

# Módszertani Kézikönyv

## A Víz Keretirányelvben megjelölt biológiai minősítő elemek mintavételére és az ökológiai állapotértékelés elvégzéséhez

Szerkesztette:

Dr. Borics Gábor

Írta:

Dr. Ács Éva, Dr. Bácsiné Dr. Béres Viktória, Dr. Boda Pál, Dr. Borics Gábor, Dr. Erős Tibor, Ficsór Márk,  
Dr. Lukács Balázs András, Dr. Sály Péter, Szalóky Zoltán, Dr. Várbíró Gábor

Megrendelő: "Országos Vízügyi Főigazgatóság"



2020

# Tartalomjegyzék

<b>1. FITOBENTON MÓDSZERTAN.....</b>	<b>7</b>
1.1. Bevezetés.....	8
1.2. Mintavétel vízfolyásokon és állóvizeken (mintavétel módszere).....	8
1.2.1. Általános tudnivalók.....	8
1.2.2. Aljzat kiválasztása és mintavétel módszere.....	9
1.3. Mintavételi hely kijelölése.....	12
1.3.1. Vízfolyások.....	12
1.3.2. Állóvizek.....	12
1.4. Mintavételi időszak és mintavétel gyakorisága.....	13
1.4.1. Vízfolyások.....	13
1.4.2. Állóvizek.....	13
1.5. Mintavétel eszközei.....	14
1.6. Mintavételi jegyzőkönyv.....	14
1.7. Minta tárolása, előkészítése.....	14
1.7.1. Minták tárolása.....	14
1.7.2. Minták előkészítése.....	15
1.8. Minta feldolgozása.....	18
1.8.1. Számolási stratégiák:.....	18
1.8.2. Mikroszkópos vizsgálat menete (számolás).....	21
1.8.3. Minta feldolgozásához szükséges eszközök.....	21
1.8.4. Szükséges határozókönyvek.....	21
1.9. Minták értékelése.....	21
1.9.1. Taxonómiai eredmények értékelése.....	21
1.9.2. Bentikus kovaalga-alapú állapotértékelés.....	23
1.10. Stresszor-specifikusság.....	29
1.10.1. Vízfolyások.....	29
1.10.2. Állóvizek.....	44
1.11. Melléklet.....	49
1.11.1. Fitobenton terepi jegyzőkönyv minta - Vízfolyások.....	49
1.11.2. Kitöltési útmutató a fitobenton terepi jegyzőkönyv mintához - Vízfolyások.....	50
1.11.3. Fitobenton terepi jegyzőkönyv minta - Állóvizek.....	52
1.11.4. Kitöltési útmutató a fitobenton terepi jegyzőkönyv mintához - Állóvizek.....	53
1.11.5. Határértékek megadásának feltételei – Vízfolyások.....	53
1.11.6. Határértékek megadásának feltételei – Állóvizek.....	55
1.12. Irodalom.....	56
<b>2. FITOPLANKTON MÓDSZERTAN.....</b>	<b>58</b>

2.1.	Bevezetés.....	59
2.2.	A fitoplankton mintavétele.....	59
2.2.1.	A mintavételi helyek kijelölése.....	59
2.2.2.	A mintavételek idejének meghatározása.....	59
2.2.3.	A mintavételek gyakorisága.....	60
2.2.4.	A mintavételek kivitelezése.....	60
2.2.5.	A fitoplankton minták tartósítása.....	61
2.2.6.	A minták tárolása.....	61
2.3.	A minták feldolgozása.....	61
2.3.1.	Az algák egyedszámának megadása.....	61
2.3.2.	A fitoplankton biomasszájának megadása.....	63
2.4.	A mintavételek eszközei.....	64
2.5.	A fitoplankton alapján történő ökológiai állapotértékelés (mintaszintű értékelés).....	64
2.5.1.	A fitoplankton biomasszáján alapuló mérőszámok megadása tavak esetén.....	64
2.5.2.	A fitoplankton biomasszáján alapuló mérőszámok megadása vízfolyások esetén.....	66
2.6.	A fitoplankton összetételét jellemző mérőszámok kialakítása tavakra és vízfolyásokra.....	67
2.6.1.	A mérőszámok megadásának elméleti háttere.....	67
2.6.2.	A kompozíciós mérőszám megadásának módja kis és közepes alkalinitású (meszes) tavakra.....	69
2.6.3.	A kompozíciós mérőszám megadásának módja nagy alkalinitású (szikes) tavakra.....	69
2.6.4.	A kompozíciós mérőszám megadásának módja vízfolyásokra.....	70
2.7.	A fitoplankton biomassza és összetétel mérőszámainak egyesítése.....	71
2.8.	Vízfolyások fitoplankton-alapú ökológiai potenciáljának megadása.....	72
2.9.	Mintavételi hely szintű értékelés.....	72
2.10.	A víztest szintű értékelés.....	73
2.11.	Irodalom.....	73
2.12.	Mellékletek.....	75
2.12.1.	Terepi mintavételi jegyzőkönyv.....	75
2.12.2.	Kitöltési útmutató a fitoplankton terepi jegyzőkönyv mintához.....	76
2.12.3.	Terhelés/hatás vizsgálatok.....	77
<b>3.</b>	<b>HAL MÓDSZERTAN.....</b>	<b>81</b>
3.1.	Bevezetés.....	82
3.2.	A mintavétel megtervezése, a mintavételi hely kijelölése.....	83
3.3.	A mintavétel ütemezése, mintavételi időszak és gyakoriság.....	83
3.4.	A mintavétel eszközei, kellékei.....	84
3.5.	Mintavétel vízfolyásokon.....	85
3.5.1.	Gázolható vízfolyások.....	85
3.5.2.	Nem gázolható vízfolyások.....	86
3.6.	Mintavétel állóvizeken.....	87

3.6.1.	Az állóvizek halállományának felmérése elektromos halászattal .....	87
3.6.2.	Az állóvizek halállományának felmérése többpaneles kopolyúhálóval.....	88
3.6.3.	A Balaton halállományának felmérése többpaneles kopolyúhálóval.....	89
3.7.	A minta tárolása, előkészítése és feldolgozása .....	90
3.7.1.	A kifogott halak azonosítása .....	90
3.7.2.	A halak testhossz mérése .....	91
3.7.3.	A halak kormeghatározása .....	91
3.7.4.	További változók felvétele.....	91
3.8.	Módszertani összefoglaló .....	92
3.9.	Mintavételi jegyzőkönyv .....	94
3.10.	A minta értékelése: útmutató az ökológiai állapot értékeléséhez .....	94
3.10.1.	Hazai vízfolyásaink hal élőlénycsoport szempontjából elkülöníthető hidrogeomorfológiai típusai 94	
3.10.2.	A halászati minták faj-egyedszám adatainak átalakítása trait adatokká.....	94
3.10.3.	A minták trait adatai alapján a HMMFI index pontértékének kiszámítása .....	95
3.10.4.	A minták ökológiai minőségi hányadosának (EQR) számítása .....	99
3.10.5.	A minta EQR értéke alapján a minta ökológiai minőségi osztályának (EQC) megállapítása ...	100
3.11.	Hely és víztest szintű értékelés.....	100
3.12.	A minta értékelése: útmutató a Balaton ökológiai állapot értékeléséhez .....	101
3.12.1.	A minták kezelése.....	101
3.12.2.	A kopolyúhálós fogási adatok standardizálása és kiértékelése .....	101
3.12.3.	A Balatoni Hal Index (BFI) számítása .....	102
3.12.4.	A Balatoni Hal Index (BFI) kiszámítása.....	103
3.12.5.	Az Balaton ökológiai állapotának meghatározása a BFI alapján .....	103
3.13.	Irodalom .....	104
3.14.	I. Melléklet: A vízfolyások halállományának felmérése a víztest típusa szerint.....	106
3.15.	II. Melléklet: Terepi jegyzőkönyv .....	107
3.16.	III. Melléklet: A terepi jegyzőkönyv kitöltési útmutatója .....	108
3.17.	IV. Melléklet: A halak trait táblázata .....	116
3.18.	V. Melléklet: A HMMFI indexekkel szignifikánsan korreláló stresszor változók.....	121
3.19.	VI. Melléklet: A Balaton elektromos halászgéppel történő történő minimális felmérésének mintavételi pontjai.....	125
3.20.	VII. Melléklet: A Balaton kopolyúhálóval történő minimális felmérésének mintavételi pontjai 126	
3.21.	VIII. Melléklet. A Balatonból kimutatott halfajok.....	127
<b>4.</b>	<b>MAKROFITON MÓDSZERTAN.....</b>	<b>129</b>
4.1.	Bevezetés.....	130
4.2.	Terepi mintavétel vízfolyásokon és állóvizeken .....	130

4.2.1.	A bióta jellemzése.....	130
4.2.2.	A mintavételi időpont és gyakoriság.....	130
4.3.	A mintavételi hely kijelölése .....	131
4.3.1.	Folyóvizek .....	131
4.3.2.	Állóvizek.....	134
4.3.3.	Kiegészítések a mintavételi sáv kijelöléséhez folyó- és állóvizeken: .....	135
4.3.4.	A makrofiton fajok mennyiségének rögzítése a terepen .....	137
4.4.	A mintavétel eszközei, kellékek .....	137
4.5.	A minták tárolása, előkészítése .....	140
4.6.	A minták feldolgozása.....	140
4.7.	A minták értékelése .....	140
4.7.1.	A Referencia Index (RI) számítása .....	140
4.7.2.	A makrofiton alapú ökológiai állapotérték (EQR) számítása .....	154
4.7.3.	Makrofiton-alapú ökológiai potenciál megadása .....	155
4.8.	Irodalom .....	156
4.9.	I. Melléklet: Makrofiton folyóvíztest típusok.....	157
4.10.	II. Melléklet: Makrofiton állóvíztest típusok.....	158
4.11.	III. Melléklet: A makrofiton indexekkel szignifikánsan korreláló stresszor változók. ....	159
4.12.	IV. Melléklet: Makrofiton terepi jegyzőkönyv.....	160
4.12.1.	Kitöltési útmutató a makrofiton terepi jegyzőkönyvhöz.....	162
<b>5.</b>	<b>MAKROSZKOPIKUS VÍZI GERINCTELEN MÓDSZERTAN.....</b>	<b>163</b>
5.1.	Bevezetés.....	164
5.2.	A mintavétel megtervezése.....	165
5.2.1.	A mintavétel időpontja.....	165
5.2.2.	Mintavételi terület kiválasztása.....	166
5.3.	A mintavétel végrehajtása .....	167
5.3.1.	A mintavétel végrehajtásához szükséges eszközök .....	167
5.3.2.	Az élőhelytípusok feltérképezése és elosztása folyóvizekben .....	168
5.3.3.	A mintavételi egységek feltérképezése és elosztása állóvizek esetén .....	170
5.3.4.	A mintavételi egységek begyűjtése lábalható szakaszokról.....	170
5.3.5.	A mintavételi egységek begyűjtése sekély állóvizekből és állóvizek lábalható részeiből .....	173
5.3.6.	Mélyvízi mintavétel folyóvizekből.....	173
5.3.7.	Mélyvízi mintavétel állóvizekből.....	174
5.4.	Mintaelőkészítés (válogatás, almintázás, tartósítás, tárolás) .....	174
5.4.1.	A minta kezelése a mintavétel helyszínén terepen történő válogatás esetén.....	174
5.4.2.	A minta kezelése a mintavétel helyszínén, ill. laboratóriumban történő válogatás esetén.....	176
5.4.3.	Tartósítás, címkézés.....	176
5.4.4.	Laboratóriumi válogatás és almintázás .....	177

5.5.	Identifikáció.....	178
5.6.	Adattárolás.....	179
5.7.	Értékelés, minősítés.....	180
5.7.1.	A magyar multimetrikus makroszkopikus vízi gerinctelen index (HMMI) család.....	180
5.7.2.	Ökológiai potenciál.....	184
5.7.3.	Minősítési értékek éves összesítése.....	185
5.7.4.	Víztestek minősítése.....	185
5.8.	A stresszkor-specifikusság.....	186
5.8.1.	A stresszkor-specifikusság vízfolyások esetében.....	186
5.8.2.	A stresszkor-specifikusság állóvizek esetében.....	190
5.9.	Irodalomjegyzék.....	191
5.10.	Mellékletek.....	192
5.10.1.	Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyvek (I. és II.).....	192
5.10.2.	Példa az élőhelyek feltérképezésére és a mintavételi egységek elosztására, valamint a mintavételi jegyzőkönyv kitöltésére.....	194
5.10.3.	Az identifikációhoz javasolt határozók csoportonként.....	198
5.10.4.	Abiotikus és biotikus élőhelyek fényképei.....	202
<b>6.</b>	<b>A referencia állapot leírása a biológiai minősítő elemek és víztest típus szerint....</b>	<b>212</b>
6.1.	Vízfolyások.....	212
6.2.	Állóvizek.....	218
<b>7.</b>	<b>Összefoglaló táblázat: Interkalibrált víztest típusok.....</b>	<b>225</b>
7.1.	Vízfolyások.....	225
7.2.	Állóvizek.....	226
<b>8.</b>	<b>Összefoglaló táblázat: Az egyes víztesttípusokban használt biológiai metrikák....</b>	<b>227</b>
8.1.	Vízfolyások.....	227
8.2.	Állóvizek.....	228

# 1. FITOBENTON MÓDSZERTAN

(Dr. Bácsiné Dr. Béres Viktória & Dr. Ács Éva)

## 1.1. Bevezetés

A bevonatalkotó kovaalgák (Bacillariophyceae) olyan egysejtű eukarióta fotoszintetizáló mikroorganizmusok, melyeknek közösségei az egész világon megtalálhatóak, meghatározó szerepet töltenek be a felszíni vizek anyagforgalmában és oxigéntermelésében (Ács és Kiss 2004), ill. hozzájárulnak az aljzat stabilitásához. Mivel az egyes fajok érzékenyen reagálnak a környezeti paraméterek változásaira, vagyis a környezet fizikai-, kémiai állapota alapvetően befolyásolja a közösség taxonómiai összetételét, ezért ezen algacsoport felszíni vizeink ökológiai állapotértékelésében kiemelt szerepük van (Várbíró et al. 2012).

## 1.2. Mintavétel vízfolyásokon és állóvizeken (mintavétel módszere)

Annak, hogy egy víztest ökológiai állapotát megfelelő módon lehessen értékelni, egyik alapfeltétele a megfelelő módon történő mintavétel, mely magában foglalja a mintavétel módszertanát, a hely kijelölését, és a minta tárolását/tartósítását, míg laboratóriumi feldolgozása meg nem kezdődik.

### 1.2.1. Általános tudnivalók

1. A bentikus közösség összetétele a kolonizáció egyes szakaszaiban jelentősen eltér egymástól, az egyes fizikai, kémiai és biológiai tényezők más intenzitással játszanak szerepet a közösség formálásában. Ezért törekedni kell arra, hogy érett bevonatból történjen a mintavétel. Az érett bevonat kialakulásának ideje 4-6 hét.
2. A mintákat az adott vízre legjellemzőbb aljzatról kell gyűjteni. Amennyiben többféle aljzattípus is szóba jöhet, akkor célszerű almintákat venni. Ezeket a továbbiakban kompozit mintaként célszerű kezelni és értékelni.
3. Aljzattípustól függetlenül ügyelni kell arra, hogy a kiválasztott mintázandó felületek ne a locsolási zónába essenek, vagyis az érett bevonat kialakulásával egyező ideig (4-6 hét) víz alatt legyenek.
4. Különösen ügyelni kell bányatavak és mély tározók esetében a mintavételi hely és aljzat kiválasztásánál a vízszintingadozásra.
5. A bevonat szemre barna/barnás színű kell, legyen. Kerülni kell a fonalas algával benőtt, vagy kagylók/szivacsok által kolonizált aljzatot.
6. A mintázott felületnek az eufotikus zónában kell lennie.
7. Ügyelni kell arra, hogy ne árnyékos helyről származzon a minta (amennyiben nem megoldható, fel kell jegyezni).
8. A mintákat az áramlás felőli oldalról kell venni.
9. Víztypustól függetlenül igyekezni kell a mintákat minden évben ugyanabban az időben, ugyanolyan aljzattípusról venni (kivéve pl. áradás, kiszáradás, stb.). Ez igaz azokban az esetekben is, amikor különböző mintavételi helyek direkt összehasonlításáról van szó (medencék összehasonlítása; vízfolyás alsó/felső szakaszának összehasonlítása). Ilyen esetekben is igyekezni kell ugyanazon a napon gyűjteni a mintákat.
10. Általában 5 ismétlésben kell végezni a gyűjtést (5 kő, 5 nád/gyékény szár). Amennyiben kisebb kavicsok állnak csak rendelkezésre, úgy az MSZ EN 13946:2014 szabvány értelmében 10 kavicsot kell a gyűjtéshez felhasználni.
11. A minták leöblítésére célszerű csapvizet használni. Természetesen ioncserélt víz is jó, de a csapvíz költségkímélőbb.
12. Öblítővíznek a vízfolyás, vagy a tó vizét NEM szabad használni (planktonikus kovaalgák felülreprezentáltságát okozhatja).



13. A mintavételi jegyzőkönyvbe fel kell jegyezni minden olyan tényezőt, mely a későbbiekben segíthet az eredmények értékelésében.

### 1.2.2. Aljzat kiválasztása és mintavétel módszere

Mind vízfolyások, mind tavak esetében az adott mintavételi helyre leginkább jellemző aljzatról/aljzatokról kell mintát gyűjteni. Az eredmények összehasonlíthatósága miatt az aljzatok kiválasztásakor, amennyiben megoldható, igyekezni kell, hogy azonos típusba tartozó vizek esetében ugyanolyan típusú aljzatot használjuk (pl. kövek/emergens/szubmergens makrofita). Ez természetesen fokozottan igaz egy adott mintavételi helyre. Amennyiben nem megoldható, hogy tavasszal/nyár elején és ősszel/nyár végén ugyanolyan típusú aljzatot mintázzunk, ezt jegyzőkönyvben rögzíteni kell.

#### *Kő/kavics*

1. Az MSZ EN 13946:2014 szerint a mintavételre legalkalmasabb aljzattípus a kő, vagy ha nem állnak rendelkezésre kövek, akkor a kisebb kavicsok.
2. A kőről való mintavétel hazai körülmények között nem minden esetben megoldható (pl. alföldi kisvízfolyások, tavak, szikések). Ezekben az esetekben, ahogy fentebb olvasható, a mintavételi helyre legjellemzőbb aljzattípusról kell mintát gyűjteni.
3. Ahogy fentebb is olvasható, amennyiben kövekről történik a mintavétel, ügyelni kell arra, hogy min. 5 napos helyről származó, véletlenszerűen kiválasztott, állandóan víz alatt lévő, fonalas algával nem borított kőről gyűjtsünk mintát. Ezek a szabályok érvényesek a kavicsokra is, annak kivételével, hogy min. 10 kavicsot kell kiválasztani a gyűjtéshez.
4. A gyűjtés során öklömnyi, vagy gyerekfej nagyságú köveket célszerű keresni (már elég nagyok, de még kiemelhetőek).
5. A bevonatot mindig a kő függőleges oldaláról kell gyűjteni.
6. Első lépésben emeljük ki a követ a vízből, közben pedig enyhe rázással távolítsuk el a kőhöz gyengén tapadt algákat a felületről.
7. Kövek mintázása esetén célszerű fogkefével eltávolítani a bevonatot az aljzatról (de fogkefe hiányában használható kés, vagy szike is).
8. Kövenként legalább 10 cm<sup>2</sup> felületet kell lemosni.
9. A vízből kiemelt köveket tálcára/dobozba kell tenni, majd elégséges csapvízzel kell leöblíteni. A csapvíz mennyiségének elégnek kell lennie ahhoz, hogy fogkefével a felületet teljesen le lehessen mosni. Ugyanakkor ügyelni kell arra is, hogy ne használjunk túl sok öblítővizet, ennek mennyiségét a minta tárolására használt tárolóedény térfogata határozza meg. Itt figyelembe kell venni azt is, hogy a mintához még tartósító oldatot is adni kell.
10. Célszerű mintánként külön dobozt/kis tálcát használni a lemosáshoz. Amennyiben ez nem megoldható, minden mintavétel után csapvízzel alaposan el kell mosni a dobozt/tálcát.
11. Minden mintavételhez külön fogkefét kell használni. Célszerű lenne minden mintavételhez új fogkefét használni a kereszt szennyezések elkerülése miatt. Ugyanakkor ez sem nem környezetkímélő, sem nem költséghatékony módszer. Ezért azt javasoljuk, hogy a fogkefét a helyszínen a mintavétel után jól öblítsük el csapvízzel, ne hagyjuk kiszáradni (tegyük zacskóba), majd a laboratóriumba beérkezve azonnal áztassuk be/mossuk el. A nagyon elkoszolódott fogkefét viszont nem szabad újra használni. Ha megoldható, akkor egy mintavételi helyenként ki lehet jelölni egy fogkefét és azt csak ott, azon a ponton használni mintavételhez.
12. A tálcába helyezett, csapvízzel leöblített kövekről alapos sikálással távolítsuk el a bevonatot. Végeredményként sötétbarnás szuszpenziót kell, kapjunk.
13. A barnás-sötét barna szuszpenziót előre felcímkézett tárolóedénybe töltjük.
14. A címkén a következő adatoknak kell szerepelni: mintavétel helye, ideje, mintavevő neve (kódja), minta helyszíni kódja/sorszáma (ha releváns). Természetesen ezeket az adatokat a jegyzőkönyvön is fel kell tüntetni.

15. A mintát célszerű a helyszínen tartósítani (ld. alább). Amennyiben nem megoldható és a minta 24 órán belül beérkezik a laboratóriumba, ahol a tartósítás megtörténik, úgy addig sötét, hűvös helyen kell tartani.
16. Amennyiben csak fonalas algás köveket találtunk, távolítsuk el a fonalakat a felszínről, és próbáljunk a kevésbé fonalas területekről mintát venni (ügyelve, hogy megfelelő nagyságú felületet mintázzunk). Ezt a mintavételi jegyzőkönyvbe fel kell jegyezni.
17. Vízfolyások esetében a kő sodorvonal felőli oldaláról kell mintát gyűjteni.
18. Állóvizek esetében is lehet kövekről mintát venni (litorális zóna, 20-30 cm mélyen lévő kövek).

#### Emerz makroflóra

1. Hazánkban a víztípusok egy jelentős részére nem a köves aljzat jellemző, hanem az emerz növények (pl. *Phragmites australis*, *Typha* spp.).
2. Mivel emerz növényekről való mintavételkor ügyelni kell a bevonat vertikális rétegzettségére, ill. arra, hogy min. 4-6 hétig víz alatt kellett legyen a növény mintázandó szárrésze, ezért célszerű a mintát 10-30 cm mélységből venni.
3. Mindig a növényállomány vízfelőli oldaláról kell a mintát venni.
4. 5 növényi szárról kell mintát venni.
5. Kerülni kell a fonalas algával/szivacsteleppel/kagylóval bevont növényeket.
6. Célszerű friss, de a bentikus algák kolonizációs ideje miatt legalább 6-8 hetes hajtásokat használni a gyűjtéshez. Így elkerülhető, hogy az előző évről áttelelt közösségből vegyünk mintát.
7. A kiválasztott növények szárát metszőollóval vágjuk el a víz felszínén, majd a víz alatt is (10-30 cm mélyen). Még kiemelés előtt óvatosan rázzuk le róla a gyengén kötődő algákat.
8. A szárdarabokat tegyük bele a tiszta tálcába. Öntsünk rá kevés csapvizet. Majd a szárdarabokról egyenként fogkefével alaposan dörzsöljük le a bevonatot. Végeredményként hasonlóan a kőről történő mintázáshoz, barna szuszpenziót kell, kapjunk.
9. A barnás-sötét barna szuszpenziót előre felcímkézett tárolóedénybe töltjük.
10. A címkén a következő adatoknak kell szerepelni: mintavétel helye, ideje, mintavevő neve (kódja), minta helyszíni kódja/sorszám (ha releváns). Természetesen ezeket az adatokat a jegyzőkönyvön is fel kell tüntetni.
11. A mintát célszerű a helyszínen tartósítani (ld. alább). Amennyiben nem megoldható és a minta 24 órán belül beérkezik a laboratóriumba, ahol a tartósítás megtörténik, úgy addig sötét, hűvös helyen kell tartani.
12. Amennyiben a vizsgálatunk céljai közt szerepel a klorofill-mérés (bentikus), vagy a felületegységre eső gyakoriság-számolás, úgy mérjük le a szárdarabok felületét és jegyezzük fel a jegyzőkönyvbe. Ha erre terepen nincs lehetőség, ezt a laboratóriumba visszaérve is megtehetjük. Ebben az esetben felcímkézett, sötét, hűvös helyen tartott tárolóedénybe kell betenni a szárdarabokat.

#### Szubmerz makroflóra

1. Fitobenton gyűjtésre a szubmerz fajok közül az apróbb levelű fajok (*Ceratophyllum* spp., *Myriophyllum* spp.) a legalkalmasabbak. De egyéb, adott helyre leginkább jellemző szubmerz faj (pl. *Potamogeton* spp., *Elodea* spp.) is megfelelő aljzatnak.
2. Itt is érvényes, hogy a növényállomány nyíltvíz felőli oldaláról kell a mintát venni.
3. 5 növényi szárból és levélből kell mintát venni (csúcsi rész is, ha lehet).
4. A növénydarabokat tálcára/dobozba helyezve csapvízzel kell lemosni (erőteljes rázás, kézzel dörzsölés).
5. Ezt követően a növénydarabokat ki kell venni a dobozból. A mosás során barna szuszpenziót kell kapnunk. Amennyiben túl sok csapvizet használtunk a lemosáshoz, a mintát hagyni kell leülepedni, majd dekantálni kell.
6. A barnás-sötét barna szuszpenziót előre felcímkézett tárolóedénybe töltjük.

7. A címkén a következő adatoknak kell szerepelni: mintavétel helye, ideje, mintavevő neve (kódja), minta helyszíni kódja/sorszám (ha releváns). Természetesen ezeket az adatokat a jegyzőkönyvön is fel kell tüntetni.
8. A mintát célszerű a helyszínen tartósítani (ld. alább). Amennyiben nem megoldható és a minta 24 órán belül beérkezik a laboratóriumba, ahol a tartósítás megtörténik, úgy addig sötét, hűvös helyen kell tartani.
9. A mosás laborba szállítás után is elvégezhető. Ebben az esetben a mintavételi helyenként 5 növénydarabot felcímkézett tároló dobozba kell tenni, majd laborba szállításig hűvös, sötét helyen kell tartani. A címkén ugyanazoknak az adatoknak kell szerepelnie, mint a szuszpenzió tárolására feliratozottaknál.

#### *Mesterséges aljzat*

1. Ha sem kő/kavics, sem makrofita nem áll rendelkezésünkre az adott mintavételi helyen, akkor stégek, hídlábak függőleges felületéről, vagy akár kőszórásról is lehet mintát gyűjteni.
2. A kőszórásokról való gyűjtésre ugyanaz érvényes, mint a kőről történő mintázásra.
3. Stég/hídláb esetében is érvényes, hogy legalább 10 cm<sup>2</sup>-es felületet kell mintázni/stég, legalább 4-5 különböző helyről és kb. 30 cm mélyről kell mintát venni, valamint a mintázandó felületnek elég ideje (4-6 hét) víz alatt kell lennie.
4. A bevonatot hálós kaparóval kell venni.
5. Mi magunk is készíthetünk/kirakhatunk mesterséges aljzatot. Ebben az esetben is érvényesek az eddigi javaslatok: 5 mesterséges aljzat/alkalom; 4-6 hét állandó vízborítás; eufotikus zóna.
6. Ügyelni kell arra, hogy olyan helyre tegyük ki a mesterséges aljzatokat, ahonnan a legkisebb az esély arra, hogy eltűnik. Megfelelő módon rögzítsük, hogy ne sodródjon el.
7. Mintavételkor az aljzatokat tiszta tálcán csapvízzel leöblítjük, majd fogkefével alaposan lemoszuk. Ha a terepen nincs mód az aljzatok lemosására, akkor a laboratóriumba szállításhoz felcímkézett tárolóedénybe helyezük, majd sötét, hűvös helyen tároljuk.
8. Ha a helyszínen mossuk le az aljzatokat, akkor a barnás-sötét barna szuszpenziót előre felcímkézett tárolóedénybe töltjük.
9. A címkén a következő adatoknak kell szerepelni: mintavétel helye, ideje, mintavevő neve (kódja), minta helyszíni kódja/sorszám (ha releváns). Természetesen ezeket az adatokat a jegyzőkönyvön is fel kell tüntetni.
10. A mintát célszerű a helyszínen tartósítani (ld. alább). Amennyiben nem megoldható és a minta 24 órán belül beérkezik a laboratóriumba, ahol a tartósítás megtörténik, úgy addig sötét, hűvös helyen kell tartani.
11. Amennyiben a vizsgálatunk céljai közt szerepel klorofill-mérés (bentikus), vagy felületegységre vonatkozó gyakoriság számítás, úgy az aljzat felületét adjuk meg és jegyzőkönyvbe rögzítsük.

#### *Epipszammon/Epipelon*

1. Amennyiben adott helyen az előzőekben ismertetett aljzattípusok nem állnak rendelkezésre, és a természetes aljzat homok, vagy iszap, akkor ezekről kell mintát gyűjteni.
2. A kovaalga bevonat barnás-zöldes réteggént látható a homok/iszap felületén.
3. Az általános szabályok ez esetben is betartandók (kolonizációs idő, állandó vízborítás, eufotikus zóna, árnyékos hely kerülése).
4. Az üledékből kiszűrt magról (pl. üledék mintavevővel) a parton a felső kb. 1-2 cm-es réteget spatulával eltávolítjuk, és felcímkézett tárolóedénybe mossuk csapvízzel.
5. A címkén a következő adatoknak kell szerepelni: mintavétel helye, ideje, mintavevő neve (kódja), minta helyszíni kódja/sorszám (ha releváns). Természetesen ezeket az adatokat a jegyzőkönyvön is fel kell tüntetni.
6. A mintát célszerű a helyszínen tartósítani (ld. alább). Amennyiben nem megoldható és a minta 24 órán belül beérkezik a laboratóriumba, ahol a tartósítás megtörténik, úgy addig sötét, hűvös helyen kell tartani.

## Faág/gyökér

1. Csak abban az esetben lehet ezekről mintát venni, ha más aljzat nem áll rendelkezésre (azok nem megfelelő minőségűek).
2. Ez esetben érvényesek az eddig leírtak (5 ismétlés, eufotikus zóna, állandó vízborítás, 4-6 hét).
3. A faágakat/gyökereket tiszta tálcára/dobozba kell rakni, majd csapvízzel le kell öblíteni és fogkefével alaposan le kell súrolni.
4. A barnás-sötét barna szuszpenziót előre felcímkezett tárolóedénybe kell tölteni.
5. A címkén a következő adatoknak kell szerepelni: mintavétel helye, ideje, mintavevő neve (kódja), minta helyszíni kódja/sorszáma (ha releváns). Természetesen ezeket az adatokat a jegyzőkönyvön is fel kell tüntetni.
6. A mintát célszerű a helyszínen tartósítani (ld. alább). Amennyiben nem megoldható és a minta 24 órán belül beérkezik a laboratóriumba, ahol a tartósítás megtörténik, úgy addig sötét, hűvös helyen kell tartani.

## 1.3. Mintavételi hely kijelölése

Általánosságban elmondható, hogy ismeretlen/új mintavételi hely esetében amennyiben lehetséges, előzetes felmérést kell végezni. Ha ez nem megoldható, akkor az első mintavételi alkalmat „kísérletnek” kell tekinteni. A minta értékelése után a mintavételi stratégia módosítható. A mintavételi helyek kijelölésénél a vizsgálat célja határozza meg a mintavételi helyek számát és pontos helyét (ld. alfejezetekben pontosítva).

### 1.3.1. Vízfolyások

1. Vízfolyások esetében lehetőleg kerülni kell a lassú áramlású helyeket (pl. iszap/törmelék kiülepedése).
2. Abban az esetben azonban, ha a vízfolyás jellemzője a különböző áramlási viszonyú szakaszok megléte, akkor a gyűjtést úgy kell megtervezni, hogy mindkét áramlási típusú hely beleessen.
3. A mintát minden esetben a vízfolyás ugyanazon oldaláról kell gyűjteni (sodor felőli, függőleges oldal).
4. A mintát általában 10-100 m hosszúságú szakasról kell gyűjteni. Amennyiben a meder fizikai tulajdonságai, vagy a mederaljzat nagyon eltérő, úgy lehet hosszabb szakasról is gyűjteni.
5. Amennyiben lehetséges, a mederszélesség ~10%-t kell bevonni a gyűjtésbe.
6. A mintavételi pontok kijelölésekor mindenképp figyelembe kell venni a vízfolyásnak azon részeit, ahol akár természetes (pl. típusváltás, klimatikus viszonyok, befolyó), akár antropogén (pl. kibocsátás, tározás, létesítmények) hatás miatt megváltozik/megváltozhat a víz minősége.
7. Amennyiben a vizsgálat célja valamilyen pontszerű antropogén hatás (kibocsátás) monitorozása, úgy a kibocsátás felett és alatt is kell mintát venni. Valamint célszerű a kibocsátási ponttól távolabb is mintát/mintákat gyűjteni, akár több ponton is. Így megállapítható, milyen távolságig van hatással a szennyezés a közösség összetételére és a víz bentikus kovaalga-alapú állapotára.
8. Ha egy vízfolyáson bármilyen okból kifolyólag csak egy mintavételi pont jelölhető ki, abban az esetben a középső szakaszon javasolt a mintavételi pont kijelölése (felső szakaszon alacsonyabb fajsúlyú, alsó szakaszon nagyobb antropogén hatás).
9. Maradva annál, hogy egy vízfolyáson csak egy mintavételi pont jelölhető ki: Abban az esetben, ha a középső szakaszra a homok, iszap, vagy szerves üledék a jellemző felszín és csak mesterséges aljzatról lehetne mintát venni (hídláb, kőszórás, stég), úgy ilyenkor a felső szakaszon érdemes kijelölni a mintavételi pontot.

### 1.3.2. Állóvizek

1. A mintavételi pontot/pontokat olyan helyen kell kijelölni, ahol a medencében szabadon áramolhat a víz (öblöket, strandokat kerülni kell).
2. Befolyóval rendelkező tavak esetében a befolyótól távol kell kijelölni a mintavételi pontot.
3. Vízkivétellel rendelkező állóvizek esetében célszerű a kifolyáshoz közeli területről gyűjteni a mintát. Az áramlási és fényviszonyokra azonban ügyelni kell ebben az esetben is (áramlás lassú, vagy 0-hoz közelít; megfelelő fényellátottság).
4. Vízkivétellel nem rendelkező állóvizek esetében a napsütésnek leginkább kitett területen kell mintát venni.
5. Amennyiben egy tó medencékre tagolt, úgy minden medencéből mintát kell venni, melyeket külön kell értékelni. Ez különösen fontos akkor, ha az egyes medencék különböző ökoszisztéma-szolgáltatást nyújtanak (pl. vízi sportok, horgászat, diverzitás-védelem, stb.).
6. A mintavételi pontok kijelölésekor kerülni kell a vízi madarak kedvelt tartózkodási helyeit.

## 1.4. Mintavételi időszak és mintavétel gyakorisága

Amennyiben a végső cél ugyanarról a mintavételi pontról, és/vagy ugyanazon típusba tartozó mintavételi helyekről származó több éves adatsorok összehasonlítása, akkor a mintavételek idejét időben össze kell hangolni. Figyelembe véve hazánk klimatikus viszonyait, ill. egyéb környezeti tényezőket (pl. biotikus kapcsolatok szezonalitása), bentikus kovaalga minták gyűjtésére a vegetációs periódus a legalkalmasabb. A konkrét időszakok megjelölése és gyakorisága azonban a vízfolyások és az állóvizek esetében eltérő (ld. alább).

Ugyanakkor vizsgálataink céljától függően ettől el lehet térni (pl. havária helyzet, havi szintű adatgyűjtés, stb.). Ebben az esetben a cél határozza meg a gyűjtés idejét és gyakoriságát.

### 1.4.1. Vízfolyások

Vízfolyások esetében a mintavételre legalkalmasabb időszak a május-június, valamint az szeptember-október.

Természetesen ezt az adott évi sajátosságok ezt nagyban befolyásolhatják. Amennyiben pl. a tavaszi áradás korán levonult és korán beköszöntött a tavasz, úgy áprilisban is megkezdődhet a mintavétel, de csak a kolonizációs idő (4-6 hét) betartása mellett. Egy esetleges nyári/kora őszi aszályos időszak után, ha az adott vízfolyás, vagy állóvíz ki volt száradva, csak akkor lehet októberben mintát venni, ha a víz újbóli megjelenése óta már eltelt 4-6 hét.

### 1.4.2. Állóvizek

Állóvizek esetében (kivéve időszakos szikes tavak, ld. ott) is javasolt az évi két mintavétel. Mivel tavaink többségénél a mintavételi aljzat vagy emerz, vagy szubmerz makrofiton, ezért a bentikus algák mintavételi időszaka szorosan kapcsolódik a makrofiton populációk növekedési sajátságaihoz. Figyelembe véve ezt, valamint a bentikus algák kolonizációjához szükséges 4-6 hetes időtartamot, a mintavételre legalkalmasabb időszak a május közepe-június vége, valamint az augusztus közepe-szeptember közepe. Amennyiben csak egy alkalom tervezhető, úgy a kora nyári időszakban kell mintát venni.

A sekély, időszakos szikes tavak esetében évi egy minta javasolt (május közepe-június vége).

## 1.5. Mintavétel eszközei

Az alább felsorolt mintavételi eszközök a mintázáshoz minimálisan szükséges eszközök. Ezek mellett az egyes mintavételi helyek sajátosságai miatt, szükség lehet további felszerelésre is. Egy-egy mintavételi alkalommal javasolt a tervezett mintavételi helyek számát meghaladó edényzetet elvinni.

- ❖ gumicsizma
- ❖ mellcsizma
- ❖ tálca/doboz a kiemelt kövek/kavicsos/növények lemosásához alkalmas mélységben és nagyságban
- ❖ minta aljzatról való eltávolításához szükséges eszközök (fogkefe, kés, sniccer, metszőolló, üledék mintavevő)
- ❖ felcímkézett, jól zárható műanyag mintatartó edény (100 ml)
- ❖ tartósító szer
- ❖ alkoholos filc
- ❖ toll, ceruza
- ❖ terepi jegyzőkönyv
- ❖ csapvíz
- ❖ felcímkézett aljzattároló edény amennyiben nem a terepen kerül lemosásra a bevonat
- ❖ csónak (tavi mintavétel esetén)

## 1.6. Mintavételi jegyzőkönyv

Javasoljuk a mellékletként feltüntetett mintavételi jegyzőkönyvek használatát. Amennyiben a jegyzőkönyvformátum teljes átvétele nem lehetséges, akkor is törekedni kell arra, hogy az abban szereplő kért információk feljegyzésre kerüljenek a mintavétel során. Javasoljuk fényképes dokumentáció készítését minden mintavételi alkalommal.

## 1.7. Minta tárolása, előkészítése

### 1.7.1. Minták tárolása

Ahogy az fentebb már említettük, a mintákat felcímkézett mintatároló edénybe kell tenni. A címkén a következő adatoknak kell szerepelni: mintavétel helye (vízfolyás/állóvíz neve, legközelebbi település neve), mintavétel ideje, mintavevő neve (kódja), minta helyszíni kódja/sorszáma (ha releváns).

Amennyiben a minták tartósítása nem a terepen történik, úgy a mintákat sötét, hűvös helyen tároljuk (hűtőláda) a tartósításig. A mintavétel és a mintatartósítás közt max. 24 óra telhet el. Ha ez nem megoldható, a mintát mindenképp a terepen kell tartósítani.

Amennyiben a terepen mért  $\text{pH} > 8,7$  (vízé), akkor a mintákat mindenképp a laboratóriumban kell lemosni és ellenőrizni kell a bevonatminták pH-ját is. Ha magasabb, mint 8,7, akkor 1 mólos sósavval 7-re kell állítani a minta pH-ját. Ugyanis a nagyon lúgos környezetben a törékeny kovavázak könnyen feloldódnak.

A minták tartósításához a Lugol-oldat használatát javasoljuk. Ugyanakkor felhívjuk a figyelmet arra, hogy a Lugol-oldat fényérzékeny, vagyis a mintákat tartósítás után sötétben kell tárolni. A Lugol-oldattal tartósított mintákat 3-6 hónapon belül fel kell dolgozni, de 3 hónap elteltével mindenképp

újra kell tartósítani a mintákat. A tartósításhoz annyi Lugol-oldatot használjunk, hogy annak végkoncentrációja 1 térfogatszázalék legyen.

Lugol-oldat készítése (Felföldy 1987 alapján): 20 ml desztillált vízben oldjunk fel 10 g a.t. kálium-jodidot, majd adjunk hozzá 5 g elemi jódot. Az oldatot az elemi jód teljes feloldódásáig rázatni kell (mágneses keverő, vagy rázógép használata ajánlott). Az elemi jód teljes feloldódása után adjunk még hozzá 50 ml desztillált vizet. Ügyeljünk arra, hogy a fitoplankton minták tartósításához ajánlott Lugol-oldat nátrium-acetátot, vagy ecetsavat is tartalmazhat. Ezt bentikus kovaminták tartósításához nem szabad használni, ugyanis a savas közegben feloldódhatnak a frusztulumok.

### 1.7.2. Minták előkészítése

A mintákat minden alkalommal még a feltárás megkezdése előtt mikroszkóposan ellenőrizni kell. Fel kell jegyezni minden olyan információt, ami a későbbiekben akár a feltárás során, akár a mikroszkópos vizsgálatnál, akár az értékelésnél hasznos lehet (pl. egyedszám sűrűség, törékeny taxonok aránya, üres frusztulumok aránya, stb.). Értelmszerűen nem a teljes mintamennyiségből készítsünk tartós preparátumot. Minimum a mikroszkópos vizsgálatok eredményeinek értékeléséig őrizzük meg a tartósított mintát, hogy szükség esetén új feltárást lehessen végezni.

#### *Tisztítás*

Ahhoz, hogy a bentikus kovaalga mintákat mikroszkóposan vizsgálhassuk, tartós preparátumot kell készíteni belőlük. Ennek első lépéseként a mintákat vagy sötét, hűvös helyen min. 24 órán keresztül üleptíteni kell, vagy le kell centrifugálni. Ez utóbbi esetben tudnunk kell a centrifugálás idejét és sebességét, amit a centrifuga sajátosságai határoznak meg. Vagyis előzetesen egy olyan mintán, melyben a közösség összetétele méret szempontjából nagyon vegyes, meg kell nézni, hogy milyen idő és sebesség mellett ülepednek le a kisméretű taxonok is (ellenőrizni kell mikroszkóposan a felülúszót).

A felülúszó eltávolítása után a mintát desztillált vízzel többször át kell mosni (eljárás ugyanaz, mint az előzőekben), hogy minél kevesebb Lugol-oldat maradjon a mintákban. Célszerű víztisztaságig mosni a mintákat. Ennek elsődleges oka az, hogy a Lugol-oldatban lévő KI és a szerves anyag eloxidálásához használt  $H_2O_2$  nagyon intenzív reakcióba lép egymással (KI itt katalizátor), ami egyrészt balesetveszélyes, másrészt nem költséghatékony (rosszul kimosott minta  $H_2O_2$  igénye magas).

#### *Roncsolás*

Az átmosott minták szervesanyag-tartalmát el kell roncsolni. Ehhez  $H_2O_2$  használata ajánlott. Természetesen más oxidálószer is megfelelnek (ld. MSZ EN 13946:2014). Mivel a  $H_2O_2$  égési sérüléseket okozhat, belélegezve/bőrrel érintkezve ártalmas, ezért használata fokozott elővigyázatosságot igényel (megfelelő munkavédelem). Célszerű elszívófülke alatt dolgozni vele, ha ez nem megoldható, akkor a helyiség megfelelő szellőzéséről gondoskodni kell.

A roncsolást célszerű a „forró hidrogén-peroxidos” módszer szerint csinálni, de természetesen más roncsolási módszerek is alkalmazhatóak (ld. MSZ EN 13946:2014; Ács és Kiss 2004).

A „forró hidrogén-peroxidos” módszer lépései a következők:

1. A jól átmosott mintát alaposan homogenizáljuk, majd pipettával egységnyi térfogatot rakunk hőálló edénybe. A minta térfogatát annak sűrűsége határozza meg (ezért is kell előzetesen mikroszkóposan ellenőrizni a mintát). Ugyanakkor használhatunk elősűrített mintát is (üleptítés, vagy centrifugálás; ld. feljebb). Fontos, hogy a hőálló edény térfogata akkora legyen, hogy a  $H_2O_2$  és a HCl hozzáadás (ld. alább) után is max.  $\frac{3}{4}$ -ig legyen az edény. Értelmszerűen a keresztzennyezések elkerülése miatt minden mintához új pipetta hegyet használunk.

2. A mintához ~1/3-nyi 1 mólos HCl-at adunk (addig kell sósavat adni a mintához, amíg pezseg; a magas mész-, vas-tartalmú minták HCl igénye nagyobb).
3. Ezt követően adjuk a mintához a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. A hidrogén-peroxid térfogata kb. a minta térfogatának 3-szorosa. Óvatosan, szakaszosan adagoljuk az oxidálószer a mintához, mert a nagy szervesanyag-tartalmú minták hamar kifutnak (egészségre veszélyes és mintavesztéssel is jár).
4. A mintát ezután 85-95 °C-ra előmelegített vízfürdőbe/szárítószekrénybe/rezsóra tesszük, és addig melegítjük, míg a minta eredeti térfogatára nem párolódik be.
5. Ha a minta makrofiton részeket is tartalmaz, akkor azokat 30 perc után távolítsuk el.
6. A bepárolódott minta egy cseppjét mikroszkóposan ellenőrizzük. Ha a sejttartalom még nem roncsolódott el (a sejtek nem estek szét és nem üresek), akkor ismét H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kell a mintához adni és a melegítési, bepárlási lépést újra elvégezni. A 3-4 és 6 lépéseket addig kell ismételni, míg a szervesanyag-tartalom el nem roncsolódik. Ekkor a minta világos színűvé válik, fehér, hőszerű üledéket kapunk (üres kovavázak).
7. Ezt követően hagyjuk kihűlni a mintát (ez alatt ülepszik is).
8. Majd a kihűlt mintát lecentrifugáljuk, vagy összesen 24 órán keresztül üleptjük (hűlési idő beleszámít). Majd óvatosan dekantáljuk (óvatosan, hogy a pellet ne kavarodjon fel) és bő desztillált vízzel átmoszuk.
9. A mosást min. 3-szor ismételjük meg.
10. A 3. mosás és dekantálás után készítsük el a mintából a tartós preparátumot.

Mivel a roncsolás igen érzékeny folyamat, és meghatározza, hogy milyen lesz a következő lépésben készített tartós preparátum minősége, számos dologra oda kell figyelni:

1. Értelemszerűen tiszta eszközökkel kell dolgozni és a mintákat úgy kell elhelyezni, hogy keresztzennyezés ne fordulhasson elő.
2. Ahogy azt említettük, a minta egyed-sűrűsége határozza meg, mennyi mintát használjunk kiinduláskor. Ha túl kevés az egyedszám, akkor mindenképp előüleptíteni kell a mintát (vagy centrifugálni). Ha túl nagy az egyed szám, akkor desztillált-, vagy ioncserélt vízzel hígítani kell a mintán, amit mikroszkóposan ellenőrizni kell.
3. Ügyelni kell arra, hogy ne forrjon a minta.
4. Ha a minta szárazra párlódott, azt ki kell dobni és a feltárást újra kell kezdeni.
5. A szerves anyagot teljesen el kell roncsolni (mikroszkópos ellenőrzés).
6. A frusztrumoknak teljesen szét kell válni (mikroszkópos ellenőrzés).
7. A láncoknak is szét kell esni. Amennyiben már elroncsolódott a minta szervesanyag-tartalma, de a láncok még egyben vannak, javasolt a mintát szonikálni (ultrahangos vízfürdő; 10 percnként mikroszkópos ellenőrzés szükséges, hogy szétváltak-e már a láncok és nem töredezik-e szét a többi valva).
8. Ha centrifugáljuk a mintát, akkor ellenőrizni kell, hogy az alkalmazott sebesség és idő megfelelő-e. Nem töredezték-e szét a valvák, a kis valvák is leülepedtek-e. Általában 10 perc és 6000 rpm megfelelő a hazai minták centrifugálásához. De ha a minta sok törékeny fajt és/vagy egyedeket tartalmaz (pl. *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Urosolenia*, stb.) akkor ez az idő és sebesség nem alkalmazható.

### Tartós preparátum készítés

Mielőtt elkezdenénk tartós preparátumot készíteni a feltárt mintákból, előtte a teljesen új tárgy-, és fedőlemezeket etanollal célszerű áttörölni (zsírtalanítás); valamint a tárgylemezeket előre fel kell iratozni. Ha az adott laboratóriumi protokoll nem rendelkezik másként, akkor a tárgylemez feliratnak az alábbiakat célszerű tartalmaznia: mintavételi hely, mintavétel dátuma, minta kódja. Természetesen ezen adatoknak a nyilvántartó rendszerben (számítógépes adatbázis) is szerepelnie kell egyéb, a mintára (mintavétel körülményeire, ld. jegyzőkönyv adatai) vonatkozó adatok mellett.



A tartós preparátum készítésének lépései:

1. A feltárt (roncsolt és átmosott) mintából hígítsunk ki egységnyi térfogatot úgy, hogy 1000× nagyításon 10-15 valva legyen egy látómezőben. A minta alapos homogenizálására ügyeljünk.
2. A hígított mintát alaposan rázzuk fel, majd cseppentsünk ki belőle a tiszta, etanollal áttörölt fedőlemezre annyit, hogy kb. a 2/3-át kitöltse.
3. Lassú melegítéssel szárítsuk be a cseppet. Ha lehetőség van rá, akkor még beágyazás előtt ellenőrizzük a valva-sűrűséget. Ha túl híg, akkor még egy cseppet szárítsunk be. A nagyon híg mintákat tömörítsük ahelyett, hogy 3-nál több cseppet szárítunk be. Ha túl sűrű, akkor hígítsuk ki a mintát és kezdjük előlről a preparátum készítését.
4. Ha a valva-sűrűség megfelelő, akkor a beágyazó gyantából fogpiszkálóval (vagy egyéb hegyes, vékony eszközzel) tegyünk egy cseppet a fedőlemez közepére, majd a tárgylemezt óvatosan fordítsuk rá a fedőlemezre. A tárgylemezt rakjuk rá a rezsóra, majd buborékolásig forraljuk a gyantát. Ekkor vegyük le a rezsóról, hagyjuk hűlni. Nagyon óvatos nyomkodással segíthetjük a buboréktalanítást (a gyanta oldószere – toluol, xilol – párolog el ekkor), de ügyelni kell, hogy a gyantát (és vele a mintát) ne nyomjuk ki a fedőlemez alól. A folyamatot még 1-2 alkalommal ismételjük meg. Igyekeznünk kell, hogy ne maradjon buborék a mintában, mert akadályozza a mikroszkópos vizsgálatot.
5. A beágyazó gyanta többféle fantázia néven kapható gyártótól/forgalmazótól függően, de nagyon fontos, hogy a törésmutatója 1,7 körül legyen (pl. Styrax, Naphrax, Pleurax, Zrax, Hyrax).
6. Ha a gyanta kifolyt a fedőlemez alól, megszilárdulás után az oldószerével eltávolítható.

A preparátum akkor jó, ha 1000× nagyításon 10-15 valva van egy látómezőben, kevés az oldalára fordult valva (nem határozható, kivéve *Rhoicosphenia abbreviata*), kevés a dupla héj. Ha túl sűrű a minta, vagy nem megfelelő a roncsolás (nem üresek a vázak; vastag falú egyéb, nem-kovaaga taxonok vannak jelen a mintában), vagy túl sok a dupla héj, túl sok az oldalára fordult valva, akkor új preparátumot kell készíteni.

Egyéb javaslatok, a feltárt minta további sorsa:

1. Célszerű több mintát készíteni, melyek akár hígítási sort is alkothatnak (eredeti sűrűség, 10× és 100× hígítás).
2. Ha az előzetes ellenőrzéskor a minta sok fajt és/vagy egyedet tartalmaz (pl. *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Urosolenia*, stb.), akkor a kíméletesebb „hideg hidrogén-peroxidos feltárás” javasolt (MSZ EN 13946:2014; Ács és Kiss 2004).
3. A tárgylemeztartó dobozt célszerű feliratozni (legalább a mintakódokat rá kell vezetni).
4. A megmaradt feltárt (roncsolt és átmosott) mintát be kell sűríteni (ülepítés, dekantálás). Majd a pelletet (a mintát) kétfelé kell szedni és mindkét részt jól záródó üvegedénybe kell átpipettázni (ügyelni kell, hogy ne tudjon beszáradni a minta). A mintához adjunk vagy 70%-os etanolt (végkoncentráció 20%), vagy 4%-os formalint, vagy H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ot. Majd sötét, hűvös helyen tároljuk a mintákat. Így két ismétlésben lesz meg a mintánk (biztonság). Ezek a módszerek alkalmasak arra, hogy ha szükség van a minta elektronmikroszkópos ellenőrzésére, akkor az elvégezhető legyen azután is, hogy az eredeti tartósított minta már selejtezésre került.

*Minta előkészítéséhez szükséges eszközök*

- ❖ hőálló üvegedény
- ❖ centrifuga (amennyiben centrifugálással tömörítünk)
- ❖ centrifugacső, vagy Eppendorf-cső (centrifuga típusától függően)
- ❖ rezsó/vízfürdő/szárítószekrény
- ❖ automata pipetta és pipetta hegyek
- ❖ elszívófülke
- ❖ hidrogén-peroxid (30-35%)

- ❖ 1 mólos sósav oldat
- ❖ desztillált-, vagy ioncserélt víz
- ❖ tárgylemez
- ❖ fedőlemez
- ❖ 70%-os etanol
- ❖ alkoholos filc
- ❖ hőálló, vagy pamut védőkesztyű
- ❖ beágyazó gyanta
- ❖ fogpiszkáló
- ❖ fogócsipesz

## 1.8. Minta feldolgozása

A minták kvantitatív és kvalitatív vizsgálata a mintában jelenlévő alga egységek (units) számolásán alapszik. Ebben az esetben egy számolási egységnek egy kovaalga valva számít. Azaz, amennyiben a frusztulum nem esett szét, és határozható az adott egyed, úgy az két egységnek számít.

A meghatározáshoz és a számoláshoz olyan mikroszkópra van szükségünk, melyhez 100-as objektív (min. 1,3-as numerikus apertúra - NA), 100-as DIC (Differenciál Interferencia Contrast) és kondenzor is tartozik és van benne okulár mikrométer. Ügyeljünk arra, hogy az okulár mikrométer skálabeosztását minden objektívhez kalibrálni kell. Optimális esetben a kondenzor NA is változtatható. Ebben az esetben minden objektív NA-hoz a kondenzort NA-ját is be kell állítani.

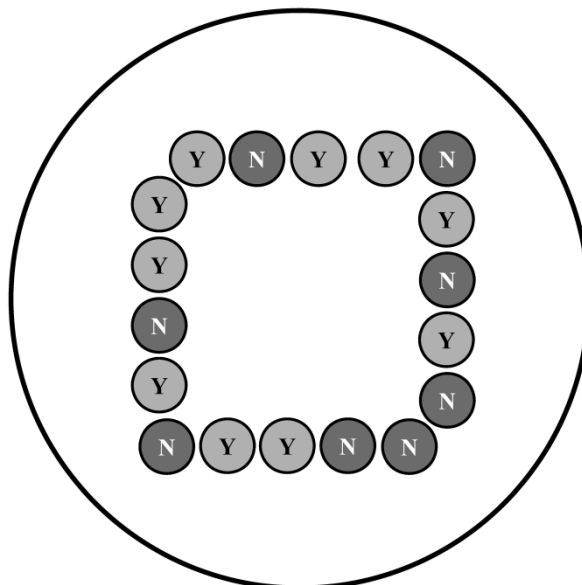
A számolás és határozás 1000-1500×-os nagyításon és immerziós olajban történik. A jobb felbontóképesség és a kisebb színhiba miatt ajánlott az apochromát lencsék használata.

Vízfolyások esetében 400 valvát (de min. 300), állóvizek esetében 500 valvát (de min. 400) célszerű leszámolni.

### 1.8.1. Számolási stratégiák:

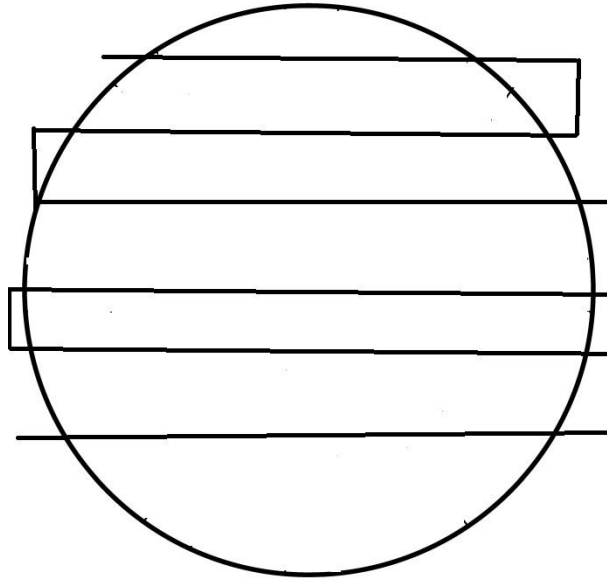
1. random kiválasztott mezők

**1. ábra.** Random kiválasztott mezők számolása (Brierley et al. 2007 nyomán)



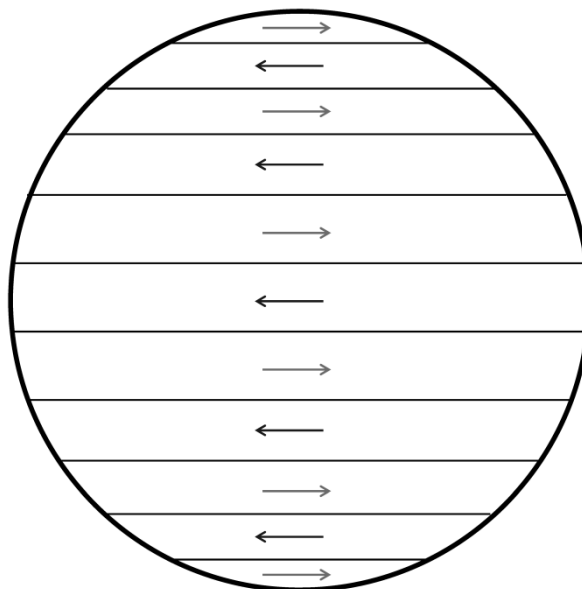
## 2. transzekt számolása

**2. ábra.** Transzekt számolása (Brierley et al. 2007 nyomán)



## 3. teljes preparátum leszámolása

**3. ábra.** Teljes preparátum leszámolása (Brierley et al. 2007 nyomán)



Mivel a hazai minősítésben használt indexek fajalapúak, ezért az egyes kovaalga unit-okat lehetőség szerint min. faj szintig kell határozni, azonban sok esetben faj alatti taxonómiai egység is megadható, ill. ennek megadására is szükség lehet.

A nem faj, vagy faj alatti szintig meghatározott algaegységek száma, vagyis a genus szintig határozott valvák száma nem haladhatja meg az össz-valvaszám 12%-át (MSZ EN 14407:2014 ). Amennyiben a nem elégséges határozás oka a preparátum rossz minősége (pl. túl sok valva egy látómezőben, nem

teljes roncsolás, sok valva oldalnézetből látható, stb.), akkor a minta előkészítését meg kell ismételni. Amennyiben a nem elégséges határozás oka taxonómiai problémák felmerülése, úgy szakértők segítségét kell kérni és amennyiben szükséges, elektronmikroszkópos vizsgálatokat kell végezni. A kérdés minél gyorsabb megválaszolásának érdekében célszerű min. 5-10 valvát lefotózni (ha van), a nagyítást és a méreteiket, ill. minden olyan adatot, ami a határozásban segíthet (striaszám/10 $\mu$ m; rafé végi része, areolák száma, helyzete, stb.) lejegyezni, valamint felírni, hol helyezkednek el a mintában.

Az oldalnézetben álló, nem határozható frusztulumokat is fel kell jegyezni. Lehetőleg genus szinten. De a minimálisan leszámolandó valavszámba csak abban az esetben szabad beleszámolni, ha a nem határozható valvák száma (oldalra fordult egyedek+kérdéses taxonómiájú egyedek) nem haladja meg a 12%-ot. Az összvalvaszámba viszonyítva azonban az oldalra fordult egyedek száma nem haladhatja meg az 5%-ot. Amennyiben meghaladja, a minta-előkészítést és a preparátum készítését meg kell ismételni.

Törött valvák esetében, ha legalább  $\frac{3}{4}$  része látható a valvának (csúcsi rész és középső rész) és határozható, akkor algaegységnek beszámolható. Kivéve az *Asterionella*, *Nitzschia* és *Diatoma* fajokat, ill. az olyan fajokat, ahol a középső rész nem egyértelműen mérvadó. Ezeket csak akkor szabad számolni, ha majdnem hiánytalan a valva. Ha a minta sok törött valvát tartalmaz és nem írtuk fel az eredeti minta mikroszkópos ellenőrzésekor, hogy ez várható, az előkészítési és preparálási lépéseket meg kell ismételni, vagyis új preparátumot kell készíteni.

Ha egy faj erőteljesen domináns egy mintában (300 valváig számolva 200 egy fajba tartozik), akkor a számolást addig kell folytatni, míg a többi taxon összvalvaszáma el nem éri a 300-at. A domináns taxon számolását 200-nál abba kell hagyni és a végén 3-mal meg kell szorozni (MSZ EN 14407:2014). Ez az eljárás lehetővé teszi a szubdomináns taxonok relatív gyakorisága is kifejeződjön az értékelés során. Amennyiben szükség volt ennek a módszernek az alkalmazására, úgy azt mindenképp jelölni kell a jegyzőkönyvben, ill. az adatbázisban.

Arról, hogy a planktonikus fajokat (jellemzően, de nem kizárólag, centrikus taxonok) figyelembe kell-e venni a bentikus kovaalga alapú állapotértékelésben, megoszlanak a vélemények. Jelenlétük vízfolyások esetén számos olyan körülményre világíthat rá, melyek adott hely ökológiai állapotának mind pontosabb értékelését teszi lehetővé (pl. tározó hatás, duzzasztás hatás, stb.). Így vízfolyások esetében javasolt számolásuk. Azonban ha nagy relatívgyakorisággal vannak jelen a mintákban, akkor az mindenképpen magyarázatra szorul és a jegyzőkönyvbe, ill. az adatbázisba el kell jegyezni. Ha mintavételi hiba okozta, és lehetőség van rá, a mintavételt meg kell ismételni. Ha nincs lehetőség a mintavétel megismétlésére, akkor szakértői döntésen alapul, hogy az adott minta az éves értékelésbe beszámítható-e. De a mintát mindenképp meg kell nézni. Ha a planktonikus algák aránya a vízfolyásokból származó mintákban meghaladja a 25%-ot, úgy az jelentősen módosíthatja az indexértékeket. Ezért amennyire lehetséges, az ide tartozó fajokat is igyekezni kell faji szinten meghatározni. Kiemelten fontos ez, ha az adott víz hidromorfológiai beavatkozástól érintett (pl. tározás). Ha csak magasabb taxonómiai szintig lehetséges a határozás, akkor a fent ismertetett ajánlásokat követve szakértői segítséget kell kérni.

Tavak esetében a planktonikus fajokat csak fel kell jegyezni (fajok és valavsámuk), de nem kell beleszámítani a minimálisan számolandó 500 valvába.

Amennyiben a mintában nagyobb számban vannak jelen nagyméretű fajok (*Gyrosigma* spp., *Didymosphenia geminata*), akkor célszerű a mintát a számolás befejeztével kisebb nagyítás mellett is átnézni és a nagy taxonokat feljegyezni a fajlistába (de az EQR számításba nem kell bevenni).

### 1.8.2. Mikroszkópos vizsgálat menete (számolás)

1. Ellenőrizzük a mikroszkóp beállításait, és hogy a lencse tiszta-e.
2. Írjuk fel a minta adatait a címkéjéről egy új, üres oldalra.
3. Cseppentsünk immerziós olajat a fedőlemezre.
4. Válasszunk ki egy kezdő pontot, ahonnan a számolást indítjuk.
5. 1000× nagyításon jegyezzünk le minden taxont és azok számát, amit a látómezőben látunk.
6. A dupla héjak, törött valvák, nem meghatározható taxonok esetében a fent leírtak szerint járjunk el.
7. Amennyiben kezdő határozó és számoló nézi át a mintát, tanácsos először csak a mintában lévő fajokkal ismerkedni. A számolást csak eztán kezdje el.
8. A számolás végeztével tekerjük le a tárgyasztalt, tekerjük le a fényerőt, vegyük ki a mintát, tisztítsuk meg mind a preparátumot, mind a lencsét (pl. benzines papírvatta).

### 1.8.3. Minta feldolgozásához szükséges eszközök

- ❖ fénymikroszkóp (100-as olajimmerziós lencse, DIC, okulár mikrométer, fényképezőgép)
- ❖ immerziós olaj cseppentővel
- ❖ lencsetisztító kendő (vatta)
- ❖ sebbenzin
- ❖ füzet vagy számítógép
- ❖ megfelelő határozókönyvek

### 1.8.4. Szükséges határozókönyvek

Minimálisan szükséges határozók: a Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae kötetei (összes).

DE a korrekt határozáshoz elengedhetetlen ma már:

- ❖ a Diatoms of Europe,
- ❖ az Iconographia Diatomologica és
- ❖ a Diatom Monograph összes kötete.

Javasolt még:

- ❖ az Atlas des diatomées összes kötete (letölthető: <http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/atlas-des-diatomees-a3480.html>),
- ❖ a Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa és
- ❖ a Taxonomical and distribution guide of diatoms in soda pans of Central Europe (letölthető: [http://real.mtak.hu/31300/1/StudiaBotHung\\_2015\\_Vol\\_46\\_Suppl\\_3.pdf](http://real.mtak.hu/31300/1/StudiaBotHung_2015_Vol_46_Suppl_3.pdf)).

## 1.9. Minták értékelése

### 1.9.1. Taxonómiai eredmények értékelése

A bentikus kovaalgák meghatározó szerepet játszanak az édesvízi ökoszisztémák anyagforgalmában és a vízi táplálékhálózatban (Bolla et al. 2010). Mivel a bentikus kovaalga közösség taxonómiai összetétele érzékenyen reagál a környezeti paraméterek változásaira, valamint alapvetően jelentős százalékban vannak jelen a bevonatban, és a többi bentikus algacsoporthoz képest viszonylag egyszerűen vizsgálhatóak, ezért ezen algacsoport felszíni vizeink ökológiai állapotértékelésének egyik alapját képezi (Várbíró et al. 2012). Természetesen a kovaalga fajokra is általánosan igaz, ahogy más élőlényekre is, hogy az egyes környezeti változókkal szembeni érzékenységük, tűrőképességük fogja meghatározni, adott élőhelyen előfordulnak-e, vagy sem, ill. hogy adott élőhelyen várható-e az előfordulásuk, vagy sem. Ezen környezeti tényezők közül némely közvetlen kapcsolatban áll a

vízminőséggel (pl. tápanyag), más változók azonban nem (pl. vízsebesség, legelés, árnyékolás). Előfordulhat olyan eset, hogy a környezeti feltételek egy, vagy csupán néhány faj erőteljes dominanciájának kedveznek. Ilyenkor mindig meg kell vizsgálni, hogy pontosan mi áll ennek a jelenségnek a hátterében, ez a víz minőségével áll közvetlen összefüggésben, vagy egyéb tényezőkkel. **Éppen ezért egy mintavételen alapuló adatsorból nem lehet általános következtetéseket levonni.** Erre jó példa az alapvetően oligotróf, oligo-, mezotróf vizekből leírt *Achnanthydium minutissimum* (Kelly és Whitton 1995) melyről kiderült, hogy tápanyag optimuma meghaladja ezt a trofitási szintet (Carrick et al. 1988). Előfordulását a fizikai zavarás (erős áramlás) határozza meg (bővebben: Besse-Lototskaya et al. 2011). A *Cocconeis placentula* faj erőteljes dominanciája szintén nem feltétlen a víz minőségével/tápanyag-tartalmával van kapcsolatban. Ez a faj tág ökológiai valenciájú, egymástól nagyon eltérő trofitású vizekben is előfordul. Mivel teljes felülettel tapad az aljzathoz, ezért jól tűri a legelést, ill. egyéb fizikai zavarást, vagyis erőteljes dominanciája sok esetben elsősorban ennek köszönhető (1. táblázat; Ács et al. 2015). A mintában nagy valavszámmal előforduló *Navicula lanceolata* sem elsődlegesen a víz trofitásával van szoros összefüggésben (bár a tápanyagban gazdag élőhelyeket részesíti előnyben). Ugyanakkor ez a faj jól tolerálja az alacsony hőmérsékletet, így télen és tavasszal dominánsá válhat a közösségekben (1. táblázat; Ács et al. 2015). További példák az 1. táblázatban olvashatók.

Az olyan mintákat, melyeknél felmerül a gyanú, hogy egy, vagy néhány faj dominanciája nem elsődlegesen és közvetlenül a víz tápanyag-tartalma határozta meg, hanem egyéb fizikai, kémia, vagy biológiai tényező, akkor az a mintát az értékelésből ki kell zárni.

**1. táblázat** Néhány nem-tápanyagfüggő környezeti faktor, a taxonok erre adott válasza, valamint jellegzetes fajok, melyek előnyben részesítik az adott környezeti feltételeket (Ács et al. 2015 alapján, módosítva).

Környezeti faktor	Válasz	Példa taxon, mely előnyben részesíti ezeket a feltételeket
1. Az alzat milyensége	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Kemény alzat, melyet az aljzathoz kötődő fajok preferálnak</li> <li>❖ Iszapos felületek, melyeket a mozgékony fajok preferálnak</li> </ul>	<i>Gomphonema</i>  <i>Navicula, Nitzschia</i>
2. Fonalas algák v. más makrofiton jelenléte	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Bizonyos taxonok jellemzően epifitikusak</li> </ul>	<i>Cocconeis pediculus</i>
3. Vízsebesség	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ A lassú áramlást a gyengén kötődő kovaalgák részesítik előnyben</li> <li>❖ A gyors áramlást a szorosan tapadó taxonok preferálják</li> </ul>	<i>Melosira varians</i>  <i>Cocconeis</i>
4. Predáció	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Néhány faj rezisztensebb, mint mások</li> </ul>	<i>Cocconeis placentula</i>

Környezeti faktor	Válasz	Példa taxon, mely előnyben részesíti ezeket a feltételeket
5. Szerves szennyezés	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Néhány faj képes heterotróf módon táplálkozni</li> <li>❖ Néhány faj a kis szerves-anyag tartalmat részesíti előnyben</li> </ul>	<i>Nitzschia palea</i> <i>N. fonticola</i>
6. Nehézfém	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Néhány faj teratológias lesz nehézfém jelenlétében</li> <li>❖ Néhány faj képes tolerálni</li> </ul>	<i>Fragilaria capucina</i> <i>Achnantheidium minutissimum</i>
7. Szalinitás	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Néhány taxon jellemzően jól tűri a nagy sótartalmat</li> </ul>	<i>Pleurosigma</i> , <i>Chaetoceros muelleri</i>
8. pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Néhány taxon az alacsony pH-t részesíti előnyben</li> </ul>	<i>Eunotia</i> , <i>Pinnularia</i> , <i>Nupela</i> , <i>Kobayasiella</i>
9. hőmérséklet	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Néhány taxonnak kompetitív előnye van alacsony hőmérsékleten</li> </ul>	<i>Navicula lanceolata</i> , <i>N. gregaria</i>
10. kiszáradás	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Néhány faj képes tolerálni a teljes kiszáradást is</li> <li>❖ (aerophyta fajok)</li> </ul>	<i>Pinnularia borealis</i> , <i>Hantzschia amphyoaxis</i> , <i>Orthoseira roseana</i> , <i>Humidophila contenta</i>

### 1.9.2. Bentikus kovaalga-alapú állapotértékelés

Az állapotértékelésben használt mérőszámok jelentős része az egyes taxonok relatív gyakoriságán alapszik és a Zelinka és Marvan egyenlettel (1961, Coste által módosítva 1982) számolható.

$$index = \frac{\sum_{j=1}^n p_j \times s_j \times v_j}{\sum_{j=1}^n p_j \times v_j}$$

$p_j$ : a j taxon relatív gyakorisága a mintában

$s_j$ : a j taxon érzékenysége (optimum)

$v_j$ : j taxon indikátor értéke (toleranciája)

Az OMNIDIA szoftver (Lecoite et al. 2003) ~ 23 000 fajt, ~6500 kovaalga taxon s és v értékeit tartalmazza, valamint 18 kovaalga indexet számol, köztük azokat is, melyeken a hazai minősítő rendszer alapul (kivéve TDIL<sub>1-20</sub> és H indexek, ld. alább). Ezért javasoljuk vagy közvetlenül az OMNIDIA program használatát, vagy OMNIDIA alapú program használatát az indexszámolások és értékelések során.

A kovaalga-alapú állapotértékelésben használt metrikák megfelelő érzékenységgel jelzik a vízminőséget, ill. az abban bekövetkező változást. Jó korrelációt mutatnak a vizek tápanyagtartalmával, a szerves anyag terheléssel, sótartalommal, savasodással. A hazai értékelésben használt indexek megfeleltek az EU elvárásainak, interkalibráltak (JRC Technical Report 2014).

#### Vízfolyások kovaalga-alapú állapotértékelés

A hazai vízfolyások állapotértékelésre használt kovaalga indexek az IPS (Cemagref 1982) és az IPSITI (Várbíró et al. 2012). Ez utóbbi az IPS indexen kívül az SI (Rott et al 1997) és a TI (Rott et al. 1998) indexeket használja a végső érték megadásakor. Az indexek értéke 1 (legrosszabb) és 20 (legjobb) közé esik. Számolási módjukat a 2. táblázat tartalmazza.

**2. táblázat** Hazai vízfolyások kovaalga indexeinek alapképlete.

Index	Végső képlet	Vonatkozó irodalom
TI	$TI = 21.583 - \sum TI \times 5.278$	Rott et al. 1999
SI	$SI = 26.786 - \sum SI \times 6.786$	Rott et al. 1997
IPS	$IPS = 4.75 \times \sum IPS - 3.75$	Cemagref, 1982
IPSITI	$IPSITI = (IPS + SI + TI)/3$	Várbíró et al. 2012

Az egyes vízfolyás típusokban (3. táblázat) használt indexek, és/vagy határértékeik eltérőek. Ezeket a típus szerinti eltéréseket a 4. táblázatban foglaltuk össze. Mivel víztípusonként az egyenletek eltérnek, ezért a metrikákat folyamatosan számoltuk. Az indexek alapszámítása természetesen megegyezik (2. táblázat).

**3. táblázat** Hazai vízfolyások típusai, azok jellemzői. Jelmagyarázat: S – 10-100 km<sup>2</sup>; M – 100-1000 km<sup>2</sup>; L – 1000-10 000 km<sup>2</sup>; N – 10 000-100 000 km<sup>2</sup>; F – felső szakasz; K – középső szakasz; A – alsó szakasz

Típus	Tengerszint magasság feletti	Geokémiai jelleg	Mederanyag	Vízgyűjtő mérete	Mederesés
1S	dombvidéki-hegyvidéki	szilikátos	durva	kicsi (S)	nagy esésű
2S	dombvidéki-hegyvidéki	meszes	durva	kicsi (S)	nagy esésű
2M	dombvidéki-hegyvidéki	meszes	durva	közepes (M)	nagy esésű
3S	dombvidéki	meszes	durva közepes finom	- kicsi (S)	közepes esésű
3M	dombvidéki	meszes	durva közepes finom	- közepes (M)	közepes esésű
4L	dombvidéki	meszes	durva	nagyon nagy (N) - nagy (L)	közepes esésű
5S	síkvidéki	meszes	durva	kicsi (S)	kis esésű
5M	síkvidéki	meszes	durva	közepes (M)	kis esésű
6S	síkvidéki	meszes	közepes-finom	kicsi (S)	kis esésű
6M	síkvidéki	meszes	közepes-finom	közepes (M)	kis esésű
7L	síkvidéki	meszes	közepes-finom	nagy (L)	kis esésű
8N	síkvidéki	meszes	közepes-finom	nagyon nagy	kis esésű



9F	síkvidéki	meszes	durva	(N) Duna méretű	közepes esésű
9K	síkvidéki	meszes	durva	Duna méretű	kis esésű
10A	síkvidéki	meszes	közepes-finom	Duna méretű	kis esésű

**4. táblázat** Egyes típusokban (kova és hidromorfológiai típus) használt indexek, értéktartományuk és egyenletük.

Kova típus	Típus	Metrika	Egyenlet	Index határérték	EQR tartomány	
1	1S	IPS_1	referencia	$y=0.1176 \times x - 1.0588$	$\geq 16,4$	
			kiváló	$y=0.1176 \times x - 1.0588$	$\geq 15,8$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$y=0.1176 \times x - 1.0588$	$\geq 14,1$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$y=0.0426 \times x$	$\geq 9,4$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$y=0.0426 \times x$	$\geq 4,7$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
	rossz	$y=0.0426 \times x$	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$		
2	2S, 2M	IPSITI_1	referencia	$y=0.0909 \times x - 0.4545$	$\geq 14,3$	
			kiváló	$y=0.0909 \times x - 0.4545$	$\geq 13,8$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$y=0.0909 \times x - 0.4545$	$\geq 11,6$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$y=0.0519 \times x + 0.0017$	$\geq 7,7$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$y=0.0519 \times x + 0.0017$	$\geq 3,9$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
	rossz	$y=0.0519 \times x + 0.0017$	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$		
3	3S, 3M, 5S, 5M	IPSITI_2	referencia	$y=0.25 \times x - 2.175$	$\geq 12,2$	
			kiváló	$y=0.25 \times x - 2.175$	$\geq 11,9$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$y=0.25 \times x - 2.175$	$\geq 11,1$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$y=0.0541 \times x$	$\geq 7,4$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$y=0.0541 \times x$	$\geq 3,7$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
	rossz	$y=0.0541 \times x$	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$		
4	4L	IPSITI_3	referencia	$y=0.0909556 \times x - 0.1167$	$\geq 16,6$	
			kiváló	$y=0.0909556 \times x - 0.1167$	$\geq 16,5$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$y=0.0909556 \times x - 0.1167$	$\geq 12,9$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$y=0.058 \times x - 0.0019$	$\geq 8,6$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$y=0.058 \times x - 0.0019$	$\geq 4,3$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
	rossz	$y=0.058 \times x - 0.0019$	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$		
5	6S, 6M	IPSITI_4	referencia	$y=0.125 \times x - 0.7$	$\geq 12,5$	
			kiváló	$y=0.125 \times x - 0.7$	$\geq 12,0$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$y=0.125 \times x - 0.7$	$\geq 10,4$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$y=0.058 \times x - 0.0019$	$\geq 6,9$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$y=0.058 \times x - 0.0019$	$\geq 3,5$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
	rossz	$y=0.058 \times x - 0.0019$	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$		
6	7L, 8N	IPSITI_5	referencia	$y=0.0465 \times x + 0.2279$	$\geq 12,6$	
			kiváló	$y=0.0465 \times x + 0.2279$	$\geq 12,3$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$y=0.0465 \times x + 0.2279$	$\geq 8,0$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$y=0.0755 \times x - 0.0025$	$\geq 5,3$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$y=0.0755 \times x - 0.0025$	$\geq 2,7$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
	rossz	$y=0.0755 \times x - 0.0025$	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$		
7	9F, 9K	IPS_2	referencia	$y=0.0769 \times x - 0.4$	$\geq 15,8$	
			kiváló	$y=0.0769 \times x - 0.4$	$\geq 15,6$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$y=0.0769 \times x - 0.4$	$\geq 13,0$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$y=0.0462 \times x$	$\geq 8,7$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$

Kova típus	Típus	Metrika	Egyenlet	Index határérték	EQR tartomány
	gyenge		$y=0.0462 \times x$	$\geq 4,3$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
	rossz		$y=0.0462 \times x$	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$
8	referencia	IPS_3	$y=0.5 \times x - 5.75$	$\geq 13,2$	$0,8 \leq \text{EQR}$
	kiváló		$y=0.5 \times x - 5.75$	$\geq 13,1$	
	jó		$y=0.5 \times x - 5.75$	$\geq 12,7$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
	mérsékelt		$y=0.0472 \times x$	$\geq 8,5$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
	gyenge		$y=0.0472 \times x$	$\geq 4,2$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
	rossz		$y=0.0472 \times x$	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$

#### Vízfolyások kovaalga-alapú ökológiai potenciáljának megadása

Mivel az erősen módosított, vagy mesterséges vízfolyások mérőszámai egyes terhelések mentén (pl. dombvidéki kis-, közepes vízfolyások -  $\text{PO}_4^{3-}$ ; síkvidéki kis-, közepes vízfolyások - vezetőképesség) jóval alacsonyabbak voltak, mint a természetes vízfolyásoké, ezért az ökológia potenciáljuk megadásakor a számított EQR értékeket meg kell emelni 0,05-0,07 közötti értékkel (5. táblázat) és az így korrigált EQR értéket vesszük figyelembe a minősítés eredményének a megadásánál (4. táblázat EQR tartományai alapján).

**5. táblázat** A mesterséges, vagy erősen módosított vízfolyások ökológiai potenciáljának megadásához használt indexek korrekciós értéke.

Típus	Fitobenton korrekciós értéke
1S	EQR+0,07
2S	EQR+0,07
2M	EQR+0,07
3S	EQR+0,09
3M	EQR+0,09
4L	EQR+ <b>0,05</b>
5S	EQR+0,05
5M	EQR+0,05
6S	EQR+0,05
6M	EQR+0,05
7L	EQR+ <b>0,05</b>
8N	EQR+ <b>0,05</b>
9F	EQR+ <b>0,05</b>
9K	EQR+ <b>0,05</b>
10A	EQR+ <b>0,05</b>

#### Állóvizek kovaalga-alapú állapotértékelés

A hazai állóvizek állapotértékelésre használt kovaalga indexek a MIL (JRC Technical Report 2014), a MIB (JRC Technical Report 2014), a MISL (JRC Technical Report 2014) és H (JRC Technical Report 2014).

