INTERREG V-A Ausztria-Magyarország Program

„Vizes élőhelyek ökológiai hálózatának fejlesztése az osztrák–magyar határrégióban”

Témaazonosító: WeCon – ATHU077

Z Á R Ó J E L E N T É S

[A Pinkán a Répcén és a Rábán létesített duzzasztók hatásának természetvédelmi szempontú vizsgálata (A.T2.1)]

Budapest

2019. 12. 05.

Ez a dokumentáció a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény értelmében szerzői jogvédelem alatt áll. A dokumentáció nyilvános, a megfelelő hivatkozások mellett szabadon felhasználható és terjeszthető!

Tartalomjegyzék

1. Összefoglaló 3
2. Zusammenfassung 8
3. Anyag és módszer 14
   3.1. Mintaterületek bemutatása 14
      3.1.1. Ikervári duzzasztómű (Rába) 16
      3.1.2. Nicki duzzasztás (Rába) 17
      3.1.3. Magyarlaki duzzasztás (Rába) 18
      3.1.4. Felsőcsatári duzzasztómű (Pinka) 19
      3.1.5. Gyórói vízimalom duzzasztója (Répce) 20
   3.2. Alkalmazott módszerek 22
      3.2.1. A vízkémiai vizsgálati módszerek 22
      3.2.2. A vízkémia alapján végzett ökológiai állapotértékelése módja 23
      3.2.3. Makrofiton állományok vizsgálati módszere 26
      3.2.4. A vízi makroszkópikus gerinctelen közösség vizsgálati módszere 28
      3.2.5. A halak vizsgálati módszere 30
   3.3. Eredmények 31
      3.3.1. Rába, ikervári duzzasztómű 31
      3.3.2. Rába, nicki duzzasztómű 49
      3.3.3. Rába, magyarlaki duzzasztómű 67
      3.3.4. Pinka, felsőcsatári duzzasztómű 83
      3.3.5. Répce, gyórói vízimalom 99
4. A duzzasztás hatásával különböző mértékben érintett felvízi, valamint alvízi mintavételi szakaszok felmérési eredményeinek összehasonlító értékelése 116
   4.1. A makrofiton állományok vizsgálati eredményeinek összehasonlító értékelése 116
   4.2. A vízi makroszkópikus gerinctelen közösségre vonatkozó vizsgálati eredmények összehasonlító értékelése 124
      4.2.1. A különböző abiotikus habitat-típusokhoz kötődő fajok előfordulási és tömegviszonyainak elemzése 124
      4.2.2. A fajok előfordulási és tömegviszonyainak elemzése a biocönotikus régió- és mikrohabitat-preferencia, illetve a természetvédelmi-ökológiai értékesség egyes változói alapján ... 130
   4.3. A halfajegyüttesre vonatkozó vizsgálati eredmények összehasonlító értékelése 138
5. Felhasznált irodalom 149
6. Mellékletek 151

1. Összefoglaló

A vízfolyások élővilágát veszélyeztető tényezők között kiemelt helyen szerepel a duzzasztógátak okozta élőhelydegradáció és -fragmentáció. A duzzasztógát jelentősen módosítja az áramlási viszonyokat, az üledék mennyiségi és minőségi viszonyait, befolyásolja a víz minőségét, s a hosszirányú átjárhatóság módosításával akadályozza a vízi állatok szabad mozgását, migrációját. A negatív hatások pontosabb megismeréséhez azt vizsgáltuk, hogy a Répcén, a Pinkán és a Rábán létesített keresztgátak hogyan módosítják a duzzasztott szakaszok élővilágának összetételét, illetve felvizi irányban milyen hosszon érzékelhető a hatásuk. A Víz Keretirányelv módszertani elvárásait követve felmértük a vízi makrovegetációra, a makroszkópikus vízi gerinctelenekre és a halakra gyakorolt hatást, valamint ezzel párhuzamosan a releváns vízkémiai háttérparaméterek vizsgálatát is elvégeztük.

A projekt-területen a fent említett élőlénycsoportok és vízkémiai háttérváltozók felmérését 25 mintavételi egységben, a projekt időtartama alatt két alkalommal (eltérő fenológiai fázisokban: 2018 késő nyár - kora ősz, 2019 tavasz) vizsgáltuk, minden alkalommal kisvizes időszakban. Azt is rögzítenünk kell, hogy a két vizsgált év egy több éve tartó, viszonylag száraz – vagyis a sokévi átlagnál általánosságban alacsonyabb vízhozamokkal jellemezhető – periódusra esett. A felmérések során öt duzzasztómű (Rába: ikervári duzzasztómű, nicki duzzasztás, magyarlaki duzzasztás; Pinka: felsőcsatári duzzasztómű; Répce: gyórói vízimalom) felvizének és alvizének vizsgálatát végeztük el úgy, hogy az eredmények értékelésével a vízvisszatartás élővilágra gyakorolt hatásterülete és hatás-spektruma meghatározható legyen.

Jelen kutatói jelentésben a fent említett vizsgálatok eredményeit ismertetjük vizsgált biológiai elemekre és releváns vízkémiai paraméterekre bontva. A vizsgált duzzasztóművek vonatkozásában a duzzasztás hatásaival nem érintett kontroll szelvények és a duzzasztás hatásaival különböző mértékben érintett (ún. kezelt vagy terhelt) szelvények biotikai adatainak faunisztikai szempontú (kvalitatív), valamint mennyiségi szempontú (kvantitatív) összehasonlító elemzése (egyedsűrűségre, funkcionális csoportokra, ökológiai állapotértékelő index értékére gyakorolt hatás bemutatása) élőlénycsoportonként külön-külön történt. Kiemelt hangsúlyt fektettünk a hosszirányú, elsősorban felvízi változások értelmezésére.

Az érintett víztestek **vízkémiai vizsgálatát** a helyszíni paraméterek esetében kalibrált terepi mérőműszerekkel, a laboratóriumi vízminőségi jellemzők meghatározását pedig minden esetben a magyar szabványok alapján hajtottuk végre. A felszíni víztestek minősítését az EU Víz Keretirányelv szerint, illetve a magyar jogszabályok (a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szóló 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet) figyelembevételével végeztük el.

A 2018. szeptemberi mintavétel alkalmával a mért értékek alapvetően nem haladják meg vagy teljesítik a jogszabályban meghatározott határértékeket, azonban az ortofoszfát-foszfor, az összes foszfor koncentrációja, valamint a szervesanyag tartalmat jellemzői biológiai oxigénigény helyenként meghaladja a határétéket, mely alapján a víztestek nem érik el a jó ökológiai állapotot. A 2019. májusi mintavétel alapján a víztestek a jó ökológia állapot eléréséhez jellemzően teljesítik a fizikai-kémiai elemekre, mint minősítési gyűjtőcsoportra előírt határértékeket, azonban a növényi tápanyagformák közül az összes nitrogén, a nitrit-nitrogén és a nitrát-nitrogén koncentrációja haladja meg egyes mintavételi pontokon az előírt határértéket. A 2018. és 2019. évi vizsgálatok eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy a Pinkán, a Répcén és a Rábán létesített duzzasztók esetében a vízkémiai paraméterekre gyakorolt hatás egyértelműen nem mutatható ki, az oldott szennyezőanyag formák mind a felvízi és mind az alvízi szakaszon homogén eloszlást mutatnak. A lebegőanyaghoz kötődő szennyezőanyag formák (pl. szervesanyag), valamint az oxigénháztartás paraméterei (oldott oxigén, oxigéntelítettség) mutathatnak – a jó állapotot nem veszélyeztető – lokális eltéréseket a vizsgált folyószakaszokon.

A projekt keretében a kijelölt duzzasztóműveknek a felszíni víztestek ökológiai állapotminőségére, valamint a vizsgált élőlényközösségek, így a **magasabbrendű növényzet (makrofiton)** minőségi- és mennyiségi viszonyaira gyakorolt hatásának megítélésére 25 mintavételi hely került kijelölésre és vizsgálatra a Rábán a Pinkán és a Répcén. A vizsgálatra kijelölt mintavételi szelvényekben a 2018. nyári és a 2019. tavaszi vegetációs periódusban mennyiségi felméréseket végeztünk. A makrofiton felmérést és ökológiai állapotértékelést az ún. Lukács-féle módszerrel (LUKÁCS et al. 2015) végeztük el.

Az egyes duzzasztók növényzetre gyakorolt hatásának elemzésére statisztikai próbákat (páronkénti összehasonlításokat és rangkorrelációs elemzést) használtunk. A vizsgált paraméterek az ökológiai állapotértékeléshez használt indikációs csoportok növényfajainak mennyisége, illetve az idegenhonos inváziós növényfajok mennyisége voltak.

Összességében elmondható, hogy kevés szignifikáns eredményt kaptunk az összes végzett próba során, amelyek az „A" (referenciális állapotra jellemző) és „C" (nem típusba való) fajok számának és a duzzasztás mértékének összefüggését vizsgálták. Így nem támasztható alá az a hipotézis, hogy a duzzasztás mértéke és típusspecifikus fajok mennyisége összefüggene. Továbbmenve, inkább azt sugallják az adatok, hogy ha ilyen összefüggés van is, a duzzasztás inkább növeli a típusspecifikus fajok számát és csökkenti a nem típusspecifikus fajokét, ami azért váratlan, mivel utóbbi („C") fajok nagyrészt idegenhonos inváziós fajok voltak mindhárom vízfolyáson.

A kapott eredmények abból a szempontból mindenképpen érdekesek, hogy ezek szerint a duzzasztók negatív hatása – ami több, a VKI értékelésébe bevont csoporton (halak, makroszkópikus vízi gerinctelenek) érvényesül, és amely a vízi makrogerinctelenek és a halak ökológiai állapotértékelése során is, illetve adatsoraikon statisztikailag sok paraméteren bizonyítható –, a Rábán, a Pinkán és a Répcén a makrofiton vizsgálata alapján nem bizonyítható. További érdekes eredmény, hogy mivel „C" (nem típusba való) növényfajok mindhárom vízfolyáson nagyrészt idegenhonos és inváziós fajok, a duzzasztók ezek szerint az idegenhonos fajok elterjedési mintázatára sem hatnak érdemben.

A **makroszkópikus vízi gerinctelen élőlénycsoportok** vizsgálatát 25 mintavételi egységben végeztük el, két alkalommal, eltérő fenológiai időszakban. A felmérések során 5 duzzasztómű felvizének és alvizének összehasonlító vizsgálatát valósítottuk meg.

A Rába hossz-szelvénye mentén három duzzasztómű (Ikervár, Nick, Magyarlak) térségében jelöltünk ki mintavételi szelvényeket. A vizsgálatra kijelölt szelvényekben a 2018. őszi és a 2019. tavaszi vegetációs periódusában végzett mennyiségi felméréseink eredményeként összesen 10 nagyobb rendszertani csoportba tartozó, 140 makrogerinctelen taxon jelenlétét igazoltuk. A felmérések eredményei alapján a vizsgálati egységekből 13 vízicsiga (Gastropoda), 18 kagyló (Bivalvia), 36 kérész (Ephemeroptera), 7 álkérész (Plecoptera), 6 pióca (Hirudinea), 5 magasabbrendű rák (Malacostraca), 9 szitakötő (Odonata), 9 vízi poloska (Heteroptera), 12 vízibogár (Coleoptera) és 24 tegzes (Trichoptera) taxon került elő.

A vizsgált Rába-szakaszon több, természetvédelmi szempontból értékes, védett makroszkópikus gerinctelen faj előfordulását is bizonyítottuk: *Agnetina elegantula, Aquarius najas, Borysthenia naticina, Ephoron virgo, Gomphus flavipes, Gomphus vulgatissimus, Libellula fulva, Macronychus quadrituberculatus, Neoephemera maxima, Onychogomphus forcipatus, Ophiogomphus cecilia, Palingenia longicauda, Potamophilus acuminatus, Pseudanodonta complanata, Theodoxus transversalis, Unio crassus.*

A duzzasztóművek alvízi és felvízi mintavételi szelvényeinek összehasonlító elemzése során a sztagnofil fajok számában és denzitásában igen erősen szignifikáns különbség figyelhető meg. A duzzasztás mértékével nőtt a sztagnofil fajok száma és denzitása is, ami annak köszönhető, hogy a duzzasztóművek felvízi szakaszán a víz áramlási sebessége jelentősen lassul, továbbá finoman partikulált szervesanyag és igen finom szemcsefrakciójú üledék akkumulációja figyelhető meg, ezek pedig kedveznek az állóvízi, illetve a lassú áramlást preferáló fajok megtelepedésének. Statisztikailag értékelhető különbséget tapasztaltunk az egyes mintavételi szelvények karakterfajszám-értékei között is. A karakterfajok számának változásában szintén jól detektálható, a duzzasztás mértékével fordítottan arányos különbséget figyeltünk meg, ami annak tulajdonítható, hogy a tipikus rábai mederanyag-összetétel és habitatstruktúra megléte az alvízi és esetleg a duzzasztóművektől legtávolabb kijelölt felvízi mintavételi szelvényekben jellemző, így a karakterfajok előfordulása leginkább ezekben a szelvényekben jellemző. További, statisztikailag értékelhető különbségeket mutattunk ki a védett fajok száma és denzitása, a szűrő szervezetek száma, a karakterfajok denzitása, illetve az ökológia állapotbesoroláshoz használt Q_{BAP} pontszámok tekintetében. A védett fajok száma és denzitása csökkenő tendenciát mutat a duzzasztáshoz közeledve. Ezzel ellentétben a szűrő (aktív és passzív szűrők) szervezetek számában a duzzasztás hatásának növekedésével (duzzasztáshoz közeledve) növekvő tendencia mutatható ki. A karakterfajok denzitás-értékei tekintetében a fajszámukhoz hasonló tendencia figyelhető meg, a duzzasztás hatásának csökkenésével vagy

megszűnésével (alvíz) a karakterfajok denzitása növekszik. A Q_{BAP} pontszámok jól mutatják a karakterfajok számának és denzitás értékeinek csökkenését is, hiszen ezeknek a változóknak az alakulása jelentősen befolyásolja az ökológiai állapotbesorolást is. Ennek megfelelően felvízi irányból a duzzasztóművek felé haladva a Q_{BAP} pontszám csökken, majd az alvízen ismét magasabb értéket vesz fel.

A Rába mintavételi szelvényeiben végzett vizsgálatok alapján a különböző abiotikus habitatokhoz (pellal, argyllal, psammal, akal, lithal) kötődő fajok számának és denzitásának viszonyát vizsgáltuk a duzzasztás mértékének függvényében. A felmérési eredmények korrelációjának alapján megállapíthatjuk, hogy a duzzasztóművekhez felvízi irányból közeledve a nagyobb szemcsefrakciójú üledékhez (lithal, akal) kötődő fajok fajszáma és denzitása negatív irányba változik.

A Pinka felsőcsatári duzzasztóművének a makroszkópikus vízi gerinctelen faunára gyakorolt hatása vizsgálata során 5 mintavételi szelvényben végeztünk a fauna mennyiségi viszonyainak feltárására irányuló vizsgálatokat.

A vizsgálatra kijelölt mintavételi szelvényekben a 2018. őszi és a 2019. tavaszi vegetációs periódusában végzett mennyiségi felméréseink eredményeként összesen 10 nagyobb rendszertani csoportba tartozó, 67 makrogerinctelen taxon jelenlétét igazoltuk. A felmérések eredményei alapján a vizsgálati egységekből 3 vízicsiga (Gastropoda), 4 kagyló (Bivalvia), 14 kérész (Ephemeroptera), 4 álkérész (Plecoptera), 3 magasabbrendű rák (Malacostraca), 9 szitakötő (Odonata), 5 vízi poloska (Heteroptera), 2 pióca (Hirudinea), 6 vízibogár (Coleoptera) és 21 tegzes (Trichoptera) taxon került elő.

A vizsgált Pinka szakaszon több, természetvédelmi szempontból értékes, védett makroszkópikus gerinctelen faj előfordulását is bizonyítottuk: *Aquarius najas, Calopteryx virgo, Gomphus flavipes, Gomphus vulgatissimus, Onychogomphus forcipatus, Ophiogomphus cecilia, Unio crassus*.

A Pinka mintavételi szelvényeinek összehasonlító vizsgálata során a karakterfajok denzitás értékeinek tekintetében mutattunk ki statisztikailag értékelhető különbséget. Elvégeztük a változók vizsgálatát a duzzasztás mértékének függvényében, Spearman-féle rangkorreláció segítségével. Ennek eredményeként szignifikáns különbséget tapasztaltunk az őshonos fajok száma és denzitása, a reofil fajok denzitása, a potamális fajok száma és denzitása, illetve a karakterfajok száma és denzitás értékei tekintetében. Ezeknél a változóknál megállapítható, hogy a duzzasztás mértékének növekedésével csökkent az értékük. A duzzasztás hatása nem csupán a reofil fajokra volt statisztikailag kimutatható negatív hatással, de a potamális fajok állományainak helyzetét is negatívan befolyásolta. A Pinka mintavételi szelvényeinek fajszám- és denzitás-értékeinek összehasonlító elemzése során a pelálhoz kötődő fajok száma és denzitás értékei mutattak még statisztikailag értékelhető különbséget. A Pinka esetében is megállapítható, hogy a duzzasztómű által okozott hidromorfológiai tulajdonságokban bekövetkező változás megváltoztatta a fajösszetételt, amely leginkább a nagyobb szemcsefrakciójú üledékhez kötődő fajok denzitás értékeinek vizsgálata során mutatkozott meg. A felvízi szakaszokon ezek aránya jóval kisebb, mint az alvízi mintavételi szelvényekben.

A Répce gyórói duzzasztóművének a makroszkópikus vízi gerinctelen faunára gyakorolt hatását vizsgálva 5 mintavételi szelvényben végeztünk a fauna összetételének és mennyiségi viszonyainak feltárására irányuló vizsgálatokat.

A vizsgálatra kijelölt mintavételi szelvényekben a 2018. kora őszi és a 2019. tavaszi időszakban végzett mennyiségi felméréseink eredményeként összesen 10 nagyobb rendszertani csoportba tartozó, 61 makrogerinctelen taxon jelenlétét igazoltuk. A felmérések eredményei alapján a vizsgálati egységekből 6 vízicsiga (Gastropoda), 7 kagyló (Bivalvia), 14 kérész (Ephemeroptera), 1 álkérész (Plecoptera), 3 magasabbrendű rák (Malacostraca), 6 szitakötő (Odonata), 4 vízi poloska (Heteroptera), 4 pióca (Hirudinea), 3 vízibogár (Coleoptera) és 13 tegzes (Trichoptera) taxon került elő.

A vizsgált Répce szakaszon több, természetvédelmi szempontból értékes, védett makroszkópikus gerinctelen faj előfordulását is bizonyítottuk: *Aquarius najas, Calopteryx virgo, Gomphus vulgatissimus, Macronychus quadrituberculatus, Ophiogomphus cecilia, Unio crassus*.

A statisztikai elemzések során szignifikáns különbség mutattunk ki az őshonos, illetve idegenhonos fajok denzitása tekintetében, továbbá nagyon szignifikáns különbséget mutattunk ki a potamális fajok és a szűrő

szervezetek denzitás értékei esetében. A karakterfajok vizsgálata során szintén a denzitás értékek között mutattunk ki statisztikailag értékelhető, de csak marginálisan szignifikáns különbséget. Az ökológiai állapotbesorolási osztályt meghatározó Q_{BAP} értékek tekintetében nem állapítottunk meg szignifikáns különbséget, de jól látszik, hogy a duzzasztóműhöz legközelebb eső felvízi mintavételi szelvények Q_{BAP} pontszáma jóval alacsonyabb, mint az alvízi szakaszok értékei. A Répce mintavételi szelvényeinek fajszám és denzitás értékeinek összehasonlító elemzése során az argyllalhoz kötődő fajok számában és denzitásában, a psammalhoz kötődő fajok számában, az akalhoz kötődő fajok számában és a lithalhoz kötődő fajok számában és denzitás értékeiben is mutattunk ki statisztikailag értékelhető különbséget.

Az akal frakcióhoz kötődő fajok számában az erősen szignifikáns különbséget legalsó alvízi mintavételi szelvény magasabb fajszám értékei okozták. Ez a szelvény esik legtávolabb a duzzasztóműtől, így a durvább mederanyagú (sóder) élőhelyek kialakulása jellemző. A lithalhoz kötődő fajok számának és denzitás értékeinek alakulásában tapasztalt szignifikáns különbségek szintén a duzzasztóműtől legtávolabbi és az árapasztó ág mintavételi szelvényeinek magasabb értékei miatt következett be, ahol az élénkebb vízáramlás miatt a víz hordalékszállító munkája érvényesül és a finomszemcsés üledékfrakció akkumulációja csupán kis százalékban jellemző.

Összességében tehát elmondható, hogy a duzzasztóművek hatása a vízfolyások felvízi szakaszán nagy mértékben érvényesül. A lelassult áramlási viszonyok miatt a sztagnofil fajok számában figyeltünk meg növekedést a duzzasztóművek felé közeledve, illetve a nagyobb szemcsefrakciójú üledékhez kötődő fajok csökkenését is nagy bizonyossággal detektáltuk. A karakterfajok számának és denzitásának értékei felvízi irányból a duzzasztóművek felé haladva csökkentek, amely hatással volt az ökológiai állapotértékelés során használt Q_{BAP} pontszámok alakulására is, ami szintén a műtárgyak felé csökkenő tendenciát mutat, majd az alvízen újra magasabb értéket vesz fel – általában a legmagasabbat az egy csoportban vizsgált mintavételi szelvények pontszámai között.

A projekt keretében a mesterséges duzzasztások **halközösségek** fajösszetételére és mennyiségi viszonyaira gyakorolt hatásainak objektív értékelése céljából a Rábán az ikervári, a nicki és a magyarlaki duzzasztóművek, a Pinkán a felsőcsatári duzzasztómű, valamint a Répcén a gyórói vízimalom duzzasztóművének felvízi és alvízi szakaszain végeztünk a halfajegyüttesekre vonatkozó felméréseket. Mindegyik duzzasztómű esetében vizsgáltunk alvízi mintavételi szakaszt, ahol nem érvényesült egyik duzzasztómű visszaduzzasztó hatása sem, legfeljebb alvízi hatások érvényesülhettek, valamint vizsgáltunk felvízi mintavételi szakaszokat. A felvízi mintavételi szakaszok különböző távolságra helyezkedtek el a duzzasztóműtől. Minden duzzasztómű esetében 5-5 mintavételi szakaszt jelöltünk ki. Mind a 25 mintavételi szakaszon két eltérő fenológiai időszakban, 2018 őszén és 2019 tavaszán végeztünk halfajegyüttesre vonatkozó felmérést. Az összehasonlító elemzés során a két különböző időszakból származó felmérést nem vontuk össze, azokat különálló felmérésként kezeltük.

A duzzasztás halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatásának összehasonlító elemzése során az egyes mintavételi szakaszokon a különböző mintavételi időszakokban detektált alapadatokból származtatott változókat használtunk, melyek a következők voltak: az idegenhonos fajok száma és denzitása, az őshonos fajok száma és denzitása, a reofil fajok száma és denzitása, az euritop fajok száma és denzitása, a sztagnofil fajok száma és denzitása, a védett fajok száma és denzitása, valamint az ökológiai állapotminősítés alapját képező ún. EQR érték.

A duzzasztás felvízi hatásaival nem érintett, ebből a szempontból kontroll mintavételi szakaszok felmérési eredményeinek összehasonlító elemzése azt az eredményt adta, hogy a Rába ikervári, nicki és magyarlaki szakaszának halfajegyüttesei a kiválasztott származtatott változók alapján nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben. Ez alapján a Rábán található három különböző vizsgált duzzasztóműhöz kapcsolódó mintavételi szakaszokat a duzzasztás halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatásainak vizsgálata során együtt kezeltük. A Pinkán és a Répcén vizsgált duzzasztóművekhez kapcsolódó mintavételi szakaszokat mind a Rábától, mind egymástól külön kezeltük és mindkét duzzasztómű esetében külön-külön elemzést végeztünk.

Ezt követően Spearman-rangkorrelációval elemeztük a duzzasztás mértéke és a duzzasztás halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatásának vizsgálatára kiválasztott származtatott változók közötti összefüggést.

Az elemzés eredményei szerint az őshonos fajok száma és denzitása, a reofil fajok száma és denzitása, a sztagnofil fajok száma és denzitása, a védett fajok száma és denzitása, valamint az ökológiai állapotminősítés alapját képező ún. EQR érték egyaránt szignifikáns összefüggést mutatott a duzzasztás mértékével a Rábán vizsgált 3 duzzasztó esetében. Az elemzés eredményei szerint az őshonos fajok száma és denzitása, a reofil fajok száma és denzitása, valamint a védett fajok száma és denzitása a duzzasztás mértékének növekedésével szignifikánsan csökken. Ezzel szemben a sztagnofil fajok száma és denzitása a duzzasztás mértékének növekedésével szignifikánsan nő.

A korrelációanalízis során kapott eredmények alapján összességében megállapítható, hogy a Rába esetében a duzzasztóművek halfajegyüttes-mintázatra gyakorolt hatása a Rába ökológiai állapota szempontjából kedvezőtlen. Ez minden valószínűség szerint szoros összefüggésben van a duzzasztás mértékének a reofil halfajok fajszámára és denzitására gyakorolt hatásával, hiszen a Rábához hasonló típusú vízfolyások karakter halfajai jellemzően őshonos, reofil fajok. A duzzasztás ökológiai állapotra gyakorolt kedvezőtlen hatásának a mértéke arányos a duzzasztás mértékével és a duzzasztott szakaszok hosszával.

A Pinkán egy duzzasztóműhöz kapcsolódó 5 mintavételi szakaszról volt két-két vegetációs periódusból halfajegyüttesre vonatkozó felmérésünk, így a korrelációanalízis során kisebb adatmennyiséggel, kisebb esetszámmal kellett dolgoznunk, mint a Rába esetében.

Az idegenhonos fajok száma és denzitása, az őshonos fajok denzitása, a reofil fajok denzitása és az EQR érték szignifikáns összefüggést mutatott a duzzasztás mértékével a Pinkán vizsgált duzzasztómű esetében. Az elemzés eredményei szerint az őshonos fajok denzitása és a reofil fajok denzitása, valamint az ökológiai állapotminősítés alapját képező ún. EQR érték a duzzasztás mértékének növekedésével szignifikánsan csökken a Pinka vizsgált szakaszán. Ezzel szemben az idegenhonos halfajok száma és denzitása a duzzasztás mértékének növekedésével szignifikánsan nő.

A korrelációanalízis során kapott eredmények alapján összességében megállapítható, hogy a Rába esetében kapott eredményekhez nagyon hasonlóan a duzzasztóművek halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatása a Pinka ökológiai állapota szempontjából is kedvezőtlen. Ennek a kedvezőtlen hatásnak a mértéke pedig a Pinka esetében is arányos a duzzasztás mértékével és a duzzasztott szakaszok hosszával.

A Répcén egy kis duzzasztóműhöz kapcsolódó 5 mintavételi szakaszról volt két-két vegetációs periódusból halfajegyüttesre vonatkozó felmérésünk, így a Pinkához hasonlóan ezen vízfolyás esetében is kisebb adatmennyiséggel, kisebb esetszámmal kellett dolgoznunk, mint a Rába esetében. A Répcén a gyórói vízimalom esetében nem állt rendelkezésünkre az az alapinformáció, hogy a duzzasztóműnek milyen a maximális felvízi távolhatása, így nem volt lehetőségünk az egyes mintavételi szakaszokhoz hozzárendelni a Rábához és a Pinkához hasonlóan a duzzasztás mértékét jelentő normalizált értéket. Ebből következően a Répcén vizsgált duzzasztott szakasz esetében nem tudtuk korrelációanalízissel vizsgálni a duzzasztás mértéke és a halfajegyüttes kiválasztott származtatott változói közötti összefüggést. Ugyanakkor össze tudtuk hasonlítani a halfajegyüttes kiválasztott származtatott változói alapján a duzzasztott és az alvízi jellegű, tehát a duzzasztás felvízi hatásaival nem érintett mintavételi szakaszokat. Megállapítható, hogy gyakorlatilag minden vizsgált származtatott paraméter esetében a nem duzzasztott, alvízi jellegű szakaszokon kaptunk magasabb átlagos értéket. Statisztikailag szignifikáns különbséget csak az idegenhonos fajok száma és denzitása, valamint az euritóp fajok száma tekintetében tapasztaltunk. A kapott eredmények és különbségek alapvetően nem magyarázhatók egyértelműen a duzzasztás halfajegyüttesre gyakorolt hatásaival.

2. Zusammenfassung

Degradation von Lebensräumen und Fragmentierung von Wasserläufen durch Staudämme sind Faktoren, die Flora und Fauna von Wasserläufen besonders gefährden. Staudämme verändern Strömungsverhältnisse, Kornzusammensetzung des Sediments, beeinflussen die Wasserqualität und verhindern mit Veränderung der Längspassierbarkeit die freie Bewegung und Migration von Wassertieren. Zur genaueren Erkenntnis der negativen Auswirkungen wurde untersucht, wie die Querdämme an der Rabnitz, der Pinka und der Raab die Zusammensetzung der Flora und Fauna der gestauten Abschnitte verändern, bzw. in welchen Flussabschnitten ihre Wirkung zu spüren ist. Gemäß der Methodologie laut Wasserrahmenrichtlinie wurde der Effekt auf aquatische Markrophyten, Makroinvertebraten und Fische erhoben, und parallel dazu wurden auch die relevanten wasserchemischen Hintergrundparameter untersucht.

Im Projektgebiet wurden die oben genannten taxonomischen Gruppen und wasserchemische Hintergrundvariablen in 25 Probenahmeeinheiten, zweimal während des Projektzeitraumes (in unterschiedlichen phänologischen Phasen: Spätsommer - Frühherbst 2018, Frühjahr 2019) untersucht, beide Male bei Niedrigwasser. Hier muss angemerkt werden, dass beide Untersuchungsjahre in eine seit mehreren Jahren andauernde Trockenperiode mit allgemein niedrigerer Wasserausbeute als der langjährige Mittelwert fielen. Bei den Erhebungen wurden Ober- und Unterwasser von 5 Staudämmen (Raab: Stauanlage bei Ikervár, Aufstau bei Nick, Aufstau bei Magyarlak; Pinka: Stauanlage bei Felsőcsatár; Rabnitz: Wassermühle von Gyóró) untersucht, um durch die Auswertung der Ergebnisse der Wirkungsfeld und Wirkungsspektrum der Rückstau auf Flora und Fauna bestimmen zu können.

In diesem Forschungsbericht werden die Ergebnisse oben genannter Untersuchungen, auf untersuchte biologische Elemente und relevante wasserchemische Parameter gegliedert erläutert. Mit Hinsicht auf die investigierten Stauwerke geschah die vergleichende Analyse von biotischen Daten der durch Aufstau nicht beeinflussten Kontrollsegmente und der durch Aufstau in verschiedenem Maß beeinflussten (sog. behandelten oder belasteten) Segmente je nach taxonomischen Gruppen gesondert. Die Analyse der Daten erfolgte in faunistischer (qualitativer) und quantitativer Hinsicht, mit Demonstration des Effekts auf Populationsdichte, funktionelle Gruppen, sowie auf den Wert des ökologischen Zustandsbewertungsindexes. Besonderer Wert wurde auf die Deutung der längsgerichteten Veränderungen in erste Linie des Oberwassers gelegt.

Die **wasserchemische Untersuchung** der betroffenen Gewässer wurde im Fall von Lokalparametern mit kalibrierten Handmessgeräten durchgeführt, die Festlegung der Laborparameter wiederum geschah in jedem Fall gemäß ungarischen Standards. Die Beurteilung der Oberflächengewässer wurde gemäß der Wasserrahmenrichtlinie der EU, sowie den ungarischen Rechtsvorschriften (10/2010. (VIII. 18.) VM Verordnung über die Grenzwerte der Wasserverschmutzung von Oberflächengewässern und deren Anwendungsregeln) durchgeführt.

Die bei der Probenahme in September 2018 gemessenen Werte erreichen oder übertreffen grundsätzlich nicht die Grenzwerte laut Gesetz, allerdings liegen die Konzentrationen von Ortophosphat-Phosphor, Gesamtphosphorgehalt sowie des biochemischen Sauerstoffbedarfs (kennzeichnend für den Gehalt an organischen Stoffen) mancherorts über dem Grenzwert, wonach die Gewässer nicht den guten ökologischen Zustand erreichen. Gemäß der Probenahme im August 2019 erfüllen die Gewässer zum guten ökologischen Zustand typischerweise die Grenzwerte für physisch-chemische Elemente als Qualifizierungs-Sammelgruppe, von den Pflanzennährstoffen aber übertreffen die Konzentrationen von Gesamtstickstoff, Nitrit-Stickstoff und Nitrat-Stickstoff an gewissen Probestellen die vorgeschriebenen Grenzwerte. Als Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen im Jahr 2018 und 2019 kann festgestellt werden, dass im Fall der Stauanlagen an der Pinka, der Rabnitz und der Raab ein auf die wasserchemischen Parameter ausgeübter Effekt nicht eindeutig festgestellt werden kann, die gelösten Schmutzstoffformen zeigen sowohl im Ober- als auch im Unterwasserabschnitt eine homogene Verteilung. Die an Schwebepartikel gebundene Schmutzstoffformen (z.B. organische Stoffe) sowie Parameter des Sauerstoffhaushalts (gelöster Sauerstoff, Sauerstoffsättigung) können lokale Abweichungen – ohne den guten ökologischen Zustand zu gefährden – an den untersuchten Flussabschnitten aufweisen.

Zur Beurteilung der Auswirkung der im Projekt ausgewählten Stauwerke auf den ökologischen Zustand der Oberflächengewässer sowie auf die qualitativen und quantitativen Verhältnisse der untersuchten Gemeinschaften wie der **höheren Pflanzen (Makrophyten)** wurden 25 Probestellen in der Raab, der Pinka und der Rabnitz ausgewiesen und untersucht. In den für die Untersuchung erwählten Probenahmesegmenten wurden in den Vegetationsperioden Sommer 2018 und Frühjahr 2019 quantitative Erhebungen durchgeführt. Makrophytenerhebung und ökologische Zustandsbewertung wurde gemäß der sog. Lukács-Methode (LUKÁCS et al. 2015) durchgeführt.

Zur Analyse der Auswirkung einzelner Stauwerke auf die Vegetation wurden statistische Proben (paarweise Vergleichungen und Rangkorrelationsanalyse) angewandt. Die untersuchten Parameter waren die Anzahl von Pflanzenarten der zur ökologischen Zustandsbewertung benutzten Indikationsgruppen, sowie die Anzahl von gebietsfremden invasiven Pflanzenarten.

Insgesamt kann behauptet werden, dass bei allen durchgeführten Proben, die den Zusammenhang zwischen der Zahl der Arten „A" (für den Referenzzustand typisch) und „C" (nicht typisch) sowie dem Umfang der Aufstau geprüft haben, wenig signifikante Ergebnisse erzielt wurden. So kann die Hypothese, dass der Umfang der Aufstau und die Anzahl der typenspezifischen Arten zusammenhängen würden, nicht bestätigt werden. Darüber hinaus weisen die Daten eher darauf hin, dass wenn so ein Zusammenhang überhaupt existiert, dann steigert die Aufstau sogar die Anzahl der typenspezifischen Arten und senkt die der nicht typenspezifischen Arten, was deshalb unerwartet war, weil die letzteren („C") Arten in allen drei Wasserläufen größtenteils aus gebietsfremden invasiven Arten bestanden.

Die erhaltenen Ergebnisse sind in der Hinsicht jedenfalls interessant, dass die negative Wirkung der Stauanlagen – die sich bei mehreren, in die WRRL einbezogenen Artengruppen (Fische, aquatische Makroinvertebraten) durchsetzt, und die auch bei der ökologischen Zustandsbewertung der aquatischen Makroinvertebraten und Fische, beziehungsweise deren Datenreihen statistisch an vielen Parametern nachvollziehbar ist –, an der Raab, Pinka und Rabnitz anhand der Makrophytenuntersuchung nicht belegt werden kann. Des Weiteren ist auch ein interessantes Ergebnis, dass da die „C" (nicht typischen) Pflanzenarten bei allen drei Wasserläufen größtenteils gebietsfremde invasive Arten sind, die Stauanlagen dementsprechend auch auf das Verbreitungsmuster der gebietsfremden Arten keine nennenswerte Auswirkung haben.

Die Untersuchung der **aquatischen Makroinvertebraten-Gruppen** wurde in 25 Probenahmeeinheiten durchgeführt, in zwei Zeitpunkten unterschiedlicher Phänologie. Bei den Erhebungen wurde die komparative Untersuchung des Oberwassers und des Unterwassers bei 5 Stauwerken durchgeführt.

Entlang des Längssegments der Raab wurden im Umfeld von drei Stauwerken (Ikervár, Nick, Magyarlak) Probenahmesegmente ausgewiesen. In diesen Segmenten wurde als Ergebnis der in den Vegetationsperioden Herbst 2018 und Frühjahr 2019 durchgeführten quantitativen Erhebungen die Präsenz von insgesamt 140 Makroinvertebratentaxen aus 10 größeren taxonomischen Gruppen nachgewiesen. Anhand der Erhebungsergebnisse kamen aus den Probenahmeeinheiten 13 Wasserschnecken- (Gastropoda), 18 Muschel- (Bivalvia), 36 Eintagsfliegen- (Ephemeroptera), 7 Steinfliegen- (Plecoptera), 6 Egel- (Hirudinea), 5 höhere Krebs- (Malacostraca), 9 Libellen- (Odonata), 9 Wasserwanzen- (Heteroptera), 12 Wasserkäfer- (Coleoptera) und 24 Köcherfliegentaxen (Trichoptera) zum Vorschein.

Am untersuchten Abschnitt der Raab wurde das Vorkommen von mehreren, für den Naturschutz wertvollen, geschützten Makroinvertebratenarten bewiesen: *Agnetina elegantula, Aquarius najas, Borysthenia naticina, Ephoron virgo, Gomphus flavipes, Gomphus vulgatissimus, Libellula fulva, Macronychus quadrituberculatus, Neoephemera maxima, Onychogomphus forcipatus, Ophiogomphus cecilia, Palingenia longicauda, Potamophilus acuminatus, Pseudanodonta complanata, Theodoxus transversalis, Unio crassus.*

Bei der komparativen Analyse der Probenahmesegmente im Unter- und im Oberwasser der Stauwerke kann in der Anzahl und Densität der stagnophilen Arten ein sehr deutlich signifikanter Unterschied beobachtet werden. Mit dem Maß der Aufstau wuchs auch die Anzahl und die Densität der stagnophilen Arten, was dem zu verdanken ist, dass im Oberwasserabschnitt der Stauwerke die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers deutlich nachlässt, des Weiteren kann hier die Akkumulation von feinpartikulärem organischen

Material und sehr feinkörnigem Sediment beobachtet werden, und diese begünstigen die Ansiedlung von Stillgewässerarten bzw. von denen, die eine langsame Strömung bevorzugen. Ein statistisch auswertbarer Unterschied kann auch unter der Anzahl der Charakterarten der einzelnen Probenahmesegmente festgestellt werden. In der Veränderung der Anzahl von Charakterarten konnte ebenfalls ein gut detektierbarer, mit dem Ausmaß der Aufstau umgekehrt proportionaler Unterschied beobachtet werden. Dies ist dem zu verdanken, dass das Vorhandensein der typischen Zusammensetzung des Flussbettmaterials und der Habitatstruktur der Raab für die Probenahmesegmente im Unterwasser und eventuell in den von den Stauwerken am weitesten gelegenen Oberwassern typisch ist, so ist das Vorkommen der Charakterarten zumeist in diesen Segmenten typisch. Weitere statistisch auswertbare Unterschiede wurden hinsichtlich der Anzahl und Densität geschützter Arten, der Anzahl von Filterorganismen, der Densität der Charakterarten, sowie der zur ökologischen Zustandsklassifikation benutzen Q_{BAP} Punktzahlen nachgewiesen werden. Die Anzahl und Densität der geschützten Arten weist eine abnehmende Tendenz bei Annäherung der Aufstau auf. Im Gegensatz zeigt die Anzahl der Filterorganismen (aktiv und passiv) mit Steigerung des Staueffekts (bei Annäherung der Aufstau) eine zunehmende Tendenz. Hinsichtlich der Densitätswerte von Charakterarten kann eine ähnliche Tendenz zu ihrer Artenzahl beobachtet werden, mit Verringerung oder Wegfall des Staueffekts (Unterwasser) wächst die Densität der Charakterarten. Die Q_{BAP} Punktzahlen demonstrieren auch die Verringerung der Anzahl und Densitätswerte von Charakterarten gut, da der Verlauf dieser Variablen auch eine erhebliche Wirkung auf die ökologische Zustandsklassifizierung hat. Dementsprechend nimmt die Q_{BAP} Punktzahl vom Oberwasser in Richtung Stauwerke ab, und weist im Unterwasser wieder einen höheren Wert auf.

Anhand der Untersuchungen in den Probenahmesegmenten der Raab wurden Anzahl und Densität der an verschiedene abiotische Habitate gebundene (pellale, argyllale, psammale, akale, lithale) Arten mit Hinsicht auf das Maß der Aufstau untersucht. Anhand der Korrelation der Erhebungsergebnisse kann festgestellt werden, dass beim Annähern der Stauwerke aus Richtung des Oberwassers die Zahl und Densität der an Sedimente mit größerer Korngröße gebundenen (lithalen, akalen) Arten sich negativ verändert.

Bei der Untersuchung der Auswirkung des Stauwerks an der Pinka bei Felsőcsatár auf die aquatische Makroinvertebratenfauna wurden in 5 Probenahmesegmenten quantitative Daten erhoben.

Als Ergebnis der in den ausgewiesenen Probenahmesegmenten in den Vegetationsperioden Herbst 2018 und Frühjar 2019 durchgeführten quantitativen Erhebungen wurden insgesamt 67 Makroinvertebratentaxen aus 10 größeren Gruppen nachgewiesen. Anhand der Erhebungsergebnisse kamen aus den Probenahmeeinheiten 3 Wasserschnecken- (Gastropoda), 4 Muschel- (Bivalvia), 14 Eintagsfliegen- (Ephemeroptera), 4 Steinfliegen- (Plecoptera), 3 höhere Krebs- (Malacostraca), 9 Libellen- (Odonata), 5 Wasserwanzen- (Heteroptera), 2 Egel- (Hirudinea), 6 Wasserkäfer- (Coleoptera) und 21 Köcherfliegentaxen (Trichoptera) zum Vorschein.

Auf dem untersuchten Abschnitt der Pinka wurde das Vorkommen von mehreren, für den Naturschutz wertvollen, geschützten Makroinvertebratenarten bewiesen: *Aquarius najas, Calopteryx virgo, Gomphus flavipes, Gomphus vulgatissimus, Onychogomphus forcipatus, Ophiogomphus cecilia, Unio crassus*.

Bei der vergleichenden Studie der Probenahmesegmenten der Pinka wurde ein statistisch auswertbarer Unterschied hinsichtlich der Densitätswerte von Charakterarten nachgewiesen. Die Untersuchung der Variablen mit Respekt zum Ausmaß der Aufstau wurde mit Hilfe der Rangkorrelation nach Spearman durchgeführt. Als Ergebnis deren wurde ein signifikanter Unterschied mit Hinsicht auf die Zahl und Densität der einheimischen Arten, die Densität der reophilen Arten, die Zahl und Densität der potamalen Arten sowie die Zahl und Densität der Charakterarten. Bei diesen Variablen kann festgestellt werden, dass mit wachsendem Ausmaß der Aufstau ihr Wert abgefallen ist. Die Wirkung der Aufstau hatte nicht nur auf die reophile Arten eine statistisch nachweisbare negative Auswirkung, aber beeinflusste auch die Populationen von potamalen Arten negativ. Bei der vergleichenden Analyse der Artenzahl- und Densitätswerte der Probenahmesegmente an der Pinka wiesen noch die Zahlen und Densitätswerte der an Pelal gebundene Arten eine statistisch auswertbaren Unterschied auf. Auch im Fall der Pinka kann festgestellt werden, dass die durch den Stauwerk verursachte Veränderung der hydromorphologischen Eigenschaften die Artenzusammensetzung verändert hat, was zumeist bei der Untersuchung der

Densitätswerte von Arten, die an Sedimente mit größerer Korngröße gebunden sind zum Vorschein kam. In den Oberwasserabschnitten ist die Proportion dieser viel kleiner, als in den Probenahmesegmenten im Unterwasser.

Bei der Untersuchung der Auswirkung des Stauwerks an der Rabnitz bei Gyóró auf die aquatische Makroinvertebratenfauna wurden in 5 Probenahmesegmenten Erhebungen zur Zusammensetzung und quantitativen Verhältnisse der Fauna durchgeführt.

Als Ergebnis der in den ausgewiesenen Probenahmesegmenten in den Vegetationsperioden Frühherbst 2018 und Frühjahr 2019 durchgeführten quantitativen Erhebungen wurden insgesamt 61 Makroinvertebratentaxen aus 10 größeren Gruppen nachgewiesen. Anhand der Erhebungsergebnisse kamen aus den Untersuchungseinheiten 6 Wasserschnecken- (Gastropoda), 7 Muschel- (Bivalvia), 14 Eintagsfliegen- (Ephemeroptera), 1 Steinfliegen- (Plecoptera), 3 höhere Krebs- (Malacostraca), 6 Libellen- (Odonata), 4 Wasserwanzen- (Heteroptera), 4 Egel- (Hirudinea), 3 Wasserkäfer- (Coleoptera) und 13 Köcherfliegentaxen (Trichoptera) zum Vorschein.

Auf dem untersuchten Abschnitt der Rabnitz wurde das Vorkommen von mehreren, für den Naturschutz wertvollen, geschützten Makroinvertebratenarten bewiesen: *Aquarius najas, Calopteryx virgo, Gomphus vulgatissimus, Macronychus quadrituberculatus, Ophiogomphus cecilia, Unio crassus*.

Bei den statistischen Analysen wurde ein signifikanter Unterschied bezüglich der Densität einheimischer sowie gebietsfremder Arten ermittelt, sowie ein deutlich signifikanter Unterschied bei der Densität von potamalen und Filterorganismen nachgewiesen. Bei der Untersuchung von Charakterarten wurde ebenfalls unter den Densitätswerten ein statistisch auswertbarer, aber nur marginal signifikanter Unterschied ermittelt. Hinsichtlich der für die Bestimmung des ökologische Zustands angewandte Q_{BAP} Werte wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt, aber es ist ersichtlich, dass die Q_{BAP} Punktzahl der zum Stauwerk am nächsten gelegenen Probenahmesegmente im Oberwasser viel niedriger ist, als die Werte der Unterwasserabschnitte. Bei der vergleichenden Untersuchung der Artenzahl- und Densitätswerte der Probanahmesegmente in der Rabnitz wurde ein statistisch auswertbarer Unterschied in der Anzahl und Densität der an Argyllal und Lithal gebundenen Arten sowie in der Anzahl der an Psammal und Akal gebundene Arten ermittelt.

Der stark signifikante Unterschied in der Anzahl der an Akal gebundenen Arten ergab sich aus den höheren Artenzahlen des am untersten gelegenen Probenahmesegments im Unterwasser. Dieses Segment ist am weitesten entfernt vom Stauwerk, so ist die Entstehung von Habitaten mit grobem Flussbettmaterial (Kies) typisch. Die signifikanten Unterschiede, die sich bei der Artenzahl und Densität der an Lithal gebundene Arten zeigten, waren ebenfalls den höheren Werten des vom Stauwerk am weitesten gelegenen Probenahmesegments, und des Segments im Hochwasserentlastungsarm geschuldet. Wegen der hier auftretenden stärkeren Strömung durchsetzt sich der Treibguttransport des Wassers, und die Akkumulation der feinkörnigen Sedimente tritt nur in geringem Maße auf.

Insgesamt kann also behauptet werden, dass sich die Wirkung der Stauwerke im Oberwasserabschnitt der Wasserläufe in hohem Maß durchsetzt. Wegen der verlangsamten Strömungsbedingungen wurde beim Annähern der Stauwerke eine Steigerung in der Zahl der stagnophilen Arten festgestellt, bzw. die Abnahme der an Sedimente von größerer Korngröße gebundenen Arten wurde mit hoher Sicherheit detektiert. Die Anzahl und Densität der Charakterarten sank bei der Annäherung der Stauwerke vom Oberwasser her, was sich auch auf die Punktzahlen der bei der ökologischen Zustandsbewertung angewandten Q_{BAP} auswirkte. Diese wiesen ebenfalls eine abnehmende Tendenz in Richtung Bauwerke auf, um dann im Unterwasser wieder einen höheren Wert – im Allgemeinen den höchsten unter der Probestellen der gleichen Gruppe – zu erreichen.

Im Rahmen des Projekts wurden zwecks objektiver Bestimmung der künstlichen Aufstauungen auf die Artenkomposition und quantitativen Verhältnisse der **Fischgemeinschaften** im Ober- und Unterwasser der Stauwerke Ikervár, Nick und Magyarlak an der Raab, des Stauwerks Felsőcsatár an der Pinka sowie des Stauwerkes Wassermühle Gyóró diesbezügliche Erhebungen durchgeführt. Bei allen Stauwerken wurden auch Proben aus einem Abschnitt des Unterwassers genommen, wo sich der Rückstaueffekt des jeweiligen Stauwerks nicht durchgesetzt hat, nur Unterwassereffekte auftraten, und auch die Oberwasserabschnitte

wurden untersucht. Diese befanden sich in verschiedenen Abständen zum Stauwerk. Bei allen Stauwerken wurden je 5 Probenahmeabschnitte ausgewiesen. Bei allen 25 Probenahmeabschnitten wurden Erhebungen der Fischartengemeinschaft in zwei unterschiedlichen phänologischen Phasen, im Herbst 2018 und im Frühjahr 2019 durchgeführt. Bei der vergleichenden Analyse wurden die Erhebungen der zwei Zeiträume als separat behandelt.

Zur vergleichenden Analyse der Auswirkung der Aufstau auf die Fischartengemeinschaft wurde die Variablen aus den an den einzelnen Probenahmeabschnitten in den verschiedenen Probenahmeperioden detektierten Basisdaten verwendet. Diese Variablen waren folgende: Anzahl und Densität gebietsfremder Arten, Anzahl und Densität einheimischer Arten, Anzahl und Densität reophiler Arten, Anzahl und Densität eurytoper Arten, Anzahl und Densität stagnophiler Arten, Anzahl und Densität geschützter Arten, sowie der sog. EQR Wert, eine Grundlage zur ökologischen Zustandsbewertung.

Die vergleichende Analyse der Erhebungsergebnisse von Probenahmesegmenten, die mit der Oberwasserwirkung der Aufstau nicht beeinflusst waren, daher in dieser Hinsicht als Kontrollabschnitte dienten, brachte das Ergebnis einher, dass die Fischartengemeinschaften der Raababschnitte bei Ikervár, Nick und Magyarlak anhand der auserwählten Variablen sich nicht signifikant voneinander unterscheiden. Daher wurden die Probenahmesegmenten an den drei verschiedenen untersuchten Stauwerken der Raab bei der Untersuchung der Auswirkungen der Aufstau auf das Fischartengemeinschaftsmuster zusammen behandelt. Die zu den Stauwerken an der Pinka und der Rabnitz gehörenden Probenahmesegmente wurden von der Raab und voneinander gesondert behandelt, und es wurden unterschiedliche Analysen im Fall beider Stauwerke durchgeführt.

Danach wurde der Zusammenhang zwischen den abgeleiteten Variablen zur Untersuchung der Auswirkung der Aufstau und deren Maß auf das Muster der Fischartengemeinschaft mit Spearman-Rangkorrelation analysiert.

Laut der Analyseergebnisse wiesen Anzahl und Densität einheimischer Arten, reophiler Arten, stagnophiler Arten, geschützter Arten sowie der die Grundlage zur ökologischen Zustandsbewertung liefernde sog. EQR Wert gleichermaßen signifikanten Zusammenhang mit dem Maß der Aufstau bei den drei untersuchten Stauwerken an der Raab auf. Laut der Analyseergebnisse nimmt die Anzahl und Densität der einheimischen Arten, der reophilen Arten und auch der geschützten Arten mit Zunahme am Maß der Aufstau signifikant ab. Die Anzahl und Densität der stagnophilen Arten hingegen nimmt mit Zunahme am Maß der Aufstau signifikant zu.

Anhand der bei der Korrelationsanalyse erhaltenen Ergebnisse kann insgesamt behauptet werden, dass im Fall der Raab die Auswirkung der Stauwerke auf das Muster der Fischartengemeinschaften aus Sicht des ökologischen Zustands der Raab ungünstig ist. Das hängt aller Wahrscheinlichkeit nach stark mit der Auswirkung des Ausmaßes der Aufstau auf die Anzahl und Densität von reophilen Fischarten zusammen, da die Charakterfischarten der Wasserläufe mit ähnlichem Typ wie die Raab typischerweise einheimische, reophile Arten sind. Das Ausmaß der ungünstigen Auswirkung auf den ökologischen Zustand korreliert mit dem Ausmaß der Aufstau und der Länge der aufgestauten Abschnitte.

An der Pinka wurde bezüglich eines Stauwerks die Fischartengemeinschaft an 5 Probenahmeabschnitten, in je zwei Vegetationsperioden erhoben, so musste bei der Korrelationsanalyse mit einer kleineren Datenmenge und geringeren Anzahl von Fällen durchgeführt werden, als bei der Raab.

Die Anzahl und Densität der gebietsfremden Arten, die Densität der einheimischen Arten und der reophilen Arten sowie der EQR Wert wiesen einen signifikanten Zusammenhang mit dem Maß der Aufstau im Fall des untersuchten Stauwerks an der Pinka auf. Anhand der Analyseergebnisse nimmt die Densität der einheimischen Arten und der reophilen Arten sowie der die Grundlage zur ökologischen Zustandsbewertung liefernde sog. EQR Wert mit dem steigenden Ausmaß der Aufstauung am untersuchten Abschnitt der Pinka signifikant ab. Die Anzahl und Densität der gebietsfremden Fischarten hingegen nimmt mit dem steigenden Ausmaß der Aufstauung signifikant zu.

Anhand der bei der Korrelationsanalyse erhaltenen Ergebnisse kann insgesamt behauptet werden, dass, ganz ähnlich zu den bei der Raab erzielten Ergebnissen die Auswirkung der Stauwerke auf das Muster der Fischartengemeinschaft auch aus Sicht des ökologischem Zustands der Pinka ungünstig ist. Das Ausmaß

dieser ungünstigen Auswirkung korreliert auch im Fall der Pinka mit dem Ausmaß der Aufstau und der Länge der aufgestauten Abschnitte.

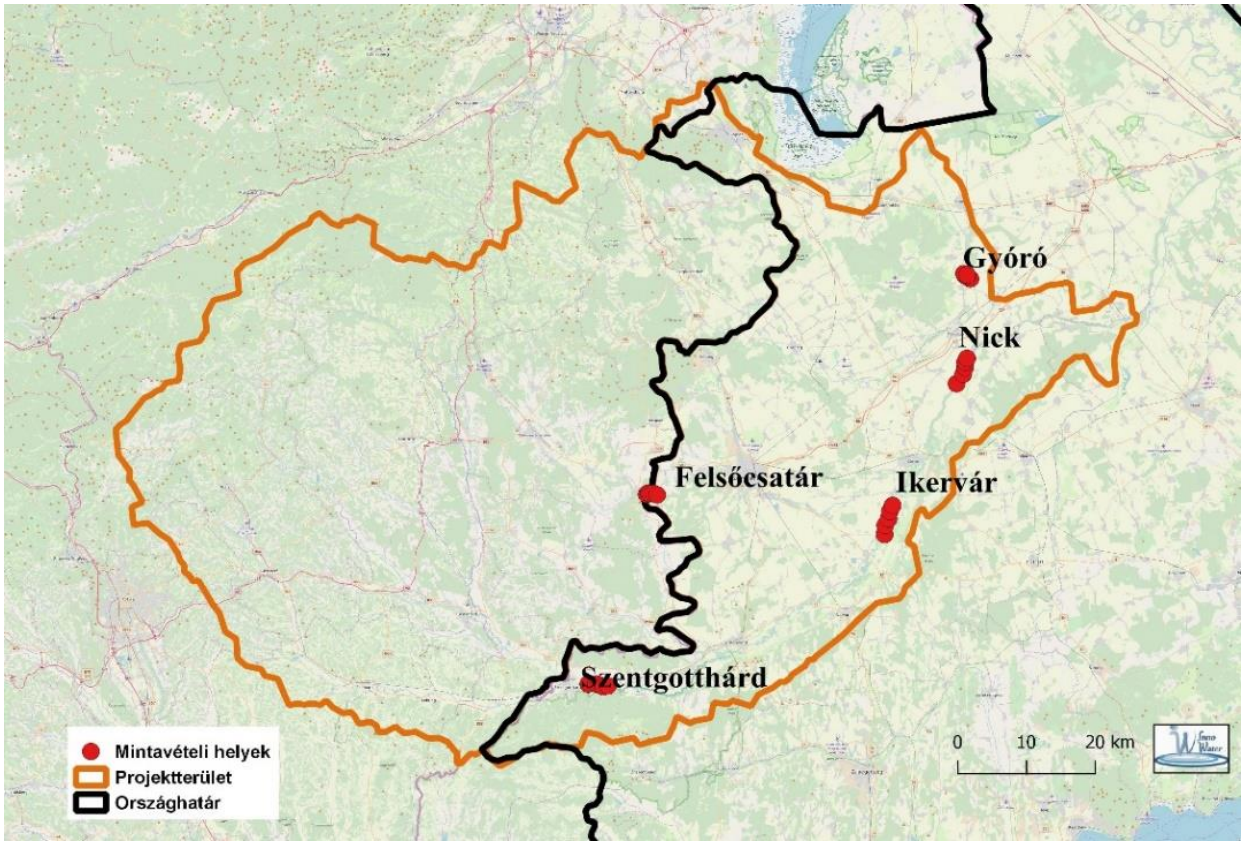
An der Rabnitz wurde bezüglich eines kleinen Stauwerks die Fischartengemeinschaft an 5 Probenahmeabschnitten, in je zwei Vegetationsperioden erhoben, so musste, wie bei der Pinka, auch bei diesem Wasserlauf mit einer kleineren Datenmenge und geringeren Anzahl von Fällen gearbeitet werden, als bei der Raab. An der Rabnitz lag die Basisinformation über die maximale Weitwirkung des Stauwerks im Oberwasser nicht vor, so gab es keine Gelegenheit, wie bei der Raab und der Pinka zu den einzelnen Probenahmeabschnitten den das Ausmaß der Aufstau kennzeichnenden normalisierten Wert zuzuordnen. Daraus folgt, dass beim aufgestauten Untersuchungsabschnitt der Rabnitz der Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Aufstau und den auserwählten abgeleiteten Variablen der Fischartengemeinschaft nicht mit Korrelationsanalyse untersucht werden konnte. Dabei konnten jedoch anhand der auserwählten abgeleiteten Variablen der Fischartengemeinschaft die aufgestauten Probenahmeabschnitte und diejenige mit Unterwassercharakter, also vom Oberwassereffekt nicht beeinflusst, verglichen werden. Es kann festgestellt werden, dass im Fall von praktisch allen geprüften abgeleiteten Parametern höhere Durchschnittswerte an den nicht gestauten Abschnitten mit Unterwassercharakter erzielt wurden. Ein statistisch signifikanter Unterschied wurde nur hinsichtlich der Anzahl und Densität gebietsfremder Arten sowie der Anzahl eurytoper Arten festgestellt. Die erzielten Ergebnisse und Unterschiede können grundsätzlich nicht eindeutig mit den Auswirkungen der Aufstau auf die Fischartengemeinschaft erklärt werden.

