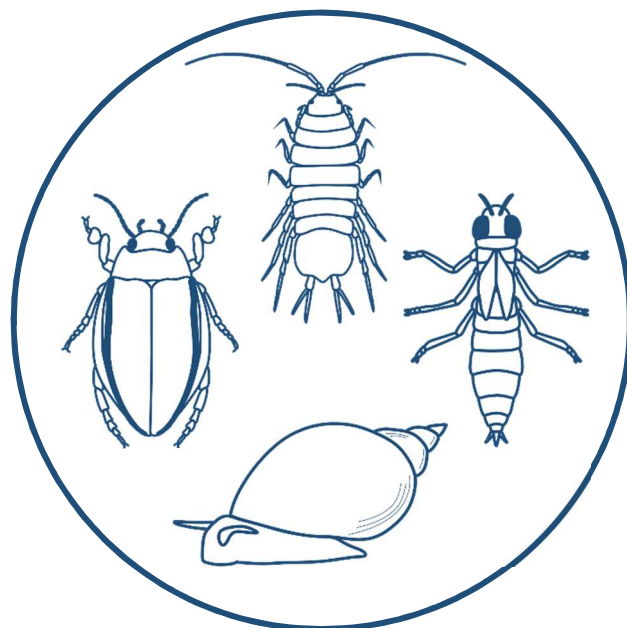


# Módszertani kézikönyv

a Víz Keretirányelv feladataihoz  
kapcsolódóan a

## **MAKROSZKOPIKUS VÍZI GERINCTELENEK**

mintavételéhez és ökológiai  
állapotértékeléséhez



2023



*Boda Pál – Várbíró Gábor – Ficsór Márk*

Módszertani Kézikönyv a Víz Keretirányelv feladataihoz kapcsolódóan a

**MAKROSZKOPIKUS VÍZI GERINCTELENEK**

mintavételéhez és ökológiai állapotértékeléséhez

**Szerzők:** Boda Pál, Várbíró Gábor, Ficsór Márk

**Szerkesztette:** Zagyva Tünde Andrea

**Szakmai lektorálás:** Kovács Krisztián

**Felelős kiadó:** Ökológiai Kutatóközpont, Budapest, 2023

ISBN 978-615-6375-10-0

Minden jog fenntartva. A könyv részleges vagy teljes felhasználása, sokszorosítása, illetve utánközlése a kiadó és a szerző engedélye nélkül tilos. A kötet ábraanyaga kizárólag oktatási célokra használható fel szabadon.

*A könyv megjelenését támogatta:*

“A Víz Keretirányelv előírásai szerinti monitoring vizsgálatok és az ahhoz szükséges fejlesztések végrehajtása, továbbá a Víz Keretirányelv végrehajtásához kapcsolódó monitoring állomások kiépítése, fejlesztése” című KEHOP-1.1.0-15-2016-00002 azonosító számú projekt keretében végzett kutatási - módszerfejlesztő - adatgyűjtő program.



*A könyv ajánlott hivatkozása:* Boda Pál, Várbíró Gábor, Ficsór Márk (2023). Módszertani Kézikönyv a Víz Keretirányelv feladataihoz kapcsolódóan a makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételéhez és ökológiai állapotértékeléséhez. Ökológiai Kutatóközpont, Budapest, 60 oldal.

*Boda Pál – Várbíró Gábor – Ficsór Márk*

# **Módszertani kézikönyv**

a Víz Keretirányelv feladataihoz kapcsolódóan a

**MAKROSZKOPIKUS VÍZI GERINCTELENEK**

mintavételéhez és ökológiai állapotértékeléséhez

# Tartalomjegyzék

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Bevezetés .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2. A mintavétel megtervezése .....</b>  | <b>6</b>  |
| 2.1 Mintavételi időszak és gyakoriság .....  | 6         |
| 2.2 A mintavételi terület kiválasztása .....   | 8         |
| <b>3. A mintavétel végrehajtása .....</b>  | <b>8</b>  |
| 3.1 Mintavételi eszközök .....   | 9         |
| 3.2 Az élőhelytípusok feltérképezése és a mintavételi egységek elosztása .....   | 10        |
| 3.2.1 Folyóvizekben .....  | 10        |
| 3.2.2 Állóvizekben.....  | 12        |
| 3.3 Mintavétel vízfolyások lábalható szakaszáról .....   | 13        |
| 3.4 Mintavétel sekély állóvizekből és állóvizek lábalható részeiből .....  | 16        |
| 3.5 Mélyvízi mintavétel folyóvizekből.....   | 16        |
| 3.6 Mélyvízi mintavétel állóvizekből.....  | 17        |
| <b>4. Mintaelőkészítés (válogatás, almintázás, tartósítás, tárolás).....</b>   | <b>18</b> |
| 4.1 Terepi válogatás és almintázás .....   | 18        |
| 4.2 Laboratóriumban történő válogatás és almintázás .....  | 19        |
| 4.3 Tartósítás, címkézés .....   | 21        |
| <b>5. Mintafeldolgozás (határozás, megőrzés) .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>6. Az adatok tárolása .....</b>   | <b>23</b> |
| <b>7. Állapotértékelés és minősítés .....</b>  | <b>24</b> |
| 7.1 Az ökológiai állapotértékelés .....  | 24        |
| 7.2 Ökológiai potenciál számítása.....   | 30        |
| 7.3 Éves állapotértékelés elkészítése.....   | 31        |
| 7.4 Víztestek minősítése .....   | 31        |
| <b>8. A HMMI-indexek stresszor-specifikussága.....</b>   | <b>32</b> |
| 8.1 Stresszor-specifikusság vízfolyások esetében.....  | 32        |
| 8.2 A stresszor-specifikusság állóvizek esetében .....   | 36        |
| <b>Irodalomjegyzék .....</b>   | <b>37</b> |
| <b>Mellékletek .....</b>   | <b>38</b> |
| I. Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv (I. és II.) .....   | 38        |
| II. Példa az élőhelyek feltérképezésére, a mintavételi egységek elosztására és a mintavételi jegyzőkönyv kitöltésére ..... | 40        |
| III. A határozáshoz javasolt szakirodalom csoportonként .....  | 45        |
| IV. Élőhelytípusok fényképei .....   | 49        |

## 1. Bevezetés

A Módszertani kézikönyv a víztestek vízi makroszkopikus gerinctelenek általi állapotértékelésre szolgáló, az Európai Unió Víz Keretirányelv (továbbiakban EU VKI) követelményeinek megfelelő részletes útmutatót tartalmazza. A Kézikönyv részletesen tárgyalja a vizsgálat előkészületi, mintavételi (terepi gyűjtési, válogatási, tartósítási), határozási, értékelési és tárolási fázisait, valamint az alkalmazandó módszereket. Mindezek az állapotértékelési folyamat egymásra épülő és egymást követő lépései. A Kézikönyvben szereplő makroszkopikus vízi gerinctelen mintavételi és értékelési módszer a **nemzetközi ökológiai interkalibrációban elfogadott és interkalibrált módszer**, tehát alkalmas az EU VKI-követelményeinek megfelelő monitoring és állapot-értékelés elvégzésére az adott vízgyűjtő-gazdálkodás tervezési és végrehajtási ciklusban.

A makroszkopikus vízi gerinctelenek (korábban makrozoobenton, makrozoobentosz, makrogerinctelenek) jelenlétük, tömegességi adataik, állományaik eloszlása révén jól jelzik (indikálják) a vízterek ökológiai állapotát, természetességét illetve emberi beavatkozások hatására történő degradációs folyamatait. Rendszertani határozásuk néhány csoport kivételével nem okoz nagy problémát, a fajok többségének környezeti igénye többnyire jól ismert, bioindikációs jelentőségük tehát széles körben érvényesül (BIRK és mtsi., 2006). A nemzetközi ökológiai interkalibrációs eljárás során stresszor- és típuspecifikus, multi-metrikus értékelési módszer (HMMI) került kidolgozásra folyó és állóvizekre egyaránt.

A hazai vízterek ökológiai állapotának felmérését és osztályozását az EU Víz Keretirányelv (EU VKI, 2000) Article 8; Section 1.3 of Annex II és Annex V-ben megfogalmazott követelmények szerint kell teljesíteni. A 2. Vízgyűjtő-gazdálkodási tervben (továbbiakban VGT2) közzétett korábbi mintavételi útmutatóban szereplő szabványok érvényüket veszítették. A Kézikönyvben szereplő mintavételi módszertan az alábbi, jelenleg érvényben lévő szabványok előírásait veszi figyelembe:

- **MSZ EN 16150:2012 Vízminőség.** Útmutató a bentikus makro-gerinctelenek területarányos multihabitat típusú mintavételéhez, lábalható mélységű vízfolyásokból – Water quality. Guidance on pro-rata Multi-Habitat sampling of benthic macro-invertebrates from wadeable rivers.
- **MSZ EN 10870:2013 Vízminőség.** Útmutató az édesvízi bentikus makro-gerinctelenek mintavételi módszereinek és eszközeinek kiválasztásához – Water quality. Guidelines for the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in fresh waters.

A Kézikönyv tartalmazza a mintavétel lépéseit, a határozásra és az adattárolásra vonatkozó információkat, az indexek részletes leírását, az állapotértékelés folyamatát, valamint az indexek terhelés-hatás vizsgálatait, továbbá figyelembe veszi a módosított AQEM módszer hazai bevezetése során készült Makroszkopikus vízi gerinctelen módszertani útmutatót is (CSÁNYI és mtsi., 2012).

### Megjegyzés

A határozás során határozókulcsok segítségével eldöntjük, hogy az adott egyed mely fajhoz (vagy nagyobb taxonómiai csoporthoz) tartozik. A magyar tudományos- és köznyelvben is elterjedt a határozás szó, mely az identifikációnak felel meg a tudományos kommunikáció szinte minden szintjén. Az indokolatlan latinizáció (identifikáció, identifikálás) és a nem használt (azonosítás) szavak elkerülése miatt a módszertani útmutatóban következetesen a "határozás" szót használjuk a folyamat megnevezéseként.

## 2. A mintavétel megtervezése

Az állapotértékelés és minősítés megbízhatóságát növeli, ha a mintavételt megfelelő időpontban vagy időpontokban hajtják végre, valamint, ha a minta a víztestet ténylegesen reprezentáló mintavételi helyről származik. Ezért a tényleges mintavétel előtt ki kell választani az időpontot, időpontokat, és a reprezentatív szakaszt. A mintavétel gyakorisága a feltáró monitoring esetében évente 2 alkalom, míg az operatív monitoring-pontokon évente 1, esetenként több alkalom. A mintavételeket egy 6 éves VGT ciklusban legalább kétszer kell elvégezni (javasolt 3 évente) az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK Irányelvvel (EU VKI, 2000) összhangban. A vízminőségi és biológiai monitoring leírását a 31/2004. (XII. 30.) KvVM rendelet tartalmazza, azonban a gyakoriságok és a vizsgált helyek az aktuálisan érvényes Vízügytő-gazdálkodási tervekben, illetve az adott évre vonatkozóan az éves monitoringtervekben találhatóak.

### 2.1 Mintavételi időszak és gyakoriság

A mintavétel idejének kiválasztásánál arra kell törekedni, hogy a mintavétel az adott vízfolyáson minden évben ugyanabban az időszakban történjen, ezáltal a különböző évekből származó adatok összehasonlíthatók és az évszakos változásokból adódó minősítési hibák kiküszöbölhetők. A szezonális alapján való időzítés típus-specifikusan eltérő lehet a különböző víztestek esetében.

#### Általános irányelvek a mintavételi időpontok kiválasztásához

- Hegy- és dombvidéki kisvízfolyásaink esetében, valamint az ország területére beérkező közepes és nagy folyóink határszelvényének környezetében egy kora tavaszi (március-április) és egy őszi (szeptember-október) időpont javasolt (1. táblázat).
- A síkvidéki nagyobb folyóknál a kora tavaszi időszak általában nagy vízhozamokkal jellemezhető, ami nem kedvez a makroszkopikus vízi gerinctelen mintavételeknek. Emiatt késő tavaszi–kora nyári (május-június) időpont javasolt, mert ekkorra már számos rendszertani csoportnak stabil együttese alakulnak ki. Szeptember-október javasolt az őszi időpont esetében. Nagyobb folyóvizeink esetében (pl. Duna, Tisza, Maros, Dráva, Rába, Szamos, Körösök, Sajó, Zagyva, Zala, Bodrog), ahol csak a vízszél lábalható, elsődleges fontosságú, hogy kisvízes időszakban történjen a mintavétel. Ezeknél a vizeknél a mintavétel időpont kiválasztását elsődlegesen a kisvízes időszak határozza meg, akkor is, ha éppen az nem esik bele a javasolt idő-intervallumokba (1. táblázat).



- Állóvizeinkben a nyár eleji, vagy a nyár közepi (június-augusztus) időszak az optimális mintavételi időpont. Időszakos állóvizeinknél tekintettel kell lenni a mindenkori vízborításra. Szikesek esetében, célszerű a mintavételt úgy időzíteni, amikor már a teljes (legnagyobb) vízborítottság régóta fennáll. Mindenképp el kell végezni a mintavételt a vízszint jelentős csökkenése és a víz esetleges betöményedése előtt (2. táblázat).

| BIOL típus | HM típus | Tengerszint feletti magasság | Geokémiai jelleg | Mederanyag           | Vízgyűjtő méret   | Mederesés                             | 1. javasolt mintavételi időpont | 2. javasolt mintavételi időpont |
|------------|----------|------------------------------|------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1          | 1S       | dombvidéki-hegyvidéki        | szilikátos       | durva                | kicsi             | nagy (>5‰) és közepes esésű (1-5‰)    | március-április                 | szeptember-október              |
| 2          | 2S<br>2M | dombvidéki-hegyvidéki        | meszes           | durva                | kicsi-közepes     | nagy esésű (>5‰)                      | március-április                 | szeptember-október              |
| 3          | 3S<br>3M | dombvidéki                   | meszes           | durva-közepes-finom  | kicsi-közepes     | közepes (1-5‰) kis esésű (<1‰)        | március-április                 | szeptember-október              |
| 4          | 4L       | dombvidéki                   | meszes           | durva                | nagy, nagyon-nagy | közepes esésű (1-5‰)                  | március-április                 | szeptember-október              |
| 5          | 5S<br>5M | síkvidéki                    | meszes           | durva                | kicsi-közepes     | kis esésű (<1‰)                       | március-április                 | szeptember-október              |
| 6          | 6S<br>6M | síkvidéki                    | meszes-szerves   | közepes-finom, finom | kicsi-közepes     | kis (<1‰) és nagyon kis esésű (<0,1‰) | március-április                 | szeptember-október              |
| 7          | 7L       | síkvidéki                    | meszes           | közepes-finom        | nagy              | kis esésű (<1%)                       | május-június*                   | szeptember-október              |
| 8          | 8M       | síkvidéki                    | meszes           | közepes-finom        | nagyon nagy       | kis esésű (<1%)                       | május-június*                   | szeptember-október*             |
| 9          | 9F<br>9K | síkvidéki                    | meszes           | durva,               | Duna méretű       | kis esésű (<1%)                       | április-május*                  | szeptember-október*             |
| 10         | 10A      | síkvidéki                    | meszes           | közepes-finom        | Duna méretű       | kis esésű (<1%)                       | április-május*                  | szeptember-október*             |

\*alacsony vízállás mellett, kisvízes időszakban

**1. táblázat.** Javasolt mintavételi időpontok vízfolyások esetében

| BIOL típus | Méret                | Tengerszint feletti magasság | Geokémiai jelleg    | Vízmélység                | Vízforgalom            | Javasolt mintavételi időpont |
|------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|
| 1, 6, 7, 8 | mérettől függetlenül | síkvidéki, dombvidéki        | meszes vagy szerves | vízmélységtől függetlenül | állandó                | március-április              |
| 2, 3, 4, 5 | mérettől függetlenül | síkvidéki                    | szikes              | vízmélységtől függetlenül | állandó vagy időszakos | március-április              |

## 2.2 A mintavételi terület kiválasztása

A mintavételi helyet úgy kell kiválasztanunk, hogy az adott víztestre, és a víztest adott szakaszára reprezentatív legyen. A végső mintavételi szakaszt úgy válasszuk ki, hogy ne essen különleges és jelentős hidromorfológiai módosítással érintett (pl. híd, partvédő kövezés, sarkantyú) mederszakaszra. Kivéve, ha az erősen módosított mederrészek jellemzőek az adott vízfolyásszakaszra, és ebből adódóan ezeket is szükséges mintázni a reprezentativitás érdekében vagy a monitoring célja kimondottan ezen emberi beavatkozások hatásának a kimutatása. Első lépésként a vízfolyáson ki kell jelölni a reprezentatív szakaszt, majd ezen belül egy reprezentatív mintavételi szakaszt. Ez utóbbi szakaszon belül kerül kijelölésre a mintavételi terület, ahol a tényleges mintavétel történik.

A **reprezentatív szakasz** hossza a víztesten

- kisvízfolyásoknál (vízgyűjtő mérete: 10-100 km<sup>2</sup>): 5 km,
- közepes vízfolyásoknál (100-1000 km<sup>2</sup>): 10 km.

A reprezentatív szakaszon belül a **reprezentatív mintavételi szakasz**

- kis vízfolyásoknál: 250 m,
- közepes vízfolyásoknál: 500 m.

A reprezentatív mintavételi szakaszon belül a **mintavételi terület**

- kisvízfolyásoknál általában 20-50 m,
- közepes folyóknál 50-100 m.

A nagyon nagy folyók esetében (>1000 km<sup>2</sup>) a mintavételi szakasznak a vizsgált terület legalább 500 m-es szakaszára vagy a vízfolyás átlagos szélességének 100×-osára kell jellemzőnek lennie.

## 3. A mintavétel végrehajtása

A módszer lényege egy olyan multi-habitat stratégia, melynek során az adott mintavételi helyen jelen lévő főbb élőhelytípusok (habitatok) mennyiségi arányainak megfelelően kerülnek mintázásra. Egy teljes minta több replikátumból, vagy „mintavételi egységből” (ME) áll, melyek mennyisége az élőhelytípusok százalékos borítási arányának megfelelően alakul.

Az AQEM és STAR felmérések (HERING és mtsi, 2004; AQEM CONSORTIUM, 2006) eredményei szerint az átgázolható mélységű folyóvizek ökológiai állapotértékeléséhez ideális esetben 20 mintavételi egység (ME) begyűjtésére van szükség. A 20 mintavételi egység úgy tevődik össze, hogy a mintavételi helyen jelen lévő összes élőhelytípusból borítási arányuk alapján 5%-onként 1 kerül begyűjtésre. Azokon a mintavételi helyeken, ahol a különböző élőhelytípusok száma vagy az egyes élőhelytípusokban előforduló taxonok száma várhatóan alacsony és emiatt a 20 egység megvétele szükségtelenül nagy erőfeszítést jelentene, 10 mintavételi egység begyűjtése is elegendő a megfelelő ökológiai állapotértékeléshez. Ebben az esetben az egységekhez tartozó borítási arányokat az egységek számának megfelelően kell megállapítani: 10 mintavételi egység alkalmazásakor az egyes egységek 10%-os borítási aránynak felelnek meg.

#### Megjegyzés

A továbbiakban a mintavételi stratégiát 20 mintavételi egység begyűjtésére vonatkoztatva ismertetjük, ezért ha a rendelkezésre álló élőhelytípusok alacsony száma vagy a taxonok várhatóan alacsony diverzitása miatt kevesebb kerül megvételre, az egységek számát a módszer alkalmazásakor ennek megfelelően módosítani kell.

### 3.1 Mintavételi eszközök

- 1 mm névleges lyukbőségű nyeles mintavevő háló (standard FBA pond net), melynek nyele dm-es beosztásokkal van ellátva, vagy külön mércével rendelkező bot a vízmélység becslésére
- mellcsizma, gumicsizma
- jegyzőkönyv
- grafitceruza
- kesztyű, gumikesztyű (opcionális)
- mintavételi edény (vödör, legalább 2 db)
- mintatároló edény (a kiválogatott minták tartósítására és tárolására)
- kis üvegcsce (a kis méretű, törékeny, sérülékeny taxonok tárolására)
- matrica, papír, ragasztószalag (címkézéshez)
- válogató tálca
- válogató asztal, szék (terepi válogatás esetén)
- csipeszek
- alkoholos filctoll, marker
- tartósítószer (90%-os vagy 70%-os alkohol, 4 %-os formalin, egyéb)
- papír
- GPS
- fényképezőgép
- mérőeszközök, szondák (pl. pH, vezetőképesség, oxigén, vízhőmérséklet)

**Megjegyzés**

A mintavételre történő elindulás előtt ellenőrizzük a terepi felszerelések listáját. Nyomtassuk ki a terepi jegyzőkönyveket. Készítsük elő a mintavételi eszközöket, ellenőrizzük állapotukat és mennyiségüket. Készítsük ki a mérőeszközöket, és szereljük össze őket, bizonyosodjunk meg róla, hogy a kalibrációjuk időben megtörtént. Ellenőrizzük elindulás előtt a gépjármű és a csónak, hajó (amennyiben szükséges) állapotát.

