20. ábra. A Hluhanya nevű oligotróf dagadóláp látképe (Szinevéri Nemzeti Park)

Fotó: Kolozsvári I.

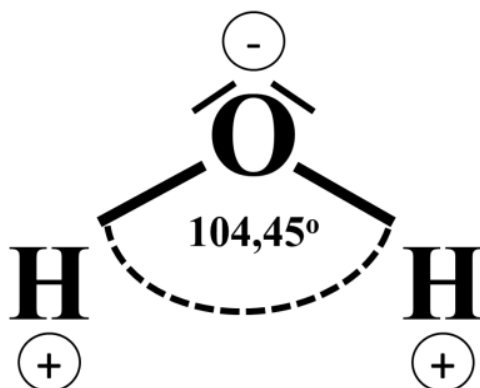


21. ábra. A lucfenyők (*Picea abies*) révén fokozatosan beerdősülő Zamsatka-láp (Szinevéri Nemzeti Park)

Fotó: Kolozsvári I.

3. A VÍZ FONTOSABB FIZIKO-KÉMIAI TULAJDONSÁGAI

A víz sajátos kémiai és fizikai tulajdonságai révén a földi élet alapvető építőeleme. Bolygónkon mindhárom halmazállapotban (vízgőz, vízjég, cseppfolyós víz) előfordul. A vízmolekulát két hidrogénatom és egy oxigénatom alkotja (H_2O). Az oxigénatom és a hidrogénatomok között kovalens kötés (elsőrendű kémiai kötés) található. Az oxigénnek nagy az elektronegativitása, így a molekula oxigén felőli pólusa negatív töltésű, a hidrogénatomokon pedig pozitív töltésű. Az ilyen molekulát dipólusúnak hívjuk (22. ábra).



22. ábra. A víz szerkezeti képlete

A vízgőzben a vízmolekulák között nem alakulnak ki másodrendű kötések. Cseppfolyós halmazállapotban a vízmolekulák hidrogénkötéssel összekapcsolódva aggregátumokat hoznak létre. A vízmolekula oxigénatomja hidrogénkötést létesít egy másik vízmolekula hidrogénatomjaival. A hidrogénkötés a legerősebb másodrendű kémiai kötés. Az ilyen oxigénatomokat tetraéder alakba rendeződve 4 hidrogénatom veszi körül. Az aggregátumok között nem kötött vízmolekulák tölthetik ki.

A víz hőmérsékletének csökkenésével növekszik a tetraédes szerkezetek száma. A vízjég kristályszerkezetének kialakulására a nyomás és a hőmérséklet is hatással van. A víz megfagyásakor kialakuló szabályos kristályszerkezet következtében térfogatnövekedés tapasztalható, így a jég könnyebb a folyékony víznél, úszik a felszínén. A jég olvadásakor a szabályos kristályszerkezet megbomlik, csökken a térfogata és növekszik a sűrűsége. A melegedés hatására növekszik a részecskék mozgásának intenzitása, ami újbóli térfogatnövekedést idéz elő. A hidrogénkötések felszakadásából adódó térfogatcsökkenés és a melegedésből adódó térfogatnövekedés $4^\circ C$ -on egyenlítődik ki, ezért $4^\circ C$ hőmérsékleten a legnagyobb a víz sűrűsége. A hőmérséklet emelkedése és az oldott sók arányának növekedése csökkenti a gázok vízben való oldhatóságát, míg a vízfelszín mozgása gyorsítja azt (Felföldy 1981; Lakatos et al. 2000; Baranyi 2011).

A víz fizikai és kémiai tulajdonságai:

- **magas olvadás- és forráspont;**
- **magas gőznyomás (szilárd és folyékony halmazállapotban is);**
- **magas olvadás- és párolgáshő;**
- **nagy specifikus hőkapacitás;**
- **alacsony hővezető-képesség;**
- **kisebb sűrűség szilárd, mint folyékony halmazállapotban;**
- **nagy dielektromos állandó;**
- **nagy felületi feszültség;**
- **kapilláris hatás;**
- **kiváló oldószer.**

A víz tulajdonságainak ökológiai hatásait a további fejezetekben ismertetjük részletesen.

4. A VIZEK HŐMÉRSEKLETI RÉTEGZŐDÉSE

Felszíni vizeink raktározott hőmennyisége legnagyobb mértékben a napsugárzás elnyelődéséből származik. A geotermikus hőenergia (vulkanizmus, hőforrások), a biológiai folyamatok során termelődő hőenergia, valamint az emberi tevékenységből származó hőkibocsátás (pl. ipari hűtővíz) aránya kisebb.

A hőátadás három formában is megvalósulhat.

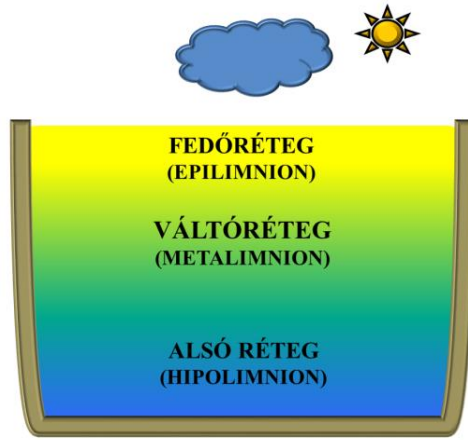
- **Sugárzás:** a hő sugárzó energia formájában (pl. napsugárzás) az adott közegben abszorbeálódik (elnyelődik).
- **Hővezetés:** különböző hőmérsékletű testek között anyagáramlás nélkül létrejövő hőmérséklet-átadás, melynek során a melegebb test atomjai hőmozgásukkal gerjesztik a hidegebb test atomjait a hőmérsékleti kiegyenlítődés szintjéig.
- **Hőáramlás:** a különböző hőmérsékletű folyadékok vagy gázok fajsúlykülönbségéből, esetleg mechanikai átmozgatásából fakadó elegyedés (konvekció) következtében létrejövő hőmérsékleti kiegyenlítődés.

101,3 kPa légköri nyomáson a víz fagyáspontja 0°C , forráspontja 100°C , az oldott sótartalom a fagyáspontot leszállítja. A víz sűrűsége 4°C hőmérsékleten és 1 atmoszféra nyomáson a legnagyobb. A mélységgel változó nyomásviszonyok a sűrűség alakulására is kihatnak, így 500 m mélység alatt $3,4^{\circ}\text{C}$ -on, 1 000 m alatt $2,9^{\circ}\text{C}$ -on tapasztalható a maximális vízsűrűség. Ennek igen jelentős ökológiai hatásai vannak. A vizek befagyása felülről kezdődik.

A jég úszik a víz felszínén, mivel könnyebb a folyékony halmazállapotú víznél. Megfelelő mélység esetén nem fagy át teljesen az adott vízoszlop, ami segíti az élővilág áttelelését (Felföldy 1981).

A víz magas fajhője következtében a vizek felmelegedésekor sok hő kötődik meg úgy, hogy azt nem követi gyors hőmérséklet-növekedés. Ugyanez a kiegyenlítetttség tapasztalható lehüléskor is. E tulajdonságánál fogva a víznek a légkörhöz viszonyítva sokkal kiegyenlítettőbb a hőklímája. Az időjárásváltozásból adódó, rövid időtartam alatt lejátszódó légköri felmelegedések és lehülések kevésbé érintik a nagyobb víztömegek hőmérsékletét. Csak tartósabb hűvös vagy meleg periodusok képesek a víztömeg hőmérsékleti változásában jelentősebb változásokat eredményezni.

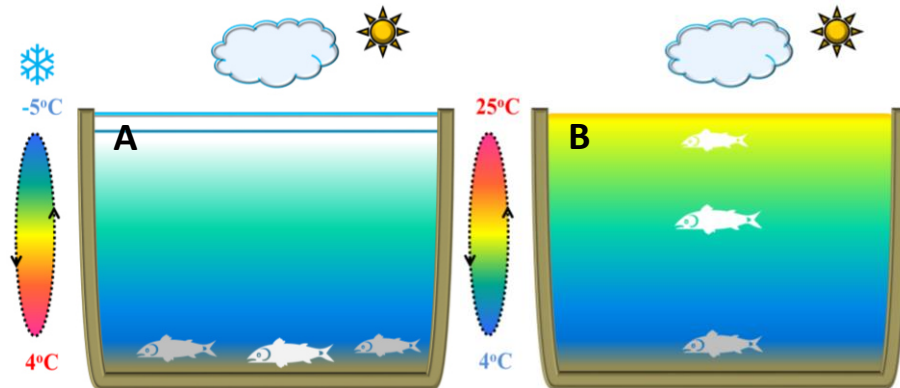
A felszíni vizek hővesztesége jelentős lehet a mederanyag irányában zajló hőátadás, valamint a párolgás útján létrejövő hőkiáramlás esetében. A szalinitás növekedésével a párolgás intenzitása csökken. A kisugárzás útján kialakuló hőveszteség általában csekélyebb, ami leginkább a viszonylag bolygatatlan víztükrű állóvizek esetében szembetűnő. A hőrétegzettség leginkább a mélyebb állóvizek jellegzetes tulajdonsága. Sekélyebb vízmedencékben általában csak rövid ideig áll fenn.



23. ábra. Mélyebb tavak hőmérsékleti rétegződése

A hőmérsékleti viszonyok alapján a mélyebb tavakban három réteg alakul ki (23. ábra):

- **fedőréteg (epilimnion)** – hőmérséklete a külső léghőmérséklettel változik;
- **váltóréteg (metalimnion)** – a felső és az alsó réteg közötti néhány méter vastag sáv, a hőmérsékleti viszonyok időszakos változása jellemzi;
- **alsó réteg (hipolimnion)** – hőmérséklete egész évben egyenletes, a mélységgel alig változik.



24. ábra. Az állóvizek téli (A) és nyári (B) hőmérsékleti rétegzettsége



25. ábra. Az áramló vizek folyamatos átkeveredése hátráltatja az összefüggő jégréteg kialakulását.

A Tisza Tiszaújlaknál 2015 januárjában

Fotó: Kolozsvári L.



26. ábra. Jégzajlás idején feltorlódnak a jégtömbök a Tiszán Tiszaújlaknál 2017 januárjában

Fotó: Kolozsvári I.

A 4°C hőmérsékletű víz sűrűsége a legnagyobb, ezért a meder alsóbb régióiban ez halmozódik fel. A rétegzettségi állapot a hőmérséklet évszakai alakulásával együtt változik. Ősszel a víz hőmérséklete a felszín közelében fokozatosan lehűl. Amint elérte a 4°C hőmérsékletet, sűrűségénél fogva a meder alsó régiójába áramlik (24. ábra).

Miután a víz egész tömege 4°C hőmérsékletűvé vált, a lehűlés felülről lefelé halad. Ez a téli, fordított (indirekt, inverz) rétegzettség: felül a jég, alul a 4°C-os víz. A tavaszi felmelegedéskor, amikor a felszínközeli hidegebb vízrétegek elérik a 4°C hőmérsékletet ismét lefelé áramlanak (tavaszi cirkuláció). Nyáron a vízhőmérséklet felülről lefelé csökken. A legfelső felmelegedett réteg úszik az alsó hidegebb, nagyobb sűrűségű víztömegben (direkt rétegzettség).

A vízfolyások hőmérsékleti viszonyainak alakulására jelentős hatása lehet a tengerszint feletti magasságnak, a földrajzi szélességnek, a forrásvidéktől való távolságnak, a vízjárásnak, az éghajlati adottságoknak és az aktuális időjárási viszonyoknak (Angelier 2003). A vízfolyások víztömegének állandó átkeveredése miatt az állóvizekre jellemző függőleges hőmérsékleti rétegzettség szinte soha nem alakul ki, esetleg kismértékben és rövid ideig, emellett a vízfelszín befagyásában is lehetnek egyenetlenségek (25–26. ábra).

Vízszintes síkban vizsgálva akár jelentősebb hőmérsékleti különbségek is adódhatnak, elsősorban a nagyobb kanyarok mederkeresztmetszete mentén, a dús makrovegetációjú partszakaszokon, ill. valamilyen áramlástörő képződmény (pl. növényfolt, uszadék, sarkantyú) árnyékában. Minél kisebb és lassúbb áramlású a vízfolyás, annál nagyobb vizének évszakai és napi hőmérsékleti ingadozása. A hőmérséklet a vízfolyások esetében az egyik legfontosabb háttértényező, ami bizonyítottan hat a vízi szervezetek életritmusára és aktivitására (Lutz 1974; Baker 1979; Spence et al. 1980; Felföldy 1981; Baker és Feltsmate 1989; Corkum és Hanes 1992; Corbet 2003). A szélsőséges hőmérséklet-változásokhoz alkalmazkodott fajokat euritermikusnak, a szűkebb határértékekhez alkalmazkodottakat sztenotermikusnak (melegkedvelő / politermikus, hidegkedvelő/oligotermikus, tartósan hideg körülmények között élő/hipostenotermikus) nevezzük. Vizeink évszakai hőmérséklet-változásai a vízi élőlények fiziológiai változásait, szaporodási körülményeit, viselkedési szokásait is befolyásolják. Az élettani változások hőmérsékletfüggése tekintetében számos kérdés megválaszolatlan még.

A kontinentális vizeket hőmérsékleti szempontból három nagyobb csoportra oszthatjuk:

- a) hideg vizek** – hőmérsékletük 12°C alatti (pl. felszín alatti vizek, hegyvidéki források, patakok vize);
- b) mérsékelt hőmérsékletű vizek** – 12–20°C közötti hőmérsékleti tartományú vizek (pl. alacsonyabb térszínű, nem geotermális forrású vizeink);
- c) hévizek** – 20°C (Magyarországon 30°C) feletti vízhőmérsékletű vizek (pl. felszín alatti geotermális eredetű hőforrások vizei, gejzirek, trópusi területek vizei).

Az egyes fajok hőmérsékleti optimuma szélsőséges határok között mozoghat, így például egy nyáron átmelegedő alföldi pontynevelő tó élőhelyi adottságai (hőmérséklet, oldott oxigén stb.) az oxigéndús hidegebb vizekhez alkalmazkodott sebes pisztráng pusztulásához vezetnének. Sok vízi élőlény tölti a számára kedvezőtlen időszakot nyugalmi állapotban (pl. békés halaink téli elvermelése).

A hőforrásokban elsősorban a magas hőtűrő képességű algafajok és termofil baktériumok találhatnak élettérre. Fagypon alatti hőmérsékleti tartományban is található élőlényeket (általában, algák, baktériumok, gombák, különböző véglények). A jég felszínén energiaigényüket a napsugárzás révén fedezik, ásványi anyagokhoz a csapadék, illetve a szél útján a jég felszínére kerülő porszemcsék révén jutnak.

Négy fő kriobiotóptípust különítünk el:

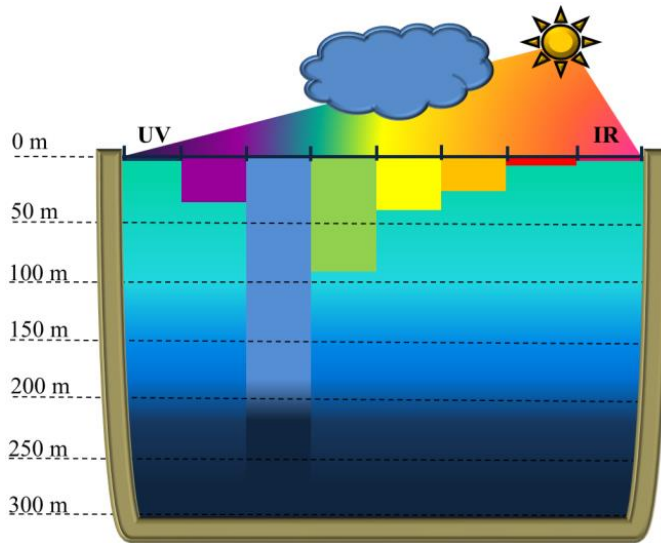
- a) sarki kriobiotóp** – pl. sarkvidéki területek jégfelszíne;
- b) tengeri kriobiotóp** – pl. sarkvidéki tengerek jégfelszíne;
- c) szárazföldi kriobiotóp** – pl. magasabb hegységek gleccserei, időszakos hófoltjai, befagyott tavak, folyók jégfelszíne;
- d) különleges kriobiotóp** – pl. jeges barlangok (Felföldy 1981).

5. A VIZEK FÉNYKLÍMÁJA

A Földre jutó napsugárzás minőségileg három fő tartományra osztható:

- **300–380 nm hullámhosszúságú ibolyántúli sugarak (UV);**
- **380–750 nm hullámhosszúságú látható fény;**
- **750–3000 nm hullámhosszúságú vörösön inneni (IR) sugarak.**

A Napból a Föld felszínére érkező teljes fénysugárzás közvetlen (kb. 80%) és szórt sugárzásra (20%) osztható. A közvetlen és a szórt sugárzás aránya a légkörben található idegen testek (vízpára, por, korom stb.) mennyiségétől, az ég borultságától és a Nap magasságától függ. A vízfelszínre érkező fény bizonyos hányada visszaverődik (reflexió), egy része szétszóródik (diffúzió), vagy elnyelődik (abszorpció). Kisebb napmagasságnál (pl. napkelte, napnyugta) alacsonyabb szögben érik a napsugarak a felszínt, így nagyobb a visszaverődés mértéke. A fényvesztést a fényszóródás és a fényelnyelés összeadódása okozza. A csak egy adott síkban lejátszódó reflexióval szemben a fényszóródás a visszaverődés egy olyan formája, amely esetében a napsugarak a tér minden irányában terjednek. A jelenség kiváltói lehetnek a lebegő részecskék, a vízfelszín fodrozódása és csekélyebb hányadban magukat a vízmolekulák is. Mindezek összhatása a fény egy részét visszairányíthatja az atmoszférába (pl. vakítóan csillogó víz jelensége). Az állóvizek és vízfolyások fényviszonyai évszakosan, napszakosan, sőt a mélységgel is változnak (Felföldy 1981). Tapasztalati úton szennyezésmentesnek akkor tekinthető, ha normál nappali megvilágítás mellett a mederben egy méteres vízmélységnél még jól kivehetők a meder aljzatának részei, opálos víz esetében az áttetszőség kevésbé éles, zavaros víznél a part menti sekélyebb régióban még látszik a mederanyag struktúrája, nagyon zavaros víz esetében viszont szabad szemmel már a mederfenék profilja sem kivehető. Vízfolyások esetében a víz átlátszóságának műszeres mérésére nem mindig van lehetőség. Terepi körülmények között a Secchi-koronggal történő méréssel konkrét értékeket lehet kapni, de a gyorsabb áramlású vízfolyások esetében ennek a használata nehézkes. A szóródás és az elnyelés mértéke függ a vízben oldott szerves és szervetlen vegyületektől, a lebegő részecskék jellegétől és mennyiségétől. A vízbe hatoló fénysugarak hullámhosszuk szerint különböző mélységig juthatnak le. Az ilyen vízben a kék színű sugarak jutnak a legmélyebbre, ezért látszanak a mélyebb, áttetsző vízű tavak és a tengervíz is kéknek.



27. ábra. A napfény különböző hullámhosszú sugarainak elnyelődése az áttetsző tengervízben
(Carothers 2004 alapján szerkesztve)



28. ábra. A Tisza tiszaujlaki holtágának sárgásbarna vize a betorkollásnál keveredik a főág vizével

Fotó: Kolozsvári L.

A fotoszintézisen alapuló primer produkció alapja a fény. A part menti fás növényzet árnyékolása döntően befolyásolja a víz felszínét érő napsugárzás mennyiségét, s így kihat a vízi élővilág szempontjából egyaránt fontos fényviszonyokra és hőmérsékleti adottságokra, ill. a lágy-szárú vegetáció jellegére is (Sweeney 1992). A napsugárzás a növényeknél – a fotoszintézis révén – elsősorban energetikai tényező, az állatoknál viszont más fontos szerepe is van: meghatározza aktivitási időszakukat, segíti tájékozódásukat és szabályozza életritmusuk bizonyos fázisait (Angelier 2003). A fotoszintézis hatékony tartománya 390–710 nm közötti, ami az összes sugárzás 46–48%-a (Felföldy 1981).

Fotikus (trofogén) réteg – a vizek felső, jól átvilágított rétege, ahol a fotoszintézis zajlik.

Afotikus réteg (trofolitikus) – a mélyebb vizek sötét rétege, ahol nincs elég fény a fotoszintetizáláshoz, az autotróf szervezeteket a kemoszintetizálók képviselik, általában a lebontók vannak túlsúlyban.

A mérsékelt övi tengerek fotikus zónája hozzávetőlegesen 40 méter mélységig terjed (trópusi szélességeken kb. 100 méter). Ez alatt található a homályos zóna, majd 200 méter mélység alatt következik a sötét zóna (27. ábra).

A víz színét legpontosabban szűrt mintából állapíthatjuk meg. A víz színe sokféle körülmény együttes hatásának eredője. Elsősorban a víz mélységétől, a hullámzás intenzitásától, a fenéküledék színétől, a hordalék mennyiségétől és szemcseméretétől (28. ábra), a planktonszervezetek típusától, az aktuális felhőborítástól, a domborzati viszonyoktól és a növényborítottság jellegétől függ.

Mindezek mellett a fényvisszaverődés és a fényszóródás mértékét erősen befolyásolja a vízfelszín fodrozódása is. A vízben lebegő szilárd részecskék szesztonszíneződést (pl. löszös hordalék, szőke Tisza), az elszaporodó planktonszervezetek planktonszíneződést, a vízfelszínen úszó algatömeg neusztonszíneződést (pl. vízvirágzás) válthat ki (Felföldy 1981; Dévai et al. 2011). A téli időszakban, a vízfelszínen kialakult áttetsző jégréteg alatt, amennyiben nem takarja vastag árnyékoló hóréteg intenzív fotoszintézis zajlik. A hidegtűrő sztenotermikus algák és az áttelelő hínárfajok biológiai produkciója aktív ebben az időszakban is. Ha nincs elegendő fény, a fotoszintézis nem mehet végbe, amely jég alatti oxigénhiányos állapotot idézhet elő.

6. A VIZEK MOZGÁSA

A felszíni vizek lefolyását a gravitációs erő működteti, a légkör területi nyomáskülönbségeiből eredő szél a horizontális tengeráramlatok, a tólungés, vagy a vihardagály létrejöttében érhető tetten. A Föld forgásából eredő tehetetlenségi erő (Coriolis-erő) és a súrlódási erő módosíthatja a víz-áramlások irányát, de egy víztömeg hőmérsékleti és sűrűségbeli különbségei, az ott élő szervezetek élettevékenysége, a szeizmikus aktivitás is okozói lehetnek tartós vagy időszakos vízáramlások kialakulásának. A vízi közlekedés, gátak létesítése, a vízerőművek turbináinak működése, a mederszabályozási munkálatok következményei, hullámtörő gátak építése jelentősen módosítják a természetes áramlásviszonyokat. Az áramláskedvelő vízi szervezeteket rheofil, az áramlást nem kedvelőket limnofil élőlényeknek nevezjük. A víz periodikus és aperiodikus mozgása hozzájárul a víztömegek átkeveredéséhez, a tápanyagok áramlásához és egyenletesebb eloszlásához.

Az egymással párhuzamos pályákon, különböző sebességgel haladó vízrészecskék rétegzett (lamináris) áramlása a kritikus sebesség elérését követően megváltozik. A részecskék letérnek korábbi pályájukról és összekeveredve turbulens áramlásformát mutatnak. A kritikus sebesség (V) a víz viszkozitásától (ν) és a meder méretétől (L) függ. Értékét a Reynolds-számmal (Re) adhatjuk meg ($Re = VL/\nu$). Természetes körülmények között a vízre ható különböző erők, a meder egyenletlenségei, a vízrészecskék egymást lassító és kitérítő ütközései mind a turbulens áramlások kialakulásának irányába mutatnak.

Megkülönböztetünk periodikus (ritmikus, pl. áramlások) és aperiodikus (aritmikus, pl. hullámozás, tólungés, árapály) vízmozgásokat.

Egy vízmedence esetében nyugalmi állapotról akkor beszélhetünk, ha az alábbi felületek párhuzamosak egymással (Felföldy 1981):

- **a víz felszínéhez viszonyított azonos mélységű síkok;**
- **az azonos nyomású pontokat alkotó felületek;**
- **az azonos hőmérsékletű pontok alkotta felületek;**
- **az egyenlő sűrűségű felületek.**

Ha e felületek bármelyike eltér a vízszintestől, akkor az egyensúlyi állapot visszaállítására irányuló áramlások indulnak meg, melyek gyorsulására kihat a Coriolis-erő, a nehézségi erő, a súrlódási erő és a nyomáskülönbség is.

A felszíni vizek főbb aperiodikus áramlási formái:

- **szél által keltett áramlások (vízszintkilendülés/denivelláció)** – amerről a szél fúj, a víz apad, majd a szél alatti oldalon feltorlódik;
- **sűrűségkülönbségből adódó áramlások** – pl. napszakos vagy évszakos hőmérsékleti különbségekből adódó konvekcióáramlások a tavakban (pl. őszi és tavaszi konvekcióáramlás a hőrétegzett tavakban);
- **hőmérséklet-különbségből adódó áramlások;**
- **koncentráció-különbségből adódó áramlások;**
- **különböző víztömegek találkozása révén kialakuló áramlások;**
- **a domborzat változékonyságából és a nehézségi erő hatására kialakuló turbulens áramlások** – pl. folyók vizének áramlása.

- **Tólungés (seiche)**

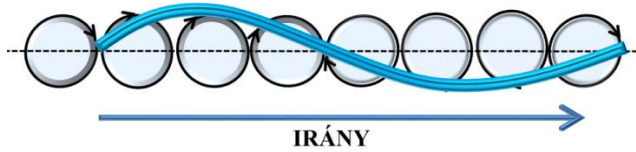
A tólungés (seiche) egy – egy vagy két csomópontú – ritmikus állól hullám. Akkor jön létre, amikor tartós egyirányú szélfújás következtében az áramlás irányába kilendített víztömeg a szél gyengülése, vagy megszűnte után visszaáramlik a széllel ellentétes irányba. Az oda-vissza történő áramlás mértékét nagyban befolyásolhatják a meteorológiai és a geomorfológiai jellemzők.

- **Vízfolyások áramlása**

A vízfolyások vizének áramlása a magasabb térszínektől az alacsonyabbak felé történik. A víz áramlása a meder keresztaszvénnyében nagyon eltérő lehet. A természetes medermorfológiájú vízfolyások esetében a legmélyebb pontok függőlegesében (a sodorvonalban) található a legnagyobb áramlási sebesség (Németh 1954), ami általában jelentősen eltér a parti régióétól. Az áramlási tényezők nagymértékben befolyásolják egy adott élőhely faunájának és flórájának összetételét. A különböző áramlási viszonyokat, ill. a hatásuk alatt álló egyéb tényezőket (pl. szemcseösszetétel, oxigéntartalmat, hőmérsékletet) eltérő mértékben preferálják az egyes fajok képviselői. Az áradások alkalmával fellépő erőteljes kimosó hatás teljesen átalakíthatja a meder viszonyokat. A gyorsáramlású vízfolyások döntően durva mederanyagú sodorvonal-régiójában igen nagy a víz elragadó ereje, emiatt az élőlények többségének megtelepedési feltételei kedvezőtlenek. Az áramlásokból adódó kimosó és elragadó hatás egyes élőlények elsodródását, fizikai sérülését, élőhelyük átrendeződését okozhatja. A parti növények gyökerei, a kiterjedt hínárállományok, a vízi tereptárgyak, medertörések különböző áramlási sebességű tereket alakítanak ki.

- **Hullámozás**

Periodikus vízmozgásnak tekinthető a hullámozás. Kialakulásának oka, hogy az egyensúlyi helyzetben lévő vízrészecske a rá ható erő (pl. légnyomás) következtében kimozdul, majd az így létrejövő rezgési állapot áterjed a szomszédos részecskékre. E folyamat eredményezi a hullám létrejöttét. A részecskék körpályán mozognak. A hullám kiemelkedő részét hullámhegynek, besüllyedő részét hullámölgynek hívjuk.



29. ábra. A vízrészecskék mozgása a hullámozás kialakulásakor

A két szomszédos hullámhegy közötti távolságot hullámhossznak nevezzük. Bár esetenként a jelenség optikailag a vízfolyás hatásának érzetét kelti, ez esetben vízszintes irányú áramlást nem végez a víz. A körpályán mozgó vízrészecskék a mederfenékre ütközve kibillenek stabil mozgásukból, ilyenkor a hullám összeomlik (29. ábra). A hullámok magassága, hosszúsága és frekvenciája a szél sebességétől és hatóidejétől, a szabad vízfelület hosszától, a víz mélységétől és a part közelségétől függ.

Hullámtörésnek nevezzük, amikor a mélyvízű partnak csapódó hullámhegy összeomlik.

Turzásnak hívjuk a sekélyvízű tengerpartra kifutó hullámok által a part előterébe épített homokgátat.

- **Árapály**

Az árapály a Hold és a Nap tömegvonzása következtében kialakuló periodikus vízmozgás. A Hold a Föld belsejében található közös tömegközéppont körül forog. Az árapályt a forgásból adódó centrifugális erő és a Hold tömegvonzása alakítja, emiatt határfoka a Föld két ellentétes oldalán általában ugyanakkora. A Nap jóval nagyobb méretű a Holdnál, viszont a Hold közelebb található a Földhöz, így hatása az árapály tekintetében kétszer erősebb a Napénál. Az apály és a dagály átlagosan 6 óránként váltja egymást. Holdtöltekor és újholdkor a Hold, a Föld és a Nap egy képzeletbeli tengely mentén helyezkedik el. A Nap és a Hold egymás erőhatásait felerősítik és az átlagosnál nagyobb dagályhullámot idéznek elő (szökőár). Az első és utolsó negyed idején a Nap és a Hold derékszögben áll a Földhöz

képest, így gyengítik egymás hatását, ilyenkor a dagályhullám mérsékeltebb (vakár). Az apály és a dagály vízszintkülönbsége a világóceán különböző részein a tengerpart és a tengerfenék jellegéből következően nem egyforma. Néhány centimétertől (pl. Zadar, 50 cm) több méterig (pl. Fundy-öböl, 21,3 méter) is változhat az ugyanazon területen apály és dagály idején mérhető vízszintkülönbség. A kontinentális vizeknél, azok kisebb kiterjedése miatt maximum centiméteres eltérések mutatkozhatnak. Egyes felszín alatti források vízáadó kapacitása az árapályjelenség váltakozását követő eltéréseket mutat (Bräger et al. 2014).

- **Tengeráramlatok**

Tengeráramlatok: a földi légkörzés tartósan egy irányba fújó szelei által keltett vízáramlások, melyeket a Föld forgásából adódó Coriolis-erő, a súrlódási erő, a kontinensek és a tengerfenék domborzata eltéríthet, sajátos áramlásrendszert hozva létre.

Lehetnek horizontális (felszíni vagy felszín alatti) és vertikális (felszálló vagy leszálló) irányúak. Elkülönítünk hideg és meleg áramlásokat. A felszíni áramlatok az északi féltekén az óramutató járásával megegyező, a déli féltekén azzal ellentétes irányba térülnek el. Vizük általában a felszíntől számított körülbelül 100 méteres mélységig áramlik. A tengervíz hőmérséklete, oldott sótartalma és sűrűsége nem egységes a világóceánban. A leszálló és felszálló áramlatokat mozgó termohalin cirkulációt a vizek eltérő sűrűsége generálja. A tengeráramlások bizonyítottan hatnak az általuk érintett területek éghajlatára. A Golf-, illetve Észak-atlanti-áramlat révén északra szállított melegebb trópusi víztömeg jelenléte Európa szempontjából komoly éghajlatformáló tényező. A fokozatosan lehülő víztömeg sűrűsége növekszik és Grönland térségében leszálló tengeráramlatot képezve lesüllyed a tengerfenékre. Az így kialakuló oxigénben gazdag mélytengeri víz ezt követően déli felé áramlik. Mélytengeri víz délen, az Antarktisz térségében is képződik. A felszíni és felszín alatti tengeráramlások biológiai szempontból nagyon fontosak, lehetővé teszik a világóceán térszínei közötti anyag és energiaáramlást (Bräger et al. 2014).

7. A VÍZFOLYÁSOK TIPOLÓGIÁJA

7.1. Tipológiai alapvetés

Bármely tipológia megalkotásánál kiinduló és egyben alapvető kérdésként merül fel, hogy milyen szerepe legyen a megismerés két fő fázisának a típusok kiválasztásánál. Minden természeti egység (entitás) rendelkezik ugyanis olyan – egyedi sajátosságok formájában megnyilvánuló – jegyekkel, amelyek alapján egymástól elkülöníthetők. Ez a tény attól függetlenül érvényes, hogy az elkülönülés a külső szemlélő számára többé vagy kevésbé, ill. jól vagy rosszul érzékelhető, s így könnyen vagy nehezen kideríthető és tanulmányozható.

A szakemberek az analitikus eljárásokkal mindig az ilyen egyedi sajátosságokat igyekeznek feltárni, hogy ezek révén az entitást azonosítani és jellemezni tudják. Ezáltal lényegében leképezik a természet rendkívüli sokféleségét. Ahhoz azonban, hogy ebben a szédítő kavalkádban eligazodhassunk, a megismerés szintetikus szakaszába kell átlépnünk. Feltétlenül szükség van arra is, hogy ne csak keressünk, hanem találjunk is olyan jegyet, amelyek segítségével az ezeket hordozó egyedi egységek – különböző csoportképzési eljárások alkalmazásával – közösségek formálhatók. Ezáltal nyílik ugyanis lehetőség a természet végtelen sokféleségében való könnyebb eligazodásra.