3. Anyag és módszer

3.1. Mintaterületek bemutatása

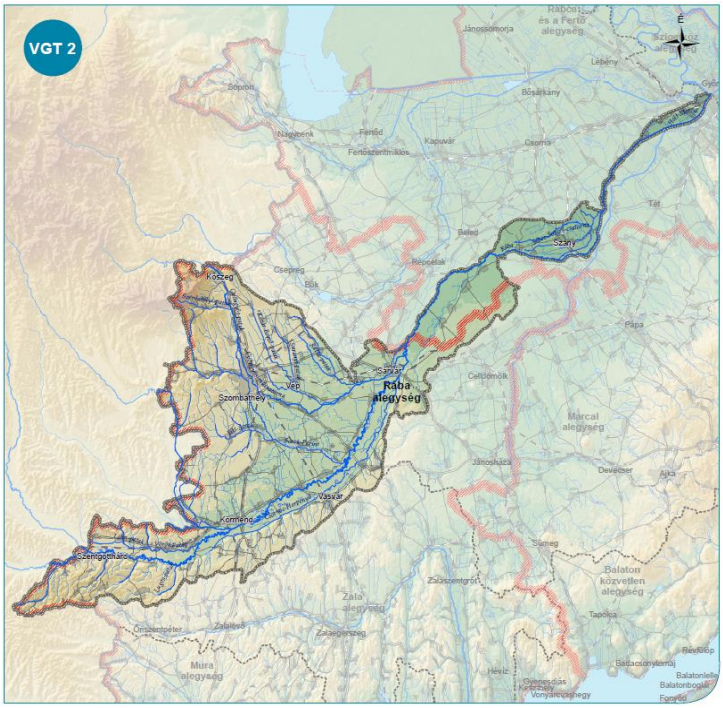
Az előzetes feladat-meghatározás szerint a felmérések során 5 duzzasztómű felvizének és alvizének vizsgálatát kellett elvégezni úgy, hogy az eredmények értékelése után a vízvisszatartás élővilágra gyakorolt hatása és hatásterülete meghatározható legyen. A vizsgált élőlénycsoportok és vízkémiai háttérváltozók felmérését 25 mintavételi egységben kellett elvégezni, a projekt időtartama alatt két alkalommal, eltérő fenológiai időszakban.

A projekt keretében a kijelölt duzzasztóműveknek a felszíni víztestek ökológiai állapotminőségére, valamint a vizsgált élőlényközösségek minőségi és mennyiségi viszonyaira gyakorolt hatásának megítélésére 25 mintavételi hely került kijelölésre és vizsgálatra a Rába és a Répce vízgyűjtőjén. A projekt keretében vizsgált három vízfolyáson (Rába, Pinka és Répce) jelöltünk ki öt mintaterületet (**1. ábra**). A mintaterületeken belül a mintavételi szelvények helyét úgy határoztuk meg, hogy a középvízi duzzasztási szint figyelembevételével jól reprezentálják a duzzasztott szakasz jellemzőit, ezért a szelvények a felvízi és alvízi oldalon eltérő távolságban helyezkednek el a keresztgátaktól (vö. **4–8. ábra** és **1–5. táblázat**).



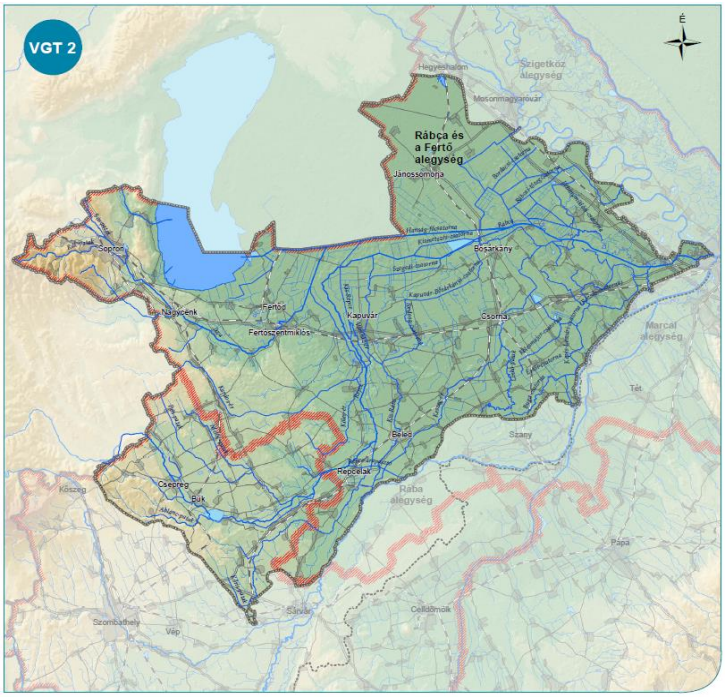
1. ábra. A kijelölt mintaterületek elhelyezkedése a Rábán (3), Pinkán (1) és Répcén (1)

Az ikervári-, nicki- és a magyarlaki duzzasztómű felvízi és alvízi szakaszán kijelölt mintavételi pontok a Rábán, a felsőcsatári duzzasztómű környezetében meghatározott mintavételi szelvények pedig a Pinkán helyezkednek el. Mindkét vízfolyás vizsgált szakasza (víztest) az OVGT alapján a Rába alegységhez tartozik. A Rába tervezési alegység Magyarország és a Duna (közvetlen) részvízgyűjtő nyugati határán, a Zala és a Rábca és Fertő alegységek között helyezkedik el, míg keletről a Marcal alegység határolja (**2. ábra**).



2. ábra. A Rába tervezési alegység elhelyezkedése [VGT2 – 1-3 Rába alegység]

A gyórói vízimalom alvízi és felvízi szakaszán kijelölt mintavételi pontok a Répcén találhatók, mely víztest az OVGT besorolása alapján a Rábca és Fertő tó alegység részét képezi. A tervezési alegység Magyarország és a Duna (közvetlen) részvízgyűjtő észak-nyugati határán, a Szigetköz és a Rába között helyezkedik el (**3. ábra**).



3. ábra. A Rábca és Fertő tó tervezési alegység elhelyezkedése [VGT2 – 1-2 Rábca és Fertő tó alegység]

3.1.1. Ikervári duzzasztómű (Rába)

A duzzasztóműhöz szorosan kapcsolódik az Ikervári Vízerőmű, Magyarország első vízerőműve, mely Gothard Jenő tervei alapján épült 1896–1900 között, a Batthyány család támogatásával. A tervezés 1894-ben kezdődött el. A Rábát megfelelő vízhozamú folyónak tartották, száraz időszakban is elegendőnek tűnt a vízhozama, továbbá a hazai szakaszon Ikervárnál a legnagyobb a folyó esése (8 méter). A megépülésekor 3 db Jonval-típusú turbinával üzemelt, 585 kW maximális összteljesítménnyel. Az erőmű előtt 6 km-re (100+560 fkm) építették meg az ikervári duzzasztóművet, amely 78 m hosszú és 31 m széles. Az 5 390 m hosszú üzemvíz csatorna legfelső része a folyó régi medrében, majd a régi malomcsatornában halad, végül függőmederben ér az erőműhöz. A 3 550 m hosszú alvízcsatorna részben az új, részben pedig az öreg Herpenyő medrét használja. Az erőmű megépülésével létre tudták hozni a szombathelyi főáramkört, be tudták vezetni a közintézményekben és a közvilágításban az elektromos áramot. A lakossági felhasználás mellett a megtermelt elektromos energia mennyiségének köszönhetően, létre tudtak hozni egy villamos vasúti pályát is. Összeségében elmondható, hogy az erőmű megépítése nagy fejlődést jelentett a térség számára, a zavartalan működést pedig eleinte gőzgépek segítségével oldották meg. Az erőművet, folyamatosan bővítették, fejlesztették, hogy egyre hatékonyabban tudja kiszolgálni a növekvő igényeket.

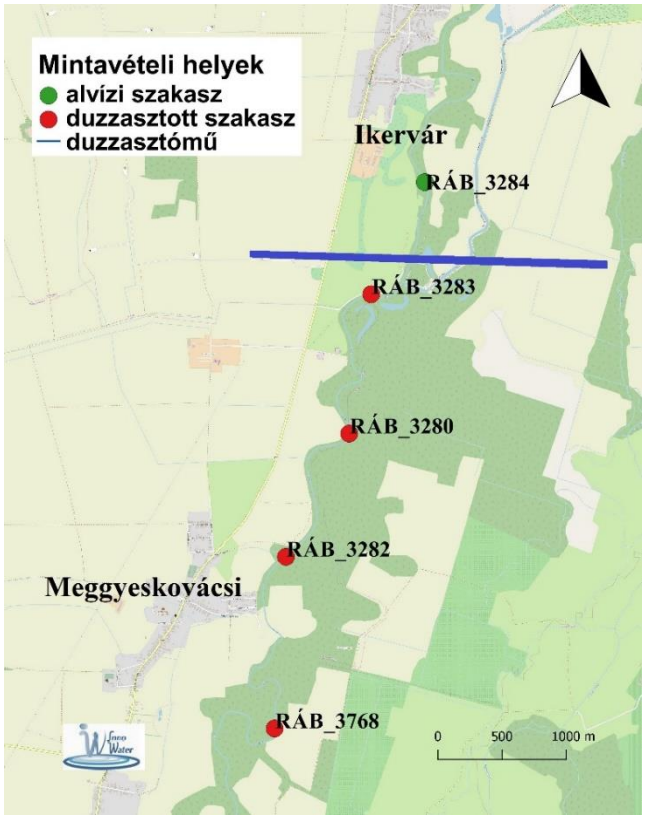
Az Ikervári Vízierőmű 1995-ben ünnepelte százéves fennállását, valamint egy nagyobb felújítás is ebben az évben fejeződött be. Egy akkor készült összegzésből kiderül, hogy aban az időszakban Magyarország 4. legnagyobb teljesítményű vízierőműve volt, évi 1,4 MW teljesítménnyel.

A 2012-re elkészülő új duzzasztómű egy 25 méter hosszú, hidraulikus működtetésű billenőtáblával, valamint egy kis billenőtáblával kombinált árapasztóval épült meg. A halak vándorlását egy részben betonkazettás, részben természetes kialakítású hallépcső teszi lehetővé, amely 113 m hosszú. A duzzasztón átengedett vízmennyiséget ezen kívül még az újonnan épített vízerőműben elhelyezett 160 kW teljesítményű generátor hasznosítja, így az erőmű összesített vízigénye 3m^3/s. A duzzasztómű becsült visszaduzzasztási hossza 5 640 m.

A mintavételek helyszínei az **1. táblázatban** találhatók, illetve a **4. ábrán** kerültek megjelenítésre.

mintaterület	mintavételi hely kódja	gyűjtőhely	EOV_X	EOV_Y	duzzasztótól való távolság	mintavételi hely jellege
Ikervár	RÁB_3768 *RÁB_3281	Rába (Meggyeskovácsi)	485602	203526	4700 m	duzzasztott
Ikervár	RÁB_3282	Rába (Meggyeskovácsi)	485727	204860	3000 m	duzzasztott
Ikervár	RÁB_3280	Rába, Szálosi-dűlő (Meggyeskovácsi)	486247	205806	1750 m	duzzasztott
Ikervár	RÁB_3283	Rába, Zsidahó (Ikervár)	486449	206886	380 m	duzzasztott
Ikervár	RÁB_3769 *RÁB_3284 **RÁB_3284	Rába, Zsidahó (Ikervár)	486892	207747	720 m	alvíz

1. táblázat. Az ikervári duzzasztómű alvízén és felvízén kijelölt mintavételi szelvények adatai, a vizsgált víztér, közigazgatási egység, EOV geokoordináták, valamint a keresztgáttól való távolság megjelölésével (halegyüttes mintavételi szelvényének kódja; ** makrofita mintavételi szelvényének kódja)*



4. ábra. Az ikervári duzzasztómű al- és felvizén kijelölt mintavételi szelvények térbeni elhelyezkedése

3.1.2. Nicki duzzasztás (Rába)

A nicki duzzasztómű, illetve annak elődei igen nagy szerepet töltöttek és töltenek be a térség vízgazdálkodásában. Az első duzzasztógátat 1895 előtt, rőzséből készítették, 1895-ben a rőzsegát felett – a mai duzzasztógáttól 20 m-re – egy beton gátat létesítettek. A nicki duzzasztómű 1930 és 1932 között épült, a Rába folyó 68+500 fkm szelvényében, Pfletschinger József tervezésében. A duzzasztóműnek 4 nyílása van, 3 db 24 m széles duzzasztónyílás, és egy 10 m széles fenékleeresztő zsilip

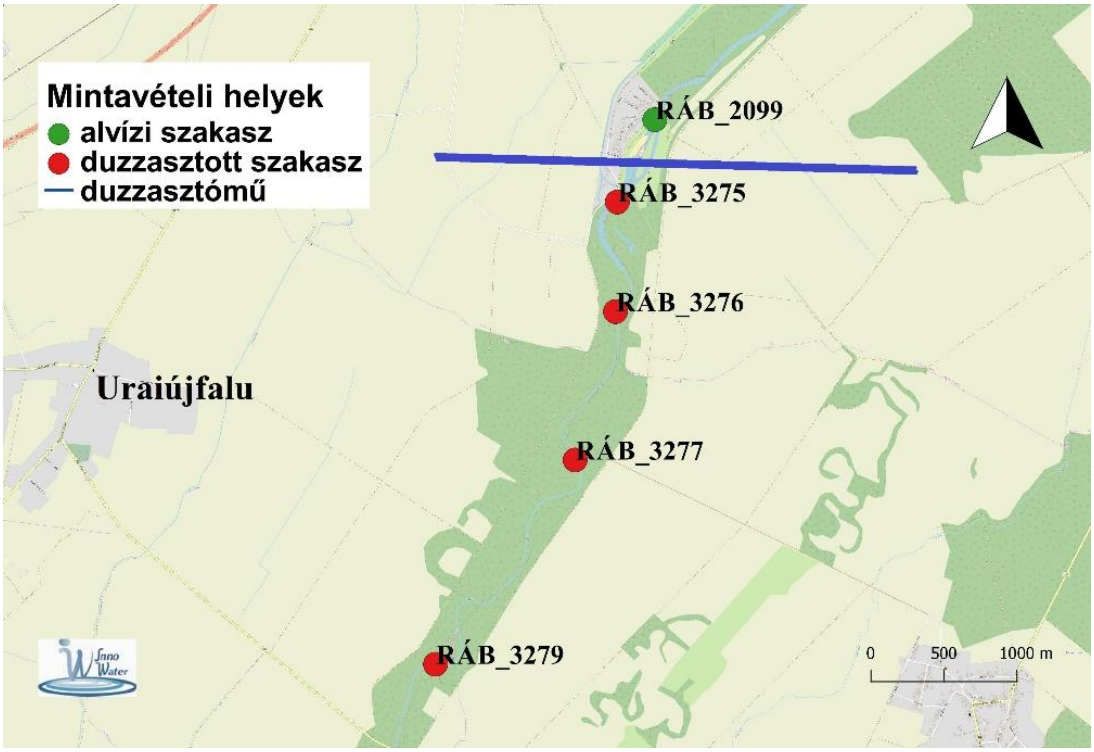
A műtárgy alapfeladata, hogy a Rába duzzasztásával, a felvízéből kiágazó Kis-Rábába gravitációs vízbevezetést tegyen lehetővé, és biztosítsa a Rábán az árvíz, a hordalék és a jég levezetését. Ennek megfelelően, csupán a jobb parti gátfőben volt egy 9,5 KW teljesítményű törpe erőmű, amely a fenékzsilip működtetéséhez szükséges elektromos energiát termelte és a gát világítását is ellátta, ez egészen 1972-ig üzemelt. A műtárgy 1995 és 1999 között egy nagyszabású felújítású zajlott. 2009 februárjában pedig a műtárgyba két turbinát építettek be, melyeknek együttes teljesítménye 1442 kWh.

A Kis-Rába–Hanság Vízpótló Rendszerbe történő ökológiai célú vízbevezetés szabályozását a duzzasztómű felvízében a bal parti árvédelmi töltésben lévő Kis-Rába beeresztő zsilip teszi lehetővé A duzzasztása visszahatása, itt mintegy 4 km.

A mintavételek helyszínei a **2. táblázatban** találhatók, elhelyezkedésüket az **5. ábra** mutatja be.

mintaterület	mintavételi hely kódja	gyűjtőhely	EOV_X	EOV_Y	duzzasztótól való távolság	mintavételi hely jellege
Nick	RÁB_3279	Rába, Rába-dűlő (Csönge)	496590	225336	4300 m	duzzasztott
Nick	RÁB_3277	Rába, Diófás (Uraiújfalu)	497581	226703	2330 m	duzzasztott
Nick	RÁB_3276	Rába, Árok-hát (Nick)	497883	227706	1150 m	duzzasztott
Nick	RÁB_3275	Rába, Nicki duzzasztógát (Kenyeri)	497915	228452	280 m	duzzasztott
Nick	RÁB_2099	Rába, Nicki üdülőtelep (Nick)	498185	229006	350 m	alvíz

2. táblázat. A nicki duzzasztómű alvízén és felvízén kijelölt mintavételi szelvények adatai, a vizsgált víztér, közigazgatási egység, EOV geokoordináták, valamint a keresztgáttól való távolság megjelölésével

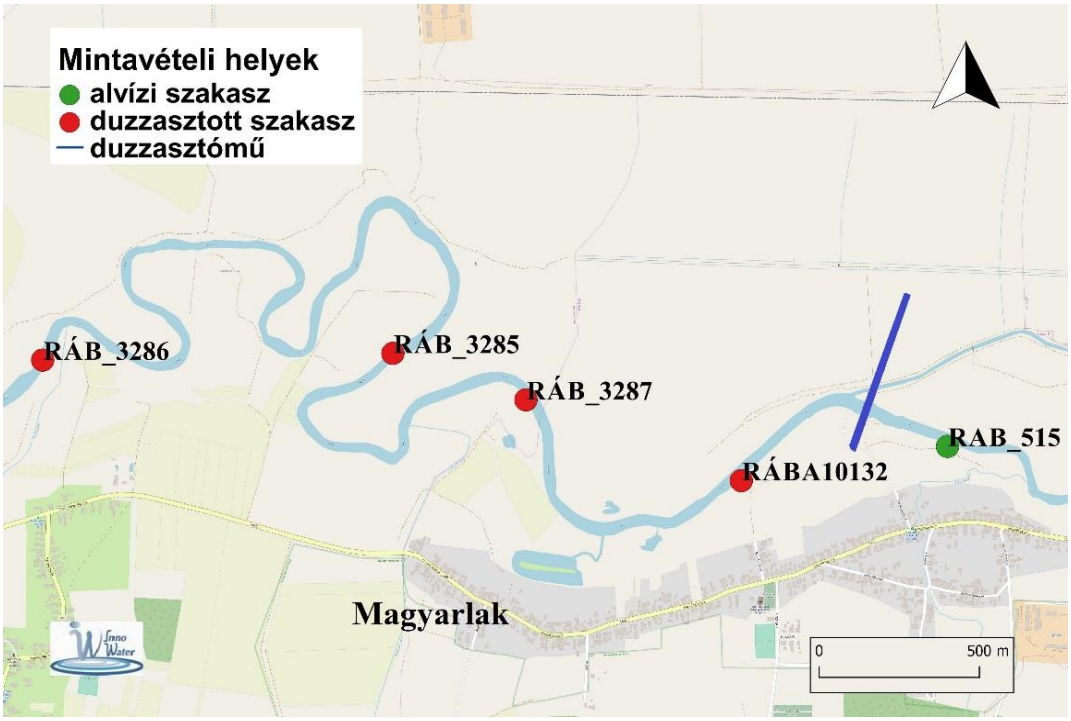


5. ábra. A nicki duzzasztómű al- és felvízén kijelölt mintavételi szelvények térbeni elhelyezkedése

3.1.3. Magyarlaki duzzasztás (Rába)

A Magyarlak község melletti Rába-szakasz többször volt szabályozva rőzsegátak, illetve vízimalmok által, amik ki voltak téve a folyó szeszélyének, árvizeinek. Ezt jól példázza, hogy 1813. évi nagy árvíz teljesen tönkretette a helyi vízimalmot. Ezt követően 1814-ben egy malomárkot létesítettek, és a szükséges vízellátás céljából, egy rőzsegáttal visszaduzzasztották a Rábát, 1935 után pedig a gabonaőrlés mellett áramtermelést is szolgálta a műtárgy. A malom 1958-ig működött, azonban a rőzsegát folyamatos karbantartást igényelt. 1991. januárjában, az érkező árvíz a gátat kikerülve a partoldalt szakította át, ekkor az erőmű működésképtelenné vált. 2005-ben újjáépítettek a Rába 195 fkm. szelvényébe. Az egykori malomárok, a mai üzemvízcsatorna 2,5 km hosszú és az 500 kW-os összteljesítményű csörötneki vízerőművet táplálja, míg a magyarlaki kisvízerőmű 240 kW összteljesítménnyel a duzzasztóműnél helyezkedik el.

A mintavételek helyszínei a **3. táblázatban** találhatók, elhelyezkedésüket pedig a **6. ábra** szemlélteti.



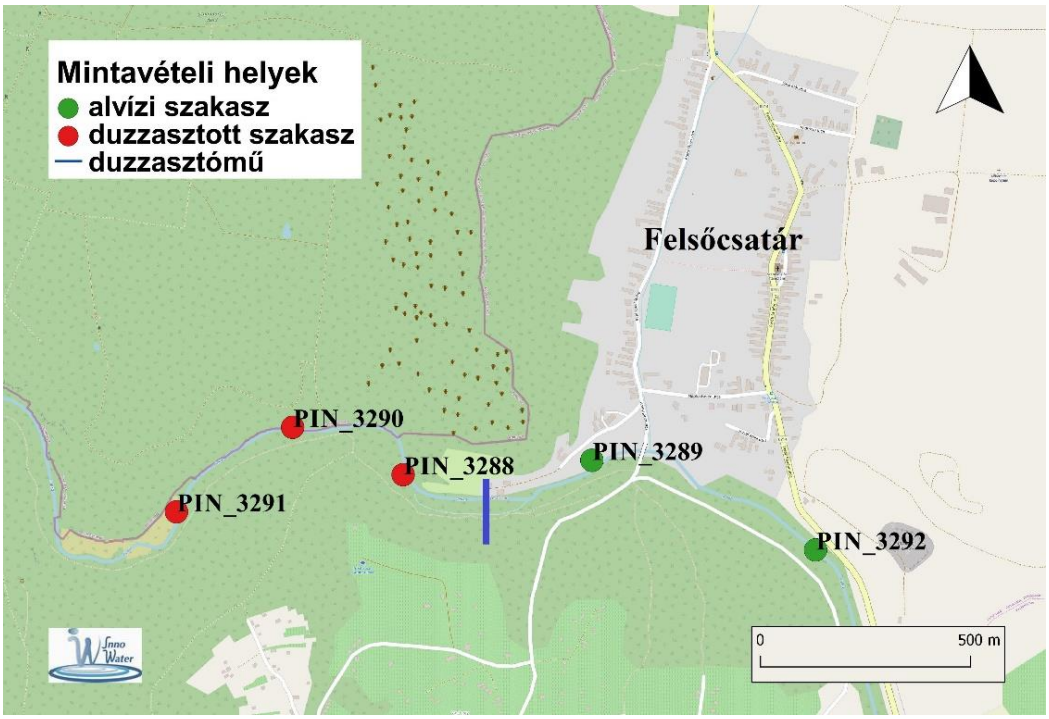
6. ábra. A magyarlaki duzzasztómű al- és felvízén kijelölt mintavételi szelvények térbeni elhelyezkedése

mintaterület	mintavételi hely kódja	gyűjtőhely	EOV_X	EOV_Y	duzzasztótól való távolság	mintavételi hely jellege
Magyarlak	RÁB_3286 *RÁB_3771	Rába, Határ-földek (Szentgotthárd)	442034	182877	5550 m	duzzasztott
Magyarlak	RÁB_3285	Rába, Kis-rét (Szentgotthárd)	443127	182860	2650 m	duzzasztott
Magyarlak	RÁB_3287	Rába, Út-alja (Szentgotthárd)	443537	182700	1450 m	duzzasztott
Magyarlak	RÁBA10132	Rába, duzzasztómű felvíz (Magyarlak)	444200	182424	500 m	duzzasztott
Magyarlak	RAB_15 *RÁB_3770	Rába, duzzasztómű, alvíz (Magyarlak)	444847	182509	270 m	alvíz

3. táblázat. A magyarlaki duzzasztómű alvízén és felvízén kijelölt mintavételi szelvények adatai, a vizsgált víztér, közigazgatási egység, EOV geokoordináták, valamint a keresztgáttól való távolság megjelölésével (halegyüttes mintavételi szelvényének kódja)*

3.1.4. Felsőcsatári duzzasztómű (Pinka)

A duzzasztómű, amely a folyó 33 fkm szelvényén található, egykoron vízimalomként üzemelt. Az első említés a létesítményről 1592-ből származik, amikor az épületet Kuthasy Simon lovaskapitány kapta meg. A malom 1927-tól elektromos áramot is termelt, akkor 26 kW-os teljesítménnyel, ezt 1950-ben 40 kW-osra növelték, de ezek ellenére is a kisméretű vízierőművek közé sorolható a mostani, 44 kW-os teljesítményével. További különlegessége, hogy 1941-ben duzzasztás előtti részen egy medencét



7. ábra. A felsőcsatári duzzasztómű al- és felvízén kijelölt mintavételi szelvények térbeni elhelyezkedése

alakítottak ki, amely a helyiek kikapcsolódását szolgálta, és egészen a ’80-as évekig üzemelt. A duzzasztás káros hatásainak mérséklése érdekében, 2014-ben épült egy megkerülő csatorna, valamint egy hallépcső is. A visszaduzzasztás hatása a folyón felfelé 1200 m hosszon jelentkezik.

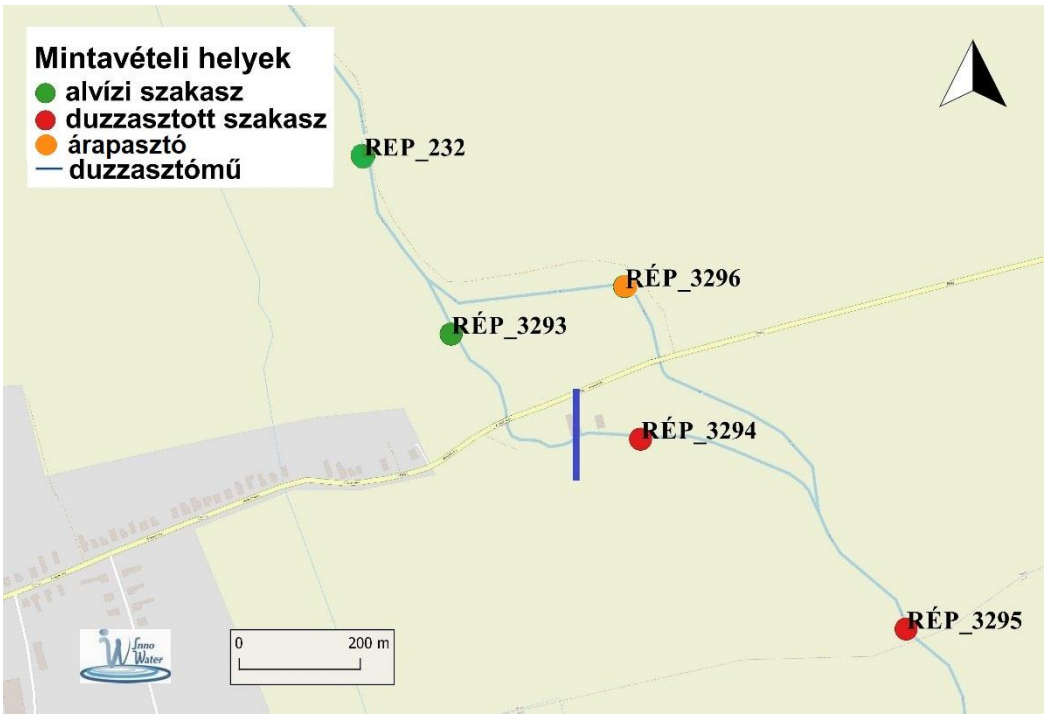
A mintavételi helyszíneket a **4. táblázat** és a **7. ábra** mutatja be.

mintaterület	mintavételi hely kódja	gyűjtőhely	EOV_X	EOV_Y	duzzasztótól való távolság	mintavételi hely jellege
Felsőcsatár	PIN_3291	Pinka, Felsőcsatári-szőlőhegy (Felsőcsatár)	451420	210478	950 m	duzzasztott
Felsőcsatár	PIN_3290	Pinka, Felsőcsatári-szőlőhegy (Felsőcsatár)	451703	210669	560 m	duzzasztott
Felsőcsatár	PIN_3288	Pinka, Gyermeküdülő (Felsőcsatár)	451962	210548	200 m	duzzasztott
Felsőcsatár	PIN_3289	Pinka, Niderbergi út (Felsőcsatár)	452412	210567	280 m	alvíz
Felsőcsatár	PIN_3292	Pinka (Felsőcsatár)	452937	210337	890 m	alvíz

4. táblázat. A felsőcsatári duzzasztómű alvízén és felvízén kijelölt mintavételi szelvények adatai, a vizsgált víztér, közigazgatási egység, EOV geokoordináták, valamint a keresztgáttól való távolság megjelölésével

3.1.5. Gyórói vízimalom duzzasztója (Répce)

A vízimalom a XIX. században épült, és jelenleg is műemléki védelem alatt áll. A malmot 1872-ben bővítették, 1897-ben pedig egy kis teljesítményű Girardes turbinát építettek be így szolgálva az áramtermelést is. Így üzemelt egészen 1970-ig, 1987-ben még a malom működőképes volt. Többször gazdát cserélt, többnyire befektetők vásárolták meg, felújítási céllal, azonban eddigi az összes próbálkozás



8. ábra. A gyórói vízimalom al- és felvízén kijelölt mintavételi szelvények térbeni elhelyezkedése

kudarcot vallott. Legutóbb 2017-ben került sor tulajdonosváltásra, ismételten nagyszabású felújítási tervek kíséretében. A malom további különlegessége, hogy a malomkereke fekvő elrendezésű, amely a vízimalmok között ritkaságnak számít. A mintavételek helyszínei az **5. táblázatban** találhatók, elhelyezkedésüket a **8. ábra** mutatja be.

mintaterület	mintavételi hely kódja	gyűjtőhely	EOV_X	EOV_Y	duzzasztótól való távolság	mintavételi hely jellege
Gyóró	RÉP_3295	Répce, Alsó-fele (Gyóró)	498957	240597	700 m	duzzasztott
Gyóró	RÉP_3294	Répce, Alsó-fele (Gyóró)	498527	240921	150 m	duzzasztott
Gyóró	RÉP_3293	Répce, Rákóczi Tsz. (Gyóró)	498219	241102	300 m	alvíz
Gyóró	RÉP_3296	Répce, Sóér-köz (Gyóró)	498507	241173	-	árapasztó
Gyóró	REP_232	Répce, Rákóczi Tsz. (Gyóró)	498080	241399	650 m	alvíz

5. táblázat. A gyórói vízimalom alvízén és felvízén kijelölt mintavételi szelvények adatai, a vizsgált víztér, közigazgatási egység, EOV geokoordináták, valamint a keresztgáttól való távolság megjelölésével

3.2. Alkalmazott módszerek

3.2.1. A vízkémiai vizsgálati módszerek

3.2.1.1. Helyszíni vízminőségi paraméterek vizsgálati módszertana

A megjelölt mintavételi pontokon a következő **helyszíni vízminőségi paramétereket** határoztuk meg, terepi mérőműszer és a hozzá csatlakoztatható, kalibrált szondák segítségével:

- pH,
- fajlagos elektromos vezetőképesség,
- oldott oxigén koncentráció,
- oxigén telítettség,
- vízhőmérséklet.

Hach-Lange HQ40d fejegység

A HQ40d hordozható kétcsatornás mérőműszer különféle paraméterek mérésére alkalmas, amikor IntelliCAL™ szondákat csatlakoztatnak hozzá, pl. pH, fajlagos elektromos vezetőképesség, sótartalom, összes oldott anyagmennyiség (TDS), vagy oldott oxigéntartalom méréséhez. A mérőműszer automatikusan felismeri a hozzá csatlakoztatott szondákat (2 db szondacsatlakozás). Az IntelliCAL szondák eltárolják az egyedi sorozatszámot, az aktuális kalibrálás, és a visszatekintő kalibrálási adatokat. A digitális mérőműszer/elektróda rendszer megbízható, sokoldalú és egyszerűen kezelhető.

Hach-Lange pHC101 szonda

A Hach-Lange pHC101 szonda egy standard kombinált pH-elektróda, mely géllel töltött, kettős csatlakozású referenciával és beépített hőmérséklet-érzékelővel ellátott, digitális mérőműszerhez csatlakoztatható.

Hach-Lange LDO101 szonda

A lumineszcenciás LDO-technológián alapuló elektródával precíz és pontos mérések valósíthatók meg alacsony és magas O2 koncentrációk mellett, mely nem igényel kalibrálást vagy polarizálást és nincs szükség elektrolit cserére, nem zavarják a lerakódások vagy a kén-hidrogén (H2S). A standard LDO.0

Hach-Lange CDC401 szonda

A Hach-Lange CDC401 szonda egy digitális, 4 pólusú grafit érzékelős vezetőképesség elektróda, mely egyszerűen kezelhető, kiemelkedő megbízhatósággal rendelkezik és automatikus hőmérséklet-kompenzálásra képes.

3.2.1.2. Laboratóriumi vízminőségi paraméterek vizsgálati módszertana

A vízminták megvételét követően azokat laboratóriumba szállítottuk, ahol sor került a részletes vízkémiai vizsgálatok elvégzésére. Ennek során az általános vízkémiai paraméterekre vonatkozó koncentráció értékek kerültek meghatározásra. A vizsgált általános vízkémiai paraméterek:

- Lebegőanyag tartalom (LA);
- Kémiai oxigénigény – dikromátos (KOI_{Cr});
- Biológiai oxigénigény (BOI_5);
- Ammónium-nitrogén koncentráció (NH_4-N);
- Nitrit-nitrogén koncentráció (NO_2-N);
- Nitrát-nitrogén koncentráció (NO_3-N);
- Összes nitrogén (TN);
- Oldott ortofoszfát-foszfor koncentráció (PO_4-P);
- Összes foszfát-foszfor koncentráció (TP);
- Klorid-ion koncentráció (Cl^-).

3.2.2. A vízkémia alapján végzett ökológiai állapotértékelése módja

A felszíni víztestek minősítését a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szóló 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet szerint kell végezni, figyelembe véve az EU Víz Keretirányelv (Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve, továbbiakban: VKI) előírásait. Ugyan a VKI biológiai és kémiai minősítési rendszert ír elő, a hatályban lévő hazai jogszabály csak fiziko-kémiai paraméterekre vonatkozó, víztípustól függő határértékeket tartalmaz. A VM rendelet alapján egy adott víztest vízminőségi osztályba nem sorolható, csupán az állapítható meg, hogy a fizikai-kémiai paraméterek támogatják-e a jó állapotnak, vagy a jó ökológiai potenciálnak való megfelelést. Azaz, ha a víztest fizikai-kémiai állapota nem felel meg a jó állapotra vonatkozó határértékeknek, a jó ökológiai állapot, illetve a jó ökológiai potenciál nem érhető el.

A fizikai-kémiai jellemzők esetében tehát alapvetően nincs különbség aszerint, hogy a víztest természetes, erősen módosított vagy mesterséges kategóriába tartozik. Az ökológusok egyöntetű véleménye alapján, a VKI elveivel összhangban a jó ökológiai állapotnak megfelelő fizikai-kémiai vízminőséget a potenciál esetében is el kell érni. Ezen megfontolások alapján a természetes vizekre megállapított határértékek változatlanul alkalmazandók az erősen módosított víztestekre, fontos azonban, hogy a határértékeket a hidromorfológiai viszonyoknak megfelelő típus-csoport szerint kell kiválasztani.

Az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv (OVGT) 1-1. melléklete alapján a vizsgált szakaszok az alábbi víztest kategóriába tartoznak:

- Rába: „4L” (Dombvidéki – közepes esésű – meszes – durva mederanyagú – nagy és nagyon nagy vízgyűjtőjű).
- Pinka: „4L” (Dombvidéki – közepes esésű – meszes – durva mederanyagú – nagy és nagyon nagy vízgyűjtőjű).
- Répce: „5M” (Síkvidéki – kis esésű – meszes – durva mederanyagú – közepes vízgyűjtőjű).

A vizsgált természetes vízfolyások felszíni víztesteknek vannak megjelölve és a felszíni vizek megfigyelésének és állapotértékelésének egyes szabályairól szóló 31/2004. (XII. 30.) KvVM rendelet 5. számú mellékletének vízfolyás tipológiai besorolása alapján és a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szóló 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletének 2. számú melléklete szerint kell minősíteni:

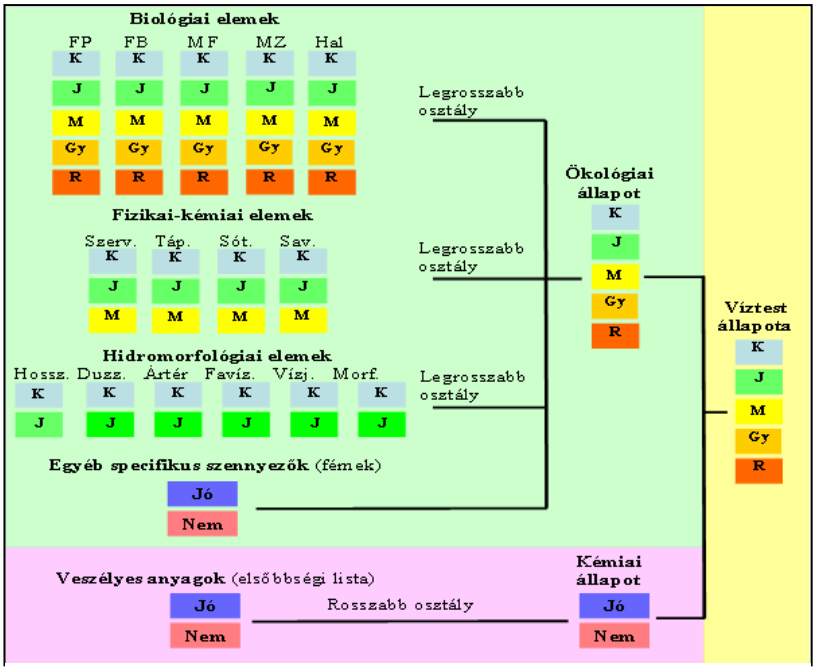
- 6-os kategóriába (Dombvidéki, meszes, durva, nagy vízgyűjtő) tartozó Pinka torkolati szakasz, a Rába (Csörnöc-Herpenyőtől), a Rába (ÉDÁSZ-üzemvízcsatornától), a Rába (Kis-Rábától) víztesteket;
- 12-es (Síkvidéki, meszes, durva, közepes vízgyűjtő) kategóriába tartozó Répce alsó vízfolyást.

Az általunk vizsgált víztestek típusaira vonatkozó releváns, specifikus határértékeket a **6. táblázat** tartalmazza.

Fizikai-kémiai jellemzők		**Dombvidéki közepes vízfolyások és nagy folyók**	**Síkvidéki kisvízfolyások**
		(6, 7, 10 típusok)	**(11, 12, 15, 18 típusok)**
pH	***[-]***	6,5-9	6,5-9
Vezetőképesség	***[µS/cm]***	<700	<1000
Klorid	***[mg/l]***	<50	<60
Oxigén telítettség	***[%]***	70-120	60-130
Oldott oxigén	***[mg/l]***	>7	>6
BOI_5	***[mg/l]***	<4	<4
KOI_{Cr}	***[mg/l]***	<25	<30
NH_4-N	***[mg/l]***	<0,3	<0,4
NO_2-N	***[mg/l]***	<0,06	<0,06
NO_3-N	***[mg/l]***	<3	<2
Összes N (TN)	***[mg/l]***	<4	<3
PO_4-P	***[mg/m^3]***	<50**	<200
		50-100	
Összes P (TP)	***[mg/m^3]***	<100	<400
		<200	

6. táblázat. Vízminőségi határértékek a 6-os és 12-es vízfolyás típusokra a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet 2. melléklete szerint

A VKI alapján egy víztest állapotát a vizsgált víztest ökológiai és kémiai állapota együttesen határozza meg. Felszíni vizek minősítési rendszerének sémáját a **9. ábra** mutatja be.



9. ábra Felszíni vizek minősítési rendszere

Az ökológiai állapot minősítése természetes víztesteken esetében 5 kategóriával adható meg: kiváló, jó, mérsékelt, gyenge és rossz. Az ökológiai állapotnak négy összetevője van: a biológiai, a fizikai-kémiai hidromorfológiai elemek és az egyéb specifikus szennyezők. Biológiai elemek közzé a fitoplankton, a fitobentosz, a makrofiton, a makrozoobenton és a halak tartoznak. A fizikai-kémiai elemek esetében az oxigénháztartás, a tápanyagok, a sótartalom és savasság paraméterek vizsgálatát kell elvégezni. A hidromorfológiai elemek közé a morfológiai állapot, az átjárhatósági állapot, valamint a hidrológiai állapot tartozik. Az egyéb specifikus szennyezők közül Magyarország a Duna-medencében is jelentősnek számító négy fémet (oldott cink, réz, króm, arzén) vonta be a vizsgálandó jellemzők sorába, mivel egyelőre csak ezekre álltak rendelkezésre vízgyűjtőkerület szintű monitoring adatok.

Az értékelés során az „egy rossz mind rossz” elvet kell alkalmazni, tehát minden esetben a komponens csoportok legalacsonyabb osztály értéke a mérvadó. Az ökológiai állapotértékelés végeredményét a biológiai minősítés határozza meg. Ha a fizikai-kémiai állapot rosszabb értéket mutat, mint a biológiai minősítés eredménye, akkor az előbbi határozta meg az ökológiai állapotot. Vagyis a fizikai-kémiai paraméterek esetében lényegében azt kell vizsgálni, hogy a biológiai alapon történt besorolást a fizikai-kémiai állapot is alátámasztja-e. Amennyiben nem, akkor az ökológiai állapot sem lehet jó.

A víztest kémiai állapot minősítése 2 kategóriával adható meg jó, illetve nem jó állapot. A kémiai állapotot a veszélyes anyagok (elsőbbségi listán szereplő anyagok) határozzák meg. Egy víztestet akkor lehet jó kémiai állapotúnak minősíteni, ha a környezetminőségi szinteket előíró egyéb közösségi jogszabályokban megállapított valamennyi környezetminőségi szint elérése teljesül az adott víztestre. Ha ez akár csak egyetlen anyagra nem teljesül, akkor a víztestet úgy kell minősíteni, mint ami nem éri el a jó kémiai állapotot.

3.2.3. Makrofiton állományok vizsgálati módszere

A makrofiton felmérést az ún. Lukács-féle módszerrel (LUKÁCS et al. 2015) végeztük, amely a megfigyelés időpontjában a vizsgált víztérben vizuálisan könnyen észrevehető és határozható növényfajok, az ún. „makrofita" fajok számbavételén alapszik.

A vizsgálat során a mintavétel alapjául szolgáló 100 m hosszú partszakaszon (mintavételi sáv) észlelt valamennyi makrofita faj nevét szükséges feljegyezni és hozzájuk borítási értéket (növénymennyiség index) becsülni. Az alkalmazott skála öt fokozatú:

1= ritka, szálanként előforduló faj.

2= ritka, de már kisebb csoportokban megjelenő faj.

3= a felmérendő sávban gyakori, de nem alkot összefüggő telepeket.

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

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

A mintavételi terület, vagyis „channel area" a teljes zonációs spektrum és a parti vegetáció egy részére is kiterjed. Ez utóbbi esetben a vizsgálat határát az a partszakasz jelöli ki, mely az év 85%-ban víz alatt van.

3.2.3.1. A makrofiton alapján végzett ökológiai állapotértékelése módja

Az alkalmazott módszertan számítása az alámerült, szabadon úszó, gyökerező hínarak, illetve az iszap- és mocsári növények adatai alapján történik. Ennek során a terepen fajonként meghatározott abundancia értékeket (lásd a lenti táblázat DAFOR skála) a Braun-Blanquet-féle borítási középértékekre konvertálása (ENGLONER 2012) történik meg.

Ezt követően a felmérés során észlelt fajokat a módszertan által meghatározott 1. és 2. táblázat alapján megadott, ún. „indikációs csoportokba" kell rendezni, melyek a következők lehetnek:

- **A-csoport**: olyan fajok, amelyek referenciális, vagy azt megközelítő ökológiai állapotú élőhelyeken nagy egyedszámban fordulnak elő;
- **B-csoport**: olyan fajok, amelyek kitüntetett indikációs tulajdonsággal nem rendelkeznek, jellemzően mind zavart, mind referenciális állapotú élőhelyeken nagy mennyiségben megtalálhatóak;
- **C-csoport:** olyan fajok, amelyek referenciális, vagy azt megközelítő ökológiai állapotú élőhelyeken nem, vagy csak ritkán fordulnak elő (zavart élőhelyek domináns fajai).

A módszertan által használt víztest tipológia a következő a vízfolyások esetében:

- **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.

Csoport mennyiség számítása

A csoport mennyiség számítása során az alkalmazott módszer leírásában szereplő 1. és 2. táblázatban felsorolt fajokról a víztesttípusnak megfelelő oszlop kiválasztását (megfeleltetését) követően kapunk egy indikációs értéket. Itt megjegyezzük, hogy ugyanazon faj a vizsgálandó víztesttípusnak megfelelően akár különböző indikációs értékkel is szerepelhet a táblázatban, például a közönséges erdeikáka (*Scirpus sylvaticus*) a nagy méretű folyók (LRw) vizsgált szakaszain az „A" indikációs csoportba tartozik, míg a kis- és közepes méretű folyók (SRw) esetében a „B" indikációs csoportba. Ezt követően az egy indikációs csoportba tartozó fajok abundancia értékeit össze kell adni a referencia index (RI) számításához. Valamennyi víztesttípusban az alábbi képlet segítségével kell kiszámítani az említett 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.

Az ökológiai minősítés (EQR)

Az RI érték az alábbi képlet segítségével alakítható át a VKI által megkövetelt 0 és 1 közé eső értékké:

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

A kapott határértékek a következőek az egyes víztestípusoknak megfelelően:

	Ökológiai állapot	AP	SL	RES	SRw	LRw	MRw
		EQR	EQR	EQR	EQR	EQR	EQR
Kiváló	5	1.00 – 0.61	1.00 – 0.63	1.00 – 0.71	1.00 – 0.71	1.00 – 0.71	1.00 – 0.68
Jó	4	0.60 – 0.31	0.62 – 0.55	0.70 – 0.51	0.70 – 0.38	0.70 – 0.48	0.67 – 0.55
Közepes	3	0.30 – 0.16	0.54 – 0.27	0.50 – 0.31	0.37 – 0.11	0.47 – 0.30	0.54 – 0.25
Gyenge	2	0.15 – 0.05	0.26 – 0.01	0.30 – 0.05	0.10 – 0.05	0.29 – 0.05	0.24– 0.05
Rossz	1	-	-	-	-	-	-

A számítás feltételei

Abban az esetben, ha a vizsgálat során észlelt faj a módszer leírásában szereplő 1. és 2. táblázatban nem szerepel, illetőleg, ha a faj mellett a vizsgált víztesttípusnak megfeleltethető oszloprészben nincs kategória,

akkor nem tekinthető relevánsnak. Ha az ilyen, nem releváns fajok mennyisége magas, úgy az a teljes számítást torzíthatja, ezért a nem releváns fajok abundancia összegének aránya nem lehet több 25%-nál, mert akkor a számított index értéke nem tekinthető megbízhatónak. Vízfolyások esetében a módszer további számítási kritériumokat határoz meg, melyeket a következőkben ismertetünk.

Az indikátor – azaz a módszer leírásának 1. és 2. táblázatban szereplő – fajok abundancia értékének összege el kell, hogy érje a **16**-os értéket, illetve az indikátor fajok számának aránya el kell, hogy érje a **75%**-ot. Ugyanakkor, ha a fajszám kevesebb mint kettő, a minősítés eredménye nem releváns, és az EQR értéke 1-gyel egyenlő. Emellett, ha egyes fajok dominánsan jelennek meg a területen, vagyis a teljes mennyiségük legalább 80% a teljes minta mennyiséghez viszonyítva, akkor az RI értékét 50-nel csökkenteni szükséges. Ezek a fajok a következők: cserjés gyalogakác (*Amorpha fruticosa*), kanadai átokhínár (*Elodea canadensis*), cingár átokhínár (*Elodea nuttallii*), fűzéres süllőhínár (*Myriophyllum spicatum*), nagy tüskéshínár (*Najas marina*), fésűs békaszőlő (*Potamogeton pectinatus*), érdes tócsagaz (*Ceratophyllum demersum*), sima tócsagaz (*Ceratophyllum submersum*). Egy utolsó feltétel, hogy ha a vizsgálati feltételek miatt az RI értéke kevesebb, mint -100, akkor RI értéke -100-zal egyenlő.

3.2.4. A vízi makroszkópikus gerinctelen közösség vizsgálati módszere

A makroszkópikus gerinctelen szervezetek mintavétele AQEM alapú protokoll szerint történt, amely megfelel a Magyar Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer szabványosított protokolljának (www.természetvédelem.hu). Ennek főbb elemei és jellemzői az alábbiak.

- A mintavételt megelőzően a területet be kell járni, az egyes aljzat-típusokat, azok egymáshoz viszonyított arányát fel kell deríteni. A lejárt mederszakasz hossza a vizsgált vízfolyások esetében 250 méter.
- A bejárás során rögzíteni kell az élőhelyre jellemző háttérváltozókat.
- Ezt követően kisebb vízfolyások esetében 3×10 (pl. Pinka, Répce), 50 méternél szélesebb vízfolyások esetében pedig 3×20 (Rába) méteres szakaszt kell kiválasztani, majd ezekben a mederrészletekben kell mintát venni.
- A 3×10, illetve a 3×20 m-es szakaszokon, az aljzat-típusok arányának megfelelően, 5-5 AQEM típusú replikátumot kell venni, melyeket egy-egy mintaként kezelünk. A fent leírtakat követve minden egyes mintavételi helyről 3 diszkrét minta (összesen 15 replikátum) áll rendelkezésre.
- A mintavételt az AQEM-től eltérően 0,95 mm standard lyukbőségű, kisebb öblű hálóval kell végezni.

A mintákat a helyszínen, élő állapotban kell válogatni (almintázás 400 ind./faj esetében megengedett) és a kiválogatott mintát felcímkézett üvegfiolákban 70%-os etanolban kell tartósítani.

A mintázott 10 vízi makroszkópikus gerinctelen élőlénycsoport (Gastropoda, Bivalvia, Hirudinea, Malacostraca, Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Heteroptera, Coleoptera, Trichoptera) begyűjtött egyedeit a csoportok specialistái dolgozták fel, laboratóriumban, sztereomikroszkóp (Leica M80, Nikon SMZ1000) segítségével. Az egyedek határozását fajszintig, vagy a lehető legalacsonyabb taxonómiai szintig kell elvégezni. Identifikációhoz használt határozókulcsok: RICHNOVSZKY ÉS PINTÉR (1979); NESEMANN (1997); NEUBERT és NESEMANN (1999); HOFFMANN (1963); VIGNEUX (1981); EGGERS és MARTENS (2001); BAUERNFEIND (1994a, b); RAUSER (1980); ZWICK (2004); ASKEW (1988); DREYER (1986); GERKEN és STEINBERG (1999); AMBRUS és mtsai (2018); SOÓS (1963); BENEDEK (1969); JANSSON (1969, 1986); SAVAGE (1989); WARINGER és GRAF (1997); CSABAI (2000), CSABAI et al (1999, 2002). Az egyes fajok egyedsűrűségét területegységre vonatkoztatva (ind./m^2) kell megadni.

A mintavételt április és október között kell elvégezni, 25 lokalitásban, két alkalommal. A 2018. évben kora ősszel történtek a vizsgálatok, míg 2019-ben tavasszal végeztük a felméréseket.

3.2.4.1. A vízi makroszkópikus gerinctelenek alapján végzett ökológiai állapotértékelése módja

A kijelölt mintavételi helyeket összehasonlítottuk a vízi makroszkópikus gerinctelen fajegyüttesre kidolgozott víztesttípus-specifikus ökológiai állapotminősítési index, a Q_{BAP} számított értékei alapján [SZILÁGYI et al. (2006, 2008), MÜLLER et al. (2009)]. Az index az egyes víztesttípusokhoz leginkább kötődő karakterfajok jelenlét-hiányát, valamint egyedsűrűségének referencia értékhez viszonyított értékeit veszi figyelembe az ökológiai állapotértékelés során. A Q_{BAP} indexet az teszi víztesttípus-specifikussá, hogy a különböző típusú víztestek esetében különböző – az adott víztesttípushoz leginkább kötődő fajokból álló – ún. karakterfaj-készlet adatait veszi számításba az értékelésnél, ill. különböző típusú víztestek esetében különböző – az adott víztesttípus emberi módosítástól vagy szennyezéstől mentes alapállapotára jellemző – referencia érték képezi a viszonyítási alapot a minősítés során. Ennek megfelelően az értékelés első lépéseként a mintázott víztesteket be kell sorolni valamelyik víztesttípusba azok közül, melyek a hazai víztestek makroszkópikus vízi gerinctelen fauna alapján történő osztályozása során elkülönültek. Erre az osztályozásra, melynek során a vízi makrogerinctelen fauna összetétele alapján lehatárolásra kerültek a hazánkban elkülöníthető víztesttípusok, az index kidolgozása során került sor.

A vizsgált víztestek közül a Rába és a Pinka vizsgált szakaszait a „dombvidéki és hegylábi durva mederanyagú kis és közepes folyók" típusba soroltuk az élőhelyi adottságaik (pl. áramlási sebesség, mederanyagminőség, magasabb rendű növényzet jellege és borítása) alapján. Magyarországon a folyók esetében durva mederanyag alatt értjük a folyami homok szemcséinél nagyobb frakcióméretű üledéket. Így értelemszerűen ezekben a vízfolyásokban az akal (2–20 mm) és a microlithal (2–6 cm) frakció dominál. Hazánk medencehelyzetéből adódóan ezek a vízfolyások szinte kivétel nélkül határainkon kívül erednek (kivételek: Zala, Zagyva). Ebből következően vízminőségük alakulása nagyban függ a határon túli antropogén eredetű terhelésektől. A Pinka és a Rába mederanyagának domináns frakciója jellemzően a microlithal (2-6 cm). Makroszkópikus vízi gerinctelen faunájukon érezhető a hegylábi helyzet, a hegységek közelsége (jelentős a pataklakó fajok előfordulásai aránya). A jelentős relief, ill. a jelentősebb esésviszonyok miatt e folyókban a vízáramlás gyors. Kisvízi medrükben jellemzően nincsenek mocsárinövény- és hínárállományok. A méret növekedésével párhuzamosan csökken a mederanyagban a szerves törmelék aránya és jelentősége. A mederben található CPOM és FPOM szinte teljes egészében allochton eredetű.

A Répce vizsgált szakasza a „közepesen finom mederanyagú dombvidéki és hegylábi kisvízfolyások" – vízi makroszkópikus gerinctelen fajegyüttes alapján megállapított – víztesttípusba sorolhatók, a jellemző hidromorfológiai adottságai alapján. Az ebbe a víztesttípusba tartozó kisvízfolyások domborzati szempontból alapvetően a dombvidéki és hegylábi területekhez kötődnek. Az üledékben a psammal (6-2000 μm) frakción belül jelentős a durva homok, az akal (2-20 mm) frakción belül pedig a murva aránya. Emellett számottevő a finom homokos, iszapos habitatfoltok aránya is. Az üledék szervesanyag-tartalma számottevő. Azon víztestek esetében, melyeket fásszárú szegélyvegetáció kísér, a szerves anyag lehet döntően allochton eredetű. A természetközeli fásszárú szegélyvegetációval jellemezhető víztestek esetében jelentős a beárnyékolás. A típusba tartozó azon víztestek esetében, melyeket nem kísér fásszárú szegélyvegetáció, az üledék szerves anyag tartalma alapvetően autochton, és a mederben található makrovegetációból származik. Ezekben a beárnyékolás hiánya miatt jelentős a makrovegetáció borítása, melynek túlnyomó része emerz mocsárinövényzet, a hínárnövényzet aránya kicsi, általában elhanyagolható. Összességében az ebbe a víztesttípusba tartozó kisvízfolyások viszonylag diverz képet mutatnak és a durva mederanyagú hegyvidéki patakok, valamint a finom mederanyagú alföldi erek között képeznek átmenetet, viszonylag széles skálán.