Multimetrikus indexekről lévén szó, számításuk az IBD (Prygiel és Coste 1999), és/vagy  $\text{TDIL}_{1-20}$  (Stenger-Kovács et al. 2007), és/vagy az EPI-D (Dell'Uomo 1996), és/vagy H (Ziemann et al. 2001) indexeken alapszik, ezek értékeit kell használni a végső érték megadásakor. Az indexek értéke 1 (legrosszabb) és 20 (legjobb) közé esik.

Számolási módjukat a 6. **táblázat** tartalmazza. Az EPI-D, IBD és TDIL indexekhez szükséges taxononkénti érzékenység és indikátor értékeket az OMNIDIA program tartalmazza. A H index számítása Ziemann és mtsai (2001) munkáján alapul (ld. alább).

**6. táblázat** Hazai állóvizek kovaalga indexeinek alapképlete.

Index	Végső képlet	Vonatkozó irodalom
EPI-D	$EPI-D = 20 - 4.75 \times \sum EPI-D$	Dell'Uomo 1996
IBD	$IBD = 4.75 \times \sum IBD - 8.5$	Prygiel & Coste 1999
TDIL <sub>1-20</sub>	$TDIL_{1-20} = 3.8 \times \sum TDIL_{1-20} + 1$	Stenger-Kovács et al. 2007
H	$H = 9.5 \times x + 10.5$	Ziemann et al. 2001
MIL	$MIL = (TDIL_{1-20} + IBD + EPI-D)/3$	JRC Technical Report 2014
MIB	$MIB = (EPI-D + IBD)/2$	JRC Technical Report 2014
MISL	$MISL = (H + IBD)/2$	JRC Technical Report 2014

A H index „x” értékének megadása a következőképpen zajlik:

Az OMNIDIA program tartalmazza az egyes fajok Van Dam féle halobitás értékeit. Ezek alapján az egyes taxonokat 5 csoportba lehet sorolni:

- 1=Halofob
- 2=Oligohalob
- 3=Halofil
- 4=Mezohalob
- 5=Brackish

A *Nitzschia austriaca* fajnak, melyet az OMNIDIA nem skáláz be, 4-es értéket adunk (Mezohalob), a *Nitzschia pusilla* értékénél pedig Trobajo és mtsai (2011) alapján el kell térni a Van Dam féle besorolástól: ez a faj 3-as értéket kap (Halofil).

Az egyes taxonok relatív gyakoriság értékeit (%-ban megadva) a következő táblázat alapján abundanciákká transzformáljuk (7. **táblázat**).

**7. táblázat** Relatív gyakoriság (%-ban megadva) abundanciává transzformálása.

Taxon relatív gyakorisága (%)	Áttranszformált abundancia
≤1	2
>1 és ≤2,5	3
>2,5 és ≤10	5
>10 és ≤25	7
>25	9

$$H = 9.5 \frac{\sum 3,4,5 \text{ taxonok abundanciája} - \sum 1,2 \text{ taxonok abundanciája}}{\sum \text{összes taxon abundanciája}} + 10.5$$

Az egyes vízfolyás típusokban (8. táblázat) használt indexek, és/vagy határértékeik eltérőek. Ezeket a típus szerinti eltéréseket a 9. táblázatban foglaltuk össze.

**8. táblázat** Hazai tótípusok és azok jellemzői.

Típus	Méret	Tengerszint magasság	feletti	Geokémiai jelleg	Vízmélység	Vízforgalom
1	>10 km <sup>2</sup>	síkvidéki		meszes	3-5 m	állandó
2	>10 km <sup>2</sup>	síkvidéki		szikés	1-3 m	állandó
3	<10km <sup>2</sup>	síkvidéki		szikés	<1 m	időszakos
4	<10km <sup>2</sup>	síkvidéki		szikés	1-3 m	állandó
5	<10km <sup>2</sup>	síkvidéki		meszes-szerves	<1 m, 1-3 m	állandó
6	<10km <sup>2</sup>	síkvidéki és dombvidéki		meszes	3-5 m, >5 m	állandó
7	>10 km <sup>2</sup>	síkvidéki és dombvidéki		meszes	3-5 m, >5 m	állandó
8	<10km <sup>2</sup>	dombvidéki és síkvidéki		meszes	<1 m, 1-3 m	időszakos

**9. táblázat** Egyes típusokban (kova és hidromorfológiai típus) használt indexek, értéktartományuk és egyenletük.

Kova típus	Típus	Metrika	Egyenlet	Index érték	EQR tartomány
1	1	referencia	$y=0.1503 \times x - 0.9789$	$\geq 17$	
		kiváló	$y=0.1503 \times x - 0.9789$	$\geq 16,9$	$0,8 \leq \text{EQR}$
		jó	$y=0.1503 \times x - 0.9789$	$\geq 15$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
		mérsékelt	$y=0.04 \times x$	$\geq 10$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
		gyenge	$y=0.04 \times x$	$\geq 5$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
		rossz	$y=0.04 \times x$	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$
2	2	referencia	$y=0.0465 \times x - 0.2279$	+ $\geq 12,4$	
		kiváló	$y=0.0465 \times x - 0.2279$	+ $\geq 12,3$	$0,8 \leq \text{EQR}$
		jó	$y=0.0465 \times x - 0.2279$	+ $\geq 8$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
		mérsékelt	$y=0.0749 \times x - 0.0007$	+ $\geq 5,3$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
		gyenge	$y=0.0749 \times x - 0.0007$	+ $\geq 2,7$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
		rossz	$y=0.0749 \times x - 0.0007$	+ $\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$
3	3	referencia	$y=0.0313 \times x - 0.3531$	+ $\geq 14,8$	
		kiváló	$y=0.0313 \times x - 0.3531$	+ $\geq 14,3$	$0,8 \leq \text{EQR}$
		jó	$y=0.0313 \times x - 0.3531$	+ $\geq 7,9$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
	mérsékelt	$y=0.0769 \times x - 0.0077$	+ $\geq 5,3$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$	

Kova típus	Típus	Metrika	Egyenlet	Index érték	EQR tartomány	
4	4	MISL_2	gyenge	$y=0.0769 \times x$ 0.0077	+ $\geq 2,7$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
			rossz	$y=0.0769 \times x$ 0.0077	+ $\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$
			referencia	$y=0.0769 \times x$ 0.0154	- $\geq 10,7$	
			kiváló	$y=0.0769 \times x$ 0.0154	- $\geq 10,6$	$0,8 \leq \text{EQR}$
	jó		$y=0.0769 \times x$ 0.0154	- $\geq 8$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$	
	mérsékelt		$y=0.0755 \times x$ 0.0033	- $\geq 5,3$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$	
	gyenge		$y=0.0755 \times x$ 0.0033	- $\geq 2,7$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$	
	rossz		$y=0.0755 \times x$ 0.0033	- $\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$	
5	5,6,7,8	MIL	referencia	$y=0.1282 \times x$ 0.9821	- $\geq 14,4$	
			kiváló	$y=0.1282 \times x$ 0.9821	- $\geq 13,9$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$y=0.1282 \times x$ 0.9821	- $\geq 12,3$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$=0.0486 \times x$	$\geq 8,2$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$0.0486 \times x$	$\geq 4,1$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
			rossz	$0.0486 \times x$	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$

#### Állóvizek kovaalga-alapú ökológiai potenciáljának megadása

Az erősen módosított, vagy mesterséges állóvizek ökológiai potenciáljának megadásakor ugyanazokat a metrikákat és index, valamint EQR határértékeket kell használni, mint a természetes, vagy csak kis mértékben módosított vizek ökológiai állapotának értékelésekor.

## 1.10. Stresszor-specifikusság

### 1.10.1. Vízfolyások

#### Rövidítések jegyzéke

BOI<sub>5</sub> – Biológiai oxigénigény (5 napos)

HN<sup>+</sup><sub>4</sub>N – ammónium-nitrogén

Int.mg – Mezőgazdasági művelés

KOI<sub>Cr</sub> – Kémiai oxigénigény (kromátos)

TN – Összes nitrogén

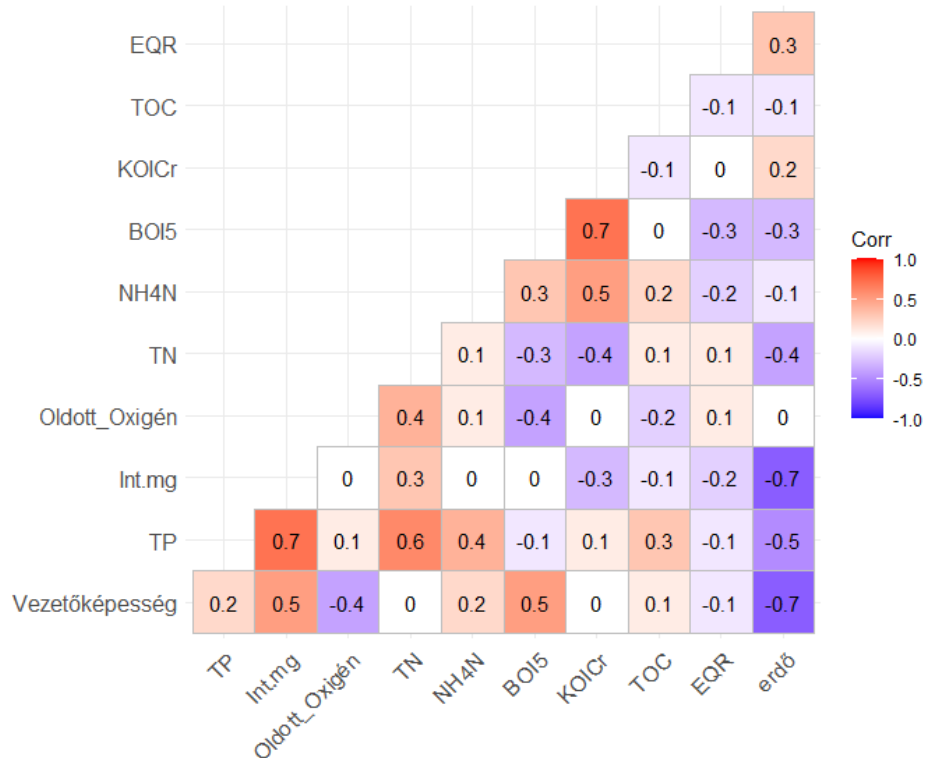
TOC – Összes szerves szén

TP – Összes foszfor

Azt, hogy a biológiailag validált víztértípusok, valamint a kovatípusok EQR értékei és a környezeti változók, továbbá a kovatípusok egyes környezeti változói között van-e kapcsolat és az milyen erősségű Pearson korrelációs teszttel vizsgáltuk.

### 1. kova típus (biológiailag validált HYMO típus: 1S)

A domb- és hegyvidéki kis vízgyűjtőjű szilikátos vízfolyásoknál erős korrelációt ( $-0,7 \geq r$ , vagy  $r \geq 0,7$ ) találtunk a  $BOI_5$  vs.  $KOI_{Cr}$  (0,7), a mezőgazdaság vs. erdő (-0,7), a TP vs. mezőgazdaság (0,7) és a vezetőképesség vs. erdő (-0,7) között. Emellett számos esetben szignifikáns összefüggés ( $0,7 > r \geq 0,3$ , vagy  $-0,7 < r \leq -0,3$ ) volt kimutatható a vizek adott változói között (4. ábra).



**4. ábra** Az 1. kovatípusba tartozó vizek környezeti változói közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

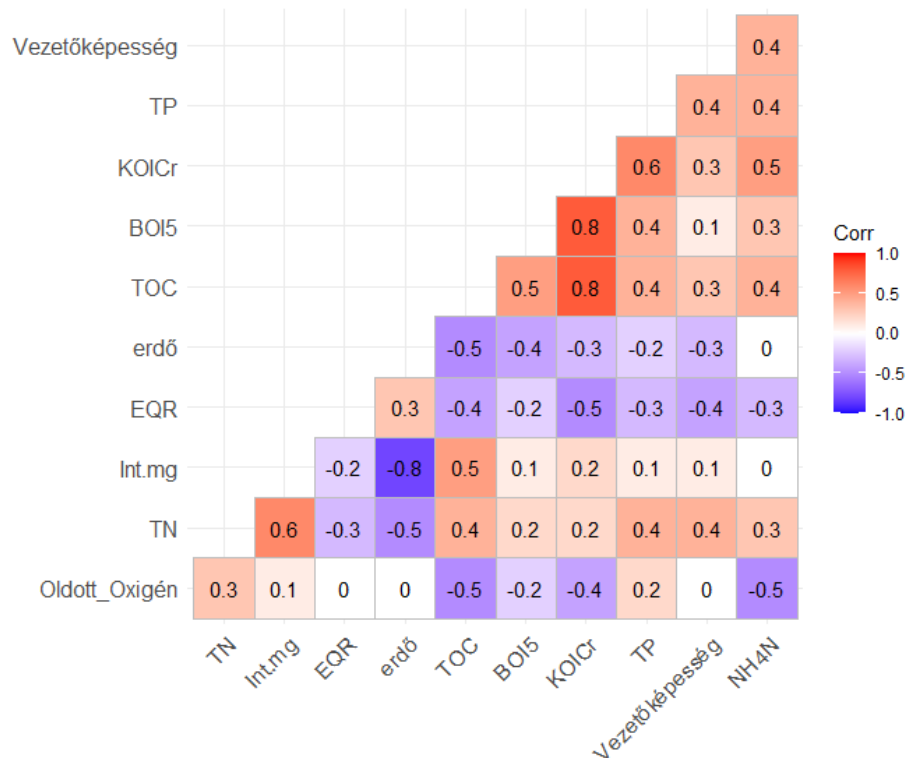
Az ebbe a kovatípusba tartozó vízfolyások EQR értéke csak az erdővel való határoltsággal mutatott szignifikáns összefüggést, közepesen erős pozitív korreláció volt köztük (5. **ábra**).



**5. ábra** Az 1. kovatípusba tartozó vizek EQR értéke és a környezeti változók közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > 0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

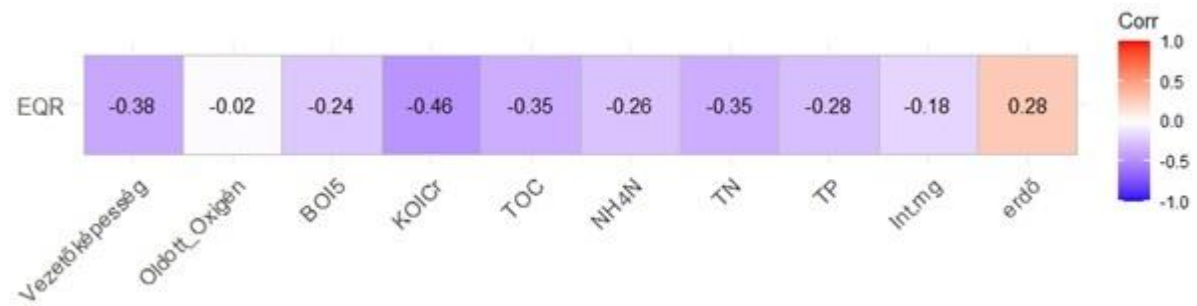
## 2. kova típus (biológiailag validált HYMO típus: 2S)

A domb- és hegyvidéki kis vízgyűjtőjű meszes vízfolyásoknál erős korrelációt találtunk ( $-0,7 \geq r$ , vagy  $r \geq 0,7$ ) BOI<sub>5</sub> vs. TOC (0,8), TOC vs. KOI<sub>Cr</sub> (0,8) és a mezőgazdaság vs. erdő (-0,8) között. Emellett számos esetben szignifikáns összefüggés ( $0,7 > r \geq 0,3$ , vagy  $-0,7 < r \leq -0,3$ ) volt kimutatható a vizek adott változói között (6. **ábra**).



**6. ábra** A 2. kovatípusba tartozó vizek környezeti változói közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

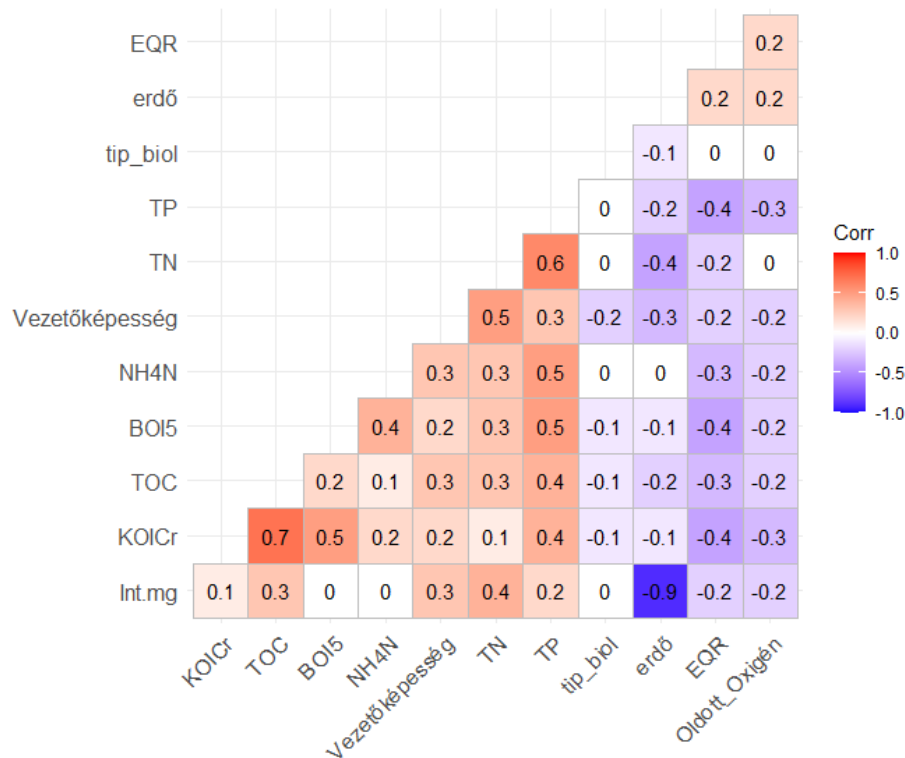
A 2. kovatípusba tartozó vízfolyások EQR értéke negatívan korrelált a vezetőképességgel (-0,38), a KOI<sub>Cr</sub> (-0,46), a víz TOC és TN tartalmával (-0,35 és -0,35) (7. ábra).



**7. ábra** A 2. kovatípusba tartozó vizek EQR értéke és a környezeti változók közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > 0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

### 3. kovatípus (biológiailag validált HYMO típus: 3S, 3M, 5S, 5M)

A dombvidéki és síkvidéki kis, vagy közepes vízgyűjtőjű meszes vízfolyásoknál erős korreláció ( $-0,7 \geq r$ , vagy  $r \geq 0,7$ ) csak a KOI<sub>Cr</sub> vs. TOC (0,7) és a mezőgazdaság vs. erdő (-0,9) között volt. Emellett számos esetben szignifikáns összefüggés ( $0,7 > r \geq 0,3$ , vagy  $-0,7 < r \leq -0,3$ ) volt kimutatható a vizek adott változói között (8. ábra).



**8. ábra** A 3. kovatípusba tartozó vizek környezeti változói közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.



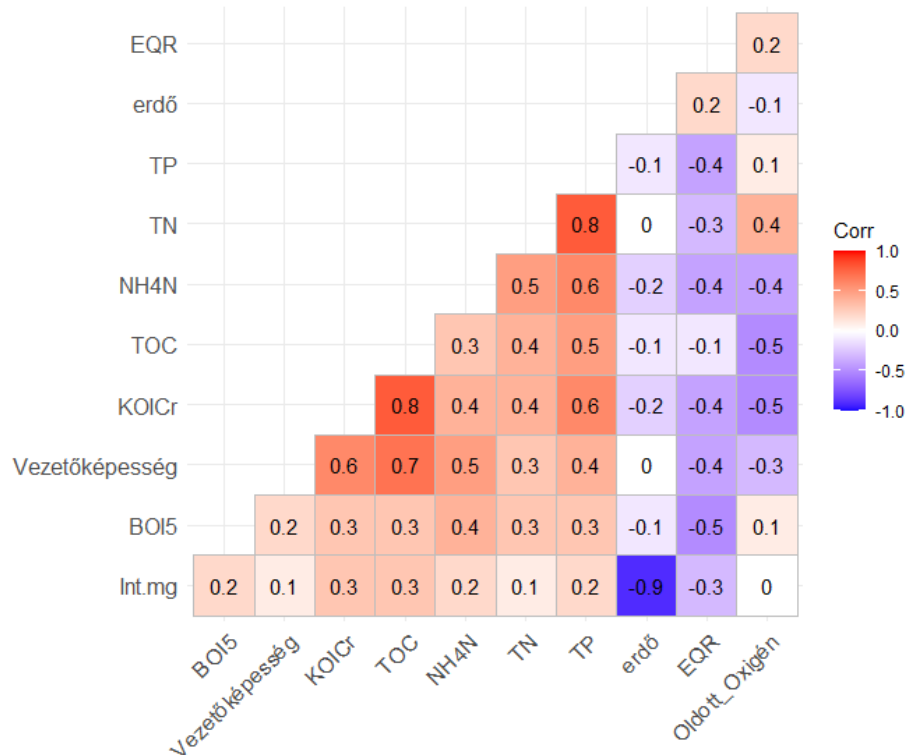
A 3. kovatípusba tartozó vízfolyások EQR értéke negatívan korrelált a vizek  $BOI_5$  (-0,39) és a  $KOI_{Cr}$  (-0,4) értékeivel, valamint a víz TP tartalmával (-0,44) (9. ábra).



**9. ábra** A 3. kovatípusba tartozó vizek EQR értéke és a környezeti változók közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > 0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

#### 4. kovatípus (biológiailag validált HYMO típus: 4L)

A dombvidéki nagy, nagyon nagy vízgyűjtőjű meszes vízfolyásoknál erős korrelációt ( $-0,7 \geq r$ , vagy  $r \geq 0,7$ ) találtunk a TN vs. TP (0,8), a  $KOI_{Cr}$  vs. TOC (0,8), a vezetőképesség vs. TOC (0,7) és a mezőgazdaság vs. erdő (-0,9) között. Emellett számos esetben szignifikáns összefüggés ( $0,7 > r \geq 0,3$ , vagy  $-0,7 < r \leq -0,3$ ) volt kimutatható a vizek adott változói között (10. ábra).



**10. ábra** A 4. kovatípusba tartozó vizek környezeti változói közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

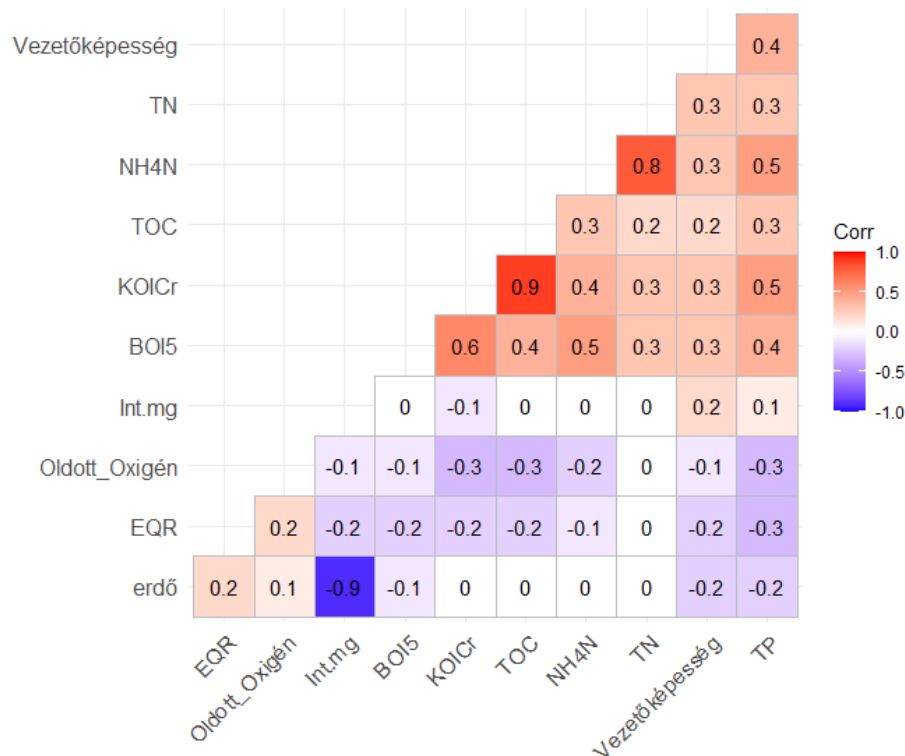
A 4. kovátípusba tartozó vízfolyások EQR értéke negatívan korrelált a vizek  $BOI_5$  (-0,46) és a  $KOI_{Cr}$  (-0,4) értékeivel, valamint a víz ammónium-N és TP tartalmával (-0,4 és -0,36) (11. ábra).



**11. ábra** A 4. kovátípusba tartozó vizek EQR értéke és a környezeti változók közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > 0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

### 5. kovátípus (biológiailag validált HYMO típus: 6S, 6M)

A síkvidéki kis és közepes vízgyűjtőjű meszes vízfolyásoknál erős korreláció ( $-0,7 \geq r$ , vagy  $r \geq 0,7$ ) volt az ammónium-N vs. TN (0,8), a  $KOI_{Cr}$  vs. TOC (0,9) és a mezőgazdaság vs. erdő (-0,9) között. Emellett számos esetben szignifikáns összefüggés ( $0,7 > r \geq 0,3$ , vagy  $-0,7 < r \leq -0,3$ ) volt kimutatható a vizek adott változói között (12. ábra).



**12. ábra** Az 5. kovátípusba tartozó vizek környezeti változói közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

Az 5. kovatípusba tartozó vízfolyások EQR értéke negatívan korrelált a vizek TP tartalmával (-0,34) (13. ábra).

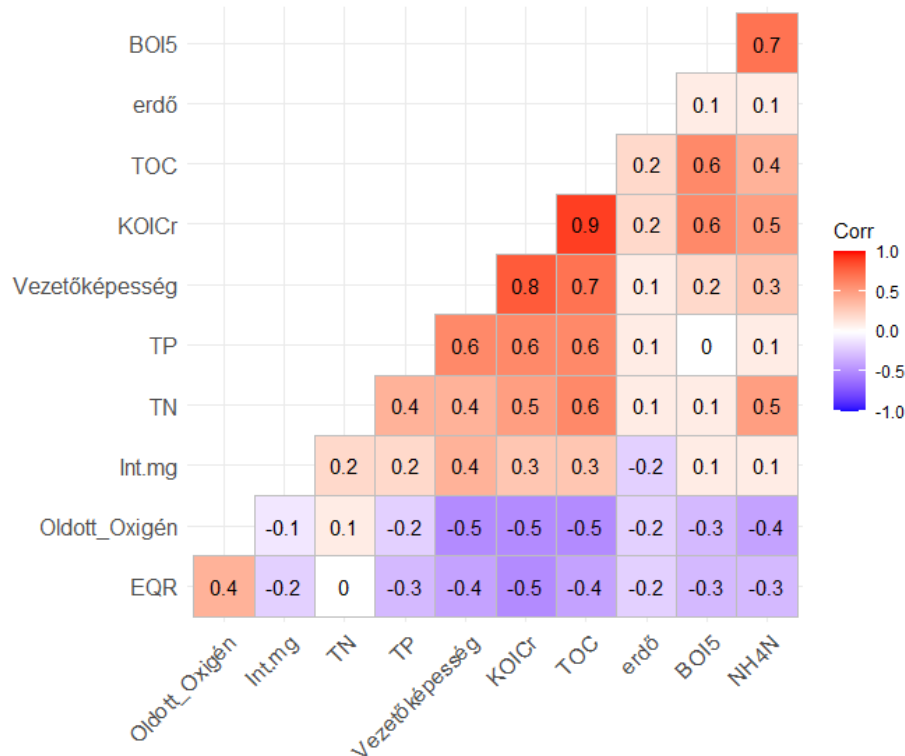


**13. ábra** Az 5. kovatípusba tartozó vizek EQR értéke és a környezeti változók közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

## 6. kovatípus (biológiailag validált HYMO típus: 7L, 8N)

### 7L

A síkvidéki nagy vízgyűjtőjű meszes vízfolyásoknál (7L) erős korrelációt ( $-0,7 \geq r$ , vagy  $r \geq 0,7$ ) találtunk a BOI<sub>5</sub> vs. ammónium-N (-0,7), a KOI<sub>Cr</sub> vs. TOC (0,9), a vezetőképesség vs. KOI<sub>Cr</sub> (0,8) és a vezetőképesség vs. TOC (0,7) között. Emellett számos esetben szignifikáns összefüggés ( $0,7 > r \geq 0,3$ , vagy  $-0,7 < r \leq -0,3$ ) volt kimutatható a vizek adott változói között (14. ábra).



**14. ábra** A 7L biológiailag validált HYMO típusba tartozó vizek környezeti változói közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

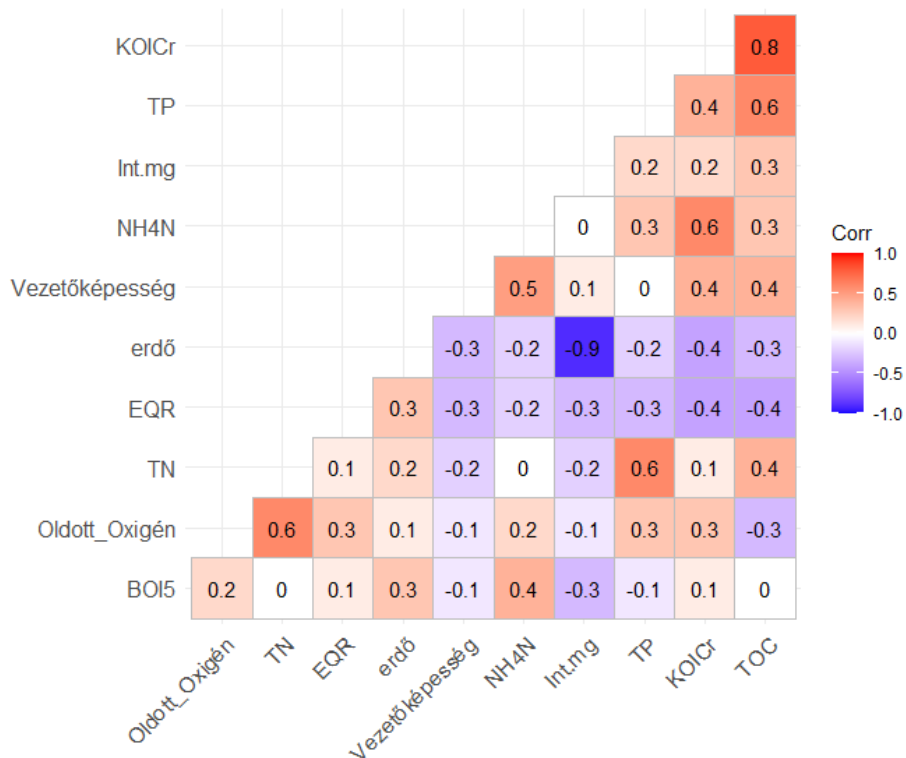
Az 7L típusba tartozó vízfolyások EQR értéke negatívan korrelált a vizek vezetőképességével (-0,37), a  $KOI_{Cr}$  értékével (-0,54), a TOC, az ammónium-N és a TP tartalmával (-0,4, -0,33 és -0,3), ugyanakkor pozitív összefüggésben volt a vizek oldott oxigén tartalmával (0,38) (15. ábra).



**15. ábra** A 7L biológiailag validát HYMO típusba tartozó vizek EQR értéke és a környezeti változók közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

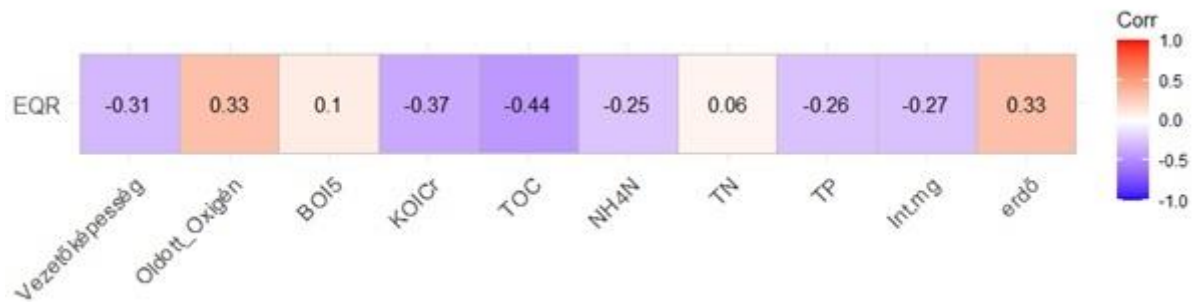
### 8N

A síkvidéki nagyon nagy vízgyűjtőjű meszes vízfolyásoknál (8N) erős korreláció volt ( $-0,7 \geq r$ , vagy  $r \geq 0,7$ ) a  $KOI_{Cr}$  vs. TOC (0,8) és a mezőgazdaság vs. erdő (-0,9) között. Emellett számos esetben szignifikáns összefüggés ( $0,7 > r \geq 0,3$ , vagy  $-0,7 < r \leq -0,3$ ) volt kimutatható a vizek adott változói között (16. ábra).



**16. ábra** A 8N HYMO típusba tartozó vizek környezeti változói közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

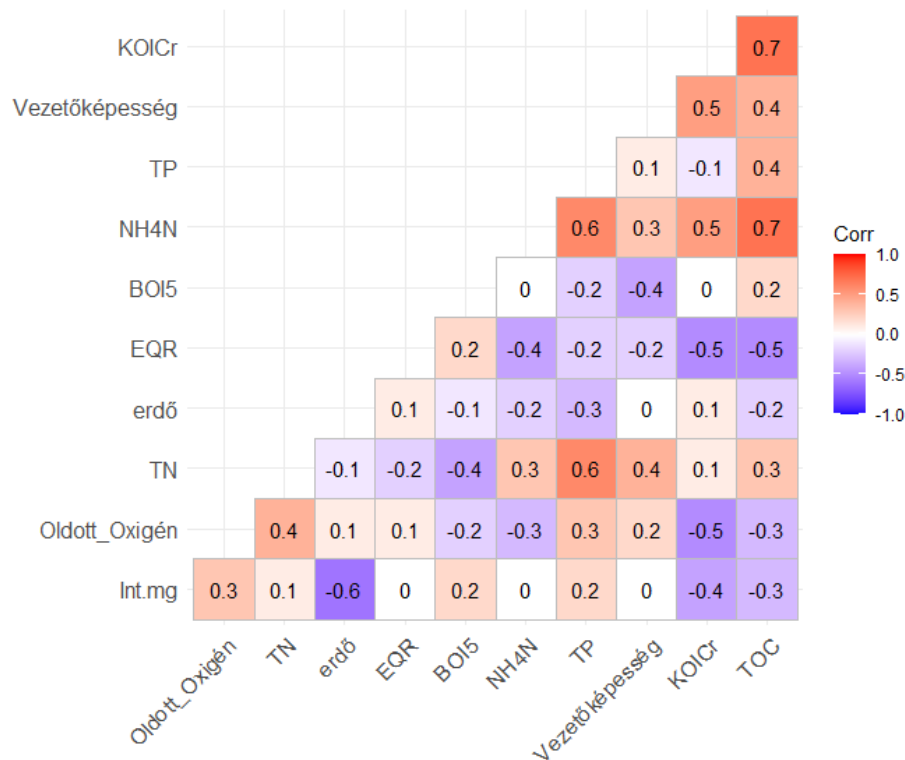
Az 8N típusba tartozó vízfolyások EQR értéke negatívan korrelált a vizek vezetőképességével (-0,31), a  $KOI_{Cr}$  értékével (-0,37) és a TOC tartalmával (-0,44), ugyanakkor pozitívan korrelált a vizek oldott oxigén tartalmával (0,33) és az erdővel határoltsággal (0,33) (17. ábra).



**17. ábra** A 8N HYMO típusba tartozó vizek EQR értéke és a környezeti változók közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

### 7. és 8. kovatípus (biológiailag validált HYMO típus: 9F, 9K, 10A - Duna)

A Duna esetében erős korrelációt ( $-0,7 \geq r$ , vagy  $r \geq 0,7$ ) találtunk a  $KOI_{Cr}$  vs. TOC (0,7) és az ammónium-N és TOC (0,7) között (15. ábra). Emellett számos esetben szignifikáns összefüggés ( $0,7 > r \geq 0,3$ , vagy  $-0,7 < r \leq -0,3$ ) volt kimutatható a vizek adott változói között (18. ábra).



**18. ábra** A 7. és 8. kovatípusokba tartozó vizek környezeti változói közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

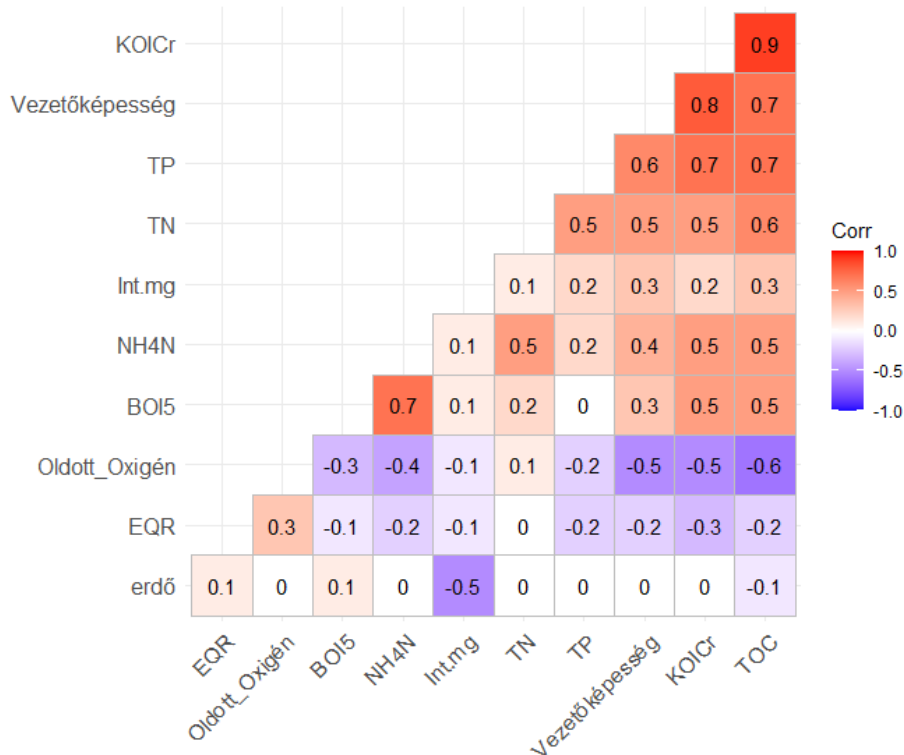
A Duna EQR értéke negatívan korrelált a vizek  $KOICr$  értékével (-0,46), a TOC és ammónium-N tartalmával (-0,5 és -0,35) (19. ábra).



**19. ábra** A 7. és 8. kovattípusokba tartozó vizek EQR értéke és a környezeti változók közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

A nagy, valamint nagyon nagy vízgyűjtőjű és Duna méretű vízfolyások együttes értékelése

Ezen vízfolyások együttes értékelése során erős korrelációt ( $-0,7 \geq r$ , vagy  $r \geq 0,7$ ) találtunk a  $KOICr$  vs. TOC (0,9), a vezetőképesség vs.  $KOICr$  (0,8), a vezetőképesség vs. TOC (0,7), a TP vs.  $KOICr$  (0,7), a TP vs. TOC (0,7) és a BOD5 vs. ammónium-N (0,7) között. Emellett számos esetben szignifikáns összefüggés ( $0,7 > r \geq 0,3$ , vagy  $-0,7 < r \leq -0,3$ ) volt kimutatható a vizek adott változói között (20. ábra).



**20. ábra** A nagy, valamint nagyon nagy vízgyűjtőjű és Duna méretű vízfolyások környezeti változói közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

Ezen nagy vízfolyások EQR értéke egyedül a vizek  $KOI_{Cr}$  értékével mutatott szignifikáns összefüggés, negatív korreláció volt közöttük (-0,34) (21. ábra).



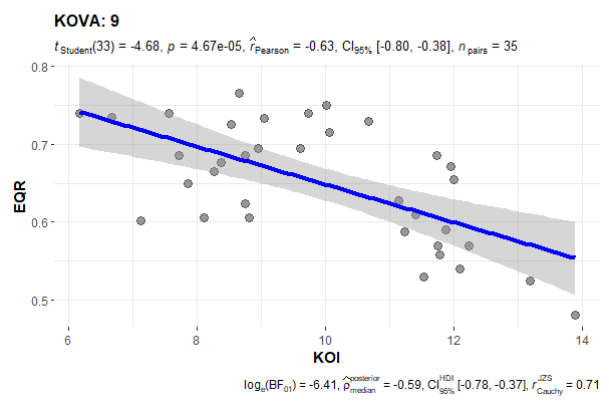
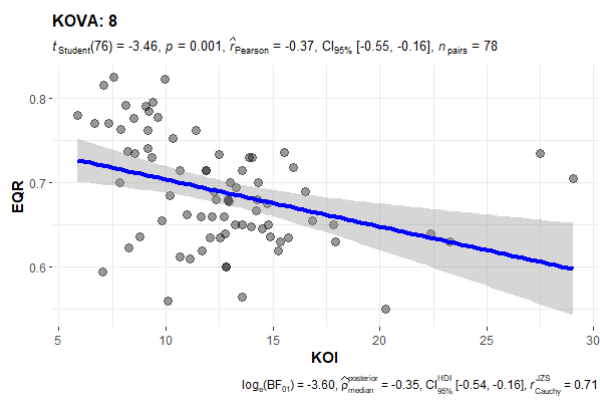
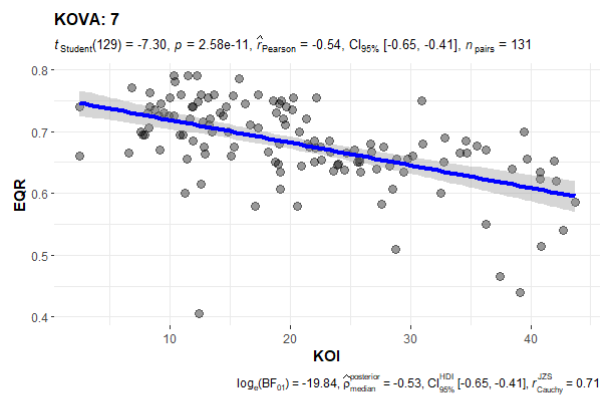
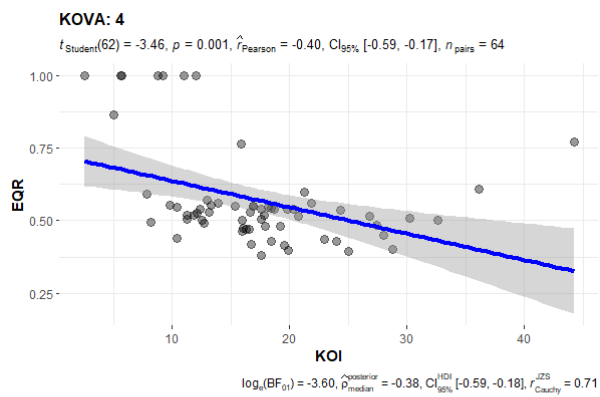
**21. ábra** A nagy, valamint nagyon nagy vízgyűjtőjű és Duna méretű vízfolyások EQR értéke és a környezeti változók közti összefüggések. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

## Mellékletek

**1. táblázat** A biológiailag validált vízfolyástípusok EQR értékei és a környezeti változók közti korrelációk. A korreláció erősségének definiálása: Ha  $r < 0,3$ , de  $r > -0,3$ : gyenge korreláció; ha  $r < 0,7$  de  $r \geq 0,3$ , vagy  $r > -0,7$ , de  $r \leq -0,3$ : közepesen erős korreláció; ha  $r \geq 0,7$ , vagy  $r \leq -0,7$ : erős korreláció.

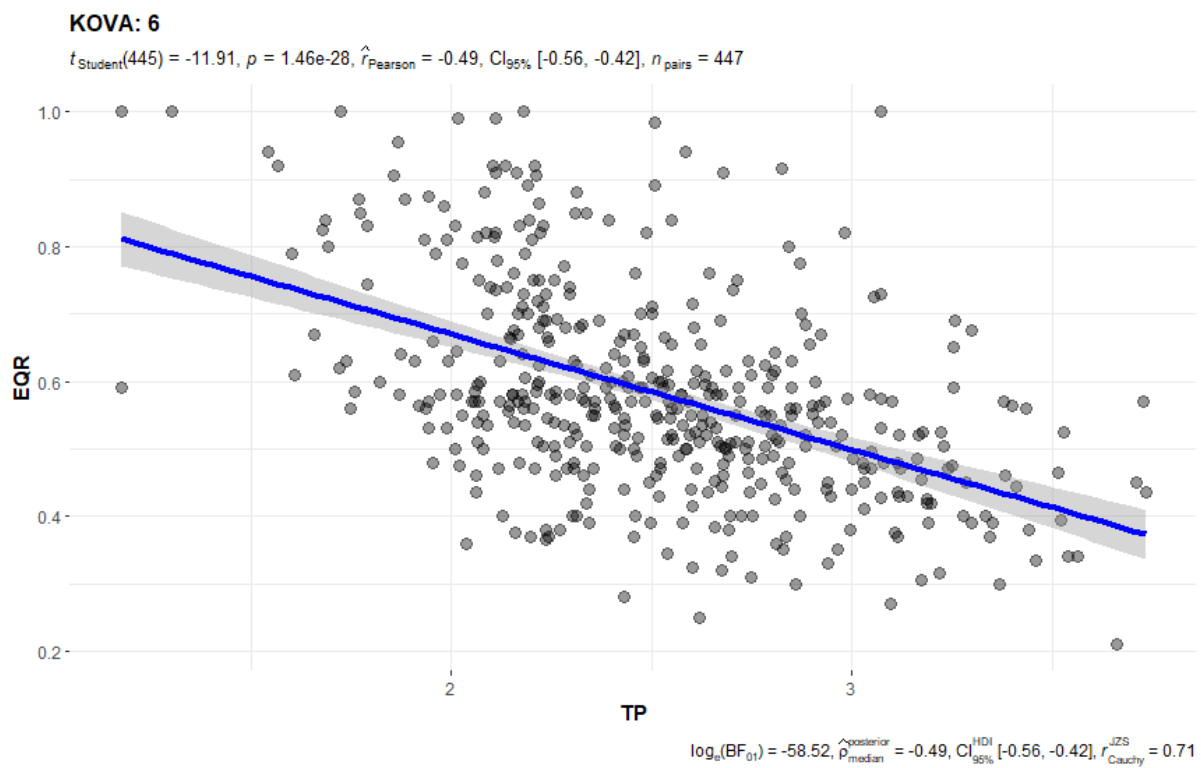
HM típus	EQR vs. Vez.kép	EQR vs. Old. oxigén	EQR vs. BOI <sub>5</sub>	EQR vs. KOI <sub>Cr</sub>	EQR vs. TOC	EQR vs. NH <sub>4</sub> -N	EQR vs. TN	EQR vs. TP	EQR vs. Int.mg	EQR vs. erdő
1S	-0.15	0.09	-0.27	-0.04	-0.13	-0.20	0.05	-0.09	-0.23	0.33
2S, 2M	-0.38	-0.02	-0.24	-0.46	-0.35	-0.26	-0.35	-0.28	-0.18	0.28
3S, 3M	-0.17	0.17	-0.16	-0.34	-0.25	-0.24	-0.13	-0.21	-0.19	0.19
4L	-0.37	0.19	-0.46	-0.40	-0.13	-0.40	-0.29	-0.36	-0.26	0.19
5S, 5M	-0.17	0.17	-0.16	-0.34	-0.25	-0.24	-0.13	-0.21	-0.19	0.19
6S, 6M	-0.24	0.20	-0.21	-0.25	-0.20	-0.13	-0.01	-0.49	-0.18	0.19
7L	-0.37	0.38	-0.27	-0.54	-0.40	-0.33	0.02	-0.30	-0.16	-0.19
8N	-0.31	0.33	0.10	-0.37	-0.44	-0.25	0.06	-0.26	-0.27	0.33
9F, 9K	-0.24	0.12	0.19	-0.46	-0.50	-0.35	-0.17	-0.17	0.05	0.08
10A	-0.24	0.12	0.19	-0.46	-0.50	-0.35	-0.17	-0.17	0.05	0.08
<b>Nagy folyók egybe</b>	-0.24	0.28	-0.15	-0.34	-0.25	-0.20	-0.01	-0.21	-0.12	0.06

**1. ábra** Lineáris regresszió a 4., 7., 8. és 9 biológiai típusba tartozó vizek EQR értéke és KOI<sub>Cr</sub> értéke között.

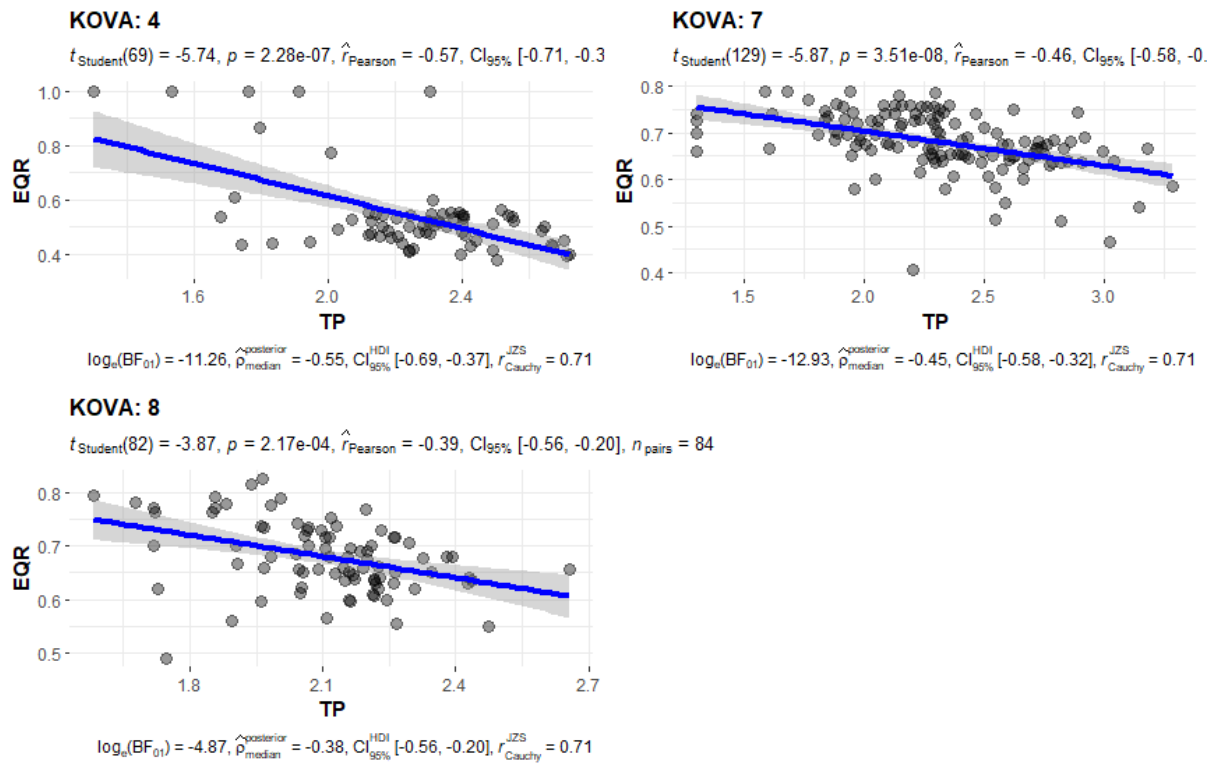




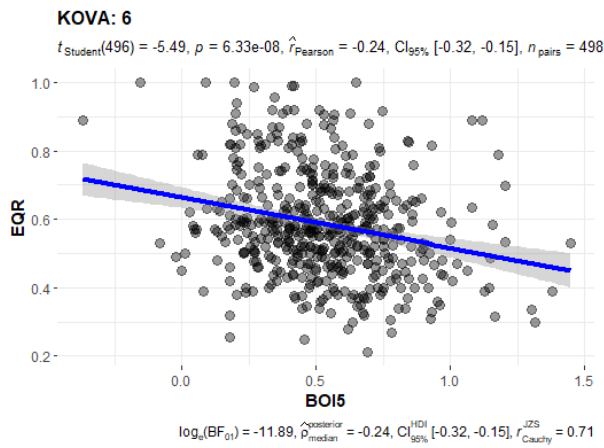
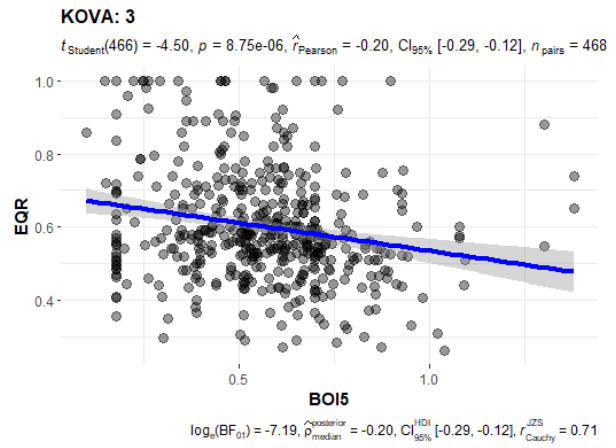
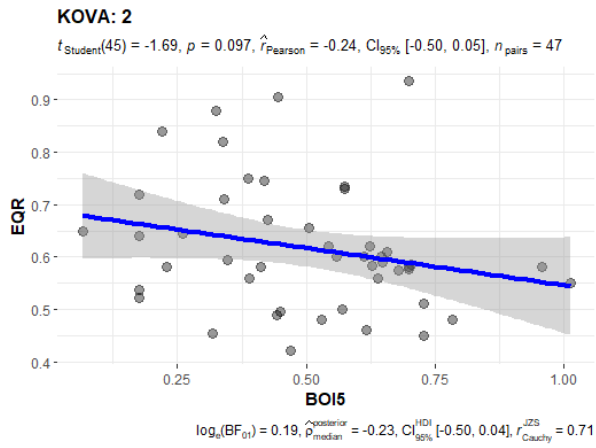
2. ábra Lineáris regresszió a 6. biológiai típusba tartozó vizek EQR értéke és TP tartalma között.



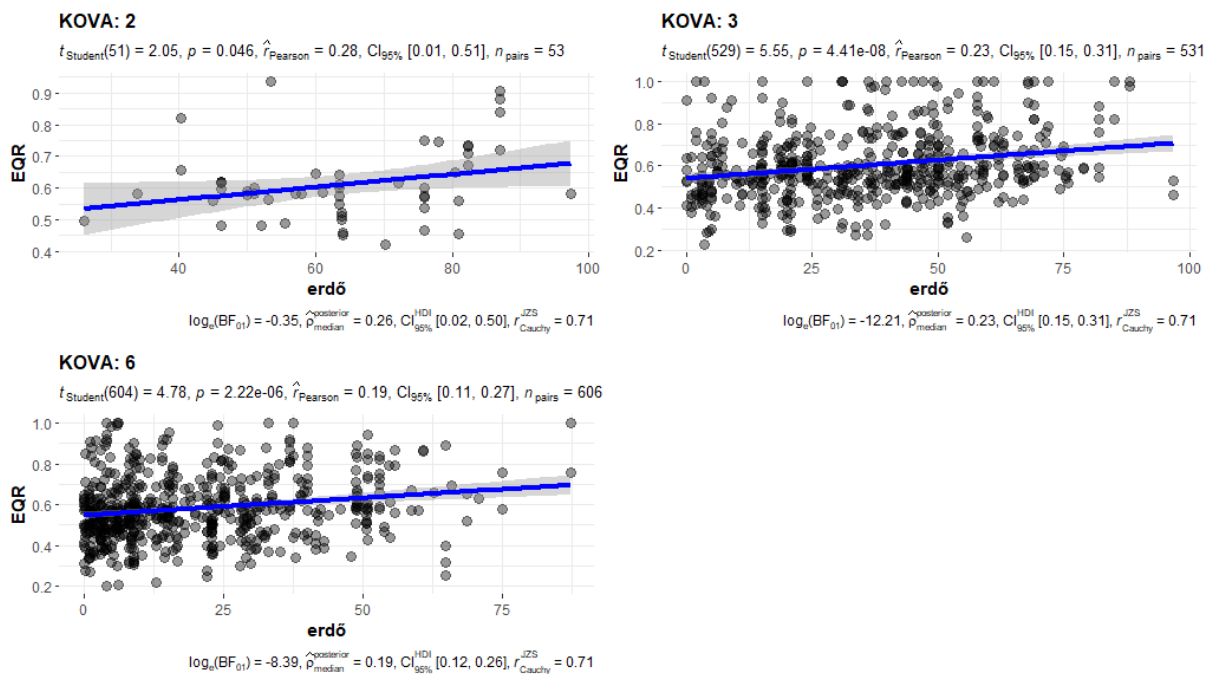
**3. ábra** Lineáris regresszió a 4., 7. és 8. biológiai típusba tartozó vizek EQR értéke és TP tartalma között.



**4. ábra** Lineáris regresszió a 2., 3.. és 6. biológiai típusba tartozó vizek EQR értéke és BOI<sub>5</sub> értéke között.



5. ábra Lineáris regresszió a 2., 3.. és 6. biológiai típusba tartozó vizek EQR értéke és az erdővel határoltsága között.

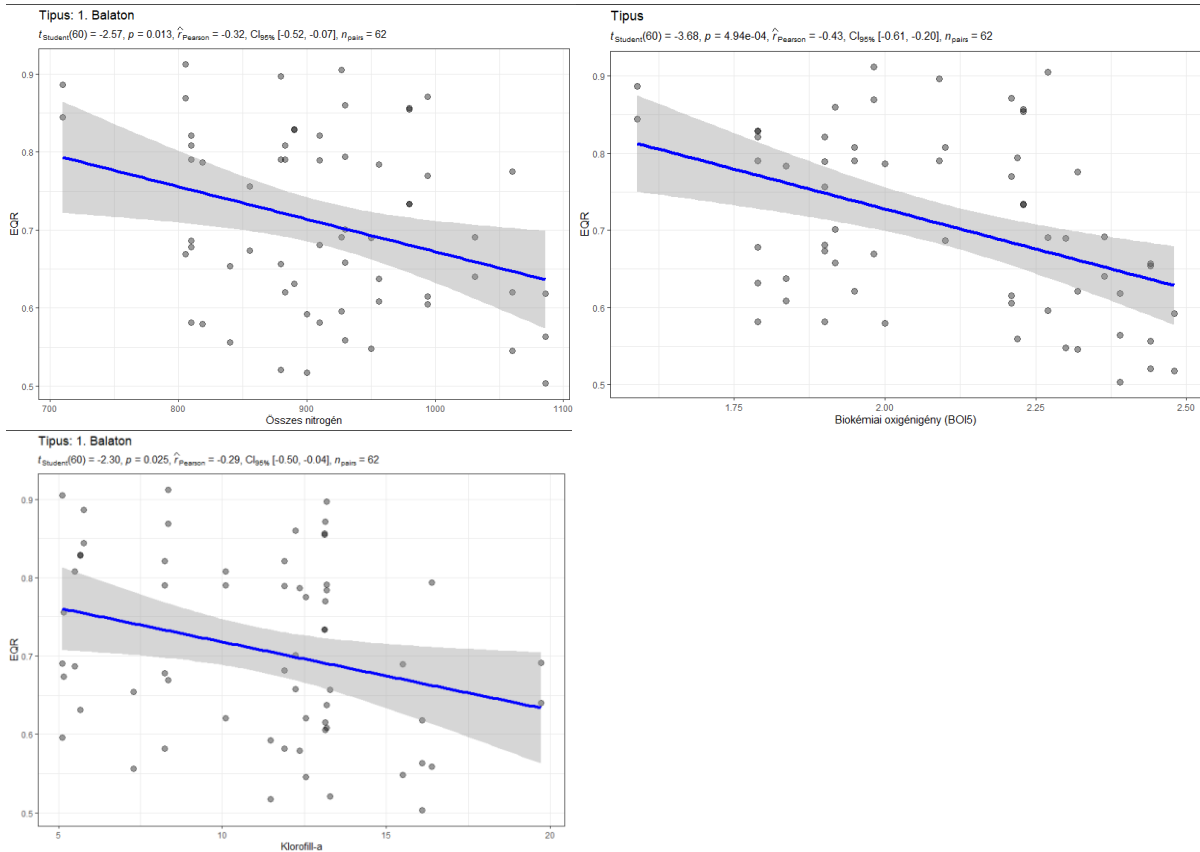


### 1.10.2. Állóvizek

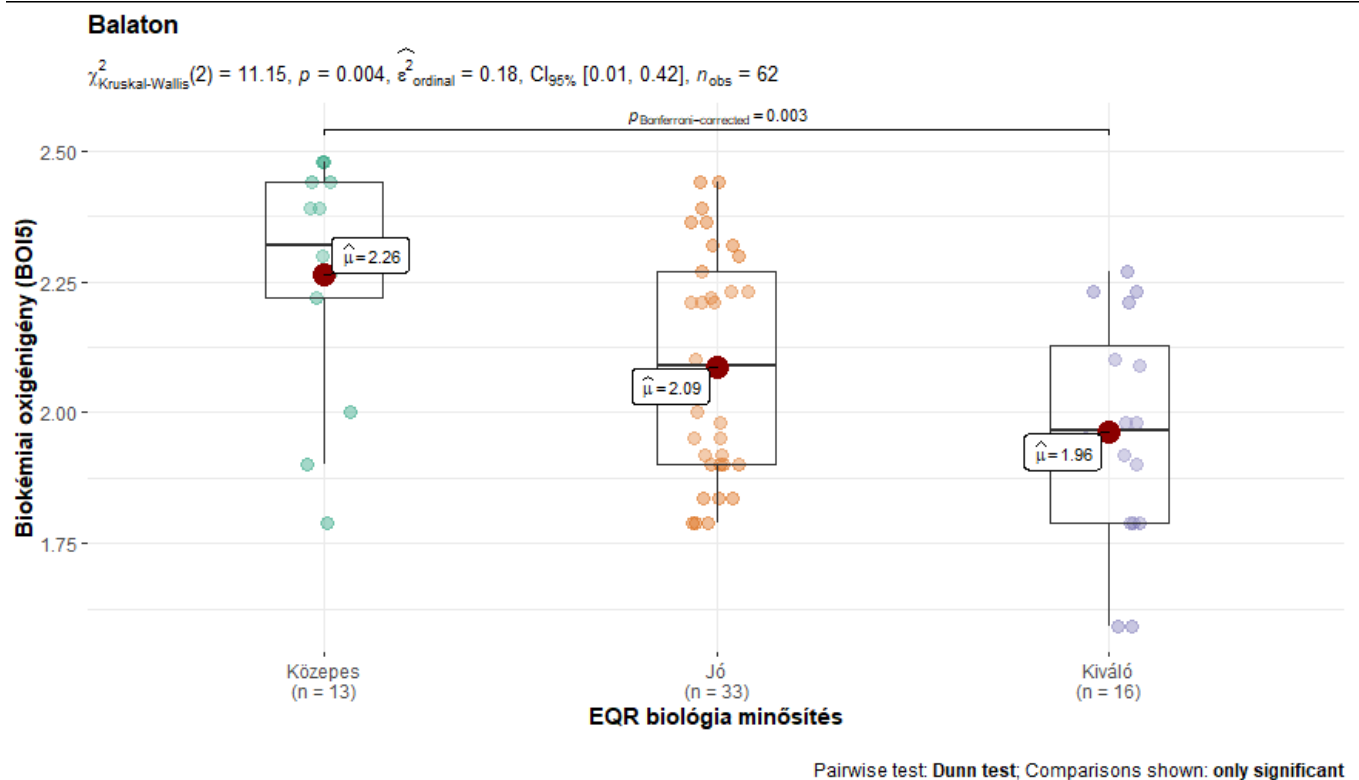
Azt, hogy a biológiailag validált víztípusok, és/vagy a kovatípusok EQR értékei és a környezeti változók között van-e kapcsolat és hogy az milyen erősségű, Pearson korrelációs teszttel vizsgáltuk. Mivel egy-egy BIOL típus esetében nagyon alacsony volt a mintaszám, egyes típusok adatait együttesen vizsgáltuk. Ebben a fejezetben csak azokra az eredményekre térünk ki, ahol az EQR értékek és a környezeti változók közt szignifikáns összefüggés volt kimutatható.

#### 1. kova típus (biológiailag validált HYMO típus: 1 - BALATON)

A Balaton EQR értéke és a víz összes-nitrogén-tartalma, biológiai oxigénigénye (BOI<sub>5</sub>) és klorofill-koncentrációja között negatív összefüggést mutattunk ki ( $p=0.013, r=-0.32; p=4,94 \times 10^{-4}, r=-0.43$  és  $p=0.025, r=-0.29; 22. \text{ ábra}$ ). Kruskal-Wallis próbával és Dunn teszttel igazoltuk, hogy a mérsékelt, jó és kiváló állapotú vizek EQR értékei és BOI<sub>5</sub> értékei között szignifikáns eltérés van ( $p=0.004; 23. \text{ ábra}$ ).



**22. ábra** A Balaton EQR értéke és a víz összes-nitrogén-tartalma, BOI<sub>5</sub> értéke és klorofill-a koncentrációja közti összefüggés.

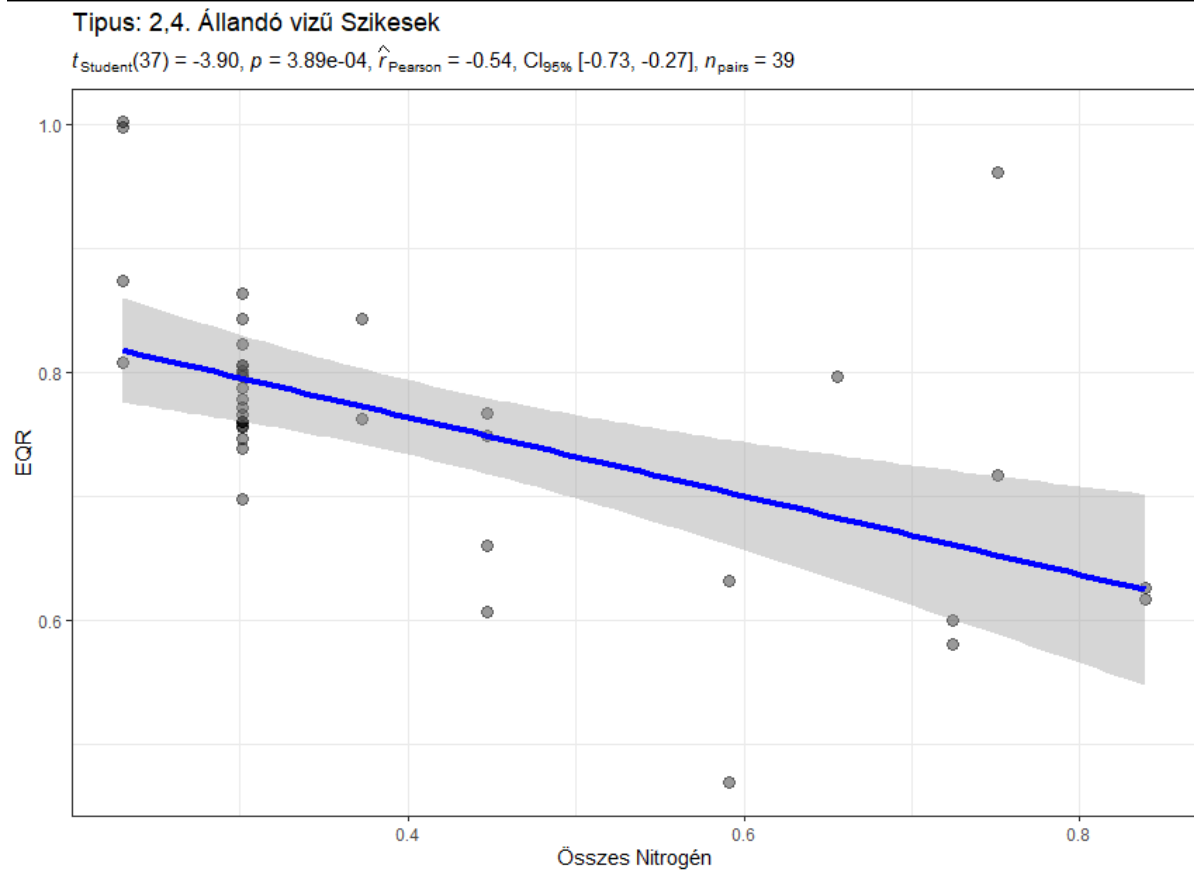


**23. ábra** A közepes, jó és kiváló ökológiai állapotú vizek EQR értékei és a BOI<sub>5</sub> értékei közti összefüggés.

## Szikesek (2, 3 és 4 biológiailag validált HYMO és kova típusok)

### 2. és 4. kova típus (biológiailag validált HYMO típus: 2, 4)

Együttesen értékelve a síkvidéki, állandó szikesek EQR adatai elmondható, hogy a vizek kovaalga alapú ökológiai állapotértéke (EQR) negatívan korrelált a vizek összes-nitrogén-tartalmával ( $p=3.89 \times 10^{-4}$ ,  $r=-0.54$ ; 24. **ábra**).



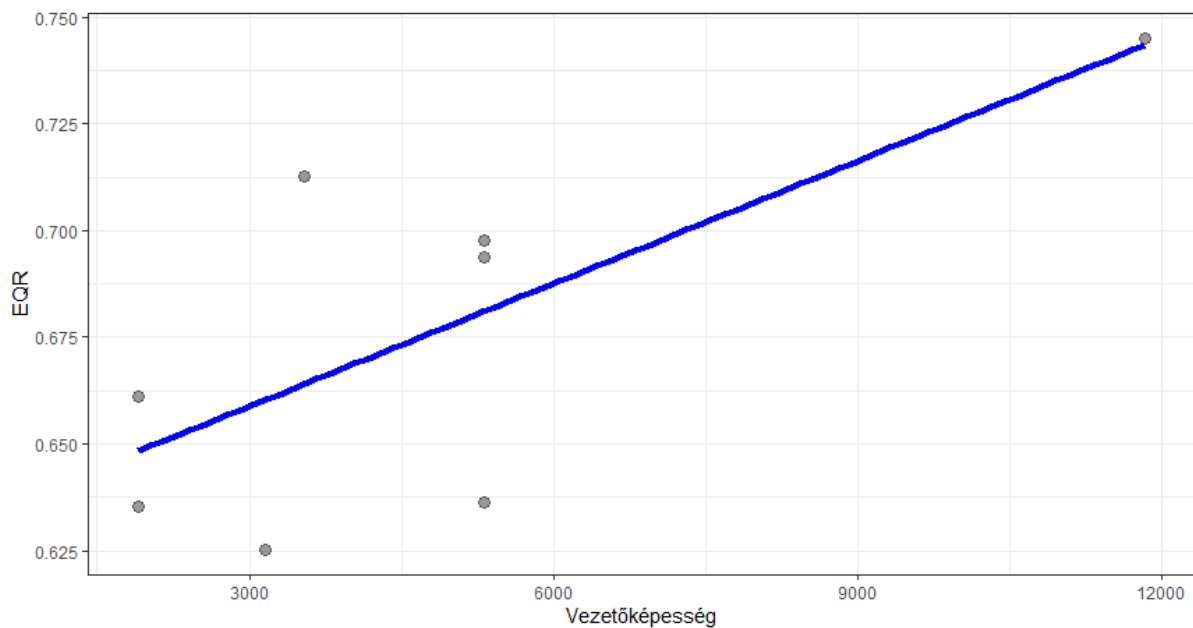
**24. ábra** A 2. és 4. kova típusba tartozó vizek EQR értéke és a vizek összes-nitrogén-tartalma közti összefüggés.

### 3. kova típus (biológiailag validált HYMO típus: 3, 4)

A kis méretű, síkvidéki időszakos szikesek ökológiai állapotértékei (EQR) és a vizek vezetőképessége közt erős pozitív korreláció mutatható ki ( $p=0.047$ ,  $r=0.71$ ; 25. **ábra**).

**Típus: 3. Szikések**

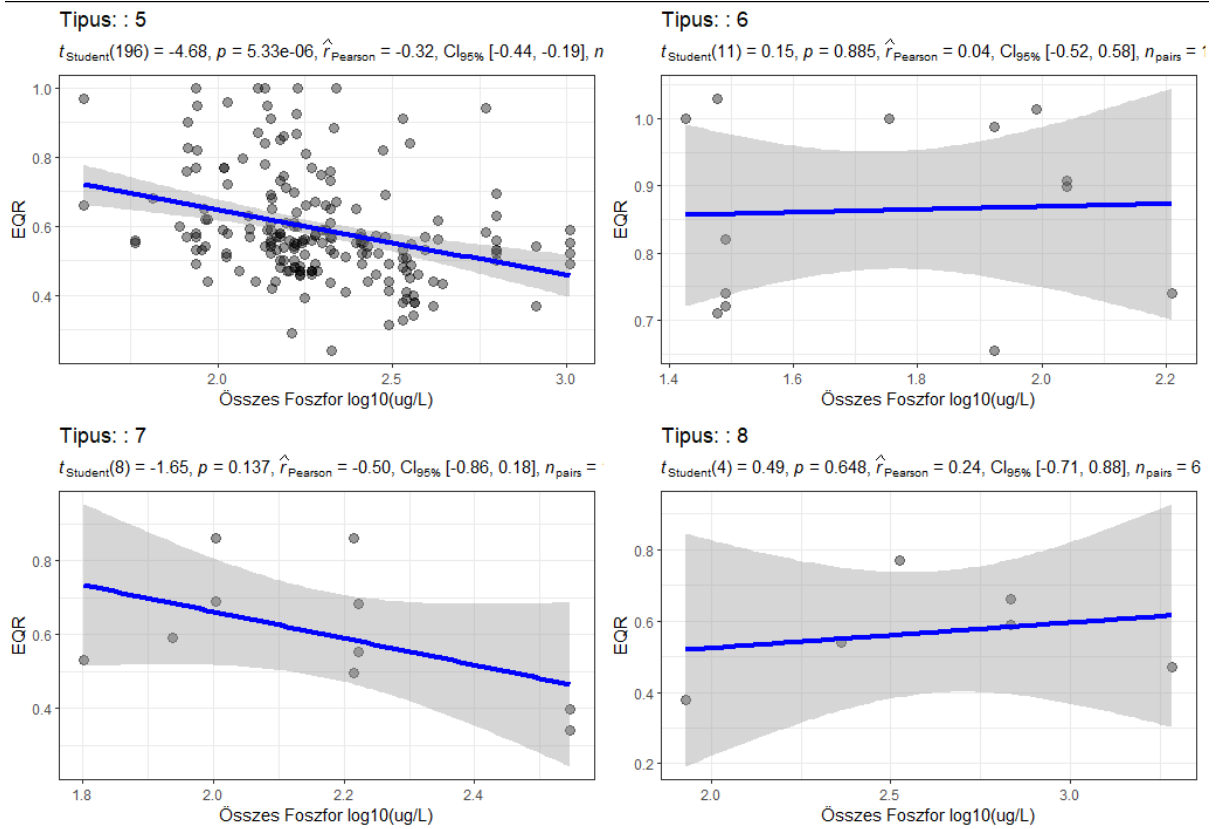
$t_{\text{Student}}(6) = 2.49$ ,  $p = 0.047$ ,  $\hat{r}_{\text{Pearson}} = 0.71$ ,  $CI_{0\%} [0.71, 0.71]$ ,  $n_{\text{pairs}} = 8$



**25. ábra** A 3. kova típusba tartozó vizek EQR értéke és vezetőképessége közti összefüggés.

**5. kovatípus (biológiailag validált HYMO típus: 5, 6, 7, 8)**

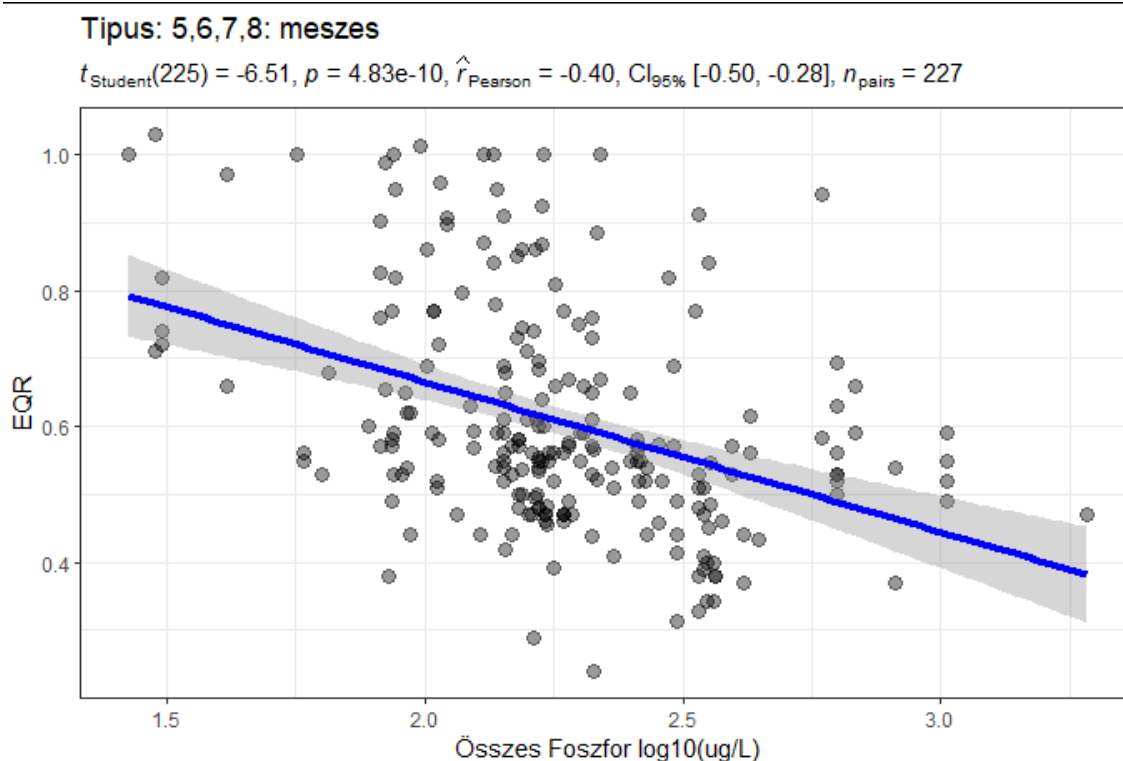
A síkvidéki, valamint sík- és dombvidéki döntően meszes tavak esetében az egyes BIOL típusokban csak az 5 BIOL/HYMO típus volt az, ahol szignifikáns összefüggést (negatív korreláció) tudunk kimutatni a vizek EQR értéke és az összes-foszfor között ( $p=5.33 \times 10^{-6}$ ,  $r=-0.32$ ; 26. **ábra**). A többi BIOL típus esetében a túl kevés mintaszám nem volt szignifikáns összefüggés a vizek minősége és a tápanyagtartalom (itt összes-foszfor) között (26. **ábra**).



**26. ábra** Az 5, 6, 7 és 8 BIOL típusokba tartozó vizek EQR értéke és az összes-foszfor közti összefüggés.



Abban az esetben viszont, ha együttesen értékeltük az adatokat, erős negatív korrelációt találtunk a vizek EQR értéke és a vizek összes-foszfor-tartalma között ( $p=4.83 \times 10^{-10}$ ,  $r=-0.40$ ; 27. ábra)



27. ábra Az 5. kova típusba tartozó vizek EQR értéke és az összes-foszfor közti összefüggés.

## 1.11. Melléklet

### 1.11.1. Fitobenton terepi jegyzőkönyv minta - Vízfolyások

<b>Víztest neve</b>		
<b>Mintavételi hely megnevezése</b>		
<b>EOV koordináták</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>Mintavétel dátuma</b>		
<b>A minta helyszíni jele</b>		
<b>A minta laborszám</b>		
<b>Mintavevő neve</b>		
<b>MINTÁZOTT ÉLŐHELY TÍPUSA</b>		
	<b>+/-</b>	<b>Kompozit minta esetén százalékos megoszlás</b>
<b>Makrofita/alga</b>		

<b>Üledék (iszap/homok)</b>					
<b>Természetes kövek, kavicsok</b>					
<b>Mesterséges anyagok (tégla)</b>					
<b>Holt fa, faág</b>					
<b>Mesterséges aljzat (csónak)</b>					
<b>Állati eredetű aljzat</b>					
<b>MINTÁZOTT ÉLŐHELY JELLEMZŐI</b>					
<b>Árnyékoltság becsült aránya</b>					
<b>Bal part</b>	<b>nem</b>	<b>részben</b>	<b>jelentősen</b>		
<b>Jobb part</b>	<b>nem</b>	<b>részben</b>	<b>jelentősen</b>		
<b>Élőhelyek aránya</b>	<b>öböl</b>	<b>sodor</b>	<b>zúgó</b>	<b>pangó</b>	
<b>Víz tisztasága</b>	<b>átlátszó</b>	<b>opálos</b>	<b>zavaros</b>		
<b>Utolsó áradás óta eltelt idő</b>	<b>&lt;3nap</b>	<b>3-7 nap</b>	<b>7-14 nap</b>	<b>&gt;14 nap</b>	<b>nem ismert</b>
<b>GYŰJTÉS MÓDJA</b>	<b>begázolva</b>	<b>partról</b>	<b>csónakból</b>		
<b>EGYÉB INFORMÁCIÓK</b>					
<b>Fénykép</b>					
<b>Használt szerszám</b>					
<b>Megjegyzések</b>					

### 1.11.2. Kitöltési útmutató a fitobenton terepi jegyzőkönyv mintához - Vízfolyások

1. Mintázott élőhely típusa: Eldöntendő kérdés, az aljzatot, amiről a mintavétel történik, azt igennel, vagy +-val kell jelölni, a többit nemmel, vagy --val.
2. Kompozit minta esetén %-os eloszlást kell adni.
3. Az árnyékoltság becsült arányát %-ban kell megadni.
4. Bal part/Jobb part adatokat +/--val kell jelölni.
5. Az élőhelyek arányát %-ban kell megadni.
6. A víz tisztaságát +/--val kell jelölni.
7. Az utolsó áradás óta eltelt időt +/--val kell jelölni.
8. A gyűjtés módját +/--val kell jelölni.
9. Azt, hogy készült-e fénykép, +/--val kell jelölni. A fényképre vonatkozó egyéb adatokat ide be kell írni.
10. Használt szerszámot (pl. metszőolló, sniccer, fogkefe, egyéb) meg kell nevezni.