## 3.2 Az élőhelytípusok feltérképezése és a mintavételi egységek elosztása

### 3.2.1 Folyóvizekben

A korábbi módszertani leírások nem vették figyelembe azt, hogy egy-egy biotikus (szerves jellegű) élőhely akár több abiotikus (ásványi jellegű, mederanyagot alkotó) élőhelyhez is köthető, ezáltal az abiotikus és biotikus élőhelyek vertikális elrendeződésére vonatkozó információ nem jelent meg a jegyzőkönyvben. Az új, jelenleg érvényben lévő szabvány (MSZ EN 16150:2012) alapján újraértelmezett mintavételi jegyzőkönyv bevezetésével lehetővé válik a mintavételi területen található abiotikus és biotikus élőhelyek vertikális elrendeződésének a figyelembevétele már a mintavételi egységek elosztása során is.

A jegyzőkönyv alapadatainak (mintavételi hely, dátum, mintavevő neve, esetleg előzetes megjegyzés) kitöltését követően első lépésben fel kell térképezni a reprezentatív mintavételi területen (ld. 1.2.2. fejezet) előforduló élőhelyeket, és azok területi részarányát. A feltérképezést, amikor csak lehetséges, az élőhelyek megzavarása nélkül, pl. a partról vagy hídról kell elvégezni, és a feltérképezés eredményét a **Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I.** – ben (I. Melléklet) 5%-os pontossággal rögzíteni kell. Az egyes élőhelytípusok bemutatását ld. az IV. Mellékletben.

A mintavételi egységek elosztásának alapelve, hogy az ásványi jellegű (abiotikus) és szerves (biotikus) élőhelytípusokat, illetve azok borítási részarányait megfelelő módon összesítve, együttesen kell figyelembe venni, így a szerves (biotikus) típusokból vett mintáknak az alattuk lévő (aljazatként szolgáló) ásványi jellegű (abiotikus) típusok is részét képezik. A mintázott élőhelytípusok borítási értékének összege ily módon 100% lesz.

A mintavételi egységek elosztásának célszerűen a tényleges mintavétel megkezdése előtt kell megtörténnie. Figyelembe véve, hogy az élőhelytípusok feltérképezése sok esetben csak a tényleges mintavétel során végezhető el megfelelő pontossággal, illetve ez a mintavétel során szerzett tapasztalatok alapján módosulhat, a mintavételi egységek száma és elosztása a jegyzőkönyvben a mintavételt követően is módosítható vagy pontosítható. Az esetleges módosításokat vagy pontosításokat úgy kell elvégezni, hogy a jegyzőkönyvben rögzített élőhelytípus-borítási arányok és az azokból származó mintavételi egységek száma összhangban és a valóságnak a lehető legteljesebb mértékben megfelelő legyen.

## Az élőhelyek feltérképezését az alábbi lépések végrehajtásával javasoljuk elvégezni:

1. a) Mérjük fel a mederanyagot alkotó, ásványi jellegű (abiotikus) élőhelyek 5%-os pontosságú borítási arányait úgy, hogy azok összborítási értéke 100% legyen. Az egyes élőhelytípusok %-os területi részarányát rögzítsük a **Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I. ÁSVÁNYI JELLEGŰ ÉLŐHELYEK** rovatba.
- b) Mérjük fel a szerves (biotikus) jellegű élőhelyek borítási arányait. Ezen élőhelytípusok összborítási értéke változó lehet, de minden esetben 0% és 100% közé kell esnie. Az egyes élőhelytípusok 5%-os pontosságú területi részarányát rögzítsük a **Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I. SZERVES (BIOTIKUS) ÉLŐHELYEK** rovatba.
- c) A mintavételi jegyzőkönyvben jelöljük (X) azon élőhelytípusokat is, amelyek a kijelölt reprezentatív szakaszon jelen vannak, de **területi részarányuk nem éri el az 5%-ot**.

Az abiotikus és biotikus élőhelyek felismerésében fényképes segítséget nyújt az *IV. Melléklet*.

2. Másoljuk át az ásványi jellegű (abiotikus) élőhelytípusoknak a **Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I. ÁSVÁNYI JELLEGŰ ÉLŐHELYEK** rovatba, 5%-os pontossággal megadott borítási arányait a **Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv II. (1.10.1 fejezet)** „Abiotikus élőhelytípusok összesen” sorának megfelelő (%) celláiba [vastag szegélyű, vízszintes irányú, szürke mezők].

Másoljuk át a szerves (biotikus) élőhelytípusoknak a **Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I. SZERVES (BIOTIKUS) ÉLŐHELYEK** rovatban, 5%-os pontossággal megadott borítási arányait a **Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv II.** „Biotikus éh. típusok összesen” oszlopának megfelelő (%) celláiba [vastag szegélyű, függőleges irányú, szürke mezők].

3. Becsüljük meg, hogy a feljegyzett szerves (biotikus) élőhelytípusok milyen arányban fedik a feljegyzett ásványi jellegű (abiotikus) élőhelytípusokat, és ezeket az értékeket osszuk el az adott biotikus élőhelytípus sorának és az érintett abiotikus élőhelytípus(ok) oszlopa(i)nak metszéspontjában található cellák között oly módon, hogy
  - az abiotikus élőhelytípus(ok)hoz nem rendelhető, azoktól „elkülönülten” előforduló biotikus élőhelytípus-részarányok az adott biotikus élőhelytípus sorának és a táblázat „Hozzárendelés nélkül” oszlopának metszéspontjában található (%) cellába kerüljenek;
  - az abiotikus élőhelytípusokhoz köthető, azokat „fedő” biotikus élőhelytípus-részarányok az adott biotikus élőhelytípus sorának és az érintett abiotikus élőhelytípus(ok) oszlopa(i)nak metszéspontjában található (%) cellá(k)ba kerüljenek;
  - a metszéspontokban [fehér mezők] rögzített értékek soronkénti összege ne lépje túl az adott biotikus élőhelyhez tartozó, már rögzített összértéket [szürke mező a sorok végén].

- a metszéspontokban [fehér mezők] rögzített értékek legfeljebb akkorák legyenek, mint a hozzájuk tartozó abiotikus élőhelytípus teljes részaránya [szürke mező az oszlop tetején].
4. A ténylegesen begyűjtendő mintavételi egységek számának megállapításához az abiotikus élőhelytípusok 1. lépésben rögzített részarányaiból [szürke mező az oszlop tetején] vonjuk ki a hozzájuk tartozó (metszéspontban rögzített) biotikus élőhelytípus-részarányokat, és a maradékot jegyezzük fel az adott abiotikus élőhelytípus oszlopának és a táblázat „Szabad ásványi élőhelytípusok” sorának metszéspontjában lévő (%) cellába. (Ez az érték adott esetben nulla (0) is lehet – ilyenkor az adott abiotikus élőhelytípus „szabadon lévő”, borítatlan részeiből nem kerül begyűjtésre mintavételi egység.
- A táblázat „Hozzárendelés nélkül” oszlopában rögzített részarányokat vonjuk ki az azonos sorokban feljegyzett, hozzájuk a víztérben legközelebb eső abiotikus élőhelytípus(ok) részarányaiból, vagy – ha ez matematikailag nem megoldható – a(zok)ból az abiotikus élőhelytípus részarányokból, amelyek értéke a legnagyobb. A kivonás(oka)t értelemszerűen úgy kell elvégezni, hogy az abiotikus élőhelytípus részarányok nem lehetnek nullánál (0) alacsonyabb számok.
5. A lépések elvégzését követően a táblázat jelöletlen (fehér) mezőiben megmaradt, nem nulla (0) értékeket tartalmazó cellák (%) részarány-értékeit az  $5\% = 1$  mintavételi egység szabály szerint alakítsuk át, és az értékeket jegyezzük fel a szomszédos („ME”) cellákba. A részarányoknak megfelelő mintavételi egységek számát írjuk be az „Abiotikus élőhelytípusok összesen” sor és „Biotikus éh. típusok összesen” oszlop „ME” celláiba is. Bár a mintavételi egységek elosztását ezen értékek közvetlenül nem befolyásolják, az eredmények kiértékelése és későbbi felhasználása szempontjából informatívak lehetnek.

#### Megjegyzés

Az  $5\% = 1$  szabály 20 mintavételi egység tervezésekor érvényes. 10 mintavételi egység tervezésekor  $10\% = 1$  mintavételi egység.

A lépések végrehajtásával a táblázat jelöletlen (fehér) ME celláiból olvashatjuk le a begyűjtendő mintavételi egységek számát és eloszlását. A fehér mező % celláiban rögzített értékek összegének 100-nak, az „ME” mezőkben rögzített értékek összegének pedig a tervezett mintavételi egységek számával megegyezőnek kell lennie.

**Az élőhelyek felbecslésének és a mintavételi egységek elosztásának menetét részletesen bemutató példa az II. Mellékletben található.**

### 3.2.2. Állóvizekben

Állóvizekből történő makroszkopikus vízi gerinctelen mintavételnél a mintavételre kijelölt partszakaszon vagy területen a folyóvizeknél ismertetett módon térképezzük fel az élőhelyeket és a begyűjtendő mintavételi egységeket a feltérképezett élőhelyek borításai részarányai szerint osztjuk el.

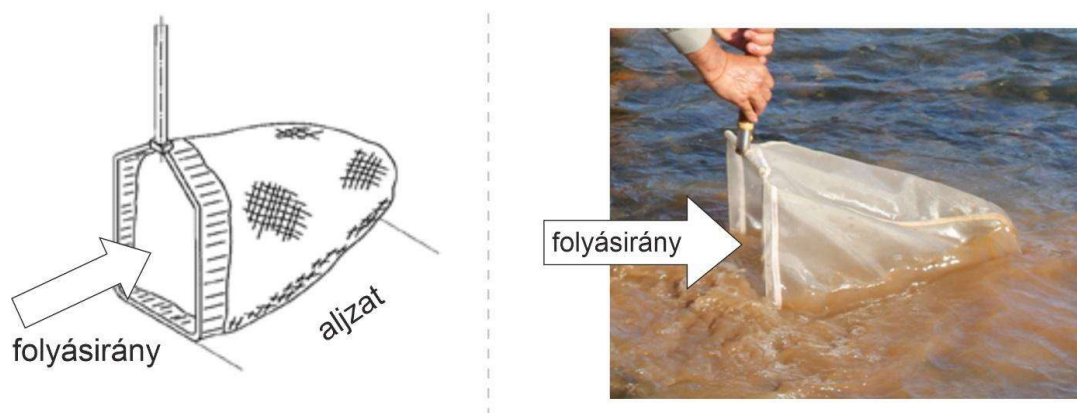
**Megjegyzés**

Az abiotikus élőhelytípusokhoz rendelhető biotikus élőhelytípushoz tartozó mintavételi egységeket úgy kell begyűjtenünk, hogy azoknak az alattuk húzódó abiotikus élőhelytípusok, illetve az onnan begyűjthető gerinctelen élőlények is részét képezzék! Ezt megfelelő hálómozgással vagy – kézi egyelés esetén – a háló keretméretének megfelelő egységnyi terület arányos elosztásával érhetjük el.

**3.3 Mintavétel vízfolyások lábalható szakaszáról**

A mintavételt a választott mintavételi terület folyásirány szerinti legalsó részén kell kezdeni és folyásiránnyal ellentétesen haladva a legfelső részén kell befejezni. Egy mintavételi egység kézihálóval történő begyűjtésekor a hálót merőlegesen az aljzatra helyezve felzavarjuk a folyásirány szerint a háló előtt lévő, és annak keretméretének (MSZ EN ISO 10870:2013) megfelelő területű aljzatot (1. ábra). Az aljzatot annak szemcseméretétől, tömörségétől és „formájától” (szerves szubsztrátumok esetén), olyan mélységben kell felzavarni, amely lehetővé teszi az ott jelen lévő összes egyed befogását. A javasolt mélység ennek megfelelően:

- 5-10 cm a finomabb szubsztrátumok (homok, lágy iszap, finom szemcsés szerves anyagok (FPOM)) esetén,
- 10-15 cm a közepesen finom szubsztrátumok (sóder, mikrolitikus szubsztrátum, durva szemcsés szerves anyagok (CPOM)) esetén és
- 15-20 cm a durvább szubsztrátumok (makrolitikus szubsztrátum, élő szárazföldi növényi részek) esetén.



**1. ábra.** A kéziháló elhelyezése mintavétel során

A mintavételi egységek megvételekor alapszabály szerint a hálóval „szurkáló”, „döfködő”, „sepregető” mozdulatokat kell végezni a mintázott aljzattípus rugdosása közben, de a háló keretméretének megfelelő terület betartásához a legjobb módszer az aljzat kézzel történő felzavarása.

Lábbal történő mintavételkor (pl. mélyebb folyószakaszok esetén) a hálót a mintavevő lábától folyásirányban lefelé, függőleges helyzetben, folyásirányra merőlegesen kell az aljzatra helyezni, és az előtte lévő mederrészt a lábfej vagy a sarok erőteljes rugdosó, kavaró mozdulataival kell felzavarni úgy, hogy az aljzat és az ott található élőlények a vízáramba keveredjenek.

Három (vagy szükség esetén ennél kevesebb) mintavételi egység megvételét követően a háló tartalmát a vízfolyásban két-három alkalommal át kell öblíteni, mert a háló el-

tömődhet, ami meggátolhatja a reprezentatív mintavételt. Ha ez mégis megtörténik, a háló tartalmát ki kell üríteni, és az adott mintavételi egységet a mintázott élőhelytípus egy másik pontjáról kell begyűjteni.

Ha a mintavételi egység begyűjtését kézi egyeléssel (pl. csipesszel vagy kézzel) végezzük, ügyeljünk, hogy az a háló keretméretének megfelelő egységnyi területről történjen.

A végső multi-habitat minta a 20 mintavételi egység begyűjtését követően, azok megfelelő edényzetben (vödör, műanyag doboz vagy láda) egyesítésével jön létre. Ha a vizsgálat a minták kezelésének más módozatát írja elő, a mintavételi egységek külön-külön vagy egyéb csoportosítás alapján (pl. medencék és gázlók vagy adott élőhelytípusok szerint) egyesítve is kezelhetők.

#### Megjegyzés

A rutinszerűen végzett makroszkopikus vízi gerinctelen mintavételekhez a nyeles kézháló alkalmazható a legszélesebb körben, a mintavételi egységek begyűjtése azonban más mintavételi eszközzel is elvégezhető, feltéve, hogy az alkalmas mennyiségi (legalább szemi-kvantitatív) mintavételre. Ilyen mintavételi eszközökről (pl. Surber- és Box-sampler, Ekman-Birge-, Ponar- vagy Van Veen-markolók, Airlift sampler stb.), azok alkalmazhatóságáról és működtetéséről az MSZ EN ISO 10870 szabvány közöl iránymutatásokat. Amit fontos szem előtt tartani, hogy a mintavételek standardizálhatóak legyenek, azaz, ugyanolyan módszerrel, eszközzel, ugyanolyan területről történjen a rendszeres mintavétel, az eredmények összehasonlíthatósága miatt.

### Megalitikus élőhelytípusok

Nagyméretű kőtömbökről, sziklákról történő mintavételkor a mintavételi stratégiát a terület nagyságának és a mintavételi egységek számának megfelelően kell megválasztani. Mivel a kőtömbök megemelése nem kivitelezhető, a mintavétel azok felületéről történik az ott élő állatok ledörzsölésével és halóba seprésével.

A mintavételi egységeket úgy kell szétosztani, hogy a kőtömbök minden oldaláról (folyásirány szerinti elülső, oldalsó stb.) történjen mintavétel. Ha csak egy mintavételi egység kerül begyűjtésre erről az aljzattípusról, akkor egy adott kőtömb három oldaláról (az elülsőről, illetve a két oldalsóról) kell a mintavételt elvégezni. Mindemellett javasolt a kőtömbök felületén található algabevonat átvizsgálása is.

### Makro- és mezolitikus élőhelytípusok (nagy és közepes méretű kövek, kavicsok)

A mintavételt a kijelölt területen található kövek felületének óvatos, kézzel történő át-dörzsölésével és a felületükön élő állatok halóba seprésével kell kezdeni. A köveket és kavicsokat kézzel kell átmozgatni, a felületükön kapaszkodó vagy rögzült élőlényeket pedig seprő, dörzsölő mozdulatokkal vagy vízzel leöblítve kell eltávolítani és a halóba segíteni. Ajánlatos a nagyobb köveket egy vödörbe gyűjteni és a rajtuk található állatokat kézi egyeléssel vagy óvatos sepregetéssel leszedetni.

A kisebb szemcseméretű részekről lábbal, a háló előtti 25 cm × 25 cm-es terület felzavarásával kell mintát venni. A kövek és kavicsok közötti térben élő állatokat kb. 15 – 20 cm mélységben kell felzavarni. A mintázandó terület pontos kijelöléséhez érdemes lehet egy 625 cm<sup>2</sup>-es keretet a háló elé az aljzatra lehelyezni vagy ennek hiányában a mintavételi háló keretméretét figyelembe venni.



Sekély, gyors sodrású vizekből történő mintavételhez megfelelő méretű keretes mintavevő eszközök (pl. Hess- vagy Surber mintavevő) is használhatók. Ezek segítségével pontosan kijelölhető a mintavételi egység területe és elkerülhető, hogy a sodrással a kelleténél nagyobb területről kerüljenek élőlények a mintába. Lassú folyású, pangó vizes részeken az aljzatot kézzel kell felzavarni, majd a hálón keresztül átsodorni az állatok kiszűréséhez. A különböző aljzattípusokhoz más mintavételi eszközök is használhatók, ha segítségükkel a mintavételi egységek alapterülete megtartható.

### **Mikrolitikus és kisebb szemcseméretű abiotikus élőhelytípusok**

Kisebb szemcseméretű élőhelytípusok esetén a folyásirányban a háló elé eső 0,25 cm × 0,25 cm-es területet kézzel, lábbal vagy egy arra alkalmas eszközzel 5–15 cm mélységben kell felzavarni. A hálót úgy kell az aljzatra helyezni, hogy a mintázott területhez elég közel legyen ahhoz, hogy a makroszkopikus vízi gerinctelenek a vízárammal a hálóba sodródjanak, de elég távol tőle, hogy a kavicsok és a homok nagy része még a háló előtt visszahulljon az aljzatra. Ügyelni kell rá, hogy a mintába minél kevesebb homok kerüljön.

A lágy, makrovegetációt nélkülöző részekből történő mintavételkor a hálót ne húzzuk végig az aljzaton, inkább bökdöső mozdulatokkal „mártogassuk” bele. Másik megoldásként végezhetjük az aljzat felzavarását lábbal is, mely után a vízáramba kavaródó állatokat seprő mozdulatokkal lehet a hálóba gyűjteni. Ily módon lecsökkenthető a mintába kerülő mederanyag és törmelék mennyisége.

Sekély, gyors sodrású vizekből történő mintavételhez kézi háló helyett megfelelő méretű keretes mintavevő eszközök (pl. Hess- vagy Surber mintavevő) is használhatók.

Lassú folyású, pangó vizes részokről az aljzatot a szokásos módon, kézzel kell felzavarni, majd szintén kézzel, vízáramot keltve kell az állatokat a hálóba sodorni. Ahogy az előző esetekben, ezekenél az aljzattípusoknál is használhatók más mintavételi eszközök, ha segítségükkel a mintavételi egységek alapterülete megtartható.

### **Fás elemek, fatörmelék, gyökerek, élő szárazföldi növényi részek, vízi makrovegetáció**

Fás elemekről történő gyűjtéskor lehetőség szerint kerülni kell a frissen vízbe került, mikrobiális flórát még nélkülöző aljzatokat. A leghatékonyabb módszer, ha a mintákat tálcára, vödörbe vagy ládába mossuk, de a vízből kivett fatörmeléket egy hálóra szórva, csipesszel is összegyűjthetjük az állatokat a törmelék elemei közül.

Fás gyökerek és növényi elemek illetve náddal való sűrű borítottság esetén a mintavevő háló épségére való tekintettel óvatos, lágyszárú gyökerek, illetve szárazföldi lágyszárúak vízbe lógó részei esetén intenzívebb sepregetés és rázogatózás a leghatékonyabb.