A lehetséges csoportosítások száma viszont ugyanannál az objektumcsoportnál is különbözhet, főként attól függően, hogy milyen közösségformáló sajátosságokat választunk rendező elvnek. Azt azonban soha nem szabad szem elől téveszteni, hogy ez a szintetikus művelet mindig absztrakció, aminek az eredménye a természetben már nem létezik. Létezőnek csak az adott csoporthoz tartozó valós egységeket lehet tekinteni függetlenül attól, hogy ezek mindig hordoznak legalább egy, de néha több olyan közös jegyet, amelyek lehetővé teszik a megfelelő csoportba sorolást. A végtelenül sokféle egyedi víztér típusokba rendezése során szerzett tapasztalatok azt mutatták, hogy ezt az analitikus/szintetikus műveletpár szerinti megközelítést a víztértipológiában és a vízterek sajátosságainak feltárásában is érvényesíteni kell. Ennek a kettőségnek a felismerése a magyarországi hidrobiológiában már nagyon korán megtörtént, amint azt Varga Lajos két kitűnő dolgozata is tanúsítja. Az egyikben (Varga 1952) arról számol be, térben és időben is kellően részletes vizgálatsorozatai alapján, hogy a mesterséges halastóroszatok „minden

egy-*ta*va *különálló biológiai egység* (holocönoid) még akkor is, ha egy-*ma*sba van lefolyásuk, s csupán 2–3 m széles gát választja el őket egy-*ma*stól”. Éppen ennek a kifejezett egyediségnek a megtapasztalása ösz-*ta*nította arra, hogy széles körű és nemzetközi kitekintésű irodalmi elő-*ta*nulmányok után javaslatot tegyen egy átfogó, s egyértelműen a hazai sa-*ta*játosságokat előtérbe helyező tótipológiára (Varga L. 1954). Varga Lajos azonban arra is felhívta a figyelmet, hogy a lehetséges csoportosítások száma ugyanannál az objektumcsoportnál is különbözhet, főként attól függően, hogy mi a rendező elv, azaz milyen közösségformáló sajátos-*ta*gok alapján történik a csoportosítás. Érthető tehát, hogy a nemzetközi és a hazai ’víztipológiában’ is számos csoportosítással találkozhatunk (Dé-*va*vai 1976). A továbbiakban – Varga Lajos szellemiségét követve – egy olyan általános víztér-tipológia ismertetésére kerül sor (Dévai 1976, 1997; Dévai et al. 2001), amit alkalmasnak tartunk arra, hogy tágabb pát-*ri*ánk, a Kárpát-medence, ill. más terminológia szerint a pannon biogeog-*ra*fiai régió (Demeter 2002) vagy pannon ökorégió (Horváth et al. 2003) sajátos viszonyait (Varga Z. 1995; Borhidi 1997) hűen visszatükrözze, s így nemcsak biogeográfiai, hanem hidroökológiai szempontból is a le-*he*tő legjobb és legátfogóbb eligazodási feltételeket biztosítsa.

Számos kedvezőtlen tapasztalat tanúsítja, hogy milyen nagy elmé-*le*ti félreértések és gyakorlati kudarcok származhatnak abból, ha a külön-*bö*ző indítatású tipológiák egyes kategóriáit – a kiindulási alapelvet figyel-*me*n kívül hagyva – egységes egésszé kívánjuk összeolvasztani. Ehelyett sokkal inkább arra kell törekedni, hogy a rendező elvet mindig pontosan megadjuk, és az ennek megfelelő fő kategóriákat egyértelműen elkülönít-*sü*k. A vízfolyások esetében ahhoz, hogy az egyes típusokat kielégítően jellemezhesük, háromféle szempont szerinti kategorizálást tartunk szük-*sé*gesnek. Közülük az elsónél a szemléleti alap ökológiai, a rendező elv az élőhely, a másodiknál a szemléleti alap hidrageográfiai, a rendező elv a víztér, a harmadiknál pedig a szemléletmód hidrológiai, a rendező elv a vízforgalom (2. táblázat).

A továbbiakban a vízfolyásokat ezekbe a keretekbe illesztve kíván-*ju*k ismertetni, legfontosabb sajátosságait pedig ezek függvényében be-*mu*tatni és értelmezni. Először azonban meg kell ismerkedni e fogalom-*re*ndszer ténylegesen létező alapelemeivel ahhoz, hogy a különböző szak-*ma*i szempontú tipológiák egymásra vonatkoztatásánál kellő körültekinté-*se*ssel tudjunk eljárni.

2. táblázat. A három különböző szemléletmódú és rendezési alapelvű, de szoros és érdemi kapcsolatban lévő tipológia fő kategóriái.

Ökológiai (élőhelyközpontú) tipológia		
Vízi (akvatikus) élőhelyek	Vizes (szemiakvatikus) élőhelyek	Szárazföldi (terresztris) élőhelyek
Hidrogeográfiai (víztérközpontú) tipológia		
Felszíni vizek	Források	Felszín alatti vizek
Hidrológiai (vízforgalom-központú) tipológia		
Állandó (eusztatikus) vízforgalom	Átmeneti (szemisztatikus) vízforgalom	Változó (aszztatikus) vízforgalom

7.2. A hidroszféra tipizálási alapegységei és jellemzésük

7.2.1. A víztér és a víztest

A földi vízkészlet egyrészt a földkéreg (litoszféra) felületi mélységeiben, másrészt annak üreg-, hézag- és pórusrendszereiben található, s ott többnyire valamilyen jól körülhatárolható módon helyezkedik el (azaz megjelenési formája végső soron diszkrét). A vízkészletnek ezeket a körülhatárolható, azaz önállóan tekinthető egységeit, azaz a földkéregnek a vízzel folyamatosan kitöltött részeit nevezzük **víztérnek**.

A nagyobb vízterek esetében (mint pl. a Balaton, a Velencei-tó, a Kunkápolnási-mocsár, Tisza) gyakran merül fel igény kisebb, valamilyen szempontból – elsősorban küllemileg (habituálisan) – jól elkülönülő vagy elkülöníthető egységek megjelölésére, amelyeket **víztesteknek** nevezünk (30. ábra). Ezeket gyakran önálló névvel is jelölik [mint a Balaton egyes medencéit (Keszthelyi-, Szigligeti-, Középső- és Északkeleti- vagy Siófoki-medence) vagy az azon belüli nagyobb öblöket (pl. Bázisai-öböl, Fűzfői-öböl); a Velencei-tó jellegzetes tisztásait (pl. Nagy-tisztás, Lángi-tisztás); a Kunkápolnási-mocsár találóan elnevezett fenekét (pl. Nagy-Darvas-fenek, Csukás-fenek).

Ez a két fogalom – hagyományainktól (Mosonyi 1959) eltérően – az Európai Unió Víz Keretirányelvének (EU VKI) bevezetése óta (European Union 2000) a hazai szóhasználatban szerencsétlenül és nagyon zavaróan összemosódott.



30. ábra. A vízter és a víztest, ill. a vízi és a vizes élőhely fogalmainak egymáshoz viszonyított és egymáson belüli értelmezése

A VKI hivatalosnak tartott nyelve (angol) ugyanis ugyanazt a kifejezést (water body) használja mindkét fogalom megjelenítésére, s csak a szövegösszefüggésből lehet megállapítani, hogy melyikről van szó. Hidroökológiai szempontból viszont igen nagy szükség van a két fogalom elkülönítésére, elsősorban bennfoglaló (enkaptikus) jellegük miatt, nemcsak vízter-tipológiai, hanem élőhely- és vízforgalom-tipológiai szempontból is. Éppen ezért bátran használjuk a magyar nevezéktanban meglévő két kifejezést tartalmuknak megfelelően. Az állóvízi példához hasonlóan a vízfolyásoknál is jól elkülöníthető jellegzetes víztestek, csak itt elsősorban a folyás mentén. Ilyenek például a Tisza – mint vízter – egyes szakaszai (pl. Felső-, Közép- és Alsó-Tisza). De ökológiai szempontból a Közép-Tiszán – mint víztesten – belül további víztestek elkülönítése is lehetséges, mint például a tiszalöki és a kiskörei duzzasztott szakaszok, ill. a Kiskörei-vízlépcső alatti Tisza-szakasz, amelyek mindegyikének egyedi ökológiai karaktere van. Az eredeti magyar szavak következetes használata a biztosíték arra, hogy a bennfoglaló jelleg jól megjeleníthető, a tipológiai bizonytalanság pedig megszüntethető legyen.

7.2.2. *A meder és a part*

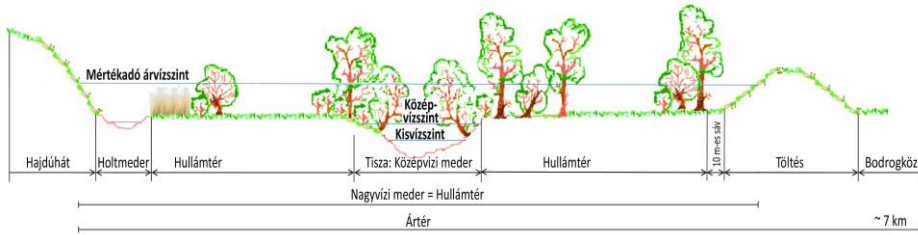
A földkéreg felületi mélyedéseiben elhelyezkedő vizek pontos jellemzéséhez feltétlenül szükség van két kulcsfogalom szakmailag hiteles ismeretére és azok következetes használatára. Azt a természetes vagy mesterséges eredetű mélyedést, amelyben a víz helyet foglal, **medernek** nevezzük. A vízfolyások esetében gyakran használják a meder megfelelőjeként (szinonimájaként) az ágy (pl. folyóágy) kifejezést is. A meder határa a földkéreg felé az alapkőzet. Ebből egyértelműen következik, hogy a meder nem minden esetben a folyékony és a szilárd fázis határán végződik, mivel az alapkőzet feletti, különböző állagú és vastagságú üledékréteg még a meder szerves részének tekintendő. Emiatt nagyon figyelni kell a **mederfenék** és a **vízfenék** szavak helyes és egyértelmű használatára, hiszen a mederfenék csak abban az esetben, ill. a víztérnek csak azon a részén esik egybe a vízfenékkal, ahol a víz az alapkőzettel érintkezik. Üledék jelenléte esetén a vízfenék és a mederfenék közötti szintkülönbség az üledékréteg vastagságának felel meg. A légkör felé a víz különleges tulajdonságú felszíni hártájaja, a **vízfelület** (helytelen szóhasználat: víztükör) képezi a határt. A vízfelület helyzete szinte soha nem állandó, hanem folytonosan változik (vagy, ahogy még mondani szokták, a vízszint állandóan ingadozik). A szárazföld és a víztükör érintkezési vonalát (köznapi értelemben a szárazföldnek a vízzel, ill. a víznek a szárazfölddel határos részét, azaz a 'szélét') **partnak** nevezzük. Ez a megfogalmazás azonban rendszerint csak egy adott időpillanatban (vagy legalábbis rövid ideig) fennálló állapotot tükröz. A szinte folytonos vízszintingadozás miatt ugyanis a partvonal helyzete állandóan változik, s az eltolódás mértéke viszonylag rövid időtávon belül is jelentős, akár több méter is lehet (amint azt pl. a Tisza esetében gyakran lehet tapasztalni). Elvileg tehát a part a legmagasabb és a legalacsonyabb vízálláskor megállapított partvonalak közötti területet jelenti, azaz a part valójában egy többnyire változó szélességű és kiterjedésű sávként értelmezhető, amit ezért a hétköznapi szóhasználatban gyakran **partszegély**ként emlegetnek.

7.2.3. *A hullámtér és az ártér*

A vízszint ingadozásai miatt, amelyek vízfolyásainkon igen jelentősek is lehetnek, a meder nem állandó, a mérete folyton változik, s ezért meg szokták különböztetni a három jellegzetesebb vízszinthez tartozó ún. kisvízi, középvízi és nagyvízi medret. Ennek a hármas felosztásnak a

vízfolyások esetében igen nagy jelentősége van mind elméleti, mind gyakorlati szempontból.

Kisvíz és középvíz esetén a víztömeg magában a 'folyóágban' helyezkedik el, ilyenkor tehát a meder és a part klasszikus fogalmi különbség alapján is jól értelmezhetők. A kisvízi és a középvízi medernek elsősorban a rekreáció, a vízi közlekedés és a vízgazdálkodás (ön-tözés, belvízlevezetés) szempontjából van nagy jelentősége.



31. ábra. A meder, a hullámtér és az ártér összehangolt értelmezésének vázlatos bemutatása a Tisza mente Tímár község körzetéhez tartozó keresztmetszében, a bal parti oldalon a nagyvizeknek útját álló Hajdúhát magasabb térszínével, a jobb parti oldalon pedig az árvizek ellen töltéssel védett Bodrogköz lapos síkságával

Egészen más a helyzet nagyvizek, különösen a folyóágból kilépő árvizek esetén. A folyóágyon kívül fekvő, a nagyvizek alkalmával feltételesen előnethető teljes területet **ártér**nek nevezünk, míg az ártérnek a töltésekkel (helytelenül: gáttakkal) leválasztott részét **hullámtér**nek tekintjük (31. ábra). Ezeknek a mérete egy szűk hegyvidéki völgyben futó vízfolyás esetében elég csekély (legfeljebb néhány száz méter), a sík vidéki vízfolyásoknál viszont igen tekintélyes is lehet (pl. a Tisza Tisza-bercel és Gávavencsellő közötti szakaszán a hullámtér 825–2250 m széles, az ártér viszont a Nyírség peremétől a Zempléni-hegység lábáig terjed, s így közel 20 km széles). A nagyvízi medernek döntően árvízvédelmi, s ezzel összefüggésben természetesen gazdasági, továbbá természet- és környezetvédelmi téren van komoly jelentősége.

A vízfolyás-hullámtér-ártér hármasszerű összefüggő egységként kezelése napjainkban egyre inkább felértékelődik. A korszerű, integrált vízgyűjtő-gazdálkodási szemlélet szerinti felmérések alapelveit, módszereit és fontosabb eredményeit konkrét példákkal is bemutató **RESI** (River Ecosystem Service Index – magyar változatban: Vízfolyások Ökoszisz-

téma-szolgáltatási Mérőszáma) projekt ugyanis már teljesen egyértelműen ezt a felfogást képviseli (Podschun et al. 2018). A RESI keretében a vizsgálati terület lehatárolása az eddigiektől lényegesen eltérő módon történik.

A felmérési terület nem korlátozódik csak a vízfolyás medrére, hanem a partszegélyt, a teljes hullámteret (azaz a nagyvízi medret, a RESI nevezéktana szerint: jelenlegi hullámtér), sőt a teljes ártérnek a hullámtéren túli részét (a RESI nevezéktana szerint: régi hullámtér) is magában foglalja. A vizsgálatok sem csak egy-egy keresztshelvényben történnek, hanem a célorientáltan kiválasztott szakaszokon belüli szelvényekben (a mintaként bemutatott szakasz 7 szelvényből áll, 31. ábra), s ezek mindegyikében, és a mindkét oldali teljes meder-part-hullámtér-ártér szelvény mentén meg kell történnie a teljes felmérésnek.

7.3. Ökológiai szemléletű élőhely-tipológia

Az ökológia viszonylag fiatal tudományága a biológiának. Amikor azonban a múlt század második felében nyilvánvalóvá vált, hogy bolygónk – főként civilizációs eredetű – állapotromlásának üteme egyre gyorsul, s kiderültek ennek káros következményei, az ökológiai szemlélet egyre inkább teret hódított, s így az ökológia tudománya is az érdeklődés homlokterébe került. Ebből következően viszont tematikáját, feladatát és hatáskörét illetően komoly értelmezési különbségek adódtak (Jakucs et al. 1984), s fogalomrendszere is félreértésekkel jócskán terhelte. Sajnálatos, hogy a számos területen régóta szükséges fogalmi letisztulás egyre késik, s az új értelmezések, bármennyire megalapozottak is szakmailag, nagyon nehezen jutnak érvényre. Pedig erre több tekintetben is nagy szükség lenne, hiszen René Descartes találó megfogalmazását alapul véve ahhoz, „hogy az igazsághoz eljussunk, legalább egyszer az életben meg kell szabadulnunk minden készen kapott véleményről, és alapjaitól kezdve kell újraépítenünk ismereteink teljes rendszerét”. Egy ilyen igazi és nagyon sürgető paradigmaváltást igényelne az általános élőhely-tipológia átalakítása és elfogadása.

A korábbi ökológiai felfogás az élőhelyeknek két fő típusát különítette el: a vízi (akvaticus) és a szárazföldi (terresztris) élőhelyeket. Két amerikai kutató, Mitsch és Gosseling (1993) úttörő jelentőségű könyve nyomán viszont napjainkban egyre inkább teret hódít az a nézet, hogy Smith (1996) szavaival élve van egy „félúton lévő világ a szárazföldi és

a vízi ökoszisztémák között, amely mindkettőnek a jellegzetességét mutatja”. Ugyanakkor azonban az is bebizonyosodott, hogy a két határoló közeg törvényszerűségei nem érvényesek rájuk maradéktalanul, sajátos szerkezeti és működési feltételeiket csak rájuk jellemző jelenségek és történések határozzák meg. Ezt a harmadik, köztes helyzetű, de mindenképpen fő élőhelytípust angolul ’wetland’ névvel illetik, aminek a magyar terminológiában a vizes (szemiakvatikus) élőhely felel meg. Ezeket a világ szinte minden részén a táj legfőbb jellegzetességei közé sorolják, területileg azonban napjainkra jelentősen megfogyatkoztak, állapotuk többnyire erősen leromlott, s így a legjobban veszélyeztetett élőhelyek közé kerültek. A három fő élőhelytípust a következőképpen lehet egymástól egyértelműen és megbízhatóan elkülöníteni, természetesen a panon ökorégió adottságainak kitüntetett figyelembevételével.

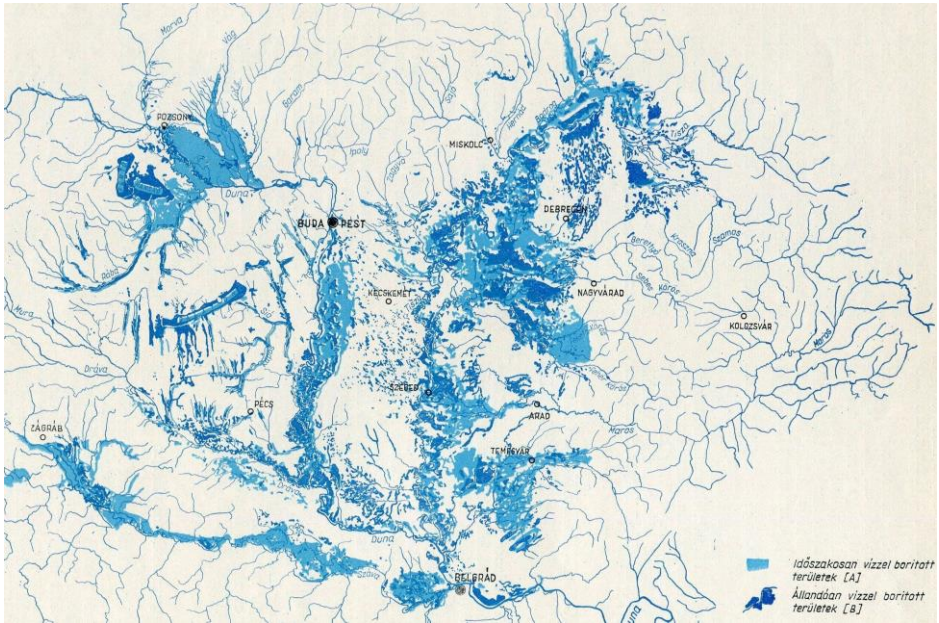
Vízi (akvatikus) élőhelyeknek tekintjük azokat a természeti egységeket vagy azok meghatározott részeit, amelyeknek a középvízállásra vonatkoztatott felületarányos átlagmélysége a két métert meghaladja, s bennük makrovegetáció nem található.

Vizes (szemiakvatikus) élőhelyeknek tekintjük azokat a természeti egységeket, amelyeknek felületarányos átlagos vízmélysége – középvíz-állás esetén – a két métert nem haladja meg, az ennél mélyebb vizeknek pedig azokat a részeit, amelyeknek legalább egyharmadát makrovegetáció (hínár- és/vagy mocsári és/vagy szegélynövényzet) borítja vagy kíséri, továbbá azokat a természeti egységeket, ahol olyan hidromorf talajok találhatóak, amelyeknek felső rétege tartósan vagy legalább hosszabb időtartamig vízzel átitatott, s ezért jellegzetes, többnyire nagy vízigényű vagy jó víztűrésű növényállományokkal (nádasokkal, magasásosokkal, láp- és mocsárrétegekkel, mocsári gyomtársulásokkal, iszap- és zátonynövényzettel, nedves és vakszikesekkel, láp- és mocsárrdőkkel, bokorfüzesekkel, puha- és keményfa-ligeterdőkkel, égerligetekkel), ill. azok jól felismerhető maradványaival jellemezhetők.

Szárazföldi (teresztris) élőhelyeknek tekintjük azokat a természeti egységeket, amelyeknél a felszínen szabad víztükör, a talaj felső rétegében pedig vízzel való átitatás tartósan egyáltalán nem fordul elő, vagy csak legfeljebb időszakosan és rövid ideig (pl. nagyobb esőzések alkalmával) észlelhető, s ezért közepes vagy kis vízigényű, a szárazságot jól elviselő növényállományokkal (pl. félszáraz és száraz gyepekkel, üde és száraz lomboserdőkkel, fenyőerdőkkel), ill. azok jól felismerhető maradványaival jellemezhetők. Az előbbi fogalommeghatározásokból kitűnik,

hogy a szárazföldi élőhelyek vannak túlsúlyban (~65%), a vízi élőhelyek részaránya viszont nagyon csekély (<5%, ide sorolható például a Balaton, a Duna, a mélyebb bányatavak és hegyvidéki tározók medrének jelentős része).

Nagyon tanulságos az élőhely-tipológiai paradigmaváltás szükségességének megítéléséhez rátekinteni a Kárpát-medencének arra a térképére (Ihrig 1973), ami a tartósan vagy időszakosan vízzel elöntött területeket ábrázolja a folyószabályozások előtt (32. ábra). A térképet szemlélve kiderül, hogy a Magyarország területének közel egyharmadát (~30%), az Alföld területének pedig több mint felét (~55%) eredendően a vizes élőhelyekhez tartozónak kell tekinteni, amit a természetes növénytakarót ábrázoló térkép (Zólyomi 1981) is megerősít.



32. ábra. Állandóan és időszakosan vízzel borított területek a Kárpát-medencében a XVIII. század végén, a magyar vízszabályozási munkálatok megkezdése előtt [Ihrig (1973) nyomán]

E helyzetképet illetően az ármentesítés nem hozott változást tipológiai szempontból, ahogy ezt az ún. belvizes időszakokban valójában meg is tapasztaljuk. Ezt az adottságunkat nemcsak természet- és környe-

zetvédelmi, hanem vízgazdálkodási és mezőgazdasági szempontból is érdemes lenne elfogadni, s a jövőt illetően komolyan fontolóra venni. Az élőhely-tipológiai paradigmaváltásnak a közeljövőben azért is mindenképpen meg kell történni, mert Szöllösi-Nagy András találó érvelése szerint a „klímaváltozás legfőképpen a vízről szól, ugyanis a felmelegedés súlyosan érinti a Föld hidrológiai ciklusát” (Paulik 2018). Csak új szemlélettel lehet tehát egy egységes vízgazdálkodási koncepciót, az árvíz, a belvíz és az aszály elhárítására irányuló közös stratégiát kidolgozni, ami az ellenük való eredményes védekezés legfőbb záloga. Ez a szemléletváltás különösen a Kárpát-medence alföldi területei szempontjából kulcsfontosságú, de az utóbbi időben számos példa mutatja, hogy a szélsőséges időjárási események gyarapodása és erősségük fokozódása miatt domb- és középhegységi területeinken is időszerű.

7.4. Hidrogeográfiai szemléletű víztértipológia

Minden hidroökológiai célkitűzésű és tematikájú munka kiindulópontjának a víztér-tipológiai alapozást kell tekinteni (Dévai et al. 1992^{a,b}, 1999). Ennek ismeretében lehet ugyanis az élőlények előfordulási viszonyait valósághűen feltárni és átfogóan értékelni, ill. az élőhelyek állapotról megalapozott és mértékadó véleményt alkotni. Ezért a vízterek esetében nemcsak a helyrajzi (topográfiai) értelemben vett lelőhelyet (lokalitást, azaz a víztér nevét és közigazgatási hovatartozását), hanem az életfeltételeket biztosító élőhely (biotóp) általános sajátosságait is fel kell tárni és figyelembe kell venni.

A **szárazföldi (kontinentális) vízterek** három fő csoportba sorolhatók: felszíni vízterek, források, felszín alatti vízterek. A felszíni víztereknek két fő csoportja van (állóvizek és vízfolyások), s mindkettő számos egyedi típust tartalmaz (Dévai 1976; Dévai et al. 2001).

Vízfolyásoknak azokat a szárazföldi mélyedésekben előforduló víztereket nevezzük, amelyeknek víztömege a mederben – a hordalékkal együtt – a legkisebb ellenállás irányába (azaz a nehézségi erő hatására – többé-kevésbé határozottan – a magasabbról az alacsonyabb hely felé) halad. Ennek a fő víztértípusnak a megjelölésére az áramló vagy folyóvizek elnevezést is szokták alkalmazni, ezeknek a kifejezéseknek a használatát azonban kerülni kell, mivel az áramlás és a folyás mint fizikai jelenségek, nem kizárólagosan erre a víztípusra jellemzőek.

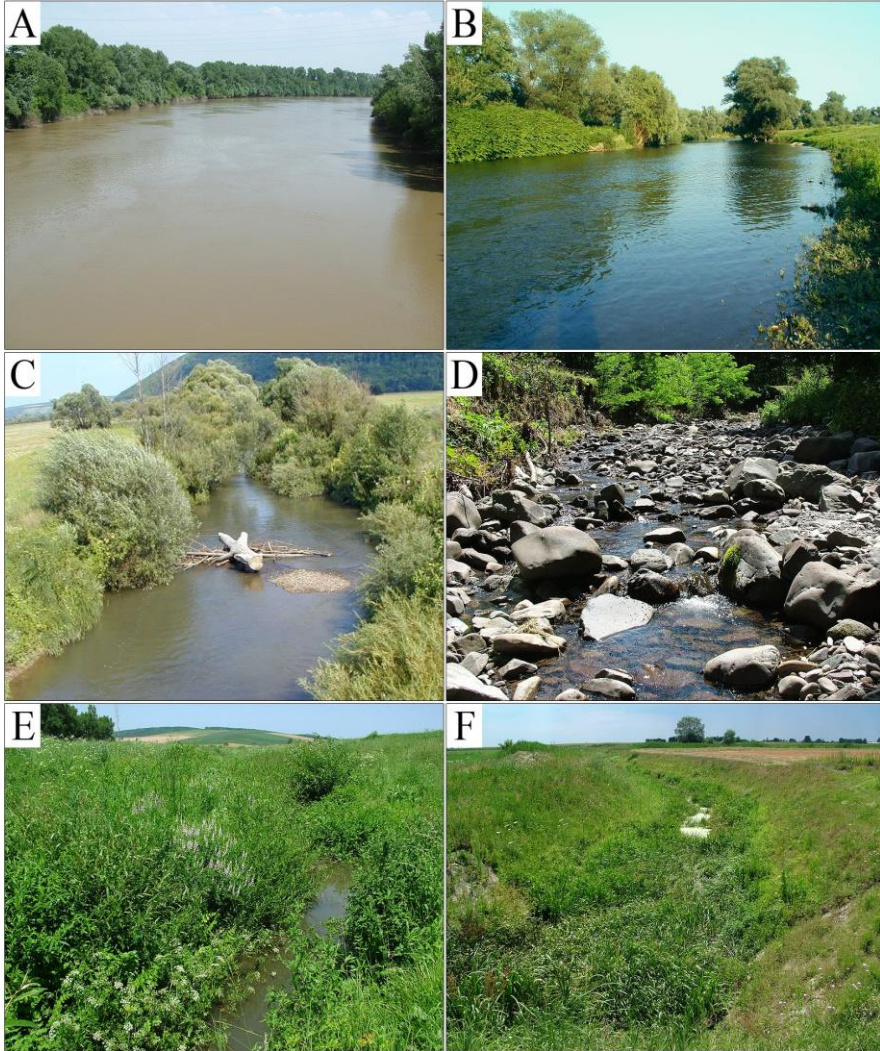
A 33. ábra néhány Kárpát-medencei vízteret (Tisza, Sajó, Bódva, Kemence-patak, Ceredi-Tarna, Konyári-Kálló) mutat be, amelyek mind vízfolyások, tehát ugyanabba a fő víztértípusba tartoznak. Ezek a vízterek azonban – még a hétköznapi ember számára is jól érzékelhetően – jelentős mértékben különböznek egymástól, ezért a fő kategórián belül is szükséges típusokat elkülöníteni.

A vízfolyásoknak hét természetes típusa van.

A **folyamok** hatalmas vízgyűjtő területű, igen nagy vízhozamú, közepes vagy kis esésű, széles, de ugyanakkor mély medrű, általában eu- vagy szemisztatikus (esetleg arid vidékeken asztatikus) típusú vízfolyások, amelyek egy-egy vízrendszer utolsó tagjaként rendszerint tengerekbe (beltengerekbe), ill. óceánokba ömlenek. A folyamok vízgyűjtő területe nagyobb mint $500\,000\text{ km}^2$, átlagos vízhozamuk nagyobb mint $2\,500\text{ m}^3/\text{s}$, hosszúságuk nagyobb mint $2\,500\text{ km}$. A Föld számos folyama elég közismert, mint például Európában a Duna, a Rajna, a Volga; Ázsiában az Ob, a Jenyiszej, a Lena, az Amur, a Huang-he, a Yangzi Jiang (Jangce), a Mé-Kong, a Ganga (Ganges), a Sindh (Indus), a Nahr al-Furat (Eufrátesz); Észak-Amerikában a Mississippi, a Mackenzie, a Yukon; Dél-Amerikában az Amazonas, a Paraná; Afrikában a Nilus, a Niger, a Kongó, a Zambezi; Ausztráliában a Murray; a Kárpát-medencei vízfolyások közül egyedül a Duna tartozik ebbe a kategóriába (Gönyűtől kezdve).

- A **nagyfolyók** (33. ábra, A kép) hossza $1000\text{--}2500\text{ km}$, vízgyűjtő területük $100\,000\text{--}500\,000\text{ km}^2$, vízhozamuk $400\text{--}2500\text{ m}^3/\text{sec}$ közötti.
- A **közepesfolyók** (33. ábra, B kép) hossza $250\text{--}1000\text{ km}$, vízgyűjtő területük $10\,000\text{--}100\,000\text{ km}^2$, vízhozamuk $50\text{--}400\text{ m}^3/\text{sec}$ közötti.
- A **kisfolyók** (33. ábra, C kép) hossza $50\text{--}250\text{ km}$, vízgyűjtő területük $500\text{--}10\,000\text{ km}^2$, vízhozamuk $5\text{--}50\text{ m}^3/\text{sec}$ közötti.

Nézzünk konkrét példát arra (Lajter et al. 2010), hogy a három típusmeghatározó tulajdonság szerint a folyók átfogó típusának melyik kategóriájába tartozik a Tisza, ill. a vízrendszeréhez tartozó néhány víztér (3. táblázat). A Tisza esetében valamennyi mért vagy számított adat az adott településre vonatkoztatva értendő, de a vízhozamadatoknál a vásárosnaményi a Szamossal, a tokaji a Bodroggal, a szolnoki a Zagyvával, a csongrádi a Hármaskörössel, a szegedi pedig a Marossal együtt. A mellékfolyók esetében a hosszúságra és a vízgyűjtő terület nagyságára vonatkozó adatok a Tiszába torkollásukig értendők.



33. ábra. A fontosabb vízfolyástípusok egy-egy jellegzetes képviselőjének látképe
Fotók: Dévai Gy. és Miskolczi M.

3. táblázat. A Tisza hét magyarországi szakaszának és kilenc főbb mellékfolyójának tipizálási alapadatai és víztér-tipológiai besorolásuk

Folyó/hely	Tipizálási tulajdonság					Típusbesorolás			
	H	Vt	KQ	KÖQ	NQ	H	Vt	KÖQ	Σ
	km	Km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s				
Tisza/Tb	218	9 170	29	190	3 400	Kif	Kif	Köf	Köf
Tisza/V	278	29 055	45	330	3 770	Köf	Köf	Köf	Köf
Tisza/T	419	49 449	53	464	4 000	Köf	Köf	Nf	Köf
Tisza/Tp-P	478	62 730	61	530	4 200	Köf	Köf	Nf	Köf
Tisza/Szo	628	73 113	65	546	3 770	Köf	Köf	Nf	Köf
Tisza/Cs	720	102 991	72	652	4 130	Köf	Nf	Nf	Nf
Tisza/Sze	789	138 399	95	810	4 700	Köf	Nf	Nf	Nf
Túr	95	1 262	0,14	9	300	Kif	Kif	Kif	Kif
Szamos	408	15 881	15	120	1 350	Köf	Köf	Köf	Köf
Kraszna	193	3 142	0,04	7	260	Kif	Kif	Kif	Kif
Lónyay-fcs	91	1 958	0,01	2	40	Kif	Kif	Kvf	Kif
Hármas-Körös	364	27 537	4,7	105	1 150	Köf	Köf	Köf	Köf
Maros	766	30 332	22	155	1 800	Köf	Köf	Köf	Köf
Bodrog	267	13 579	4	122	1 250	Köf	Köf	Köf	Köf
Sajó	229	12 708	5,7	66	700	Kif	Köf	Köf	Köf
Zagyva	179	5 677	0,24	10	254	Kif	Kif	Kif	Kif

Rövidítések és megjegyzések

Fejléc: H = a vízfolyás teljes hossza (a leghosszabb forrássággal együtt); Vt = a vízfolyás teljes vízgyűjtő területe (valamennyi forráságával és mellékfolyóéval együtt); KQ = kisvízi hozam; KÖQ = középvízi hozam; NQ = nagyvízi hozam

Vízfolyások: Lónyay-fcs = Lónyay-főcsatorna

Települések: Tb = Tiszabecs; V = Vásárosnamény; T = Tokaj; Tp-P = Tiszapalkonya és Polgár; Szo = Szolnok; Cs = Csongrád; Sze = Szeged;

Víztértípusok: Kvf = Kisvízfolyás; Kif = Kisfolyó; Köf = Közepesfolyó; Nf = Nagyfolyó

A mellékfolyók vízhozamadatai esetében a mérőhelyek a következők. Túr: Garbolc; Szamos: Csenger; Kraszna: Ágerdömajor; Lónyay-főcsatorna: Kótaj (az Érpataki-főfolyással együtt); Hármas-Körös: Kun-szentmárton; Maros: Makó; Bodrog: Felsőberecki; Sajó: Ónod (a Hernáddal együtt); Zagyva: Zagyvarékas.