11. Megjegyzésben fel kell tüntetni minden egyéb információt, mely az értékelés során fontos lehet.

### 1.11.3. Fitobenton terepi jegyzőkönyv minta - Állóvizek

<b>Víztest neve</b>					
<b>Mintavételi hely megnevezése</b>					
<b>EOV koordináták</b>	X			Y	
<b>Mintavétel dátuma</b>					
<b>A minta helyszíni jele</b>					
<b>A minta laborszáma</b>					
<b>Mintavevő neve</b>					
<b>MINTÁZOTT ÉLŐHELY TÍPUSA</b>					
	+/-			Kompozit minta esetén százalékos megoszlás	
<b>Makrofita/alga</b>					
<b>Üledék (iszap/homok)</b>					
<b>Természetes kövek, kavicsok</b>					
<b>Mesterséges anyagok (tégla)</b>					
<b>Holt fa, faág</b>					
<b>Mesterséges aljzat (csónak)</b>					
<b>Állati eredetű aljzat</b>					
<b>MINTÁZOTT ÉLŐHELY JELLEMZŐI</b>					
<b>Felület</b>	<b>Mélység</b>				
<b>Tó meder (becsült %)</b>	kő	homok	iszap/agyag	tőzeg	
<b>Parti rész (%)</b>	köves	talaj	vegetáció	egyéb	
<b>Parti vegetáció sűrűsége (%)</b>	tárt	részben fedett	nincs		
<b>Víz tisztasága</b>	fenéig átlátszó	részben átlátszó (opálos)	zavaros		

Emberi hatás (+/-)	építmény a tóban	építmény a tó körül	utak	mezőgazdasági területek	füves terület	szemétlerakat	földfeltöltés
Utolsó vihar óta eltelt idő	<3nap	3-7 nap	7-14 nap		>14 nap		nem ismert
<b>Parti erózió (0-4; 0=nincs; 4= erőteljes)</b>							
<b>Becsült vízhiány</b>							
<b>GYŰJTÉS MÓDJA</b>	begázolva		partról		csónakból		
<b>EGYÉB INFORMÁCIÓK</b>							
<b>Fénykép</b>							
<b>Használt szerszám</b>							
<b>Aljzatot fonalas alga borítja-e (%)</b>							
<b>Megjegyzések</b>							

#### 1.11.4. Kitöltési útmutató a fitobenton terepi jegyzőkönyv mintához - Állóvizek

- Mintázott élőhely típusa: Eldöntendő kérdés, az aljzatot, amiről a mintavétel történik, azt igennel, vagy +-val kell jelölni, a többbit nemmel, vagy --val.
- Kompozit minta esetén %-os eloszlást kell adni.
- Felület m<sup>2</sup>-ben megadva.
- Mélység m-ben megadva.
- Tómeder összetétele %-ban kell megadni.
- Parti rész %-ban kell megadni.
- Parti vegetáció sűrűsége %-ban megadva.
- A víz tisztaságát +/-val kell jelölni.
- Az emberi hatást +/-val kell jelölni.
- Az utolsó vihar óta eltelt időt +/-val kell jelölni.
- Parti erózió 0-4 skálán megadva, ahol 0, ha nincs, 4, ha erőteljes.
- Becsült vízhiány m-ben megadva.
- A gyűjtés módját +/-val kell jelölni.
- Azt, hogy készült-e fénykép, +/-val kell jelölni. A fényképre vonatkozó egyéb adatokat ide be kell írni.
- Használt szerszámot (pl. metszőolló, sniccer, fogkefe, egyéb) meg kell nevezni.
- Az aljzatot borító fonalas alga aránya %-ban megadva.
- Megjegyzésben fel kell tüntetni minden egyéb információt, mely az értékelés során fontos lehet.

#### 1.11.5. Határértékek megadásának feltételei – Vízfolyások

A metrikák és a határértékek megadásánál a JRC 2011 jelentést tekintettük mérvadónak és a legkevésbé zavart helyek (Least Disturbed Sites – LDS) adatait használtuk. Az LDS helyeknek követésüként az alábbi kritériumoknak kellett megfelelniük:

Csak a nem mesterséges kategóriájú vizek adatai kerültek felhasználásra az elemzésekben. Az elemzésekből az olyan természetes víztestek is ki lettek zárva, ahol jelentős pontforrás található, majd a kémiai határértékek mentén további leválogatás történt.

Az LDS helyek index értékeinek 5. percentilise a *referenciális határérték*. Az LDS helyek 10. percentilise a *kiváló/jó határ*. A közösségszerkezeti változások alapján (toleráns fajok relatív gyakorisága >érzékeny fajok relatív gyakorisága; átcsapási pont) lett meghatározva a *jó/mérsékelt indexhatár*. A fennmaradó rész háromfelé lett osztva, amiből az egyik 1/3 ki lett vonva a jó/mérsékelt határértékből, ami így megadta a mérsékelt/gyenge határértéket. Ebből a határértékből kivonva a következő 1/3-ot pedig megkaptuk a gyenge/rossz határértéket (**1. táblázat**). Az EQR ezt követően normalizálással került meghatározásra.

**1. táblázat** Az egyes vízfolyástípusokban használt metrikák, indexhatárértékek és EQR tartományok.

Kova típus	BIOL típus	Metrika	Index határérték	EQR tartomány	
1	1	IPS_1	referencia	$\geq 16,4$	
			kiváló	$\geq 15,8$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$\geq 14,1$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$\geq 9,4$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$\geq 4,7$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
		rossz	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$	
2	2	IPSITI_1	referencia	$\geq 14,3$	
			kiváló	$\geq 13,8$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$\geq 11,6$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$\geq 7,7$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$\geq 3,9$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
		rossz	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$	
3	3, 5	IPSITI_2	referencia	$\geq 12,2$	
			kiváló	$\geq 11,9$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$\geq 11,1$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$\geq 7,4$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$\geq 3,7$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
		rossz	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$	
4	4	IPSITI_3	referencia	$\geq 16,6$	
			kiváló	$\geq 16,5$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$\geq 12,9$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$\geq 8,6$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$\geq 4,3$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
		rossz	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$	
5	6	IPSITI_4	referencia	$\geq 12,5$	
			kiváló	$\geq 12,0$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$\geq 10,4$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$\geq 6,9$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$\geq 3,5$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
		rossz	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$	
6	7, 8	IPSITI_5	referencia	$\geq 12,6$	
			kiváló	$\geq 12,3$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$\geq 8,0$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$

Kova típus	BIOL típus	Metrika	Index határérték	EQR tartomány	
			mérsékelt	$\geq 5,3$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$\geq 2,7$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
			rossz	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$
7	9	IPS_2	referencia	$\geq 15,8$	
			kiváló	$\geq 15,6$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$\geq 13,0$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$\geq 8,7$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$\geq 4,3$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
			rossz	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$
8	10	IPS_3	referencia	$\geq 13,2$	
			kiváló	$\geq 13,1$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$\geq 12,7$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$\geq 8,5$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$\geq 4,2$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
			rossz	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$

### 1.11.6. Határértékek megadásának feltételei – Állóvizek

A metrikák és a határértékek megadásánál a JRC 2015 jelentést tekintettük mérvadónak és a legkevésbé zavart helyek (Least Disturbed Sites – LDS) adatait használtuk. Az LDS helyeknek kovatípusonként az alábbi kritériumoknak kellett megfelelniük:

Csak a nem mesterséges kategóriájú vizek adatai kerültek felhasználásra az elemzésekben. Az elemzésekből az olyan természetes víztestek is ki lettek zárva, ahol jelentős pontforrás található, majd a kémiai határértékek mentén további leválogatás történt. A síkvidéki, kis-közepes méretű, sekély és időszakos szikes tavak (3-as biológiai és 3-as kova típus) esetében az LDS kritériuma volt még, hogy az adott tó  $\text{Na}^+$  koncentrációja  $> 900 \text{ mg/l}$ , m-lúgossága  $> 32 \text{ mmol/l}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  koncentrációja  $> 1500 \text{ mg/l}$ .

Az LDS helyek index értékeinek 5. percentilise a *referenciális határérték*. Az LDS helyek 10. percentilise a *kiváló/jó határ*. A közösség szerkezeti változások alapján (toleráns fajok relatív gyakorisága  $>$ érzékeny fajok relatív gyakorisága; átcsapási pont) lett meghatározva a *jó/mérsékelt indexhatár*. A fennmaradó rész háromfelé lett osztva, amiből az egyik 1/3 ki lett vonva a jó/mérsékelt határértékből, ami így megadta a mérsékelt/gyenge határértéket. Ebből a határértékből kivonva a következő 1/3-ot pedig megkaptuk a gyenge/rossz határértéket (**2. táblázat**). Az EQR ezt követően normalizálással került meghatározásra.

**2. táblázat** Az egyes tótípusokban használt metrikák, indexhatárértékek és EQR tartományok.

Kova típus	BIOL típus	Metrika	Index érték	EQR tartomány	
1	1	MIB	referencia	$\geq 17$	
			kiváló	$\geq 16,9$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$\geq 15$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$\geq 10$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$
			gyenge	$\geq 5$	$0,2 \leq \text{EQR} < 0,4$
			rossz	$\geq 0$	$0 \leq \text{EQR} < 0,2$
2	2	MISL_1	referencia	$\geq 12,4$	
			kiváló	$\geq 12,3$	$0,8 \leq \text{EQR}$
			jó	$\geq 8$	$0,6 \leq \text{EQR} < 0,8$
			mérsékelt	$\geq 5,3$	$0,4 \leq \text{EQR} < 0,6$

Kova típus	BIOL típus	Metrika	Index érték	EQR tartomány	
3	3	H	gyenge	≥2,7	0,2≤EQR<0,4
			rossz	≥0	0≤EQR<0,2
			referencia	≥14,8	
			kiváló	≥14,3	0,8≤EQR
			jó	≥7,9	0,6≤EQR<0,8
			mérsékelt	≥5,3	0,4≤EQR<0,6
			gyenge	≥2,7	0,2≤EQR<0,4
			rossz	≥0	0≤EQR<0,2
4	4	MISL_2	referencia	≥10,7	
			kiváló	≥10,6	0,8≤EQR
			jó	≥8	0,6≤EQR<0,8
			mérsékelt	≥5,3	0,4≤EQR<0,6
			gyenge	≥2,7	0,2≤EQR<0,4
			rossz	≥0	0≤EQR<0,2
			referencia	≥14,4	
			kiváló	≥13,9	0,8≤EQR
5	5,6,7,8	MIL	jó	≥12,3	0,6≤EQR<0,8
			mérsékelt	≥8,2	0,4≤EQR<0,6
			gyenge	≥4,1	0,2≤EQR<0,4
			rossz	≥0	0≤EQR<0,2

## 1.12. Irodalom

- Ács É., Borics G., Kiss K.T., Várbíró G. (2015): Módszertani útmutató a fitobentosz élőlénycsoport VKI szerinti gyűjtéséhez és feldolgozásához. pp. 51.
- Ács É., Kiss K. T. (2004): Algológiai praktikum, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, pp. 361.
- Besse-Lototskaya A., Verdonschot P. F. M., Coste M., Van de Vijver B. (2011): Evaluation of European diatom trophic indices. *Ecological Indicators* 11:456-467.
- Bolla B., Borics G., Kiss K. T., Reskóné M. N., Várbíró G., Ács É. (2010): Recommendations for ecological status assessment of lake Balaton (largest shallow lake of central Europe), based on benthic diatom communities. *Vie Milieu* 60/3: 1-12.
- Brierley B., Carvalho L., Davies S., Krokowski J. (2007): Guidance on the quantitative analysis of phytoplankton in Freshwater Samples. pp. 24. <http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/5654>
- Carrick H.J., Lowe R.L., Rotenberry J.T. (1988): Guilds of benthic algae along nutrient gradients, relationships to algal community diversity. *Journal of the North American Benthological Society* 7:117-128.
- Cemagref (1982): Etude des Methodes Biologiques d'Appreciation Quantitative de la Qualite des Eaux. Rapport Q.E. Lyon, Agence de 'Eau Rhone-Mediterranee-Corse – Cemagref, Lyon, France.
- Coste M. (1982): Étude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Lyon: CEMAGREF Division Qualite des Eaux, Agence de L'eau Rhone-Mediterrane Corse.
- Dell'Uomo A. (1996): Assessment of water quality of an Apennine river as a pilot study for Diatom-based monitoring of Italian watercourses. In Whitton B.A. & E. Rott (eds), *Use of Algae for Monitoring Rivers II*. Institut fur Botanik, Universitat Innsbruck, Innsbruck. 65-73 p.
- Felföldy (1987): A biológiai vízminősítés *Vízügyi Hidrobiológia* (16), VGI, Budapest, pp. 2258.
- JRC Technical Report (2014): Poikane S. (ed) - JRC Technical Report - Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. Lake Phytobenthos ecological assessment methods. pp. 137.



- Kelly M. G., Whitton B. A. (1995): The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology* 7:433-444.
- Lecoince C., Coste M., Prygiel J. (2003): Omidia 3.2 Diatom Index Software including diatom database with taxonomic names, reference and codes of 11643 diatom taxa.
- MSZ 14407:2014: Water quality. Guidance for the identification and enumeration of benthic diatom samples from rivers and lakes. pp. 13.
- MSZ EN 13946:2014: Water quality. Guidance for the routine sampling and preparation of benthic diatoms from rivers and lakes. pp. 17.
- Prygiel J., Coste M. (1999): Progress in the use of diatoms for monitoring rivers in France. In Prygiel J., Whitton B.A., Bukowska J. (eds), *Use of Algae for Monitoring Rivers III*. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai: 39-56 p.
- Rott E., Binder N., Van Dam H., Ortler K., Pall K., Pfister P., Pipp E. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien, Austria pp. 248.
- Rott E., Hofmann G., Pall K., Pfister P., Pipp E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, Austria pp. 73.
- Stenger-Kovács Cs., Buczkó K., Hajnal É., Padisák J. (2007): Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) developed in Hungary. *Hydrobiologia* 589:141-154.
- Trobajo R., Rovira L., Mann D.G., Cox E.J. (2011): Effects of salinity on growth and on valve morphology of five estuarine diatoms. – *Phycological Research* 59:83-90.
- Várbíró G., Borics G., Csányi B., Fehér G., Grigorszky I., Kiss K.T., Tóth A., Ács É. (2012): Improvement of the ecological water qualification system of rivers based on first results of the Hungarian phytobenthos surveillance monitoring. *Hydrobiologia* 695:125-135.
- Zelinka M., Marvan P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie*, 57:389-407.
- Ziemann H., Kies L., Schulz C-J. (2001): Desalinization of Running Waters. III. Changes in the Structure of Diatom Assemblages Caused by a Decreasing Salt Load and Changing Ion Spectra in the River Wipper (Thuringia, Germany). *Limnologica* 31:257-280.

## 2. FITOPLANKTON MÓDSZERTAN

(Dr. Borics Gábor, Dr. Kiss Keve Tihamér)

## 2.1. Bevezetés

A fitoplankton élőlénycsoport alapvetően a növényi tápanyag tartalom növekedését jelzi, ami a fitoplankton mennyiségének és minőségi összetételének megváltozását idézi elő. Az értékelés ezen jellemzők számszerű megjelenítése alapján történhet. A fitoplankton mintavételét, feldolgozását szabványok rögzítik. A mérőszámok képzését ugyancsak nemzetközi szinten elfogadott dokumentumok tartalmazzák. Ez a módszertani kézikönyv a hivatalos dokumentumok lényegi elemeit foglalja össze, azzal a céllal, hogy ez alapján a felszíni vizek fitoplankton alapú állapotértékelését a szakemberek el tudják végezni.

## 2.2. A fitoplankton mintavétele

A fitoplanktont alkotó növényi mikroszervezetek alapvető sajátossága, hogy generációs idejük rövid (néhány napban mérhető), mozgásukat pedig alapvetően a vizek hidrológiai sajátosságai határozzák meg. Ezek a sajátosságok olyan tér-időbeli bizonytalanságokat okoznak, amelyeket csak a mintavételi és mintafeldolgozási protokollok maximális betartásával csökkenthetők.

### 2.2.1. A mintavételi helyek kijelölése

#### *Tavak*

A fitoplankton mennyisége és minőség összetétele horizontálisan eltérést mutat még kis állóvizek esetén is. Mivel a különbségek mértéke függ a víztér limnológiai és hidromorfológiai sajátosságaitól a meder morfológiájától, szélnek való kitettségétől, a pontszerű és diffúz terhelések területi eloszlásától, az aktuális meteorológiai helyzettől stb., a mintavételi helyek kijelölése a víztér sajátosságainak figyelembevételével kell történnjen. Elfogadott az az eljárás, hogy a kisebb, egyetlen ponton gyűjtött mintával is jellemezhető vizek esetén a tóközépből, ill. tározó esetén a leeresztő műtárgy közeléből történik a mintavétel, míg a nagyobb vizek esetén elővizsgálatok alapján kell eldönteni a mintavételi helyek számát és pontos helyét. Ott ahol több mintavételi pont kerül kijelölésre a vizsgálatokat külön érdemes elvégezni, mert az egyesített minta nem teszi lehetővé a kezelő számára a tavi folyamatok horizontális eltéréseinek értékelését és az esetleges beavatkozások tervezését.

#### *Vízfolyások*

A folyók esetén a mintavételi helyének kijelölése a vízszálon attól függ, hogy a vízfolyást hol, és milyen terhelések érik. Amennyiben a pontszerű terhelések hatásának vizsgálata a cél, a terhelés fölött, közvetlenül alatta, ill. a folyás irány mentén, alsóbb szakaszon kell kijelölni, úgy hogy értékelhető miként csökken a terhelés. Mivel a mintákat a sodorból kell gyűjteni, a vízfolyások többségénél a hidak ideális mintavételi pontok lehetnek. Az olyan nagy folyók esetén, mint a Tisza, és a Duna, a gyűjtések megfelelő motoros vízijárműről történhetnek. A mintavételi pontok kijelölése során arra is figyelni kell, hogy a csóvahatás olyan mértékű lehet, ami nagymértékben befolyásolja az eredmények megbízhatóságát.

### 2.2.2. A mintavételek idejének meghatározása

A fitoplankton biomasszája és a planktont alkotó fajok relatív gyakorisága az év folyamán több nagyságrendnyi eltérést mutathat. Mivel a monitorozás célja a vizeket érő tápanyagterhelések hatásának vizsgálata, ezt csak úgy történhet, ha a mintavételek időzítése a fitoplankton időbeli dinamikáját figyelembe veszi.

## Tavak

Hazai állóvizeink fitoplanktonjának dinamikáját – az eutróf tavaknak megfelelően – egy a koratavasszal kezdődő növekvő tendencia jellemzi, nyár végi maximumot mutatva. Mivel a fitoplankton összetételére és biomasszájára magadott határértékek a vegetációperiódus (május-szeptember közötti időszak) adatai alapján lettek kialakítva, a mintavételeknek ezen időszakon belül kell zajlaniuk.

## Vízfolyások

A folyóvízi fitoplankton mintavétele szempontjából szintén a fitoplankton dinamikájának ismeretére kell támaszkodni (Kiss, 1996). A folyók többségére szintén jellemző egy nyár végi csúcs, de ez pl. a Duna esetén nem mindig van így, mert a Dunában gyakorta alakul ki egy tavaszi kovaalgacsúcs. Ezért míg a folyók többségénél szintén a május – szeptemberi időszak az, amikor a mintavételeknek meg kell történniük, a Dunánál fontos, hogy az április is a mintázott hónapok között legyen.

### 2.2.3. A mintavételek gyakorisága

A fitoplankton dinamikájának követéséhez heti mintavételek lennének szükségesek, ami azonban érthető módon nem megoldható, ezért a gyakorlat alapján minimum négy mintavétel elérése a cél. Ezek között legalább egy hónapnak kell eltelnie, és fontos, hogy a nagy valószínűséggel nyár végén kialakuló biomasszacsúcs, ill. a Duna esetén a tavaszi (véltetően áprilisi) kovaalgacsúcs szintén mintázva legyen. A vízfolyások esetén fontos megjegyezni, hogy kerülni kell az áradások idejét pontosabban a nagy hordalékszállítású nagyvízi időszakokat, amikor a vizek tartózkodási ideje csökken, a fényklímája pedig oly mértékben romlik, hogy az nem teszi lehetővé a pelágium fotoszintetikus élőlényeknek a szaporodását. Ezen időszakok mintái használhatatlanok a fitoplankton alapú minősítés számára.

### 2.2.4. A mintavételek kivitelezése

## Tavak

A tavi mintavételeknek a mintavételi tervek alapján meghatározott helyen és időben kell történniük. A mintavételek kivitelezése során elengedhetetlen annak figyelembevétele, hogy a fitoplankton még a sekély tavakban is rétegződést mutat. Ezt csak az erős szelek törhetik meg, amire azonban mintavételt nem lehet alapozni. A mintavétel során a teljes eufotikus réteget mintázzuk. Az eufotikus réteg mélysége, vagyis annak a rétegnek a helye melynél a fotoszintetikus produkció és a dekompozíció kiegyenlítik egymást úgy határozható meg, hogy Secchi koronggal mérjük a víz átlátszóságát, majd ennek mélységét szorozzuk 2,5-del ( $Z_{eu} = Z_{Secchi} \times 2,5$ ). A vízoszlopot eddig a mélységig kell mintázni oszlopmintavevővel. Mivel az oszlopmintavevő belső átmérője néhány centiméter a kiemelt vízoszlop víztérfogata nem elég a kémiai háttérváltozók, a fitoplankton összetételének valamint a klorofill-a tartalom meghatározásához, ezért néhány méterrel távolabb a mintavételt többször is meg kell ismételni. A kiemelt vízmintát óvatosan egy nagyobb edénybe engedjük, és abból vesszük ki a szükséges almintákat (kémia, klorofill, planktonminta, vízminta a helyszíni mérésekhez). A klorofill-a tartalom méréséhez szükséges mennyiség hazai vizeink esetén nem több mint 1 liter. A fitoplankton összetételhez szükséges minta térfogata szintén nem haladja meg a 0,2 litert, amit helyben, Lugol oldattal fixálunk. A mintavétel csónakból történik. Ettől akkor lehet eltekinteni, ha olyan stég van a vízben melyről az oszlopminta zavartalanul megvehető, ill. azon tározóknál, ahol a mintavételi pont a leeresztő műtárgy közelébe esik.

## Vízfolyások

A folyóvízi fitoplankton minta gyűjtését a sodorból kell végezni, ami egyenes folyószakasznál a mederközép, míg kanyarban a homorú parthoz közel eső rész. A mintavétel felszínközeli rétegből is

történhet, melynek eszköze egy kellően hosszú kötéllel ellátott edény (vödör). A vízfolyásokban is kialakulhatnak inhomogenitások, amelyek növelik a mintavétel és az értékelés bizonytalanságát. Ez úgy csökkenthető, hogy a felhúzott mintát egy másik, nagy térfogatú edénybe öntjük, majd néhány perc elteltével a mintavételt megismételjük. Így a minta egy hosszabb vízszálat reprezentál. A hajóról (csónakból) történő mintavétel esetén a mintavételeket a folyásiránnyal szemben haladva ismételjük meg.

A minőségi vizsgálatok megkövetelik az egyedek faj szintű határozását. Ezt a munkát jelentősen megkönnyíti, ha a vízből planktonhálóval élő minta gyűjtése is történik. Mivel ez a vizsgálat florisztikai célú, az átszűrt víz mennyiség tetszőleges, a minták tartósítása pedig opcionális.

### 2.2.5. A fitoplankton minták tartósítása

A fitoplankton minták rögzítése Lugol-oldattal történik a helyszínen. Hozzávetőleg 10 csepp Lugol-oldatot szükséges adni 100 ml mintához, melynek eredményeként a minta konyak színt ölt.

### 2.2.6. A minták tárolása

A fitoplankton mintákat sötét, hűvös helyen (hűtőszekrényben) tároljuk. Tekintettel arra, hogy a Lugol oldat jóddal könnyen felszabadulhat melynek során a minta újból világos színt ölt, a mintákat folyamatosan ellenőrizni, és amennyiben szükséges a Lugolt pótolni kell. A vizsgálatok befejeztével, a mintákat végső konzerválását formaldehid-oldattal végezhetjük, a vegyszert úgy adagolva, hogy a mintában a formaldehid koncentrációja 4% legyen.

## 2.3. A minták feldolgozása

A fitoplankton minták feldolgozásának célja, hogy pontos képet kapjunk annak mennyiségéről és minőségi összetételéről. A fitoplankton mennyiségi jellemzői az egyedszám és a biomassa, ill. ez utóbbi becslésére szolgáló klorofill-a tartalom. A minőségi összetételéről a faj-abundancia adatok nyújtanak kellő információt.

### 2.3.1. Az algák egyedszámának megadása

A fitoplankton minták feldolgozását fordított rendszerű mikroszkóppal végezzük, melynek részleteit Utermöhl (1958) dolgozta ki. A módszer lényege, hogy ismert térfogatú ülepítőkamrában az algaegyedek egy ismert felületű üveglapra ülepsznek ki, melyet fordított állású objektívvel alulról vizsgálunk. Mivel adott nagyítás mellett a látómező átmérője is ismert, ezért minden adott ahhoz, hogy a megfelelő számítások elvégzésével kellően pontos becslést adjunk a fitoplankton mennyiségére. A fitoplankton minták fordított rendszerű mikroszkóppal történő feldolgozása szabvány által rögzített folyamat (CEN 2006), melynek betartása mellett kaphatunk reális becslést mind az abszolút mennyiségre, mind pedig a minőségi összetételre vonatkozóan.

#### *A mikroszkópnak paraméterei*

A mikroszkóp binokuláris mikroszkóp kell legyen, nagy látószögű, 10× es nagyítású okulár lencsékkel, 10×-es, 20×-os, 40×-es nagyítású objektívvel. Az okulárban okulármikrométer skála kell, hogy legyen. A lencsék, lehetőleg Plan lencsék legyenek, amelyek a látómező teljes felületén torzítatlan képet adnak. A lencsék kellően magas numerikus apertura (0,7) érték esetén adnak megfelelő minőségű képet. A kép minőségét is javítja és a szemet is kíméli, ha a mikroszkóp el van látva Fáziskontraszt és/vagy differenciál interferencia kontraszt (Differential Interference Contrast; DIC) feltétellel. A mikroszkóp kondenzora is feleljen meg a kívánt nagyításoknak.

### *A minták ülepítése*

A vizsgálatokat ülepítőkamrákban végezzük (MSZ EN 15460:2008). A kamrák ajánlott térfogata: 0,5; 1; 5; 10; 25 cm<sup>3</sup>. A nagyobb térfogatú kamrák (>1cm<sup>3</sup>) cserélhető, 0,17mm vastag fenéklappal rendelkeznek így a mikroszkópos kép megfelelő minőségű. A 0,5 és 1cm<sup>3</sup>-es kamrák ragasztott fenéklapja ennél jóval vastagabb, ezért a kapott kép minősége nem éri el azt, amit a nagyobb kamrák vizsgálata során kaphatunk.

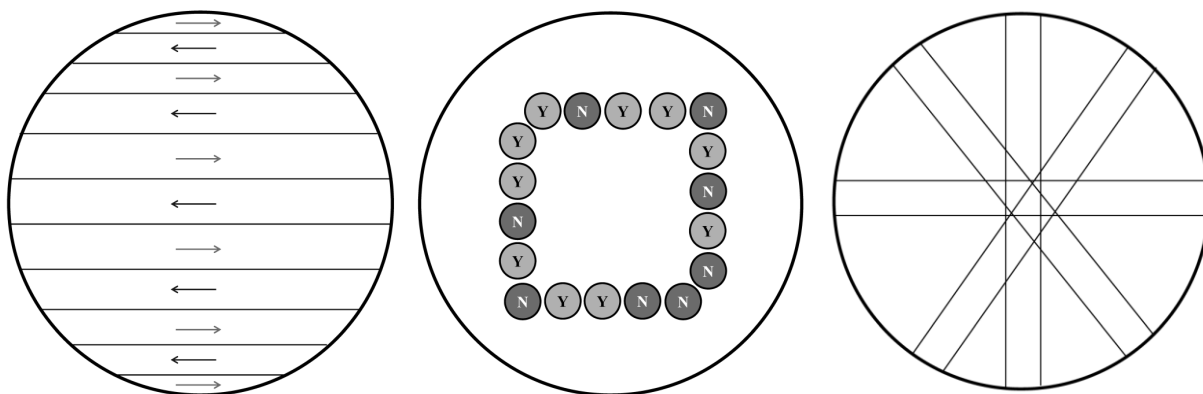
A minták (eredeti, ülepítetlen, lugossal tartósított) kamrába töltése során az algaegyedek térbeli eloszlásában inhomogenitás lép föl, ami úgy csökkenthető, ha a mintákat perforált végű toldalék segítségével juttatjuk a kamrákba. A kamrákat vízszintes felületre kell helyezni, és minden esetben le kell fedni. Az algák ülepedési sebessége méret és alakfüggő, s így nagyságrendnyi különbséget is mutat, de a legkisebb méretű egyedek is 1-3 μm\*s<sup>-1</sup> sebességgel ülepsznek, ami hozzávetőleg 3-10 mm/óra ülepedési sebességnek felel meg. A kis térfogatú kamrák akár egy óra elteltével már vizsgálhatók. A nagyobb (1-5 cm<sup>3</sup>) térfogatú kamrák esetén azonban minimum 4 óra ülepedéssel kell számolni. A 10 és 20 cm kamráknál akár egy teljes napra is szükség van a kiülepedéshez.

A mikroszkópos munka szempontjából ideális az, ha látómezőnként kb. 20 egyed fordul elő 40× es nagyításnál. Ez természetesen nem tartható, mert előfordulhatnak kis és extrém nagy algaszámú minták is. Ilyen esetben a mintákat tömöríteniük vagy hígítaniuk kell. A hígítást lugolos desztillált vízzel, vagy csapvízzel végezzük.

### *Az algák egyedszámának megadása*

Az ülepített mintát a fordított mikroszkóp tárgyasztalára helyezzük, majd azt 100 ×-os és 400 ×-os nagyításon vizsgáljuk, ill. számoljuk. A mikroszkópos vizsgálatok elfogadott gyakorlata az, hogy először a fajok relatív gyakoriságának megállapítása történik nagy 400 ×-os nagyítást alkalmazva. Ekkor ahhoz, hogy a vizsgálat hibája kisebb legyen, mint 10%, legalább 400 egyedet (ami lehet önálló sejt, ill. kolónia) kell azonosítani és gyakoriságukat rögzíteni. Ezen a nagyításon a fajok többsége faj szinten meghatározható. Amennyiben a fajok azonosítása nehézségbe ütközik, hagyományos rendszerű mikroszkóp alkalmazásával, akár nagyobb nagyítás mellett is vizsgáljuk a kérdéses fajt. Ehhez nyújt segítséges a hálóplankton minta, de a merített planktonmintánk tömörítésével is nyerhető olyan anyag, amelyben a kérdéses faj kellő számú egyede jelen van. A hagyományos rendszerű mikroszkóp alkalmazásának előnye a jobb képminőség, továbbá az, hogy az egyedek a fedőlemez kocogtatásával mozgathatók, így olyan pozícióba kerülhetnek, melyben a határozóbélyegek jobban megmutatkoznak.

A két eltérő nagyításon (100 ×, 400 ×) történő számolás azért nem mellőzhető, mert a fitoplankton elemei közötti meglévő 4 nagyságrendnyi biomassa különbség azt is jelenti, hogy a kisméretű egyedek relatív gyakoriság többszörösen meghaladhatja a nagyméretű taxonokét. Nagy nagyítás mellett a teljes kamra átszámolása rendkívül hosszú időt igényelne, és teljesen felesleges munkát jelentene. Ezért az algák számlálása során a nagyméretű, ritka fajok és a kisméretű gyakoriak számlálása elkülönül. A nagyméretű, ezért 100 ×-os nagyításon is felismerhető taxonok számának pontos megadásához a kamra teljes felszínének átszámolására szükség van (1. ábra).



**1. Ábra.** Teljes kamra vizsgálata, véletlenszerű és transzektek mentén történő számlálások

A kamra teljes fenéklapjának átszámolását és (általában a mikroszkópos számolást) jelentős mértékben segíti, ha az okulárban számlálókeret vagy okulárháló van. Ez teszi lehetővé, hogy a vizsgálatok, ill. a számolás során ne legyenek átfedések.

A nagymennyiségben előforduló kisebb planktonelemek számolása 400 ×-os nagyítás mellett történik véletlenszerűen választott látómezők vizsgálata vagy transzektek mentén. A könnyebb kivitelezhetőség miatt a transzektek mentén történő számolás a javasolt. Ekkor a kamra teljes átlóiban végezzük a számlálást, legalább három egymással 60°-os szöget bezáró átlót átszámolva. Ideális esetben az átlóban megfigyelt egyedek szám 100 és 200 közé esik, de ettől lényegesen eltérő értékek is lehetnek. Fontos, hogy a számlálást kellően nagy algaszám esetén sem szabad abbahagyni, az átlót végig kell számolni. Ekkor, amennyiben az okulárháló lehetővé teszi, kisebb átmérőjű sávot számolunk végig. Ahhoz, hogy az algaszámot meg tudjuk adni, az okulár mikrométerrel meg kell mérnünk a vizsgált sáv szélességét és természetesen tudnunk kell a kamra pontos átmérőjét is.

Az algaszám megadásához ismernünk kell a kamra térfogatát, fenéklemezének felületét, a vizsgált sávok felületét. A kapott értéket többnyire ind/ml-ben adjuk meg:

A számítások az alábbi formula szerint történhetnek:

$$Algaszám = \frac{r^2 \times \pi \times I}{2 \times n \times r \times a \times V}$$

- r: a kamra fenéklemezének sugara (mm)
- n: átszámolt átmérők száma
- I: átszámolt területen talált algák száma
- a: az átszámolt sáv szélessége (mm)
- V: a számlálókamra térfogata (ml)

### 2.3.2. A fitoplankton biomasszájának megadása

Tekintettel arra, hogy a fitoplankton alkotó algaegyedek biomasszája között akár négy nagyságrendnyi különbség is lehet, az egyedszám nagyon gyenge közelítést ad a fitoplankton mennyiségére. A mintákban ezért azonosítanunk kell a fajokat, majd meg kell adnunk az egyedeik számát és azok biomasszáját. A biomassza megadása jelenleg a leginkább hasonló geometriai formák módszere alapján történik, ami szintén szabványban rögzített módszer. Ennek során az adott geometriai alakhoz tartozó 1-5 lineáris testátló hosszát kell mikrométerben megadni, és az alakhoz tartozó formulával kiszámolni a térfogatot, amit köbmikronban adunk meg. Az algaegyedek sűrűségét 1kg/dm<sup>3</sup> nek tekintve 1 mm<sup>3</sup> 1mg-nak felel meg, ezért a μ<sup>3</sup>/l-ban megkapott eredményt 10<sup>9</sup>-el osztva megkapjuk a biomasszát mg/l-ben kifejezve.

A szabvány az adott fajhoz tartozó 20 algaegyed lineáris testméreteinek megadását várja el, melyekből egyed szinten kell kiszámolni a térfogatokat, és a 20 egyed térfogatának mediánja lesz az a térfogat, amit az adott térfogategységben előforduló egyedek számával szorozva megkapjuk a faj térfogat egységre eső biomasszáját. A mikroszkópos mintafeldolgozás során tehát alga egyedeket kell lemérnünk melyek fajtól függően lehetnek egyetlen sejtek és kolóniák is. Egyes koloniális formáknál a szabvány sejtszám becslést vár el, ami jelenleg nem megkerülhető bizonytalanságot okoz.

## 2.4.A mintavételek eszközei

- Vízi jármű: nagy tavak és vízfolyások esetén motorral ellátott csónak vagy kishajó, kis állóvizek esetén kézi erővel mozgatható csónak.
- Mentőmellény
- Kötéllel ellátott vödör
- Nagyobb méretű gyűjtőedény az alminták összekeveréséhez
- Mintatároló edényzet (klorofill-a 1L; fitoplankton minta 0,2-0,5 L)
- Lugol oldat (adagoló eszköz)
- Secchi korong
- Vízhőmérséklet mérő eszköz
- Oszlopmintavevő sekély tavak esetén kb. 3m mélységig toldható merev falú mintavevő cső, csővégi záró szeleppel
- Lágyszálú oszlopmintavevő cső mély tavakra
- Léghőmérő
- Terepi jegyzőkönyv

## 2.5.A fitoplankton alapján történő ökológiai állapotértékelés (mintaszintű értékelés)

A felszíni vizek ökológiai állapotértékelésének célja, hogy az élővilág mennyiségi és minőségi jellemzőinek ismeretében olyan mérőszámokkal tudjuk jellemezni a vizeket, mely mérőszámok érzékenyek az adott víztípusra leginkább jellemző terhelésekre. E mérőszámok értékeinek követniük kell a terhelésekben bekövetkező pozitív vagy negatív tendenciákat. A Víz Keretirányelv a fitoplankton esetén három jellemző paraméter vizsgálatát és értékelését várja el: a fitoplankton biomasszáját, a közösség összetételét és a vízvirágzások intenzitásának, és gyakoriságának figyelembevételét. A fitoplankton alapú ökológiai állapotértékelés mérőszámának kialakításakor mindhárom jellemzőt számszerűsíteni kell, majd a megfelelő határértékeket megadni, végül ezek összevonásával kell egyetlen mérőszámot képezni.

### 2.5.1. A fitoplankton biomasszáján alapuló mérőszámok megadása tavak esetén

A VKI elvárásainak megfelelően a vizeket típus specifikus határértékekkel kell jellemezni. Ez nem jelenti azt, hogy valamennyi hidromorfológiai típusra külön határértékeket kell javasolni, mert számos olyan hidromorfológiai, ill. kémiai leíró változó lehet, melyek biológiai szempontból nem relevánsak. Ezért első lépésben el kell végezni a hidromorfológiai típusok biológiai validálását. Erre már a VGT2 elkészítése során lehetőség nyílt és megállapítást nyert, hogy a tavaink a fitoplankton biomasszája és a közösség összetétele alapján 5 típusba sorolhatók.

Az elmúlt évtizedek vizsgálatai igazolták, hogy a fitoplankton biomassza mikroszkópos becslésénél robusztusabb mérőszám a vizek szesztónikus klorofill-a tartalma, ezért az EU tagállamaiban erre a mérőszámra kell határértékeket megadni, valamennyi biológiai víztípus esetén. A határértékek



ismeretében a megfelelő matematikai algoritmusok segítségével kell minőségi osztályokat képezni, úgy, hogy azok egy 0 és 1 közötti skálán, azonos osztályközökkel jellemezzék a minőségi kategóriákat. A határértékek megadásának alapja a referenciális állapottól való eltérés mértéke. Tekintettel arra, hogy érintetlen állóvizek Magyarországon nem fordulnak elő, a határértékek megadása az elérhető legjobb tavak adatai alapján számított statisztikai értékek, valamint olyan modellek extrapolációi alapján történt, melyek a terhelések és a biomassa kapcsolatát vizsgálják.

A fitoplankton alapján definiálható öt típus a közösségek összetétele alapján képezhető két nagy típuscsoport, valamint a biomassa alapján elkülönülő három típuscsoport kombinációjaként állt elő. Ennek megfelelően ezeket olyan mérőszámokkal jellemeztük, melyeket két kompozíciós metrika és három klorofill-a határérték rendszer kombinációjából állítottunk elő.

A klorofill-a koncentráció alapján három határértékrendszert:

1. a Balatonra a Közép-európai Geográfiai Interkalibrációs Csoport nagyon sekély tavaira (LCB2 típus) kidolgozott határértékeket (Chl1),
2. a hazai sekély tavak esetén a Kelet-Európai Interkalibrációs csoport sekély tavaira (EC 1) kidolgozott határértékeket (Chl2),
3. míg mély tározóinkra a Közép-európai Geográfiai Interkalibrációs Csoport sekély tavaira (Átlagos mélység <15m) (LCB3 típus) (Chl3)

kidolgozott határértékeket alkalmaztuk. Mindhárom határérték interkalibrált.

### 1. Táblázat. Állóvizek klorofill a határértékei.

Típusok	Klorofill metrika kódja	kiváló	jó	mérsékelt	gyenge	rossz
Balaton (1. biológiai típus) (LCB-GIG javaslat)	Chl <sub>1</sub>	11	23	35	50	>50
Egyéb sekély tavak (2, 3, 4, 5, 8 biológiai típusok) (EC-GIG)	Chl <sub>2</sub>	18	40	75	100	>100
Mély tavak (6. 7. biológiai típus) (bányatavak) (LCB GIG javaslat)	Chl <sub>3</sub>	8	15	30	50	>50

A határértékek ismeretében a klorofill-a EQR értékekké kell alakítani 0-1 skálán azonos osztályközökkel. Ez az alábbi táblázatban olvasható formulák segítségével végezhető el.

### 2. Táblázat. Állóvizek klorofill a EQR számításához használt normalizálási egyenletek.

Metrika	Tótipusok és típuscsoportok	A normalizáláshoz használt formula
NChl1	Balaton (LCB-GIG javaslat) (1 biol. típus)	Ha klor-a < 50 µL-1 NChl1 = - 0,0161*x + 0,9826; Ha klor-a >= 50 µL-1 NChl1=-0,004*x +0,4
NChl2	Egyéb sekély tavak (EC-GIG javaslat) (2, 3, 4, 5, 8 biológiai típusok)	Ha klor-a < 150 µL-1 NChl2= -0,0000001*x3 + 0,00005*x2 - 0,0113*x+0,9802 Ha klor-a >=150 µL-1; NChl2= 0;
NChl3	Mély tavak (bányatavak és mély völgyzárógátas tározók) LCB GIG javaslat	Ha klor-a < 100 µL-1 NChl3= 2*0,000001*x3+0,0004*x2-0,0301*x+

### 2.5.2. A fitoplankton biomasszáján alapuló mérőszámok megadása vízfolyások esetén

A folyóvízi fitoplankton biomasszáján alapuló mérőszámok kialakítása ugyan azon elvek és lépések mentén történik, mint ahogyan az a tavaknál bemutatásra került. A vízfolyások biológiai alapon történő tipológiai validációja tíz (10) vízfolyástípust eredményezett, ezen belül a fitoplankton alapján elkülöníthető típusok száma öt (5).

Az öt biológiai csoportra kialakított klorofill-a határértéket az 5. táblázat tartalmazza.

#### 3. Táblázat. Klorofill-a határértékek az öt biológiai vízfolyástípusban.

Fitoplankton alapján képezett típusok	kiváló	jó	mérsékelt	gyenge	rossz
1. Típuscsoport 1/2/3/4/5/8/9/11/12	2,7	5,6	10,5	15,5	>15,5
2. Típuscsoport 6/7/10/14	5,9	10	18,3	27,6	>27,6
3. Típuscsoport 13/15/16/18/19/21/22	4,2	8,7	18,5	28	>28,0
4. Típuscsoport 20	6	10	18	28	>28,0
5. Típuscsoport 23/24	15	30	45	60	>60,0

A határértékek alapján az EQR értékeket az alábbi formulákkal képezzük.

#### 4. Táblázat. Klorofill-a normalizálás egyenletei az öt biológiai vízfolyástípusban.

Típuscsoportok	A normalizáláshoz használt formula
1.	$y = 1,0478e^{-0,1018x}$
2.	$y = 1,0728e^{-0,0584x}$
3.	$y = 1,0109e^{-0,0558x}$
4.	$y = 1,0728e^{-0,0584x}$
5	$y = -0,0133x + 1$

## 2.6.A fitoplankton összetételét jellemző mérőszámok kialakítása tavakra és vízfolyásokra

### 2.6.1. A mérőszámok megadásának elméleti háttere

A fitoplankton összetétele alapján számított mérőszámokat a fajok un. érzékenysége és tolerancia spektrumának ismeretében lehet megadni. Mivel ilyen jellegű információk csak a fajok szűkebb körére adtak, és ezek is más geográfiai régiók előfordulási adatai ismeretében álltak elő, a mérőszámokat nem faji, hanem magasabb szinten, az asszociációk szintjén adtuk meg. Erre vonatkozóan az utóbbi évtizedekben kellő ismeretanyag áll rendelkezésre. A fitoplanktonra is kidolgoztak makroszkopikus növényi asszociációkhoz hasonló rendszert, melybe a fajok ökológiai preferenciáik és toleranciáik szerint kerültek besorolásra. Ez a funkcionális válasz alapú megközelítés 31 csoportot eredményezett (Reynolds, 2002). Mivel azok a háttérváltozók, melyek a csoport fajainak előfordulását lehetővé teszik ismertek, ezek figyelembevételével lehetőség nyílik ökológiai állapotértékelő rendszerek kidolgozására. A módszer elméleti alapjait Padisák és mtsi. (2006) közölték. Ennek lényege, hogy amennyiben ismerjük, hogy az adott víztípusra jellemző fizikai (hidrológiai, morfológiai), kémiai és biológiai változók mintázatát, valamint a fitoplankton funkcionális csoportjainak környezeti igényét, megadható, hogy az adott csoport képviselőinek jelenléte az adott víztérben egy a természetes állapotokra jellemző mintázat, vagy nem. Ez utóbbi esetén a csoport elemeinek jelenléte valamilyen nemkívánatos hatást indikál. Ezt az elvet követve a fitoplankton funkcionális csoportjait víztípusonként értékelhetjük, azaz ellátjuk olyan faktor értékekkel, amelyek előfordulásuk kedvező vagy nemkívánatos voltát számszerűsítik. A fitoplankton összetételén alapuló mérőszámok kialakítása hazánkban a fentiek figyelembevételével történt és mára nemzetközileg elfogadott, interkalibrált módszerként vannak számon tartva. Mivel korábbi kutatások igazolták (Borics et al., 2015), hogy a fitoplankton összetételére a sótartalomnak hatása van, a funkcionális csoportok értékelését két nagy tócsoporthoz végeztük el kis és közepes alkalinitású (meszes) tavakra, és a nagy alkalinitású, többnyire szikes tavakra.

**5. Táblázat.** A fitoplankton funkcionális csoportjainak faktorértékei két nagy hazai tótípusra, valamint vízfolyásokra.

Kodon	Habitat	Jellemző fajok/képviselők	Faktor értékek (F_meszes) kis és közepes alkalinitású (meszes) tavakra (Biol.típus:1,5,6,7,4)	Faktor értékek (F_szikes) nagy alkalinitású (szikes) tavakra (Biol.típus:2,3, Q2 számításához)	Faktor értékek (F_folyó) Folyók (1S, 2S, 2M, 3S, 3M, 4L, 5S, 5M, 6S, 6M, 7L, 8N, 9F, 9K-10A)
<b>A</b>	Tiszta, gyakran átkevert, alacsony alkalinitású tavak	<i>Urosolenia (Rhizosolenia), Cyclotella comensis</i>	9	1	4
<b>B</b>	Átkevert, kis-közepes méretű, mezotróf tavak	<i>Aulacoseira subarctica, A.. islandica</i>	9	1	4
<b>C</b>	Átkevert, kis-közepes méretű, eutróf tavak	<i>Asterionella formosa, Aulacoseira ambigua, Stephanodiscus rotula</i>	5	1	4
<b>D</b>	Sekély, tápanyaggazdag, zavaros vizek, folyóvizek is	<i>Synedra acus, Nitzschia spp., Stephanodiscus hantzschii</i>	7	3	4
<b>N</b>	Mezotróf epilimnion	<i>Tabellaria, Cosmarium, Staurodesmus</i>	7	1	3
<b>P</b>	Eutróf epilimnion	<i>Fragilaria crotonensis, Aulacoseira granulata, Staurastrum pingue,</i>	5	5	3

<b>T</b>	Mély, jól kevert epilimnion	<i>Geminella, Mougeotia, Tribonema, Planctonema, Costerium aciculare</i>	5	3	3
<b>S1</b>	Zavaros, felkevert vizek	<i>Planktothrix agardhii, Limnothrix redekei</i>	1	3	0
<b>S2</b>	Zavaros, felkevert, trópusi vizek	<i>Spirulina, Arthrospira, Raphidiopsis</i>	1	3	0
<b>S<sub>N</sub></b>	Meleg, felkevert vizek	<i>Cylindrospermopsis, Anabaena minutissima</i>	1	1	0
<b>Z</b>	Tisztavízű epilimnion	<i>Synechococcus</i> , prokaryota egysejtű pikoplankton	9	9	3
<b>X3</b>	Sekély, tiszta vízű, felkevert tavak	<i>Koliella, Chrysococcus, eukarióta pikoplankton</i>	9	3	3
<b>X2</b>	Sekély, mezotróf, felkevert tavak	<i>Plagioselmis (Rhodomonas) Chrysochromulina</i>	9	3	4
<b>X1</b>	Sekély, eutróf, tápanyaggazdag, felkevert tavak	<i>Ankyra, Monoraphidium</i>	5	3	3
<b>Y</b>	Változatos, de ált. apró, tápanyaggazdag tavak	Nagyobb méretű mikroflagelláták, pl. <i>Cryptomonas</i>	7	1	
<b>Y<sub>Ph</sub></b>	apró, Ca és tápanyaggazdag tavak, nem savas Ph	<i>Phacotus</i>	1	1	3
<b>E</b>	Kis, oligotróf, bázisszegény tavak vagy tiszta, oldott szerves anyagban viszonylag gazdag tavak	<i>Dinobryon, Mallomonas, Synura</i>	7	1	2
<b>F</b>	átvilágított epilimnion	Kolóniás Chlorococcales ( <i>Botryococcus, Pseudosphaerocystis, Coenpchlorys, Oocystis</i> )	9	3	3
<b>G</b>	Sekély, tápanyaggazdag, nyugodt vizek	<i>Volvox, Eudorina</i>	3	3	1
<b>J</b>	Sekély, tápanyaggazdag tavak, folyók	<i>Scenedesmus, Golenkinia, Tetrastrum, Crucigenia, Actinastrum stb.</i>	3	5	2
<b>K</b>	Sekély, tápanyaggazdag vizek	<i>Aphanothece, Aphanocapsa</i>	7	9	2
<b>H1</b>	Eutróf vizek	<i>Anabaena flos-aquae, Aphanizomenon flos-aquae</i>	1	3	1
<b>H2</b>	Nagy, mezotróf vizek	<i>Anabaena lemmermannii, Gloeotrichia echinulata</i>	1	3	1
<b>U</b>	Oligo- és mezotróf nyári epilimnion	<i>Uroglena</i>	9	1	1
<b>L<sub>o</sub></b>	Mezotróf nyári epilimnion	<i>Peridinium, Woronichinia, Merismopedia</i>	7	1	1
<b>L<sub>M</sub></b>	Eutróf nyári epilimnion	<i>Ceratium, Microcystis</i>	5	1	1
<b>M</b>	Kis, eutróf, gyakran keveredő tavak	<i>Microcystis, Sphaerocavum</i>	1	1	0
<b>R</b>	Mezotróf, rétegzett tavak metalimnionja	<i>Planktothrix rubescens, P. mougeotii</i>	1	1	1
<b>V</b>	Eutróf, rétegzett metalimnion	<i>Chromatium, Chlorobium</i>	5	9	0
<b>W1</b>	Kis, szervesanyag gazdag tavak	<i>Euglena, Phacus, Lepocinclis, Gonium, apró Peridinium, Glenodinium, Gymnodinium</i>	5	9	2
<b>W2</b>	Sekély, mezotróf tavak	<i>Trachelomonas</i> , egyéb metafitikus szervezet	5	9	3
<b>W<sub>s</sub></b>	Sekély, mezotróf tavak, neutrális pH	<i>Synura</i>	7	1	3
<b>Q</b>	Kis, huminanyaggal terhelt tavak	<i>Gonyostomum</i>	5	1	1

Az funkcionális csoportba tartozó fajok relatív gyakorisága ismeretében, a funkcionális csoportok F-értékeinek figyelembevételével képezzük azt a Q indexet, ami a fitoplankton összetétel „nyers” mérőszámának tekinthető.

$$Q_k = \sum_{i=1}^s (p_i F_i),$$

ahol:

Q: nyers indexérték

- s: az adott mintában található fajok száma,
- $p_i$ : az i Faktorértékű funkcionális csoportok biomassza alapú relatív gyakorisága,
- $F_i$  az adott kodon faktorsúlya

Ezzel az eljárással un. nyers indexértéket állítunk elő, melyre határértékeket állapítunk meg.

### 2.6.2. A kompozíciós mérőszám megadásának módja kis és közepes alkalinitású (meszes) tavakra

Meszes tavak esetén a F\_meszes kodon faktorokat használjuk a nyers Q<sub>k</sub> index kiszámításához.

A meszes tavak esetén a kapott értéket Q1 elméleti maximuma 9. Mivel a gyakorlatban 7,95-ös érték volt a legmagasabb, így ezzel az értékkel osztva a tavak fitoplanktonjára számított Q<sub>k</sub> értéket, 0 és 1 közötti EQR értéket kapunk.

$$Q_{\text{meszes}} = Q/7,95$$

A határértékek megadása ezekre az értékekre történt, a különböző faktorsúlyú csoportok mintán belüli relatív gyakoriságának figyelembevételével, ill a kombinált terhelésre adott válaszaik alapján (Borics et al. 2016).

**6. Táblázat.** A Q index határértékei meszes tavak esetén.

Osztály	EQR	Normalizált EQR
Kiváló	0,73	0,8
Jó	0,63	0,6
Közepes	0,5	0,4
Gyenge	0,2	0,2
Rossz	< 0,2	< 0,2

A normalizált EQR értékek (melyek azonos osztályközökkel jellemzik a vizeket) megadása az alábbi formulákkal történik:

- HA EQR < 0,5001; akkor  $NQ_1 = 0,6667 * Q_{\text{meszes}}^2 + 1,1333 * Q_{\text{meszes}} + 0,016$ ;
- HA EQR < 1,0001; akkor  $NQ_1 = -1,5398 * Q_{\text{meszes}}^2 + 3,5317 * Q_{\text{meszes}} - 0,9893$

Ahol y a normalizált Q index értéke, ami 0 és 1 közé eső szám.

Meszes tavak esetén az EQR értékének csökkenése az eutrofizációt jelzi.

### 2.6.3. A kompozíciós mérőszám megadásának módja nagy alkalinitású (szikes) tavakra

Szikes tavak esetén a F\_szikes kodon faktorokat használjuk a nyers Q<sub>k</sub> index kiszámításához.

Szikes tavak esetén a határértékek a nyers EQR értékek elektromos vezetőképesség növekedésére adott válasza alapján került megadásra.

A szikes tavak esetén a kapott értéket Q1 elméleti maximuma 9. Mivel a gyakorlatban 7,95-ös érték volt a legmagasabb, így ezzel az értékkel osztva a tavak fitoplanktonjára számított Q<sub>k</sub> értéket, 0 és 1 közötti EQR értéket kapunk.

$$Q_{\text{szikes}} = Q/7,95$$

**7. Táblázat.** A Q index határértékei szikes tavak esetén.

Osztály	EQR	Normalizált EQR
Kiváló	0,6	0,8
Jó	0,4	0,6
Közepes	0,3	0,4
Gyenge	0,2	0,2
Rossz	< 0,2	< 0,2

A normalizált EQR értékek számítása az alábbi formulák szerint történik:

- HA ( $Q_{szikes} < 0,2$ ;  $NQ2 = EQR$ ; HA( $Q_{szikes} < 1.001$ ;  $NQ2 = 1,4612 * Q_{szikes}^3 - 3,9199 * Q_{szikes}^2 + 3,8983 * Q_{szikes} - 0,4399$ ))

Ahol y a normalizált Q index értéke (EQR), ami 0 és 1 közé eső szám.

A Q index határértékeinek megadása a különböző F értékű csoportok mintán belüli relatív gyakoriságának figyelembe vételével történt. A szikes tavak esetén a Q index csökkenése a sótartalom csökkenését indikálja.

**2.6.4. A kompozíciós mérőszám megadásának módja vízfolyásokra**

A folyóvízi fitoplankton összetétele alapján képezhető mérőszám megadásának módja azonos azzal, amit a tavak esetén már bemutattunk, azaz:

$$Q_k = \sum_{i=1}^s (p_i F_i)$$

ahol:

- Q: nyers indexérték
- s: az adott mintában található fajok száma,
- pi= az i Faktorértékű funkcionális csoportok biomassa alapú relatív gyakorisága,
- Fi az adott kodon faktorsúlya

Folyóvizek esetén a F\_folyó kodon faktorokat használjuk a nyers Qk index kiszámításához.

A „nyers” index értékekre határértékeket kell képezni minden biológiai vízfolyástípus esetén. Ez az adott vízfolyás típus hidromorfológiai sajátosságainak (elsősorban a víz becsült tartózkodási idejének) figyelembevételével történt. Ennek oka az, hogy a potamális folyók kivétel eu planktonikus elemek a vízfolyások fitoplanktonjára nem tekinthetők jellemzőnek. Minél kisebb egy vízfolyás, annál jelentősebb a bentikus elemek dominanciája, és ennek megfelelően magasabb indexértékek is várhatók. Az indexértékekre vonatkozó határértékek megadásakor azt vizsgáltuk, hogy a különböző faktorsúlyú funkcionális csoportok adott relatív gyakorisága mellett az index milyen értékeket vesz föl. A relatív gyakoriságokat pedig a jó állapotú természetes vízfolyásokban megfigyelhető arányokhoz közelítettük. Ezek alapján a biológiai vízfolyástípusokra az alábbi határértékeket javasoltuk:

**8. Táblázat.** A kompozíciós mérőszám határértéke az öt típuscsoportban.

Típuscsoport	Q-index				
	Kiváló	Jó	Közepes	Gyenge	Rossz
1	0.95	0.8	0.7	0.6	<0.6
2	0.9	0.75	0.65	0.55	<0.55
3	0.95	0.8	0.7	0.6	<0.6

4	0.9	0.75	0.65	0.55	<0.55
5	0.8	0.7	0.6	0.5	<0.5

A folyóvizek esetén a kapott értéket  $Q_k$  elméleti maximuma 5 így ezzel az értékkel osztva a folyóvizek fitoplanktonjára számított  $Q_k$  értéket, 0 és 1 közötti EQR értéket kapunk.

$$Q_{\text{folyó}} = Q/7,95$$

Az azonos osztályközökkel bíró normalizált EQR értékek megadása az alábbi formulákkal történik:

**9. Táblázat.** A kompozíciós mérőszám normalizáláshoz használt egyenletei az öt típuscsoportban.

Típuscsoportok (Típus)	A normalizáláshoz használt formula
1. (1S, 2S,2M,3S,3M, 5S, 5M,6S,6M)	$\text{norm\_Q\_1} = 1,3377 * Q_{\text{folyó}}^2 - 0,4252 * Q_{\text{folyó}} + 0,0451$
2. (4L)	$\text{norm\_Q\_2} = 1,205 * Q_{\text{folyó}}^2 - 0,1805 * Q_{\text{folyó}} - 0,0063$
3. (6S, 6M, 7L)	$\text{norm\_Q\_3} = 1,3377 * Q_{\text{folyó}}^2 - 0,4252 * Q_{\text{folyó}} + 0,0451$
4. (8N)	$\text{norm\_Q\_4} = 1,205 * Q_{\text{folyó}}^2 - 0,1805 * Q_{\text{folyó}} - 0,0063$
5. (9F, 9K, 10A)	$\text{norm\_Q\_5} = 0,7334 * Q_{\text{folyó}}^2 + 0,3253 * Q_{\text{folyó}} - 0,0137$

## 2.7.A fitoplankton biomassa és összetétel mérőszámainak egyesítése

A fitoplankton alapján történő ökológiai állapotértékelés során az élőlénycsoport három ismervét kell figyelembe venni: a biomasszát, az összetételt és a vízvirágzások gyakoriságát és intenzitását. A vízvirágzásoknak nincsen elfogadott nemzetközi mérőszáma, másrészt a klorofill-a tartalom miatt szerepeltetése bizonyos tekintetben redundáns, ezért a végső mérőszám kialakításakor ezt a paramétert nem vontuk be. A biomassa és a kompozíció között jelentős különbség lehet az időbeliség tekintetében, ami a monitorozásuk során okoz bizonytalanságot. Ugyancsak különbséget mutatnak a terhelésekre adott válaszuk tekintetében is, ezért a végső index kialakításakor a mérőszámok nem ugyan olyan súllyal kerülnek figyelembevételre. A két mérőszám különböző súllyal való figyelembevétele úgy oldható meg, ha nem egyszerű, hanem súlyozott átlagot képezünk.

Mivel a biomassa mérőszámát robusztusabbnak tekintik mint az összetételét (Carvalho et al., 2013), ezért ez a metrika nagyobb súlyt kap minden olyan típusban, ahol tápanyagok koncentrációjának növekedése a legfőbb terhelés típus. A hazai tótipológia azonban olyan speciális víztípusokat is magában foglal mint a szikesek, melyek esetén a trofitás természetes módon magas. Ezeknél a sőtartalom csökkenése a nemkívánatos terhelés, amire az összetétel ad jobb választ. Mindezek miatt a biológiai típusokra számolt EQR értékek megadásakor a két kompozíciós mérőszám (NQ1 és NQ2), valamint a három klorofill-a határértékrendszer alapján számolt klorofill metrika (Chl1 Chl2 és Chl3) különböző kombinációt javasoljuk. Az így kapott mérőszám a HLPI (magyar fitoplankton mérőszám angol akronímje), értéke pedig egy a 0 és 1 közé eső EQR érték.

**10. Táblázat.** A kompozíciós és biomassa mérőszámok javasolt kombinációja (HLPI aktuális) az egyes típusokban.

Típus kód	Az EQR számításához használt formulák	Metrika
1	$\text{EQR} = (\text{NQ}_1 + 2\text{NChl}_1) / 3$	HLPI_1
2	$\text{EQR} = (\text{NQ}_2 + 2\text{NChl}_2) / 3$	HLPI_2
3	$\text{EQR} = \text{Q}_2$	HLPI_3
4	$\text{EQR} = (\text{NQ}_2 + \text{NChl}_2) / 2$	HLPI_4

5, 8	$EQR = (NQ_1 + 2NCh_2) / 3$	HLPI_5
6, 7	$EQR = (NQ_1 + 2NCh_3) / 3$	HLPI_6

**11. Táblázat** A kompozíciós és biomassa mérőszámok javasolt kombinációja (HRPI aktuális) az egyes típusokban.

Típuscsoportok (Típuskód)	Típuscsoportok (biol.típusok)	Metrika
1. Típuscsoport (1/2/3/5)	$EQR = (NQ_1 + 2NCh_3) / 3$	HRPI_1
2. Típuscsoport (4)	$EQR = (NQ_1 + 2NCh_3) / 3$	HRPI_2
3. Típuscsoport (6/7)	$EQR = (NQ_1 + 2NCh_3) / 3$	HRPI_3
4. Típuscsoport (8)	$EQR = (NQ_1 + 2NCh_3) / 3$	HRPI_4
5. Típuscsoport (9/10)	$EQR = (NQ_1 + 2NCh_3) / 3$	HRPI_5

A fenti mérőszámok (HLPI értékek EQR-ban megadva) a vizek aktuális ökológiai állapotát jellemzik.

## 2.8. Vízfolyások fitoplankton-alapú ökológiai potenciáljának megadása

Az erősen módosított, vagy mesterséges vízfolyások mérőszámai egyes terhelések mentén (pl. dombvidéki kis-, közepes vízfolyások -  $PO_4^{3-}$ ; síkvidéki kis-, közepes vízfolyások - vezetőképesség) alacsonyabbak voltak, mint a természetes vízfolyásoké, ezért az ökológia potenciáljuk megadásakor a számított EQR értékeket meg kell emelni és az így korrigált Ökopotenciál (EP) értéket vesszük figyelembe a minősítés eredményének a megadásánál (15. táblázat EQR tartományai alapján).

**12. táblázat** A mesterséges, vagy erősen módosított vízfolyások ökológiai potenciáljának megadásához használt indexek korrekciós értéke.

Típus	Fitoplankton korrekciós értéke
4L	$EQR + 0,07$
7L	$EQR + 0,07$
8N	$EQR + 0,07$
9F	$EQR + 0,07$
9K	$EQR + 0,07$
10A	$EQR + 0,07$

## 2.9. Mintavételi hely szintű értékelés

Egy adott mintavételi helyen a fitoplankton szezonális szukcessziója miatt jelentős változást mutathat. A minősítés adott évre jellemző mérőszámát ezért a vegetációperiódusban gyűjtött minták aktuális értékeinek átlagai alapján képezzük.

$$HLPI_{\text{Éves}} = \frac{\sum_{i=1}^N HLPI}{N}$$

Ahol:

- HLPI: Éves: a tavi index éves értéke
- HLPI: aktuális EQR érték



- N: a figyelembe vet minták száma

A tavak ökológiai állapotértékelésének mérőszáma (HLPI) normalizált mérőszámok súlyozott átlagaként áll elő, ezért annak határértékei nem változnak, azaz 0,8; 0,6; 0,4; 0,2 lesznek.

A vízfolyások ökológiai állapotértékelésére alkalmazott formula hasonlóan a tavakéhoz a biomassza és a kompozíciós mérőszám súlyozott átlagaként képezhető az alábbi formula alapján.

$$HRPI = \frac{2NChla + NQr}{3}$$

Ahol

- HRPI : magyar folyóvízi fitoplankton index angol akronímje
- NChla: normalizált a-klorofill metrika
- NQr: normalizált folyóvízi fitoplankton társulás metrika

Mivel a folyóvízi fitoplankton a tavhoz hasonló nagy éves variabilitással rendelkezik, a végső mérőszám esetükben is a vegetációperiódusban gyűjtött minták aktuális értékeinek átlagai alapján képezhető.

$$HRPI_{Éves} = \frac{\sum_1^N HRPI}{N}$$

- HRPI<sub>Éves</sub>: a folyóvízi index éves értéke
- HRPI: aktuális EQR érték
- N: a figyelembe vet minták száma

Tekintettel arra, hogy fitoplankton mennyiségét és összetételét pragmatikus módon évente jó esetben 4 minta vizsgálatára alapozzuk, a hidrometeorológiai szituációknak, vagy a terhelések dinamikájában előálló különbségeknek köszönhetően a fitoplankton éves átlagos mérőszámai között is lehetnek jelentős eltérések. Ezért a tavak és folyók állapotának jellemzését legalább három év adataira kell alapozni. Az értékelésekkor ezen évek átlagos EQR értékét kell figyelembe venni.

## 2.10. A víztest szintű értékelés

A víztest szintű értékelések során ott ahol a víztesten több mintavételi hely is kijelölésre került, a minősítés végső értékét az adott helyekre vonatkozó éves EQR értékek átlagaként adjuk meg.

## 2.11. Irodalom

- Borics, G., L. Nagy, S. Miron, I. Grigorszky, Z. László-Nagy, B.A. Lukács, L. G-Tóth & G. Várbíró, 2013. What factors affect phytoplankton biomass in shallow eutrophic lakes? *Hydrobiologia* 714: 93-104.
- Borics G., B.A. Lukács, I. Grigorszky, Z.L. Nagy, L. G-Tóth, Á. Bolgovics, S. Szabó, J. Görgényi & G. Várbíró. 2014. Phytoplankton-based shallow lake types in the Carpathian basin: steps towards a bottom-up typology. *Fundamental and Applied Limnology* 184(1): 23-34.
- Carvalho, L., Poikane, S., Solheim, A.L., Phillips, G., Borics, G., Catalan, J., De Hoyos, C., Drakare, S., Dudley, B.J., Järvinen, M. and Laplace-Treyture, C., 2013. Strength and uncertainty of phytoplankton metrics for assessing eutrophication impacts in lakes. *Hydrobiologia*, 704(1), pp.127-140.
- CEN 2006. SFS-CEN 15204, Water quality – Guidance on the enumeration of phytoplankton using inverted microscopy (Utermöhl technique). <http://www.cen.eu/>.

- Kiss, K.T., 1996. Diurnal changes of planktonic diatoms in the River Danube near Budapest (Hungary). *Algological Studies/Archiv für Hydrobiologie, Supplement Volumes*, pp.113-122.
- Mischke, U., Borics, G. Jekabsone J.; Poikane, S.; Picińska-Fattynowicz, J.; Wolfram, G.; Placha, M. Panek, P.; Hlúbiková, D. Garbea, R; Stanković, I.; Varbiro, G.; Birk, S.; Piirsoo, K.; Stankeviciene, J., Virbickas, T., Van Wichelen, J.; Opatrilova, L.; Belkinova, D.; Rotaru, N. 2018. Intercalibrating the national classifications of ecological status for very large rivers in Europe Biological Quality Element: Phytoplankton JRC Technical reports. p.157
- Padisák, J., G. Borics, I. Grigorszky & É. Soróczki-Pintér, 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia* 553: 1-14.
- Utermöhl, H., 1958: Zur Vervollkommnung der quantitative Phytolankton-Methodik. *Mitt. Int. ver. Theor. Angew. Limnol.* 9: 1–38.

## 2.12. Mellékletek

### 2.12.1. Terepi mintavételi jegyzőkönyv

A fitoplankton környezeti változásokra rendkívül gyorsan reagál ezért egy ismert víztér mintáinak vizsgálata és értékelése során is kaphatunk meglepő eredményt. Az eredmény értelmezéséhez elengedhetetlen, hogy a mintavétel körülményeinek minden fontos részletének ismerete. Ezeket a részleteket a terepi jegyzőkönyvben kell rögzíteni.

A mintavétel során a helyszíni jegyzőkönyvben rögzítjük a mintavétel idejét és helyét, a meteorológiai viszonyokat, a mintavétel módját, jellegét (átlagminta, pontminta), a minta azonosításához szükséges adatokat, valamint a mintavétel idején jellemző környezeti paramétereket.

#### 13. Táblázat. Javaslat a fitoplankton gyűjtése során alkalmazandó terepi mintavételi jegyzőkönyvre

Laboratórium neve	FITOPLANKTON TEREPI MINTAVÉTELI JEGYZŐKÖNYV
Víztér neve	
Mintavételi hely neve	
Mintavételi hely koordinátái (EOV)	
Mintavétel dátuma	
Mintavétel időpontja (óra)	
Minta helyszíni jele	
Minta laboratóriumi azonosítója	
A minta jellege (pontminta/átlagminta)	
Aktuális időjárás	
Léghőmérséklet (°C)	
Vízmélység (m)	
Secchi átlátszóság (m)	
Mintavétel mélysége (m)	
pH	
Víz hőmérséklet (°C)	
O <sub>2</sub> mg/l	
O <sub>2</sub> %	
Vezetőképesség (μScm <sup>-1</sup> )	
Víz színe	
Víz szaga	
Megjegyzések	
Mintavevő neve és aláírása	

### 2.12.2. Kitöltési útmutató a fitoplankton terepi jegyzőkönyv mintához

1. MINTAVÉTELI HELY NEVE (víztest név): Írja be a mintázott víztest nevét.
2. KÖZIGAZGATÁSI HATÁR: Írja be a település nevét. Ha több település határába esik, akkor írja be mindet.
3. MINTAVÉTELI HELY KOORDINÁTÁI (EOV): Írja be a minta pontos helyének EOV koordinátáit
4. DÁTUM: Írja be a mintavétel dátumát (év. hónap nap)
5. MINTAVÉTEL IDŐPONTJA: Írja be a mintavétel idejét óra perc pontossággal
6. MINTA KHELYSZÍNI JELE: Írja be a projekt által megszabott mintavételi azonosítóját (számkódját).
7. MINTA LABORATÓRIUMI AZONOSÍTÓJA: Írja be a minta laboratóriumi azonosító kódját
8. MINTA JELLEGE Írja be, hogy a minta egyetlen pontminta, vagy több minta átlagaként állt elő.
9. AKTUÁLIS IDŐJÁRÁS Írja be, hogy a mintavétel idejében milyen időjárási helyzet volt jellemző (napos felhős, esős, szeles szélcsend)
10. LÉGHŐMÉRSÉKLET Írja be a mintavétel időpontjában mért léghőmérséklet értékét
11. VÍZMÉLYSÉG: Írja be a víztest mintavételi ponton mért mélységét
12. SECCHI ÁTLÁTSZÓSÁG [cm]: Írja be a helyszínen mért Secchi átlátszóság értékét cm-ben kifejezve
13. MINTAVÉTEL MÉLYSÉGE Írja be a mintázott vízoszlop mélységét
14. pH: Írja be a víz műszeresen mért kémhatás értékét.
15. VÍZHŐMÉRSÉKLET [C°]: Írja be a víz műszeresen mért hőmérséklet értékét.
16. OXIGÉN (mg/L) Írja be a víz műszeresen mért oxigén koncentrációját.
17. OXIGÉN [%]: Írja be a víz műszeresen mért oxigén telítettség értékét.
18. VEZETŐKÉPESSÉG [ $\mu\text{S cm}^{-1}$ ]: Írja be a víz műszeresen mért vezetőképesség értékét.
19. VÍZ SZÍNE: Jellemezze a víz színét.
20. VÍZ SZAGA: Jellemezze a víz szagát
21. MEGJEGYZÉSEK Ez az a hely ahol jelezheti, ha bármely olyan jelenséget tapasztal, ami a mintavételre vagy a minta minőségére befolyással lehet (jég, szokatlan felszíni elszíneződés, vízvirágzás, uszadék jelenléte, makrofitonok jelenléte)
22. MINTAVEVŐ NEVE ÉS ALÁÍRÁSA Rögzítse a mintavevő személy nevét

### 2.12.3. Terhelés/hatás vizsgálatok

#### Tavak

##### A terhelés kombinált mérőszámának kidolgozása

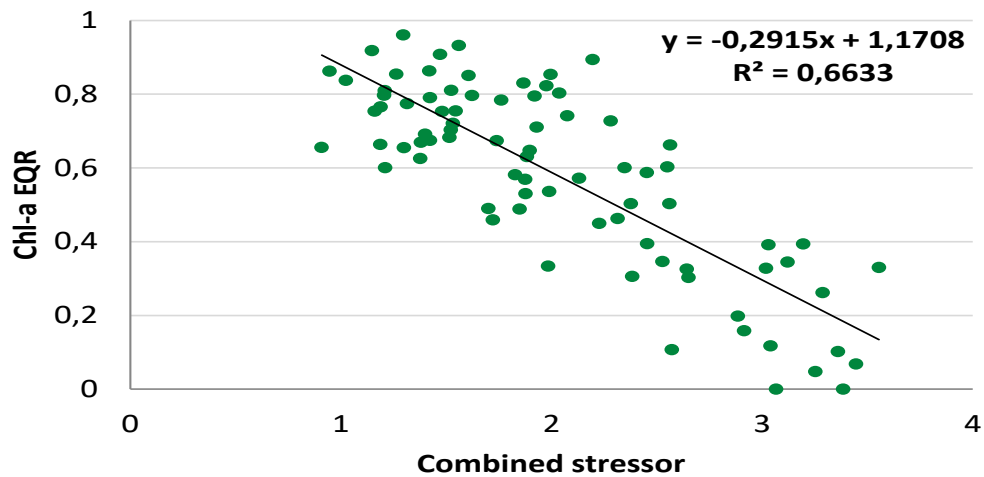
A hazai sekély tavakban mérhető tápanyagkoncentrációk döntő részben abba a magas koncentráció tartományba esnek, ahol tápanyagtartalom /a Klorofill-a modellek aszimptotikus karaktert mutatnak (Phillips et al., 2008). Mivel tehát a tápanyagok, mint egyedi változók (TP, TN) és a klorofill-a közötti összefüggés nem kellően erős, olyan megközelítést alkalmaztunk, amelyben a terhelések egy összevont mérőszámában jelennek meg (Borics et al., 2013). A legfontosabb terhelések természetesen a nitrogén és a foszfor, de emellett jelentős szerves terhelés is érheti a vizeinket, aminek mérőszáma a kémiai oxigén igény. Mindezek a forrásoldal terhelései, ugyanakkor van a fogyasztók szempontjából fontos terhelés is, ami a túlteljesítés okozta predációs nyomás az, ami a fitoplanktont kontrollálni képes zooplankton szervezeteket alacsonyan tartja, és így a planktonikus eutrofizáció irányába mozdítja el a rendszereket. A terhelés mérőszámának kialakításához egy olyan tópopulációból indultunk ki ahol a halpopuláció becslésére, a kezelő szervek nyújtotta információ alapján lehetőségünk volt. Az értékelést egy ordinális skálán tudtuk megtenni, az alábbiak szerint:

1. minimális horgászat, becsült halmennyiség < 50kg ha<sup>-1</sup>,
2. közepes horgászat, becsült halmennyiség 50 - 200 kg ha<sup>-1</sup>,
3. intenzív horgászat, becsült halmennyiség > 200 kg ha<sup>-1</sup>.

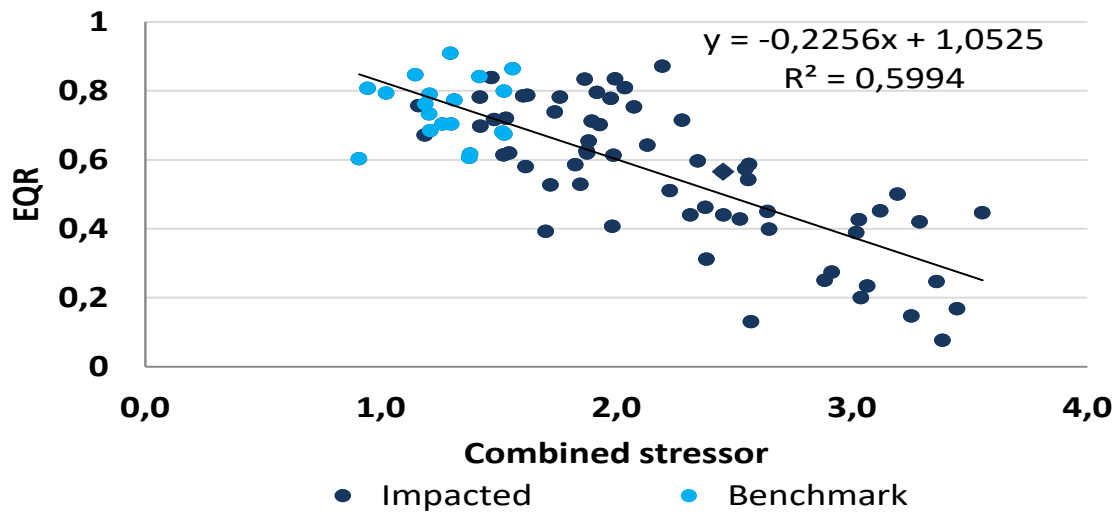
Az első (kevésbé terhelt) és a harmadik (erősen terhelt) kategóriák tavainak összes- foszfor összes nitrogén és Kémiai oxigén igény adatainak képeztük a mediánját, mely értékeket határértéknek tekintettünk (medián1: 0,33; medián3: 0,66; max:1; min:0) és ezeket alapul véve a koncentráció értékeket 0 és egy közötti értékke alakítottuk, majd tavanként összegeztük. A túlteljesítés három kategóriáját 1:0,33; 2:0,66; 3:1 értékekkel vettük figyelembe, majd a négy 0 és 1 közé eső terhelés értéket összeadva kaptuk azt a kombinált mérőszámot, aminek függvényében a tavi minősítés indexértékeinek változását vizsgáltuk.

#### 14. Táblázat. A tápanyagtartalmak és a kémiai oxigénigény értékeinek medián értékei és maximuma

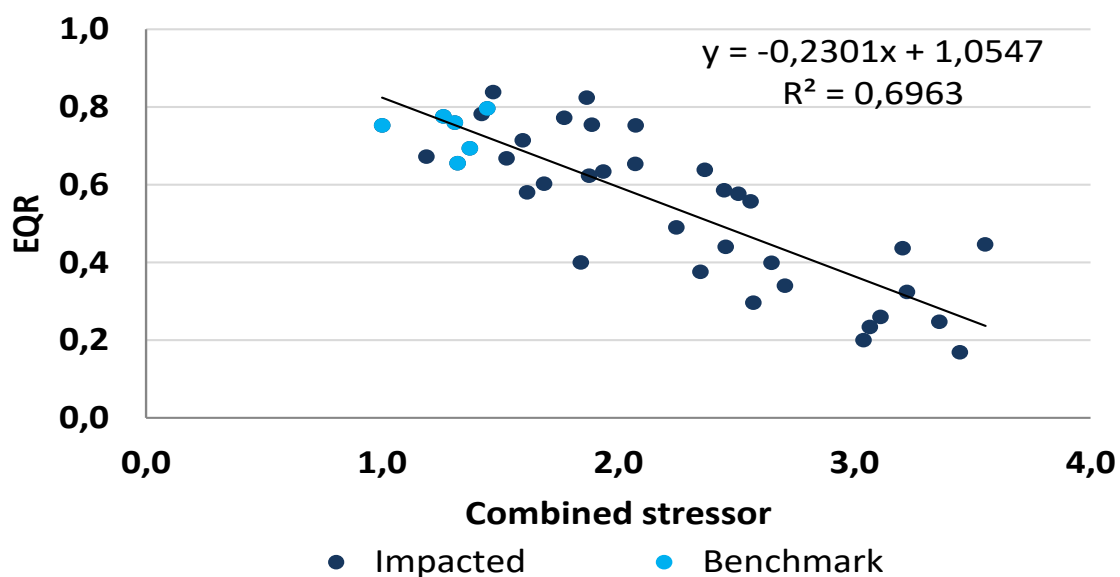
	TP ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )	TN ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )	COD ( $\text{mg l}^{-1}$ )	Normalized values
Lakegroup 1	94	1310	31.83	0.33
Lakegroup 3	250	2370	50	0.66
Maximum values	500	4000	100	1.0



2. **Ábra.** A terhelés kombinált mérőszáma és a Chl-a EQR közötti kapcsolat.



3. **Ábra.** A terhelés kombinált mérőszáma és a fitoplankton EQR közötti kapcsolat. A világoskék pontok a határértékek meghatározásához kijelölt legkevéssbé terhelt tavak éves értékeit reprezentálják. A sötétkék pontok azon tavakhoz tartoztak, melyek esetén a leválogatás kritériumai nem teljesültek, azaz nagyobb terhelés alatt állnak.