A makrovegetáció elemeit érdemes későbbi átvizsgálás céljából a laboratóriumba szállítani, mert egyes szervezetek – mint például a Simuliidae család tagjai vagy egyes lakócsövet építő árvaszúnyog- (pl. *Rheotanytarsus*) és tegzescsoportok (pl. *Brachycentrus*) – nem moshatók le teljes mértékben a növényekről terepi körülmények között. A pontos, területarányos mennyiségi mintavétel elvégzéséhez a kézi hálós sepregetés helyett célszerű inkább a gyökerek, száruk és levelek módszeres átvizsgálása és a kézi egyeléssel vagy csipesszel történő gyűjtés.

**Megjegyzés**

Ügyeljünk rá, hogy ha az ilyen típusú élőhelytípusokhoz abiotikus élőhelytípusok is hozzárendelhetők, akkor a mintavételi egységeket úgy kell begyűjtenünk, hogy azoknak az alattuk húzódó abiotikus élőhelytípusok, illetve az onnan begyűjthető gerinctelen élőlények is részét képezzék! Ebben az esetben is szükséges annak megadása, hogy az összes mintavételi egység területi arányában hány százalékot tesz ki ez az élőhelytípus, és ez alapján szükséges meghatározni a mintavételi egységek számát, törekedve a mintázott felület/terület becslésére/megadására is.

**Mesterséges élőhelytípusok**

Ember alkotta mesterséges élőhelytípusokról történő gyűjtéskor a fentebb felsoroltak közül többféle módszer is alkalmazható az élőhelytípus kialakításától függően, de a területarányos elosztásra, az egységnyi mintázott terület nagyságára valamint az élőlények biztos begyűjtésére ügyelni illetve törekedni kell.

**3.4 Mintavétel sekély állóvizekből és állóvizek lábalható részeiből**

Tavak esetében a sekély, lábalható parti övben (litorális zóna) a fellelhető élőhelytípusoknak megfelelően az áramló vizekre vonatkozó útmutatások szerint kell begyűjteni a mintavételi egységeket.

**3.5 Mélyvízi mintavétel folyóvizekből**

Alapszabály szerint a nagy folyókból és folyamokból történő mintavételt (ideértve az élőhelytípusok feltérképezését és a mintavételi egységek szétosztását) az adott vízfolyás kijelölt, reprezentatív szakaszának partközeli, még lábalható, megközelíthető, elérhető részein kell elvégezni, de a mintavétel szükség esetén a mélyvízi részek mederkotrásos vagy markolóval történő mintavételével is kiegészíthető.

Mélyebb vizekben, ahol a meder nem látható, törekedni kell az élőhelytípusok arányának minél pontosabb megadására, de legalább a biotikus élőhelytípusokkal való fedettség pontos becslésére, valamint az összes feltérképezett élőhelytípusról történő gyűjtésre is, a tervezett számú (alap esetben 20) mintavételi egységnek megfelelő felületen. A mintavételi egységek („ME”) számát a lábalható vizeknél ismertett eljáráshoz hasonlóan határozzuk meg. Olyan vízfolyásokon, ahol a víz mélysége vagy lebegőanyag-tartalma miatt csak a parti régióban, ill. a gyors sodrású szakaszokon állapítható meg az élőhelytípusok aránya, 5 mintavételi egységet a meder közepe felé eső részből, 15 egységet pedig a lábalható részekből gyűjtünk.

A mélyvízi mintavétel elvégezhető vízi járműről, mederkotrással. Ennek végrehajtásakor kezdetben a motorcsónaknak hegymentben kell állnia, majd hátramenetbe elindulva sebességének először el kell érnie, majd kissé meg kell haladnia a víz áramlási sebességét. Ha ez megtörténik, GPS-készülékkel rögzíteni kell a mintavételi pont koordinátáit és a vízmélységet, majd a csónak orrából ki kell dobni a kotrót, amely hamar a mederfenékre süllyed. A csatlakozó kötél feszesen tartásával a kotrót irányban kell tartani. A kézben tartott kötélnek keresztül egyrészt érzékelhető a meder struktúrája, a mederanyag összetétele, másrészt az ellenállás növekedésével ellenőrizhető, hogy a kotró megfelelően működik-e. A kotróberendezés mederfenéken, folyásirányban történő vontatásával a keretre erősített zsák – melynek meghatározott térfogata megszabja a belekerülő

hordalékanyag mennyiségét – megtelik az állatok tartalmazó mederanyaggal. A minták megközelítőleg azonos mennyiségűknél (térfogatuknál) fogva kvantitatív módon összehasonlíthatók egymással, a módszer ennél fogva alkalmas mennyiségi adatok értékelésre is.

Elegendő vontatás után a csónakmotort újra hegymentbe kell kapcsolni és a kotrót a csatlakozó kötéll segítségével a csónakba kell emelni. A zsák végére erősített gyorskötöző kioldásával a mintát közvetlenül egy megfelelő (célszerűen kb. 20 liter térfogatú) műanyag vödörbe kell önteni. A mintákról átmosás és válogatás előtt fényképfelvételeket kell készíteni annak érdekében, hogy a mederanyag mennyiségét és szemcseösszetételét megfelelő módon dokumentálhassuk.

A kitermelt mederanyagot vízzel többször átmosva, a felülúszó frakciót egy megfelelő lyukbőségű hálóba (pl. a lábalható mélységű vizekből történő mintavételhez használt nyeles kézi hálóba) öblítjük, a még nem kimosódott élő anyagot (pl. kagylók, csigák) pedig az átmosott mintával együtt a helyszínen nagyméretű műanyag tálcára helyezük, és kézzel válogatjuk ki belőle az élő makroszkopikus vízi gerinctelen egyedeket. Az ekképp csökkentett térfogatú mintát megfelelő nagyságú, sorszámokkal ellátott edényzetbe helyezük, tartósítjuk (*ld. 4. fejezet*), majd partra szállítjuk.

#### Megjegyzés

A lábalható vizekből, kézi hálós mintákhoz hasonlóan a mederkotrással gyűjtött minták esetében is van lehetőség laboratóriumi körülmények között történő válogatásra, az elkerülhetetlenül begyűjtött nagy mennyiségű mederanyag miatt azonban a mederkotrásos minták helyszíni csökkentése nagyságrendekkel megkönnyíti a minták későbbi feldolgozását.

A mély folyóvizek lábalható részein végzett, kézi hálós mintavétel markolóval történő mélyvízi gyűjtéssel is kiegészíthető. Erre – egyszerű kezelése, valamint ésszerű járulékos eszköz- és költségigénye miatt – leginkább az Ekman-Birge-, a Ponar- vagy a Van Veen-markoló lehet a legalkalmasabb. Ilyen eszközök alkalmazásakor (a kézi hálós mintavételhez hasonlóan) tekintettel kell lenni a markoló által lefedett területesség(ek)re, valamint arra is, hogy a markolóval történő gyűjtés egyes élőhelytípusok (pl. vízi makro-vegetáció) esetében nem vagy csak igen korlátozottan alkalmazhatók. Egyes markolók (pl. Ekman-Birge-markoló) sekély, lábalható részekben is alkalmasak a mintavételi egységek begyűjtésére (MSZ EN ISO 10870:2013).

### 3.6 Mélyvízi mintavétel állóvizekből

Állóvizek mélyvízi részeinek mintavételére vonatkozóan még jelentős erőfeszítésekre és további kutatásokra van szükség a megfelelő módszertan kidolgozásához és véglegesítéséhez. Ennek oka az, hogy e tekintetben még jóval kevesebb – hazai viszonylatban elsősorban a Balatonra és a Velencei-tóra vonatkozó – tapasztalat áll rendelkezésre, mint a folyóvizek esetében.

Amennyiben szükséges, az állóvizek mélyvízi részeiből történő mintavételt a mély folyóvizeknél ismertett módokon – mederkotrással, vagy a vízmélység függvényében markolóval (pl. Ekman-Birge-, Ponar- vagy a Van Veen-markolóval) csónakból végezhetjük el (*ld. 3.5. fejezet*).

Állóvizek mélyvízi régióinak vizsgálatakor emellett az alábbiakra is szükség lehet:

- függély menti mérések (pl. hőmérséklet, oldott oxigén) felszíntől a fenéig;
- egyéb kémiai komponensek vizsgálata;
- üledékvizsgálatok;
- mélyvízi mérőműszerek (pl. szonda) alkalmazása
- más élőlénycsoportok (pl. fitoplankton) vizsgálata.

## 4. Mintaelőkészítés (válogatás, almintázás, tartósítás, tárolás)

### 4.1 Terepi válogatás és almintázás

Egyes vizsgálatok pl. ECOSURV projekt (Kiss és mtsi., 2006) eredményei szerint a terepi mintaválogatás a laboratóriumi mintaválogatáshoz képest mérhető, de szignifikánsnak nem tekinthető (kb. 3-4%-os) hibával jár, ezért a két különböző mintaválogatás eredménye azonosnak tekinthető, mindkét eljárás alkalmazható, attól függően, hogy a körülmények melyik módszer alkalmazását, előnyeinek hatékonyabb kihasználását teszik lehetővé. A teljes minta helyszíni válogatásának számos előnye van, így amennyiben az időjárási körülmények ideálisak és terepi asszisztencia is rendelkezésre áll, célszerű a minta élő állapotban történő, terepi körülmények között végzett válogatását választani.

Terepen történő válogatás esetén első lépésben a nagyobb méretű köveket, ágakat, gallyakat és hulladékarabokat vízzel átmoszuk, majd a rájuk kapaszkodó, rajtuk élő állatokat a mintába áthelyezzük. Az átmosott elemeket ezután el lehet dobni.

Az egyesített mintavételi egységekből álló mintát részenként vagy egészben nagy alapterületű, célszerűen világos színű (fehér) edényzetbe (pl. nagyméretű fotótálcára) kell helyezni és a benne található élőlényeket felcímkézett mintatároló edény(ek)be kell tenni. (A tartósításra és címkézésre vonatkozó előírásokat ld. a 4.3. fejezetben)

A nagyméretű, ritka, terepen is könnyedén azonosítható élőlények (pl. nagyobb kagylók, folyami rákok) nevét és egyedszámát a mintavételi jegyzőkönyv „Megjegyzés” részébe fel kell jegyezni, azokat a mintából el kell távolítani és vissza kell őket engedni a vízbe, különös tekintettel a védett fajok egyedeire.

Terepi válogatás során (is) lehetőség van almintázásra, vagyis a minta vagy bizonyos nagy egyedszámú csoportok meghatározott részének kiválogatására. Erre általában az alábbi esetekben lehet szükség:

- ha a begyűjtött minta nagyon nagyszámú egyedet tartalmaz, vagy ha a begyűjtött mintában található mederanyag és törmelék nagy mennyisége miatt a minta térfogata nem csökkenthető ésszerű mértékben (teljes minta almintázása).
- ha a begyűjtött mintában egyes domináns taxon(ok)nak több száz egyede is megtalálható (domináns csoportok elkülönített almintázása);

A teljes minta almintázásakor a minta egészét egyenletesen elterítjük a válogatásra használt, nagy alapterületű edényzetben (célszerűen nagyméretű fotótálcán), majd 1/6 részét leválasztjuk és áthelyezzük egy másik, válogatásra hasonlóan alkalmas edényzetbe.

Ügyelve, hogy az almintában található élőlények ne szökjenek el az edényzetből, kevés vizet öntünk a mintára, és az állatokat (csipesz segítségével vagy kézzel) megfelelő mintatároló edény(ek)be tesszük, majd tartósítószerrel öntjük rájuk. Az 1/6 arányú egységek átvizsgálását és válogatását mindaddig végezzük, amíg a végső, határozásra kerülő mintába legalább 350 egyed nem kerül. (Abból az 1/6 almintából, amelyből a 350. egyed előkerül, minden egyedet ki kell válogatni.). Amennyiben a teljes mintában nincs összesen 350 egyed, úgy nem lehet almintázást végezni, és az összes egyedet ki kell válogatni a teljes mintából.

#### Megjegyzés

A különböző mintavételi protokollok eltérő módon határozzák meg a végső (határozásra kerülő) minta minimálisan szükséges egyedszámát. A széles körben alkalmazott AQEM módszer (AQEM CONSORTIUM, 2006) mintánként legalább 700, a korábbi hazai módszertani előírások (CSÁNYI és mtsai., 2012; VGT2; VÁRBÍRÓ és mtsai., 2015) a rutinszerű vizsgálatok idő- és erőfeszítési igényeit figyelembe véve 350 egyed válogatását és azonosítását javasolták. Amennyiben a teljes mintában nincs összesen 350 egyed, úgy a teljes mintát ki kell válogatni.

A válogatás során nem vesszük figyelembe:

- az üres csigaházakat és kagylóhéjakat;
- az üres lakócsöveket és tegzeket (kivételt képeznek azok, amelyek a már kiválogott csoportok élő példányainak ismeretében segíthetik a határozást;
- a hiányos, töredezett egyedeket (kivéve, ha a határozóbélyegeik egyértelműen láthatóak)
- a lárva- és bábbőröket (exuviumokat).

Ha a mintában egyes domináns taxon(ok)nak több száz egyede is megtalálható, célszerű lehet ezen csoport(ok) elkülönített almintázása. Ilyen esetben a minta egészéből minden más taxon egyedeit kiválogatjuk, és a minta egységnyi részének elkülönítését, illetve válogatását a fentebb leírtak szerint csak az így a mintában maradt domináns taxon(ok) egyedei esetén alkalmazzuk. Az almintázás tényét és arányát az almintázásra kerülő családok, nemek vagy más taxonómiai csoportok nevének feltüntetésével a mintavételi jegyzőkönyv „Megjegyzés” részében, illetve a mintatároló edény(ek)en is rögzítjük.

A kiválogott mintát a 4.3 fejezetben foglaltak szerint tartósítani és címkézni kell.

## 4.2 Laboratóriumban történő válogatás és almintázás

A nagyméretű, ritka, terepen is könnyedén azonosítható élőlények (pl. nagyobb kagylók, folyami rákok) nevét és egyedszámát a mintavételi jegyzőkönyvre feljegyezzük, az állatokat pedig visszahelyezzük a vízbe, különös tekintettel a védett fajok egyedeire. Laboratóriumban történő válogatás tervezésekor a begyűjtött mintából a nagyobb méretű köveket, törmeléket, ágakat és gallyakat vízzel átmoszuk, a rájuk kapaszkodó, rajtuk élő állatokat a mintába áthelyezzük, az átmosott elemeket eldobjuk.

A fennmaradt mintáról a maradék vizet leszűrjük, a mintát jól záródó műanyag doboz(ok)ba helyezzük és a helyszínen a 4.3 fejezet előírásai szerint tartósítjuk. Az edényeket a mintával csak addig töltjük, hogy maradjon elegendő hely megfelelő mennyiségű tartósítószernek.

A mintavétel helyszínén tartósított minta válogatását többféleképpen is elvégezhetjük, a művelet célja azonban minden esetben az, hogy a mederanyagot, növényi elemeket, törmeléket is tartalmazó, begyűjtött anyagból a makroszkopikus gerinctelen állatok megfelelő számú egyedét az egyedsűrűségi arányok megtartásával (esetleg ismert mértékű megváltoztatásával) elkülönítsük.

#### Megjegyzés

A különböző mintavételi protokollok eltérő módon határozzák meg a végső (határozásra kerülő) minta minimálisan szükséges egyedszámát. A széles körben alkalmazott AQEM módszer (AQEM CONSORTIUM, 2006) mintánként legalább 700, a korábbi hazai módszertani előírások (CSÁNYI és mtsai., 2012, VGT2, VÁRBÍRÓ és mtsai., 2015) a rutinszerű vizsgálatok idő- és erőfeszítési igényeit figyelembe véve 350 egyed válogatását és azonosítását javasolták.

A válogatás első lépéseként a begyűjtött és tartósított mintát szűrő segítségével – melynek lyukbősége nem lehet nagyobb, mint a mintavételhez használt eszköz (pl. kéziháló) lyukbősége – folyó víz alatt öblítsük le, majd terítsük szét egyenletesen egy nagy alapterületű, célszerűen világos színű (fehér) edényzetben (pl. nagyméretű fotótálcán).

A válogatást a minta várható vagy látható egyedsűrűségi viszonyaitól, illetve a begyűjtésre került mederanyag, növényi rész, törmelék mennyiségétől függően különböző stratégiák alkalmazásával végezhetjük el:

- Teljes válogatás. Amennyiben a teljes mintában nincs összesen 350 egyed, úgy nem lehet almintázást végezni, és az összes egyed ki kell válogatni a mintából.

Az egyenletesen szétterített mintából egyszerre, vagy több lépésben, kisebb adagokat másik tálcára kanállal átemelve válogassuk ki az állatokat.

- A teljes minta válogatása 1/6 almintánként. (Nagy egyedszámú és/vagy nagy mennyiségű mederanyagot, törmeléket, növényi részt stb. tartalmazó minták esetén alkalmazható.)

Az egyenletesen szétterített mintának válasszuk le az 1/6-át, majd ebből a részből egyszerre, vagy több kisebb adagban válogassuk ki az állatokat. Az 1/6 részek elkülönítését és válogatását mindaddig folytatjuk, míg a kiválogatott egyedek száma eléri a 350-et. (Abból az 1/6 almintából, amelyből a 350. egyed előkerül, minden egyed ki kell válogatni.) Az almintázás tényét és végső arányát a kiválogatott mintát tartalmazó edény(ek)en, és szükség esetén az erre szolgáló külön jegyzőkönyvön, füzetben vagy dokumentáción rögzítjük.

- A mintában található nagy egyedszámú csoportok almintázása. (Alkalmazása olyan minták esetén célszerű, amelyben egy vagy több jól körülhatárolható taxonómiai csoport – faj, nem vagy esetleg család (a hazai faunára jellemzően pl. Gammaridae, Simuliidae, *Potamopyrgus antipodarum*, *Lithoglyphus naticoides* stb.) – tagjaiból a többi előforduló taxonhoz képest aránytalanul sok, több száz, akár több ezer egyed is előfordul.)

Az egyenletesen szétterített mintából először válogassuk ki a külön almintázni NEM kívánt, kezelhető egyedsűrűségű taxonok egyedeit, a többi egyedeket őrizzük meg és egyesítjük újra a minta megmaradt részét. Egyenletes szétterítést követően a megfelelő arányú részegységéből válogassuk ki a tömeges faj(ok) egyedeit.

Az almintázás tényét és arányát – mind a tömeges csoportokra vonatkozóan azok nevével együtt, mind (ha történt ilyen) együttesen a többi csoportra vonatkozóan – rögzítsük a kiválogatott mintát tartalmazó edény(ek)en és szükség esetén az erre szolgáló külön jegyzőkönyvön, füzetben vagy dokumentáción.

A válogatás során nem vesszük figyelembe:

- az üres csigaházakat és kagylóhéjakat;
- az üres lakócsöveket és tegzeket (kivételt képeznek azok, amelyek a már kiválogatott csoportok élő példányainak ismeretében segíthetik a határozást);
- a hiányos, töredezett egyedeket (kivéve, ha a határozóbélyegeik egyértelműen láthatóak);
- a lárva- és bábbőröket (exuviumokat).

A kiválogatott egyedeket tartalmazó mintát az *4.3 fejezetben* leírtak szerint tartósítani, illetve címkézni kell.

### 4.3 Tartósítás, címkézés

A tároló edényzetbe helyezett mintát a helyszínen formalinnal (4%-os végső töménységű formaldehyd oldattal) vagy olyan mennyiségű etanollal, Patosolvval (95%) kell tartósítani, amennyi a mintát teljesen ellepi. Utóbbiak alkalmazása esetén tartósítás előtt a vizet a mintáról le kell önteni, és annyi tartósítószerrel kell használni, hogy annak végső koncentrációja kb. 70% legyen. Ennek során figyelembe kell vennünk a minta eredendő víztartalmát.

Ügyeljünk rá, hogy az edényzetbe tett minta ne legyen túl tömött, mert a tartósítószernek a mederanyag- és törmelékszemcsék, növényi elemek stb., közé is be kell jutnia a megfelelő hatás kifejtéséhez. Fontos, hogy a tartósítószerrel felöntött minta és az edényzet fedele között maradjon levegőréteg.

Etil-alkohollal vagy Patosolvval (70%) történő tartósítás esetén az állatok rugalmasabbak, könnyebben kezelhetők maradnak, nehezebben száradnak ki. A formalin az állatok színét, mintázatát jobban megőrzi, viszont rugalmatlanná teszi azokat, így egyes határozó bélyegek az identifikálás során nehezebben hozzáférhetők lehetnek. A formalin emellett párologásával jobban irritál, egészségkárosító és közismerten rákkeltő hatású, ezért használata alkohollal való keverékként vagy legfeljebb kis mennyiségben javasolt, de leginkább kerülendő. A tartósítószer párologása és a mintában található szerves anyag bomlásának mértéke csökkenthető, ha a minta a laboratóriumba szállítást követően azonnal hűtőbe kerül és a válogatásig 2-5°C hőmérsékleten tároljuk.