A tipizálási tulajdonságok értékei a felhasznált forrásmunkákban (A Tisza 1958; A tiszai Alföld 1969; Bulla 1962; Dövényi 2010; Frisnyák 1978; Hamar és Sárkány-Kiss 1995, 1999; Lászlóffy 1982; Mészáros és Schweitzer 2002; Országos vízgazdálkodási keretterv 1965; Sárkány-Kiss és Hamar 1997; Teplán 2003a, 2003b; Tisza 6; <http://www.ovf.hu>) sok esetben kisebb-nagyobb mértékben eltérnek egymástól. Ezek a különbségek többnyire abból adódnak, hogy a szerzők mikor és honnan mért (pl. H és Vt esetében), milyen időtartamra és mikori kezdődátumra, ill. milyen valószínűségi szintre (pl. Q esetében) vonatkoztatott adatokat vettek figyelembe (több forrásmunka alapján pl. a Túr és a Kraszna középvízhozama nem a kisfolyó, hanem a kisvízfolyás értéktartományába esik).

Gyakran előfordul, hogy az adott vízfolyás nem tekinthető „tisztá” típusnak, mivel a három közül az egyik tulajdonság értéke a másik kettőtől eltérő kategóriába esik, sőt olyan eset is előfordulhat, hogy mindhárom tulajdonság értéke más-más kategóriához tartozik. Ilyenkor a következőképpen járunk el. Olyan esetben, ha két tulajdonság értéke azonos kategóriába sorolható, akkor a folyót többnyire abba a típusba tartozónak vesszük, ahova ez a két érték esik. Kivételt képezhetnek az olyan esetek, amikor két érték (pl. a folyó hossza és vízgyűjtő területe) a kategóriahatár közelében van, a harmadik érték viszont (pl. a vízhozam) teljesen meggyőzően egy másik kategória értéktartományába (pl. annak középső sávjába) esik. Ilyenkor megengedhető a többségi szabálytól való eltérés. Olyan esetben, ha mindhárom érték különböző kategóriába tartozik, akkor a típusbesorolás annak a két értéknek az alapján történik, amelyek a legközelebb esnek valamelyik kategóriahatárhoz. Ritkán olyan különleges helyzet is adódhat, hogy az egyik tulajdonság értéke alapján (ha például ez a tulajdonság a típus középértékét jóval meghaladó mértékű) nagyon erőteljesen vetődik fel az adott kategóriához tartozás igénye. Ilyen esetben, különösen, ha a másik két tulajdonság valamilyen speciális ok miatt nem éri el az adott kategória alsó határát (pl. egy hosszabb vízfolyás jelentősebb hozzáfolyás nélkül viszonylag szűk és száraz vízgyűjtő területen halad), akkor az egyik tulajdonsághoz markánsan kötődő értéket (az előbbi példa esetében a folyó hosszát) tekintjük a típusbesorolás szempontjából meghatározónak. Ezeket a tipizálási szempontokat figyelembe véve a Tisza és mellékvizvei a következő típusokba sorolhatók. A Tisza tipizálása korántsem egyszerű feladat, ennek alapján is jól érzékelhető a

folyó különleges jellege. Tiszabecsnél két érték (H és Vt) alapján kisfolyónak tekinthető. Mivel azonban mindkét érték igen közel van a kisfolyó felső kategóriahatárához (a Túr torkolata után mindkét érték meg is haladja azt), a vízhozam értéke pedig egyértelműen közepesfolyót mutat, a Tisza már a Magyarországra való belépésnél joggal minősíthető közepesfolyónak. A Tiszát a további futása során is nehéz egyértelműen tipizálni. A folyónak ugyanis még a teljes hossza is csak megközelíti a nagyfolyó alsó kategóriahatárát, a vízgyűjtő terület nagysága alapján viszont a Hármas-Körös torkolatánál, vízhozam tekintetében pedig már a Bodrog betorkollása után túllépi ezt a határt. Mindezek alapján – a típusbesorolás elveit is követve – a Tisza Tiszabecstől Csongrádig közepesfolyónak, Csongrád alatt pedig egyértelműen nagyfolyónak minősíthető. A Tiszáéhoz hasonló besorolási nehézségek az általunk vizsgált mellékfolyók torkolatközeli szakaszai esetében nem merültek fel. Mindhárom tulajdonság alapján kisfolyónak minősül a Túr, a Kraszna és a Zagyva, s közepesfolyónak a Szamos, a Bodrog, a Hármas-Körös és a Maros. Közepesfolyónak minősíthető két tulajdonság (Vt és KÖQ) alapján a Sajó (amelynél a hossz esik a kisfolyó kategóriatartományába). Külön típusbesorolást igényel a Lónyay-főcsatorna, ami létesítési módja miatt mesterséges vízfolyásnak számít, s azon belül két tulajdonság (H és Vt) alapján kisfolyónak tekinthető (vízhozama viszont a kisvízfolyás kategóriatartományába esik).

Kisvízfolyások névvel célszerű egységbe foglalni azokat a víztípusokat, amelyeknek vízgyűjtő területe nem éri el az 500 km^2 -t, átlagos vízhozama kevesebb mint $5 \text{ m}^3/\text{s}$, hosszúsága pedig kisebb mint 50 km. Szerepük a Pannon Ökorégió jellegzetes geomorfológiai, klimatikus és hidrológiai adottságai miatt hazai viszonylatban igen jelentős, ezért tipizálásuk és következetes elkülönítésük egyaránt fontos (4. táblázat).

A **patakok** (33. ábra, D kép) általában nagy vagy közepes esésű völgyekben futó, túlnyomórészt gyors folyású, helyenként sellős-zuhatagos, általában köves-kavicsos medrű, ritkás növényzetű, rendszerint magashegységi vagy magasabb középhegységi kisvízfolyások. Ilyenek például a Kemence-patak a Zempléni-hegységben; a Szalajka és a Garadna a Bükkben; a Cuha a Bakonyban. Érdekes megfigyelni, hogy a magyar népi és földrajzi nevezéktanban a teljesen egyértelműen ide tartozó kisvízfolyásoknak sok esetben olyan egyedi nevük van, amelyekhez nem kapcsolódik toldalékként a patak szó.

4. táblázat. A kisvízfolyásokra általános jellemző, továbbá fő típusaik elkülönítésére alkalmas tulajdonságok [Dévai et al. (1998) után módosítva]

Főtípus	Kisvízfolyások		
Altípus	Patak	Csermely	Ér
Vízfolyás hossza (km)	<50		
Vízgyűjtő terület nagysága (km ²)	<500		
Vízhozam (m ³ /s, KÖQ szerint)	<5		
Sodorvonal vízmélység (m, KÖV szerint)	<2		
Földrajzi helyzet	magas- és középhegységi	hegylábi, dombvidéki	sík vidéki
Esés	nagy	mérsékelt	csekély
Áramlás	gyors	mérsékelt	lassú
Aljzat	köves, kavicsos	kavicsos, homokos	homokos, iszapos
Makrovegetáció	partszegélyi	mederszegélyi	mederbeli
Törmelék-felhalmozódás	csekély	mérsékelt	jelentős

A **csermelyek** (33. ábra, E kép) közepes vagy kis esésű völgyekben, medencékben, buckaközi mélyedésekben csobogó-csörgedező, de csendesebb folyású, változatos (kavicsos-homokos, durva és finom homokos, sőt helyenként homokos-iszapos) üledékösszetételű kisvízfolyások, rendszerint gazdag vízszegélyi növényzettel és szerves törmelékfelhalmozódással (főleg főrnával és detritusszal). A csermelyek főként alacsonyabb középhegységekre, fennsíkok lankásabb részeire, hegylábi felszínekre, dombvidékekre, továbbá az alföldi területek tagoltabb felszíneire jellemzőek. Ilyenek például a Csincse a Bükkalján, a Keleméri-patak a Borsodi-dombságon, a Váli-víz az Etyeki-dombság szegélyén, a Burót-patak a Balaton-felvidéken, a Rigóc a Közép-Dráva-melléken, a Konyári-Kálló a Nyírségben). Meg kell említeni, hogy a magyar népi és földrajzi nevezéktanban a csermely – ritka kivételektől eltekintve – nem szerepel toldaléknévként, az ehhez a típushoz tartozó kisvízfolyásokat is

általában pataknak nevezik, ill. valamilyen speciális, rendszerint egy adott tájra jellemző névvel látják el (mint pl. -víz, -folyás).

Az **erek** (33. ábra, F kép) a nyílt, lapályos alföldi területek, esetleg hegyvidéki lapos fennsíkok sekély, szétterült, csaknem pangó vizű, szélsőséges vízjárású, homokos-iszapos fenekű, pocsolyás kisvízfolyásai, a meder túlnyomó részén dús vegetációval (nagyobb vízmennyiség esetén nemcsak mocsári-, hanem hínárnövényzettel is) és nagyon jelentős növényi törmelékfelhalmozódással. Ilyenek például a Tóció a Hajdúságban, az Ölyvös a Bihari-síkon, az Árkus-ér a Hortobágyon). Ebben az esetben is megfigyelhető, hogy a magyar népi és földrajzi nevezéktanban a teljesen egyértelműen ide tartozó kisvízfolyásoknak szintén toldalék nélküli nevük van. Végül fontos megemlíteni, hogy az ér szót a magyar népnyelv olykor a kis vízhozamú forrásokból eredő kisvízfolyások, az ún. források megjelölésére is használja, ebben az összetételben azonban az ér szó többnyire nem ezt a víztértípust fedi le, mivel a kisebb forráskifolyók víztér-tipológiai szempontból inkább csermelyeknek felelnek meg.

Az előbbieken megadott jellegek a kisvízfolyások egy része esetében nem állíthatók párhuzamba egymással, azaz előfordul, hogy a különböző osztályozási szempontok szerint ugyanannak a vízfolyásnak az egyes szakaszai két, sőt esetleg három kategóriába is tartozhatnak. Ilyen eset több hazai kisvízfolyásnál is előfordul, például a vízhozamviszonyok miatt, ami számos okból (pl. csapadékszegénység, egyenlőtlen csapadékeloszlás, tározás, vízkivételek) gyakran csekélyebb (olykor jelentős mértékben is) a feltételezett típusénál. Ilyenkor úgy járunk el, hogy a vízfolyást abba a csoportba soroljuk, ahova a többi szempont figyelembevételével tartozik. Ha a besorolás több szempont szerint különbözik, akkor mindig a típus szempontjából leginkább mérvadónak tekinthető sajátosságot kell a kategorizálás alapjául választani.

Ezt a típusbesorolást célszerű alkalmazni a vízfolyásoknál abban az esetben is, ha teljes egészében civilizációs (antropogén) beavatkozás eredményeként létrejött vízfolyásról van szó, természetesen megjelölve, hogy az adott vízfolyás mesterséges kialakítású (pl. a Keleti-főcsatorna kifolyó típusú, a Kállai-főfolyás ér típusú mesterséges vízfolyásnak minősül). Abban az esetben viszont, ha az emberi beavatkozás csak bizonyos mederszakaszra terjed ki (ami igen gyakori a vízfolyásoknál), ill. csak egy-egy meder- vagy partoldalt érint (amivel többször találkozhatunk nagyobb folyóinknál), nem szabad a vízfolyást mesterséges típusú-

nak tekinteni, a beavatkozás formáját a szakasz jellemzésénél kell megadni (pl. ér típusú vízfolyás csatornázott szakasza, vagy a közepesfolyó típusú vízfolyás kőszórásos bal partja).

A vízfolyások tipizálása kapcsán mindenképpen szólni kell az Európai Unió Víz Keretirányelvének (VKI) fogalomhasználatáról. Amint a 'keret-' előtag is sugallja, az irányelv megalkotói – teljesen érthető módon – nem kívántak a saját hagyományokon nyugvó, különböző szakmai beállítottságú, s ráadásul tagországokként eléggé eltérő részletességű tipizálások útvesztőjébe tévedni. Kiválasztottak ezért két típust, s a nagyobb méretű vízfolyások esetében a 'river', a kisebb méretűeknél a 'stream' kifejezés használata mellett döntöttek, természetesen meghagyva a lehetőséget arra, hogy a tagországok – a keretjellegnek megfelelően – a saját viszonyaiknak leginkább megfelelő terminológiát használják. Magyarországi viszonyok között a VKI szerinti 'river' megjelölés a folyamokat és a folyókat takarja, a 'stream' kifejezés pedig a kisvízfolyásoknak felel meg. Ez viszont egyáltalán nem jelenti azt, hogy magyarul is csak egy-egy szót szabad használni a víztértípusok megjelölésére. Ennek az elvnek a követése ugyanis hidrobiológiai és ökológiai szempontból durva tévedések forrása lehet. Ha például a kisvízfolyások esetében bármelyik kifejezést tennénk általánossá a három magyar típus-megjelölés (patak, csermely, ér) közül, a másik két típushoz olyan élőhelyi feltételeket és élővilágot társítanánk, amivel azok egyáltalán nem, vagy csak nagyon kis mértékben rendelkeznek (mint pl. a Tóció-patak vagy a Szalajka-ér elnevezés esetében). Helyesen tehát akkor járunk el, ha a szakszövegekben meghagyjuk a magyar, ill. az annak megfelelő idegen nyelvű (bár döntően angol) nevezéktant, az általánosított kifejezéseket pedig meghagyjuk az Európai Unió felé készülő országjelentések számára.

7.5. Hidrológiai szemléletű vízforgalom-tipológia

Vízfolyásaink vízforgalmi viszonyainak tanulmányozása, Kárpát-medencei helyzete és a Pannon Ökorégió klimatikus adottságai miatt ökológiai szempontból kiemelt jelentőségű. Elsősorban azért, mert medence jellegű fekvésünk miatt a szomszédos országok vízgazdálkodási sajátosságainak meghatározó szerepe van a vízforgalmi viszonyokra. Másodsorban az is egyre nyilvánvalóbbá válik, hogy a klimatikus adottságok változása, főként a csapadékeloszlás módosulása és a szélsőségek fokozódása egyre erőteljesebben kihat vízfolyásaink vízjárására.

Alapvető különbség van a vízforgalmi típus megállapításának módjában azoknál a víztereknél, ahol a mederben lévő víz mennyisége viszonylag egyszerűen és kielégítő pontossággal meghatározható (ilyenek a felszíni vizek és a források, továbbá a felszín alatti vizek közül a barlangi állóvizek és vízfolyások), illetve ahol a vízmennyiség meghatározása nagy nehézségekbe ütközik, s becsülni is csak jelentős bizonytalansággal lehet (mint pl. a felszín alatti vizek többségénél).

E két csoport közül az elsőnél, s így a vízfolyásoknál is a vízforgalom szerinti osztályozás a vízmennyiség ingadozásának (csökkenésének és növekedésének) mértékére és jellegére alapozva történik, ezért a kategorizálásánál elsősorban a vízmennyiség változását, a vízutánpótlás és/vagy a vízvesztés mértékét, ill. a vízkicserélődés módját kell figyelembe venni.

Vízforgalom szempontjából a szárazföldi vizeknek három fő típusa különíthető el: eusztatikus, szemisztatikus és asztatikus vizek (Dévai 1976; Dévai et al. 1992a,b, 1999).

Az **eusztatikus (állandó vízforgalmú) vizek** állapotát a megszakítás nélkül hosszabb ideig tartó egyöntetűség jellemzi. Egész létük alatt vízzel borítottak, vízforgalmukra a medrükben lévő vízmennyiség nagyfokú állandósága (a felszíni és a barlangi állóvizek esetében például egy vegetációperiódusnál mindig hosszabb idejű kicserélődése, a felszíni és a barlangi vízfolyásoknál az 50% tartósságú és a közepes vízhozam egymáshoz közeli értéke, a felszín alatti vizek többségénél pedig az 50% tartósságú vízállás és a közepes vízállás aktuális különbségének a maximálishoz viszonyított csekély értéke) jellemző, ami vízforgalmi oldalról a víztér viszonylagos nyugalmi állapotát, azaz a benne lezajló, adott típusú történések állandóságát, rendszeres ismétlődését biztosítja.

A **szemisztatikus (átmeneti vízforgalmú) vizek** állapotára az ideiglenes jelleg, a közbülső helyzet jellemző, mivel hosszabb időtávon – élesen el nem választható módon – mindkét másik (határoló) típus jellegzetességeinek bizonyos vonásait egyesítik magukban. Többnyire egész létük alatt vízzel borítottak, de lehetnek évelő (perennis) típusúak is (azaz nem rendszeresen száradnak ki, hanem csak több évenként egyszer-egyszer). Vízforgalmukra a nyugalmi állapot hiánya, a viszonylag tág, de nem szélsőséges határok között mozgó, időben viszont általában rendszertelenül bekövetkező változások jellemzőek, olykor már egy-egy vegetációperióduson belül is. Mivel tipikusan átmeneti helyzetűek az eusztatikus és az asztatikus típusú vizek között, előfordulhat, hogy alkalmanként – egy-egy vegetációperiódusban – eusztatikusnak, míg egy másikban asztatikusnak minősíthetők.

Az **asztatikus (változó vízforgalmú) vizek** állapotának a mulandóság, a könnyen és gyakran bekövetkező módosulás, a szabálytalanul, sőt sokszor szeszélyesen fellépő átalakulás a legfőbb jellemzője. Többségük évenként legalább egyszer, de gyakran többször is kiszárad. A kiszáradás azonban csak a legszélsőségesebb eset, hiszen lehetnek egész létük alatt vízzel borítottak is, ilyenkor viszont a medrükben lévő vízmennyiség még egy vegetációperióduson belül is szeszélyesen változik. Éppen ezért legjellemzőbb sajátosságuk, hogy vízforgalmuk állandó jelleggel szélsőségesen és szabálytalanul ingadozó. Ha évenként általában csak egyszer száradnak ki, időszakos (temporárius) vízről beszélünk. A többnyire csekély vízmennyiségű, még ugyanazon a helyen történő újraképződés esetén is csak alkalminak tekinthető kisvízgyülemleéseket rövid életű (efemer) vizeknek nevezzük. Ebbe a vízháztartási típusba, mégpedig az időszakos (temporárius) vizek csoportjába tartoznak a visszatérő (periodikus) vizek is, amelyek az év valamely meghatározott időszakához kötődnek, s akkor jórészt szabályosan ismétlődve mindig újra megjelennek.

Egy víztérnek vagy adott részének (pl. egy vízfolyás valamelyik szakaszának) **vízforgalmi típusa mindig egyéves időtartamú mérés és megfigyelés alapján állapítható meg ökológiai szempontból megbízhatóan és egyértelműen.** Az eddigi gyakorlattól eltérően azonban törekedni kellene arra, hogy az egy év ne a naptári évre, hanem a vegetációperiódusra, azaz a tavasz elejétől tél végéig tartó időszakra vonatkozzon. Ha teljesen pontos eredményeket akarunk kapni, akkor napi méréseket kell végezni. Amennyiben ennél kisebb gyakoriságú mérési adatsorokkal rendelkezünk, akkor a vízforgalom jellegét már csak becsülni tudjuk, amihez az adott víztér esetében leginkább megfelelő jelleggörbe alapján számított értékeket lehet alapul venni. A vízmennyiségre vonatkozó éves megfigyelési, mérési és számítási (származtatott) adatok birtokában a vízforgalmi típus megállapítása a következőképpen történik (Dévai et al. 2001). Ha a víztér az adott vegetációperiódusban teljesen kiszáradt (felszíni vizeknél szabad vízfelület legalább egy napig egyáltalán nem volt észlelhető), akkor a vízteret az asztatikus típusba kell sorolni. Ugyancsak asztatikusnak kell tekinteni a lefolyástalan állóvizeket akkor, ha a mederalakulat által meghatározott legmagasabb vízállásnál legalább egy napig magasabb vízállás tapasztalható (mint például hullámtéri holtmedrek esetében a folyók nagyobb áradásai után).

Mint látható, a kiszáradás vagy a teljes átöblítődés ténye alapján az asztatikus vízforgalmi jelleg megállapítása kellően egyértelmű.

Sokkal nehezebb a helyzet azoknál a víztereknél, amelyek egész létük alatt vízzel borítottak. Ezeknél először a 5. táblázatban közölt képlet és értéktartományok segítségével a **vízforgalom-állandósági index (X_{va})** értékét kell megállapítani. A különböző vízterek hidrológiai adatsorainak összehasonlító elemzése alapján ugyanis arra lehetett következtetni, hogy a vízforgalom jellegét a vízfolyások esetében az évi 50% tartósságú vízhozam és a középvízhozam egymáshoz viszonyított arányából állapíthatjuk meg a legeredményesebben.

Ezekben az értékekben ugyanis az adott víztér vízmérlegét befolyásoló valamennyi fontosabb tényező (pl. a vízgyűjtő terület nagysága és geomorfológiája; a vízutánpótlás jellege; a meder morfometriája; az evapotranszspiráció és a csapadék egymáshoz viszonyított aránya) ötvöződik.

5. táblázat. A vízforgalmi típus meghatározása vízfolyásoknál a vízforgalom-állandósági index alapján

Vízterttípus	Vízforgalmi típus		
	Eusztatikus típus	Szemisztatikus típus	Asztatikus típus
Vízfolyások ($X_{va} = Q_{50\%}/KÖQ$)	$X_{va} > 0,5$	$0,5 \geq X_{va} \geq 0,25$	$0,25 > X_{va}$

Jelmagyarázat:

X_{va} = vízforgalom-állandósági index;

$Q_{50\%}$ (m^3/sec , m^3/nap) = az a vízhozam, amelyet az egyéves vízhozamészlelési sorozat adatainak 50%-a elért vagy meghaladott;

$KÖQ$ (m^3/sec , m^3/nap) = középvízhozam, azaz valamely – esetünkben egyéves – vízhozamészlelési sorozat valamennyi tagjának számtani középértéke.

Kétségtelen tény, hogy a vízforgalom szempontjából az állandóság mértéke tekinthető a legfontosabbnak az élővilág számára. Ugyanakkor azonban az sem elhanyagolható tényező az élőlények előfordulása szempontjából, hogy milyen a vízforgalom ingadozásának a mértéke. Ezt kétféleképpen is lehet szemlélni, egyrészt a tompított, másrészt a kiugró szélsőségekre vonatkoztatva.

6. táblázat. A vízforgalmi típuson belüli változékonyság és szélsőségeség meghatározása vízfolyásoknál

Az X_{Vv} és X_{Vsz} indexek értékeinek meghatározási lehetőségei vízfolyásoknál	A vízforgalom változékonyságának és szélsőségeségének mértéke		
	Jelentős	Számottevő	Csekély
Vízforgalom-változékonysági index (X_{Vv}) $Q_{10\%}/Q_{90\%}$ KOQ/KQ $NQ/KÖQ$ $KÖQ_{1985-1994}/KKQ_{1985-1994}$ $KNQ_{1985-1994}/KÖQ_{1985-1994}$	$X_{Vv} > 8$	$8 \geq X_{Vv} \geq 4$	$4 > X_{Vv}$
Vízforgalom-szélsőségeségi index (X_{Vsz}) NQ/KQ $KNQ_{1985-1994}/KKQ_{1985-1994}$	$X_{Vsz} > 60$	$60 \geq X_{Vsz} \geq 10$	$10 > X_{Vsz}$

Jelmagyarázat:

$Q_{10\%}$ (m³/sec, m³/nap) = 10% tartósságú vízhozam;

$Q_{90\%}$ (m³/sec, m³/nap) = 90% tartósságú vízhozam;

$KÖQ$ (m³/sec, m³/nap) = középvízhozam;

KQ (m³/sec, m³/nap) = kisvízhozam;

NQ (m³/sec, m³/nap) = nagyvízhozam;

$KÖQ_{1985-1994}$ (m³/sec, m³/nap) = középvízhozamok több (itt pl. 10) éves átlaga;

$KKQ_{1985-1994}$ (m³/sec, m³/nap) = közepes kisvízhozam, a kisvízhozamok több (itt pl. 10) éves átlaga;

$KNQ_{1985-1994}$ (m³/sec, m³/nap) = közepes nagyvízhozam, a nagyvízhozamok több (itt pl. 10) éves átlaga.

Ezen a téren számos vízfolyásnál rendelkezünk már olyan minőségű és mennyiségű adatsorral, hogy megnyugtató tipizálást lehessen készíteni. Ezeknek a széles körű elemzése alapján két további index bevezetése látszik célszerűnek (6. táblázat). A vízforgalom-változékonysági index (X_{Vv}) és a vízforgalom-szélsőségeségi index (X_{Vsz}) értékét egyrészt az éves adatsorokból, másrészt a hosszabb (pl. 10 éves) idősorok értékeléséből származó adatokból képezhetjük (7–10. táblázatok). A **vízforgalom-változékonysági index (X_{Vv})** a vízfolyásoknál az éves 10% és 90% tartósságú vízhozam, a közép- és a kisvízhozam, a nagy- és a középvízhozam, továbbá a középvízhozamok és a kisvízhozamok, ill. a nagyvízhozamok és a középvízhozamok többéves (pl. 10) átlagának hányadosaként képezhető (azaz $X_{Vv} = Q_{10\%}/Q_{90\%}$, $KÖQ/KQ$, $NQ/KÖQ$, $KÖQ_{10 \text{ év}}/KKQ_{10 \text{ év}}$, $KNQ_{10 \text{ év}}/KÖQ_{10 \text{ év}}$, amelyek közül az aktuális az index mögött zárójelben mindig meg kell adni, mint pl. $X_{Vv}(Q_{10\%}/Q_{90\%}) = 2,82$). Ha ennek értéke 4 alatti, akkor a vízforgalom változékonysága csekély, ha 4–8 közötti, akkor számottevő, ha pedig 8 fölötti, akkor jelentős.

7. táblázat. Alapadatok a vízforgalmi sajátosságok meghatározásához néhány vízfolyásnál
A: 1995. évi adatsorokból

Vízfolyások és mérőszelvények	KQ	Q _{90%}	KÖQ	Q _{50%}	Q _{10%}	NQ
Duna (Budapest): 1643,75 fkm	1080,0	1395,0	2610,0	2590,0	4170,0	5310,0
Tisza (Szeged)	150,0	338,0	919,0	798,0	1700,0	2660,0
Tisza (Tivadar)	55,4	81,9	327,0	221,0	674,0	2000,0
Bodrog (Felsőberecki)	15,9	38,0	107,0	68,8	203,0	388,0
Szamos (Csenger)	31,2	44,5	127,0	71,4	246,0	1190,0
Túr (Garbolc)	0,4	2,8	14,8	6,8	40,0	151,0
Ipoly (Nógrádszakál)	0,9	2,2	8,8	3,8	21,3	58,6

B: 10 éves (1985–1994 közötti) adatsorokból

Vízfolyások és mérőszelvények	KÖQ ₁₉₈₅₋₁₉₉₄	KKQ ₁₉₈₅₋₁₉₉₄	KNQ ₁₉₈₅₋₁₉₉₄
Duna (Budapest):1643,75 fkm	2228,0	1055,0	5430,0
Tisza (Szeged)	721,0	151,0	2130,0
Tisza (Tivadar)	233,0	47,2	1527,0
Bodrog (Felsőberecki)	104,0	15,1	497,0
Szamos (Csenger)	102,0	22,4	1136,0
Túr (Garbolc)	9,2	0,8	103,0
Ipoly (Nógrádszakál)	5,9	0,5	64,6

8. táblázat. A vízforgalom-állandósági index (XVa) értékei a vízforgalmi típus meghatározásához a kiválasztott vízfolyásoknál az 1995. évi adatok alapján

Vízfolyások és mérőszelvények	Q _{50%} /KÖQ
Duna (Budapest): 1643,75 fkm	0,9923
Tisza (Szeged)	0,8683
Tisza (Tivadar)	0,6758
Bodrog (Felsőberecki)	0,6429
Szamos (Csenger)	0,5622
Túr (Garbolc)	0,4595
Ipoly (Nógrádszakál)	0,4323

9. táblázat. A vízforgalom-változékonysági index (XVv) értékei a kiválasztott vízfolyásoknál az 1995. évi és az 1985–1994 közötti adatok alapján

Vízfolyások és mérőszelvények	$Q_{10\%}/Q_{90\%}$	KÖQ/KQ	NQ/KÖQ	$\frac{KÖQ_{1985-1994}}{KKQ_{1985-1994}}$	$\frac{KNQ_{1985-1994}}{KÖQ_{1985-1994}}$
Duna (Budapest): 1643,75 fkm	2,99	2,42	2,03	2,11	2,44
Tisza (Szeged)	5,03	6,13	2,89	4,77	2,95
Tisza (Tivadar)	8,23	5,90	6,12	4,94	6,55
Bodrog (Felsőberekci)	5,34	6,73	3,63	6,89	4,78
Szamos (Csenger)	5,53	4,07	9,37	4,55	11,14
Túr (Garbolc)	14,39	41,11	10,20	11,41	11,15
Ipoly (Nógrádszakál)	9,59	10,22	6,67	11,76	10,99

10. táblázat. A vízforgalom-szélsőségségi index (XVsz) értékei a kiválasztott vízfolyásoknál az 1995. évi és az 1985–1995 közötti adatok alapján

Vízfolyások és mérőszelvények	NQ/KQ	$\frac{KNQ_{1985-1994}}{KKQ_{1985-1994}}$
Duna (Budapest): 1643,75 fkm	4,92	5,15
Tisza (Szeged)	17,73	14,11
Tisza (Tivadar)	36,10	32,35
Bodrog (Felsőberekci)	24,40	32,91
Szamos (Csenger)	38,14	50,71
Túr (Garbolc)	419,44	127,16
Ipoly (Nógrádszakál)	68,14	129,20

A **vízforgalom-szélsőségségi index** (X_{Vsz}) a vízfolyásoknál az éves nagy- és kisvízhozam, továbbá a nagyvízhozamok és a kisvízhozamok többéves (pl. 10) átlagának hányadosaként képezhető (azaz $X_{Vsz} = NQ/KQ$, $KNQ_{10\text{ év}}/KKQ_{10\text{ év}}$, amelyek közül az aktuálisat az előbbihez hasonló módon itt is meg kell adni). Ha ennek értéke 10 alatti, akkor a vízforgalom szélsőségsége csekély, ha 10–60 közötti, akkor számottevő, ha pedig 60 fölötti, akkor jelentős.

A különböző típusú adatokból számított hányadosok értéke szinte soha nem azonos, többnyire még csak nem is hasonló, sőt gyakran előfordul, hogy azonos kategóriába sem tartoznak. Ennek ellenére ökológiai

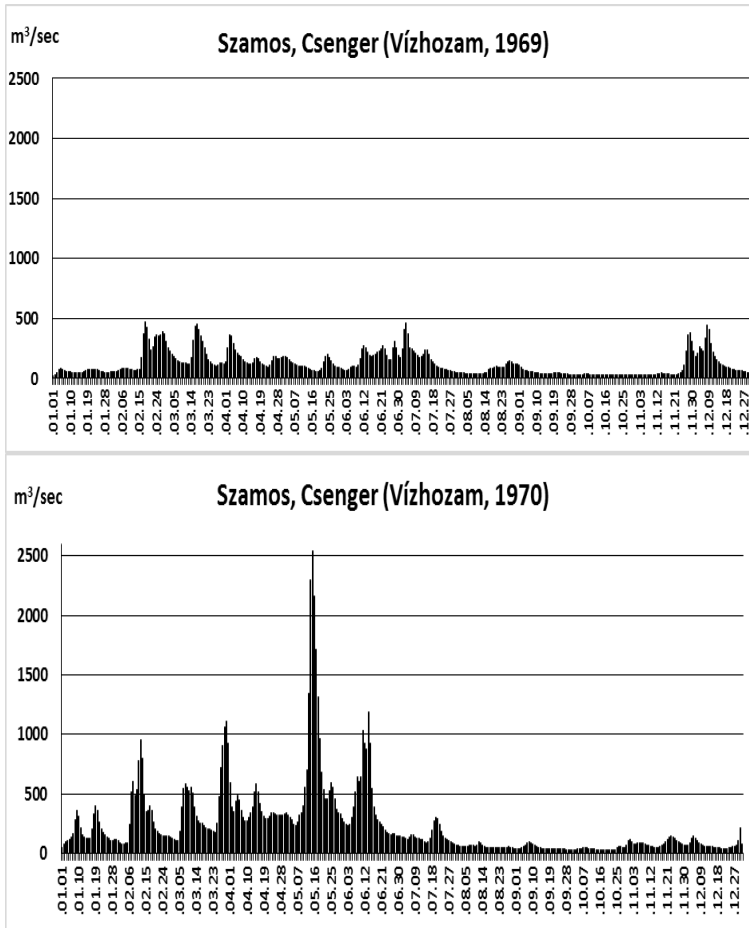
szempontból érdemes valamennyit kiszámítani, hiszen a különböző szempontú megközelítések nagyobb mértékű eltérései a vízfolyások más-más sajátosságaira hívhatják fel markánsan a figyelmet.

A 7–10. táblázatok adatsoraiból például kitűnik, hogy a Tisza be-regi és csongrádi szakaszának mutatói között nagyon lényeges különbség van, aminek a megléte az ottani élővilág sajátos összetételének egyik fő letéteményese, amiből egyúttal az is következik, hogy ezeknek az eltéréseknek a megőrzése létfontosságú az élővilág sokszínűségének biztosításához. De nemcsak a más-más helyen, hanem az ugyanott észlelhető különbségek is lehetnek érdekesek. A Túr esetében például egy adott évben igen jelentős különbség lehet a kisvízi és a nagyvízi szélsőségek tekintetében (a X_{Vv} értéke a $K\ddot{O}Q/KQ$ alapján 41, az $NQ/K\ddot{O}Q$ alapján viszont csak 10 – vö. 6. táblázat), de ez a különbség korántsem általános, amint azt a hosszabb idősorok elemzése tanúsítja (a X_{Vv} értéke a $K\ddot{O}Q_{10 \text{ év}}/KKQ_{10 \text{ év}}$ és a $KNQ_{10 \text{ év}}/K\ddot{O}Q_{10 \text{ év}}$ alapján csaknem azonos: 11,41 és 11,15 – vö. 6. táblázat).

Azokban az esetekben, amikor a hányadosok értékeinek nagyobb eltérései miatt a megfelelő kategóriába történő besorolás nem egyértelmű, akkor a következőképpen célszerű eljárni. Mindig a nagyobb időintervallumú adatsorok élveznek elsőbbséget (tehát $K\ddot{O}Q/KQ$ -val szemben a $K\ddot{O}Q_{10 \text{ év}}/KKQ_{10 \text{ év}}$). Ha a vízfolyás-változékonysági index esetében a három kategóriából kettőnél azonos a besorolás (pl. jelentős, számottevő, jelentős), akkor az egyező besorolást (azaz a jelentőst), ha pedig mindhárom kategória szerinti besorolás különbözik (jelentős, csekély, számottevő), akkor a középsőt (azaz a számottevőt) kell a típus megállapításakor figyelembe venni.