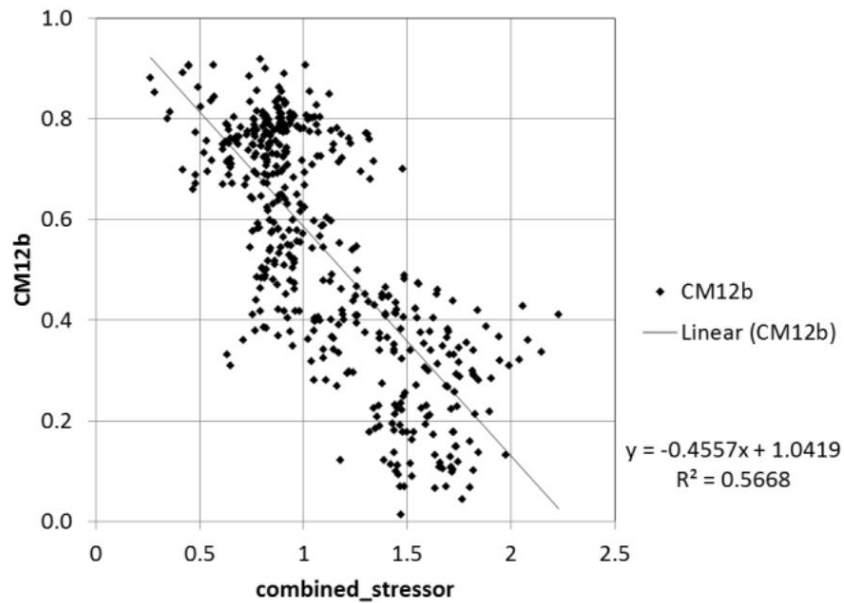
**4. Ábra.** A terhelés kombinált mérőszáma és a fitoplankton EQR közötti kapcsolat (több /2-3/ év átlaga). A világoskék pontok a határértékek meghatározásához kijelölt legkevésbé terhelte tavak éves értékeit reprezentálják. A sötétkék pontok azon tavakhoz tartoztak, melyek esetén a leválogatás kritériumai nem teljesültek, azaz nagyobb terhelés alatt állnak.

A fenti ábrák tanúsága szerint a terhelés kombinált mérőszáma megfelelő támpontot nyújt a vizek terhelésére és arra, hogy a fitoplankton alapján képezett EQR értékek használhatóságát igazolják. Az éves (havi értékek éves átlaga) valamint a több év átlaga alapján képezett mérőszámok terhelésekre adott válasza is jelzi, hogy a több év átlaga megbízhatóbb eredményt ad az állapot megítéléséhez és a beavatkozások tervezéséhez is.

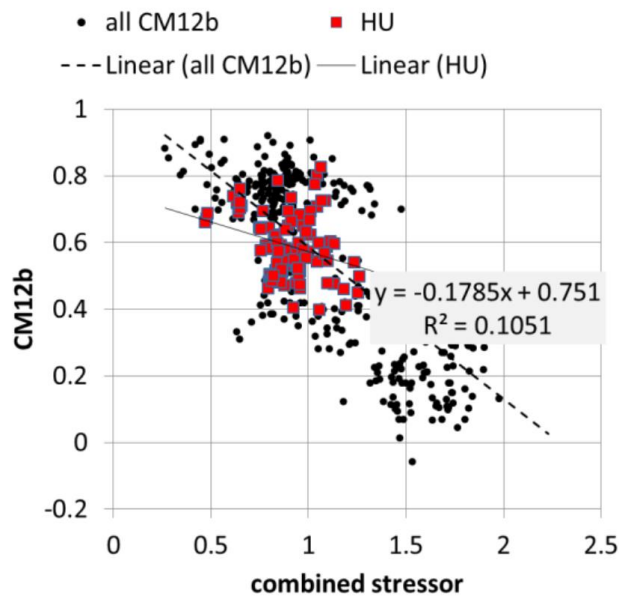
### Folyók

A terhelés kombinált mérőszámának kidolgozása

A vízfolyások esetén is a tápanyagterhelés az, ami az egyik legfontosabb terhelésként jelenik meg. A folyóknál azonban, nem lehet egyértelmű kapcsolatot kimutatni a fitoplankton és a tápanyagok növekedése között, mint ahogyan az a tavak esetén – kellően széles tápanyagtartományban – megfigyelhető. Ennek egyik oka pl., hogy az áradások során gyűjtött minták KOI és TP koncentrációja nagy, de a fényklíma romlása és a tartózkodási idő csökkenése miatt a fitoplankton biomasszája csekély, összetétele pedig esetleges. Az európai adatsorok elemzése azt az eredményt hozta, hogy a van bizonyos kapcsolat a fitoplankton mennyisége és minősége valamint a TP TN és a terhelések általános indikátorának tekinthető Cl<sup>-</sup> ion koncentráció között. Ezt a kapcsolatot úgy lehet számszerűsíteni, ha hasonlóan a tavaknál leírtakhoz a folyóknál is összevont terhelés mérőszámot hozunk létre. Ez Európai Unió Interkalibrációs adatbázis adatainak felhasználásával történt, ahol a TP TN és Cl ion koncentrációk normalizált értékeit használva alakítottak ki 0 és 1 közé eső egyedi metrikákat, amelyeket végül összegezték. A Terhelés/hatás vizsgálatokat e stresszor mentén végezték (Mischke et al., 2016). Mivel az országok szintjén kellő mennyiségű adat nem állt rendelkezésre, ill. a terhelések tartománya nem volt kellően széles, ezért a terhelés/hatás vizsgálatokat a nagy folyók Európai Interkalibrációs Adatbázisán végezték el.



**5. Ábra.** Az interkalibrációs közös mérőszám (CM12b) és a kombinált terhelés mérőszámai közötti kapcsolat európai folyók esetén. A közös mérőszámot a klorofill-a, a német és a magyar kompozíciós metrikák átlagolt értékei alapján képezték.



**6. Ábra.** Az interkalibrációs közös mérőszám (CM12b) és a kombinált terhelés mérőszámai közötti kapcsolat európai folyók esetén. A piros pontok a magyarországi adatokra számított értékeket jelölik.



### 3. HAL MÓDSZERTAN

(Dr. Erős Tibor, Dr. Specziár András, Dr. Szalóky Zoltán & Dr. Sály Péter)

### 3.1. Bevezetés

Az Európai Unió Víz Keretirányelve (VKI) a felszíni vizek (hazánkban folyók és tavak) ökológiai állapotának meghatározását biológiai szempontból négy élőlénycsoport (biológiai minőségi elemek) közösség-szerkezetének, valamint az élőlények életfeltételeire ható fizikai-kémiai és hidromorfológiai jellemzők alapján javasolja (European Commission, 2000). A biológiai és az élettelen minőségi elemek együttes figyelembevételével az EU VKI egyedülálló szemléletet vezetett be a vizek környezeti állapotának minősítésébe. A vizeket érő emberi hatásokra a kémiai jellemzőkhöz képest az élőlények időben elhúzódóbb válaszokat mutathatnak, ugyanakkor a kémiai paraméterek az aktuális terhelések fennállását jelezhetik. A több élőlénycsoporton alapuló monitorozó- és minősítő rendszer segítségével közvetlenebbül és megbízhatóbban értékelhető a vízi „ökoszisztéma” emberi hatásokra adott válasza, mint csupán egy-egy kitüntetett élőlénycsoport vizsgálatával. A javasolt és feltehetően a jövőben egységes módszertani keretek között vizsgált élőlénycsoportok az algák (planktonikus és bentikus [perifiton] formái), a makrofita, a vízi makroszkopikus gerinctelenek és a halak.

A halak segítségével történő monitorozás fontosságát indokolja (Fausch és mtsai., 1990; Guti, 2001), hogy:

- 1) a halak a vízi táplálékhálózat felsőbb szintjeit foglalják el, ezért jól integrálják a vizek ökológiai állapotában bekövetkező változásokat,
- 2) életciklusuk, mozgási mintázatuk térbeli léptéke a leginkább megfelel a VKI-ban minősítési egységként megjelölt felszíni víztest, vízfolyás-szakasz léptéknek,
- 3) viszonylag hosszú életűek ezért populációik mortalitása, korösszetétele hosszabb ideig jelzi a környezeti stressz tényezőket; olyan időbeli léptéket felölelően, ami más élőlény együttesek segítségével nem vizsgálható,
- 4) alkalmasak olyan emberi zavaró hatások indikálására, amelyre más élőlénycsoportok nem vagy kevéssé alkalmazhatók (pl. hosszirányú átjárhatóság),
- 5) gyűjtésük és fajsintú taxonómiai azonosításuk más élőlénycsoportokhoz képest viszonylag gyors és egyszerű,
- 6) a halak gazdasági és természetvédelmi szempontból kiemelten kezelt élőlénycsoport, melynek változásaira a társadalom is leginkább figyelmet fordít.

A halakon alapuló állapotértékeléskor a halállomány szerkezetének és ökológiai funkcionális összetételének jellemzésén van a hangsúly (fajkészlet, tömegességi viszonyok, korcsoport eloszlás, guildek megléte, száma, tömegességi eloszlása), szemben a minél teljesebb faunafeltárással. A halállomány szerkezetéről és funkciójáról informáló változók alapvető változói a halakon alapuló minősítési indexnek. Fontos követelmény, hogy a standardizált mintavételi módszerek egyszerűek és gyorsak legyenek, ami több helyszín rutinszerű felmérését teszi lehetővé. A mintavételi eljárás során indokolt az Európai Standardizálási Bizottság (elektromos halászatra és hálós halászatra vonatkozó szabványaiban és az ezeken is alapuló magyar szabványokban (MSZ EN 14011: 2003, MSZ EN 14757: 2006 és a EN 14962: 2006) található előírások követése, illetve a FAME (Development, Evaluation & Implementation of a Standardised Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers) és a projektek (Standardisation of River Classifications: Framework method for calibrating different biological survey results against ecological quality classifications to be developed for the Water Framework Directive) által készített útmutatók figyelembe vétele. Hazánkban a fent említett útmutatók és a hazai szakértők tapasztalatai az ECOSURV (Ecological Survey of Surface Waters) programban véglegesítődtek, lehetőséget biztosítva ez által az EU számos országában már rutinszerűen alkalmazott mintavételi módszertan hazai alkalmazására. Emellett a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer protokollja szolgáltat megfelelő alapot a VKI szerinti állapot-monitorozás gyakorlati megvalósításához (Guti, 2002; Sallai et al., 2008; 2019).

Az említett szabványok, protokollok követésének legfőbb célja, hogy reprodukálható mintavételt biztosítsanak annak érdekében, hogy reprezentatív (kvantitatív vagy szemikvantitatív) mintát kapjunk a halállományok struktúrájáról, tömegességéről és annak korszerkezetéről (fajösszetétel, trofikus szerkezet, tömegesség, reprodukció, korcsoport-eloszlás, kondíció, érzékeny fajok aránya stb.). Fontos kiemelni, hogy csakis egy standardizált módszertan szigorú alkalmazása mellett nyerhetünk egymással összehasonlítható eredményeket a halállomány térbeli különbségeiről és/vagy időbeli változásáról.

### 3.2. A mintavétel megtervezése, a mintavételi hely kijelölése

A mintavételi helyszíneket a feltáró és az operatív monitoring mintavételi helyeinek figyelembe vételével kell kijelölni. A helyet a vizsgálat céljának megfelelően úgy kell kiválasztanunk, hogy az adott víztestre, és a víztest adott szakaszára reprezentatív legyen. A feltáró monitorozás előírt minimális mintavételi erőfeszítése egyetlen mintavétel hat éves időperiódusonként. Egyetlen mintavétel azonban a legtöbb esetben nem elegendő a víztest ökológiai állapotának megbízható megállapításához, például a vándorló halfajok élőhelyváltási szokásai, a ritka fajok esetleges előfordulása (kimutathatósága), valamint a mintavételi alkalomkor fennálló időjárási, vízállási körülmények mintavételi hatékonyságot befolyásoló általános hatása miatt. A monitorozó rendszer anyagi és logisztikai lehetőségeinek figyelembe vételével érdemes ezért több alkalommal is mintát gyűjteni (évente egy felmérés javasolt) a víztestekről. Az operatív monitorozás kutatásorientált, ahol a mintavételi gyakoriság és erőfeszítés megállapítása, a mintavételi helyek elrendezése programonként külön egyedi tervezést igényel a stresszorok hatásának minél hatékonyabb megállapításához.

Új mintavételi helyszín kiválasztásakor javasoljuk a térképen, illetve a Google Earth műholdas felvételein való előzetes tájékozódást. A korábbi eredmények figyelembe vétele azért hasznos, mert az azonos helyszínről gyűjtött legfrissebb eredmények alapján képet alkothatunk a vízterben végbement hosszú idejű változásokról, vagy éppen a mintavételünk hatékonyságát ellenőrizhetjük. A felméréndő szakaszt úgy válasszuk ki, hogy ne essen különleges és jelentős hidromorfológiai módosulással érintett (pl. híd, partvédő kövezés, sarkantyú) mederszakaszra. Kivételt jelent az az eset, ha az ilyen típusú erősen módosított mederrészek jellemzőek az adott vízfolyásszakaszra, és ebből fakadóan ezeket is szükséges mintázni a reprezentativitás érdekében.

### 3.3. A mintavétel ütemezése, mintavételi időszak és gyakoriság

A minták gyűjtése elsősorban a nyár végétől (augusztus második fele) az ősz közepéig (október első fele) terjedő időszakban javasolt. Ekkor az egynyaras (0+) halivadék kimutatása (megfogása) és határozása már nem jelent különösebb nehézséget, így a mintázott terület halállománya korösszetétel szerint könnyen elkülöníthető 0+-os és idősebb korosztályokra. Később a víz hőmérsékletének csökkenésével változik a halak viselkedése, és a halállomány jelentős része a téli vermelő helyekre húzódik. A mintavétel ilyenkor már nem javasolt, mivel a halak aggregált előfordulása következtében nem kapunk megfelelő képet az adott víztest valós állományáról.

Kora tavaszi mintavétel végezhető azokon a víztesteken ahol számolni lehet a nyárra felnövekvő nagy mennyiségű makrofita állománnyal, ami elsősorban a sekélyebb tavak, illetve a kis esésű domb- és síkvidéki vízfolyásokra jellemző. Ebben az esetben mind az elektromos, mind a kopoltyúhálós halászatot még az ívási időszak előtt kell elvégezni, az állomány védelme érdekében, illetve a szaporodási viselkedésből következő esetleges aggregált előfordulás mintarepresentativitást befolyásoló hatásának kiküszöbölése miatt.

A halállomány felmérésének standardizálása érdekében törekedni kell az éves- és napszakos változások, továbbá az ingadozó vízjárás és a meteorológiai tényezők hatásainak kiküszöbölésére. Ezért a halászatok idejét célszerű úgy tervezni, hogy azok egy adott mintavételi területen azonos időszakba (évszak, napszak) essenek. A mintavételi időszakon belül, a felmérések időpontjának meghatározásakor célszerű figyelembe venni továbbá a meteorológiai jelentéseket. A vízgyűjtőre hulló számottevő csapadék hatására rövid időn belül mérséklődik a víz átlátszósága, ami döntően befolyásolja az elektromos halászat hatékonyságát (csökken a vízben sodródó elkábult halak észlelhetősége).

A felméréseket tanácsos az alacsony vízállású, kisvizes periódusokra időzíteni, amikor kisebb a vízfolyás lebegtetett hordalék tartalma. Erősen szeles időben (időjárási frontok átvonulása) nem ajánlott a halászat a nagyobb víztereken, mivel a hullámozás miatt nehéz észrevenni a felkavarodó vízben a halakat. A halak térbeni mintázatának eloszlása is jelentősen változhat az intenzív hullámozásnak köszönhetően, ami lehetetlenné teheti a reprezentatív minta gyűjtését.

A CEN vonatkozó szabványa előírja továbbá, hogy az elektromos halászatot a monitorozási tevékenység keretében a nappali órákban kell végezni, biztonságtechnikai megfontolásokból kiindulva, annak ellenére, hogy a módszer éjszaka a hatékonyabb. Magyarországon ez alól kivétel a Duna folyam, ahol a mintavételi hatékonyság éjszaka többszöröse a nappali mintavételnél tapasztalható hatékonyságnak, ezért a felmérések szakértői döntés alapján éjszaka történnek. Biztonsági okból a szabvány tiltja az esős időben történő elektromos halászatot.

Ahogy a mintavétel megtervezése fejezetben erre utaltunk a monitorozás gyakoriságát a monitorozás célja határozzák meg. A hazai tapasztalatok azt mutatják, hogy a feltáró monitorozás optimális mintavételi gyakorisága az évi egy mintavétel kellene legyen, szemben az EU VKI által javasolt hat évente egyszer történő monitorozási gyakorisággal. Az operatív és a vizsgálati jellegű monitorozás mintavételi gyakoriságát teljes mértékben a kimutatni/tesztelni kívánt hatás jellege, módja és gyakorisága határozza meg, ezekre víztesttől és hatásvizsgálattól függően kell tervet készíteni.

### 3.4.A mintavétel eszközei, kellékei

A halállományok monitorozását végző csapatnak minimum két főből kell állnia, akik rendelkeznek elektromos halászatra jogosító végzettséggel és minden, a felmérés elvégzéséhez szükséges engedéllyel. A mintavétel elvégzéséhez szükséges alapvető eszközök a következők:

- HALKUTATÁS felirattal ellátott élénk színű mellény
- vízálló ruha, kis és kantáros (melles) gumicsizma, gumikesztyű
- GPS készülék, diktafon, mobil telefon és fényképezőgép
- terepi jegyzőkönyvek és íróeszközök
- kis teljesítményű (akkumulátoros) elektromos halászgép és felszerelése a gázolható vízfolyások felméréséhez
- nagy teljesítményű (min 4 KW egyenáramot leadó) aggregátorról üzemelő elektromos halászgép és felszerelése a csónakból halászható vízfolyások felméréséhez
- szabvány és kiegészítő kopoltyúháló szettek a tavak felméréséhez
- csónak és kötelező felszerelése, villanymotor és robbanó csónakmotor
- haltartó ládák, halmerítő szák, kishálók, mérőtálca és vonalzó, mérleg
- terepen történő közlekedésre is alkalmas gépjármű.

### 3.5. Mintavétel vízfolyásokon

A vízfolyások felmérésének módszertanát összefoglaló útmutató az I. mellékletben található. A mintavételi helyszínt a vízfolyás olyan részén kell kijelölni, ami reprezentálja a víztest adott tájegységen végig haladó jellemző élőhelyek típusait és azok diverzitását, valamint az emberi tevékenység zavaró hatását és annak intenzitását. A mintavételi helyszínen belül egy, vagy több mintavételi egység jelölhető ki, tehát a mintázott szakasz felosztható részegységekre. Több mintavételi egység esetén az egyes egységek részarányának hűen tükröznie kell a vizsgált élőhelyen előforduló habitatok víztesten belüli gyakorisági eloszlását. A víztestek típusától függően különböző mintavételi eljárás kell alkalmazni. A gázolható és nem gázolható vízfolyások halállományának felmérése alapvetően eltér egymástól, abban azonban megegyeznek, hogy mindkét típusban a felmérések elsődleges eszköze az elektromos halászgép.

A víztestek méretétől és élőhelyi változatosságától függően előfordulhat, hogy a vízfolyás típusokra javasolt szakasz léptékű mintavételi erőfeszítés nem elegendő a víztest ökológiai állapotának megállapításához. Ezért az I. mellékletben és az alább részletezett mintavételi erőfeszítések a minimális mintavételi erőfeszítésnek tekintendők, amit a feltáró monitor pontokon végezni kell. A víztest megbízható minősítéséhez érdemes több szakaszon is mintavételt végezni amennyiben ezt a monitorozó rendszer logisztikai és anyagi lehetőségei megengedik. Iránypontul érdemes lehet a víztest felső, középső és alsó harmadában is mintát gyűjteni és a minősítésnél a minősítési indexek átlagát venni vagy pedig még pontosabb a felmért szakaszok élőhelyi jellegének függvényében arányosan számítani az index értékét. Amennyiben a vízfolyás a méretéhez képest jelentősen nagyobb méretű vízfolyásba torkollik (2 vagy annál nagyobb rendűségű), kerülni kell a torkolati szakasz mintázását.

#### 3.5.1. Gázolható vízfolyások

Hazánkban a „gázolható” tulajdonság elsősorban a kis és közepes vízgyűjtő méretű vízfolyásokra jellemző tipológiai megfogalmazás (221/2004. [VII. 21.] Korm. rendelet). Az elektromos halászat a víz áramlásával szemben, a felvív irányába történik, mert így a felkeveredő üledék kevésbé zavarja a halak vizuális észlelését. Gázolható vízfolyások felmérésére hatékonyan használhatóak a halászatot végző szakember hátára erősíthető, hordozható alacsonyabb teljesítményű, akkumulátorról működő halászgépek. A halászatot végzők lassan gázolnak a még megfelelő biztonságot nyújtó 0,7 m-nél nem mélyebb vízben és parttól partig cikkcakkban az anódot maguk felé húzva halásznak, arra törekedve, hogy a búvóhelyeken rejtőzködő halakat is kifogják. Elektromos halászatot nem ajánlott a búvóhelyek közvetlen közelében kezdeni, mivel így nem alakul ki elektrotaxis az anód irányába, hanem az elektromos erőterben lévő halak tetanizált állapotban a búvóhelyen rekednek.

Az ECOSURV (ECOSURV, 2005a, 2005b) program hazai tapasztalatai alapján a kis és közepes méretű gázolható vízfolyások monitorozó tevékenységénél 150 m hosszúságú, a meder teljes szélességében kiterjedő területek kijelölése javasolt.

A halászat során munkába vont anódok számát a vízfolyás keresztirányú kiterjedése határozza meg: minden 5 m szélesség növekmény esetén célszerű egy újabb anód alkalmazása, amennyiben erre lehetőség van. A halfogás hatékonyságát növeli, ha az anódot kezelő személy mögött egy-két fő segítő is halad kézi merítőhálóval felszerelve, az elsodródó halak összegyűjtésében közreműködve. A felmérés kiterjed az egynyaras (0+) halivadék vizsgálatára is, ezért az anódra szerelt háló ajánlott szembősege 5 mm, a kézi merítőhálóké pedig maximum 6 mm.

Abszolút populáció denzitás a mintavételi terület határain elhelyezett állító hálók alkalmazása mellett becsülhető, az egységek ismételt lehalászásával; ezt a módszertant támogatják az elektromos halászatra vonatkozó szabványok is. Hazánkban azonban a kisvízfolyásokon kívül nincs lehetőség az

abszolút populációméret becslésére, tényleges denzitás adatok meghatározására. Emellett a síkvidéki kisvízfolyások növényzettel benőtt és iszapos medrű szakaszain különösen nagy erőfeszítést igényel és igen időigényes feladat a mintavételi szakasz ismételt lehalászása. Ezért a Magyarországon alkalmazott monitorozási gyakorlatban nem alkalmazunk ismételt halászatot és ezen alapuló denzitás becslést. A mintavételi szakaszt egy adott alkalommal egyszer halásszuk le.

Ha térben és időben egymással összehasonlítható adatokat szeretnénk nyerni, akkor törekednünk kell hasonló tulajdonságokkal rendelkező elektromos halászgép konzekvens használatára.

Az akkumulátorról működő, háti berendezés javasolt műszaki jellemzői:

- Pulzáló egyenáram,
- Feszültség: szabályozható 100 – 500 V,
- Teljesítmény: szabályozható, maximum 10 kW,
- Impulzus frekvenciája: 35 – 120 Hz,
- Anódok/katódok száma: 1/1.

Az akkumulátoros halászgép által leadott áram fizikai jellemzőit a víz vezetőképessége alapvetően meghatározza. A halászgépet működtető szakembereknek a fogási hatékonyság mellett a halak kíméletét is szem előtt kell tartaniuk a halászgép teljesítményének beállításakor, hogy a mintavétel minél kisebb stresszt okozzon a halaknak. Különösen fontos ez a lokálisan kis állományagságú fajoknál.

### 3.5.2. Nem gázolható vízfolyások

Nem gázolható vízfolyások kategóriájába (mélység > 0,7 m) tartoznak jellemzően a nagy és a nagyon nagy vízfolyások és a Duna. Az elektromos halászat csónakból történik, az alvíz felé, azaz folyási irányban, a partvonal mentén haladva, törekedve az előforduló habitatok teljes lefedésére. Lehetőség szerint törekedni kell arra, hogy a mintázás a terület teljes hosszában csak az egyik parton történjen megfelelő feltételeket biztosítva az időben ismételt felmérések összehasonlíthatóságra. A parttal párhuzamosan nagy vízfolyások esetén 500 m, míg nagyon nagy folyók esetén 1000 m-es szakaszok felmérése javasolt. A Duna folyam esetében minimum 2500 m hosszú szakaszt kell felmérni, 5 × 500 m részegységben (ECOSURV).

A halak gyűjtése szempontjából az a kedvező, ha a csónak a vízáramlással azonos sebességgel, evezővel vagy motorral irányítva sodródik, A mintavételi helyszínhez érve, a halászgépet kezelő személyzet rákapcsolja az áramot az elektródokra (a rögzített anód esetén lábkapcsolóval, a kézi anód használatakor kézi kapcsolóval). A csónak körül felbukkanó elkábult halakat nyeles-szákkal történő összegyűjtés után egy arra alkalmas haltároló edénybe helyezik.

A fogási eredményt jelentősen befolyásolja, hogy a csónakot mennyire sikerül az áramlással azonos sebességgel vezetni, ekkor ugyanis az elkábult halak sodródási sebessége megegyezik a csónakéval, így a kifogásukra hosszabb idő áll rendelkezésre. Amennyiben több hal kerül az elektromos erőterbe, mint amennyit a szákokkal össze lehet gyűjteni, akkor a nem kifogott halak faj és méretkategóriák szerint megszámolandók illetve regisztrálandók. Nagyon magas halsűrűség esetén, amikor a pontos számszerű adatfelvételre már nincs lehetőség, meg kell becsülni a ténylegesen kifogott halak és az elsodródott példányok számszerű arányát: közvetlenül a mintavételi terület lehalászását követően minden szákot kezelő személy megad egy becsült értéket (0-100%) halfajonként és méretkategóriánként, amelyeknek a középértéke a mértékadó.

Egy összeszokott csapatban a becsült értékek – a gyakorlati tapasztalatok szerint – alig különböznek, az eltérések többnyire 10% alattiak. A szükséges mérések után a kifogott halak visszahelyezendőek

eredeti élőhelyükre mintavételi egységenként, preferálva a kisebb áramlású, csendesebb víztereket, de kerülve az áramlás nélküli részeket, ugyanis a halak elektromos sokkból történő felépülését gyorsítja ha a kopoltyúikat víz mossa át. Különösen fontos ez az erősebb sokkot kapott, ezért légzési mozgásra csak korlátozottan képes példányok esetén.

Nem gázolható vízfolyások és tavak víztereinél nagyobb teljesítményű, aggregátorról működő elektromos halászgép használható a hatékony és összehasonlítható mintavétel érdekében.

A generátorról működő berendezés javasolt műszaki jellemzői:

- Egyenáram,
- Feszültség: 100 – 500 V,
- Teljesítmény: min. 4max. 10 kW,
- Anódok/katódok száma: 1/1.

### 3.6. Mintavétel állóvizeken

A folyóvizekkel ellentétben a tavak halakon alapuló állapotértékelése nehezebb. Tavaink többsége ugyanis halgazdálkodási kezelés alatt áll, ahol a halállomány összetétele döntően a halgazdálkodási gyakorlattól függ. Ilyen tavak esetében a halállomány szerkezetén alapuló minősítés nem célravezető, mert a halállomány összetételét nem fogja befolyásolni a minősítés eredménye. Tavak esetében emellett a legáltalánosabb és legfontosabb stresszor-tényező a szerves és szervetlen tápanyagterhelés, amelynek elsődleges indikátorai a termelő szervezetek (az algák és a makrofitonok).

Ezért olyan esetben kell monitorozni állóvizeken a halakat, ahol a halakon alapuló értékelés eredményeit tényleges kezelési tervek megvalósítására alkalmazzák (vízügyi kezelő szerv és a természetvédelem). Ez utóbbi kategóriába tarthatnak nagyobb természetes tavaink, ahol a telepítés viszonylag kismértékű a tó teljes halállományához képest (pl. Balaton), kisebb hazai tavak közül pedig azok a típusok, ahol a halállomány összetételét ténylegesen befolyásolni lehet érdemi kezelési tervek végrehajtásával, a halászati hasznosítótól függetlenül. Magyarország még nem rendelkezik azonban az ökológiai állapot meghatározására kifejlesztett minősítési rendszerrel az állóvizek esetében.

Az állóvizek halállományainak felméréséhez az NBmR protokollt kell irányadónak tekinteni (Sallai mtsai., 2008). Kiegészítő vizsgálatokra lenne szükség azonban a jövőben, mennyire megfelelő a protokollban előírt mintavételi erőfeszítés a tavak halállományainak monitorozásához.

A vonatkozó CEN szabvány alapján a tavak halállományának felmérésében elsősorban a kopoltyúhálós mintavételezésre kell támaszkodni, amely a parti zónában végzett elektromos halászzal egészíthető ki. Ugyanakkor, a Lake1 kategóriájú tavak között vannak olyanok, amelyeken a kopoltyúhálós mintavétel nem lehetséges (túl sűrű vízi vegetáció), illetve egyéb okból nem javasolt (pl.: szentély típusú élőhelyek halállományának fokozott védelme érdekében). Ezen utóbbi esetekben csak elektromos halászzal történik. Ennek megfelelően megkülönböztetünk Lake1a – hálóval halászható és Lake1b – hálóval nem halászható altípust.

#### 3.6.1. Az állóvizek halállományának felmérése elektromos halászzal

Az állóvizek halállományának felmérése az eddigi gyakorlatot követve kis teljesítményű, pulzáló egyenáramot alkalmazó halászgéppel történik (max. 10 kW).

**Lake1 (kis tavak, holtágak)** kategóriájú állóvizek esetén, ahol nyíltvíz található ott javasolt a csónakból történő halászat, mintavételi területenként 3 × 100 m a litorális zónában. Azonban ahol a víztér vegetációval történő borítottsága, illetve a lágy üledék vastagsága lehetővé teszi, ott gázolva kell halászni, 3 × 50 m-es szakaszokat. A kijelölt mintavételi területek számát a tó mérete és élőhelyi heterogenitása határozza meg.

**Lake2 (nagy tavak)** kategóriájú állóvizekhez Magyarországon három tavat sorolunk: Balaton, Velencei-tó és a Fertő. A parti zónát elektromos halászgéppel, csónakból történő mintázással mintavételi területenként 5 × 100 m-es szakaszon kell halászni.

**1. Táblázat.** Minimális mintavételi egységek tó-kategóriák szerint mintavételi területenként.

Kategóriák	Gázolásos módszernél	Csónakból történő mintázásnál
Lake1	3 × 50 m	3 × 100 m
Lake2	–	5 × 100 m

### 3.6.2. Az állóvizek halállományának felmérése többpaneles kopoltyúhálós

A kopoltyúhálós mintavétel az MSZ EN 14757:2006 szabvány szerint történik. A kopoltyúháló használata csak halállományok felmérése céljából, tudományos kutatás vagy halgazdálkodási célokat szolgáló intézkedések megvalósításához megengedett, a halgazdálkodási hatóság által kiadott hivatalos halászati engedéllyel a „2013. évi CII. tv. a halgazdálkodásról és a hal védelméről” a 47. § (1) (2a,e,f) (3) és a 38. § (1) (2) (3) bekezdése értelmében.

A módszer alapeszköze a CEN (14757/2015) szabványháló, amely 12 db, 5 és 55 mm közötti szembőségű panelt tartalmaz. A panelek egyenként 2,5 m hosszúak, és 1,5 m magasak. A háló súlyozása olyan, hogy a háló alja (alín) minden esetben a vízfenékre süllyed. Olyan vizekben, ahol nagyobb méretű halak (500 g feletti) előfordulására is számítani lehet, nagyobb szembőségű paneleket tartalmazó kiegészítő hálók alkalmazása is szükséges.

**2. Táblázat.** A CEN szabványnak megfelelő kopoltyúháló sor és a javasolt kiegészítő hálók összeállítása.

Szembőség (mm)	Fonal átmérő (mm)	Hossz (m)
CEN szabványháló összeállítása		
43	0,20	2,5
19,5	0,15	2,5
6,25	0,10	2,5
10	0,12	2,5
55	0,23	2,5
8	0,10	2,5
12,5	0,12	2,5
24	0,15	2,5
15,5	0,15	2,5
5	0,10	2,5
35	0,16	2,5
29	0,16	2,5



Szembőség (mm)	Fonal átmérő (mm)	Hossz (m)
Javasolt kiegészítő panelok		
65	0,24	10–20
80	3 × 12 mm (sodrott)	10–20
100	4 × 15 mm (sodrott)	10–20

Lake1a (hálózható kis tavak, holtágak): ezen víztereknél a halászható vízfelület méretétől függően az alábbi mennyiségű háló alkalmazása javasolt:

Terület (ha)	CEN szabvány bentikus háló	Kiegészítő bentikus háló
< 20	4	2
20–50	8	4
50–250	16	8
250 <	24	12

A hálókat a különböző jellegű és vízmélységű területekre azok arányának megfelelően elosztva kell kihelyezni.

**Lake2 (nagy tavak):** ebbe a kategóriába a Balaton, a Velencei tó és a Fertő tó tartozik. Mintavételi területenként 6 db CEN szabványháló és 3 db kiegészítő háló kihelyezése javasolt. Korlátozott monitorozási erőforrások esetén is (minimális monitorozási program) három szabványháló kihelyezése mindenképp szükséges mintavételi egységenként. A Fertő tó esetében három (sarródi lagúnák, fertőrákosi lagúnák és nyíltvíz), míg a Velencei tó esetében négy (Tari tisztás környéke, Cserepes sziget környéke, vitorlás pálya, Úttörő sziget környéke) mintavételi területet kell vizsgálni. A Balaton teljes felmérése a négy medence (Keszthelyi, Szigligeti, Balatonszemesi és Siófoki) medencére vonatkozóan négy-négy (két partközeli és két nyíltvízi) mintavételi területet feltételez. Minthogy erre általában nincs mód, a szokásos gyakorlat szerint a Keszthelyi, a Balatonszemesi és a Siófoki medencékben egy-egy nyíltvízi és part menti mintavételi terület felmérése történik. A mintavételi területeken belül a hálókat a különböző jellegű és vízmélységű területekre, azok arányának megfelelően elosztva kell kihelyezni. A felmérések nappal (javasolt a reggeli időszak) történnek, hálónként 2–4 óra halászati idővel. A fogást minden esetben 1 óra halászati időre és 2.5 m-es panelhosszra (kiegészítő hálók) kell megadni.

A part menti mintavételi pontokon tavasszal, amikor számíthatunk a halak tömegesebb jelenlétére, a hálók száma csökkenthető, de minimálisan 3 CEN szabványháló kihelyezése ekkor is szükséges. Tekintettel, hogy egyes, a vízoszlop felsőbb rétegeiben tartózkodó halfajok fogási hatékonysága nagyobb vízmélységek esetén csekély lehet a CEN szabvány bentikus hálóval, javasoljuk, hogy 2–3 m-es vízmélység felett a CEN szabvány háló felszíni változatával is történjenek kiegészítő gyűjtések (Specziár et al., 2009). A hazai állóvizeken nem javasolt a skandináv gyakorlatban bevált 24 órás, vagy egész éjszakás folyamatos halászat a viszonylag magas CPUE miatt – a hálók hallal telítődése jelentősen csökkenti a pillanatnyi CPUE értékét.

### 3.6.3. A Balaton halállományának felmérése többpaneles kopoltyúhálóval

Tavaink közül a Balatonra, mint kiemelt víztestünkre vonatkozóan rendelkezünk kidolgozott mintavételi protokollal (Specziár és Erős, 2019). Mint a tavainknál általában, a kopoltyúhálós mintavétel alapeszköze a CEN (14757/2015) szabvány bentikus háló (nordic gillnet - NG), amely 12 db, 5 és 55 mm közötti szembőségű panelt tartalmaz, panelenként 2.5 m hosszban (lásd fentebb). A háló alapesetben 1.5 m magas és a háló alja (alín) a vízfenékre süllyed. A vízmélységtől függően e

hálónak használjuk 3 m magas fenékre süllyedő (DHNG) és 1.5 m magas vízfelszínhez igazodó változatát (FG) is annak érdekében, hogy minden mintavételi ponton a teljes vízoszlop mintázása megtörténjen. A teljes vízoszlop mintázásának fontosságát, tekintettel a kulcsfajok élőhely használati mintázatára, átfogó vizsgálatokkal bizonyítottuk a Balaton esetében (Specziár et al., 2009; Specziár, 2010). A Balatonon, ahol nagyobb méretű halak (500 g feletti) is jelentős arányban fordulnak elő, nagyobb szembőségű (65-80 mm) panelekat tartalmazó kiegészítő hálók alkalmazása is szükséges.

Mintavételi pontonként így minimum 3 db szabványháló (NG) és 2 db nagyobb szemű kiegészítő háló kerül kihelyezésre. 1.5 m-nél mélyebb víz esetén 3 m magas bentikus hálók, míg 3 m-nél mélyebb vizű mintaterületeken felszíni hálók is kihelyezésre kerülnek, 3-3 db mennyiségben. Tehát alapesetben 3 m-nél mélyebb területeken 3 db 1.5 m magas NG, 3 db 3 m magas DHNG, 3 db 1.5 m mély FG és 2 db nagy szemű kiegészítő háló kerül kihelyezésre.

A CEN (14757/2015) javaslatával szemben, a Balatonon a mintavételek nappal történnek. Ennek legfontosabb oka, hogy az egységnyi mintavételi időre eső fogás itt viszonylag magas, amely a hálóteltődés okozta eredmény torzulások elkerülése miatt csak rövid, 1-3 órányi mintavételt tesz lehetővé (Specziár et al., 2009). Vagyis, a teljes éjszakai mintavétel itt kivitelezhetetlen. A napnyugta és napfelkelte közti időszakon belül viszont rövidebb mintavételi időtartam kijelölése megint csak értelmetlen. Hiszen, ezen időszakban nagyon változik a halak mozgási aktivitása, ráadásul fajonként eltérő módon, így a mintavételi időpontokban előforduló kisebb eltérések (ilyenek márpedig a gyűjtés jellege miatt mindig előfordulnak) is jelentős különbségeket okozhatnak az eredményekben (Specziár, 2001). Nem mellesleg pedig, ha már nem tudunk teljesen alkalmazkodni a CEN (14757/2015) teljes éjszakai felölölő mintavételi rendjéhez, munkabiztonság szempontjából is célszerűbb nappal végezni a mintavételeket.

A mintavétel idő tartama 1-3 óra a várható fogás függvényében, tekintettel azon szigorú korlátra, miszerint a reprezentativitás fenntartása csak akkor garantálható, ha a CEN (14757/2015) szabvány, 1.5 m magas hálóban (NG és FG) a fogott halak teljes mennyisége nem haladja meg a 6 kg mennyiséget, illetve panelenként is belül marad az arányosított korlátokon. A mintavételt augusztus és szeptember folyamán kell elvégezni.

A mintavételek helyszíneit a tó négy fő medencéjében (Keszthelyi-, Szigligeti-, Szemesi- és Siófoki medence) elosztva kell kijelölni, reprezentálva az északi (min. 1-1 pont) és a déli parti sávot (min. 1-1 pont), valamint a tó középső területeit (min. 2-2 pont). Így minimális felmérési intenzitás esetén 16 kopolyúháló mintavételi pont vizsgálata szükséges, amelyek helyszíneit a VII. melléklet mutatja.

## 3.7.A minta tárolása, előkészítése és feldolgozása

### 3.7.1. A kifogott halak azonosítása

Valamennyi kifogott halat faj szinten kell azonosítani a külső morfológiai bélyegek alapján, lehetőleg a mintavételi helyszínen. A felmérés során felvett adatokat célszerű diktafonon rögzíteni, azonban a terepen megállapított faj-egyedszám (abundancia) adatokat terepi jegyzőkönyvekben kell rögzíteni. A diktafonról leírt haladatokat célszerű a mintavételi jegyzőkönyv hátoldalára felírni, így a haladatok és a mintavétel körülményeiről informáló adatok is egy lapon találhatóak. A kifogott és meghatározott halakat nagy méretű vödrökben/ládákban tároljuk, amelye(ke)t szükség szerint levegőztetünk. A feltáró monitorozás esetében a gyűjtött egyedeket visszaengedjük a víztestbe a felmérés befejezésével.

Nevezéktannal kapcsolatos problémák kiküszöbölésére a FAME rendszerben alkalmazott, egységes tudományos nomenklatúra, valamint a magyar fajnevek együttes használata javasolt. Ha a faj nem

azonosítható egyszerűen (pl. hibrid, vagy halivadék esetében), a kérdéses egyedek néhány példányát célszerű eltenni későbbi laboratóriumi vizsgálatokhoz. A halak konzerválásához 4%-os formaldehid oldatot érdemes használni. Bizonyos halak esetében (pl. gébfélék) az egyéb tartósító eljárások, mint a fagyasztás, alkoholos konzerválás nem képesek megőrizni a faj azonosításához nélkülözhetetlen morfológiai bélyegeket (pl.: szaglógödrök).

### 3.7.2. A halak testhossz mérése

A jelenlegi monitorozási gyakorlatban nem szükséges a halak testhosszának mérése. A kifogott halak testhosszúságának lemérése azonban szükséges lehet a fiatal (0+) és az idősebb (adult) korosztály megbízható elkülönítéséhez. Ebben az esetben a standard testhossz (SL) (orrcsúcstól a farokúszó tövéig mért hossz) mérése szükséges mm-es pontossággal.

### 3.7.3. A halak kormeghatározása

Egy élőhely halpopulációinak koreloszlása igen informatív lehet az ökológiai alapokon nyugvó vízminősítésben. A kifogott példányok kormeghatározását, mint a populáció struktúrájának leíró jellemzőjét azonban a FAME rendszer (EFI szerinti minősítés input változói között nem szerepel a korstruktúra, mint biológiai változó) és a STAR protokoll nem építi be a vizek ökológiai minősítési rendszerébe, hivatkozva annak magas költség vonzatára. A kormeghatározás nehézségeivel számolva ezért monitorozás során két korosztályt (0+, idősebb) célszerű elkülöníteni. Az ivadék korcsoport jelenléte tükrözi az adott víztér halállomány megújulási képességeit, annak ökológiai állapotát.

A további monitorozó tevékenység keretében javasolható a két korcsoport meghatározásához a faj szerinti testhossz határ megadása a 0+-os és az idősebb korcsoportú halak között, ami a mintavételi eljárást egyszerűsíti, az eredményeket egységesíti és ezzel pontosabb értékelést tesz lehetővé.

### 3.7.4. További változók felvétele

A halak testtömegének meghatározása alapot nyújthat az adott mintavételi terület halállomány kondíciójának megállapítására, annak testhossz-testtömeg összefüggése alapján. A nagy egyedszámú (több mint 200 példány egy adott fajból) minták feldolgozásakor elfogadható eljárás az adott faj összes egyedének együttes lemérése, majd egy reprezentatív részmintában az egyedek testtömegének és testhosszainak megállapítása. Javasoljuk fajonként mintegy 100 egyed testtömegének mérését: a kisebb tömegű (< 1000 g) halakat g pontossággal, a nagyobb (1000 –10000 g) halakat 10 g pontossággal, a nagyon nagy (> 10000 g) halakat pedig 100 g pontossággal. Vízfolyások esetében a testtömeg mérése az operatív monitorozásban és a feltáró monitorozáshoz tartozó állapotértékelésben nem kötelezően mérendő változó mert jelentős idő- és ezzel költségigényű, a felvett változó pedig nem szerepel az állapotértékeléshez szükséges változók között. A testtömeg mérése alapján kalkulált biomassza változó azonban fontos változó lehet tavaink ökológiai állapotának meghatározásában (Specziár és Erős, 2020), ezért felvétele részletesebb kutatási kérdések megválaszolásánál is hasznos lehet.

A halak vizsgálatokor ajánlott a külső rendellenességek (pl. sérülés, fertőzés, parazita) feljegyzése is. A parazitált, beteg egyedek százalékos arányának növekedése rámutathat a vizsgálatba vont víztest ökológiai minőségének romló állapotára.

### 3.8. Módszertani összefoglaló

#### Módszertani összefoglaló

Stratégia	Vízfolyások		Állóvizek	
	<b>gázolható vízfolyások</b> (mélység < 0,7 m)	<b>nem gázolható vízfolyások</b> (mélység > 0,7 m)	<b>sekély állóvizek</b> (átl. mélység < 10 m)	<b>mély állóvizek</b> (átl. mélység > 10 m)
Víztest mutatók				
Mintavétel időszak	augusztus vége - október eleje	augusztus vége - október eleje, vagy ívási időszak megkezdése előtt (ha a makrofiton állomány jelentős felszaporodása várható)	augusztus vége - október eleje, vagy ívási időszak megkezdése előtt (ha a makrofiton állomány jelentős felszaporodása várható)	augusztus vége - október eleje, vagy ívási időszak megkezdése előtt (ha a makrofiton állomány jelentős felszaporodása várható)
Mintázott terület	egy vagy több (rész) egység, mely tükrözi(k) az előforduló habitatok részarányát és az antropogén eredetű terheléseket	egy vagy több (rész) egység, mely tükrözi(k) az előforduló habitatok részarányát és az antropogén eredetű terheléseket	olyan egységekből áll össze mely jellemzi az állóvíz élőhely struktúráját és az antropogén eredetű terheléseket	olyan egységekből áll össze mely jellemzi az állóvíz élőhely struktúráját és az antropogén eredetű terheléseket
Módszer	a meder teljes szélességében elektromos halászgéppel	partközeli sekély (max 1,5–2 m) területek felmérése elektromos halászgéppel	a litorális, profundális és pelagikus vizek az állóvíz mélységi zónáinak kiterjedésétől és mélységétől függően kopolyuhálóval és elektromos halászgéppel	a litorális, profundális és pelagikus vizek az állóvíz mélységi zónáinak kiterjedésétől és mélységétől függően kopolyuhálóval és elektromos halászgéppel
Mintázott terület kiterjedése	150 m hosszúságban, a meder teljes szélességében	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nagy vízfolyások: 500 m</li> <li>nagyon nagy vízfolyások: 1000 m</li> <li>Duna: 2500 m, 5 × 500 m részegységben</li> </ul>	részletesen lásd Sallai et al, 2008, 2019 és a szövegben	hazánkban nincs a monitorozásba bevont ilyen víztest
Mintavétel	akkumulátorról működő,	generátorról működő el.	bentikus és nyíltvízi	bentikus és nyíltvízi

Stratégia	Vízfolyások		Állóvizek	
eszköze	háti el. halászgép, specifikációk: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulzáló egyenáram,</li> <li>• Feszültség: szabályozó 100 – 500 V,</li> <li>• Teljesítmény: szabályozható, maximum 10kW folyamatosan,</li> <li>• Impulzus frekvenciája: 35 – 120 Hz,</li> <li>• Anódok/katódok száma: 1/1.</li> </ul>	halászgép, specifikációk: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Egyenáram,</li> <li>• Feszültség: 100–500 V,</li> <li>• Teljesítmény: min 4, max 10 kW,</li> <li>• Anódok/katódok száma: 1/1.</li> </ul>	kopoltyúháló és a litorális zónában: háti vagy generátorról működő el. halászgép	kopoltyúháló és a litorális zónában: háti vagy generátorról működő el. halászgép
Mintavételi gyakoriság	monitoring típus szerint	monitoring típus szerint	monitoring típus szerint	monitoring típus szerint
Identifikáció	fajsztint, FAME nomenklátúra szerint, magyar fajnevekkel együtt	fajsztint, FAME nomenklátúra szerint, magyar fajnevekkel együtt	fajsztint, FAME nomenklátúra szerint, magyar fajnevekkel együtt	fajsztint, FAME nomenklátúra szerint, magyar fajnevekkel együtt
Testhosszúság	törzshossz felvétele, ha szükséges a korcsoportok elkülönítéséhez	törzshossz felvétele, ha szükséges a korcsoportok elkülönítéséhez	törzshossz felvétele, ha szükséges a korcsoportok elkülönítéséhez	törzshossz felvétele, ha szükséges a korcsoportok elkülönítéséhez
Kormeghatározás	két korcsoport elkülönítése (0+, adult)	két korcsoport elkülönítése (0+, adult)	két korcsoport elkülönítése (0+, adult)	két korcsoport elkülönítése (0+, adult)
Egyéb (javasolt)	testtömeg, külső rendellenességek	testtömeg, külső rendellenességek	testtömeg, külső rendellenességek	testtömeg, külső rendellenességek
Eredmények	Fajösszetétel Taxon és guild/trait abundancia Korstruktúra (0+, adult)	Fajösszetétel Taxon és guild Korstruktúra (0+, adult)	Fajösszetétel Taxon és guild/trait abundancia Korstruktúra (0+, adult)	Fajösszetétel Taxon és guild/trait abundancia Korstruktúra (0+, adult)

### 3.9. Mintavételi jegyzőkönyv

A halállomány monitorozása során számos olyan adatot kell rögzíteni, amelyek tájékoztatásul szolgálnak a mintavétel helyszínéről, körülményéről, stratégiájáról és eszközeiről, illetve a vizsgálati eredményekről, amiknek pontos és teljes körű dokumentálása elengedhetetlen a későbbi helyes értékelésekhez.

A jegyzőkönyvforma kialakításánál célszerű figyelembe venni a FAME rendszerben és a STAR projektben megadott helyszíni protokollok változóit és szerkezetét. A nemzetközi protokollokkal nagyban megegyező, de a hazai viszonyokra adaptált és vízfolyásokra és tavakra egyaránt alkalmazható terepi jegyzőkönyv mintája a II. mellékletben, az egyes változók pontos leírása, a jegyzőkönyv kitöltési útmutatója pedig a III. mellékletben található.

### 3.10. A minta értékelése: útmutató az ökológiai állapot értékeléséhez

A Magyar Multimetrikus Halindex családba (HMMFI) tartozó indexek lehetővé teszik a hazai felszíni vízfolyásaink halak élőlény-együttessel történő ökológiai állapotértékelését (Sály és Erős, 2016). Az indexek számos kémiai és hidromorfológiai stresszor változóval mutatnak bizonyítottan korrelációt (V. Melléklet). A HMMFI indexekkel történő ökológiai állapotminősítés fő lépései a következők:

1. A minősítendő víztér besorolása hidro-geomorfológiai típusba.
2. A halászati minták faj-egyedszám adatainak átalakítása trait adatokká.
3. A minták trait adatai alapján a HMMFI index pontértékének kiszámítása.
4. A minták ökológiai minőségi hányadosának (EQR) számítása.
5. A minta EQR értéke alapján a minta ökológiai minőségi osztályának (EQC) megállapítása.

A faj-egyedszám fogási adatok felhasználásával a HMMFI indexszel történő minősítés elvégezhető a Magyar Haltani Társaság honlapján, Sály & Erős 2016 cikkének F5-ös függelékeként elérhető HMMFI Calculator R (R Core Team 2020) programmal.

#### 3.10.1. Hazai vízfolyásaink hal élőlénycsoport szempontjából elkülöníthető hidrogeomorfológiai típusai

A hidro-geomorfológiai típusok (zárójelben az új víztest-tipológia szerinti kódjuk):

- 1\_SMS: középhegységi patakok (1S, 2S, 2M típusok)
- 2\_HLS: dombvidéki patakok (3S és 3M típusok)
- 3\_HLR: dombvidéki folyók (4L típus)
- 4\_LLS: síkvidéki patakok (5S, 5M, 6S, 6M típusok)
- 5\_LLRL: síkvidéki folyók (7L, 8N típusok)
- 6\_Danube: Duna (9F, 9K, 10A típusok).

A vízfolyástípusokhoz tartozó víztestek jegyzéke a felszíni vízfolyásokra a VGT 1.1 mellékletében található.

#### 3.10.2. A halászati minták faj-egyedszám adatainak átalakítása trait adatokká

A minta összfajszámát, a fajonkénti egyedszámokat és a minta össz-egyedszámát felhasználva az egyes funkcionális jellemzőket (traitek) a IV. Mellékletben megadott trait táblázat segítségével lehet kiszámolni.

### 3.10.3. A minták trait adatai alapján a HMMFI index pontértékének kiszámítása

A Magyar Multimetrikus Halindex család (HMMFI) képező indexek általános formulája:

$$HMMFI_{sample} = \sum_{i=1}^m w_i \times s(M_i)$$

melyben  $HMMFI_{sample}$  az index mintára kiszámított pontszáma;  $m$  az adott típus indexében szereplő metrikák száma;  $w_i$  az  $i$ -dik metrika súlya;  $s(M_i)$  az  $i$  metrika mintabeli értéktől függő pontszáma (score);

Az egyes típusok indexében szereplő metrikák, azok metrika értékkészlet-csoport (MÉKCs) intervallumai, a MÉKCs-okhoz tartozó pontszámok, és a metrikák súlyai az 1. táblázatban vannak összefoglalva.

**3. Táblázat.** A magyar multimetrikus hal index család (HMMFI) víztest-hidro-geomorfológiai típusoknak megfelelő indexeiben szereplő metrikák, metrika értékkészlet-csoportok (MÉKCs), a MÉKCs-ok pontszámjai és a metrikák súlyai. A MÉKCs intervallumok jelölésében a szögletes zárójel zárt, a kerekzárójel nyitott intervallumhatárt jelöl. A metrikák főbb csoportjainak rövidítései: .ra: relatív abundancia; .sn: fajszám; .rsn: relatív fajszám.

Típus ( <i>type</i> )	Metrikák ( <i>metrics</i> )	MÉKCs intervallumok ( <i>scoring criteria</i> )	Pontszámok ( <i>score, s</i> )	Súly ( <i>weight, w</i> )
1 SMS	OMN.ra	[0,0.60]	1	1
		(0.60,1]	2	
	BEN.ra	[0,0.15]	2	2
		(0.15,1]	1	
	OMN.sn	[0,2]	2	1
		(2,∞]	1	
	PEL.sn	[0,]	1	1
		(1,∞]	2	
	PEL.rsn	[0,0.30]	1	1
		(0.30,1]	2	
	BEN.rsn	[0,0.50]	2	1
		(0.50,1]	1	
	LIT.rsn	[0,0.75]	1	3
		(0.75,1]	2	
	NN.ra	[0,0.05]	3	3
		(0.05,0.50]	2	
		(0.50,1]	1	
	CSpecpool	[0,0.25]	1	4
		(0.25,0.50]	2	
		(0.50,0.75]	3	
		(0.75,1]	4	

Típus (type)	Metrikák (metrics)	MÉKCs intervallumok (scoring criteria)	Pontszámok (score, s)	Súly (weight, w)	
2 HLS	RHE.ra	[0,0.60] (0.60,1]	1 2	1	
	EU.ra	[0,0.17] (0.17,1]	2 1	1	
	SPEC.ra	[0,0.50] (0.50,1]	1 2	2	
	MET.sn	[0,2] (2,∞]	2 1	1	
	PHY_LIT.sn	[0,2] (2,∞]	2 1	1	
	RHE.sn	[0,3] (3,∞]	1 2	1	
	LIT.rsn	[0,0.50] (0.50,1]	1 2	1	
	SPEC.rsn	[0,0.60] (0.60,1]	1 2	1	
	NN.rsn	[0,0.20] (0.20,1]	2 1	2	
	NN.ra	[0,0.05] (0.05,0.50] (0.50,1]	3 2 1	3	
	CSpecpool	[0,0.25] (0.25,0.50] (0.50,0.75] (0.75,1]	1 2 3 4	4	
	3 HLR	LIT.ra	[0,0.20] (0.20,1]	1 2	1
		TOL.ra	[0,0.11] (0.11,1]	2 1	1
		RHE.sn	[0,6] (6,∞]	1 2	1
GEN.sn		[0,3] (3,∞]	2 1	1	
TOL.sn		[0,3] (3,∞]	2 1	1	
NN.sn		[0,1] (1,∞]	2 1	2	
INV_BEN.rsn		[0,0.33] (0.33,1]	1 2	1	



Típus (type)	Metrikák (metrics)	MÉKCs intervallumok (scoring criteria)	Pontszámok (score, s)	Súly (weight, w)
	MET.rsn	[0,0.16] (0.16,1]	2 1	1
	NN.ra	[0,0.05] (0.05,0.50] (0.50,1]	3 2 1	3
	CSpecpool	[0,0.25] (0.25,0.50] (0.50,0.75] (0.75,1]	1 2 3 4	4
4 LLS	MET.ra	[0,0.35] (0.35,1]	1 2	1
	PHY.ra	[0,0.40] (0.40,1]	2 1	1
	RHE.ra	[0,0.20] (0.20,1]	1 2	1
	OMN.sn	[0,2] (2,∞]	1 2	1
	MET.sn	[0,3] (3,∞]	1 2	2
	PHY.rsn	[0,0.60] (0.60,1]	2 1	1
	TOL.rsn	[0,0.50] (0.50,1]	2 1	2
	NN.rsn	[0,0.25] (0.25,1]	2 1	2
	NN.ra	[0,0.05] (0.05,0.50] (0.50,1]	3 2 1	3
	CSpecpool	[0,0.25] (0.25,0.50] (0.50,0.75] (0.75,1]	1 2 3 4	4
5 LLR	PEL.ra	[0,0.22] (0.22,0.80] (0.80,1]	1 2 3	2
	PEL.sn	[0,4] (4,∞]	1 2	1
	BEN.sn	[0,7] (7,∞]	1 2	1

Típus (type)	Metrikák (metrics)	MÉKCs intervallumok (scoring criteria)	Pontszámok (score, s)	Súly (weight, w)
	OMN.rsn	[0,0.44] (0.44,0.78] (0.78,1]	3 2 1	2
	PIS.rsn	[0,0.065] (0.065,0.25] (0.25,1]	1 2 3	1
	BEN.rsn	[0,0.43] (0.43,1]	1 2	1
	PHY_LIT.rsn	[0,0.36] (0.36,1]	2 1	1
	RHE.rsn	[0,0.25] (0.25,0.44] (0.44,1]	1 2 3	1
	SPEC.rsn	[0,0.25] (0.25,0.50] (0.50,1]	1 2 3	1
	NN.ra	[0,0.05] (0.05,0.50] (0.50,1]	3 2 1	3
	CSpecpool	[0,0.25] (0.25,0.50] (0.50,0.75] (0.75,1]	1 2 3 4	4
6 Duna	LIT.ra	[0,0.20] (0.20,1]	1 2	1
	TOL.ra	[0,0.11] (0.11,1]	2 1	1
	RHE.sn	[0,6] (6,∞]	1 2	1
	GEN.sn	[0,3] (3,∞]	2 1	1
	TOL.sn	[0,3] (3,∞]	2 1	1
	NN.sn	[0,1] (1,∞]	2 1	2
	INV_BEN.rsn	[0,0.33] (0.33,1]	1 2	1
	MET.rsn	[0,0.16] (0.16,1]	2 1	1

Típus (type)	Metrikák (metrics)	MÉKCs intervallumok (scoring criteria)	Pontszámok (score, s)	Súly (weight, w)
PEL.ra		[0,0.22]	1	2
		(0.22,0.80]	2	
		(0.80,1]	3	
PEL.sn		[0,4]	1	1
		(4,∞]	2	
BEN.sn		[0,7]	1	1
		(7,∞]	2	
OMN.rsn		[0,0.44]	3	2
		(0.44,0.78]	2	
		(0.78,1]	1	
PIS.rsn		[0,0.065]	1	1
		(0.065,0.25]	2	
		(0.25,1]	3	
BEN.rsn		[0,0.43]	1	1
		(0.43,1]	2	
PHY_LIT.rsn		[0,0.36]	2	1
		(0.36,1]	1	
RHE.rsn		[0,0.25]	1	1
		(0.25,0.44]	2	
		(0.44,1]	3	
SPEC.rsn		[0,0.25]	1	1
		(0.25,0.50]	2	
		(0.50,1]	3	
NN.ra		[0,0.05]	3	3
		(0.05,0.50]	2	
		(0.50,1]	1	
CSpecpool		[0,0.25]	1	10
		(0.25,0.50]	2	
		(0.50,0.75]	3	
		(0.75,1]	4	

Amennyiben a halászati felmérés során nem sikerült halakat kimutatni a mintavételi szakaszon, az egyes metrikák kvantifikálása nem értelmezhető.

#### 3.10.4. A minták ökológiai minőségi hányadosának (EQR) számítása

Az ökológiai minőségi hányados (Ecological Quality Ratio – EQR) a referencia állapothoz viszonyított aktuális ökológiai állapot normalizált formája:

$$EQR_{sample} = \frac{HMMFI_{sample} - HMMFI_{min}}{HMMFI_{max} - HMMFI_{min}}$$

ahol  $EQR_{\text{sample}}$  a minta EQR értéke;  $HMMFI_{\text{sample}}$  a minta hidromorfológiai típusának megfelelő index mintából számított pontszáma (HMMFI score);  $HMMFI_{\text{min}}$  a minta hidromorfológiai típusának megfelelő index leggyengébb ökológiai állapot mellett számítható pontszáma;  $HMMFI_{\text{max}}$  a minta hidromorfológiai típusának megfelelő index legjobb ökológiai állapot (referencia) mellett számítható pontszáma. A minták EQR értéke  $[0, 1]$  intervallumba esik, ahol a 0 rossz, az 1 kiváló ökológiai állapot jelöl. A típusok indexeinek minimális és maximális értékeit a 4. táblázat tartalmazza.

**4. Táblázat.** A magyar multimetrikus hal index család (HMMFI) víztest-hidro-geomorfológiai típusoknak megfelelő indexeinek lehetséges minimális és maximális pontszámai. A lehetséges maximális pontszám a legjobb ökológiai állapotba levő referencia halegyüttesekre jellemző.

Típus	$HMMFI_{\text{min}}$	$HMMFI_{\text{max}}$ (referencia)
1_SMS	17	45
2_HLS	18	47
3_HLR	16	43
4_LLS	18	47
5_LLRL	18	54
Duna	33	96

Amennyiben a halászati felmérés során nem sikerült halakat kimutatni a mintavételi szakaszon, az adott minta EQR értéke 0 kell legyen.

### 3.10.5. A minta EQR értéke alapján a minta ökológiai minőségi osztályának (EQC) megállapítása

A minőségi osztályok EQR érték függvényében való megállapításához a 5. táblázatban levő konvertálási séma alkalmazandó.

**5. Táblázat.** A minőségi osztály EQR érték alapján történő megállapításához alkalmazott EQR intervallumok.

EQR értékintervallum	Minőségi osztály ( <i>Ecological Quality class</i> )
(0.80, 1.0]	kiváló ( <i>high</i> )
(0.60, 0.80]	jó ( <i>good</i> )
(0.40, 0.60]	mérsékelt ( <i>moderate</i> )
(0.20, 0.40]	gyenge ( <i>poor</i> )
[0, 0.20]	rossz ( <i>bad</i> )

### 3.11. Hely és víztest szintű értékelés

Ahogy fentebb utaltunk rá a víztestek méretétől és élőhelyi változatosságától függően előfordulhat, hogy a vízfolyás típusokra javasolt hely/szakasz léptékű mintavételi erőfeszítés nem elegendő a víztest ökológiai állapotának megállapításához. Ilyenkor a víztest megbízható minősítéséhez érdemes több szakaszon is mintavételt végezni amennyiben ezt a monitorozó rendszer logisztikai és anyagi lehetőségei megengedik. Iránypontul érdemes lehet a víztest felső, középső és alsó harmadában is

mintát gyűjteni és a minősítésnél a minősítési indexek átlagát venni vagy pedig még pontosabb a felmért szakaszok élőhelyi jellegének függvényében arányosan számítani az index értékét. Ilyen esetben a mintavételi szakaszok EQR értékeit súlyozzuk az élőhelyileg elkülönített szakaszok hosszával és ezen kombinált EQR érték alapján állapítjuk meg a minőségi osztályt. Vegyünk egy példát, ahol a víztest élőhelyi jellegében három jól elkülöníthető szakaszra bontható:

1. közel természetes szakasz (EQR = 0,81), ami a víztest hosszának 40%-a,
2. településen (urbán) területen áthaladó szakasz (EQR = 0,22), ami a víztest hosszának 15%-a,
3. mezőgazdasági területen áthaladó szakasz (EQR = 0,55), ami a víztest hosszának 45%-a.

Ebben az esetben a víztestet jellemző pontosabb EQR érték a következő  $0,4 \times 0,81 + 0,15 \times 0,22 + 0,45 \times 0,55 = 0,60$ .

A minősítési osztály tehát még éppen mérsékelt, azaz határon van a mérsékelt és a jó érték között. Ilyen esetekben fontos a víztest több helyen/szakaszon történő értékelése, mert látható, hogy célzottabban feltárható hol található a rosszabb minősítési értéket mutató szakaszok és így pontosabb intézkedéseket tehetünk. Fontos kiemelni, hogy bár a HMMFI indexek igazoltan korrelálnak jól meghatározható vízkémiai és hidromorfológiai stresszor változókkal (V. Melléklet), a stresszorok csak nagyon ritkán fordulnak elő önmagukban. A stresszorok akár interakcióban, additív módon vagy akár egymás hatását gyengítve is hathatnak az élőlényközösségekre (pl. Erős és mtsai 2020). Ezért a biotikus indexek, mint a HMMFI indexek is, csak jelzik a vizsgált élőlényközösségeket érő hatást, azok pontos okát azonban nem tudják feltárni. A legtöbb esetben változatos hidromorfológiai és kémiai szennyezések érik a víztestet, amikor is a kémiai és a hidromorfológiai minősítések/értékelések eredménye, a háttérváltozók és azok interakcióinak alapos vizsgálata alapján tehető csak meg az intézkedések. Ehhez a legtöbb esetben nem elegendő csupán a víztestet érő stresszor hatásokat figyelembe venni, hanem fontos a víztest feletti és alatti víztesteken található stresszorok értékelése, a legtöbb esetben pedig a víztestet tartalmazó vízgyűjtő léptékű hatások figyelembe vétele is. Hatékony intézkedések csakis egy hierarchikus, a víztestet és az alvízgyűjtőket érő hatásokat több térbeli szinten értékelő eljárás keretében tehető. Az ökológiai állapotot javító intézkedésekhez fontos figyelembe venni emellett a víztestet és a vízgyűjtőt érő történeti hatásokat is.

### 3.12. A minta értékelése: útmutató a Balaton ökológiai állapot értékeléséhez

#### 3.12.1. A minták kezelése

Mind az elektromos halászgéppel, mind a kopoltyúhálókval fogott mintákban értékeljük a halak szemrevételezéssel megítélhető általános egészségi állapotát (három osztatú skálán: jó, mérsékelt, rossz). Szintén értékeljük a gyakoribb őshonos fajok koreloszlását (arányos, részben torzult, torzult a kis vagy nagytestű példányok egymáshoz viszonyított gyakorisága).

#### 3.12.2. A kopoltyúháló fogási adatok standardizálása és kiértékelése

Hálónként meghatározzuk a fogásokban az egyes fajok egyedszámát és összegzett tömegét (g). A fogási adatok kiértékelése kétféle módszerrel történik, így biztosítva, hogy mind a VKI által megkövetelt széleskörű összevethetőséget kiszolgáló adatokat (i), mind a Balatont, mint élőhelyet a lehető legpontosabban jellemző eredményeket (ii) megkapjuk.

i) A CEN (14757/2015) szabványa szerint a Balaton sekély tónak minősül, amelynél a halállomány felméréséhez a szabvány mindössze az 1.5 m magas bentikus hálók használatát írja elő. A kiértékelés során a 14, 1.5 m magas, egyenként 2.5 m hosszú, bentikus hálópanel (NG kiegészítő panelokkal,

amelyek fogása szintén panelonként 2.5 m hosszra standardizálандóak amennyiben hosszabb hálókat használunk) 1 óra halászati időre vetített fogását (CPUE) adjuk meg mind a fajonkénti egyedszámot (NPUE) mind a biomasszát (BPUE) illetően. A Balaton ökológiai állapotminősítéséhez az így nyert eredményeket azonban csak az 1.5 m-nél sekélyebb vízű mintavételi pontok esetében használjuk.

ii) Eddigi balatoni vizsgálataink egyértelműen bizonyították, hogy a tó halállományát csak a teljes vízoszlopra vonatkozó adatok alapján lehet értékelni (Specziár et al., 2009; Specziár 2010). Ezért, a hazai gyakorlat számára ezt a megközelítési módot javasoltuk (Specziár és Erős, 2020). A teljes vízoszlopra eső CPUE értékek számítása a következők szerint történik. 1.5 m-nél sekélyebb élőhelyeken a NG fogása a teljes vízoszlopra vonatkozóan reprezentatív. 1.5 és 3 m közötti vízmélységnél a DHNG fogását vesszük alapul az (i) pontban leírt standardizálás mellett. Míg, a 3 m-nél mélyebb területeken a DHNG fogását kiegészítjük a FG fogásának vízmélységtől függő arányos részével a következőképpen:

$$CPUE_{\text{vízoszlop}} = CPUE_{\text{DHNG}} + CPUE_{\text{FG}} \times \frac{h-3}{1.5}$$

ahol  $CPUE_{\text{vízoszlop}}$  a teljes vízoszlopra vonatkoztatott fogásérték, a  $CPUE_{\text{DHNG}}$  és  $CPUE_{\text{FG}}$  a 3 m magas bentikus háló illetve a felszíni háló fogás értéke és  $h$  a vízmélység méterben kifejezve.

Az egyes mintavételi pontokra kapott, a teljes vízoszlopot reprezentáló standardizált eredmények birtokában számoljuk a teljes Balatonra vonatkozó átlag értékeket. Minthogy, az egyes mintavételi pontok által reprezentáltak tekintett élőhelyek kiterjedése jelentősen különböző, illetve a halállomány eloszlása is eltér a tó egyes területei között (Specziár, 2010) így a nagyobb léptékű, az egyes tómedencék vagy a Balaton egészére vonatkozó értékelésekhez az egyes mintavételi pontok adatait súlyozottan kell figyelembe venni. Eddigi tapasztalatainknak megfelelően, a parti sáv határát a közepes balatoni vízálláshoz tartozó 2.1 m-es mélységvonal mentén húztuk meg és az egyes vízterek területét a NaviGuide Hungary v3.1 részletes balatoni hajózási térképpel bővített térképszoftvere (Navi-Gate Kft., www.garmin.hu) alapján a MapSource 6.10.1 program (Garmin Ltd., www.garmin.hu) segítségével határoztuk meg. Tehát, a teljes tóra vonatkoztatott, átlagos, a teljes vízoszlopot reprezentáló fogásértékek számolása:

$$CPUE_i = \sum_{j=1}^{16} CPUE_{\text{vízoszlop}_{i,j}} \times \frac{T_j}{T_{\text{Balaton}}}$$

ahol  $CPUE_i$  az  $i$  faj standardizált, teljes tóra vonatkoztatott átlagos fogásértéke (egyedszám vagy biomassza szerint),  $CPUE_{\text{vízoszlop}_{i,j}}$  az  $i$  faj  $j$  mintavételi területen elért, a teljes vízoszlopra számított fogásértéke,  $T_j$  a  $j$  mintavételi pont által reprezentált tó terület ( $\text{km}^2$ ; 4. táblázat), míg  $T_{\text{Balaton}}$  a tó teljes területe ( $593 \text{ km}^2$ ).

**4. táblázat.** A kopoltyúhálós adatok súlyozásához használt terület értékek.

	terület ( $\text{km}^2$ )			
	déli parti sáv	nyíltvíz	északi parti sáv	összesen
Keszthelyi medence	5.3	26.5	8.2	40
Szigligeti medence	7.3	96	6.7	110
Szemesi medence	10.1	189	11.9	211
Siófoki medence	8.5	212	11.5	232
Balaton	31.2	523.5	38.3	593

### 3.12.3. A Balatoni Hal Index (BFI) számítása

A halegyüttesek szerkezetéről és mennyiségi viszonyairól, a VKI szabványaival kompatibilis mintavételi eljárással nyerhető adatok 13 mutatóba sűrítve hivatottak a Balaton ökológiai állapotát robosztus módon indikálni (5. és 6. táblázat; Specziár és Erős, 2020). A Balatonban négy őshonos kulcsfaj (kűsz, garda, dévérkeszeg, fogassüllő) azonosítható, emellett az ökológiai állapot meghatározásánál tekintettel kell lenni az őshonos, a növényzethez kötődő őshonos és az idegen halfajok jelenlétére (VII. Melléklet).

### 3.12.4. A Balatoni Hal Index (BFI) kiszámítása

A fentebb bemutatott 13 mutató pontszámainak (6. táblázat) összege adja a BFI értékét.

### 3.12.5. Az Balaton ökológiai állapotának meghatározása a BFI alapján

Az 13 mutató pontszámainak egyszerű összegéből adódó BFI maximális értéke 100, amely az ideális állapotot jelzi, míg minimális értéke 0. Mint látható, a BFI egyben teljesíti az ökológiai minőségi hányados EQR kritériumát is, hiszen a Balaton ökológiai állapotát százalékosan fejezi ki. Ha a halegyüttesek állapota alapján számolt BFI érték 81-100 tartományba esik, akkor a Balaton ökológiai állapota kiválóan tekinthető, 61-80 érték jó, 41-60 közepes, 21-40 gyenge, míg 0-20 index érték rossz ökológiai állapotra utal.

**5. táblázat.** A Balaton ökológiai állapotának halakon alapuló értékeléséhez használt biotikus mutatók értéktartományai és az azokhoz rendelt pontszámok. eNPUE (egyed/100 m) az elektromos halászgépes felmérések átlagos fogásértéke; hNPUE (egyed/standard hálószett/teljes vízoszlop/teljes tó/óra) a kopoltyúháló felmérés teljes Balatonra vonatkoztatott, teljes vízoszlopot reprezentáló súlyozott, egyedszám szerinti fogásértéke; hBPUE (g/standard hálószett/teljes vízoszlop/teljes tó/óra) a kopoltyúháló felmérés teljes Balatonra vonatkozó, teljes vízoszlopot reprezentáló, biomassa szerinti fogásértéke. Az egyes fajok besorolását az őshonos, idegenhonos, fitofil és kulcs szerep tekintetében az VIII. melléklet tartalmazza.

Minősítési mérőszámok	értéktartományok				pontozás			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>elektromos halászgépes minta</b>								
1. $n_{\text{őshonos}}$ amelyre $eNPUE \geq 0.1$ egyed/100 m	<8	8-10	11-12	$13 \leq$	0	3	7	10
2. $eNPUE_{\text{fitofil}}/eNPUE_{\text{összes}}$	<0.05	0.05-0.15	0.15-0.25	$0.25 \leq$	0	3	7	10
3. $eNPUE_{\text{idegen}}/eNPUE_{\text{összes}}$	<0.01	0.01-0.1	0.1-0.25	$0.25 \leq$	10	7	3	0
<b>kopoltyúháló minta</b>								
4. $n_{\text{őshonos}}$ amelyre $hNPUE \geq 0.2$ egyed/standard erőfeszítés	<4	4-6	7-8	$9 \leq$	0	3	7	10
5. $hNPUE_{\text{idegen}}/hNPUE_{\text{összes}}$	<0.01	0.01-0.1	0.1-0.25	$0.25 \leq$	5	3	1	0
6. $hBPUE_{\text{idegen}}/hBPUE_{\text{összes}}$	<0.01	0.01-0.1	0.1-0.25	$0.25 \leq$	10	7	3	0
7. $hBPUE_{\text{ponty}}/hBPUE_{\text{összes}}$	<0.001	0.001-0.01	$0.01 \leq$		0	5	0	
8. $hBPUE_{\text{garda}}$	<20	20-200	200-1000	$1000 \leq$	0	5	10	5
9. $hBPUE_{\text{fogassüllő}}/hBPUE_{\text{összes}}$	<0.01	0.01-0.04	0.04-0.08	$0.08 \leq$	0	5	10	5
10. $hBPUE_{\text{dévérkeszeg}}$	<300	300-1200	$1200 \leq$		0	5	0	
11. $hBPUE_{\text{összes}}$	<1000	1000-4000	$4000 \leq$		0	5	0	
<b>elektromos és kopoltyúháló</b>								
12. korszerkezet (arányos: arányos minden kulcsfajnál és maximum két faj kivételével minden őshonos fajnál; részben torzult: torzult egy kulcsfajnál, vagy legalább három őshonos fajnál; torzult: torzult legalább két kulcsfaj esetében)	Arányos	Részben torzult	Torzult		5	3	0	
13. egészségi állapot (jó: az egyedek kevesebb mint 5%-ánál figyelhetünk meg kóros elváltozásokat, erős parazitáltságot vagy hibridizációt; mérsékelt: az egyedek több mint 20%-ánál figyelhetünk meg kóros elváltozásokat, erős parazitáltságot vagy hibridizációt; rossz: figyelhetünk meg kóros elváltozásokat, erős parazitáltságot vagy hibridizációt)	Jó	Mérsékelt	Roszs		5	3	0	

**6. táblázat.** A Balaton ökológiai állapotának halakon alapuló értékeléséhez használt biotikus mutatók és azok jelen, referencia és célállapot értékei, illetve az erős stresszor hatásokra adott elsődleges válaszai. A 13 biotikus mutató összege adja az ökológiai minőségi hányados (EQR, VKI szerint) szerepét betöltő Balatoni Hal Index (BFI) értékét. eNPUE (egyed/100 m) az elektromos halászgépes felmérések átlagos fogásértéke; hNPUE (egyed/standard hálószett/teljes vízoszlop/teljes tó/óra) a kopolytűháló felmérés teljes Balatonra vonatkoztatott, teljes vízoszlopot reprezentáló súlyozott, egyedszám szerinti fogásértéke; hBPUE (g/standard hálószett/teljes vízoszlop/teljes tó/óra) a kopolytűháló felmérés teljes Balatonra vonatkozó, teljes vízoszlopot reprezentáló, biomassza szerinti fogásértéke.

	2010-2018	referencia	célállapot	Stresszor hatások			
				parti sáv degradáció	idegen faj invázió	eutrofizáció	intenzív horgászat
1. $n_{\text{shonos}}$ amelyre eNPUE $\geq 0.1$ egyed/100 m	3	10	7	0	3	3	3
2. $eNPUE_{\text{fitofit}}/eNPUE_{\text{összes}}$	3	10	7	0	3	3	3
3. $eNPUE_{\text{idegen}}/eNPUE_{\text{összes}}$	7	10	7	7	0	7	7
4. $n_{\text{shonos}}$ amelyre hNPUE $\geq 0.2$ egyed/standard erőfeszítés	7	10	10	3	7	7	7
5. $hNPUE_{\text{idegen}}/hNPUE_{\text{összes}}$	5	5	5	5	0	5	5
6. $hBPUE_{\text{idegen}}/hBPUE_{\text{shonos}}$	7	10	7	7	0	7	7
7. $hBPUE_{\text{ponty}}/hBPUE_{\text{összes}}$	5	5	5	5	5	5	0
8. $hBPUE_{\text{garda}}$	10	10	10	10	10	5	10
9. $hBPUE_{\text{fogassálló}}/hBPUE_{\text{összes}}$	5	10	10	5	5	5	0
10. $hBPUE_{\text{dévérkeszeg}}$	5	5	5	5	5	0	5
11. $hBPUE_{\text{összes}}$	5	5	5	5	5	0	5
12. korszerkezet	5	5	5	0	5	5	5
13. egészségi állapot	5	5	5	5	5	3	5
<b>BFI</b>	<b>72</b>	<b>100</b>	<b>88</b>	<b>57</b>	<b>53</b>	<b>55</b>	<b>62</b>

### 3.13. Irodalom

- 1189/2002. (XI. 7.) Korm. határozat a víz-politika területén a közösségi cselekvés kereteinek meghatározásáról szóló 2000/60/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv végrehajtásának Magyar Stratégiai Dokumentumáról, valamint a kapcsolódó intézkedésekről, pp. 3.
- 221/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a vízgyűjtő-gazdálkodás egyes szabályairól, pp. 11.
- BME VKKT, 2005: A fenntartható vízgazdálkodás tudomány megalapozása az EU Víz Keretirányelv hazai végrehajtásának elősegítésére. 1. Téma: Az ökológiai minősítés kérdései. BME VKKT. MTA összefoglaló jelentés, Budapest, pp. 241.
- ECOSURV 2005a: Mintavételezési és határozói kézikönyv. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest. pp. 68.
- ECOSURV 2005b: Biológiai minősítési elemek: Halak. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest, pp. 38.
- EN 14962:2006: Water quality - Guidance on the scope and selection of fish sampling methods. CEN szabvány. pp. 15.
- Erős T., Sály P., Zagya T.A. (2017) Intercalibration report for new fish index for rivers, Hungary (HMMFI). pp. 18.
- Erős T., Czeglédi I., Tóth R., Schmera D. (2020): Multiple stressor effects on alpha, beta and zeta diversity of riverine fish. Science of The Total Environment, 141407.
- Fausch, K.D., Lyons, J., Karr, J.R., Angermeier, P.L. (1990): Fish communities as indicators of environmental degradation. – In: Adams, S.M. (ed.) Biological indicators of stress in fish. Am. Fish Soc. Symp. 8: 123-144.
- FAME 2002: Metric Selection and Sampling Procedures for FAME (D4-6). Final Report. pp. 88.
- FAME 2005: Manual for Application of the European Fish Index. Version 1.1. pp. 66.
- Guti, G. (2001a): A hazai vízfolyások biológiai integritásának minősítése a halállomány alapján. Halászatfejlesztés 26: 36-47.
- Guti, G. (2002b): II. Projekt. Felszíni vizek és vizes területek életközösségei. NBmR. pp. 4.



- Györe, K. (1995): Magyarország természetesvízi halai. Vízi természet- és környezetvédelem kötet. Környezetgazdálkodási Intézet, TOI Környezetvédelmi Tájékoztató Szolgálat, pp. 339.
- Karr, J.R. (1981): Assessment of biotic integrity using fish communities. - Fisheries (Bethesda), 6(6): 21-27. pp. 7.
- MSZ EN 14011:2003: vízminőség. Halak mintavétele elektromos halászati módszerrel. Magyar Szabvány. pp.16.
- MSZ EN 14757:2015: vízminőség. Halak mintavétele több nyílásméretű eresztőhálóval. Magyar Szabvány. pp. 27.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Sallai Z., Erős T., Varga I. (2008): II. PROJEKT: Vizes élőhelyek és közösségeik monitorozása. 18.
- Sallai Z., Varga I., Erős T. (2019): Halközösségek monitorozása Magyarország különböző típusú állóvízeiben és vízfolyásokban (2001-2018). p 157-179. In: Váczi, O., Varga, I., Bakó, B. (eds) Gerinces állatok. A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer eredményei II. Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság, Szarvas.
- Sály P., Erős T. (2016): Vízfolyások ökológiai állapotminősítése halakkal: minősítési indexek kidolgozása. Pisces Hungarici 10: 15-45.
- Specziár A., Erős T., György Á.I., Tátrai I., Bíró P. (2009): A comparison between the benthic NORDIC gillnets and whole water column gillnets for characterizing fish assemblages in the shallow Lake Balaton. Annales de Limnologie Int. J. Limn. 45: 171-180.
- Specziár, A., Erős T. (2020): Development of a fish-based index for the assessment of the ecological status of Lake Balaton in the absence of present day reference condition. Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems, (421), 11.
- STAR: STARFISH sampling protocol. , pp. 7.
- VITUKI, 2004: Szakmai felügyelet hazai felszíni vizeink EU VKI szerint végzett ökológiai állapotfelmérésével kapcsolatban. Összefoglaló jelentés. Témaszám: 712/3/614301 (Szerk.: Csányi Béla), Budapest

### 3.14. I. Melléklet: A vízfolyások halállományának felmérése a víztest típusa szerint

A vízfolyások halállományának gyűjtése elektromos halászgéppel kell történjen, ezért a mintavételt végző személyeknek országos hatáskörű kutatói engedéllyel és elektromos halászgépezői vizsgával kell rendelkeznie.