A Q_{BAP} ökológiai állapotértékelési index – már felépítésének, számításának elvi alapjai miatt is – meglehetősen érzékeny a karakterfajok előfordulására, ill. azok mennyiségi viszonyaira. Ebből adódóan az állapotminősítés eredménye nagy mértékben függ attól, hogy a víztesttípusra – annak referenciális állapotában – jellemző karakterfaj-készletből a konkrét víztest-szakaszból származó mintában hány faj található meg és milyen egyedsűrűségben. Ezért a mintavétel eredményeit befolyásoló tényezők, tehát a mintavétel időszaka, illetve a mintavételi időszak hidrológiai jellemzői (vízszint, árhullámok) nagy mértékben befolyásolhatják az állapotminősítés eredményeit.

A csupán a mintavétel körülményeiből adódó, nem a valós ökológiai állapotot tükröző különbségek elkerülése érdekében a Q_{BAP} index alapját képező mintavétel esetében a jelentős árhullámok során történő mintavétel eredményei nem használhatók fel az objektív értékeléshez, ill. legalább két, az adott víztestípusra jellemző karakterfajkészletet alkotó fajok fenológiai sajátosságainak figyelembevételével meghatározott – időszakból származó mintavétel eredményei szükségesek az objektív értékeléshez.

A különböző időpontokban végzett felmérések eredményei alapján számított indexérték közül a nagyobb értékű, sok esetben jobb ökológiai állapotot mutató, eredményt kell figyelembe venni a mintavételi szelvény ökológiai állapotának megítélése során.

3.2.5. A halak vizsgálati módszere

A halfaunára vonatkozó vizsgálatok a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) protokollja alapján történtek, mely protokoll a CEN vonatkozó szabványain alapul és megfelel a VKI elvárásainak.

A vizsgálatok első lépéseként a vizsgálandó víztestet típusba kell sorolni, hiszen a különböző csoportokhoz eltérő mintavételi módszerek tartoznak. A vizsgálatra kijelölt területeket alszakaszokra tagoljuk. Az alszakaszokat úgy kell kijelölni, hogy azok reprezentatívak legyenek a felmérendő víztest vizsgálatra kijelölt szelvényének szakaszjellegére nézve, illetve a felmért terület az élőhelyek számát tekintve minél változatosabb legyen.

A mintavétel – vízmélységtől függően – gázolva vagy csónakból történt. Gázolható víztesteknél a parti zónában, folyásiránnyal szemben, a felvíz irányába, mélyebb vizek esetében csónakból, folyásiránnyal megegyezően, az alvíz irányába haladva történt a mintavétel. A mintavételeket egyenáramú elektromos halászgép (EME = elektromos mintavételi eszköz) használatával végeztük, a FAME munkacsoport ajánlását figyelembe véve. A csónakból végzett felmérés esetén min. 5 kW teljesítményű, elektromos halászgépet (egyenáram üzemmód), gázolva végzett mintavétel esetén akkumulátorról üzemelő, min. 250 W teljesítményű, „háti" elektromos halászgépet használtunk (pulzáló egyenáram üzemmód). A mintázott szakaszok hosszát GPS berendezéssel mértük, a szakaszok felső, illetve alsó koordinátáit rögzítettük.

A 2018. évi mintavételt szeptember és október között végeztük, 25 lokalitásban. A 2019. évben tavaszi mintavételt valósítottunk meg, szintén 25 mintavételi egységben.

3.2.5.1. A halak alapján végzett ökológiai állapotértékelése módja

A kijelölt mintavételi helyeket összehasonlítottuk a halfajegyüttesre kidolgozott víztesttípus-specifikus ökológiai állapotminősítő index, az EQI_{HRF} (Ecological Quality Index of Hungarian Riverine Fishes) kalkulált értékei alapján. Az index az egyes funkcionális guildekbe sorolt halfajok, valamint az őshonos fajok számából és relatív gyakoriságából kalkulált referencia értékeket és a konkrét vizsgált víztestek eredményeinek ezekhez viszonyított eltérését értékeli az ökológiai állapotértékelés során. Az EQI_{HRF} indexet az teszi víztesttípus specifikussá, hogy a különböző típusú víztestek esetében csak az adott víztesttípusra releváns referenciajellemzőket veszi figyelembe az értékelésnél, ill. különböző típusú víztestek esetében különböző – az adott víztesttípus emberi módosítástól vagy szennyezéstől mentes alapállapotára jellemző – referencia érték képezi a viszonyítási alapot a minősítés során. Ennek megfelelően az értékelés első lépéseként a mintázott víztesteket be kell sorolni valamelyik víztesttípusba azok közül, melyek a hazai víztestek halfauna alapján történő osztályozása során elkülönültek. Erre az osztályozásra, melynek során a hal-fajegyüttes összetétele alapján lehatárolásra kerültek a hazánkban elkülöníthető víztesttípusok, az EQI_{HRF} index kidolgozása során került sor.

A vizsgált víztest-szakaszok közül a Rába és a Pinka vizsgált szakaszait a „közepes és nagyfolyók dombvidéki, nagyobb esésű durva mederanyagú szakaszai" típusba soroltuk az élőhelyi adottságai (pl. áramlási sebesség, mederanyagminőség, magasabb rendű növényzet jellege és borítása) alapján.

Ugyanakkor a Répce vizsgált szakasza a „dombvidéki kisvízfolyások, kisfolyók" víztesttípusba sorolhatók, a jellemző hidromorfológiai adottságai alapján.

A EQI_{HRF} ökológiai értékelési index számításának módja és elvi alapja miatt is meglehetősen érzékeny a fajok előfordulására, ill. a guildek vagy fajcsoportok egyedszámarányára. Ebből következően az állapotminősítés eredménye jelentős mértékben függ attól, hogy a víztesttípusra fajkészletből a konkrét víztest-szakaszon végzett felmérés során mennyi faj és milyen egyedsűrűségben került elő. Ezért a mintavétel eredményeit jelentősen befolyásoló tényező tehát a mintavétel időszaka, ill. a mintavételi időszak hidrológiai jellemzői (vízszint, árhullámok). Ezek a tényezők nagy mértékben képesek befolyásolni az állapotminősítés eredményeit.

A projekt során elvégzett munka keretében, a duzzasztóművek hatásainak értékelése céljából kijelölt mintavételi szakaszokon 2018 második felében, majd 2019 első felében egy-egy mintavétel történt. A két adatsor összesített eredményeiből számítottuk ki a EQI_{HRF} index értékeit és elvégeztük az előzetes ökológiai állapotminősítést.

3.3. Eredmények

3.3.1. Rába, ikervári duzzasztómű

3.3.1.1. Vízkémiai vizsgálatok eredményei

Vízkémiai vizsgálatok 2018-as eredményei

A helyszíni vízminőségi mérések eredményeit a **7. táblázat** és a **10–14. ábra** szemléltetik.

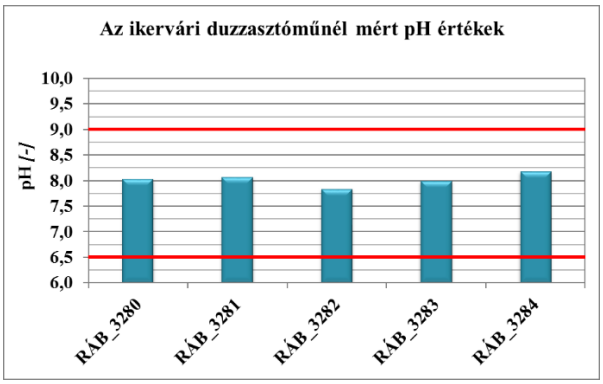
Mintavételi pont	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	T
	[-]	***[µS/cm]***	***[mg/l]***	***[%]***	***[°C]***
RÁB_3280 (felvíz)	8,03	381	7,16	88,4	25,3
RÁB_3281 (felvíz)	8,07	373	7,08	87,2	25,0
RÁB_3282 (felvíz)	7,83	381	7,02	85,5	24,6
RÁB_3283 (felvíz)	7,99	382	7,02	86,9	25,2
RÁB_3284 (alvíz)	8,18	383	7,28	91,4	25,8
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**6,5-9,0**	**700**	**7,00**	**70-120**	**-**

7. táblázat. A Rába (ikervári duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei

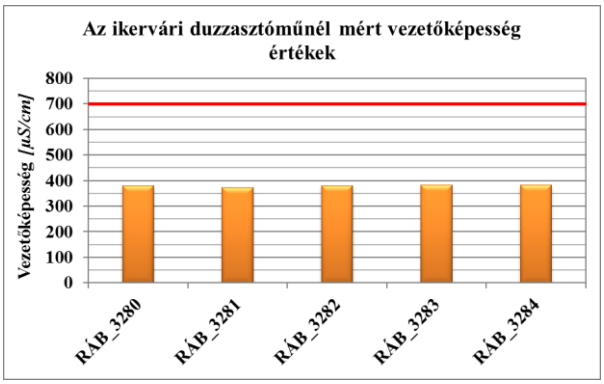
Az ikervári duzzasztómű környezetében összesen öt ponton került sor mintavételre, melyek közül négy a duzzasztómű előtti, egy pedig az azt követő folyószakaszra esett. A helyszíni vízminőségi eredmények minden esetben teljesítik a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben foglalt előírt vízszennyezettségi határértéki követelményeket, így ezen paraméterek alapján a folyószakasz eléri a jó ökológiai állapotot. A mért oldott oxigén koncentráció értékek azonban csak kis mértékben haladják meg a kívánatos 7 mg/l-t.

Az alvízi szakaszon elhelyezkedő mérési pont esetén a mért értékek minden paraméter esetén csekély mértékben meghaladják a felvízi szakaszon mért értékeket. A hőmérséklet pár tized fokos emelkedése magyarázható a duzzasztómű utáni szakaszon kialakuló alacsonyabb vízállással, aminek következtében a napközbeni felmelegedés hatása jobban érvényesül. Az oldott oxigén koncentráció és az oxigén telítettség,

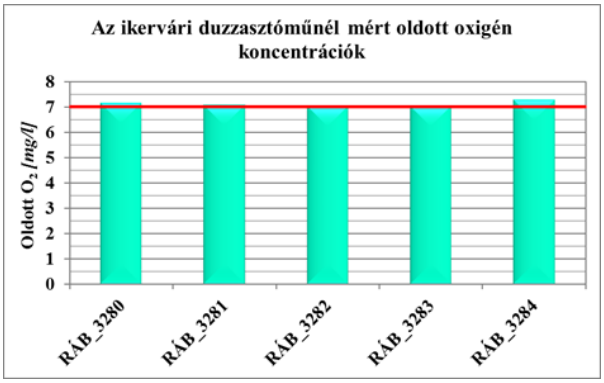
valamint a pH és fajlagos elektromos vezetőképesség értékeiben tapasztalt enyhe növekedés nem jelzi a duzzasztás hatásának negatív következményeit.



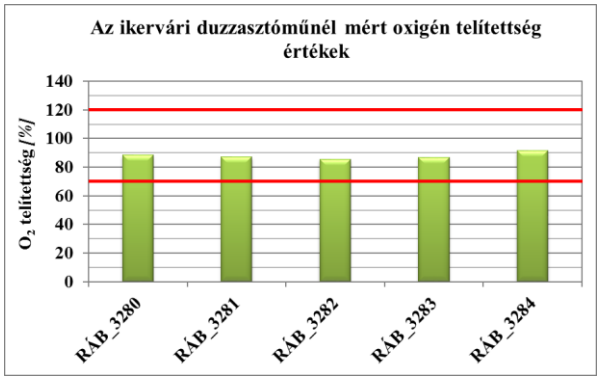
10. ábra. Az ikervári duzzasztóműnél mért PH értékek



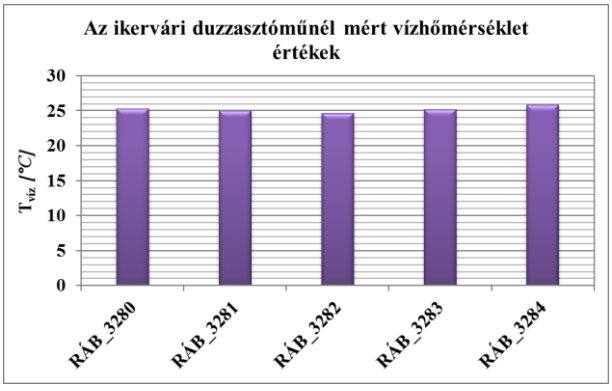
11. ábra. Az ikervári duzzasztóműnél mért vezetőképesség érték



12. ábra. Az ikervári duzzasztóműnél mért oldott oxigén koncentrácicók



13. ábra. Az ikervári duzzasztóműnél mért oxigén telítettség értékek



14. ábra. A nicki duzzasztóműnél mért vízhőmérséklet értékek

Az ikervári duzzasztómű felvízi és alvízi szakaszán kijelölt mintavételi pontokon vett vízminták laboratóriumi vízminőségi paramétereit a **8. táblázat,** valamint a **15–24. ábra** mutatja be, melyek alapján a következő megállapításokat tehetjük.

A mintavételi pontok lebegőanyag koncentrációja (**23. ábra**) magas értékekkel jellemezhető, a mért értékek 42-96 mg/l tartomány között mozognak. A duzzasztómű utáni alvízi szakaszon mért lebegőanyag tartalom (48 mg/l) beleillik a kapott tartományba.

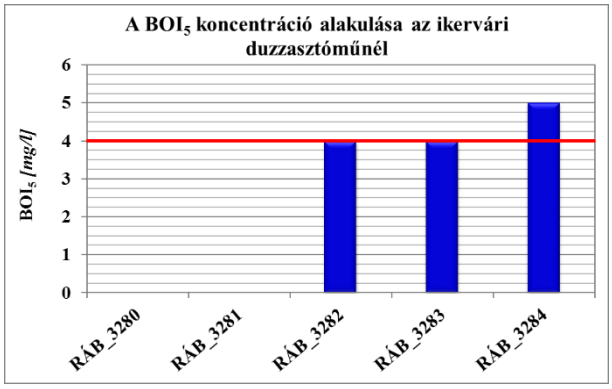
A szervesanyag tartalmat jellemző **KOI_{Cr} érték** (**16. ábra**) az ikervári duzzasztómű környezetében vett minták mindegyikében határérték alatti volt, jellemzően alacsony, egyik ponton sem haladja meg a rendeletben előírt 25 mg/l határértéket. A legmagasabb koncentrációt (13,0 mg/l) a duzzasztómű utáni alvízi szakaszon kijelölt mintavételi ponton mértük. A **BOI_5** eredmények közül szintén az alvízi szakaszon kaptuk a legmagasabb értéket, 5 mg/l-t, amely érték meghaladja a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben meghatározott 4 mg/l határértéket (**15. ábra).**

A minták **klorid-ion** tartalma 28,6-29,6 mg/l között mozog, amely megfelel a vonatkozó jogszabályban megadott 50 mg/l határértéknek (**24. ábra**).

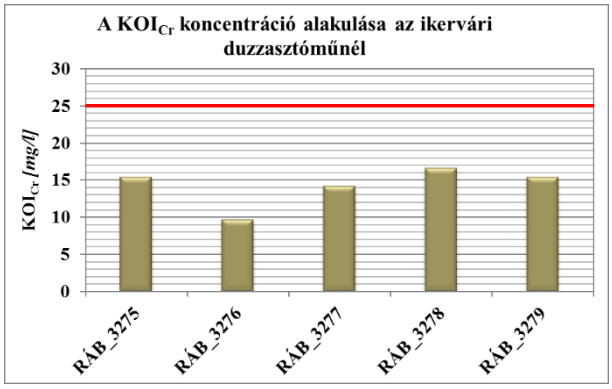
A **növényi tápanyag formák** (N- és P-formák) (**17–22. ábrák**) tekintetében megállapítható, hogy a mintavételi pontokon a **nitrát-nitrogén**, a **nitrit-nitrogén**, **ammónium-nitrogén** és az **összes nitrogén** koncentrációja a vonatkozó határérték alatt értékeket vett fel. A nitrát-nitrogén értékek 1,60-1,77 mg/l között változtak, a nitrit-nitrogén értékek egységesen 0,01 mg/l értéket vettek fel, míg az ammónium-nitrogén koncentrációk a kimutatási határértéket (0,016 mg/l) sem érték el. A vizsgált mintavételi pontokon az összes nitrogén koncentrációja 1,70-2-70 mg/l között változott. Az oldott **ortofoszfát-foszfor** koncentráció értéke minden vizsgált mintában kismértékben meghaladta a rendeletben előírt 0,10 mg/l felső határértéket. Az **összes foszfor** értéke a RÁB_3280 és a RÁB_3283 mintavételi ponton meghaladta a rendeletben előírt 0,2 mg/l határértéket, a többi mért minta összes foszfor koncentrációja 0,11 mg/l és 0,19 mg/l között változott.

Mintavételi pont	LA	KOI_{Cr}	BOI_5	NO_3-N	NO_2-N	NH_4-N	TN	PO_4-P	TP	Cl^-
	[mg/l]	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***
RÁB_3280 (felvíz)	55	11,8	<3	1,60	0,01	<0,016	2,20	**0,11**	**0,45**	29,5
RÁB_3281 (felvíz)	96	8,9	<3	1,77	0,01	<0,016	1,80	**0,11**	0,19	29,6
RÁB_3282 (felvíz)	73	12,6	4	1,69	0,01	<0,016	1,70	**0,11**	0,11	29,7
RÁB_3283 (felvíz)	42	10,6	4	1,75	0,01	<0,016	2,00	**0,12**	**0,24**	28,6
RÁB_3284 (alvíz)	48	13,0	**5**	1,71	0,01	<0,016	2,70	**0,11**	0,16	29,6
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**-**	**25**	**4**	**3**	**0,06**	**0,3**	**4**	**0,05-0,10**	**0,2**	**50**

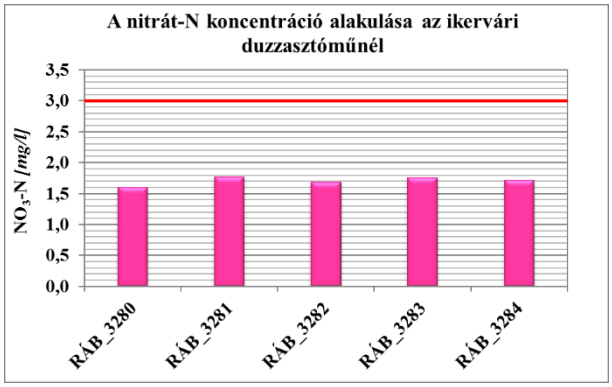
8. táblázat. A Rába (ikervári duzzasztómű) laboratóriumi vízminőség-vizsgálati eredményei



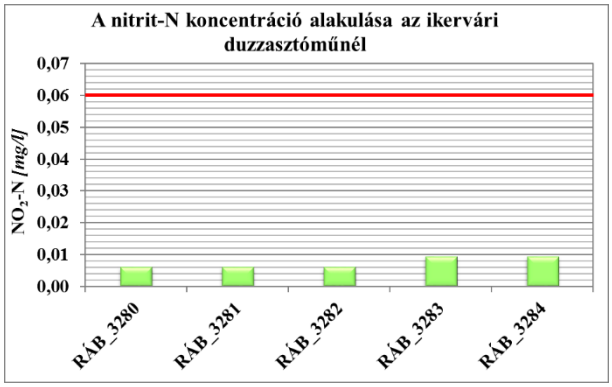
15. ábra. A szervesanyag tartalom (BOI_5) alakulása az ikervári duzzasztóműnél



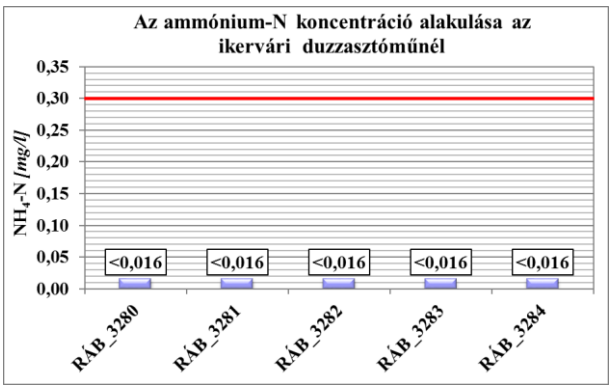
16. ábra. A szervesanyag tartalom (KOI_{Cr}) alakulása az ikervári duzzasztóműnél



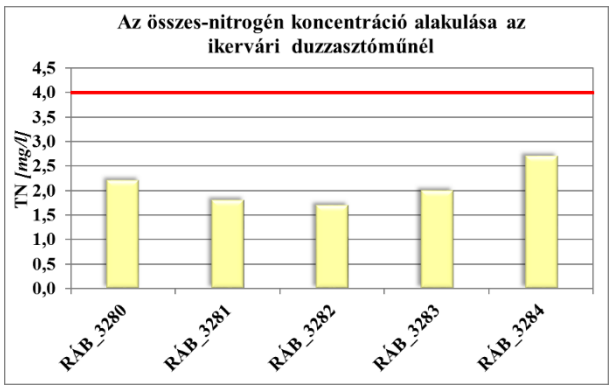
17. ábra. A nitrát-nitrogén koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



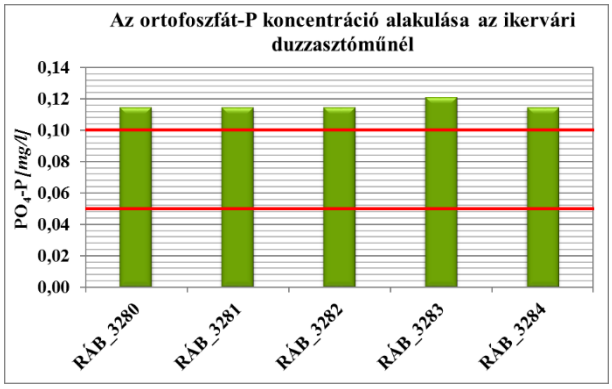
18. ábra. A nitrit-nitrogén koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



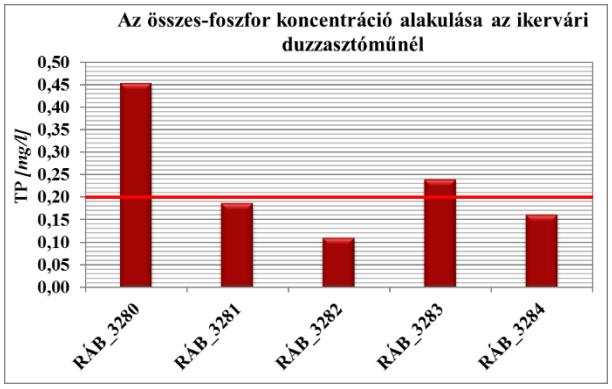
19. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



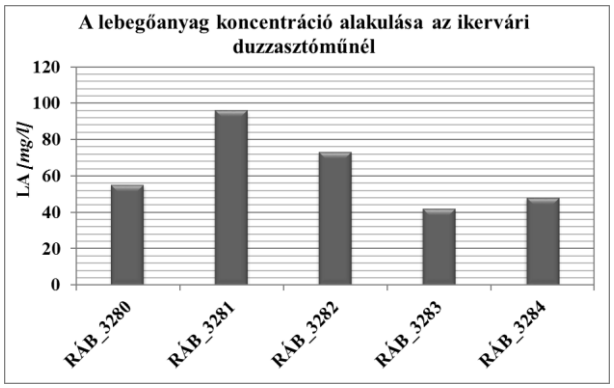
20. ábra. Az összes nitrogén koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



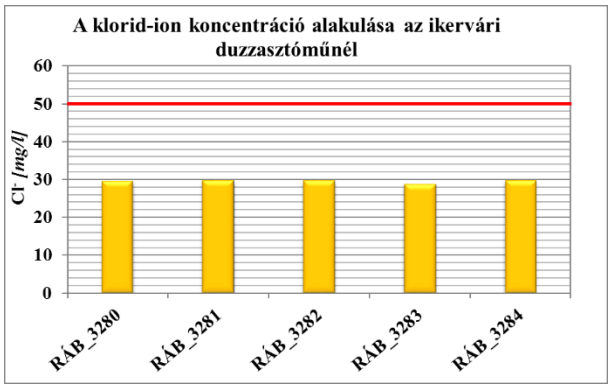
21. ábra. Az ortofoszfát-foszfor koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



22. ábra. Az összes foszfor koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



23. ábra. A lebegőanyag koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



24. ábra. A klorid-ion koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél

Vízkémiai vizsgálatok 2019-es eredményei

A helyszíni vízminőségi mérések eredményeit a **9. táblázat** és a **25–29. ábrák** szemléltetik.

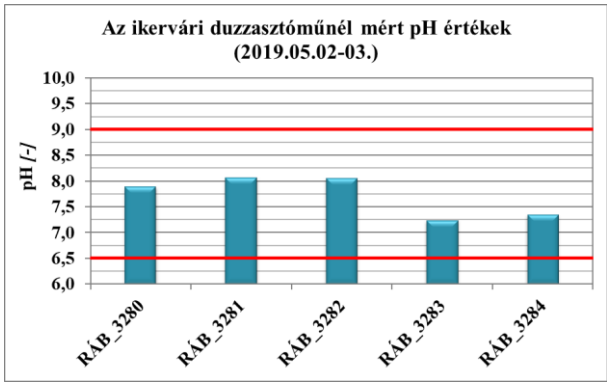
Mintavételi pont	Mintavétel ideje	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	T
		[-]	*[µS/cm]*	*[mg/l]*	*[%]*	*[°C]*
RÁB_3280 (felvíz)	14:07	7,90	418	10,58	109,0	15,8
RÁB_3281 (felvíz)	14:50	8,07	429	10,58	110,0	16,2
RÁB_3282 (felvíz)	14:15	8,06	422	10,55	109,0	15,9
RÁB_3283 (felvíz)	13:48	7,24	414	10,16	105,9	16,3
RÁB_3284 (alvíz)	12:43	7,35	421	9,80	104,2	16,6
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)		**6,5-9,0**	**700**	**7,00**	**70-120**	**-**

9. táblázat. A Rába (ikervári duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei

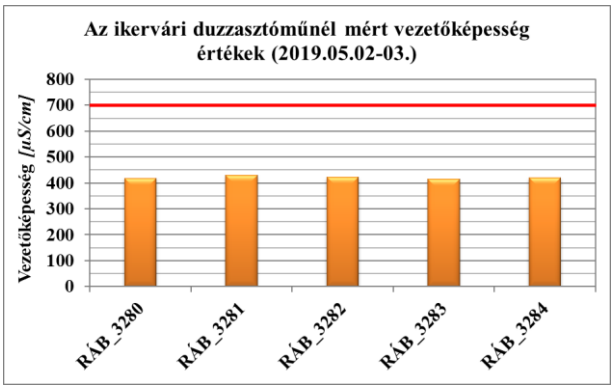
Az ikervári duzzasztómű környezetében összesen öt ponton került sor mintavételre, melyek közül négy a duzzasztómű előtti, egy pedig az azt követő folyószakaszra esett. A helyszíni vízminőségi eredmények a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben foglalt előírt vízszennyezettségi határértéki követelményeknek **pH**, **fajlagos elektromos vezetőképesség**, **oldott oxigén és oxigén telítettség** tekintetében megfelelnek.

A **vízhőmérsékleti** értékek 15,8-16,6 °C között mozogtak, amely értékek megfeleltek az időjárási viszonyoknak. A duzzasztómű utáni szakaszon a hőmérséklet pár tized fokos emelkedése magyarázható a kialakuló alacsonyabb vízállással, aminek következtében a napközbeni felmelegedés hatása jobban érvényesül.

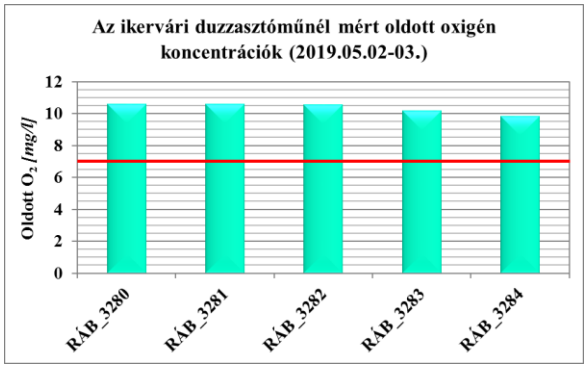
A felvízi szakasz RÁB_3281 mérési pontján tapasztalható a legmagasabb fajlagos elektromos vezetőképesség, oldott oxigén, oxigén telítettség és pH érték.



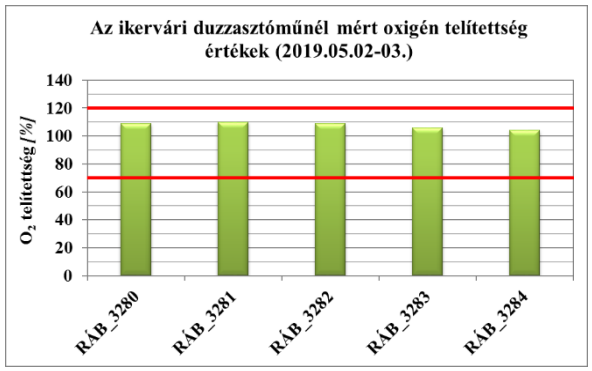
25. ábra. Az ikervári duzzasztóműnél mért PH érték



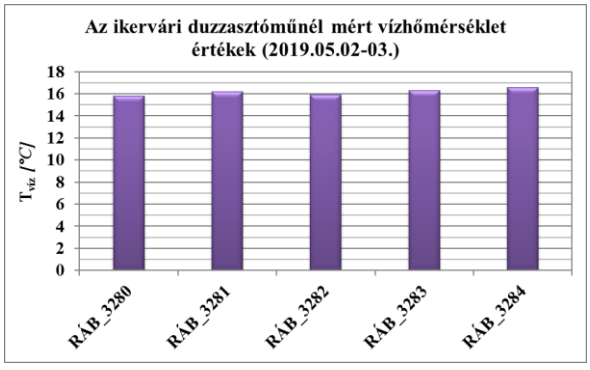
26. ábra. Az ikervári duzzasztóműnél mért vezetőképesség értékek (2019.05.02-03.)



27. ábra. Az ikervári duzzasztóműnél mért oldott oxigén koncentrációk



28. ábra. Az ikervári duzzasztóműnél mért oxigén telítettség értékek



29. ábra. Az ikervári duzzasztóműnél mért vízhőmérséklet értékek

Az ikervári duzzasztómű felvízi és alvízi szakaszán kijelölt mintavételi pontokon vett vízminták laboratóriumi vízminőségi paramétereit a **10. táblázat**, valamint a **30. –38. ábra** mutatja be, melyek alapján a következő megállapításokat tehetjük.

A mintavételi pontok **lebegőanyag** koncentrációja (**36. ábra**) az előző mérési időszakhoz képest alacsonyabb értékekkel jellemezhető. A mért értékek 18-33 mg/l között helyezkedtek el. Ezen komponens esetében is a RÁB_3281 mérési pontban mértük a legmagasabb értéket.

A szervesanyag tartalmat jellemző **KOI_{Cr} érték (38. ábra)** az ikervári duzzasztómű környezetében vett minták mindegyikében határérték alatti volt, egyik ponton sem haladta meg a rendeletben előírt 25,0 mg/l határértéket. A legmagasabb koncentrációt (17,1 mg/l) a duzzasztómű felvízi szakaszán, szintén a RÁB_3281 mintavételi ponton mértük.

A **BOI_5** eredmények közül minden mérési pontban méréshatár alatti értéket kaptuk (<3 mg/l), amely nem haladta meg a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben meghatározott határértéket (4 mg/l).

A minták **klorid-ion** tartalma 40,2-43,0 mg/l között mozgott, amely értékek az előző mérési időszakhoz képest magasabbak, ám még megfelelnek a vonatkozó jogszabályban megadott 50 mg/l határértéknek (**37. ábra**).

A **növényi tápanyag formák** (N- és P-formák) (**30–31. ábrák**) tekintetében megállapítható, hogy a mintavételi pontokon a **nitrát-nitrogén**, a **nitrit-nitrogén**, **ammónium-nitrogén** koncentrációja a vonatkozó határérték alatt értékeket vett fel. Ezzel szemben az **összes nitrogén** néhány pontban minimálisan meghaladta a határértékben foglaltakat.

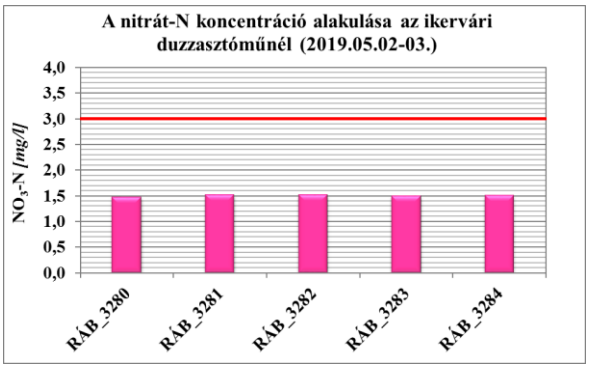
A **nitrát-nitrogén** értékek 1,47–1,52 mg/l között változtak, a **nitrit-nitrogén** értékek egységesen 0,02 mg/l értéket vettek fel, míg az **ammónium-nitrogén** koncentrációk 0,016 mg/l értéket mutattak. A vizsgált mintavételin pontokon az **összes nitrogén** koncentrációja 3,5- 4,3 mg/l között változott, amely több esetben (RÁB_3281, RÁB_3283, RÁB_3284) kissé meghaladta a vonatkozó rendeletben foglalt 4 mg/l határértéket.

Az oldott **ortofoszfát-foszfor** koncentráció értéke az alvízi és a felvízi szakaszon sem érte el a rendeletben meghatározott határérték alsó határát (0,05 mg/l).

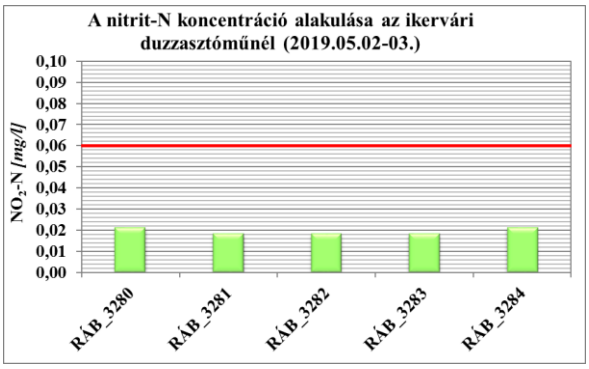
Az **összes foszfor** értéke egyik mintavételi ponton sem haladta meg a rendeletben előírt 0,2 mg/l határértéket.

Mintavételi pont	LA	KOI_{Cr}	BOI_5	NO_3-N	NO_2-N	NH_4-N	TN	PO_4-P	TP	Cl^-
	[mg/l]	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***
RÁB_3280 (felvíz)	18	6,5	<3	1,47	0,02	0,016	3,5	0,02	0,03	40,4
RÁB_3281 (felvíz)	33	17,1	<3	1,52	0,02	0,016	**4,3**	0,02	0,02	41,9
RÁB_3282 (felvíz)	26	11,0	<3	1,52	0,02	0,016	3,5	0,01	0,02	41,4
RÁB_3283 (felvíz)	19	10,2	<3	1,49	0,02	0,016	**4,3**	0,02	0,03	40,2
RÁB_3284 (alvíz)	24	9,4	<3	1,51	0,02	0,016	**4,2**	0,03	0,03	43,0
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**-**	**25**	**4**	**3**	**0,06**	**0,3**	**4**	**0,05-0,10**	**0,2**	**50**

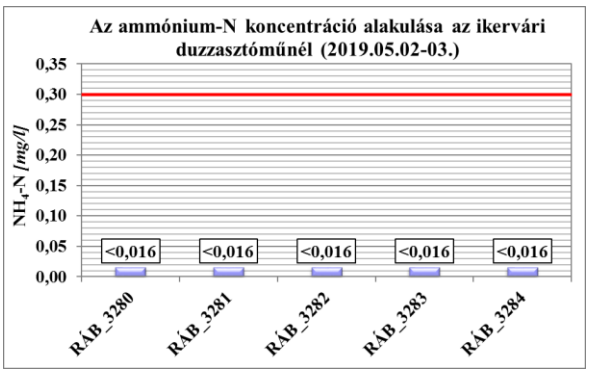
10. táblázat. A Rába (ikervári duzzasztómű) laboratóriumi vízminőség-vizsgálati eredményei (2019.05.02-03.)



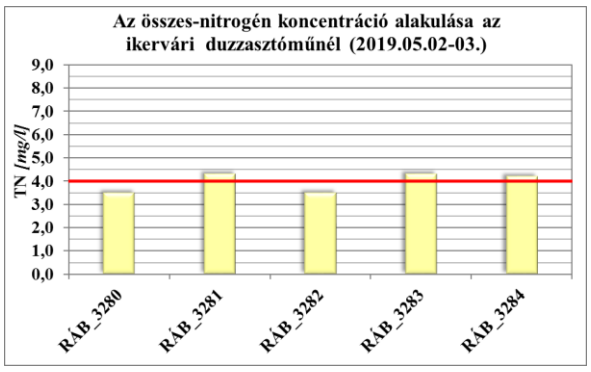
30. ábra. A nitrát-nitrogén koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



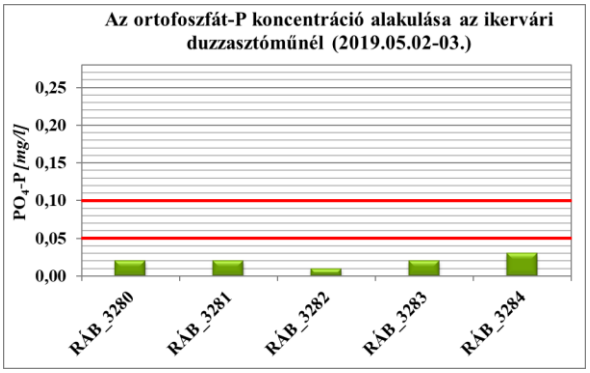
31. ábra. A nitrit-nitrogén koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



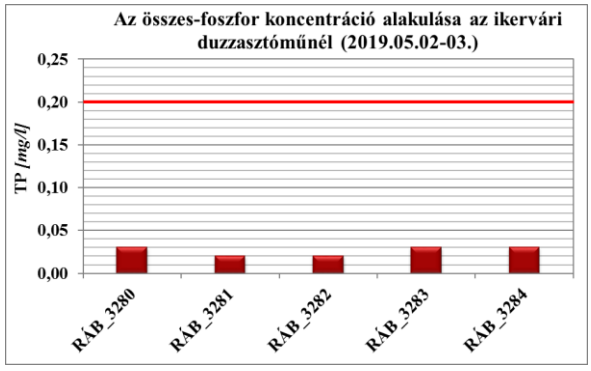
32. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



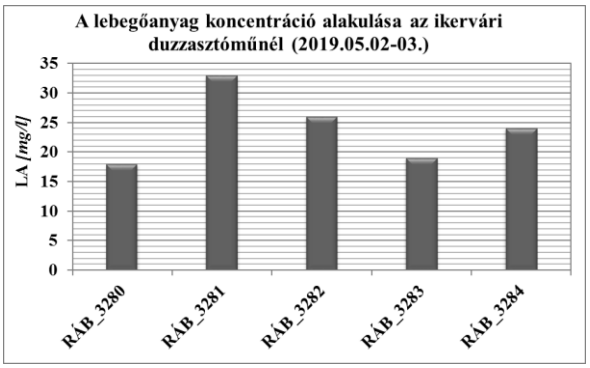
33. ábra. Az összes nitrogén koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



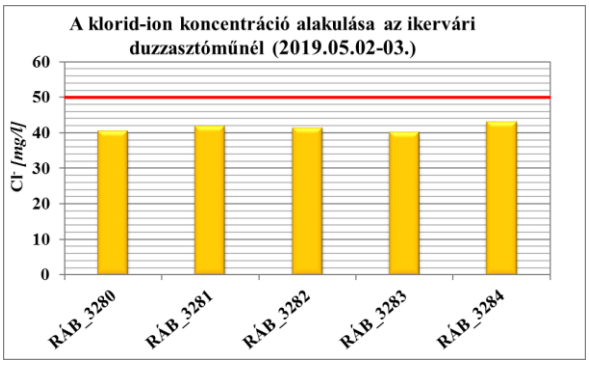
34. ábra. Az ortofoszfát-foszfor koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



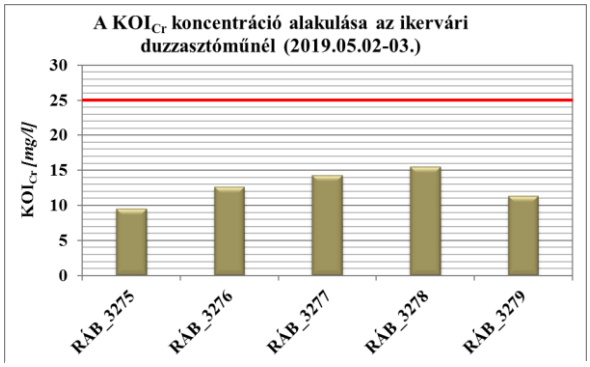
35. ábra. Az összes foszfor koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél



36. ábra. A lebegőanyag koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



37. ábra. A klorid-ion koncentráció alakulása az ikervári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



38. ábra. A szervesanyag tartalom (KOICr) alakulása az ikervári duzzasztóműnél

3.3.1.2. A makrofiton vizsgálatának eredményei

Az érintett Rába szakaszt a víztest tipológia alapján a „nagy méretű folyók” (LRw) kategóriába soroljuk. A felvízi részen meredek, szakadópart jelleg dominált, melynek teraszán őshonos puhafák, keményfák és néhány idegenhonos fafaj alkotta sáv vált jellemzővé. A vizsgálati zóna szélén levő, illetőleg abba belenyúló puhafákat főként a fehér fűz (*Salix alba*) és a törékeny fűz (*S. fragilis)* alkotta. Mocsári vegetáció nem is tudott megtelepedni a locsolási zóna szélén, ezért a vizsgálati zónába elsősorban szárazföldi növényzet belógása volt jellemző, így a vizsgálati zónában előforduló növényzet borítása meglehetősen alacsony volt (5-7%). Az érintett szakaszon az 1%-os borítási értéket csupán a nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*), a közönséges nád (*Phragmites australis*) ért el. Alvízi irányba haladva aztán a meredek partszakasz tovább folytatódott. Az 1%-borítási értéket a nádképű pántlikafüvön (*Phalaris arundinacea*) kívül néhány zavarástűrő amfibikus életmódú faj (pl. lapulevelű keserűfű (*Persicaria lapathifolia*)), valamint 1-1 egyéb zavarástűrő szárazföldi növényfaj (pl. hamvas szeder (*Rubus caesius*)) képezte. Alvízi irányban gazdagabb mocsári vegetáció jelent meg a jobb parton közönséges nád (*Phragmites australis*), a nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*), valamint a vízi harmatkása (*Glyceria maxima*), a közönséges nád (*Phragmites australis*), illetve az ágas békabuzogány (*Sparganium erectum*) és keskenylevelű békakorsó (*Berula erecta*) közel azonos borítási értékei mellett. Ezeken a szakaszokon már szélesebb mocsári sáv jelent meg, a növényzet összborítása itt már 16-19% volt. Az 1%-os borítási értéket el nem érő fajok közül számos kísérőfaj mutatkozott a vizsgált szakaszokon: deréce veronika (*Veronica beccabunga*), fehér tippan (*Agrostis stolonifera*), pénzlevelű lizinka (*Lysimachia nummularia*), vízi menta (*Mentha aquatica*), mocsári sás (*Carex acutiformis*). Számos zavarástűrő és gyomfaj is jelen volt, melyek egy része szárazföldi növény volt: mezei zsurló (*Equisetum arvense*), kúszó boglárka (*Ranunculus repens*), nagy csalán (*Urtica dioica*), közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*), ebszőlő csucsor (*Solanum*

dulcamara), kecskeruta (*Galega officinalis*). A hínárvegetáció a vizsgált szakaszokon megjelent, melyet egyetlen faj, az apró békalencse (*Lemna minor*) kis állománya képezett. A vizsgálati zónában észlelt belógó fafajok a következők voltak: enyves éger (*Alnus glutinosa*), mandulafűz (*Salix triandra*). A felmért szelvények inváziós növény általi fertőzöttsége a fentebbiekhez képest jelentősen alacsonyabb volt: feketéllő farkasfog (*Bidens frondosa*), bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera*), magas aranyvessző (*Solidago gigantea*), lándzsás őszirózsa (*Aster lanceolatus*), zöld juhar (*Acer negundo*).

A duzzasztás alatti szakaszon egy szélesebb mocsári élőhelysáv jelent meg. A növényzet borítása itt 15-17% körül mozgott. Legnagyobb dominanciával a nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*) volt jelen. Egyéb megjelenő vízinövények a vízi harmatkása (*Glyceria maxima*), valamint az amfifiták közül a lapulevelű keserűfű (*Persicaria lapathifolia*) volt. Az említettek mellett az inváziós lágyszárú fajok, különösen a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) borítása is jelentős volt. Egyéb inváziós fajok közül a lándzsás őszirózsa (*Aster lanceolatus*) említhető még meg. A vizsgált szakaszon az árnyékolást számos fűzfaj alkotta. A vizsgált szakaszon az 1%-os borítási értéket el nem érők közül az észlelt mocsári növényzet jellemző fajai a a következők voltak: fehér tippan (*Agrostis stolonifera*), mocsári ecsetpázsit (*Alopecurus aequalis*), fodros harmatkása (*Glyceria notata*), fülemüleszittyó (*Juncus articulatus*), felfutó szulák (*Calystegia sepium*), békaszittyó (*Juncus effusus*), pénzlevelű lizinka (*Lysimachia nummularia*), réti füzény (*Lythrum salicaria*), közönséges vízicsillaghúr (*Myosoton aquaticum*), borsos keserűfű (*Persicaria hydropiper*), mocsári tisztesfű (*Stachys palustris*), kúszóboglárka (*Ranunculus repens*), vízi kányafű (*Rorippa amphibia*), osztrák kányafű (*R. austriaca*). Egyéb jellemző fajok: mezei zsúrló (*Equisetum arvense*), hamvas szeder (*Rubus caesius*), murvás lórom (*Rumex conglomeratus*), gilisztaűző varádics (*Tanacetum vulgare*), nagy csalán (*Urtica dioica*). A víztérben a hínárvegetációt az apró békalencse (*Lemna minor*) kisebb állománya alkotta.

Ökológiai állapotértékelés

A felvízi szakaszok közül a 2018. évi felmérés eredményeinek mindegyikére jellemző volt, hogy az alkalmazott módszer EQR számíthatóságának feltételét képező, indikátorként felhasználható fajok abundancia értékének összege a 16-os értéket egyik esetben sem érte el (5 és 12 között változott). Más volt a helyzet a felvízi vizsgálati területek két alsóbb vizsgált transzektjénél 2019-ben. Itt az indikátor (táblázatban szereplő) fajok abundancia értékének összege elérte a 16-ot (16-18). A kapott eredmények a ***közepes*** értéknek voltak megfeleltethetők. A kapott eredmények azzal magyarázhatók, hogy az érintett szakaszon a folyómeder alsóbb szakaszain hosszabb sávokban előfordultak olyan lankás teraszsávok, melyeken a mocsári növényzet megtelepedhetett, így a indikátorként felhasználható fajok (közöttük a kifejezetten vizes élőhelyekhez kötődő fajok (W-érték 8-10) száma jelentősebb volt.

Az alvízi szakaszon ugyanakkor már kellően széles kavicspad sáv jelentkezett egyből a duzzasztó alatt, mely a vizsgálat szempontjából releváns fajok abundancia értékeinek növekedését segítette elő, így az érintett szakaszon az alkalmazott módszerrel számolt EQR értéke már releváns volt és a vizsgálati években a ***közepes*** értéknek voltak megfeleltethetők.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	EQR értéke 2018	Ökológiai állapotminősége osztály 2018	EQR értéke 2019	Ökológiai állapotminősége osztály 2019	Ökol. állapot
RÁB_3768	Rába (Meggyeskovácsi)	4700	Duzzasztott	0,39	Nem értékelhető	0,4	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÁB_3282	Rába (Meggyeskovácsi)	3000	Duzzasztott	0,4	Nem értékelhető	0,38	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÁB_3280	Rába, Szálosi-dűlő (Meggyeskovácsi)	1750	Duzzasztott	0,56	Nem értékelhető	0,45	Közepes	**Közepes**
RÁB_3283	Rába, Zsidahó (Ikervár)	380	Duzzasztott	0,47	Nem értékelhető	0,47	Közepes	**Közepes**
RÁB_3284 (RÁB_3769)	Rába, Zsidahó (Ikervár)	720	Alvíz	0,67	Nem értékelhető	0,75	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**

11. táblázat. A magasabb rendű növényzet alapján kapott ökológiai állapotminőségi osztályok az egyes mintavételi szelvényekben

3.3.1.3. A vízi makroszkópikus gerinctelen közösség vizsgálatának eredményei

Értékelés az MZB fajegyüttes faunisztikai és mennyiségi eredményei alapján

A Rába ikervári duzzasztóművének a makroszkópikus vízi gerinctelen faunára gyakorolt hatását vizsgálva a Rábát Meggyeskovácsitól Ikervárig 5 mintavételi szelvényben mintáztuk, a duzzasztómű felvízi és alvízi szakaszán egyaránt.

A vizsgálatra kijelölt mintavételi szelvényekben a 2018. nyári és a 2019. tavaszi vegetációs periódusában végzett mennyiségi felméréseink eredményeként összesen 10 nagyobb rendszertani csoportba tartozó, 100 makrogerinctelen taxon jelenlétét igazoltuk. A felmérések eredményei szerint, a vizsgálati egységekből 11 vízicsiga (Gastropoda), 15 kagyló (Bivalvia), 24 kérész (Ephemeroptera), 2 álkérész (Plecoptera), 3 pióca (Hirudinea), 3 magasabbrendű rák (Malacostraca), 7 szitakötő (Odonata), 7 vízi poloska (Heteroptera), 10 vízibogár (Coleoptera) és 18 tegzes (Trichoptera) taxon került elő.

A Rába vizsgált hossz-szelvénye – annak ellenére, hogy mocsári növényzettel borított mederszelvények csupán kis százalékban találhatóak meg a vizsgált szakaszon – igen mozaikos élőhelyszerkezettel rendelkezik, amelyet a kifejezetten diverz makrogerinctelen állomány jelenléte is bizonyít. A finom szemcsefrakciójú üledék számos védett fajnak ad otthont. A kagylók közül a *Pseudanodonta complanata* a RÁB_3280 kódú, a duzzasztás hatása által leginkább érintett mintavételi szelvényben, az *Unio crassus* pedig a teljes vizsgált szakaszon megtalálta azokat az élőhelyeket, ahol a homokos-iszapos mederüledékbe be tudják magukat fúrni. Szintén a finom szemcsefrakciójú üledékben fogtuk meg a *Gomphus flavipes* és a *Gomphus vulgatissimus* folyami-szitakötők állományait, amelyek a teljes vizsgált szakaszon előfordultak. Az élénkebb vízáramlással és inkább homokos-sóderes szemcsefrakcióval rendelkező habitatokban az *Ophiogomphus cecilia* egyedeit fogtuk meg felvízi (RÁB_3280) és alvízi (RÁB_3769) szakaszon egyaránt. A RÁB_3283 kódú mintavételi szelvény mocsári vegetációval tarkított élőhelye a *Libellula fulva* állományainak adott otthont. A part menti fás vegetációból származó vízbe hulló/lógó ágak, levelek, gyökerek, a teljes vizsgált szakaszon kedvező búvóhelyül szolgált a *Macronychus quadrituberculatus* bogárfaj állományainak, míg a *Potamophilus acuminatus* csupán a duzzasztóműtől legtávolabb eső felvízi mintavételi szelvényben (RÁB_3768) volt jelen feltételezhetőleg azokban a potamális zónákban, ahol a folyó lassabb áramlási sebességgel jellemezhető. A faciális régióból is mutattunk ki védett fajt, így az *Aquarius najas* állományainak jelenlétét alvízi (RÁB_3279) és felvízi (RÁB_3282, RÁB_3268) szakaszról egyaránt bizonyítottuk. Az üledékrétegen akkumulálódott szerves törmelékben a lassabb áramlási sebességgel jellemezhető, a duzzasztóműhöz legközelebb eső mederszelvény szegélyzónájában a védett *Borysthenia naticina* csigafaj példányait fogtuk meg. Ezzel ellentétben a gyorsabb áramlási sebességgel

jellemezhető, nagyobb szemcsefrakciójú üledékkel jellemezhető szelvényekből a *Theodoxus transversalis* populációit (RÁB_3282, RÁB_3769) mutattuk ki. Ahol keményebb, már-már agyagosabb üledékréteg is jellemzi a mintavételi szelvényt, a *Palingenia longicauda* (RÁB_3280, RÁB_3282) és az *Ephoron virgo* (RÁB_3279) lárváit mutattuk ki, amelyek ebbe az üledékbe ássák járataikat. A *Neoephemera maxima* példányait a RÁB_3768-as, a duzzasztóműtől legtávolabb eső mintavételi szelvényben mutattuk ki, a szerves törmelék alkotta mederrészekben.

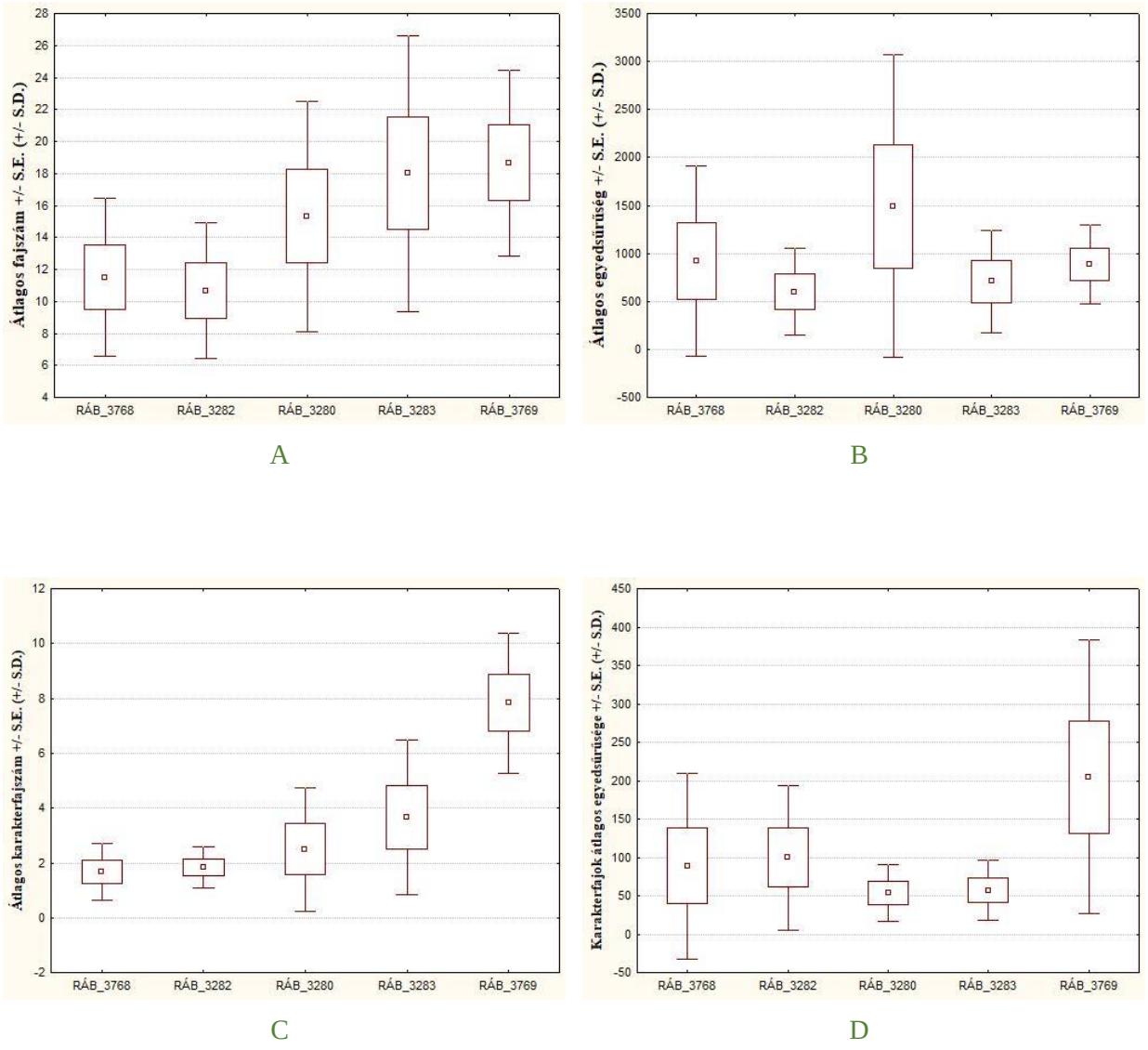
Elvégeztük a mintavételi szelvények mennyiségi szempontú összehasonlító vizsgálatát a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttes mintavételi eredményeiből származtatott paraméterek, úgymint az összes fajszám, összes egyedsűrűség, karakterfajok száma és a karakterfajok egyedsűrűsége alapján.

Az elemzések során nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget az összes taxon fajszáma (KW=7,2 df=29 p>0,05), az összes taxon egyedsűrűsége (KW=0,9 df=29 p>0,05) és a karakterfajok egyedsűrűség (KW=5,65 df=29 p>0,05) értékei tekintetében. Szignifikáns eltérés mutatkozott viszont a karakterfajok száma (KW=12,8 df=29 p<0,05) tekintetében a vizsgált szakasz mintavételi szelvényei között. A karakterfajok száma tekintetében kimutatott statisztikailag értékelhető különbséget a duzzasztás alvízi szakaszán tapasztalt magasabb karakterfajszám értékek okozták. Itt olyan karakterfajok (pl. *Baetis buceratus, Ephemerella notata, Ephoron virgo, Oecetis notata*) voltak jelen, amelyeket a többi mintavételi szelvény esetében nem mutattunk ki. A víz áramlási sebessége, a vízmélység és a mozaikosabb élőhelyszerkezet járult hozzá a magasabb értékeket eredményező makrogerinctelen populációk kialakulásához. Annak ellenére, hogy az összes fajszám és a karakterfajok egyedsűrűség értékei tekintetében nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést, jól látható (**39. ábra, 12. táblázat**), hogy a duzzasztás alvízi szakaszán tapasztaltuk a legmagasabb fajszám és karakterfaj egyedsűrűség értékeket. A karakterfajok egyedsűrűségének alakulásához a RÁB_3769-es mintavételi szelvényben olyan fajok járultak hozzá, mint például a *Potamanthus luteus* (102,4 ± 53,76 ind./m^2 ± S.E.), amely az élénkebb áramlási sebességgel rendelkező vízfolyások szerves törmelékben gazdag, parthoz közeli sávjában található meg.