Igen nagy figyelmet kell fordítani a vízfolyások vízforgalmának nemcsak a hosszú, hanem a rövid távú változásaira is, hiszen akár évenként is jelentős különbségek lehetnek a vízjárási viszonyokban.

Jól szemléltetik ezt a Szamos Csengernél mért, két egymást követő évi (1969 és 1970) vízhozamadatsorának elemzési eredményei. A 34. ábra jól mutatja, hogy akár két egymást követő évben is igen jelentős különbségek lehetnek mind a vízhozam értékeiben, mind azok eloszlásában. Az 1970. évi maximumérték mintegy ötszöröse az 1969. évinek, s ennek a csúcsnak az időpontjában 1969-ben éppen kisvízes időszak volt, de markánsan eltérnek egymástól az év eleji és az év végi értéksorok is.



34. ábra. A Szamos 1969-ben és 1970-ben Csengernél mért éves vízhozamadosorai, azonos értékbesorolással ábrázolva (a FETIVIZIG adatszolgáltatása alapján)

További tanulsággal járnak a vízhozam adatok származtatott értékeiből végzett vízforgalmi elemzések is. Az 1969. évi adatsorok alapján az derül ki, hogy a mérsékelt ingadozású kis- és középvízhozamú évben (11. táblázat) a vízforgalom-állandósági index alapján a Szamos mérsékeltten eusztatikus típusú, míg a jelentős nagyvizekkel tarkított 1970. évben (12. táblázat) szemisztatikus típusú. Komoly különbség van a két év vízforgalom-változékonysági és a vízforgalom-szélsőségességi értékei között is, ami miatt a típusbesorolás 1969-ben mindkét mutatónál számottevő mértékűnek, 1970-ben pedig jelentős mértékűnek tekinthető. Sajnos

arról ma még nem állnak rendelkezésre kellően részletes felmérések, hogy ezek a vízforgalmi különbségek hogyan tükröződnek az élővilág összetételében, s így ökológiai következtésekre sem juthatunk a hidrológiai változások hatásairól.

A vízforgalom ökológiai jellegének megítélésénél nagyon hasznos információkhoz juthatunk az indexek összehasonlító statisztikai elemzésével. Az adatfeldolgozásban az indexek képzéséhez használt szélső (különbözőképpen képzett minimum- és maximum-) értékek, ill. az átlagértékek mellett leggyakrabban a szórászt szokták feltüntetni.

Kétségtelen, hogy a szórás értéke önmagában is egy fontos statisztikai jellemző. Azokban az esetekben viszont már nehezen használhatók és értelmezhetők, amikor ezek alapján akarunk összehasonlítás végezni (mert pl. kisebb átlagértékekkel kisebb szórások járnak együtt, mint a nagyokkal).

11. táblázat. A Szamos 1969-ben Csengernél mért vízhozamadataiból származtatott jellegzetes vízhozamértékek, s az azok alapján számolt vízforgalmi mutatók értékei és típusai

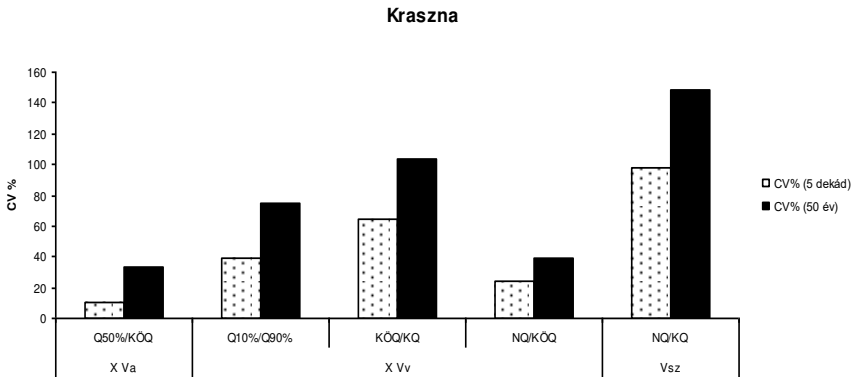
Szamos (Csenger)						
Vízhozamok	1969	X_{Va}	X_{Vv}			X_{Vsz}
		Q _{50%} /KÖQ	Q _{10%} /Q _{90%}	KÖQ/KQ	NQ/KÖQ	NQ/KQ
KQ	33,48	0,689	8,375	3,856	4,601	17,742
KÖQ	129,11					
NQ	594					
Q _{90%}	32					
Q _{50%}	89					
Q _{10%}	268					
Típusbesorolás	Eusztatikus (mérsékelt)	Jelentős	Csekély	Számottevő	Számottevő	Számottevő
Számottevő						

Az ilyen esetekben a szórások helyett azok relatív mértékét (CV%) célszerű alkalmazni. A CV%-értéke az adott jelleg (esetünkben egy vízforgalmi index) relatív variációjának mértéke. Ilyenkor a szórások nagyságát az átlagokhoz viszonyítjuk (%).

12. táblázat. A Szamos 1970-ben Csengernél mért vízhozamadataiból származtatott jellegzetes vízhozamértékek, s az azok alapján számolt vízforgalmi mutatók értékei és típusai

Szamos (Csenger)						
Vízhozamok	1970	X_{Va}	X_{Vv}			X_{Vsz}
		$Q_{50\%}/KÖQ$	$Q_{10\%}/Q_{90\%}$	$KÖQ/KQ$	$NQ/KÖQ$	NQ/KQ
KQ	38,44	0,488	12,209	6,662	13,120	87,409
KÖQ	256,10					
NQ	3360					
$Q_{90\%}$	43					
$Q_{50\%}$	125					
$Q_{10\%}$	525					
Típusbesorolás		Szemisztatikus	Jelentős	Számottevő	Jelentős	Jelentős
			Jelentős			

Mintaképpen két hosszú idejű folytonos adatsorokkal rendelkező, s eltérő típusú vízfolyás, a Kraszna (kisfolyó) és a Szamos (közepesfolyó) esetében mutatjuk be az indexek CV% alapján történő összehasonlító értékelést (35. ábra). A vízforgalmi indexek CV% értékeinek elemzése révén a két vízfolyás esetében az alábbi főbb következtetésekre lehet jutni.



35. ábra. A vízforgalmi indexek CV%-értékeinek grafikus bemutatása két vízfolyás esetében 50 éves adatsorok feldolgozása alapján, az adatok teljes tartományát egészében, ill. 10 évenkénti bontással figyelembe véve

- Mindkét vízfolyás esetében a CV%-értéke a vízforgalom állandósági indexénél (V_a) a legkisebb, és a szélsőségségi indexénél (V_{sz}) a legnagyobb. A közöttük lévő különbség a Szamosnál mintegy négyszeres, a Kraszna-nál viszont csaknem tízszeres.
- Minden indexnél és mindkét vízfolyásnál a dekádok alapján számított értékek kisebbek, ami abból adódik, hogy a CV%-értékek a dekádok átlagértékeiből lettek számolva. Ez azt is jelenti, hogy az évek közötti variáció (még a dekádon belüli is) nagyobb, mint a dekádok közötti.
- A két vízfolyásnál a CV% értékek többsége jelentősen különbözik. A Kraszna esetében a vízforgalom-állandósági index (V_a) CV%-értékei mintegy 50%-kal haladják meg a Szamoséit; a vízforgalom-változékonysági index (V_v) kraszna CV%-értékei közül a $Q_{10\%}/Q_{90\%}$ és a $KÖQ/KQ$ a Szamosénak közel kétszerese; a vízforgalom-szélsőségségi index (V_{sz}) CV% értékei pedig a Kraszna esetében a Szamoséhoz viszonyítva mintegy háromszor nagyobbak. Ezek az adatok is egyértelműen tanúsítják, hogy a Kraszna vízjárása a Szamosénál sokkal változékonyabb.
- A szélsőségségi indexek (V_{sz}) nagy CV% értékei mindkét vízfolyásnál a vízforgalom nagymértékű ingadozására utalnak. Az ábráról az is látható, hogy az 50 éves adatsor alapján a Kraszna szélsőségségségi vízforgalmi viszonyokkal jellemezhető ($V_{sz}=147,98\%$), mint a Szamos ($V_{sz}=50,40\%$). Ez a különbség a dekádok alapján is csaknem ugyanolyan mértékben megmutatkozik (Kraszna: $V_{sz}=97,85\%$, Szamos: $V_{sz}=33,15\%$).
- Az ábrázolt adatok alapján úgy tűnik, hogy az $NQ/KÖQ$ CV% értékeiben a két vízfolyás között lényeges különbségek vannak, de ez csak látszólagos, a tengelyek különbözőségéből adódik. Az 50 év alapján számított CV% értékek ugyanis gyakorlatilag megegyeznek (Kraszna= $39,48\%$, Szamos= $40,89\%$), és a dekádok alapján számított értékek is hasonlóak (Kraszna= $23,76\%$, Szamos= $16,95\%$). Ez az eredmény is alátámasztja azt a felfogást, hogy ökológiai szempontból minél több szempont szerinti értékelésre kell támaszkodni a vízforgalmi elemzéseknél.

8. AZ ÁLLÓVIZEK TIPOLOGÁJA

Állóvizeknek azokat a szárazföldi mélyedésekben helyet foglaló vizeket tekintjük, amelyeknek egész tömege nem mozog határozott irányban a nehézségi erő hatására a magasabb helyről az alacsonyabb felé, és medrük egész létük alatt folyamatosan töltődik (Dévai et al. 2001).

A mély és a sekély vizeknek számos eltérő tulajdonsága van, amelyek közül a legfontosabbak a következők:

- a sekély vizeknek a vízfelülettel, ill. a vízgyűjtő területtel arányos térfogata a mély vizekéhez képest többnyire csekély;
- a sekély vizek esetében – a vízmennyiséghez viszonyítva – a víztest érintkezési felülete a meder- és partfelülettel a mély vizekéhez jóval nagyobb;
- a sekély vizekben a hőrétegzettség – ha egyáltalán kialakul – mulékony;
- a sekély vizek teljes felkeveredése a szélhatásoktól függően bármely hőmérsékleten megtörténhet;
- a sekély vizekben a trofogen és a trofolitikus réteg határa többnyire nem a víztestben, hanem az üledékben vagy a víz-üledék érintkezési sávjában található;
- mindezekből következően a sekély vizekben a tápanyagok forgási sebessége a mély vizekéhez nagyobb, s így a külső hatásokra is sokkal érzékenyebben és szélsőségesebben reagálnak.

Típusai:

- **Óceán** – bazaltos kéregből álló, önálló medencéjű és saját áramlásrendszerű, viszonylag egyenletes oldott sótartalmú, nagy átlagos vízmélységű állóvizek. Rendszerint földrészeket választanak el egymástól.
- **Beltenger** – szűk szorossal kapcsolódik valamelyik óceánhoz. Saját áramlási rendszere rendszerint nincs, de önálló medre van.
- **Mellék-tenger** (selftenger) – nincs önálló medre, rendszerint valamely óceánon vagy beltengeren belül helyezkedik el, de valamely sajátosság révén területe jól körülhatárolható.
- **Nagytó** – több mint 100 km nagyságúak, átlagmélységük 15 méternél nagyobb, vízforgalmuk eusztatikus, működésük során a parti öv hatása kicsi (Ontario, Huron, Michigan, Erie, Superior).

- **Mélytó** – legalább 10 km² nagyságúak, átlagmélységük 15 méternél nagyobb, vízforgalmuk eusztatikus, működésük során a parti öv hatása kicsi (Finnország glaciális eredetű tavai, Genfi-tó).
- **Sekély tó** – nagy vízfelületű (legalább 10 km²), 12–15 m-nél nem mélyebb állóvíz, amelynél mélységi (euprofundális) öv a medernek egy csekély hányadát teszi ki, vagy teljesen hiányzik.
- **Kopolya** – kis vízfelületű, 3–10 m mélységű tó, medrének esetleg legmélyebb része tartozik mélységi (euprofundális) vagy a part alatti (litoriprofundális) övhöz.
- **Kistó** – közepes (legfeljebb 10 km²) vagy kis vízfelületű, sekély állóvíz. Medre teljes terjedelmében litorális jellegű, esetenként teljesen ki is száradhat.
- **Fertő** – nagy vagy közepes kiterjedésű, sekély (átlagosan 1–2 m mély), területének több mint 1/3-án dús mocsári- és helyenként lápinövényzettel borított, de emellett kisebb-nagyobb hinaras és nyíltvizes foltokkal is tarkított, mozaikos felépítésű.
- **Láp** – általában kis kiterjedésű, állandó vízborítású, eu-, de legfeljebb szemisztatikus vízforgalmú, rendszerint kopolyák vagy kistavak feltöltődésével keletkező sekély (1,5–5 m mély) vízterek, amelyekben nyíltvíz általában csak a szegélyzónában, ill. belül apró foltokban (az ún. lápszemekben) található. Medrüket rendszerint vastag, szerves anyagokban gazdag, növényi eredetű szerves üledék, a tőzeg tölti ki, ami az állandóan nedves környezetben és kevés oxigén jelenlétében végbemenő humifikációs folyamatok terméke. A láptípusok további elkülönítése elsősorban növényegyütteseik alapján történik.
- **Mocsár** – változó kiterjedésű, sekély (általában 0,5–3 m mély), egész területükön igazi parti (litorális) jellegű, labilis vízforgalmú vízterek. Felületüknek több mint 2/3-át főleg nagytermetű növényekből (nád, gyékény, sás) álló dús mocsári növényzet borítja, nyíltvizes vagy hínárral benőtt foltokkal. A növényi eredetű szerves törmelékfelhalmozódás jelentős lehet, de típusos tőzeg a növényzet összetételének, a vízháztartás típusának és az oxigénellátottságnak a lápoktól eltérő jellege miatt nem, vagy csak ritkán képződik.
- **Tőmpöly** – kis területű, egymással gyakran összeköttetésben lévő mélyedések, amelyeknek vize csak szélsőségesen száraz években szárad ki. Medrük többnyire csak 0,5–1 m mély, nyíltvizes foltokkal és mocsári, valamint hínárnövényzettel borítottak.

- **Pocsolya** – kis kiterjedésű, igen sekély (általában 0,5 m-nél nem mélyebb), rövid életű kisvízgyülemlések, amelyekben – alkalmi jellegük miatt – sem hínár-, sem pedig mocsári növényzet nem alakulhat ki, legfeljebb tócsavegetáció található bennük.
- **Dagonya** – kis kiterjedésű, rendkívül sekély vízű (általában 0,1–0,3 m mély), rendszeresen ugyanazon a helyen újrakeletkező időszakos kisvizek, általában mocsári növényzet vagy gyökerező hínárnövényzet nélkül, fenekén (a vízzáró alapkőzet fölött) vastag (0,2–0,5 m) üledékréteggel.
- **Tocsogó (libbány)** – apró, efemer vízgyülemlés, amely főként láprétek és a mocsárrétek sűrű növényzete vagy növényi törmeléke között, nagyobb mohapárnákban, továbbá rétek, legelők, erdők apró talajmélyedéseiben és süppedékeiben található meg.
- **Telma** – csekély, néhány deciliter vagy legfeljebb néhány liter vízmennyiségű alkalmi vízgyülemlés levelek, csigaházak, edények stb. belsejében (Dévai et al. 2001).

9. VÍZI ÉLETTÁJAK

Egy víztéren belül az élőhelyi viszonyok különbözőek lehetnek. A különbségek jól elkülönülő élettájak lehatárolását teszik lehetővé. Az alábbi tipizálást minden víztér esetében egyedi egyedi sajátosságok és szempontok figyelembevételével végezhetjük (Dévai et al. 2001).

A vízi élettájak az alábbi típusokra oszthatók:

- **Faciál** (vízfelületi élettáj)
- **Fitál** (makrovegetáció-borítású vízi élettáj)
- **Bentál** (üledékfelszíni és üledékben lévő vízi élettáj)
- **Pelagiál** (nyíltvízi élettáj)
- **Sztigál** (alapkőzetben lévő, felszíni víztérhez közvetlenül kapcsolódó vízi élettáj)
- **Freatál** (alapkőzetben lévő, felszíni víztérrel közvetlen kapcsolatban nem lévő vízi élettáj).

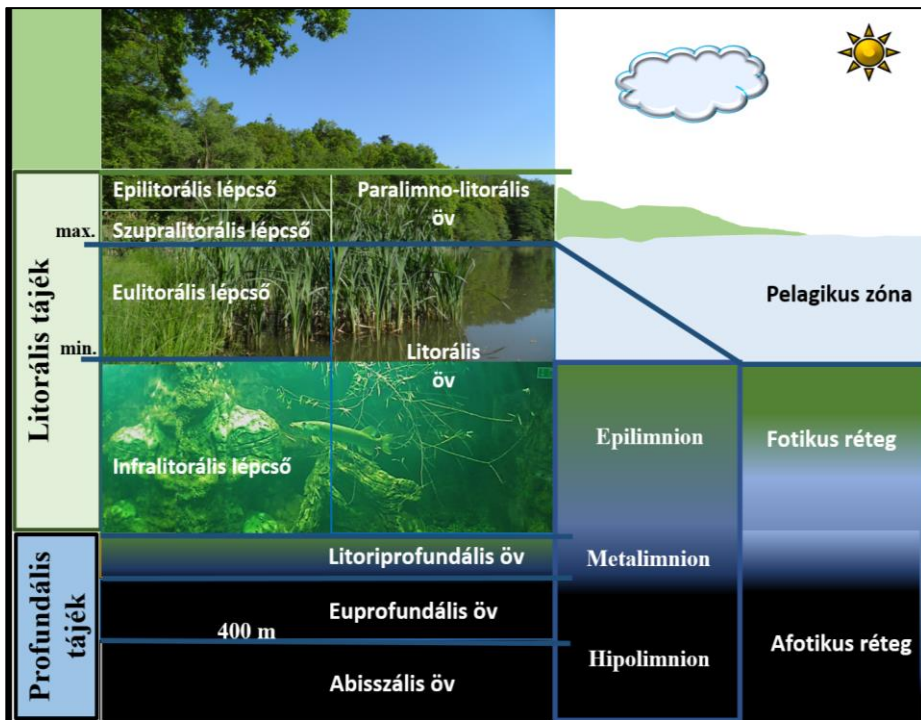
9.1. Állóvízi élettájak

A szárazföld és a víztükör érintkezési vonalát partnak nevezzük, amely a legmagasabb és a legalacsonyabb vízálláskor megállapított érintkezési vonalak közötti területet jelenti. A medernek, ill. a benne helyet foglaló víznek és üledéknek, mint az őket benépesítő szervezetek élőhelyének a tulajdonságai a mélységgel jelentősen változnak (36. ábra).

- **Parti tájék (litorális)**
 - **Paralimno-litorális (partfeletti) öv**
 - *Epilitorális (felső partszegélyi vagy páratelt) lépcső*
 - *Szupralitorális (alsó partszegélyi vagy locsolási) lépcső*
 - **Litorális (parti) öv**
 - *Eulitorális (parti, valódi parti) lépcső*
 - *Infralitorális (partalji vagy alámerült parti) lépcső*
- **Mélységi tájék (profundális)**
 - **Litoriprofundális (partalatti vagy átmeneti) öv**
 - **Euprofundális (mélységi) öv**
 - **Abisszális (nagy mélységi) öv**

A valódi part fölött, a legmagasabb vízállás szegélyvonalától felfelé a part feletti (paralimnolitorális) öv található, amelyet teljes terjedel-

mében egyszerre soha nem borít el a víz. Két lépcsőre tagolódik: a locsolás terére, azaz a hullámok által időszakosan megnedvesített, s így alkalmoszerűen közvetlenül is vizet kapó alsópartszegélyi (szupralitorális) lépcsőre, ill. a felsőpartszegélyi (epilitorális) lépcsőre, ami kizárólag közvetett úton (pára vagy permet formájában) kap nedvességet, azaz a környéktől csak mikroklímája révén üt el, így azonban a nedvességkedvelő és/vagy nedvességtűrő növények nagyobb arányú jelenlétével jellemezhető (Dévai et al. 2001).



36. ábra. Állóvízi élettájak

A parti (litorális) övet két lépcső alkotja. A litorális öv a legmagasabb vízállás szegélyvonalától a gyökerező makrovegetáció előfordulásának a fénylimitációból adódó potenciális mélységi szegélyvonaláig tart. A valódi parti (eulitorális) lépcső (a minimális és a maximális vízszint által közrefogott terület). A legalacsonyabb vízállás szegélyvonala alatt kezdődik a partalji (infralitorális) lépcső, amely állandóan vízzel borított.

A mélységi (profundális) tájék a medernek a hínárnövények potenciális előfordulási határa alatti területe. A parti (litorális) és a valódi mélységi (euprofundális) öv közötti ún. átmeneti terület a partalatti (litoriprofundális) öv, ahol a körülmények a makrovegetáció megtelepedésére már nem alkalmasak, de mivel kis mennyiségű fény ide még lehatol, a fenéken algabevonat képződhet, a vele határos vízrétegben pedig algák és fotoszintetikus baktériumok élhetnek, azaz fotoautotróf szervezetek még előfordulhatnak. Az igazi mélységi (euprofundális) öv a fény nélküli világ birodalma, ahol csak heterotróf anyagcseretípusú élőlények találhatóak. A medernek a 400 méter alatti mélységtartományú részei a nagymélységi (abisszális) övhöz tartoznak, ami a kontinentális vizekben csak ritkán (egyes kivételesen mély tavakban, mint pl. a Bajkálban, a Tanganyikában) fordul elő.

9.2. Vízfolyások élettájai

A vízfolyások jellemzője, hogy a víztömegre kereszt- és hosszirányú tagolódás is jellemző lehet, melyek alapján azokat az alábbi fő szakaszokra oszthatjuk (Dévai et al. 2001):

- **Krenál (forráskibugyanások és forrásmedencék)**
- **Ritrál (hegy- és dombvidéki kisvízfolyások: patakok és csermelyek)**
 - Epiritrál (a meder esése több mint 0,5%)
 - Metaritrál (a meder esése 0,3–0,5% közötti)
 - Hiporitrál (a meder esése kevesebb mint 0,3%)
- **Flebál (síkidéki kisvízfolyások: erek)**
- **Potamál (folyamok és folyók)**
 - Epipotamál (felsőszakasz)
 - Metapotamál (középszakasz)
 - Hipopotamál (alsószakasz)

9.2.1. Vízfolyások halak alapján történő szinttájbeosztása

Ha a vízfolyásokban a forrásvidéktől haladunk a torkolat felé, minden eddig tárgyalt mutató állandó változását figyelhetjük meg. Attól függően, hogy a folyamatos változások következtében kialakuló állapotok, amelyek a változók kölcsönhatásának eredőjeként értelmezhetők, mely halfajok számára biztosítanak megfelelő életfeltételeket, a vízfolyások egyes szakaszain bizonyos fajok jellemző előfordulása figyelhető meg. Ezt a típusú, a folyás irányában változó előfordulási mintázatot nevezik

szinttájnak. Az egyes **szinttájak** a rájuk leginkább jellemző fajokról kapják a nevüket. Ezt a rendszert először Borne dolgozta ki 1878-ban az európai folyók halfaunájának jellegzetes előfordulási mintázatai alapján. Szinttájbeosztását azóta többen módosították, de alapvetően nem változtatták meg (Dévai et al. 2001).

A **pisztrángszinttáj** a vízfolyások kezdeti szakasza (37. ábra). A meder rendszerint köves, a vízsebesség 1,5–2,0 m/s. A hőmérséklet nyáron is 13°C alatt van, az oldott oxigén mennyisége pedig legalább 8–9 mg/l. Jellemző halai között található a sebes pisztráng (*Salmo trutta m. fario*), a kövicsik (*Orthrias barbatulus*), a fürge cselle (*Phoxinus phoxinus*), a botos kölönte (*Cottus gobio*).

A **pénzespérszinttáj**on a folyóvizek medrében a kövek mellett már nagyobb kavicsok is előfordulnak, a víz sebessége 1,1–1,5 m/s, a víz hőmérséklet pedig nem emelkedik 16°C fölé (38. ábra). Ennek megfelelően az oldott oxigén mennyisége még elég magas, mintegy 7–8 mg/l. Jellemző halai a pénzes pér (*Thymallus thymallus*), a magyar márna (*Barbus peloponnesius petényi*), a vaskos csabak (*Leuciscus soffia agassizi*).

A **paducszinttáj** olyan folyókon alakul ki, ahol a hegyi és az alföldi szakasz között folyamatos átmenet van (39. ábra). A paducszinttájon a meder kavicsos, a víz sebessége 0,7–1,1 m/s, a víz hőmérséklete még nyáron is 20°C alatt marad, oxigéntartalma pedig 6–7 mg/l. Jellemző halai között van a paduc (*Chondrostoma nasus*), a galóca (*Hucho hucho*), a felpillantó küllő (*Gobio uranoscopus*).

A **márnaszinttáj** a dombvidéki és az alföldi folyók olyan szakaszain található, ahol a meder sóderes vagy durvahomokos, az átlagos vízmélység pedig legalább 50 cm (40. ábra). A víz sebessége 0,5–0,7 m/s, hőmérséklete a legmelegebb nyári időben is alig lépi túl a 20°C-ot, oxigéntartalma 5–6 mg/l. Jellemző fajai közül említhető a márna (*Barbus barbus*), a szilvaorrú keszeg (*Vimba vimba*), a homoki küllő (*Gobio kessleri*).

A **dévérkeszegszinttáj** a folyók lassú, alföldi szakasza, ahol a meder homokos és iszapos. A vízsebesség 0,5 m/s alatt van, a vízmélység több méter is lehet, a víz hőmérséklete elérheti alkalmanként a 25°C-ot is, míg oxigéntartalma csupán 4–5 mg/l. Jellemző halai közül feltétlenül említést érdemel a dévérkeszeg (*Abramis brama*), a ponty (*Cyprinus carpio*), a harcsa (*Silurus glanis*).



**37. ábra. A pisztrángszinttáj jellemző habitusa.
A Szarvas-patak Szarvasháza közelében**
Fotó: Kolozsvári I.



**38. ábra. A pénzespérszinttáj jellemző habitusa a Tiszán
Terebesfejérpatak közelében**
Fotó: Kolozsvári I.



39. ábra. A paducsinttáj jellemző habitusa a Tiszán
Tiszaújhely közelében
Fotó: Kolozsvári I.



40. ábra. A márna- és dévérkeszszinttáj határvidéke a Tiszán
Tuzsér közelében
Fotó: Kolozsvári I.

A **durbincszinttáj** a tengerbe ömlő folyók keveredő vizű, felsős szakaszát foglalja magába, ezért nevezik sokszor durbincs-lepényhal szinttájnak is (41. ábra), ahol édesvízi és tengeri halak egyaránt előfordulnak. A fenti szinttájbeosztás elsősorban a nagyobb folyókra és az állandóan bővízű kisvízfolyásokra (főként patakokra) jellemző, az erősen változó vízhozamú vízfolyásokra nem. A kisfolyók, ill. a kisvízfolyások közül a csermelyek esetében Banarescu véleménye nyomán csupán két szinttájat célszerű elkülöníteni.



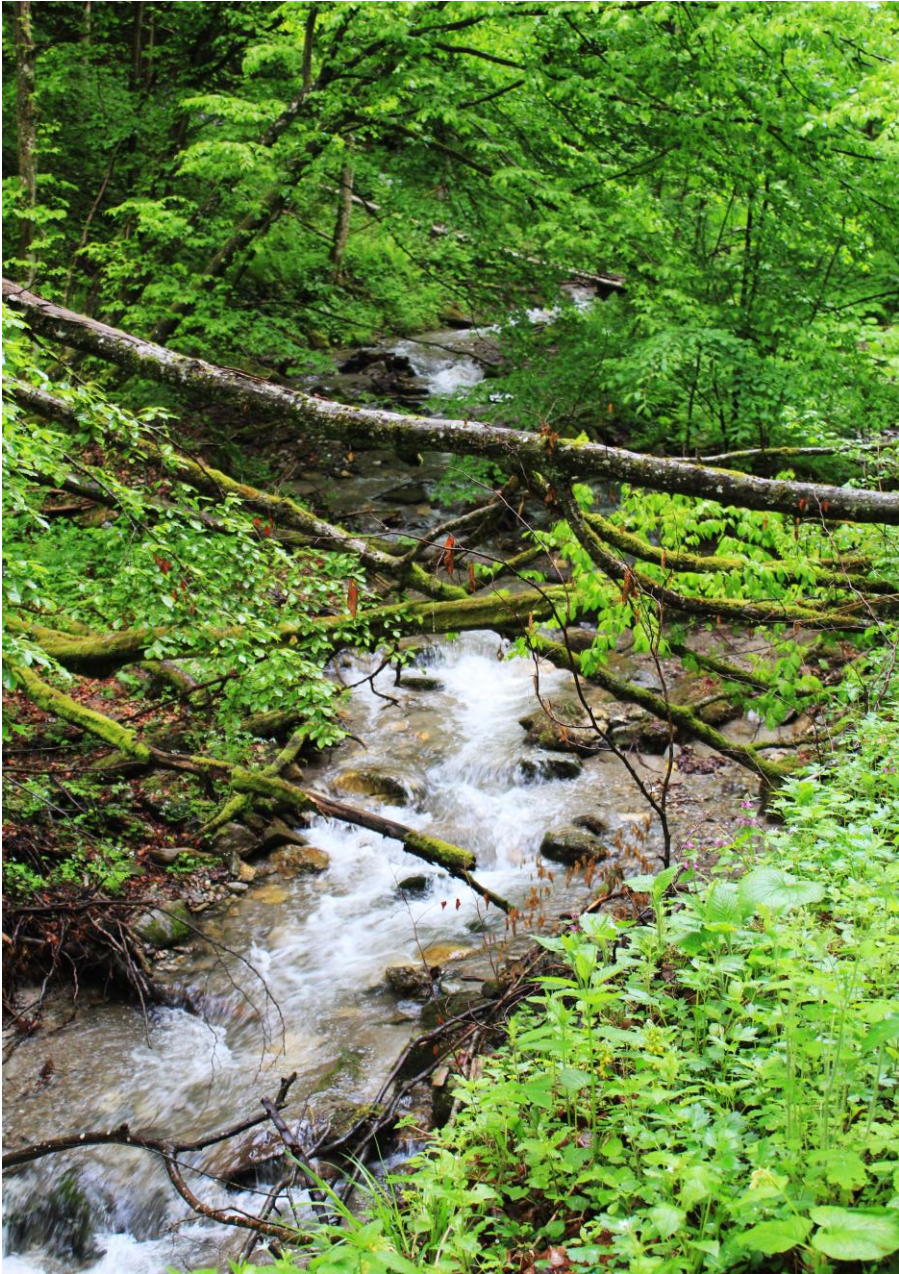
41. ábra. A durbincszinttáj jellemzője a felsős brakkvíz.

A Duna Kilijai ága a Duna-deltában

(Google Earth műholdfelvétel alapján szerkesztve)

A **domolykószinttáj**on a mederfeneket vagy maga az alapkőzet (pl. márga, agyag) alkotja, vagy kemény üledék (kavics, durvahomok) borítja, mivel a víz sebessége elég nagy ahhoz, hogy a finomabb szemcséjű anyagokat elsodorja. A magasabb hegységek pisztrángos és péres vizeitől azonban az különbözteti meg, hogy a víz mennyisége, hőmérséklete és oxigéntartalma – jelentős évszakos ingadozás mellett – jóval tágabb határok között változik. Jellemző halai közül említhető a domolykó (*Leuciscus cephalus*), a fenékjáró küllő (*Gobio gobio*), a kövicsík (*Orthrias barbatulus*).

A **sügérszinttáj**on a víz már sokkal lassabban áramlik, így a mederfeneket puha és laza üledék (finomhomok és iszap) borítja. A víz hőmérséklete magasabb a fentebb lévő szakaszokénál, így oxigéntartalma gyakran jóval kevesebb és nagyon ingadozó (Dévai et al. 2001).



42. ábra. A part menti növényzet árnyékoló hatása csökkenti a fotoszintézis útján a vízben megtermelődő szerves anyag mennyiségét.

A Kuzij-patak Rahó közelében

Fotó: Kolozsvári I.

Jellemző fajai közül említhető a sügér (*Perca fluviatilis*), a karika-keszeg (*Blicca bjoerkna*) és a bodorka (*Rutilus rutilus*). Ez a szinttáj valamennyi dombvidéki és az alföldre érkező kis folyónkon megtalálható.

Az egyes szinttájak sohasem határolhatók el élesen egymástól, az átmenetek folytonosak, sőt az egyveretűség még egy adott szinttájon belül sem feltétlenül érvényesül. A vízfolyásokon végzett műszaki beavatkozásoknak (pl. szabályozási munkálatoknak, sarkantyúk telepítésének, fenékküszöbök, medergátak és vízlépcsők építésének) szinten módosító hatása van a szinttáj-elrendeződésre (Dévai et al. 2001).

9.2.2. Folyó folytonossági elmélet (*River Continuum Concept*)

A folyó folytonossági elmélet (Vannote et al. 1980) azon az elképzelésen alapul, hogy a vízfolyásokban élő társulások struktúrájában a forrástól a torkolatig folyamatos gradiens figyelhető meg, nem lépcsőzetes szakaszosság. A folyó összhosszában bekövetkező változások a fizikai környezeti feltételek fokozatos változását követik (pl. vízsebesség, vízmélység, hőmérséklet, árnyékolás stb.). Mindezek a változások és különbségek hatnak a szervesanyagtermelés hatékonyságára, ennél fogva a helyi élőlényközösségek összetételére.

A felsőbb hegyvidéki részeken (1–3. rendű vízfolyások) a kívülről bekerült (allochton) szervesanyag (pl. a parti növényzet részei, 42–43. ábra) van túlsúlyban, mivel itt a produkció (P)/respiráció (R) értéke <1 ($P/R < 1$), így ezeken a részeken a durvább szerkezetű szervesanyagot hasznosító aprító és gyűjtögető szervezetek dominálnak, a ragadozók és legelők kisebb faj- és egyedszámban fordulnak elő.

A folyó haladásával (4–6. rendű vízfolyások) fokozatosan növekszik az aprózódott, finomszemcsés szervesanyag mennyisége, így az életközösség összetételében a gyűjtögetők és a legelők kerülnek túlsúlyba ($P/R > 1$), a ragadozók aránya a korábbiakhoz hasonló.