A tároló edényzetbe (javasolt jól zárható műanyag vagy üveg tárolóedény) került, tartósított mintába helyezünk (célszerűen ceruzával írt, esetleg lézernyomtatóval nyomtatott vagy fénymásolt) papírcímkét az alábbi információkkal:

- projekt, vizsgálat neve (opcionális);
- a vízfolyás vagy állóvíz megnevezése (kötelező);
- a mintavétel helyének pontosabb meghatározása (kötelező);
- mintavételi hely kódja (opcionális);

- a mintavétel dátuma (kötelező);
- élőhelytípus, medence vagy gázló (opcionális);
- mintavételi eszköz, rész minta (opcionális);
- mintavevő neve (opcionális).

A kötelező információkat a mintavételi edényzet külső oldalán is fel kell tüntetni, azzal a kiegészítéssel, hogy „Tartósítva: 4%-os formalinnal”, „70%-os etanollal” vagy „70%-os Patosolvval” attól függően, melyiket használtuk.

#### Megjegyzés

A mintatároló edényzet azonosítására egyedi külső jelölés is alkalmazható. Ilyen esetben a mintavételek során használt minden edényzetet egyedi azonosítóval kell ellátni, és a minta tárolására használt edény(ek) azonosítóját a mintához tartozó mintavételi jegyzőkönyvön rögzíteni kell.

Ha egy mintavételhez több edényzetre van szükség, számozzuk meg az edényeket külön-külön (pl. 1/2, 2/2). A helyszínen azonosított és visszaengedett ritka taxonok (pl. folyami rákok vagy nagyobb kagylók) nevét és egyedszámát a mintába helyezett címkén az azonosító adatok mellé szintén fel kell jegyezni. A ritka, sérülékeny egyedeket tartalmazó kisebb edényeket, üvegcséket, műanyag csöveket (ha vannak) a mintát tartalmazó edényzetben belül kell tárolni, és meglétüket a mintavételi jegyzőkönyvön (**Mintavételi jegyzőkönyv I.** megjegyzés rovatban) is rögzíteni kell.

## 5. Mintafeldolgozás (határozás, megőrzés)

Az kiválogatott, felcímkézett, tartósított mintákban található egyedek mindegyikét fajszintig, vagy – ha a fajszintű határozás nem oldható meg – a lehető legalacsonyabb faj feletti taxonómiai kategóriáig kell meghatározni. Ez teszi lehetővé az indikátor – indikátum – indikandum kapcsolat teljes körű leírását, az összefüggések feltárását, a víztest ökológiai állapotának részletes jellemzését. A részletes faj szintű információ egyben feltétele a kiértékelésnek, valamint a minősítésre használt indexek alkalmazhatóságának, és a nemzetközi egyezményekben foglalt közös vizsgálatok eredményeinek más európai országok eredményeivel való összehasonlíthatóságának is.

Faji szintű azonosítás az alábbi rendszertani csoportok esetében kötelező:

- *Gastropoda* (csigák);
- *Bivalvia* (kagylók);
- *Hirudinea* (piócák);
- *Malacostraca* (magasabb rendű rákok);
- *Ephemeroptera* (kérészek);
- *Odonata* (szitakötők);
- *Plecoptera* (álkérészek);



- *Heteroptera* (vízi és vízfelszíni poloskák);
- *Coleoptera* (vízibogarak);
- Neuropterida (fátyolkák);
- Trichoptera (tegzesek).

Fajszerű azonosításukhoz specialisták szükségessége, illetve rutinszerű (monitoring) vizsgálatokhoz aránytalanul nagy erőfeszítés és időigénye miatt magasabb rendszertani kategóriáig (lehetőség szerint legalább család szintig) történő azonosítása javasolt az alábbi csoportoknak:

- *Oligochaeta* (kevésértéjű gyűrűsféreg);
- *Diptera* (kétszárnyúak).

Az egyes csoportok taxonjainak azonosításához ajánlott határozókönyvek és határozási segédletek listáját a *III. Melléklet* tartalmazza.

A határozás során azonosított fajok vagy magasabb taxonómiai kategóriák nevét és a taxonokhoz tartozó egyedszámokat célszerű elsősorban kézzel írott formában (erre a célra használt lefűzhető jegyzőkönyvbe vagy füzetben) rögzíteni. A taxonlistákhoz jegyezzük fel a minta azonosítóját (ha van), a mintavétel helyét (víztér neve, mintavételi hely megnevezése), a mintavétel dátumát, a mintatároló edény azonosítóját (ha van), az almintázás(ok) tényét, arányát, az almintázott csoportok nevét (ha voltak), a határozás dátumát, illetve a határozást végző személy nevét.

Azon egyedeket vagy csoportokat, amelyeknek azonosítása bizonytalan, tartósítva különítsük el, az elkülönítés tényét jegyezzük fel, és keressünk fel egy a kérdéses csoporttal foglalkozó specialistát.

Határozást követően mind a minta, mind pedig a későbbi tisztázáshoz elkülönített egyedek, csoportok esetében biztosítsuk a minta eltarthatóságát (szükség esetén pótoljuk a leöntött vagy elpárolgott tartósítószerrel), a mintatároló edényt jól zárjuk le, ellenőrizzük az edény azonosíthatóságát (címkézés), és a mintát legalább 6 évig őrizzük meg. Az azonosítás papír alapú dokumentációit (pl. laboratóriumi jegyzőkönyv, füzet, stb.) legalább 12 évig őrizzük meg.

## 6. Az adatok tárolása

A makroszkopikus vízi gerinctelen élőlénycsoportot érintő mintavételek és vizsgálatok adatainak, eredményeinek digitális adatbázis formájában történő tárolására, illetve kiértékelésére a Hidrobiológiai Értékelő és Nyilvántartó Rendszer (HÉR) használatával van lehetőség, melyre vonatkozóan a *Hidrobiológiai Értékelő és Nyilvántartó Rendszer (HÉR) v1.1. Felhasználói kézikönyv (2020.07.06.)* ad teljes körű iránymutatást.

Bár a HÉR elsősorban az Európai Unió Víz Keretirányelvének (EU VKI) végrehajtásához tartozó ökológiai monitoring eredményeinek feldolgozásához készült, ettől független makroszkopikus vízi gerinctelen vizsgálati adatok tárolására (illetve megfelelő paraméterek ismerete esetén kiértékelésére) is alkalmas.

Tekintve, hogy a HÉR adatbázisban tárolt adatok és eredmények megfelelő hozzáférés birtokában országos szintű adatbázisokba is feltölthetők, a vizsgálati adatok digitális rögzítése előtt a lehető legteljesebb mértékben győződjünk meg a rögzíteni kívánt adatok pontosságáról. Fontos, hogy a minta végleges adatainak digitális adatbázis(ok)ban történő rögzítéskor almintázás alkalmazása esetén az almintázás(ok) arányá(i)nak megfelelően átszámolt – „felszorzott” – egyedszámokat rögzítsük. Ügyeljünk arra is, hogy az eredmények értékeléséhez szükséges összes adat (pl. mintavételi egységek száma is) rögzítésre kerüljön. Az adatelemzések tanulságai alapján kiemelten fontos, hogy országos szintű adatbázisba ne kerüljenek be:

- nem megfelelő mintavételi módszerrel gyűjtött minták adatai;
- nem megfelelő mintavételi időszakban gyűjtött minták adatai;
- nem a vizsgált víztest/vizsgálat célja szempontjából reprezentatív szakaszon gyűjtött minták adatai;
- erősen zavart környezeti körülmények (pl. extrém vízállás) fennállása mellett gyűjtött minták adatai;
- bizonytalan, nem kellő pontossággal határozott minták adatai.

## 7. Állapotértékelés és minősítés

### 7.1 Az ökológiai állapotértékelés

A makroszkopikus vízi gerinctelen élőlénycsoportot érintő vizsgálati adatok kiértékelésére és az eredmények alapján történő ökológiai minősítésre hazai gyakorlatban a **magyar multimetrikus makrozoobenton indexeket (Hungarian Multimetric Macroinvertebrate Index – HMMI)** használjuk. A minősítési rendszer a nemzetközi ökológiai interkalibráció keretén belül, az Európai Unió Víz Keretirányelvével (EU VKI) való kompatibilitás követelményének megfelelően, a Víz Keretirányelv végrehajtásához kapcsolódó monitorozás adatai alapján lett kidolgozva. Az interkalibrációs eljárás során az azonos ökorégióba tartozó országok ökológiai állapotértékelő módszereiket összehasonlítva meghatározták a közös interkalibrációs víztér-típusokra vonatkozó kiváló–jó, valamint jó–mérsékelt ökológiai állapot határát. Ez lehetővé teszi, hogy az egyes terhelések hatását jelző ökológiai állapot változása ezekben a víztípusokban összehasonlítható eredményeket adjon az azonos ökorégióba tartozó tagországok hasonló típusú vízterekre vonatkozóan. Az interkalibráció lezárult eredményeit az Európai Bizottság Határozatban teszi közzé, amely minden tagország számára kötelezően végrehajtandó joganyag. A legutóbbi határozat 2018-ban jelent meg (C (2018) 696: A BIZOTTSÁG (EU) 2018/229 HATÁROZATA).

Elvárás az interkalibrált minősítési módszerrel szemben, hogy típus-specifikus, 5 osztályos és terhelésre érzékeny legyen. Ennek megfelelően a különböző típusú vízfolyások és külön az állóvizek minősítése esetén az értékelési rendszer különböző metrikák értékeit veszi figyelembe.

A magyar multimetrikus makrozoobenton indexcsalád (HMMI) hat indexet tartalmaz:

**HMMI\_m:** multimetrikus makrozoobenton index hegyvidéki vízfolyás-típusokra

**HMMI\_sc:** multimetrikus makrozoobenton index dombvidéki kis- és közepes vízfolyás-típusokra

**HMMI\_lc:** multimetrikus makrozoobenton index dombvidéki nagy vízfolyás-típusokra

**HMMI\_sl:** multimetrikus makrozoobenton index síkvidéki kis- és közepes vízfolyás-típusokra

**HMMI\_II:** multimetrikus makrozoobenton index síkvidéki nagy vízfolyás-típusokra

**HMMI\_lake:** multimetrikus makrozoobenton index 1-es, 5-ös és 8-as biológiai típusú tavakra

| Biológiai típus | Hidromorfológiai típus | Tengerszint feletti magasság | Geokémiai jelleg | Mederanyag            | Vízgyűjtő méret    | Mederesés              | HMMI index |
|-----------------|------------------------|------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|------------|
| 1               | 1                      | hegyvidéki - dombvidéki      | szilikátos       | durva                 | kicsi              | nagy és közepes esésű  | HMMI_m     |
| 2               | 2, 3                   | hegyvidéki - dombvidéki      | meszes           | durva                 | kicsi - közepes    | nagy esésű             | HMMI_m     |
| 3               | 4, 5, 8, 9             | dombvidéki                   | meszes           | durva – közepes finom | kicsi - közepes    | közepes és kis esésű   | HMMI_sc    |
| 4               | 6, 7, 10, 13, 14       | dombvidéki                   | meszes           | durva                 | nagy – nagyon nagy | közepes esésű          | HMMI_lc    |
| 5               | 11,12                  | síkvidéki                    | meszes           | durva                 | kicsi - közepes    | kis esésű              | HMMI_sc    |
| 6               | 15, 16, 17, 18, 21, 22 | síkvidéki                    | meszes-szerves   | közepes finom – finom | kicsi - közepes    | kis – nagyon kis esésű | HMMI_sl    |
| 7               | 19                     | síkvidéki                    | meszes           | közepes finom         | nagy               | kis esésű              | HMMI_II    |
| 8               | 20                     | síkvidéki                    | meszes           | közepes finom         | nagyon nagy        | kis esésű              | HMMI_II    |
| 9               | 23                     | síkvidéki                    | meszes           | durva                 | Duna méretű        | kis esésű              | HMMI_II    |
| 10              | 24                     | síkvidéki                    | meszes           | közepes finom         | Duna méretű        | kis esésű              | HMMI_II    |

**3. táblázat.** A biológiai szempontból validált, illetve hidromorfológia alapján megállapított vízfolyás típusok tulajdonságai, valamint az állapotértékeléshez szükséges HMMI-index típusok

A hazai folyóvízi víztestek tipológiája a Víz Keretirányelv B tipológiai rendszerét követi, a folyóvizeket tengerszint feletti magasságuk, geokémiai jellegük, mederanyaguk jellege, vízgyűjtőterületük mérete, valamint mederesedésük alapján sorolja típusokba. A különböző, biológiai szempontból validált, illetve hidromorfológia alapján megállapított típusok tulajdonságait, valamint a kiértékelésükhöz használt HMMI-index típusát a 3. táblázat tartalmazza.

A hazai állóvizek tengerszint feletti magasságuk, vízkémiai karakterük, kiterjedésük, átlagos vízmélységük, vízforgalmuk, valamint vízszintjük ingadozásának mértéke alapján sorolhatók típusokba. A tavak ökológiai állapotértékelésére kidolgozott HMMI\_lake index csak az 1-es, 5-ös és 8-as biológiai típusba sorolt állóvizek esetén alkalmazható (4. táblázat).

| Biológiai típus | Hidromorfológiai típus  | Tengerszint feletti magasság | Vízkémiai karakter | Méret (km <sup>2</sup> ) | Átlagos vízmélység (m) | Vízforgalom | HMMI index       |
|-----------------|-------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|-------------|------------------|
| 1               | 1                       | < 200m síkvidéki             | szilikátos         | > 10                     | > 3                    | állandó     | nincs            |
| 2               | 2                       | < 200m síkvidéki             | meszes             | > 10                     | < 3                    | állandó     | nincs            |
| 3               | 3, 6                    | < 200m síkvidéki             | meszes             | < 1;                     | < 1                    | időszakos   | nincs            |
| 4               | 4, 5                    | < 200m síkvidéki             | meszes             | 1 - 10                   | < 3                    | állandó     | nincs            |
| 5               | 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15 | < 200m síkvidéki             | meszes             | < 1;                     | < 3                    | állandó     | <b>HMMI_lake</b> |
| 6               | 10                      | síkvidéki                    | meszes-szerves     | 1 - 10                   | > 3                    | állandó     | nincs            |
| 7               | 12                      | síkvidéki                    | meszes             | < 1; 1 - 10;<br>> 10     | < 3                    | állandó     | nincs            |
| 8               | 16, 17                  | síkvidéki                    | meszes             | < 1;                     | < 1; < 3               | időszakos   | <b>HMMI_lake</b> |

**4. táblázat.** A biológiai szempontból validált, illetve hidromorfológia alapján megállapított állóvíz típusok tulajdonságai, valamint az állapotértékeléshez szükséges HMMI-index típusok

A HMMI-indexek megfelelnek az EU VKI azon követelményének is, hogy az ökológiai minősítésre használt értékelési módszerek egy adott élőlénycsoport taxonómiai összetétele alapján több metrika értékének figyelembe vételével (multimetrikusan) határozzák meg ökológiai állapotot, ily módon ugyanis egyaránt kifejezhetők az élőlénycsoportnak és/vagy a közösség funkcionális csoportjainak abundancia-, tolerancia- és diverzitási viszonyai.

A HMMI-indexek által figyelembe vett metrikák az alábbiak:

Taxonok abundanciaviszonyain alapuló metrikák:

- EP taxonszám:** a kérész- (Ephemeroptera) és álkérészfajok (Plecoptera) száma
- EPT taxonszám:** a kérész- (Ephemeroptera), álkérész (Plecoptera) és tegzesfajok (Trichoptera) száma
- EPTCOB taxonszám:** a kérész- (Ephemeroptera), álkérész- (Plecoptera), tegzes- (Trichoptera), bogár- (Coleoptera), szitakötő- (Odonata) és kagylófajok (Bivalvia) taxonszáma
- EPT%:** a kérész- (Ephemeroptera), álkérész- (Plecoptera) és tegzesfajok (Trichoptera) százalékos aránya
- Családok száma:** a mintában előforduló makroszkopikus vízi gerinctelen családok száma

Diverzitási és más értékelési rendszerekből átvett metrikák:

- Shannon-Wiener diverzitás index:** a taxonok relatív gyakorisága alapján számolt diverzitás index
- BMWP\_hu:** az angol BMWP értékelési rendszer magyar viszonyokra átültetett változata (Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer – REF) által számított össz-pontszám
- ASPT (Average Score Per Taxon):** a Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer szerint számolt taxononkénti átlagpontszám (TÁP)

Élőhely- és áramláspreferenciára vonatkozó metrikák:

- Log lit. zóna ab.:** a littorális zónát preferáló taxonok relatív abundanciájának 10-es alapú logaritmus
- Eu-hr%:** a taxonok eukrenon (eu), hipokrenon, epirhitron, metarhitron és hiporhitron (hr) zonákhoz rendelhető százalékos preferenciértékének összege
- RB-RP:** a rheobiont és rheophil áramlási preferenciájú taxonok relatív abundanciájának összege
- RB-LR:** a rheobiont, rheophil, rheo-limnophil és limno-rheophil áramlási preferenciájú taxonok relatív abundanciájának összege

A fenti metrikákat a HÉR (ld. 6. fejezet) automatikusan számolja, de azok a taxonlisták alapján (relatív abundancia viszonyokon alapuló metrikák és Shannon-Wiener index), az adott értékelési rendszer leírása alapján (BMWP\_hu, ASPT) vagy más értékelésre használt szoftverek, adatbázisok segítségével (élőhely- és áramláspreferenciára vonatkozó metrikák – ld. [www.freshwaterecology.info](http://www.freshwaterecology.info)) is kiszámíthatók.