A védett fajok tekintetében a felmért Rába szakaszon viszonylag alacsony egyedsűrűségű (*Aquarius najas* 3,77 ± 3,25 ind./m^2 ± S.E., *Borysthenia naticina* 4,3 ± 3,4 ind./m^2 ± S.E., *Ephoron virgo* 5,7 ± 3,6 ind./m^2 ± S.E., *Gomphus flavipes* 4,2 ± 3,3 ind./m^2 ± S.E., *Gomphus vulgatissimus* 4,2 ± 3,3 ind./m^2 ± S.E., *Libellula fulva* 3,4 ± 3,3 ind./m^2 ± S.E., *Macronychus quadrituberculatus* 7,7 ± 4,02 ind./m^2 ± S.E., *Neoephemera maxima* 3,8 ± 3,3 ind./m^2 ± S.E., *Ophiogomphus cecilia* 3,5 ± 3,3 ind./m^2 ± S.E., *Palingenia longicauda* 4,6 ± 3,4 ind./m^2 ± S.E., *Potamophilus acuminatus* 3,4 ± 3,3 ind./m^2 ± S.E., *Pseudanodonta complanata* 3,5 ± 3,3 ind./m^2 ± S.E., *Theodoxus transversalis* 4,8 ± 3,3 ind./m^2 ± S.E., *Unio crassus* 10,3 ± 3,7 ind./m^2 ± S.E.) állományokkal találkozhattunk. Az egyedsűrűség értékekhez tartozó magasabb szórás értékek megmutatják, hogy a legtöbb védett faj előfordulása szigetszerű, állományaik csupán néhány mintavételi szekcióban találták meg a számukra megfelelő környezeti feltételeket.

Mintavételi hely kódja	Átlagos összes taxonszám (átl./SE)	Átlagos összes denzitás (átl./SE)	Átlagos összes karakterfaj-szám (átl./SE)	Átlagos összes karakterfaj-denzitás (átl./SE)
RÁB_3768	11,5 ± 2	922,13 ± 403,5	1,67 ± 0,4	89,07 ± 49,39
RÁB_3282	10,67 ± 1,7	600,53 ± 184,6	1,83 ± 0,3	99,73 ± 38,4
RÁB_3280	15,33 ± 2,9	1492,27 ± 643,6	2,5 ± 0,92	53,33 ± 15,18
RÁB_3283	18 ± 3,5	707,7 ± 218,02	3,67 ± 1,2	57,07 ± 15,97
RÁB_3769	18,67 ± 2,37	886,4 ± 166,6	7,83 ± 1,04	204,8 ± 72,9

12. táblázat. A vízi gerinctelen közösség számított értékeinek (átl. ± S.E.) alakulása a felmért Rába szakaszokon



39. ábra. A felmért mintavételi szelvények makroszkópikus vízi gerinctelen közösségének átlagos összes fajszám (A), összes egyedsűrűség (B), átlagos karakterfajszám (C) és karakterfajok átlagos egyedsűrűség értékeinek alakulása (átlag ± SE ± SD)

Ökológiai állapotértékelés

Összehasonlítottuk a mintavételi szelvényeket a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttesre kidolgozott Q_{BAP} ökológiai állapotértékelő index segítségével. Az index a víztesttípusra jellemző karakterfajok jelenlét-hiányát, valamint azok egyedsűrűségének referencia értékhez viszonyított értékeit veszi figyelembe az ökológiai állapotértékelés során.

A felmérések során kapott adatsorok alapján, egy mintavételi szelvény ***„gyenge”*** (RÁB_3282), 3 mintavételi szelvény (RÁB_3768, RÁB_3280, RÁB_3283) ***„közepes”*** és egy mintavételi szelvény esetében (RÁB_3769) ***„jó”*** ökológiai állapotbesorolást kaptunk (**13. táblázat**).

Az ökológiai állapotértékelő index is jól tükrözi a mennyiségi felméréseink eredményeit, miszerint a duzzasztómű felvízi szakaszán a megváltozott környezeti feltételeknek köszönhetően kevesebb víztestspecifikus karakterfaj megtelepedése jellemző, míg az alvízi szakaszon, ahol visszaáll a természetes, karakterisztikus rábai vízfolyásjelleg, a karakterfajok számának és egyedsűrűségének alakulása ökológiai állapotbesorolásban tapasztalható javulást is eredményezett.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	2018 Q_{BAP}	2018 Ökol. állapot	2019 Q_{BAP}	2019 Ökol. állapot	Ökol. állapot
RÁB_3768	Rába (Meggyeskovácsi)	4700	Duzzasztott	92	Közepes	64	Gyenge	**Közepes**
RÁB_3282	Rába (Meggyeskovácsi)	3000	Duzzasztott	46	Gyenge	70	Gyenge	**Gyenge**
RÁB_3280	Rába, Szálosi-dűlő (Meggyeskovácsi)	1750	Duzzasztott	22	Rossz	83	Közepes	**Közepes**
RÁB_3283	Rába, Zsidahó (Ikervár)	380	Duzzasztott	65	Gyenge	84	Közepes	**Közepes**
RÁB_3769	Rába, Zsidahó (Ikervár)	720	Alvíz	72	Közepes	156	Jó	**Jó**

13. táblázat. A felmérések során vizsgált mintavételi szelvények ökológiai állapot-minőségi osztályainak összehasonlító táblázata a vízi makroszkópikus gerinctelenek felmérési eredményei alapján (Rába mintavételi szelvények 9. clusterág, referencia érték: 300)

3.3.1.4. A halak vizsgálatának eredményei

Értékelés a halak minőségi és mennyiségi viszonyai alapján

Az ikervári duzzasztás kijelölt mintavételi szelvényeiben összesen öt mintavételi területen, két eltérő vegetációs időszakban végeztünk halas mintavételeket. A mintavételek során 27 halfaj összesen 658 egyedét azonosítottuk (**14. táblázat**). A természetvédelmi szempontból értékes, védett, fokozottan védett, illetve az Élőhelyvédelmi Irányelv hatálya alá eső fajokat **vastagítva** emeljük ki. A Magyarországon nem őshonos halfajokat a nevük mögé tett csillaggal (*) jelöljük.

Az ikervári duzzasztás érintett mintavételi pontjai esetében a fogott fajok közül nyolc védett **(*Alburnoides bipunctatus, Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Gobio gobio, Leuciscus leuciscus, Rhodeus sericeus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica*).** Két faj, a magyar bucó (***Zingel zingel***), és a német bucó (***Zingel streber***) fokozottan védett. A balin (*Aspius aspius*), a vágó csík (***Cobitis elongatoides***), a halványfoltú küllő (***Gobio albipinnatus***), a márna (***Barbus barbus***), a szivárványos ökle (***Rhodeus sericeus***), a balkáni törpecsík (***Sabanejewia balcanica***) és a bolgár törpecsík (***Sabanejewia bulgarica***), a magyar bucó (***Zingel zingel***) és a német bucó (***Zingel streber***) is szerepel az Élőhelyvédelmi Irányelv valamely függelékében. A vizsgálat során két idegenhonos halfaj, a fekete törpeharcsa (*Ameiurus melas*) és az ezüstkárász (*Carassius gibelio*) jelenlétét észleltük.

Az ikervári duzzasztás esetében a Rába eredeti medrén a duzzasztás alatt és felett kijelölt mintavételi pontok környezeti háttérváltozó közül nemcsak a vízsebesség adatok különböznek jelentősen, hanem a vízhozam értékek is, hiszen a duzzasztásnál kilépő üzemvízcsatorna a Rába addigi vízhozamának jelentős részét elviszi, amely vízmennyiség az eredeti mederbe majd csak a Sárvár fölötti újraegyesüléskor kerül vissza. A duzzasztás fölött közvetlenül kijelölt mintavételi ponton (RÁB_3283) gyorsan mélyülő, részben feliszapolódott szakasz. Itt jellemzően az áramlásra kevésbé érzékeny, ún. euritop fajok fordultak elő, mint az *A. alburnus*, az *A. aspius*, a *C. gibelio*, a *C. elongatoides* és a *R. rutilus*, de kifejezetten állóvízkedvelő fajok egyedeit is észleltük, mint az *A. melas*, az *E. lucius* és a *R. sericeus*. A két kifejezetten áramláskedvelő halfaj (*B. barbus* és *L. cephalus*) ugyan mindkét mintavételi periódusban előkerült, de rendkívül alacsony egyedszámban. A duzzasztás hatására lelassult áramlási sebesség nem nyújtott optimális feltételeket számukra.

Ez a sekély parti zónával csak kis százalékban rendelkező szakasz folyásirányban felfelé haladva gyorsan átadja helyét a szinte teljes szélességében sekély, kavicspadokkal tarkított meanderező mederszakaszoknak, ahol már az áramláskedvelő fajok is megtalálják a számukra kedvező környezeti adottságokat.

Az alvízi szakasz (RÁB_3284) halfaunája gazdagnak mondható, 18 halfaj jelenlétét mutattuk ki a két felmérés során, melyek kivétel nélkül őshonosak voltak. A duzzasztás alatti szakaszon a bentikus

faunaelemek domináltak mind faj-, mind egyedszám tekintetében. A bentikus fajok közül a fokozottan védett német bucó (*Z. streber*) csak ezen a szakaszon fordult elő, és a védett, és szintén közösségi jelentőségű halványfoltú küllő (*G. albipinnatus*) is itt találta meg a számára legoptimálisabb környezeti feltételeket, és itt kifejezetten gyakorinak számított. Érdekes, hogy a négy duzzasztott mintavételi szelvény közül a duzzasztóműtől második legközelebbre, 1750 m-re lévő, tehát a duzzasztási hatást még jól mutató RÁB_3280 szelvényben került még elő a faj 2 példánya.

A finom szemcsefrakciójú üledék a duzzasztott szakaszokra jellemző mederanyag. Ez a legoptimálisabb frakció a nagyméretű kagylófajok (Unionidae) egyedeinek, melyek nélkülözhetetlenek a szivárványos ökle (*R. sericeus*) szaporodásához. Ezt a fajt csak a duzzasztással érintett RÁB_3281, RÁB_3280 és RÁB_3283 mintavételi egységekben mutattuk ki. Az iszapos habitatokat részesíti előnyben a vágócsík (*C. elongatoides*) is, melynek példányait mind a duzzasztott, mint a duzzasztás alatti szakaszon kimutattuk. Utóbbinak a pangó vizű, iszapos, part menti szakasza képzi a faj élőhelyét.

	Fajnév	Egyedszám	Relatív abundancia (%)
1	*Abramis bjoerkna*	1	0,15
2	*Abramis brama*	4	0,60
3	***Alburnoides bipunctatus***	51	7,75
4	*Alburnus alburnus*	175	26,60
5	*Ameiurus melas* *	3	0,46
6	***Aspius aspius***	3	0,46
7	***Barbus barbus***	96	14,59
8	*Carassius gibelio* *	13	1,98
9	*Chondrostoma nasus*	48	7,29
10	***Cobitis elongatoides***	13	1,98
11	*Cyprinus carpio*	1	0,15
12	*Esox lucius*	4	0,61
13	***Gobio albipinnatus***	59	8,97
14	***Gobio gobio***	2	0,30
15	*Gymnocephalus cernuus*	1	0,15
16	*Leuciscus cephalus*	74	11,25
17	*Leuciscus idus*	1	0,15
18	***Leuciscus leuciscus***	2	0,30
19	*Perca fluviatilis*	5	0,76
20	***Rhodeus sericeus***	15	2,28
21	*Rutilus rutilus*	26	3,95
22	***Sabanejewia balcanica***	38	5,78
23	***Sabanejewia bulgarica***	1	0,15

24	*Silurus glanis*	5	0,76
25	*Tinca tinca*	1	0,15
26	***Zingel streber***	15	2,28
27	***Zingel zingel***	1	0,15
összesen:		658	10,00

14. táblázat. Az ikervári duzzasztás kijelölt mintavételi szelvényeiben észlelt halfajok, valamint összesített egyedszámuk és relatív abundancia (%) értékük

A vizsgált szakaszok esetében kiemelkedően kedvező adatnak számít az idegenhonos fajok alacsony száma. A duzzasztás esetében a két mintavételi időszakban az öt mintavételi szelvényben összesen két faj jelenlétét igazoltuk.

A legnagyobb egyedszámban fogott halfaj az ikervári duzzasztás hatásának vizsgálatára kijelölt mintavételi szelvényekben a küsz (*Alburnus alburnus*) volt, egyedszáma (n=175) a teljes minta közel 27%-a.

Az Élőhelyvédelmi Irányelv függelékeiben is szereplő halványfoltú küllő (***Gobio albipinnatus***) magas egyedszámban, és feltételezhetően stabil állománnyal van jelen.

A szakaszon a magyar bucó (***Zingel zingel***) és a német bucó (***Zingel streber***) kis egyedszámban került kimutatásra, feltételezhetően állandó, stabil faunaelemekről van szó, azonban a környezeti adottságok miatt nagyobb egyedszámban történő megjelenésükre a későbbi időszakokban sem kell számítani.

A vizsgált területekre vonatkoztatva az egyes funkcionális guildeket a **15. táblázat** foglalja össze.

Elterjedés:	*Őshonos:* 25 faj	*Abramis bjoerkna, Abramis brama, Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Aspius aspius, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Cobitis elongatoides, Cyprinus carpio, Esox lucius, Gobio albipinnatus, Gobio gobio, Gymnocephalus cernuus, Leuciscus cephalus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Perca fluviatilis, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Silurus glanis, Tinca tinca, Zingel streber, Zingel zingel*
	Adventív: 2 faj	*Ameiurus melas, Carassius gibelio*
Áramlás:	*Reofil:* 11 faj	*Alburnoides bipunctatus, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Gobio gobio, Leuciscus cephalus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Zingel streber, Zingel zingel*
	Eurytop: 12 faj	*Abramis bjoerkna, Abramis brama, Alburnus alburnus, Aspius aspius, Carassius gibelio, Cobitis elongatoides, Cyprinus carpio, Gobio albipinnatus, Gymnocephalus cernuus, Perca fluviatilis, Rutilus rutilus, Silurus glanis*
	Stagnofil: 4 faj	*Ameiurus melas, Esox lucius, Rhodeus sericeus, Tinca tinca*

Táplálkozási habitat:	*Nyíltvíz:* 5 faj	*Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Aspius aspius, Leuciscus cephalus, Leuciscus leuciscus*
	Metafitikus: 7 faj	*Carassius gibelio, Esox lucius, Leuciscus idus, Perca fluviatilis, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus, Tinca tinca*
	Bentikus: 14 faj	*Abramis bjoerkna, Abramis brama, Ameiurus melas, Barbus barbus, Cobitis elongatoides, Cyprinus carpio, Gobio albipinnatus, Gobio gobio, Gymnocephalus cernuus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Silurus glanis, Zingel streber, Zingel zingel*
Táplálkozási guild:	*Herbivor:* 1 faj	*Chondrostoma nasus*
	Omnivor: 12 faj	*Abramis bjoerkna, Abramis brama, Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Ameiurus melas, Carassius gibelio, Leuciscus cephalus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus, Tinca tinca*
	Planktivor: 0 faj	-
	Invertivor: 1 faj	*Cyprinus carpio*
	Invertivor/Piscivor: 1 faj	*Perca fluviatilis*
	Inv./Bentivor: 4 faj	*Barbus barbus, Gymnocephalus cernuus, Zingel streber, Zingel zingel*
	Inv./Detritivor: 4 faj	*, Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica*
	Piscivor: 3 faj	*Aspius aspius, Esox lucius, Silurus glanis*
	Detritivor: 1 faj	*Gobio gobio*
	Parazita: 0 faj	-
Szaporodási guild:	*Litofil:* 7 faj	*Alburnoides bipunctatus, Aspius aspius, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Leuciscus cephalus, Zingel streber, Zingel zingel*
	Fitofil: 9 faj	*Carasius gibelio, Cobitis elongatoides, Cyprinus carpio, Esox lucius, Perca fluviatilis, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Silurus glanis, Tinca tinca*
	Fito-litofil: 7 faj	*Abramis bjoerkna, Abramis brama, Alburnus alburnus, Gymnocephalus cernuus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Rutilus rutilus*
	Pszammofil: 3 faj	*Ameiurus melas, Gobio albipinnatus, Gobio gobio*
	Ostracofil: 1 faj	*Rhodeus sericeus*
	Pelagofil: 0 faj	-
	Speleofil: 0 faj	-
	Lito-Pelagofil: 0 faj	-
	Ariadnofil: 0 faj	-
	Vivipar: 0 faj	-

Élőhely specializáció:	*Specialista:* 13 faj	*Alburnoides bipunctatus, Aspius aspius, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Gobio gobio, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Rhodeus sericeus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Tinca tinca, Zingel streber, Zingel zingel*
	Generalista: 8 faj	*Abramis bjoerkna, Abramis brama, Cobitis elongatoides, Cyprinus carpio, Gobio albipinnatus, Gymnocephalus cernuus, Perca fluviatilis, Silurus glanis*
	Zavarást tűrő: 6 faj	*Alburnus alburnus, Ameiurus melas, Carasius gibelio, Esox lucius, Leuciscus cephalus, Rutilus rutilus*

15. táblázat. Az érintett szakaszok halfajainak funkcionális guild csoportosítása

Áramláskedvelés szerint csoportosítva a halfajokat az euritop guild tagjai kevésbé érzékenyek az áramlási viszonyokra, míg a sztagnofil fajok állóvízkedvelők, a reofil fajok pedig áramláskedvelők.

A táplálkozási habitatok alapján csoportosítva a halakat, vannak metafitikus (növényzet közt keresgélő), bentikus (az aljzaton, illetve annak közelében táplálék után kutató) és nyíltvízi táplálkozású halfajok.

A halak táplálkozási szokásait figyelembe véve a piscivor csoportba a ragadozó életmódot folytató, (ezen belül is főképp halakkal táplálkozók), az omnivor csoportba a mindenevő (planktonszervezetek, élőbevonat, vízi gerinctelenek stb.) fajokat sorolhatjuk. Az invertivor csoporthoz tartozók főképpen a vízi gerinctelen fajok fogyasztására specializálódtak. Az invertivor/detritivor guildbe sorolt halak a vízi gerinctelenek fogyasztása mellett törmelékevéssel egészítik ki a táplálkozásukat. Az invertivor/piscivor fajok a vízi gerinctelenek mellett esetenként halat is fogyasztanak. A herbivor fajok adult egyedei kizárólag növényi táplálékot fogyasztanak.

A halfajok szaporodási stratégiáit tekintve a fitofil fajok növények leveleire és gyökérzetére, a litofil fajok szilárd aljzatra (pl. kavicsra, sóderre) a fito-litofil fajok pedig növényzetre és szilárd aljzatra egyaránt ikráznak. A pelagofil fajok ikrái és lárvai a vízben szabadon lebegve fejlődnek. Az ostracofil halfajok speciális szaporodási stratégiájuk miatt a kagylók kopoltyúüregében helyezik el ikráikat azok kikelésig.

Élőhelyükkel szemben támasztott igényük alapján vizsgálva a halfajokat a zavarást tűrő guild tagjai csupán minimális igényeket támasztanak környezetükkel szemben, egészen szélsőséges körülményeket is képesek elviselni. A specialista guild tagjai erősen ragaszkodnak valamilyen abiotikus környezeti feltételhez, érzékenyen reagálhatnak bármiféle beavatkozásra, szennyezésre. A generalista halfajok számára tágabb spektrumú környezeti feltételek is megfelelnek.

Ökológiai állapotértékelés

Az ikervári duzzasztás estén kapott EQR értékeket vizsgálva megfigyelhető, hogy a folyóra az adott szakaszon általánosan jellemző ***közepes*** ökológiai állapot a duzzasztás fölött közvetlenül, és a hozzá folyásirányban felfelé haladva legközelebb elhelyezkedő mintavételi pont esetében, ahová még a duzzasztás erősebben visszahat, ***gyenge*** értékre változik. A kapott EQR értékek nem csökkennek jelentősen, azonban még így is kimutatható a duzzasztás lokálisan kedvezőtlen hatása (**16. táblázat**).

Az érintett szakaszok a „Közepes és nagy folyók dombvidéki, nagyobb esésű, kavicsos mederanyagú szakasza" víztípusba esnek. A víztípusra jellemző karakterfajok közül az *A. bipunctatust,* a *B. barbust,* a *C. nasust* és a *Z. strebert* sikerült kimutatnunk. Az *A. bipunctatus* és a *B. barbus* a felmért szakaszok közül 4-4 szelvényből került elő. Az *A. bipunctatust* a RÁB_3283 kódú szakaszról, tehát a duzzasztó felvizén a duzzasztóhoz legközelebb eső szakaszról nem tudtuk kimutatni. A *B. barbus* a RÁB_3282 kódú szakaszról nem került kimutatásra, azonban a többi duzzasztott szakaszon is sokkal kisebb egyedszámban volt jelen, mint az alvízi szakaszon, ahol különösen a 2018 őszi mintavétel alkalmával tudtuk nagy egyedszámban kimutatni. A *C. nasus* az alvízi szelvényből mindkét mintavétel alkalmával előkerült, a duzzasztó fölötti szakaszok közül pedig a RÁB_3281 és a RÁB_3280 kódú szelvényekből mutattuk ki, azonban csak a tavaszi mintavételek alkalmával, és alacsonyabb egyedszámban, mint az alvízi szakaszon (RÁB_3284). A *Z. streber* a 2018 őszi mintavétel alkalmával került elő a duzzasztó alvízi szakaszán. A duzzasztott szakaszokról egy esetben sem sikerült kimutatnunk.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	2018 EQR érték	2018 Ökol. állapot	2019 EQR érték	2019 Ökol. állapot	Ökol. állapot
RÁB_3281	Rába, Ökörkúti-dűlő (Meggyeskovácsi)	4700	Duzzasztott	24	Gyenge	34	Közepes	**Közepes**
RÁB_3282	Rába (Meggyeskovácsi)	3000	Duzzasztott	21	Gyenge	32	Közepes	**Közepes**
RÁB_3280	Rába, Szálosi-dűlő (Meggyeskovácsi)	1750	Duzzasztott	20	Gyenge	26	Gyenge	**Gyenge**
RÁB_3283	Rába, Zsidahó (Ikervár)	380	Duzzasztott	21	Gyenge	20	Gyenge	**Gyenge**
RÁB_3284	Rába, Zsidahó (Ikervár)	720	Alvíz	34	Közepes	31	Közepes	**Közepes**

16. táblázat. A felmérések során vizsgált mintavételi szelvények ökológiai állapot-minőségi osztályainak összehasonlító táblázata a halak felmérési eredményei alapján

3.3.2. Rába, nicki duzzasztómű

3.3.2.1. Vízkémiai vizsgálatok eredményei

Vízkémiai vizsgálatok 2018-as eredményei

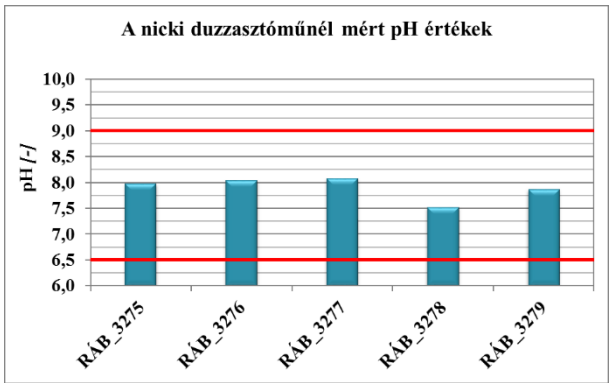
A helyszíni vízminőségi mérések eredményeit a **17. táblázat** és a **40–44. ábrák** szemléltetik.

Mintavételi pont	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	T
	[-]	***[µS/cm]***	***[mg/l]***	***[%]***	***[°C]***
RÁB_3275 (felvíz)	7,98	394	7,12	90,6	26,9
RÁB_3276 (felvíz)	8,05	396	7,30	92,3	26,7
RÁB_3277 (felvíz)	8,08	398	7,39	93,6	26,5
RÁB_3278 (alvíz)	7,53	393	**6,95**	91,7	26,9
RÁB_3279 (felvíz)	7,87	397	7,19	94,0	26,7
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**6,5-9,0**	**700**	**7,0**	**70-120**	**-**

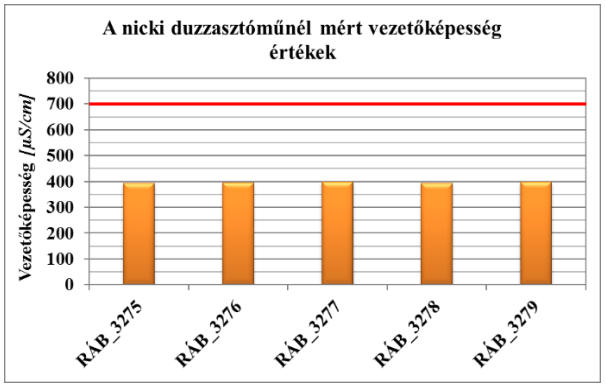
17. táblázat. A Rába (Nicki duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei

A nicki duzzasztómű környezetében szintén összesen öt mintavételi pontot jelöltünk ki, négyet a duzzasztómű előtti, egyet pedig az azutáni folyószakaszon. Az eredmények a legtöbb paraméterre vonatkozóan a jó vízminőségi állapotot jelentő, jogszabályban meghatározott határértéket teljesítik, kivéve az oldott oxigén koncentrációját, mely a duzzasztómű utáni mérési ponton 0,05 mg/l-rel az előírt minimális érték alatt maradt.

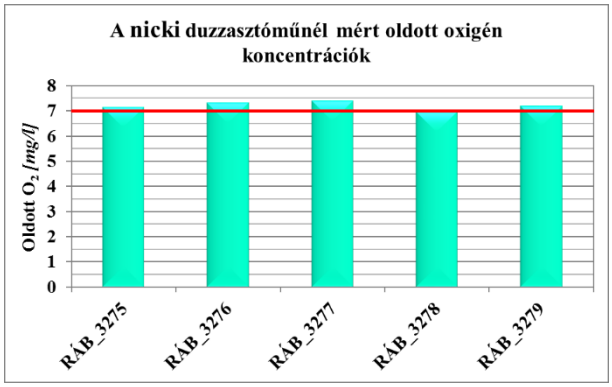
Az alvízi szakaszon elhelyezkedő mérési pont esetén az alacsonyabb oldott oxigén koncentráció visszavezethető arra, hogy mintavételünk alkalmával vizsgált folyószakaszon az ott zajló beruházások (a *nicki duzzasztómű*vet érintő kivitelezés 2018. július 31-én kezdődött meg) miatt a duzzasztás mértéke igen jelentős volt, ami extrém alacsony alvízi vízállást eredményezett, több helyen a kavicsos mederfenék látható volt. Ez a körülmény magyarázat lehet a kismértékben megnövekedő vízhőmérsékletre is.



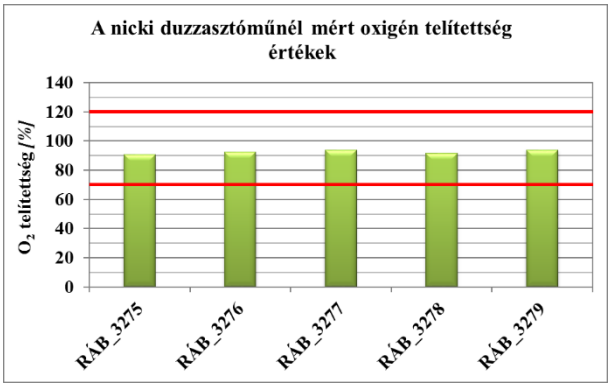
40. ábra. A nicki duzzasztóműnél mért pH értékek



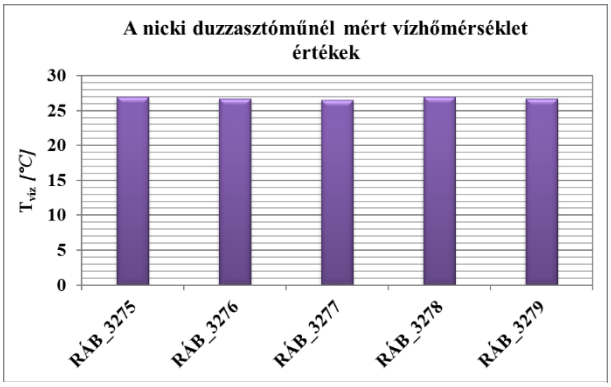
41. ábra. A nicki duzzasztóműnél mért vezetőképesség értékek



42. ábra. A nicki duzzasztóműnél mért oldott oxigén koncentrációk



43. ábra. A nicki duzzasztóműnél mért oxigén telítettség értékek



44. ábra. A nicki duzzasztóműnél mért vízhőmérséklet értékek

A nicki duzzasztómű felvízi és alvízi szakaszán kijelölt mintavételi pontokon vett vízminták vízminőségi vizsgálatainak laboratóriumi eredményeit a **18. táblázat**, valamint a **45–54. ábra** mutatja be. Az eredmények alapján a következő megállapításokat tehetjük az egyes komponensesekre vonatkozóan.

Valamennyi mintavételi ponton a **lebegőanyag koncentrációja** magas értékekkel jellemezhető. A felvízi szakaszon 56-83 mg/l között alakult a vizsgált paraméter. Az alvízi szakaszon kijelölt mintavételi ponton, a felvízi szakaszon mért értékekhez képest magasabb értéket kaptunk, ezen a ponton 116 mg/l-es lebegőanyag koncentrációt mértünk (**53. ábra**).

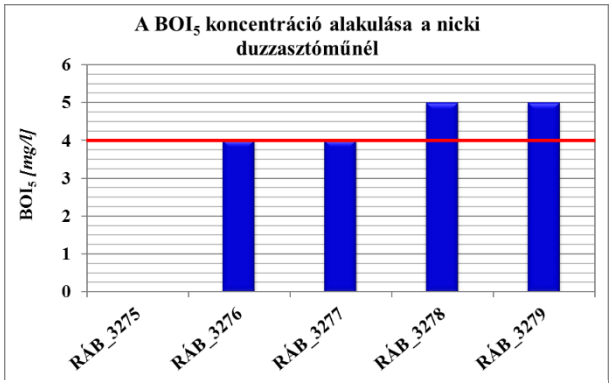
A **szerves anyag tartalom** esetében szintén megállapítható, hogy duzzasztómű utáni alvízi szakaszon mértük a legmagasabb értékeket. A minták **KOI_{Cr}** tartalma minden mérési pontban megfelel a rendelteben előírt 25 mg/l határértéknek (***46. ábra***). A **BOI_5** koncentrációja két mintavételi ponton (*RÁB_3278* és a *RÁB_3279*) meghaladta a vonatkozó jogszabályban előírt 4 mg/l-es határértéket (**45. ábra**).

A **klorid-ion** tartalom a felvízi szakaszon jellemzően megegyező (29,3-29,9 mg/l), míg az alvízi szakaszon kis mértékben magasabb (32,0 mg/l) értéket kaptunk (**54. ábra**).

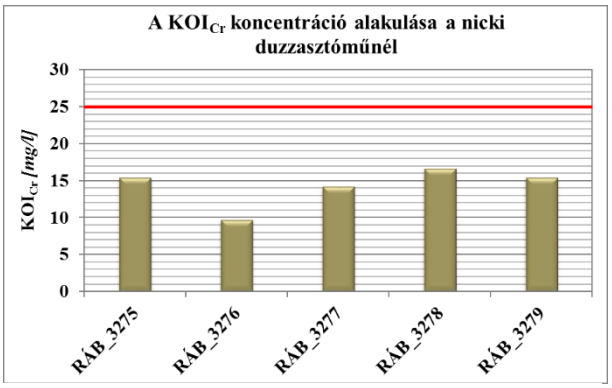
A **növényi tápanyag** formák közül a **nitrát-nitrogén,** a **nitrit-nitrogén**, az **ammónium-nitrogén** és az **összes nitrogén** értéke valamennyi mintavételi ponton elmaradt a vonatkozó jogszabályban megadott határértéktől (**47–50. ábra**). Az **ortofoszfát-foszfor** koncentráció értékek minden esetben meghaladták az előírt 0,10 mg/l felső határértéket, a mért koncentrációk 0,11-0,13 mg/l között ingadoztak (**51. ábra**). Az **összes foszfor** koncentrációja három mintavételi ponton haladta meg a jó vízminőségi állapotra vonatkozó 0,2 mg/l határérétket (**52. ábra**).

Mintavételi pont	LA	KOI_{Cr}	BOI_5	NO_3-N	NO_2-N	NH_4-N	TN	PO_4-P	TP	Cl^-
	[mg/l]	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***
RÁB_3275 (felvíz)	78	15,4	<3	1,86	0,02	<0,016	2,40	**0,13**	**0,27**	29,9
RÁB_3276 (felvíz)	83	9,7	4	1,65	0,02	<0,016	3,60	**0,11**	0,20	29,9
RÁB_3277 (felvíz)	61	14,2	4	1,84	0,02	<0,016	2,10	**0,12**	**0,27**	29,3
RÁB_3278 (alvíz)	116	16,6	**5**	1,68	0,02	<0,016	2,70	**0,11**	0,16	32,0
RÁB_3279 (felvíz)	56	15,4	**5**	1,88	0,02	<0,016	2,20	**0,12**	**0,30**	29,6
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**-**	**25**	**4**	**3**	**0,06**	**0,3**	**4**	**0,05-0,10**	**0,2**	**50**

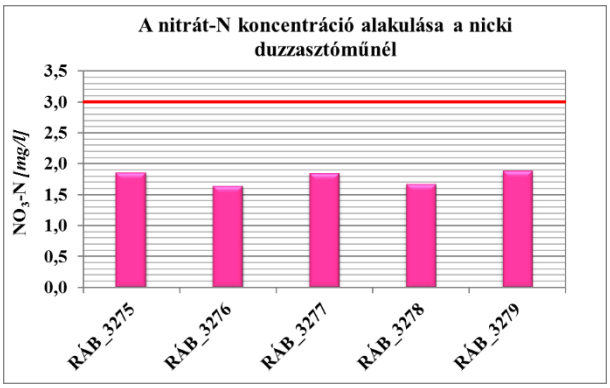
18. táblázat. A Rába (Nicki duzzasztómű) laboratóriumi vízminőség-vizsgálati eredményei



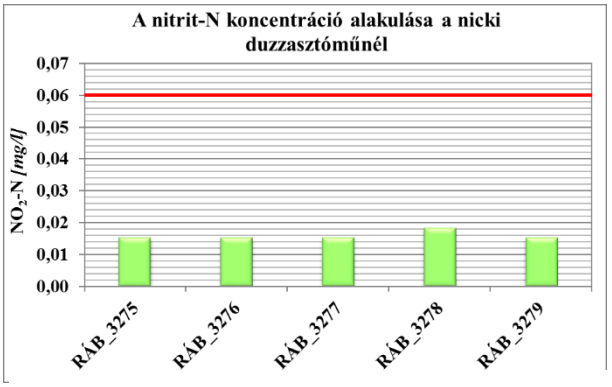
45. ábra. A szervesanyag tartalom (BOI5) alakulása a nicki duzzasztóműnél



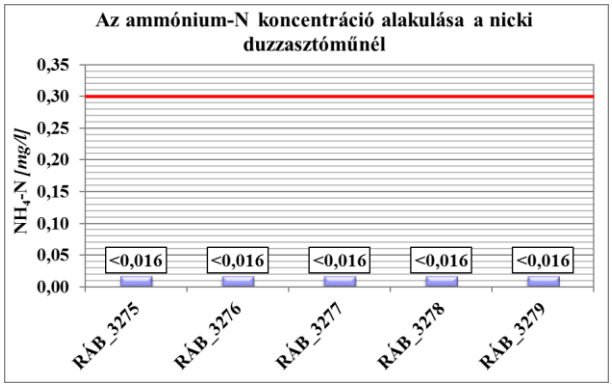
46. ábra. A szervesanyag tartalom (KOICr) alakulása a nicki duzzasztóműnél



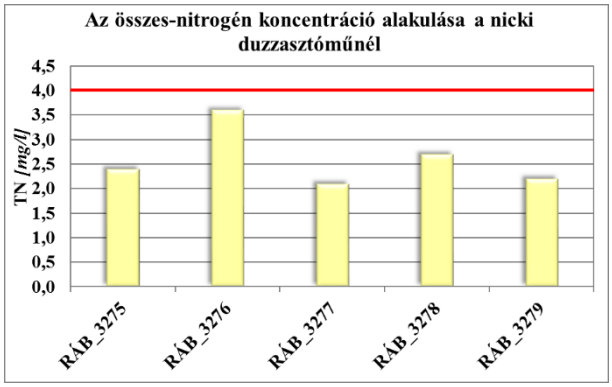
47. ábra. A nitrát-nitrogén koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél



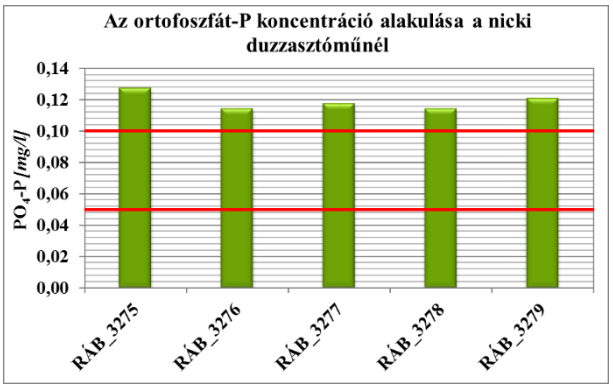
48. ábra. A nitrit-nitrogén koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél



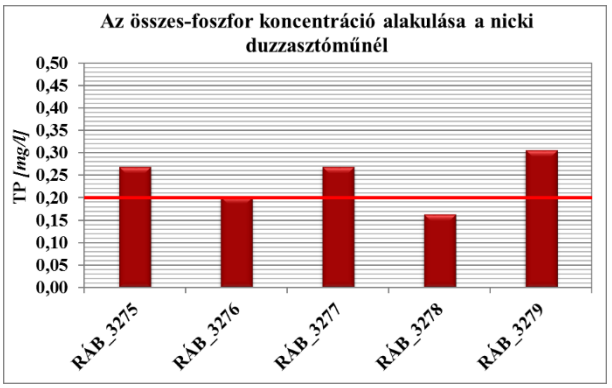
49. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél



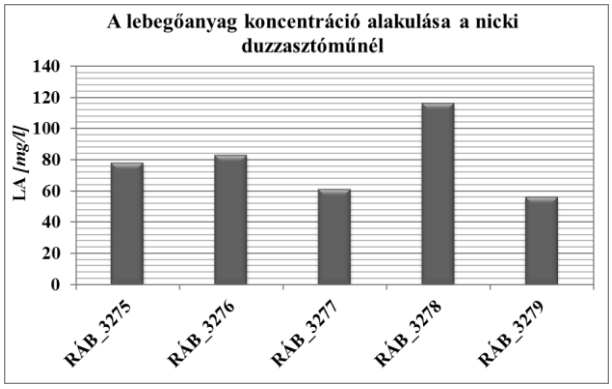
50. ábra. Az összes nitrogén koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél



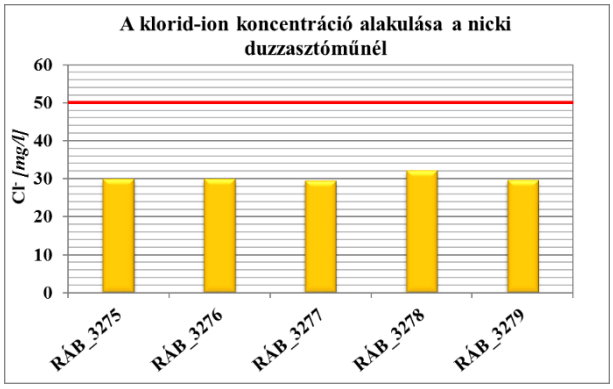
51. ábra. Az ortofoszfát-foszfor koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél



52. ábra. Az összes foszfor koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél



53. ábra. A lebegőanyag koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél



54. ábra. A klorid-ion koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél

Vízkémiai vizsgálatok 2019-es eredményei

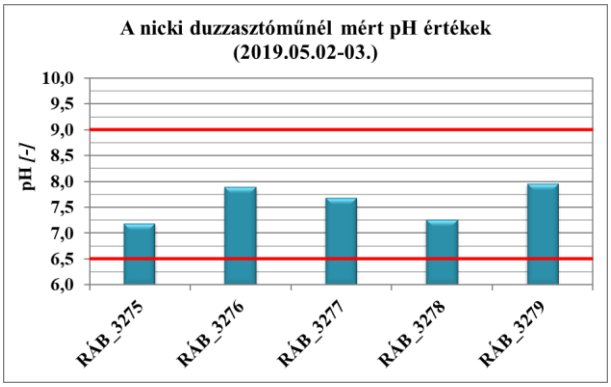
A 2019.05.02-03-án végzett helyszíni vízminőségi mérések eredményeit az **19.** , és az **55. –59.** szemléltetik.

Mintavételi pont	**Mintavétel ideje**	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	T
		[-]	***[µS/cm]***	***[mg/l]***	***[%]***	***[°C]***
RÁB_3275 (felvíz)	9:39	7,19	458	9,13	91,8	14,9
RÁB_3276 (felvíz)	9:57	7,89	456	9,44	93,5	14,4
RÁB_3277 (felvíz)	10:06	7,68	462	9,55	94,0	14,1
RÁB_3278 (alvíz)	7:50	7,26	**759**	9,39	92,7	14,3
RÁB_3279 (felvíz)	10:28	7,96	461	9,91	98,0	14,2
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)		**6,5-9,0**	**700**	**7,0**	**70-120**	**-**

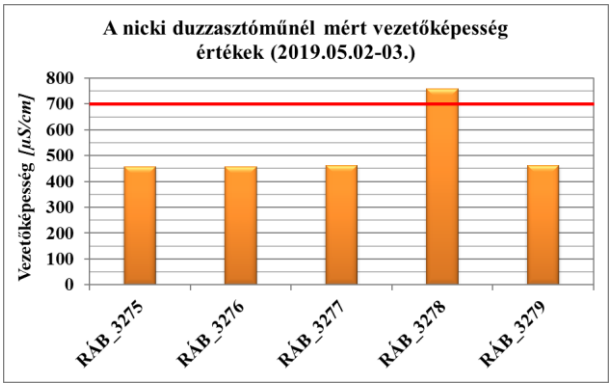
19. táblázat. A Rába (Nicki duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei (2019.05.02 03.)

A nicki duzzasztómű környezetében a korábban kijelölt összesen öt mintavételi pontról (négy a duzzasztómű előtt, egy pedig az azutáni folyószakaszon) történt. Az eredmények a legtöbb paraméterre vonatkozóan a jó vízminőségi állapotot jelentő, jogszabályban meghatározott határértéket teljesítik, kivéve a fajlagos elektromos vezetőképesség értékét, mely a duzzasztómű utáni mérési ponton meghaladja az előírt határértéket, illetve jelentősen nagyobb, mint a felvízi mérési pontokon tapasztalt értékek. Ennek egyik oka az alvízi szakasz mentén elhelyezkedő üdülőterületről származó pontszerű szennyeződés lehet, mivel a korábbi mérések során ilyen eltérést nem figyeltünk meg.

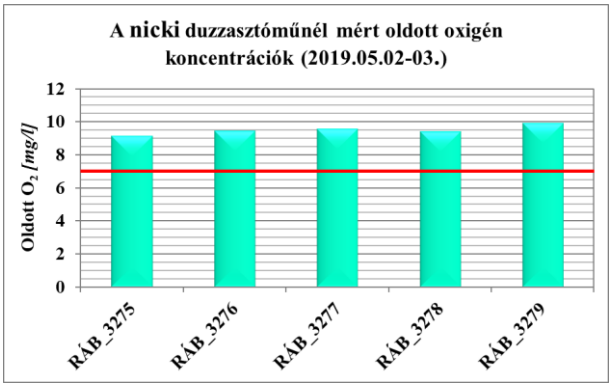
Az alvízi szakaszon elhelyezkedő mérési pont (RÁB_3278) esetén a megemelkedett vezetőképesség értékkel párhuzamosan a pH, oldott oxigén koncentráció és oxigén telítettség is kis mértékben csökken, ami szintén külső szennyeződésre utalhat, ám ennek mértéke nem összevethető a fajlagos elektromos vezetőképesség növekedésének a mértékével.



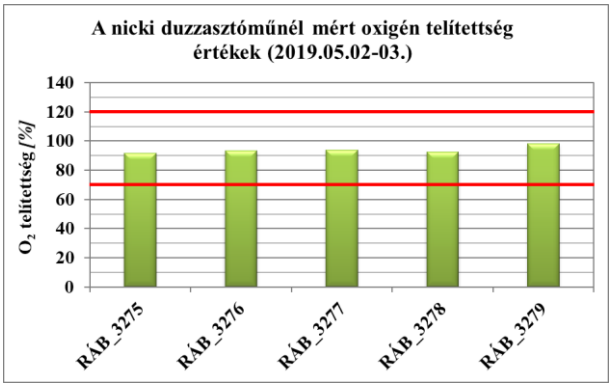
55. ábra. A nicki duzzasztóműnél mért pH értékek (2019.05.02-03.)



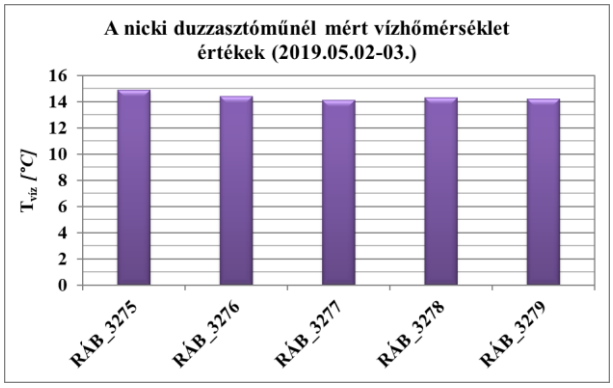
56. ábra. A nicki duzzasztóműnél mért vezetőképesség értékek (2019.05.02-03.)



57. ábra. A nicki duzzasztóműnél mért oldott oxigén koncentrációk (2019.05.02-03.)



58. ábra. A nicki duzzasztóműnél mért oxigén telítettség értékek (2019.05.02-03.)



59. ábra. A Rába (Nicki duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei – vízhőmérséklet (2019.05.02-03.)

A nicki duzzasztómű felvízi és alvízi szakaszán kijelölt mintavételi pontokon vett vízminták vízminőségi vizsgálatainak laboratóriumi eredményeit az **20. táblázatban**, valamint a **60–68. ábrán** mutatjuk be. Az eredmények alapján a következő megállapításokat tehetjük az egyes komponensesekre vonatkozóan.

Valamennyi mintavételi ponton a **lebegőanyag** koncentrációja jelentősen alacsonyabb, mint a 2018. szeptemberében mért értékek, ami visszavezethető a nyári időszak jelentősebb algaszaporulatára. A felvízi szakaszon 14-23 mg/l lebegőanyag koncentrációt tapasztaltunk, a duzzasztóműhöz közeledve egyre csökkenő értékekkel, az alvízi szakaszon pedig 16 mg/l-es koncentrációt rögzítettünk (**67. ábra**).

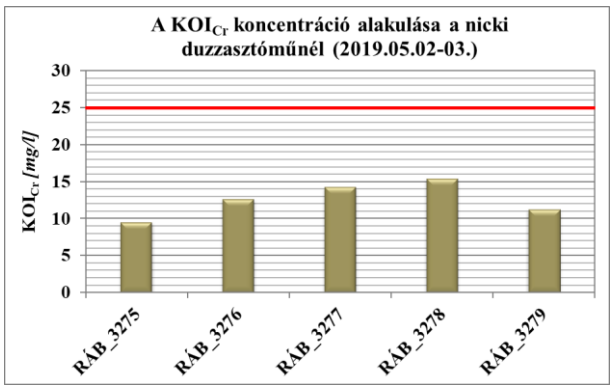
A **szerves anyag** tartalom esetében megállapítható, hogy duzzasztómű utáni alvízi szakaszon mértük a legmagasabb **KOI_{Cr}** értéket (15,4 mg/l). A KOI_{Cr} koncentrációja minden mérési pontban megfelel a rendelteben előírt 25 mg/l határértéknek (**60. ábra**). A **BOI_5** koncentrációja minden mintavételi ponton a mérési határ alatti volt (<3 mg/l), mely így nem haladja meg a vonatkozó jogszabályban előírt 4 mg/l-es határértéket sem.

A **klorid-ion** tartalom a lebegőanyag koncentrációjához hasonló tendenciát mutat, a felvízi szakaszon a duzzasztómű irányába haladva csökkenő értéket mutat (43,2-41,8 mg/l), az alvízi szakaszon pedig 43,0 mg/l értéket vesz fel, mely a jogszabályban előírt 50 mg/l-es értéket nem haladja meg (**68. ábra**).

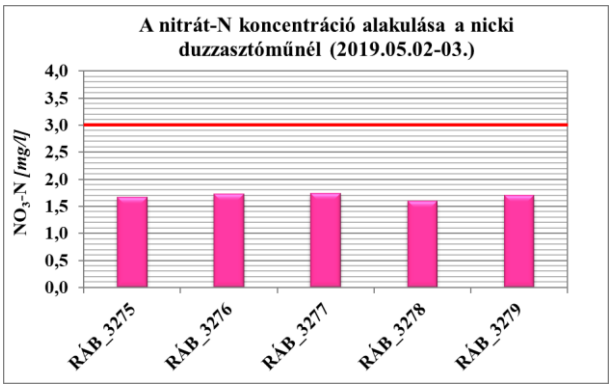
A **növényi tápanyag** formák közül a **nitrát-nitrogén,** a **nitrit-nitrogén**, az **ammónium-nitrogén** értéke valamennyi mintavételi ponton elmaradt a vonatkozó jogszabályban megadott határéréktől, az **összes nitrogén** értéke azonban minden mintavételi pont esetében meghaladja azt (**62–64. ábra**). Az **ortofoszfát-foszfor** koncentráció értékek egyik esetben sem érték el az előírt 0,05 mg/l alsó határértéket, a mért koncentrációk 0,02-0,04 mg/l között ingadoztak (**65. ábra**). Az **összes foszfor** koncentrációja azonban jóval alatta maradt a jó vízminőségi állapotra vonatkozó 0,2 mg/l határértéknek (**66. ábra**).

Mintavételi pont	LA	KOI_{Cr}	BOI_5	NO_3-N	NO_2-N	NH_4-N	TN	PO_4-P	TP	Cl^-
	[mg/l]	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***
RÁB_3275 (felvíz)	14	9,5	<3	1,66	0,02	0,016	**5,5**	0,02	0,03	41,8
RÁB_3276 (felvíz)	15	12,6	<3	1,72	0,02	0,016	**4,3**	0,02	0,03	42,3
RÁB_3277 (felvíz)	21	14,3	<3	1,73	0,02	0,016	**4,1**	0,03	0,03	42,7
RÁB_3278 (alvíz)	16	15,4	<3	1,59	0,02	0,016	**4,2**	0,04	0,04	43,0
RÁB_3279 (felvíz)	23	11,3	<3	1,70	0,02	0,016	**4,5**	0,03	0,04	43,2
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**-**	**25**	**4**	**3**	**0,06**	**0,3**	**4**	**0,05-0,10**	**0,2**	**50**

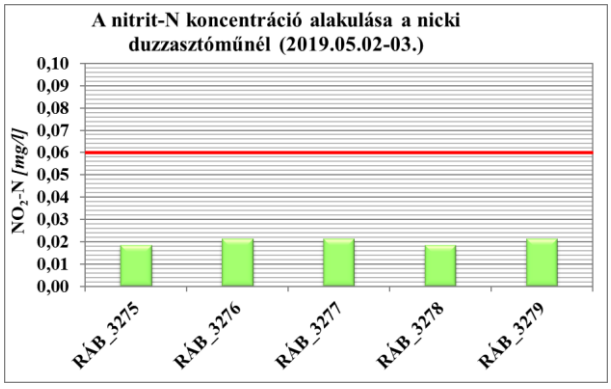
20. táblázat. A Rába (Nicki duzzasztómű) laboratóriumi vízminőség-vizsgálati eredményei (2019.05.02-03.)



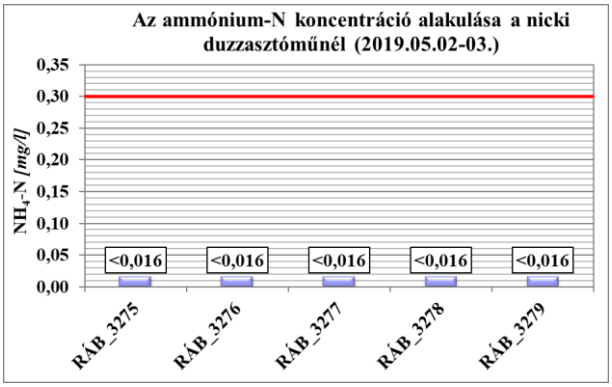
60. ábra. A szervesanyag tartalom (KOICr) alakulása a nicki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



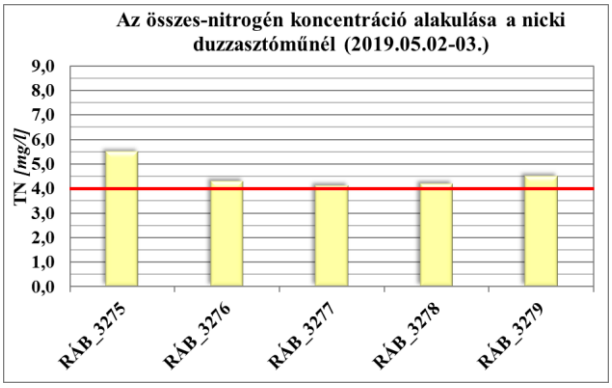
61. ábra. A nitrát-nitrogén koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



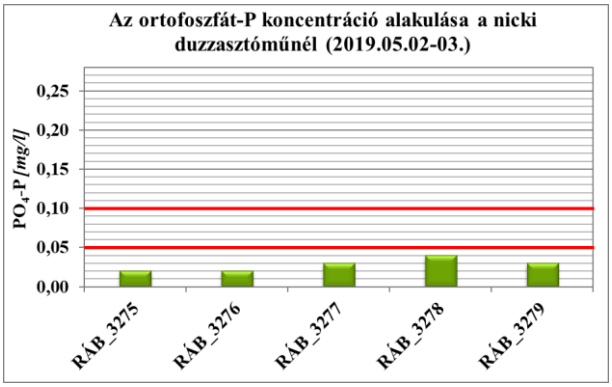
62. ábra. A nitrit-nitrogén koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



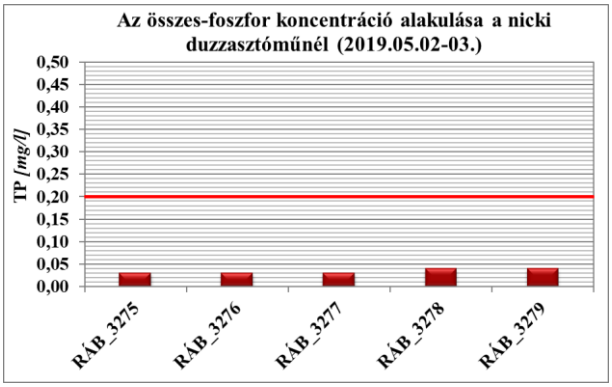
63. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



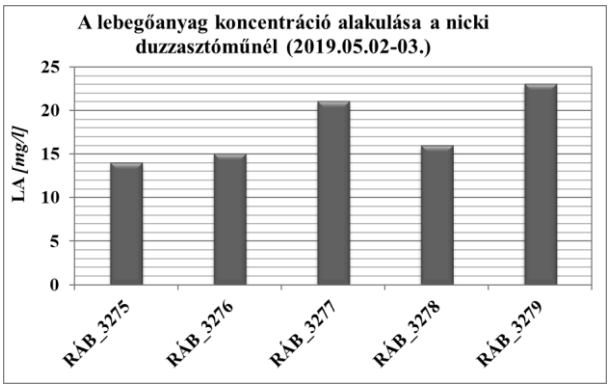
64. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



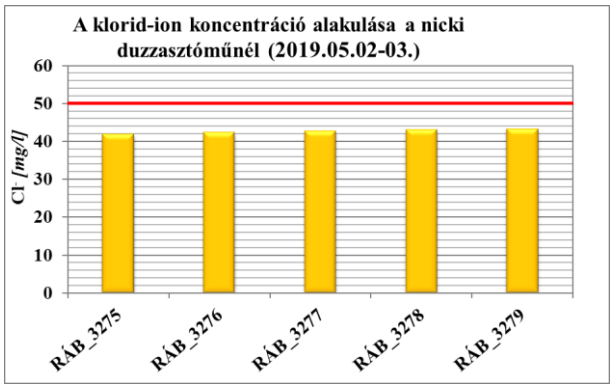
65. ábra. Az ortofoszfát-foszfor koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



66. ábra. Az összes foszfor koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



67. ábra. A lebegőanyag koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél 2019.05.02-03.)