A folyók alsó folyásán (>6. rendű vízfolyások) a lebegtetett hordalék árnyékoló hatása rontja a fotoszintézis hatékonyságát, emiatt a termelés és a lebontás aránya szintén 1 alatti ($P/R < 1$), a gyűjtögetők fordulnak elő nagyobb arányban, a ragadozók aránya lényegesen itt sem magasabb, fajösszetételbeli különbségek figyelhetők meg inkább.



43. ábra. A hegyvidéken eredő vízfolyások felső szakaszán a kívülről bekerült (allochton) szervesanyag aránya meghaladja az autochton módon termelődőét.

Turica-patak, Rónafüred

Fotó: Kolozsvári I.

10. A VÍZI ÉLŐLÉNYEK ÉLETFORMATÍPUSAI

A vízi élőlények főbb életformatípusai a következők:

- **neuszton** (a vízfelszínen élő és intenzív önálló helyváltoztatásra nem képes szervezetek);
- **pleuszton** (a vízfelszínen élő és intenzív önálló helyváltoztatásra képes szervezetek);
- **rizomenon** (a vízfenéken gyökerező növények);
- **metafiton** (a makrovegetáció közötti vízben található szervezetek);
- **biotekton** (a vízfenéktől eltérő aljzaton élő szervezetek);
- **pedon** (a vízfenék felszínén vagy magában a fenék anyagában élő szervezetek);
- **plankton** (a nyíltvízben élő és intenzív önálló helyváltoztatásra nem képes szervezetek);
- **nekton** (a nyíltvízben élő és intenzív önálló helyváltoztatásra képes szervezetek);
- **sztigon** (az alapkőzetnek a felszíni vizekhez közvetlenül kapcsolódó üreg-, hasadék-, rés- és pórusrendszereiben élő szervezetek);
- **freaton** (az alapkőzetnek a felszíni vizekhez közvetlenül nem kapcsolódó üreg-, hasadék-, rés- és pórusrendszereiben élő szervezetek).

A neuszton és a pleuszton. Mindkettő azoknak a szervezeteknek a gyűjtőneve, amelyek állandóan vagy időlegesen a víz felületi hártáján – annak fizikai sajátosságait valamilyen formában kihasználva – élnek. A fő különbség közöttük az, hogy intenzív, azaz számottevő mértékű önálló helyváltoztatásra képesek-e vagy sem (Dévai et al. 2001).

A **neuszton**hoz tartozó szervezetek többnyire mozgásképtelenek vagy önmaguktól legfeljebb csak elhanyagolható mértékű helyváltoztatásra képesek, azaz esetleges számottevő elmozdulásuk elsősorban más tényezők (pl. a szél általi passzív sodródás) hatására következik be.

A **pleuszton** tagjai viszont általában aktívan és intenzíven mozognak a felületi hártáján, és öntevékenyen is jelentős mértékű elmozdulásra képesek. Mindkét életformatípusnak két altípusa lehetséges: a víz felszíne fölött, azaz a légtérben találhatóakat az epi-, a víz felszíne alatt, azaz a vízben lévőket pedig a hipo- előtaggal különítjük el. Az epipleuszton jellegzetes képviselői például a molnárkák (*Heteroptera: Gerridae*) vagy a keringőbogarak (*Coleoptera: Gyrinidae*). A hipopleuszton tagjai közé sorolható például a csípőszúnyoglárvák (*Diptera: Culicidae*) többsége,

de gyakran figyelhetünk meg a vízfelszínhez tapadva tovacsúszó örvényférgereket és csigákat is. Az epineuszon élőlényegyüttesét néhány moha (mint pl. a *Ricciocarpus natans* és a *Riccia fluitans* nevű telepes májmoshák), a víz felszínén kiterülő levelű és vízbe lógó gyökerű hínárnövények (mint pl. a vízipáfrány (*Salvinia natans*), a békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*), a békalencsefajok közül a *Lemna minor* és a *L. gibba*), vagy a víz felszínén képződő és gyakran olajfilmszerűen irizáló baktériumhártyák alkotják. A hiponeuszon élőlényei között pedig elsősorban baktériumokat és egysejtűeket, továbbá néhány kistermetű állatot (pl. a vízfelszínre alulról feltapadó és itt araszoló hidrátat, kerekesférgereket, kistrákokat) találhatunk (Dévai et al. 2001).

A **rizomenon** azoknak a mocsári és hínárnövényeknek a gyűjtőneve, amelyek az aljzatban (az üledékben vagy az alapkőzetben) gyökereznek. Ide tartoznak a vízből kiemelkedő mocsári növények (mint pl. a nád (*Phragmites australis*), a gyékény- (*Typha*-), a káka- (*Schoenoplectus*-) fajok, vagy a sárga nőszirm (*Iris pseudacorus*), a virágkáka (*Butomus umbellatus*), a zsióka (*Bolboschoenus maritimus*), a nyílfű (*Sagittaria sagittifolia*)), a víz felszínén kiterülő levelű, de gyökerező hínárfajok (mint pl. a tündérrózsa (*Nymphaea alba*), a vízitök (*Nuphar lutea*), a tündérfátyol (*Nymphoides peltata*), a sulyom (*Trapa natans*), az úszó békaszőlő (*Potamogeton natans*), a mételyfű (*Marsilea quadrifolia*)), ill. a kizárólag alámerült levelű, de gyökerező hínárfajok (mint pl. a süllőhínár - (*Myriophyllum*-) fajok, a bodros békaszőlő (*Potamogeton crispus*), a merev víziboglárka (*Ranunculus circinatus*), az átokhínár (*Eloдея canadensis*)).

A **metafiton** a mocsári és hínárnövények közötti vízben élő, az ott lebegő, ill. aktívan és intenzíven mozgó élőlények gyűjtőneve. Rendkívül sokrétű élőlényegyüttes, ami általában háromféle szervezettípusból tevődik össze: lebegő növényekből (pl. a tócsagaz- (*Ceratophyllum*-) fajok, a keresztés békalencse (*Lemna trisulca*), a rence (*Utricularia*) fajok), a víz áramlásától független, számottevő helyváltoztatással járó mozgást nem végző egyéb lebegő élőlényekből (pl. baktériumok, algák, napállatocskák, csillósok, kerekesférgerek, kistrákok), ill. a növények szárai és levelei közötti vízben jelentős helyváltoztatást eredményező aktív mozgást végző (úszkáló, ugráló és mászkáló) állatokból (pl. nadályok, ászkarák, vízipók, továbbá több vízipoloska és vízibogár lárvája és imágója, egyes kérészek, szitakötők, tegzesek és vízfátyolkák lárvái, életük bizonyos időszakában halak, gőték, békák, ill. ezek juvenilis alakjai (ivadék,

ebihal)). A metafiton elsősorban a rizomenon által uralt víztestekre jellemző, de ide sorolandók a lebegő hinarasok, ill. a víz felszínén lebegő és nem gyökerező hinarasok állományközi vizét benépesítő élőlényegyüttesek is.

A víz és a szilárd fázis határának élővilága a vizekben igen változatos, elsősorban annak köszönhetően, hogy a számításba jöhető aljzat minősége igen sokféle. Ezeken a felületeken az élőlények azonnal megtelepszenek, sőt ahol erre lehetőség van, a belsejét is birtokba veszik. Az itt kialakuló gazdag és változatos élőlényegyütteseket összefoglalóan benton névvel jelölik. A rendelkezésre álló felületek sokszínűsége ellenére a víz és a szilárd fázis határán elhelyezkedő és a szilárd fázis belsejét is részben benépesítő élőlényegyütteseknek általában két fő típusát különböztetik el: a biotektont és a pedont.

A **biotekton** (élőbevonat) a vízfenéktől eltérő bármely aljzaton megtelepült élőlényegyütteseket jelenti. Habitális megjelenés alapján a biotektonnak két alaptípusát szokták elkülöníteni, az aljzatra rásimuló, tömör, nemezserű bevonatot képező pektont, ill. a laza, fonál vagy rojtszerűen lelógó, sőt olykor ágas-bogasan elágazó plokont.

A pektionra jó példák a hártyszerű bevonatot képező baktériumok és algák, a tömör telepeket alkotó szivacsok és egyes mohaállatok (pl. *Plumatella repens*); a plokonra pedig a fonalas algák, a nyeles csillósok (pl. *Vorticella-fajok*), a hidrák, az araszoló kerekesszék (*Rotatoria: Bdelloidea*), egyes mohaállatok (pl. *Fredericella sultana*). Mind a pektion, mind a plokon számos más élőlénynek is kitűnő megtelepedési lehetőséget biztosít (pl. amőbáknak, lapos- és fonálférgeknek, csillóshasúaknak, csigáknak, kistrákoknak, rovarlárváknak), s ezeket is a biotekton elemeiként kell számon tartani (Dévai et al. 2001).

A **pedon** a vízfenék élővilágát jelenti függetlenül attól, hogy a víz az alapkőzettel vagy az üledékkal érintkezik. A pedon név helyett eddig sokkal gyakrabban használták ennek a típusnak a megjelölésére a bentosz kifejezést, mivel azonban célszerű, ha az életformatípusok egyforma (egységesen -on) végződést kapnak, ezt a szakkifejezést kellene a jövőben használni.

A nyíltvizet (pelagiál) benépesítő két fő életformatípus a plankton és a nekton.

A **plankton** azoknak az élőlényeknek a gyűjtőneve, amelyek a vízben lebegve élnek. Az viszont kétségtelen, hogy ezeknek a szervezeteknek a saját mozgása nem elegendő ahhoz, hogy a vízmozgásoktól teljesen

függetleníteni tudják magukat, s így víztérbeli helyben maradásukban (lebegésükben), ill. helyváltoztatásukban a vízmozgásoknak (elsősorban a turbulenciának) és a passzív sodródásnak van döntő szerepe. A plankton tagjai zömmel apró termetű élőlények (a hazai vizekben főleg baktériumok, algák, csillósok, kerekesférgek, kistrákok stb.).

A **nekton** fogalomkörébe kizárólag olyan – viszonylag nagy termetű – állatok tartoznak, amelyek speciális és erőteljes mozgásszerveik (pl. lábaik, uszonyaik), ill. testük egyéb sajátosságai (pl. áramvonalas testalkat, sima és/vagy sikamlós testfelület) révén jelentős intenzitású és időtartamú önálló helyváltoztatásra képesek, s így nagy mértékben függetleníteni tudják magukat a vízmozgásoktól. Vizeink nektonját elsősorban a halak, továbbá egyes levéllábú rákok (pl. *Branchipus stagnalis*) és nagytermetű vízi rovarok (pl. egyes vízipoloskák, mint pl. a *Micronecta*-fajok, ill. számos vízibogár, mint pl. a *Dytiscus*-, *Cybister*- és *Hydrous*-fajok imágói) képviselik.

Az alapkőzetben lévő vizek élővilágának – összhangban a vízi élettájak felosztásával – két fő típusa van: a sztigon és a freaton.

A **sztigon** a felszíni vizekhez valamilyen formában közvetlenül kapcsolódó vizek (a mederben lévő víz folytatása az alapkőzetben, a felszíni vizekkel folytonos és közvetlen kapcsolatban lévő rés-, hasadék- és barlangi vizek) élőlényegyütteseit jelenti.

A **freaton** pedig a folytonos és közvetlen felszíni összeköttetés nélküli átitató vizek (talaj- és rétegvizek) élővilágát magában foglaló gyűjtőfogalomnak felel meg. A sztigon és a freaton között igen sok a hasonlóság, bár olykor (mint pl. a barlangi vizeknél) az egyik csoporton belül is lehetnek jelentős különbségek (főleg azért, mert a barlangi vizek viszonylag nagytestű állatok, mint pl. a magyar vak víziászka (*Stenasellus hungaricus*), a vakbolharák (*Niphargus aggtelekiensis*), a barlangi göte (*Proteus anguinus*) megtelepedésére is alkalmasak). Ezeknek a vizeknek fontos közös jellemzője, hogy fény hiányában csak kemoautotróf baktériumok és heterotróf szervezetek fordulnak elő bennük (Dévai et al. 2001).

11. HIDROBOTANIKA

A vízinövények bemutatása. Méret szerinti felosztás

A makrofita kifejezés, olyan vízinövényeket takar, amelyek szabad szemmel is jól láthatók. A méretük a mm- és a m nagyságrenddel jellemezhető. Mind az édesvizekben, mind a tengerekben élő makrofiták több rendszertani kategóriához tartozhatnak. Pl. édesvízi fajok lehetnek mohák, harasztok, zárvatermők, fonalas és teleptestes moszatok egyaránt. A tengerekben elsősorban, vörös-, barna-, zöldmoszatok és csak néhány esetben edényes növények (Holmes–Whitton 1977; Толстоухов 2007).

❖ Az aljzathoz való kapcsolat szerinti felosztás

Ez a leggyakrabban alkalmazott felosztás, ahol a szubsztrátumhoz való kapcsolat a legfontosabb szempont (Luther 1949).

❖ Haptofitonok (haptophyta)

Bevonatot képeznek a vízben levő élő és élettelen tárgyakon. Pl. főleg algák, vízi zuzmók, leveles és a májmohák (pl. *Fontinalis*, *Cinclidotus*, *Scapania undulata*).

❖ Rizofitonok (rhizophyta)

Vízzel borított talajon gyökereznek. Ide tartoznak az algák közül a csillárcák, a *Vaucheriaceae* és a *Caulerpa* nevű zöldalga, és a felsőbbrendű vízinövények túlnyomó része.

❖ Planofitonok (planophyta)

A vízben szabadon úsznak vagy lebegnek, amelyeket a méretük alapján tovább bontanak két alcsoportra.

- Planktofitonok (planktophyta) mikroszkopikus nagyságrendű vízi növények
- Pleusztofitonok (pleustophyta) nagyobb termetű vízinövények (Borhidi 2007).

Az élettérhez való alkalmazkodáson alapuló felosztás

Ez a csoportosítás a vízzel, a levegővel és az aljzattal való kapcsolatuk alapján csoportosít.

A) Pleusztofitonok – lebegő hidrophyták

1. Lemnoid típus: kis termetű, szabadon lebegő vízinövények, a víz felszínén lebegő leveleik mind a levegővel, mind a vízzel kapcsolatban vannak, de nem gyökereznek az aljzatban (pl. *Lemna minor*, *L. gibba*, *Wolffia arrhiza*, *Azolla caroliniana*, *Ricciocarpus natans*).

2. Riccielloid típus: közvetlenül a vízfelszín alatt lebegő kistermetű vízi növények (pl. *Lemna trisulca*, *Riccia fluitans*).

3. Ceratophylloid típus: nagy termetű, többnyire sallangosan osztott levelű, szabadon lebegő vízinövények, lebegő levelek nélkül. Nyáron a felszínhez közel helyezkednek el, ősszel a fenékre süllyedve tartós rügyekkel (turiókkal) telelnek át (pl. *Ceratophyllum* spp. (44. ábra) és a legtöbb *Utricularia*-faj).

4. Hydrocharoid típus: szabadon lebegő vízi növények speciális levelekkel és különleges áttelelő szervekkel (téli rügyekkel vagy sporokarpiummal, pl. *Hydrocharis* [45. ábra] és *Salvinia*-fajok (46. ábra)).

B) Rizofitonok – gyökerező vízinövények

1. Stratiotid típus: az aljzatban mellékgyökérrel rögzülő vízinövények, melyeknek vegetatív teste részben kiemelkedik a vízből, télen az aljzatra süllyedve tartós rügyekkel (turióval) telelnek át (pl. *Stratiotes* (47. ábra)).

2. Elodeoid típus: a talajban gyökerező, hosszú, leveles hajtást fejlesztő vízinövények, lebegő levelek nélkül. A csoport legalább két alcsoportra osztható:

a) Potamoid altípus, vagy szoros értelemben vett Elodeoidok osztatlan levelekkel, mint pl. *Elodea*, a *Callitriche* nemzetség *Pseudocalitriche* szekciója, *Ruppia*, *Zannichellia*, *Najas* és a legtöbb *Potamogeton*-faj. Ide soroljuk a *Parvopotamidokat*, amelyek levelei fűszerűen szálasak vagy fonalaskak és a *Magnopotamidokat*, amelyek hosszabb hajtásukkal és szélesebb leveleikkel különböznek az előzőktől – bár a két csoport között vannak átmenetek.

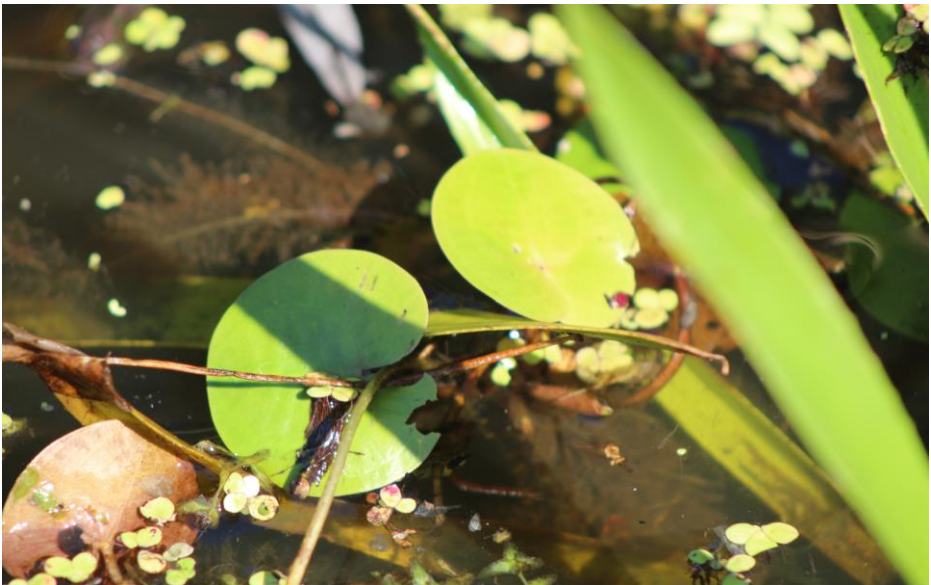
b) Myriophylloid altípus: finoman osztott levelekkel, pl. *Myriophyllum*-fajok (48. ábra), *Hottonia palustris*.

3. Batrachioid típus: talajon gyökerező vízinövények, amelyeknek az alámerült és lebegő levelei alakilag differenciáltak (heterofília), pl. a *Callitriche* nemzetség, a *Ranunculus* nemzetség, a *Batrachium* nemzetség legtöbb faja. Az alámerült levelek többnyire szálasak, lándzsásak vagy igen finom sallangokra szeldeltek.

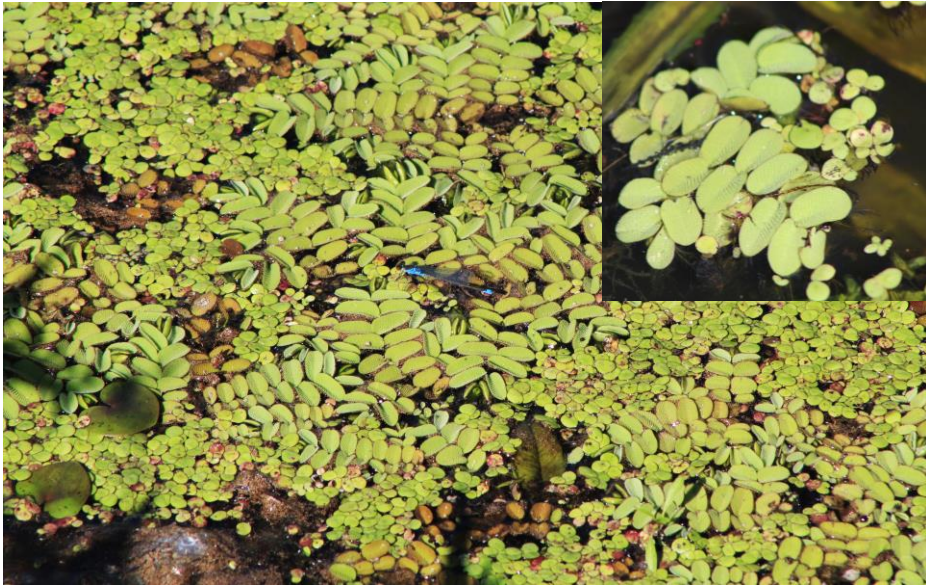
4. Nymphoid típus: a talajon gyökerező vízinövények el nem ágazó és többnyire levéltelen hajtással, nagy, feltűnő lebegőlevelekkel, ritkán nagy, alámerült levelekkel (pl. *Nymphaea* (49. ábra), *Nuphar*, *Nymphoides*, *Potamogeton natans*, *Polygonum amphibium* f. *natans*, *Sparganium minimum*).



44. ábra. Tócsagaz (*Ceratophyllum* spp.) a dédai
Tóvár Ornitológiai Rezervátumban
Fotó: Kolozsvári I.



45. ábra. Békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*)
Fotó: Kolozsvári I.



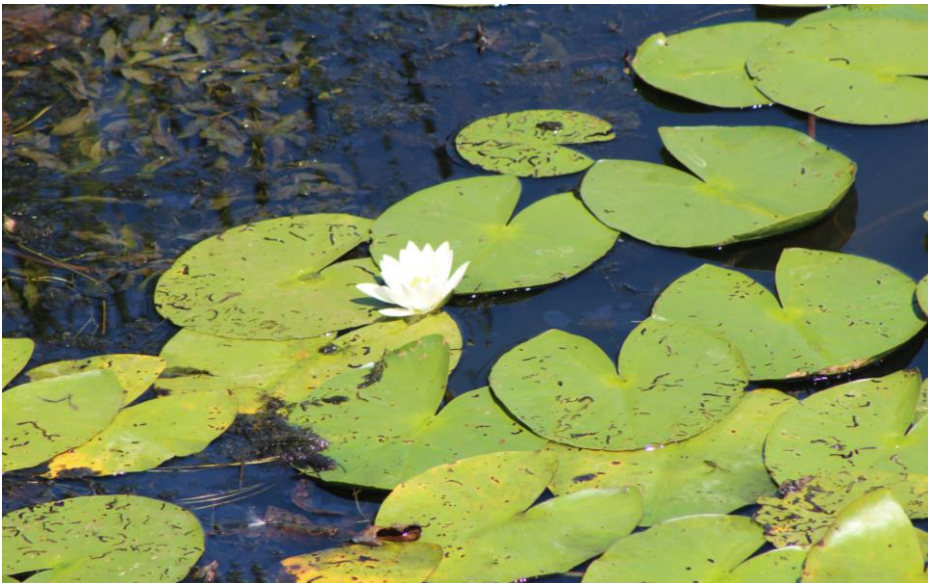
**46. ábra. Rucáöröm (*Salvinia natans*)
a dédai Tóvár Ornitológiai Rezervátumban
Fotó: Kolozsvári I.**



**47. ábra. Kolokános (*Stratiotes aloides*) a Csaronda dímicsei szakaszán
Fotó: Kolozsvári I.**



48. ábra. *Myriophyllum* spp.
Fotó: Kolozsvári I.



49. ábra. Fehér tündérrózsa (*Nymphaea alba*) a Csaronda kiseszenyi szakaszán
Fotó: Kolozsvári I.



50. ábra. Sulyom (*Trapa natans*) a Nagydobronyi Vadvédelmi Rezervátumban
Fotó: Kolozsvári I.



51. ábra. Négylevelű métegyfű a Nagydobronyi Vadvédelmi Rezervátumban
Fotó: Kolozsvári I.

5. Trapoid típus: talajon gyökerező egyéves vízínövények hosszú, elágazó hajtással, lebegő levélrózsával és szálas, lehulló, alámerült levelekkel (*pl. Trapa natans*).

6. Vallisnerioid típus: a talajban kúszó gyöktörzsszel rögzült vízínövények rövid hajtással és nyalábban vagy rózsában álló hosszú, szalagszerű levelekkel (*pl. Vallisneria*-fajok és *Zostera nana*).

7. Isoëtoid típus: gyökerező vízínövények rövid hajtással vagy gyöktörzsszel és merev tű- vagy szittyószerű tőlevelekkel (*pl. Isoëtes*-fajok, *Pilularia*, *Litorella*, *Eleocharis acicularis*, *E. parvula*). Nagyrészt kétéltű (amfibikus) jellegű növények (Borhidi 2007).

Ukrajnai csoportosítás

A vízigény szerinti felosztás (Григора et al. 2006)

A víz a növények számára meghatározó környezeti tényező, nemcsak a mennyisége, de az állapota (hó, jég, harmat), a vízszint magassága, ingadozásának mértéke, hosszának időtartama, ciklikussága és a térben elfoglalt helye is fontos.

A vízigény alapján Григора és munkatársai (2006) *hidatofita*, *aerohidatofita*, *hidrofita*, *higrofita*, *mezofita* *xerofita* ökcsoportokat jelöl ki. Eszerint a csoportosítás szerint vízínövénynek az első három csoport tekinthető.

- A *hidatofiták* olyan növények, amelyek teljesen, vagy majdnem teljesen alámerültek.
- Az *aerohidatofiták* (kétéltű, amfibikus növények) olyan növények, amelyek mind a vízben, mind a levegőben fejlődnek. A test nagyobb része a víztestben helyezkedik el a levelek érintkeznek a levegővel, a vízfelszínen lebegnek.
- A *hidrofiták* az aljzatban gyökerező növények, amelyek egy része alámerült, egy része a víz felé emelkedik.
- A *higrofiták* a vizes élőhelyek növényei: lápok, folyó- és tópartok, nedves rétek és erdők növényei. Nem viselik el a vízhiányt. Ez a csoport nem tekinthető szigorúan véve vízínövénynek.

E csoportokat részben megtalálhatjuk a felosztásában is: **hidatofita**, **aerohidatofita-pleusztofitonok**, **hidrofita – rizofitonok**.

A **mezofiták** közepes vízellátottságú növények, szárazföldi élőhelyek növényei, meghatározott mennyiségű talajvízre és légnedvességre is szükségük van. Ezen a csoporton belül elkülöníthető még további két csoport: az efemer és efemeroid növények.

- Az **efemer** növények egyéves növények, amelyeknek nagyon rövid az életciklusuk, hozzávetőlegesen 1–2 hónap.
- Az **efemeroidok** évelők, amelyek szintén kora tavaszi és őszi növények, áttelelő szervekkel – hagymával, gyöktörzsszel – rendelkeznek.

A **xerofiták**, szárazságtűrő növények. Természetesen ezeken a csoportokon belül még további átmeneti csoportokat is elkülönít.

Összefoglalva: Григора és munkatársai (2006) felosztásában a hidatofita, az aerohidatofita és a hidrofita tekinthető vízinövénynek. Novikoff és Barabasz-Krasny (2015) felosztásában csak a hidrofita ökcsoport a vízinövény. Ugyanakkor külön alcsoportokba sorolja az áramláskedvelő növényeket:

- a hidatofiták, teljesen alámerülő növények úszó levelekkel;
- az aerohidatofiták félig alámerült növények, a leveleik a víz fölé emelkednek;
- reofita fajok a folyóvizek, hegyi patakok áramláskedvelő növényei.

Якубенко és munkatársai (2008, 2011) a vízigény alapján négy ökcsoportot jelölnek ki: **hidrofítákat, higrofítákat, mezofítákat és xerofítákat.**

A **hidrofíták** olyan vízinövények, amelyek vagy teljesen, vagy testüknek nagyobb részével alámerülnek a vízben. Ezen a csoporton belül ugyan elkülöníti a rögzült és a víztestben lebegő fajokat, de nem jelöli külön névvel a csoportokat (pl. *Stratiotes aloides*, *Vallisneria spiralis* *Hottonia palustris* – rögzült, *Utricularia vulgaris*, *Lemna minor* stb.).

A **higrofíták** állandóan vagy időszakosan elöntött területet népesítenek be, vagyis elsősorban vizes élőhelyek növényei. A növényi test a vizes talaj felé emelkedik, de nem tekinthetők szigorúan véve lápi-mocsári növényeknek. Mind a hidrofíták, mind a higrofíták számára a víz nélkülözhetetlen limitáló tényező (pl. *Polygonum hydropiper*, *Veronica beccabubga* stb.).

Külön ökcsoportot képviselnek a vizes élőhelyek másik csoportja, a **helofíták** csoportja, amelyek nagyon heterogének. Hidrológiai szempontból extrém körülmények között nőnek. Számukra nemcsak a víz-többlet, de az oxigénhiány is limitáló tényező. Ezek a növények a lápok

növényei. Jellemző képviselői a tőzegmohafajok, a harmatfűfajok (52. ábra), de e csoportba kerültek a dagadólápok egyéb jellegzetes fajai is: *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccus* (53. ábra), *Empetrum nigrum* (54. ábra), *Calla palustris* (55. ábra) stb.

Összefoglalva Якyбeнko és munkatársai (2008, 2011) szerint a vízhez, mint környezeti tényezőhöz viszonyítva, szigorúan véve vízi növényeknek csak a hidrofítákat tekinthetjük.

A higrofiták és a helofiták a lápok, mocsarak növényei, nem vízi, hanem vizes élőhelyek növényei.

Hortobágyi és Simon (2000) a szárazságtűrésük és termőhelyük alapján jelöli ki a csoportokat: **hidatofitonok, helofitonok, mezofitonok, xerofitonok.**

Ebben a megfogalmazásában a minimális szárazságtűrésű növényeket nevezik hidatofitonoknak. Ezek lebegő vagy rögzült növények, gyengén fejlett gyökérszettel, kevés sztómával.

A mocsári növények helofitonok, sok vizet vesznek fel és sokat párologtatnak. Ebben az értelemben szintén a vizes élőhelyek növényei. **A hidatofitonok a hidrofítákkal azonosak.**

Дідух (2000) Ellenberg munkáját alapul véve több ökcsoportot jelöl ki. Ezek közül egy a vízigény alapján kijelölt ökológiai csoportot **hidrotróp (гідротроп) Hd** főcsoportnak nevezi, amit további alcsoportokra bont.

Az összehasonlítás alapjául a gyökérszónában lévő talaj nedvességtartalma szolgál. Ez a mutató a gyökérszónában lévő vízmennyiséget jelenti mm-ben, jele a **W пр.**, ahol a **пр а промочування** – áztatás, nedvesítés szó rövidítése.

Az alábbi kategóriákat különíti el:

- **hiperxerofiták (гіперксерофіти)** szélsőségesen száraz élőhelyek sivatagok növényei, W n 10–20 mm;
- **perxerofiták (перксерофіти)** félsivatagok növényei, Wn 25–35 mm;
- **xerofiták (ксерофіти)** száraz sztyeppi növények, Wn 40–55 mm;
- **szubxerofiták (субксерофіти)** száraz réti-sztyeppi növények Wn 60–70 mm;



52. ábra. Kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia*)

Fotó: Kolozsvári I.



53. ábra. Tőzegáfonya (*Vaccinium oxycoccos*)

Fotó: Kolozsvári I.



**54. ábra. Fekete varjúbogyó (*Empetrum nigrum*)
a Hlughanya nevű oligotróf dagadóláp területéről**
Fotó: Kolozsvári I.



**55. ábra. Sárkánygyökér (*Calla palustris*)
a Hlughanya nevű oligotróf dagadóláp területéről**
Fotó: Kolozsvári I.

- **szubmezofiták (субмезофіти)** száraz erdei-réti növények, Wn 75–90 mm;
- **mezofiták (мезофіти)** üde erdei-réti növények, Wn 100–145 mm;
- **higromezofiták (гігромезофіти)** nedves erdei-réti növények, Wn 150–180 mm;
- **higrofiták (гірофіти)** nyirkos erdei-réti ökotópok, Wn 185–235 mm;
- **perhidrofiták (пергідрофіти)** nedves mocsári-erdei-réti ökotóp, Wn 270–310 mm;
- **szubhidrofiták (субгідрофіти)** vizes ökotópok, lápok és szubalpesi öv, Wn 330–360 mm;
- **hidrofiták (гідрофіти)** part menti-vízi ökotópok állandó elöntésűek, Wn több 360 mm;
- **hiperhidrofiták (гіпергідрофіти)** vízi ökotópok, állandó vízborítottságúak (Дідух 2000).

Ebben az esetben is a hidrofiták és a hiperhidrofiták tekinthetők vízi növényeknek.

Raunkiaer-féle életforma-osztályozása alapján a vízi növények a Kryptophyta (kriptofita, kriptofiton) csoportba tartoznak, ezen belül két kategória kötődik a vízhez:

- Helophyta (helofita, helofiton) – áttelelő szerveik mocsaras talajban vannak;
- Hydrophyta (hydatophyta, hidrofita, hidrofiton) – áttelelő szerveik vízben vannak (Lukács 2014).

A hydrophyták anatómiai felépítése

A vízinövények számos olyan anatómiai felépítéssel rendelkeznek, amelyek a vízi életmódhoz való alkalmazkodásra utalnak. Ezen alkalmazkodási bélyegek összefüggenek a víz, mint közeg fizikai tulajdonságaival (pl. a vízben kevesebb az oxigén, kevesebb a széndioxid, nagyobb a sűrűsége). Az álló- és különösen a folyóvizeknek változó a hőmérséklete, a kémiai összetétele (sótartalma), ugyanakkor nagyobb a hőkapacitása. A mélységgel nő a nyomás, csökken a fény stb.

Fontosabb anatómiai jellemzők

Az alámerült fajok esetében az epidermisz redukálódott, általában egyetlen vékony sejtrétegből áll, amely elsősorban a felszívást és nem a védelmet szolgálja. A kutikula nagyon vékony vagy hiányzik. Jellemző az egész növényt borító nyálka, ami védi a sók kimosódását a szövetekből

és véd az állatoktól is. Redukálódott a mechanikai alapszövet (hiányzik a szklerenchima), a víz sűrűsége ezt feleslegessé teszi. Ha van mechanikai szövet, akkor az rendszerint mind a szár, mind a levél középvonalában helyezkedik el, biztosítva a rugalmasságot és a szilárdságot is egyben.

Az alámerült fajoknál teljesen hiányzik a hipoderma (pl. *Hydrilla*, *Potamogeton*), ugyanakkor sűrűn elágazó sejtközi járatokkal rendelkeznek, fejlett az aerenchima. Mivel megfelelő vízmennyiség áll a rendelkezésre, ezért redukálódott a szállítószövet is.

A xilém csak ritkán található meg, az alámerült vízinövényekre jellemző a tracheida. Az alámerült levelek tipikus árnyéklevelek, a mezofillum nem különül el oszlopos és szivacsos parenchimára, széles körben elterjedt a vegetatív szaporodás (Якубенко et al. 2011).