Figyelembe véve, hogy az EU VKI előírásai szerint az egyes élőlénycsoportok alapján meghatározható ökológiai állapotot az adott típusú víztér természetközeli referencia-állapotához viszonyítva, 0,2-es határonként 5 minősítési kategóriára (kiváló – jó – mérsékelt – gyenge – rossz) osztva, EQR-értékekben (Ecological Quality Ratio) kell megadni, a végső indexértékek kiszámításához az egyes típusokhoz tartozó metrikákat

normalizálni, illetve összesíteni kell, mégpedig az alábbiak szerint (a metrikák megadott értékei a jelzett minőségi osztály **alsó** határának értékei):

| HMMI <sub>m</sub>   | Kiváló | Jó  | Mérsékelt | Gyenge | Normalizálási egyenlet          |
|---|--------|-----|-----------|--------|---------------------------------|
| EP taxonszám  | 7      | 5   | 3         | 1      | $EP_{EQR} = 0,1x + 0,1$         |
| Shannon-Wiener diverzitás   | 2,2    | 1,8 | 1,3       | 0,9    | $SW_{EQR} = 0,4536x - 0,2031$   |
| ASPT  | 5,0    | 4,6 | 4,3       | 3,8    | $ASPT_{EQR} = 0,5081x - 1,7485$ |
| Log lit. zóna ab.   | 0,5    | 1   | 1,8       | 2,3    | $LIT_{EQR} = -0,3196x + 0,9474$ |
| $HMMI_m = \frac{EP_{EQR} + SW_{EQR} + ASPT_{EQR} + LIT_{EQR}}{4}$ |        |     |           |        |                                 |

| HMMI <sub>sc</sub>  | Kiváló | Jó  | Mérsékelt | Gyenge | Normalizálási egyenlet         |
|---|--------|-----|-----------|--------|--------------------------------|
| EPT taxonszám   | 9      | 6   | 3         | 1      | $EPT_{EQR} = 0,0828x + 0,1276$ |
| ASPT  | 4,5    | 4,0 | 3,5       | 3      | $ASPT_{EQR} = 0,4x - 1$        |
| Eu-hr%  | 60     | 50  | 40        | 30     | $EUHR_{EQR} = 0,02x - 0,4$     |
| $HMMI_{sc} = \frac{EPT_{EQR} + ASPT_{EQR} + EUHR_{EQR}}{3}$ |        |     |           |        |                                |

| HMMI <sub>lc</sub>  | Kiváló | Jó  | Mérsékelt | Gyenge | Normalizálási egyenlet          |
|---|--------|-----|-----------|--------|---------------------------------|
| EPT%  | 78     | 63  | 48        | 28     | $EPT\%_{EQR} = 0,0121x - 0,154$ |
| ASPT  | 4,7    | 4,4 | 4,0       | 3,7    | $ASPT_{EQR} = 0,6027x - 2,0164$ |
| RB-RP   | 0,8    | 0,6 | 0,4       | 0,2    | $RBRP_{EQR} = 1x$               |
| $HMMI_{lc} = \frac{EPT\%_{EQR} + ASPT_{EQR} + RBRP_{EQR}}{3}$ |        |     |           |        |                                 |

| HMMI_sl   | Kiváló | Jó  | Mérsékelt | Gyenge | Normalizálási egyenlet          |
|---|--------|-----|-----------|--------|---------------------------------|
| <b>EPTCOB taxonszám</b>   | 14     | 11  | 7         | 4      | $EPTC_{EQR} = 0,0586x - 0,0276$ |
| <b>Shannon-Wiener diverzitás</b>  | 2,4    | 2,1 | 1,8       | 1,5    | $SW_{EQR} = 0,6667x - 0,8$      |
| <b>ASPT</b>   | 4,0    | 3,8 | 3,6       | 3,4    | $ASPT_{EQR} = 1x - 3,2$         |
| <b>RB-LR</b>  | 0,8    | 0,6 | 0,4       | 0,2    | $RBLR_{EQR} = 1x$               |
| $HMMI_{sl} = \frac{EPTC_{EQR} + SW_{EQR} + ASPT_{EQR} + RBLR_{EQR}}{4}$ |        |     |           |        |                                 |

| HMMI_II   | Kiváló | Jó  | Mérsékelt | Gyenge | Normalizálási egyenlet          |
|---|--------|-----|-----------|--------|---------------------------------|
| <b>EPTCOB taxonszám</b>   | 13     | 10  | 7         | 4      | $EPTC_{EQR} = 0,0586x - 0,0276$ |
| <b>Shannon-Wiener diverzitás</b>  | 1,8    | 1,6 | 1,4       | 1,2    | $SW_{EQR} = 1x - 1$             |
| <b>ASPT</b>   | 4,6    | 4,3 | 4,0       | 3,7    | $ASPT_{EQR} = 0,6667x - 2,2667$ |
| <b>RB-LR</b>  | 0,8    | 0,6 | 0,4       | 0,2    | $RBLR_{EQR} = 1x$               |
| $HMMI_{II} = \frac{EPTC_{EQR} + SW_{EQR} + ASPT_{EQR} + RBLR_{EQR}}{4}$ |        |     |           |        |                                 |

| HMMI_lake   | Kiváló | Jó   | Mérsékelt | Gyenge | Normalizálási egyenlet          |
|---|--------|------|-----------|--------|---------------------------------|
| <b>Családok száma</b>                                       | 24     | 18   | 10        | 6      | $FAM_{EQR} = 0,0318x + 0,039$   |
| <b>Shannon-Wiener diverzitás</b>                            | 3,12   | 2,92 | 2,29      | 1,18   | $SW_{EQR} = 0,2814x - 0,1698$   |
| <b>BMWP_hu</b>  | 82     | 55   | 34        | 12     | $BMWP_{EQR} = 0,0086x + 0,1052$ |
| $HMMI_{lake} = \frac{FAM_{EQR} + SW_{EQR} + BMWP_{EQR}}{3}$ |        |      |           |        |                                 |

A kiváló–jó határok kijelölése alternatív benchmark helyekhez tartozó metrikák variabilitásán alapult (HERING és mtsi., 2004). A határértékek a biológiai minősítési elemek eredményei alapján lettek meghatározva az egyes biológiailag validált víztértípusokban. Az R-E1b, R-E2, R-E3, R-E4, R-EX5, R-EX6 interkalibrációs víztípusokban az indexek megfelelnek az EU VKI követelményeinek, a határértékek elfogadásra kerültek az ökológiai interkalibráció folyamatában és az Európai Bizottság, a Bizottság Ökológiai Állapotértékelésért felelős Munkacsoportja (WG-A ECOSTAT) is jóváhagyta őket (C (2018) 696: A BIZOTTSÁG (EU) 2018/229 HATÁROZATA). Az új elfogadott módszerek 2022-ben fognak megjelenni az Európai Bizottság új határozatában.

A HMMI indexek kiszámítására elektronikusan, a Hidrobiológiai Értékelő és Nyilvántartó Rendszer (HÉR) vagy a HMMI minősítő program (ld. Irodalomjegyzék) segítségével is van lehetőség.

## 7.2 Ökológiai potenciál számítása

A Víz Keretirányelv erősen módosított és mesterséges víztestek esetében előírja, hogy az állapotértékelés során az ökológiai állapot helyett ökológiai potenciál kerüljön megállapításra. Az erősen módosított és mesterséges vizek esetén elérendő jó ökológiai potenciál az a minőségi állapot, amely olyan hidromorfológiai, biológiai és fizikai-kémiai értékekkel jellemezhető, melyek mellett elérhető a vízi ökoszisztéma jó működése, annak beavatkozásnak a megtartásával, amely az erősen módosított kijelölés vagy mesterséges víztest besorolás okát adja. Az ökopotenciál megállapítása során szükséges megvizsgálni, hogy melyek azok az állapotjavító intézkedések, amelyek hatékonynak bizonyulnak a környezeti célkitűzések (célállapot) eléréséhez. Ez két módon határozható meg: az egyik a biológiai határérték megállapítása kellő számú adat elemzésével, a másik az ökológiailag hatékony állapotjavító intézkedések körének meghatározásával és végrehajtásával. Mivel Magyarországon kevés olyan vizsgálat volt, ahol az intézkedések ökológiai állapotjavító hatását kimutatták, ezért a jó ökopotenciál határértékének kiszámítása adatelemzéssel történt meg, a potenciálisan és várhatóan hatékony állapotjavító intézkedések megadása mellett. Makroszkopikus vízi gerinctelenek esetében az adatelemzések során csak a dombvidéki kis- és közepes vízfolyások esetében lehetett statisztikailag igazolni a természetes, valamint az erősen módosított és mesterséges vízfolyások közötti EQR eltérést. Az EQR értékben igazolható eltérés 0,13, ezzel az értékkel kell ellensúlyozni a hidromorfológiai terhelést. Így az ökológiai potenciál (HMMI\_sc\_ÖP) számítása során ezt az értéket hozzá kell adni a tipológiai besorolásnak megfelelően számolt, HMMI\_sc index által meghatározott EQR értékéhez. A HMMI\_sc\_ÖP index számítása során az indexben használt egyes metrikákra vonatkozó hatértékek is változnak a HMMI\_sc értékeihez képest.

| HMMI_sc_ÖP   | Kiváló | Jó  | Mérsékelt | Gyenge | Normalizálási egyenlet         |
|--|--------|-----|-----------|--------|--------------------------------|
| <b>EPT taxonszám</b>   | 8      | 5   | 2         | 1      | $EPT_{EQR} = 0,0828x + 0,1276$ |
| <b>ASPT</b>  | 4,4    | 3,9 | 3,4       | 2,9    | $ASPT_{EQR} = 0,4x - 1$        |
| <b>Eu-hr%</b>  | 53     | 44  | 36        | 27     | $EUHR_{EQR} = 0,02x - 0,4$     |
| $HMMI_{sc\_ÖP} = \frac{EPT_{EQR} + ASPT_{EQR} + EUHR_{EQR}}{3} + 0,13$ |        |     |           |        |                                |

### Megjegyzés

Bár az egyes metrikák határértékei a HMMI\_sc indexnél megadottaktól eltérőek, a HMMI\_sc\_ÖP értéke a HMMI\_sc index számításánál megadott normalizálási egyenletekkel és összesítéssel számított EQR-érték + 0,13.



### 7.3 Éves állapotértékelés elkészítése

Az azonos mintavételi helyekről származó, különböző időpontban vett minták minősítési eredményeit a víztér típusától függően kell éves szinten összesíteni az alábbiak szerint:

- hegyvidéki vízfolyástípusok (HMMI\_m) valamint domb- és síkvidéki kis- és közepes vízfolyások (HMMI\_sc, HMMI\_sl) esetén az éves minősítési érték az egyes minták minősítési (EQR) értékeinek **átlaga**;
- domb- és síkvidéki nagy vízfolyások (HMMI\_lc, HMMI\_ll) esetén az éves minősítési érték az adott évben végzett mintavételek minősítési (EQR) értékei közül a **legmagasabb** érték;
- tavak esetében (HMMI\_lake) az éves minősítési érték az egyes minták minősítési (EQR) értékeinek **átlaga**.

### 7.4 Víztestek minősítése

Hegyvidéki patakok (HMMI\_m), domb- és síkvidéki kis- és közepes vízfolyások (HMMI\_sc, HMMI\_sl), illetve tavak (HMMI\_lake) esetén egy adott mintavételi hely értékelése az **éves átlag** alapján történik.

Az egy adott időszakra vonatkozóan megállapított minősítés az **éves átlagok átlag-értéke**. Ha egy víztesten több mintavételi pont található, akkor a víztest végső értékelése **a mintavételi helyek értékelésének átlaga**.

| HMMI_m, HMMI_sc, HMMI_sl, HMMI_lake |                     |                            | Mintavételi hely éves minősítése | Víztest éves minősítése |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| VÍZTEST                             | 1. mintavételi hely | 1. mintavételi alkalom EQR | átlag                            | átlag                   |
|                                     |                     | 2. mintavételi alkalom EQR |                                  |                         |
|                                     | 2. mintavételi hely | 1. mintavételi alkalom EQR | átlag                            |                         |
|                                     |                     | 2. mintavételi alkalom EQR |                                  |                         |

A domb- és síkvidéki nagy vízfolyásoknál (HMMI\_lc, HMMI\_ll) egy adott mintavételi hely éves értékelésénél az **éves maximum** értéket kell figyelembe venni. Az egy adott időszakra vonatkozóan megállapított minősítés az **éves maximumok átlagértéke**. Ha egy víztesten több mintavételi pont található, akkor a víztest végső értékelése **a mintavételi helyek értékelésének átlaga**.

| HMMI_lc, HMMI_ll |                     |                            | Mintavételi hely éves minősítése | Víztest éves minősítése |
|------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| VÍZTEST          | 1. mintavételi hely | 1. mintavételi alkalom EQR | legjobb                          | átlag                   |
|                  |                     | 2. mintavételi alkalom EQR |                                  |                         |
|                  | 2. mintavételi hely | 1. mintavételi alkalom EQR | legjobb                          |                         |
|                  |                     | 2. mintavételi alkalom EQR |                                  |                         |

## 8. A HMMI-indexek stresszor-specifikussága

### 8.1 Stresszor-specifikusság vízfolyások esetében

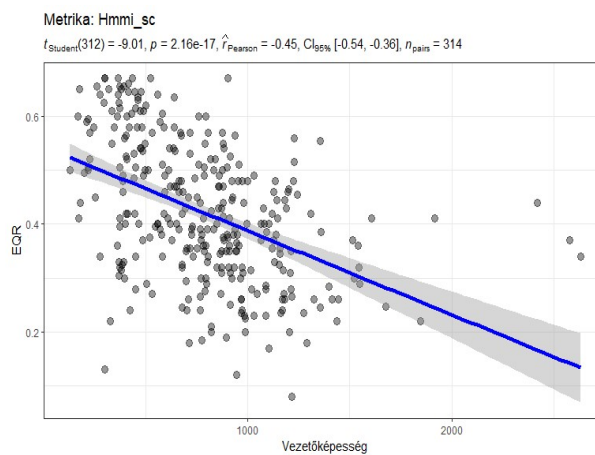
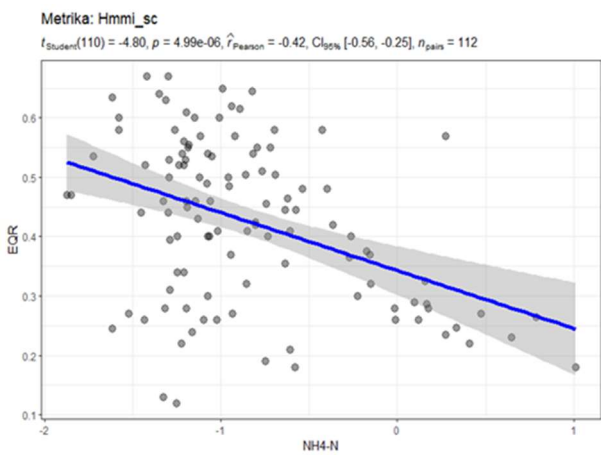
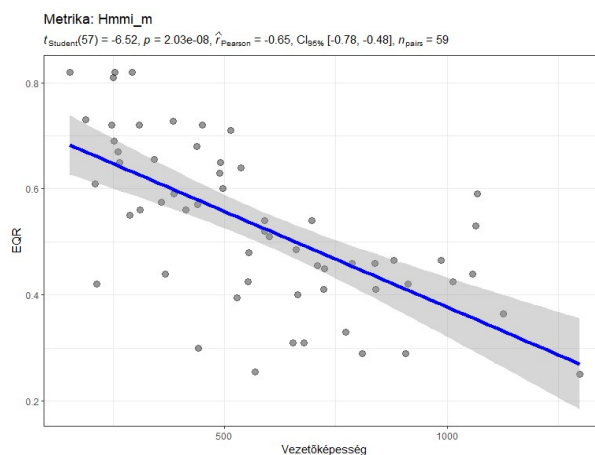
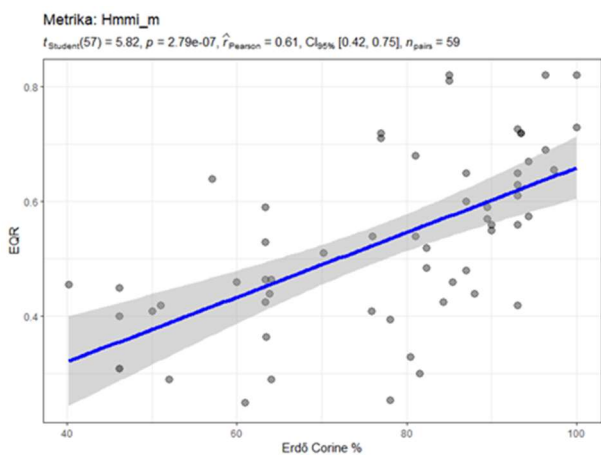
A stresszor-specifikusság igazolására a HMMI-indexeket vízkémiai, hidromorfológiai valamint tájhasználatra vonatkozó stressz változókra teszteltük. A táblázatban a korrelációs együttható (R) értékét a korreláció számítás során alkalmazott elemszámot (N) és a szignifikancia szintet (p) tüntettük fel. Szignifikáns összefüggés  $p < 0.05$  értéknél tapasztalhatunk.

|   | HMMI_m | HMMI_sc | HMMI_lc | HMMI_sl | HMMI_ll |
|---|--------|---------|---------|---------|---------|
| Surrantó  | ---    | -.1169  | ---     | -.2745  | ---     |
|   | N=8    | N=82    | N=0     | N=24    | N=4     |
|   | p=---  | p=.295  | p=---   | p=.194  | p=---   |
| Völgyszárógátas tározó a víztesten (db)                       | -.5404 | .0090   | ---     | -.3537  | --      |
|   | N=42   | N=45    | N=0     | N=20    | N=0     |
|   | p=.000 | p=.953  | p=---   | p=.126  | p=---   |
| Tározó szám a víztesten                                       | -.2209 | -.1184  | ---     | -.1859  | .4257   |
|   | N=190  | N=761   | N=125   | N=868   | N=185   |
|   | p=.002 | p=.001  | p=---   | p=.000  | p=.000  |
| Kommunális vízbevezetés                                       | -.0959 | .2947   | -.2595  | -.2975  | .0515   |
|   | N=59   | N=323   | N=113   | N=348   | N=143   |
|   | p=.470 | p=.000  | p=.006  | p=.000  | p=.541  |
| Mesterséges felszínek területhasználat (urban) (CORINE)       | -.1110 | .1312   | -.3377  | -.1803  | -.1379  |
|   | N=190  | N=761   | N=171   | N=868   | N=185   |
|   | p=.127 | p=.000  | p=.000  | p=.000  | p=.061  |
| Intenzív mezőgazdasági területhasználat (szántó) (CORINE)     | -.4198 | -.1308  | -.1785  | .0818   | .0024   |
|   | N=190  | N=761   | N=171   | N=868   | N=185   |
|   | p=.000 | p=.000  | p=.020  | p=.016  | p=.974  |
| Nem intenzív mezőgazdasági területhasználat (legelő) (CORINE) | -.4990 | .0619   | -.0024  | .0953   | -.0109  |
|   | N=190  | N=761   | N=171   | N=868   | N=185   |
|   | p=.000 | p=.088  | p=.975  | p=.005  | p=.883  |
| Természetes területhasználat (CORINE)                         | .5190  | .0630   | .4007   | -.0619  | .0350   |
|   | N=190  | N=761   | N=165   | N=868   | N=185   |
|   | p=.000 | p=.083  | p=.000  | p=.069  | p=.636  |
| Tájhasználati index (CORINE)                                  | -.4625 | -.0098  | -.3380  | -.0191  | -.0613  |
|   | N=190  | N=761   | N=171   | N=868   | N=185   |
|   | p=.000 | p=.787  | p=.000  | p=.573  | p=.407  |
| Leggyakoribb vízhozam 1981-2010 (Q)                           | -.2365 | .0765   | -.6629  | .0130   | -.0712  |
|   | N=190  | N=754   | N=125   | N=808   | N=180   |
|   | p=.001 | p=.036  | p=.000  | p=.711  | p=.342  |

|   | HMMI_m | HMMI_sc | HMMI_lc | HMMI_sl | HMMI_ll |
|---|--------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Szélesség</b>  | -.2785 | -.0723  | -.7557  | .2249   | -.0988  |
|   | N=190  | N=709   | N=91    | N=795   | N=176   |
|   | p=.000 | p=.054  | p=.000  | p=.000  | p=.192  |
| <b>Középsebesség</b>                                      | -.2439 | .0107   | .7678   | -.1814  | -.1031  |
|   | N=190  | N=687   | N=91    | N=791   | N=176   |
|   | p=.001 | p=.779  | p=.000  | p=.000  | p=.173  |
| <b>Mederesés</b>  | .6578  | .2131   | .3416   | -.1207  | -.1949  |
|   | N=146  | N=592   | N=113   | N=746   | N=143   |
|   | p=0.00 | p=.000  | p=.000  | p=.001  | p=.020  |
| <b>pH (helyszíni mérés)</b>                               | -.1330 | -.1249  | -.0012  | -.0746  | -.1176  |
|   | N=77   | N=146   | N=92    | N=376   | N=95    |
|   | p=.249 | p=.133  | p=.991  | p=.149  | p=.256  |
| <b>Vezetőképesség</b>                                     | -.5906 | -.2875  | -.2158  | -.2079  | .1375   |
|   | N=152  | N=464   | N=92    | N=557   | N=136   |
|   | p=.000 | p=.000  | p=.039  | p=.000  | p=.110  |
| <b>Ammónia-ammónium-nitrogén (log)</b>                    | -.4437 | -.3232  | .0856   | -.2357  | -.3744  |
|   | N=152  | N=468   | N=92    | N=557   | N=136   |
|   | p=.000 | p=.000  | p=.417  | p=.000  | p=.000  |
| <b>Biokémiai oxigénigény (BOI5) (log)</b>                 | -.1310 | -.1887  | .0143   | -.1264  | -.1572  |
|   | N=152  | N=468   | N=169   | N=537   | N=126   |
|   | p=.108 | p=.000  | p=.854  | p=.003  | p=.079  |
| <b>Klorid (log)</b>                                       | -.4568 | -.2995  | -.1907  | -.2423  | .3470   |
|   | N=107  | N=411   | N=138   | N=496   | N=114   |
|   | p=.000 | p=.000  | p=.025  | p=.000  | p=.000  |
| <b>Nátrium százalék (log)</b>                             | .0188  | -.2351  | -.1259  | -.0544  | .1690   |
|   | N=78   | N=144   | N=113   | N=344   | N=92    |
|   | p=.870 | p=.005  | p=.184  | p=.314  | p=.107  |
| <b>Nitrát-nitrogén (NO3-N) (log)</b>                      | -.6047 | .1039   | -.2623  | -.3687  | -.0679  |
|   | N=152  | N=468   | N=170   | N=557   | N=136   |
|   | p=.000 | p=.025  | p=.001  | p=0.00  | p=.432  |
| <b>Nitrit-nitrogén (NO2-N) (log)</b>                      | -.4698 | -.2773  | -.1721  | -.3920  | -.2752  |
|   | N=151  | N=468   | N=169   | N=556   | N=136   |
|   | p=.000 | p=.000  | p=.025  | p=0.00  | p=.001  |
| <b>Oldott oxigén (oxigén telítettségi százalék) (log)</b> | -.1816 | .3407   | .2054   | -.1258  | .0264   |
|   | N=152  | N=468   | N=167   | N=541   | N=134   |
|   | p=.025 | p=.000  | p=.008  | p=.003  | p=.762  |
| <b>Ortofoszfát (log)</b>                                  | -.3400 | -.2744  | -.3443  | -.1660  | -.0778  |
|   | N=152  | N=468   | N=169   | N=557   | N=136   |
|   | p=.000 | p=.000  | p=.000  | p=.000  | p=.368  |