68. ábra. A klorid-ion koncentráció alakulása a nicki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)

3.3.2.2. A makrofiton vizsgálatának eredményei

Értékelés a makrofiton eredményei alapján

Az érintett Rába szakaszt a víztest tipológia alapján az előbbi szakaszhoz hasonlóan a „nagy méretű folyók" (LRw) kategóriába soroljuk. A felvízi szakaszok növényzeti borítottsága továbbra is alacsony maradt (5-12%) és jelentős volt az amfifita fajok borítása (*Persicaria hydropiper, P. lapathifolia*). Emellett jelentősebb dominanciával jellemezhető fajok közül a nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*), a közönséges nád (*Phragmites australis*), néhány helyen a vízi harmatkása (*Glyceria maxima*), illetőleg néhány zavarástűrő, nedvességkedvelő faj, mint például a közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) érdemel jelent meg. A duzzasztó közvetlen közelében kiterjedt nádas sáv is húzódott. A szárazföldi fajok közül a hamvas szeder (*Rubus caesius*) és a nagy csalán (*Urtica dioica*) borítása ért el jelentősebb értéket. Ez utóbbi faj a korábbiakhoz hasonlóan a meredek partoldal magasabb régióiból húzódott le. Kis borítási érték mellet néhány inváziós növényfaj, mint például a feketéllő farkasfog (*Bidens frondosa*) több helyen is megjelent. Az 1%-os borítási értékküszöb alatt előfordulók között a mocsári zóna jellemző fajai voltak a fehér tippan (*Agrostis stolonifera*), a réti füzény (*Lythrum salicaria*), a deréce veronika (*Veronica beccabunga*), néhány helyen pedig a vízi kányafű (*Rorippa amphibia*), a fekete nadálytő (*Symphytum officinale*), a vízi menta (*Mentha aquatica*), az ágas békabuzogány (*Sparganium erectum*), valamint az éles sás (*Carex acuta*), a mocsári sás (*Carex acutiformis*), a mocsári nőszirom (*Iris pseudacorus*), a vízi peszérce (*Lycopus europaeus*), a közönséges lizinka (*Lysimachia vulgaris*) és a pénzlevelű lizinka (*Lysimachia nummularia*). Előfordultak zavarástűrő és gyomfajok is, mint például a mezei zsurló (*Equisetum arvense*), a kúszó boglárka (*Ranunculus repens*), vagy a murvás lórom (*Rumex conglomeratus*) és a vízi csillaghúr (*Myosoton aquaticum*). A tipikusan szárazföldi fajok közül a felsőbb szakaszokhoz képest jelentősebb volt a fajszám a lankásabb parti zónának köszönhetően. Ezért a következő fajok előfordulását is rögzíthettük: nagy bojtorján (*Arctium lappa*), pelyhes kenderkefű (*Galeopsis pubescens*), meddő rozsnok (*Bromus sterilis*), felfutó komló (*Humulus lupulus*), bojtorján szerbtövis (*Xanthium strumarium*). Meg kell említetünk azonban, hogy az 1%-os borítási értéket el nem érő fajok között ugyanakkor a hínárvegetáció 2 faja is megjelent, jellemzően az alsóbb szakaszon: apró békalencse (*Lemna minor*), füzéres süllőhínár (*Myriophyllum spicatum*). Összefüggő hínárvegetációról ugyanakkor a vizsgált szakaszon sem beszélhetünk. Az inváziós növény terheltség relative alacsony volt (a felsőbb szakaszokhoz képest), de megjelent a lándzsás őszirózsa (*Aster lanceolatus*), a süntök (*Echinocystis lobata*), valamint a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) és az egynyári seprence (*Erigeron annuus*).

A duzzasztó alatt jellemzően egy keskenyebb élőhelysáv volt megfigyelhető (borítási érték 5%), ahol a legnagyobb dominanciával a közönséges nád (*Phragmites australis*) volt jelen, mellette a közönséges kakaslábfű (*Phalaris arundinacea*) és a hamvas szeder (*Rubus caesius*) is megtalálható volt. A vizes élőhelyekhez kötődő fajok közül a fehér tippan (*Agrostis stolonifera*) és a réti füzény (*Lythrum salicaria*) jelenlétét rögzíthettük, a kifejezetten zavarástűrő fajok közül pedig a közönséges kakaslábfű (*Echinochloa*

crus-galli) és a borsos keserűfű (*Persicaria hydropiper*), valamint a murvás lórom (*Rumex conglomeratus*) jelent meg. A vizsgált szakaszon előforduló egyéb, kifejezetten szárazföldi fajok a farkasalma (*Aristolochia clematitis*), valamint a szulákkeserűfű (*Fallopia convolvulus*) voltak. Az érintett szakaszon hínárvegetáció előfordulását nem észleltük. Az 1%-os borítást el nem érő fajok között az inváziós lágyszárúakat a feketéllő farkasfog (*Bidens frondosa*) alkotta, de mellette megjelent a kanadai betyárkóró (*Conyza canadensis*) és a lándzsás őszirózsa (*Aster lanceolatus*), valamint a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) is. A vizsgálati zónába belógó fafajok a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), a fehér fűz (*Salix alba*) és a mandulalevelű fűz (*Salix triandra*) képezték.

Ökológiai állapotértékelés

A felvízi vizsgált 4 szakasz közül egyiken sem teljesült az alkalmazott módszer EQR számíthatósági feltétel, miszerint a számítás során felhasználható fajok abundancia értékének összege elérje a 16-os értéket (az értékek 4 és 12 között változtak). Ennek oka az lehetett, hogy az érintett Rába szakaszokon egyrészt a partoldalak egy része meglehetősen meredek volt, mely összefüggő mocsári vegetáció megtelepedését nem tette lehetővé, másrészt azokon a szakaszokon, ahol kellően vastag sáv volt jelen a mocsári fajok számára, ott főként a nád dominanciája miatt egyéb mocsári fajok vagy nem tudtak megjelenni, vagy borítási értékük alacsony maradt a nádhoz képest.

A vizsgált szakaszon a duzzasztással érintett területen szintén jellemző volt, hogy a felhasználható fajok abundancia értékének összege nem érte el a 16-os értéket (9 és 10 között változott). Az említett szakaszon a nyílt víztér és a locsolási zóna parti széle közötti rész eleve keskeny volt, mivel meredek partszakasszal érintkezett, így a mocsári növényzet megtelepedésének feltételei nem voltak biztosítottak.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	EQR értéke 2018	Ökológiai állapotminősége osztály 2018	EQR értéke 2019	Ökológiai állapotminősége osztály 2019	Ökol. állapot
RÁB_3279	Rába (Meggyeskovácsi)	4700	Duzzasztott	0,5	Nem értékelhető	0,45	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÁB_3277	Rába (Meggyeskovácsi)	3000	Duzzasztott	0,5	Nem értékelhető	0,57	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÁB_3276	Rába, Szálosi-dűlő (Meggyeskovácsi)	1750	Duzzasztott	0,44	Nem értékelhető	0,4	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÁB_3275	Rába, Zsidahó (Ikervár)	380	Duzzasztott	0,5	Nem értékelhető	0,5	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÁB_2099	Rába, Zsidahó (Ikervár)	720	Alvíz	0,44	Nem értékelhető	0,38	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**

21. táblázat. A magasabb rendű növényzet alapján kapott ökológiai állapotminőségi osztályok az egyes mintavételi szelvényekben

3.3.2.3. A vízi makroszkópikus gerinctelen közösség vizsgálatának eredményei

Értékelés az MZB fajegyüttes faunisztikai és mennyiségi eredményei alapján

A Rába nicki duzzasztóművének a makroszkópikus vízi gerinctelen faunára gyakorolt hatását vizsgálva a Rábát Csöngétől Nickig 5 mintavételi szelvényben mintáztuk, a duzzasztómű felvízi és alvízi szakaszán egyaránt.

A vizsgálatra kijelölt mintavételi szelvényekben a 2018. nyári és a 2019. tavaszi vegetációs periódusában végzett mennyiségi felméréseink eredményeként összesen 10 nagyobb rendszertani csoportba tartozó, 81

makrogerinctelen taxon jelenlétét igazoltuk. A felmérések eredményei alapján a vizsgálati egységekből 6 vízicsiga (Gastropoda), 15 kagyló (Bivalvia), 25 kérész (Ephemeroptera), 2 álkérész (Plecoptera), 3 pióca (Hirudinea), 4 magasabbrendű rák (Malacostraca), 5 szitakötő (Odonata), 8 vízi poloska (Heteroptera), 5 vízibogár (Coleoptera) és 9 tegzes (Trichoptera) taxon került elő.

A felmért, kb. 4650 méteres folyószakaszon számos védett faj előfordulását bizonyítottuk a igen diverz makrogerinctelen faunában. Ezek között voltak olyan szitakötőfajok, amelyek a finomabb szemcsefrakciójú homokos-iszapos élőhelyfragmentumokban találhatóak meg, lárváik ennek felső rétegében tartózkodnak. Ezek a fajok a *Gomphus flavipes* és a *G. vulgatissimus* voltak. Míg előbbi a duzzasztóműhöz legközelebb eső vizsgálati szelvényekben (RÁB_3275, RÁB_3276), addig a *G. vulgatissimus* a duzzasztóműhöz legközelebb (RÁB_3275) és a legtávolabb (RÁB_3279) elhelyezkedő szelvényeiben is megtalálta a számára megfelelő élőhelyeket. A védett kérészfajok közül az *Ephoron virgo* az élénkebb áramlási viszonyokkal rendelkező durvább szemcsefrakciójú üledék előfordulásával jellemezhető alvízi szakaszon és a duzzasztóműtől legtávolabb eső kettő mintavételi szelvényben (RÁB_3277, RÁB_3279), míg a *Palingenia longicauda* (RÁB_3275) a duzzasztómű közvetlen környezetében az agyagosabb mederfalba ásta járatait. A kérészek közül rajtuk kívül még a nagyobb folyók metapotamális szakaszain található, iszapos aljzaton, ágak, növények, illetve növényi törmelék közül gyűjthető *Neoephemera maxima* faj példányait mutattuk ki a RÁB_3277-es mintavételi szelvényből. Az *Aquarius najas* vízfelszíni poloskafajunk állományait az alvízi (RÁB_2099) és a duzzasztóműtől legtávolabb eső (RÁB_3279) mintavételi szelvényben mutattuk ki, azokon a szakaszokon, ahol az élénk áramlást áramlásmentes holtterek törik meg és a parti fás vegetáció leárnyékoló hatása is érvényesül. Vízibogárfajok közül a *Macronychus quadrituberculatus* példányait a RÁB_3277-es szelvényben találtuk meg, ahol kis százalékban ugyan, de xylal előfordulása jellemző volt. Védett csigafajaink közül a *Theodoxus transversalis* előfordulását a nagyobb (mezolithal, microlithal) szemcsefrakciójú üledék előfordulásával is jellemezhető szelvényekből (RÁB_3279, RÁB_3277) bizonyítottuk. Ugyanezekben a szelvényekben, de inkább a homokos-sóderes élőhelyfragmentumokban az *Unio crassus* állományainak előfordulását detektáltuk.

Elvégeztük a mintavételi szelvények mennyiségi szempontú összehasonlító vizsgálatát a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttes mintavételi eredményeiből származtatott paraméterek, úgymint az összes fajszám, összes egyedsűrűség, karakterfajok száma és a karakterfajok egyedsűrűsége alapján.

Az elemzések során nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget az összes taxon fajszáma (KW=0,99 df=29 p>0,05), az összes taxon egyedsűrűsége (KW=0,57 df=29 p>0,05), és a karakterfajok egyedsűrűség (KW=6,6 df=29 p>0,05) értékei tekintetében. Szignifikáns eltérés mutatkozott viszont a karakterfajok száma (KW=14,5 df=29 p<0,05) tekintetében a vizsgált szakasz mintavételi szelvényei között. A kimutatott statisztikailag értékelhető különbséget ezen a szakaszon is a duzzasztómű alvízi szakaszán (RÁB_2099) tapasztalt magasabb karakterfajszám értékek okozták. Ebben a szelvényben olyan karakterfajok előfordulása bizonyított (*Ephemerella ignita, Hydropsyche pellucidula, Pomatinus substriatus*), amelyeket a többi mintavételi szelvény esetében nem mutattunk ki. A Rába nicki duzzasztóművének alvízi szakaszán összetettebb élőhelystruktúrát tapasztaltunk, mint a felvízi szakaszon. A nagyobb szemcsefrakciójú üledéktípusoktól (mezolithal, microlithal), a finomabb szemcséjű üledékekig (psammal, akal) szinte minden típus megtalálható. A part menti fás szárú vegetációból eredően pedig a mederben bomló szervesanyag felhalmozódása jellemző, a lassabb áramlási viszonyokkal jellemezhető mederrészekben. Ezeknek az élőhelytípusoknak az együttes előfordulása járult hozzá a karakterfajszám alakulásához.

Habár a többi változó esetében nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget, az átlagos fajszám és az átlagos egyedsűrűség értékek a duzzasztómű alvízi (RÁB_2099) és a duzzasztóműtől legtávolabb eső felvízi (RÁB_3279) szakaszon – ahol a duzzasztás hatása legkevésbé érvényesül és a tipikus rábai élőhelytípusok még megmaradtak, illetve nem váltotta föl teljes egészben a homokos-iszapos mederüledék – voltak a legmagasabbak.

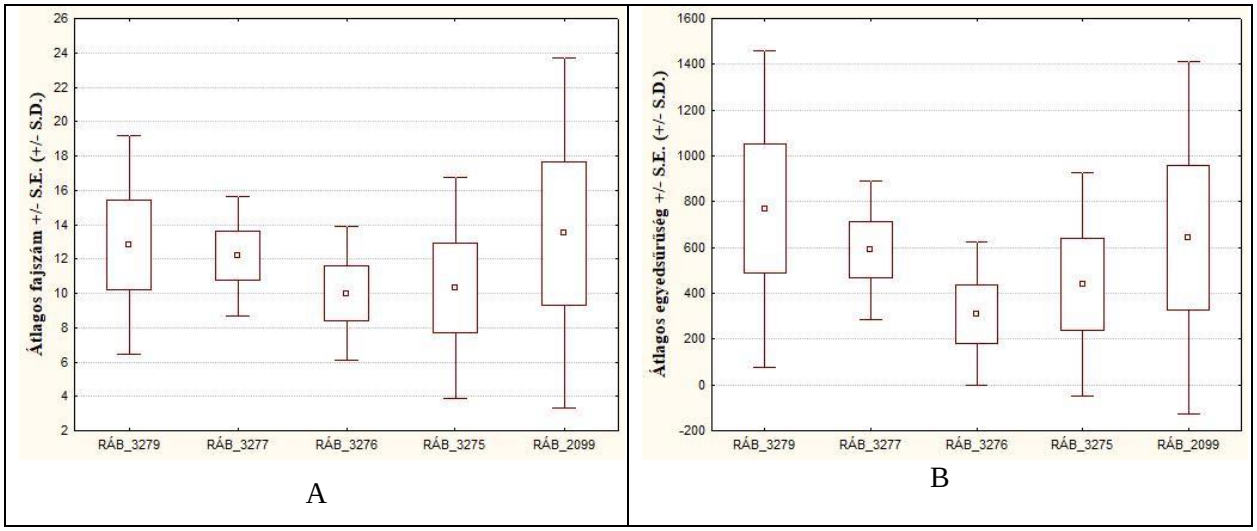
A karakterfajok átlagos egyedsűrűség értékei között sem tapasztaltunk szignifikáns eltérést, de a RÁB_3279-es ás a RÁB_2099-es mintavételi szelvények rendelkeztek ismét a legmagasabb értékekkel. Az alvízi szakasz karakterfaj egyedsűrűsége a legkiemelkedőbb (**22. táblázat**, **69. ábra**). A *Baetis fuscatus*

(145,6 ± 103,8 ind./m^2 ± S.E.) és a *Potamanthus luteus* (137,07 ± 52,96 ind./m^2 ± S.E.) kérészfajaink állományainak egyedsűrűsége bizonyult a legmagasabbnak ebben a mintavételi szelvényben.

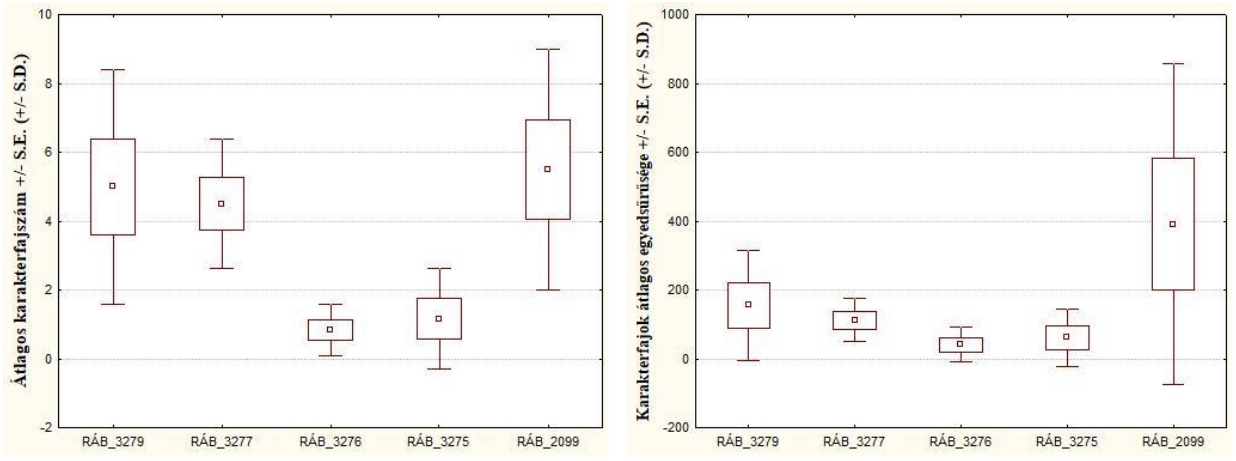
Mintavételi hely kódja	Átlagos összes taxonszám (átl./SE)	Átlagos összes denzitás (átl./SE)	Átlagos összes karakterfaj-szám (átl./SE)	Átlagos összes karakterfaj-denzitás (átl./SE)
RÁB_3279	12,83 ± 2,6	768,53 ± 281,9	5 ± 1,4	155,2 ± 65,7
RÁB_3277	12,17 ± 1,4	588,8 ± 123,3	4,5 ± 0,8	112,5 ± 25,4
RÁB_3276	10 ± 1,6	310,4 ± 127,3	0,8 ± 0,3	41,07 ± 20,7
RÁB_3275	10,33 ± 2,6	440 ± 198,9	1,17 ± 0,6	61,33 ± 34,3
RÁB_2099	13,5 ± 4,2	643,2 ± 315,2	5,5 ± 1,4	391,5 ± 189,8

22. táblázat. A vízi gerinctelen közösség számított értékeinek (átl. ± S.E.) alakulása a felmért Rába szakaszokon

A védett fajok egyedsűrűsége a nicki duzzasztómű teljes vizsgált felvízi és alvízi szakaszán alacsony volt [(*Aquarius najas* 0,3 ± 0,2 ind./m^2 ± S.E.), (*Ephoron virgo* 1,9 ± 0,15 ind./m^2 ± S.E.), (*Gomphus flavipes* 0,32 ± 0,18 ind./m^2 ± S.E.), (*Gomphus vulgatissimus* 0,64 ± 0,32 ind./m^2 ± S.E.), (*Macronychus quadrituberculatus* 0,85 ± 0,53 ind./m^2 ± S.E.), (*Neoephemera maxima* 0,11 ± 0,11 ind./m^2 ± S.E.), (*Palingenia longicauda* 0,11 ± 0,11 ind./m^2 ± S.E.), (*Theodoxus transversalis* 4,05 ± 2,02 ind./m^2 ± S.E.), (*Unio crassus* 1,3 ± 0,6 ind./m^2 ± S.E.)], csakúgy mint az ikervári duzzasztómű esetében. Azonban egyes szakaszok kiemelkedőbbek voltak a többinél, így például a RÁB_2099-es szelvény, ahol a durvább szemcsefrakciójú üledéknek köszönhetően a *Theodoxus transversalis* állományai (12,8 ± 8,5 ind./m^2 ± S.E.) megerősödtek a többi mintavételi szelvényhez képest.



A B



C D

69. ábra. A felmért mintavételi szelvények makroszkópikus vízi gerinctelen közösségének átlagos összes fajszám (A), összes egyedsűrűség (B), átlagos karakterfajszám (C) és karakterfajok átlagos egyedsűrűség értékeinek alakulása (átlag ± SE ± SD).

Ökológiai állapotértékelés

Összehasonlítottuk a mintavételi szelvényeket a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttesre kidolgozott Q_{BAP} ökológiai állapotértékelő index segítségével. Az index a víztesttípusra jellemző karakterfajok jelenlét-hiányát, valamint azok egyedsűrűségének referencia értékhez viszonyított értékeit veszi figyelembe az ökológiai állapotértékelés során.

A felmérési eredményeink szerint egy esetben (RÁB_3276) ***„rossz”***, kettő esetben (RÁB_3277, RÁB_3275) ***„gyenge***”, egy esetben (RÁB_3279) ***„közepes”*** és egy esetben (RÁB_2099) ***„jó”*** ökológiai állapotot mutattunk ki (**23. táblázat**).

Jól látszik a duzzasztómű hatásának eredménye a felvízi szakaszon, ahol a leginkább érintett mintavételi szelvények ***„gyenge***” és ***„rossz”*** ökológiai állapotbesorolásokat értek el. A duzzasztóműtől mintegy 4300 méterre elhelyezkedő RÁB_3279-es szelvényben – bár ott a legkisebb a duzzasztómű hatása – a kapott pontszám így is csak ***„közepes”*** osztálybesorolást tett lehetővé. A Q_{BAP} pontszámok figyelembevételével jól látszik, hogy az alvízi szakasz messze felülmúlja a legfelső felvízi mintavételi szelvény értékeit.

Az ökológiai állapotbesorolások alakulása tehát egyértelműen a nicki duzzasztómű hatásának tulajdonítható, amely a víz áramlási sebességét lelassítva elősegíti a finom szemcsefrakciójú üledék akkumulációját, ezzel homogénebb élőhelystruktúrát kialakítva, ami kedvezőtlenül befolyásolja a víztestspecifikus karakterfajok megtelepedését.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	2018 Q_{BAP}	2018 Ökol. állapot	2019 Q_{BAP}	2019 Ökol. állapot	Ökol. állapot
RÁB_3279	Rába, Rába-dűlő (Csönge)	4300	Duzzasztott	78	Közepes	100	Közepes	**Közepes**
RÁB_3277	Rába, Diófás (Uraiújfalu)	2330	Duzzasztott	60	Gyenge	68	Gyenge	**Gyenge**
RÁB_3276	Rába, Árok-hát (Nick)	1150	Duzzasztott	23	Rossz	30	Rossz	**Rossz**
RÁB_3275	Rába, Nicki duzzasztógát (Kenyeri)	280	Duzzasztott	0	Rossz	44	Gyenge	**Gyenge**
RÁB_2099	Rába, Nicki üdülőtelep (Nick)	350	Alvíz	28	Rossz	182	Jó	**Jó**

23. táblázat. A felmérések során vizsgált mintavételi szelvények ökológiai állapot-minőségi osztályainak összehasonlító táblázata a vízi makroszkópikus gerinctelenek felmérési eredményei alapján (Rába mintavételi szelvények 9. clusterág, referencia érték: 300

3.3.2.4. A halak vizsgálatának eredményei

Értékelés a halak minőségi és mennyiségi viszonyai alapján

A nicki duzzasztás halfaunáját összesen öt mintavételi területen, két alkalommal, két eltérő fenológiai időszakban vizsgáltuk. A mintavételek során 28 halfaj összesen 800 egyedét azonosítottuk (**24. táblázat**). A természetvédelmi szempontból értékes, védett, fokozottan védett, illetve az Élőhelyvédelmi Irányelv hatálya alá eső fajokat **vastagítva** emeljük ki. A Magyarországon nem őshonos halfajokat a nevük mögé tett csillaggal (*) jelöljük.

Az nicki duzzasztás érintett mintavételi pontjai esetében a fogott fajok közül hat védett (***Alburnoides bipunctatus, Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Rhodeus sericeus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica***). Két faj, a magyar bucó (***Zingel zingel***) és a német bucó (***Zingel streber***) fokozottan védett. A balin (***Aspius aspius***), a vágó csík (***Cobitis elongatoides***), a halványfoltú küllő (***Gobio albipinnatus***), a homoki küllő (***Gobio kessleri***), a márna (***Barbus barbus***), a szivárványos ökle (***Rhodeus sericeus***), a balkáni törpecsík (***Sabanejewia balcanica***), a bolgár törpecsík (***Sabanejewia bulgarica***), a magyar bucó (***Zingel zingel***) és a német bucó (***Zingel streber***) is szerepel az Élőhelyvédelmi Irányelv valamely függelékében. A vizsgálat során három idegenhonos halfaj, az ezüstkárász (*Carassius gibelio*), a folyami géb (*Neogobius fluviatilis*), és a feketeszájú, vagy más néven kerekfejű géb (*Neogobius melanostomus*) jelenlétét észleltük.

A nicki duzzasztóműnél a Rába teljes addigi vízmennyiségét a gát alatti eredeti mederbe engedik tovább, ami a duzzasztás alatt kifejezetten kedvező környezeti feltételeket teremt az áramláskedvelő halfajok számára. Több ilyan faj a duzzasztásig tud felhatolni az ívási időszakban, és itt történik szinkronizált szaporodása többek között az Élőhelyvédelmi Irányelv függelékében szereplő márnának (***Barbus barbus***). A duzzasztás fölött közvetlenül kijelölt mintavételi szelvény gyorsan mélyülő, részben feliszapolódott, döntően állóvízi fajokkal jellemezhető szakasz. A parti zónában több helyen megjelenik a mocsári növényzet keskeny sávja és a hozzá kapcsolódó halfajok is. Jellemző a szárazföldi növények elhalt részeinek összetorlódása a parti sáv kis szakaszain, amely búvó- és táplálkozóhelyet jelenet a szakaszon élő szinte összes halfaj számára. A duzzasztás hatása felvízi irányban fokozatosan csökken.

A duzzasztás alatti szakasz (RÁB_2099) halfaunája gazdag, 21 halfaj összesen 325 egyedét mutattuk ki. Az áramlási sebességet jól mutatja, hogy fajok közt nem találunk kifejezetten állóvízkedvelőt. Erre a szakaszra nem jellemző a magasabb rendű növényzet jelenlét, ezért a metafitikus halfajok közül is csak két zavarástűrő halfaj, a bodorka (*R. rutilus*) és az idegenhonos ezüstkárász (*C. gibelio*) egyedeit észleltük alacsony egyedszámban. A szakaszon három, gyorsabb áramlást kedvelő, fokozottan védett halfajt is

kimutattunk, a homoki küllőt (*G. kessleri*), a magyar bucót (*Z. zingel*) és a német bucót (*Z. streber*). Utóbbi két faj ugyan kisebb egyedszámban, de a duzzasztóműtől felvízi irányba eső legtávolabbi szakaszon (RÁB_3279) – ahol már a duzzasztás hatása jelentősen mérséklődik – is előkerült.

A teljes vizsgált szakaszon összesen 11 védett, fokozottan védett és/vagy közösségi jelentőségű halfajt mutattunk ki. Ezek jelentős része bentikus életmódú, az aljzaton keresi táplálékát, mint a *B. barbus*, a *C. elongatoides*, a *G. albipinnatus* és *kessleri*, a *S. balcanica* és *bulgarica*, illetve a *Z. streber* és *Z. zingel*. Ezek a fajok a *C. elongatoides* és a *G. albipinnatus* kivételével – melyek nem érzékenyek az áramlási viszonyokra – kifejezetten áramláskedvelők. A két euritop halfaj valamennyi szakaszon előfordult. A *S. balcanica* és *bulgarica* fajok a gyorsabb áramlást, és a kavicsos, homokos aljzatot kedvelik, ezért a duzzasztóműhöz felvízi irányba legközelebb eső két szakaszról nem is kerültek elő. Ezeken a szakaszokon a csökkent áramlási sebesség következtében, a partok mentén mocsárinövényzet található, mely a metafitikus életmódot folytató fajoknak kedvez. Ezeken a lassan áramló, állóvízi jellegű mederszakaszokon a mederanyag szemcsefrakciója finomabb (iszap), ami a nagyméretű kagylófajok megtelepedését segíti elő, amely nélkülözhetetlen az ostracofil szaporodású szivárványos öklének (*R. sericeus*), melynek egyedeit csak a RÁB_3275 és RÁB_3276 mintavételi egységekből mutattuk ki.

	Fajnév	Egyedszám	Relatív abundancia (%)
1	*Abramis brama*	9	1,13
2	***Alburnoides bipunctatus***	94	11,75
3	*Alburnus alburnus*	253	31,63
4	***Aspius aspius***	1	0,13
5	***Barbus barbus***	43	5,38
6	*Carassius gibelio* *	16	2,00
7	*Chondrostoma nasus*	28	3,50
8	***Cobitis elongatoides***	38	4,75
9	*Cyprinus carpio*	1	0,13
10	*Esox lucius*	2	0,25
11	***Gobio albipinnatus***	49	6,13
12	***Gobio kessleri***	3	0,38
13	*Gymnocephalus cernuus*	4	0,50
14	*Leuciscus cephalus*	122	15,25
15	*Lota lota*	1	0,13
16	*Neogobius fluviatilis* *	1	0,13
17	*Neogobius melanostomus* *	11	1,38
18	*Perca fluviatilis*	9	1,13
19	*Proterorhinus marmoratus* *	4	0,50
20	***Rhodeus sericeus***	9	1,13
21	*Rutilus rutilus*	30	3,75

22	***Sabanejewia balcanica***	14	1,75
23	***Sabanejewia bulgarica***	6	0,75
24	*Sander lucioperca*	4	0,50
25	*Silurus glanis*	8	1,00
26	*Vimba vimba*	3	0,38
27	***Zingel streber***	23	2,88
28	***Zingel zingel***	14	1,75
összesen:		800	100,00

24. táblázat. A nicki duzzasztás kijelölt mintavételi szelvényeiben észlelt halfajok, valamint összesített egyedszámuk és relatív abundancia (%) értékük

Az érintett szakaszokon a két mintavételi periódusban is csupán négy idegenhonos halfaj jelenlétét igazoltuk, amely nagyon kedvező eredménynek tekinthető. A vizsgálataink során kimutatott, a Duna irányából terjedő idegenhonos gébfajok egyelőre csupán a duzzasztás alvizén kerültek kimutatásra, azonban valószínűsíthető és előrejelezhető a folyón felfelé történő további terjedésük.

A legnagyobb egyedszámban fogott halfaj a küsz (***Alburnus alburnus***) volt, egyedszáma (n=253) a teljes minta közel 32%-a.

Az Élőhelyvédelmi Irányelv függelékeiben is szereplő fokozottan védett magyar bucó (***Zingel zingel***) és német bucó (***Zingel streber***) magas egyedszámban, és feltételezhetően stabil állománnyal van jelen a duzzasztómű alvízi szakaszán. A védett és közösségi jelentőségű halványfoltú küllő (***Gobio albipinnatus***) emellett a felvízi szakaszokon is mindenhol előfordult, legnagyobb egyedszámban a duzzasztóműtől felvízi irányban legtávolabb található szakaszon került elő.

A szakaszon a szivárványos ökle (***Rhodeus sericeus***) és a homoki küllő (***Gobio kessleri***) kis egyedszámban került kimutatásra, feltételezhetően állandó, stabil faunaelemekről van szó, azonban a környezeti adottságok miatt nagyobb egyedszámban történő megjelenésükre a későbbi időszakokban sem kell számítani.

A vizsgált területekre vonatkoztatva az egyes funkcionális guildeket a **25. táblázat** foglalja össze.

Elterjedés:	*Őshonos:* 25 faj	*Abramis brama, Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Aspius aspius, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Cobitis elongatoides, Cyprinus carpio, Esox Lucius, Gobio albipinnatus, Gobio kessleri, Gymnocephalus cernuus, Leuciscus cephalus, Lota lota, Perca fluviatilis, Proterorhinus marmoratus, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Sander lucioperca, Silurus glanis, Vimba vimba, Zingel streber, Zingel zingel*
	Adventív: 3 faj	*Carassius gibelio, Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus*
Áramlás:	*Reofil:* 12 faj	*Alburnoides bipunctatus, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Gobio kessleri, Leuciscus cephalus, Lota lota, Neogobius melanostomus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Vimba vimba, Zingel streber, Zingel zingel*

	Eurytop: 14 faj	*Abramis brama, Alburnus alburnus, Aspius aspius, Carassius gibelio, Cobitis elongatoides, Cyprinus carpio, Gobio albipinnatus, Gymnocephalus cernuus, Neogobius fluviatilis, Perca fluviatilis, Proterorhinus marmoratus, Rutilus rutilus, Sander lucioperca, Silurus glanis*
	Stagnofil: 2 faj	*Esox lucius, Rhodeus sericeus*
Táplálkozási habitat:	*Nyíltvíz:* 4 faj	*Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Aspius aspius, Leuciscus cephalus*
	Metafitikus: 5 faj	*Carasius gibelio, Esox lucius, Perca fluviatilis, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus*
	Bentikus: 20 faj	*Abramis brama, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Cobitis elongatoides, Cyprinus carpio, Gobio albipinnatus, Gobio kessleri, Gymnocephalus cernuus, Lota lota, Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus, Proterorhinus marmoratus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Sander lucioperca, Silurus glanis, Vimba vimba, Zingel streber, Zingel zingel*
Táplálkozási guild:	*Herbivor:* 1 faj	*, Chondrostoma nasus*
	Omnivor: 7 faj	*Abramis brama, Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Carasius gibelio, Leuciscus cephalus, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus*
	Planktivor: 1 faj	*Vimba vimba*
	Invertivor: 1 faj	*Cyprinus carpio*
	Invertivor/Piscivor: 3 faj	*Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus, Perca fluviatilis*
	Inv./Bentivor: 5 faj	*Barbus barbus, Gymnocephalus cernuus, Lota lota, Zingel streber, Zingel zingel*
	Inv./Detritivor: 5 faj	*Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Gobio kessleri, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica*
	Piscivor: 4 faj	*Aspius aspius, Esox lucius, Sander lucioperca, Silurus glanis*
	Detritivor: 1 faj	*Proterorhinus marmoratus*
	Parazita: 0 faj	-
Szaporodási guild:	*Litofil:* 8 faj	*Alburnoides bipunctatus, Aspius aspius, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Leuciscus cephalus, Vimba vimba, Zingel streber, Zingel zingel*
	Fitofil: 8 faj	*Carasius gibelio, Cobitis elongatoides, Cyprinus carpio, Esox lucius, Perca fluviatilis, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Silurus glanis*
	Fito-litofil: 7 faj	*Abramis brama, Alburnus alburnus, Gymnocephalus cernuus, Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus, Rutilus rutilus, Sander lucioperca*
	Pszammofil: 2 faj	*, Gobio albipinnatus, Gobio kessleri*
	Ostracofil: 1 faj	*Rhodeus sericeus*
	Pelagofil: 0 faj	-
	Speleofil: 1 faj	*Proterorhinus marmoratus*

	Lito-Pelagofil: 1 faj	*Lota lota*
	Ariadnofil: 0 faj	-
	Vivipar: 0 faj	-
Élőhely specializáció:	*Specialista:* 17 faj	*Alburnoides bipunctatus, Aspius aspius, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Gobio kessleri, Lota lota, Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus, Proterorhinus marmoratus, Rhodeus sericeus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Sander lucioperca, Vimba vimba, Zingel streber, Zingel zingel*
	Generalista: 8 faj	*Abramis brama, Cobitis elongatoides, Cyprinus carpio, Gobio albipinnatus, Gymnocephalus cernuus, Perca fluviatilis, Silurus glanis*
	Zavarást tűrő: 5 faj	*Alburnus alburnus, Carasius gibelio, Esox lucius, Leuciscus cephalus, Rutilus rutilus*

25. táblázat. Az érintett szakaszok halfajainak funkcionális guild csoportosítása

Ökológiai állapotértékelés

A nicki duzzasztás estén kapott EQR értékeket vizsgálva megállapítható, hogy a folyóra az adott szakaszon általánosan jellemző ***közepes*** ökológiai állapot a duzzasztás fölött közvetlenül elhelyezkedő két mintavételi pont esetében, ahová még a duzzasztás erősebben visszahat, ***gyenge*** értékre változik. A kapott EQR értékek nem csökkennek jelentősen, azonban még így is kimutatható a duzzasztás lokálisan kedvezőtlen hatása.

Az érintett szakaszok a „Közepes és nagy folyók dombvidéki, nagyobb esésű, kavicsos mederanyagú szakasza" víztípusba esnek. A víztípusra jellemző karakterfajok közül az *A. bipunctatust*, a *B. barbust*, a *C. nasust*, a *G. kesslerit*, a *V. vimbát* és a *Z. strebert* mutattuk ki. Ezek mindegyike előfordult a duzzasztó alatti szakaszon is, a *G. kessleri*, valamint a *V. vimba* kivételével mindkét mintavételi időpontban előkerültek. A duzzasztó fölötti szakaszokon azonban sokkal kedvezőtlenebb feltételek álltak a karakterfajok rendelkezésére. A duzzasztóhoz felvízi irányba legközelebb eső szakaszon (RÁB_3275) csupán a 2018 őszi mintavétel alkalmával észleltük a *B. barbus* egyetlen példányát, és a következő szelvényben (RÁB_3276) is mindössze 2, ill. 1 példány került elő a 2018-as, ill. a 2019-es mintavétel során. Felvízi irányba a következő szakaszról (RÁB_3277) pedig mindössze az *A. bipunctatust* tudtuk kimutatni a 2019. májusi mintavétel során. A duzzasztótól felvízi irányba 4,3 km-re eső szakaszon már sokkal kedvezőbb volt a helyzet, itt ugyanis az *A. bipunctatus*, a *Z. streber*, a *B. barbus* és a *C. nasus* is előkerült, igaz, utóbbi két faj csak a 2019. tavaszi mintavétel során.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	2018 EQR érték	2018 Ökol. állapot	2019 EQR érték	2019 Ökol. állapot	Ökol. állapot
RÁB_3279	Rába, Rába-dűlő (Csönge)	4300	Duzzasztott	26	Gyenge	29	Közepes	**Közepes**
RÁB_3277	Rába, Diófás (Uraiújfalu)	2330	Duzzasztott	25	Gyenge	28	Közepes	**Közepes**
RÁB_3276	Rába, Árok-hát (Nick)	1150	Duzzasztott	22	Gyenge	22	Gyenge	**Gyenge**
RÁB_3275	Rába, Nicki duzzasztógát (Kenyeri)	280	Duzzasztott	23	Gyenge	21	Gyenge	**Gyenge**
RÁB_2099	Rába, Nicki üdülőtelep (Nick)	350	Alvíz	34	Közepes	34	Közepes	**Közepes**

26. táblázat. A felmérések során vizsgált mintavételi szelvények ökológiai állapot-minőségi osztályainak összehasonlító táblázata a halak felmérési eredményei alapján

3.3.3. Rába, magyarlaki duzzasztómű

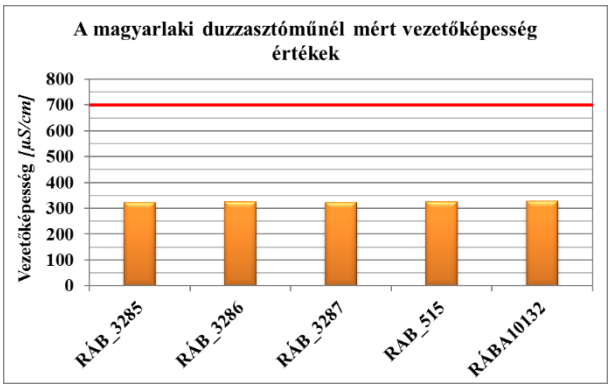
3.3.3.1. Vízkémiai vizsgálatok eredményei

Vízkémiai vizsgálatok 2018-as eredményei

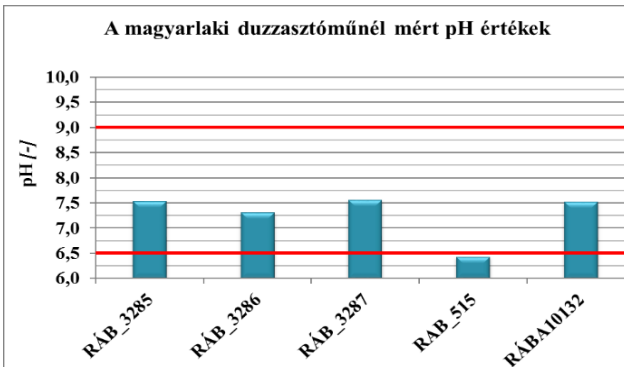
A helyszíni vízminőségi mérések eredményeit a **27. táblázat** és a **70–74. ábra** szemléltetik.

Mintavételi pont	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	T
	[-]	***[µS/cm]***	***[mg/l]***	***[%]***	***[°C]***
RÁB_3285 (felvíz)	7,54	323	8,14	96,2	22,6
RÁB_3286 (felvíz)	7,31	326	7,98	97,2	25,1
RÁB_3287 (felvíz)	7,56	323	8,09	96,1	22,6
RAB_515 (alvíz)	**6,44**	325	8,55	102,5	23,5
RÁBA10132 (felvíz)	7,53	329	7,96	94,8	22,4
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**6,5-9,0**	**700**	**7,0**	**70-120**	**-**

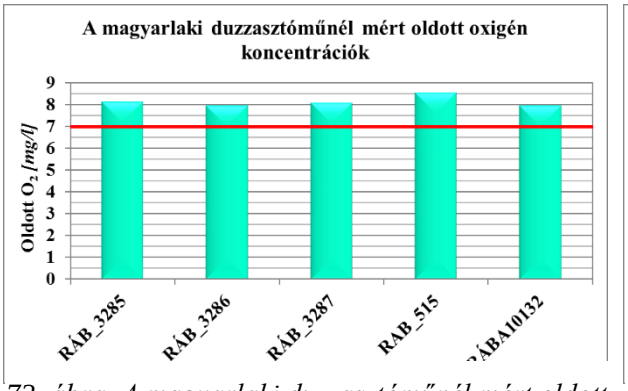
27. táblázat. A Rába (magyarlaki duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei



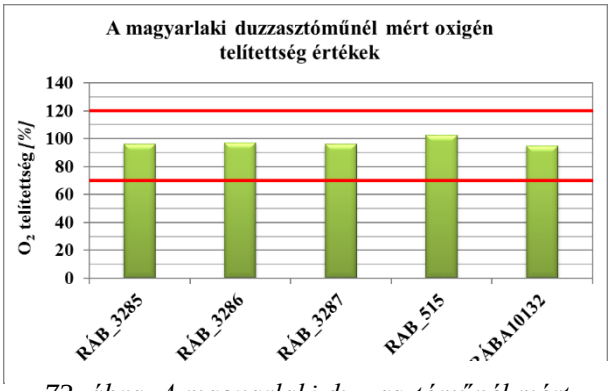
70. ábra. A magyarlaki duzzasztóműnél mért vezetőképesség értékek



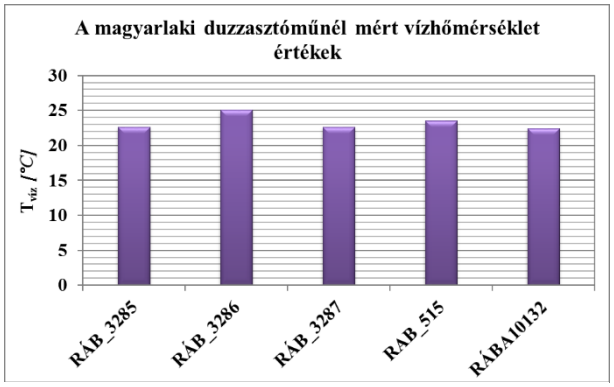
71. ábra. A magyarlaki duzzasztóműnél mért pH értékek



72. ábra. A magyarlaki duzzasztóműnél mért oldott oxigén koncentrációk



73. ábra. A magyarlaki duzzasztóműnél mért oxigén telítettség értékek



74. ábra. A Rába (magyarlaki duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei – vízhőmérséklet

A magyarlaki duzzasztómű környezetében az előzőekhez hasonlóan öt mintavételi pontot jelöltünk ki, négyet a duzzasztómű előtti, egyet pedig az azt követő folyószakaszon. A helyszíni vízminőségi paraméterek jellemzően teljesítik a jogszabályban meghatározott határértékeket, kivéve egy esetben a pH értéket, mely a duzzasztómű utáni mérési ponton elhanyagolható mértékben (0,06-tal) maradt a minimum érték alatt.

Az alvízi szakaszon elhelyezkedő mérési pont esetén a magasabb hőmérséklet az alacsonyabb vízállásra utal, ami miatt a napközbeni felmelegedés hatása jelentősebb mértékben tud érvényesülni.

A magyarlaki duzzasztómű környezetében vett vízminták laboratóriumi eredményeit az **28. táblázatban** foglaltuk össze, valamint az **75–84. ábrán** szemléltetjük, amelyek alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le.

A minták **lebegőanyag** tartalma magas értékekkel jellemezhetők, széles tartományban mozogtak (152-576 mg/l). A duzzasztó utáni alvízi szakaszon a tartományban illő értéket (152 mg/l) mértünk (**83.**).

A szervesanyag tartalmat jellemző **KOI_{Cr} érték** (**76. ábra**) valamennyi minta esetében teljesíti a jogszabályban előírt határértéket, jellemzően 11,0-15,8 mg/l között változott a mért koncentráció. A vizsgált mintavételi pontokon a **BOI_5** koncentrációja egy esetben, a *RÁB_3286* mérési ponton haladta meg a rendeletben előírt 4 mg/l-es határértéket. A duzzasztó utáni alvízi mérési ponton a BOI_5 koncentráció elmaradt az analitikai kimutatási határtól (**75. ábra**).

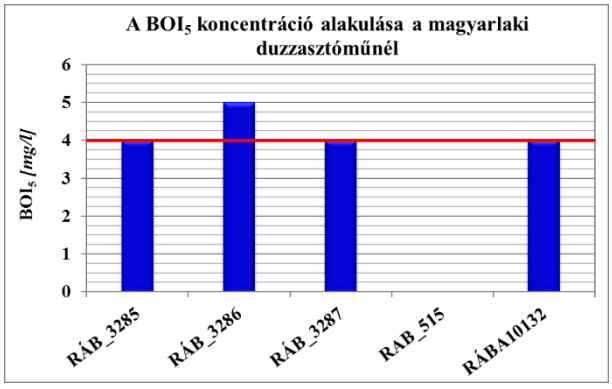
A vizsgált minták **klorid-ion** tartalma (**84. ábra**) egyik mintavételi ponton sem haladta meg a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben a felszíni vizek klorid tartalmára vonatkozó határértéket. A mintákban a klorid-ion koncentráció 20,3-22,6 mg/l között változott.

A **növényi tápanyag formák** tekintetében elmondható, hogy a **nitrát-nitrogén,** a **nitrit-nitrogén**, az **ammónium-nitrogén** és az **összes nitrogén** értékek, az előző mérési pontokhoz hasonlóan minden esetben elmaradtak a rendeletben előírt határértékektől (**77–80. ábra**).

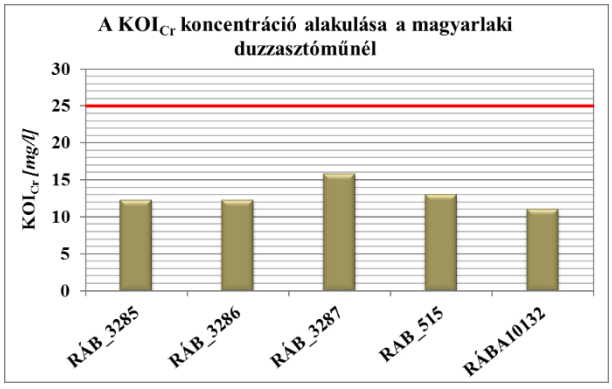
Az **ortofoszfát-foszfor** értékek az esetek többségében kis mértékben meghaladták a vonatkozó jogszabályban előírt határértéket, a mért eredmények 0,08-0,12 mg/l között változtak (**81. ábra**). Az **összes foszfor** koncentrációja két mintavételi ponton (RÁB_3286, RÁB_515) haladta meg a rendeletben előírt 2 mg/l határértéket, a többi mérési ponton 0,14-0,16 mg/l között változott a vizsgált paraméter értéke (**82. ábra**).

Mintavételi pont	LA	KOI_{Cr}	BOI_5	NO_3-N	NO_2-N	NH_4-N	TN	PO_4-P	TP	Cl^-
	[mg/l]	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***
RÁB_3285 (felvíz)	576	12,2	4	1,68	0,05	0,070	3,00	**0,12**	0,14	20,9
RÁB_3286 (felvíz)	421	12,2	**5**	1,56	0,05	0,070	2,80	**0,12**	**0,27**	21,8
RÁB_3287 (felvíz)	241	15,8	4	1,60	0,05	0,078	3,60	**0,11**	0,16	20,3
RAB_515 (alvíz)	251	13,0	<3	1,69	0,05	0,078	2,70	0,08	**0,34**	22,6
RÁBA10132 (felvíz)	152	11,0	4	1,53	0,05	0,054	1,70	0,09	0,15	21,1
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**-**	**25**	**4**	**3**	**0,06**	**0,3**	**4**	**0,05-0,10**	**0,2**	**50**

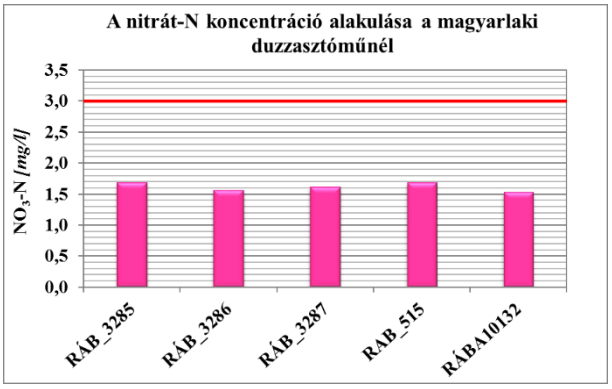
28. táblázat. A Rába (magyarlaki duzzasztómű) laboratóriumi vízminőség-vizsgálati eredményei



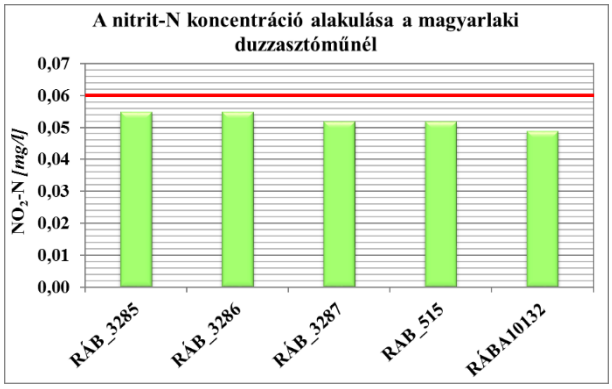
75. ábra. A szervesanyag tartalom (BOI_5) alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél



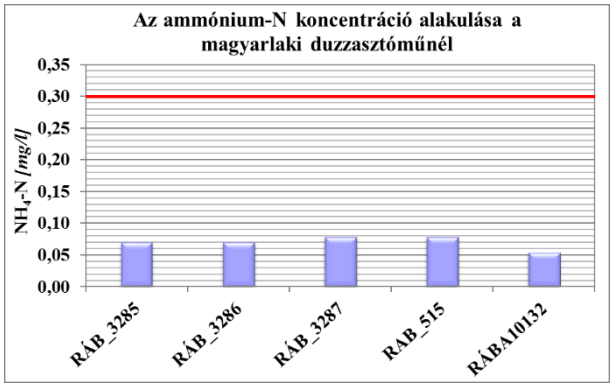
76. ábra -A szervesanyag tartalom (KOI_{Cr}) alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél



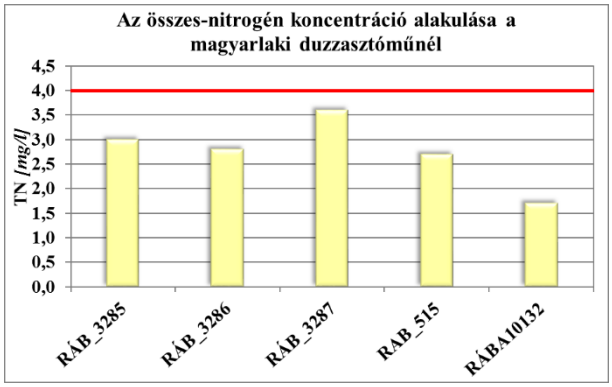
77. ábra. A nitrát-nitrogén koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél



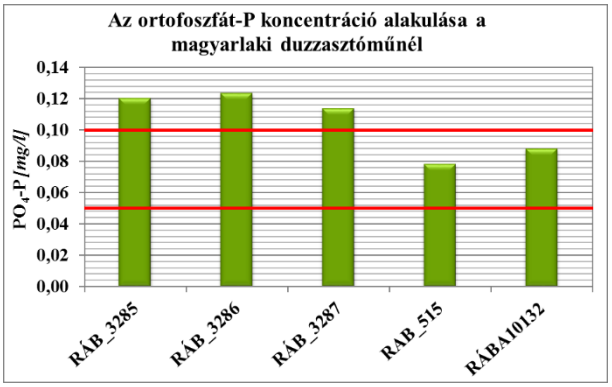
78. ábra. A nitrit-nitrogén koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél



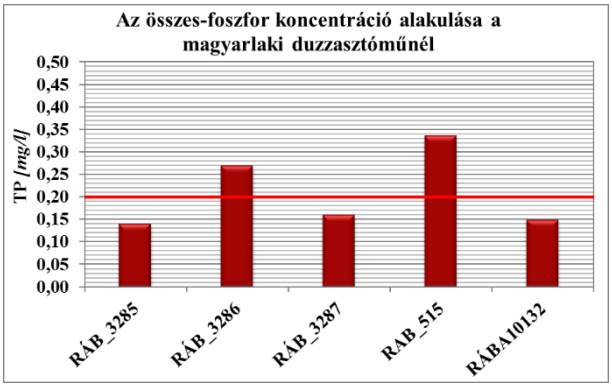
79. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél



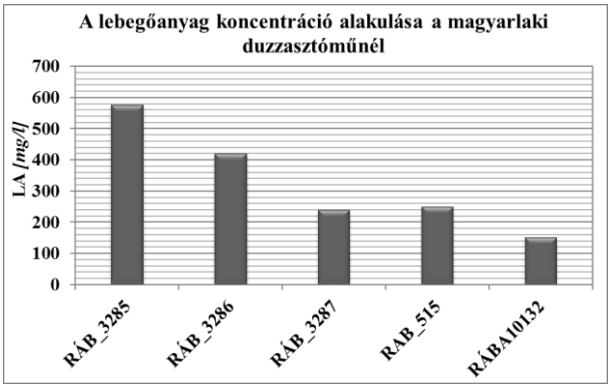
80. ábra. Az összes nitrogén koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél



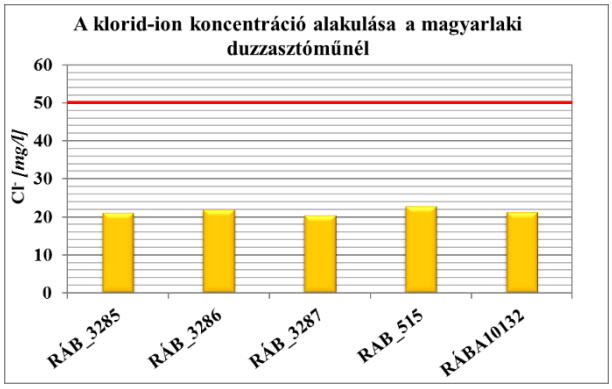
81. ábra. Az ortofoszfát-foszfor koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél



82. ábra. Az összes foszfor koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél



83. ábra. A lebegőanyag koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél



84. ábra. A klorid-ion koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél

Vízkémiai vizsgálatok 2019-es eredményei

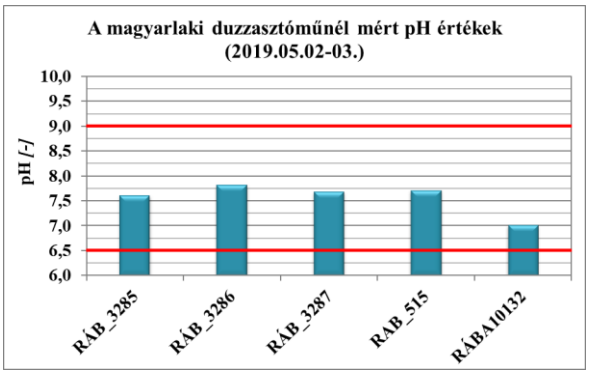
A helyszíni vízminőségi mérések eredményeit az **29. táblázat** és az **85–89. ábrák** szemléltetik.

Mintavételi pont	**Mintavétel ideje**	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	T
		[-]	***[µS/cm]***	***[mg/l]***	***[%]***	***[°C]***
RÁB_3285 (felvíz)	8:25	7,61	394	9,22	91,5	14,0
RÁB_3286 (felvíz)	7:45	7,82	378	9,37	92,5	13,8
RÁB_3287 (felvíz)	8:37	7,68	390	9,05	90,0	14,2
RAB_515 (alvíz)	8:47	7,71	411	9,00	90,0	14,3
RÁBA10132 (felvíz)	9:50	7,02	413	8,97	92,7	15,3
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)		**6,5-9,0**	**700**	**7,0**	**70-120**	**-**

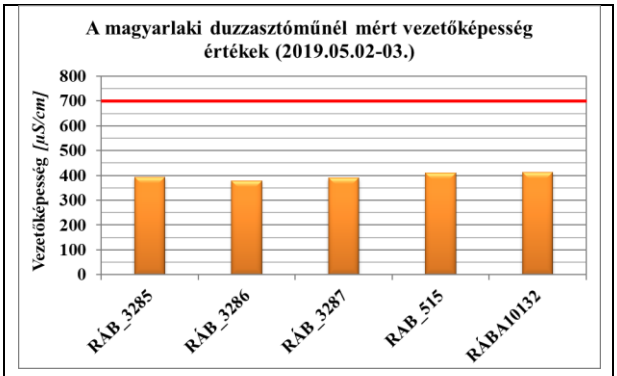
29. táblázat. A Rába (magyarlaki duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei (2019.05.02-03.)

A magyarlaki duzzasztómű környezetében az előzőekhez hasonlóan öt mintavételi pontot jelöltünk ki, négyet a duzzasztómű előtti, egyet pedig az azt követő folyószakaszon. A helyszíni vízminőségi paraméterek közül a **pH,** a **fajlagos elektromos vezetőképesség,** az **oldott oxigén**, valamint az **oxigén telítettség** értékek teljesítik a jogszabályban meghatározott határértékeket.