A víz felszínén lebegő leveleket vastag viaszréteg borítja és nagyszámú, mm² -enként 400–600 db sztóma található meg rajtuk. Jellemzőek a hidatódák is (pl. *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba* [49. ábra], *Nymphoides peltata*, *Trapa natans* [50. ábra], *Marsilea quadrifolia* [51. ábra], *Victoria amsonica*).

Szépszámmal megtalálhatók a trichomák, amelyek az erős napsugárzástól védik a növényt. Hidropotákat is megfigyeltek ezen növények leveleinek fonákán. E képletek a víz és az ionok szállításában játszanak szerepet (Якубенко et al. 2008; Недуха 2011).

- **Levél**

Azoknál a növényeknél, amelyek levelei, valamint szárának egy része alámerült, egy része pedig a víz felé emelkedik (amfibikus növények), megfigyelhető a heterofília (eltérő levélalakúság) jelensége. pl. *Trapa natans*, *Marsilea quadrifolia*, *Nuphar lutea*, *Sagittaria sagittifolia*, *Salvinia natans*, *Ranunculus aquatilis* stb.

A szárazföldi növényektől eltérően a heterofiliás növények alámerült leveleinek epidermiszében vannak kloroplasztiszok. A levélméretet is meghatározza a közeg. Az alámerülő növények levelei kicsik, szalag alakúak vagy finoman tagoltak, a lebegő, úszó levelek nagyok, a levélnyel hosszú hajlékony.

- **Szár**

A szár mind a víz alatti, mind a lebegő, gyökerező formáknál hosszú, vékony, rugalmas. A gyökerező formáknál fejlett a rizóma. Világoszöld vagy sárga színű.

- **Gyökér**

A gyökér nem játszik fontos szerepet a vízfelszívásban, elsősorban kapaszkodásra szolgál. Rendszerint fejletlen, hiányoznak a gyökérszőrök. Az alámerült növényeknél teljesen hiányoznak.

Élettájak szerinti csoportosítás

Az állóvizek és vízfolyások élettájai alapján is lehet csoportosítani a növényeket, hiszen más fajok foglalják el a nyílt vízi tájékot, a **pelágiális** régiót, és mások a parti tájékot, a **litorális** régiót. Ökológiai szempontból is eltérő a két zóna. A litorális zóna inkább hasonlít a szárazföldi biotópra, mivel itt szilárdan gyökerező parti vizes élőhelyek és vízinövények találhatóak. A nyíltvízi zónában inkább az algák vannak túlsúlyban. A folyók esetében **mediális (parti)** tájékot és a **ripális** régiót különítünk el. Ezek a régiók függőlegesen rétegekre sztrátumokra, vízszintesen pedig életövekre, zónákra oszthatók.

Jellemző állóvízi társulások

A fejlettebb vízinövényzetnek jellemzően két elkülönülő csoportja van: lebegő hínárok, **Lemnetea osztály** és gyökerező, a **Potametea -osztály**

Lemnetea osztály: ezen osztály társulásai álló és lassú folyású édesvizekben gyakoriak.

Apró békalencsés **Lemnetum minoris** kis víztükrök azonális társulása gyakran egyetlen faj populációiból áll. pl. **Lemna minor**.

Salvinio-Spirodeletum Slavnić 1956 (Vízipáfrány-társulás)

Erősen felmelegedő víztestek felszínén, többnyire sűrű bevonatot alkotó, lebegőhínár-társulás, amely főleg álló vagy lassú folyású disztróf vagy mérsékelt eutróf vizekben fordul elő (56. ábra). A társulás uralkodó és egyben állandó fajai a *Salvinia natans*, a *Spirodela polyrrhiza* és a *Lemna minor*. Állandó kísérőfaj lehet a *Hydrocharis morsus-ranae* (Borhidi 2007).

Hydrocharitetum morsus-ranae van Langendonck 1935 (Békatajahnár)

Álló vagy lassú folyású vizek lebegő vagy alkalmilag legyökerező hínár társulása (57. ábra). Általában 3-4 fajból álló, fajszegény társulás (*Lemna minor*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Lemna trisulca*) (Borhidi 2007).



56. ábra. Vízipáfrány-társulás a Tóvár Ornitológiai Rezervátumban
Fotó: Kohut E.



57. ábra. Békatutajhínár a Csaronda kiseszenyi szakaszán
Fotó: Kohut E.

***Stratiotetum aloidis* Nowinski 1930 (Kolokános)**

Álló- vagy lassú folyású vizek lebegő vagy alkalmilag gyengén legyökerező hínártársulása, mely főleg mérsékelten eutróf vagy gyengén disztróf – barna vagy fekete – vizekben található. Húsos, tüskés szélű levelekből álló tölevélrózsái kiemelkednek a víz felszínéből. Az uralkodó kolokán tölevélrózsái között rendszerint csak kis vízfelületek maradnak, ahol a békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*) és a békalencse hínár fajai (*Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrrhiza*) találhatóak (Borhidi 2007).

Osztály: Potametea Klika in Klika & Novák 1941 (Rögzült hínár)

A Potametea osztály a szilárdan gyökerező hínárfajokból álló társulásokat foglalja magába. Állóvizekben és vízfolyásokban, oligotróftól eutrófig terjedő, egészen 7 m-es vízmélységig megtalálhatók. Az osztály jellemzői a főbb társulásalkotó fajok, pl. az úszó és a fésűs békaszőlő (*Potamogeton natans*, *P. pectinatus*), az apró és a hínáros békaszőlő (*Potamogeton panormitanus*, *P. perfoliatus*), a füzéres süllőhínár (*Myriophyllum spicatum*), az átokhínár (*Elodea canadensis*), a vízi boglárkák közül a *Ranunculus circinatus*, *R. trichophyllus*, illetve a különböző társulásokban megjelenő generalisták, mint pl. a vidrakeserűfű (*Polygonum amphibium*) vagy a tavirózsa (*Nuphar luteum*). Az osztályon belül két rendet különböztetünk meg: a mélyebb vizekben élő, nagyobb termetű, békaszőlőhínárokat (*Potametalia pectinati*) és a sekélyebb és időszakos vizek kisebb termetű boglárka hínárjait (*Callitricho-Batrachietalia*).

Csoport: *Nymphaeion albae* Oberd. 1957 (Tündérrózsahínár)***Myriophyllo verticillati-Nupharetum luteae* W. Koch 1926 (Tavi-rózsahínár)**

Az uralkodó sárga vízitök (*Nuphar lutea*) mellett a felső szintben megjelenhetnek a lebegő békalencse- vagy békatutaj hínár tagjai (*Lemna minor*, *L. trisulca*, *Hydrocharis morsus-ranae*). Többnyire második alámerült szintje alakul ki, amelyet részben gyökerező hínárfajok, a süllő hínár fajai, főleg a *Myriophyllum verticillatum* képez.

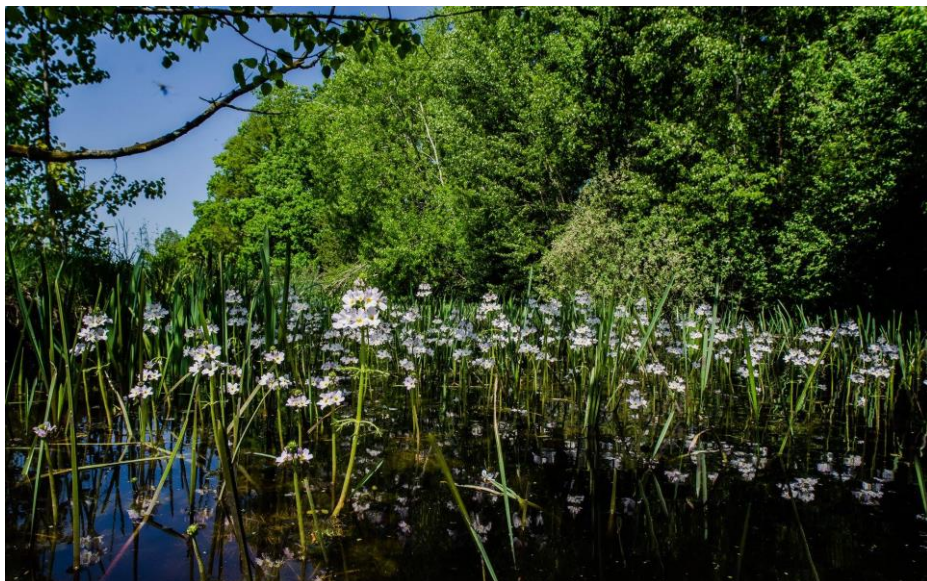
***Ceratophyllo-Nymphaeetum albae*, Tündérrózsahínár (V. Kárpáti 1963; Borhidi 2001)**

Mérsékelten eutróf és disztróf vizek lebegő levelű nagy hínárja. A társulás korai stádiumában az uralkodó tündérrózsa (*Nymphaea alba* var. *alba*) tiszta állományokat is alkothat, különösen kemény aljzatú, mély víztestekben.



58. ábra. A Szernye-csatorna Nagydobronyban

Fotó: Kohut E.



59. ábra. Békáliliom (*Hottonia palustris*) Remete község határában

Fotó: Ljubka T.

Trapa natantis V. Kárpáti 1963 (sulymos)

Mélyebb eutróf állóvizek lebegő hínárja, amely tápanyagban gazdag állóvizek vagy igen lassú vízfolyások jól átmelegedő, gyengén lúgos vagy semleges kémhatású, eutróf vagy disztróf víz testeiben, kistavakban, holtágakban, 70–200 cm víz mélység mellett alkot állományokat (58. ábra). Az uralkodó sulyom (*Trapa natans*) mellett elsősorban a felszíni lebegő hínárok, a békalencsehínár (*Lemnetalia minoris*) és a békatutajhínárok (*Hydrocharella*) fajai játszanak fontosabb szerepet. Korábban a tündérfátyolhínárral egy társulásnak tekintették; valójában az állóvízi zonáció két jól elkülönülő övezetét képviselik.

Csoport *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964 (boglárhínár)

***Hottonietum palustris* R. Tx. 1937 (békaliliomhínár)**

Lápok, láposodó holtágak, láperdőkben, ingólápokon kialakuló, nagy természetű lebegő hínár alkotta társulás. Disztróf és mezotróf jellegű, humuszban gazdag, átlátszó „barna és fekete” lápvizekben, többnyire 0,5–2 m mély vízben él, a nyár végére szárazra kerülve amfibikus növényként borítva a nedves üledéket (59. ábra). Fajszegény társulás, amelyben a domináns békaliliom (*Hottonia palustris*) mellé többnyire a lebegő békalencsehínár fajai (*Lemna spp.*), a békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*) és rencefajok (*Utricularia spp.*) társulnak.

Osztály *Phragmiti-Magnocaricetea* Klika in Klika & Novak 1941 (nádasok és magassásosok)

Állóvizek (tavak, holtágak, kisvizek, bányagödrök és egyéb mesterséges úton keletkezett állóvizek) és vízfolyások mentén, lápokon, ártereken fordulnak elő. A megfelelő élőhelyen erős kompetitor és a társulás felépítésében meghatározó szerepet játszik a nád (*Phragmites communis*), a széleslevelű gyékény (*Typha latifolia*), a keskenylevelű gyékény (*T. angustifolia*), a tavikáka (*Schoenoplectus lacustris*), a vízi harmatkása (*Glyceria maxima*), a zombéksás (*Carex elata*), a bugás sás (*C. paniculata*), a villás sás (*C. pseudocyperus*), a parti sás (*C. riparia*), a mocsári sás (*C. acutiformis*), az éles sás (*C. gracilis*) stb. Hosszú vízborítást és nagy vízszint-ingadozást képes elviselni a mételykóró (*Oenanthe aquatica*), a vízi kányafű (*Rorippa amphibia*), a réti harmatkása (*Glyceria fluitans*), a virágkáka (*Butomus umbellatus*), a nyílfű (*Sagittaria sagittifolia*), a mocsári csetkáka (*Eleocharis palustris*) stb. Jellegetes kísérőfaj, mint a réti fűzény (*Lythrum salicaria*), a nyúlánk galaj (*Galium elongatum*), a közönséges lizinka (*Lysimachia vulgaris*) előfordulása is jellemző.

**Csoport: *Phragmition australis* Koch 1926 (nádas társulások)
Phragmitetum communis Soó 1927 em. Schmale 1939**

Leginkább sík és dombvidéki jellegű növénytársulás, amely Európában az északi területek kivételével elterjedt. Állóvizek zonációjában, mezotróf-eutróf lápok szegélyében egyaránt megtaláljuk állományait.

A felszíni vízborítás lehet tartós, általában a vízben álló állományokkal szemben a feltöltési zóna időszakosan elárasztott, nyáron kiszáradó fázisában levő nádasok fajokban lényegesen gazdagabbak. Ezekben az állományokban rendszeresen megjelenik a sövényiszulák (*Calystegia sepium*), a réti fűzény (*Lythrum salicaria*), a vízi peszérce (*Lycopus europaeus*), a lápi csorbóka (*Sonchus palustris*), továbbá a karakterfajként is tekinthető ádáz (*Aethusa cynapium*) és a mérges csomorika (*Cicuta virosa*), valamint a ritka, védett nádi boglárka (*Ranunculus lingua*). Domináns a nád (*Phragmites australis*), amelyhez a felső szintben tavi káka (*Schoenoplectus lacustris*), télisás (*Cladium mariscus*), széleslevelű gyékény (*Typha latifolia*), keskenylevelű gyékény (*T. angustifolia*) stb. társulhat (Borhidi 2007).

***Typhetum latifoliae* G. Lang 1973 (széleslevelű gyékényes)**

Elsősorban sík és dombvidéki növénytársulás, amely leginkább eutróf vizekben fordul elő. A vízállás és a vízingadozásra tágtűrésűek. Többé-kevésbé sűrű állományokat alkot, domináns a széleslevelű gyékény (*Typha latifolia*) (Borhidi 2007).

***Glycerietum maximae* Hueck 1931 (harmatkásás)**

Elsősorban sík vidéki növénytársulás, amely a tápanyagban és oxigénben gazdag, ingadozó vízállású területeken, így holtágak, kisebb tavak, lassú vízfolyású árkok mentén elterjedt. A hosszan tartó elárasztást és a kiszáradást is bírja, a taposásra azonban érzékeny. Sűrű, gyakran a víz felszínét teljesen beborító állományokat alkot, amelyek a hosszú asszimilációs periódus következtében kora tavasztól késő őszig üde zöldek.

A domináns vízi harmatkása (*Glyceria maxima*) mellett változó mennyiségben és gyakoriságban találhatóak egyéb mocsári fajok, mint az ágas békabuzogány (*Sparganium erectum*), a vidrakeserűfű (*Polygonum amphibium*), a vízi hídőr (*Alisma plantago-aquatica*), az éles sás (*Carex gracilis*) stb. Néha a kálmoszal (*Acorus calamus*) vegyes állományai alakulnak ki (Borhidi 2007).

***Sparganietum erecti* Roll 1938 (békabuzogányos)**

Szubmediterrán elterjedési tendenciát mutató, elsősorban sík vidéki növénytársulás, amely tavak, holtágak, patakok nyugodt vizű szakaszain,

közepesen mély, tápanyagban gazdag vizekben található, ahol gyakran vastag szapropél képződik. A széleslevelű gyékényeshez (*Typhetum latifoliae*) és a harmatkásáshoz (*Glycerietum maximae*) hasonló, de azokénál oxigénben gazdagabb, kevésbé szennyezett vizekben jellemző. Közepes magasságú és sűrűségű állományokat alkot, amelyekben domináns az ágas békabuzogány (*Sparganium erectum*). Jellemző a lebegőhínár behatolása, főként az apró és a bojtos békalencse (*Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*) részvételével. Gyakori kísérőfaj a vízi harmatkása (*Glyceria maxima*). A megfelelő élőhelyeken eléggé gyakori, de az állományok többnyire kis kiterjedésűek, a partszakaszok zavartsága miatt töredezetek (fragmentáltak) (Borhidi 2007).

***Typhetum angustifoliae* (Soó 1927) Pignatti 1953 (keskenylevelű gyékényes)**

Túlnyomóan sík és dombvidéki növénytársulás, amely tavak, mélyebb árkok szublitóralis zónájában, mezotróf-eutróf, tartósan vízborítással, pangó vizes élőhelyeken, általában szervesanyag-tartalmú üledéken alkot állományokat. Iniciális állapotában ritkább, később sűrű, magas növésű (2,5 m) állományokat képez. Domináns a keskenylevelű gyékény (*Typha angustifolia*). Gyakran jól fejlett lebegő hínárszinúriumok alakulnak ki benne, amelynek fajai közt gyakoriak lehetnek a *Chara*-fajok, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Utricularia vulgaris*, sőt az *Aldrovanda vesiculosa* is (Borhidi 2007).

Csoport: *Magnocaricion elatae* Koch 1926 (zsombékosok és magassásrétek)

Édesvizek feltöltődése során kialakuló növénytársulások, amelyeknek a léte döntően a téli magas vízszintnek köszönhetően, a többé-kevésbé tartós vízborítástól függ. Közepesen magas, illetve magas növésű, zsombékos vagy szőnyegszerű állományokat alkotnak. Domináns fajok a zsombékos (*Carex elata*), a bugás sás (*C. paniculata*), a rostostövű sás (*C. appropinquata*), a villás sás (*C. pseudocyperus*), a csőrös sás (*C. rostrata*), a hólyagos sás (*C. vesicaria*), a mocsári sás (*C. acutiformis*), a parti sás (*C. riparia*), az éles sás (*C. gracilis*), a kétsoros sás (*C. disticha*), a rókasás (*C. vulpina*), a berki sás (*C. otrubae*), a bókoló sás (*C. melanostachya*), a dárdás nádtippán (*Calamagrostis canescens*), a lápi nádtippán (*C. neglecta*) és a pántlikafű (*Phalaroides arundinacea*). A jellegzetes fajkombinációt a mocsári galaj (*Galium palustre*), a közönséges lizinka (*Lysimachia vulgaris*), a réti füzény (*Lythrum salicaria*) és a vízmelléki csukóka (*Scutellaria galericulata*) előfordulása egészíti ki (Borhidi 2007).

***Galio palustris-Caricetum ripariae* Bal.-Tul. et al. 1993 (parti sásos)**

Európa melegebb vidékein elterjedt növénytársulás, amely szőnyegszerű állományokat alkot tavak, holtágak parti zonációjában, feltöltődő lápokon, valamint mélyebb fekvésű, rendszeresen elöntött ártereken található, ahol jellemző a többé-kevésbé tartós vízborítás. Sűrű állományaiban a domináns parti sás (*Carex riparia*) mellett egyéb faj csak szálanként fordul elő. A réti füzény (*Lythrum salicaria*), a mocsári galaj (*Galium palustre*) és a közönséges lizinka (*Lysimachia vulgaris*) a leggyakoribb. Az Alföldön és a dombvidéken elég gyakori, a hegyvidéken szórványos (Borhidi 2007).

***Caricetum gracilis* Almquist 1929 (éles sásos)**

Szubkontinentális elterjedési tendenciát mutató, sík- és dombvidéki jellegű növénytársulás. Jellemző, hogy a tavaszi sekély vízborítás nyáron visszahúzódik. A parti sásoshoz (*Caricetum ripariae*) és a hólyagos sásoshoz (*Caricetum vesicariae*) képest szárazabb. Általában sűrű, szőnyegszerű állományokat alkot. A társulás viszonylag fajgazdag, mert sok mocsárréti elem is megjelenik benne. A domináns éles sás (*Carex gracilis*) mellett tipikus esetben csak szálanként fordul elő a mocsári sás (*Carex acutiformis*), a mocsári galaj (*Galium palustre*), a vízmelléki csukóka (*Scutellaria galericulata*) és a réti füzény (*Lythrum salicaria*). Különösen a kora tavaszi aspektusban feltűnő a gólyahír (*Caltha palustris*). Gyakori a kúszó boglárka (*Ranunculus repens*), valamint a réti kakukkszegfű (Borhidi 2007).

Osztály: *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 (magasfüvű rétek és kaszálók)

Többnyire a mezofil erdőövek irtása és kaszálása nyomán kialakult rétek, valamint az árterek feltöltődési zónáiban lévő eredeti réttársulások sorolhatók ide. Ezekben a faji összetétel a térben a lejtéssel, illetve a talajvízszinttel kapcsolatosan változik. Lápok, mocsarak közelében a nedvesebb, gyakran pangó vizes termőhelyeken a magasabb talajvízszinthez kapcsolódó társulások (pl. kiszáradó láprétek, mocsárrétek) alakulnak ki (60. ábra). Ezekről távolabb, magasabb térszíneken, alacsonyabb talajvízszint mellett mezofil hegyi rétekkel, kaszálókkal (pl. franciaperjerétek, aranyzabrétek) találkozunk. A faji összetételben az eredeti, természetes

körülményeket jelző fajok mellett jelentékeny a zavarástűrő növények, olykor a taposást és legelést is elviselő gyom jellegű fajok szerepe.

E színes virágokban gazdag rétek és kaszálók jellemző fajai a fehér tippán (*Agrostis stolonifera*), a réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*), a francia perje (*Arrhenatherum elatius*), a százsorszép (*Bellis perennis*), a terebélyes harangvirág (*Campanula patula*), a réti imola (*Centaurea jacea*), a cincor (*Cynosurus cristatus*), a csomós ebír (*Dactylis glomerata*), a gyepes sédbúza (*Deschampsia caespitosa*), a réti és a nádképű csenkesz (*Festuca pratensis*, *F. arundinacea*), a réti és a sovány perje (*Poa pratensis*, *P. trivialis*), a szibériai és a réti margitvirág (*Leucanthemum irkutianum*, *L. vulgare*), az őszi oroszlánfó (*Leontodon autumnale*), a kakukkszegfű (*Lychnis flos-cuculi*), a pénzlevelű lizinka (*Lysimachia nummularia*), a réti és a kúszó boglárka (*Ranunculus acris*, *R. repens*) és a csörgő kakascímer (*Rhinanthus minor*), a réti és a korcs here (*Trifolium pratense*, *T. hybridum*) (Borhidi 2007).

Csoport: *Calthion R. Tx. 1937* (magaskórós mocsárrétek)

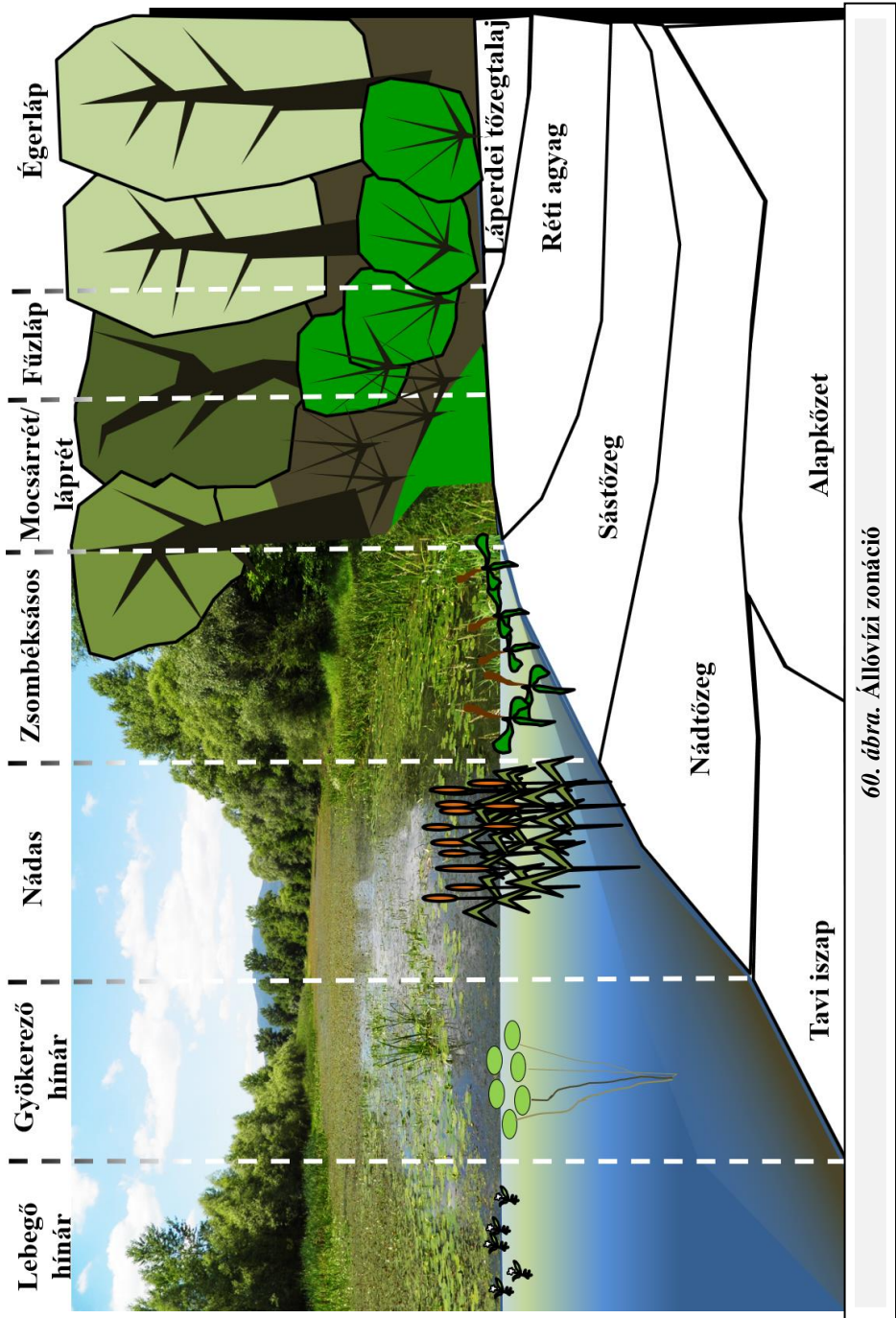
Főleg hegyvidékek patakjait kíséző égeres ligeterdők tisztásain és irtásain alakulnak ki, legtöbbször alacsony árteret rendszeresen elöntő, friss, oxigénben dús patakvízzel.

Gyakran az égerliget és a mocsárrétek átmeneti zónáiban erdőszegélyként jelenik meg, sajátos átmenetet alkotva a ligetes erdő és rét között mint fontos eleme a patakvölgyek tájképi szépségének.

Jellemző és fontos fajai a réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*), az erdei angyalgyökér (*Angelica sylvestris*), a mocsári és hegyi gólyahír (*Caltha palustris* subsp. *palustris* és subsp. *laeta*), a halovány és a csermelyaszat (*Cirsium oleraceum*, *C. rivulare*), a mocsári zörgőfű (*Crepis paludosa*), a mocsári és az óriás zsurló (*Equisetum palustre*, *E. telmateja*), a mocsári nefelejcs (*Myosotis palustris*) és az erdeikáka (*Scirpus silvaticus*) (Borhidi 2007).

***Carici vulpinae-Alopecuretum pratensis* (Máthé & Kovács M. 1967) Soó 1971 corr. Borhidi 1996 (ecsetpázsitos mocsárrét)**

Az Alföld jellemző mocsárrétje, amelynek állományai különösen a nagyobb folyók árterein, a magassárrétek és a mocsárrétek határán alakulnak ki mint a feltöltődés viszonylag tartós stádiumai. Többnyire az árterek nedvesebb részein, vályogos-agyagos üledékek váz- és réti talajain tenyésznek.



60. ábra. Állóvízi zonáció

Az ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*) gyakran sűrű, az 1 m-t is meghaladó hamvaszöld gyepjében különösen szembetűnőek (pl. május–júniusban) a boglárkák, a réti és a békaboglárka (*Ranunculus acris*, *R. flammula*), a szarvaskerep (*Lotus corniculatus*) és a réti lednek (*Lathyrus pratensis*) élénksárga, valamint a réti kakukkszegfű (*Lychnis flos-cuculi*) halványbibor színfoltjai.

További gyakori kísérő fajok a borzas, a mocsári és a bókoló sás (*Carex hirta*, *C. acutiformis*, *C. melanostachya*), a réti perje (*Poa pratensis* és subsp. *angustifolia*), a vékonyzab (*Ventenata dubia*), a réti here (*Trifolium pratense*) és a festő zsoltina (*Serratula tinctoria*). A mohák közül szinte mindig jelen van a *Drepanocladus aduncus*. Védett fajok a mocsári kosbor (*Orchis laxiflora* subsp. *elegans*), a nyári tőzike (*Leucjum aestivum*) (Borhidi 2007).

12. A TENGERI ÉLŐHELYEK ÉS ÉLETKÖZÖSSÉGEK

12.1. A mérsékelt övi tengerek élőhelytípusai

12.1.1. Sziklás tengerpart

A sziklás tengerpartok élőhelyi adottságai sokszínűek. Általánosan jellemző a hullámzásnak kitett sziklafelszín folyamatos aprózódása (61. ábra). A partfal rombolódásának hatásfoka függ a part alakjától, a partot alkotó kőzet típusától és az azon megtelepedő élőlényektől.

A keményebb kőzetek (pl. gránit) tartósabban állnak ellen az erőhatásoknak, mint a puhábbak (pl. mészkő, homokkő). Az ilyen partoldalakat a hullámverés és az általa mozgatott aprózódott kőzettörmelék folyamatosan koptatja. A sziklafalban keletkezett repedésekben megtelepedő élőlények (pl. sziklafúró kagyló), valamint az egyéb felszíni erőhatások növelik az aprózódás ütemét.

Abráziós partszakaszokon a hullámverés által mozgatott kőzettömeg felgyorsítja a partfal erodációját. A partfalban a koptatás hatására abráziós fülke, majd abráziós kapu képződik, amely a kritikus kiterjedést elérve beomlik. A vízbe kerülő kőzettömeg újabb nyersanyagot jelent a további abráziós folyamatokhoz.



61. ábra. Sziklás tengerparti élőhely az Adriai-tengeren
Fotó: Kolozsvári I.



62. ábra. A tarisznyarágok a sziklás tengerpartok gyakori fajai
Fotó: Kolozsvári I.



63. ábra. Kővájó sün váza (*Paracentrotus lividus*)

Fotó: Vass G. (II. RF KMF Állattára)

Szupralitorális övezet (permetöv) legfelső szintjét a hullámzásból származó vízpára, vízpermet és a csapadékvíz nedvesíti. Alsóbb részeit kiterjedtebb dagály idején a kiáramló tengervíz is elérheti.

A part mélyedéseiben visszamaradó tócsák vizének sókoncentrációja és hőmérséklete nagy napi eltéréseket mutathat, így leginkább a tágtűrűsű fajok képesek benépesíteni őket (pl. csigák, kagylók, *vízirovarok*, evezőlábú rákok, tarisznyarákok, tengeri makk). Napsütéses időben a tócsák vize felmelegszik, a párologás hatására növekszik sókoncentrációjuk, míg esős időben csökken (61. ábra).

A tengerpartok eulitorális övezete tekinthető a tényleges árapályzónának. Az itt élő szervezetek alkalmazkodtak a napi több órán át tartó száraz és tengervízzel borított időszakok váltakozásához. A mediterráneum eulitorális élőhelyein jellemzőek a csészecsigák (*Patella*), a sziklafúró kagylók, fekete kagylók, kékkagylók, tengeri makk-kolóniák (64. ábra), a különböző örvénycsigák, dárdacsigák, virágállatok (pl. *Actinia*, 65–66. ábra). Az eulitorális övezet alsó szintjén előfordulnak a tengeri sünök (pl. sziklafúró sün (63. ábra), fekete tengeri sün), és az akár több méter hosszúságúra is növevő barnamoszatok (pl. *Laminaria*). A szublitorális övezet az árapályzóna alatt



64. ábra. Tengeri makk
Fotó: Vass G. (II. RF KMF Állattára)



65. ábra. A parti sziklákra előszeretettel tapadnak csészecsigák, aktíniák és tengeri makkok
Fotó: Kolozsvári I.



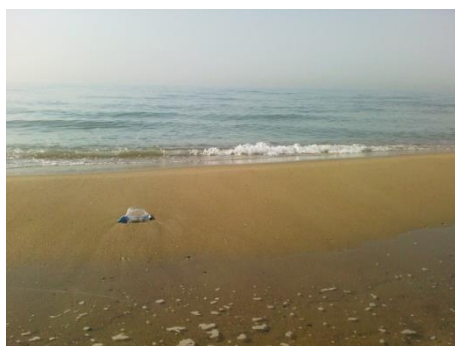
66. ábra. A parti kövezés alga, virágállat és puhatestű életközössége
Fotó: Kolozsvári I.

elhelyezkedő állandóan elöntött terület. Általában fajgazdagabb a szupralitorális övezetnél. A kiterjedt barnamoszattetelek, kelpdők (*pl. Macrocystis pyrifera*) sok fajnak nyújtanak védelmet és táplálékforrást. Előfordulnak a különböző szivacsok, zsákállatok, tengeri sünök, puha-testűek. A tengerfenék egyenetlenségei jó búvóhelyet biztosítanak a polipok, homárok, languszták és garnélák számára (Bräger et al. 2014).

12.1.2. Homokos tengerpart

12.1.2.1. Árapálysíkságok

Egyik típusa az árapálysíkság, mely turzások, szigetek, földnyelvek stb. által védett öblök parti régiójában alakul ki, ahol a hullámzás intenzitása már elhanyagolható, a víz mozgása jobbra az apály-dagály váltakozására korlátozódik (67. ábra). Az Északi-tenger térségében általánosan jellemző parttípus, de a Fekete-tengeren sem tekinthető ritkának.



67. ábra. Homokos tengerpart a Fekete-tengeren Zatoka térségében
Fotó: Kolozsvári I.

12.1.2.2. Sós mocsarak

Sós mocsarak az árapálysíkságok közepes vízszint feletti zónájában alakulhatnak ki. Flórájuk meglehetősen fajszegény, elsősorban sótűrő fajok jellemzőek. A szárazföld irányában fokozatos átmenetet képezve édesvízi mocsaraként folytatódhatnak.



68. ábra. Remeterák (*Pagurus bernhardus*)
Fotó: Vass G. (II. RFKMF Állattára)

12.1.3. Hullámveréses homokos tengerpartok

A felső szupralitorális övezetet gyakran homokdűnék és a rajtuk megtelepedő szárazföldi növények alkotják. A hullámveréses homokos

tengerpartok mederanyaga homokos vagy aprókavicsos jellegű. Az eulitorális övezet mederanyagának felső néhány centiméteres részét a hullámverés folyamatosan átmozgatja. Kiterjedt vízi makrofiton állományok megtelepedése a gyökérzóna mederanyagának folyamatos újrarendeződése miatt nem jellemző. Az itt élő szervezeteket közös néven pszammonnak nevezzük. Mivel e parttípusra leginkább az egyveretűség jellemző, búvóhelyek hiányában az állatok befúrják magukat a laza mederüledékbe (csillósok, gyűrűsférgék, hengeresférgék, örvényférgék, rovarok, rákok stb.). Gyakoriak a remeterákok (68. ábra) és a szívkgagylók.