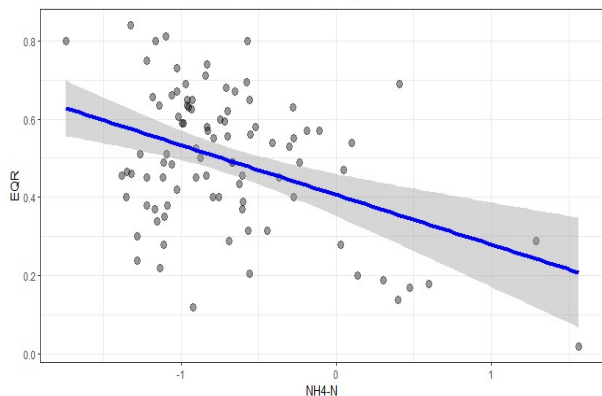
|                                       | HMMI_m | HMMI_sc | HMMI_lc | HMMI_sl | HMMI_ll |
|---------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Oxigén (oldott) (log)                 | -.0859 | .3807   | ,2739   | -.1603  | .0111   |
|                                       | N=152  | N=468   | N=169   | N=541   | N=134   |
|                                       | p=.293 | p=.000  | p=.000  | p=.000  | p=.899  |
| Oxigénfogyasztás (KOld) eredeti (log) | -.0946 | -.3572  | -,2882  | .0463   | -.0243  |
|                                       | N=152  | N=468   | N=169   | N=556   | N=134   |
|                                       | p=.246 | p=.000  | p=.000  | p=.276  | p=.781  |
| Összes foszfor (log)                  | -.3276 | -.2763  | -,3734  | -.2140  | -.0129  |
|                                       | N=152  | N=468   | N=170   | N=556   | N=134   |
|                                       | p=.000 | p=.000  | p=.000  | p=.000  | p=.883  |
| Összes nitrogén (log)                 | -.5582 | .0438   | -,2627  | -.1437  | .1641   |
|                                       | N=152  | N=468   | N=169   | N=555   | N=134   |
|                                       | p=.000 | p=.345  | p=.001  | p=.001  | p=.058  |

Az egyes indexek korrelációs kapcsolata a stresszorokkal (indextípusonként 2-2 példa alapján):



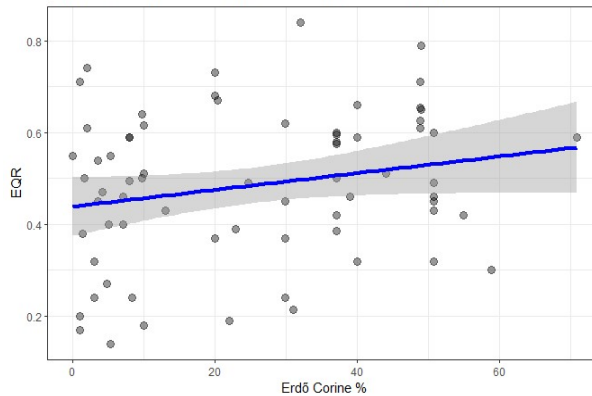
Metrika: Hmml\_sl

$t_{\text{Student}}(90) = -4.20, p = 6.2e-05, \hat{r}_{\text{Pearson}} = -0.41, \text{CI}_{95\%} [-0.56, -0.22], n_{\text{pairs}} = 92$



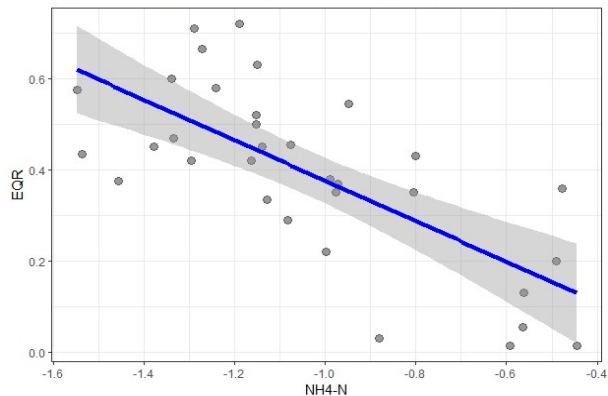
Metrika: Hmml\_sl

$t_{\text{Student}}(67) = 1.81, p = 0.075, \hat{r}_{\text{Pearson}} = 0.22, \text{CI}_{95\%} [-0.02, 0.43], n_{\text{pairs}} = 69$



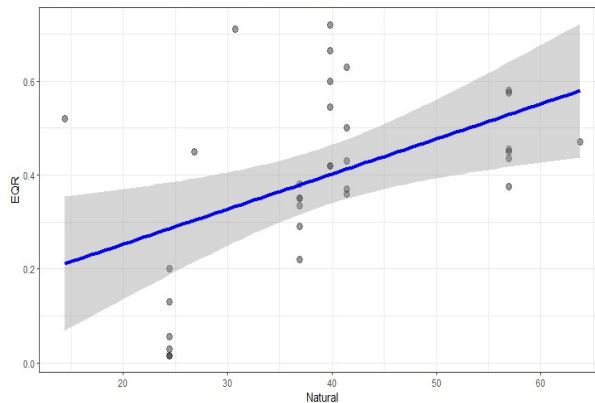
Metrika: Hmml\_lc

$t_{\text{Student}}(31) = -5.56, p = 4.3e-06, \hat{r}_{\text{Pearson}} = -0.71, \text{CI}_{95\%} [-0.84, -0.48], n_{\text{pairs}} = 33$



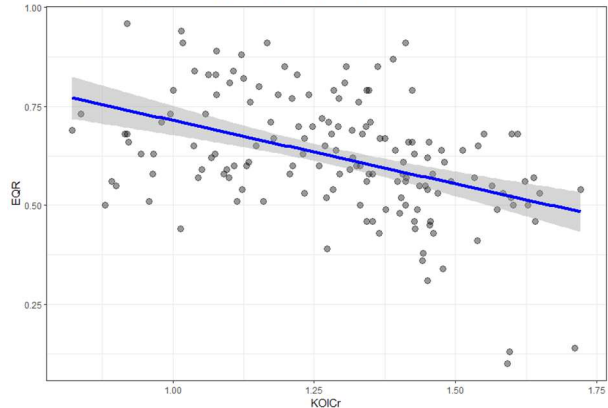
Metrika: Hmml\_lc

$t_{\text{Student}}(31) = 2.93, p = 0.006, \hat{r}_{\text{Pearson}} = 0.47, \text{CI}_{95\%} [0.15, 0.70], n_{\text{pairs}} = 33$



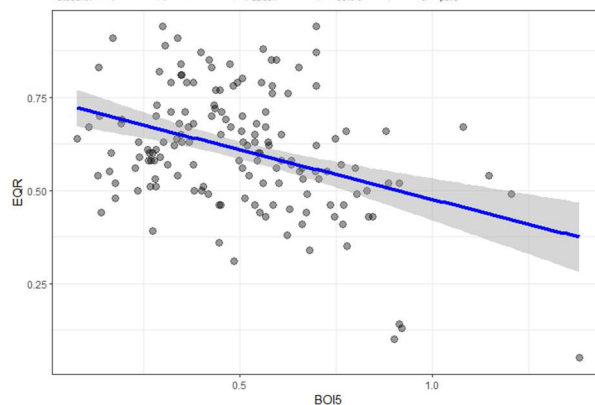
Metrika: Hmml\_ll

$t_{\text{Student}}(152) = -6.02, p = 1.26e-08, \hat{r}_{\text{Pearson}} = -0.44, \text{CI}_{95\%} [-0.56, -0.30], n_{\text{pairs}} = 154$



Metrika: Hmml\_ll

$t_{\text{Student}}(154) = -5.11, p = 9.45e-07, \hat{r}_{\text{Pearson}} = -0.38, \text{CI}_{95\%} [-0.51, -0.24], n_{\text{pairs}} = 156$



## 8.2 Stresszor-specifikusság állóvizek esetében

Az állóvizek közül kizárólag a természetes tavak esetében volt megfelelő adat ahhoz, hogy az EU VKI követelményeket kielégítő indexet lehessen fejleszteni. A hazai állóvizekre kifejlesztett multimetrikus index neve **Hungarian Multimetric Macroinvertebrate Index for Lakes (HMMI\_lakes)**, azaz Magyar Makroszkopikus Vízi Gerinctelen Multimetrikus Index Tavak. Az index a habitat degradációra, a szervesanyag terhelésre és a vízi növényzet változására érzékeny.

A referencia-állapot hiánya miatt az interkalibrációs adatbázisból származó ún. benchmark site-okat (amelyek a határértékek meghatározásában kulcsszerepet játszanak) tekintettük viszonyítási alapnak. A referenciakritériumok az alábbiak voltak:

- szennyező pontforrások hiánya a vízgyűjtőn;
- a litorális zónában a makrofiton zonáció megléte;
- a partvonal természetes állapota, a mesterséges vagy módosított partvonalszakasz nem jelentős;
- nincs jelentős igénybevétel, használat (úszás, horgászat);
- nincs jelentős halászat.

az egyesített stresszor értékek  $< 1.5$ , azaz a

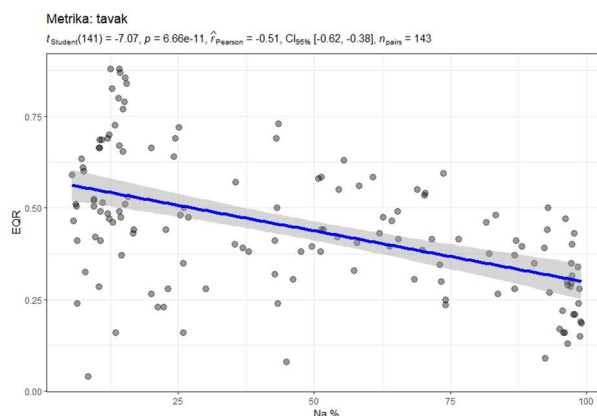
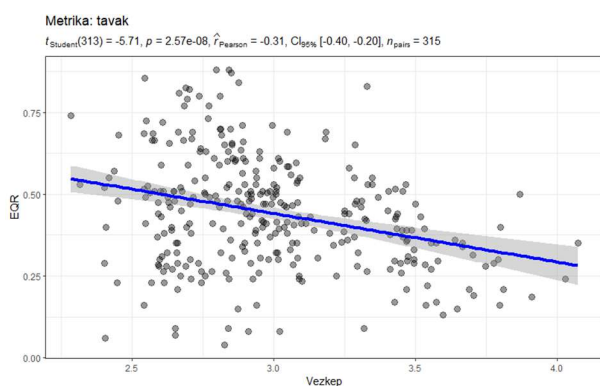
minimális halászati hasznosítás

átlagos TP a vegetációs periódusban  $< 115 \mu\text{g/l}$

átlagos TN a vegetációs periódusban  $< 1550 \mu\text{g/l}$

átlagos COD a vegetációs periódusban  $< 32 \text{ mg/l}$

Az így kidolgozott tavas index érzékeny a vezetőképesség változására és arra negatívan reagál, ezért a szikes tavakban nem alkalmazható. Az index nem ad megfelelő minősítést halastavak, bányatavak mély tározók esetében, így azok állapotértékelésére sem alkalmazható (ld. 7.1 fejezet, 4. táblázat).



## Irodalomjegyzék

---

- AQEM Consortium, 2006. ASTERICS: AQEM/STAR Ecological river classification system, Version, 4.0.2
- Birk, S., Hering, D. 2006. Direct comparison of assessment methods using benthic macroinvertebrates: a contribution to the EU Water Framework Directive intercalibration exercise. *Hydrobiologia*, 566, 401-415.  
<https://doi.org/10.1007/s10750-006-0081-8>
- Csányi, B., Szekeres, J., Zagyva, A., Várbíró, G., 2012. Vizi makrogerinctelen módszertani útmutató. Kézirat, 1-43.
- C/2018/696. A Bizottság (EU) 2018/229 határozata (2018. február 12.) az interkalibrációs eljárás eredményeképpen a tagállami megfigyelési rendszerek osztályozási értékeinek a 2000/60/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv értelmében történő megállapításáról és a 2013/480/EU bizottsági határozat hatályon kívül helyezéséről.  
<http://data.europa.eu/eli/dec/2018/229/oj>
- EU VKI, 2000. Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK Irányelve a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról.
- Hering, D., Moog, O., Sandin, L., Verdonshot, P. F. M., 2004. Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* 516, 1-20.  
<https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000025255.70009.a5>
- HMMI minősítő program elérhetősége: [http://freshwater-ecology.com:3838/HMMI\\_hu/](http://freshwater-ecology.com:3838/HMMI_hu/)
- Kiss B., Juhász, P., Müller, Z., Nagy, L., Gáspár, Á., 2006. Summary of the Ecological Survey of Surface Waters of Hungary (ECOSURV) (sampling locations, methods and investigators). *Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis* 30, 299–304.
- Várbíró, G., Boda, P., Csányi, B., Szekeres J. 2015. Módszertani útmutató a makroszkopikus vízi gerinctelenek élőlénycsoport VKI szerinti gyűjtéséhez és feldolgozásához. Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervezés, VGT 2., 1127/2010. (V. 21.) Korm. Határozat 1. sz. mellékletének megfelelő Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv teljes változata 6.1 melléklete, 34 pp.
- Várbíró, G., Fekete, O., Ortmann-Ajkai, A., Ficsór, M., Cser, B., Kovács, K., Kiss, G., Czírok, A., Horvai, V., Deák, Cs., 2011. Developing a multimetric macroinvertebrate index on mountainous, small and medium sized water bodies. *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica* 26, 311–220.

## Mellékletek

### I. Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv (I. és II.)

| I. | Mintavételi hely (vítér / víztest neve, helye)  | Dátum (év, hó, nap)                | Mintavevő neve           |   |
|----|---|------------------------------------|--------------------------|---|
|    |   |                                    | 1                        | 2   |
|    | <b>ÁSVÁNYI JELLEGŰ ÉLŐHELYEK</b><br>5%-os léptékben; a <5% habitátokat „X”-szel kell jelölni; a mesterséges aljzatokat „X”-szel kell jelölni a „mesterséges” oszlopban    | %-os borítás<br>5%-os pontossággal | Mesterséges aljzat       | Megjegyzés<br>(Fényképes dokumentáció sorszáma, terepen identifikált fajok és egyedszámaik, almintázás, stb.) |
|    | <b>Nedves kövek felszíne</b><br>Vékony vízréteg szilárd szubsztrátumon  |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Megalitikus</b> aljzattípus > 40 cm<br>a legnagyobb méretű kőtömbök, szikladarabok és az alapkőzet   |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Makrolitikus</b> aljzattípus 20 cm – 40 cm<br>durva felületű kőtömbök, emberi fej nagyságú kövek (változó arányban kavicsal és homokkal)                               |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Mezolitikus</b> aljzattípus 6 cm – 20 cm<br>ököl- és tenyérméret közötti kövek (változó arányban kavicsal és homokkal)   |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Mikrolitikus</b> aljzattípus 2 cm – 6 cm<br>durva kavics (galambtojás és gyermek ököl méretű elemekkel) (változó százalékban közepes és finom szemcseméretű kavicsal)  |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Sóder</b> 0,2 cm – 2 cm<br>finom és közepesen finom szemcseméretű kavics   |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Homok / homok iszappal</b> 6 µm – 2 mm<br>beleértve a szerves és szennyvíziszapot is   |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Agyag</b> < 6 µm<br>ásványi iszap, vályog, agyag   |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Összesen</b>   | <b>100%</b>                        |                          |   |
|    | <b>SZERVES (BIOTIKUS) ÉLŐHELYEK</b><br>5%-os léptékben; a <5% habitátokat „X”-szel kell jelölni; a mesterséges aljzatokat „X”-szel kell jelölni a „mesterséges” oszlopban | csak biotikus élőhelyek            |                          |   |
|    | <b>Mikroalgák</b><br>algabevonat  |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Makroalgák</b><br>fonalas algák, algacsomók  |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Alámerült makrofiták</b><br>beleértve a mohákat és a <i>Characeae</i> -t   |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Vízből kiemelkedő makrofiták</b><br>pl. gyékény, sás, nád  |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Élő szárazföldi növényi részek</b><br>vékony gyökerek, lebegő parti vegetáció  |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Fás elemek</b><br>fatörzsek (holt fa), ágak, gyökerek  |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Durva szemcsés szerves anyagok (CPOM)</b><br>lerakódott durva szemcsés szerves anyag (pl. falevelek)   |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Finom szemcsés szerves anyagok (FPOM)</b><br>lerakódott finom szemcsés szerves anyagok   |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Törmelék</b><br>a hullámvérés zónájában a hullámozás és a vízszintváltozások hatására lerakódott szerves és szervetlen anyag   |                                    | <input type="checkbox"/> |   |
|    | <b>Szennyvízbaktériumok és -gombák</b><br>pl. <i>Sphaerotilus</i> , <i>Leptomitus</i> , kénbaktériumok, szennyvíziszap  |                                    |                          |   |
|    | <b>Összesen</b>   | <b>változó (0-100%)</b>            |                          |   |



| ÁSVÁNYI JELLEGŰ (ABIOTIKUS) ÉLŐHELYTÍPUSOK – százalékos borítás (össz.: 100%) |                                       |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
|---|---------------------------------------|----|---------------------|----|----------------------------|----|--------------------------|----|--------------------------|----|---------------------|----|--------------------------|----|-------------|----|----------------------|----|------------------------------|----|--|
| II.   | nedves kövek felszine                 |    | megalitikus > 40 cm |    | makrolitikus 20 cm – 40 cm |    | mezolitikus 6 cm – 20 cm |    | mikrolitikus 2 cm – 6 cm |    | sóder 0,2 cm – 2 cm |    | homok, iszap 6 µm – 2 mm |    | agyag < 6µm |    | Hozzárendelés nélkül |    | BIOTIKUS ÉH TÍPUSOK ÖSSZESEN |    |  |
|   | %                                     | ME | %                   | ME | %                          | ME | %                        | ME | %                        | ME | %                   | ME | %                        | ME | %           | ME | %                    | ME | %                            | ME |  |
| <b>ABIOTIKUS ÉLŐHELYTÍPUSOK ÖSSZESEN:</b>                                     |                                       |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
| Szabad ásványi élőhelytípusok   |                                       |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
| BIOTIKUS ÉLŐHELYTÍPUSOK – százalékos borítás (össz.: változó)                 | Mikroalgák                            |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
|   | Makroalgák                            |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
|   | Alámerült makrofiták                  |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
|   | Vizből kiemelkedő makrofiták          |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
|   | Elő szárazföldi növényi részek        |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
|   | Fás elemek                            |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
|   | Durva szemcsés szerves anyagok (CPOM) |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
|   | Finom szemcsés szerves anyagok (FPOM) |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
|   | Törmelék                              |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |
|   | Szennyvíz-baktériumok és -gombák      |    |                     |    |                            |    |                          |    |                          |    |                     |    |                          |    |             |    |                      |    |                              |    |  |

## II. Példa az élőhelyek feltérképezésére, a mintavételi egységek elosztására és a mintavételi jegyzőkönyv kitöltésére

Tegyük fel, hogy egy közepes méretű vízfolyás reprezentatív szakaszán végzünk makroszkopikus vízi gerinctelen mintavételt. A reprezentatív mintavételi terület kijelölése megtörtént, az élőhelyek feltérképezését a partról végezzük el.

Első körben töltjük ki a mintavételi jegyzőkönyv alapadatait (mintavételi hely megnevezése, dátum, mintavevő neve), és szükség esetén rögzítjük az előzetes (pl. kiszáradásra, áradásra, időjárási körülményekre stb. vonatkozó) megjegyzéseket.

A feltérképezés 1. körében 40% területi részarányban mikrolitikus, szintén 40% területi részarányban sóder, 20% területi részarányban pedig homok kategóriába tartozó ásványi jellegű (abiotikus) élőhelytípust találtunk.