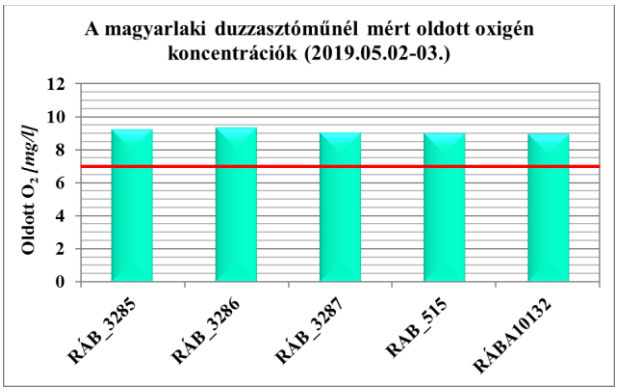
A mérési pontokon a **hőmérsékleti értékek** 13,8-15,3 °C között mozogtak. Az alvízi szakaszon elhelyezkedő mérési pont esetén a magasabb hőmérséklet az alacsonyabb vízállásra utal, ami miatt a napközbeni felmelegedés hatása jelentősebb mértékben tud érvényesülni.



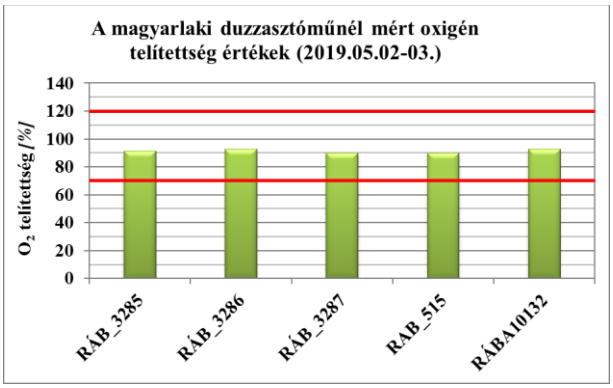
85. ábra. A magyarlaki duzzasztóműnél mért pH értékek



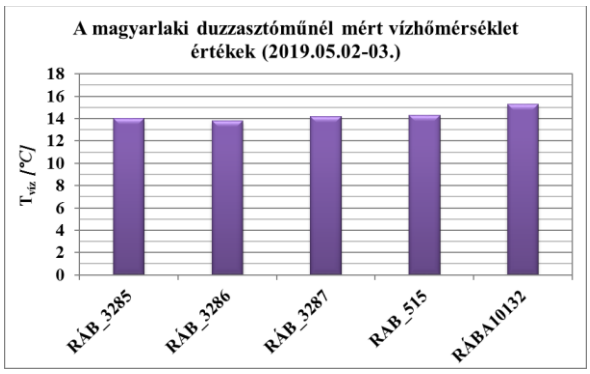
86. ábra. A magyarlaki duzzasztóműnél mért vezetőképesség értékek



87. ábra. A magyarlaki duzzasztóműnél mért oldott oxigén koncentrációk



88. ábra. A magyarlaki duzzasztóműnél mért oxigén telítettség értékek



89. ábra. A Rába (magyarlaki duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei – vízhőmérséklet (2019.05.02-03.)

A magyarlaki duzzasztómű környezetében vett vízminták laboratóriumi eredményeit a **30. táblázatban** foglaltuk össze, valamint a **90–96. ábrán** szemléltetjük, amelyek alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le.

A minták **lebegőanyag** tartalma alacsony értékekkel jellemezhetők, szűk tartományban mozogtak (13-18 mg/l) (**94. ábra**). Ezek az értékek sokkal alacsonyabban voltak az előző mérési időszakban mért értékekhez képest. Az alacsonyabb lebegőanyag tartalom magyarázható a magasabb vízállással vagy az alacsonyabb hőmérséklettel, amely hatással van a vízi ökoszisztéma életműködésére.

A szervesanyag tartalmat jellemző **KOI_{Cr} érték** (**96. ábra**) valamennyi minta esetében teljesíti a jogszabályban előírt határértéket, jellemzően 5,3-16,0 mg/l között változott a mért koncentráció. A legmagasabb értéket a felvízi RÁB_3285 mérési ponton vett minta esetében mértük.

A vizsgált mintavételi pontokon a **BOI_5** koncentrációja minden esetben méréshatár alatti volt (<3 mg/l), ami nem érte el a rendeletben előírt 4 mg/l-es határértéket.

A vizsgált minták **klorid-ion** tartalma (**95. ábra**) egyik mintavételi ponton sem haladta meg a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben a vonatkozó határértéket. A mintákban a klorid-ion koncentráció 38,3-42,9 mg/l között változott.

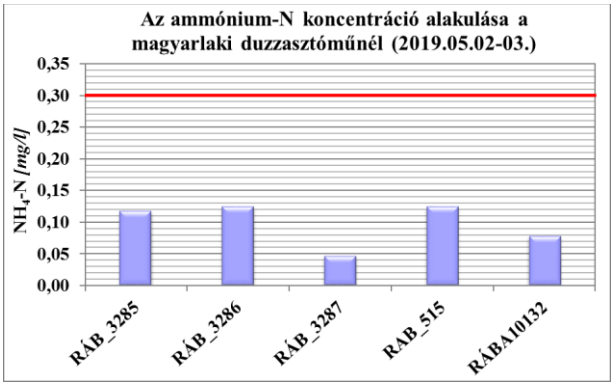
A **növényi tápanyag formák** tekintetében elmondható, hogy a **nitrát-nitrogén,** a **nitrit-nitrogén**, az **ammónium-nitrogén** és az **összes nitrogén** értékek, az előző mérési időszakhoz hasonlóan minden esetben elmaradtak a rendeletben előírt határértékektől (**90–91. ábra**).

Az **ortofoszfát-foszfor** értékek a 2019. évi mérés alkalmával egyik mérési pontban sem haladta meg a vonatkozó jogszabályban előírt alsó határértéket, a mért koncentrációk 0,01-0,02 mg/l között változtak (**92. ábra**).

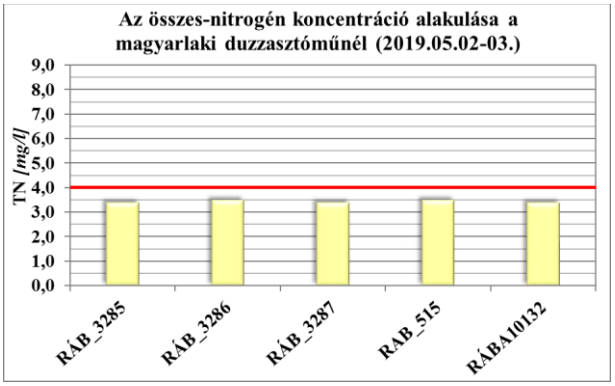
Az **összes foszfor** koncentrációja egyik mintavételi ponton sem haladta meg a rendeletben foglalt 2 mg/l határértéket (**93. ábra**).

Mintavételi pont	LA	KOI_{Cr}	BOI_5	NO_3-N	NO_2-N	NH_4-N	TN	PO_4-P	TP	Cl^-
	[mg/l]	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***
RÁB_3285 (felvíz)	18	16,0	<3	1,20	0,02	0,117	3,4	0,02	0,02	39,2
RÁB_3286 (felvíz)	15	6,2	<3	1,23	0,02	0,124	3,5	0,01	0,02	38,3
RÁB_3287 (felvíz)	16	5,3	<3	1,22	0,02	0,047	3,4	0,01	0,02	39,5
RAB_515 (alvíz)	18	8,0	<3	1,32	0,02	0,124	3,5	0,02	0,02	42,9
RÁBA10132 (felvíz)	13	5,6	<3	1,31	0,02	0,078	3,4	0,02	0,02	41,5
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**-**	**25**	**4**	**3**	**0,06**	**0,3**	**4**	**0,05-0,10**	**0,2**	**50**

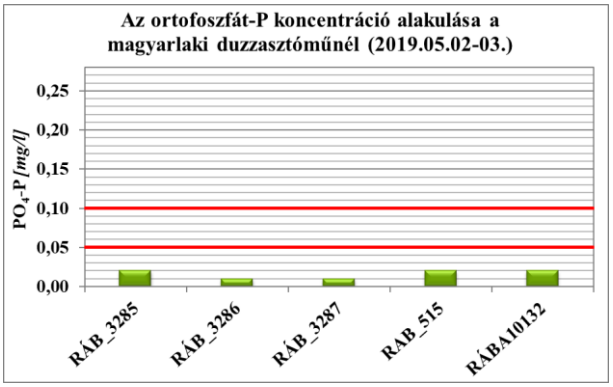
30. táblázat. A Rába (magyarlaki duzzasztómű) laboratóriumi vízminőség-vizsgálati eredményei (2019.05.02-03.)



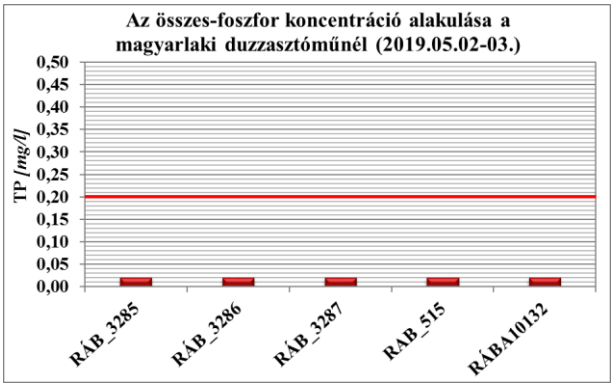
90. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



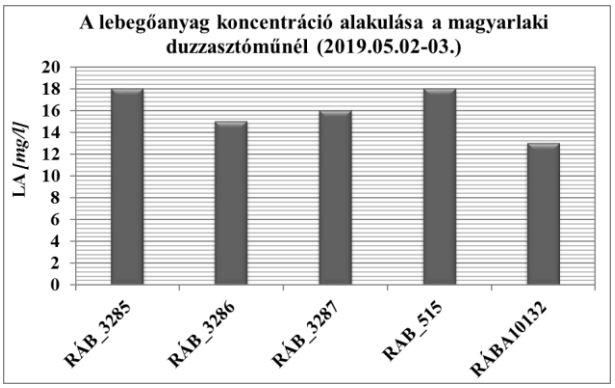
91. ábra. Az összes nitrogén koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



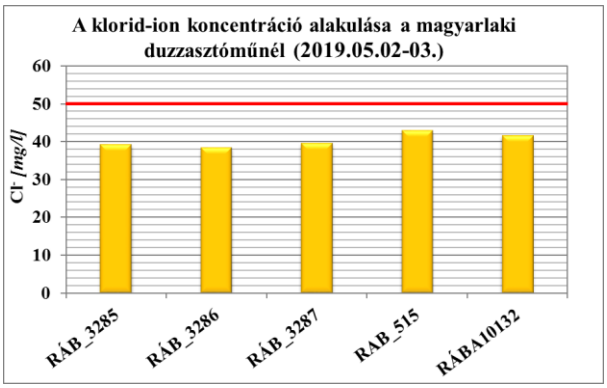
92. ábra. Az ortofoszfát-foszfor koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



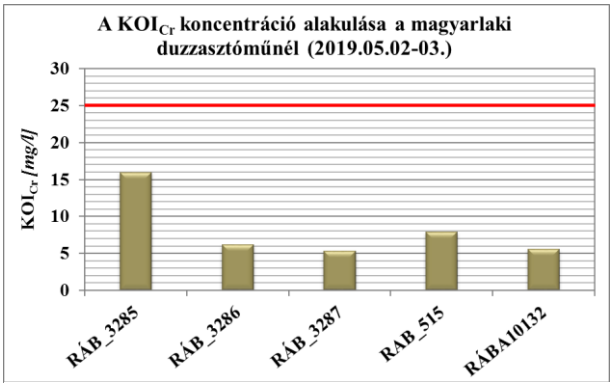
93. ábra. Az összes foszfor koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



94. ábra. A lebegőanyag koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



95. ábra. A klorid-ion koncentráció alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



96. ábra. A szervesanyag tartalom (KOICr) alakulása a magyarlaki duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)

3.3.3.2. A makrofiton vizsgálatának eredményei

Értékelés a makrofiton eredményei alapján

Az érintett Rába szakaszt a víztest tipológia alapján a „nagy méretű folyók" (LRw) kategóriába soroljuk. A felvízi részen jellemzően meredek partél volt jellemző, mely csak foltokban tette lehetővé mocsári növényzet megjelenését, a hínárvegetáció pedig a jelentős sodrásnak köszönhetően a vizsgálati szakaszról teljesen hiányzott. A vízszint a vízgyűjtő területén tapasztalható aktuális csapadékmennyiségnek köszönhetően fluktuált, egyes időszakokban kavicspadok jelentek meg, és mocsári növényzet sávok érintkezhettek a híg iszapfelszínekkel, különösen egy-egy esőzést követő zsilipnyitást követően, máskor a visszaduzzasztásnak köszönhetően a vizsgálati zóna szélét a Rába alsó teraszán a parti fás élőhelysáv alatti szárazföldi növényzet képezte, a partoldal jórészt meredek volt, a kisebb ellaposodó partszakaszokon tudott megjelenni mocsári növényzet. Az árnyékolást főként fűzfajok (*Salix alba, S. fragilis*) adták, több helyen a vizsgálati zóna néhány százalékos borítási értéke mellett. A felvízi szakaszokon az alvízi szakaszokhoz képest a vizsgálati zónára vonatkoztatva magasabb volt a növényzet összborítása és 12-17% között mozgott. A vizsgálati zóna legjelentősebb borítási értékeit az inváziós lágyszárú növényzet (elsősorban a cseh óriáskeserűfű (*Reynoutria × bohemica*)) képezte, csupán kisebb foltokban volt jelen a főként nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*) dominálta mocsári vegetáció. Alacsony, néhány százalékos borítási értékek mellett jelen voltak a zavarástűrő amfibikus életformák képviselői (pl. borsos keserűfű (*Persicaria hydropiper*), lapulevelű keserűfű (*P. lapathifolia*), vidrakeserűfű (*P. amphibia*)) is, melyek néhány helyen jelentősebb dominanciával képviseltették magukat a nádképű pántlikafűnél (*Phalaris arundinacea*). A vizsgált szakaszonként az 1%-os borítási értéket el nem érő fajok közül számos nedvességkedvelő szárazföldi faj volt jelen, közülük a gyakoribb, zavarástűrő nagy csalán (*Urtica dioica*), illetőleg a hamvas szeder (*Rubus caesius*) dominanciája volt a legjelentősebb. A vizsgált felvízi szakaszokon ugyanakkor az üde, mocsári élőhelyek jellemző fajai is megjelentek, így például a deréce veronika (*Veronica beccabunga*), a vízi kányafű (*Rorippa amphibia*), az osztrák kányafű (*R. austriaca*), réti füzény (*Lythrum salicaria*), a fodros harmatkása (*Glyceria notata*), a keskenylevelű békapohár (*Berula erecta*), fehér tippan (*Agrostis stolonifera*), közönséges nád (*Phragmites australis*). A zavarástűrő fajok közül megjelent a kúszó boglárka (*Ranunculus repens*), közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*), vízi csillaghúr (*Myosoton aquaticum*), fülemüleszittyó (*Juncus articulatus*), békaszittyó (*Juncus effusus*), míg a szárazföldi fajok közül a ligeti perje (*Poa nemoralis*), illetőleg a közönséges tarackbúza (*Elymus repens*). A vizsgált szakaszon hínárnövényzet jelenlétét nem észleltük. Jelentős volt a vizsgált szakaszok inváziós növények általi fertőzöttsége. A már említett cseh óriáskeserűfű (*Reynoutria × bohemica*) összefüggő állományán kívül a bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera*) is jelen volt, kissé alacsonyabb borítási érték mellett mutatkozott a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*), a feketéllő farkasfog (*Bidens frondosa*), illetőleg a süntök (*Echinocystis lobata*) is, de megjelent az egynyári seprence (*Erigeron annuus*) is.

A duzzasztó alatti szakaszon az árnyékolás a fentebbi szakaszokhoz volt hasonló, és itt is főként *Salix*–fajok adták, de itt már a vénic szil (*Ulmus laevis*) is mutatkozott. A fentebbi szakaszokhoz képest alacsonyabb volt a növényzet borítása (kb. 10%), de jelentős különbségek nem voltak tapasztalhatók a felvízi szakaszokhoz képest. Itt is jellemző volt az inváziós cseh óriáskeserűfű (*Reynoutria × bohemica*) jelentős borítása. Egyéb, 1%-os borítási értéket elérő fajok közül a törékeny fűz (*Salix fragilis*), a fodros harmatkása (*Glyceria notata*), a borsos keserűfű (*Persicaria hydropiper*), illetőleg a fehér tippan (*Agrostis stolonifera*) említhető meg. Egyéb jellemző fajok: nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*), kisvirágú füzike (*Epilobium parviflorum*), vízi kányafű (*Rorippa amphibia*). Kifejezetten zavarástűrő és gyomfajok voltak a következők: közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*), fülemüleszittyó (*Juncus articulatus*), békaszittyó (*Juncus effusus*), kétéltű keserűfű (*Persicaria amphibia*), lapulevelű keserűfű (*Persicaria lapathifolia*), kúszó boglárka (*Ranunculus repens*), a szárazföldről belógók közül pedig a közönséges tarackbúza (*Elymus repens*), a hamvas szeder (*Rubus caesius*), a murvás lórom (*Rumex conglomeratus*) és az erdei lórom (*Rumex sanguineus*). A vizsgált szakaszon hínárnövényzet jelenlétét nem észleltük. Az inváziós növény általi fertőzöttség jelentős volt. Az említetten kívül jellemző fajok a következők voltak: lándzsás őszirózsa (*Aster* lanceolatus), magas aranyvessző (*Solidago* gigantea), bíbor

nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera*), kanadai betyárkóró (*Conyza canadensis*), süntök (*Echinocystis lobata*), egynyári seprence (*Erigeron annuus*).

Ökológiai állapotértékelés

A vizsgált felvízi szakaszok mindegyikére jellemző volt, hogy az indikátorként felhasználható fajok abundancia értékének összege nem érte el a 16-os értéket (főként 11 és 14 között változott), így a számítás során kapott eredmények nem voltak megbízhatók. Ennek oka az lehetett, hogy az érintett Rába szakaszoknak meredek volt partoldala, lapos, lankás területrészek, melyek a mocsári növényzet megtelepedését tették volna lehetővé részben víz alatt voltak a visszaduzzasztásnak köszönhetően és elsősorban csak a zsilipek megnyitása után jelenhettek meg rövid időre a vízinövényzet megtelepedését segítő kavicszátonyok és iszapfelszínek. Az említettek mellett a parti fás vegetáció árnyékoló hatása is akadályozhatta a mocsári vegetáció megtelepedését.

Az alvízi szakaszon ugyanakkor már kellően széles kavicspad-sáv jelentkezett, közvetlenül a duzzasztó alatt, mely a vizsgálat szempontjából releváns fajok abundancia értékeinek növekedését segítette elő, így az érintett szakaszon az alkalmazott módszerrel számolt EQR értéke már relevánsnak volt tekinthető és a vizsgálati években a ***gyenge***, illetőleg a ***közepes*** értékeknek volt megfeleltethető.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	EQR értéke 2018	Ökológiai állapotminősági osztály 2018	EQR értéke 2019	Ökológiai állapotminősági osztály 2019	Ökol. állapot
RÁB_3286	Rába, Határ-földek (Szentgotthárd)	5550	Duzzasztott	0,25	Nem értékelhető	0,42	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÁB_3285	Rába, Kis-rét (Szentgotthárd)	2650	Duzzasztott	0,32	Nem értékelhető	0,42	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÁB_3287	Rába, Út-alja (Szentgotthárd)	1450	Duzzasztott	0,39	Nem értékelhető	0,5	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÁBA10132	Rába, duzzasztómű felvíz (Magyarlak)	500	Duzzasztott	0,47	Nem értékelhető	0,56	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RAB_515	Rába, duzzasztómű, alvíz (Magyarlak)	270	Alvíz	0,26	Gyenge	0,32	Közepes	**Közepes**

31. táblázat. A magasabb rendű növényzet alapján kapott ökológiai állapotminőségi osztályok az egyes mintavételi szelvényekben

3.3.3.3. A vízi makroszkópikus gerinctelen közösség vizsgálatának eredményei

Értékelés az MZB fajegyüttes faunisztikai és mennyiségi eredményei alapján

A Rába magyarlaki duzzasztóművének a makroszkópikus vízi gerinctelen faunára gyakorolt hatását vizsgálva a Rábát Szentgotthárdtól Magyarlakig 5 mintavételi szelvényben mintáztuk, a duzzasztómű felvízi és alvízi szakaszán egyaránt.

A vizsgálatra kijelölt mintavételi szelvényekben a 2018. nyári és a 2019. tavaszi vegetációs periódusában végzett mennyiségi felméréseink eredményeként összesen 9 nagyobb rendszertani csoportba tartozó, 78 makrogerinctelen taxon jelenlétét igazoltuk. A felmérések eredményei szerint, a vizsgálati egységekből 3 vízicsiga (Gastropoda), 9 kagyló (Bivalvia), 26 kérész (Ephemeroptera), 6 álkérész (Plecoptera), 3 magasabbrendű rák (Malacostraca), 7 szitakötő (Odonata), 2 vízi poloska (Heteroptera), 3 vízibogár (Coleoptera) és 20 tegzes (Trichoptera) taxon került elő.

A felmért Rába szakaszon számos védett faj előfordulását bizonyítottuk. Egyedül a duzzasztómű alvízi szakaszán (RAB_515) mutattuk ki a védett *Agnetina elegantula* és *Neoephemera maxima* kérészfajok állományait, amelyek a lassabb áramlási sebességgel jellemezhető mederrészletekben lerakódott szervestörmelékrétegben (levelek, gallyak stb.) találhatóak meg. A *Gomphus flavipes* és a *Gomphus vulgatissimus* szitakötőfajok állományai csaknem az összes mintavételi szelvényben megtalálhatóak, a finomabb szemcsefrakcióval (homok-iszap) jellemezhető mederfragmentumokban. Ezekkel ellentétben a durva kavicsos habitatokkal rendelkező szekciókban az *Onychogomphus forcipatus*, míg az inkább homokos-sóderes dominanciájú habitatfoltokban az *Ophiogomphus cecilia* példányait mutattuk ki a duzzasztómű legtávolabbi felvízi (RÁB_3286), és a duzzasztómű alatti mintavételi szelvényekben (RAB_515).

A RÁB_3287-es mintavételi szelvényben a part menti, xylal előfordulásával jellemezhető habitatfoltokban fogtuk meg a *Macronychus quadrituberculatus* faj példányait, amely az élénkebb áramlási sebességgel jellemezhető szelvényekben a part fás vegetáció gyökerei, ágai között talál menedéket. A fentebb tárgyalt szakaszokhoz hasonlóan itt is minden mintavételi szelvényben kimutattuk a védett *Unio crassus* kagylófaj populációinak előfordulását bizonyító egyedeket, amelyek homokos-sóderes mederszelvényekben akár tömegesen is előfordulhatnak.

Elvégeztük a mintavételi szelvények mennyiségi szempontú összehasonlító vizsgálatát a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttes mintavételi eredményeiből származtatott paraméterek, úgymint az összes fajszám, összes egyedsűrűség, karakterfajok száma és a karakterfajok egyedsűrűsége alapján (**32. táblázat, 97. ábra**).

Az elemzések során nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget az összes taxon fajszáma (KW=1,3 df=29 p>0,05), az összes taxon egyedsűrűsége (KW=0,78 df=29 p>0,05), a karakterfajok száma (KW=4,9 df=29 p>0,05) és a karakterfajok egyedsűrűség (KW=6,6 df=29 p>0,05) értékei esetében sem.

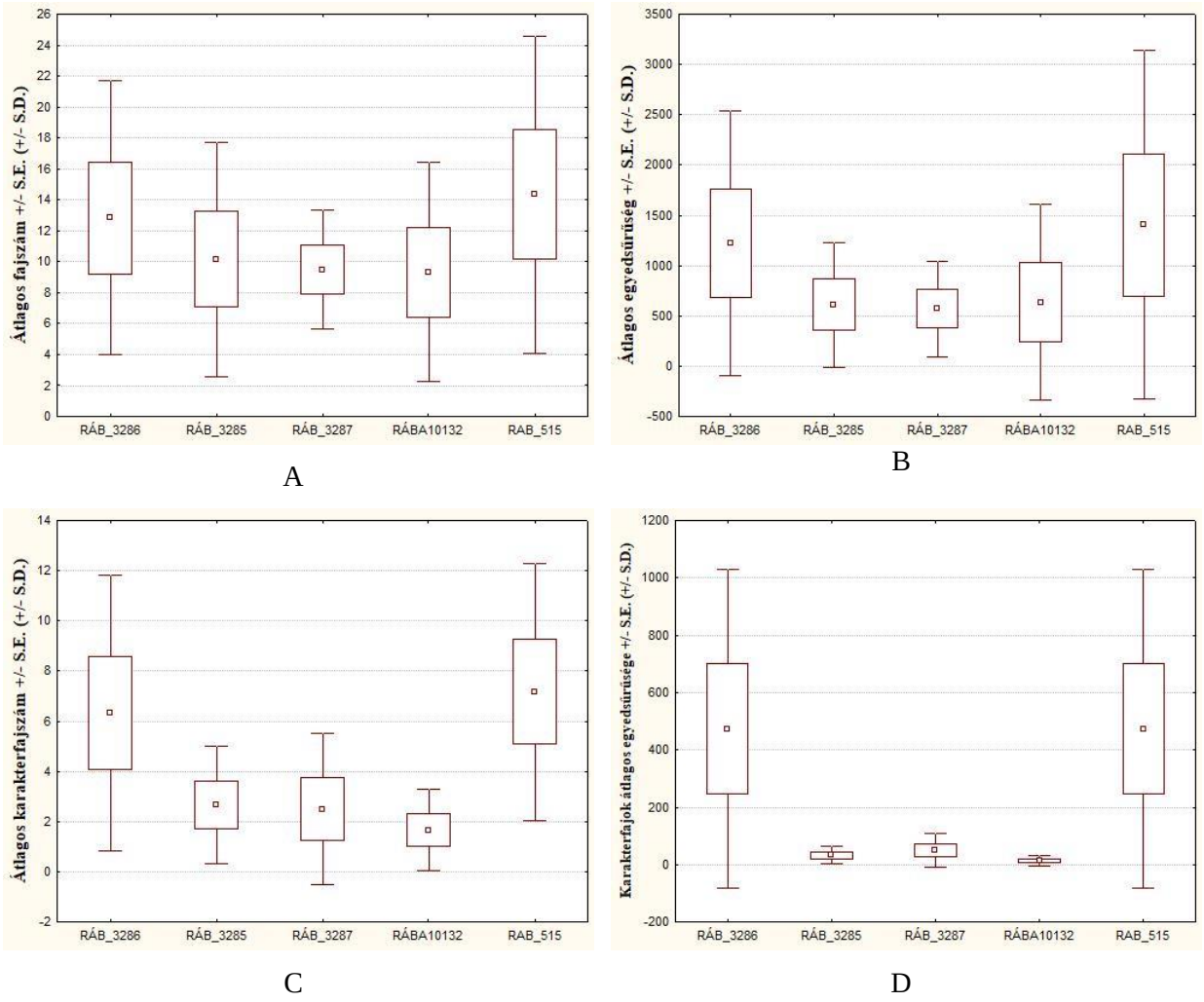
Annak ellenére, hogy statisztikailag értékelhető különbséget nem sikerült detektálnunk, mégis jól látszik, hogy a duzzasztóműtől felvízi irányban legtávolabb (kb. 5,5 km) eső RÁB_3286-os és a duzzasztóműtől alvízi irányban elhelyezkedő mintavételi szelvény (RAB_515) minden vizsgált változó esetében magasabb értékekkel rendelkezett, mint a duzzasztómű hatása által leginkább érintett mintavételi szelvények.

A magyarlaki duzzasztóműjéhez felvízi irányban legközelebbi mintavételi szelvények mederanyagösszetétele a duzzasztása hatására megváltozott és döntően homokos-iszapos frakcióval jellemezhető.

Mintavételi hely kódja	Átlagos összes taxonszám (átl./SE)	Átlagos összes denzitás (átl./SE)	Átlagos összes karakterfaj-szám (átl./SE)	Átlagos összes karakterfaj-denzitás (átl./SE)
RÁB_3286	12,83 ± 3,6	1223,5 ± 536,8	6,3 ± 2,3	473,6 ± 227,2
RÁB_3285	10,17 ± 3,1	610,13 ± 253,8	2,67 ± 0,9	610,13 ± 253,8
RÁB_3287	9,5 ± 1,5	570,13 ± 193,4	2,5 ± 1,2	50,13 ± 23,6
RÁBA10132	9,3 ± 2,9	636,8 ± 399,5	1,67 ± 0,67	13,87 ± 7,13
RAB_515	14,33 ± 4,1	1405,8 ± 707,7	7,17 ± 2,08	473,07 ± 227,03

32. táblázat. A vízi gerinctelen közösség számított értékeinek (átl. ± S.E.) alakulása a felmért Rába szakaszokon

A védett fajok egyedsűrűsége a vizsgált magyarlaki szakaszon is igen alacsony értékeknek adódtak [(*Agnetina elegantula* 0,1 ± 0,1 ind./m^2 ± S.E.), (*Gomphus flavipes* 0,7 ± 0,4 ind./m^2 ± S.E.), (*Gomphus vulgatissimus* 7,8 ± 2,7 ind./m^2 ± S.E.), (*Macronychus quadrituberculatus* 0,1 ± 0,1 ind./m^2 ± S.E.), (*Neoephemera maxima* 0,3 ± 0,2 ind./m^2 ± S.E.), (*Onychogomphus forcipatus 1,3* ± 0,8 ind./m^2 ± S.E.), (*Ophiogomphus cecilia 1,1* ± 0,6 ind./m^2 ± S.E.), (*Unio crassus* 1,6 ± 0,5 ind./m^2 ± S.E.)].



97. ábra. A felmért mintavételi szelvények makroszkópikus vízi gerinctelen közösségének átlagos összes fajszám (A), összes egyedsűrűség (B), átlagos karakterfajszám (C) és karakterfajok átlagos egyedsűrűség értékeinek alakulása (átlag ± SE ± SD).

Ökológiai állapotértékelés

Összehasonlítottuk a mintavételi szelvényeket a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttesre kidolgozott Q_{BAP} ökológiai állapotértékelő index segítségével. Az index a víztesttípusra jellemző karakterfajok jelenlét-hiányát, valamint azok egyedsűrűségének referencia értékhez viszonyított értékeit veszi figyelembe az ökológiai állapotértékelés során.

A felmérési eredményeink szerint kettő esetben (RÁB_3287, RABA_10132) ***„gyenge***”, egy esetben (RÁB_3285) ***„közepes”*** és kettő esetben (RAB_515, RÁB_3286) ***„jó”*** ökológiai állapotot mutattunk ki (**33. táblázat**).

A duzzasztóműtől felvízi irányban kb. 2,65 folyamkilométer távolságig még biztosan érezhető az élőhelyösszetételen keresztül a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttesre gyakorolt negatív hatása. A műtárgyhoz legközelebb eső szelvények gyenge ökológiai állapota a távolság növekedésével javuló tendenciát mutatnak és mintegy 5,55 km távolságban már újra a víztesttípusra jellemző élőhelyösszetétellel és tipikus makrogerinctelen faunával találkozhatunk, amelyet a „jó” ökológiai állapot is mutat.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	2018 Q_{BAP}	2018 Ökol. állapot	2019 Q_{BAP}	2019 Ökol. állapot	Ökol. állapot
RÁB_3286	Rába, Határ-földek (Szentgotthárd)	5550	Duzzasztott	34	Rossz	220	Jó	**Jó**
RÁB_3285	Rába, Kis-rét (Szentgotthárd)	2650	Duzzasztott	28	Rossz	122	Közepes	**Közepes**
RÁB_3287	Rába, Út-alja (Szentgotthárd)	1450	Duzzasztott	64	Gyenge	18	Rossz	**Gyenge**
RÁBA10132	Rába, duzzasztómű felvíz (Magyarlak)	500	Duzzasztott	12	Rossz	62	Gyenge	**Gyenge**
RAB_515	Rába, duzzasztómű, alvíz (Magyarlak)	270	Alvíz	54	Gyenge	203	Jó	**Jó**

33. táblázat. A felmérések során vizsgált mintavételi szelvények ökológiai állapot-minőségi osztályainak összehasonlító táblázata a vízi makroszkópikus gerinctelenek felmérési eredményei alapján (Rába mintavételi szelvények 9. clusterág, referencia érték: 300

3.3.3.4. A halak vizsgálatának eredményei

Értékelés a halak minőségi és mennyiségi viszonyai alapján

A magyarlaki duzzasztás halfaunáját összesen öt mintavételi területen, két alkalommal, eltérő fenológiai időszakban vizsgáltuk. A mintavételek során 22 halfaj összesen 774 egyedét azonosítottuk (**34. táblázat**). A természetvédelmi szempontból értékes, védett, fokozottan védett, illetve az Élőhelyvédelmi Irányelv hatálya alá eső fajokat **vastagítva** emeljük ki. A Magyarországon nem őshonos halfajokat a nevük mögé tett csillaggal (*) jelöljük.

A magyarlaki duzzasztás érintett mintavételi pontjai esetében a fogott fajok közül kilenc védett (***Alburnoides bipunctatus, Barbatula barbatula, Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Gobio gobio, Leuciscus leuciscus, Rhodeus sericeus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica***). Három faj, a német bucó (***Zingel streber***), a homoki küllő (***Gobio kessleri***) és a dunai ingola (***Eudontomyzon mariae***) fokozottan védett. A balin (***Aspius aspius***), a márna (***Barbus barbus***), a vágó csík (***Cobitis elongatoides***), a dunai ingola (***Eudontomyzon mariae***), a halványfoltú küllő (***Gobio albipinnatus***), a homoki küllő (***Gobio kessleri***), a márna (***Barbus barbus***), a szivárványos ökle (***Rhodeus sericeus***), a balkáni törpecsík (***Sabanejewia balcanica***), a bolgár törpecsík (***Sabanejewia bulgarica***) és a német bucó (***Zingel streber***) is szerepel az Élőhelyvédelmi Irányelv valamely függelékében. A vizsgálat során egy idegenhonos halfaj, a razbóra (***Pseudorasbora parva***) jelenlétét észleltük.

A magyarlaki duzzasztás esetében a duzzasztás hatása a felvízi szakasznak csak viszonylag kis hosszán érzékelhető, és mértéke sem túl jelentős. A magyarlaki duzzasztás esetében a közvetlenül a gát fölötti szakasz jellemzően lágy üledékkel jellemezhető mederben folyik, azonban ez a folyásirányban fölfelé haladva viszonylag hamar a mederre természetesen jellemző kavicsos mederanyaggá módosul. A meanderező kanyarok belső ívén összegyűlő lágy üledék kedvező a halfauna értékes pszammofil elemei számára, mint a homoki küllő (***Gobio kessleri***) vagy a dunai ingola (***Eudontomyzon mariae***).

	Fajnév	Egyedszám	Relatív abundancia (%)
1	***Alburnoides bipunctatus***	29	3,90
2	*Alburnus alburnus*	361	48,52
3	***Aspius aspius***	4	0,54
4	***Barbatula barbatula***	5	0,67
5	***Barbus barbus***	38	5,11
6	*Chondrostoma nasus*	32	4,30
7	***Cobitis elongatoides***	12	1,61
8	*Esox lucius*	1	0,13
9	***Eudontomyzon mariae***	3	0,40
10	***Gobio albipinnatus***	13	1,75
11	***Gobio gobio***	18	2,42
12	***Gobio kessleri***	1	0,13
13	*Leuciscus cephalus*	173	23,25
14	*Leuciscus idus*	1	0,13
15	***Leuciscus leuciscus***	15	2,02
16	*Pseudorasbora parva*	5	0,67
17	***Rhodeus sericeus***	10	1,34
18	*Rutilus rutilus*	2	0,27
19	***Sabanejewia balcanica***	6	0,81
20	***Sabanejewia bulgarica***	8	1,08
21	*Vimba vimba*	5	0,67
22	***Zingel streber***	2	0,27
összesen:		774	100,00

34. táblázat. A magyarlaki duzzasztás kijelölt mintavételi szelvényeiben észlelt halfajok, valamint összesített egyedszámuk és relatív abundancia (%) értékük

Az idegenhonos halfajok faj- és egyedszáma is alacsony, az érintett mintavételi szelvények közül csak a duzzasztómű alatti szelvényben észleltük kis egyedszámban (n=5) a razbóra (*Pseudorasbora parva*) egyedeit.

A legnagyobb egyedszámban fogott halfaj a küsz (*Alburnus alburnus*) volt, egyedszáma (n=361) a teljes minta közel 47%-a.

Az Élőhelyvédelmi Irányelv függelékeiben is szereplő sujtásos küsz (***Alburnoides bipunctatus***) magas egyedszámban, és feltételezhetően stabil állománnyal van jelen.

A szakaszon a jelentősebb védett vagy az Élőhelyvédelmi Irányelv függelékeiben szereplő fajok közül, a balin (***Aspius aspius***), vágó csík (***Cobitis elongatoides***), a dunai ingola (***Eudontomyzon mariae***), a halványfoltú küllő (***Gobio albipinnatus***), a fenékjáró küllő (***Gobio gobio***), a homoki küllő (***Gobio kessleri***),

a törpecsíkok (***Sabanejewia bularica, Sabanejewia balcanica***) és a német bucó (***Zingel streber***) kis egyedszámban került kimutatásra, feltételezhetően állandó, stabil faunaelemekről van szó, azonban a környezeti adottságok miatt nagyobb egyedszámban történő megjelenésükre a későbbi időszakokban sem kell számítani.

A vizsgált területekre vonatkoztatva az egyes funkcionális guildeket a **35. táblázat** foglalja össze.

Elterjedés:	*Őshonos:* 21 faj	*Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Aspius aspius, Barbatula barbatula, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Cobitis elongatoides, Esox Lucius, Eudontomyzon mariae, Gobio albipinnatus, Gobio gobio, Gobio kessleri, Leuciscus cephalus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Vimba vimba, Zingel streber*
	Adventív: 1 faj	*Pseudorasbora parva*
Áramlás:	*Reofil:* 14 faj	*Alburnoides bipunctatus, Barbatula barbatula, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Eudontomyzon mariae, Gobio gobio, Gobio kessleri, Leuciscus cephalus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Vimba vimba, Zingel streber*
	Eurytop: 5 faj	*Alburnus alburnus, Aspius aspius, Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Rutilus rutilus*
	Stagnofil: 3 faj	*Esox Lucius, Pseudorasbora parva, Rhodeus sericeus*
Táplálkozási habitat:	*Nyíltvíz:* 4 faj	*Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Aspius aspius, Leuciscus cephalus*
	Metafitikus: 6 faj	*Esox Lucius, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Pseudorasbora parva, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus*
	Bentikus: 12 faj	*Barbatula barbatula, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Cobitis elongatoides, Eudontomyzon mariae, Gobio albipinnatus, Gobio gobio, Gobio kessleri, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Vimba vimba, Zingel streber*
Táplálkozási guild:	*Herbivor:* 1 faj	*Chondrostoma nasus*
	Omnivor: 8 faj	*Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Leuciscus cephalus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Pseudorasbora parva, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus*
	Planktivor: 1 faj	*Vimba vimba*
	Invertivor: 0 faj	-
	Invertivor/Piscivor: 0 faj	-
	Inv./Bentivor: 2 faj	*Barbus barbus, Zingel streber*
	Inv./Detritivor: 6 faj	*Barbatula barbatula, Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Gobio kessleri, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica*
	Piscivor: 2 faj	*Aspius aspius, Esox lucius*
	Detritivor: 1 faj	*Gobio gobio*
	Parazita: 1 faj	*Eudontomyzon mariae*

Szaporodási guild:	*Litofil:* 8 faj	*Alburnoides bipunctatus, Aspius aspius, Barbatula barbatula, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Leuciscus cephalus, Vimba vimba, Zingel streber*
	Fitofil: 4 faj	*Cobitis elongatoides, Esox lucius, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica*
	Fito-litofil: 5 faj	*Alburnus alburnus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Pseudorasbora parva, Rutilus rutilus*
	Pszammofil: 4 faj	*Eudontomyzon mariae, Gobio albipinnatus, Gobio gobio, Gobio kessleri*
	Ostracofil: 1 faj	*Rhodeus sericeus*
	Pelagofil: 0 faj	-
	Speleofil: 0 faj	-
	Lito-Pelagofil: 0 faj	-
	Ariadnofil: 0 faj	-
	Vivipar: 0 faj	-
Élőhely specializáció:	*Specialista:* 15 faj	*Alburnoides bipunctatus, Aspius aspius, Barbatula barbatula, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Eudontomyzon mariae, Gobio kessleri, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Rhodeus sericeus, Sabanejewia balcanica, Sabanejewia bulgarica, Vimba vimba, Zingel streber*
	Generalista: 3 faj	*Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Gobio gobio*
	Zavarást tűrő: 5 faj	*Alburnus alburnus, Esox Lucius, Leuciscus cephalus, Pseudorasbora parva, Rutilus rutilus*

35. táblázat. Az érintett szakaszok halfajainak funkcionális guild csoportosítása

Ökológiai állapotértékelés

A magyarlaki duzzasztás estén kapott EQR értékeket vizsgálva megfigyelhető, hogy a duzzasztás alatti szakasz ***jó*** ökológiai állapotba sorolható, azonban a duzzasztott szakaszok a minősítésben minden esetben közepes értéket kapnak. A duzzasztás fölötti mintavételi pontok esetében kapott, a folyóra általánosan jellemező ***közepes*** ökológiai érték, és az adott szakaszon előforduló védett, fokozottan védett és az Élőhelyvédelmi Irányelv függelékeiben szereplő fajok magas száma kedvező, azonban elmarad a közvetlenül a duzzasztás alatti szakasz esetén kapott EQR átlagértékétől. A kapott EQR értékek nem csökkennek jelentősen, azonban még így is kimutatható a duzzasztás lokálisan kedvezőtlen hatása (**36. táblázat**).

Az érintett szakaszok a „Közepes és nagy folyók dombvidéki, nagyobb esésű, kavicsos mederanyagú szakasza" víztípusba esnek. A víztípusra jellemző karakterfajok közül az *A. bipunctatust,* a *B. barbust,* a *C. nasust, a G. kesslerit,* a *V. vimbát* és a *Z. strebert* sikerült kimutatnunk. Ezek mindegyike megtalálható volt a duzzasztó alvízi szakaszán, igaz, csak a 2018 őszi mintavétel során sikerült valamennyi fajt észlelnünk. A duzzasztóhoz felvízi irányba legközelebb eső szakaszon (RÁBA10132) a 2019-es mintavétel alkalmával a *C. nasus* egy példánya, a felvízi irányban következő mintételi szelvényből (RÁB_3287) pedig a 2018-as mintavétel során a *B. barbus* 8 példánya kerül kimutatásra. Az ezt követő szakaszról (RÁB_3285) az *A. alburnoides*-t mutattuk ki mindkét felmérési időpontban. A legfelső duzzasztott szakaszon már mind a 2108 őszi, mind a 2019 tavaszi mintavétel során az *A. alburnus* és a *B. barbus* is előkerült.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	2018 EQR érték	2018 Ökol. állapot	2019 EQR érték	2019 Ökol. állapot	Ökol. állapot
RÁB_3771	Rába, Hosszú-föld (Szentgotthárd)	5550	Duzzasztott	35	Közepes	32	Közepes	**Közepes**
RÁB_3285	Rába, Kis-rét (Szentgotthárd)	2650	Duzzasztott	32	Közepes	30	Közepes	**Közepes**
RÁB_3287	Rába, Út-alja (Szentgotthárd)	1450	Duzzasztott	31	Közepes	28	Közepes	**Közepes**
RÁBA10132	Rába, duzzasztómű felvíz (Magyarlak)	500	Duzzasztott	24	Gyenge	27	Közepes	**Közepes**
RÁB_3770	Rába, duzzasztómű alvíz (Magyarlak)	270	Alvíz	37	Jó	26	Gyenge	**Jó**

36. táblázat. A felmérések során vizsgált mintavételi szelvények ökológiai állapot-minőségi osztályainak összehasonlító táblázata a halak felmérési eredményei alapján

3.3.4. Pinka, felsőcsatári duzzasztómű

3.3.4.1. Vízkémiai vizsgálatok eredményei

Vízkémiai vizsgálatok 2018-as eredményei

A helyszíni vízminőségi mérések eredményeit a **37. táblázat** és a **98–102. ábrák** szemléltetik.

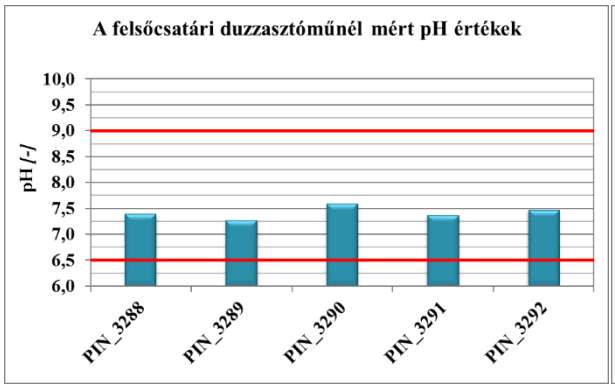
Mintavételi pont	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	T
	[-]	***[µS/cm]***	***[mg/l]***	***[%]***	***[°C]***
PIN_3288 (felvíz)	7,40	317	7,93	100,0	24,8
PIN_3289 (alvíz)	7,27	322	7,85	98,5	25,0
PIN_3290 (felvíz)	7,60	311	8,09	101,6	24,9
PIN_3291 (felvíz)	7,37	309	8,07	100,3	24,6
PIN_3292 (alvíz)	7,47	338	7,61	99,0	25,0
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**6,5-9,0**	**700**	**7,0**	**70-120**	**-**

37. táblázat. A Pinka (felsőcsatári duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei

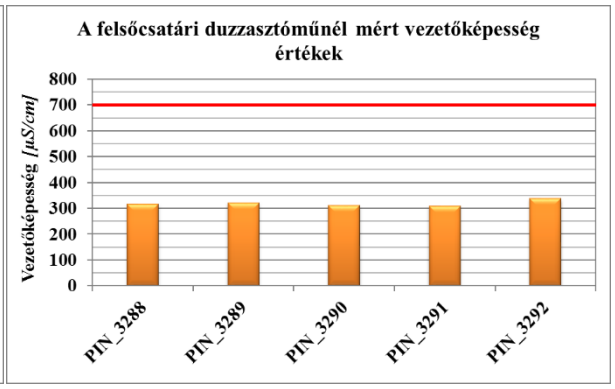
A Pinka folyó felsőcsatári duzzasztóművének környezetében szintén összesen öt mintavételi pontot jelöltünk ki, ám itt hármat a duzzasztómű előtti, kettőt az azt követő folyószakaszon. A helyszíni vízminőségi eredmények alapján minden paraméter teljesíti a jó vízminőségi állapotot meghatározó határértékeket.

Az alvízi szakaszon az alacsonyabb vízszint miatt jelentkező enyhe hőmérsékletemelkedés ismét megfigyelhető volt. Ezen felül az alvízi szakaszokon a fajlagos elektromos vezetőképesség értéke (mely a vizek oldott só tartalmára utal) enyhén megemelkedett, az oldott oxigén koncentrációja és telítettsége azonban kis mértékben lecsökkent. Ez utóbbi jelenségnek oka lehet a hőmérséklet emelkedése és az a tény, hogy a felvízi szakaszon az oxigén túltelített állapotban volt (az oxigén telítettség értéke 100% feletti az

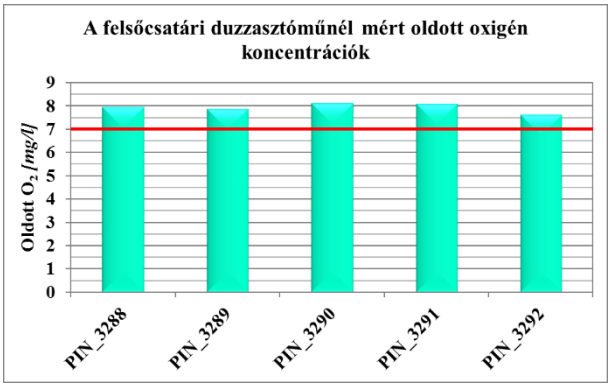
adott hőmérsékletekre), mely az áramlási viszonyok megváltozása miatt csökkenhetett vissza a telítési szint alá.



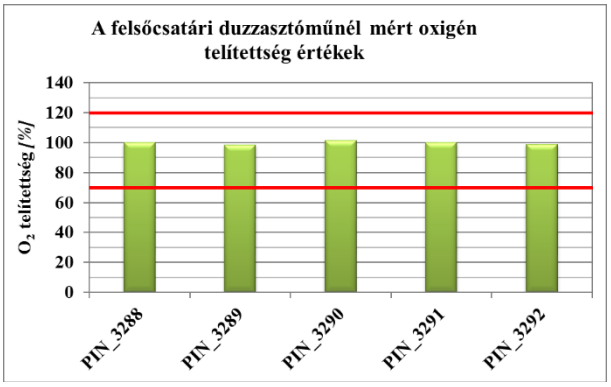
98. ábra. A felsőcsatári duzzasztóműnél mért pH értékek



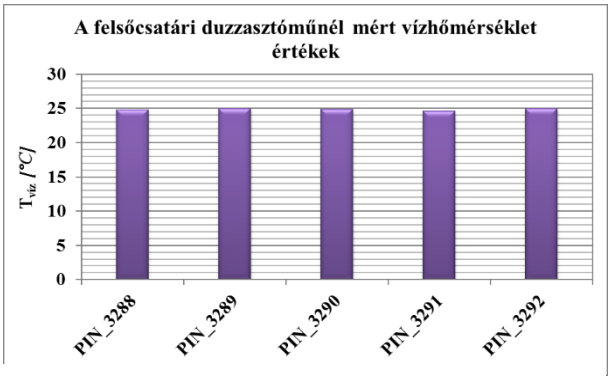
99. ábra. A felsőcsatári duzzasztóműnél mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékek



100. ábra. A felsőcsatári duzzasztóműnél mért oldott oxigén koncentrációk



101. ábra. A felsőcsatári duzzasztóműnél mért oxigén telítettség értékek



102. ábra. A Pinka (felsőcsatári duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei – vízhőmérséklet

A Pinka, felsőcsatári duzzasztómű környezetében vett vízminták laboratóriumi eredményeit a **38. táblázatban** foglaltuk össze, valamint a **103–112. ábrán** szemléltetjük, amelyek alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le.

A felsőcsatári duzzasztómű környezetében vett vízminták többnyire magas, 20-31 mg/l közötti **lebegőanyag** tartalommal jellemezhetők (**111. ábra**). A tartománynál kicsit magasabb értéket (43 mg/l) rögzítettünk az alvízi *PIN_3292* mintavételi pontnál.

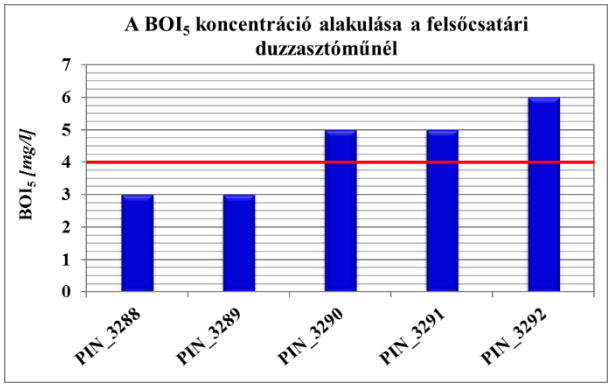
A **szervesanyag** tartalom tekintetében elmondható, hogy a **KOI_{Cr}** koncentráció a vizsgált mintavételi pontokon szűk tartományban mozgott (15,8-18,7 mg/l), egyik mérési ponton sem haladta meg a jogszabályban előírt határértéket (**104. ábra**). A vizsgálati pontokon mért **BOI_5** értékek több esetben is meghaladták az előírt 4 mg/l-es határértéket. A legmagasabb értéket (6 mg/l) a *PIN_3292* alvízi mérési ponton mértük (**103. ábra**).

A minták **klorid-ion** tartalma egységes képet mutat, minden esetben a vonatkozó jogszabályban meghatározott határérék alatti értékeket mértünk (**112. ábra**).

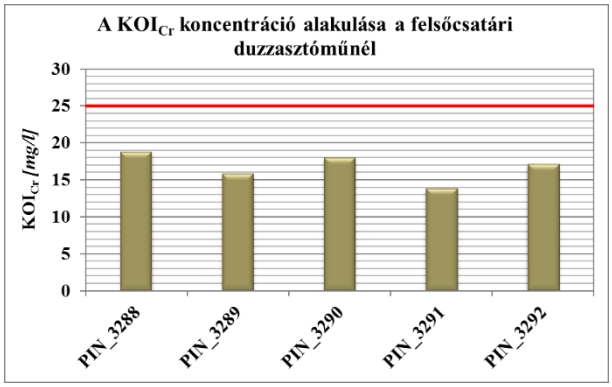
A **növényi tápanyag** formákra vonatkozóan elmondható, hogy a **nitrát-nitrogén,** a **nitrit-nitrogén,** az **ammónium-nitrogén** és az **összes nitrogén** értékek nem haladták meg a rendeletben meghatározott határértéket, amelyek rendre 3 mg/l, 0,06 mg/l, 0,3 mg/l és 4 mg/l (**105–108. ábra**). Az **ortofoszfát-foszor** koncentrációk jellemzően az előírt határérték tartományba estek. Egy esetben, a *PIN_3292* alvízi mérési ponton tapasztaltunk kis mértékű határérték túllépést, itt 0,11 mg/l ortofoszfát-foszfor koncentrációt mértünk (**109. ábra**). Az **összes foszfor** értéke az előző mintavételi pontokhoz hasonlóan alakult, az értékek 0,13-0,26 mg/l között ingadoztak, két esetben határérték túllépést tapasztaltunk (**110. ábra**).