A szublitorális övezet élővilága jóval fajszegevényebb a sziklás tengerpartoknál tapasztalhatótól. Előfordulnak virágállatok (pl. csöves tengerirózsa (*Cerianthus membranaceus*)), puhatestűek (pl. kis palloskagyló (*Ensis arcuatus*), közönséges dárdacsiga (*Cerithium vulgatum*)), tengeri csillagok, tengeri sünök, rákok (pl. sáskarákok, garnélák, tarisznyarákok). A halak közül jellemzőek a különböző gébfajok, lepényhalak, márnák, morgóhalak.

A mederanyagot kő, homok és szervesanyagokban gazdag iszap alkotja. A szerves összetevők bomlása jelentős oxigénfelhasználással jár. Ha a víz cirkulációja nem kielégítő, akkor időszakos oxigénhiányos állapot alakulhat ki a mederfenék közelében. A tartós oxigénhiány az itt élő szervezetek többségének pusztulásával jár, viszont a körülmények újbóli rendeződésével ismételt benépesülés jellemző (Bräger et al. 2014).

12.2. A trópusi tengerek élőhelytípusai

12.2.1. Trópusi korallszirtek

A trópusi korallszirtek mészvázú tengeri szervezetek (moszatok, kőkorallok, puhatestűek) telepeire épülve jönnek létre. A zátonyépítő kőkorallok a trópusi égöv tengereire jellemző szervezetek. A világtenger legfajgazdagabb élőhelytípusai. Ausztrália közelében található a Nagykorallzátony, amely jelenleg a legnagyobb kiterjedésű ilyen élőhelyegyüttes a Földön. Az itt élő fajok nagyon érzékenyek a víz hőmérsékleti viszonyaira, a tengervíz kémiai összetételére, áramlási viszonyaira, valamint megfelelő fényellátottságra (Connell 2007).

Megkülönböztetünk szegélyzátonyt (meredek partokhoz közeli régiókban alakul ki), gátzátonyt (a parttól távol, a lapos tengerfenéken

jöhet létre) és atollt (vulkáni kráter peremén alakul ki). A zátonyok felépítésében az agykorallok (*Favidae*) és az elágazó korallok (*Acroporidae*) szerepe a legjelentősebb, de mindenképp megemlítenedők a tűzkorall és szarukorall fajok is. Búvó és táplálkozóhelyet nyújtanak az itt élő fajoknak.

A korallzátonyok fontos szervezetei a szivacsok, algák, tengeri liliomok, tengeri csillagok, tengeri sünök, kagylók, csigák, rákok, halak (69–71. ábra). A porcos halak közül jellemzőek a szirtcápák (pl. fehérfoltú szirtcápa (*Carcharhinus albimarginatus*), szürke szirtcápa (*Carcharhinus amblyrhynchus*)) és a tuskésráják. A csontos halak közül nagy számban lelhetjük fel a korallsügéreket (*Pomacentridae*), a korallszirtihal-féléket (pl. bohóchal (*Amphiprion percula*)), az angyalhalfajokat, doktorhalakat, papagájhalféléket, gömbhalféléket, ajakoshalféléket, skorpióhalféléket, pillangóhalakat, murénákat stb. (Bräger et al. 2014).

12.2.2. Mangrove erdők

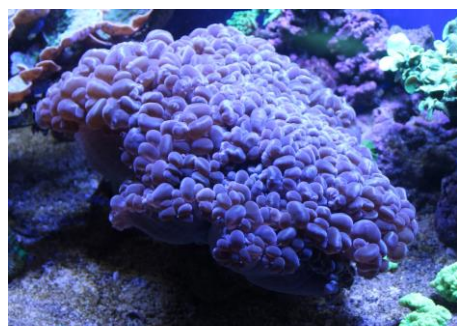
Mangrove erdők a trópusi tengerpartok hullámveréstől védett szakaszain alakulhatnak ki. Fő növényi állományalkotóik a sósvízi környezethez alkalmazkodott fajok. Az itt élő szervezeteknek alkalmazkodniuk kell a dagálykori



69. ábra. A trópusi korallzátonyok élővilága különösen fajgazdag, viszont összetettségük miatt igen sérülékenyek
Fotó: Kolozsvári I.



70. ábra. Közönséges csipeszhal (*Chelmon rostratus*)
Fotó: Kolozsvári I.



71. ábra. Hólyagkorall (*Plerogyra sinuosa*)
Fotó: Kolozsvári I.

előntéshez és az apály idején jellemző szárazra kerüléshez. A sókoncentráció itt is széles határok között ingadozhat.

A szervesanyagokban gazdag üledék anaerob viszonyait ellensúlyozandó, a mangrove fák léggyökereik lenticelláin keresztül képesek oxigént felvenni. A felesleges sót a leveleiken található speciális képletek segítségével választják ki, amelyet a szél vagy az eső tisztít le a növényről.

A mangrove erdők faunájában szárazföldi és tengeri fajokat egyaránt találunk. Sok tengeri madár fészkel itt. Egyes állatok csak apály, vagy csak dagály idején keresik fel, mások folyamatosan itt tartózkodnak a fákon vagy az üledékben. Jellemzőek a fűrökagylók, tengeri makkok, tarisznyarákok, kúszógébek. Az egyes kontinensek mangrove erdeinek fajösszetétele nagyban különbözhet egymástól (Bräger et al. 2014).

12.3. A mélytengeri környezet életközösségei

A mélytengeri környezetben élő fajoknak alkalmazkodniuk kellett a magas nyomáshoz, a viszonylag alacsony hőmérséklethez és a fény hiányához. A világóceán átlagos mélysége 3 700 méterre tehető, így víztömegének csaknem 90%-a e tartományhoz tartozik. 10 méterenként egy atmoszférával növekszik a víznyomás.

Mivel a napsugarak a vízfelszíntől számított maximum néhány száz méteres sávban elnyelődnek, a mélyebb tartományokban fotoszintézis nem lehetséges. A mélyebb vizek oxigénellátása ennek ellenére kielégítő. A tengeri áramlásrendszerek folyamatosan juttatnak oxigénben dús felszíni vizeket a bentikus régióba is, kivéve az olyan elkülönülő medencéjű térségeket, mint amilyenek a Karib-tenger bizonyos térségei, vagy a Fekete-tenger, ahol anaerob körülmények uralkodnak.

A tengervíz hőmérséklete a mélységgel egyenletesen csökken, és körülbelül 1 000 méter mélységet követően a földrajzi elhelyezkedéstől és a felszín éghajlati viszonyaitól függetlenül homogén közeg alakul ki. Ahol nincsenek geotermikus hőfeláramlások (pl. vulkanizmus), ott a mélységi vizek hőmérséklete egyenletesen 2–3 °C.

A mélytengeri hidrotermális hőforrások közelében magasabb a hőmérséklet, gazdagabb a víz ásványi anyagokban (kénvegyületek, fémek stb.). Az ilyen területek élővilága általában fajgazdagabb és eltér a környezetétől. Az esetenként akár 300 °C hőmérsékletű kifolyókban specializálódott termofil baktériumok élnek, előfordulnak kemoautotróf kénbaktériumok, különböző puhatestűek, férgek, rákok.

A mélytengeri állatok anyagcseréje általában lassú, emiatt oxigénigényük is kisebb, nemi érésük lassú, nincsenek évszakos szaporodási ciklusaik, gyakori a hermafroditizmus. Mivel a mélység növekedésével növekszik a CaCO_3 vízben való oldhatóságának határfoka, a mészvázás szervezetek aránya ebben a régióban jóval alacsonyab, mint a felszínközeli vagy a parti tájék esetében. A bentikus élővilág biomasszájának mennyisége a felszínközeli vízréteg produkciójától függ, ugyanis a mélyebb régiók fogyasztói, lebontói döntően az alámerülő szervesanyagból jutnak energiához. A bentikus régióban élő gerinctelenek általában az elhalt szervesanyagok lebontására specializálódtak, a halak többsége ragadozó.

A mélytengeri ragadozók szeme általában kicsi, vagy visszafejlődött, színezetük fakó, szájnílásuk nagy, fogazatuk befelé hajló és sűrű. Mivel ritkábban jutnak prédához, így próbálják hatékonyságukat javítani. Egyes fajok képesek biolumineszcens fényt előállítani (pl. lámpáscsápú hal (*Linophryne arborifera*)). A fénynek a táplálékszerzésben vagy párkeresésben is szerepe van (Bräger et al. 2014).

13. VÍZI ANYAGFORGALOM

13.1. A szén (C) körforgalma

Az élőlényeket felépítő szerves vegyületek változó számban, de mind tartalmaznak szénatomot. A szénforgalom egyik legalapvetőbb vegyülete a szén-dioxid (CO_2), amely a légkörből diffúzióval, a csapadékvízben oldva, felszín alatti források révén, vulkanikus aktivitás következményeként, vagy az élőlények anyagcseréje útján kerülhet a vízbe. A felszín alatti vizek oldott CO_2 mennyisége általában magasabb a felszíni vizekénél.



72. ábra. Ammoniteszes vörös mészkő

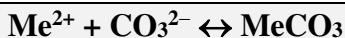
Fotó: Kolozvári I.

A CO_2 a vízben részben szénsavvá hidrolizálódik, illetve H^+ - és HCO_3^- - (hidrogén-karbonát) ionokra disszociál. A HCO_3^- - is tovább disszociálhat H^+ - és CO_3^{2-} - ionokra. A szervesetlen szénformák közül a vízben 4 pH-nél savasabb közegben csak szabad CO_2 található, pH 4 és pH 8,4 között egyidejűleg mindhárom szénforma (CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-}) előfordulhat, 7–10 pH-nál HCO_3^- jellemző, 11 pH-nál lúgosabb közegben CO_3^{2-} dominál (Felföldy 1981).

A CO_2 - tartalmú vizekben a CaCO_3 is oldódik, mint $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (kalcium-hidrogénkarbonát). A $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ addig marad oldatban, ameddig a vízben megfelelő mennyiségű CO_2 található, jelenléte a víz keménységét is alakítja. A vízkeménységet többféle skálán értékelik. Az egyik legelterjedtebb kifejezési formája a német keménységi fok (1 nk° literenként 10 mg CaO-nak felel meg). Karsztos területeken a víz CO_2 feleslege a mészkő agresszív oldódását és sajátos karsztos felszínformák kialakulását eredményezi. A CO_2 szintjének csökkenése következtében a $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ szétválk és CO_2 szabadul fel, valamint CaCO_3 válik ki. A jelenség az egyensúly beálltáig tart. CO_2 elvonás következhet be például a forrásvizek felszínre kerülésével, a víz felmelegedésével, vagy a fotoszintetizáló szervezetek O_2 kibocsátása következtében. A vízben oldott mész egy része a meder és a part tereptárgyaira, ágakra, gyökerekre, ví-

zinövényekre ülepszik le. Nagy mennyiségű CO₂ raktározódik kötött formában a szivacsok és korallok testében, a puhatestűek szervezetében, a rákok kültakarójában, kőzetekben (72. ábra) stb.

Egyes mohafajok és kéalgák (*Schizothrix fasciculata*) hasznosítják a források szabad CO₂-tartalmát, amivel az édesvízi mészkő (travertín) kiválását és lerakódását is gyorsítják. A fitoplankton anyagcseréje által okozott biológiai mészkiválás finom szecsjű, általában a nyíltvízi térszínekre jellemző kolloidális mészkristályok létrejöttét eredményezi. A finomszemű mészkristályok az aljzatra ülepedve tavikrétát hoznak létre. Tekintélyes mennyiségű szén kerül ki időszakosan a körforgásból az üledékes kőzetekben (pl. kőszén, kőolaj, földgáz, különböző karbonáttartalmú kőzetek, dolomit stb.) kötött formában. A csapadékképződés az alábbi kémiai reakció szerint játszódik le: Me²⁺-fémion):



A Föld légkörének CO₂-tartalma 0,35%. A fotoszintetizáló szervezetek tekintélyes mennyiségű CO₂-ot asszimilálnak, így a szervesetlen szénvegyületek egy része szervessé válik.



A fotoszintézisből származó szőlőcukor az élőlények szervezetében lejátszódó bonyolult biokémiai folyamatok útján egyéb szerves anyagokká (zsírokká, fehérjékké stb.) alakul át, majd a lebontást kísérő légzés (respiráció) a CO₂ egy részét visszajuttatja a légkörbe.

A fosszilis energiahordozók elégetésekor a bennük található nitrogén- és kénvegyületek felszabadulnak. A kén a levegő vízmolekuláival kémiai reakcióba lépve kénessavat és kénsavat képezhet, amely savas eső formájában a felszínre hullva jelentős károkat okoz az élővilágban (Felföldy 1981).



13.2. Az oxigén (O) körforgalma

Az élőlények szervezetében zajló oxidatív és redukív kémiai folyamatokban az oxigén alapvető fontosságú elem, döntően vegyületben kötött formában (pl. víz, szén-dioxid, különböző szénhidrátok, szénhidrogének stb.) van jelen. Oxigénigényük szempontjából a vízi élőlények jelentős része aerob életmódú, életfolyamataik fenntartásához oxigénre van szükségük. Egyes mikroorganizmusok és alacsonyabb rendű állatok képesek az időszakos vagy tartós oxigénhiányos körülményeket is elviselni. Az oxigénhiányos és az oxigéndús közeget egyaránt elviselő fajokat fakultatív anaerobnak, a csak oxigénhiányos közeget elviselőket obligát anaerobnak nevezzük. A vízi élőlények oxigénszükségletüket vízben oldott oxigénből, légköri oxigénből, vagy egyéb speciális anyagcsere-folyamatok révén biztosíthatják. A vízi élőlények oxigénfelvétele végbemehet a kültáron keresztül (pl. egysejtűek, szivacsok, csalánozók, hengeresférgék, gyűrűsférgék, rovarok, rákok stb.), tracheakopolyú segítségével (pl. kérészek, kisszitakötők lárvái (73. ábra) stb.), kopolyúval (rovarok, rákok, halak, kétéltűek stb.), tüdővel (kétéltűek, hüllők, madarak, emlősök), vagy ezek különböző specializált módosulataival.

A fotoszintetizáló szervezetek (algák, magasabb rendű vízínövények) juttatják a felszíni vizekbe a legtöbb oxigént (74. ábra). A biológiai



73. ábra. Sávos szitakötő lárvája (*Calopteryx splendens*).
A nyillal jelölt tracheakopolyúk az állat légzését segítik
Fotó: Kolozsvári I.



74. ábra. A fotoszintetizáló hínárnövények oxigénnel dúsítják a vizet
Fotó: Kolozsvári I.

folyamatokból származó oxigéneken kívül jelentős mértékű a felületi diffúzióval és a különböző vízmozgások során beoldódó, valamint a vízmolekulák fény általi disszociációjából származó oxigén aránya is.

A hőmérséklet növekedésével romlik az oxigén vízben való oldódásának hatásfoka, így a víz felmelegedése önmagában is csökkentheti az oldott oxigén szintjét. A vízi élőlények légzése, a szerves anyagok lebontásának magas oxigén-felhasználása, az oxidálható vegyületek feldúsulása (pl. Fe (II)) nagy mennyiségű oldott oxigént von el a vízből (75. ábra).



75. ábra. Vörös színű vastartalmú üledék a Tisza tiszaujlaki holtágának medrében

Fotó: Kolozsvári I.

A napkeltétől napnyugtáig jellemző oxigénszint-növekedés a primer produkció (fotoszintézis) eredménye. Az estétől másnap hajnalig tapasztalható csökkenés a légzés és a különböző lebontási folyamatok következménye. Hideg időszakban a víz oldott oxigénszintjének utánpótlását nagyban megnehezíti a vízfelszín befagyása. Az összefüggő jégréteg megakadályozza a vízfelület légkörrel való interakciójából eredő beoldódás. A helyzetet tovább súlyosbíthatja, ha a jégfelszínre vastag hóréteg rakódik. A hó árnyékoló hatása gátolja a jég alatti fotoszintézist. A hőmérséklet csökkenésével sok faj anyagcseréje lelassul (hibernáció). A mozgó turbulens vízfolyások (pl. patakok, folyók) oxigénszintje magasabb az állóvizekénél. Esetükben a felületi diffúzió hatásfoka jobb, mint az állóvizek esetében.

A vízfolyások turbulens áramlásainak keverő hatása megakadályozza az oxigénrétegzettség kialakulását. A felszín alatti vizek oldott oxigénmennyisége jóval alacsonyabb a felszíni vizekénél. A sekély

medrű állóvizek vize könnyebben átkeveredik, így a különböző mélységű szintek oxigénellátottsága egyenletesebb, mint a nagytavaké és a mélytavaké. A légkörből való beoldódásból és a fotoszintetizáló szervezetek fotikus zónában való csoportosulásából adódóan a felszínközeli vízréteg oldott oxigéntartalma magasabb a mélyebb vízrétegekétől. Az intenzív fotoszintézis eredményeként a víz több oldott oxigént tartalmaz, mint amennyi a vízhőmérsékletnek megfelel, oxigén-túltelítettség alakulhat ki. A halak pusztulását okozhatja (gázembólia), ha a víz oldott oxigén tartalma eléri a 450%-ot. Ekkor az oldott oxigén buborékok formájában kiválik a kopoltyúban. Az alacsony oxigénszinthez szokott élőlények magas oldott oxigén-szint mellett oxigénmérgezést kaphatnak (Felföldy 1981). A mély oligotróf tavakban az eutrófikus tavakhoz képest arányában kevesebb növényi eredetű szerves anyag termelődik, így a lebontási folyamatokra visszavezethető oxigénelvonás mértéke is alacsonyabb.

Az oxigénellátottság jellemzéséhez az oxigéntartalom aktuális értékén túl igen fontos a napi ingadozás mértékének megállapítása is (Dévai et al. 1999), amit az általában koradélután mérhető maximum és a többnyire hajnalban észlelhető minimum egymáshoz viszonyított aránya alapján lehet megadni az $O_2 \text{ vált} = O_{2 \text{ max}}/O_{2 \text{ min}} \times (O_{2 \text{ max}} - O_{2 \text{ min}})$ képlet szerint.

Ha az $O_2 \text{ vált}$ értéke 2-nél kisebb, akkor a napi ingadozás csekély mértékűnek, ha 2–16 közötti, akkor közepes mértékűnek, ha pedig 16-nál több, akkor nagymértékűnek tekinthető.

13.3. A hidrogén (H) körforgalma

A hidrogén a szervesanyagok egyik nélkülözhetetlen alkotóeleme. Léteznek hidrogéngáz-termelő és hidrogénfogyasztó mikroorganizmusok (pl. *Clostridium acetivum*, *Methanobacterium omelianskii*, *Micrococcus denitrificans*, *Desulfovibrio desulfuricans*, *Escherichia coli* stb.). A hidrogén körforgalmát önmagában e kötetben nem részletezzük külön, mivel a szén, az oxigén és a nitrogén körforgalma kapcsán említésre kerülnek azok a fontosabb folyamatok, amelyekben a hidrogén is részt vesz.

13.4. A nitrogén (N) körforgalma

A Föld légkörének 78%-át nitrogéngáz alkotja. Az élőlények számára nélkülözhetetlen elem. Leggyakrabban nitrit, ammónia vagy nitrát

formájában veszik fel, többségük elemi formában nem tudja hasznosítani. A nukleinsavak (RNS, DNS), aminosavak és sok egyéb szerves vegyület egyik fő alkotóeleme.

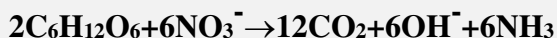
Vizeinkben a nitrogén öt jellemző formában fordul elő:

- elemi nitrogén (N₂);
- szerves nitrogénvegyületek (aminosavak, karbamid stb.);
- ammónia (NH₃) és ammóniumion (NH₄⁺);
- nitrát (NO₃⁻);
- nitrit (NO₂⁻), savas kémhatású vizekben mint salétromossav fordul elő (Felföldy 1981).

Bizonyos mennyiségű nitrogén a felszíni vizekbe közvetlenül a légkörből is beoldódik, viszont jelentős a nitrifikáló mikroorganizmusok által megkötött, valamint az antropogén eredetű nitrogénvegyületek aránya is.

A nitrogénciklus fő folyamatai:

- az elemi nitrogén megkötése, majd nitrogénkötő mikroorganizmusok általi szerves vegyületté alakítása;
- mikrobiális deaminálás (ammonifikálás) – ammónia felszabadítása a szerves nitrogénvegyületekből;
- az ammónia oxidálása nitritté, majd nitráttá nitrifikáló baktériumok által;
- a nitrát redukciója ammóniává (nitrátammonifikáció, a nitrifikáció ellentétes folyamata), ill. elemi nitrogénné (denitrifikáció);



- az ammónia és a nitrát felhasználása a fotoautotróf szervezetek által (asszimilációs nitrátredukció) (DÉVAI et al. 2001).

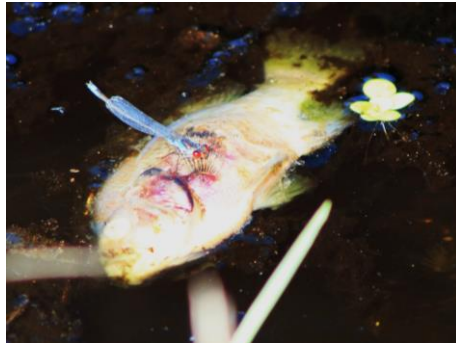
A felszíni vizekben mindig található elegendő elemi nitrogén a nitrogénkötő mikroorganizmusok számára. A nitrogénkötő baktériumok a nyíltvízben, az üledékben és az élőbevonatokban egyaránt jelen lehetnek. A mikroorganizmusok általi nitrogén-megkötést természetes úton a baktériumok és a kéalgák végzik. Nagy jelentősége van az *Azotobacter*,

Clostridium, Azotomonas, Methanomonas, Pseudomonas törzseknek. A tengerekben zajló mikrobiális nitrogénkötés szempontjából a *Desulfovibrio*, *Azotobacter*, *Clostridium* törzsek, valamint egyes kéalgák (*Anabaena*, *Nostocaceae*, *Trichodesium*) jelentősége kiemelkedő.

Az elpusztult élőlények testét alkotó szerves vegyületek a fehérjebontó és ammonifikáló baktériumok tevékenysége folytán részben ammóniává alakul, emellett jelentős a vízi állatok ammóniaürítése is. Az ammónia a bakteriális lebontás legnagyobb tömegben keletkező terméke (76. ábra).

A nitrátot sejten belül redukáló fotoszintetizáló egysejtű algák nagy tömegben juttatnak környezetükbe ammóniát és nitrítet, de ammónia a bakteriális nitrátredukció következményeként is feldúsulhat. A vízben található ammónia egy részét az algák és a magasabbrendű növények hasznosítják. Az ammónia másik részét a nitrifikáló baktériumok két lépésben nitráttá alakítják át, melynek során a nitrítbaktériumok (*pl. Nitrosomonas*) ammóniaoxidációját a nitrátbaktériumok (*pl. Nitrobacter*) nitrátoxidációja követi.

A jelentős mennyiségű nitrátot hasznosítanak a növények (asszimilációs nitrátredukció) és egyes mikroorganizmusok is. A nitrifikáció során keletkező nitrát a bakteriális nitrátredukció (disszimilációs nitrátredukció) kiindulási alapanyaga. A bakteriális nitrátredukció egyik végterméke az ammónia, a másik az elemi nitrogén (denitrifikáció).



76. ábra. Az elhalt vízi szervezetek szervesanyagainak lebontásában kiemelkedő szerepe van a mikroorganizmusoknak

Fotó: Kolozsvári I.



77. ábra. A feketelábú szitakötő (*Gomphus vulgatissimus*) lárvájának kibújása. A vízirovarok kirepülésekor nagy mennyiségű szervesanyag távozik a vízből

Fotó: Kolozsvári I.

A denitrifikáló baktériumok közül mindenképp megemlítendők a *Nitrococcus denitrificans*, *Pseudomonas denitrificans*, *Paracoccus denitrificans* és *Bacillus licheniformis* törzsek. A denitrifikációban keletkező elemi nitrogén már csak a nitrogénkötő szervezetek révén kerülhet vissza ismét a biológiai körforgásba.

A denitrifikáció folyamata a *Nitrococcus denitrificans* baktérium esetében:



A nitrogénvegyületek a denitrifikáló mikroorganizmusok tevékenysége folytán az elfolyó vizekkel, az elemi N_2 kiszellőzésével, a vízi élőlények szárazföldre kerülésével (pl. halászat, vízi rovarok kirepülése [77. ábra] stb.), az elfolyó vizekkel és N-tartalmú üledékek képződésével kerülhetnek ki ismét a vizekből (Felföldy 1981; Dévai et al. 2001).

13.5. A kén (S) körforgalma

A nagyobb földfelszíni kénlelőhelyek leggyakrabban vulkanikusan aktív területekhez köthetők. Egyes iparágak tevékenységéből és a fosszilis tüzelőanyagok égéséből eredően nagy mennyiségű antropogén eredetű kénvegyület kerül közvetett vagy közvetlen módon a vizekbe. A savas esők is (kénessav, kénsav) hozzájárulnak felszíni vizeink elsavasodásához. Az élővilág számára legáltalánosabban elérhető kénforrást a csapadékvízben található kénvegyületek és a kéntartalmú üledékes közetek (pl. gipsz (CaSO_4), pirit (FeS_2)) adják.

Az asszimilációs szulfátredukció során a szerves kén kénvegyületté alakul. A mikroorganizmusok többsége a ként ásványi formában (pl. gipsz) veszi fel. Vannak kéntartalmú forrásokban élő specializálódott baktériumok, amelyek vízben oldott formában is hasznosítani tudják. A növények a ként szulfátok formájában veszik fel, majd a kéntartalmú aminosavakba építik be azt. Az állatok a növények, vagy más állatok elfogyasztásával juthatnak hasznosítható kénvegyületekhez.

A szulfátredukáló baktériumok (pl. *Desulfovibrio desulfuricans*) disszimilációs szulfátredukció útján szulfátból kénhidrogént (H_2S) állíta-

nak elő. A kénhidrogén a bomló szerves törmelékek jellemző, záptojászagú, vízben jól oldódó, színtelen gáza. Az alsóbb vízrétegekben felhalmozódva mérgező közeget hoz létre (pl. a Fekete-tenger alsóbb vízrétegei). A holt szervesanyagok kéntartalma a mineralizáció során kénhidrogénként távozik a légkörbe, vagy a mikroorganizmusok anyagcserefolyamatai révén elemi kénné oxidálódik.

A kénoxidációt a fotoszintetizáló kénbaktériumok (pl. Rhodospirillaceae, Cromatiaceae) anaerob körülmények között fény jelenlétében végzik, míg a színtelen kénbaktériumok (pl. Beggiatoa, Thiobacillus) aerob viszonyok mellett folytatják. Az oxidáció az elemi kén keletkezéséig, vagy a szulfát megjelenéséig tart. A hidrogén-szulfid fémekkel reakcióba lépve fémszulfidok formájában kicsapódik (Felföldy 1981; Dévai et al. 2001).

13.6. A foszfor (P) körforgalma

A foszfor a növényi szervesanyag-termelés egyik minimumfaktorának tekinthető. A vizekben természetes körülmények között az alapkőzet mállásából eredően viszonylag kis koncentrációban van jelen. Általában ortofoszfát alakjában, oxidált formában. A mikrobiális aktivitás eredményeként redukált foszforvegyületek is képződhetnek (pl. foszfin, foszfit, hipofoszfit), viszont ezek mennyisége és jelentősége elmarad az oxidált formákéhoz képest.

A mezőgazdaság, az ipar és a kommunális eredetű foszfortöbblet könnyen módosíthatja a vizek anyagforgalmi folyamatainak irányát. A foszfor mennyiségi növekedése segíti az eutrofizációt. Élettani szempontból jelentős foszfortartalmú vegyületek a nukleisavak, az ATP vagy a sejtmembrán kialakításában is részt vevő foszfolipidek.

A pirofoszfát vizes közegben ortofoszfáttá hidrolizálódik:



Az oldott ortofoszfátot (PO_4^{3-}) a növények mellett az auto- és heterotróf mikroorganizmusok veszik fel. Az üledékben a foszfátot tartalmazó szerves molekulák lebomlanak, miközben szervesetlen ionos foszfát szabadul fel.

A foszforciklusnak a mikroorganizmusok alapvető fontosságú aktivátorai. Tevékenységük négy nagy területre terjed ki:

- a heterotróf mikrobiális mineralizáció során a foszfor szerves kötésből ortofoszfát formájában szabadul fel;
- a heterotrófok és a fotoautotrófok immobilizálhatják a szerves foszfort, így időszakosan csökkenhet a vizekben hozzáférhető foszforkészlet;
- a mikroorganizmusok által termelt különböző savak hozzájárulnak az oldhatatlan anorganikus foszfátok (pl. trikálcium-foszfát, ferri-foszfátok) oldatba viteléhez;
- a redukált foszforvegyületek (foszfitok, hipofoszfitok, foszforhidrogén) képződése bakteriális tevékenység eredményeként.

Egyes foszfátvegyületek üledékként kicsapódva időszakosan kikerülhetnek a vízi anyagkörforgásból. A tavaszi fokozott növényi produkció csökkenti az aktuálisan elérhető foszforvegyületek szintjét. A nyári növekedés általában a fitoplanktonon táplálkozó állatok által ürített foszfáton alapul (Lakatos et al. 2000; Dévai et al. 2001).

14. VIZEINK VÉDELME

14.1. Környezeti problémák

A felszíni és felszín alatti vizek szennyeződése, valamint a vizes élőhelyek degradációja világszerte általánosan előforduló probléma. A vizeinket érintő természetkárosító folyamatoknak számos megjelenési formájával találkozhatunk regionálisan is.

- Az ipari hulladékkal történő közvetlen kémiai szennyezés az ott élő, az adott toxinra érzékeny szervezetek anyagcserezavaraihoz, állományromlásához, részleges vagy teljes pusztulásához vezethet.
- Amennyiben a szabadba juttatott ipari víz hőmérséklete meghaladja a külső befogadó víztömeg hőmérsékletét, előfordulhat, hogy a környezetben megjelenő többféle bizonyos fajok esetében zavaró tényezővé válhat, emellett hozzájárulhat melegigényes, tájidegen fajok térhódításához (pl. uszodák, hőerőművek stb. vízének kieresztése).
- A bányászat vízgazdálkodási zavarokat, valamint az élőhelyek fizikai átalakulását válthatja ki (pl. talajvíz és rétegvíz elszivárgása, folyami kavicskitermelés által okozott élőhelypusztulás (78. ábra)). Az 1998-as, illetve 2001-es nagy tiszai árvizek, valamint a 2000-ben levonuló cianid, majd az azt követő



78. ábra. Folyami kavics kitermelése a Tiszán Tiszaújlaknál

Fotó: Kolozsvári I.



79. ábra. Úszó kommunális hulladék a Talabor-Nagyági Vízerőmű víztározójában

Fotó: Kolozsvári I.



80. ábra. A Talabor-Nagyági Vízerőmű gátja a Talabor folyón

Fotó: Kolozsvári I.

nehézfém-szennyezés rávilágított a Tisza környezetének és élővilágának sebezhetőségére.

- A műanyag hulladékok esetében előforduló aprózódási folyamat mikroműanyag részecskék létrejöttét eredményezheti, melyek pontos élettani hatása még nem kellően tisztázott, viszont a vizekben és a mederüledékben tapasztalható gyors mennyiségi növekedése mindenképp aggasztó (79. ábra).
- A duzzasztógátak (80. ábra) képesek markánsan megváltoztatni az adott szakasz medertelítettségi és vízáramlási viszonyait, mely a gát feletti szakaszon élő áramlásokkedvelő fajok visszaszorulását okozhatja.
- A vízfolyások és állóvizek partoldalainak és mederstruktúrájának mesterséges átalakítása az élőhelyi bolygatottságra érzékeny fajok eltűnését, valamint élőhelypusztulást válthat ki (pl. betonozás, kövezés, lefedés stb. (81. ábra)).
- A tájidegen fajok behurcolása nagyon veszélyes az adott élőhely természetes élővilágára nézve (pl. cifrarák, törpeharcsa, naphal, amurgéb, fehér és pettyes busa, amur stb. [82. ábra]).
- A gondatlan mezőgazdasági vegyszerhasználatból eredően vizeinkbe kerülő toxikus hatású szennyeződések számos esetben okoztak komoly környezeti pusztításokat (83. ábra).
- Az egyes vízi sportok műveléséből, valamint a vízi közlekedésből



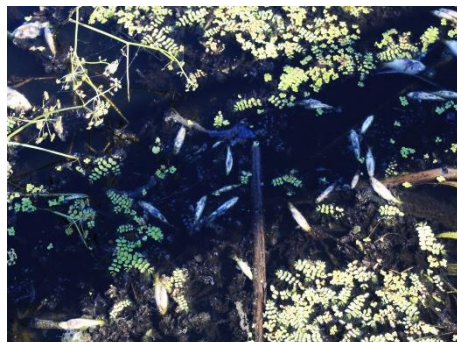
81. ábra. Partkövezés a Viznice-patakon

Fotó: Kolozsvári I.



82. ábra. A Nagydobronyi halastóból kifogott, vidékünkön nem őshonos pettyes busák

Fotó: Kolozsvári I.



83. ábra. Gondatlan mezőgazdasági vegyszerhasználatból adódó tömeges halpusztulás a beregdédai Tóvár Ornitológiai Rezervátumban 2020 nyarán

Fotó: Kolozsvári I.

adóó erős hullámverés ívási időszakban az ikrák elsodródását és a halivadékok pusztulását okozhatja, emellett bizonyítottan káros hatású az amfibikus rovarokra nézve azok kibújási periódusában (pl. szitakötők, kérészek).