A feltérképezés 2. körében 30%-os borítással vízből kiemelkedő makrofitákat, 15%-os borítással élő szárazföldi növényi részeket, 10% borítással pedig durva szemcsés szerves anyagokat (cPOM) azonosítottunk a mederben és a partszegélyben, emellett megállapítjuk azt is, hogy:

- a 30% borítási részarányval rendelkező Vízből kiemelkedő makrofiták fele-fele arányban (15-15%) a homok, iszap és a sóder abiotikus élőhelytípusokon fordulnak elő;
- a 15%-os részarányval rendelkező Élő szárazföldi növényi részek nem rendelkeznek abiotikus habitat(ok)hoz;
- a 10%-os részarányú Durva szemcsés szerves anyagok (cPOM) fele-fele arányban (5-5%) borítják a homok, iszap és a sóder abiotikus élőhelytípusok egy részét.

A feltérképezés eredményeit rögzítjük a Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I. rubrikáiban az alábbi lépések (1-4) szerint.

### Ásványi jellegű (abiotikus) élőhelytípusok:

- mikrolitikus: ..... 40%
- sóder: ..... 40%
- homok: ..... 20%

Összesen: 100%

### Szerves (biotikus) élőhelytípusok:

- vízből kiem. makrofiták: ..... 30%
- élő szf. növényi részek: ..... 15%
- cPOM: ..... 10%

Összesen: 55%

**1. ábra.** Példa az élőhelytípusok eloszlására

| Mintavételi hely (víztér / víztest neve, helye)  | Dátum (év, hó, nap)                | Mintavevő neve           |  |
|--|------------------------------------|--------------------------|--|
|  | 1                                  | 2                        | 3  |
| <b>ÁSVÁNYI JELLEGŰ ÉLŐHELYEK</b><br>5%-os léptékben, a <5% habitatokat „X”-szel kell jelölni; a mesterséges aljzatokat „X”-szel kell jelölni a „mesterséges” oszlopban     | %-os borítás<br>5%-os pontossággal | Mesterséges aljzat       | Megjegyzés<br>(Fényképes dokumentáció sorszáma, terepen identifikálási fajok és egyedszámok, almintázás, stb.) |
| <b>Nedves kövek felszíne</b><br>Vékony vízréteg szilárd szubsztrátumon   |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Megalitikus</b> aljzattípus > 40 cm<br>a legnagyobb méretű kőtömbök, szikladarabok és az alapkőzet  |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Makrolitikus</b> aljzattípus > 20 cm – 40 cm<br>durva felületű kőtömbök, emberi fej nagyságú kövek (változó arányban kavicsos és homokkal)                              |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Mezolitikus</b> aljzattípus > 6 cm – 20 cm<br>ököl- és tenyér méret közötti kövek (változó arányban kavicsos és homokkal)   |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Mikrolitikus</b> aljzattípus > 2 cm – 6 cm<br>durva kavics (galambtojás és gyermek ököl méretű elemekkel) (változó százalékban közepes és finom szemcseméretű kavicsal) | <b>40</b>                          | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Sóder</b> > 0,2 cm – 2 cm<br>finom és közepesen finom szemcseméretű kavics  | <b>40</b>                          | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Homok / homok iszappal</b> > 6 µm – 2 mm<br>beleértve a szerves és szennyvíziszapot is  | <b>20</b>                          | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Agyag</b> < 6 µm<br>ásványi iszap, vályog, agyag  |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Összesen</b>  | <b>100%</b>                        |                          |  |
| <b>SZERVES (BIOTIKUS) ÉLŐHELYEK</b><br>5%-os léptékben, a <5% habitatokat „X”-szel kell jelölni; a mesterséges aljzatokat „X”-szel kell jelölni a „mesterséges” oszlopban  | csak biotikus élőhelyek            |                          |  |
| <b>Mikroalgák</b><br>algabevonat   |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Makroalgák</b><br>fonálas algák, algacsomók   |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Alámerült makrofiták</b><br>beleértve a mohákat és a Characeae-t  |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Vízből kiemelkedő makrofiták</b><br>pl. gyékény, sás, nád   | <b>30</b>                          | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Élő szárazföldi növényi részek</b><br>vékony gyökerek, lebegő parti vegetáció   | <b>15</b>                          | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Fás elemek</b><br>fatörzsek (holt fa), ágak, gyökerek   |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Durva szemcsés szerves anyagok (CPOM)</b><br>lerakódott durva szemcsés szerves anyag (pl. falevelek)  | <b>10</b>                          | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Finom szemcsés szerves anyagok (FPOM)</b><br>lerakódott finom szemcsés szerves anyagok  |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Törmelék</b><br>a hullámvérés zónájában a hullámmás és a vízszintváltozások hatására lerakódott szerves és szervetlen anyag   |                                    | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Szennyvízbaktériumok és -gombák</b><br>pl. Sphaerotilus, Leptomitius, kénbaktériumok (pl. Beggiatoa, Thiothrix), szennyvíziszap   |                                    |                          |  |
| <b>Összesen</b>  | <b>változó (0-100%)</b>            |                          |  |

**2. ábra:** Abiotikus és biotikus élőhelyek százalékos megoszlásának felvezetése a Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I. részébe

**1**

**1. lépés:** A Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I. részében rögzített borítási értékeket (2. ábra) átvezetjük a Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv II. táblázat „Abiotikus élőhelytípusok összesen” sorának [vastag szegélyű, vízszintes irányú, szürke mezők] és „Biotikus éh. típusok összesen” oszlopának [vastag szegélyű, függőleges irányú, szürke mezők] megfelelő (%) celláiba (3. ábra, 1. lépés).

**2**

**2. lépés:** A szerves (biotikus) élőhelytípusok feltérképezése során megállapított eloszlásoknak megfelelően rögzítjük, hogy azok milyen arányban és mely abiotikus élőhelytípus(ok)on fordultak elő. Az abiotikus élőhelyhez nem köthető részarányokat a „Hozzárendelés nélkül” oszlop megfelelő (%) cellájában rögzítjük (3. ábra, 2. lépés).

|   |                                       | ÁSVÁNYI JELLEGŰ (ABIOTIKUS) ÉLŐHELYTÍPUSOK – százalékos borítás (össz.: 100%) |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |           |                       |    |                            |    | Hozzárendelés nélkül |  | BIOTIKUS ÉH TÍPUSOK ÖSSZESEN |           |             |    |
|---|---------------------------------------|---|----|---------------------|----|------------------------------|----|----------------------------|----|----------------------------|-----------|-----------------------|----|----------------------------|----|----------------------|--|------------------------------|-----------|-------------|----|
|   |                                       | nedves kövek felszíne   |    | megalitikus > 40 cm |    | makrolitikus > 20 cm – 40 cm |    | mezolitikus > 6 cm – 20 cm |    | mikrolitikus > 2 cm – 6 cm |           | sóder > 0,2 cm – 2 cm |    | homok, iszap > 6 µm – 2 mm |    |                      |  |                              |           | agyag < 6µm |    |
|   |                                       | %   | ME | %                   | ME | %                            | ME | %                          | ME | %                          | ME        | %                     | ME | %                          | ME |                      |  |                              |           | %           | ME |
| <b>ABIOTIKUS ÉLŐHELYTÍPUSOK ÖSSZESEN:</b>                     |                                       |   |    |                     |    |                              |    |                            |    | <b>40</b>                  | <b>40</b> | <b>20</b>             |    |                            |    |                      |  | <b>1</b>                     |           |             |    |
| Szabad ásványi élőhelytípusok                                 |                                       |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |           |                       |    |                            |    |                      |  |                              |           |             |    |
| BIOTIKUS ÉLŐHELYTÍPUSOK - százalékos borítás (össz.: változó) | Mikroalgák                            |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |           |                       |    |                            |    |                      |  |                              |           |             |    |
|   | Makroalgák                            |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |           |                       |    |                            |    |                      |  |                              |           |             |    |
|   | Alámerült makrofiták                  |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |           |                       |    |                            |    |                      |  |                              |           |             |    |
|   | Vízből kiemelkedő makrofiták          |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            | <b>15</b> | <b>15</b>             |    |                            |    |                      |  |                              | <b>30</b> |             |    |
|   | Élő szárazföldi növényi részek        |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |           |                       |    |                            |    | <b>15</b>            |  |                              | <b>15</b> |             |    |
|   | Fás elemek                            |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |           |                       |    |                            |    |                      |  |                              |           |             |    |
|   | Durva szemcsés szerves anyagok (CPOM) |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            | <b>5</b>  | <b>5</b>              |    |                            |    |                      |  |                              | <b>10</b> |             |    |
|   | Finom szemcsés szerves anyagok (FPOM) |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |           |                       |    |                            |    |                      |  |                              |           |             |    |
|   | Törmelék                              |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |           |                       |    |                            |    |                      |  |                              |           |             |    |
|   | Szennyvíz-baktériumok és -gombák      |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |           |                       |    |                            |    |                      |  |                              |           |             |    |

**3. ábra:** Abiotikus és biotikus élőhelyek százalékos megoszlásának átvezetése a Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv II. részébe, és az abiotikus és biotikus élőhelyek vertikális fedéséből adódó százalékok kiszámításnak első lépései (1. és 2. lépés)

**3. lépés:** A biotikus élőhelytípusok abiotikus élőhelytípusokhoz kapcsolt értékeit (15-15% vízből kiemelkedő makrofiták homok/iszapon és sóderen ill. 5-5% CPOM homok/iszapon és sóderen) kivonjuk az adott abiotikus élőhelytípus összesen rögzített értékéből (homok/iszap:  $20 - (15 + 5) = 0$ , ill. sóder:  $40 - (15 + 5) = 20$ ), a különbséget pedig rögzítjük az adott abiotikus élőhelytípus „Szabad ásványi élőhelytípusok” sorában (4. ábra, 3. lépés).

**4. lépés.** A „Hozzárendelés nélkül” felvett Élő szárazföldi növényi részek részarányát ebben a példában a mikrolitikus ásványi jellegű élőhelytípus összesen rögzített részarányából vonjuk ki, mert a térben (partszegélyen) hozzá legközelebb eső homok/iszap részarányait az előző lépésben „elhasználtuk”, a mikrolitikusból azonban még levonható, abból maradt a legtöbb (4. ábra, 4. lépés).

|   |                                       | ÁSVÁNYI JELLEGŰ (ABIOTIKUS) ÉLŐHELYTÍPUSOK – százalékos borítás (össz.: 100%) |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    | Hozzárendelés nélkül |  | BIOTIKUS ÉH TÍPUSOK ÖSSZESEN |  |             |    |
|---|---------------------------------------|---|----|---------------------|----|------------------------------|----|----------------------------|----|----------------------------|----|-----------------------|----|----------------------------|----|----------------------|--|------------------------------|--|-------------|----|
|   |                                       | nedves kövek felszíne   |    | megalitikus > 40 cm |    | makrolitikus > 20 cm – 40 cm |    | mezolitikus > 6 cm – 20 cm |    | mikrolitikus > 2 cm – 6 cm |    | sóder > 0,2 cm – 2 cm |    | homok, iszap > 6 µm – 2 mm |    |                      |  |                              |  | agyag < 6µm |    |
|   |                                       | %   | ME | %                   | ME | %                            | ME | %                          | ME | %                          | ME | %                     | ME | %                          | ME |                      |  |                              |  | %           | ME |
| <b>ABIOTIKUS ÉLŐHELYTÍPUSOK ÖSSZESEN:</b>                     |                                       |   |    |                     |    |                              |    |                            |    | <b>40</b>                  |    | <b>40</b>             |    | <b>20</b>                  |    |                      |  |                              |  |             |    |
| Szabad ásványi élőhelytípusok                                 |                                       |   |    |                     |    |                              |    |                            |    | 25                         |    | 20                    |    | 0                          |    |                      |  |                              |  |             |    |
| BIOTIKUS ÉLŐHELYTÍPUSOK - százalékos borítás (össz.: változó) | Mikroalgák                            |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    |                      |  |                              |  |             |    |
|   | Makroalgák                            |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    |                      |  |                              |  |             |    |
|   | Alámerült makrofiták                  |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    |                      |  |                              |  |             |    |
|   | Vízből kiemelkedő makrofiták          |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    |                      |  |                              |  | 30          |    |
|   | Élő szárazföldi növényi részek        |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    |                      |  |                              |  | 15          |    |
|   | Fás elemek                            |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    |                      |  |                              |  |             |    |
|   | Durva szemcsés szerves anyagok (cPOM) |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    |                      |  |                              |  |             |    |
|   | Finom szemcsés szerves anyagok (fPOM) |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    |                      |  |                              |  |             |    |
|   | Törmelék                              |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    |                      |  |                              |  |             |    |
|   | Szennyvíz-baktériumok és -gombák      |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |    |                       |    |                            |    |                      |  |                              |  |             |    |

**4. ábra:** A Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv II. Az abiotikus és biotikus élőhelyek vertikális fedéséből adódó százalékok kiszámításnak további lépései (3. és 4. lépés)

**5. lépés:** Utolsó lépésként a megállapított százalékos értékek alapján a 20 mintavételi egység (replikátum) esetén alkalmazandó 5% = 1 mintavételi egység (ME) szabály alkalmazásával megadjuk a mintavételi egységek számát, mely szerint (5. ábra):

**5**

- a biotikus élőhelytípussal nem fedett (szabad) abiotikus mikrolitikus élőhelytípusból 5 db;
- a sóder abiotikus élőhelytípus borítás nélküli részeiből 4 db, a vízből kiemelkedő makrofitákkal borított részeiből 3 db, a durva szemcsés szerves anyagok (cPOM) által borított részeiből 1 db;
- a homok/iszap abiotikus élőhelytípus vízből kiemelkedő makrofitákkal borított részeiből 3 db, a durva szemcsés szerves anyagok (cPOM) által borított részeiből 1 db mintavételi egységet;
- az abiotikus aljzattípushoz nem rendelhető Élő szárazföldi növényi részek biotikus élőhelytípusból pedig 3 db mintavételi egységet (replikátumot) kell begyűjtenünk.

|   |                                       | ÁSVÁNYI JELLEGŰ (ABIOTIKUS) ÉLŐHELYTÍPUSOK – százalékos borítás (össz.: 100%) |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          |                       |          |                            |          | BIOTIKUS ÉH TÍPUSOK ÖSSZESEN |           |             |    |                      |           |          |
|---|---------------------------------------|---|----|---------------------|----|------------------------------|----|----------------------------|----|----------------------------|----------|-----------------------|----------|----------------------------|----------|------------------------------|-----------|-------------|----|----------------------|-----------|----------|
|   |                                       | nedves kövek felszíne   |    | megalitikus > 40 cm |    | makrolitikus > 20 cm – 40 cm |    | mezolitikus > 6 cm – 20 cm |    | mikrolitikus > 2 cm – 6 cm |          | sóder > 0,2 cm – 2 cm |          | homok, iszap > 6 µm – 2 mm |          |                              |           | agyag < 6µm |    | Hozzárendelés nélkül |           |          |
|   |                                       | %   | ME | %                   | ME | %                            | ME | %                          | ME | %                          | ME       | %                     | ME       | %                          | ME       |                              |           | %           | ME | %                    | ME        |          |
| <b>ABIOTIKUS ÉLŐHELYTÍPUSOK ÖSSZESEN:</b>                     |                                       |   |    |                     |    |                              |    |                            |    | <b>40</b>                  | <b>8</b> | <b>40</b>             | <b>8</b> | <b>20</b>                  | <b>4</b> |                              |           |             |    |                      |           |          |
| Szabad ásványi élőhelytípusok                                 |                                       |   |    | <b>5</b>            |    |                              |    |                            |    | <b>25</b>                  | <b>5</b> | <b>20</b>             | <b>4</b> | <b>∅</b>                   | <b>∅</b> |                              |           |             |    |                      |           |          |
| BIOTIKUS ÉLŐHELYTÍPUSOK - százalékos borítás (össz.: változó) | Mikroalgák                            |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          |                       |          |                            |          |                              |           |             |    |                      |           |          |
|   | Makroalgák                            |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          |                       |          |                            |          |                              |           |             |    |                      |           |          |
|   | Alámerült makrofiták                  |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          |                       |          |                            |          |                              |           |             |    |                      |           |          |
|   | Vízből kiemelkedő makrofiták          |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          | <b>15</b>             | <b>3</b> | <b>15</b>                  | <b>3</b> |                              |           |             |    | <b>30</b>            | <b>6</b>  |          |
|   | Élő szárazföldi növényi részek        |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          |                       |          |                            |          |                              | <b>15</b> | <b>3</b>    |    |                      | <b>15</b> | <b>3</b> |
|   | Fás elemek                            |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          |                       |          |                            |          |                              |           |             |    |                      |           |          |
|   | Durva szemcsés szerves anyagok (cPOM) |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          | <b>5</b>              | <b>1</b> | <b>5</b>                   | <b>1</b> |                              |           |             |    |                      | <b>10</b> | <b>2</b> |
|   | Finom szemcsés szerves anyagok (fPOM) |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          |                       |          |                            |          |                              |           |             |    |                      |           |          |
|   | Törmelék                              |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          |                       |          |                            |          |                              |           |             |    |                      |           |          |
| Szennyvíz-baktériumok és -gombák                              |                                       |   |    |                     |    |                              |    |                            |    |                            |          |                       |          |                            |          |                              |           |             |    |                      |           |          |

**5. ábra:** A Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv II. A mintavételi egységek kiszámítása (ME) az élőhely százalékokból (5. lépés)

### III. A határozáshoz javasolt szakirodalom csoportonként

Az itt felsorolt könyvek, cikkek, poszterek használata nem kizárólagos, ezek mellett más forrásokat is fel lehet használni.

#### Kagylók, csigák (Mollusca: Bivalvia, Gastropoda)

- Glöer, P., 2019. The freshwater gastropods of the West Palaearctic. Volume I. Fresh- and brackish waters except spring and subterranean snails. Identification key, anatomy, ecology, distribution. Biodiversity Research Lab, Hetlingen,
- Richnovszky A., Pintér L., 1979. A vízi csigák és kagylók (Mollusca) kishatározója. Vízügyi hidrológia, 6.
- Kemencei Z., 2016. Magyarország vízi csigái és kagylói. Herman Ottó Intézet, (Leporelló).
- Welter-Schultes, F., 2012. European Non-Marine Molluscs, a Guide for Species Identification. Bestimmungsbuch für europäische Land-und Süßwassermollusken. Planet Poster Editions.

#### Piócák (Hirudinea)

- Neubert, E., Nesemann, H., 1999. Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea. Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Band 6/2. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Grosser, C., 2004. *Haemopsis elegans* (Hirudinea: Haemopidae) - ein wiederentdecktes europäisches Egeltaxon. *Lauterbornia* 52, 77–86.
- Nesemann, H., 1997. Egel und Kriebel (Clitellata: Hirudinea, Branchiobdellida) Österreichs. Erste Vorarlberger Malakologische Gesellschaft.
- Kutschera, U., 1987. Notes on the taxonomy and biology of leeches of the genus *Helobdella* Blanchard 1896 (Hirudinea: Glossiphoniidae). *Zoologischer Anzeiger* 219. 321–323.

#### Rákok (Crustacea)

- Borza, P., Boda, P., 2012. Ponto-kaszpius hasadtlábú rákok (Crustacea, Mysida) terjeszkedése a Tiszában: a *Paramysis lacustris* (Czerniavsky, 1882) első magyarországi előfordulása. LIV. Hidrobiológus Napok, 2012.10.03-05., Tihany. Poszter.
- Borza, P., Cser, B., Czirok, A., Deák, Cs., Ficsór, M., Horvai, V., Horváth, Zs., Kovács, K., Petri, A., Vad, Cs., 2013. Adatok a síkvidéki felszíni Niphargus-fajok (Crustacea, Amphipoda, Niphargidae) magyarországi elterjedéséhez. X. Makroszkopikus Vízi Gerinctelenek Kutatási Konferencia, Szalafő, 2013.04.11-13. Poszter.
- Eggers, T. O., Martens, A., 2001. Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. *Lauterbornia* 42, 1–68.
- Eggers, T. O., Martens, A., 2004. Ergänzungen und Korrekturen zum „Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands“. *Lauterbornia* 50, 1–13.
- Flasarova, M., 1977. *Proasellus pribenicensis* sp. n. (Isopoda: Assellota) in der Südostslowakei. *Věstník Československé Společnosti Zoologické* 41, 165–175.
- Gruner, H. E., 1965. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und ihrer Lebensweise, Teil 51. Krebstiere oder Crustacea, V. Isopoda, 1. Lieferung. Fischer Verlag, Jena.
- Jazdzewski, K., Konopacka, A., 1989. *Gammarus leopoliensis* nov. sp. (Crustacea, Amphipoda) from eastern Carpathians. *Bulletin Zoologisch Museum* 11, 185–193.
- Jazdzewski, K., Konopacka, A., 1996. Remarks on the morphology, taxonomy and distribution of *Corophium curvispinum* G.O. Sars, 1895 and *Corophium sowinskyi* Martynov, 1924 (Crustacea, Amphipoda, Corophiidae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona* 20, 487–501.