Mintavételi pont	LA	KOI_{Cr}	BOI_5	NO_3-N	NO_2-N	NH_4-N	TN	PO_4-P	TP	Cl^-
	[mg/l]	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***
PIN_3288 (felvíz)	20	18,7	3	0,87	0,05	<0,016	1,00	0,09	**0,21**	27,6
PIN_3289 (alvíz)	30	15,8	3	1,10	0,05	<0,016	1,30	0,09	0,15	30,8
PIN_3290 (felvíz)	31	17,9	**5**	0,97	0,05	0,062	1,60	0,09	0,20	28,6
PIN_3291 (felvíz)	25	13,8	**5**	1,09	0,05	<0,016	1,40	0,05	**0,26**	30,5
PIN_3292 (alvíz)	43	17,1	**6**	1,57	0,05	<0,016	1,70	**0,11**	0,13	29,9
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**-**	**25**	**4**	**3**	**0,06**	**0,3**	**4**	**0,05-0,10**	**0,2**	**50**

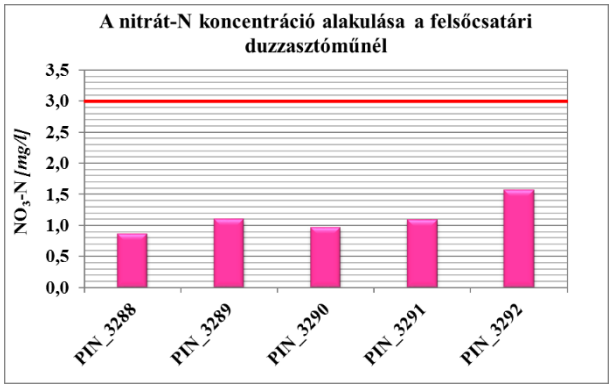
38. táblázat. A Pinka (felsőcsatári duzzasztómű) laboratóriumi vízminőség-vizsgálati eredményei



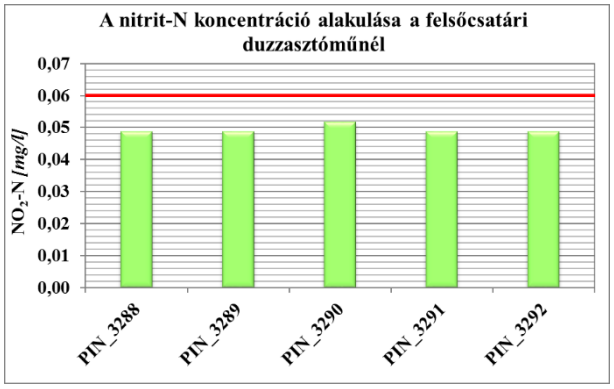
103. ábra. A szervesanyag tartalom (BOI_5) alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél



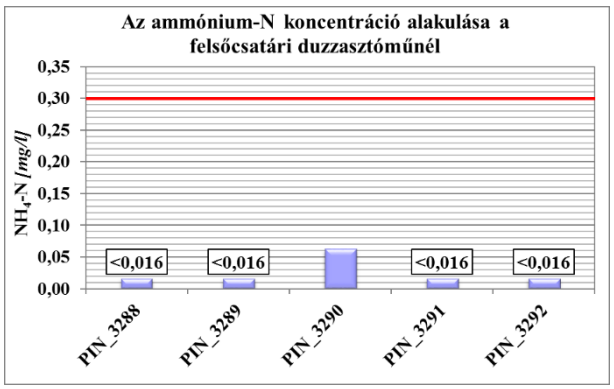
104. ábra -A szervesanyag tartalom (KOI_{Cr}) alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél



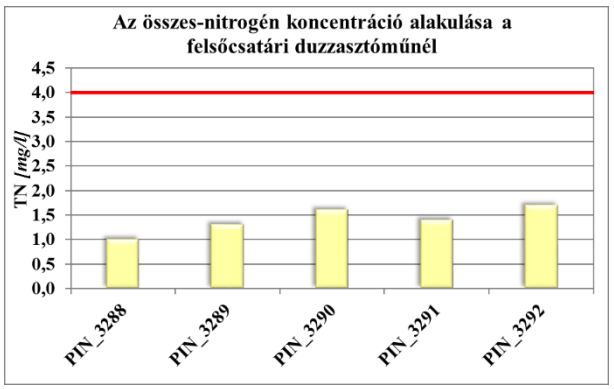
105. ábra. A nitrát-nitrogén koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél



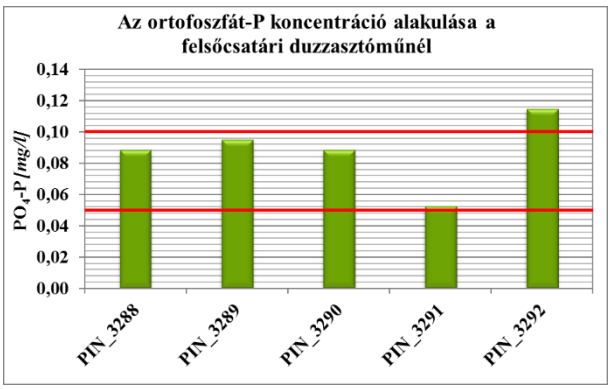
106. ábra. A nitrit-nitrogén koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél



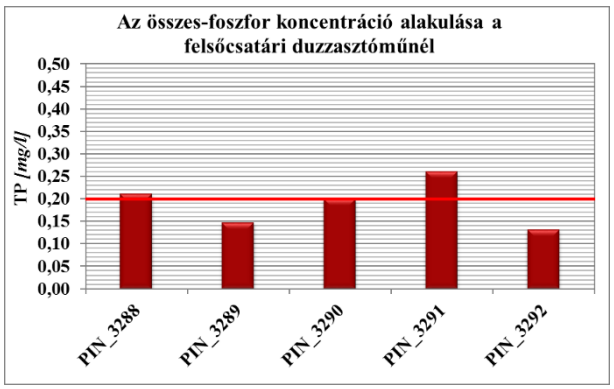
107. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél



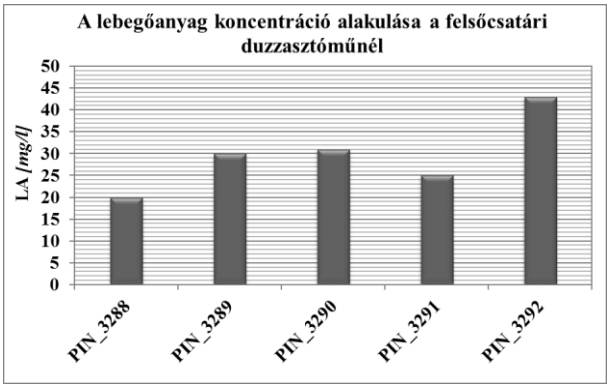
108. ábra. Az összes nitrogén koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél



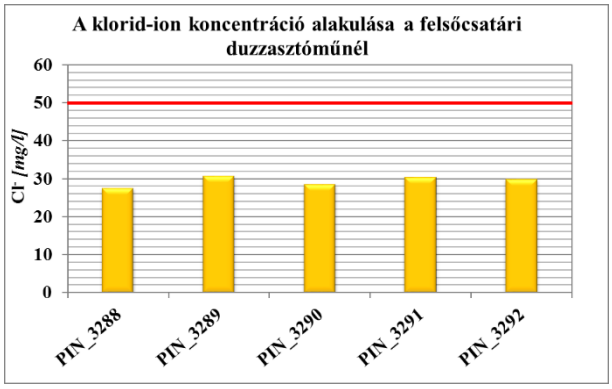
109. ábra. Az ortofoszfát-foszfor koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél



110. ábra. Az összes foszfor koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél



111. ábra. A lebegőanyag koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél



112. ábra. A klorid-ion koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél

Vízkémiai vizsgálatok 2019-es eredményei

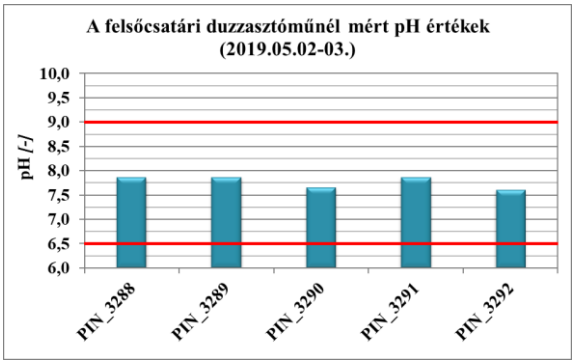
A helyszíni vízminőségi mérések eredményeit az **39.** és a **113. –117.** szemléltetik.

Mintavételi pont	**Mintavétel ideje**	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	T
		[-]	***[µS/cm]***	***[mg/l]***	***[%]***	***[°C]***
PIN_3288 (felvíz)	13:22	7,86	333	9,33	96,0	17,2
PIN_3289 (alvíz)	12:32	7,86	362	9,38	93,9	13,3
PIN_3290 (felvíz)	13:38	7,65	345	9,08	96,4	15,6
PIN_3291 (felvíz)	13:51	7,86	353	9,33	97,4	15,5
PIN_3292 (alvíz)	12:10	7,61	357	9,61	99,9	14,7
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)		**6,5-9,0**	**700**	**7,0**	**70-120**	**-**

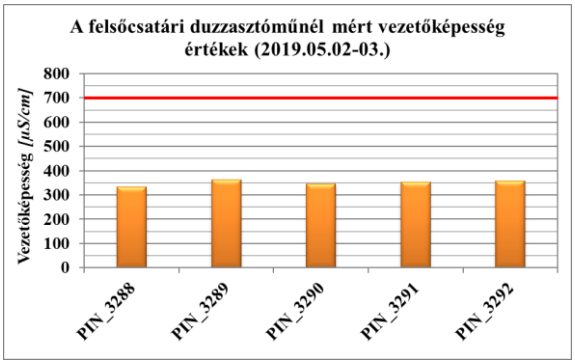
39. táblázat. A Pinka (felsőcsatári duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei (2019.05.02-03.)

A Pinka folyó felsőcsatári duzzasztóművének környezetében az előző munkaszakaszban összesen öt mintavételi pontot jelöltünk ki, hármat a duzzasztómű előtti, kettőt az azt követő folyószakaszon, a mérések ennek megfelelően ismét ezen pontok környezetében történtek. A helyszíni vízminőségi eredmények alapján jelen mérési alkalommal is minden paraméter teljesíti a jó vízminőségi állapotot meghatározó határértékeket.

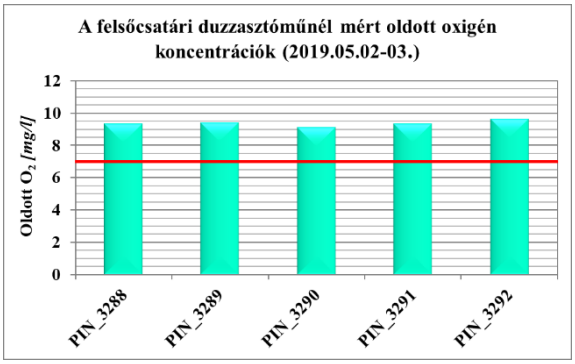
A hőmérséklet 13,3-17,2 °C között változott, a mintavétel időpontjától és a mintavételi pont napos vagy árnyékos voltától függően. Az alvízi szakaszon a fajlagos elektromos vezetőképesség értékének (mely a vizek oldott só tartalmára utal) csekély megemelkedését figyelhettük meg. Az oldott oxigén koncentrációja és telítettsége a hőmérséklet növekedésével arányosan kis mértékben csökkent.



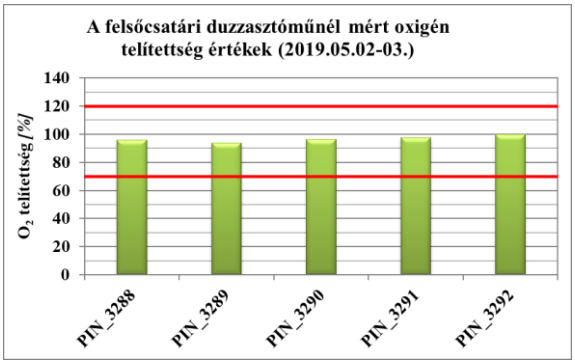
113. ábra. A felsőcsatári duzzasztóműnél mért pH értékek



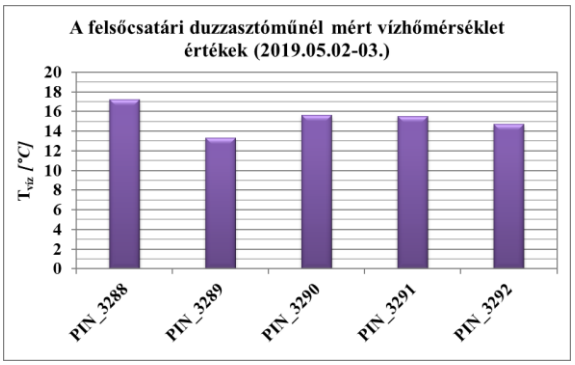
114. ábra. A felsőcsatári duzzasztóműnél mért vezetőképesség értékek



115. ábra. A felsőcsatári duzzasztóműnél mért oldott oxigén koncetrációk



116. ábra. A felsőcsatári duzzasztóműnél mért oxigén telítettség értékek



117. ábra. A Pinka (felsőcsatári duzzasztómű) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei – vízhőmérséklet (2019.05.02-03.)

A Pinka, felsőcsatári duzzasztómű környezetében vett vízminták laboratóriumi eredményeit az **40. táblázatban** foglaltuk össze, valamint az **118–126. ábrán** szemléltetjük, amelyek alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le.

A felsőcsatári duzzasztómű környezetében vett vízminták 10-14 mg/l közötti **lebegőanyag** tartalommal jellemezhetők (**124. ábra**), mely az évszaki sajátosságoknak megfelelő.

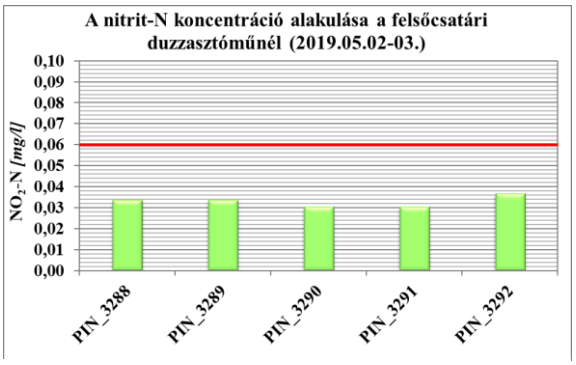
A **szervesanyag** tartalom tekintetében elmondható, hogy a **KOI_{Cr}** koncentráció a vizsgált mintavételi pontokon széles tartományban mozgott (9,5-21,7 mg/l), ám egyik mérési ponton sem haladta meg a jogszabályban előírt határértéket (**126. ábra**). A KOI_{Cr} értékei a lebegőanyag tartalommal arányosak, magasabb lebegőanyag koncentrációhoz magasabb kémiai oxigénigény társul. A vizsgálati pontokon mért **BOI_5** értékek minden esetben a kimutatási határ alá estek (<3 mg/l), így az előírt határértékeket sem lépték át.

A minták **klorid-ion** tartalma megközelítően egységes képet mutat (32,6-35,1 mg/l), minden esetben a vonatkozó jogszabályban meghatározott határérték (50 mg/l) alatti értékeket mértünk (**125. ábra**).

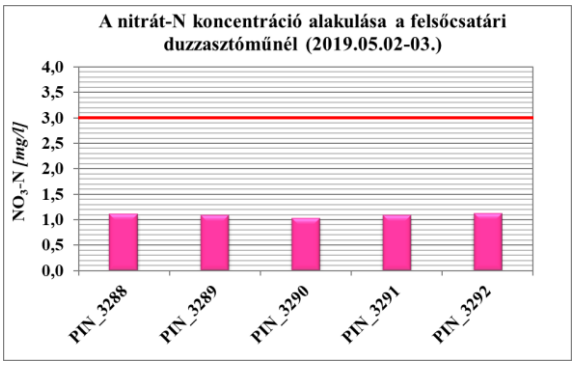
A **növényi tápanyag** formákra vonatkozóan elmondható, hogy a **nitrát-nitrogén,** a **nitrit-nitrogén,** az **ammónium-nitrogén** és az **összes nitrogén** értékek nem haladták meg a rendeletben meghatározott határértéket (**118–121. ábra).** Az **ortofoszfát-foszfor** koncentrációk szintén az előírt határérték tartományba estek (**122. ábra**). Az **összes foszfor** értéke a korábbi mintavételnél jelentősen alacsonyabbnak adódott, az értékek 0,06-0,08 mg/l között ingadoztak, nem tapasztaltunk határérték túllépést (**123. ábra**).

Mintavételi pont	LA	KOI_{Cr}	BOI_5	NO_3-N	NO_2-N	NH_4-N	TN	PO_4-P	TP	Cl^-
	[mg/l]	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***
PIN_3288 (felvíz)	12	6,3	<3	1,11	0,03	0,016	2,9	0,04	0,05	34,5
PIN_3289 (alvíz)	14	21,7	<3	1,08	0,03	0,016	2,7	0,03	0,04	32,6
PIN_3290 (felvíz)	10	9,5	<3	1,02	0,03	0,109	3,3	0,04	0,05	33,8
PIN_3291 (felvíz)	11	10,9	<3	1,08	0,03	0,016	2,7	0,04	0,05	33,1
PIN_3292 (alvíz)	12	11,6	<3	1,12	0,04	0,016	3,4	0,05	0,05	35,1
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**-**	**25**	**4**	**3**	**0,06**	**0,3**	**4**	**0,05-0,10**	**0,2**	**50**

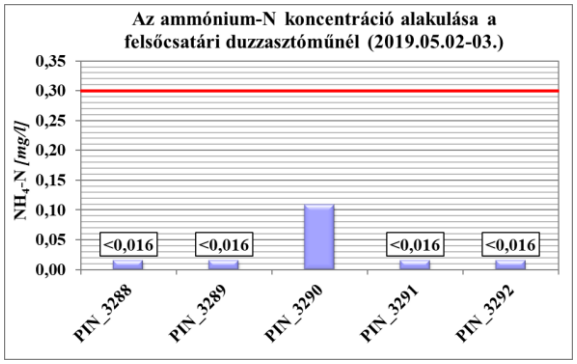
40. táblázat. A Pinka (felsőcsatári duzzasztómű) laboratóriumi vízminőség-vizsgálati eredményei (2019.05.02-03.)



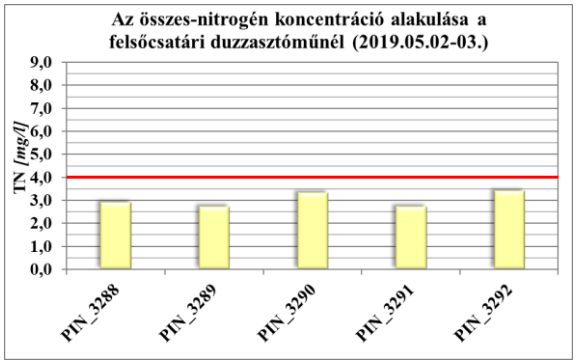
118. ábra. A nitrit-nitrogén koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



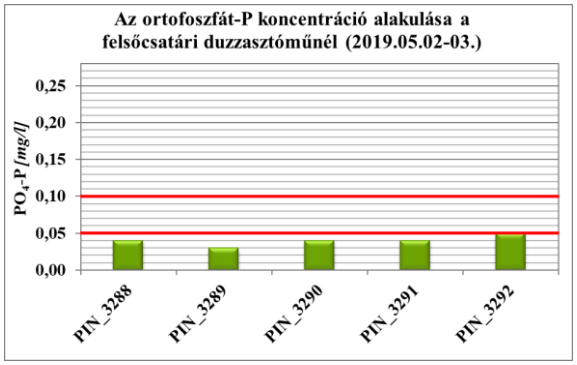
119. ábra. A nitrát-nitrogén koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



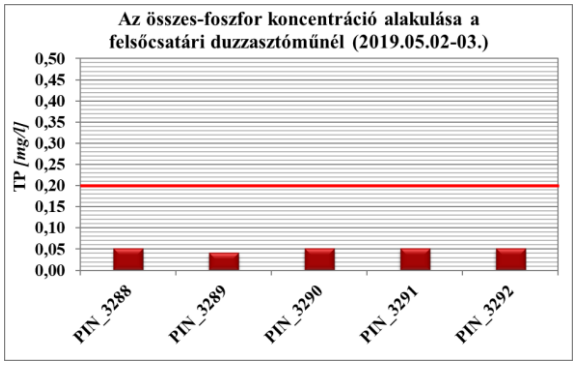
120. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



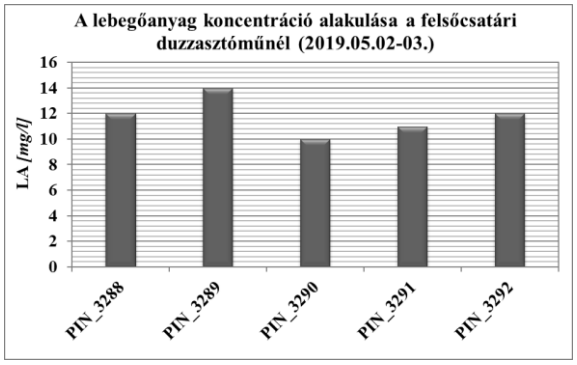
121. ábra. Az összes nitrogén koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



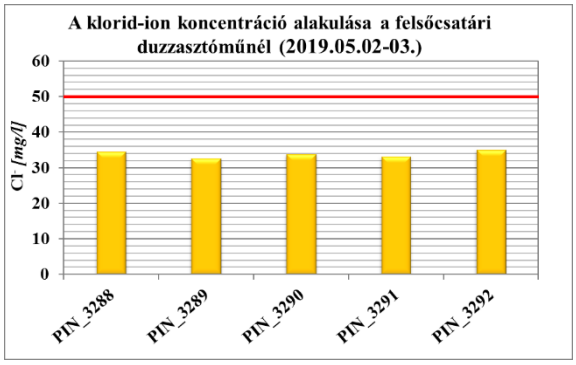
122. ábra. Az ortofoszfát-foszfor koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



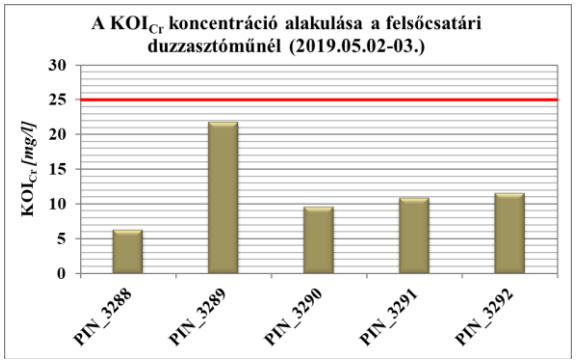
123. ábra. Az összes foszfor koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



124. ábra. A lebegőanyag koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



125. ábra. A klorid-ion koncentráció alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)



126. ábra. A szervesanyag tartalom (KOICr) alakulása a felsőcsatári duzzasztóműnél (2019.05.02-03.)

3.3.4.2. A makrofiton vizsgálatának eredményei

Értékelés a makrofiton eredményei alapján

A vizsgált Pinka szakaszt a víztest tipológia alapján a „kis- és közepes méretű folyók” (SRw) kategóriába soroljuk. A vizsgált felvízi első szakaszon minimális árnyékolás mellett keskeny mocsári vegetáció mutatkozott a locsolási zóna szélén, a növényzet összborítása itt 8% körül mozgott, majd alvízi irányba haladva kiszélesedett (18-20% volt), a vizsgált szakasz végén pedig ismét összeszűkült. Az első szakaszon a szegényes mocsári vegetációt a nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*) alkotta. Az 1%-os borítási értéket az említett fajon kívül a fehér tippan (*Agrostis stolonifera*) érte csak el. Ezután alvízi irányban haladva a kiszélesedő mocsári zóna jelentős részét a törvényi oltalom alatt álló **bánsági sás (*Carex buekii*)** kezdte képezni. Mellette a nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*), illetőleg több inváziós lágyszárú növényfaj jelent meg: bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera*), magas aranyvessző (*Solidago gigantea*), cseh óriáskeserűfű (*Reynoutria × bohemica*). A mocsári növényzetet ezeken a részeken még a mocsári sás (*Carex acutiformis*), az éles sás (*Carex acuta*), és a parti sás (*Carex riparia*) képezte. Az említettek mellett a zavarástűrő fajok is megjelentek, így például a közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*), vagy a közönséges erdeikáka (*Scirpus sylvaticus*). A belógó szárazföldi növényzetet főként a hamvas szeder (*Rubus caesius*) képezte. Emellett néhány fafaj is megjelent a locsolási zónában, mint például a mezei juhar (*Acer campestre*), vagy a törékeny fűz (*Salix fragilis*).

Az 1%-os borítási értéket meg nem haladó kísérőfajok a következők voltak: deréce veronika (*Veronica beccabunga*), fodros harmatkása (*Glyceria notata*), réti füzény (*Lythrum salicaria*), fehér tippan (*Agrostis stolonifera*), réti ecsetpázsit (*Alopecurus aequalis*), felfutó szulák (*Calystegia sepium*), négyélű füzike (*Epilobium tetragonum*), vízi harmatkása (*Glyceria maxima*), vad rizsfű (*Leersia oryzoides*), pénzlevelű lizinka (*Lysimachia nummularia*), vízi menta (*Mentha aquatica*), vörös acsalapu (*Petasites hybridus*), szárnyas görvélyfű (*Scrophularia umbrosa*). A mocsári vegetációban megjelenő, üde élőhelyekhez kötődő zavarástűrő fajok a következők voltak: vízi csillaghúr (*Myosoton aquaticum*), mezei zsurló (*Equisetum arvense*), békaszittyó (*Juncus effusus*), borsos keserűfű (*Persicaria hydropiper*), lapulevelű keserűfű (*Persicaria lapathifolia*), ebszőlő csucsor (*Solanum dulcamara*). A vizsgálati zónában mutatkozó néhány szárazföldi növényfaj a következő volt: podagrafű (*Aegopodium podagraria*), erdei szálkaperje (*Brachypodium sylvaticum*), siska nádtippan (*Calamagrostis epigeios*), bódító baraboly (*Chaerophyllum temulum*), erdei pajzsika (*Dryopteris filix-mas*), olocsáncsillaghúr (*Stellaria holostea*). Közülük a kifejezetten zavarástűrő fajok a következők voltak: ragadós galaj (*Galium aparine*), felfutó komló (*Humulus lupulus*), murvás lórom (*Rumex conglomeratus*). A hínárvegetációt az említett szakaszokon 1% alatti borítási érték mellett csupán a nagy tüskéshínár (*Najas marina*) képezte.

Az alvízi területen a vizsgálati szakaszon a növényzet összborítása 17-18% körül mozgott. A mocsári növényzetet alkotó fajok a következők voltak: nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*). Emellett az

inváziós bíbor nebáncsvirág (*Impatiens glandulifera*), valamint a szárazföldről belógó hamvas szeder (*Rubus caesius*) mutattak néhány százalékos borítási értéket. A fafajok közül a törékeny fűz (*Salix fragilis*) lógott még bele a vizsgálati zónába. Az 1%-os borítási értéket meg nem haladó fajok közül a mocsári növényzetet alkotó fajok a zavarástűrők közül kerültek ki: közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*), lapulevelű keserűfű (*Persicaria lapathifolia*), nagy csalán (*Urtica dioica*). A fafajok közül a kosárkötő fűz (*Salix viminalis*) volt még jelen a területen.

Ökológiai állapotértékelés

A Pinka vizsgálat által érintett felvízi szakaszain az EQR számításához alkalmazott módszer feltételeként szabott indikátor fajok abundancia értékének összege csupán egy szakaszon, a 2018. évi felmérés során érte el a 16-os értéket. Itt a ***jó*** értéknek voltak megfeleltethetők a kapott EQR eredmények. Az eredmények a keskeny mocsári zóna jelenlétével magyarázhatók, melyek nem tették lehetővé megfelelő számú mocsári, illetőleg egyéb, a számítás szempontjából releváns, üde élőhelyekhez kötődő faj megjelenését.

Az alvízi szakaszokon a felvíziekhez hasonló okok miatt a számított index értéke nem volt megbízható.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	EQR értéke 2018	Ökológiai állapotminőségi osztály 2018	EQR értéke 2019	Ökológiai állapotminőségi osztály 2019	Ökol. állapot
PIN_3291	Pinka, Felsőcsatári-szőlőhegy (Felsőcsatár)	950	Duzzasztott	0,58	Nem értékelhető	0,59	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
PIN_3290	Pinka, Felsőcsatári-szőlőhegy (Felsőcsatár)	560	Duzzasztott	0,53	Nem értékelhető	0,59	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
PIN_3288	Pinka, Gyermeküdülő (Felsőcsatár)	200	Duzzasztott	0,42	Jó	0,52	Nem értékelhető	**Jó**
PIN_3289	Pinka, Niderbergi út (Felsőcsatár)	280	Alvíz	0,4	Nem értékelhető	0,59	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
PIN_3292	Pinka (Felsőcsatár)	890	Alvíz	0,46	Nem értékelhető	0,52	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**

41. táblázat. A magasabb rendű növényzet alapján kapott ökológiai állapotminőségi osztályok az egyes mintavételi szelvényekben

3.3.4.3. A vízi makroszkópikus gerinctelen közösség vizsgálatának eredményei

Értékelés az MZB fajegyüttes faunisztikai és mennyiségi eredményei alapján

A Pinka felsőcsatári duzzasztóművének a makroszkópikus vízi gerinctelen faunára gyakorolt hatását vizsgálva 5 mintavételi szelvényben végeztünk a fauna mennyiségi viszonyainak feltárására irányuló vizsgálatokat.

A vizsgálatra kijelölt mintavételi szelvényekben a 2018. nyári és a 2019. tavaszi vegetációs periódusában végzett mennyiségi felméréseink eredményeként összesen 10 nagyobb rendszertani csoportba tartozó, 67 makrogerinctelen taxon jelenlétét igazoltuk. A felmérések eredményei szerint, a vizsgálati egységekből 3 vízicsiga (Gastropoda), 4 kagyló (Bivalvia), 14 kérész (Ephemeroptera), 4 álkérész (Plecoptera), 3 magasabbrendű rák (Malacostraca), 9 szitakötő (Odonata), 5 vízi poloska (Heteroptera), 2 pióca (Hirudinea), 6 vízibogár (Coleoptera) és 21 tegzes (Trichoptera) taxon került elő.

A felmért Pinka szakasz makroszkópikus vízi gerinctelen faunája is viszonylag gazdagnak mondható. A kimutatott fajok között olyan taxonok előfordulását is bizonyítottuk, amelyek természetvédelmi szempontból kiemelt értéket képviselnek. Ilyen fajok voltak például az *Aquarius najas*, amely a duzzasztómű mindkettő alvízi mintavételi szelvényében ((PIN_3289, PIN_3292) a vízparti áramlásmentes zugok térségében a faciált népesítik be. A szitakötő-faunában találhatjuk a legtöbb kimutatott védett fajt. A partmenti mederrészekben, ahol a vízparti növényállomány árnyékoló hatása érvényesül, az alámosott gyökerek között a *Calopteryx virgo* példányait fogtuk meg a PIN_3291 kódú (legfelső), a duzzasztómű közvetlen környezetében lévő PIN_3298, és az alvízi PIN_3292 kódú mintavételi szelvényben. A Pinkában is kimutattuk a homokosabb mederszelvények üledékében élőhelyet találó *Gomphus flavipes* állományait a felvízi mintavételi szelvényekben (PIN_3291, PIN_3290, PIN_3288). A homokos-iszapos szemcsefrakcióval rendelkező mederrészekben, ahol durvább szervestörmelék felhalmozódása jellemző, a *Gomphus vulgatissimus* állományait detektáltuk. A Pinka csaknem teljes vizsgált szakaszán a leginkább jellemző habitatok ezek a finomszemcséjű élőhelyfragmentumok voltak, így a *G. vulgatissimus* is a teljes vizsgált hossz-szelvény mentén jelen volt. Azokban a mederszelvényekben (PIN_3289, PIN_3291, PIN_3292), ahol nagyobb kövek között sóder felhalmozódása figyelhető meg az *Onychogomphus forcipatus*, míg a homokos-sóderes dominanciájú habitatfoltokban az *Ophiogomphus cecilia* példányait mutattuk ki. Ez utóbbi a teljes vizsgált szakaszon megtalálta a számára megfelelő élőhelyi feltételeket. A mederanyagösszetétel a kagylóknak is kedvezett, így a védett *Unio crassus* faj példányait is megtaláltuk, a duzzasztómű alvízi és felvízi szakaszán egyaránt, minden mintavételi szelvényben.

A duzzasztómű fajösszetételre gyakorolt hatása nem bizonyítható, tekintettel arra, hogy közel azonos típusú élőhelyek vannak jelen az összes vizsgált szelvényben. Színezőelemként megjelenhetnek durvább kavics, finomabb szemcsefrakciójú agyag, illetve mesterséges kőszórás alkotta élőhelyek. Ugyanakkor a teljes vizsgált mederszakaszon jellemző a szervesanyag felhalmozódása.

Elvégeztük a mintavételi szelvények mennyiségi szempontú összehasonlító vizsgálatát a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttes mintavételi eredményeiből származtatott paraméterek, úgymint az összes fajszám, összes egyedsűrűség, karakterfajok száma és a karakterfajok egyedsűrűsége alapján (**127. ábra, 42. táblázat**).

Az elemzések során nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget az összes taxon fajszáma (KW=6,0 df=29 p>0,05), az összes taxon egyedsűrűsége (KW=7,7 df=29 p>0,05), a karakterfajok száma (KW=4,8 df=29 p>0,05) és a karakterfajok egyedsűrűség (KW=4,1 df=29 p>0,05) értékei esetében sem.

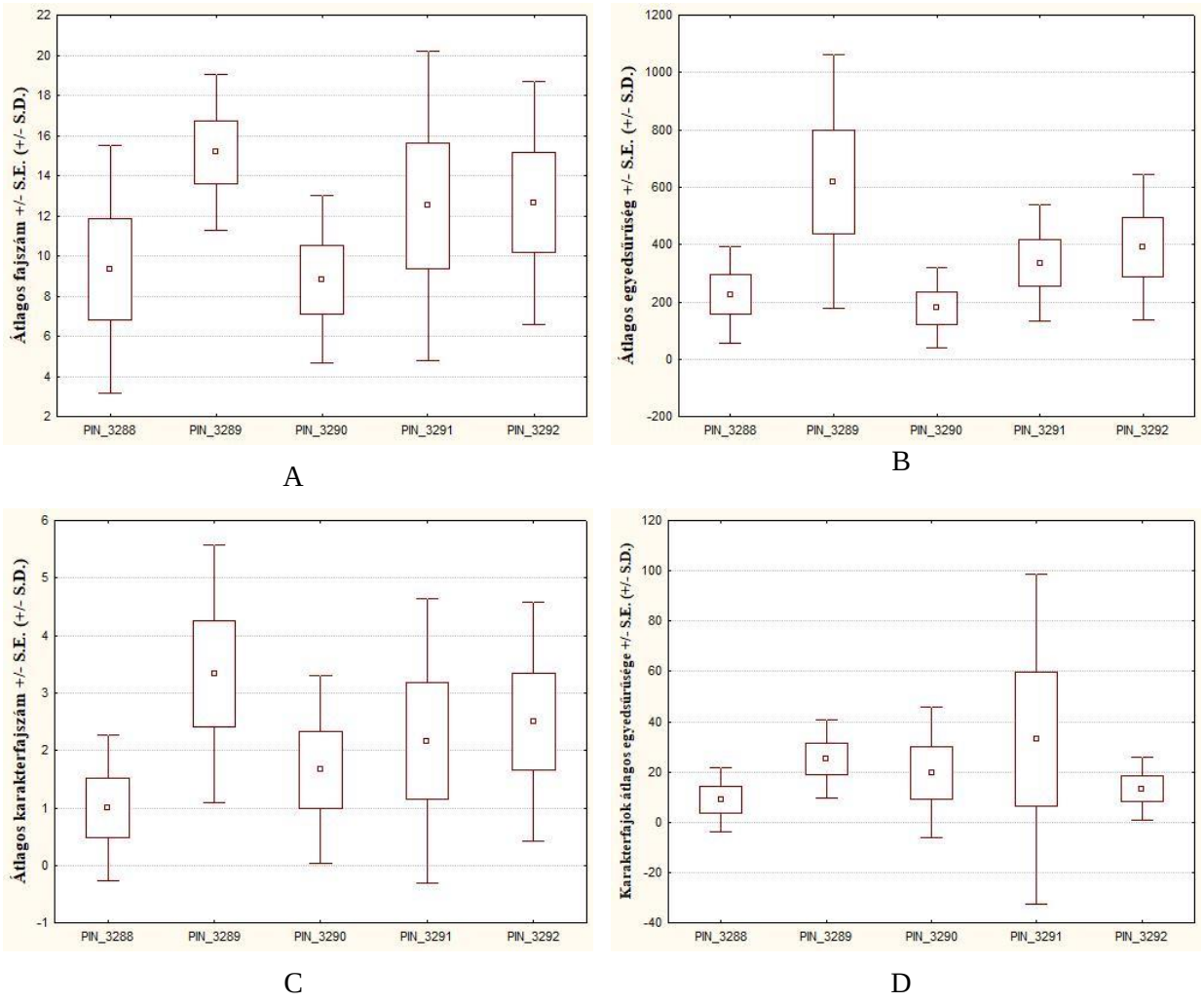
Mintavételi hely kódja	Átlagos összes taxonszám (átl./SE)	Átlagos összes denzitás (átl./SE)	Átlagos összes karakterfaj-szám (átl./SE)	Átlagos összes karakterfaj-denzitás (átl./SE)
PIN_3291	12,5 ± 3,1	335,5 ± 82,4	2,2 ± 1,01	33,07 ± 26,8
PIN_3290	8,8 ± 1,7	178,7 ± 56,7	1,7 ± 0,7	19,7 ± 10,6
PIN_3288	9,3 ± 2,5	225,07 ± 69,03	1 ± 0,5	9,07 ± 5,3
PIN_3289	15,07 ± 1,6	619,2 ± 180,1	3,3 ± 0,9	25,07 ± 6,4
PIN_3292	12,7 ± 2,5	389,87 ± 103,9	2,5 ± 0,8	13,33 ± 5,2

42. táblázat. A vízi gerinctelen közösség számított értékeinek (átl. ± S.E.) alakulása a felmért Rába szakaszokon

A teljes vizsgált Pinka szakaszra jellemző a psammal dominanciája, amely mellett kisebb-nagyobb arányban sóder és agyag előfordulásával is számolhattunk, azonban ezek az élőhelybeli eltérések nem bizonyultak elégnek ahhoz, hogy statisztikai úton is érzékelhessük. Azonban a fajszám és egyedsűrűség értékeket vizsgálva megállapítható, hogy a legalacsonyabb értékekkel minden esetben a duzzasztóműhöz legközelebbi felvízi mintavételi szelvény (PIN_3288) rendelkezett.

A védett fajok egyedsűrűsége a vizsgált Pinka szakaszon az alábbiak szerint alakult: *Aquarius najas* (0,75 ± 0,5 ind./m^2 ± S.E.), *Calopteryx virgo* (4,2 ± 2,0 ind./m^2 ± S.E.), *Gomphus flavipes* (1,07 ± 0,5 ind./m^2 ±

S.E.), *Gomphus vulgatissimus* (29,65 ± 6,03 ind./m^2 ± S.E.), *Onychogomphus forcipatus* (1,07 ± 0,6 ind./m^2 ± S.E.), *Ophiogomphus cecilia* (2,24 ± 0,6 ind./m^2 ± S.E.), *Unio crassus* (1,17 ± 0,3 ind./m^2 ± S.E.).



127. ábra. A felmért mintavételi szelvények makroszkópikus vízi gerinctelen közösségének átlagos összes fajszám (A), összes egyedsűrűség (B), átlagos karakterfajszám (C) és karakterfajok átlagos egyedsűrűség értékeinek alakulása (átlag ± SE ± SD)

Ökológiai állapotértékelés

Összehasonlítottuk a mintavételi szelvényeket a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttesre kidolgozott Q_{BAP} ökológiai állapotértékelő index segítségével. Az index a víztesttípusra jellemző karakterfajok jelenlét-hiányát, valamint azok egyedsűrűségének referencia értékhez viszonyított értékeit veszi figyelembe az ökológiai állapotértékelés során.

A felmérési eredményeink szerint négy esetben (PIN_3291, PIN_3290, PIN_3288, PIN_3289) ***„közepes”*** és egy esetben (PIN_3292) ***„jó”*** ökológiai állapotot mutattunk ki (**43. táblázat**).

A duzzasztóműtől felvízi irányban fekvő mintavételi szelvények mind ***„közepes”*** osztályzatot kaptak, csakúgy, mint a duzzasztómű alatti első szelvény, azonban ez nem sokkal maradt el a tőle kb. 700 méterre kijelölt PIN_3292-es mintavételi szelvénytől, ha a Q_{BAP} pontszámokat vesszük figyelembe. ***Tehát a Pinkán létesített duzzasztómű kevésbé van drasztikus hatással a víztest élőhelyösszetételére és makrogerinctelen faunájára, amelyet a mennyiségi eredményeken túl az ökológiai állapotértékelés is alátámaszt.***

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	2018 Q_{BAP}	2018 Ökol. állapot	2019 Q_{BAP}	2019 Ökol. állapot	Ökol. állapot
PIN_3291	Pinka, Felsőcsatári-szőlőhegy (Felsőcsatár)	950	Duzzasztott	24	Rossz	110	Közepes	**Közepes**
PIN_3290	Pinka, Felsőcsatári-szőlőhegy (Felsőcsatár)	560	Duzzasztott	16	Rossz	80	Közepes	**Közepes**
PIN_3288	Pinka, Gyermeküdülő (Felsőcsatár)	200	Duzzasztott	8	Rossz	104	Közepes	**Közepes**
PIN_3289	Pinka, Niderbergi út (Felsőcsatár)	280	Alvíz	80	Közepes	140	Közepes	**Közepes**
PIN_3292	Pinka (Felsőcsatár)	890	Alvíz	72	Közepes	148	Jó	**Jó**

43. táblázat. A felmérések során vizsgált mintavételi szelvények ökológiai állapot-minőségi osztályainak összehasonlító táblázata a vízi makroszkópikus gerinctelenek felmérési eredményei alapján (Pinka mintavételi szelvények 9. clusterág, referencia érték: 300

3.3.4.4. A halak vizsgálatának eredményei

Értékelés a halak minőségi és mennyiségi viszonyai alapján

A felsőcsatári duzzasztás halfaunáját összesen öt mintavételi területen, két alkalommal vizsgáltuk, eltérő vegetációs periódusban. A mintavételek során 19 halfaj összesen 2002 egyedét azonosítottuk (**44. táblázat**). A természetvédelmi szempontból értékes, védett, fokozottan védett, illetve az Élőhelyvédelmi Irányelv hatálya alá eső fajokat **vastagítva** emeljük ki. A Magyarországon nem őshonos halfajokat a nevük mögé tett csillaggal (*) jelöljük.

A felsőcsatári duzzasztás hatásának vizsgálatára kijelölt mintavételi szelvényekben kimutatott fajok közül hét védett (***Alburnoides bipunctatus, Barbatula barbatula, Cobitis elongatoides, Gobio gobio, Leuciscus leuciscus, Rhodeus sericeus, Sabanejewia balcanica***). Fokozottan védett faj jelenlétét nem tudtuk igazolni. A vágó csík (***Cobitis elongatoides***), a szivárványos ökle (***Rhodeus sericeus***), a balkáni törpecsík (***Sabanejewia balcanica***) és a márna (***Barbus barbus***) is szerepel az Élőhelyvédelmi Irányelv valamely függelékében. A vizsgálat során három idegenhonos halfaj, a razbóra (***Pseudorasbora parva***), a szivárványos pisztráng (***Oncorhynchus mykiss***) és a naphal (***Lepomis gibbosus***) jelenlétét észleltük.

A felsőcsatári duzzasztás esetében a duzzasztás hatása felvízi rányban viszonylag kis hosszon érzékelhető, és a mértéke sem túl jelentős. A duzzasztás esetében a közvetlenül a gát fölötti szakasz jellemzően lágy üledékkel jellemezhető mederben folyik, kisebb, durvább mederanyagú foltokkal tarkítva. Felfelé haladva a duzzasztás hatása rövid időn belül mérséklődik, a meder jellemzően sekélyedik, a mederben több szakaszon a partmenti fásszárú vegetáció elhalt részeinek torlatait lehet felfedezni. A gyorsabb szakaszok a domolykónak (***Leuciscus cephalus***), míg a part menti lágyabb üledékes szakaszok a szivárványos öklének (***Rhodes sericeus***) biztosítanak kedvező élőhelyi adottságokat, mindkét faj előkerült valamennyi vizsgált szelvényben.

	Fajnév	Egyedszám	Relatív abundancia (%)
1	***Alburnoides bipunctatus***	479	23,93
2	*Alburnus alburnus*	105	5,24
3	***Barbatula barbatula***	19	0,95
4	***Barbus barbus***	149	7,44
5	*Chondrostoma nasus*	80	4,00
6	***Cobitis elongatoides***	2	0,10
7	*Esox lucius*	1	0,05
8	***Gobio gobio***	321	16,03
9	*Lepomis gibbosus* *	1	0,05
10	*Leuciscus cephalus*	498	24,88
11	***Leuciscus leuciscus***	6	0,30
12	*Oncorhynchus mykiss* *	1	0,05
13	*Pseudorasbora parva*	8	0,40
14	***Rhodeus sericeus***	290	14,49
15	*Rutilus rutilus*	36	1,80
16	***Sabanejewia balcanica***	1	0,05
17	*Salmo trutta morpha fario*	2	0,10
18	*Sander lucioperca*	1	0,05
19	*Vimba vimba*	2	0,10
összesen:		2002	100,00

44. táblázat. A felsőcsatári duzzasztás kijelölt mintavételi szelvényeiben észlelt halfajok, valamint összesített egyedszámuk és relatív abundancia (%) értékük

Az invazív halfajok alacsony faj- és egyedszámban fordulnak elő a vizsgált mintavételi szelvényekben. A duzzasztás hatásainak vizsgálatára kijelölt mintavételi szakaszok esetében a három kimutatott faj közül a szivárványos pisztráng (***Oncorhychus mykiss***) egyede feltételezhetően a határon túli szakaszokon történt telepítésből származik.

A legnagyobb egyedszámban fogott halfajok az áramláskedvelő sujtásos küsz (***Alburnoides bipunctatus***) és a domolykó (*Leuciscus cephalus*) voltak, előbbi egyedszáma (n=479), utóbbi egyedszáma (n=498), együtt a teljes minta közel 49%-a.

Az Élőhelyvédelmi Irányelv függelékeiben is szereplő szivárványos ökle (***Rhodeus sericeus***) magas egyedszámban, és feltételezhetően stabil állománnyal van jelen.

A szakaszon a nyúldomolykó (***Leuciscus leuciscus***) és a kövi csík (***Barbatula barbatula***) kis egyedszámban került kimutatásra, feltételezhetően állandó, stabil faunaelemekről van szó, azonban a környezeti adottságok miatt nagyobb egyedszámban történő megjelenésükre a későbbi időszakokban sem kell számítani.

A vizsgált területekre vonatkoztatva az egyes funkcionális guildeket a **45. táblázat** foglalja össze.

Elterjedés:	*Őshonos:* 16 faj	*Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Barbatula barbatula, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Cobitis elongatoides, Esox Lucius, Gobio gobio, Leuciscus cephalus, Leuciscus leuciscus, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus, Sabanejewia balcanica, Salmo trutta morpha fario, Sander lucioperca, Vimba vimba*
	Adventív: 3 faj	*Lepomis gibbosus, Oncorhynchus mykiss, Pseudorasbora parva*
Áramlás:	*Reofil:* 11 faj	*Alburnoides bipunctatus, Barbatula barbatula, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Gobio gobio, Leuciscus cephalus, Leuciscus leuciscus, Oncorhynchus mykiss, Sabanejewia balcanica, Salmo trutta morpha fario, Vimba vimba*
	Eurytop: 4 faj	*Alburnus alburnus, Cobitis elongatoides, Rutilus rutilus, Sander lucioperca*
	Stagnofil: 4 faj	*Esox Lucius, Lepomis gibbosus, Pseudorasbora parva, Rhodeus sericeus*
Táplálkozási habitat:	*Nyíltvíz:* 4 faj	*Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Leuciscus cephalus, Leuciscus leuciscus*
	Metafitikus: 5 faj	*Esox Lucius, Lepomis gibbosus, Pseudorasbora parva, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus*
	Bentikus: 10 faj	*Barbatula barbatula, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Cobitis elongatoides, Gobio gobio, Oncorhynchus mykiss, Sabanejewia balcanica, Salmo trutta morpha fario, Sander lucioperca, Vimba vimba*
Táplálkozási guild:	*Herbivor:* 1 faj	*Chondrostoma nasus*
	Omnivor: 7 faj	*Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Leuciscus cephalus, Leuciscus leuciscus, Pseudorasbora parva, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus*
	Planktivor: 1 faj	*Vimba vimba*
	Invertivor: 1 faj	*Lepomis gibbosus*
	Invertivor/Piscivor: 2 faj	*Oncorhynchus mykiss, Salmo trutta morpha fario*
	Inv./Bentivor: 1 faj	*Barbus barbus*
	Inv./Detritivor: 3 faj	*Barbatula barbatula, Cobitis elongatoides, Sabanejewia balcanica*
	Piscivor: 2 faj	*Esox Lucius, Sander lucioperca*
	Detritivor: 1 faj	*Gobio gobio*
	Parazita: 0 faj	-

Szaporodási guild:	*Litofil:* 8 faj	*Alburnoides bipunctatus, Barbatula barbatula, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Leuciscus cephalus, Oncorhynchus mykiss, Salmo trutta morpha fario, Vimba vimba*
	Fitofil: 3 faj	*Cobitis elongatoides, Esox Lucius, Sabanejewia balcanica*
	Fito-litofil: 6 faj	*Alburnus alburnus, Lepomis gibbosus, Leuciscus leuciscus, Pseudorasbora parva, Rutilus rutilus, Sander lucioperca*
	Pszammofil: 1 faj	*Gobio gobio*
	Ostracofil: 1 faj	*Rhodeus sericeus*
	Pelagofil: 0 faj	-
	Speleofil: 0 faj	-
	Lito-Pelagofil: 0 faj	-
	Ariadnofil: 0 faj	-
	Vivipar: 0 faj	-
Élőhely specializáció:	*Specialista:* 12 faj	*Alburnoides bipunctatus, Barbatula barbatula, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Gobio gobio, Leuciscus leuciscus, Oncorhynchus mykiss, Rhodeus sericeus, Sabanejewia balcanica, Salmo trutta morpha fario, Sander lucioperca, Vimba vimba*
	Generalista: 2 faj	*Cobitis elongatoides, Lepomis gibbosus*
	Zavarást tűrő: 5 faj	*Alburnus alburnus, Esox Lucius, Leuciscus cephalus, Pseudorasbora parva, Rutilus rutilus*

45. táblázat. Az érintett szakaszok halfajainak funkcionális guild csoportosítása

Ökológiai állapotértékelés

A felsőcsatári duzzasztás EQR értékeit vizsgálva, azt tapasztalhatjuk, hogy mind a duzzasztás alvizén, mind a duzzasztott szakaszok esetében kapott értékek alapján a szakaszok ökológiai állapota a ***közepes*** kategóriába esik. A ***közepes*** kategórián belül azonban a kapott EQR értékek az alvízi szakaszok esetében átlagosan magasabb értéket mutatnak, mint a duzzasztás által érintett mederrészek esetén, ami bár kis mértékben, de mutatja a duzzasztás kedvezőtlen hatását a Pinka halfaunájára (**46. táblázat**).

Az érintett szakaszok a „Közepes és nagy folyók dombvidéki, nagyobb esésű, kavicsos mederanyagú szakasza" víztípusba esnek. A víztípusra jellemző karakterfajok közül az *A. bipunctatust*, a *B. barbust*, a *C. nasust* és a *V. vimbát* sikerült kimutatnunk. Az *A. bipunctatus* és a *B. barbus* valamennyi szakaszon előfordult, de az *A. bipunctatus* az alvízi szakaszokon sokkal gyakoribb volt, mint a duzzasztott szakaszokon. Különösen PIN_3289 kódú szakaszon volt gyakori. A duzzasztó fölötti PIN_3288 kódú szakaszon nagyon alacsony egyedszámban észleltük. A *B. barbus* szintén a duzzasztó alvizén, a duzzasztóhoz közelebb eső szakaszon (PIN_3289) volt leggyakoribb, és a duzzasztó felvizén, a PIN_3288 szakaszon a legritkább, ahol a 2019 tavaszi mintavétel alkalmával nem is sikerült kimutatnunk. A *C. nasus* nem került elő a PIN_3290 szelvényből, és a másik két duzzasztott szakaszon is kisebb egyedszámban észleltük, mint a két alvízi szakaszon. A *V. vimbát* csak a két alvízi szakaszról tudtuk kimutatni, és itt is csak a 2019 tavaszi mintavételek alkalmával, egy-egy példányban.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	2018 EQR érték	2018 Ökol. állapot	2019 EQR érték	2019 Ökol. állapot	Ökol. állapot
PIN_3291	Pinka, Felsőcsatári-szőlőhegy (Felsőcsatár)	950	Duzzasztott	30	Közepes	33	Közepes	**Közepes**
PIN_3290	Pinka, Felsőcsatári-szőlőhegy (Felsőcsatár)	560	Duzzasztott	32	Közepes	26	Gyenge	**Közepes**
PIN_3288	Pinka, Gyermeküdülő (Felsőcsatár)	200	Duzzasztott	27	Közepes	28	Közepes	**Közepes**
PIN_3289	Pinka, Niderbergi út (Felsőcsatár)	280	Alvíz	36	Közepes	34	Közepes	**Közepes**
PIN_3292	Pinka, Felsőcsatár	890	Alvíz	30	Közepes	34	Közepes	**Közepes**

46. táblázat. A felmérések során vizsgált mintavételi szelvények ökológiai állapot-minőségi osztályainak összehasonlító táblázata a halak felmérési eredményei alapján

3.3.5. Répce, gyórói vízimalom

3.3.5.1. Vízkémiai vizsgálatok eredményei

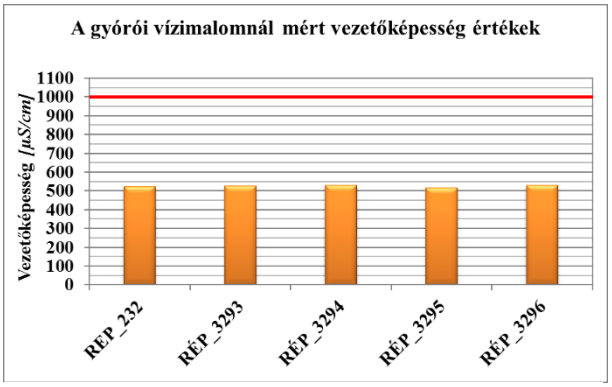
Vízkémiai vizsgálatok 2018-as eredményei

A helyszíni vízminőségi mérések eredményeit a **47. táblázat** és **132. –129.** mutatja be.

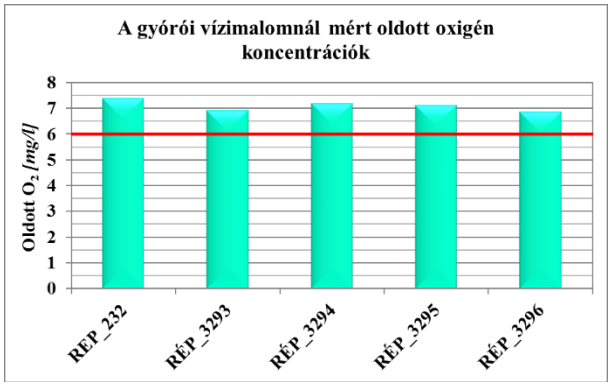
Mintavételi pont	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	T
	[-]	***[µS/cm]***	***[mg/l]***	***[%]***	***[°C]***
REP_232 (alvíz)	7,68	523	7,37	91,8	25,1
RÉP_3293 (alvíz)	7,85	528	6,91	85,9	25,1
RÉP_3294 (felvíz)	7,62	530	7,17	88,2	25,2
RÉP_3295 (felvíz)	7,54	515	7,10	89,3	24,9
RÉP_3296 (mellékág)	7,92	529	6,86	84,7	25,1
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**6,5-9,0**	**1000**	**6,0**	**60-130**	**-**

47. táblázat. A Répce (gyórói vízimalom) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei

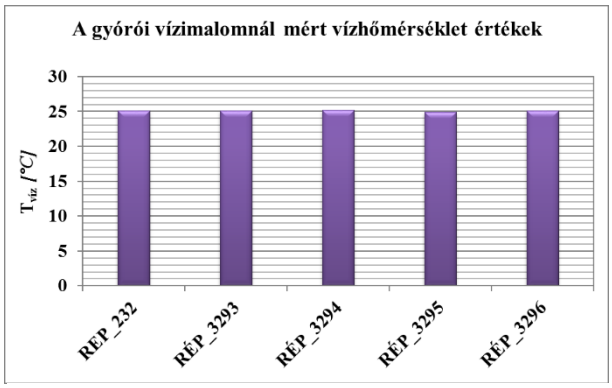
A Répce folyón elhelyezkedő gyórói vízimalom környezetében a korábbiakhoz hasonlóan összesen öt mintavételi pont került kijelölésre. A terület adottságainak megfelelően két pont a felvízi szakaszon, egy a vízimalom által nem érintett folyóágon, egy közvetlenül a vízimalom után, egy pedig a két ág találkozása utáni alvízi szakaszon kapott helyet. A 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet alapján jelen vízfolyásra más határértékek vonatkoznak, mint a korábbi alfejezetekben vizsgált Rába és Pinka szakaszokra. A vízminőség ezen a szakaszon jónak tekinthető, a vizsgált paraméterekre vonatkozó értékek minden mérési ponton teljesítették az erre vonatkozó követelményeket.



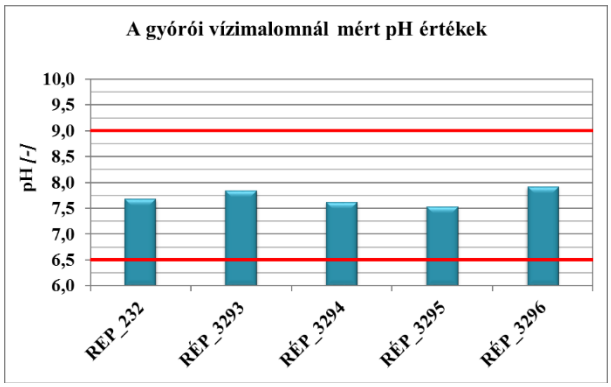
128. ábra. A gyórói vízimalomnál mért vezetőképesség értékek



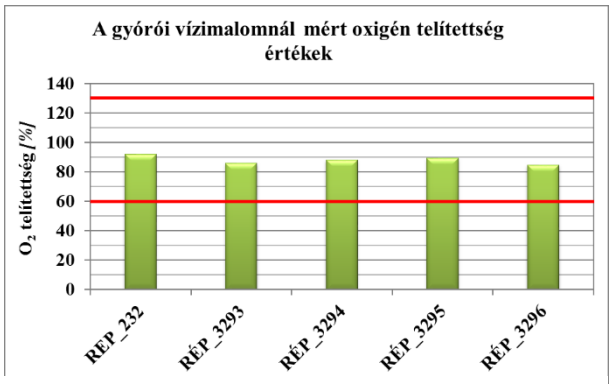
129. ábra. A gyórói vízimalomnál mért oldott oxigén koncentrációk



130. ábra. A Répce (gyórói vízimalom) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei – vízhőmérséklet



131. ábra. A gyórói vízimalomnál mért pH értékek



132. ábra. A gyórói vízimalomnál mért oxigén telítettség értékek

A vízimalom után közvetlenül kijelölt mérési pont esetén magasabb oldott oxigén szintet és telítettséget tapasztaltunk, mint az azt megelőző mérési ponton vagy a vízimalmot elkerülő szakaszon. Az alvízi mérésipontokon alacsonyabb pH értékek is megfigyelhetők.

A gyórói vízimalom környezetében vett vízminták laboratóriumi eredményeit az **48. táblázatban** foglaltuk össze, valamint a **133–142. ábrán** mutatjuk be, az eredmények tekintetében az alábbi következtetéseket vonhatjuk le.

A minták **lebegőanyag** tartalma széles tartományban mozog (42-254 mg/l). A legalacsonyabb és a legmagasabb érték egyaránt az alvízi szakaszon alakult. A felvízi szakasz lebegőanyag tartalma egységesnek tekinthető (**141. ábra**).

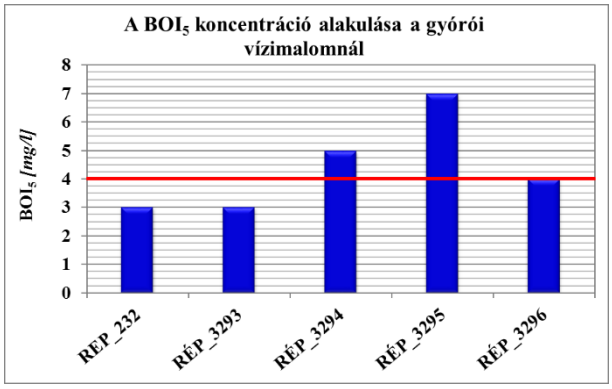
A minták **szervesanyag** tartalmát jellemző **KOI_{Cr}** tartalom egyik mérési ponton sem haladta meg az előírt 30 mg/l határértéket, az értékek 13,0-26,8 mg/l között ingadoztak (**134. ábra**). A **BOI_5** koncentrációk esetében az alvízi szakaszon vett minták meghaladták az előírt 4 mg/l határértéket, a legmagasabb értéket (7 mg/l) a *RÉP_3295* mintavételi ponton mértük (**133. ábra**).

A minták **klorid-ion** tartalma azonos képet mutat, az értékek 41,1- 42,8 mg/l között alakultak. A mért értékek megfelelnek a jogszabályban meghatározott 60 mg/l határértéknek (**142. ábra**).