A felmérés a gázolható vízfolyásokban (kis és közepes vízgyűjtőjű vízfolyások) a mederben felfelé gázolva, háton hordozható elektromos halászgéppel, míg a nagy és nagyon nagy vízgyűjtőjű folyókban és a Duna folyóban nagy teljesítményű aggregátoros halászgéppel, csónakból a víz áramlásával lefelé sodródva történjen.

A **kis vízgyűjtőjű folyók** halállományának mintavétele kis teljesítményű, háton hordozható elektromos halászgéppel történjen. A mintavételi szakaszok teljes medret átérően kell halászni. A teljes felmért szakasz hossza egy mintavételi helyszínen 150 m, amely az élőhelyi változatosság adta körülményekhez alkalmazkodva alegységekre (pl.  $3 \times 50$  m) bontható.

A **közepes vízgyűjtőjű folyók** kategóriájú vízfolyásokban lehetőleg a teljes medret átérően kell halászni. Amennyiben erre nincs mód, a mintavételi szakasz alegységekre bontható ( $3 \times 50$  m), melyeket a bal és jobb parton váltakozva kell megválasztani úgy, hogy a teljes halászott hossz 150 méter legyen, és megfelelően reprezentálja a vízfolyást. Amennyiben a felmérők úgy ítélik meg, hogy a víztest a nem megfelelő tipológiai besorolás miatt inkább már a nagy vízgyűjtőjű folyók jellegének megfelelő és nem gázolható, a mintavételt a nagy vízgyűjtőjű folyók halállományának felmérését igénylő mintavételi erőfeszítés szerint kell elvégezni.

A **nagy vízgyűjtőjű folyók** halállományának felmérése csónakból történik, nagy teljesítményű, aggregátorral üzemelő elektromos halászgéppel a litorális zónában minimum 500 m-es mintavételi alszakaszon. A teljes halászott szakasz hossza 500 m, ami a szakaszra jellemző élőhelyi viszonyok minél teljesebb reprezentativitása érdekében alszakaszokra bontható. A felmérést a csónakkal lefelé sodródva, nappal, a parti zónában (ahol a maximális vízmélység nem haladja meg az 1,5 m-t) kell végezni. Lehetőség szerint a csónak egyenletes mozgással haladjon (pl. gyors áramlás esetén célszerű evezővel fékezni a csónak mozgását). Ha a csónakból történő halászat sekély vízmélység miatt nem megvalósítható, akkor gázolós mintavétel végezhető. Ez esetben minimum 200 m-t kell halászni háton hordozható halászgéppel és legalább 100 egyedet kell azonosítani.

A **nagyon nagy vízgyűjtőjű folyók** halállományának felmérése csónakból történik nagy teljesítményű, aggregátorral üzemelő elektromos halászgéppel a litorális zónában minimum 1000 m-es mintavételi szakaszon. A teljes halászott szakasz hossza 1000 m, ami a szakaszra jellemző élőhelyi viszonyok minél teljesebb reprezentativitása érdekében alszakaszokra bontható. A felmérést a csónakkal lefelé sodródva, nappal, a parti zónában (ahol a maximális vízmélység nem haladja meg az 1,5 m-t) kell végezni. Lehetőség szerint a csónak egyenletes mozgással haladjon (pl. gyors áramlás esetén célszerű evezővel fékezni a csónak mozgását).

A **Duna folyó** halállományának felmérése csónakból történik nagy teljesítményű, aggregátorral üzemelő elektromos halászgéppel a litorális zónában minimum  $5 \times 500$  m-es mintavételi szakaszon (500 m-es szakaszokat véve mintavételi alegységnek) A felmérést a csónakkal lefelé sodródva, éjszaka, a parti zónában (ahol a maximális vízmélység nem haladja meg az 1,5 m-t) kell végezni. Lehetőség szerint a csónak egyenletes mozgással haladjon (pl. gyors áramlás esetén célszerű evezővel fékezni a csónak mozgását).

### 3.15. II. Melléklet: Terepi jegyzőkönyv

#### Mintavételi hely azonosítása

mvh.azonosítója (ID)	vízfolyás neve	mvh.neve	dátum
mintavevő csoport (cs.vezető)	kezdőpont GPS (EOV) E: N:	végpont GPS (EOV) E: N:	tszm (m)

#### Mintavételi jellemzők

vízf.kategória	mv.hossz (m)	halásgép típusa	mv.kezd./vége (óra;perc)
1: 150 m <input type="checkbox"/>	mvi.módszer lábalva <input type="checkbox"/> csónakból <input type="checkbox"/>	akkumulátoros <input type="checkbox"/> U (V): aggregátoros <input type="checkbox"/> I (A): PDC <input type="checkbox"/> F (Hz): SDC <input type="checkbox"/>	biológiai minta begyűjtve igen <input type="checkbox"/> nem <input type="checkbox"/> db/faj
2: 150 m <input type="checkbox"/>			
3: 500 m <input type="checkbox"/>			
4: 1000 m <input type="checkbox"/>			
5: Duna <input type="checkbox"/>			

#### Mintavételi körülmények

vízállás	vízjárás	víz zavarossága	időjárás
alacsony <input type="checkbox"/>	stagnáló <input type="checkbox"/>	átlátszó <input type="checkbox"/>	felhőzet
normál <input type="checkbox"/>	áradó <input type="checkbox"/>	enyhén zavaros <input type="checkbox"/>	nincs <input type="checkbox"/>
magas <input type="checkbox"/>	apadó <input type="checkbox"/>	erősen zavaros <input type="checkbox"/>	szél
n.magas <input type="checkbox"/>			nincs <input type="checkbox"/>
			erős <input type="checkbox"/>
			erős <input type="checkbox"/>
			eső
			nincs <input type="checkbox"/>
			közepes <input type="checkbox"/>
			erős <input type="checkbox"/>
			végig csepereg <input type="checkbox"/>
			részben csepereg <input type="checkbox"/>

#### Abiotikus jellemzők

átl.szélesség (m)	vízáram seb. _____ (cm/sec)	közvetlen parti növ. (%) (5 m-es sávban)
	1: (0–5 cm/s) <input type="checkbox"/>	1: lágysz. _____
átl.vízmélység (cm)	2: (6–20 cm/s) <input type="checkbox"/>	2: fássz. _____
	3: (>20 cm/s) <input type="checkbox"/>	3: beton _____
aljzat (%)	vízinövény (%)	mv.szakasz természetességi állapota
1: finom üledék (<0,2 cm) _____	1: emerz növ. (pl. sás, nád) _____	1: közel természetes <input type="checkbox"/>
2: homok (<0,2 cm) _____	2: submerz növ. (pl. süllőh.) _____	2: gyengén módosított <input type="checkbox"/>
3: kavics (0,2-6 cm) _____	3: úszólevelű növ. (pl. b.lencse) _____	3: erősen módosított <input type="checkbox"/>
4: kő (6-20 cm) _____	4: fonalas alga _____	Módosítottság jellege:
5: szikla (>20 cm) _____	5: növénymentes víztér _____	
6: beton _____		

Megjegyzések:

### 3.16. III. Melléklet: A terepi jegyzőkönyv kitöltési útmutatója

Mező	Leírás
sample_ID	A mintavételi hely egyedi azonosító kódja. Pl: 001Adackuna_1  Az első 3 karakter: sorszám A következő 4 karakter: a víztest nevének első 4 betűje A következő 4 karakter: a mintavételi hely első 4 betűje Az alsóvonás utáni számjegy: kell-e biológiai minta a helyről (1: igen; 0: nem)
víztest	A mintázandó víztest neve.
mintaveteli_hely_neve	A mintavételi helyhez legközelebbi település, vagy egyéb azonosítást segítő objektum neve.
VT_VOR_2015	Azon VKI víztest azonosító (új, 2015-ös), melyre a mintavételi pont esik.
EOV_Y	A mintavételi hely megközelítéséhez segítséget adó hosszúsági (E longitude) geokoordináta EOV vetületi rendszerben (méter).
EOV_X	A mintavételi hely megközelítéséhez segítséget adó szélességi (N latitude) geokoordináta EOV vetületi rendszerben (méter).
felmerest_vegzo_csoport	A felmérést végző szakértői csoport azonosító kódja és vagy a csoportvezető neve.
vizfolyas_kategoria	A mintázott víztest méretkategóriája. Az adott kategóriákhoz tartozó mintavételi szakasz hossza:  1: 150 m 2: 150 m 3: 500 m 4: 1000 m 5: Duna (min 5x 500 m)
biologiai_mintavetel	Adott mintahelyről analitikai célra biológiai minta (halegyedek) begyűjtése történe-e: 1: igen 0: nem
datum	A mintavétel napja. Az adott mező celláinak formátuma egységesen 'Szöveg' kell legyen (Cellaformázás → Szám → Kategória → Szöveg). 'Szám', vagy 'Dátum' formában való adatbevitelt ennél a mezőnél ne használjon. A dátum beviteli formája: 2015-06-11
mv_kezd	A mintavétel kezdetének időpontja. Az adott mező celláinak formátuma egységesen 'Szöveg' kell legyen (Cellaformázás → Szám → Kategória → Szöveg). 'Szám', vagy 'Dátum' formában való adatbevitelt ennél a mezőnél ne használjon. Az időpont beviteli formája: óó:pp
mv_vege	A mintavétel végének időpontja.

	<p>Az adott mező celláinak formátuma egységesen 'Szöveg' kell legyen (Cellaformázás → Szám → Kategória → Szöveg).</p> <p>'Szám', vagy 'Dátum' formában való adatbevitelt ennél a mezőnél ne használjon.</p> <p>Az időpont beviteli formája: óó:pp</p>
kezdo_tszm	<p>A mintavételi szakasz kezdőpontjának GPS vevőkészülékkel mért tengerszint feletti magassága (méter).</p> <p>A mintavételi szakasz kezdőpontja gázolós mintavételnél az alvízi végpont, csónakos mintavételnél a felvízi végpont.</p>
kezdo_EOV_Y	<p>A mintavételi szakasz kezdőpontjának hosszúsági (E longitude) geokoordinátája EOVS vetületi rendszerben (méter).</p> <p>A mintavételi szakasz kezdőpontja gázolós mintavételnél az alvízi végpont, csónakos mintavételnél a felvízi végpont.</p>
kezdo_EOV_X	<p>A mintavételi szakasz kezdőpontjának szélességi (N latitude) geokoordinátája EOVS vetületi rendszerben (méter).</p> <p>A mintavételi szakasz kezdőpontja gázolós mintavételnél az alvízi végpont, csónakos mintavételnél a felvízi végpont.</p>
vegso_EOV_Y	<p>A mintavételi szakasz végsőpontjának hosszúsági (E longitude) geokoordinátája EOVS vetületi rendszerben (méter).</p> <p>A mintavételi szakasz végsőpontja gázolós mintavételnél a felvízi végpont, csónakos mintavételnél az alvízi végpont.</p>
vegso_EOV_X	<p>A mintavételi szakasz végsőpontjának szélességi (N latitude) geokoordinátája EOVS vetületi rendszerben (méter).</p> <p>A mintavételi szakasz végsőpontja gázolós mintavételnél a felvízi végpont, csónakos mintavételnél az alvízi végpont.</p>
mv_modja	<p>A mintavétel módja. W: lálalva B: csónakból</p>
mvi_eszkoz_tipusa	<p>A mintavételi eszköz műszaki típusa. AKK: akkumulátoros AGG: aggregátoros</p>
aramtipus	<p>A mintavételkor alkalmazott kimeneti áram típusa: PDC: pulzáló egyenáram SDC: sima egyenáram</p>
feszultseg	<p>A mintavételkor alkalmazott kimeneti áram feszültsége (Volt).</p>
aramerosseg	<p>A mintavételkor alkalmazott kimeneti áram áramerőssége (Amper).</p>
frekvencia	<p>A mintavételkor alkalmazott pulzáló egyenáram (PDC) esetén a kimeneti áram frekvenciája (Hz). Sima egyenáram (SDC) alkalmazásakor ebbe a mezőbe ez írandó: NA</p>
mv_hossza	<p>A ténylegesen mintázott szakasz hossza (méter). Ha az adott mintavételi helyen a felmérő csapat valamilyen külső okból történő akadályoztatása esetén a vízfolyás méretkategóriájára előírt mintavételi hossz mintázása nem lehetséges, akkor a sikeresen mintázott szakasz hossza (méter). Ilyen esetben a Megjegyzés mezőbe röviden írja az akadályoztatás okát.</p>

vizallas	<p>A mintázott víztest vízállása a mintavétel alkalmával. Nominális skálájú változó.</p> <p>A: alacsony N: normál M: magas NM: nagyon magas</p> <p>Állóvizek esetén ebbe a mezőbe ez írandó: NA</p>
vizjaras	<p>A mintázott víztest vízjárása a mintavétel alkalmával. Nominális skálájú változó.</p> <p>STA: stagnáló AR: áradó AP: apadó</p> <p>Állóvizek esetén ebbe a mezőbe ez írandó: NA</p>
zavarosság	<p>A víz zavarossága a mintavétel alkalmával. 1-től 3-ig terjedő ordinális skálájú változó.</p> <p>1: átlátszó víz (az aljzat tisztán látható; illetve kismélységű vízfolyásoknál még 60–70 cm-es feltételezett mélységnél is látható lenne) 2: enyhén zavaros víz (az aljzat nehezen látható) 3: erősen zavaros víz, átlátszatlan (nem látni 20–25 cm-nél mélyebbre)</p>
felhőzet	<p>A felhőzet fejlettsége a mintavétel alkalmával. 1-től 3-ig terjedő ordinális skálájú változó.</p> <p>1: nincs felhőzet, tiszta ég 2: közepesen fejlett felhőzet 3: erősen fejlett, sötét felhőzet ("lóg az eső lába")</p>
eso	<p>Az esőzés jelenléte és időtartama a mintavétel alkalmával. 1-től 3-ig terjedő ordinális skálájú változó.</p> <p>1: nem volt eső 2: a mintavétel ideje alatt részben csepergett az eső 3: a mintavétel teljes ideje alatt csepergett az eső</p>
szel	<p>A szél erőssége a mintavétel alkalmával. 1-től 3-ig terjedő ordinális skálájú változó.</p> <p>1: nincs szél 2: közepes szél: a víztükör a mintavétel ideje alatt időnként enyhén fodrozódik 3: erős szél: a víztükör a mintavétel ideje alatt folyamatosan és jelentékenyen fodrozódik</p>
szelesseg	A mintázott vízfolyás-szakasz átlagos szélessége (méter).
melyseg	A mintázott vízfolyás-szakasz átlagos mélysége (centiméter).
sebesseg_1	A mintázott vízfolyás-szakasz átlagos vízáramlási sebessége (centiméter/sec). Arányskálájú változó.
sebesseg_2	A mintázott vízfolyás-szakaszt jellemző vízáramlási sebesség.

	<p>Ordinális skálájú változó.</p> <p>1: 0–5 cm/s (igen lassan mozgó, gyakorlatilag álló víz)  2: 6–20 cm/s (lassan, egyenletes sebességgel áramló víz)  3: &gt; 20 cm/s (gyorsan, turbulensen áramló víz)</p>
lagyszaru	<p>A mintavételi szakasz partjának 5 méteres sávjában a lágyszárú növényzet (alacsonyabb, mint 2 méter) borításának aránya (%).</p> <p>Gázlós mintavétel esetén a jobb és bal oldali part együttesen képezi a 100%-t. Csónakos mintavétel esetén a növényzet parti borítása csak a mintázott partra vonatkozik. Pl. ha csak a jobb oldalon történt a csónakos mintavétel, akkor a jobb part 5 méteres sávja a 100%.</p> <p>A 'lagyszaru', 'fasszaru' és 'beton' kategóriák összege az 5 méter széles közvetlen parti sáv 100%-os borítását kell, hogy adják.</p>
fasszaru	<p>A mintavételi szakasz partjának 5 méteres sávjában a fásszárú növényzet (alacsonyabb, mint 2 méter) borításának aránya (%).</p> <p>Gázlós mintavétel esetén a jobb és bal oldali part együttesen képezi a 100%-t. Csónakos mintavétel esetén a növényzet parti borítása csak a mintázott partra vonatkozik. Pl. ha csak a jobb oldalon történt a csónakos mintavétel, akkor a jobb part 5 méteres sávja a 100%.</p> <p>A 'lagyszaru', 'fasszaru' és 'beton' kategóriák összege az 5 méter széles közvetlen parti sáv 100%-os borítását kell, hogy adják.</p>
beton	<p>A mintavételi szakasz partjának 5 méteres sávjában a mesterséges, betonozott felület aránya (%).</p> <p>Gázlós mintavétel esetén a jobb és bal oldali part együttesen képezi a 100%-t. Csónakos mintavétel esetén a növényzet parti borítása csak a mintázott partra vonatkozik. Pl. ha csak a jobb oldalon történt a csónakos mintavétel, akkor a jobb part 5 méteres sávja a 100%.</p> <p>A 'lagyszaru', 'fasszaru' és 'beton' kategóriák összege az 5 méter széles közvetlen parti sáv 100%-os borítását kell, hogy adják.</p>
aljzat_1	<p>A mintázott szakasz aljzatán az egyes szemcseméret-frakciók aránya (%). A méret a szemcsék legnagyobb átmérőjére vonatkozik.</p> <p>Az egyes kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Aljzat kategória:  1 – finom üledék (&lt; 0,2 cm)</p>
aljzat_2	<p>A mintázott szakasz aljzatán az egyes szemcseméret-frakciók aránya (%). A méret a szemcsék legnagyobb átmérőjére vonatkozik.</p> <p>Az egyes kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Aljzat kategória:  2 – homok (&lt; 0,2 cm)</p>
aljzat_3	<p>A mintázott szakasz aljzatán az egyes szemcseméret-frakciók aránya (%). A méret a szemcsék legnagyobb átmérőjére vonatkozik.</p>

	<p>Az egyes kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Aljzatkegóriák: 3 – kavics (0,2–6 cm)</p>
aljzat_4	<p>A mintázott szakasz aljzatán az egyes szemcseméret-frakciók aránya (%). A méret a szemcsék legnagyobb átmérőjére vonatkozik.</p> <p>Az egyes kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Aljzatkegória: 4 – kő (6–20 cm)</p>
aljzat_5	<p>A mintázott szakasz aljzatán az egyes szemcseméret-frakciók aránya (%). A méret a szemcsék legnagyobb átmérőjére vonatkozik.</p> <p>Az egyes kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Aljzatkegória: 5 – szikla (&gt; 20 cm)</p>
aljzat_6	<p>A mintázott szakasz aljzatán az egyes szemcseméret-frakciók aránya (%). A méret a szemcsék legnagyobb átmérőjére vonatkozik.</p> <p>Az egyes kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Aljzatkegória: 6 – beton (mesterséges)</p>
vizinoveny_1	<p>A mintázott szakasz mederének területére vonatkoztatott vízínövényborítás, illetve növénymentes víztér aránya (%).</p> <p>Az egyes vízínövény-kategóriák (1–4) összege együttesen a mintázott szakasz medrére vetített össznövényzeti borítást adják (tehát azt a területarányt, ahol a fenék felé nézve a növényzettől nem látszik az aljzat). A növénymentes víztér (5) a mintázott szakasz területének azon aránya, ahol nem volt vízínövény. Az 1–5 kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Vízínövény-kategória: 1 – víztükör fölé nyúló (emerz) növényzet (pl. sás, nád, gyékény)</p>
vizinoveny_2	<p>A mintázott szakasz mederének területére vonatkoztatott vízínövényborítás, illetve növénymentes víztér aránya (%).</p> <p>Az egyes vízínövény-kategóriák (1–4) összege együttesen a mintázott szakasz medrére vetített össznövényzeti borítást adják (tehát azt a területarányt, ahol a fenék felé nézve a növényzettől nem látszik az aljzat). A növénymentes víztér (5) a mintázott szakasz területének azon aránya, ahol nem volt vízínövény. Az 1–5 kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Vízínövény-kategória: 2 – alámerült (szubmerz) növényzet (pl. süllőhínár, békaszólló)</p>
vizinoveny_3	<p>A mintázott szakasz mederének területére vonatkoztatott vízínövény-</p>



	<p>borítás, illetve növénymentes víztér aránya (%).</p> <p>Az egyes vízínövény-kategóriák (1–4) összege együttesen a mintázott szakasz medrére vetített össznövényzeti borítást adják (tehát azt a területarányt, ahol a fenék felé nézve a növényzettől nem látszik az aljzat). A növénymentes víztér (5) a mintázott szakasz területének azon aránya, ahol nem volt vízínövény. Az 1–5 kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Vízínövény-kategória: 3 – úszólevelű növényzet (pl. vízitök, sulyom, békalencse)</p>
vizinoveny_4	<p>A mintázott szakasz mederének területére vonatkoztatott vízínövényborítás, illetve növénymentes víztér aránya (%).</p> <p>Az egyes vízínövény-kategóriák (1–4) összege együttesen a mintázott szakasz medrére vetített össznövényzeti borítást adják (tehát azt a területarányt, ahol a fenék felé nézve a növényzettől nem látszik az aljzat). A növénymentes víztér (5) a mintázott szakasz területének azon aránya, ahol nem volt vízínövény. Az 1–5 kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Vízínövény-kategória: 4 – fonalas alga (pl. érdes békanyál, Cladophora spp.)</p>
novenymentes_vizter_5	<p>A mintázott szakasz mederének területére vonatkoztatott vízínövényborítás, illetve növénymentes víztér aránya (%).</p> <p>Az egyes vízínövény-kategóriák (1–4) összege együttesen a mintázott szakasz medrére vetített össznövényzeti borítást adják (tehát azt a területarányt, ahol a fenék felé nézve a növényzettől nem látszik az aljzat). A növénymentes víztér (5) a mintázott szakasz területének azon aránya, ahol nem volt vízínövény. Az 1–5 kategóriák összege együttesen 100% kell legyen.</p> <p>Vízínövény-kategória: 5 – növénymentes víztér</p>
termeszetesegi_allapot	<p>A mintavételi szakasz természetességi állapota. Szakértői véleményen alapuló átfogó értékelés a mintavételi szakasz által képviselt élőhely természetességi állapotáról.</p> <p>Ezt a mintavétel előtt célszerű elvégezni, hogy a halállomány összetétele ne befolyásolja az értékelést végző szakembert. Ugyanakkor a mintavétel után, a vízben való gázolást követően felfedezhetők olyan degradáltságra utaló tulajdonságok (pl. erős szag, ami vízszennyezésre utal), amik az előzetes értékeléskor nem voltak láthatóak. Ilyen esetben a mintavétel után a természetességi állapot értékelését ennek megfelelően módosítani kell. A lényeg: a halállomány aktuálisan tapasztalt milyensége NE befolyásolja az élőhely természetességi állapotának értékelését.</p> <p>A természetességi állapot megítélésének főbb szempontjai: - a vízfolyás mellett szabad szemmel belátható táj jellege (pl. erdő,</p>

	<p>természetközeli gyep, mezőgazdasági terület, lakott település, ipari terület); illetve a közvetlen part (5 méteres sáv) jellege (partmenti fás társulás tarvágása, avagy természetes fűzes, nyaras, égeres)</p> <p>- hidromorfológiai állapot (szabályozott, egyenes meder, kétoldali töltések, vagy kanyarulatokat tartalmazó természetes jellegű mederlefutás)</p> <p>- a víz kémiai szennyezésére utaló szín és szag.</p> <p>A módosítottságot a mintázott vízfolyás hidromorfológiai típusára vonatkozóan kell megítélni. A főbb hidromorfológiai vízfolyás-típusok: hegyvidéki patak, dombvidéki patak, síkvidéki patak, dombvidéki folyó, síkvidéki folyó.</p> <p>1-től 3-ig terjedő ordinális skálájú változó.</p> <p>1: közel természetes. A mintázott vízfolyásszakasz az adott vízfolyás hidromorfológiai típusára tipikusan jellemző élőhely. Az adott típusra nézve referenciális, vagy ahhoz közeli állapottal bír.</p> <p>2: enyhén (közepesen) módosított. Az emberi beavatkozás hatása a víz és vízpart jellegzetes arculatát lényegesen nem formálta át.</p> <p>3: erősen módosított. Az élőhelyen határozottan tükröződik az emberi beavatkozás hatása.</p>
modositottsag_jellege	Amennyiben a mintázott szakaszon az élőhely természetességi állapota enyhén (2), vagy erősen (3) módosított, akkor egy-két szóban írja le mi a módosítottság jellege. Pl. intenzív mg-i területen fut; szabályozott, töltésekkel; tarvágás; vízszennyezés stb.
biologiai_minta	Amennyiben az adott helyről biológiai minta begyűjtése szükséges, akkor a begyűjtött halfajok és azok egyedszáma.
megjegyzes	<p>Pl. ha egy helyen 3 db bodorka, és 2 db domolykó került begyűjtésre, az adatbevitel formátuma: bodorka_3, domolyko_2</p> <p>Általános megjegyzések. A mintavétellel kapcsolatos egyéb megjegyzések. Ha az adott mintavételi helyen a felmérő csapat valamilyen külső okból történő akadályoztatása esetén a vízfolyás méretkategóriájára előírt mintavételi hossz mintázása nem lehetséges, akkor az akadályoztatás okát röviden ide írja le.</p>
Halfajok	<p>Az adott mintavételi helyen azonosított halfajok egyedszámait fajonként korcsoportokra bontva kell a táblázatba beírni. A halfajokat a táblázat a tudományos nevük szerinti betűrendben balról jobbra felsorolva tartalmazza.</p> <p>Az adott halfaj tudományos nevének rövidítése után az 1-es számjegy az első korcsoportot, a 2-es számjegy a második korcsoportot jelöli. Az első korcsoportba 0+ korú, a második korcsoportba az 1+ vagy annál idősebb egyed tartoznak.</p> <p>Például, ha egy adott helyen domolykóból 25 db idei ívású és 22 db</p>

	tavalyi vagy idősebb példány került elő, akkor a kitöltési forma: squakep_1: 25 squakep_2: 22
--	---







Hungarian_name	scientific_name	species_label	Habitat_specialisation		Perturbation_tolerance		Biogeographical_status	
			specialist	generalist	tolerant	intolerant	native	non_native
			SPEC	GEN	TOL	INT	N	NN
dévérkeszeg	Abramis_brama_Linnaeus,_1758	abrbra	0	1	1	0	1	0
lénai_tok	Acipenser_baeri_Brandt,_1869	aciba	1	0	NA	NA	0	1
vágótok	Acipenser_gueldenstaedtii_Brandt_&_Ratzeburg,_1883	acigue	1	0	NA	NA	1	0
simatok	Acipenser_nudiventris_Lovetzky,_1828	acinud	1	0	NA	NA	1	0
kecsge	Acipenser_ruthenus_Linnaeus,_1758	acirut	1	0	NA	NA	1	0
sőregtok	Acipenser_stellatus_Pallas,_1771	aciste	1	0	NA	NA	1	0
sujtásos_küsz	Alburnoides_bipunctatus_Bloch,_1782	albbip	1	0	0	1	1	0
küsz	Alburnus_alburnus	albalb	NA	NA	1	0	1	0
dunai_nagyhering	Alosa_pontica_Eichwald,_1838	aloimm	1	0	NA	NA	1	0
fekete_törpeharcsa	Ameiurus_melas_Rafinesque,_1820	amemel	NA	NA	1	0	0	1
barna_törpeharcsa	Ameiurus_nebulosus_Le_Sueur,_1819	ameneb	NA	NA	1	0	0	1
angolna	Anguilla_anguilla_Linnaeus,_1758	angang	NA	NA	1	0	1	0
szivárványsügér	Archocentrus_multispinosus_Günther,_1869	arcmul	NA	NA	NA	NA	0	1
csupasztorkú_géb	Babka_gymnotrachelus_Kessler,_1857	babgym	1	0	NA	NA	0	1
laposkeszeg	Ballerus_ballerus_Linnaeus,_1758	balbal	1	0	NA	NA	1	0
bagolykeszeg	Ballerus_sapa_Linnaeus,_1758	balsap	1	0	NA	NA	1	0
kövicsk	Barbatula_barbatula_Linnaeus,_1758	ortbar	1	0	NA	NA	1	0
márna	Barbus_barbus_Linnaeus,_1758	barbar	1	0	NA	NA	1	0
Petényi-márna	Barbus_peloponnesius_Heckel,_1852	barpel	1	0	NA	NA	1	0
karikakeszeg	Blicca_bjoerkna_Linnaeus,_1758	blibjo	0	1	1	0	1	0
kárász	Carassius_carassius_Linnaeus,_1758	carcar	1	0	1	0	1	0
ezüstkárász	Carassius_gibelio_Bloch,_1782	cargib	0	0	1	0	0	1
állasküsz	Chalcalburnus_chalcoides_mento_Agassiz,_1832	chacha	1	0	NA	NA	1	0
paduc	Chondrostoma_nasus_Linnaeus,_1758	chonas	1	0	NA	NA	1	0
afrikai_harcsa	Clarias_gariepinus_Burchell,_1822	clagar	NA	NA	NA	NA	0	1
vágócsik	Cobitis_elongatoides_Bacescu_et_Maier,_1969	cobelo	0	1	NA	NA	1	0
törpe_maréna	Coregonus_albula_Linnaeus,_1758	coralb	1	0	NA	NA	0	1
nagy_maréna	Coregonus_lavaretus_Linnaeus,_1758	corlav	1	0	NA	NA	0	1
botos_kölönte	Cottus_gobio_Linnaeus,_1758	cotgob	1	0	NA	NA	1	0
cifra_kölönte	Cottus_poecilopus_Heckel,_1837	cotpoe	1	0	NA	NA	1	0
amur	Ctenopharyngodon_idella_Cuvier_et_Valenciennes,_1844	cteide	NA	NA	1	0	0	1
ponty	Cyprinus_carpio_Linnaeus,_1758	cypcar	0	1	1	0	1	0
csuka	Esox_lucius_Linnaeus,_1758	esoluc	NA	NA	NA	NA	1	0
tiszai_ingola	Eudontomyzon_danfordi_Regan,_1911	euddan	1	0	NA	NA	1	0
dunai_ingola	Eudontomyzon_mariae_Berg,_1931	eudmar	1	0	NA	NA	1	0
szúnyogírtó_fogsoponty	Gambusia_holbrooki_Girard,_1859	gamhol	1	0	NA	NA	0	1
tüskés_pikó	Gasterosteus_aculeatus_Linnaeus,_1758	gasacu	NA	NA	1	0	0	1
fenékjáró_küllő	Gobio_gobio_Linnaeus,_1758	gobgob	1	0	NA	NA	1	0
széles_durbincs	Gymnocephalus_baloni_Holcik_et_Hensel,_1974	gymbal	1	0	NA	NA	1	0
vágódurbincs	Gymnocephalus_cernua_Linnaeus,_1758	gymcer	0	1	NA	NA	1	0
selymesdurbincs	Gymnocephalus_schraetser_Linnaeus,_1758	gymsch	1	0	NA	NA	1	0
galóca	Hucho_hucho_Linnaeus,_1758	huchuc	1	0	NA	NA	1	0
viza	Huso_huso_Linnaeus_1758	hushus	1	0	NA	NA	1	0
fehér_busa	Hypophthalmichthys_molitrix_Valenciennes,_1844	hypmol	NA	NA	1	0	0	1
pettyes_busa	Hypophthalmichthys_nobilis_Richardson,_1845	hypnob	NA	NA	NA	NA	0	1
pettyes_harcsa	Ictalurus_punctatus_Rafinesque,_1818	ictpun	NA	NA	NA	NA	0	1
kisszájú_buffaló	Ictiobus_bubalus_Rafinesque,_1818	ictbub	NA	NA	NA	NA	0	1
kaukázusi_törpegéb	Knipowitschia_caucasica_Berg_1916	knicau	NA	NA	NA	NA	0	1
naphal	Lepomis_gibbosus_Linnaeus,_1758	lepgib	0	1	1	0	0	1
kurta_baing	Leuciscus_delineatus_Heckel,_1873	leudel	NA	NA	NA	NA	1	0
balin	Leuciscus_aspius_Linnaeus,_1758	leuaspi	1	0	NA	NA	1	0
jász	Leuciscus_idus_Linnaeus,_1758	leuidu	1	0	NA	NA	1	0
nyúldomolykó	Leuciscus_leuciscus_Linnaeus,_1758	leuleu	1	0	NA	NA	1	0
menyhal	Lota_lota_Linnaeus,_1758	lotlot	1	0	NA	NA	1	0
pisztrángsügér	Micropterus_salmoides_La_Cepède,_1802	micsal	1	0	NA	NA	0	1
réticsk	Misgurnus_fossilis_Linnaeus,_1758	misfos	1	0	NA	NA	1	0
fekete_amur	Mylopharyngodon_piceus_Richardson,_1846	mylpic	NA	NA	NA	NA	0	1
follyami_géb	Neogobius_fluviatilis_Pallas,_1814	neoflu	1	0	NA	NA	0	1
feketeszájú_géb	Neogobius_melanostomus_Pallas,_1814	neomel	1	0	NA	NA	0	1
szivárványos_pisztráng	Oncorhynchus_mykiss_Walbaum,_1792	oncmys	1	0	NA	NA	0	1
nílusi_tilápia	Oreochromis_niloticus_Linnaeus,_1758	orenil	NA	NA	NA	NA	0	1
garda	Pelecus_cultratus_Linnaeus,_1758	pelcul	1	0	NA	NA	1	0
sügér	Perca_fluviatilis_Linnaeus,_1758	perflu	0	1	1	0	1	0
amurgéb	Percottus_glenii_Dybowsky,_1877	pergle	NA	NA	NA	NA	0	1
fürge_cselle	Phoxinus_phoxinus_Linnaeus,_1758	phopho	1	0	NA	NA	1	0
Kessler-géb	Ponticola_kessleri_Günther,_1861	ponkes	1	0	NA	NA	0	1
tarka_géb	Proterorhinus_semilunaris_Pallas,_1814	prosem	1	0	NA	NA	0	1
kinai_razbóra	Pseudorasbora_parva_Schlegel,_1842	psepar	NA	NA	1	0	0	1
szivárványos_ökle	Rhodeus_sericeus_Pallas,_1776	rhoser	1	0	0	1	1	0
homoki_küllő	Romanogobio_kesslerii_Dybowsky,_1862	romkes	1	0	NA	NA	1	0
felpillantó_küllő	Romanogobio_uranoscopus_Agassiz,_1828	romura	1	0	NA	NA	1	0
halványfoltú_küllő	Romanogobio_vladkovi_Lukash,_1933	romvla	0	1	NA	NA	1	0
gyöngyös_koncér	Rutilus_meidingerii_Heckel,_1852	rutmei	1	0	NA	NA	1	0
leánykoncér	Rutilus_pigus_virgo_Heckel,_1852	rutpig	1	0	NA	NA	1	0
bodorka	Rutilus_rutilus_Linnaeus,_1758	rutrut	NA	NA	1	0	1	0
balkáni_csik	Sabanejewia_aurata_Filippi,_1865	sabaur	1	0	NA	NA	1	0
sebes_pisztráng	Salmo_trutta_Linnaeus,_1758	saltru	1	0	0	1	1	0
pataki_szajbling	Salvelinus_fontinalis_Mitchill,_1814	salfon	1	0	NA	NA	0	1
süllő	Sander_lucioperca_Linnaeus,_1758	sanluc	1	0	NA	NA	1	0
kösüllő	Sander_volgensis_Gmelin,_1788	sanvol	1	0	NA	NA	1	0
veresszárnú_keszeg	Scardinius_erythrophthalmus_Linnaeus,_1758	scaery	1	0	NA	NA	1	0
harcsa	Silurus_glanis_Linnaeus,_1758	silgla	0	1	NA	NA	1	0
fejes_domolykó	Squalius_cephalus_Linnaeus,_1758	squcep	NA	NA	NA	NA	1	0
vaskos_csabak	Telestes_souffia_Valenciennes,_1844	telsou	1	0	NA	NA	1	0
pénzes_pér	Thymallus_thymallus_Linnaeus,_1758	thythy	1	0	NA	NA	1	0
compó	Tinca_tinca_Linnaeus,_1758	tintin	1	0	1	0	1	0
lápi_póc	Umbra_krameri_Walbaum,_1792	umbkra	1	0	NA	NA	1	0
szilvaorrú_keszeg	Vimba_vimba_Linnaeus,_1758	vimmim	1	0	NA	NA	1	0
német_bucó	Zingel_streber_Siebold,_1863	zingstr	1	0	0	1	1	0
magyar_bucó	Zingel_zingel_Linnaeus,_1758	zingzin	1	0	0	1	1	0





### 3.18. V. Melléklet: A HMMFI indexekkel szignifikánsan korreláló stresszor változók

A HMMFI indexek stressz érzékenységének tesztelésére számos különálló elemzés történt az indexek készítésekor, az interkalibrációs eljárás során stb. Az indexek készítésekor készített regressziós modellek alapján (lásd Sály és Erős, 2016) az index viselkedését az SMS típusban a vízfolyások kanyarulatfejlettségével (*sinuosity*) és az összes nitrogén mennyiségével; a HLS típusban a szervesanyag, az ortofoszfát, az ammónium és a nitrit mennyiségével; a HLR típusban a vízfolyások kanyarulatfejlettségével és a vízgyűjtőn levő mesterséges felszínek területi arányával; az LLS típusban a szervesanyag mennyiségével és a vízgyűjtőn levő mesterséges felszínek területi arányával; az LLR típusban a szervesanyag mennyiségével, illetve a nitrit mennyiségével lehetett leginkább magyarázni. Az LLR típus esetén a szervesanyag mennyisége (BOI5) és a nitrit mennyisége (NO<sub>2</sub>\_N) egymással erősen redundáns stresszornak bizonyult, vagyis az EQR értékek variabilitásának lényegében ugyanazt a részét magyarázták, ezért az EQR értékre gyakorolt hatásuk statisztikailag nem volt szétválasztható. Ennek a regressziós modellezés szempontjából az a következménye, hogy e két változó egyetlen modellben nem szerepelhetett, viszont külön-külön két azonos minőségű alternatív regressziós modellt lehetett velük készíteni.

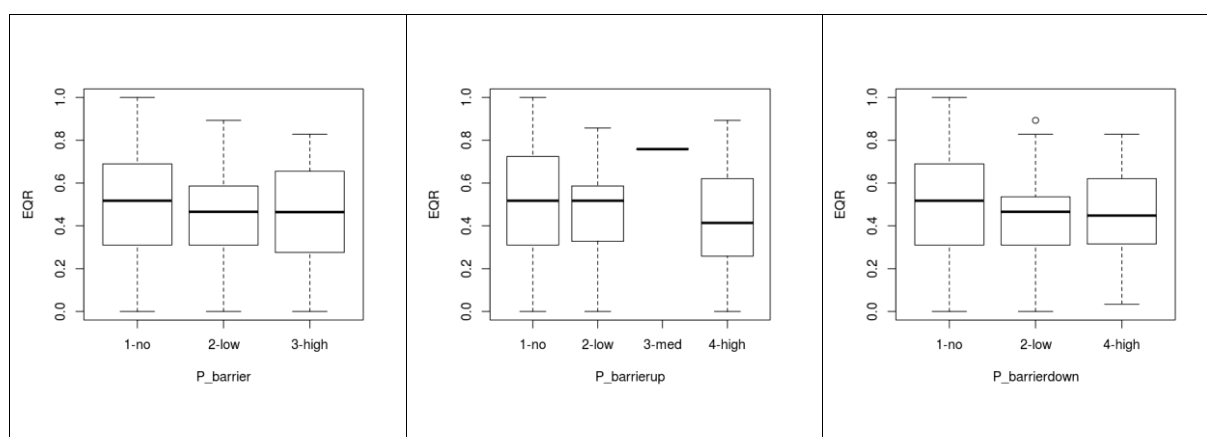
A halas felmérésekre a Magyar Multimetrikus Hal Index (HMMFI) családdal kiszámított EQR értékekkel szignifikánsan ( $\alpha = 0.05$ ) korreláló stresszorok. 't' próbastatisztika; 'df' szabadsági fokok száma; 'p' a korrelációs koefficiens értéke egyenlő nulla nullhipotézis tesztjének p értéke normál alakban; 'r' korrelációs koefficiens; '95%CI<sub>low</sub>' és '95%CI<sub>up</sub>' a korrelációs koefficiens 95%-os konfidencia intervallumának alsó és felső határa.

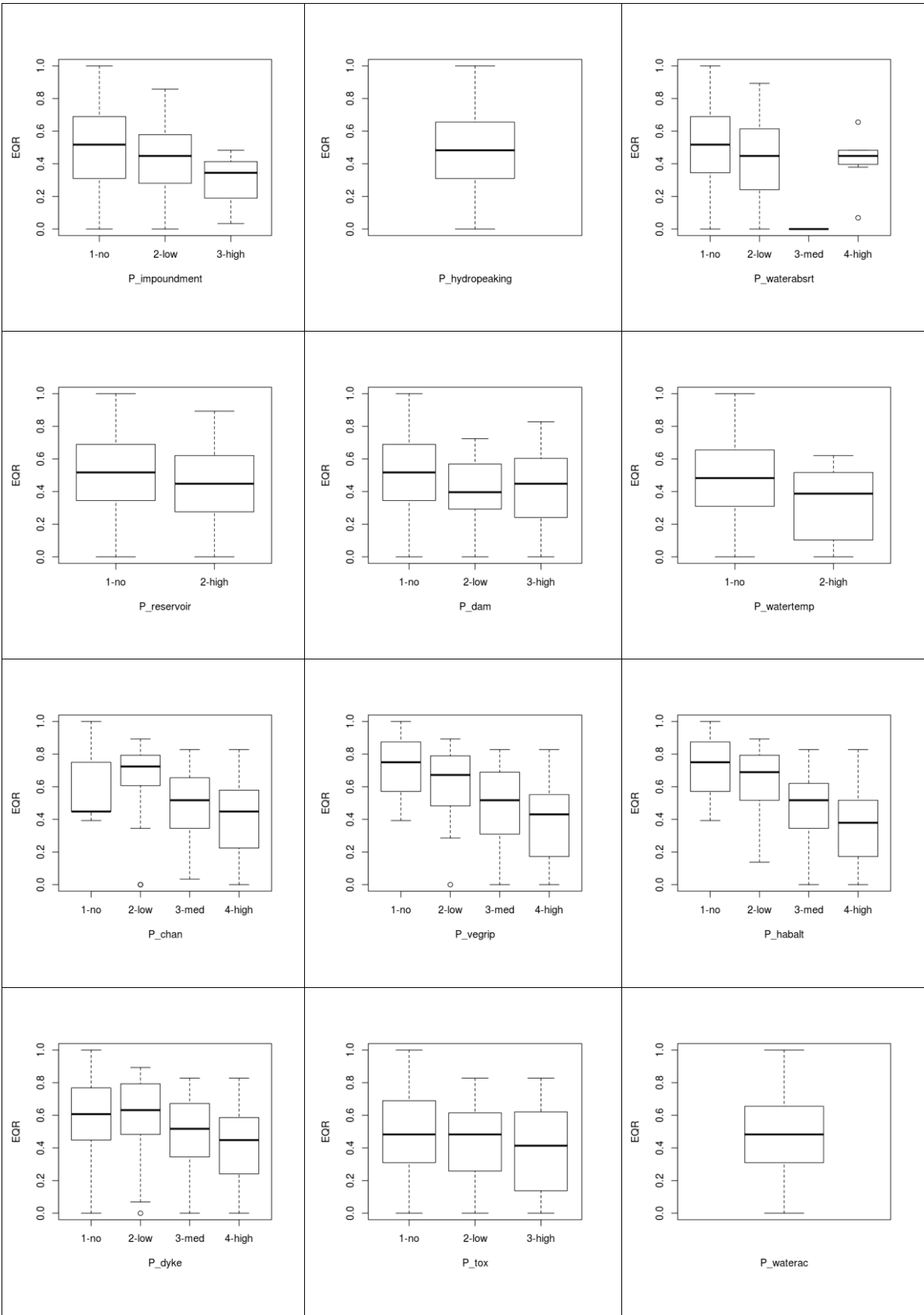
Típus (type)	Stresszor	t	df	p	r	95%CI <sub>low</sub>	95%CI <sub>up</sub>
1 SMS	sinuosity	2.01	52	5.0e-02	0.27	0.0006	0.50
	landused_index	-2.98	72	3.9e-03	-0.33	-0.52	-0.11
	artificial_surfaces	-2.33	72	2.2e-02	-0.27	-0.47	-0.04
	agricultural_areas	-2.27	72	2.6e-02	-0.26	-0.46	-0.03
	landuse.PC1	2.72	72	8.2e-03	0.31	0.08	0.50
	NO <sub>3</sub> _N	-3.11	68	2.8e-03	-0.35	-0.54	-0.13
	NO <sub>2</sub> _N	-3.21	68	2.0e-03	-0.36	-0.55	-0.14
	total_N	-2.73	68	8.1e-03	-0.31	-0.51	-0.08
	TDS	-4.40	56	5.0e-05	-0.51	-0.68	-0.29
	wchem.PC1	2.81	56	6.9e-03	0.35	0.10	0.56
	wchem.PC2	2.37	56	2.1e-02	0.30	0.05	0.52
2 HLS	agricultural_areas	-2.27	438	2.4e-02	-0.11	-0.20	-0.01
	water_bodies	-5.74	438	1.8e-08	-0.26	-0.35	-0.18
	landuse.PC2	5.02	438	7.5e-07	0.23	0.14	0.32
	NH <sub>4</sub> _N	-3.95	426	9.2e-05	-0.19	-0.28	-0.09
	Chl_a	-7.06	426	7.0e-12	-0.32	-0.41	-0.24
	NO <sub>2</sub> _N	-3.80	426	1.6e-04	-0.18	-0.27	-0.09

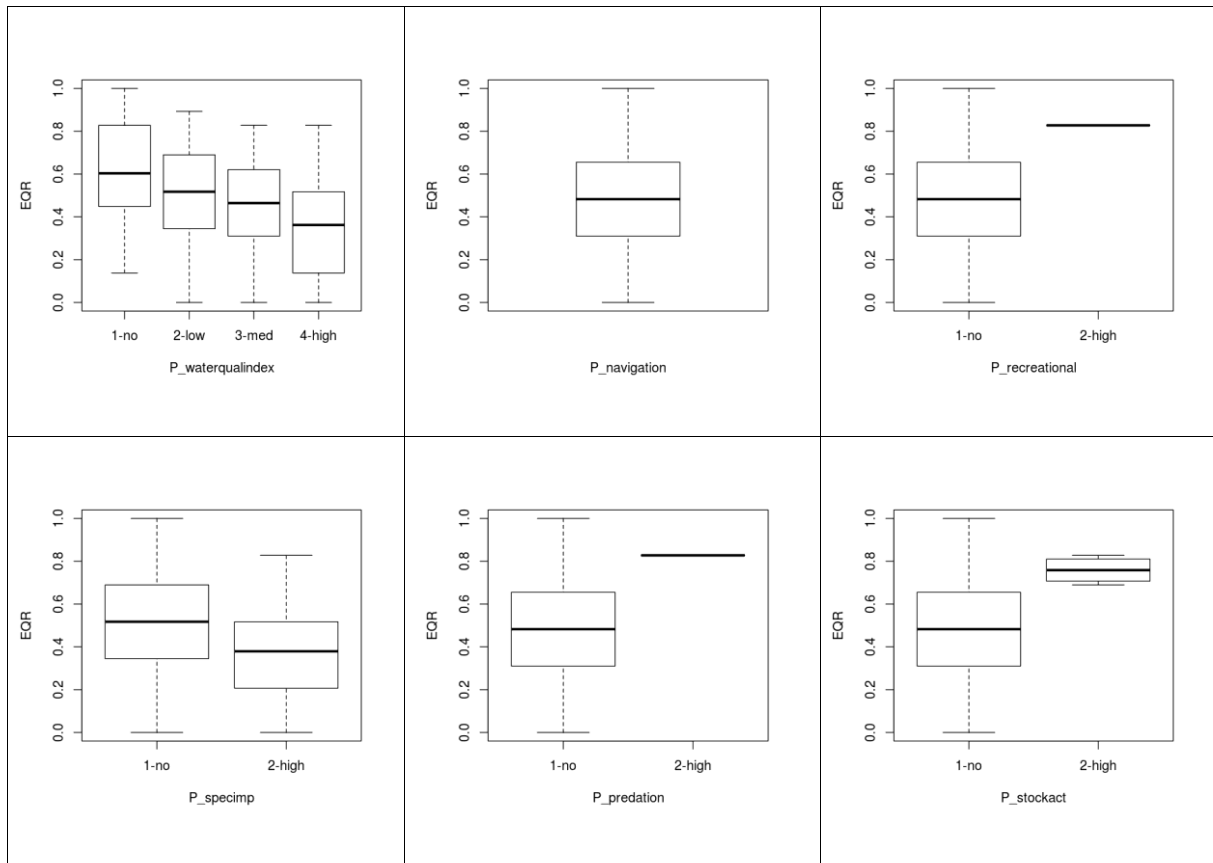
Típus (type)	Stresszor	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	95%CI <sub>low</sub>	95%CI <sub>up</sub>
	PO <sub>4</sub>	-3.62	426	3.3e-04	-0.17	-0.26	-0.08
	KOId	-4.08	426	5.3e-05	-0.19	-0.28	-0.10
	total_P	-3.29	426	1.1e-03	-0.16	-0.25	-0.06
	TDS	-10.49	269	8.3e-22	-0.54	-0.62	-0.45
	pH	-8.43	426	5.3e-16	-0.38	-0.46	-0.29
	wchem.PC1	-7.35	269	2.3e-12	-0.41	-0.50	-0.30
	wchem.PC2	5.82	269	1.7e-08	0.33	0.22	0.44
	wchem.PC3	2.17	269	3.1e-02	0.13	0.01	0.24
	sinuosity	2.66	76	1.0e-02	0.29	0.07	0.48
	landused_index	-3.03	76	3.3e-03	-0.33	-0.51	-0.11
	artificial_surfaces	-3.34	76	1.2e-03	-0.36	-0.54	-0.15
3 HLR	mean_TDS	-2.13	76	3.7e-02	-0.24	-0.44	-0.02
	pH	2.96	76	4.0e-03	0.32	0.11	0.51
	wchem.PC3	2.19	76	3.2e-02	0.24	0.02	0.44
	wchem.PC4	2.03	76	4.5e-02	0.23	0.005	0.43
	landused_index	-3.05	434	2.4e-03	-0.15	-0.24	-0.05
	artificial_surfaces	-3.66	434	2.8e-04	-0.17	-0.26	-0.08
	water_bodies	-2.00	434	4.5e-02	-0.10	-0.19	-0.002
	landuse.PC1	-2.66	434	8.1e-03	-0.13	-0.22	-0.03
	NH <sub>4</sub> _N	-3.56	429	4.1e-04	-0.17	-0.26	-0.08
	BOI5	-6.59	429	1.3e-10	-0.30	-0.39	-0.22
	Chl_a	-2.28	429	2.3e-02	-0.11	-0.20	-0.01
4 LLS	NO <sub>2</sub> _N	-2.06	429	4.0e-02	-0.10	-0.19	-0.005
	PO <sub>4</sub>	-4.75	429	2.8e-06	-0.22	-0.31	-0.13
	KOId	-5.92	429	6.7e-09	-0.27	-0.36	-0.18
	total_P	-5.15	429	4.0e-07	-0.24	-0.33	-0.15
	TDS	-3.03	227	2.7e-03	-0.20	-0.32	-0.07
	pH	2.57	429	1.0e-02	0.12	0.03	0.22
	wchem.PC1	-3.89	226	1.3e-04	-0.25	-0.37	-0.12
	wchem.PC3	-2.63	226	9.3e-03	-0.17	-0.30	-0.04
	artificial_surfaces	-2.70	169	7.7e-03	-0.20	-0.34	-0.05
	water_bodies	2.09	169	3.8e-02	0.16	0.009	0.30
5 LLR	landuse.PC2	3.66	168	3.4e-04	0.27	0.13	0.41
	NH <sub>4</sub> _N	-4.94	167	1.9e-06	-0.36	-0.48	-0.22

Típus (type)	Stresszor	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	95%CI <sub>low</sub>	95%CI <sub>up</sub>
	BOI5	-6.21	167	4.1e-09	-0.43	-0.55	-0.30
	Chl_a	-4.03	167	8.5e-05	-0.30	-0.43	-0.15
	NO <sub>3</sub> _N	-2.54	167	1.2e-02	-0.19	-0.33	-0.04
	NO <sub>2</sub> _N	-6.57	167	6.2e-10	-0.45	-0.57	-0.32
	PO <sub>4</sub>	-4.49	167	1.3e-05	-0.33	-0.46	-0.19
	KOId	-3.10	167	2.3e-03	-0.23	-0.37	-0.09
	total_P	-4.93	167	2.0e-06	-0.36	-0.48	-0.22
	TDS	-2.51	162	1.3e-02	-0.19	-0.34	-0.04
	wchem.PC1	-5.99	162	1.3e-08	-0.43	-0.54	-0.29

A folyóvízi interkalibráció keretében elkészített elemzések szerint a HMMFI igen érzékenyen reagál a vízfolyás kémiai vízminőségére, az élőhely általános állapotára (az élőhely általános hidromorfológiai állapotának fokozataira) és a parti vegetáció állapotára (Erős et al., 2017). Mérsékelt érzékeny továbbá specifikus hidromorfológiai stresszorokra, mint a tározás és a csatornázottság. A barrierék hatásának jelenlétére az index összességében nem reagált, aminek oka lehet, hogy az interkalibrációhoz használt abiotikus adatok rendkívül szórnak. Egyedi barrierék hatásának értékelésekor számos esetben tapasztalható változás az index értékében barrier jelenlétekor, míg számos esetben nem igazolható a változás. Az eredmények megerősítik, hogy barrierék átjárhatóságának értékelése egy igen komplex kérdés, mert a hatás mértéke nagyban függ attól, hogy milyen típusú barrier milyen távolságban fejt ki hatását a halállományra és ezen belül is a kisebb barrierék esetében milyen mértékben érinti a teljes halközösséget vagy pedig egyes fajokat. Megj., a boxplot ábrákon a no, low, medium, high fokozatok a stresszor értékének kategórikus változásait, azok fokozódó erősödését mutatják.







### 3.19. VI. Melléklet: A Balaton elektromos halászgéppel történő történő minimális felmérésének mintavételi pontjai

A tájékoztató vízmélység adat 120 cm-es síófoki vízállásra érvényes.

terület	ECOV x	ECOV y	ECOV x	ECOV y	vízmélység (m)
Tihany, nádas	560073	177648	560555	178013	0.70
Zamárdi, nádas	569351	172784	568688	172688	0.25
Sajkod, nádas	558341	175196	557677	175440	0.90
Szántód, nádas	562646	170059	562302	169408	0.30
Szigliget, nádas	524951	162438	525537	162699	1.00
Baltonfenyves, nádas	527634	153001	526901	152906	0.30
Keszthely, nádas	512426	154208	512471	154422	0.60
Balatonberény, nádas	519682	153787	520096	153631	0.35

### 3.20. VII. Melléklet: A Balaton kopolyúhálóval történő minimális felmérésének mintavételi pontjai

A tájékoztató vízmélység adat 120 cm-es síófoki vízállásra érvényes.

terület	ECOV x	ECOV y	vízmélység (m)
Siófok, tóközép	573257	179779	4.8
Zamárdi, tóközép	565967	174006	4.2
Zamárdi, parti sáv	567491	172646	1.1
Tihany, parti sáv	562151	175027	2.0
Balatonakali, tóközép	554918	169164	4.3
Révfülp, tóközép	546171	164601	4.6
Sajkod, parti sáv	557910	175243	2.1
Szántód, parti sáv	562284	169969	1.1
Fonyód, tóközép	531722	158308	4.0
Szigliget, tóközép	523991	156823	4.4
Szigliget, parti sáv	525735	162150	1.7
Balatonfenyves, parti sáv	527066	153103	1.0
Vonyarcvashegy, tóközép	518791	155880	3.3
Keszthely, tóközép	514677	156082	3.5
Keszthely, parti sáv	512535	154362	1.5
Balatonberény, parti sáv	519999	153881	0.9

### 3.21. VIII. Melléklet. A Balatonból kimutatott halfajok

+: bizonyított előfordulás; (+): két éven belüli, fényképpel igazolt "civil" bejelentés; A: alkalmi bejutás; T: telepített, illetve halastavakból rendszeresen besodródó; Ö: önfenntartó állománnyal rendelkező. Az idegenhonos halfajok sárga, ideértjük az angolnát is a nagyarányú telepítések kezdetétől, míg a védett fajok narancssárga kiemeléssel. Jelzésre került továbbá, hogy az ökológiai állapotértékelés szempontjából melyek a kulcsfajok és az őshonos fitofil fajok.

	Herman (1887, cit. Lukács 1932)	Daday (1897, cit. Lukács 1932)	Vitskits (1897, cit. Lukács 1932)	Unger (1925, cit. Lukács 1932)	Hankó (1931, cit. Lukács 1932)	Lukács (1932)	Entz és Sebestyén (1942) - összegző munka	~1970-1995 (összefoglaló: Bíró 1997)	1996-2000 (Specziár és m társai 2000)	2001-2005 (Specziár 2010)	2006-2010 (Specziár 2010, Specziár és Erős 2010)	2011-2014 (Specziár és Erős 2012, 2013)	2018 (jelen vizsgálat)	Feltételezett aktuális állapot	Csak az önfenntartó állományok	kulcsfaj	fitofil őshonos
<i>Acipenser ruthenus</i>	+	+	+	+	+	+	+							-			
<i>Acipenser baerii</i>											+			A			
<i>Anguilla anguilla</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	T			
<i>Rutilus rutilus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Ctenopharyngodon idella</i>								+	+	+	+		(+) <sup>1</sup>	T			
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			+
<i>Squalius cephalus</i>	+	+	+	+	+	+	+			+			(+) <sup>1</sup>	A*			
<i>Leuciscus idus</i>		+	+	+	+	+	+		+	+			(+) <sup>1</sup>	A*			
<i>Phoxinus phoxinus</i>					+	+	+							-			
<i>Leuciscus aspius</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Leucaspis delineatus</i>			+	+	+	+	+							-			+
<i>Alburnus alburnus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö		+	
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	+	+	+	+		+	+							-			
<i>Blicca bjoerkna</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Abramis brama</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö		+	
<i>Ballerus ballerus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		(+) <sup>1</sup>	Ö			
<i>Ballerus sapa</i>				?	+	+	+	+						-			
<i>Pelecus cultratus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö		+	
<i>Tinca tinca</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			+
<i>Barbus barbus</i>	+	+	+	+	+	+	+						(+) <sup>1</sup>	A*			
<i>Gobio gobio</i>	+	+	+	+		+	+	+						-			
<i>Romanogobio vladkovi</i>									+	+	+	+	+	Ö			
<i>Romanogobio uranoscopus</i>		+	+	+	+	+	+							-			
<i>Pseudorasbora parva</i>								+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Rhodeus sericeus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			+
<i>Carassius carassius</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+			A			+
<i>Carassius gibelio</i>								+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Cyprinus carpio</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>								+	+	?				?			
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>								+	+					?			
<i>H. molitrix x H. nobilis</i>									+	+	+	+	(+) <sup>1</sup>	T			

	Herman (1887, cit. Lukács 1932)	Daday (1897, cit. Lukács 1932)	Vitškits (1897, cit. Lukács 1932)	Unger (1925, cit. Lukács 1932)	Hankó (1931, cit. Lukács 1932)	Lukács (1932)	Entz és Sebestyén (1942) - összegző munka ~1970-1995 (összefoglaló: Bíró 1997)	1996-2000 (Specziár és mársai 2000)	2001-2005 (Specziár 2010)	2006-2010 (Specziár 2010, Specziár és Erős 2010)	2011 -2014 (Specziár és Erős 2012, 2013)	2018 (jelen vizsgálat)	Feltételezett aktuális állapot	Csak az önfenntartó állományok	kulcsfaj	fitofil őshonos
<i>Misgurnus fossilis</i>	+	+	+	+	+	?	+	+					A			+
<i>Cobitis elongatoides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+					-			
<i>Barbatula barbatula</i>	+	+	+		+	+	+						-			
<i>Ameiurus nebulosus</i>			+	+	+	+	+						-			
<i>Ameiurus melas</i>									+	+		+	Ö			
<i>Silurus glanis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Salmo trutta</i>												(+) <sup>1</sup>	A*			
<i>Esox lucius</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			+
<i>Umbra krameri</i>	+	+	+		+	?	+			+			A			+
<i>Lota lota</i>	+	+	+	+	+	+	+	?				(+) <sup>1</sup>	A*			
<i>Lepomis gibbosus</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Micropterus salmoides</i>			+		+	+	+						-			
<i>Perca fluviatilis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			+
<i>Gymnocephalus cernua</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Gymnocephalus schraetser</i>	+	+	+	+	+	+	?						-			
<i>Sander lucioperca</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö		+	
<i>Sander volgensis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Zingel streber</i>	+	+	+	+	+	+	+						-			
<i>Neogobius fluviatilis</i>							+	+	+	+	+	+	Ö			
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	+	+	+		+	+	?			+	+	+	Ö			
fajszám	31	34	38	34	38	35	40	31	29	28	30	23	24	36	24	
őshonos faj	30	33	34	32	34	31	36	23	21	20	20	17	17	26	18	
idegen honos faj	1	1	4	2	4	4	4	8	8	8	10	6	7	10	6	
védett faj	9	10	11	9	10	8	12	5	3	2	3	2	2	4	2	
absz. természetvédelmi értékrend	55	63	66	60	67	58	71	36	32	29	32	24	24	43	26	
rel. természetvédelmi értékrend	1.77	1.85	1.74	1.76	1.76	1.66	1.78	1.16	1.10	1.04	1.07	1.04	1.00	1.19	1.08	



## 4. MAKROFITON MÓDSZERTAN

(Dr. Lukács Balázs András & Dr. Papp Beáta)

## 4.1. Bevezetés

A makrofiton módszertan célja a hazai vizek ökológiai állapotának a makrofiton növények alapján történő meghatározása. A módszertan célja, hogy terepen könnyen használható és egyszerűen elsajátítható legyen, de pontos mennyiségi és minőségi adatokat szolgáltatson.

Helytűlő életmódja és relatíve lassú növekedése miatt a makrofiton növényzet a közép- és hosszútávon ható környezeti változók indikációjára alkalmas élőlénycsoport. Alapvetően érzékeny az eutrofizáció, savasodás, vízszintingadozás, hidromorfológiai módosítás, rekreációs zavarás, hajózás, horgászat hatásaival, és a biológiai invázióval szemben (Poikane et al. 2018).

Az adatok gyűjtésére, a mintavételi egységekre vonatkozó EN 15460:2008 és EN 14184:2004 szabványok és a randomitásra vonatkozó alap statisztika szabályok előírásai fontos szerepet kaptak a módszertan kidolgozása során.

A módszertan használható a VKI által bevezetett rutinszerűen végzett, rendszeres monitorozás során, de ahhoz is támpontot nyújt, hogy az egyszeri, részletesebb, átfogóbb vizsgálatok is megvalósíthatók legyenek a módszer elemeinek változtatásával (mintavételi egységek száma, mérete) más célú feladatok esetén (nem VKI monitorozás).

## 4.2. Terepi mintavétel vízfolyásokon és állóvizeken

### 4.2.1. A bióta jellemzése

A vízi makrofita (makrofitonok) összeírása szolgáltatja a módszertan alapját. **A vízi makrofiton növények (aquatic macrophytes) a megfigyelés pillanatában a vízben szabad szemmel láthatóak és meghatározhatóak** (Holmes & Whitton 1977). A vízi növények kategóriájába tartoznak a vízben élő vagy életmenetének egy adott szakaszában a vízhez erősen kötődő edényes növények, mohák, májmohák és harasztok, illetve a makroalgák (pl. csillárcamoszatok) egy jelentős csoportja is. Ezen kívül a teresztris fajok pillanatnyilag vízben álló képviselőit is magába foglalja, azokat a fajokat, amelyek fotoszintetizáló szerveiket állandóan, vagy minden évben néhány hónapra vízben alámerülten, a víz felszínén úsztatva vagy a vízből kiemelve tartják.

### 4.2.2. A mintavételi időpont és gyakoriság

**A mintavételi időpontot** július és szeptember között kell kijelölni átlagos időjárási körülmények között. Ha indokolt, nagyon száraz év, illetve magasabb (1000 m-nél magasabb tszf-i magasság fölött) térszintek esetén a mintavétel áttehető június és október közé.

**A mintavétel időbeli gyakorisága** mindig a vizsgálat céljától függ. Általános érvényű előírások nem alkalmazhatóak, minden esetben a vizsgálathoz készített kutatási terv vagy mintaarendezés határozza meg a monitorozás gyakoriságát. Fontos figyelembe venni a monitor vizsgálatok tervezése során, hogy a makrofiton élőlénycsoport nem tud azonnal reagálni a változásokra, hosszabb időtávon képes változásokat indikálni. Különösen érzékeny a hidromorfológiai viszonyokban és a növényi tápanyagok koncentrációjában bekövetkező változásokra.

**1. táblázat.** Javasolt mintavételi gyakoriságok állóvizekben a makrofiton monitorhoz. Ezek a gyakoriságok nem felelnek meg a 31/2004 (XII.30.) „a felszíni vizek megfigyelésének és állapotértékelésének egyes szabályairól” sz. KvVM rendelet 4. sz mellékletében szereplő irányelveknek, mert azok az adatok már idejétmúltak.

Állóvizek
-----------

<b>Gyakoriság (éven belül)</b>	6 éves cikluson belül	A referencia helyeken	Tápanyagtartalom miatt bizonytalan helyzetű állóvizek	Hidro-morfológiai beavatkozások miatt bizonytalan helyzetű állóvizek
<b>1x</b>	3x	évente	évente	évente

**2. táblázat.** Javasolt mintavételi gyakoriságok folyóvizekben a makrofiton monitorozásához. Ezek a gyakoriságok nem felelnek meg a 31/2004 (XII.30.) „a felszíni vizek megfigyelésének és állapotértékelésének egyes szabályairól” sz. KvVM rendelet 4. sz mellékletében szereplő irányelveknek, mert azok az adatok már idejélmúltak.

Vízfolyások								
Gyakoriság (éven belül)	6 éves cikluson belül	A referencia helyeken	Tápanyag és szervesanyag miatt bizonytalan helyzetű vízfolyások	Veszélyes anyag miatt bizonytalan helyzetű vízfolyások	Hidro-morfológiai ok miatt bizonytalan helyzetű vízfolyások			
					hosszanti átjárhatóság	tározó, duzzasztás	keresztssz elvény elváltozá sa	kotrás, burkolat
<b>1x</b>	<b>3x</b>	évente	<b>2 évente</b>	nem releváns	nem releváns	<b>2 évente</b>	<b>2 évente</b>	<b>Kotrás előtt egyszer mindenképp, aztán a kotrást követő 1. nyáron, majd 2 évente egyszer</b>

### 4.3.A mintavételi hely kijelölése

Minden helyszín esetében fontos a mintavétel előtti tájékozódás. A mintavételi pont kijelölés előtt végezzük el a következő ellenőrzéseket:

- Ha már fel volt mérve a terület, tanulmányozzuk át a korábbi felmérési adatlapokat és fényképfelvételeket.
- Új kijelölésű helyszínnél a legalkalmasabb, megfelelően reprezentatív szakaszt kell választani. Ennek kijelöléséhez segítséget nyújtanak a területről készült légifelvételek és a Google Earth.
- A transzszektek számát és helyét segít eldönteni, főleg állóvizek esetében, ha vázlatos élőhelytérképet készítünk és berajzoljuk az elkülöníthető állományokat.
- Fontos a terepi viszonyokra való felkészülés, pl. vigyünk csónakot, ha láthatóan vannak nagyon mély szakaszok, területek stb.

#### 4.3.1. Folyóvizek

A folyóvízi makrofita felmérése hosszirányú/parttal párhuzamos transzszekt mentén történik (1-2. kép). **Egy víztesten egy-három transzszektet kell kijelölni a víztest típusától függően (3. táblázat).** A mintavétel a víz folyásával ellentétes irányban történik, ami növeli a víz felszínén lebegő makrofiton állomány észlelési esélyét. Első lépésként ki kell választani a megfelelő mintavételi helyszínt és meg kell határozni a mintavételi szakasz szélességét a 'channel area-t'.

A felmérés végén (esetleg már a laborban) egységesítjük az egy víztestből származó 1-3 transzszekt adatsorát, az azonos fajok különböző mennyiség indexeit átlagoljuk. Az átlagolás során 0,5-től felfelé kerekítünk.

**3. táblázat.** A reprezentatív mintavételhez minimálisan szükséges 100 m-es mintavételi szakaszok száma az egyes makrofiton folyóvíztest típusokban.

<b>Makrofiton folyóvíztest típus</b>	<b>Transzszektek száma (db)</b>
<b>MRw</b> – Hegyvidéki meszes és szilikátos aljzatú rhytrális jellegű patakok	3
<b>SRw</b> – Kis- és közepes méretű folyók	3
<b>LRw</b> – Nagy méretű folyók	1

A mintavételi helyszín kijelölésének legfőbb kritériumai a következők:

- A mintavétel helyszíne meg kell feleljen a VKI V. mellékletének 1.3. pontjában megfogalmazott követelményeknek.
- A mintavételi helyszín a víztest egészére megfelelően reprezentatív kell legyen, mivel kevés számú (3) helyszín alapján kerül minősítésre a teljes víztest.
- A reprezentativitás mellett a mintavételi erőfeszítésre (azon belül is a pontosságra, az alapsokaság egészéből megtalált fajok számára) is figyelni kell, vagyis a három transzszekt helyének kijelölésekor figyelni kell arra, hogy minél több faj kerüljön felmérésre. Ezt legegyszerűbb módon eltérő fiziognómiájú / fajösszetételű víztestszakaszok kijelölésével érhetjük el.
- Fontos a homogenitás. Olyan mederszakaszt kell kijelölni, amin jó kifejlődésű növényállomány(ok) található(ak) (vagyis nincs levágva, permetezve, égetve stb.) és a lehető leghomogénebb környezeti viszonyok találhatóak rajta. A környezeti viszonyok magukba foglalják a mintavételi sávban uralkodó árnyékoltságot, az ott található víz folyási sebességét és a közvetlen part mentén lévő, kapcsolódó területek földhasználati viszonyait.
- (Nem megfelelő mintavételi hely, ahol a növényzetbe belekaszáltak vagy szélsőséges árnyékoltsági körülmények vannak. Nem megfelelő ezen kívül az sem, ha a mintavételi hely olyan táji környezetben helyezkedik el, ahol a kijelölt szakasz közvetlen partja mentén természetes ligeterdő és pl. szántó föld vagy mesterséges aljzat is található. A táji környezetet kizárólag a közvetlen szomszédos élőhely alapján kell megállapítani.)
- A mintavételi szakasz hossza 100 m kell legyen.
- Opcionálisan készíthető vázlatos terepi élőhelyterkép a mintavételi szakasról a IV. sz. mellékletben megadott adatlapra. Ez megkönnyíti a helyszín azonosítását, illetve pontosabb kiértékelést tesz lehetővé a későbbiekben.
- Belvízcsatornák, csatornák, patakok, csermelyek és erek medermorfológiai sajátosságai miatt teljes szélességükben makrofita növényekkel benőttek lehetnek, ezért a mintavételi szakaszt úgy kell kijelölni, hogy a meder két partját érintse.
- Főcsatornák, folyamok és folyók medermorfológiai sajátosságai miatt középső részükön teljesen növényzetmentesek lehetnek. Csakis ebben az esetben van lehetőség arra, hogy az egyik kiválasztott part mentén, megfelelő mintavételi sáv szélességben végezzük el a felmérést.
- (A mintavételi helyszín megkülönböztetését a víztestek medermorfológiai sajátosságaiból adódó növény-zonalitási különbségek miatt kellett felállítani. Az eredmények értékelését torzítaná, ha a nagyobb folyók vagy mélyebb csatornák egyébként természetesen növényzetmentes részét is belevennék a mintavételi helyszínbe.)
- Amennyiben nem eldönthető a mintavételi helyszínen, hogy a meder teljes keresztmetszében vagy csak az egyik parton érdemes-e a mintavételi egységet kijelölni, ez esetben válasszuk az egyik oldali felmérés megoldást. Ez előfordulhat nagyon mély, éppen magas vízállású, nehezen mintázható állapotban levő élőhelyeknél.



**1. ábra.** Mintavételi transzszekt kijelölése kisvízfolyások mentén. A felméréndő sáv határa a töltés lábánál végződik.



**2. ábra.** Mintavételi transzszekt kijelölése kisvízfolyások mentén. A felméréndő sáv határa a töltés lábánál végződik.

### 4.3.2. Állóvizek

A mintavételi helyszín kijelölésének általános kritériumai a következők:

- A mintavétel helyszíne meg kell feleljen a VKI V. mellékletének 1.3. pontjában megfogalmazott követelményeknek.
- A mintavételi helyszín a víztest egészére megfelelően reprezentatív kell legyen, mivel nem mérjük fel a tó egészét.
- **Kavicsbányatavak esetén mindig kerülni kell a még művelt tavakat**, olyan tóegységekben vegyünk fel csak transzszektet amelyeket már nem művelnek, és amelyeket a makrofiton növények már kolonizálni tudtak. Ellenkező esetben a makrofiton növényzet hiányából eredő rossz ökológiai állapot nem a vízminőségre utalna.

Állóvízi makrofita felmérése a part mentén elhelyezett, azzal párhuzamos, a víztest méretétől függő számú transzszekt mentén történik (3-4. kép). A transzszektek száma Schaumburg et al. (2007) irányelvei alapján a következő:

- <math>0,5 \text{ km}^2</math>: 1-5 transzszekt
- $0,5 - 2,0 \text{ km}^2$ : 4-8 transzszekt
- $2,0 - 5,0 \text{ km}^2$ : 5-10 transzszekt
- $5,0 - 10 \text{ km}^2$ : 6-12 transzszekt
- $>10 \text{ km}^2$ : 8-15 transzszekt

Az állóvíz mérete alapján egy tól-ig érték van megadva a mintavételi transzszektek számára. A transzszektek pontos számának meghatározásakor a felmérőnek figyelembe kell venni a part menti élőhelyek típusában és természetességében (zavartságában) megjelenő változatosságot. A cél, hogy minél többféle élőhely kerüljön felmérésre adott víztestből, amivel jellemezhető a víztest egésze.

Minden egyes, a parttal párhuzamos transzszekt felmérése során további négy övtranszszektet jelölünk ki, amely a partra merőleges. Az övtranszszektek szélessége 2 m, hossza változó, a nyílt víztől a parton található makrofiton zóna határáig tart. A part menti határ megállapítása a folyóvíznél ismertetett módon történik.

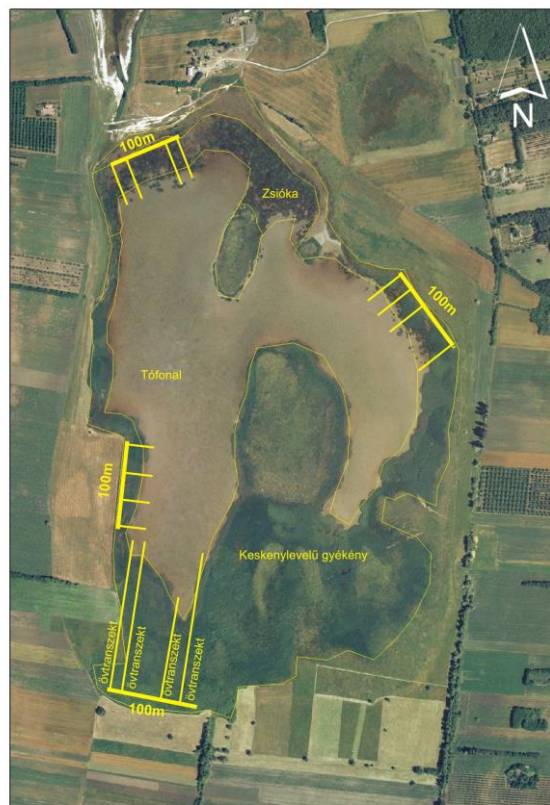
Az övtranszszekten belül lehetőség van azt részekre bontva mélységi zónák ( $0 - 1 \text{ m}$ ,  $1 - 2 \text{ m}$ ,  $2 - 4 \text{ m}$ ,  $4 - 8 \text{ m}$  és *mélyebb, mint 8 m*) vagy növényzeti zónák (lebegő hínaras, gyökerező hínaras, mocsári növények, puhafa ligeterdő) szerint felmérni. **Ez nem kötelező érvényű**, esetlegesen további információt szolgáltat, illetve a terepi felmérést könnyítheti meg.

Minden egyes övtranszszektben előforduló makrofiton fajt és azok becsült növény mennyiségét fel kell jegyezni a fentebb ismertetett módon. A felmérés végén (esetleg már a laborban) egységesítjük a 4 övtranszszekt adatsorát, az azonos fajok különböző mennyiség indexeit átlagoljuk. Az átlagolás során 0,5-től felfelé kerekítünk.

**Végeredményül egy állóvízhez annak méretétől függően 1–15 db transzszekt eredményét kell kapjuk!**



**3. ábra.** A szükséges számú mintavételi transzszektek kijelölése állóvizek mentén. Ebben az esetben 2-3 transzszekt kijelölése javasolt, mivel a halastó partját homogén nádas veszi körül.



**4. ábra.** A mintavételi transzszektek kijelölése állóvizek mentén. Ebben a konkrét esetben 4 transzszekt kijelölése volt javasolt (a tó mérete miatt). A fő mocsári növény állomány összetételétől függően 1 zsiókás és 3 keskenylevelű gyékényes.

#### 4.3.3. Kiegészítések a mintavételi sáv kijelöléséhez folyó- és állóvizeken:

A módszertan legkevésbé pontosan meghatározható része a mintavételi szakasz szélességének, illetve a mintavételi sáv part felőli határának kijelölése. A domináns növényi életformák alapján ez tereptapasztalat alapján könnyebben kijelölhető. **A mintavételi sáv határa a mocsári (helophyton) növények zónájának part felőli széle.** A vízjárás alapján is ki lehet jelölni a mintavételi sávot, a mintavétel során **mindazokat a területeket kell a felmérésbe belevonni, amelyek az év legalább 30%-ában vízben állnak.** (Ez az arány észak-európai államok definíciójában jóval magasabb, akár 85% is lehet, azonban a száraz kontinentális klímán jellemző szélsőséges vízállási viszonyok, és a többségében belvizes időszakban működő víztestek miatt ezt az arányt csökkentettük.)

Az esetek egy részében a csatornák egy jelentős többségének partja vagy rézsúje kaszált, így ez a határ könnyen megállapítható. (A VKI monitor helyszínek többsége az elmúlt két év távlatában láthatóan nem a legkülönlegesebb, speciális élőhelyeken van kijelölve, többségük csatorna vagy egyéb erősen zavart helyszín.) **A felmérés során a hínár állományt, illetve a mocsári élőhelyeket, fajokat kell felmérni, továbbá az itt előforduló fás szárú növényfajok felmérése és adatainak rögzítése is kötelező.** A mocsári növények közé tartozik több olyan többnyire szárazföldi faj is, amely mocsári élőhelyeken is megjelenhet, ami a tapasztalatlan, a szárazföldi fajokat kevésbé ismerő felvételezőt elbizonytalaníthatja.

A határ megállapítását az alábbiak segíthetik:

- Igyekezzünk megismerni a leggyakoribb, tömegesebb, part mentén élő növényfajokat.
- A parti sáv határának kijelölését általában segíti a kaszálás határa, mivel kaszálásra a pázsitfűfélék domináltak, vagy a már szárazabb növényzet alkalmas. Amennyiben a parti sáv határa nem jelölhető ki ilyen könnyedén, a döntés fajismereten kell alapuljon.
- A sáv határát jelzi a pázsitfűfélék tömeges megjelenése (néhány kivételtől eltekintve, pl. *Alopecurus pratensis*, *Alopecurus geniculatus*, *Alopecurus aequalis*, *Agrostis alba*, *Beckmannia eruciformis*, *Calamagrostis canescens* stb.).
- Olyan mintavételi pontokon, ahol csak puhafás ligeterdő található és a vízben nem található hínár- és mocsári vegetáció a makrofita mintavétele nem lehet releváns.
- (A folyókat kísérő ligeterdő sáv anyag- és energiaforgalmi szempontból szoros összeköttetésben van a folyóval, és emiatt az ökológiai minősítésben is helye lenne, mégis kikerült a mintavételi helyszínek közül. Ennek oka egyrészt, hogy a VKI monitoring rendszerében csak a vízi vegetációt kell felmérni, másrészt a ligeterdők nagy része erdészetileg erősen kezelt, invazív fajokkal erősen fertőzött élőhely, ami a minősítés során félrevezető eredményt szolgáltatna.)
- Nagyobb folyók esetében, ahol található kisebb hínár-, mocsári és természetes ruderalis (*Bidentation*) vegetáció, a felméréndő sáv határa a puhafa ligeterdő víz felőli oldala.
- A tartósan víz borította terület és a felméréndő vegetáció határa egybe esik. A felméréndő sáv a víz átlagos szintjének a paron látható egyéb fizikális nyomai alapján is kijelölhető.
- Ha más módon nem lehet eldönteni, a fajok vízigény értékszáma jól mutatja teresztris, illetve mocsári jellegüket. A vízigény szerint a 8–12-ig terjedő értékű fajokat tekinthetők hínár, illetve mocsári fajoknak. Az ettől kisebb értékűvel rendelkező fajok már nagyfokú szárazodást mutatnak. Az a terület, ahol már főleg 8-as alatti értékű fajokat találunk, kikerül a felméréndő sávból.
- (Ez az értékű szám egyben jó indikátora az élőhelyek vízzel való ellátottságának is. Minél nagyobb mennyiségben találunk 8-as alatti értékű fajokat egy területen, annál rosszabb vízellátottságú a terület.)