14.2. Vízhez kötődő fajok és élőhelyeik védelme

A természetes és természetközeli állapotú élőhelyek rohamos fogyatkozásával és a biodiverzitás gyorsuló csökkenésével párhuzamosan egyre nagyobb jelentősége van az élettelen és az élő természet eredeti állapotának megőrzése érdekében végzett tevékenységeknek (Dévai et al. 2001). A vízi és vízhez kötődő élőlények, valamint élőhelyeik védelméről az országhatárokon belül hatályos regionális törvényi szabályozások mellett számos nemzetközi egyezmény, megállapodás, irányelv (Ramsari Egyezmény, Bonni Egyezmény, Berni Egyezmény, Washingtoni Egyezmény [CITES], Riói Egyezmény stb.) született.

A Bonni Egyezmény keretében született megállapodás például

- az afrikai és eurázsiai vonuló vízimadarak védelméről (AEWA),
- a Balti- és az Északi-tenger kistestű cetféléinek védelméről (ASCOBANS),
- a Fekete-tenger, a Földközi-tenger és az egybefüggő atlanti területek cetféléinek védelméről (ACCOBAMS),
- a Wadden See fókáinak védelméről,
- a tengeri teknősök és élőhelyeik védelméről az Indiai-óceán és Dél-Kelet-Ázsia területén (IOSEA),
- az albatroszok és a hojszák védelméről (ACAP),
- a csíkosfejű nádiposzáta védelmére vonatkozó intézkedések feltételeiről.

Az Európai Unió víz-keretirányelve megállapítja a szárazföldi felszíni vizek, az átmeneti vizek, a parti tengervizek és a felszín alatti vizek védelmének keretét. Célja, hogy megakadályozza és csökkentse a szennyezést, elősegítse a fenntartható vízfelhasználást, megóvja és javítsa a vízi környezetet, valamint mérsékelje az árvizek és aszályok hatásait. Ez a törekvés napjainkban már nem kizárólagosan a természetvédelmi oltalom alatt álló területeknél érvényesül. A számos nemzetközi egyezmény közül elsősorban az Európai Unió által kialakított Natura

2000, és a Ramsari Egyezmény tartalmaz bizonyos területhasználati korlátozásokat annak érdekében, hogy a hatályuk alá vont területeken a fenntartható gazdálkodás és a bölcs hasznosítás a természet károsítása nélkül valósulhasson meg. Bár Ukrajna nem tagja az Európai Uniónak, a földrajzi közelség, valamint a jogi szabályzások harmonizációjának igénye elősegítheti a természetvédelem és a környezetvédelem területén való szorosabb együttműködést.

Az Ukrajnában bejegyzett 50 Ramsari-terület közül Kárpátalján hat található:

- a Szinevéri-tó,
- a Brebeneszkul-tó,
- az ATAK Védett Terület,
- a Nárciszok-völgye,
- a Barátság-barlang,
- Csorne Bahno-mocsár.

A Fornosi-tó és az Ung folyó felső szakasza esetében is kérelmezte Ukrajna a státusz odaítélését. Kárpátalja szempontjából jelentős a magyarországi Felső-Tisza Ramsari Terület, amely Ukrajna és Magyarország határ régiójában húzódik. Kárpátalján 6 hidrológiai rezervátum létesült, illetve 251 hidrológiai természeti emlék élvez védeltséget. Sajnos egyes területek esetében igen nagymértékű az élőhelyi degradáció foka (pl. Dédai-tó Hidrológiai Rezervátum, 84. ábra). A Tisza nemzetközi jelentőségű vízfolyás lévén környezetvédelmi szempontból is kiemelt fontosságú. Kárpátaljai szakaszán a Tisza több természetvédelmi oltalom alatt álló területet is érint.

A Tiszamelléki Regionális Tájvédelmi Park (Притисянський Регіональний ландшафтний парк) létrehozását a Kárpátaljai Megyei Tanács 2009. augusztus 7-i, № 908. számú rendeletében hagyta jóvá. A terület tiszai, borszai és latorcai részlegekre tagolódik, összterülete 10 330,66 hektár (Kish et al. 2009). Létrehozásának célja volt, hogy a jövőben hathatósan léphessenek fel a Tisza-völgy sajátos élőhelyi viszonyainak megőrzéséért, illetve, hogy mindezek a feltételek fenntartható ártéri gazdálkodással hosszú távon is biztosíthatóvá váljanak. A természetvédelmi lehetőségeken túl a Tisza-táj jelentős turisztikai és rekreációs vonzerőt is jelenthetne (Hanusz 2009). A Tisza főágának medrében a gyors áramlás és a köves mederaljzat miatt általában nem jellemző a kiterjedt vízi makrofitonállományok megtelepedése

(Kish–Mihaly 2005). A Felső-Tisza kárpátaljai szakaszáról több mint 1 250 növényfajt írtak le, melyek közül 850 fajt közvetlenül a folyómeder és az első árvízi terasz alkotta sávról azonosítottak. A Tiszamelléki Regionális Tájvédelmi Park területéről 278 rovarfajt azonosítottak, melyek közül 75 faj regionális védelem alatt áll. A vízi rovarok közül 160 faj előfordulását igazolták (Kish et al. 2009). A területen igen értékes költőhelyei találhatóak még a partifecskeknek (85. ábra), gyurgyalagoknak, fekete gólyáknak, emellett jelen vannak a vidrák, az utóbbi években ismét visszatértek a hódok és számos egyéb vizes élőhelyhez kötődő ritka faj képviselője. A Tisza Tiszaújhalas feletti szakaszának kémiai és biológiai vízminőségi állapota összességében jónak mondható (Afanasyev 2003; Левківський 2006; Летицька & Афанасьєв 2010; Левчак et al. 2013). Vize szerves szennyezőanyagokat számottevő mértékben nem tartalmaz, a szervesetlen növényi tápanyag mennyisége sem jelentős. A biológiai produkció nagysága nem számottevő, általában a víz klorofill-a tartalma is alacsonynak mondható (Zsuga 2003). Az ipari termelés visszaesése, illetve a kommunális vízszolgáltatások alacsony színvonalú működtetése révén Kárpátalján az 1990–2000 közötti időszakban folyamatosan csökkent a Tiszából kiemelt és felhasznált víz mennyisége (Jelentés 2012). Sajnos a kommunális eredetű szemét ártéri kihelyezése, az erdőirtás, a mezőgazdasági vegyszerhasználat, illetve a folyómederből történő kavics- és homokbányászat a védelmi intézkedések ellenére is zajlik, ami a Tisza élővilágára, az itt fellelhető különleges élőhelyi viszonyokra nézve állandó és komoly veszélyforrást jelent.



84. ábra. A Dédai-tó Hidrológiai Rezervátum beerdősülő kiszáradt medre
Fotó: Kolozsvári I.



85. ábra. Partifecskek költőüregei a Tisza tiszaújhalasi szakaszának partoldalában
Fotó: Kolozsvári I.

FELHASZNÁLT ÉS AJÁNLOTT IRODALOM

- Afanasyev, S.A. 2003: Reaction of the biota of mountain rivers to valley pollution releases. – *Hydrobiological Journal* 39/2: 3–11.
- Angelier, E. 2003: *Ecology of Streams and Rivers*. – Science Publishers Inc., Enfield, USA, 215 pp.
- Antal L. – László B. – Kotlík P. – Mozsár A. – Czeglédi I. – Oldal M. – Kemenesi G. – Jakab F. – Nagy S.A. 2016^a: A Kárpát-medence új hal-faja: a bihari márna (*Barbus biharicus*). – *Pisces Hungarici* 10: 5–14.
- Antal, L. – László, B. – Kotlík, P. – Mozsár, A. – Czeglédi, I. – Oldal, M. – Kemenesi, G. – Jakab, F. – Nagy, S.A. 2016^b: Phylogenetic evidence for a new species of *Barbus* in the Danube River basin. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 96: 187–194.
- A Tisza. In: Magyarország hidrológiai atlasza. I. sorozat. Folyóink vízgyűjtője 7. – Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet, Budapest, 1958, 388 pp., 32 melléklet.
- A tiszai Alföld. In: Magyarország tájféldrajza 2. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969, 383 pp., 7 ábramelléklet, 12 képtábla, 1 térképmelléklet.
- Baker, R.L. – Feltsmate, B.W. 1989: Depth selection by larval *Ischnura verticalis* (Odonata: Coenagrionidae): effects of temperature and food. – *Freshwater Biology* 22: 169–175.
- Baranyi A. 2011: A víz fizikai kémiája. – *Magyar Tudomány*, 2011/12: 1459–1466.
- Borhidi A. 1997: Gondolatok és kételyek: Az Ösmátra-elmélet. – *Studia phytologica jubilaria*, Pécs: 161–188.
- Borhidi A. 2007: Magyarország növénytársulásai. – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Bräger Zs. – Németh Sz. – Regős J. 2014: Bevezetés a tengerek ökológiájába. – Pécsi Tudományegyetem, 106 pp.
- Bulla B. 1962: Magyarország természeti földrajza. Egyetemi tankönyv. – Tankönyvkiadó, Budapest, 424 pp., 8 melléklet.
- Carothers, K. 2004: *Ocean Explorer*. – National Oceanic and Atmospheric Administration. Interneten: <https://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/04deepscope/background/deeplight/media/diagram3.html> (2021-03-16)
- Connell, S.D. 2007: Water quality and the loss of coral reefs and kelp forests: alternative states and the influence of fishing. – In: Connell SD, Gillanders BM (eds): *Marine Ecology*. Oxford University Press, Melbourne, p. 556–568

- Corkum, L.D. – Hanes, E.C. 1992: Effects of temperature and photoperiod on larval size and survivorship of a burrowing mayfly (Ephemeroptera, Ephemeridae). – *Can. J. Zool.* 70: 256–263.
- Corbet, P.S. 2003: A positive correlation between photoperiod and development rate in summer species of Odonata could help to make emergence date appropriate to latitude: a testable hypothesis. – *Journal of the Entomological Society of British Columbia* 100: 3–17.
- Demeter A. (szerk.) 2002: Natura 2000 – Európai hálózat a természeti értékek megőrzésére. In: Demeter A. (sorozatszerk.): Magyarország és a Natura 2000 – I. – ÖKO Rt., Budapest, 159 pp.
- Dénes, L.A. – Kolcsár, L.P. – Török, E. – Keresztes, L. 2016: Taxonomic revision of the Carpathian endemic *Pedicia* (*Crunobia*) *staryi* species – group (Diptera, Pediciidae) based on morphology and molecular data. – *ZooKeys* 569: 81–104.
- Dévai Gy. 1976: Javaslat a szárazföldi (kontinentális) vizek csoportosítására. – *Acta biol. debrecina* 13: 147–161.
- Dévai Gy. 1997: IX.3.2. Vízter-tipológiai törzsadattár (V-NÉR). In: Fekete G. – Molnár Zs. – Horváth F. (szerk.): A magyarországi élőhelyek leírása, határozója és a Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer. Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer II. – Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, p. 293–298.
- Dévai Gy. – Dévai I. – Felföldy L. – Wittner I. 1992: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója. 3. rész: Az ökológiai vízminőség jellemzésének lehetőségei. – *Acta biol. debrecina, Suppl. oecol. hung.* 4: 49–185.
- Dévai Gy. – Juhász-Nagy P. – Dévai I. 1992: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója. 1. rész: Tudománytörténeti háttér és az elvi alapok. – *Acta biol. debrecina, Suppl. oecol. hung.* 4: 13–28.
- Dévai Gy. – Végvári P. – Nagy S. – Bancsi I. (szerk.) 1999: Az ökológiai vízminősítés elmélete és gyakorlata. 1. rész. – *Acta biol. debrecina, Suppl. oecol. hung.* 10/1, 216 pp.
- Dévai Gy. – Nagy S. – Wittner I. – Aradi Cs. – Csabai Z. – Tóth A. 2001: A vízi és a vizes élőhelyek sajátosságai és tipológiája. In: Böhm A. – Szabó M. (szerk.): Vizes élőhelyek: a természeti és a társadalmi környezet kapcsolata. In: Szabó M. (sorozatszerk.): Tanulmányok Magyarország és az Európai Unió természetvédelméről. – ELTE–TTK & SZIE-KGI & KöM-TvH, Budapest, p. 11–74.

- Dövényi Z. (szerk.) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. Második, átdolgozott és bővített kiadás. – MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 pp.
- European Union 2000: Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. – Official Journal of the European Communities L327: 1–72.
- Felföldy L. 1981: A vizek környezettana. Általános hidrobiológia. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 290 pp.
- Frisnyák S. (szerk.) 1978: Magyarország földrajza. Második kiadás. Tanárképző főiskolai tankönyv. – Tankönyvkiadó, Budapest, 444 pp.
- Gleick, P.H. 1993: Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources. – Oxford University Press, New York.
- Guti G. 2017: Idegen halfajok a Duna magyarországi szakaszán – a problémák kezelésének stratégiai kérdései. – *Pisces Hungarici* 11: 5–17.
- Hamar, J. – Sárkány-Kiss, A. (edit.) 1995: The Maros/Mureş river valley. In: Tiscia monograph series. – Tisza Klub (Szolnok), Szeged, 257 pp.
- Hamar, J. – Sárkány-Kiss, A. (edit.) 1999: The Upper Tisa valley. In: Tiscia monograph series. – Tisza Klub (Szolnok) & Liga Pro Europa (Târgu Mureş), Szeged, 502 pp.
- Hanusz Á. 2009: Öko-turisztikai lehetőségek Kárpátalján. In: Frisnyák S. – Gál A. (szerk.): A Kárpát-medence környezetgazdálkodása. – Nyíregyházi Főiskola Turizmus és Földrajztudományi Intézete és a szerencsi Bocskai István Gimnázium és Közgazdasági Szakközépiskola, Nyíregyháza–Szerencs, p. 183–197.
- Harka Á. – Sallai Z. 2004: Magyarország halfaunája. – Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Szarvas, 269 pp.
- Holmes, N.T.H. – Whitton, B.H. 1977. Interneten: https://www.researchgate.net/publication/287737643_Macrophytes_of_the_River_Wear_1966-1976
- Hortobágyi T. – Simon T. (2000): Növényföldrajz, társulástan és ökológia. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Horváth F. – Kovács-Láng E. – Báldi A. – Gergely E. – Demeter A. (szerk.) 2003: Európai jelentőségű természeti területeink felmérése és értékelése. In: Demeter A. (sorozatszerk.): Magyarország és a Natura 2000 – III. – MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 160 pp.
- Ihrig D. (szerk.) 1973: A magyar vízszabályozás története. – Országos Vízügyi Hivatal, Budapest, 398 pp.

- Jakucs P. – Dévai Gy. – Précsényi I. 1984: Az ökológiáról - ökológus szemmel. – *Magy. Tudom. XCI/5*: 348–359.
- Izsák T. 2007: Ukrajnai természeti földrajza. – II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Ungvár, 216 pp.
- Jelentés, 2012: Jelentés Kárpátalja megye természeti környezetének 2012. évi állapotáról – Kárpátalja Megyei Állami Adminisztráció, Ökológiai és Természeti Erőforrások Osztálya, Ungvár, 2013 [Доповідь про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області за 2012 рік – Закарпатська обласна державна адміністрація, Департамент екології та природних ресурсів, Ужгород, 2013]. Interneten: <http://www.menr.gov.ua/dopovidi/regionalni/1124-rehionalni-dopovidi-pro-stan-navkolysh-noho-pryrodnoho-seredovishcha-u-2012-rotsi>
- Kaprus, I. – Tsalan, J. 2009: New Collembola species from the floodplain forests of the Transcarpathian lowland (Ukraine). – *Vestnik Zoologii*, 42(2): 27–32.
- Kish, R. – Mihaly, A. 2005: Vegetation of the Tisza floodplain [Рослинність заплави Тиси]. In: Giesen, W. – Iarochévitch, O. (red.): The Tisza floodplain. – Project of the European Union "Flood Risk Assessment and Management in Zakarpattia Oblast", Kyiv, p. 11–14.
- Kolcsár, L.P. – Török, E. – Keresztes, L. 2015: A new species and new records of *Molophilus Curtis*, 1833 (Diptera: Limoniidae) from the Western Palaearctic Region. – *Biodiversity Data Journal* 3: e5466.
- Kolozsvári I. – Dévai Gy. 2021: Új adatok Kárpátalja szitakötő faunájához. New data on the dragonfly (Odonata) fauna of Transcarpathia (Zakarpatska region, Ukraine). – *Studia odonotol. hung.* 21: 43–62.
- Kolozsvári I. – Hadnagy I. – Csoma Z. – Kohut E. (2020): Módszertani kézikönyv kárpátaljai környezettudományi terepgyakorlatokhoz. II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász–Ungvár p. 141.
- Kolozsvári, I. – Molnár, J. – Dévai, Gy. (2016): Recent river channel change detections in the section of the River Tisza above Tiszaújlak (Вилок). – *Landscape & Environment* 10(3–4): 123–130.
- Kolozsvári, I. – Szabó, L.J. – Dévai, Gy. 2015: Dragonfly assemblages in the upper parts of the River Tisza: a comparison of larval and exuvial data in three channel types. – *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 61(2): 189–204.

- Kovács S. 2007: Máramarosi bércek között. – Romanika Kiadó, Budapest, 347 pp.
- Kvach, Y. – Dykyy, I. – Janko, K. 2016: First record of the Chinese sleeper, *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Actinopterygii: Odontobutidae) in the Dnieper Estuary, southern Ukraine (Black Sea drainage). – *BioInvasions Records*, 5(4): 285–290.
- Lajter I. – Móra A. – Grigorszky I. – Nagy S.A. – Dévai Gy. 2010: A Tisza magyarországi és a főbb mellékfolyók torkolatközei szakaszának jellemzése vízi makroszkopikus gerinctelen állatközösségekkel. – *Studia odonatol. hung.*, Suppl. 1: 9–122.
- Lakatos Gy. – Hannu M. – Szilágyi F. 2000: Hidrobiológia mérnököknek. Felkészülési anyag. – Budapest, 86 pp.
- Lászlóffy W. 1982: A Tisza. Vízi munkálatok és vízgazdálkodás a tiszai vízrendszerben. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 610 pp., 3 melléklet.
- Lukács B.A. 2014: Hidrobotanika: bevezetés a vízínövények ökológiájába, oktatási segédanyag. – MTA Ökológiai Kutatóközpont, Tihany.
- Lutz, P.E. 1974: Effects of temperature and photoperiod on larval development in *Tetragoneuria cynosura* (Odonata: Libellulidae). – *Ecology* 55/2: 370–377.
- Mészáros E. – Schweitzer F. (szerk.) 2002: Föld, víz, levegő. In: Glatz F. (főszerk.): Magyar tudománytár. Első kötet. – MTA Társadalomkutató Központ & Kossuth Kiadó, Budapest, 511 pp.
- Mitsch, W.J. – Gosselink, J.G. 1993: *Wetlands*. 2nd edition. – Van Nostrand Reinhold, New York, XIII + 722 pp.
- Mosonyi E. (szerk.) 1959: Hidraulika és műszaki hidrológia. In: Műszaki értelmező szótár 3. – Terra, Budapest, 156 pp.
- Molnár J. 2009: Vízrajzi adottságok. In: Baranyi B. (szerk.): Kárpátalja. – Dialóg Campus Kiadó, Pécs – Budapest, p. 130–141.
- Mozsár, A – Árva, D. – Józsa, V. – Györe, K. – Kajári, B. – Czeglédi, I. – Erős, T. – Weiperth, A. – Specziár, A. 2021: Only one can remain? Environmental and spatial factors influencing habitat partitioning among invasive and native crayfishes in the Pannonian Ecoregion (Hungary). – *Science of the Total Environment*, 770
- Nagabhatla, N. – Avellán, T. 2019: Chapter 2. Physical and environmental dimensions. In: *The United Nations World Water Development Report 2019. Leaving no one behind*. – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 44–57.

- Nagy B. – Komonyi É. – Molnár J. – Gönczy S. – Izsák T. – Kucsinka I. – Sándor A. 2002: A felső-tiszai árvizek kialakulásának tényezői, különös tekintettel az utóbbi évek katasztrófáira, illetve azok elhárításának lehetőségeire. Kézirat. – Kárpátaljai Magyar Tanárképző Főiskola adattára, Beregszász, 55 pp.
- Németh E. 1954: Hidrológia és hidrometria. Egyetemi tankönyv. – Tankönyvkiadó, Budapest, 662 pp., XXXII tábla, 1 melléklet. Országos vízgazdálkodási kereterv. – Kézirat. OVF Vízügyi Tervező Vállalat, Budapest, 1965, 896 + XIX pp., 24 ábraoldal.
- Novikoff, A. – Barabasz-Krasny, B. 2015: Modern plant systematics. General issues. – Liga-Press, Lviv, 686 p.
- Országos Vízügyi Főigazgatóság Adattára, Interneten: <http://www.ovf.hu>
- Paulik K. 2018: A klímaváltozás a vízről szól? – innotéka VIII/V: 29–33.
- Podschun, S.A. – Albert, C. – Costea, G. – Damm, C. – Dehnhardt, A. – Fischer, C. – Fischer, H. – Foeckler, F. – Gelhaus, M. – Gerstner, L. – Hartje, V. – Hoffmann, T.G. – Hornung, L. – Iwanowski, J. – Kasperidus, H. – Linnemann, K. – Mehl, D. – Rayanov, M. – Ritz, S. – Rumm, A. – Sander, A. – Schmidt, M. – Scholz, M. – Schulz-Zunkel, C. – Stammel, B. – Thiele, J. – Venohr, M. – von Haaren, C. – Wildner, M. – Pusch, M. 2018: RESI - Anwendungshandbuch: Ökosystemleistungen von Flüssen und Auen erfassen und bewerten. In: Berichte des IGB, Heft 31. – Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) im Forschungsverbund Berlin e.V., Berlin, XI + 187 pp.
- Reshetnikov, A.N. 2013: Spatio-temporal dynamics of the expansion of rotan *Percottus glenii* from West-Ukrainian centre of distribution and consequences for European freshwater ecosystems. – Aquatic Invasions, 8(2): 193–206.
- Sárkány-Kiss, A. – Hamar, J. (edit.) 1997: The Criş/Körös rivers' valleys. In: Tisza monograph series. – Tisza Klub (Szolnok) & Liga Pro Europa (Târgu Mureş), Szeged, 397 pp.
- Scherbukha, A. Ya. 2004: Retrospective of ichthyofauna of Ukraine and contemporary problems of preserving its diversity. – Vestnik zoologii, 38(3): 3–18.
- Semenchenko, V. – Vezhnovetz, V. 2008: Two new invasive Ponto-Caspian amphipods reached the Pripyat River, Belarus. – Aquatic Invasions 3(4): 445–447.

- Semeniuk, N.Y. – Genkal, S.I. – Shcherbak, V.I. 2019: New for Ukraine Representatives of Bacillariophyta from Phytoepiphyton of the Dni-
eper River Reservoirs (Ukraine). – *International Journal on Algae*,
21(3): 271–284.
- Seprős R. – Csányi B. – Danyik T. – Farkas A. – Gábris V. – G. – Répás
E. – Szajbert B. – Weiperth A. 2018: Idegenhonos inváziós tízlábú
rákok (Crustacea: Decapoda) aktuális helyzete. – In: Holes Annamária
(szerk.): Magyarország környezeti állapota 2017. – Herman Ottó Intézet Non-
profit Kft., Budapest, p. 62–70.
- Smith, R.L. 1996: *Ecology and field biology*. 5th ed. – Harper Collins
College Publishers, New York, XIX+740+G-16+B-48+A-3+1–16 pp.
- Somogyi S. 2003: A Tisza vízgyűjtőjének földrajzi helyzete. In: Teplán
I. (szerk.): *A Tisza és vízrendszere I.* – MTA Társadalomkutató Köz-
pont, Budapest, p. 17–27.
- Spence, J.R. – Spence, D.H. – Scudder, G.G.E. 1980: Submergence be-
havior in *Gerris*: Underwater basking. – *American Midland Naturalist*
103/2: 385–391.
- Sweeney, B.W. 1992: Streamside forests and the physical, chemical, and
trophic characteristics of piedmont streams in eastern north America.
– *Wal. Sci. Tech.* 26(12): 2653–2673.
- Szikura J. – Kolozsvári I. 2012: Környezeti változások a Felső-Tisza kárpát-
aljai vízgyűjtőjén. – *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* 27: 187–194.
- Teplán I. (szerk.) 2003^a: *A Tisza és vízrendszere. I. kötet.* – MTA Tár-
sadalomkutató Központ, Budapest, 306 pp.
- Teplán I. (szerk.) 2003^b: *A Tisza és vízrendszere. II. kötet.* – MTA Tár-
sadalomkutató Központ, Budapest, 219 pp.
- Termaat, T. – Strien, A.J. – Grunsven, R.H.A. – Knijf, G.D. – Bjelke, U.
– Burbach, K. – Conze, K.J. – Goffart, P. – Hepper, D. – Kalkman,
V.J. – Motte, G. – Prins, M.D. – Prunier, F. – Sparrow, D. – Top, G.G.
– Vanappelghem, C. – Vinterholler, M. – Wallisdevries, M.F. 2019:
Distribution trends of European dragonflies under climate change. –
Diversity and Distributions, 25: 936–950.
- Tisza 6. Geomorfológia, hidrológia, folyószabályozás. In: *Vízrajzi atlasz*
sorozat 22. – *Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ*, Buda-
pest, 1979, 83 pp.
- Zsuga K. 2003: A Tisza vizének minősége. In: Teplán I. (szerk.): *A Tisza és*
vízrendszere I. – MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, p. 151–183.

- Vannote, R.L. – Minshall, G.W. – Cummins, K.W. – Sedell, J.R. – Cushing, C.E. 1980: The river continuum concept. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130–137.
- Varga L. 1952: A mesterséges halastórsorozatok tagjainak egyedisége. – *MTA biol. Tud. Oszt. Közlem.* 1/2: 185–211.
- Varga L. 1954: A „tó” fogalmáról, figyelemmel a hazai állóvizeinkre. – *Allat. Közlem.* XLIV/3–4: 243–255.
- Varga, Z. 1995: Geographical patterns of biological diversity in the Palearctic Region and the Carpathian Basin. – *Acta zool. Acad. Sci. Hung.* 41/2: 71–92.
- Weiperth A. – Staszny Á. – Ferincz Á. 2013: Idegenhonos halfajok megjelenése és terjedése a Duna magyarországi szakaszán – Történeti áttekintés (Occurrence and spread of nonnative fish species in the Hungarian section of River Danube – A historical review). – *Pisces Hungarici*, 7: 103–112.
- Zólyomi B. (terv.) 1981: Magyarország természetes növénytakarója. – *Kartográfiai Vállalat, Budapest, 630082. számú térképlap.*
- Афанасьев, С. 2006: Структура біотичних угруповань та оцінка екологічного статусу річок басейну Тиси. – *Національна Академія наук України, Інститут гідробіології, Київ, 101 pp.*
- Боднар, В.Л. 1987: Природні багатства Закарпаття. – *Карпати, Ужгород, 287 pp.*
- Вершинин, А. 2007: Жизнь Черного моря. – *Макцентр, 192 p.*
- Геренчук, К.І. 1981: Природа Закарпатської області. – *Вища школа, Львів, 156 pp.*
- Григора І.М – Шабарова С.І – Алейніков І.М. 2006: Ботаніка – *Український фітосоціологічний центр, Київ*
- Дідух, Я.П. (ред.) 2000: Екофлора України. Т 1. Загальна частина. *Lycopodiophyta, Equisetophyta, Polypodiophyta, Pinophyta.* – *Фітосоціоцентр, Київ.*
- Заставецька, О.В. – Заставецький, Б.І. – Дітчук, І.Л. – Ткач, Д.В. 1996: Географія Закарпатської області. – *Підручники & посібники, Тернопіль. 96 pp.*
- Кіш, Р. – Проць, Б. – Поляновський, А. – Башта, Т.А. – Вовк, О. – Годунько, Р. – Данилик, І. – Дрешер, А. – Луговой, О. – Мателешко, О. – Мигаль, А. – Мірутенко, В. – Моунфорд, О. – Орлов, О. – Попов, С. – Потіш, Л. – Різун, В. – Сабадош, В. –

- Ямелинець, Т. 2009: Регіональний ландшафтний парк Притисянський. – Мистецька Лінія, Ужгород, 21 pp.
- Коноваленко, О. 2007: Оцінка розповсюдження типів русел річок басейн Верхньої Тиси за їх висотним положенням. – Фізична географія та геоморфологія 53: 104–115.
- Левківський, С.С. – Падун, М.М. 2006: Раціональне використання і охорона водних ресурсів. – Либідь, Київ, 280 pp.
- Левчак, О.Ю. – Лета, В.В. – Осійський, Е.Й. 2013: Гідроекологічна характеристика Верхньої Тиси (в межах Закарпатської області). – Науковий вісник Ужгородського університету, Серія: Географія. Землеустрій. Природокористування 2: 13–20.
- Лєтицька, О.М. – Афанасьєв, С.О. 2010: Оцінка екологічного стану річок Закарпаття в умовах впливу різних антропогенних чинників. – Наук. зап. пед. ун.-ту. Сер. Біол. 2 (43): 319–322.
- Недуха, О.М. 2011: Гетерофілія у рослин – Альтерпрес, Київ.
- Новіков, А. – Барабаш-Красни, Б. 2015: Сучасна систематика рослин. – Ліга – Прес, Львів.
- Мовчан, Ю.В. – Романь, А.М. 2014: сучасний склад іхтіофауни басейну середнього Дніпра (фауністичний огляд). – Збірник праць Зоологічного музею, 45: 25–45.
- Ободовський, Ю.О. 2013: Руслові процеси річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія 4: 25–36.
- Поп, С.С. 2003: Природні ресурси Закарпаття. – Спектраль, Ужгород, 296.
- Толстоухов А.В. (гол. ред.), 2007: Екологічна енциклопедія. – ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації»
- Христенко Д.С. – Рудик-Леуська Н.Я. – Котовська Г.О. 2011: Атлас адвентивної іхтіофауни басейну р. Дніпро. Монографія. – К.: Фітосоціоцентр, 124 pp.
- Стан довкілля Чорного моря Національна доповідь 1996–2000 роки 2001. – Міністерство екології і природних ресурсів України Український науковий центр екології моря (Активний центр з моніторингу і оцінки забруднення)
- Звіт про науково-дослідну роботу підготовка матеріалів до національної доповіді України: оцінка стану екосистем Чорного та Азовського морів у 2016 році. – Міністерство екології та

природних ресурсів України НДУ “Український науковий центр екології моря” (Укрнцем).

Якубенко, Б.Є. – Григора, І.М. – Медьничук, М.Д. 2008: Геоботаніка – Арістей, Київ.

Якубенко, Б.Є. (ред.) 2011: Ботаніка з основами гідроботаніки (водні рослини України). – Фітосоціоцентр, Київ.

A kiadványban szereplő ábrák

**DÉVAI GYÖRGY, KOHUT ERZSÉBET, KOLOZSVÁRI ISTVÁN,
KOLOZSVÁRI LÁSZLÓ, LJUBKA TIBOR,
MISKOLCZI MARGIT, PETRÓCI GERGELY ÉS VASS GÁBOR**

**fényképfelvételeinek felhasználásával készültek.
Közreműködésüket köszönjük!**

К 65 **Степан Коложварі – Дердь Дивої – Ержебет Когут**
Гідробіологія. Курс лекцій. Навчальне видання (навчальний посібник) Науково-дослідного центру імені Іштвана Фодора і кафедри біології та хімії Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II / Автори: Степан Коложварі, Дердь Дивої та Ержебет Когут. Редактор: Степан Коложварі. Берегове–Ужгород: ЗУІ ім. Ф.Ракоці II – ТОВ «РІК-У», 2022. – 144 с. (угорською мовою)

ISBN 978-617-8046-50-7

У виданні, призначеному для студентів-біологів вищих навчальних закладів, наведено структуровану інформацію з предмету гідробіологія. У багато ілюстрованій формі книга охоплює відомості з гідробіології та суміжних наук, на прикладі України та Закарпаття висвітлює сучасні події та їх особливості.

УДК 574.5(477.87)

Навчальне видання

Степан Коложварі – Дердь Дивої – Ержебет Когут

ГІДРОБІОЛОГІЯ

Курс лекцій

Навчальний посібник

2022 р.

*Розглянуто та рекомендовано до опублікування Навчально-методичною радою
Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II
(протокол №5 від 17.12.2021р.)*

*Рекомендовано до друку Вченою радою Закарпатського угорського інституту
імені Ференца Ракоці II (протокол №12 від 22.12.2021р.)*

Підготовлено до друку Науково-дослідним центром імені Іштвана Фодора
спільно з кафедрою біології та хімії і Видавничим відділом ЗУІ ім. Ф.Ракоці II

Редактор:

Степан Коложварі

Рецензенти:

Шандор Алекс Надь, габілітований доктор у галузі сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник (Кафедра гідробіології, Інститут біології та екології,
Природничо-технологічний факультет, Дебреценський Університет)

Єва Андрик, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
(Науково-дослідний центр імені Іштвана Фодора, Закарпатський угорський інститут
імені Ференца Ракоці II)

Технічне редагування: *Степан Коложварі, Мелінда Орбан та Олександр Добош*

Верстка: *Степан Коложварі*

Коректура: *Ільдико Гріца-Варцаба*

Дизайн обкладинки: *Степан Коложварі та Ласло Веждед*. На обкладинці – жива
природа озера Синевиру.

УДК: *Бібліотечно-інформаційний центр “Опаціої Черє Янош” ЗУІ ім. Ф.Ракоці II*

Відповідальний за випуск:

Олександр Добош, начальник Видавничого відділу ЗУІ ім. Ф.Ракоці II

За зміст курсу лекцій відповідальність несуть автори.

**Друк навчального посібника здійснено за підтримки
уряду Угорщини та Кураторії «Domus» АН Угорщини.**

Видавництво: Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II (адреса:
пл. Кошута 6, м. Берегове, 90202. Електронна пошта: foiskola@kmf.uz.ua) *Статут «За-
карпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II» (Прийнято Загальними
зборами ЗУІ ім. Ф.Ракоці II, протокол №2 від 11.11.2019 р., зареєстровано в реєстрі за
№6179 приватним нотаріусом І.В. Мацолою) та ТОВ «РІК-У»* (адреса: вул. Гагаріна 36,
м. Ужгород, 88000. Електронна пошта: print@rik.com.ua) *Свідоцтво про внесення
суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсю-
джувачів видавничої продукції Серія ДК 5040 від 21 січня 2016 року*

Поліграфічні послуги: ТОВ «РІК-У»

Підписано до друку 19.12.2021. Шрифт «Times New Roman».

Папір офсетний, щільністю 80 г/м². Друк цифровий. Ум. друк. арк. 11,7.

Формат 70x100/16. Замовл. № 13К. Тираж 120.