- Kontschán J., B. Muskó I., Murányi, D., 2002. A felszíni vizekben előforduló felemáslábú rákok (Crustacea: Amphipoda) rövid határozója és előfordulásuk Magyarországon. *Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis* 26, 151–157.
- Rudolph, K., Coleman, C. O., Mamos, T., Grabowski, M., 2018. Description and post-glacial demography of *Gammarus jazdzewskii* sp. nov. (Crustacea: Amphipoda) from Central Europe. *Systematics and Biodiversity* 16, 587–603.

### **Kérészek (Ephemeroptera)**

- Bauernfeind, E., Humpesch, U. H., 2001. Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. Verlag des Naturhistorischen Museums, Wien.
- Bauernfeind, E., Lechthaler, W., 2014. Ephemeroptera – Key to Larvae from Central Europe. DVD Edition, Vienna.
- Bauernfeind, E., Soldán, T., 2012. The mayflies of Europe (Ephemeroptera). Apollo Books, Ollerup.
- Eiseler, B., 2005. Bildbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. *Lauterbornia* 53, 1–112.
- Haybach, A., 1999. Beitrag zur Larvaltaxonomie der *Ecdyonurus venosus*-Gruppe in Deutschland. *Lauterbornia* 37, 113–150.
- Nilsson, A. N., 1996. Aquatic Insects of North Europe: a taxonomic handbook. Volume 1: Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Neuroptera, Megaloptera, Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera. Apollo Books, Stenstrup.

### **Szitakötők (Odonata)**

- Ambrus, A., Danyik, T., Kovács, T., Olajos, P., 2018. Magyarország szitakötőinek kézikönyve. Herman Ottó Intézet, Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest.
- Askew, R. R., 2004. The dragonflies of Europe. Harley Books, Colchester.
- Brochard, C., Groenendijk, D., van der Ploeg, E., Termaat, T., 2016. Fotogids larvenhuidjes van libellen. KNNV Uitgeverij.
- Cham, S., 2012. Field guide to the larvae and exuviae of British dragonflies: dragonflies (Anisoptera) and damselflies (Zygoptera). British Dragonfly Society.
- Dijkstra, K. D., Schröter, A., 2020. Field guide to the dragonflies of Britain and Europe. Bloomsbury Publishing, London.
- Galliani, C., Scherini, R., Piglia, A., 2017. Dragonflies and Damselflies of Europe: A scientific approach to the identification of European Odonata without capture. WBA Handbooks Volume: 7. World Biodiversity Association.
- Gerken, B., Sternberg, K., 1999. Die Exuvien europäischer Libellen (Insecta, Odonata). Huxaria Druckerei, Höxter.

### **Álkérészek (Plecoptera)**

- Andrikovics S., Murányi D., 2002. Az álkérészek (Plecoptera) kishatározója. *Vízi Természet- és Környezetvédelem* 18, Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
- Aubert, J., 1959. Plecoptera. *Insecta Helvetica Fauna* 1, 1–140.
- Hynes, H. B. N., 1977. A key to the adult and nymphs of the british stoneflies (Plecoptera) with notes on their ecology and distribution. Freshwater Biological Association Scientific Publication 17, 1–92.
- Krno, I., 2004. Nemouridae (Plecoptera) of Slovakia: autecology and distribution, morphology of nymphs. *Entomological Problems* 34, 125–138.
- Lillehammer, A., 1988. Stoneflies (Plecoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica* 21, 1–165.



Zwick, P., 2004. Key to the West Palearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. *Limnologica* 34, 315–348. [https://doi.org/10.1016/S0075-9511\(04\)80004-5](https://doi.org/10.1016/S0075-9511(04)80004-5)

### Vízi- és vízfelszíni poloskák (Heteroptera)

Andersen, N. M., 1993. Classification, phylogeny, and zoogeography of the pond skater genus *Gerris* Fabricius (Hemiptera: Gerridae). *Canadian Journal of Zoology* 71, 2473–2508. <https://doi.org/10.1139/z93-343>

Benedek P., 1969. Poloskák VII. Heteroptera VII. Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) XVII./7. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Berchi, G. M., Cianferoni, F., Csabai, Z., Damgaard, J., Olosutean, H., Ilie, D. M., Boda, P., Kment, P., 2018. Water striders (Heteroptera: Gerromorpha: Gerridae) of Romania with an update on the distribution of *Gerris gibbifer* and *G. maculatus* in southeastern Europe. *Zootaxa* 4433, 491–519. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4433.3.6>

Berchi, G. M., Kment, P., Copilaş-Ciocianu, D., Rákósy, L., Damgaard, J., 2016. Water treaders of Romania and adjacent countries and their phylogenetic relationships (Hemiptera: Heteroptera: Mesoveliidae). *Annales Zoologici* 66, 193–212. <https://doi.org/10.3161/00034541ANZ2016.66.2.004>

Csabai, Z., Soós, N., Berchi, G. M., Cianferoni, F., Boda, P., Móra, A., 2017. Aquatic and semiaquatic Heteroptera (Nepomorpha and Gerromorpha) fauna of Greek holiday islands (Rhodes, Crete and Corfu) with first records of three species from Europe and Greece. *Zootaxa* 4231, 51–69. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4231.1.3>

Soós, N., Boda, P., Csabai, Z. (2009) First confirmed occurrences of *Notonecta maculata* and *N. meridionalis* (Heteroptera: Notonectidae) in Hungary with notes, maps, and a key to the *Notonecta* species of Hungary. *Folia Entomologica Hungarica* 70, 67–78.

Savage, A. A., 1989. Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera: a key with ecological notes. *Freshwater Biological Association* 50, 1–173

Soós Á., 1963. Poloskák VIII. Heteroptera VIII. Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) XVII/8. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Strauss G., Niedringhaus, R., 2014. Die Wasserwanzen Deutschlands. Bestimmungsschlüssel für alle Nepo- und Gerromorpha. WABV Fründ, Scheeßel.

Wróblewski, A., 1960. Micronectinae (Heteroptera, Corixidae) of Hungary and of some adjacent countries. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 6, 439–458.

### Vízibogarak (Coleoptera)

Csabai, Z., 2000. Vízibogarak kishatározója I. kötet. *Vízi Természet- és Környezetvédelem* 15. Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.

Csabai, Z., Gidó, Zs., Szél, Gy., 2002. Vízibogarak kishatározója II. kötet. *Vízi Természet- és Környezetvédelem* 16. Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.

Jäch, M. A., 1992. 42. Familie: Dryopidae, 42.a Familie: Elmidae, 44.a Familie: Psephenidae, in: Lohse, G. A. & Lucht, W. (Eds.), *Die Käfer Mitteleuropas XIII* (2nd suppl.), pp. 67–82. Goecke & Evers, Krefeld.

Jäch, M. A., 1998. 7. Familie: Hydraenidae, in: Lohse, G. A. & Klausnitzer, B. (Eds.), *Die Käfer Mitteleuropas XV* (4th suppl.), pp. 83–97. Goecke & Evers, Krefeld.

Klausnitzer, B., 1996. *Die Larven der Käfer Mitteleuropas*. 3. band. Polyphaga Teil 2. Goecke & Evers, Krefeld.

Lohse, G. A. 1971. 7. familie. Hydraenidae, in: Lohse, G. A., Harde, K. W., Klausnitzer, B. (Eds.) *Die Käfer Mitteleuropas*. Band 3 (Supplementband 3), pp. 95–125. Goecke & Evers, Krefeld.

Mascagni, A. 2014. The variegated mud-loving beetles of Europe (first part) (Coleoptera: Heteroceridae). *Onychium* 10, 78–118.

Miller, K. B., Bergsten, J. 2016. *Diving Beetles of the World: Systematics and Biology of the Dytiscidae*. John Hopkins University Press, Baltimore.

- Nilsson, A. N., Holmen, M. 1995. The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. II. Dytiscidae. *Fauna Entomologica Scandinavica* 32. E. J. Brill, Leiden, New York, Köln.
- Olmi, M. 1976. Coleoptera Dryopidae, Elminthidae. *Fauna d'Italia*. Vol. XII. Calderini, Bologna.
- Paulus, H. F. 1979. 47. Familie: Byrrhidae, in: Freude, H., Harde, K. W., Lohse, G. A. (Eds.) *Die Käfer Mitteleuropas*, Band 6. Diversicornia. pp. 328–350. Goecke & Evers, Krefeld.
- Steffan, A. W., 1979. 42. Familie: Dryopidae, in: Freude, H., Harde, K. W. és Lohse, G. A. (Eds.), *Die Käfer Mitteleuropas*, Band 6. Diversicornia, pp. 265–294. Goecke & Evers, Krefeld.

### Vízi recésszárnyúak (Megaloptera)

- Kovács, T., 2006. Data to the distribution of *Sialis* species in Hungary, based on larvae (Megaloptera: Sialidae). *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* 30, 227–230.
- Elliott, J. M., 1977. A key to the larvae and adults of British Freshwater Megaloptera and Neuroptera with notes on their life cycles and ecology. *Freshwater Biological Association Scientific Publication* 35, 1-52.
- Steinmann, H., 1967. XIV. Tevenyakú fátyolkák, Vízifátyolkák, Recésszárnyúak és Csőrös rovarok – Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera és Mecoptera. XIII. Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) XIII./14. – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kaiser, E. W., 1977. Aeg og larver af 6 *Sialis*-arter fra Skandinavien of Finland (Megaloptera, Sialidae). *Flora og Fauna* 83, 65 –79.

### Tegzesek (Trichoptera)

- Waringer, J., Graf, W. 2011. Atlas der mitteleuropäischer Köcherfliegenlarven – Atlas of Central European Trichoptera Larvae. Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben.
- Lechthaler, W., Stockinger, W., 2005. Trichoptera – Key to Larvae from Central Europe. DVD Edition, Vienna.

### Kétszárnyúak (Diptera)

- Dobson, M., 2013. Family-level keys to freshwater fly (Diptera) larvae: a brief review and a key to European families avoiding use of mouthpart characters. *Freshwater Reviews* 6, 1–32. <https://doi.org/10.1608/FRJ-6.1.450>
- Nilsson, A. N., 1997. Aquatic Insects of North Europe: A taxonomic handbook. Volume 2: Odonata, Diptera. Apollo Books, Stenstrup.
- Sundermann, A., Lohse, S., Beck, L. A., Haase, P., 2007. Key to the larval stages of aquatic true flies (Diptera), based on the operational taxa list for running waters in Germany. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 43, 61–74. <https://doi.org/10.1051/limn/2007028>

### Általános makroszkopikus vízi gerinctelen határozó:

- Eiseler, B., 2010. Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Makrozoobenthos (1). LANUV-Arbeitsblatt 14, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
- Eiseler, B., 2013. Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Makrozoobenthos (2). LANUV-Arbeitsblatt 20, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
- Kriska, Gy., 2008. Édesvízi gerinctelenek - Állathatózó. Nemzeti Tankönyvkiadó
- Lechthaler, W., 2009. Macrozoobenthos – Key to Families of Macroinvertebrates in European Freshwaters. DVD Edition, Vienna.

## IV. Élőhelytípusok fényképes bemutatása

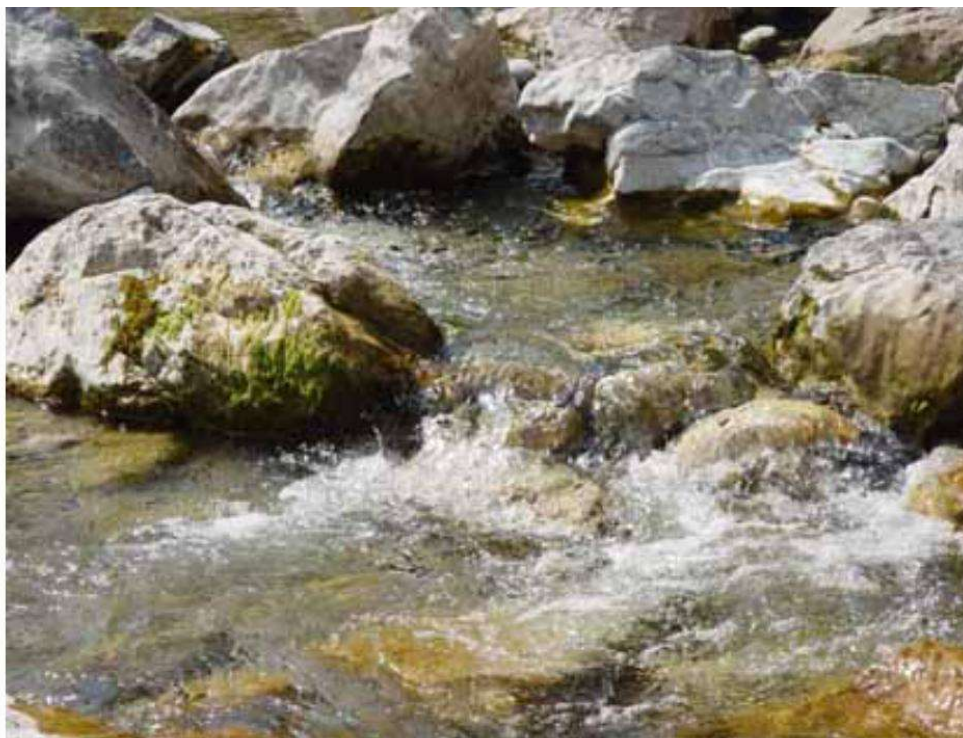
### IV.1 Abiotikus élőhelytípusok



**Nedves kövek felszíne (hygroscopic sites):**  
Vékony vízréteg (vízbevonat) szilárd (köves) aljzaton



**Megalitikus aljzattípus (megalithal):**  
Szikladarabok, kőtömbök és alapkőzet; szemcseátmérő  $> 40$  cm



**Makrolitikus aljzattípus (macrolithal):**

Kőtömbök, emberi fej nagyságú kövek; változó arányban kavicssal és homokkal;  
szemcseátmérő: 20 cm – 40 cm



**Mezolitikus aljzattípus (mesolithal):**

Ököl- és tenyérméret közötti kövek, változó százalékban kavicssal és homokkal;  
szemcseátmérő: 6 cm – 20 cm



**Mikrolitikus aljzattípus (microlithal):**

Durva kavics (galambtojás- és gyermekököl-méretű elemekkel),  
változó százalékban finom és közepesen finom szemcseméretű kavicsal;  
szemcseátmérő: 2 cm – 6 cm



**Sóder (akal):**

Finom és közepesen finom szemcseméretű kavics; szemcseátmérő: 0,2 cm – 2 cm



**Homok, iszap (psammal):**

Homok és iszap; szemcseátmérő:  $6\ \mu\text{m} - 2\ \text{mm}$



**Agyag (argyallal):**

Ásványi iszap, vályog, agyag; szemcseátmérő  $< 6\ \mu\text{m}$

#### IV.2 Biotikus élőhelytípusok



**Mikroalgák (micro-algae):**  
Algabevonat



**Makroalgák (macro-algae):**  
Fonals algák és algacsomók



**Alámerült makofiták (submerse macrophytes):**

Vízfelszín alatti makrofita növények



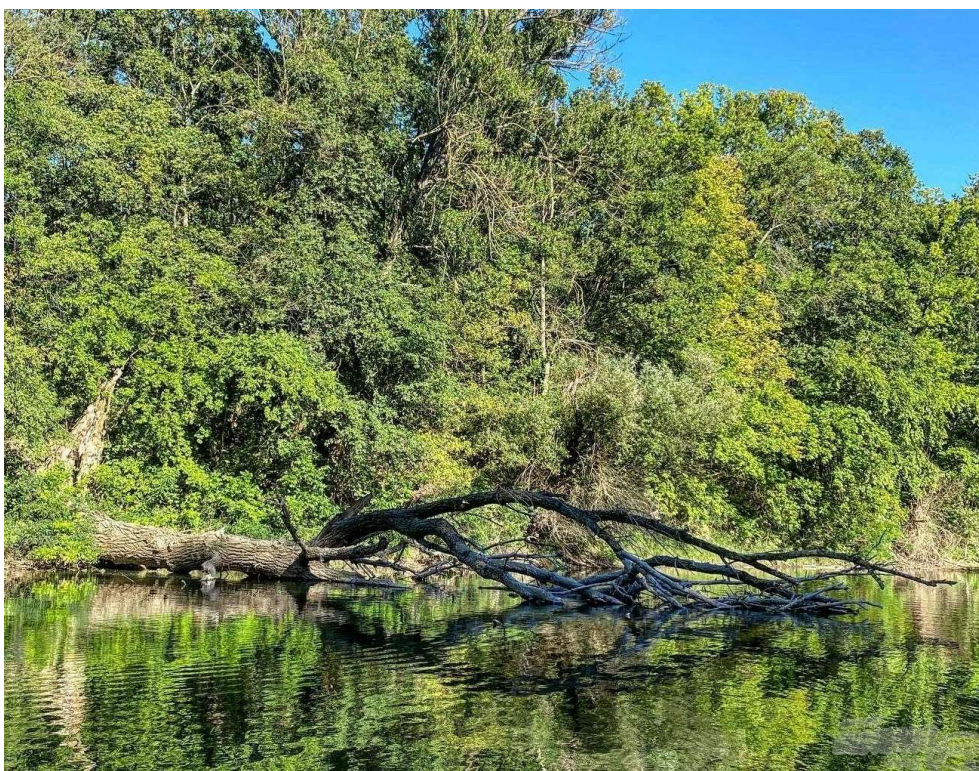
**Vízből kiemelkedő makrofiták (emerse macrophyten):**

Vízfelszín fölé emelkedő makrofita növények





**Élő szárazföldi növényi részek (living parts of terrestrial plants):**  
Gyökerek, vízre hajló, víz alá merült parti növényzet



**Fás elemek (xylal):**  
Farönkök (holt fák), ágak, gyökerek



**Durva szemcsés szerves anyagok (CPOM):**  
Falevelek, elhalt növényi részek

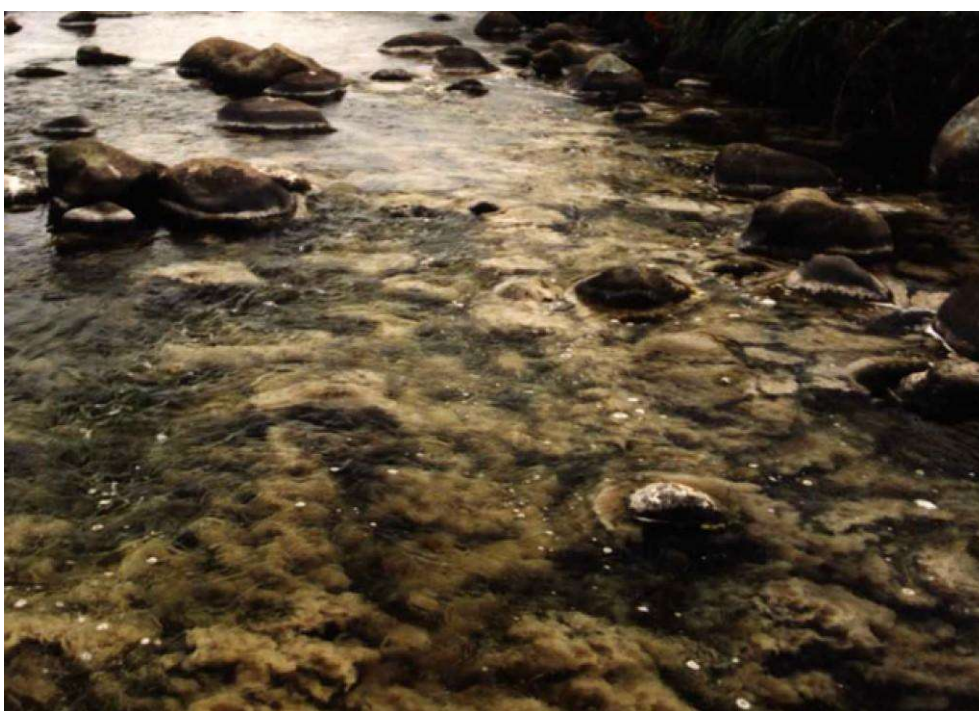


**Finom szemcsés szerves anyagok (FPOM)**  
Finomszemcsés szerves üledék



**Törmelék (debris):**

A hullámverés zónájában a hullámszás és a vízszintváltozások hatására lerakódott szerves és szervetlen anyag



**Szennyvízbaktériumok és gombák (sewage bacteria and fungi):**

Szabad szemmel látható fonalas, csomós vagy bevonatot képző baktérium- és gombatelepek