A mintavételi adatlap egyéb, a mintavételi területre vonatkozó kiegészítő adatokra kérdez rá, amelyek a makrofita növények esetében az ökológiai állapot meghatározása tekintetében relevánsak. Ezek kitöltésével és rögzítésével a későbbi adatértékelést lehet kiegészíteni és pontosítani.



#### 4.3.4. A makrofiton fajok mennyiségének rögzítése a terepen

Kohler (1978) módszertanán alapuló terepi mintavételi eljárás megfelel az Európai Unióban alkalmazott módszernek.

- Minden fajt fel kell írni, ami transzszektben (mintavételi sávban) előfordul.
- A belógó, nem a transzszektben gyökerező fajokat ne írjuk fel.
- Minden esetben faji szintig kell határozni a makrofiton növényeket.
- A polárszűrős napszemüveg (vagy üveg aljú doboz) használata segít a víz alatti területrészek könnyebb és precízebb áttekintéséhez.
- Különös figyelmet kell fordítani a kis mennyiségben vagy kis területen előforduló fajokra.
- A meg nem közelíthető helyek eléréséhez használható csáklya vagy gereblye.
- Ha egy faj terepen nehezen vagy egyáltalán nem határozható meg, gyűjtjük be, készítsünk herbáriumot.

A makrofita mintavétele során az összes makrofiton faj nevét fel kell írni, ami a kijelölt mintavételi sávban előfordul, emellett növény mennyiség indexet kell minden egyes fajhoz becsülni. A növény mennyiség nem azonos a biomasszával (kg/egységnyi terület), inkább úgy értelmezhető, mint a fajok háromdimenziós térben elképzelt mennyisége. Az index ezen kívül nem a relatív borításon (%) alapul, de magába foglalja a fajok vertikális elrendeződését.

*Megj.: Szárazföldi környezetben a növények által általában elért magasságot a környezeti tényezők (szél, eső, tápanyagfeldúsulás) csak időszakosan tudják befolyásolni. Ezzel ellentétben, a vízi környezetben a víz mélysége (víznyomás, fényviszonyok stb.) és mozgási sebessége állandó jelleggel meghatározzák a makrofitonok növekedését. Ezért a makrofitonok vízben való vertikális elrendeződése döntő fontosságú a borítás (abundancia) és mennyiség becslése szempontjából.*

A növény mennyiség index skála ötfokozatú. A fokozatok a szálanként előforduló nagyon ritka mennyiségtől a tömeges, nagy összefüggő állományokig terjednek. A skála öt fokozatának „beosztása” a terepi felmérő szubjektivitásra alapul. Eddigi eredmények alapján az öt fokozat „beosztása” eltérő tapasztalattal rendelkező személyek esetén sem ad nagy különbséget. A skála egyes fokozatainak beosztását segítő felosztás a következő:

1= ritka, szálanként előforduló faj

2= ritka, de már kisebb csoportokban megjelenő faj

3= a felméréndő sávban gyakori, de nem alkot összefüggő telepeket

4= nagy kiterjedésű, sűrű állományokkal rendelkezik, de csak a felméréndő sáv egy kisebb részén

5= a teljes sávban folyamatosan nagy mennyiségben, összefüggő telepeket alkotó faj

#### 4.4. A mintavétel eszközei, kellékek

##### *Határozókönyvek*

A makrofiton vegetáció felmérésekor a fajokat terepen határozzuk, és csak a nehezen, vagy terepen bizonytalanul határozható fajokat, példányokat gyűjtjük be.

Az **edényes növények** terepi határozását az alábbi határozóból végezhetjük:

- ❖ Király G. (szerk.) (2009). Új Magyar Fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. – Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő. 616 pp.
- ❖ Király G., Virók V., Molnár V. A. (szerk.) (2011). Új Magyar Fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Ábrák. – Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő. 676 pp.

- ❖ Felföldy L. (1990): Hínárhatározó. In.: Felföldy L. (ed.): Vízügyi Hidrobiológia 14. VIZDOK, Budapest, 144 pp.

A **mohák** terepi és laboratóriumi határozásához az alábbi határozókat ajánljuk:

- ❖ Papp B. (2021): Vízi- és vízparti mohák határozója. Ökológiai Kutatóközpont, Budapest, 135 oldal.
- ❖ Orbán S. (1984): A magyarországi mohák stratégiái és T, W, R értékei. [Life strategies and TWR values of Hungarian bryophytes.] – Egri Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Füzetei, Eger 17: 755-765.
- ❖ Orbán S. (1999): Általános briológia, EKTF Líceum Kiadó, Eger, pp. 305
- ❖ Orbán S., Vajda, L. (1983): Magyarország mohafldrájának kézikönyve, Akadémiai kiadó, Budapest, 518 pp.
- ❖ Smith A. J. E. (1991): The Liverworts of Britain and Ireland. Cambridge University Press., pp. 362
- ❖ Smith A. J. E. (2004): The Moss Flora of Britain and Ireland. Cambridge University Press., pp. 1012.
- ❖ Frey W., Frahm J-P., Fisher E. & Lobin W. (eds) (2006): The Liverworts, Mosses and Ferns of Europe. Harley Books, Colchester, 512 pp.

A **csillárcák** határozásához az alábbi határozókat ajánljuk:

- ❖ Krause W (2008) Charales (Charophyceae) In.: Ettl H. *et al.* (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 18. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 202 pp.
- ❖ Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (2016): Armleuchteralgen. Die Characeen Deutschlands. Springer Spektrum, Berlin, 618 pp.

#### *Kézi nagyító*

A makrofitonok többségének faji szintű határozása terepen történik, ehhez elengedhetetlen eszköz a legalább 10x-es kézi nagyító. Használata kötelező a mintavétel során.



**6. ábra.** A kézi nagyító (loupe) elengedhetetlen a mintavétel során

#### *Aquascope*

A víz alatt számos makrofiton fajt tudunk rögzíteni. Ezek jellemzően szálas levelű, apróbb termetű fajok, amelyek nem tömegesen jelennek meg és a gereblyével vagy csákjával sem kerülnek a felszínre. Ehhez nyújt segítséget az aquascope, amivel anélkül, hogy alámerülnénk, a víz alá tudunk nézni. Használata nem kötelező, de ajánlott.



**7. ábra.** Az aquascope a víz alatt található apróbb növények észrevételét segíti.

#### *Secchi korong*

A Secchi korong segítségével tudjuk megmérni a víz átlátszóságát, a fotikus zóna mélységét. A Secchi korong tradicionálisan egy fehérre festett, 20 cm átmérőjű, zsinórra felfüggesztett fémkorong. Ezt a csónak, vagy stég árnyékos oldalán a vízbe kell ereszteni, s figyelni, hogy lefelé eresztve mikor „tűnik el”, ill. felfelé húzva mikor „jelenik meg” a megfigyelő szeme előtt. A két megfigyelés átlaga a Secchi átlátszóság, melyet méterben szokás megadni. Használata kötelező állóvizeken, a makrofiton adatlapon rögzíteni kell a Secchi mélység értékét.



**8. ábra.** A Secchi korong használta kötelező a makrofiton felmérés során

#### *Csákja, gereblye*

A víz alatt, gázolással nem elérhető mélységben található fajok mintázására, kötélre kötött csákját vagy gereblyét kell használni. Az így kihúzott növényi részeket át kell vizsgálni és az abban található fajokat is fel kell jegyezni. Egy mintavételi ponton legalább 5 dobást végezzünk. A csákja használta kötelező olyan víztesteken, amelyeknek a mélysége meghaladja a gázolható mértéket.



**9. ábra.** Makrofiton mintázáshoz szükséges egy csákja

## 4.5.A minták tárolása, előkészítése

A makrofiton mintavétel során a fajokat alapvetően terepen határozzuk. A határozási gyakorlattól függően azonban vannak olyan fajok, amelyeket mégsem tudunk meghatározni terepen, ezeket be kell gyűjteni. Ilyen fajok a legtöbb esetben a mohák, sás és fűfélék, illetve azok a növényegyedek, amelyeken még nem található meg minden határozó bélyeg. Az egy mintavételi helyről származó fajokat egy gyűjtőzacskóba érdemes tenni és hűtőben tárolni. Az így tárolt és eltett minták 1-2 napig határozható állapotban maradnak. A vízi mohákat érdemes papírzacskóba gyűjteni, kiszárítani és határozás előtt újra nedvesíteni.

A begyűjtött növényi mintákat alapvetően nem kell tárolni. Amennyiben egy-egy növényi mintát mégis külsős szakértővel akarunk határoztatni, úgy azt célszerű a herbarizálni, vagyis le kell préselni és a gyűjtési hely és idő megjelölésével cédlázní kell. Ennek pontos menetéről itt most nem térünk ki.

## 4.6.A minták feldolgozása

A minták feldolgozása során a terepi mintavételi adatlapon a mintavételi helyre és a fajokra vonatkozó adatokat kell adatbázisban rögzíteni és az adatlapokat archiválni. Az archiválás történhet digitálisan vagy irattári megőrzéssel.

## 4.7.A minták értékelése

A felszíni vizekről származó makrofiton adatok minősítése a német Referencia Index (Stelzer et al. 2005; Meilinger et al. 2005, Schaumburg et al. 2006, 2007) alapján került kidolgozásra.

### 4.7.1. A Referencia Index (RI) számítása

A RI számítása az alámerült, szabadon úszó, gyökerező hínarak, illetve az iszap- és mocsári növények adatai alapján történik. A minősítés során kizárólag a Kohler-módszeren alapuló gyűjtés során szerzett adatok kerülnek kiértékelésre.

Az abundancia adatok számítása mennyiségi adatokká:

A terepi helyszínen megállapított 1–5-ig terjedő abundancia értékeket a Braun-Blanquet-féle borítási középértékekre váltjuk a 4. táblázatban leírtak szerint.

**4. táblázat.** Az abundancia értékek Braun-Blanquet-féle borítási középértékekre történő átváltása (Engloner 2012).

A DAFOR skála számszerű értéke	Konverzió (A Braun-Blanquet-féle borítási középérték*)
1	3 ( $0 < x \leq 5\%$ )
2	15 ( $5 < x \leq 25\%$ )
3	37.5 ( $25 < x \leq 50\%$ )
4	62.5 ( $50 < x \leq 75\%$ )
5	87.5 ( $75 < x \leq 100\%$ )

\* A középértékekhez tartozó eredeti borítási érték tartományok a zárójelben vannak feltüntetve.

### Makrofiton víztest típusok

A makrofiton módszertan a makrofiton adatokkal validált víztest típusokat használja. A makrofiton víztest típusok hidromorfológiai és biológiai víztest típusokkal való megfeleltetése az I. és II. mellékletben találhatóak.

#### Makrofiton adatokkal validált vízfolyás típusok:

MRw – Hegyvidéki meszes és szilikátos aljzatú rhytrális jellegű patakok

LRw – Nagy méretű folyók

SRw – Kis- és közepes méretű folyók

**Nem releváns folyóvíz típusok – Nagyon nagy és Duna méretű folyók**

#### Makrofiton adatokkal validált állóvíz típusok:

AP – Szikes tavak

SL – Sekély tavak

RES – Dombvidéki mélyvízű tározók, illetve domb- és síkvidéki kavicsbánya tavak

**Nem releváns állóvíz típusok – halastavak, művelt kavicsbánya tavak**

### A fajok indikációs csoportokba sorolása

A fajok indikációs csoportba történő besorolása hazai makrofiton alapú vizsgálatok (LUKÁCS et al. 2009; 2011; 2015a,b) és szakértői becslés alapján történt. A besoroláskor figyelembe lettek véve a fajok szociális magatartás típusai, a vízigény-, sóigény- és növényi tápanyag értékszámok (BORHIDI 1995), valamint a német, osztrák és szlovák rendszerek kategóriái. A hazai lista összeállításának oka, hogy a fajok ökológiai indikációs tulajdonsága eltérő geográfiai viszonyok között különböző lehet (SCHNEIDER 2007).

A mintavételi helyszínen megtalált fajokat az 4. és 5. táblázat alapján indikációs csoportokba rendezzük. Az indikációs csoportok jelentése a következő:

**A csoport:** Olyan fajok, amelyek az adott típus tekintetében referenciális, vagy azt megközelítő ökológiai állapotú élőhelyeken nagy egyedszámban fordulnak elő.

**C csoport:** Olyan fajok, amelyek az adott típus tekintetében referenciális, vagy azt megközelítő ökológiai állapotú élőhelyeken nem, vagy csak ritkán fordulnak elő. Jellemzően zavart élőhelyek domináns fajai.

**B csoport:** Olyan fajok, amelyek kitüntetett indikációs tulajdonsággal nem rendelkeznek. Jellemzően mind zavart, mind referenciális állapotú élőhelyeken nagy mennyiségben megtalálhatóak.

**4. táblázat.** A makrofiton fajok (kivéve mohák) indikációs kategóriái (A fajnevek KIRÁLY 2009 munkáját követik). MRw: hegyvidéki-patak; LRw: síkvidéi nagy folyók; SRw: kis- és közepes vízfolyások; AP: szikes tavak; SL: sekély tavak; RES: hegyvidéki mélyvízű tározók

Érvényes fajnév	MRw	LRw	SRw	AP	SL	RES
<i>Acorus calamus L.</i>	C	A	A	C	A	A
<i>Aegopodium podagraria L.</i>	B	B	B	C		B
<i>Aethusa cynapium L.</i>	C	C	C			
<i>Agrostis stolonifera L.</i>	B	A	A	C		B
<i>Aldrovanda vesiculosa L.</i>				C	B	
<i>Alisma gramineum Lej.</i>				A		
<i>Alisma lanceolatum With.</i>	C	C	C	B		B
<i>Alisma plantago-aquatica L.</i>	C	C	C	B		B

<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	B	B	B	A		B
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	B	B	B	A		B
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	C	C	C	C	C	C
<i>Angelica palustris</i> (Besser) Hoffm.	A	A	A	C		A
<i>Angelica sylvestris</i> L.	B	B	B	C		B
<i>Anthriscus cerefolium</i> (L.) Hoffm.	C	C	C	C		C
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	C	C	C	C		C
<i>Apium repens</i> (Jacq.) Lag.	A	A	A	C		A
<i>Aster lanceolatus</i> Willd.	C	C	C	C		C
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	C	C	C	C	C	C
<i>Azolla mexicana</i> C. Presl	C	C	C	C	C	C
<i>Bacopa caroliniana</i> (Walter) B.L.Rob		C	C		C	C
<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.		C	C		C	C
<i>Beckmannia eruciformis</i> (L.) Host			B	A		
<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville	A	A	A	C	A	A
<i>Bidens cernua</i> L.	C	A	A	C	A	A
<i>Bidens frondosa</i> L.	C	C	C	C	C	C
<i>Bidens tripartita</i> L.	C	A	A	C	C	C
<i>Blysmus compressus</i> (L.) Panz.			A	C		
<i>Bolboschoenus glaucus</i> (Lam.) S.G. Sm.			B	A		
<i>Bolboschoenus laticarpus</i> Marhold, Hroudová, Ducháček et Zákr.			B	A		
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla			B	A		
<i>Bolboschoenus planiculmis</i> (F. Schmidt) T.V. Egorova			B	A		
<i>Butomus umbellatus</i> L.	C	B	B	C	C	B
<i>Cabomba caroliniana</i> A. Gray		C	C		C	C
<i>Caldesia parnassifolia</i> (L.) Parl.				C	A	
<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtn.	A	A	A	B	A	A
<i>Callitriche palustris</i> L.	A	A	A	B	A	A
<i>Caltha palustris</i> L.	A	A	A	C	B	A
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	C	B	B	C		C
<i>Camphorosma annua</i> Pall.				A		
<i>Cardamine amara</i> L.	A	A	A	C	B	
<i>Cardamine flexuosa</i> With.	A	A	A	C	B	
<i>Cardamine impatiens</i> L.	A	B	B	C	B	B
<i>Cardamine parviflora</i> L.	A	A	A	C	B	
<i>Cardamine pratensis</i> L.	A	B	B	C	B	
<i>Carduus crispus</i> L.	B	B	B	C	B	B
<i>Carex acuta</i> L.	B	A	B	B		A
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	B	A	B	C		A
<i>Carex bohémica</i> Schreb.		A	A			A
<i>Carex buekii</i> Wimm.		A	A	C		A
<i>Carex distans</i> L.			C	A		
<i>Carex disticha</i> Huds.			A	A		

<i>Carex divisa</i> Huds.			B	A		
<i>Carex elata</i> All.			A			
<i>Carex flava</i> L.	A					
<i>Carex hirta</i> L.			B	C		
<i>Carex hordeistichos</i> Vill.			B	A		
<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.			A			
<i>Carex lepidocarpa</i> Tausch	A		A			
<i>Carex limosa</i> L.	A		A			
<i>Carex melanostachya</i> Willd.			A	A		
<i>Carex otrubae</i> Podp.			A			
<i>Carex paniculata</i> L.	A		A			
<i>Carex pendula</i> Huds.	A	A	A			A
<i>Carex pseudocyperus</i> L.			A	A	C	
<i>Carex remota</i> L.	A	A	A			
<i>Carex riparia</i> Curtis	B	A	B	A	A	A
<i>Carex rostrata</i> Stokes	A		A	B		
<i>Carex vesicaria</i> L.	B	A	B	A		A
<i>Carex vulpina</i> L.	B	A	A	A		A
<i>Catabrosa aquatica</i> (L.) P. Beauv.	A	A	A	A		A
<i>Cerastium lucorum</i> (Schur) Möschl	A	A	A			
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	C	C	C	B	B	C
<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	C	C	C	B	A	C
<i>Ceratophyllum tanaiticum</i> Sapjegin	C	C	C		A	C
<i>Ceratopteris thalictroides</i> (L.) Brongn.		C	C		C	C
<i>Chaerophyllum aromaticum</i> L.	B	B	B			B
<i>Chaerophyllum bulbosum</i> L.	B	B	B			B
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L.			A	C		
<i>Chara</i> spp.			A	A	A	
<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.	A					
<i>Cicuta virosa</i> L.		C	A	C		C
<i>Cirsium brachycephalum</i> Jur.			B	B		
<i>Cirsium canum</i> (L.) All.	A	A	A	B		A
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	A	A	A			
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	A	A	A	B		A
<i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.	A		A			
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl			A	A		
<i>Cladophora</i> spp. (1-3)		B	B	B	A	B
<i>Cladophora</i> spp. (4-5)	C	C	C	C	C	C
<i>Conium maculatum</i> L.	C	C	C	C		C
<i>Crypsis aculeata</i> (L.) Aiton				A		
<i>Cyperus difformis</i> L.			C	C		C
<i>Cyperus flavescens</i> L.			A	B		
<i>Cyperus fuscus</i> L.		B	B	B		B
<i>Cyperus glaber</i> L.		A	A	B		A

<i>Cyperus glomeratus</i> L.		A	A	B		A
<i>Cyperus longus</i> L.		C	A	B		C
<i>Cyperus pannonicus</i> Jacq.				A		
<i>Cyperus serotinus</i> Rottb.				C		
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	A	B	A			A
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. Beauv.	A	A	A			A
<i>Dichostylis micheliana</i> (L.) Nees		A	B	B		A
<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs	A	A	A			A
<i>Dryopteris cristata</i> (L.) A. Gray	A	A	A			A
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	B	B	B			B
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.		B	C	C	B	B
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et A. Gray	C	C	C	C		C
<i>Egeria densa</i> Planch.			C		C	C
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms		C	C		C	C
<i>Eichhornia diversifolia</i> Urb.		C	C		C	C
<i>Elatine alsinastrum</i> L.					B	
<i>Elatine hungarica</i> Moesz					B	
<i>Elatine hydropiper</i> L. em. Oeder					B	
<i>Elatine triandra</i> Schkuhr					B	
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult.		A	A	A	B	A
<i>Eleocharis austriaca</i> Hayek			B	B	B	
<i>Eleocharis carniolica</i> W.D.J. Koch		A	B		B	A
<i>Eleocharis mamillata</i> H. Lindb.			B		B	
<i>Eleocharis ovata</i> (Roth) Roem. et Schult.			B		B	
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.		A	B	B	B	A
<i>Eleocharis quinqueflora</i> (Hartmann) O. Schwarz			B		B	
<i>Eleocharis uniglumis</i> (Link) Schult.			B	A	B	
<i>Elodea canadensis</i> Michx.			C		C	
<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H. St. John			C		B	
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	B	B	B	B		B
<i>Epilobium palustre</i> L.		B	B	C		B
<i>Epilobium parviflorum</i> Schreb.		B	B	C		B
<i>Epilobium roseum</i> Schreb.	A	B	B	C		B
<i>Epilobium tetragonum</i> L.	A	B	B	C		B
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz			A			A
<i>Equisetum arvense</i> L.		B	B	B		B
<i>Equisetum fluviatile</i> L. em. Ehrh.		A	A	B	A	B
<i>Equisetum hyemale</i> L.		B	B	B		B
<i>Equisetum palustre</i> L.		B	B	B		B
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.		A	A			A
<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.		B	B		A	B
<i>Equisetum variegatum</i> Schleich.		B	B	B		B
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.		A	B	C	B	A
<i>Euphorbia palustris</i> L.			A	C		A



<i>Euphorbia villosa</i> Waldst. et Kit.			A	C		A
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	C	B	B			
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	A	A	A			A
<i>Galium boreale</i> L.		B	B	C		B
<i>Galium elongatum</i> C. Presl in J. Presl et C. Presl	B	B	B	C		B
<i>Galium palustre</i> L.	B	B	B	C	A	B
<i>Galium rivale</i> (Sibth. et Sm.) Griseb.	A	B	B	C		B
<i>Galium rubioides</i> L.	B	B	B	C		B
<i>Geum rivale</i> L.	A	A	A			
<i>Glyceria declinata</i> Bréb.	B	B	A		A	B
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	B	B	A		A	B
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	C	C	A			C
<i>Glyceria nemoralis</i> (Uechtr.) Uechtr. et Körn.	B	C	A		A	C
<i>Glyceria notata</i> Chevall.	B	C	A		A	C
<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L.		A	B	B		A
<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.		A	B	B		A
<i>Gratiola officinalis</i> L.		B	B	B	C	B
<i>Groenlandia densa</i> (L.) Fourr.	B	A	A		A	A
<i>Gymnocoronis spilanthoides</i> DC.		C	C		C	C
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	B	B	A	B	B	B
<i>Hottonia palustris</i> L.			A		C	
<i>Houttuynia cordata</i> Thunb.		C	C		C	C
<i>Hydrilla verticillata</i> (L. f.) Royle		C	C		C	C
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	C	B	B	C	A	B
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.		C	C		C	C
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> L.				C	A	
<i>Hygrophila corymbosa</i> Lindau.		C	C		C	C
<i>Hygrophila difformis</i> Blume		C	C		C	C
<i>Hygrophila polysperma</i> (Roxb.) T. Anderson		C	C		C	C
<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr.	A	A	A		B	B
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	C	C	C			C
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	A	B	B			
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	C	C	C			
<i>Iris pseudacorus</i> L.	B	B	B	C		B
<i>Juncus articulatus</i> L.	B	A	A	B		A
<i>Juncus bufonius</i> L.	B	B	B	B		A
<i>Juncus bulbosus</i> L.	B	A				A
<i>Juncus compressus</i> Jacq.		B	B	A		A
<i>Juncus conglomeratus</i> L.		B	B	B		A
<i>Juncus effusus</i> L.	C	B		B	C	A
<i>Juncus gerardii</i> Loisel.				A		
<i>Juncus inflexus</i> L.	C	B	B	C	C	B
<i>Juncus maritimus</i> Lam.				A		
<i>Juncus sphaerocarpus</i> Nees		A	B	C		A

<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank	A		A		A	
<i>Juncus tenageia</i> Ehrh. ex L.		A	A			A
<i>Juncus tenuis</i> Willd.	C	B	B	B		B
<i>Lagarosiphon major</i> (Ridl.) Moss.		C	C		C	C
<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.		A	A			
<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw.				C	C	
<i>Lemna gibba</i> L.	C	B		C	C	B
<i>Lemna minor</i> L.	B	B		B	B	B
<i>Lemna minuta</i> Kunth		C		C	C	C
<i>Lemna trisulca</i> L.	C	B		B	A	B
<i>Lemna turionifera</i> Landolt		C		C	C	C
<i>Limnophila sessiliflora</i> (Vahl) Blume		C	C		C	C
<i>Limosella aquatica</i> L.	B	A			B	A
<i>Lindernia dubia</i> (L.) Pennell		C			C	C
<i>Lindernia procumbens</i> (Krock.) Philcox		A			B	A
<i>Liparis loeselii</i> (L.) Rich.						
<i>Ludwigia alternifolia</i> L.		C	C		C	C
<i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliott	A	A	A		A	A
<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) Raven	C	C	C		C	C
<i>Ludwigia repens</i> J.R. Forst.	C	C	C		C	C
<i>Ludwigia grandiflora</i> (Michx.) Greuter & Burdet		C	C		C	C
<i>Lycopus europaeus</i> L.	B	B	B	C	A	B
<i>Lycopus exaltatus</i> L. f.	B	B	B	C	A	B
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	B	B	B	C		B
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	B	B	B	C		B
<i>Lythrum hyssopifolia</i> L.	B	B	B	C		B
<i>Lythrum salicaria</i> L.	B	B	B	C		B
<i>Lythrum tribracteatum</i> Salzm. in Spreng.	B		B	B		
<i>Lythrum virgatum</i> L.		B	B	C		B
<i>Marsilea quadrifolia</i> L.			A		A	
<i>Matteuccia struthiopteris</i> (L.) Tod.	A	A		C		A
<i>Mentha aquatica</i> L.	A	A	A	C		B
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Nath.	A	B	B	C		B
<i>Mentha x spp.</i>	B	B	B	C		B
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.				C	A	
<i>Mimulus guttatus</i> Fisch. ex DC.		C	C		C	C
<i>Monochoria korsakowii</i> Regel et Maack		C	C		C	C
<i>Montia fontana</i> L.	A					
<i>Myosotis caespitosa</i> Schultz		B	B	C	B	B
<i>Myosotis nemorosa</i> Besser		B	B	C	B	B
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	A	B	B	C	B	B
<i>Myosotis sicula</i> Guss.		B	B	A	B	B
<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench	A	B	B	C	B	B
<i>Myricaria germanica</i> (L.) Desf.		A	A	C		A

<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.		C	C			C
<i>Myriophyllum heterophyllum</i> Michx.		C	C		C	C
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.		A	A	C	A	B
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.		B	B	C	A	B
<i>Najas guadelupensis</i> (Spreng.) Magnus		C	C	C	C	C
<i>Najas marina</i> L.		A	A	A	A	B
<i>Najas minor</i> All.		B	B	A	C	B
<i>Najas gracillima</i> (A.Braun ex Engelm.) Magnus		C	C	C	C	C
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.	A	A	A	C		A
<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.		C	C		C	C
<i>Nitella</i> spp.			A	A	A	A
<i>Nitelopsis obtusa</i>				B	A	
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.		C	C	B	B	B
<i>Nuphar advena</i> R. Br.		C	C		C	C
<i>Nymphaea alba</i> L.		C	C	B	A	B
<i>Nymphaea rubra</i> Roxb.		C	C		C	C
<i>Nymphaea</i> x ssp.		C	C		C	C
<i>Nymphaea lotus</i> var. <i>thermalis</i> (DC.) Tuzson		C	C		C	C
<i>Nymphaea nouchali</i> var. <i>caerulea</i> (Savigny) Verdc.		C	C		C	C
<i>Nymphoides peltata</i> (S.G. Gmel.) Kuntze				B	C	
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.		B	B	C	B	B
<i>Oenanthe fistulosa</i> L.					A	
<i>Osmunda regalis</i> L.						
<i>Parnassia palustris</i> L.					A	
<i>Peplis portula</i> L.	B	B	B	B	B	B
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre		B	B	C	A	B
<i>Persicaria dubia</i> (Stein) Fourr.	B	B	B	C	B	B
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	B	B	B	C	B	B
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre	B	B	B	C	B	B
<i>Persicaria maculosa</i> Gray	B	B	B	C	B	B
<i>Persicaria minor</i> (Huds.) Opiz	B	B	B	C	B	B
<i>Petasites albus</i> (L.) Gaertn.	A	A	A			
<i>Petasites hybridus</i> (L.) G. Gaertn., B. Mey. et Scherb.	A	A	A			
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Moench	A		A			
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	C	B	B	C	C	B
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.(DAFOR 1-3)	C	B	B	B		C
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.(DAFOR 1-4)	C	B	B			C
<i>Pistia stratiotes</i> L.		C			C	C
<i>Poa nemoralis</i> L.	A	B	B	C		B
<i>Poa palustris</i> L.	A	B	B	C		B
<i>Poa remota</i> Forselles	A					
<i>Poa trivialis</i> L.	A	B	B	C		B
<i>Pontederia cordata</i> L.		C	C	C	C	C
<i>Potamogeton acutifolius</i> Link		A	A		A	A

<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	C	C	C	B	B	C
<i>Potamogeton coloratus</i> Hornem.	C	C	C		A	C
<i>Potamogeton compressus</i> L.		B	B	B	C	B
<i>Potamogeton crispus</i> L.	C	C	B	B	B	C
<i>Potamogeton filiformis</i> Pers.	C	A	A	C	A	A
<i>Potamogeton gramineus</i> L.		A	A	C	A	A
<i>Potamogeton lucens</i> L.	C	A	A	C	B	A
<i>Potamogeton natans</i> L.	C	A	A	C	A	B
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	C	C	C	B	A	B
<i>Potamogeton obtusifolius</i> Mert. et W.D.J. Koch	C	B	B	C	B	B
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	C	C	B	A	B	C
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	C	A	A	C	A	A
<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. et Schldl.	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton pusillus</i> subsp. <i>pusillus</i>	B	A	A	B	B	C
<i>Potentilla supina</i> L.	C	B	B	C		B
<i>Pseudolysimachion longifolium</i> (L.) Opiz		A	A	B		
<i>Puccinellia limosa</i> (Schur) Holmb.			B	A		
<i>Puccinellia peisonis</i> (Beck) Jáv.			B	A		
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.		C	C	C		C
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.		B	B	A		B
<i>Ranunculus aquatilis</i> L.	C	B	B	A	B	B
<i>Ranunculus baudotii</i> Godr.	C	B	B	A	B	B
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	C	A	A		A	A
<i>Ranunculus flammula</i> L.	C	A	A	B		B
<i>Ranunculus fluitans</i> Lam.	C	A	A		A	A
<i>Ranunculus lateriflorus</i> DC.				A		
<i>Ranunculus lingua</i> L.					B	
<i>Ranunculus parviflorus</i> L.	C	B	B	A		B
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank	C	B	B	A	B	B
<i>Ranunculus polyphyllus</i> Waldst. et Kit.				A	C	
<i>Ranunculus rionii</i> Lager	C		B	A	A	
<i>Ranunculus sardous</i> Crantz	C	B	B	A		B
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	C	B	B	A		B
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	C	A	A	A	A	B
<i>Ranunculus aquatilis</i> L.	C	B	B	B	A	B
<i>Ranunculus tripartitus</i> DC.	C	B	B	A	A	B
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	B	B	B	B		B
<i>Rorippa austriaca</i> (Crantz) Besser	C	C	C	C		C
<i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser	C	B	B	B		B
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	B	B	B	B		B
<i>Rotala rotundifolia</i> (Roxb.) Koehne		C	C		C	C
<i>Rubus caesius</i> L.	B	B	B	C		B
<i>Rubus idaeus</i> L.	B	B	B	C		B
<i>Rumex aquaticus</i> L.	A	B	B			

<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	B	B	B	B		B
<i>Rumex crispus</i> L.	B	B	B	B		B
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.		A	A	C	A	A
<i>Rumex maritimus</i> L.		B	A	A		B
<i>Rumex palustris</i> Sm.	A	A	A	C		A
<i>Rumex sanguineus</i> L.	B	B	B	B		B
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.		B	B	B	A	B
<i>Sagittaria subulata</i> (L.) Buchenau		C	C		C	C
<i>Salicornia prostrata</i> Pall.				A		
<i>Salvinia molesta</i> D.S. Mitch.		C	C		C	C
<i>Salvinia natans</i> (L.) All.		B	B	C	A	B
<i>Samolus valerandi</i> L.		B	A	B	A	B
<i>Saururus cernuus</i> L.		C	C		C	C
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla		C	B	A	A	C
<i>Schoenoplectus litoralis</i> (Schrad.) Palla			B	B	C	
<i>Schoenoplectus mucronatus</i> (L.) Palla			B	B		
<i>Schoenoplectus pungens</i> (Vahl) Palla			B	B		
<i>Schoenoplectus setaceus</i> (L.) Palla			B	B		
<i>Schoenoplectus supinus</i> (L.) Palla			B	B		
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C. Gmel.) Palla		C	B	A	A	C
<i>Schoenoplectus triqueter</i> L.			B	A		
<i>Schoenus nigricans</i> L.			A			
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják	C	B	B	A	B	B
<i>Scirpus radicans</i> Schkuhr	A	B	A		B	B
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	A	B	A	B	B	B
<i>Scrophularia nodosa</i> L.		B	B			B
<i>Scrophularia umbrosa</i> Dumort.		B	B			B
<i>Scutellaria galericulata</i> L.		B	B	C		B
<i>Scutellaria hastifolia</i> L.		A	A	C		A
<i>Senecio aquaticus</i> Hill		B	B			B
<i>Senecio doria</i> Nath.		B	B			B
<i>Senecio paludosus</i> L.		B	B			B
<i>Senecio sarracenicus</i> L.		B	B			B
<i>Senecio umbrosus</i> Waldst. et Kit.		B	B			B
<i>Sisymbrium strictissimum</i> L.	A	A	A			A
<i>Sium latifolium</i> L.		A	A	B		A
<i>Sium sisarum</i> L.	A			B		
<i>Solanum dulcamara</i> L.		A	A	C	A	A
<i>Solanum nigrum</i> L.		B	B	B	B	B
<i>Solidago canadensis</i> L.	C	C	C	C		C
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	C	C	C	C		C
<i>Sonchus palustris</i> L.	A	A	A	C		A
<i>Sparganium emersum</i> Rehmman	C	B	B	C	B	B
<i>Sparganium erectum</i> L.	C	B	B	C	B	B

<i>Sparganium natans</i> L.	A				B	
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	A	C	B	B	C	C
<i>Spirogyra</i> spp. (1-3)	C	B	B	B	A	B
<i>Spirogyra</i> spp. (4-5)	C	C	C	C	C	C
<i>Stachys palustris</i> L.		B	B	C		B
<i>Stellaria alsine</i> Grimm		B	B	C		B
<i>Stellaria graminea</i> L.		B	B	C		B
<i>Stellaria palustris</i> Retz.		B	B	C		B
<i>Stratiotes aloides</i> L.		C	A	C	B	C
<i>Suaeda pannonica</i> (Beck) Graebn.				A		
<i>Symphytum officinale</i> L.	B	B	B	C		B
<i>Taraxacum palustre</i> agg.				C		
<i>Tephroseseris crispa</i> (Jacq.) Rchb.	A	A	A	C		B
<i>Teucrium scordium</i> L.						
<i>Trapa natans</i> L.		B	B	C	A	B
<i>Trichocoronis rivularis</i> A.Gray		C	C		C	C
<i>Triglochin maritimum</i> L.				A		
<i>Tussilago farfara</i> L.	B	B	B			B
<i>Typha angustifolia</i> L.	C	C	B	C	A	C
<i>Typha latifolia</i> L.	C	C	B	C	A	C
<i>Typha laxmannii</i> Lepech.		C	B	C	C	C
<i>Typha minima</i> Hoppe		C	B			C
<i>Typha shuttleworthii</i> W.D.J. Koch et Sond.		C	C	C	C	C
<i>Urtica dioica</i> L. (DAFOR 1-3)	A	A	A	C		A
<i>Urtica dioica</i> L. (DAFOR 4-5)	C	C	C	C	C	C
<i>Urtica kioviensis</i> Rogow.	A	A	A	C		A
<i>Utricularia australis</i> R. Br.		A	A	B	A	A
<i>Utricularia bremii</i> Heer					C	
<i>Utricularia gibba</i> L.		C	C		C	C
<i>Utricularia minor</i> L.					A	
<i>Utricularia vulgaris</i> L.		A	A	B	B	A
<i>Valeriana dioica</i> L.	A					
<i>Valeriana officinalis</i> L.		B	A	C		B
<i>Vallisneria gigantea</i> Graebn.		C	C		C	C
<i>Vallisneria spiralis</i> L.		C	C		C	C
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	A	A	A	C	B	A
<i>Veronica anagalloides</i> Guss.	A	A	A	C	B	A
<i>Veronica beccabunga</i> L.	A	A	A	C	B	A
<i>Veronica catenata</i> Pennell	A	A	A	C	B	A
<i>Veronica peregrina</i> L.		C	C	C	C	C
<i>Veronica scardica</i> Griseb.		B	B	A	B	B
<i>Veronica scutellata</i> L.	A	A	A	B	C	
<i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Horkel ex Wimm.	C	B	B	B	C	B
<i>Zannichellia palustris</i> L.		C	B	A	C	C

5. táblázat. Az indikátor moha fajok listája és a fajok indikációs kategóriái. MRw: hegyvidéki-patak; LRw: síkvidéki nagy folyók; SRw: kis- és közepes vízfolások; AP: szikes tavak; SL: sekély tavak; RES: hegyvidéki mélyvízű tározók.

Érvényes fajnév	MRW	LRW	SRW	AP	SL	RES
<i>Amblystegium fluviatile</i> (Hedw.) Schimp.		A				
<i>Amblystegium humile</i> (P. Beauv.) Crundw.		B	B		A	
<i>Amblystegium radicale</i> (P. Beauv.) Schimp.	A					
<i>Amblystegium tenax</i> (Hedw.) C.E.O. Jensen	B	B	B			
<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.) Lindb.		B	B		A	
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	A					
<i>Aphanorrhagma patens</i> (Hedw.) Lindb.		B	B			
<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Schimp. ex Milde	B	B	B		B	
<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.	A					
<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.	B	B	B		B	
<i>Bryum pallens</i> Sw.	A					
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.	A	A	A		A	
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	B	B	B		B	
<i>Chiloscyphus pallescens</i> (Hoffm.) Dumort.	A					
<i>Chiloscyphus polyanthos</i> (L.) Corda	B		B			
<i>Cinclidotus fontinaloides</i> (Hedw.) P. Beauv.	A	A				
<i>Cinclidotus riparius</i> (Host ex Brid.) Arn.		A				
<i>Conocephalum conicum</i> (L.) Dumort.	A	A	A			
<i>Conocephalum salebrosum</i> Szweykowski, Buczkowska & Odrzykoski	A	A	A			
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce	B	A	B			
<i>Dichodontium pellucidum</i> (Hedw.) Schimp.	A					
<i>Dicranella rufescens</i> (Dicks.) Schimp.		B	B			
<i>Dicranella schreberiana</i> (Hedw.) Hilf. ex H.A. Crum & L.E. Anderson		B	B		B	
<i>Dicranella staphylina</i> H. Whitehouse		B	B			
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.		B	B		B	
<i>Didymodon sinuosus</i> (Mitt.) Delogne	A	A				
<i>Didymodon spadiceus</i> (Mitt.) Limpr.	A					
<i>Didymodon tophaceus</i> (Brid.) Lisa	A			B	A	
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	B	B	B	A	B	
<i>Eucladium verticillatum</i> (Brid.) Bruch & Schimp.	A					
<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lac.	B	B	B		A	
<i>Eurhynchium speciosum</i> (Brid.) Jur.	A					
<i>Fissidens adianthoides</i> Hedw.	A					
<i>Fissidens arnoldii</i> R. Ruthe	A					
<i>Fissidens crassipes</i> Wilson ex Bruch & Schimp. subsp. <i>crassipes</i>	B	B	B			
<i>Fissidens exiguus</i> Sull.	A					
<i>Fissidens pusillus</i> (Wilson) Milde	B	B	B			
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	A	A				

<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	B	B	B	B	A	
<i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.	B	B	B			
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	C	B	B		A	
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	A	A				
<i>Lunularia cruciata</i> (L.) Dumort. ex Lindb.		B				
<i>Marchantia polymorpha</i> L. subsp. <i>polymorpha</i>	B	B	B			
<i>Marchantia polymorpha</i> L. subsp. <i>ruderalis</i> Bischl. et Boisselier	B	B	B			
<i>Oxystegus tenuirostris</i> (Hook. & Taylor) A.J.E. Sm.	A	A				
<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra	A					
<i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dumort.	B	A	A			
<i>Philonotis arnellii</i> Husn.	A					
<i>Philonotis caespitosa</i> Jur.	A					
<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid.	A					
<i>Physcomitrium eurystomum</i> Sendtn.		B	B			
<i>Physcomitrium pyriforme</i> (Hedw.) Brid.		B	B	B	B	
<i>Plagiomnium elatum</i> (Bruch & Schimp.) T.J. Kop.	A	A				
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	B	B	B		B	
<i>Platyhypnidium riparioides</i> (Hedw.) Dixon	B	B	B			
<i>Pohlia melanodon</i> (Brid.) A.J. Shaw	B	B	B		B	
<i>Pohlia wahlenbergii</i> (F. Weber & D. Mohr) A.L. Andrews	A	A			A	
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	B					
<i>Rhynchostegiella curviseta</i> (Brid.) Limpr.	A					
<i>Rhynchostegiella tenella</i> (Dicks.) Limpr.	A					
<i>Rhynchostegiella teneriffae</i> (Mont.) Dirkse & Bouman	A					
<i>Riccia cavernosa</i> Hoffm., emend. Raddi		A				
<i>Riccia fluitans</i> L., emend. Lorb.		A			A	
<i>Riccia glauca</i> L.		A				
<i>Ricciocarpos natans</i> (L.) Corda		A			A	
<i>Scapania undulata</i> (L.) Dumort.	A					
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Gangulee	A					
<i>Trichocolea tomentella</i> (Ehrh.) Dumort.	A					
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.	B	B	B			
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.	B					
<i>Brachythecium populeum</i> (Hedw.) Schimp.	B					
<i>Brachythecium salebrosum</i> (F. Weber & D. Mohr) Schimp.	B	B	B			
<i>Brachythecium velutinum</i> (Hedw.) Schimp.	B	B	B			
<i>Bryum laevifilum</i> Syed	B	B				
<i>Eurhynchium crassinervium</i> (Wilson) Schimp.	B					
<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	B					
<i>Fissidens crassipes</i> Wilson ex Bruch & Schimp. subsp. <i>warnstorffii</i> (M. Fleisch.) Brugg.	A					
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	B	B	B			
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	B	B	B			
<i>Hypnum pallescens</i> (Hedw.) P. Beauv.	B					



<i>Isoetecium alopecuroides</i> (Dubois) Isov.	B					
<i>Leskea polycarpa</i> Ehrh. ex Hedw.	B	B				
<i>Mnium marginatum</i> (Dicks.) P. Beauv.	B	B				
<i>Mnium stellare</i> Hedw.	B	B				
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	B	B				
<i>Plagiothecium cavifolium</i> (Brid.) Z. Iwats.	B		B			
<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) Schimp.	B					
<i>Plagiothecium nemorale</i> (Mitt.) A. Jaeger	B					
<i>Plagiothecium succulentum</i> (Wilson) Lindb.	B					
<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.	B					
<i>Rhynchostegium confertum</i> (Dicks.) Schimp.	B					
<i>Schistidium crassipilum</i> H.H. Blom	B	B				
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.	B	B	B			
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	B					

#### Csoport mennyiség számítása

Az egy indikációs csoportba tartozó fajok abundancia értékeit össze kell adni a vizsgálandó víztest típusban (oszlop) szereplő fajok figyelembevételével.

#### A számítás feltételei

Nem tekintjük relevánsnak a fajt (vagyis a számítási feltételek ellenőrzésekor nem kell figyelembe venni), ha:

1. Ha adott oszlopban nincs egy faj mellett kategória.
2. Ha egy olyan faj kerül elő a felmérés során, amelyet az 1. táblázat nem tartalmaz.

Ha a nem releváns fajok mennyisége magas, úgy a teljes számítás torzulhat. Ha a nem releváns fajok abundancia összegének aránya  $\geq 25\%$ , a számított index értéke nem tekinthető megbízhatónak!

A felmérés során előkerülő nem releváns fajokat természetesen fel lehet (és ajánlott is) írni, egy későbbi, más célú adatfelhasználás érdekében.

#### Vízfolyások

- Az indikátor (táblázatban szereplő) fajok abundancia értékének összege eléri a 16-ot.
- Az indikátor fajok számának aránya eléri a 75 %-ot.

#### Állóvizek

- Az indikátor (táblázatban szereplő) fajok mennyiségeinek összege eléri az 55-öt, kivéve a szikes tavakat, ahol ez az érték minimum 15.
- Az indikátor fajok számának aránya eléri a 75 %-ot.

#### További feltételek

- Ha a fajszám kevesebb, mint kettő, a minősítés eredménye nem releváns. Az EQR = 1.
- Ha az alábbi fajok dominánsan jelennek meg a területen (a teljes mennyiségük legalább 80% a teljes minta mennyiséghez viszonyítva) az RI értékét 50-el csökkenteni kell.
  - *Amorpha fruticosa*
  - *Elodea canadensis/nuttallii*
  - *Myriophyllum spicatum*
  - *Najas marina*
  - *Potamogeton pectinatus*

- *Ceratophyllum demersum*
- *Ceratophyllum submersum*
- Ha e feltételek miatt az RI értéke < -100, akkor RI= -100.

#### A RI számítása

Minden víztest típusban az alábbi képlet segítségével számítjuk a Referencia Indexet:

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{gi}} * 100$$

ahol:

RI = Referencia Index;

$Q_{Ai}$  = Az 'A' csoportba tartozó fajok "mennyisége";

$Q_{Ci}$  = A 'C' csoportba tartozó fajok "mennyisége";

$Q_{gi}$  = Mind a három csoport fajainak "mennyisége";

$n_A$  = Az 'A' csoport fajainak száma;

$n_C$  = A 'C' csoport fajainak száma;

$n_g$  = (A+B+C) teljes fajszám.

#### 4.7.2. A makrofiton alapú ökológiai állapotérték (EQR) számítása

Az RI értékét az alábbi képlet segítségével alakítjuk a VKI által megkövetelt 0 és 1 közé eső ökológiai állapot értéké.

$$EQR = \{(RI + 100) * 0,5\}/100$$

6. táblázat. A minősítési határértékek.

	Ökológiai állapot	AP	SL	RES	SRw	LRw	MRw
		EQR	EQR	EQR	EQR	EQR	EQR
<b>Kiváló</b>	<b>5</b>	<b>1.00 – 0.61</b>	<b>1.00 – 0.87</b>	<b>1.00 – 0.71</b>	<b>1.00 – 0.71</b>	<b>1.00 – 0.71</b>	<b>1.00 – 0.68</b>
<b>Jó</b>	<b>4</b>	<b>0.60 – 0.31</b>	<b>0.86 – 0.67</b>	<b>0.70 – 0.51</b>	<b>0.70 – 0.38</b>	<b>0.70 – 0.48</b>	<b>0.67 – 0.55</b>
<b>Közepes</b>	<b>3</b>	<b>0.30 – 0.16</b>	<b>0.66 – 0.33</b>	<b>0.50 – 0.31</b>	<b>0.37 – 0.11</b>	<b>0.47 – 0.30</b>	<b>0.54 – 0.25</b>
<b>Gyenge</b>	<b>2</b>	<b>0.15 – 0.05</b>	<b>0.32 – 0.01</b>	<b>0.30 – 0.05</b>	<b>0.10 – 0.05</b>	<b>0.29 – 0.05</b>	<b>0.24 – 0.05</b>
<b>Rossz</b>	<b>1</b>	-	-	-	-	-	-

**MRw** – Hegyvidéki meszes és szilikátos aljzatú rhytrális jellegű patakok

**LRw** – Nagy méretű folyók

**SRw** – Kis- és közepes méretű vízfolyások

**AP** – Szikes tavak

**SL** – Sekély tavak

**RES** – Dombvidéki mélyvízű tározók, illetve domb- és síkvidéki kavicsbánya tavak

*Nem releváns folyóvíz típusok – Nagyon nagy folyók és Duna méretű folyók*

**A makrofiton módszertan a makrofiton adatokkal validált víztest típusokat használja.** A makrofiton víztest típusok hidromorfológiai és biológiai víztest típusokkal való megfeleltetése az I. és II. mellékletben találhatóak. Az I. és II. melléklet táblázatainak segítségével a határértékek is átválthatóak.

#### 4.7.3. Makrofiton-alapú ökológiai potenciál megadása

Az erősen módosított és mesterséges víztestek ökológiai állapotértékelésére végzett elemzések során az erősen módosított és mesterséges álló- és folyóvizek makrofiton alapú ökológiai potenciáljának megadásakor ugyanazokat a metrikákat és indexeket, illetve határértékeket kell használni, mint a természetes vizek ökológiai állapotának értékelésekor.

## 4.8. Irodalom

- Borhidi, A. 1995. Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian Flora. – *ACTA BOTANICA HUNGARICA* 39: 97–181.
- ECOSURV (Ecological Survey of the surface waters of Hungary) 2005. Botanical program. Phare project. EuropeAid/114951/D/SV/2002-000-180-04-01-02-02.
- Engloner, A. 2012. Alternative ways to use and evaluate Kohler's ordinal scale to assess aquatic macrophyte abundance. *ECOLOGICAL INDICATORS* 20: 238–243.
- Holmes, N.T.H. & Whitton, B.A. 1977. Macrophytes of the River Wear: 1966 1976'. – *NATURALIST* 102: 53–73.
- Király G. (eds.) 2009. New Hungarian Herbal. The Vascular Plants of Hungary. Identification key. Aggtelek National Park Directorate, Jósvafő. 616 pp.
- Kohler, A. 1978. Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. – *LANDSCHAFT & STADT* 10: 73–85.
- Lukács, B.A., Dévai, Gy. & Tóthmérész B. 2009. Aquatic macrophytes as bioindicators of water chemistry in nutrient rich backwaters along the Upper-Tisza river (in Hungary). – *PHYTOCOENOLOGIA* 39: 287–293.
- Lukács, B.A., Dévai, Gy. & Tóthmérész B. 2011. Small scale macrophyte-environment relationship in an oxbow-lake of the Upper-Tisza valley (Hungary). – *COMMUNITY ECOLOGY* 12: 259–263.
- Lukács, B.A., Sramkó, G. & Molnár V., A. 2013. Plant diversity and conservation value of continental temporary pools. – *BIOLOGICAL CONSERVATION* 158: 393–400.
- Lukács, B.A., Tóthmérész, B., Borics, G., Várbíró, G., Juhász, P., Kiss, B., Müller, Z., G-Tóth, L. & Erős, T. 2015a. Macrophyte diversity of lakes in the Pannon Ecoregion (Hungary). *Limnologica* 53: 74–83.
- Lukács, B.A., Mesterházy, A., Vidéki R. & Király G. 2015b. Alien aquatic vascular plants in the in Hungary (Pannonian Ecoregion): historical aspects, dataset and trends. – *PLANT BIOSYSTEMS* DOI: 10.1080/11263504.2014.987846
- Meilinger, P., Schneider, S. & Melzer, A. 2005. The Reference Index Method for the macrophyte-based assessment of rivers - a contribution to the implementation of the European Water Framework Directive in Germany. – *INTERNATIONAL REVIEW OF HYDROBIOLOGY* 90: 322–342.
- Pall, K., Gecheva, G., Soare-Minea, A., Lukács, B.A. & Poikane, S. 2018. Intercalibration of the national classifications of ecological status for Eastern Continental lakes, Biological Quality Element: Macrophytes. EUR 29336 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-79-92968-7, doi:10.2760/242521, JRC112692.
- Poikane, S., Portielje, R., Denys, L., Elferts, D., Kelly, M., Kolada, A., Mäemets, H., Phillips, G., Søndergaard, M., Willby, N., & van den Berg, M. 2018. Macrophyte assessment in European lakes: Diverse approaches but convergent views of 'good' ecological status. – *ECOLOGICAL INDICATORS* 94: 184–197.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A. & Foerster, J. 2006. Instruction Protocol for the ecological Assessment of Running Waters for Implementation of the EU Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. Bavarian Environment Agency, 121.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D. & Hofmann, G. 2007. Action Instructions for the ecological Evaluation of Lakes for Implementation of the EU Water Framework Directive: Makrophytes and Phytobenthos. Bavarian Environment Agency, 69.
- Schneider, S. 2007. Macrophyte trophic indicator values from a European perspective. – *LIMNOLOGICA* 37: 281-289.
- Stelzer, D., Schneider, S. & Melzer, A. 2005. Macrophyte-based assessment of lakes – a contribution to the Implementation of the European Water Framework Directive in Germany. – *INTERNATIONAL REVIEW OF HYDROBIOLOGY* 90: 223–237.

#### 4.9. I. Melléklet: Makrofiton folyóvíztest típusok

**MRw** – Hegyvidéki meszes és szilikátos aljzatú rhitrális jellegű patakok, **LRw** – Nagy méretű folyók, **SRw** – Kis- és közepes méretű folyók, *Nem releváns folyóvíz típusok – Nagyon nagy és Duna méretű folyók.* **HM** típus – Hidromorfológiai víztest típus, **Biol. típus** – Az össze biológiai minősítő elem adatai alapján validált víztest típus.

Biológiai típus	Típus megnevezése	T.sz.f. magasság	Geokémiai jelleg	Mederanyag	Vízgyűjtő méret	Makrofiton víztest típus
1	<b>1S</b>	dombvidéki-hegyvidéki	szilikátos	durva	kicsi (S)	MRw
2	<b>2S</b>	dombvidéki-hegyvidéki	meszes	durva	kicsi (S)	MRw
2	<b>2M</b>	dombvidéki-hegyvidéki	meszes	durva	közepes (M)	MRw
3	<b>3S</b>	dombvidéki	meszes	durva-közepes-finom	kicsi (S)	SRw
3	<b>3M</b>	dombvidéki	meszes	durva-közepes-finom	közepes (M)	SRw
4	<b>4L</b>	dombvidéki	meszes	durva	nagyon nagy-nagy	nem releváns
5	<b>5S</b>	síkvidéki	meszes	durva	kicsi	SRw
5	<b>5M</b>	síkvidéki	meszes	durva	közepes	SRw
6	<b>6S</b>	síkvidéki	meszes	közepes-finom	kicsi	SRw
6	<b>6M</b>	síkvidéki	meszes	közepes-finom	közepes	SRw
7	<b>7L</b>	síkvidéki	meszes	közepes-finom	nagy	LRw
8	<b>8N</b>	síkvidéki	meszes	közepes-finom	nagyon nagy	nem releváns
9	<b>9F</b>	síkvidéki	meszes	durva	Duna méretű	nem releváns
9	<b>9K</b>	síkvidéki	meszes	durva	Duna méretű	nem releváns
10	<b>10A</b>	síkvidéki	meszes	közepes-finom	Duna méretű	nem releváns

#### 4.10. II. Mellélet: Makrofiton állóvíztest típusok

**AP** – Szikes tavak, **SL** – Sekély tavak, **RES** – Dombvidéki mélyvízű tározók, illetve domb- és síkvidéki kavicsbánya tavak.

<b>Biológiai víztest típus</b>	<b>Méret</b>	<b>Tengerszint feletti magasság</b>	<b>Geokémiai jelleg</b>	<b>Vízmélység</b>	<b>Vízforgalom</b>	<b>Makrofiton víztest típus</b>
<b>1</b>	nagyon nagy	síkvidéki	meszes	közepes	állandó	SL
<b>2</b>	nagy	síkvidéki	szikes	sekély	állandó	SL
<b>3</b>	kicsi, közepes	síkvidéki	szikes	nagyon sekély	időszakos	AP
<b>4</b>	kicsi, közepes	síkvidéki	szikes	sekély	állandó	AP
<b>5</b>	kicsi, közepes	síkvidéki	meszes-szerves	sekély, közepes	állandó	SL
<b>6</b>	kicsi, közepes	síkvidéki és dombvidéki	meszes	közepes, mély	állandó	RES
<b>7</b>	nagy	síkvidéki és dombvidéki	meszes	közepes, mély	állandó	RES
<b>8</b>	kicsi	dombvidéki és síkvidéki	meszes	nagyon sekély, sekély	időszakos	SL

4.11. III. Melléklet: A makrofiton indexekkel szignifikánsan korreláló stresszor változók.

	<b>Stresszor</b>	<b>Valid N</b>	<b>Spearman R</b>	<b>t(N-2)</b>	<b>p</b>
<b>Hegyvidéki tározó (RES)</b>	Ortofoszfát	11	-0.733976	-3.24206	0.010125
	Vezetőképesség	11	-0.779849	-3.73749	0.004643
	Nem int. mezőgazdasági területek aránya	16	-0.628788	-3.02569	0.009077
<b>Sekély tavak (SL)</b>	Vezetőképesség	58	-0.282300	-2.20211	0.031793
	NH <sub>4</sub> -N (éves átlag)	40	-0.323652	-2.10862	0.041625
	Összes foszfor (éves átlag)	59	-0.282191	-2.03790	0.047091
<b>Hegyvidéki patak (MRw)</b>	Nem int. mezőgazdasági területek aránya	6	0.88571	3.81584	0.018845
<b>Alföldi kis- és közepes vízfolyások (SRw)</b>	Átlagos vízmélység	79	-0.290922	-2.66824	0.009293

<b>Kombinált stresszor</b>		<b>N</b>	<b>R</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Hegyvidéki patak (MRw)</b>	Hidromorfológia módosítottság (index+átlag)	6	0.8980	6.25	0.08
<b>Alföldi kis- és közepes vízfolyások (SRw)</b>	Növényi tápanyagok (Összes foszfor+ nitrát+ammónium)	236	0.48		0.01

4.12. IV. Melléklet: Makrofiton terepi jegyzőkönyv

MAKROFITÁ MINTAVÉTELI ADATLAP									
MINTAVÉTELI HELY NEVE (viztest név):					KÖZIGAZGATÁSI HATÁR:				
DATUM:		MINTA KOD:			FELMERO(K):				
Transzszekt kezdőpontja (WGS84 decimális érték)			X:	Y:	Transzszekt végpontja (WGS84 decimális érték)			X:	Y:
Secchi mélység [cm]:		Arnyékoltság (a felmért transzszektre vetítve) [%]			Nincs	Szaggatott (< 33%)		Egyenletes (> 33%)	
Tájhasználat (a transzszekt 100m-es körzetében)					Felmért transzszekt helyzete (folyók):				
Ürbánus: %		Természetes erdő: %			Teljes szélesség		Bal part	Jobb part	
Szántó: %		Ültetvény erdő: %			Oxigén [g / %]:				
Rét, legelő: %		Cserjés: %			pH:		Víz színe:		
VÍZMÉLYSÉG		< 0.25m %		0.5-1m %		Vezetőképesség [uS cm <sup>-1</sup> ]:			
		0.25-0.5m %		> 1m %		Hőmérséklet [C°]:			
ALJZAT TÍPUSA:		Szikla: %			Agyag (tömör, ragadás): %				
		Kötőmelék (> 64mm): %			Tőzeg: %				
		Kavics/sóder (2-64mm): %			Mesterséges: %				
		Homok (0.06-2mm): %			Iszap (finom): %				
VÍZFOLYÁS SZÉLESSÉGE		< 1 m %		1-5 m %		VÍZFOLYÁS SEBESSÉGE		Alló	
		5-10 m %		> 10 m %				Lassú (0-30 cm.s <sup>-1</sup> )	
								Közepes (33-63 cm.s <sup>-1</sup> )	
								Gyors (> 70 cm.s <sup>-1</sup> )	
Növényzeti zónák a partól a vízközépig (tavak) / partól-partig (folyók) A domináns fajok nevei + zóna átl. szélessége (m):									
1:					5:				
2:					6:				
3:					7:				
4:					8:				
Megjegyzés:									





#### 4.12.1. Kitöltési útmutató a makrofiton terepi jegyzőkönyvhöz

1. **MINTAVÉTELI HELY NEVE** (víztest név): Írja be a mintázott víztest nevét.
2. **KÖZIGAZGATÁSI HATÁR**: Írja be a település nevét. Ha több település határába esik, akkor írja be mindet.
3. **DÁTUM**: Írja be a mintavétel dátumát (év.hónap.nap)
4. **MINTA KÓD**: Írja be a projekt által megszabott mintavételi azonosító kód.
5. **FELMÉRŐ(K)**: Írja be a felmérést végző szakértő(k) neve(i)t
6. **TRANSZSZEKT KEZDŐPONTJA** (decimális érték): Írja be a 100 m-es transzszekt kezdő pontját. WGS84 koordináta rendszerben meghatározott decimális formátumú érték.
7. **TRANSZSZEKT VÉGPONTJA** (decimális érték): Írja be a 100 m-es transzszekt végpontját. WGS84 koordináta rendszerben meghatározott decimális formátumú érték.
8. **SECCHI MÉLYSÉG [cm]**: Írja be a helyszínen mért Secchi átlátszóság értékét cm-ben kifejezve
9. **ÁRNYÉKOLTSÁG (a felmért transzszektre vetítve)**: Százalékosan becsülje meg, hogy a transzszekt egészében milyen arányban található a három árnyékoltsági szint.
10. **TÁJHASZNÁLAT** (a transzszekt 100m-es körzetében): Becsülje meg, hogy a felsorolt tájhasználati kategóriák milyen arányban vannak jelen a transzszekt szélétől számított 100m-es sávban.
11. **FELMÉRT TRANSZSZEKT HELYZETE** (folyók): Jelölje be, hogy a folyóvíztesten belül a folyásiránynak megfelelően hogyan helyezte el a transzszektet.
12. **VÍZMÉLYSÉG**: Írja be a víztest mélységét.
13. **OXIGÉN [g / %]**: Írja be a víz műszeresen mért oxigén szint és oxigén telítettség értékét.
14. **pH**: Írja be a víz műszeresen mért kémhatás értékét.
15. **VÍZ SZÍNE**: Jellemezze a víz színét.
16. **VEZETŐKÉPESSÉG [ $\mu\text{S cm}^{-1}$ ]**: Írja be a víz műszeresen mért vezetőképesség értékét.
17. **HŐMÉRSÉKLET [ $^{\circ}\text{C}$ ]**: Írja be a víz műszeresen mért hőmérséklet értékét.
18. **ALJZAT TÍPUSA**: Százalékosan becsülje meg, hogy a felsorolt aljzat típusok milyen arányban vannak jelen a felmért transzszektben.
19. **VÍZFOLYÁS SZÉLESSÉGE**: Becsülje meg, hogy a felmért transzszekt hány százaléka esik az adott víz szélességi tartományba.
20. **VÍZFOLYÁS SEBESSÉGE**: Százalékosan adja meg, hogy a transzszekt egészében milyen arányban jellemzőek a megadott vízsebesség kategóriák.
21. **NÖVÉNYZETI ZÓNÁK A PARTÓL A VÍZKÖZÉPIG (TAVAK) / PARTÓL-PARTIG (folyók)**: Írja be milyen növényzeti zónák találhatóak a mintavételi ponton a jellemző, domináns fajok neveinek feltüntetésével.

## 5. MAKROSZKOPIKUS VÍZI GERINCTELEN MÓDSZERTAN

(Boda Pál, Ficsór Márk, Várbíró Gábor)

## 5.1. Bevezetés

A Módszertani Kézikönyv tartalmazza az EU Víz Keretirányelv (továbbiakban VKI) követelményeinek megfelelő részletes útmutatót a víztestek makroszkopikus vízi gerinctelenek élőlénycsoport általi állapotértékelésére. A Kézikönyv részletesen tárgyalja az előkészületi, a terepi gyűjtési, válogatási, tartósítási, határozási, értékelési és tárolási fázisokat és az alkalmazandó módszereket, melyek 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 a VKI-követelményeinek megfelelő monitoring és állapotértékelés kivitelezésére az adott vízgyűjtő-gazdálkodás tervezési és végrehajtási ciklusban.

A makroszkopikus vízi gerinctelenek (makrozoobenton, makrozoobentosz, makrogerinctelenek) jelenlétük, tömegességi adataik, állományaik eloszlása révén jól jelzik (indikálják) a vizek ökológiai állapotát, annak 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 mts. (2006). A nemzetközi ökológiai interkalibrációs eljárás során stresszor és típus-specifikus, multimetrikus értékelési módszer (HMMI) lett kidolgozva folyó és állóvizekre egyaránt.

A hazai vizek ökológiai állapotának felmérését és osztályozását az EU Víz Keretirányelv (VKI, 2000) Article 8; Section 1.3 of Annex II; és Annex V-ben megfogalmazott követelmények szerint kell teljesíteni. A korábbi mintavételi útmutatóban (VGT2) 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 makrogerinctelenek 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 makrogerinctelenek 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, az identifikációra és az adattárolásra vonatkozó információkat, az indexek részletes leírását, az állapotértékelés folyamatát, a referenciaközösségek részletes leírását valamint az indexek terhelés-hatás vizsgálatait.

## 5.2. 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 elég 1 alkalom. A mintavételeket egy 6 éves VGT ciklusban kétszer kell elvégezni (javasolt 3 évente egyszer) az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/ek irányelvével összhangban. A 31/2004. (XII. 30.) KvVM rendelet minden évben előírja a makroszkopikus vízi gerinctelen mintavételeket, de annak ellenére, hogy a jogszabály érvényben van, a tartalma idejétmúlt. Az azóta interkalibrált módszerek és a bevett európai gyakorlat nem követelik meg az évenkénti mintavételt.

### 5.2.1. A mintavétel időpontja

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 kiküszöbölhetőek. 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 őszi-kora nyári (május-június) őszi 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), amikor 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 időintervallumokba (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).

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

BIOL Típus	HM Típus	Tengerszint feletti magasság	Geokémiai jelleg	Mederanyag	Vízgyűjtő méret	Mederesés	javasolt mintavételi időpont 1.	Javasolt mintavételi időpont 2.
1	1S	dombvidéki-hegyvidéki	szilikátos	durva	kicsi	nagy esésű (>5‰) és közepes esésű (1-5%)	március-április	szeptember-október
2	2S, 2M	dombvidéki-hegyvidéki	meszes	durva	kicsi-közepes	nagy esésű (>5‰)	március-április	szeptember-október
3	3S, 3M	dombvidéki	meszes	durva-közepes-	kicsi-közepes	közepes esésű (1-	március-április	szeptember-október

				finom		5‰)- kis esésű (<1‰)		
4	4L	dombvidéki	meszes	durva	nagy, nagyon-nagy	közepes esésű (1-5‰)	március-április	szeptember-október
5	5S, 5M	síkvidéki	meszes	durva	kicsi-közepes	kis esésű (<1‰)	március-április	szeptember-október
6	6S, 6M	síkvidéki	meszes-szerves	közepes-finom, finom	kicsi-közepes	kis esésű (<1‰), 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, 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

## 2. táblázat. Javasolt mintavételi időpontok állóvizek esetében

Biol Típus	Típus	Méret	Tengerszint feletti magasság	Geokémiai jelleg	Vízmélység	Vízforgalom	Javasolt mintavételi időpont
1	1, 6, 7, 8	mérettől függetlenül	síkvidéki, dombvidéki	meszes vagy szerves	vízmélységtől függetlenül	állandó	június-augusztus
1	2, 3, 4, 5	mérettől függetlenül	síkvidéki	szikes	vízmélységtől függetlenül	állandó vagy időszakos	*március-május

\*vízborítástól függ

### 5.2.2. 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 módosulással 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. 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-es szakasz felvív-álvív irányban.

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

- kis vízfolyásoknál: 250 m,
- közepes vízfolyásoknál: 500 m-es szakaszt felvív-álvív irányban.

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

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

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×-ára kell jellemzőnek lennie.

### 5.3. A mintavétel végrehajtása

A módszer lényege egy olyan multi-habitat stratégia, melynek során az adott mintavételi helyen jelen lévő főbb élőhelytípusok (habitatok) mennyiségi arányaiknak 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 mts. 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 5-5%-aként 1-1 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 arányának 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.

#### 5.3.1. A mintavétel végrehajtásához szükséges eszközök

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 (tartalék)
- mellcsizma, gumicsizma
- jegyzőkönyv
- grafitceruza
- kesztyű, gumikesztyű (opcionális)
- mintavételi edény (vödör, min 2 db)
- mintatároló edény (a kiválogatott minták tartósítására és tárolására)
- kis üvegcse (terepi válogatás esetén)
- matrica, papír, ragasztószalag (címkéhez)
- válogató tálca (terepi válogatás esetén)
- 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.

### 5.3.2. Az élőhelytípusok feltérképezése és elosztása 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 eloszlása 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. 5.2.2. 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 (5.10.1) 5%-os pontossággal rögzíteni kell. Az egyes élőhelytípusok bemutatását ld. az 5.10.2 fejezetben (Példa az élőhelyek feltérképezésére és a mintavételi egységek elosztására, valamint a mintavételi jegyzőkönyv kitöltésére).

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 (aljatként szolgáló) ásványi jellegű (abiotikus) típusok is részét képezik. A mintázott élőhelytípus 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 hogy 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 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 rögzítjük a **Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I. SZERVES (BIOTIKUS) ÉLŐHELYEK rovatba**.
- c) A mintavételi jegyzőkönyvben jelöljük kereszttel (+) 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 5.10.4. fejezet.

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. (5.10.1)** „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 rovatba**, 5%-os pontossággal megadott borítási arányait a **Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv II.** „Biotikus eh. 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 térben 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 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 a 11.2. mellékletben található.**

### 5.3.3. A mintavételi egységek feltérképezése és elosztása állóvizek esetén

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.

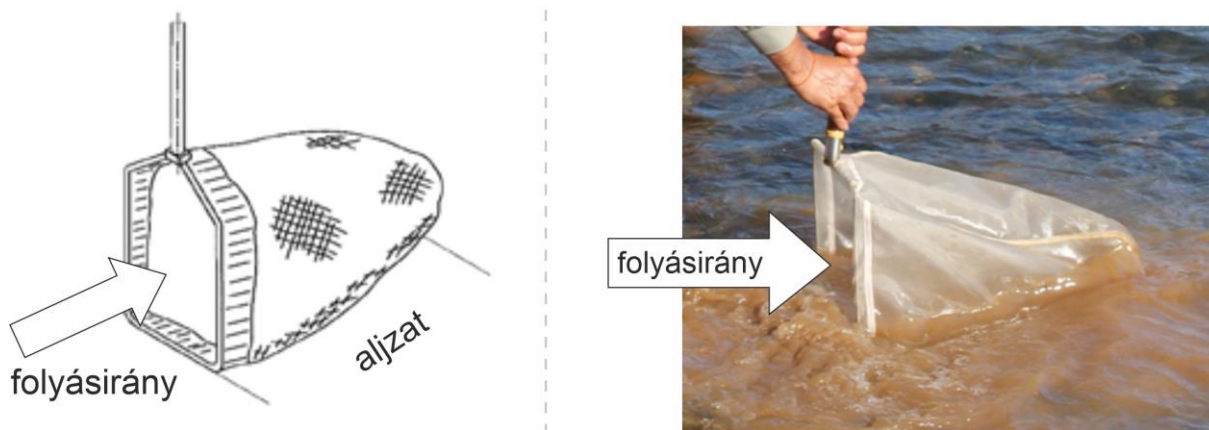
#### *Megjegyzés*

Az abiotikus élőhelytípusokhoz rendelhető biotikus élőhelytípushoz tartozó mintavételi egységeket úgy kell begyűjtenünk, hogy azoknak az alattuk húzódó abiotikus élőhelytípusok ill. 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.

### 5.3.4. A mintavételi egységek begyűjtése lábalható szakaszokról

A mintavételt a választott mintavételi terület folyásirány szerinti legalsó részén kell kezdeni és folyásirány szerint felfelé haladva a legfelső részén kell befejezni. Egy mintavételi egység kézihálószerűen 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 kézháló 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, kavarázó 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 eltömődhet, 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-quantitatív) 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.

#### Megalitikus élőhelytípusok

Nagyméretű kőtömbökről 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 (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 átdörzsölésével és a felületükön élő állatok hálóba seprésével kell kezdeni. A köveket és kavicsokat kézzel kell átmozgatni, a felületükön kapaszkodó vagy rögzült élőlényeket pedig seprő, dörzsölő mozdulatokkal kell eltávolítani és a hálóba segíteni. Ajánlatos a nagyobb köveket egy vödörbe gyűjteni és a rajtuk található állatokat kézi egyeléssel vagy óvatos sepregetéssel leszedgetni.

A kisebb szemcseméretű részekről lábbal, a háló előtti 0,25 m × 0,25 m-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 helyezni az aljzatra a háló elé.

Sekély, gyors sodrású vizekből történő mintavételhez megfelelő méretű keretes mintavevő eszközök (pl. Hess- vagy Surber sampler) is használhatók. Ezek segítségével pontosan kijelölhető a mintavételi egység területe és elkerülhető, hogy a sodrással a kellelénél 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*

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

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

Lassú folyású, pangó vizes részekről az aljzatot a szokásos módon, kézzel kell felzavarni, majd szintén kézzel, vízáramot keltve kell az állatokat a hálóba sodorni. Ahogy az előző esetekben, ezeknél 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 szubsztrátokat. 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 esetén a mintavevő háló épségére való tekintettel óvatos, lágyszárú gyökerek, ill. 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 árvaszúnyogcsoportok (pl. *Rheotanytarsus*) – nem moshatók le teljes mértékben a növényekről terepi körülmények között. A pontos, területarányos mennyiségi mintavétel elvégzéséhez a kézhálós sepregetés helyett célszerű inkább a gyökerek, száraz 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 ill. az onnan begyűjthető gerinctelen élőlények is részét képezzék!

### *Mesterséges élőhelytípusok*

Ember alkotta mesterséges élőhelytípusokról történő gyűjtéskor többféle módszer is alkalmazható az élőhelytípus kialakításától függően, de a területarányos elosztásra és az egységnyi mintázott terület nagyságára ügyelni kell.

#### **5.3.5. A mintavételi egységek begyűjtése sekély állóvizekből és állóvizek lábalható részeiből**

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

#### **5.3.6. Mélyvízi mintavétel folyóvizekből**

Alapszabály szerint a nagy folyókból és folyamokból történő mintavételt (ide értve 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 (alapesetben 20) mintavételi egységnek megfelelő felületen. A mintavételi egységek („ME”) számát a lábalható vizeknél ismertetett 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 kötélen 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 állatokat 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 kötél 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) öblítve dekantáljuk, a még nem kimosódott élő anyagot (pl. kagylók, csigák) pedig az átmosott mintával együtt a helyszínen nagyméretű műanyag tálcára helyezzük, és kézzel válogatjuk ki belőle az élő makroszkopikus vízi gerinctelen egyedeket. Az ekképp csökkentett térfogatú mintát megfelelő nagyságú, sorszámmal ellátott edényzetbe helyezzük, tartósítjuk (ld. később), majd partra szállítjuk.

#### *Megjegyzés*

A lábalható vizekből, kézi hálóval vett 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 – tekintettel egyszerű kezelésükre, valamint ésszerű járulékos eszköz- és költségigényükre – leginkább az Ekman-Birge-, a Ponar- vagy a Van Veen-markoló lehet a legalkalmasabb. Ilyen eszközök alkalmazásakor (a kézi hálós mintavételhez hasonlóan) tekintettel kell kenni a markoló által lefedett terület egység(ek)re, valamint arra is, hogy a markolóval történő gyűjtés egyes élőhelytípusok (pl. vízi makrovegetáció) esetében nem vagy csak igen korlátozottan alkalmazhatók. Egyes markolók (pl. Ekman-Birge-markoló) sekély, lábalható részeken is alkalmasak a mintavételi egységek begyűjtésére.

### 5.3.7. 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 ismertetett módokon – mederkotrással, vagy a vízmélység függvényében markolóval (pl. Ekman-Birge-, Ponar- vagy a Van Veen-markolóval) csónakból végezhetjük el (ld. 3.8. fejezet).

Állóvizek mélyvízi régióinak vizsgálatokor emellett az alábbiakra is szükség lehet:

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

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

### 5.4.1. A minta kezelése a mintavétel helyszínén terepen történő válogatás esetén

Egyes vizsgálatok pl. ECOSURV projekt (Kiss és mts. 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 vagy emberi eredetű hulladékdarabokat 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. 5.4.3. fejezetben)

A nagy méretű, 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.

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 egyed 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 öntünk rájuk. Az 1/6 arányú egységek átvizsgálását és válogatását mindaddig végezzük, amíg a végső, identifikálásra kerülő mintába legalább 350 egyed nem kerül. (Abból az 1/6 almintából, amelyből a 350. egyed előkerül, minden egyed ki kell válogatni.). Amennyiben a teljes mintában nincs összesen 350 egyed, úgy nem lehet almintázást végezni, és az összes egyed ki kell válogatni a teljes mintából.

#### *Megjegyzés*

A különböző mintavételi protokollok eltérő módon határozzák meg a végső (identifikálásra kerülő) minta minimálisan szükséges egyedszámát. A széles körben alkalmazott AQEM módszer (AQEM 2006) mintánként legalább 700, a korábbi hazai módszertani előírások (VGT2, Várbíró és mts.) 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 (kivéve a képeznek azok, amelyek a kiválogatott élő példányok 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, ill. 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, ill. a mintatároló edény(ek)en is rögzítjük.

Az almintázás tényét, arányát és szükség esetén az almintázott csoportok nevét a mintavételi jegyzőkönyvben (annak „Megjegyzés” részén), ill. a mintatároló edény(ek)en is rögzíteni kell. A kiválogatott mintát a 4.3. fejezetben foglaltak szerint tartósítani és címkézni kell.

#### 5.4.2. A minta kezelése a mintavétel helyszínén, ill. laboratóriumban történő válogatás esetén

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. 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 helyszínén a 4.3. fejezet előírásai szerint tartósítjuk. Az edényeket a mintával addig töltjük meg, hogy maradjon elegendő hely megfelelő mennyiségű tartósítószernek.

#### 5.4.3. Tartósítás, címkézés

A tárolóedényzetbe helyezett mintát a helyszínén formalinnal (4%-os végső töménységű formaldehid oldattal) vagy olyan mennyiségű etanollal, patosolval (95%) kell tartósítani, amennyi a mintát teljesen ellepi. Utóbbi alkalmazása esetén tartósítás előtt a vizet a mintáról le kell önteni, és annyi etanolt 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 patosolval (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 párolgásával jobban irritál, egészségkárosító és közismerten rákkeltő hatású, ezért használata alkohollal való keverékként vagy legfeljebb kis mennyiségben javasolt, de leginkább kerülendő. A tartósítószer párolgása 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 tárolóedényzetbe (javasolt jól zárható műanyag vagy üveg tárolóedény) került, tartósított mintába helyezzünk (célszerűen ceruzával írt, esetleg lézernyomatóval 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, részmintá (opcionális);
- mintavevő neve (opcionális).

A kötelező információkat a mintavételi edényzet külső oldalán is fel kell tüntetni, azzal a kiegészítéssel, hogy „Tartósítva: 10%-os formalinnal” v. „7%-os etanollal” 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) azonosítószámát 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 a mintát tartalmazó edényzeten belül kell tárolni, és meglétüket a mintavételi jegyzőkönyvön (Mintavételi jegyzőkönyv I. megjegyzés rovatban) is rögzíteni kell.

#### 5.4.4. Laboratóriumi válogatás és almintázás

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 (identifikálásra kerülő) minta minimálisan szükséges egyedszámát. A széles körben alkalmazott AQEM módszer (AQEM Consortium, 2006) mintánként legalább 700, a korábbi hazai módszertani előírások (VGT2 módszertan, Várbíró és mts. 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 lyukbőrsége nem lehet nagyobb, mint a mintavételhez használt eszköz (pl. kézháló) lyukbőrsége – folyóvíz 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 egyedek ki kell válogatni a mintából.

Az egyenletesen szétterített mintából egyszerre, vagy több kisebb adagban 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 egyesítsük újra a minta megmaradt részét. Egyenletes szétterítést követően a megfelelő arányú részegységből 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 (kivéve azokat, amelyek a kiválogatott élő példányok 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 5.4.3. fejezetben leírtak szerint tartósítani, illetve címkézni kell.

## 5.5. Identifikáció

Az identifikáció (határozás) során kiválogatott, felcímkézett, tartósított mintákban található egyedek mindegyikét fajsztig, vagy – ha a fajsztig 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 (monitor) vizsgálatokhoz aránytalanul nagy erőfeszítés és időigénye miatt magasabb rendszertani kategóriáig (lehetőség szerint legalább család szintig) történő azonosítása javasolt az alábbi csoportoknak:

- Oligochaeta (kevéssertéjű gyűrűsféreg);
- Diptera (kétszárnyúak).

Az egyes csoportok taxonjainak azonosításához ajánlott határozókönyvek és határozási segédletek listáját az 5.10.3. melléklet tartalmazza.

Az azonosítás 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), az azonosítás dátumát illetve az azonosítót végző személy nevét.

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

Az azonosítást 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.

## 5.6. Adattárolás

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 monitor vizsgálatok 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 rögzítésekor almintázás alkalmazása esetén az almintázás(ok) arányá(i)nak megfelelően átszámolt – „felszorozott” – egyszámokat rögzítjük. 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 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.

## 5.7.Értékelés, minősítés

### 5.7.1. A magyar multimetrikus makroszkopikus vízi gerinctelen index (HMMI) család

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 Macro-invertebrate Index – HMMI) használjuk. A minősítési rendszer a nemzetközi ökológiai interkalibráció keretén belül, az Európai Unió Víz Keretirányelvével (VKI) való kompatibilitás követelményének megfelelően, a korábbi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségek által üzemeltetett, 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 a 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 vizeitereire vonatkozóan. Az interkalibráció lezárult eredményeit az Európai Bizottság Határozatban teszi közzé, amely minden tagország számára kötelezően végrehajtandó joganyag (2013/480/EU, EU Commission 2013).

Elvárás az interkalibrált minősítési módszerrel szemben, hogy típus-specifikus 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:

1. **HMMI\_m**: multimetrikus makrozoobenton index hegyvidéki vízfolyás-típusokra
2. **HMMI\_sc**: multimetrikus makrozoobenton index dombvidéki kis- és közepes vízfolyás-típusokra
3. **HMMI\_lc**: multimetrikus makrozoobenton index dombvidéki nagy vízfolyás-típusokra
4. **HMMI\_sl**: multimetrikus makrozoobenton index síkvidéki kis- és közepes vízfolyás-típusokra
5. **HMMI\_ll**: multimetrikus makrozoobenton index síkvidéki nagy vízfolyás-típusokra
6. **HMMI\_lake**: multimetrikus makrozoobenton index 1-es, 5-ös és 8-as biológiai típusú tavakra

A hazai folyóvízi víztestek tengerszint feletti magasságuk, geokémiai jellegük, mederanyaguk jellege, vízgyűjtőterületük mérete valamint mederesedésük alapján sorolhatók típusokba. A különböző, biológiai szempontból validált, illetve hidromorfológia alapján megállapított típusok tulajdonságait, valamint a kiértékelésükhöz használt HMMI-index típusát a 3. táblázat tartalmazza.

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

Biol. típus	Hidromorf. típus	Tengerszint feletti m.	Geokém. jelleg	Mederanyag	Vízgyűjtő méret	Mederesés	HMMI index
1	1S	hegyvidéki - dombvidéki	szilikátos	durva	kicsi	nagy és közepes esésű	HMMI_m
2	2S, 2M	hegyvidéki - dombvidéki	meszes	durva	kicsi - közepes	nagy esésű	HMMI_m
3	3S, 3M	dombvidéki	meszes	durva - közepes finom	kicsi - közepes	közepes és kis esésű	HMMI_sc
4	4L	dombvidéki	meszes	durva	nagy – nagyon	közepes esésű	HMMI_lc
5	5S, 5M	síkvidéki	meszes	durva	kicsi - közepes	kis esésű	HMMI_sc
6	6S, 6M	síkvidéki	meszes-szerves	közepes finom - finom	kicsi - közepes	kis - nagyon kis esésű	HMMI_sl
7	7L	síkvidéki	meszes	közepes finom	nagy	kis esésű	HMMI_ll
8	8M	síkvidéki	meszes	közepes finom	nagyon nagy	kis esésű	HMMI_ll
9	9F, 9K	síkvidéki	meszes	durva	Duna méretű	kis esésű	HMMI_ll
10	10A	síkvidéki	meszes	közepes finom	Duna méretű	kis esésű	HMMI_ll

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 5-ös és 8-as biológiai típusba sorolt állóvizek esetén alkalmazható (4. táblázat).

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

Biol. típus	Hidro. típus	Tengerszint feletti m.	Vízkém. karakter	Méret (km <sup>2</sup> )	Átl. vízmélys. (m)	Víz-forgalom	HMMI index
1	1	< 200m síkvidéki	meszes	> 10	> 3-6	állandó	HMMI_lake
2	2	< 200m síkvidéki	szikes	> 10	< 3	állandó	nincs
3	3	< 200m síkvidéki	szikes	< 1; 1 - 10	< 1	időszakos	nincs
4	4	< 200m síkvidéki	szikes	< 1; 1 - 10	< 3	állandó	nincs

5	5	< 200m síkvívidéki	szerves, meszes	< 1; 1 - 10; > 10	< 3	állandó	<b>HMMI_lake</b>
6	6	< 200m síkví- és dombvívidéki	meszes	< 1; 1 - 10	> 3	állandó	<b>nincs</b>
7	7	> 200m dombvívidéki	meszes	> 10	< 3	állandó	<b>nincs</b>
8	8	síkví- és dombvívidéki	meszes	< 1; 1 - 10; > 10	< 1; < 3	időszakos	<b>HMMI_lake</b>

A HMMI-indexek megfelelnek a 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 tegeszefajok (Trichoptera) száma
- **EPTCOB taxonszám:** a kérész- (Ephemeroptera), álkérész (Plecoptera), tegesz- (Trichoptera), bogár-(Coleoptera), szitakötő- (Odonata) és kagylófajok (Bivalvia) taxonszáma
- **EPT%:** a kérész- (Ephemeroptera), álkérész (Plecoptera) és tegeszefajok (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) által számított összpontszám
- **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) zónákhoz 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. 5.6. 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 a VKI előírásai szerint az egyes élőlénycsoportok alapján meghatározható ökológiai állapotot az adott típusú víztér természetközeli referenciaállapotához viszonyítva, 0,2-es határonként 5 minősítési kategóriára (kiváló – jó – mérsékelt – gyenge – rossz) osztva, EQR- (Ecological Quality Ratio) értékekben kell megadni, a végső indexértékek kiszámításához az egyes típusokhoz tartozó metrikákat normalizálni, illetve összesíteni kell, mégpedig az alábbiak szerint:

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

HMMI_sc	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_lc	Kiváló	Jó	Mérsékelt	Gyenge	Normalizálási egyenlet
EPT%	78	63	48	28	$EPT\%_{EQR} = 0,0121x -$
ASPT	4,7	4,4	4,0	3,7	$ASPT_{EQR} = 0,6027x -$
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
EPTCOB	14	11	7	4	$EPTC_{EQR} = 0,0586x -$
Shannon-Wiener	2,4	2,1	1,8	1,5	$SW_{EQR} = 0,6667x - 0,8$
ASPT	4,0	3,8	3,6	3,4	$ASPT_{EQR} = 1x - 3,2$
RB-LR	0,8	0,6	0,4	0,2	$RBLR_{EQR} = 1x$
$HMMI_m = \frac{EPTC_{EQR} + SW_{EQR} + ASPT_{EQR} + RBLR_{EQR}}{4}$					

HMMI_ll	Kiváló	Jó	Mérsékelt	Gyenge	Normalizálási egyenlet
EPTCOB	13	10	7	4	$EPTC_{EQR} = 0,0586x -$
Shannon-Wiener	1,8	1,6	1,4	1,2	$SW_{EQR} = 1x - 1$
ASPT	4,6	4,3	4,0	3,7	$ASPT_{EQR} = 0,6667x -$
RB-LR	0,8	0,6	0,4	0,2	$RBLR_{EQR} = 1x$

$$HMMI_m = \frac{EPTC_{EQR} + SW_{EQR} + ASPT_{EQR} + RBLR_{EQR}}{4}$$

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

A metrikák fenti táblázatban megadott értékei a jelzett minőségi osztály ALSÓ határának értékei.

A kiváló – jó határok kijelölése alternatív benchmark helyekhez tartozó metrikák variabilitásán alapult. A határértékek biológiai elemek alapján lettek meghatározva az egyes biológiailag validált víztípusokban. Az R-E1b, R-E2, R-E3, R-E4, R-EX5, R-EX6 interkalibrációs víztípusokban az indexek megfelelnek a VKI tipológiai követelményeinek és az ECOSTAT is jóváhagyta őket (2013/480/EU, EU Commission 2013).

A HMMI indexek kiszámítására a *Hidrobiológiai Értékelő és Nyilvántartó Rendszer* (HÉR) vagy a *HMMI minősítő program* (Lásd Irodalomjegyzék) segítségével van lehetőség.

### 5.7.2. Ökológiai potenciál

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, biológia és fizikai-kémiai értékekkel jellemezhető, melyek mellett elérhető a vízi ökoszisztéma jó működése. 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 használta egyes metrikákra vonatkozó határértékek is változnak a HMMI\_sc értékeihez képest.

HMMI_sc_ÖP	Kiváló	Jó	Mérséke	Gyenge
EPT taxonszám	8	5	2	1
ASPT	4,4	3,9	3,4	2,9
Eu-hr %	53	44	36	27
$HMMI_{sc\_ÖP} = \frac{EPT_{EQR} + ASPT_{EQR} + EUHR_{EQR}}{3} + 0,13$				

#### 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.



### 5.7.3. Minősítési értékek éves összesítése

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-) értékének 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-) értékének ÁTLAGA.

### 5.7.4. Víztestek minősítése

Hegyvidéki patakok (HMMI\_m), domb- és síkvidéki kis- és közepes vízfolyások (HMMI\_sc, HMMI\_sl) ill. tavak (HMMI\_lake) esetén egy adott mintavételi hely értékelése az ÉVES ÁTLAG alapján történik. Az egy adott időszakra adott minősítés az éves átlagok átlagértéke. 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
<b>VÍZTEST</b>	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 adott 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
<b>VÍZTEST</b>	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		

## 5.8.A stresszor-specifikusság

### 5.8.1. A stresszor-specifikusság vízfolyások esetében

A stresszor-specifikusság igazolására az indexeket vízkémiai és tájhasználat ill hidromorfológiai 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.

**5. táblázat.** A vízfolyástípusok stresszor-specifikussága. 1-5 oszlop: indexek

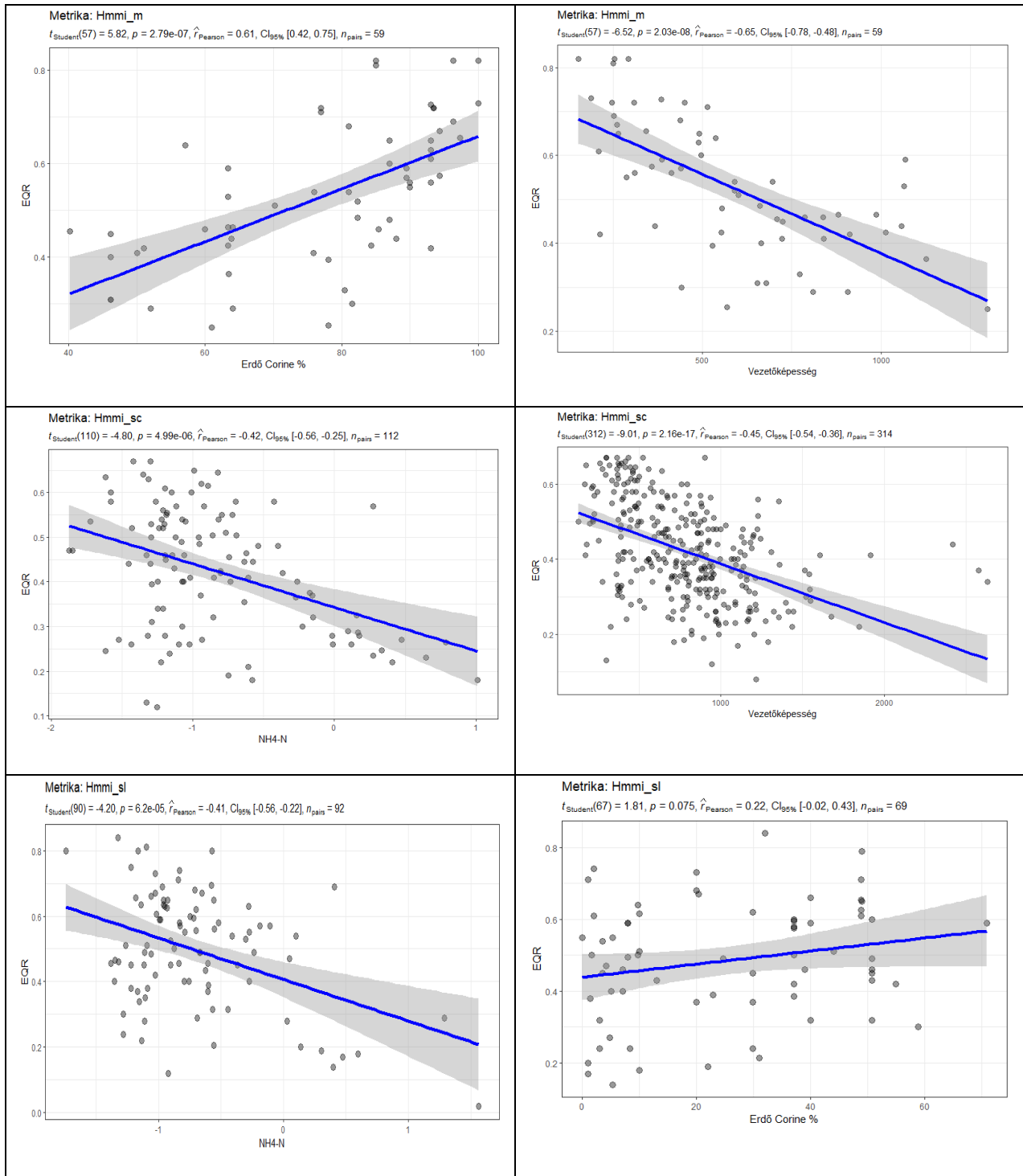
	1	2	3	4	5
<b>Surrantó</b>	--	-.1169	--	-.2745	--
	N=8	N=82	N=0	N=24	N=4
	p= ---	p=.295	p= ---	p=.194	p= ---
<b>Völgyzárógátas tározó db</b>	-.5404	.0090	--	-.3537	--
	N=42	N=45	N=0	N=20	N=0
	p=.000	p=.953	p= ---	p=.126	p= ---
<b>Tározó szám a víztesten</b>	-.2209	-.1184	--	-.1859	.4257
	N=190	N=761	N=125	N=868	N=185
	p=.002	p=.001	p= ---	p=.000	p=.000
<b>Kommunális vízbevezetés</b>	-.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
<b>Urban területhasználat (CORINE)</b>	-.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
<b>Intenzív mezőgazdasági területhasználat (szántó) (CORINE)</b>	-.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
<b>Nem intenzív mezőgazdasági területhasználat (legelő) (CORINE)</b>	-.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

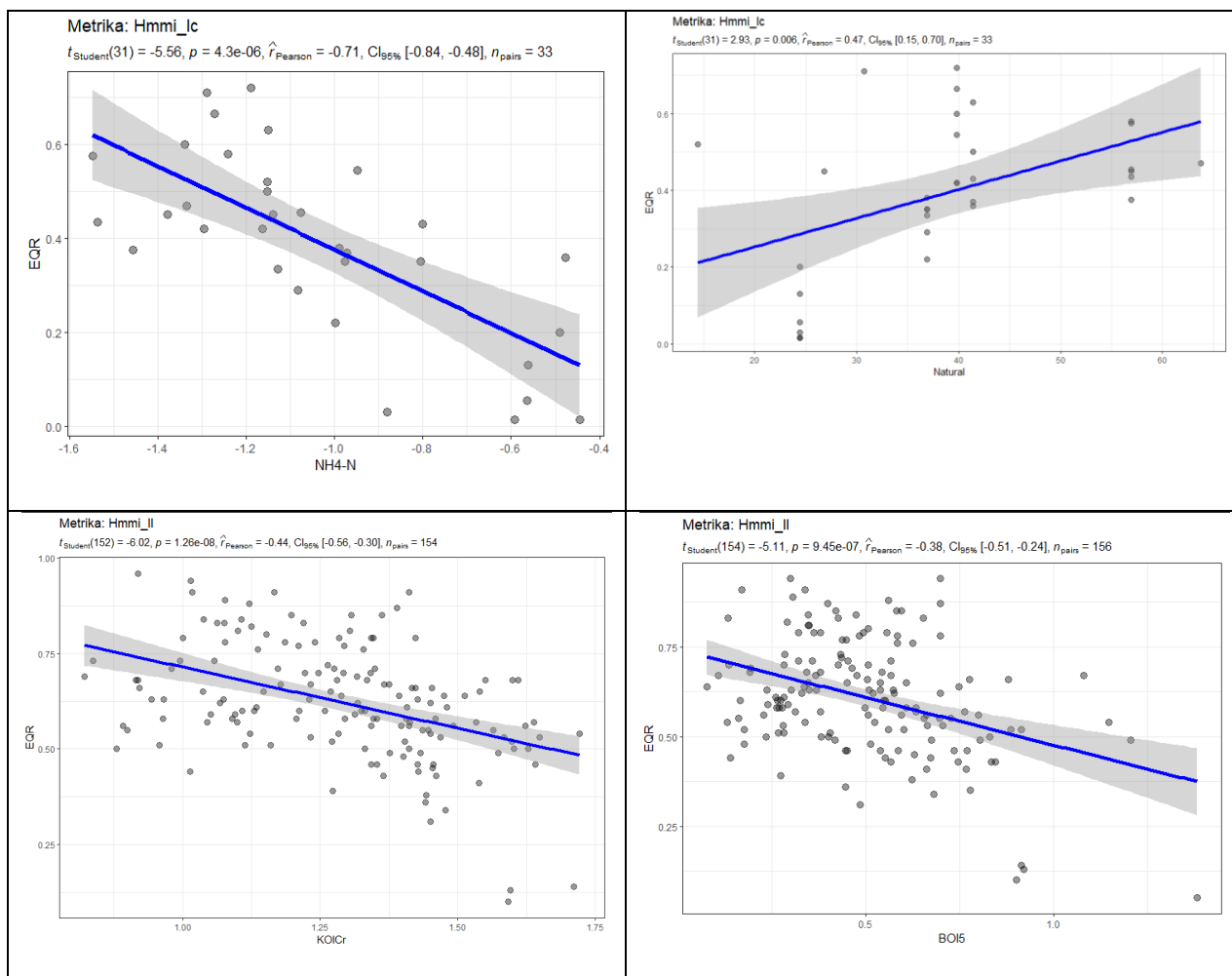
<b>Természetes területhasználat (CORINE)</b>	.5190	.0630	,4007	-.0619	.0350
	N=190	N=761	N=165	N=868	N=185
	p=.000	p=.083	p=,000	p=.069	p=.636
<b>Tájhasználati index (CORINE)</b>	-.4625	-.0098	-,3380	-.0191	-.0613
	N=190	N=761	N=171	N=868	N=185
	p=.000	p=.787	p=,000	p=.573	p=.407
<b>Leggyakoribb_Q</b>	-.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
<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>Középsébség</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
<b>Oxigén (oldott)_log</b>	-.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
<b>Oxigénfogyasztás (KOId) eredeti_log</b>	-.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
<b>Összes foszfor_log</b>	-.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
<b>Összes nitrogén_log</b>	-.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 kiemelt példák alapján (minden index esetében 2 példa alapján):





## 5.8.2. A stresszor-specifikusság állóvizek esetében

Állóvizek esetében kizárólag a természetes tavak esetében volt megfelelő adat ahhoz, hogy a VKI követelményeket kielégítő indexet lehessen fejleszteni. A hazai állóvizekre kifejlesztett multimetrikus index neve Hungarian Multimetric Macroinvertebrate Index for Lakes, melynek rövidítése a HMMI\_lakes, azaz Magyar Makroszkopikus Vízi gerinctelen Multimetrikus Index Tavak. Az index habitat degradáció, szervesanyag szennyezés és a vízi növényzet változására érzékeny.

A referencia állapot hiánya miatt az Interkalibrációs adatbázisból származó benchmark siteokat tekintettük viszonyítási alpnak. A referencia kritériumok 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

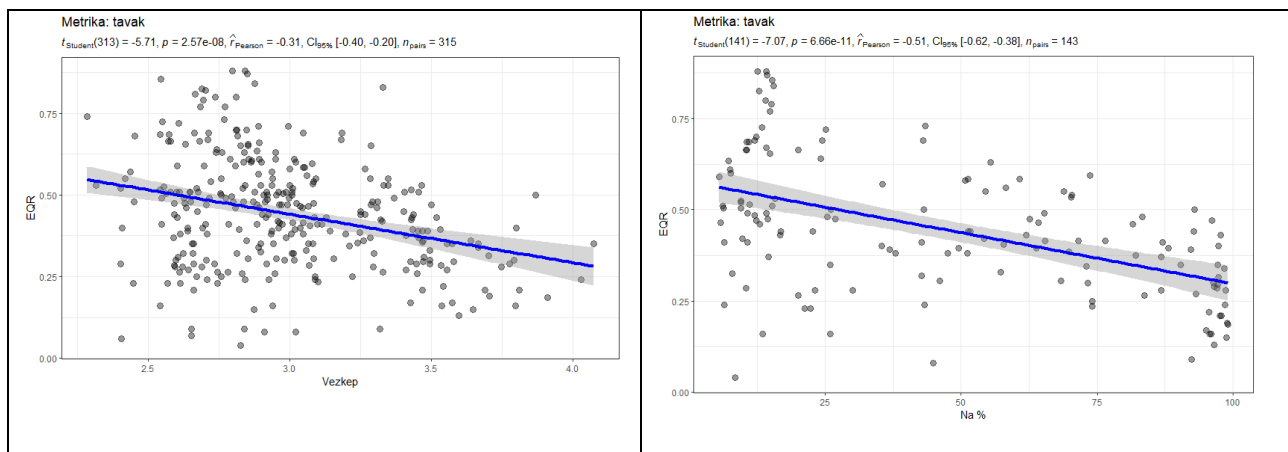
az egyesített stresszor értékek < 1.5, azaz a minimális halásznás

átlagos TP a vegetációs periódusban < 115 µg/l-1

átlagos TN a vegetációs periódusban < 1550 µg/l-1

átlagos COD a vegetációs periódusban < 32 mg/l-1

Az így kidolgozott tavas index érzékeny a vezetőképesség változására és arra negatívan reagál, így a szikes tavakban nem alkalmazható. Az index nem ad megfelelő minősítést halastavak, bányatavak mély tározók esetében, így azok állapotértékelésére nem alkalmazható (Lásd 5.7.1 fejezet, 4. táblázat).



## 5.9. Irodalomjegyzék

- AQEM Consortium, 2006. AQEM Consortium 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(1), 401.
- EU Commission, 2013. 2013/480/EU, Commission Decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC. 47 pp.
- EU VKI, 2000. Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK Irányelve a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról.
- Hering, D., O. Moog, L. Sandin & P.F.M. Verdonschot, 2004. Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* 516: 1-20.
- 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, Vízyűjtő-gazdálkodási Tervezés, VGT 2., 1127/2010. (V. 21.) Korm. Határozat 1. sz. mellékletének megfelelő Országos Vízyűjtő-gazdálkodási Terv teljes változata 6.1 melléklete, 34 pp.
- Várbíró, G., Fekete, O., Ortmann-Ajkai, A., Ficsór, M., Cser, B., Kovács, K., Kiss, G., Czirok, 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.

## 5.10. Mellékletek

### 5.10.1. Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyvek (I. és II.)

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



ÁSVÁNYI JELLEGŰ (ABIOTIKUS) ÉLŐHELYTÍPUSOK – százalékos borítás (össz.: 100%)																					
III.	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		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																				
	Vízből kiemelkedő makrofiták																				
	Élő szárazföldi növényi részek																				
	Fás elemek																				
	Durva szemcsés szerves anyagok (cPOM)																				
	Finom szemcsés szerves anyagok (fPOM)																				
	Törmelék																				
	Szennyvíz-baktériumok és -gombák																				

### 5.10.2. Példa az élőhelyek feltérképezésére és a mintavételi egységek elosztására, valamint 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 (1. ábra).

Ásványi jellegű (abiotikus) élőhelytípusok:	
- mikrolitikus: .....	40%
- sóder: .....	40%
- homok: .....	20%
<hr/>	
Összesen: 100%	
Szerves (biotikus) élőhelytípusok:	
- vízből kiem. makrofiták: ...	30%
- élő szf. növényi részek:....	15%
- cPOM: .....	10%
<hr/>	
Összesen: 55%	

**1. ábra.** Példa élőhely eloszlás

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

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

Mintavételi hely (víztér / víztest neve, helye)	Dátum (év, hó, nap)	Mintavevő neve
	1	2
		3
<b>ÁSVÁNYI JELLEGŰ ELŐHELYEK</b> 5%-os léptékben; a <5% habitalokat „X”-szel kell jelölni; a mester-séges aljakokat „X”-szel kell jelölni a „mesterséges” oszlopban	%-os borítás 5%-os pontossággal	Mesterséges aljak
<b>Nedves kövek felszíne</b> Vékony vízreteg száraz szubsztrátumon		<input type="checkbox"/>
<b>Megalitikus</b> aljzattípus > 40 cm a legnagyobb méretű kőtömbök, szikladarabok és az alapkőzet		<input type="checkbox"/>
<b>Makrolitikus</b> aljzattípus > 20 cm – 40 cm durva felületű kőtömbök, emberi fej nagyságú kövek (változó arányban kavicsos és homokos)		<input type="checkbox"/>
<b>Mezolitikus</b> aljzattípus > 6 cm – 20 cm ököl- és tenyerméretű kövek (változó arányban kavicsos és homokos)		<input type="checkbox"/>
<b>Mikrolitikus</b> aljzattípus > 2 cm – 6 cm durva kavics (galambtojás és gyermek ököl méretű elemekkel) (változó szorzékban közepes és finom szemcseméretű kavicsos)	40	<input type="checkbox"/>
<b>Sóder</b> > 0,2 cm – 2 cm finom és közepesen finom szemcseméretű kavics	40	<input type="checkbox"/>
<b>Homok / homok iszappal</b> > 6 µm – 2 mm beleértve a szerves és szennyvíziszapot is	20	<input type="checkbox"/>
<b>Aggag</b> < 6 µm ásványi iszap, vályog, aggag		<input type="checkbox"/>
<b>Összesen</b>	100%	
<b>SZERVES (BIOTIKUS) ELŐHELYEK</b> 5%-os léptékben; a <5% habitalokat „X”-szel kell jelölni; a mester-séges aljakokat „X”-szel kell jelölni a „mesterséges” oszlopban	csak biotikus előhelyek	
<b>Mikroalgák</b> algabevonat		<input type="checkbox"/>
<b>Makroalgák</b> fonatás algák, algacsomók		<input type="checkbox"/>
<b>Alámerült makrofiták</b> beleértve a mohákat és a Characeae-t		<input type="checkbox"/>
<b>Vízbió kiemelkedő makrofiták</b> pl. gyékény, sás, nád	30	<input type="checkbox"/>
<b>Élő szárazföldi növényi részek</b> vékony gyökerek, lebegő parti vegetáció	15	<input type="checkbox"/>
<b>Fás elemek</b> falörzsek (holt fa), ágak, gyökerek		<input type="checkbox"/>
<b>Durva szemcsés szerves anyagok (CPOM)</b> lerakódott durva szemcsés szerves anyag (pl. falevelek)	10	<input type="checkbox"/>
<b>Finom szemcsés szerves anyagok (FPOM)</b> lerakódott finom szemcsés szerves anyagok		<input type="checkbox"/>
<b>Törmelék</b> a hullámenés zónájában a hullánczás és a vízszintváltozások hatására lerakódott szerves és szervetlen anyag		<input type="checkbox"/>
<b>Szennyvízbaktériumok és -gombák</b> pl. Sphaerotilus, Leptothrix, Meribacteriumok (pl. Beggiatoa, Thiothrix), szennyvíziszap		
<b>Összesen</b>	változó (0-100%)	

2. ábra. Abiotikus és biotikus előhelyek százalékos megoszlásának felvezetése a Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I. rubrikáiba

1

1. lépésként: A Makroszkopikus vízi gerinctelenek mintavételi jegyzőkönyv I. rubrikáiban 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 eh. típusok összesen” oszlopának [vastag szegélyű, függőleges irányú, szürke mezők] megfelelő (%) celláiba (3. ábra, 1. lépés).

2

2. lépésként: A szerves (biotikus) élőhelytípusok feltérképezés 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%)												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>40</b>	<b>20</b>							<b>1</b>		
BIOTIKUS ÉLŐHELYTÍPUSOK - százalékos borítás (össz.: változó)	Szabad ásványi élőhelytípusok																				
	Mikroalgák																				
	Makroalgák																				
	Alámerült makrofiták																				
	Vízből kiemelkedő makrofiták										15	15				2			30		
	Élő szárazföldi növényi részek																	15		15	
	Fás elemek																				
	Durva szemcsés szerves anyagok (cPOM)										5	5					2			10	
	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. rubrikáiba, és az abiotikus és biotikus élőhelyek vertikális fedéséből adódó százalékok kiszámításnak első lépései (1. és 2. lépés)

**3**

3. lépés: A biotikus élőhelytípusok abiotikus élőhelytípusokhoz kapcsolt értékeit (15-15% vízből kiemelkedő makrofita 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**

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%)														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	%	ME	
<b>ABIOTIKUS ÉLŐHELYTÍPUSOK ÖSSZESEN:</b>										<b>40</b>		<b>40</b>		<b>20</b>								
Szabad ásványi élőhelytípusok										25		20		0								
Mikroalgák																						
Makroalgák																						
Alámerült makrofiták																						
Vízből kiemelkedő makrofiták																						30
Élő szárazföldi növényi részek																						15
Fás elemek																						
Durva szemcsés szerves anyagok (cPOM)																						10
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>						
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).

### 5.10.3. Az identifikációhoz javasolt határozók csoportonként

Az identifikációhoz az alábbi határozókönyvek használata javasolt. Az itt felsorolt könyvek, cikkek, posztterek 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-Palaeartcis. Volume I. Fresh-and brackish waters except spring and subterranean snails. Identification key, anatomy, ecology, distribution. Privately published.

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. W. (2012) European Non-Marine Molluscs, a Guide for Species Identification: Bestimmungsbuch für europäische Land-und Süßwassermollusken. Planet Poster Editions.

#### Piócák (*Hirudinea*)

Neubert, E., Neseemann, H. (1999) Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea. Süßwasserfauna von Mitteleuropa., Band 6/2. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 1–178.

Grosser, C. (2004) *Haemopsis elegans* (Hirudinea: Haemopidae) - ein wiederentdecktes europäisches Egeltaxon. *Lauterbornia*, 52: 77–86.

Neseemann, H. (1997) Egel und Kriebegel Österreichs. *Monografien Evertabrata Gemischt*, 1–112.

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-kaszpikus 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–a68.
- 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. Jena: Fischer Verlag.
- Jazdzewski, K., Konopacka, A. (1989) *Gammarus leopoliensis* nov. Sp. (Crustacea, Amphipoda) from eastern Carpathians. *Bulletin Zoologisch Museum*, 11(23): 185–193.
- Jazdzewski, K., Konopacka, A. (1996) Remarks on the morphology, taxonomy and distribution of *Corophium curvispinum* GO 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(6): 587–603.

### Kérészek (Ephemeroptera)

- Bauernfeind, E., Humpesch, U. H. (2001) Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. Verlag Naturhistorisches Museum Wien, 1–239.
- Bauernfeind, E., Lechthaler, W. (2014) Ephemeroptera: Key to Larvae from Central Europe. Eutaxa
- Bauernfeind, E., Soldán, T. (2012) The mayflies of Europe (Ephemeroptera). Apollo Books, Ollerup, 2012.
- 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. (Ed.) (1996) Aquatic Insects of North Europe – A taxonomic handbook. – Volume 1. (Ephemeroptera – Plecoptera – Heteroptera – Neuroptera – Megaloptera – Coleoptera – Trichoptera – Lepidoptera). Apollo Books, 1–272.

### Szitakötők (Odonata)

- Ambrus A., Danyik T., Kovács T., Olajos, P. (2018) Magyarország szitakötőinek kézikönyve. Herman Ottó Intézet, Budapest, Magyar Természettudományi Múzeum.
- Askew, R. (2004). The dragonflies of Europe. Brill.
- 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.
- Galliani, C., Scherini, R., Piglia, A. (2017) Dragonflies and Damselflies of Europe: A scientific approach to the identification of European Odonata without capture (Vol. 7). WBA Project Srl.
- Gerken, B., Sternberg, K. (1999) Die Exuvien europäischer Libellen (Insecta, Odonata). Huxaria Druckerei.

#### *Álkérészek (Plecoptera)*

- Andrikovics S., Murányi D. (2002) Az álkérészek (Plecoptera) kishatározója. Vízi Természet- és Környezetvédelem, KGI, Budapest, 1–236.
- 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 distributin. Freshwater Biological Association Scientific Publication, Ambleside, 17: 1–92.
- Krno, I. (2004) Nemouridae (Plecoptera) of Slovakia: autecology and distribution, morphology of nymphs. Entomological Problems, 34 (1–2): 125–138.
- Lillehammer, A. (1988) Stoneflies (Plecoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica, 21: 1–1–165.
- Zwick, P. (2004) Key to the West Palearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. Limnologica, 34: 315–348.

#### *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(12): 2473–2508.
- Benedek P. (1969) 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(3): 491–519.
- Berchi, G. M., Kment, P., Copilaş-Ciocianu, D., Rákossy, L., Damgaard, J. (2016) Water treaders of Romania and adjacent countries and their phylogenetic relationships (Hemiptera: Heteroptera: Mesoveliidae). In Annales Zoologici (Vol. 66, No. 2, pp. 193–212). Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences.
- Csabai Z. S., 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(1): 51–69.
- 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. Rovartani Közlemények, 70: 67–78.
- Savage, A. A. (1989) Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera: a key with ecological notes (No. 50). Ambleside: Freshwater biological association.
- Soós Á. (1963) Poloskák VIII.-Heteroptera VIII., Magyarország állatvilága—Fauna Hungariae.
- Strauss G., Niedringhaus, R. (2014) Die Wasserwanzen Deutschlands: Bestimmungsschlüssel für alle Nepo-und Gerromorpha. WABV Fründ.
- 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. (Coleoptera: Haliplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae). Vízi Természet- és Környezetvédelem sor., 15. köt., Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, 277 pp.
- Csabai Z.; Gidó Zs., Szél Gy. (2002) Vízibogarak kishatározója II. (Coleoptera: Georissidae, Spercheidae, Hydrochidae, Helophoridae, Hydrophilidae). Vízi Természet- és Környezetvédelem sor. 16. köt., Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, 205 pp.
- Jäch, M. A. (1992) 42 familie Dryopidae. In: Lohse, G.A.; Klausnitzer, B (eds.): die Käfer Mitteleuropas. Band 13 (Supplementband 2), Goecke & Evers, 67–82.
- Jäch, M. A. (1998) 7. familie. Hydraenidae. In: Lohse, G.A.; Klausnitzer, B (eds.): die Käfer Mitteleuropas. Band 15 (Supplementband 3), Goecke & Evers, 83–97.
- Klausnitzer, B. (1996) Die Larven der Käfer Mitteleuropas. 3. band. Polyphaga Teil 2. Krefeld: Goecke & Evers.
- Lohse, G.A. (1971) 7. familie. Hydraenidae. In: Lohse, G.A.; Harde, K.W. & Klausnitzer, B (eds.): die Käfer Mitteleuropas. Band 3 (Supplementband 3), Goecke & Evers, 95–125.
- Mascagni, A. (2013) 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, MD, ISBN: 9781421420547
- Nilsson, A. N., Holmen, M. (1995) The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. II. Dytiscidae. *Fauna Entomologica Scandinavica*, 32, 192 pp.
- Olmi, M. (1976) Coleoptera Dryopidae, Elminthidae. *Fauna d'Italia*. Vol. XII. Calderini, Bologna.
- Paulus, H. F. (1979) 47. Familie: Byrrhidae. &#8211; In: Freude, H., Harde, K.W. és Lohse, G.A. (szerk.): Die Käfer Mitteleuropas, Band 6. *Diversicornia*. Goecke & Evers, Krefeld, pp. 328–350.
- Steffan, A. W. (1979) 42. Familie: Dryopidae. In: Freude, H., Harde, K.W. és Lohse, G.A. (szerk.): Die Käfer Mitteleuropas, Band 6. *Diversicornia*. Goecke & Evers, Krefeld, pp. 265–294.

### 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 No. 35*
- Dr. Steinmann H. (1967) Tevenyakú fátyolkák, Vízifátyolkák, Recésszárnyúak és Csőrös rovarok – Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera és Mecoptera. XIII. Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kaiser, E. W. (1977) Aeg og larver af 6 *Sialis*-arter fra Skandinavien of Finland (Megaloptera, Sialidae). *Flora of Fauna*, 83: 65–79.

### Tegzesek (Trichoptera)

- Waringer, J., Graf, W. (2011) Atlas of Central European Trichoptera Larvae, Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, 468 pp.
- Lechthaler, W., & Stockinger, W. (2005) Trichoptera: key to larvae from central Europe. *Eutaxa*.

### 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.
- Nilsson, A. (Ed.) (1997) Aquatic Insects of North Europe – A taxonomic handbook. – Volume 2. (Odonata - Diptera). *Apollo Books*, 1–438.

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(1): 61–74.

*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, 1–184.

Kriskó Gy. (2008) *Édesvízi gerinctelenek - állathatározó*. Nemzeti Tankönyvkiadó

Lechthaler, W. (2009) *Macrozoobenthos: Key to Families of Macroinvertebrates in European Freshwaters*. Eutaxa

#### 5.10.4. Abiotikus és biotikus élőhelyek fényképei



**nedves kövek felszíne (hygropetric 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 kavicszal 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 kavicssal; szemcseátmérő: 2 cm – 6 cm.



sóder (akal):

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



**homok, iszap (psammal):** Homok; szemcseátmérő: 6  $\mu\text{m}$  – 2 mm.



**agyag (argyillal):** Ásványi iszap, vályog, agyag < 6  $\mu\text{m}$



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



**makroalgák (macro-algae):** Fonalas algák és algacsomók.



**alámerült makofiták (submerse macrophyten):** víz felszín alatti makrofita növények



**vízből kiemelkedő makrofíták (emerse macrophyten):** víz felszín 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)**



**törmelék (debris):** A hullámverés zónájában a hullámzás 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.

## 6. A referencia állapot leírása a biológiai minősítő elemek és víztest típus szerint

### 6.1. Vízfolyások

1. táblázat. Vízfolyás típusok referenciális fajgyűjtéseinek jellemzése

Biológiai típus	Típus	Referenciális közösségek				
		Fitoplakton	Kovaalga	Makrofita	Makrozoobenton	Halak
1	1S	A fitoplanktont szinte kizárólag csak bentikus TIB: bentikus kovaalgák Achnanthes. spp. Fragilaria spp. Navicula spp. C, TIC: bentikus cianobaktériumok TID: bentikus zöldalga elemek alkotják, melyek relatív biomassza részesedése >95 %. Minden más elem előfordulása akcidentálisnak tekinthető.	<i>Chamaepinnularia mediocris</i> (CHME), <i>C. soehrensensis</i> (CHSO), <i>Diatoma mesodon</i> (DMES), <i>Eunotia incisa</i> (EINC), <i>E. paludosa</i> (EUPA), <i>E. paratridentula</i> (EPTD), <i>E. rhomboidea</i> (ERHO), <i>E. tenella</i> (ETEN), <i>Fragilaria virescens</i> (FVIR), <i>Karayevia oblongella</i> (KOBG), <i>Navicula exilis</i> (NEXI), <i>Pinnularia</i> spp. - e.g. <i>P. perirrorata</i> (PPRI), <i>P. sinistra</i> (PSIN), <i>P. subcapitata</i> (PSCA) - <i>Psammothidium bristolicum</i> (PBRI), <i>P. daonense</i> (PDAO), <i>P. helveticum</i> (PHEL), <i>P. subatomoides</i> (PSAT), <i>Surirella roba</i> (SRBA) fajok közül több előfordul és/vagy domináns	A jellegzetes hidromorfológiai viszonyok miatt magas a moha fajok (pl. <i>Amblystegium radicale</i> , <i>Brachythecium rivulare</i> , <i>Bryum pseudotriquetrum</i> , <i>Conocephalum salebrosum</i> , <i>Fissidens crassipes</i> ) mennyisége. Az edényes növények fajszáma magas lehet, de az egyes fajok csak szálanként vagy kisebb csoportokban fordulnak elő. Jellemző edényes növények: <i>Caltha palustris</i> , <i>Carex flava</i> , <i>Carex remota</i> , <i>Epilobium roseum</i> , <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Festuca gigantea</i> , <i>Chrysosplenium alternifolium</i> , <i>Nasturtium officinale</i> , <i>Callitriche</i> spp., <i>Matteuccia struthiopteris</i> .	Durva mederanyagú gyorsfolyású kisvizek, melyek jellemző táplálkozási csoportjai a predátorok, a kaparók, a detritusz fogyasztók és a gyűjtőgetők. Jellemzőek a rheofil fajok, melyek kevésbé tolerálják a vízszennyezést. Gyakran fordulnak elő az álkérés családot, mint a Perlidae és Chloroperlidae (álkérészek), vagy a hegyvidékekre jellemző Cordulegastridae (szitakötő) családba tartozó szitakötő fajok. Metrikák szintjén a referenciális közösségnek az alábbi értékek jellemzők: a kérész és az álkérész fajok magas száma (N > 7), az ASPT értéke minden esetben 5-nél magasabb, a Shannon diverzitás értéke magasabb, mint 2.2.	A referencia állapotú halálományok alapvető jellegzetessége, hogy a típus-specifikus karakterfajok közül minél több jelen van az élőhelyen, és alacsony az idegen honos halfajok tömegessége.  Karakterfajok: <i>Barbatula barbatula</i> , <i>Barbus peloponnesius</i> , <i>Gobio gobio</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <i>Squalius cephalus</i> .
2	2S, 2M		<i>Achnanthidium catenatum</i> (ADCT), <i>A. pyrenaicum</i> (ADPY), <i>Denticula tenuis</i> (DTEN), <i>Diatoma ehrenbergii</i> (DEHR), <i>Eucyonopsis minuta</i> (ECPM), <i>Eucoconeis laevis</i> (EULA), <i>Fragilaria austriaca</i> (FAUT), <i>Gomphonema tergestinum</i> (GTER), <i>Nitzschia pura</i> (NIPR) fajok közül több előfordul és/vagy domináns			

3	3S,3M		<p><i>Fallacia lenzi</i> (FLEN), <i>Nitzschia archibaldii</i> (NIAR) dominancia</p>	<p>A kis és közepes vízgyűjtőjű folyók durva és közepesen finom mederanyag összetételű medrében már jellemző a széles parti növényzet és a gazdag hínár vegetáció. Jellemző a magas fajszám, a heterogén, mozaikos növényállományok és az egyes fajok nagy mennyiségben is jelen lehetnek. Jellemző makrofiton fajok: <i>Potamogeton pusillus</i>, <i>P. perfoliatus</i>, <i>Najas marina</i>, <i>Ranunculus fluitans</i>, <i>Utricularia vulgaris</i>, <i>U. australis</i>, <i>Cirsium canum</i>, <i>C. oleraceum</i>, <i>Deschampsia caespitosa</i>, <i>Mentha aquatica</i>, <i>Glyceria maxima</i>, <i>G. fluitans</i>, <i>Scirpus sylvaticus</i>, <i>Veronica anagalloides</i>, <i>V. anagallis-aquatica</i>, <i>Carex buekii</i>, <i>C. pseudocyperus</i>.</p>	<p>A referenciaközösséget jórészt aprító szervezetek alkotják, melyek leveleket, durva szemcsés szerves törmeléket fogyasztanak azok aprítása során. A lárváik gyorsfolyású, alacsony hőmérsékletű vízfolyásokban fejlődnek. Ezek mellett jellemzőek a detrituszfogyasztó Gammaridae család tagjai, valamint a rheofil fajok magas száma (pl. Potamanthidae, Simuliidae). Jellemző a közösségre az EPT (kérész, álkérész, tegzes) magas fajszáma (N &gt; 9), Eu-hr 60 % feletti aránya és az ASPT metrika 4.5-nél magasabb értéke.</p>	<p>A referencia állapotú halálományok alapvető jellegzetessége, hogy a típus-specifikus karakterfajok közül minél több jelen van az élőhelyen, és alacsony az idegen honos halfajok tömegessége.</p> <p>Karakterfajok: <i>Barbatula barbatula</i>, <i>Cobitis elongatoides</i>, <i>Gobio gobio</i>, <i>Perca fluviatilis</i>, <i>Phoxinus phoxinus</i>, <i>Rhodeus sericeus</i>, <i>Rutilus rutilus</i>, <i>Squalius cephalus</i>.</p>
4	4L	<p>A fitoplankton domináns elemei bentikus elemek, úgymint TIB: betikus kovaalgák (<i>Achnanthes</i> spp. <i>Fragilaria</i> spp. <i>Navicula</i> spp) C: TIC: bentikus cianobaktériumok TID: bentikus zöldalgák alkotják. A bentikus taxonok relatív biomassa részesedése &gt; 80%. A planktonban a valódi planktonikus elemek (A, B, C, D, N, J) is megjelenhetnek, arányuk esetenként meghaladhatja a 50%-ot. A Vízvírágzást okozó</p>	<p><i>Fallacia lenzi</i> (FLEN), <i>Fragilaria recapitellata</i> (FRCP), <i>Geissleria acceptata</i> (GACC), <i>Psammothidium punctulatum</i> (PPUN), <i>Simonsenia delognei</i> (SIDE) fajok közül több domináns</p>		<p>A durva mederanyagú nagyobb folyókra jellemzőek a Dryopidae (bogár), Aphelocheiridae (poloska), Platycnemididae (szitakötő) család ragadozó fajai. A referencia közösségben az EPT (kérész, álkérész, tegzes) taxonok aránya mindenképp meghaladja a 70 %-ot, és a családok magas száma is jellemző (N &gt; 5), az RB % &gt; 0.30.</p>	<p>A referencia állapotú halálományok alapvető jellegzetessége, hogy a típus-specifikus karakterfajok közül minél több jelen van az élőhelyen, és alacsony az idegen honos halfajok tömegessége.</p> <p>Karakterfajok : <i>Barbatula barbatula</i>, <i>Barbus barbus</i>, <i>Chondrostoma nasus</i>, <i>Esox lucius</i>, <i>Gobio gobio</i>, <i>Leuciscus aspilus</i>, <i>Leuciscus leuciscus</i>, <i>Perca fluviatilis</i>, <i>Rhodeus sericeus</i>, <i>Romanogobio kesslerii</i>, <i>Romanogobio vladkovi</i>, <i>Rutilus rutilus</i>, <i>Sabanejewia aurata</i></p>

		cianobaktériumok előfordulása csak akcidentális lehet.				<i>Filippi, 1865, Silurus glanis, Squalius cephalus.</i>
5	5S,5M	A fitoplankton bentikus (TIB, TIC, TID) és főként metafitikus elemek (W0, W1, W2) uralják. A valódi planktonelemek részesezése elenyésző. A vízvirágzást okozó cianobaktérium fajok előfordulása csak akcidentálisan várható (<1%).	<i>Fallacia lenzi</i> (FLEN), <i>Nitzschia archibaldii</i> (NIAR) dominancia	A kis és közepes vízgyűjtőű folyók durva és közepesen finom mederanyag összetételű medrében már jellemző a széles parti növényzet és a gazdag hínár vegetáció. Jellemző a magas fajszám, a heterogén, mozaikos növényállományok és az egyes fajok nagy mennyiségben is jelen lehetnek. Jellemző makrofiton fajok: <i>Potamogeton pusillus</i> , <i>P. perfoliatus</i> , <i>Najas marina</i> , <i>Ranunculus fluitans</i> , <i>Utricularia vulgaris</i> , <i>U. australis</i> , <i>Cirsium canum</i> , <i>C. oleraceum</i> , <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Mentha aquatica</i> , <i>Glyceria maxima</i> , <i>G. fluitans</i> , <i>Scirpus sylvaticus</i> , <i>Veronica anagalloides</i> , <i>V. anagallis-aquatica</i> , <i>Carex buekii</i> , <i>C. pseudocyperus</i> .	A referenciaközösséget jórészt aprító szervezetek alkotják, melyek leveleket, durva szemcsés szerves törmeléket fogyasztanak azok aprítása során. A lárváik gyorsfolyású, alacsony hőmérsékletű vízfolyásokban fejlődnek. Ezek mellett jellemzőek a detrituszfogyasztó Gammariade család tagjai, valamint a rheofil fajok magas száma (pl. Potamanthidae, Simuliidae). Jellemző a közösségre az EPT (kérész, álkérész, tegzes) magas fajszáma (N > 9), Eu-hr 60 % feletti aránya és az ASPT metrika 4.5-nél magasabb értéke.	A referencia állapotú halállományok alapvető jellegzetessége, hogy a típus-specifikus karakterfajok közül minél több jelen van az élőhelyen, és alacsony az idegen honos halfajok tömegessége.  Karakterfajok: <i>Barbatula barbatula</i> , <i>Cobitis elongatoides</i> , <i>Gobio gobio</i> , <i>Perca fluviatilis</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <i>Rhodeus sericeus</i> , <i>Rutilus rutilus</i> , <i>Squalius cephalus</i> .

6	6S,6M		<p><i>Cymboplectra naviculiformis</i> (CBNA), <i>Eunotia bilunaris</i> (EBIL), <i>E. minor</i> (EMIN), <i>Gomphonema acuminatum</i> (GACU), <i>G. clavatum</i> (GCLA), <i>G. truncatum</i> (GTRU), <i>Hippodonta costulata</i> (HCOS), <i>Karayevia oblongella</i> (KOBG), <i>Navicula menisculus</i> (NMEN), <i>N. oppugnata</i> (NOPU), <i>Psammothidium bioretii</i> (PBIO), <i>Stauroneis kriegeri</i> (STKR), <i>Stauroneis martyi</i> (SRMA), <i>Tabellaria flocculosa</i> (TFLO) fajok közül több előfordul és/vagy domináns</p>	<p>A kis és közepes vízgyűjtőjű folyók durva és közepesen finom mederanyag összetételű medrében már jellemző a széles parti növényzet és a gazdag hínár vegetáció. Jellemző a magas fajszám, a heterogén, mozaikos növényállományok és az egyes fajok nagy mennyiségben is jelen lehetnek. Jellemző makrofiton fajok: <i>Potamogeton pusillus</i>, <i>P. perfoliatus</i>, <i>Najas marina</i>, <i>Ranunculus fluitans</i>, <i>Utricularia vulgaris</i>, <i>U. australis</i>, <i>Cirsium canum</i>, <i>C. oleraceum</i>, <i>Deschampsia caespitosa</i>, <i>Mentha aquatica</i>, <i>Glyceria maxima</i>, <i>G. fluitans</i>, <i>Scirpus sylvaticus</i>, <i>Veronica anagalloides</i>, <i>V. anagallis-aquatica</i>, <i>Carex buekii</i>, <i>C. pseudocyperus</i>.</p>	<p>Kis vízgyűjtőjű, lassú folyású növényzetben gazdag síkvidéki vizek tartoznak ide. Európában ritka, de hazánkban az Alföldön jellegzetesen előforduló kisvizek. Jellemző rájuk az aktív predátorok (Noteridae [bogár], Notonectidae [poloska]) és a csigák jelenléte (Bithiniidae, Planorbidae). Jellemző detrituszfogyasztó faja az <i>Asellus aquaticus</i> (Asellidae, kisztrák). A referencia közösségre jellemző az ASPT 4 körüli értéke, illetve a EPTCOB (ephemeroptera, plecoptera, trichoptera coleoptera, odonata és bivalvia) taxonok magas aránya (N &gt; 15), továbbá a Shannon diverzitási index 2.5 feletti értéke.</p>	<p>A referencia állapotú halállományok alapvető jellegzetessége, hogy a típus-specifikus karakterfajok közül minél több jelen van az élőhelyen, és alacsony az idegen honos halfajok tömegessége.</p> <p>Karakterfajok : <i>Abramis brama</i>, <i>Alburnus alburnus</i>, <i>Cobitis elongatoides</i>, <i>Cyprinus carpio</i>, <i>Esox lucius</i>, <i>Leucaspis delineatus</i>, <i>Misgurnus fossilis</i>, <i>Perca fluviatilis</i>, <i>Rhodeus sericeus</i>, <i>Rutilus rutilus</i>, <i>Scardinius erythrophthalmus</i>, <i>Umbra krameri</i>.</p>
7	7L		<p><i>Bacillaria paxillifera</i> (BPAX), <i>Cymbella neocistula</i> (CNCL), <i>Fallacia cryptolyra</i> (FCRY), <i>Navicula perminuta</i> (NPNU), <i>N. phyllepta</i> (NPHY), <i>N. vilaplantii</i> (NVIP), <i>Nitzschia amplexans</i> (NAMC), <i>Nitzschia fruticosa</i> (NIFT), <i>N. gracilis</i> (NIGR), <i>N. subacicularis</i> (NSUA), <i>N. sublinearis</i> (NSBL) fajok közül több előfordul és/vagy domináns</p>	<p>A nagy vízgyűjtőjű folyók finom mederanyaggal és relatíve nagy vízhozammal rendelkeznek. A hínárnövény közösség ezért fajszegény, a fajok is kis mennyiségben vannak jelen. A vízparti vegetáció szegényes, jellemzőek a leszakadó partfalakon és a palajokon kisebb csoportokban megjelenő egyedek. Jellemző fajok: <i>Carex vesicaria</i>, <i>C. riparia</i>, <i>C. vulpina</i>, <i>Juncus articulatus</i>, <i>Limosella aquatica</i>, <i>Myriophyllum spicatum</i>, <i>Potamogeton perfoliatus</i>, <i>P.</i></p>	<p>A nagy folyók közösségeiben, a magas reprodukciós potenciállal rendelkező fajok a legjellemzőbbek. Ilyenek például a Corophiidae, Mysidae (kisztrák), vagy a Hydrobiidae (csiga) családba tartozó fajok. Az invazív fajok jellemzően a nagyfolyók mentén terjednek, így egyes invazív Dreissenidae (kagyló) vagy Mysida (kisztrák) fajok jellemzően kapcsolhatók ehhez a tipushoz. A síkvidékeken átfolyó közepesen-finom, finom mederalkotó vízfolyások jellemző közösségalkotó családjai a tegzesek (Odontoceridae és Ecnomidae),</p>	<p>A referencia állapotú halállományok alapvető jellegzetessége, hogy a típus-specifikus karakterfajok közül minél több jelen van az élőhelyen, és alacsony az idegen honos halfajok tömegessége.</p> <p>Karakterfajok: <i>Abramis brama</i>, <i>Alburnus alburnus</i>, <i>Blicca bjoerkna</i>, <i>Cobitis elongatoides</i>, <i>Esox lucius</i>, <i>Leuciscus aspius</i>, <i>Leuciscus idus</i>, <i>Leuciscus leuciscus</i>, <i>Perca fluviatilis</i>, <i>Rhodeus sericeus</i>, <i>Rutilus rutilus</i>, <i>Scardinius erythrophthalmus</i>, <i>Silurus glanis</i>, <i>Squalius cephalus</i>.</p>

				<i>crispus.</i>	továbbá a kérészek közül a Palingeniidae családba tartozó legnagyobb méretű kérészfaj a <i>Palingenia longicauda</i> . Emellett a referencia közösségre jellemző az ASPT 5 körüli értéke, illetve az EPTCOB (ephemeroptera, plecoptera, trichoptera coleoptera, odonata és bivalvia) taxonok magas aránya (N > 13).
8	8N	<p>A fitoplankton döntő részét &gt;80% -át a kovaalgák centrales rendjébe tartozó főként Cyclotella, Aulacoseira, (Stephanodiscus) fajok alkotják (A, B, C, D funkcionális csoportok fajai), továbbá olyan reofil elemek mint a Nitzschia acicularis, N. gracilliformis, Fragilaria acus . A planktonban jelen lehetnek még a X3:Koliella, X2:Rhodomonas, X1: Monoraphidium, P: Coleastrum, Pediastrum genuszok fajai is. A tápanyagterhelés növekedését jelző egyéb szervezetek aránya (J: Scenedesmus, Actinastrum, Ankistrodesmus). A fitoplanktonban a bentikus elemek részesedése csak áradások alkalmával haladja meg az 50%-ot. A vízvirágzást okozó cianobaktériumoknak csak véleltenszerű előfordulásai lehetnek (&lt; 1%).</p>	<p><i>Bacillaria paxillifera</i> (BPAX), <i>Cymbella neocistula</i> (CNCL), <i>Fallacia cryptolyra</i> (FCRY), <i>Navicula perminuta</i> (NPNU), <i>N. phyllepta</i> (NPHY), <i>N. vilaplantii</i> (NVIP), <i>Nitzschia amplexans</i> (NAMC), <i>Nitzschia fruticosa</i> (NIFT), <i>N. gracilis</i> (NIGR), <i>N. subacicularis</i> (NSUA), <i>N. sublinearis</i> (NSBL) fajok közül több előfordul és/vagy domináns</p>		



9	9F, 9K	<p>A fitoplankton döntő részét &gt;80% -át a kovaalgák centrales rendjébe tartozó főként Cyclotella fajok alkotják (A, B, C funkcionális csoportok fajai). A planktonban jelen vannak még a X3: Koliella, X2: Rhodomonas, X1: Monoraphidium, P: Coleastrum, Pediastrum genuszok fajai is. A tápanyagterhelés növekedését jelző egyéb szervezetek aránya (J: Scenedesmus, Actinastrum, Ankistrodesmus) D: <i>Stephanodiscus hantzschii</i>, <i>Cyclotella meneghiniana</i>, Aránya nem haladja meg a 20%-ot. A fitoplanktonban a bentikus elemek részesedése csak áradások alkalmával haladja meg az 50%-ot. A vízvirágzást okozó cianobaktériumok relatív biomasszarészesedése elenyésző %.</p>	<p><i>Achnantheidium minutissimum</i> (ADMI), <i>Amphora pediculus</i> (APED), <i>Cocconeis placentula</i> (CPLA), <i>Gomphonema angustum</i> (GANT), <i>G. pumilum</i> (GPUM), <i>G. tergestinum</i> (GTER), <i>Melosira varians</i> (MVAR), <i>Navicula cryptotenella</i> (NCTE), <i>N. recens</i> (NRCS), <i>N. tripunctata</i> (NTPT), <i>Nitzschia dissipata</i> (NDIS) dominancia</p>			<p>A referencia állapotú halálományok alapvető jellegzetessége, hogy a típus-specifikus karakterfajok közül minél több jelen van az élőhelyen, és alacsony az idegen honos halfajok tömegessége.</p> <p>Karakterfajok : <i>Abramis brama</i>, <i>Alburnus alburnus</i>, <i>Ballerus sapa</i>, <i>Blicca bjoerkna</i>, <i>Chondrostoma nasus</i>, <i>Gymnocephalus baloni</i>, <i>Gymnocephalus cernua</i>, <i>Gymnocephalus schraetser</i>, <i>Leuciscus aspius</i>, <i>Leuciscus idus</i>, <i>Lota lota</i>, <i>Pelecus cultratus</i>, <i>Romanogobio vladykovi</i>, <i>Rutilus pigus virgo</i>, <i>Sander lucioperca</i>, <i>Sander volgensis</i>, <i>Vimba vimba</i>, <i>Zingel streber</i>, <i>Zingel zingel</i>.</p>
10	10A		<p><i>Amphora pediculus</i> (APED), <i>Gomphonema olivaceum</i> (GOLI), <i>Nitzschia dissipata</i> (NDIS), <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (RABB) dominancia</p>			

## 6.2. Állóvizek

2. táblázat Állóvíz típusok referenciális fajegyütteseinek jellemzése

Biológiai tótípus	Referenciális közösség jellemzése				
	Fitoplakton	Kovaalga	Makrofitá	Makrozoobenton	Halak
1	<p>A tápanyagterhelésre érzékeny, nagy faktorsúllyal (7 és 9) jellemezhető taxonok aránya &gt;70%. Referenciális fajegyüttes funkcionális csoportjai és taxonjai: Lo: <i>Entzia acuta</i>, <i>Ceratium hirundinella</i>, A: <i>Urosolenia eriensis</i>, <i>Cyclotella ocellata</i>, X3: <i>Koliella</i> spp.; X2: <i>Chrysochromulina</i> spp.; F: <i>Oocystis</i> spp., <i>Elakathrix</i>; T: <i>Closterium aciculare</i>, <i>Planctonema lauterbornii</i>. A vízvirágzást előidézőni képes cianobaktériumok aránya &lt; 20%. S1: <i>Planktothrix aghardii</i>, <i>Limnothrix redekei</i>; S2: <i>Spirulina</i> spp., <i>Raphidiopsis mediterranea</i>; SN: <i>Raphidiopsis raciborskii</i>; H1-H2: <i>Dolichospermum</i> (Anabaena) spp., <i>Aphanizomenon</i> spp.; M: <i>Microcystis</i>.</p> <p>A cianobaktériumok abszolút biomasszája &lt; 2mg/l. A tó teljes víztömegét érintő vízvirágzások nem alakulnak ki.</p>	<p><i>Cocconeis neodiminuta</i> (CNDI), <i>Cocconeis neothumensis</i> (CNTH), <i>Cyclotella ocellata</i> (COCE), <i>Diploneis pseudovalis</i> (DPSO), <i>Eolimna seminuloides</i> (NSEO), <i>Eolimna utermoehlii</i> (EUTE), <i>Hippodonta costulata</i> (HCOS), <i>Karayevia clevei</i> (KCLE), <i>Stausosira berlinensis</i> (STSB), <i>Stausosira tabellaria</i> (STTA) dominancia</p>	<p>A sekély tavak hidromorfológiai szempontból változatos képet mutatnak. Ennek megfelelően a hínár- és mocsári növények zónája is nagyon változó arányban lehetnek képviselve. Ide tartoznak az üde, állandó vizű mocsarak, a nyílt vizű hínaras és láposodó sekélytavak is. Jellemzően nem vagy kevésbé árnyékolt, szél által kevésbé zavart, ezáltal nem zavaros vízzel rendelkező élőhelyek. A tavi szukcessziós változások lassúak. Ennek következtében magas biomassza termeléssel, magas fajszámmal és magas egyedszámmal jellemezhetőek.</p> <p>Jellemző fajok: <i>Phragmites australis</i>, <i>Typha</i> spp., <i>Glyceria</i> spp., <i>Nymphaea alba</i>, <i>Nuphar lutea</i>, <i>Nymphoides peltata</i>, <i>Potamogeton perfoliatus</i>, <i>P. gramineus</i>, <i>P. lucens</i>, <i>Callitriche</i> spp., <i>Hippuris vulgaris</i>, <i>Hottonia palustris</i>, <i>Ranunculus rionii</i>, <i>R. aquatilis</i>, <i>R. trichophyllus</i></p>	<p>A referencia jellemezhető, melyben stabilan előfordulnak az alábbi fajok:            Coleoptera: <i>Dytiscus marginalis</i>, <i>Hydrophilus piceus</i>, <i>Noterus clavicornis</i>            Gastropoda: <i>Bithynia tentaculata</i>, <i>Lymnea stagnalis</i>, <i>Planorbarius corneus</i>.            Odonata: <i>Coenanagrion puella</i>, <i>Lestes viridis</i>, <i>Libellula depressa</i>.            Minimális terhelés mellett is nagyszámban megfigyelhetőek Heteroptera fajok, mint <i>Corixa punctata</i>, <i>Hydrometra stagnorum</i>, <i>Ilyocoris cimicoides</i>, <i>Ranatra linearis</i>. A fajdiverzitás értéke magas (Sannon-Wiener Diversity Index min. - 3,12). Érzékeny fajok jelenléte is kimutatható (BMWP – min. 82).</p>	<p>A referencia állapotú halálományok alapvető jellegzetessége, hogy a típus-specifikus karakterfajok közül minél több jelen van az élőhelyen, és alacsony az idegen honos halfajok tömegessége.</p> <p>Karakterfajok: <i>Abramis brama</i>, <i>Alburnus alburnus</i>, <i>Sander lucioperca</i>, <i>Pelecus cultratus</i>.</p>

2	<p>A tápanyagterhelésre érzékeny, nagy faktorsúllyal (7 és 9) jellemezhető taxonok aránya &gt;70%. Referenciális fajegyüttes funkcionális csoportjai és taxonjai: MP: <i>Surirella</i> spp., <i>Campylodiscus</i> spp., <i>Fragilaria</i> spp.; X3: <i>Koliella</i> spp., <i>Aphanocapsa</i> spp., <i>Aphanothece</i> spp.; F: <i>Oocystis</i> spp., <i>Planktosphaeria</i> spp.; X1: <i>Monoraphidium</i> spp. A vízvirágzást előidéző képes cianobaktériumok aránya &lt;20%. S1: <i>Planktothrix aghardii</i>, <i>Limnothrix redekei</i>; S2: <i>Spirulina</i> spp., <i>Raphidiopsis mediterranea</i>; SN: <i>Raphidiopsis raciborskii</i>; H1-H2: <i>Dolichospermum</i> (<i>Anabaena</i>) spp., <i>Aphanizomenon</i> spp., M: <i>Microcystis</i> spp.</p>	<p>Jelen vannak: <i>Anomoeneis sphaerophora</i> (ASPH), <i>Anomoeneis sphaerophora</i> f. <i>costata</i> (ASCO), <i>Campylodiscus clypeus</i> (CCLY), <i>Ctenophora pulchella</i> (CTPU), <i>Entomoneis paludosa</i> var. <i>subsalina</i> (EPSU), <i>Navicula oblonga</i> (NOBL), <i>Surirella peisonis</i> (SPEI), dominánsak: <i>Achnanthydium minutissimum</i> (ADMI), <i>A. lineare</i> (ACLI), <i>Encyonema lacustre</i> (ELAC), <i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> (GOLC), <i>Nitzschia reskoi</i> (NREK), <i>Staurosira construens</i> (SCON)</p>		<p>A referencia jellemezhető, melyben stabilan előfordulnak az alábbi fajok: Coleoptera: <i>Dytiscus marginalis</i>, <i>Hydrophilus piceus</i>, <i>Noterus clavicornis</i>. Gastropoda: <i>Bithynia tentaculata</i>, <i>Lymnea stagnalis</i>, <i>Planorbarius corneus</i>. Odonata: <i>Coenanagrion puella</i>, <i>Lestes viridis</i>, <i>Libellula depressa</i>. Minimális terhelés mellett is nagyszámban megfigyelhetőek a Heteroptera fajok, mint <i>Corixa punctata</i>, <i>Hydrometra stagnorum</i>, <i>Ilyocoris cimicoides</i>, <i>Ranatra linearis</i>. A fajdiverzitás értéke magas (Sannon-Wiener Diversity Index min. - 3,12). Érzékeny fajok jelenléte is kimutatható (BMWP – min. 82).</p>	
3	<p>Referenciális fajegyüttes funkcionális csoportjai és taxonjai: W1: <i>Euglena</i> spp., <i>Phacus</i> spp., <i>Lepocinclis</i> spp., W2: <i>Trachelomonas</i> spp., X3: <i>Aphanocapsa</i> spp., <i>Aphanothece</i> spp.; V: <i>Chromatium</i> spp.; Ezen csoportok biomasszarészesedése &gt;70%. Az oligotróf körülményeket és alacsony sótartalmat kedvelő taxonok aránya elenyésző &lt; 30%. Vízvirágzások természetes módon is kialakulhatnak, akár tartós</p>	<p><i>Halamphora kevei</i> (HKEV), <i>Halamphora dominici</i> (HDOM), <i>Nitzschia austriaca</i> (NAUS) és <i>Nitzschia reskoi</i> (NREK) erőteljes dominanciája, emellett dominánsak lehetnek még, vagy előfordulnak: <i>Anomoeneis sphaerophora</i> (ASPH), <i>Anomoeneis sphaerophora</i> f. <i>costata</i> (ASCO), <i>Ctenophora pulchella</i> (CTPU), <i>Halamphora paraveneta</i> (HPVE), <i>Haslea spicula</i> (HSPC), <i>Nitzschia austriaca</i> (NAUS), <i>N. pusilla</i></p>	<p>A szikes tavak az asztatikus vízforgalom és a sós környezet miatt makrofitonokban fajszegény közösségek, kevés faj nagy mennyiségben lehet jelen. Referenciális állapotban a szikes tavak asztatikus vízforgalmúak, sziksósak, jellemzően kis területen található mocsári növényzet. A kiszáradó parti zónában a sziksós élőhelyek karakterfajai (<i>Suaeda</i> spp, <i>Salicornia prostrata</i>) is megjelennek.</p> <p>Jellemző fajok: <i>Zannichellia palustris</i>, <i>Phragmites australis</i>,</p>		

	jelenlétük is megfigyelhető.	(NIPU)	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Najas minor</i> , <i>Puccinellia limosa</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Chara</i> <i>spp.</i>		
4	Referenciális fajegyüttes funkcionális csoportjai és taxonjai: W1: <i>Euglena</i> spp., <i>Phacus</i> spp., <i>Lepocinclis</i> spp., <i>Gonium</i> spp., W2: <i>Trachelomonas</i> spp., X3: <i>Aphanocapsa</i> spp, <i>Aphanothece</i> spp.; V: <i>Chromatium</i> spp.; Az oligotróf körülményeket és alacsony sótartalmat kedvelő taxonok aránya elenyésző < 30%.	<i>Navicymbula pusilla</i> (NCPU) és <i>Nitzschia austriaca</i> (NAUS) erőteljes dominanciája, emellett dominánsak lehetnek még, vagy előfordulnak: <i>Anomoeneis sphaerophora</i> (ASPH), <i>Anomoeneis sphaerophora</i> f. <i>costata</i> (ASCO), <i>Craticula buderi</i> (CRBU), <i>Halamphora kevei</i> (HKEV), <i>Halamphora dominici</i> (HDOM), <i>Nitzschia reskoi</i> (NREK).			
5	A tápanyagterhelésre érzékeny, nagy faktorsúllyal (7 és 9) jellemezhető taxonok aránya >70%. Referenciális fajegyüttes funkcionális csoportjai és taxonjai: Lo: <i>Peridinium</i> spp, <i>Peridiniopsis</i> spp.; N: <i>Staurastrum</i> spp., <i>Cosmarium</i> spp., X3: <i>Koliella</i> spp., <i>Chrysococcus</i> spp.; Y: <i>Cryptomonas</i> spp.; T: <i>Planctonema lauterbornii</i> , <i>Closterium aciculare</i> . A vízvirágzást előidéző cianobaktériumok aránya	<i>Achnanthydium lauenburgianum</i> (ADLB), <i>Amphora inariensis</i> (AINA), <i>Cymbella cymbiformis</i> (CCYM), <i>Cymbella helvetica</i> s.l. (CHEL), <i>Cymbopleura hustedtii</i> (CBHD), <i>Gomphonema clavatum</i> (GCLA), <i>G. gracile</i> (GGRA), <i>Navicula oblonga</i> (NOBL), <i>N. oppugnata</i> (NOPU), <i>N. upsaliensis</i> (NUSA), <i>Planothydium jousacense</i> (PJOU), <i>Platessa zieglerei</i> (PZIE), <i>Staurosira martyi</i>	A sekély tavak változatos hidromorfológiával rendelkeznek, ennek megfelelően a hínár és mocsári növények zónája változatos arányban lehetnek egymással. Ide tartoznak az üde, állandó vizű mocsarak, a nyílt vizű hinaras és láposodó sekélytavak is. Jellemzően nem vagy kevéssé árnyékolt, szél által kevéssé zavart, kevéssé turbid vízzel rendelkező élőhelyek. Ennek következtében magas biomasz termeléssel, magas fajszámmal és magas egyedszámmal	A referencia jellemezhető, melyben stabilan előfordulnak az alábbi fajok: Coleoptera: <i>Dytiscus marginalis</i> , <i>Hydrophilus piceus</i> , <i>Noterus clavicornis</i> Gastropoda: <i>Bithynia tentaculata</i> , <i>Lymnea stagnalis</i> , <i>Planorbarius corneus</i> ,Odonata: <i>Coenanagrion puella</i> , <i>Lestes viridis</i> , <i>Libellula depressa</i> , Minimális terhelés mellett is nagyszámban megfigyelhetőek Heteroptera fajok, mint <i>Corixa punctata</i> , <i>Hydrometra stagnorum</i> ,	

	<p>&lt;20%. S1: Planktothrix aghardii, Limnothrix redekei; S2: Spirulina spp., Raphidiopsis mediterranea; SN: Raphidiopsis raciborskii; H1-H2: Dolichospermum (Anabaena spp.), Aphanizomenon spp.; M: Microcystis. A cianobaktériumok abszolút biomasszája &lt; 2mg/l. Kisebb, lokális vízvirágzások ritkán előfordulhatnak.</p>	(SRMA)	<p>jellemezhetőek. Jellemző fajok: <i>Phragmites australis</i>, <i>Typha</i> spp., <i>Glyceria</i> spp., <i>Nymphaea alba</i>, <i>Nuphar lutea</i>, <i>Nymphoides peltata</i>, <i>Potamogeton perfoliatus</i>, <i>P. gramineus</i>, <i>P. lucens</i>, <i>Callitriche</i> spp., <i>Hippuris vulgaris</i>, <i>Hottonia palustris</i>, <i>Ranunculus rionii</i>, <i>R. aquatilis</i>, <i>R. trichophyllus</i></p>	<p><i>Ilyocoris cimicoides</i>, <i>Ranatra linearis</i>. A fajdiverzitás értéke magas (Sannon-Wiener Diversity Index min. - 3,12). Érzékeny fajok jelenléte is kimutatható (BMWP – min. 82).</p>	
6	<p>A tápanyagterhelésre érzékeny, nagy faktorsúllyal (7 és 9) jellemezhető taxonok aránya &gt;70%. Referenciális fajegyüttes funkcionális csoportjai és taxonjai: Lo: <i>Peridinium</i> spp, <i>Peridiniopsis</i> spp.; N: <i>Staurastrum</i> spp., <i>Cosmarium</i> spp., X3: <i>Koliella</i> spp., <i>Chrysococcus</i> spp.; Y: <i>Cryptomonas</i> spp.; T: <i>Planctonema lauterbornii</i>, <i>Closterium aciculare</i>. A vízvirágzást előidézőni képes cianobaktériumok aránya &lt;20%. S1: <i>Planktothrix aghardii</i>, <i>Limnothrix redekei</i>; S2: <i>Spirulina</i> spp., <i>Raphidiopsis mediterranea</i>; SN: <i>Raphidiopsis raciborskii</i>; H1-H2: <i>Dolichospermum</i> (<i>Anabaena</i> spp.), <i>Aphanizomenon</i> spp.; M: <i>Microcystis</i>. A cianobaktériumok abszolút biomasszája &lt; 2mg/l. Kisebb, lokális vízvirágzások ritkán</p>				

	előfordulhatnak.				
7	<p>A tápanyagterhelésre érzékeny, nagy faktorsúllyal (7 és 9) jellemezhető taxonok aránya &gt;70%. Referenciális fajegyüttes funkcionális csoportjai és taxonjai: Lo: <i>Peridinium</i> spp, <i>Peridiniopsis</i> spp.; N: <i>Staurastrum</i> spp., <i>Cosmarium</i> spp., X3: <i>Koliella</i> spp., <i>Chrysococcus</i> spp.; Y: <i>Cryptomonas</i> spp.; T: <i>Planctonema lauterbornii</i>, <i>Closterium aciculare</i>.</p> <p>A vízvirágzást előidézni képes cianobaktériumok aránya &lt;20%. S1: <i>Planktothrix aghardii</i>, <i>Limnothrix redekei</i>; S2: <i>Spirulina</i> spp., <i>Raphidiopsis mediterranea</i>; SN: <i>Raphidiopsis raciborskii</i>; H1-H2: <i>Dolichospermum (Anabaena)</i> spp., <i>Aphanizomenon</i> spp.; M: <i>Microcystis</i>. A cianobaktériumok abszolút biomasszája &lt; 2mg/l. Kisebb, lokális vízvirágzások ritkán előfordulhatnak, de a tó teljes</p>		<p>A dombvidéki tározók általában völgyzárógátas tározók. Jellemzően nagyon mély, meredek parttal rendelkező, erős szélhatásnak kitett élőhelyek. Ennek következtében mind vízparti, mind hínár növény fajokban szegény. A fajok szálanként vagy kisebb csoportokban vannak jelen.</p>		

	víztömegét érintő vízvirágzások nem alakulnak ki.				
8	<p>A tápanyagterhelésre érzékeny, nagy faktorsúllyal (7 és 9) jellemezhető taxonok aránya &gt;70%. Referenciális fajegyüttes funkcionális csoportjai és taxonjai: Lo: <i>Peridinium spp</i>, <i>Peridiniopsis spp.</i>; N: <i>Staurastrum spp.</i>, <i>Cosmarium spp.</i>, X3: <i>Koliella spp.</i>, <i>Chrysococcus spp.</i>; Y: <i>Cryptomonas spp.</i>; T: <i>Planctonema lauterbornii</i>, <i>Closterium aciculare</i>. A vízvirágzást előidézni képes cianobaktériumok aránya &lt;20%. S1: <i>Planktothrix aghardii</i>, <i>Limnothrix redekei</i>; S2: <i>Spirulina spp.</i>, <i>Raphidiopsis mediterranea</i>; SN: <i>Raphidiopsis raciborskii</i>; H1-H2: <i>Dolichospermum (Anabaena spp.)</i>, <i>Aphanizomenon spp.</i>; M: <i>Microcystis</i>. A cianobaktériumok abszolút biomasszája &lt; 2mg/l. Kisebb, lokális vízvirágzások ritkán előfordulhatnak.</p>		<p>A sekély tavak változatos hidromorfológiával rendelkeznek, ennek megfelelően a hínár és mocsári növények zónája változatos arányban lehetnek egymással. Ide tartoznak az üde, állandó vízű mocsarak, a nyílt vízű hinaras és láposodó sekélytavak is. Jellemzően nem vagy ykevésbé árnyékolt, szél által kevésbé zavart, kevésbé turbid vízzel rendelkező élőhelyek. Ennek következtében magas biomassza termeléssel, magas fajszámmal és magas egyedszámmal jellemezhetőek.</p> <p>Jellemző fajok: <i>Phragmites australis</i>, <i>Typha spp.</i>, <i>Glyceria spp.</i>, <i>Nymphaea alba</i>, <i>Nuphar lutea</i>, <i>Nymphoides peltata</i>, <i>Potamogeton perfoliatus</i>, <i>P. gramineus</i>, <i>P. lucens</i>, <i>Callitriche spp.</i>, <i>Hippuris vulgaris</i>, <i>Hottonia palustris</i>, <i>Ranunculus rionii</i>, <i>R. aquatilis</i>, <i>R. trichophyllus</i></p>	<p>A referencia jellemezhető, melyben stabilan előfordulnak az alábbi fajok: Coleoptera: <i>Dytiscus marginalis</i>, <i>Hydrophilus piceus</i>, <i>Noterus clavicornis</i>. Gastropoda: <i>Bithynia tentaculata</i>, <i>Lymnea stagnalis</i>, <i>Planorbarius corneus</i>. Odonata: <i>Coenanagrion puella</i>, <i>Lestes viridis</i>, <i>Libellula depressa</i>. Minimális terhelés mellett is nagyszámban megfigyelhetőek a Heteroptera fajok, mint <i>Corixa punctata</i>, <i>Hydrometra stagnorum</i>, <i>Ilyocoris cimicoides</i>, <i>Ranatra linearis</i>. A fajdiverzitás értéke magas (Sannon-Wiener Diversity Index min. - 3,12). Érzékeny fajok jelenléte is kimutatható (BMWP – min. 82).</p>	





## 7. Összefoglaló táblázat: Interkalibrált víztest típusok

### 7.1. Vízfolyások

**1. táblázat.** A biológiai elemek és a folyóvíztest típusok tekintetében 2020-ig bezárólag interkalibrált módszertanok

Biológiai típus	Hidromorfologiai altípus	biológiai típus leírás	hal	makrozoobenton	makrofita	fitoplankton	fitobenton	EU víztest kód
1	1S	szilikátos	Igen	Igen	nem	NR	Igen	R-11
2	2S	meszes	Igen	Igen	nem	NR	Igen	R-11
2	2M	meszes	Igen	Igen	nem	NR	Igen	R-10
3	3S	meszes	Igen	Igen	Igen	NR	Igen	R-11
3	3M	meszes	Igen	Igen	Igen	NR	Igen	R-10
4	4L	meszes		Igen	NR	Igen	Igen	R-10
5	5S	meszes	Igen	Igen	Igen	NR	Igen	R-03
5	5M	meszes	Igen	Igen	Igen	NR	Igen	R-02
6	6S	meszes	Igen	Igen	Igen	NR	Igen	R-03
6	6M	meszes	Igen	Igen	Igen	NR	Igen	R-02
7	7L	meszes	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen	R-02
8	8N	meszes		Igen	NR	Igen	Igen	R-01
9	9F	meszes		Igen	NR	Igen	Igen	R-01
9	9K	meszes		Igen	NR	Igen	Igen	R-01
10	10A	meszes		Igen	NR	Igen	Igen	R-01

## 7.2.Állóvizek

**2. táblázat.** A biológiai elemek és az állóvíztest típusok tekintetében 2020-ig bezárólag interkalibrált módszertanok

<b>Biológiai típus</b>	<b>Biológiai típus leiras</b>	<b>Hal</b>	<b>Makrozoobenton</b>	<b>Makrofita</b>	<b>Fitoplankton</b>	<b>Fitobenton</b>	<b>EU víztest kód</b>
<b>1</b>	meszes		Igen	Igen	Igen	Igen	L-01
<b>2</b>	szikes						L-00
<b>3</b>	szikes						L-00
<b>4</b>	szikes						L-00
<b>5</b>	meszes		Igen	Igen	Igen	Igen	L-03
<b>6</b>	meszes		Igen	Igen	Igen	Igen	L-04
<b>7</b>	meszes			Igen	Igen	Igen	L-04
<b>8</b>	meszes		Igen	Igen	Igen	Igen	L-04

## 8. Összefoglaló táblázat: Az egyes víztesttípusokban használt biológiai metrikák

### 8.1. Vízfolyások

**1. táblázat.** Az egyes állóvíztest típusokban használandó metrikák az egyes élőlénycsoportokban.

Biológiai típus	Hidro-morfológiai altípus	Hal	Makrozoobenton	Fitoplankton	Fitobenton	Makrofita
<b>1</b>	1S	HMMFI_SMS	HMMI_m	HRPI_1	IPS_1	MRw
<b>2</b>	2S	HMMFI_HLS	HMMI_m	HRPI_1	IPSITI_1	MRw
<b>2</b>	2M	HMMFI_HLS	HMMI_m	HRPI_1	IPSITI_1	MRw
<b>3</b>	3S	HMMFI_HLS	HMMI_sc	HRPI_1	IPSITI_2	SRw
<b>3</b>	3M	HMMFI_HLS	HMMI_sc	HRPI_1	IPSITI_2	SRw
<b>4</b>	4L	HMMFI_HLR	HMMI_lc	HRPI_2	IPSITI_3	nem releváns
<b>5</b>	5S	HMMFI_HLS	HMMI_sc	HRPI_3	IPSITI_2	SRw
<b>5</b>	5M	HMMFI_HLS	HMMI_sc	HRPI_3	IPSITI_2	SRw
<b>6</b>	6S	HMMFI_LLS	HMMI_sl	HRPI_3	IPSITI_4	SRw
<b>6</b>	6M	HMMFI_LLS	HMMI_sl	HRPI_3	IPSITI_4	SRw
<b>7</b>	7L	HMMFI_LLR	HMMI_ll	HRPI_3	IPSITI_5	LRw
<b>8</b>	8N	HMMFI_LLR	HMMI_ll	HRPI_4	IPSITI_5	nem releváns
<b>9</b>	9F	HMMFI_Danube	HMMI_ll	HRPI_5	IPS_2	nem releváns
<b>9</b>	9K	HMMFI_Danube	HMMI_ll	HRPI_5	IPS_2	nem releváns
<b>10</b>	10A	HMMFI_Danube	HMMI_ll	HRPI_5	IPS_3	nem releváns

## 8.2. Állóvizek

**2. táblázat.** Az egyes folyóvíztest típusokban használandó metrikák az egyes élőlénycsoportokban.

Típus	Tengerszint feletti magasság	Geokémiai jelleg	Hal	Makrozoobenton	Fitoplankton	Fitobenton	Makrofita
1	síkvidéki	meszes	HMMFI_Balaton	HMMI_lake	HLPI_1	MIB	SL
2	síkvidéki	szikes	NR	NR	HLPI_2	MISL_1	SL
3	síkvidéki	szikes	NR	NR	HLPI_3	H	AP
4	síkvidéki	szikes	NR	NR	HLPI_4	MISL_2	AP
5	síkvidéki	szikes	NR	HMMI_lake	HLPI_5	MIL	SL
6	dombvidéki	meszes	NR	NR	HLPI_6	MIL	RES
7	dombvidéki	meszes	NR	NR	HLPI_6	MIL	RES
8	síkvidéki	meszes	NR	NR	HLPI_5	MIL	SL

# **Biológiai állapotértékelés módszertana: felszíni víztestek csoportosítása**



Készítette: Dr. Várbíró Gábor

**Ökológiai Kutatóközpont**

**2022.**

**Szerző:** Dr. Várbíró Gábor

**Szakmai közreműködők:**

**Fitoplankton:** Dr. Borics Gábor

**Fitobentosz:** Dr. Ács Éva

**Makrofiton:** Dr. Lukács Balázs

**Makroszkopikus vízi gerinctelen:** Dr. Boda Pál és Dr. Várbíró Gábor

**Halak:** Dr. Erős Tibor

Felelős kiadó: Ökológiai Kutatóközpont, Budapest, 2022

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 kiadvány 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.



## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	4
2. Módszer leírása .....	6
2.1. Terhelések kiválasztása .....	6
2.2. Csoportosítás .....	7
2.3. Grádiens elemzés .....	8
2.4. Modellézés.....	9
2.5. Modell validálása.....	9
3. A modellek bemutatása az egyes biológiai elemek szerint.....	10
3.1. Fitoplankton.....	10
3.2. Kovaalga.....	10
3.3. Makrofita .....	11
3.4. Makroszkópikus vízi gerinctelen.....	11
3.5. Hal .....	12
4. Melléklet : .....	13
4.1. A modellek eredményei víztestenként.....	13
4.2. Modellek paraméterei .....	22

## 1. Bevezetés

A víztestek jó ökológiai állapotának 2027-ig történő elérése az egyik fő cél, amelyet az Európai Víz Keretirányelv fogalmaz meg.

A felszíni vizek állapotértékelésének feltétele, hogy megfelelő minőségű és mennyiségű információval rendelkezünk a víztestek ökológiai állapotáról. Ezeket az információkat alapvetően két forrásból szerezhetjük be. Egyrészt mérések, állapotfelmérések segítségével, illetve modellezéssel.

Felszíni vizeink biológiai minősítése döntő részben mérések alapján történik a meglévő monitor hálózat adatainak felhasználásával. A jelenlegi felszíni vizes monitor hálózat megfelelő számú és elhelyezésű reprezentatív mintavételi pontból áll. Az állapotértékelés közvetlenül a mérési eredmények alapján elvégezhető, és a minősítés megbízhatósága kizárólag az eredmények minőségétől függ. Ugyanakkor a felszíni vizek optimális monitorozása megköveteli, hogy a mintavételi helyek számát és pontos helyét költség-hatékonysági szempontok szerint határozzuk meg. Az állapotértékelés szempontjából ez egy ún. csoportosítást jelent, ahol egy mért víztest mérési eredményei alapján minősíthetünk más víztesteket is a vízgyűjtő területen, vagy másik hasonló vízgyűjtő területen. A csoportosítás mindenkori alapja a víztestek és az azokat érő terhelések hasonlósága. Ez a csoportosítás lehetővé teszi a monitor hálózat kapacitásának optimális tervezését.

Az 1. táblázat adatai alapján elmondható, hogy a hazai monitor hálózat alapján vizeink lefedettsége kiváló, a legtöbb víztesttípus minden eleméről rendelkezünk biológiai értékeléssel.



**1. táblázat.** Víztesttípusok biológia monitor általi lefedettsége

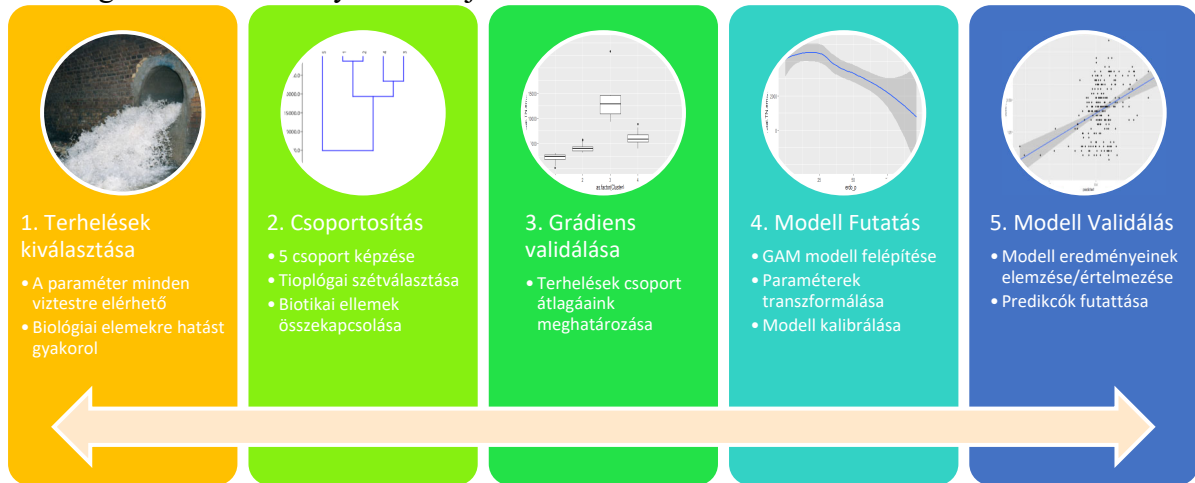
Típus	Összes víztest	Rendelkezésre álló monitoring eredmény (N>1)	%
1S Dombvidéki-hegyvidéki – nagy esésű – szilikátos – durva mederanyagú – kicsi vízgyűjtőjű	20	20	100%
2M Dombvidéki-hegyvidéki – nagy esésű – meszes – durva mederanyagú – közepes vízgyűjtőjű	6	6	100%
2S Dombvidéki-hegyvidéki – nagy esésű – meszes – durva mederanyagú – kicsi vízgyűjtőjű	25	25	100%
3M Dombvidéki – közepes esésű – meszes – durva és közepes-finom mederanyagú – közepes vízgyűjtőjű	83	82	99%
3S Dombvidéki – közepes esésű – meszes – durva és közepes-finom mederanyagú – kicsi vízgyűjtőjű	274	253	92%
4L Dombvidéki – közepes esésű – meszes – durva mederanyagú – nagy és nagyon nagy vízgyűjtőjű	19	19	100%
5M Síkvidéki – kis esésű – meszes – durva mederanyagú – közepes vízgyűjtőjű	16	16	100%
5S Síkvidéki – kis esésű – meszes – durva mederanyagú – kicsi vízgyűjtőjű	7	7	100%
6M Síkvidéki – kis esésű – meszes – közepes-finom mederanyagú – közepes vízgyűjtőjű	203	195	96%
6S Síkvidéki – kis esésű – meszes – közepes-finom mederanyagú – kicsi vízgyűjtőjű	171	154	90%
7L Síkvidéki – kis esésű – meszes – közepes-finom mederanyagú – nagy vízgyűjtőjű	34	34	100%
8N Síkvidéki – kis esésű – meszes – közepes-finom mederanyagú – nagyon nagy vízgyűjtőjű	17	17	100%
9F Síkvidéki – közepes esésű – meszes – durva mederanyagú – Duna méretű	4	4	100%
9K Síkvidéki – kis esésű – meszes – durva mederanyagú – Duna méretű	5	5	100%
10A Síkvidéki – kis esésű – meszes – közepes-finom mederanyagú – Duna méretű	1	1	100%

A víztestekben gazdag csoportokban fordul elő, hogy nincs biológiai információ az adott víztestről. Ezek a típusok a 3S, 3M, 6S, 6M hidromorfológiai típusok. Ezek két biológiai típusba tartoznak (3, ill. 6) a dombvidéki és síkvidéki kis és közepes vízfolyásokéba.

A csoportosítás módszerét ezért ezekre a típusokra határoztuk meg.

## 2. Módszer leírása

A biológia modellezés folyamatábrája.



### 2.1. Terhelések kiválasztása

Az ICPDR (International Committee for the Protection of the Danube River –Nemzetközi Dunavédelmi Bizottság) módszertanát követve a Moneris modellt és a tájhasználati változókat (Corine rétegek) felhasználásával választottuk ki a biológiai modellünk terhelési adatait. A MONERIS egy tápanyag emissziós modell, melyet a németországi Leibniz Intézetben fejlesztettek a tápanyag emissziós források és útvonalak azonosítására, a folyórendszerek tápanyag visszatartására, valamint a menedzsment lehetőségek elemzésére. A módszer egy félstatikus emisszió modell, a vízfolyásokat érő tápanyagok pontszerű és diffúz terhelésének becslésére. A pontszerű terhelések a szennyvíztisztítókból és ipari telephelyekről közvetlenül a felszíni vízbe kerülnek, azonban a diffúz terhelések számos különböző transzportfolyamat után érik el a felszíni vizeket (pl. erózió, talajcsövezett mezőgazdasági területek, légköri kiülepedés). A kiválasztás azon az elven alapult, hogy az elemzés az összes vízgyűjtőre homogén formában elérhető legyen, azaz minden víztestre tudjunk prediktálni. A rendelkezésre álló adatbázisok alapján a Corine és a Moneris alapadatok álltak teljes körűen rendelkezésre. További szempont volt, hogy az esetleges javító beavatkozások, jövőbeli hatáselemzését is támogathassuk. Ha a biológiai modellünk jól működik, akkor a terhelések csökkentéséből következtethetünk a javulások mértékére, és meghatározhatjuk azokat a beavatkozásokat, amelyek az élőlények szempontjából a legnagyobb mértékben járulnak hozzá a jó ökológia állapot eléréséhez. A MONERIS modellek esetén a 2009-2012 időszakra optimalizált modell eredményeit

használtuk. CORINE esetén a 2012-es rétegeket használtuk fel. Az általunk kiválasztott paramétereket a 2. táblázat tartalmazza.

## 2. táblázat. Modell paraméterek

Változó	Leírás	Forrás
<b>N.emissions.from.point.sources</b>	Pontforrások Nitrogén emissziója	MONERIS
<b>Total.TN.emissions</b>	Összes Nitrogén emisszió	MONERIS
<b>P.emissions.from.point.sources</b>	Pontforrások Foszfor emissziója	MONERIS
<b>Total.TP.emissions</b>	Összes Foszfor emisszió	MONERIS
<b>urban</b>	Ipari, városi területhasználat % a vízgyűjtőn	CORINE
<b>int_agr</b>	Intenzív mezőgazdaság területhasználat % a vízgyűjtőn	CORINE
<b>nonint_agr</b>	Nem intenzív mezőgazdaság területhasználat % a vízgyűjtőn	CORINE
<b>natural</b>	Természetes területek % a vízgyűjtőn	CORINE
<b>erdo_p</b>	Erdős területek % a vízgyűjtőn	CORINE
<b>landused_index</b>	Területhasználati index (Boehmer et al., 2004): 4 x városi + 2 x intenzív mezőgazdasági + nem intenzív mezőgazdasági területhasználat	CORINE

## 2.2. Csoportosítás

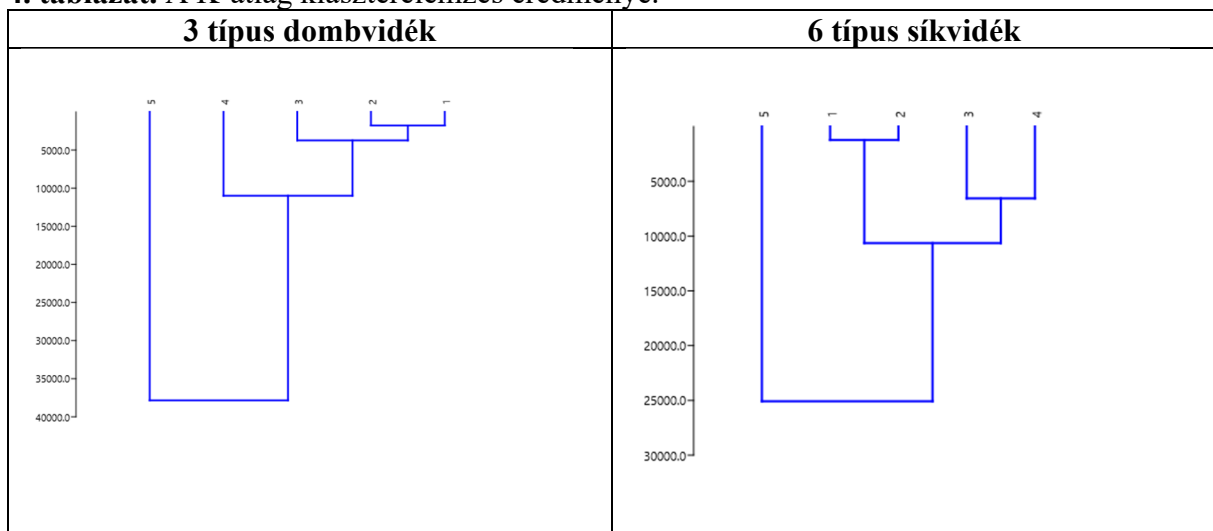
Az azonos típusba tartozó víztestek esetén a kiválasztott modell paramétereinek segítségével K-átlag klaszterelemzés módszerrel öt klasztert képeztünk. Az egyes klaszterek jellemző paraméterátlagait a 3. táblázatban foglaltuk össze. Az egyes klaszterekre jellemző, hogy a bennük található víztestek azonos terheléskategóriába tartoznak.

## 3. táblázat. A csoportosítás során kapott klaszterek jellemző paraméterátlagai

Klaszter (csoport)	3 típus dombvidék		6 típus síkvidék	
	A klaszterbe tartozó víztestek száma	Javasolt víztestek száma	A klaszterbe tartozó víztestek száma	Javasolt víztestek száma
1	145	34	127	54
2	178	34	193	54
3	24	24	41	41
4	7	7	11	11
5	3	3	2	2

**A monitorozás tervezése szempontjából javasolható, hogy az egyes kategóriákba tartozó vizek esetén legalább a terhelt vizek (3-4-5) kategóriájának megfelelő számú víztest monitorozása megtörténjen a következő VGT ciklusban.**

4. táblázat. A K-átlag klaszterelemzés eredménye.



### 2.3. Grádiens elemzés

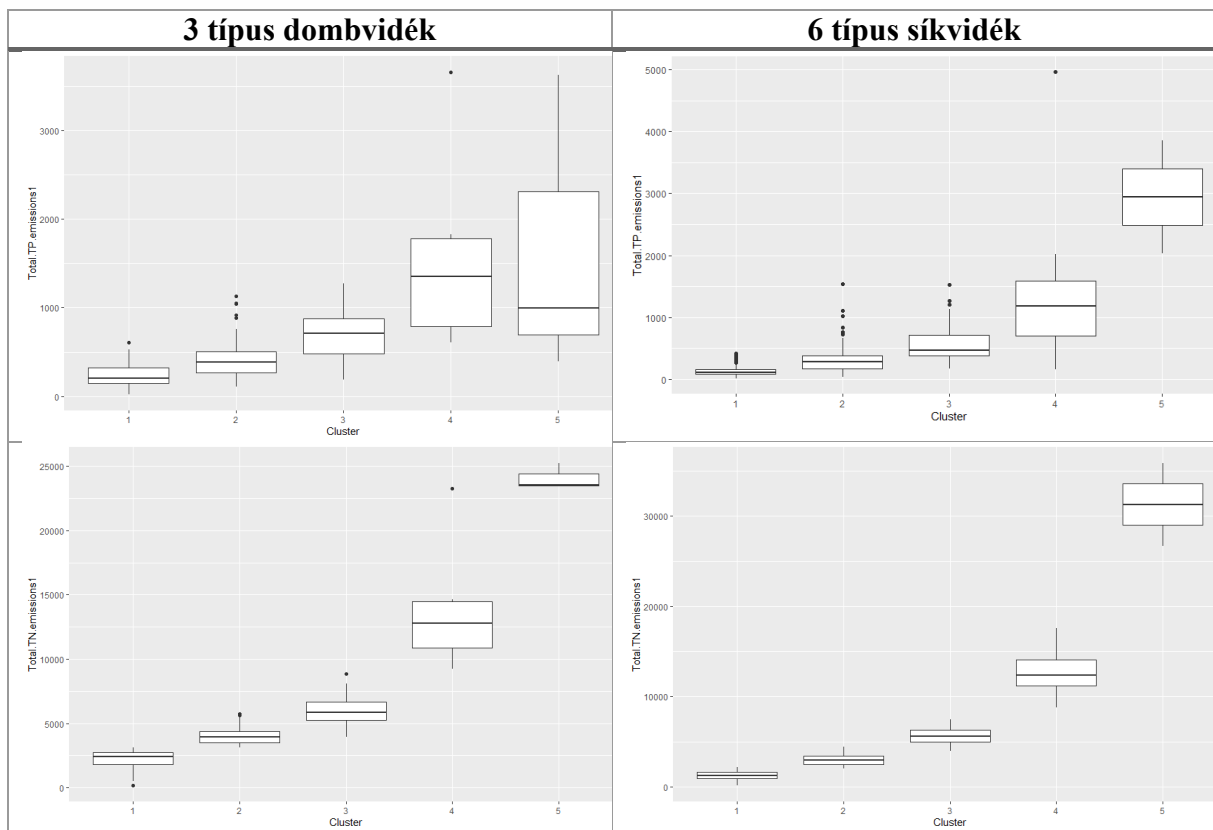
Az egyes klaszter-csoportokba tartozó víztesteket meghatároztuk, majd a paraméterátlagok alapján gradiens elemzést végeztünk. Ezzel validáltuk az egyes csoportokba tartozó víztestek azonos terhelési értékeit, azaz a csoportképzés eredményességét.

4. táblázat. Az egyes klaszter csoportokhoz tartozó terhelési értékek a 3-as dombvidéki típusban.

3 típus dombvidék										
Clu- ster	Total TN emission s	N- emissions from point sources	P- emissions from point sources	Total TP emission s	urba n	int_agr	nonint_ agr	natu ral	landu sed_in dex	erd o_p
1	2237.9	112.523	14.4	240	4.54	38.9	10.4	46.2	106	45.8
2	3968.4	157.572	19.2	408	5.73	57.1	7.77	29.4	145	28.6
3	6054	2210.46	275	696	12	50.9	8.95	28.2	159	27.3
4	13717	7340.48	937	1536	20.2	57.6	8.3	13.9	204	13.6
5	24092	20721	1342	1671	10.8	41.9	9.27	37.9	137	37.9

5. táblázat. Az egyes klaszter csoportokhoz tartozó terhelési értékek a 6-as síkvidéki típusban.

6 típus síkvidék										
Clu- ster	Total TN emissions	N- emissions from point sources	P-emissions from point sources	Total TP emissions	urban	int_agr	nonint_ agr	natu ral	landu sed_in dex	erd o_p
1	2237.9422	112.52	14.3897	240	4.54	38.9	10.4	46.2	106	45.8
2	3968.3606	157.57	19.1594	408	5.73	57.1	7.77	29.4	145	28.6
3	6054.0432	2210.5	274.501	696	12	50.9	8.95	28.2	159	27.3
4	13717.402	7340.5	937.31	1536	20.2	57.6	8.3	13.9	204	13.6
5	24091.838	20721	1342.32	1671	10.8	41.9	9.27	37.9	137	37.9



## 2.4. Modellezés

A modellezés során többváltozós GAM statisztikai eljárást alkalmaztunk. A modell kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy a modell képes legyen kezelni a nem-lineáris kapcsolatokat, azaz az egyes változók között nem feltételeztünk lineáris összefüggést. Ez az eljárás jobb predikciós erővel rendelkezik, mint a lineáris többváltozós egyenletrendszerek. Minden esetben a biotikai elem EQR értékét modelleztük. A modellek futtatása az alábbi séma szerint történt:

```

MODELL = GAM(DATA=FILTER(DATA, HIMO_TÍPUS=="3"), EQR~ S(TOTAL.TN.EMISSIONS)
+s(N.EMISSIONS.FROM.POINT.SOURCES)+S(TOTAL.TP.EMISSIONS)+
S(P.EMISSIONS.FROM.POINT.SOURCES)+ S(URBAN)+ S(INT_AGR)+ S(NONINT_AGR)+
S(ERDO_P),METHOD = "REML")

```

## 2.5. Modell validálása

A futtatott modellek Pearson korrelációs együtthatóval jellemezhetők, melyeket az alábbi táblázat tartalmaz:

	A modell korrelációs együtthatója				
	FP	PB	MZ	MF	Hal
3 típus dombvidék	0.49	0.38	0.52	0.43	0.58
6 típus síkvidék	0.69	0.36	0.43	0.43	0.33

Összefoglalva elmondható, hogy a modellek megfelelő predikciós erővel rendelkeznek, ugyanakkor alkalmazásuk csak az adathiányos víztestek esetén került felhasználásra. Ebben az esetben a modellek által prediktált EQR eredmények alapján számított minősítés értékeinek átlaga került meghatározásra, és ez adta a víztest biológiai minősítésének értékét. A fitoplankton alapú modell bár kidolgozásra került, de mivel ez az élőlénycsoport nem tekinthető relevánsnak ezekben a hidromorfológiai típusokban ezért nem kerültek felhasználásra a biológia állapot megállapításakor.

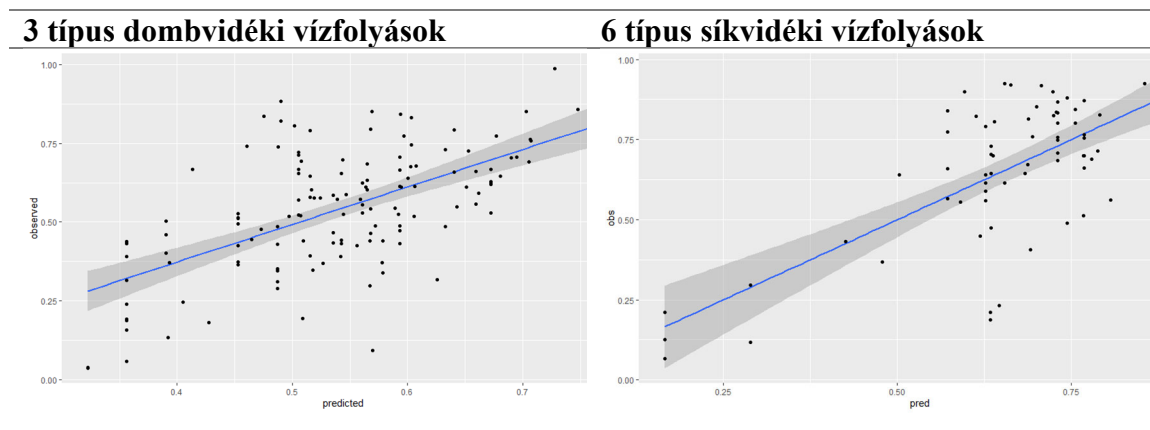
### 3. A modellek bemutatása az egyes biológiai elemek szerint

#### 3.1. Fitoplankton

Fitoplankton biológiai metrika estén a modellhez felhasznált minták elemszáma, a 6-os biológiai típusban: 62, a 3-as biológiai típusban: 136.

A modell korrelációs együtthatója (R):

Típus	R(Pearson)
3 típus dombvidék (3S,3M)	0,49
6 típus síkvidék (6S,6M)	0,69



Az alkalmazott modell koefficienseit és azok szignifikancia szintjét az alábbi táblázat tartalmazza:

#### 3.2. Kovaalga

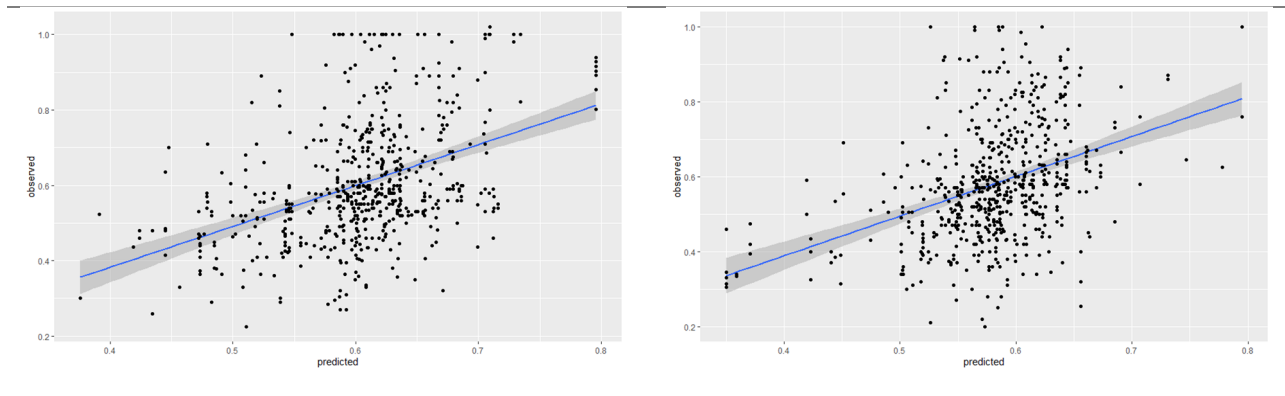
Kovaalga biológiai metrika estén a modellhez felhasznált minták elemszáma, a 6-os biológiai típusban: 603, a 3-as biológiai típusban: 591.

8. táblázat. A modell korrelációs együtthatója (R):

Típus	R(Pearson)
3 típus dombvidék (3S,3M)	0,38
6 típus síkvidék (6S,6M)	0,36

3 típus dombvidéki vízfolyások

6 típus síkvidéki vízfolyások

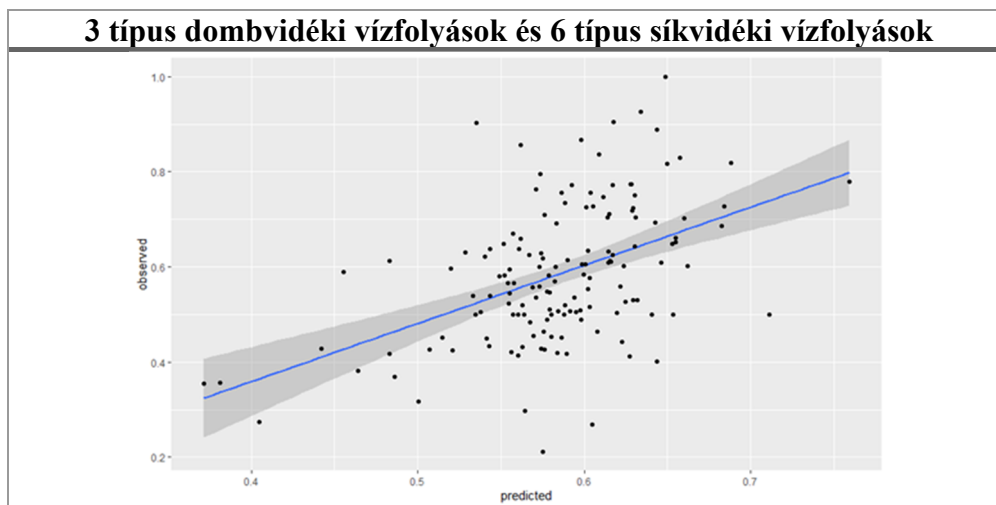


### 3.3. Makrofita

Makrofita biológiai metrika estén a modellhez felhasznált minták elemszáma, a 6-os biológiai és a 3-as biológiai típusban: 591. A két hidromorfológiai típus makrofita esetében azonos biológiai típusba tartozik, így egy modell került lefuttatásra.

A modell korrelációs együtthatója (R):

Típus	R(Pearson)
3 típus dombvidék (3S,3M), 6 típus síkvidék (6S,6M)	0,42

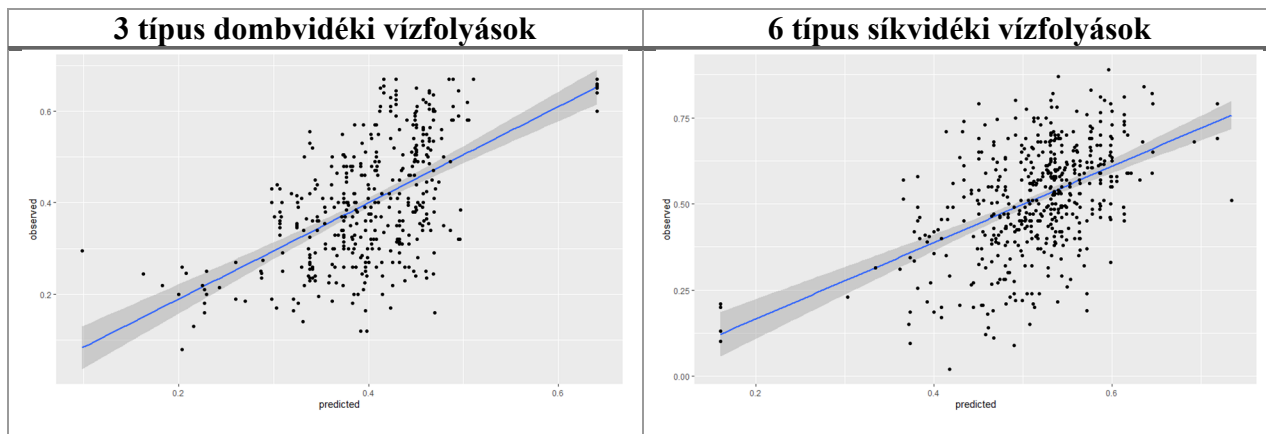


### 3.4. Makroszkópikus vízi gerinctelen

Makrozoobenton biológiai metrika estén a modellhez felhasznált minták elemszáma, a 6-os biológiai típusban :491 , a 3-as biológiai típusban : 411.

A modell korrelációs együtthatója (R):

Típus	R(Pearson)
3 típus dombvidék (3S,3M)	0,52
6 típus síkvidék (6S,6M)	0,42

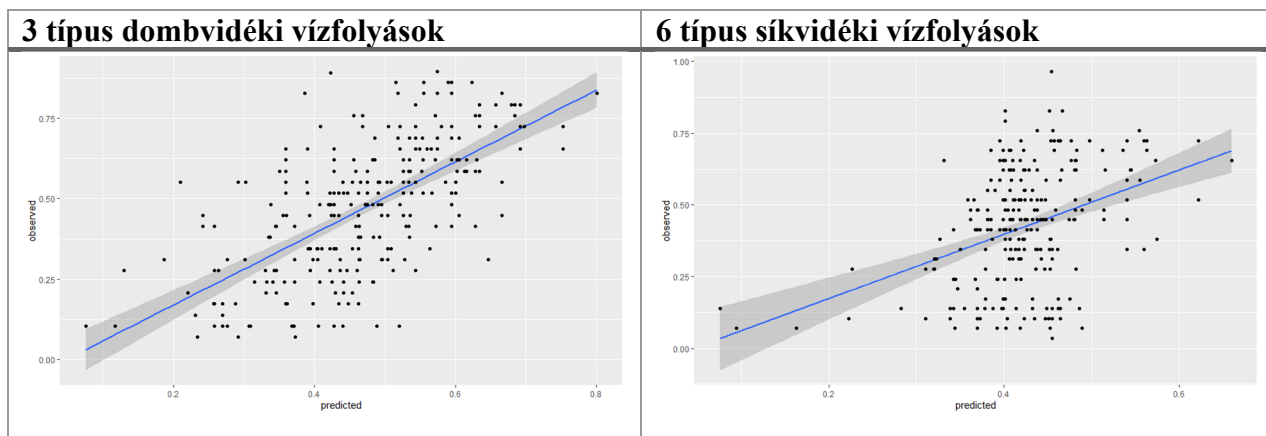


### 3.5. Hal

Halak biológiai metrika estén a modellhez felhasznált minták elemszáma, a 6-os biológiai típusban : 256, a 3-as biológiai típusban : 284.

A modell korrelációs együtthatója (R):

Típus	R(Pearson)
3 típus dombvidék (3S,3M)	0,58
6 típus síkvidék (6S,6M)	0,33





#### 4. Melléklet :

##### 4.1. A modellek eredményei víztestenként

VIZTES T_VOR	tip_bi ol	MF	HA L	MZ	PB
AOC825	3	0.63	0.08	0.29	0.49
AEQ096	6	0.58	0.42	0.61	0.61
AEP283	3	0.69	0.47	0.35	0.58
AEQ001	3	0.66	0.67	0.65	0.75
AEP714	6	0.56	0.40	0.55	0.62
AEP378	6	0.51	0.37	0.51	0.54
AEP691	6	0.71	0.63	0.19	0.74
AEQ022	6	0.68	0.36	0.69	0.62
AOC805	6	0.62	0.42	0.50	0.59
AEP823	6	0.70	0.46	0.00	0.65
AEP372	3	0.59	0.50	0.38	0.52
AEP563	6	0.59	0.40	0.50	0.63
AEP964	6	0.52	0.46	0.52	0.62
AEQ085	3	0.58	0.49	0.33	0.53
AOC878	3	0.57	0.39	0.41	0.65
AEP922	6	0.57	0.33	0.51	0.59
AOC806	6	0.65	0.40	0.31	0.57
AEP376	3	0.60	0.53	0.45	0.60
AEP375	6	0.54	0.40	0.60	0.62
AOC804	6	0.58	0.38	0.32	0.59
AOC864	6	0.57	0.36	0.31	0.58
AEP273	6	0.65	0.45	0.62	0.61
AOC822	6	0.70	0.28	0.29	0.60
AEP272	3	0.63	0.43	0.39	0.58
AEP587	6	0.64	0.32	0.69	0.68
AEP611	3	0.58	0.55	0.54	0.71
AOC855	3	0.62	0.51	0.41	0.55
AEP680	3	0.67	0.39	0.32	0.64
AEP487	6	0.62	0.44	0.23	0.65
AEP609	6	0.67	0.69	0.61	0.70
AOC824	3	0.59	0.25	0.32	0.56
AEP591	6	0.70	0.37	0.60	0.59
AEP662	6	0.56	0.38	0.00	0.54
AEP612	3	0.54	0.54	0.15	0.18
AEP980	6	0.54	0.39	0.60	0.61
AEP917	6	0.45	0.00	0.00	0.62
AEP753	6	0.55	0.36	0.58	0.61
AEP983	6	0.56	0.34	0.25	0.60
AEP910	3	0.57	0.43	0.29	0.55

AEP965	6	0.66	0.44	0.43	0.60
AEP658	6	0.59	0.43	0.75	0.61
AEP640	3	0.50	0.68	0.41	0.58
AEP856	6	0.67	0.56	0.02	0.60
AEP634	6	0.67	0.36	0.60	0.58
AEP505	6	0.66	0.19	0.00	0.73
AEP657	3	0.73	0.81	0.29	0.52
AEP762	6	0.63	0.42	0.40	0.61
AIY430	6	0.61	0.39	0.54	0.58
AEP371	3	0.55	0.34	0.38	0.63
AEP682	6	0.66	0.45	0.77	0.59
AEP385	3	0.63	0.35	0.35	0.67
AOH628	6	0.63	0.46	0.36	0.55
AEP973	6	0.59	0.40	0.46	0.58
AEP351	6	0.54	0.47	0.47	0.57
AOH649	3	0.61	0.20	0.35	0.53
AEP713	6	0.63	0.60	0.62	0.65
AEP796	3	0.53	0.58	0.30	0.64
AEP644	3	0.48	0.42	0.37	0.53
AEP477	3	0.57	0.55	0.41	0.57
AEP476	3	0.50	0.40	0.27	0.54
AEP578	3	0.57	0.38	0.28	0.55
AEQ137	3	0.60	0.52	0.40	0.62
AEP359	3	0.65	0.73	0.54	0.68
AOH644	3	0.60	0.49	0.29	0.44
AOC868	3	0.65	0.37	0.32	0.76
AEP521	3	0.61	0.36	0.34	0.59
AEP602	3	0.65	0.25	0.40	0.31
AOH645	3	0.55	0.36	0.27	0.54
AEP825	3		1.00	0.40	1.00
AEQ027	3	0.61	0.36	0.35	0.51
AEP269	3	0.61	0.31	0.35	0.54
AEP584	3	0.66	0.71	0.48	0.65
AEP684	3	0.56	0.51	0.38	0.61
AEP321	3	0.55	0.34	0.30	0.57
AEP440	6	0.25	0.04	0.00	0.49
AEP502	3	0.58	0.48	0.25	0.56
AEP504	3	0.63	0.49	0.22	0.42
AOC845	6	0.16	0.23	0.67	0.46
AOC776	3	0.61	0.23	0.32	0.67
AEP454	3	0.70	0.43	0.44	0.64
AEP312	3	0.78	0.41	0.22	0.38
AOH632	3	0.64	0.31	0.33	0.59
AEP642	6	0.71	0.45	0.21	0.61
AEP808	3	0.69	0.60	0.50	0.64

<b>AOH637</b>	6	0.97	0.35	0.59	0.53
<b>AEP442</b>	6	0.66	0.36	0.45	0.63
<b>AOC777</b>	6	0.55	0.47	0.47	0.60
<b>AOH638</b>	3	0.64	0.40	0.29	0.67
<b>AEP654</b>	3	0.56	0.60	0.44	0.53
<b>AEQ037</b>	3	0.58	0.63	0.27	0.56
<b>AOH627</b>	3	0.62	0.27	0.26	0.45
<b>AEP797</b>	3	0.57	0.56	0.38	0.38
<b>AEP425</b>	3	0.57	0.73	0.48	0.67
<b>AOC826</b>	3	0.54	0.47	0.23	0.49
<b>AEP458</b>	6	0.56	0.34	0.37	0.57
<b>AEP999</b>	3	0.25	0.45	0.19	0.30
<b>AOH653</b>	3	0.55	0.66	0.46	0.60
<b>AEP326</b>	6	0.64	0.36	0.54	0.59
<b>AEP419</b>	3	0.61	0.59	0.33	0.65
<b>AEP426</b>	3	0.56	0.75	0.43	0.61
<b>AEP765</b>	3	0.56	0.45	0.39	0.56
<b>AEP481</b>	3	0.62	0.50	0.36	0.68
<b>AEQ012</b>	3	0.56	0.26	0.08	0.50
<b>AEQ130</b>	6	0.55	0.38	0.54	0.58
<b>AEP420</b>	3	0.55	0.58	0.35	0.58
<b>AEQ135</b>	6	0.62	0.45	0.53	0.66
<b>AEP530</b>	6	0.78	0.18	0.00	0.59
<b>AEP664</b>	3	0.66	0.39	0.30	0.54
<b>AEP764</b>	3	0.60	0.41	0.28	0.54
<b>AEP405</b>	6	0.66	0.37	0.53	0.61
<b>AEQ112</b>	6	0.54	0.30	0.16	0.49
<b>AEQ113</b>	6	0.63	0.36	0.54	0.60
<b>AEQ110</b>	6	0.58	0.46	0.34	0.58
<b>AEP291</b>	6	0.53	0.49	0.52	0.59
<b>AOC786</b>	6	0.51	0.44	0.85	0.59
<b>AEP787</b>	6	0.61	0.43	0.81	0.61
<b>AEP607</b>	6	0.46	0.39	0.00	0.53
<b>AEQ129</b>	6	0.63	0.41	0.56	0.60
<b>AEP398</b>	6	0.59	0.26	0.52	0.58
<b>AEP635</b>	6	0.64	0.42	0.51	0.59
<b>AEP943</b>	6	0.58	0.37	0.43	0.58
<b>AEP690</b>	6	0.63	0.41	0.41	0.57
<b>AEP669</b>	6	0.59	0.42	0.59	0.55
<b>AEP732</b>	6	0.58	0.48	0.53	0.59
<b>AEP605</b>	6	0.63	0.46	0.55	0.62
<b>AEQ087</b>	6	0.62	0.41	0.24	0.59
<b>AEP497</b>	6	0.61	0.36	0.53	0.57
<b>AEP490</b>	6	0.70	0.38	0.57	0.62
<b>AOC787</b>	6	0.65	0.37	0.42	0.61

<b>AEP944</b>	6	0.65	0.42	0.42	0.57
<b>AEQ132</b>	6	0.71	0.70	0.49	0.69
<b>AEP945</b>	6	0.61	0.37	0.45	0.56
<b>AEP606</b>	6	0.61	0.34	0.69	0.58
<b>AEQ133</b>	6	0.54	0.46	0.51	0.60
<b>AEQ128</b>	6	0.66	0.54	0.53	0.63
<b>AEQ134</b>	6	0.51	0.40	0.45	0.56
<b>AEP915</b>	6	0.60	0.33	0.51	0.58
<b>AEQ131</b>	6	0.58	0.47	0.63	0.59
<b>AEP670</b>	6	0.01	0.08	0.00	0.36
<b>AEQ045</b>	6	0.60	0.41	0.63	0.59
<b>AEQ114</b>	6	0.56	0.30	0.15	0.56
<b>AEP292</b>	6	0.45	0.21	0.22	0.49
<b>AEQ094</b>	3	0.54	0.43	0.32	0.59
<b>AEP947</b>	6	0.63	0.40	0.50	0.57
<b>AOC812</b>	3	0.63	0.34	0.49	0.65
<b>AEP423</b>	6	0.30	0.31	0.00	0.50
<b>AEP987</b>	6	0.65	0.31	0.47	0.53
<b>AEP451</b>	6	0.55	0.45	0.65	0.54
<b>AOC788</b>	3	0.67	0.37	0.29	0.51
<b>AOC818</b>	3	0.62	0.58	0.52	0.65
<b>AEP955</b>	3	0.67	0.38	0.36	0.67
<b>AEP832</b>	6	0.60	0.35	0.59	0.59
<b>AEP413</b>	6	0.72	0.46	0.40	0.63
<b>AEP260</b>	6	0.55	0.47	0.51	0.64
<b>AEP740</b>	6	0.64	0.39	0.47	0.54
<b>AEP648</b>	3	0.66	0.60	0.53	0.62
<b>AEP968</b>	6	0.35	0.18	0.20	0.54
<b>AEP354</b>	3	0.61	0.74	0.52	0.60
<b>AEP948</b>	3	0.59	0.42	0.46	0.65
<b>AEQ107</b>	3	0.79	0.65	0.47	0.72
<b>AOC817</b>	6	0.50	0.36	0.42	0.57
<b>AOC790</b>	3	0.60	0.30	0.39	0.60
<b>AEP452</b>	3	0.66	0.58	0.54	0.66
<b>AEP672</b>	3	0.60	0.53	0.42	0.59
<b>AEP368</b>	3	0.62	0.50	0.28	0.45
<b>AEP330</b>	3	0.63	0.56	0.46	0.68
<b>AEQ075</b>	3	0.62	0.37	0.12	0.39
<b>AEP367</b>	3	0.76	0.33	0.31	0.57
<b>AOC789</b>	3	0.61	0.29	0.33	0.50
<b>AIP859</b>	6	0.68	0.41	0.16	0.60
<b>AOC759</b>	3	0.59	0.11	0.26	0.48
<b>AOH640</b>	3	0.52	0.43	0.33	0.64
<b>AEP763</b>	3	0.64	0.28	0.37	0.56
<b>AEQ092</b>	6	0.52	0.38	0.29	0.54

<b>AEP331</b>	6	0.58	0.39	0.34	0.56
<b>AEP689</b>	3	0.61	0.36	0.33	0.58
<b>AEP813</b>	3	0.52	0.43	0.35	0.66
<b>AEP455</b>	3	0.56	0.67	0.48	0.60
<b>AEP994</b>	3	0.48	0.25	0.34	0.51
<b>AEP807</b>	3	0.66	0.36	0.43	0.47
<b>AEP879</b>	3	0.58	0.40	0.38	0.60
<b>AOH652</b>	3	0.43	0.00	0.00	0.54
<b>AOC844</b>	3	0.63	0.46	0.38	0.61
<b>AEP499</b>	3	0.60	0.74	0.52	0.66
<b>AOC828</b>	3	0.60	0.15	0.28	0.63
<b>AOC772</b>	3	0.62	0.31	0.38	0.58
<b>AEP585</b>	3	0.63	0.32	0.36	0.66
<b>AEP665</b>	6	0.67	0.63	0.61	0.73
<b>AEQ097</b>	3	0.61	0.08	0.31	0.52
<b>AEP819</b>	6	0.67	0.45	0.11	0.55
<b>AEP929</b>	3	0.51	0.26	0.29	0.59
<b>AOC775</b>	3	0.62	0.61	0.50	0.65
<b>AEP995</b>	3	0.57	0.31	0.32	0.56
<b>AEP863</b>	3	0.62	0.49	0.36	0.58
<b>AEP603</b>	6	0.52	0.43	0.45	0.59
<b>AOC843</b>	3	0.57	0.42	0.40	0.60
<b>AOC774</b>	3	0.60	0.38	0.44	0.60
<b>AEQ104</b>	3	0.55	0.30	0.34	0.68
<b>AEP666</b>	3	0.57	0.61	0.44	0.68
<b>AEP833</b>	3	0.60	0.39	0.36	0.57
<b>AEP355</b>	3	0.59	0.47	0.32	0.65
<b>AEP958</b>	6	0.67	0.43	0.37	0.50
<b>AEP757</b>	3	0.62	0.45	0.49	0.65
<b>AEP550</b>	3	0.51	0.35	0.35	0.64
<b>AOH651</b>	3	0.64	0.62	0.50	0.68
<b>AEP703</b>	6	0.71	0.47	0.00	0.58
<b>AEP369</b>	6	0.62	0.38	0.33	0.59
<b>AEQ108</b>	3	0.32	0.01	0.20	0.33
<b>AIQ774</b>	3	0.75	0.37	0.51	0.69
<b>AEP758</b>	6	0.71	0.60	0.83	0.83
<b>AEP415</b>	3	0.57	0.35	0.32	0.65
<b>AEP332</b>	3	0.66	0.54	0.51	0.70
<b>AEP868</b>	6	0.57	0.38	0.79	0.58
<b>AEP429</b>	3	0.55	0.37	0.31	0.50
<b>AEQ081</b>	3	0.54	0.26	0.35	0.68
<b>AEQ093</b>	6	0.61	0.42	0.37	0.63
<b>AEP513</b>	6	0.56	0.37	0.74	0.56
<b>AEP447</b>	6	0.61	0.46	0.62	0.63
<b>AEP996</b>	3	0.70	0.25	0.25	0.57

<b>AOC763</b>	3	0.60	0.33	0.30	0.59
<b>AEP979</b>	3	0.56	0.12	0.27	0.54
<b>AEQ122</b>	3	0.61	0.24	0.26	0.44
<b>AEP839</b>	3	0.69	0.50	0.45	0.65
<b>AEP258</b>	3	0.54	0.49	0.27	0.56
<b>AEP861</b>	3	0.57	0.55	0.37	0.59
<b>AOC813</b>	3	0.66	0.39	0.45	0.63
<b>AOC819</b>	6	0.59	0.53	0.00	0.62
<b>AEP615</b>	3	0.56	0.23	0.30	0.64
<b>AEP673</b>	3	0.56	0.82	0.47	0.64
<b>AEQ032</b>	6	0.66	0.50	0.53	0.78
<b>AEP430</b>	3	0.59	0.38	0.33	0.62
<b>AEP724</b>	3	0.63	0.32	0.35	0.66
<b>AEP514</b>	3	0.60	0.58	0.52	0.67
<b>AEQ125</b>	6	0.44	0.28	0.57	0.51
<b>AEP382</b>	6	0.51	0.43	0.44	0.66
<b>AOC876</b>	3	0.62	0.62	0.51	0.64
<b>AEP391</b>	6	0.58	0.50	0.43	0.62
<b>AEP463</b>	3	0.59	0.30	0.38	0.59
<b>AOC760</b>	3	0.68	0.01	0.18	0.32
<b>AOC820</b>	6	0.51	0.56	0.55	0.66
<b>AEP347</b>	3	0.65	0.21	0.25	0.36
<b>AEP300</b>	3	0.52	0.47	0.32	0.65
<b>AEP474</b>	6	0.64	0.43	0.65	0.58
<b>AEP991</b>	3	0.59	0.37	0.40	0.62
<b>AOH654</b>	3	0.69	0.57	0.29	0.70
<b>AOC851</b>	6	0.63	0.47	0.42	0.57
<b>AOC865</b>	3	0.60	0.44	0.47	0.67
<b>AOC791</b>	3	0.53	0.38	0.45	0.65
<b>AEP571</b>	3	0.57	0.29	0.40	0.61
<b>AOC870</b>	3	0.68	0.33	0.38	0.73
<b>AOC808</b>	6	0.57	0.42	0.72	0.59
<b>AOC875</b>	3	0.57	0.22	0.32	0.68
<b>AOC807</b>	6	0.58	0.45	0.76	0.63
<b>AEP314</b>	3	0.73	0.26	0.30	0.41
<b>AOC781</b>	3	0.54	0.44	0.38	0.62
<b>AEQ150</b>	3	0.57	0.45	0.39	0.52
<b>AEP708</b>	3	0.68	0.41	0.45	0.68
<b>AOC780</b>	3	0.57	0.38	0.35	0.63
<b>AOC797</b>	3	0.62	0.46	0.42	0.61
<b>AEP427</b>	3	0.56	0.35	0.35	0.58
<b>AEP716</b>	6	0.60	0.65	0.45	0.59
<b>AEQ098</b>	3	0.58	0.31	0.38	0.65
<b>AEP889</b>	6	0.44	0.51	0.00	0.71
<b>AOC872</b>	3	0.59	0.47	0.53	0.66

<b>AEP308</b>	3	0.57	0.36	0.38	0.64
<b>AOC764</b>	6	0.30	0.38	0.28	0.52
<b>AEQ121</b>	6	0.62	0.38	0.48	0.58
<b>AOC881</b>	6	0.61	0.37	0.67	0.64
<b>AEQ051</b>	6	0.62	0.40	0.56	0.59
<b>AOC761</b>	3	0.57	0.36	0.44	0.57
<b>AEQ052</b>	6	0.52	0.37	0.36	0.64
<b>AEP327</b>	3	0.57	0.40	0.37	0.63
<b>AOC827</b>	3	0.57	0.24	0.38	0.69
<b>AEP782</b>	6	0.58	0.39	0.52	0.58
<b>AEP935</b>	3	0.65	0.38	0.48	0.63
<b>AEP361</b>	6	0.59	0.41	0.66	0.61
<b>AEP274</b>	3	0.53	0.31	0.32	0.63
<b>AEQ151</b>	3	0.52	0.64	0.57	0.64
<b>AEP694</b>	6	0.63	0.34	0.68	0.64
<b>AOC849</b>	3	0.58	0.40	0.45	0.55
<b>AEP914</b>	6	0.57	0.43	0.45	0.58
<b>AEQ095</b>	6	0.65	0.36	0.36	0.58
<b>AEP925</b>	6	0.67	0.62	0.54	0.68
<b>AOC854</b>	3	0.54	0.44	0.46	0.65
<b>AOC871</b>	3	0.68	0.48	0.46	0.84
<b>AOC792</b>	6	0.53	0.34	0.41	0.50
<b>AEP938</b>	3	0.53	0.37	0.41	0.57
<b>AOH626</b>	3	0.61	0.47	0.36	0.65
<b>AEP546</b>	6	0.68	0.64	0.77	0.65
<b>AEQ046</b>	3	0.62	0.37	0.34	0.70
<b>AEP792</b>	3	0.61	0.42	0.41	0.62
<b>AOC862</b>	3	0.62	0.33	0.31	0.66
<b>AOC858</b>	3	0.68	0.48	0.48	0.63
<b>AEP616</b>	3	0.58	0.37	0.35	0.56
<b>AOC794</b>	3	0.56	0.43	0.40	0.58
<b>AEP282</b>	3	0.67	0.37	0.45	0.71
<b>AEP850</b>	6	0.47	0.42	0.10	0.57
<b>AEP677</b>	3	0.55	0.35	0.31	0.47
<b>AEQ154</b>	3	0.70	0.47	0.39	0.56
<b>AEP600</b>	3	0.63	0.59	0.39	0.62
<b>AOC846</b>	6	0.70	0.38	0.60	0.58
<b>AOH642</b>	6	0.58	0.33	0.34	0.58
<b>AOC773</b>	3	0.67	0.43	0.23	0.36
<b>AEP543</b>	6	0.59	0.42	0.67	0.59
<b>AOC801</b>	3	0.54	0.32	0.39	0.63
<b>AEQ116</b>	3	0.56	0.32	0.29	0.52
<b>AEP956</b>	6	0.60	0.39	0.67	0.62
<b>AEP891</b>	3	0.58	0.36	0.37	0.61
<b>AOH630</b>	3	0.67	0.35	0.33	0.39

<b>AEP884</b>	3	0.73	0.37	0.38	0.38
<b>AEP737</b>	3	0.60	0.66	0.49	0.61
<b>AEP461</b>	6	0.67	0.40	0.22	0.69
<b>AOC869</b>	6	0.57	0.32	0.25	0.57
<b>AOC767</b>	3	0.56	0.48	0.44	0.59
<b>AEP547</b>	6	0.60	0.31	0.57	0.61
<b>AOH633</b>	6	0.58	0.35	0.74	0.63
<b>AEP678</b>	3	0.55	0.33	0.26	0.49
<b>AEP570</b>	3	0.65	0.19	0.30	0.50
<b>AEP721</b>	6	0.70	0.37	0.41	0.65
<b>AEP343</b>	6	0.61	0.61	0.52	0.65
<b>AEP761</b>	3	0.64	0.47	0.44	0.67
<b>AEQ011</b>	3	0.61	0.39	0.37	0.52
<b>AEP302</b>	6	0.64	0.40	0.59	0.57
<b>AOC757</b>	3	0.57	0.31	0.37	0.66
<b>AOC768</b>	6	0.55	0.41	0.56	0.56
<b>AEP558</b>	3	0.58	0.50	0.50	0.66
<b>AEP855</b>	3	0.63	0.31	0.27	0.69
<b>AEP437</b>	3	0.61	0.42	0.41	0.58
<b>AEP710</b>	3	0.59	0.38	0.44	0.66
<b>AOC859</b>	3	0.58	0.47	0.44	0.59
<b>AEP528</b>	3	0.67	0.47	0.63	0.83
<b>AEQ044</b>	6	0.59	0.42	0.57	0.58
<b>AOH655</b>	3	0.53	0.21	0.35	0.67
<b>AEP262</b>	6	0.58	0.39	0.12	0.56
<b>AEP890</b>	3	0.54	0.31	0.44	0.65
<b>AOH648</b>	3	0.59	0.30	0.29	0.49
<b>AOC751</b>	6	0.63	0.44	0.79	0.62
<b>AOH647</b>	3	0.60	0.27	0.34	0.52
<b>AEP286</b>	3	0.53	0.28	0.35	0.63
<b>AEP712</b>	3	0.43	0.26	0.32	0.63
<b>AEQ123</b>	3	0.59	0.53	0.37	0.66
<b>AOC857</b>	3	0.53	0.58	0.44	0.55
<b>AEP469</b>	3	0.63	0.38	0.42	0.56
<b>AOC850</b>	6	0.66	0.43	0.48	0.60
<b>AEQ099</b>	3	0.61	0.38	0.36	0.67
<b>AEP362</b>	3	0.59	0.21	0.26	0.62
<b>AEP553</b>	3	0.59	0.54	0.46	0.58
<b>AEP715</b>	6	0.63	0.54	0.50	0.65
<b>AOC762</b>	3	0.52	0.24	0.28	0.61
<b>AEQ103</b>	3	0.57	0.30	0.23	0.47
<b>AOC834</b>	3	0.66	0.35	0.46	0.69
<b>AEP840</b>	6	0.64	0.41	0.58	0.56
<b>AOC793</b>	3	0.61	0.31	0.40	0.64
<b>AEP357</b>	3	0.58	0.19	0.28	0.58

<b>AEQ115</b>	3	0.53	0.30	0.40	0.61
<b>AEP738</b>	3	0.67	0.41	0.45	0.73
<b>AEP704</b>	3	0.54	0.09	0.30	0.53
<b>AEP852</b>	6	0.63	0.42	0.59	0.61
<b>AEP613</b>	6	0.58	0.39	0.58	0.61
<b>AOC766</b>	3	0.70	0.51	0.56	0.75
<b>AEP618</b>	6	0.51	0.46	0.34	0.68
<b>AEQ053</b>	3	0.59	0.45	0.46	0.60
<b>AOH634</b>	3	0.58	0.38	0.46	0.61
<b>AOC803</b>	3	0.66	0.34	0.45	0.64
<b>AOH636</b>	3	0.57	0.48	0.41	0.63
<b>AOC814</b>	6	0.55	0.36	0.45	0.60
<b>AEP457</b>	6	0.60	0.49	0.73	0.64
<b>AEP356</b>	6	0.53	0.49	0.48	0.66
<b>AEP877</b>	3	0.84	0.44	0.41	0.71
<b>AEP709</b>	6	0.71	0.63	0.00	0.74
<b>AOC770</b>	3	0.68	0.35	0.34	0.64
<b>AEP288</b>	6	0.58	0.37	0.41	0.54
<b>AOC860</b>	3	0.58	0.45	0.43	0.61
<b>AOH635</b>	3	0.64	0.52	0.43	0.63
<b>AEP311</b>	3	0.63	0.26	0.32	0.46
<b>AOC829</b>	3	0.61	0.09	0.22	0.51
<b>AEP619</b>	3	0.62	0.28	0.30	0.60
<b>AEQ136</b>	6	0.70	0.39	0.06	0.66
<b>AOH641</b>	3	0.67	0.40	0.43	0.73
<b>AEP875</b>	6	0.73	0.49	0.00	0.51
<b>AEP794</b>	3	0.62	0.30	0.28	0.62
<b>AEP285</b>	3	0.52	0.62	0.42	0.59
<b>AOC784</b>	3	0.54	0.13	0.24	0.50
<b>AOC856</b>	3	0.54	0.45	0.42	0.64
<b>AEP453</b>	6	0.58	0.45	0.43	0.56
<b>AEP524</b>	3	0.60	0.38	0.41	0.63
<b>AOC769</b>	3	0.55	0.53	0.47	0.57
<b>AEP363</b>	3	0.66	0.43	0.48	0.68
<b>AOC833</b>	3	0.52	0.35	0.32	0.63
<b>AEP745</b>	3	0.56	0.31	0.30	0.55
<b>AOC771</b>	3	0.52	0.48	0.45	0.64
<b>AOC816</b>	6	0.58	0.36	0.66	0.59
<b>AEP793</b>	3	0.60	0.23	0.40	0.59
<b>AEP924</b>	3	0.53	0.52	0.39	0.62
<b>AEP876</b>	6	0.62	0.38	0.83	0.60
<b>AEP483</b>	3	0.59	0.51	0.43	0.60
<b>AOH639</b>	3	0.54	0.56	0.40	0.64
<b>AEQ018</b>	3	0.63	0.39	0.41	0.70
<b>AEP339</b>	3	0.53	0.29	0.30	0.60

<b>AEP951</b>	3	0.58	0.66	0.38	0.62
<b>AEP310</b>	3	0.60	0.46	0.49	0.64
<b>AEP697</b>	6	0.56	0.45	0.56	0.59
<b>AEP961</b>	3	0.69	0.54	0.50	0.72
<b>AEP989</b>	3	0.59	0.43	0.40	0.61
<b>AEP537</b>	3	0.72	0.72	0.49	0.80
<b>AEP966</b>	3	0.61	0.56	0.55	0.69
<b>AEP894</b>	6	0.57	0.40	0.61	0.60
<b>AEQ004</b>	3	0.51	0.33	0.39	0.64
<b>AEP736</b>	3	0.62	0.49	0.48	0.65
<b>AEP818</b>	3	0.59	0.48	0.36	0.54
<b>AEP950</b>	3	0.56	0.40	0.37	0.61
<b>AEP491</b>	3	0.58	0.47	0.39	0.60
<b>AEP534</b>	3	0.61	0.11	0.00	0.36
<b>AEQ008</b>	6	0.57	0.47	0.51	0.62
<b>AOC800</b>	6	0.58	0.45	0.49	0.64
<b>AEP604</b>	3	0.67	0.55	0.60	0.78
<b>AEQ141</b>	6	0.52	0.64	0.00	0.66
<b>AEQ005</b>	3	0.60	0.50	0.44	0.66
<b>AEP659</b>	3	0.62	0.70	0.56	0.67
<b>AEP919</b>	3	0.54	0.65	0.37	0.67
<b>AEP857</b>	3	0.60	0.50	0.42	0.60
<b>AOC758</b>	6	0.80	0.44	0.00	0.69
<b>AEP864</b>	6	0.64	0.45	0.25	0.70
<b>AEP769</b>	3	0.68	0.40	0.51	0.73
<b>AEP399</b>	3	0.58	0.49	0.38	0.63
<b>AOC783</b>	6	0.71	0.50	0.00	0.61
<b>AEP776</b>	3	0.65	0.36	0.27	0.56
<b>AEP926</b>	3	0.49	0.38	0.40	0.68
<b>AEQ003</b>	3	0.58	0.64	0.43	0.61
<b>AEP389</b>	3	0.59	0.54	0.39	0.62
<b>AEP997</b>	3	0.65	0.42	0.43	0.62
<b>AEP916</b>	6	0.52	0.52	0.64	0.56
<b>AEQ002</b>	3	0.52	0.50	0.46	0.67
<b>AEP370</b>	6	0.67	0.37	0.43	0.56
<b>AEP598</b>	3	0.55	0.47	0.43	0.65
<b>AEQ144</b>	3	0.65	0.56	0.48	0.71
<b>AEP568</b>	3	0.67	0.47	0.53	0.74
<b>AEP299</b>	3	0.56	0.68	0.47	0.62
<b>AEP400</b>	3	0.61	0.26	0.34	0.63
<b>AEP270</b>	3	0.54	0.65	0.39	0.68
<b>AOC863</b>	3	0.63	0.36	0.40	0.61
<b>AEP256</b>	3	0.66	0.39	0.51	0.68
<b>AEP687</b>	6	0.59	0.40	0.61	0.60
<b>AEP377</b>	3	0.68	0.40	0.47	0.65

<b>AOC861</b>	6	0.59	0.44	0.49	0.57
<b>AEQ148</b>	3	0.55	0.35	0.38	0.60
<b>AEP815</b>	3	0.65	0.58	0.49	0.71
<b>AEQ119</b>	6	0.60	0.42	0.34	0.68
<b>AEP468</b>	3	0.61	0.27	0.33	0.65
<b>AEQ009</b>	6	0.59	0.56	0.50	0.59
<b>AEP893</b>	3	0.61	0.30	0.48	0.62
<b>AEP800</b>	6	0.59	0.37	0.40	0.58
<b>AEP539</b>	3	0.73	0.50	0.40	0.57
<b>AEP775</b>	3	0.54	0.84	0.43	0.65
<b>AEP711</b>	3	0.71	0.46	0.46	0.67
<b>AEP384</b>	3	0.53	0.60	0.48	0.58
<b>AEP278</b>	3	0.52	0.50	0.42	0.65
<b>AEP323</b>	3	0.55	0.38	0.59	0.76
<b>AEP345</b>	3	0.56	0.50	0.42	0.54
<b>AEP785</b>	6	0.51	0.41	0.47	0.59
<b>AEP617</b>	3	0.52	0.49	0.42	0.56
<b>AEP271</b>	3	0.64	0.47	0.45	0.69
<b>AEP699</b>	3	0.56	0.45	0.45	0.59
<b>AEP660</b>	3	0.68	0.54	0.60	0.86
<b>AEP404</b>	6	0.63	0.52	0.72	0.65
<b>AEQ120</b>	3	0.64	0.44	0.49	0.69
<b>AEP974</b>	6	0.72	0.47	0.33	0.63
<b>AEP888</b>	3	0.82	0.72	0.00	0.81
<b>AEP786</b>	3	0.58	0.42	0.43	0.57
<b>AOC880</b>	3	0.68	0.40	0.39	0.71
<b>AEP294</b>	3	0.65	0.37	0.36	0.62
<b>AEP778</b>	6	0.54	0.40	0.50	0.57
<b>AEP646</b>	3	0.65	0.65	0.50	0.66
<b>AEP324</b>	3	0.52	0.29	0.37	0.65
<b>AEP489</b>	3	0.51	0.45	0.41	0.60
<b>AEP388</b>	3	0.47	0.67	0.41	0.65
<b>AEQ021</b>	3	0.68	0.39	0.56	0.78
<b>AEP896</b>	6	0.74	0.49	0.14	0.60
<b>AOC832</b>	6	0.58	0.32	0.00	0.66
<b>AOC782</b>	6	0.66	0.44	0.59	0.68
<b>AEP329</b>	6	0.70	0.41	0.26	0.53
<b>AEP688</b>	3	0.56	0.49	0.43	0.59
<b>AEQ079</b>	3	0.66	0.45	0.47	0.70
<b>AEP962</b>	3	0.60	0.66	0.54	0.56
<b>AEP998</b>	3	0.59	0.48	0.52	0.68
<b>AEP396</b>	3	0.60	0.23	0.33	0.63
<b>AEP536</b>	3	0.66	0.45	0.55	0.74
<b>AEQ127</b>	3	0.59	0.58	0.55	0.65
<b>AEP809</b>	6	0.52	0.38	0.50	0.54

<b>AEP897</b>	6	0.47	0.48	0.46	0.61
<b>AEP482</b>	3	0.74	0.74	0.51	0.70
<b>AEP836</b>	3	0.54	0.37	0.43	0.68
<b>AEP717</b>	3	0.54	0.39	0.44	0.65
<b>AEP626</b>	6	0.66	0.36	0.46	0.55
<b>AEP641</b>	6	0.60	0.38	0.71	0.65
<b>AEP885</b>	6	0.58	0.27	0.64	0.55
<b>AEP780</b>	6	0.61	0.45	0.50	0.60
<b>AEP313</b>	6	0.73	0.31	0.53	0.56
<b>AEP464</b>	6	0.56	0.46	0.75	0.53
<b>AEP509</b>	6	0.62	0.40	0.75	0.58
<b>AEP266</b>	6	0.57	0.45	0.67	0.61
<b>AEP627</b>	6	0.54	0.39	0.49	0.56
<b>AEP466</b>	6	0.56	0.30	0.15	0.48
<b>AEP781</b>	6	0.55	0.38	0.59	0.58
<b>AEQ033</b>	6	0.56	0.48	0.72	0.60
<b>AEQ090</b>	6	0.53	0.37	0.61	0.58
<b>AEP652</b>	6	0.73	0.35	0.35	0.51
<b>AEP525</b>	6	0.49	0.45	0.00	0.52
<b>AEP936</b>	6	0.62	0.41	0.56	0.60
<b>AEP465</b>	6	0.53	0.43	0.58	0.59
<b>AEP771</b>	6	0.55	0.43	0.69	0.56
<b>AEP831</b>	6	0.64	0.40	0.38	0.53
<b>AEP397</b>	6	0.55	0.43	0.56	0.56
<b>AEP871</b>	6	0.46	0.37	0.53	0.50
<b>AEQ066</b>	6	0.54	0.38	0.43	0.47
<b>AEP337</b>	6	0.61	0.36	0.64	0.64
<b>AEQ015</b>	6	0.60	0.34	0.64	0.60
<b>AEP766</b>	6	0.54	0.36	0.55	0.56
<b>AEP414</b>	6	0.51	0.42	0.67	0.57
<b>AEQ080</b>	6	0.53	0.36	0.63	0.54
<b>AEP957</b>	6	0.57	0.33	0.52	0.52
<b>AEP746</b>	6	0.65	0.44	0.62	0.55
<b>AEQ091</b>	6	0.59	0.36	0.46	0.59
<b>AEP379</b>	6	0.55	0.48	0.77	0.58
<b>AEQ025</b>	3	0.64	0.71	0.38	0.58
<b>AEP290</b>	3	0.81	0.14	0.21	0.35
<b>AEQ013</b>	3	0.80	0.55	0.35	0.68
<b>AEP873</b>	3	0.61	0.50	0.43	0.62
<b>AEP730</b>	6	0.68	0.38	0.45	0.63
<b>AEP297</b>	3	0.55	0.60	0.37	0.65
<b>AEP538</b>	3	0.40	0.53	0.52	0.66
<b>AEP335</b>	3	0.59	0.64	0.51	0.64
<b>AOH625</b>	3	0.71	0.39	0.27	0.51
<b>AEP799</b>	6	0.46	0.57	0.00	0.60

<b>AEP565</b>	3	0.57	0.15	0.25	0.53
<b>AEQ088</b>	6	0.57	0.47	0.24	0.52
<b>AEP349</b>	3	0.60	0.64	0.61	0.68
<b>AEP908</b>	3	0.61	0.44	0.39	0.61
<b>AEP341</b>	3	0.57	0.13	0.22	0.50
<b>AEP296</b>	3	0.56	0.63	0.42	0.64
<b>AEQ071</b>	3	0.62	0.54	0.39	0.51
<b>AEQ026</b>	3	0.56	0.41	0.41	0.59
<b>AEQ047</b>	3	0.53	0.65	0.39	0.59
<b>AEP671</b>	6	0.58	0.41	0.46	0.59
<b>AEP735</b>	6	0.65	0.42	0.11	0.54
<b>AEP874</b>	3	0.51	0.60	0.34	0.60
<b>AEQ029</b>	3	0.64	0.50	0.17	0.53
<b>AEP977</b>	6	0.52	0.32	0.30	0.53
<b>AEP912</b>	6	0.57	0.32	0.46	0.61
<b>AEQ030</b>	6	0.57	0.49	0.35	0.62
<b>AEP257</b>	3	0.61	0.53	0.37	0.62
<b>AEQ006</b>	6	0.62	0.53	0.77	0.60
<b>AEQ039</b>	3	0.60	0.50	0.42	0.60
<b>AEQ017</b>	6	0.60	0.58	0.42	0.59
<b>AEP572</b>	6	0.71	0.36	0.49	0.58
<b>AEP315</b>	6	0.61	0.47	0.49	0.62
<b>AEQ064</b>	6	0.56	0.44	0.53	0.55
<b>AEP392</b>	6	0.59	0.48	0.42	0.53
<b>AEP927</b>	6	0.67	0.38	0.53	0.53
<b>AEQ065</b>	6	0.67	0.39	0.52	0.65
<b>AEQ100</b>	3	0.50	0.70	0.34	0.65
<b>AEP593</b>	3	0.13	0.45	0.04	0.50
<b>AEP508</b>	3	0.59	0.61	0.52	0.63
<b>AEP750</b>	6	0.60	0.29	0.39	0.53
<b>AEP280</b>	3	0.63	0.51	0.44	0.61
<b>AEQ031</b>	6	0.51	0.41	0.66	0.63
<b>AIH292</b>	3	0.52	0.69	0.33	0.50
<b>AEP622</b>	3	0.73	0.51	0.53	0.73
<b>AEP848</b>	3	0.63	0.55	0.50	0.66
<b>AEQ043</b>	6	0.78	0.57	0.67	0.73
<b>AEP649</b>	6	0.45	0.43	0.96	0.56
<b>AEP858</b>	6	0.51	0.42	0.47	0.59
<b>AEP676</b>	3	0.54	0.51	0.34	0.60
<b>AEQ078</b>	6	0.65	0.45	0.48	0.55
<b>AEP576</b>	6	0.63	0.50	0.44	0.63
<b>AEP386</b>	3	0.62	0.49	0.53	0.71
<b>AEP907</b>	3	0.60	0.53	0.38	0.61
<b>AEP683</b>	6	0.62	0.43	0.39	0.63
<b>AEP574</b>	6	0.52	0.46	0.00	0.56

<b>AEQ007</b>	6	0.58	0.38	0.51	0.57
<b>AEQ042</b>	3	0.58	0.58	0.43	0.59
<b>AEP449</b>	3	0.47	0.61	0.36	0.44
<b>AEP517</b>	3	0.51	0.39	0.35	0.50
<b>AEP306</b>	6	0.58	0.43	0.41	0.59
<b>AEQ069</b>	3	0.53	0.45	0.50	0.62
<b>AEP561</b>	3	0.39	0.59	0.21	0.52
<b>AOH624</b>	6	0.65	0.45	0.46	0.54
<b>AEP348</b>	3	0.58	0.61	0.47	0.57
<b>AEQ036</b>	3	0.71	0.49	0.43	0.62
<b>AEP754</b>	6	0.58	0.62	0.51	0.66
<b>AEP952</b>	3	0.60	0.44	0.39	0.60
<b>AEP393</b>	6	0.52	0.47	0.46	0.64
<b>AEQ089</b>	3	0.58	0.52	0.43	0.61
<b>AEP319</b>	3	0.64	0.44	0.45	0.60
<b>AEQ038</b>	3	0.57	0.64	0.42	0.64
<b>AEP629</b>	6	0.65	0.47	0.51	0.57
<b>AEP402</b>	3	0.61	0.47	0.42	0.58
<b>AEP316</b>	3	0.71	0.67	0.32	0.71
<b>AEP976</b>	3	0.59	0.54	0.36	0.49
<b>AEP798</b>	3	0.65	0.80	0.53	0.78
<b>AEP486</b>	3	0.52	0.38	0.35	0.54
<b>AEP527</b>	3	0.49	0.53	0.40	0.59
<b>AEP577</b>	3	0.66	0.98	0.15	0.57
<b>AEP751</b>	3	0.63	0.43	0.41	0.61
<b>AEP562</b>	3	0.59	0.66	0.45	0.61
<b>AEP630</b>	3	0.67	0.47	0.34	0.65
<b>AEP541</b>	6	0.62	0.52	0.44	0.49
<b>AOC795</b>	6	0.62	0.33	0.48	0.57
<b>AEP700</b>	6	0.72	0.27	0.89	0.73
<b>AEP949</b>	6	0.57	0.41	0.50	0.54
<b>AOC799</b>	6	0.59	0.48	0.47	0.57
<b>AOH631</b>	6	0.59	0.37	0.44	0.58
<b>AEP734</b>	6	0.61	0.43	0.60	0.58
<b>AOC867</b>	6	0.64	0.39	0.63	0.63
<b>AOC830</b>	6	0.58	0.46	0.60	0.59
<b>AOC852</b>	6	0.69	0.47	0.46	0.64
<b>AOH629</b>	6	0.65	0.28	0.42	0.58
<b>AOC798</b>	6	0.47	0.41	0.63	0.54
<b>AEP493</b>	6	0.58	0.36	0.46	0.58
<b>AOC809</b>	6	0.65	0.36	0.38	0.56
<b>AOC853</b>	6	0.66	0.47	0.56	0.57
<b>AOC810</b>	6	0.61	0.28	0.34	0.53
<b>AOC879</b>	6	0.60	0.30	0.47	0.55
<b>AOC765</b>	6	0.66	0.68	0.70	0.66

<b>AEQ111</b>	6	0.49	0.43	0.00	0.55
<b>AEP821</b>	6	0.60	0.44	0.58	0.62
<b>AEP623</b>	6	0.52	0.26	0.00	0.55
<b>AEP674</b>	6	0.45	0.43	0.00	0.58
<b>AEP880</b>	6	0.64	0.43	0.56	0.63
<b>AEQ067</b>	6	0.95	0.07	0.00	0.35
<b>AEQ068</b>	6	0.69	0.36	0.35	0.66
<b>AEP701</b>	6	0.62	0.30	0.38	0.62
<b>AEQ118</b>	6	0.65	0.59	0.59	0.66
<b>AEP759</b>	6	0.60	0.37	0.48	0.61
<b>AEP822</b>	6	0.58	0.35	0.59	0.56
<b>AOC811</b>	6	0.62	0.40	0.70	0.58
<b>AOH643</b>	6	0.58	0.42	0.30	0.58
<b>AEP559</b>	6	0.61	0.35	0.40	0.50
<b>AOC831</b>	6	0.66	0.44	0.68	0.59
<b>AEP930</b>	6	0.63	0.44	0.62	0.61
<b>AEP728</b>	6	0.57	0.45	0.51	0.58
<b>AEQ062</b>	6	0.56	0.45	0.61	0.59
<b>AEQ061</b>	6	0.54	0.39	0.46	0.61
<b>AEP624</b>	6	0.61	0.34	0.41	0.49
<b>AEQ117</b>	6	0.69	0.43	0.47	0.57
<b>AEP804</b>	6	0.62	0.31	0.46	0.53
<b>AEP564</b>	6	0.63	0.35	0.62	0.53
<b>AEQ063</b>	6	0.63	0.44	0.51	0.57
<b>AEP566</b>	6	0.59	0.34	0.45	0.56
<b>AEP883</b>	6	0.65	0.36	0.27	0.50
<b>AEP424</b>	6	0.60	0.30	0.32	0.54
<b>AEP719</b>	6	0.60	0.43	0.52	0.57
<b>AEP969</b>	6	0.36	0.36	0.36	0.45
<b>AEP638</b>	6	0.48	0.45	0.00	0.50
<b>AEP844</b>	6	0.73	0.63	0.00	0.65
<b>AEP515</b>	6	0.61	0.35	0.34	0.55
<b>AEP829</b>	6	0.57	0.44	0.48	0.57
<b>AEP835</b>	6	0.78	0.33	0.00	0.67
<b>AEP878</b>	6	0.60	0.43	0.64	0.58
<b>AEP805</b>	6	0.57	0.33	0.40	0.55
<b>AEP843</b>	6	0.44	0.47	0.05	0.50
<b>AEP479</b>	6	0.53	0.39	0.00	0.51
<b>AEP975</b>	6	0.56	0.38	0.40	0.59
<b>AEP480</b>	6	0.59	0.46	0.47	0.54
<b>AEP790</b>	6	0.40	0.32	0.52	0.59
<b>AEP408</b>	6	0.60	0.47	0.46	0.56
<b>AEP984</b>	6	0.63	0.39	0.54	0.61
<b>AEP406</b>	6	0.34	0.29	0.00	0.41
<b>AEP431</b>	6	0.61	0.29	0.48	0.56

<b>AEP791</b>	6	0.53	0.43	0.57	0.57
<b>AEP422</b>	6	0.60	0.40	0.43	0.55
<b>AEP985</b>	6	0.61	0.57	0.37	0.52
<b>AEP693</b>	6	0.70	0.54	0.36	0.59
<b>AEP433</b>	6	0.67	0.42	0.50	0.61
<b>AEP472</b>	6	0.50	0.47	0.44	0.54
<b>AEP656</b>	6	0.63	0.38	0.66	0.57
<b>AEP555</b>	6	0.53	0.40	0.45	0.59
<b>AEP707</b>	6	0.66	0.47	0.50	0.57
<b>AEP698</b>	6	0.53	0.40	0.40	0.59
<b>AEP723</b>	6	0.55	0.48	0.66	0.60
<b>AEP767</b>	6	0.54	0.46	0.30	0.56
<b>AEP731</b>	6	0.69	0.30	0.32	0.57
<b>AIQ079</b>	6	0.55	0.39	0.42	0.60
<b>AOC848</b>	6	0.60	0.32	0.46	0.50
<b>AEP770</b>	6	0.54	0.31	0.41	0.53
<b>AEQ102</b>	6	0.67	0.42	0.69	0.61
<b>AEP859</b>	6	0.64	0.36	0.59	0.58
<b>AEP460</b>	6	0.56	0.29	0.36	0.54
<b>AOC874</b>	6	0.52	0.36	0.46	0.54
<b>AEP333</b>	6	0.68	0.69	0.57	0.66
<b>AEP407</b>	6	0.55	0.47	0.74	0.56
<b>AEP551</b>	6	0.47	0.41	0.99	0.55
<b>AEP261</b>	6	0.53	0.37	0.44	0.55
<b>AEP872</b>	6	0.60	0.44	0.47	0.59
<b>AIQ083</b>	6	0.61	0.36	0.00	0.54
<b>AEP358</b>	6	0.62	0.43	0.57	0.60
<b>AEP586</b>	6	0.77	0.00	0.00	0.34
<b>AEP720</b>	6	0.63	0.37	0.51	0.63
<b>AEQ023</b>	6	0.72	0.36	0.42	0.58
<b>AEP828</b>	6	0.61	0.38	0.48	0.60
<b>AEP501</b>	6	0.59	0.40	0.61	0.62
<b>AEP982</b>	6	0.55	0.51	0.85	0.60
<b>AEP473</b>	6	0.49	0.32	0.22	0.47
<b>AEP434</b>	6	0.57	0.49	0.62	0.55
<b>AEP702</b>	6	0.74	0.40	0.33	0.60
<b>AEP789</b>	6	0.65	0.43	0.69	0.59
<b>AEP265</b>	6	0.67	0.35	0.44	0.60
<b>AEQ105</b>	6	0.52	0.40	0.49	0.57
<b>AIQ081</b>	6	0.64	0.33	0.53	0.55
<b>AEP882</b>	6	0.60	0.41	0.80	0.58
<b>AEP410</b>	6	0.64	0.40	0.82	0.58
<b>AEP837</b>	6	0.64	0.37	0.38	0.63
<b>AEP459</b>	6	0.63	0.54	0.15	0.56
<b>AEP364</b>	6	0.63	0.40	0.43	0.59



<b>AEP531</b>	6	0.63	0.39	0.41	0.57
<b>AEQ086</b>	6	0.56	0.30	0.55	0.55
<b>AEP532</b>	6	0.60	0.36	0.68	0.54
<b>AIP764</b>	6	0.58	0.40	0.63	0.58
<b>AEP706</b>	6	0.45	0.45	0.62	0.57
<b>AEP484</b>	6	0.60	0.48	0.72	0.61
<b>AIP765</b>	6	0.57	0.29	0.42	0.49
<b>AEP589</b>	6	0.59	0.42	0.47	0.55
<b>AEP774</b>	6	0.55	0.27	0.38	0.50
<b>AEP492</b>	6	0.61	0.34	0.53	0.54
<b>AEP599</b>	6	0.63	0.43	0.68	0.60
<b>AEP435</b>	6	0.64	0.33	0.40	0.55
<b>AEP470</b>	6	0.61	0.37	0.44	0.59
<b>AEP981</b>	6	0.66	0.56	0.67	0.55
<b>AEP516</b>	6	0.58	0.36	0.50	0.60
<b>AIP763</b>	6	0.59	0.59	0.64	0.56
<b>AEP838</b>	6	0.61	0.38	0.41	0.58

## 4.2. Modellek paramétere

<b>gaussian</b>	
<b>Link function</b>	identity
<b>Modell egyenlete</b>	<code>mod=gam(data=x,X1~s(X2)+s(X3)+s(X4)+s(X5)+s(X6),method="REML")</code>