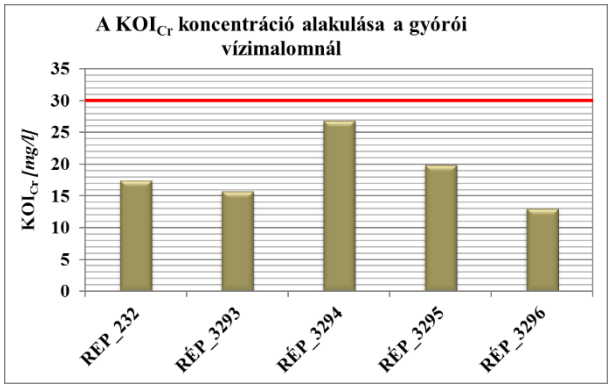
A **növényi tápanyag formák** tekintetében megállapítható, hogy a vizsgált minták egységes képet mutatnak. Valamennyi minta esetében a **nitrát-nitrogén** koncentrációja meghaladja az előírt 2 mg/l határértéket, az eredmények 2,42-2,65 mg/l között mozognak (**135. ábra**). A **nitrit-nitrogén** és az **ammónium-nitrogén** értékek minden esetben elmaradtak az előírt határértékektől (**136–137. ábra**). Az **összes nitrogén** koncentrációja a rendeletben előírt 3 mg/l határérték körül ingadozott, az értékek 2,6-3,2 mg/l tartományban mozogtak A REP_232 és a RÉP_3294 jelű mintavételi pontokon kismértékű határérték túllépést tapasztaltunk (**138. ábra**). Az **ortofoszfát-foszfor** koncentráció értékek 0,27-0,31 mg/l tartomány között ingadoztak, tehát valamennyi vizsgált ponton az ortofoszfát-foszfor koncentrációja meghaladta a vonatkozó jogszabályban meghatározott 0,20 mg/l határértéket (**139. ábra**). Az **összes foszfor** értéke valamennyi mintavételi ponton megfelel a rendeletben megadott 0,4 mg/l határértéknek (**140. ábra**).

Mintavételi pont	LA	KOI_{Cr}	BOI_5	NO_3-N	NO_2-N	NH_4-N	TN	PO_4-P	TP	Cl^-
	[mg/l]	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***	***[mg/l]***
REP_232 (felvíz)	74	17,5	3	**2,42**	0,02	<0,016	**3,10**	**0,31**	0,35	41,1
RÉP_3293 (felvíz)	67	15,8	3	**2,54**	0,03	<0,016	3,00	**0,27**	0,30	42,2
RÉP_3294 (alvíz)	254	26,8	**5**	**2,65**	0,02	0,101	**3,20**	**0,27**	0,36	42,2
RÉP_3295 (alvíz)	42	19,9	**7**	**2,49**	0,02	<0,016	2,60	**0,31**	0,37	42,8
RÉP_3296 (felvíz)	67	13,0	4	**2,59**	0,02	<0,016	2,70	**0,30**	0,33	41,6
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**-**	**30**	**4**	**2**	**0,06**	**0,4**	**3**	**0,20**	**0,4**	**60**

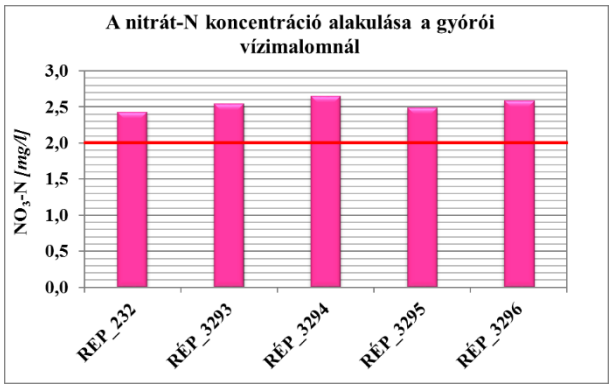
48. táblázat. A Répce (gyórói vízimalom) laboratóriumi vízminőség-vizsgálati eredményei



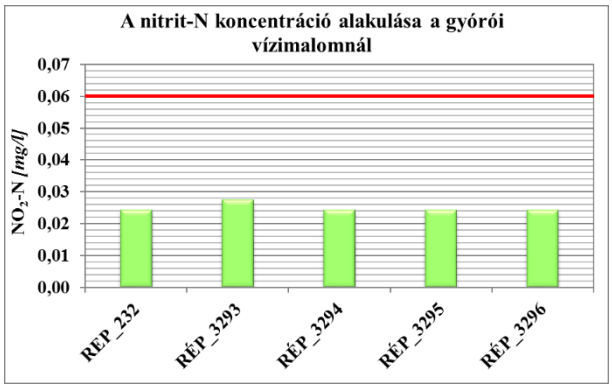
133. ábra. A szervesanyag tartalom (BOI_5) alakulása a gyórói vízimalomnál



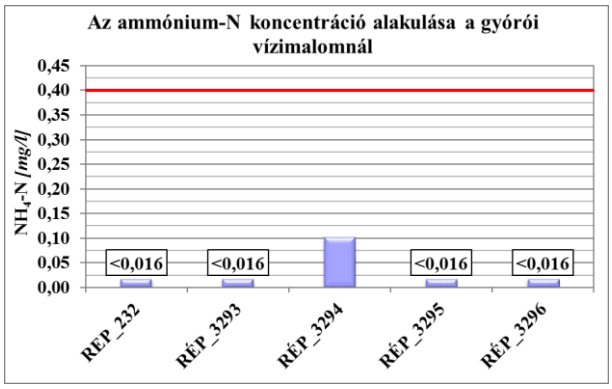
134. ábra -A szervesanyag tartalom (KOI_{Cr}) alakulása a gyórói vízimalomnál



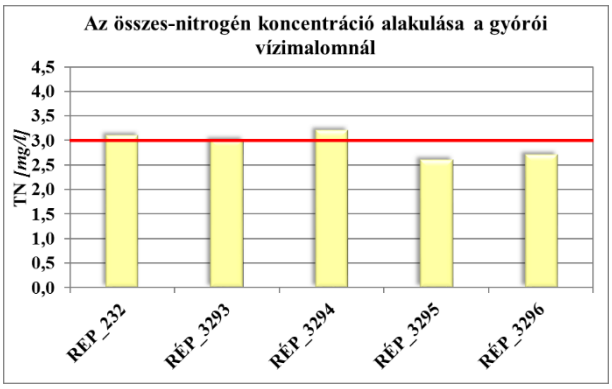
135. ábra. A nitrát-nitrogén koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál



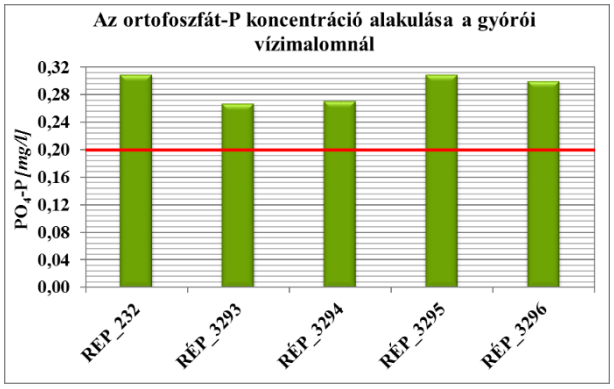
136. ábra. A nitrit-nitrogén koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál



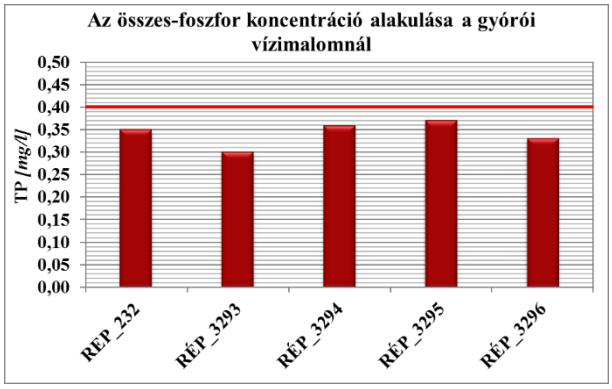
137. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál



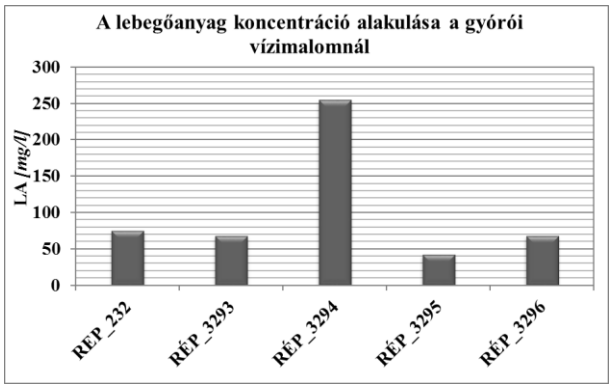
138. ábra. Az összes nitrogén koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál



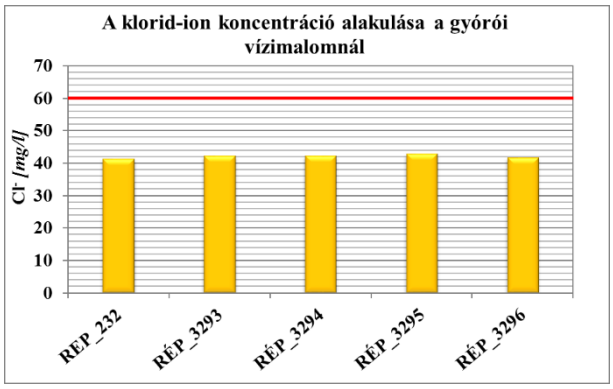
139. ábra. Az ortofoszfát-foszfor koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál



140. ábra. Az összes foszfor koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál



141. ábra. A lebegőanyag koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál



142. ábra. A klorid-ion koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál

Vízkémiai vizsgálatok 2019-es eredményei

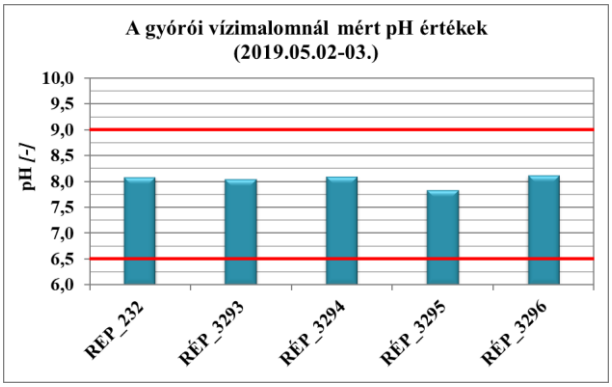
A többi mintavételi szakaszhoz hasonlóan a Répce folyón elhelyezkedő gyórói vízimalom környezetében is korábbi mérési kampánnyal megegyező öt mintavételi ponton vettünk vízmintákat:

- egy ponton a felvízi szakaszon;
- egy a vízimalom által nem érintett folyóágon;
- egy ponton közvetlenül a vízimalom előtti felvízi szakaszon;
- egy a két ág találkozása előtti alvízi szakaszon;
- egy pedig a két ág találkozása utáni alvízi szakaszon.

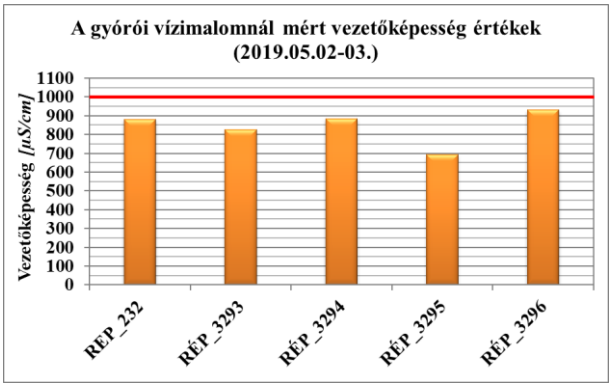
A helyszíni vízminőségi mérések eredményeit az **49. táblázat** és a **143–147. ábrák** szemléltetik. A 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet alapján erre a vizsgált szakaszra más határértékek vonatkoznak, mint a fentebbi alfejezetekben vizsgált Rába és Pinka szakaszokra, mivel a Répce síkvidéki kisvízfolyásként kategorizálható. A vízminőség ezen a szakaszon a tavalyi vizsgálatokhoz hasonlóan jónak tekinthető, a vizsgált helyszíni paraméterekre vonatkozó értékek minden mérési ponton teljesítették az erre vonatkozó követelményeket.

Mintavételi pont	Mintavétel ideje	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	T
		[-]	*[µS/cm]*	*[mg/l]*	*[%]*	*[°C]*
REP_232 (alvíz)	10:20	8,08	881	9,54	92,9	13,2
RÉP_3293 (alvíz)	10:43	8,05	825	8,97	90,8	13,2
RÉP_3294 (felvíz)	9:13	8,10	885	8,41	81,2	12,9
RÉP_3295 (felvíz)	9:40	7,83	692	8,60	82,3	12,6
RÉP_3296 (mellékág)	10:03	8,12	931	9,24	90,8	13,0
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)		**6,5-9,0**	**<1000**	**>6,0**	**60-130**	**-**

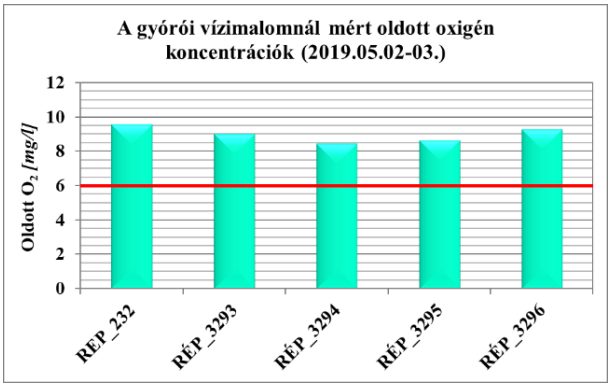
49. táblázat. A Répce (győrói vízimalom) helyszíni vízminőség-vizsgálati eredményei



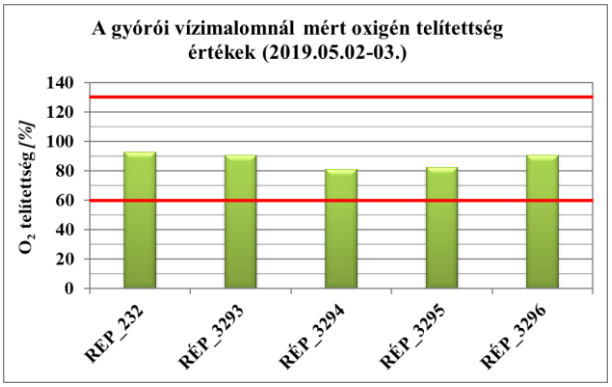
143. ábra. A győrói vízimalomnál mért pH értékek



144. ábra. A győrói vízimalomnál mért vezetőképesség értékek



145. ábra. A győrói vízimalomnál mért oldott oxigén koncentrációk



146. ábra. A győrói vízimalomnál mért oxigén telítettség értékek

147. ábra. A gyórói vízimalomnál mért vízhőmérséklet értékek

A gyórói vízimalom környezetében vett vízminták laboratóriumi eredményeit az **50. táblázatban** foglaltuk össze, valamint az **148–156. ábrán** mutatjuk be, az eredmények tekintetében az alábbi megállapításokat tehetjük.

A minták **lebegőanyag** tartalma a 2018. évi kora őszi méréssel ellentétben egyenletesen alacsony minden mérési pontban, az értékek 8-15 mg/l között változtak (**154. ábra**).

A minták **szervesanyag** tartalmát jellemző **KOI_{Cr}** koncentráció egyik mérési ponton sem haladta meg az előírt 30 mg/l határértéket, az értékek jelentősen elmaradtak a tavaly mért értékektől, 4,3-13,3 mg/l között alakultak. A legmagasabb érték (13,3 mg/l) a duzzasztással nem érintett ágon, a RÉP_3296 jelű mérési ponton adódott (**156. ábra**).

A **BOI_5** koncentrációk minden mérési pont esetében elmaradtak a 4 mg/l-es határértéktől, a 3 mg/l-es kimutatási határt sem érték el.

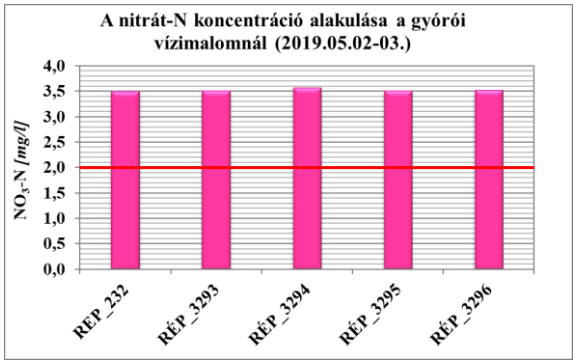
A klorid-ion koncentráció tekintetében megemelkedett értékeket mértünk a 2018-as vizsgálatokhoz képest, amelyek közül csak a RÉP_3295-ös mérési ponton mért érték maradt a 60 mg/l-es határérték alatt. A többi pont esetében magasabb, 74,6-84,0 mg/l-es koncentrációt mértünk (**155. ábra**).

A **növényi tápanyag formák** tekintetében jellemzően határértéket meghaladó koncentrációkat mértünk, azonban az egyes mérési pontok között nagyságrendbeli különbség nem tapasztalható. Valamennyi minta esetében a **nitrát-nitrogén** koncentrációja meghaladja az előírt 2 mg/l határértéket, az eredmények 3,49-3,56 mg/l között mozognak, ami a 2018-as nyári mérésnél átlagosan 1 mg/l-rel magasabb koncentrációkat jelent (**148. ábra**). Hasonlóan a **nitrit-nitrogén** tekintetében a 0,06 mg/l-es határértéket kis mértékben meghaladó koncentrációkat mértünk, jellemzően 0,07-0,10 mg/l közötti tartományban (**149. ábra**). Az **ammónium-nitrogén** értékek minden esetben megfeleltek az előírt 0,4 mg/l-es határértéknek, és a 0,016 mg/l-es mérési határon voltak. Ez alól egy helyen tapasztaltunk kivételt, a RÉP_3294 mérési ponton 0,35 mg/l ammónium-nitrogént mértünk (**150. ábra**). Az **összes nitrogén** koncentrációja a rendeletben előírt 3 mg/l határértéket többszörösen meghaladta, 7,6-8,0 közötti értékeket rögzítettünk (**151. ábra**).

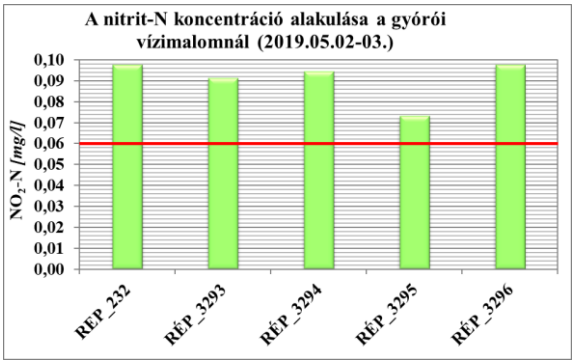
Az **ortofoszfát-foszfor** koncentráció értékek szűk, 0,10-0,13 mg/l tartományban ingadoztak, a vonatkozó jogszabályban meghatározott 0,20 mg/l határérték alatt (**152. ábra**). Az **összes foszfor** értéke valamennyi mintavételi ponton megfelel a rendeletben megadott 0,4 mg/l határértéknek (**153. ábra**).

Mintavételi pont	LA	KOI_{Cr}	BOI_5	NO_3-N	NO_2-N	NH_4-N	TN	PO_4-P	TP	Cl^-
	[mg/l]	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*
REP_232 (alvíz)	14	4,3	<3	**3,49**	**0,10**	0,016	**8,0**	0,13	0,13	**82,1**
RÉP_3293 (alvíz)	15	6,2	<3	**3,51**	**0,09**	0,016	**7,6**	0,12	0,13	**74,6**
RÉP_3294 (felvíz)	14	4,8	<3	**3,56**	**0,09**	0,350	**7,6**	0,13	0,13	**78,9**
RÉP_3295 (felvíz)	13	8,9	<3	**3,50**	**0,07**	0,016	**7,8**	0,10	0,11	57,1
RÉP_3296 (mellékág)	8	13,3	<3	**3,51**	**0,10**	0,016	**7,9**	0,13	0,14	**84,0**
10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet határértékei (jó vízminőségi állapot)	**-**	**30**	**4**	**2**	**0,06**	**0,4**	**3**	**0,20**	**0,4**	**60**

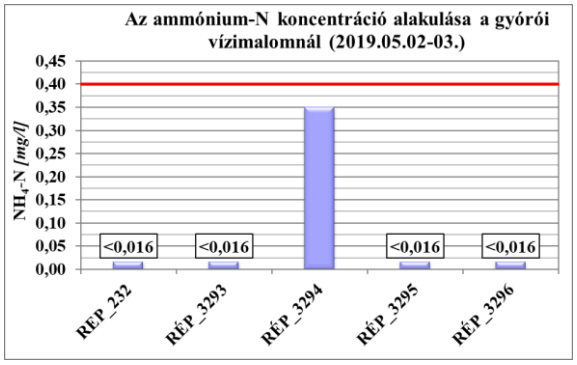
50. táblázat. A Répce (gyórói vízimalom) laboratóriumi vízminőség-vizsgálati eredményei (2019.05.02-03.)



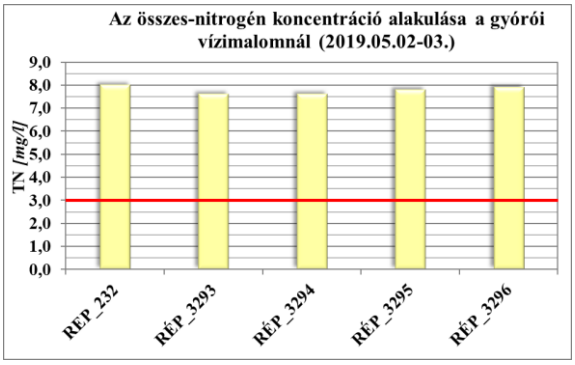
148. ábra. A nitrát-nitrogén koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál (2019.05.02-03.)



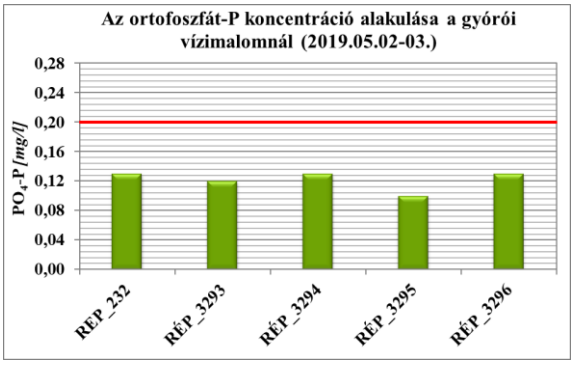
149. ábra. A nitrit-nitrogén koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál (2019.05.02-03.)



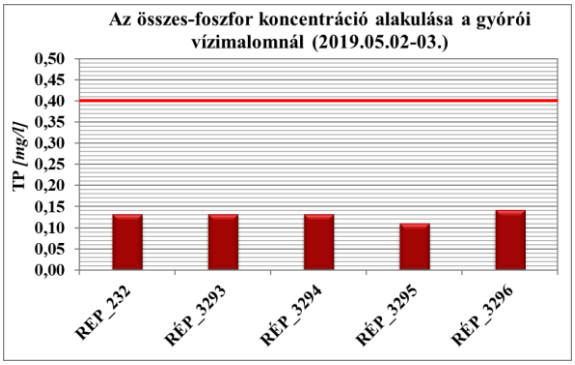
150. ábra. Az ammónium-nitrogén koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál (2019.05.02-03.)



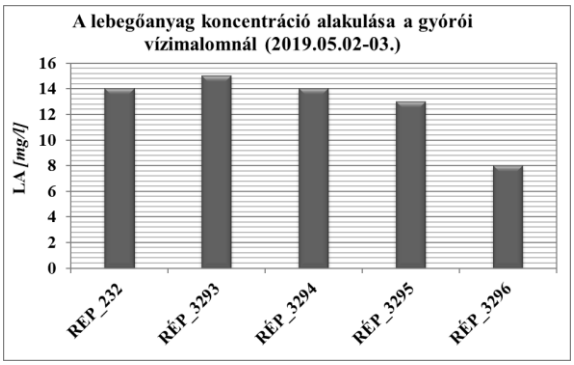
151. ábra. Az összes nitrogén koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál (2019.05.02-03.)



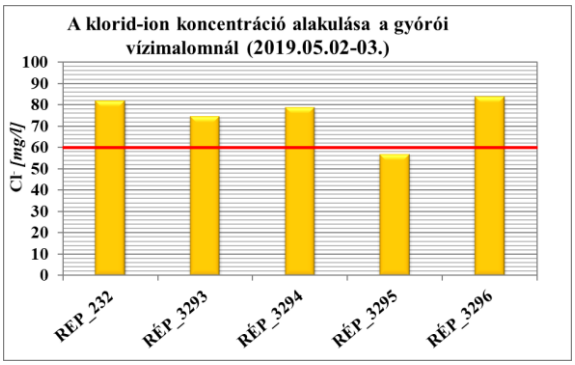
152. ábra. Az ortofoszfát-foszfor koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál (2019.05.02-03.)



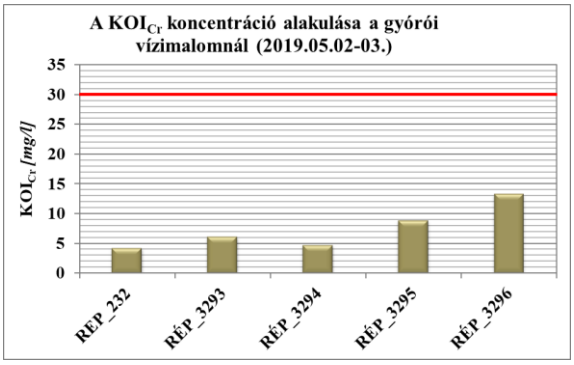
153. ábra. Az összes foszfor koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál (2019.05.02-03.)



154. ábra. A lebegőanyag koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál (2019.05.02-03.)



155. ábra. A klorid-ion koncentráció alakulása a gyórói vízimalomnál (2019.05.02-03.)



156. ábra. A szervesanyag tartalom (KOICr) alakulása a gyórói vízimalomnál (2019.05.02-03.)

3.3.5.2. A makrofiton vizsgálatának eredményei

Értékelés a makrofiton eredményei alapján

A vizsgált szakaszt a víztest tipológia alapján a „kis- és közepes méretű folyók” (SRw) kategóriába soroljuk. A felmérések során a teljes mederszelvényt vizsgáltuk. A felvízi végső ponton az árnyékolástól

függően változó kiterjedésben egy nádas sáv képezte a mocsári vegetációt, mely a folyásirány szerinti jobb parton húzódott. Az érintett szakaszon 14%-os borítási értékkel rendelkező nád mellett kevés nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*) is megjelent. A vízfolyás árnyékoltsága elsősorban kezdetben a bal parton volt jelentős, majd a további szakaszokon mindkét oldalon megfigyelhető volt. Jellemző mocsári növényfajok voltak az éles sás (*Carex acuta*), a parti sás (*Carex riparia*), a kisvirágú füzike (*Epilobium* parviflorum), a vízi peszérce (*Lycopus europaeus*), a vízi harmatkása (*Glyceria maxima*), a mocsári nőszirom (*Iris pseudacorus*). Az üde élőhelyekre jellemző zavarástűrő és gyomfajok a következők voltak: ebszőlő csucsor (*Solanum dulcamara*), hamvas szeder (*Rubus caesius*). Alvízi irányban a patak felett összefüggő, jó természetességű égerliget jelent meg, így az árnyékolás miatt vizsgált szakasz már szinte teljesen növényzetmentes volt (a vizsgálati zónára vonatkoztatott borítás maximum 0,3% volt). A megjelenő fajok, melyek összefüggő mocsári vegetációt nem alkottak a következők voltak: éles sás (*Carex acuta*), mocsári nőszirom (*Iris pseudacorus*), nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*), vízi harmatkása (*Glyceria maxima*), vízi peszérce (*Lycopus europaeus*), keskenylevelű békakorsó (*Berula erecta*), erdei pajzsika (*Dryopteris filix-mas*). Zavarástűrő és gyomfajok voltak a vízi fajok közül a borsos keserűfű (*Persicaria hydropiper*), a lapulevelű keserűfű (*Persicaria lapathifolia*) a szárazföldi fajok közül pedig a hamvas szeder (*Rubus caesius*) és a nagy csalán (*Urtica dioica*). Inváziós növényfaj jelenlétét csak nyomokban találtunk és csupán a feketéllő farkasfog (*Bidens frondosa*) előfordulását rögzíthettük. A fásszárúak közül az enyves éger (*Alnus glutinosa*) és a törékeny fűz (*Salix fragilis*) mutatkozott a vizsgálati zónában. A vízben a hínárvegetációt az érdes tócsagaz (*Ceratophyllum demersum*), illetőleg az apró békalencse (*Lemna minor*) kicsiny állományai képezték.

A duzzasztás által érintett területen a jelentős árnyékoltság miatt a mocsári növényzet borítása 5% körül mozgott, mindössze egy kisebb nádas folt volt jelen. A nem összefüggő mocsári növényzetet alkotó fajok a következők voltak: mocsári sás (*Carex acutiformis*), éles sás (*Carex acuta*), mocsári nőszirom (*Iris pseudacorus*), nádképű pántlikafű (*Phalaris arundinacea*), a zavarástűrő fajok közül pedig az ebszőlő csucsor (Solanum dulcamara). Az érintett szakaszon megjelenő szárazföldi, főként zavarástűrő és gyomfajok a következők voltak: hamvas szeder (*Rubus caesius*), nagy csalán (*Urtica dioica*), felfutó komló (*Humulus lupulus*). Az inváziós fajokat a vadcsicsóka (*Helianthus tuberosus*) képviselte. A vizsgálati zónában megjelenő fafajok az enyves éger (*Alnus glutinosa*), a vénic szil (*Ulmus laevis*) és a törékeny fűz (*Salix fragilis*) voltak.

Ökológiai állapotértékelés

A vizsgált szakaszokon a nagyfokú árnyékolás miatt a vizsgálati zóna számos helyen növényzetmentes volt. Ahol ez nem volt jellemző, ott is csak az egyik parton jelenhetett meg és csak egy rövidebb szakaszra a mocsári vegetáció (elsősorban nádas), ezért az alkalmazott módszer használhatóságát lehetővé tévő indikátor (táblázatban szereplő) fajok abundancia értékének összege szinte egyik esetben sem érte el a 16-os értéket (2 és 13 között mozgott), és számos esetben egyik feltétel sem teljesült, vagyis az indikátor fajok számának aránya nem érte el a 75 %-ot.

A duzzasztás alatti területen hasonló okok miatt a számított index értéke nem volt megbízható.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	EQR értéke 2018	Ökológiai állapotminősége osztály 2018	EQR értéke 2019	Ökológiai állapotminősége osztály 2019	Ökol. állapot
RÉP_3295	Répce, Alsó-fele (Gyóró)	700	Duzzasztott	0,56	Nem értékelhető	0,46	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÉP_3294	Répce, Alsó-fele (Gyóró)	150	Duzzasztott	0,5	Nem értékelhető	0,33	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÉP_3293	Répce, Rákóczi Tsz. (Gyóró)	300	Alvíz	0,5	Nem értékelhető	0,5	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
RÉP_3296	Répce, Sóér-köz (Gyóró)		Árapasztó	0,5	Nem értékelhető	0,7	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**
REP_232	Répce, Rákóczi Tsz. (Gyóró)	650	Alvíz	0,67	Nem értékelhető	0,75	Nem értékelhető	**Nem értékelhető**

51. táblázat. A magasabb rendű növényzet alapján kapott ökológiai állapotminőségi osztályok az egyes mintavételi szelvényekben

3.3.5.3. A vízi makroszkópikus gerinctelen közösség vizsgálatának eredményei

Értékelés az MZB fajegyüttes faunisztikai és mennyiségi eredményei alapján

A Répce gyórói duzzasztóművének a makroszkópikus vízi gerinctelen faunára gyakorolt hatását vizsgálva 5 mintavételi szelvényben végeztünk a fauna összetételére és mennyiségi viszonyainak feltárására irányuló vizsgálatokat.

A vizsgálatra kijelölt mintavételi szelvényekben a 2018. nyári és a 2019. tavaszi vegetációs periódusában végzett mennyiségi felméréseink eredményeként összesen 10 nagyobb rendszertani csoportba tartozó, 61 makrogerinctelen taxon jelenlétét igazoltuk. A felmérések eredményei szerint, a vizsgálati egységekből 6 vízicsiga (Gastropoda), 7 kagyló (Bivalvia), 14 kérész (Ephemeroptera), 1 álkérész (Plecoptera), 3 magasabbrendű rák (Malacostraca), 6 szitakötő (Odonata), 4 vízi poloska (Heteroptera), 4 pióca (Hirudinea), 3 vízibogár (Coleoptera) és 13 tegzes (Trichoptera) taxon került elő.

A felmért Répce szakasz makroszkópikus vízi gerinctelen faunájának védett elemei között találjuk az *Aquarius najas* poloskafajt, amely a felvízi RÉP_3294-es és az árapasztói ág RÉP_3296-os mintavételi szelvényekben is jelen volt az arra alkalmas partmenti áramlásmentes zugokban. Kimutattuk a *Calopteryx virgo* példányait is a gyorsabb áramlási sebességgel jellemezhető REP_232-es szelvényben, ahol a part menti fás vegetáció gyökérzetét a vízáramlás alámosta. A *Gomphus vulgatissimus* faj állományait a teljes vizsgált szakaszon, mind alvízi, mind felvízi irányban, mind pedig az árapasztó ágban kimutattuk, ahol a finomabb szemcsefrakciójú üledékhez durvább szervestörmelék felhalmozódás járul. Ezzel ellentétben az *Ophiogomphus cecilia* csupán a legtávolabbi alvízi szelvényben fordult elő, ahol kissé durvább (akal) alkotta élőhelyek is mozaikolták az élőhelystruktúrát. A vízibogarak közül a *Macronychus quadrituberculatus* példányai a parti fás vegetációból származó durvább szerves törmelék (xylal) víztestbe történő bekerülésének köszönhetően az összes vizsgált mintavételi szelvényben jelen voltak. Ezzel szemben az *Unio crassus* állományait csupán az alvízi szakaszról (REP_232) és a legfelső mintavételi szelvényből sikerült kimutatnunk a homokos-sóderes mederüledékkel rendelkező mederrészekből.

Elvégeztük a mintavételi szelvények mennyiségi szempontú összehasonlító vizsgálatát a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttes mintavételi eredményeiből származtatott paraméterek, úgymint az összes fajszám, összes egyedsűrűség, karakterfajok száma és a karakterfajok egyedsűrűsége alapján (**157. ábra, 52. táblázat).**

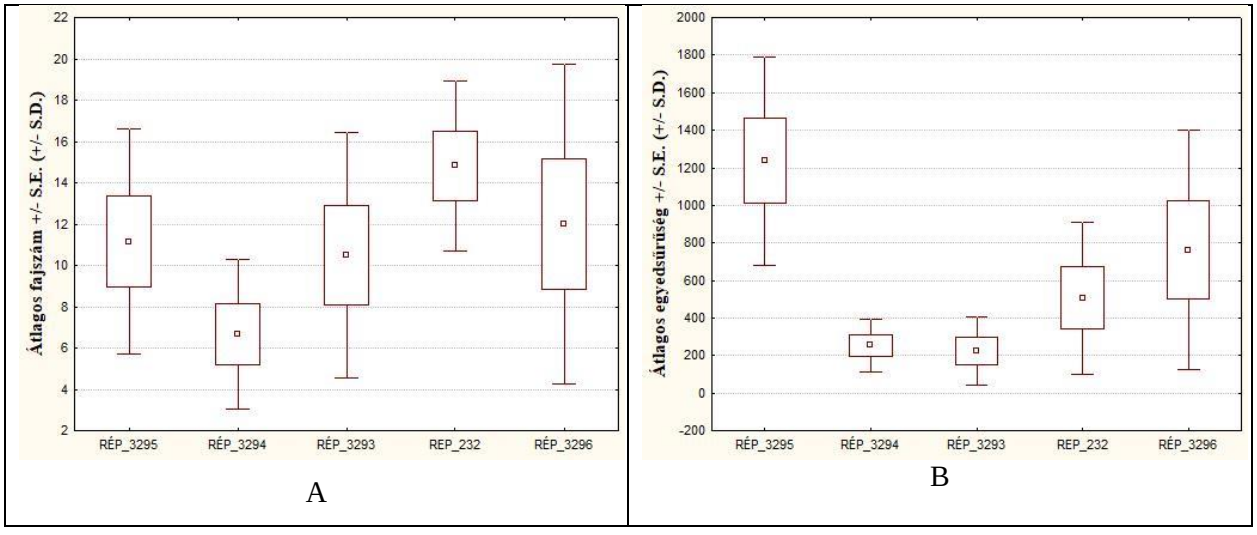
Az elemzések során nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget az összes taxon fajszáma (KW=6,6 df=29 p>0,05) és a karakterfajok száma (KW=3,7 df=29 p>0,05) tekintetében. Azonban szignifikáns eltérést tapasztaltunk az összes taxon egyedsűrűsége (KW=12,3 df=29 p<0,05) és a karakterfajok egyedsűrűség (KW=11,4 df=29 p<0,05) értékei esetében.

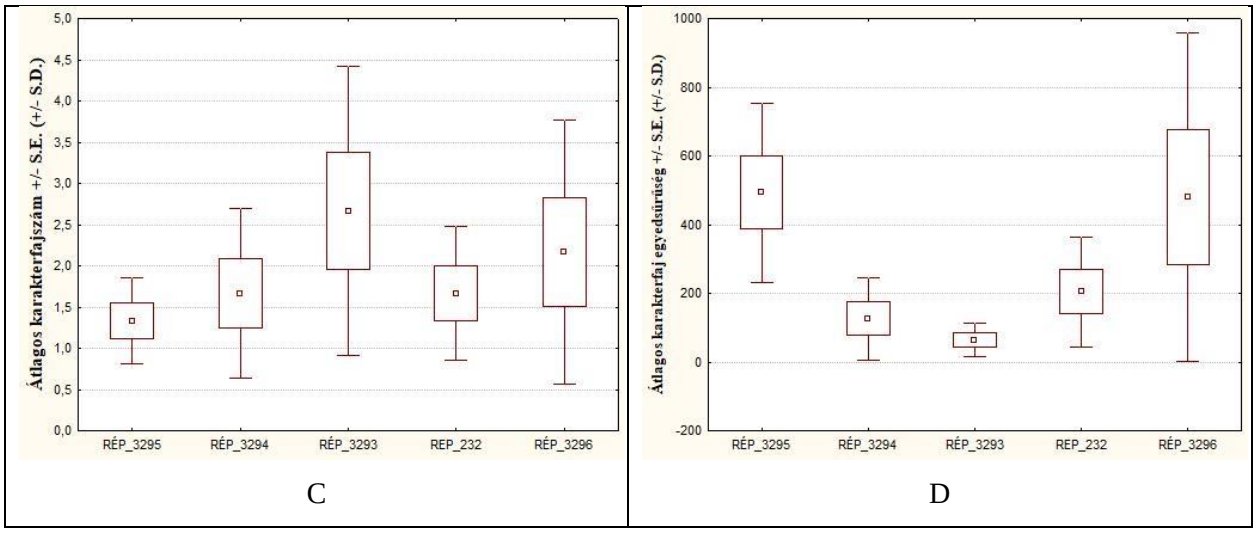
Mintavételi hely kódja	Átlagos összes taxonszám (átl./SE)	Átlagos összes denzitás (átl./SE)	Átlagos összes karakterfaj-szám (átl./SE)	Átlagos összes karakterfaj-denzitás (átl./SE)
RÉP_3295	11,17 ± 2,2	1237,33 ± 226,89	1,33 ± 0,2	492,8± 106,18
RÉP_3294	6,67 ± 1,47	253,33 ± 58,13	1,67 ± 0,4	126,4 ± 49,3
RÉP_3293	10,5 ± 2,4	225,07 ± 73,6	2,67 ± 0,7	64,53 ± 20,43
REP_232	14,83 ± 1,7	505,6 ± 165,5	1,67 ± 0,33	204,8 ± 65,47
RÉP_3294	12± 3,2	761,6 ± 260,8	2,17 ± 0,65	480,5 ± 195,47

52. táblázat. A vízi gerinctelen közösség számított értékeinek (átl. ± S.E.) alakulása a felmért Répce szakaszokon

Az összes taxon egyedsűrűség értékeinek vizsgálata során a szignifikáns eltérést a RÉP_3295-ös szelvény kimagaslóbb értéke okozta. Ebben a szelvényben a *Corbicula fluminea* (636,27 ± 167,7 ind./m^2 ± S.E.) idegenhonos kagylófaj, és a *Gammarus roeselii* (491,2 ± 106,1 ind./m^2 ± S.E.) víztestspecifikus karakterfaj kimagasló egyedsűrűségű állományai okozták. A karakterfajok egyedsűrűségében tapasztalható szignifikáns eltérés szintúgy a *Gammarus roeselii* magasabbrendű rákfaj állományainak tulajdonítható, amelyek a RÉP_3295-ös és a RÉP_3294-es szelvényekben okozott magasabb makrogerinctelen denzitást.

A védett fajok egyedsűrűsége a vizsgált Pinka szakaszon az alábbiak szerint alakult: *Aquarius najas* (0,2 ± 0,12 ind./m^2 ± S.E.), *Calopteryx virgo* (0,2 ± 0,12 ind./m^2 ± S.E.), *Gomphus vulgatissimus* (4,69 ± 2,02 ind./m^2 ± S.E.), *Macronychus quadrituberculatus* (11,52 ± 4,76 ind./m^2 ± S.E.), *Ophiogomphus cecilia* (0,1 ± 0,1 ind./m^2 ± S.E.), *Unio crassus* (0,2 ± 0,1 ind./m^2 ± S.E.).





157. ábra. A felmért mintavételi szelvények makroszkópikus vízi gerinctelen közösségének átlagos összes fajszám (A), összes egyedsűrűség (B), átlagos karakterfajszám (C) és karakterfajok átlagos egyedsűrűség értékeinek alakulása (átlag ± SE ± SD).

Ökológiai állapotértékelés

Összehasonlítottuk a mintavételi szelvényeket a makroszkópikus vízi gerinctelen fajegyüttesre kidolgozott Q_{BAP} ökológiai állapotértékelő index segítségével. Az index a víztesttípusra jellemző karakterfajok jelenlét-hiányát, valamint azok egyedsűrűségének referencia értékhez viszonyított értékeit veszi figyelembe az ökológiai állapotértékelés során.

A felmérési eredményeink szerint kettő esetben ***„gyenge”*** (RÉP_3295, RÉP_3294), három esetben (RÉP_3293, REP_232, RÉP_3294) pedig ***„közepes”*** ökológiai állapotot mutattunk ki. Tehát mindkét, duzzasztott szakaszra eső mintavételi szelvény ***„gyenge”*** ökológiai állapotúnak bizonyult, amelyet a duzzasztás hatására kialakult homogénebb élőhelyösszetétel következtében megtelepedett kevésbé diverz karakterfaj összetételnek tulajdoníthatunk. Ezzel szemben mind az árapasztó ág, mind pedig a gyórói duzzasztóműtől alvízi irányban elhelyezkedő kettő mintavételi szelvény ***„közepes”*** ökológiai állapotúnak bizonyult***. A Q_{BAP} pontszámbeli különbségek viszonylag kicsinek bizonyultak, de az élőhelyek diverzitása és a gyorsabb áramlási sebességgel rendelkező vízfolyások tipikus mederanyagfrakciójú üledékének előfordulása elősegítette a diverzebb makrogerinctelen fauna kialakulását a duzzasztás által nem befolyásolt mederszelvényekben.***

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	2018 Q_{BAP}	2018 Ökol. állapot	2019 Q_{BAP}	2019 Ökol. állapot	Ökol. állapot
RÉP_3295	Répce, Alsó-fele (Gyóró)	700	Duzzasztott	16	Rossz	26	Gyenge	**Gyenge**
RÉP_3294	Répce, Alsó-fele (Gyóró)	150	Duzzasztott	24	Gyenge	26	Gyenge	**Gyenge**
RÉP_3293	Répce, Rákóczi Tsz. (Gyóró)	300	Alvíz	11	Rossz	42	Közepes	**Közepes**
RÉP_3296	Répce, Sóér-köz (Gyóró)		Árapasztó	20	Gyenge	45	Közepes	**Közepes**
REP_232	Répce, Rákóczi Tsz. (Gyóró)	650	Alvíz	28	Gyenge	55	Közepes	**Közepes**

53. táblázat. A felmérések során vizsgált mintavételi szelvények ökológiai állapot-minőségi osztályainak összehasonlító táblázata a vízi makroszkópikus gerinctelenek felmérési eredményei alapján (Répce mintavételi szelvények 1. clusterág, referencia érték: 160

3.3.5.4. A halak vizsgálatának eredményei

Értékelés a halak minőségi és mennyiségi viszonyai alapján

A gyórói duzzasztás halfaunáját összesen öt mintavételi területen, két alkalommal, egymástól eltérő fenológiai időszakban vizsgáltuk. A mintavételek során 23 halfaj összesen 1133 egyedét azonosítottuk (**54. táblázat**). A természetvédelmi szempontból értékes, védett, fokozottan védett, illetve az Élőhelyvédelmi Irányelv hatálya alá eső fajokat **vastagítva** emeljük ki. A Magyarországon nem őshonos halfajokat a nevük mögé tett csillaggal (*) jelöljük.

A gyórói duzzasztás hatásának felmérésére kijelölt mintavételi szelvényekben kimutatott fajok közül hat védett (***Alburnoides bipunctatus, Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Gobio gobio, Leuciscus leuciscus, Rhodeus sericeus***). Fokozottan védett faj jelenlétét nem tudtuk kimutatni. A vágó csík (***Cobitis elongatoides***), a halványfoltú küllő (***Gobio albipinnatus***), a márna (***Barbus barbus***) és a szivárványos ökle (***Rhodeus sericeus***) is szerepel az Élőhelyvédelmi Irányelv valamely függelékében. A vizsgálat során négy idegenhonos halfaj, az ezüstkárász (***Carassius gibelio***), a folyami géb (***Neogobius fluviatilis***), a naphal (***Lepomis gibbosus***) és a razbóra (***Pseudorasbora parva***) jelenlétét észleltük.

A gyórói duzzasztás esetében a Répce kettéválva egy szigetet ölel körbe, ahol a bal oldali ágon létesült a duzzasztás, a másik ágon (árapasztó) keresztzárás nélküli mederben folyik a víz az alvíz irányába. A két ág szétválását megelőzően a meder jellemzően kavicsos, mérsékelt áramlási sebességgel jellemezhető, a parti sávban keskeny mocsári növényzettel. A duzzasztott szakaszon lágyabb üledéket találunk. A part menti növényzet döntően fás szárú szárazföldi vegetáció. Az árapasztó ágon, a meder jellemzően agyagos, ugyanakkor megtalálható benne a kavicsos és a lágy üledékes frakció is, amely kettőség annak következtében alakul ki, hogy az ágon a vízhozamtól függően igen szélsőséges áramlási, vízállás viszonyok uralkodhatnak. A duzzasztott szakasz alatti, valamint a két ág összefolyását követő szakaszok jellemzően agyagos, kavicsos aljzatúak, ahol jellemző a fásszárú parti vegetáció elhalt részeinek időnkénti feltolódása. A duzzasztás alatti közvetlen szakasz kiszélesedik, és rövid szakaszon a gát alatt tóként viselkedik.

	Fajnév	Egyedszám	Relatív abundancia (%)
1	*Abramis bjoerkna*	1	0,09
2	***Alburnoides bipunctatus***	222	19,59
3	*Alburnus alburnus*	310	27,36
4	***Barbus barbus***	30	2,65
5	*Carassius gibelio* *	10	0,88
6	*Chondrostoma nasus*	1	0,09
7	***Cobitis elongatoides***	9	0,79
8	*Esox lucius*	2	0,18
9	***Gobio albipinnatus***	11	0,97
10	***Gobio gobio***	2	0,18
11	*Lepomis gibbosus* *	5	0,44
12	*Leuciscus cephalus*	376	33,19
13	*Leuciscus idus*	1	0,09
14	***Leuciscus leuciscus***	15	1,32

15	*Neogobius fluviatilis **	2	0,18
16	*Neogobius melanostomus **	46	4,06
17	*Perca fluviatilis*	3	0,26
18	*Pseudorasbora parva **	3	0,26
19	***Rhodeus sericeus***	3	0,26
20	*Rutilus rutilus*	72	6,35
21	*Salmo trutta morpha fario*	1	0,09
22	*Sander lucioperca*	7	0,62
23	*Tinca tinca*	1	0,09
összesen:		1133	100,00

54. táblázat. A gyórói duzzasztás kijelölt mintavételi szelvényeiben észlelt halfajok, valamint összesített egyedszámuk és relatív abundancia (%) értékük

Az invazív halfajok a projekt kapcsán vizsgált többi víztesthez viszonyítva jelentős faj- és egyedszámban fordultak elő a Répce felmért szakaszain.

Legnagyobb egyedszámban fogott halfaj a Répcén létesített duzzasztás érintett mintavételi pontjai esetében a domolykó (***Leuciscus cephalus***) volt, egyedszáma (n=376) a teljes minta közel 33%-a.

Az Élőhelyvédelmi Irányelv függelékeiben is szereplő sujtásos küsz (***Alburnoides bipunctatus***) kiemelkedően magas egyedszámban és feltételezhetően stabil állománnyal van jelen.

A szakaszon a fenékjáró küllő (***Gobio gobio***), a halványfoltú küllő (***Gobio albipinnatus***) és a nyúldomolykó (***Leuciscus leuciscus***) kis egyedszámban került kimutatásra, feltételezhetően állandó, stabil faunaelemekről van szó, azonban a környezeti adottságok miatt nagyobb egyedszámban történő megjelenésükre a későbbi időszakokban sem kell számítani.

A vizsgált területekre vonatkoztatva az egyes funkcionális guildeket az **55. táblázat** foglalja össze.

Elterjedés:	*Őshonos:* 18 faj	*Abramis bjoerkna, Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Cobitis elongatoides, Esox Lucius, Gobio albipinnatus, Gobio gobio, Leuciscus cephalus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Perca fluviatilis, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus, Salmo trutta morpha fario, Sander lucioperca, Tinca tinca*
	Adventív: 5 faj	*Carassius gibelio, Lepomis gibbosus, Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus, Pseudorasbora parva*
Áramlás:	*Reofil:* 9 faj	*Alburnoides bipunctatus, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Gobio gobio, Leuciscus cephalus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Neogobius melanostomus, Salmo trutta morpha fario*
	Eurytop: 9 faj	*Abramis bjoerkna, Alburnus alburnus, Carassius gibelio, Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Neogobius fluviatilis, Perca fluviatilis, Rutilus rutilus, Sander lucioperca*
	Stagnofil: 5 faj	*Esox Lucius, Lepomis gibbosus, Pseudorasbora parva, Rhodeus sericeus, Tinca tinca*

Táplálkozási habitat:	*Nyíltvíz:* 4 faj	*Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Leuciscus cephalus, Leuciscus leuciscus*
	Metafitikus: 9 faj	*Carassius gibelio, Esox Lucius, Lepomis gibbosus, Leuciscus idus, Perca fluviatilis, Pseudorasbora parva, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus, Tinca tinca*
	Bentikus: 10 faj	*Abramis bjoerkna, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Gobio gobio, Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus, Salmo trutta morpha fario, Sander lucioperca*
Táplálkozási guild:	*Herbivor:* 1 faj	*Chondrostoma nasus*
	Omnivor: 10 faj	*Alburnoides bipunctatus, Alburnus alburnus, Carassius gibelio, Leuciscus cephalus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Pseudorasbora parva, Rhodeus sericeus, Rutilus rutilus, Tinca tinca*
	Planktivor: 0 faj	-
	Invertivor: 1 faj	*Lepomis gibbosus*
	Invertivor/Piscivor: 4 faj	*Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus, Perca fluviatilis, Salmo trutta morpha fario*
	Inv./Bentivor: 1 faj	*Barbus barbus*
	Inv./Detritivor: 2 faj	*Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus*
	Piscivor: 2 faj	*Esox Lucius, Sander lucioperca*
	Detritivor: 1 faj	*Gobio gobio*
	Parazita: 0 faj	-
Szaporodási guild:	*Litofil:* 5 faj	*Alburnoides bipunctatus, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Leuciscus cephalus, Salmo trutta morpha fario*
	Fitofil: 5 faj	*Carassius gibelio, Cobitis elongatoides, Esox Lucius, Perca fluviatilis, Tinca tinca*
	Fito-litofil: 10 faj	*Abramis bjoerkna, Alburnus alburnus, Lepomis gibbosus, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus, Pseudorasbora parva, Rutilus rutilus, Sander lucioperca*
	Pszammofil: 2 faj	*Gobio albipinnatus, Gobio gobio*
	Ostracofil: 1 faj	*Rhodeus sericeus*
	Pelagofil: 0 faj	-
	Speleofil: 0 faj	-
	Lito-Pelagofil: 0 faj	-
	Ariadnofil: 0 faj	-
	Vivipar: 0 faj	-

Élőhely specializáció:	*Specialista:* 12 faj	*Alburnoides bipunctatus, Barbus barbus, Chondrostoma nasus, Gobio gobio, Leuciscus idus, Leuciscus leuciscus, Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus, Rhodeus sericeus, Salmo trutta morpha fario, Sander lucioperca, Tinca tinca*
	Generalista: 5 faj	*Abramis bjoerkna, Cobitis elongatoides, Gobio albipinnatus, Lepomis gibbosus, Perca fluviatilis*
	Zavarást tűrő: 6 faj	*Alburnus alburnus, Carassius gibelio, Esox Lucius, Leuciscus cephalus, Pseudorasbora parva, Rutilus rutilus*

55. táblázat. Az érintett szakaszok halfajainak funkcionális guild csoportosítása

Ökológiai állapotértékelés

Az EQR értékeket vizsgálva azonnal szembetűnik, hogy a duzzasztott szakaszokon kapott értékek a két duzzasztott szakasz esetében jelentősen különböznek a két vizsgálati időpontban. A környezeti változókat vizsgálva a leginkább eltérő értéket a vízhozam adatoknál találjuk a két mintavételi időpont között. A 2018-ban kapott magasabb EQR értékeket egy jellemzően nagyvizes időszakban tapasztalhattuk, ahol a felsőbb szakaszokról lesodródott ritkább vagy védett fajok időszakos jelenléte torzíthatja a kapott értéket, azonban ez a hatás az alvíz esetében ugyanebben a vizsgálati időpontban nem érzékelhető. A vizsgálat során kapott értékek átlagát figyelembe véve bár a kapott értékek nem minden esetben okoznak kategóriaváltást, de a duzzasztott szakaszok így is alacsonyabb, míg az alvizi szakaszok magasabb ökológiai értékkel rendelkeznek. A duzzasztás kedvezőtlen hatása még egy viszonylag kis mértékű változtatás esetén is kimutatható (**56. táblázat**).

Az érintett szakaszok a „Dombvidéki kisvízfolyások, kis folyók” víztípusba esnek. A víztípusra jellemző karakterfajok közül mindkettőt (*C. elongatoides, G. gobio*) sikerült kimutatnunk. A két faj együtt csak a duzzasztóhoz közelebbi duzzasztott szakaszon fordult elő. A duzzasztó alvizén kijelölt mintavételi szelvények közül a duzzasztóhoz közelebbiből (RÉP_3293) és az árapasztón kijelölt mintavételi szelvényből (RÉP_3296) a *C. elongatoidest*, a duzzasztott szelvények közül a duzzasztótól távolibban a *G. gobiot* mutattuk ki.

Mintavételi hely kódja	Gyűjtőhely	Duzzasztótól való távolság	Mintavételi hely jellege	2018 EQR érték	2018 Ökol. állapot	2019 EQR érték	2019 Ökol. állapot	Ökol. állapot
RÉP_3295	Répce, Alsó-fele (Gyóró)	700	Duzzasztott	33	Közepes	24	Gyenge	**Közepes**
RÉP_3294	Répce, Alsó-fele (Gyóró)	150	Duzzasztott	42	Jó	35	Közepes	**Jó**
RÉP_3293	Répce, Rákóczi Tsz. (Gyóró)	300	Alvíz	32	Közepes	38	Jó	**Jó**
RÉP_3296	Répce, Sóér-köz (Gyóró)		Árapasztó	38	Jó	36	Közepes	**Jó**
REP_232	Répce, Rákóczi Tsz. (Gyóró)	650	Alvíz	38	Jó	35	Közepes	**Jó**

56. táblázat. A felmérések során vizsgált mintavételi szelvények ökológiai állapot-minőségi osztályainak összehasonlító táblázata a halak felmérési eredményei alapján

4. A duzzasztás hatásával különböző mértékben érintett felvízi, valamint alvízi mintavételi szakaszok felmérési eredményeinek összehasonlító értékelése

4.1. A makrofiton állományok vizsgálati eredményeinek összehasonlító értékelése

A Rába, a Pinka és a Répce hossz-szelvényében az egyes duzzasztók növényzetre gyakorolt hatásának elemzésére több paraméter adódott.

Kiváló lehetőség a duzzasztók hatásértékeléséhez, hogy a vízfolyások ökológiai állapotértékeléséhez az egyes növényfajok típusspecifikus módon indikációs csoportokba vannak sorolva. Az indikációs csoport 3 féle lehet: (A) víztípusra jellemző (referenciális állapotra utal), (C) víztípusra nem jellemző, illetve (B) semleges (kitüntetett indikációs tulajdonsággal nem rendelkezik). Az, hogy az adott mintavételi egységben az egyes indikációs csoportokba mennyi faj esik, illetve azoknak mennyi a relatív borítása, nagyban befolyásolja a mintavételi egység növényzet alapján meghatározott ökológiai állapotértékét.

Emiatt az elemzések során azt vizsgáltuk meg, hogy mennyi olyan faj van egy adott mintavételi egységben, ami referenciálisnak minősül, illetve mennyi olyan, amely nem minősül annak. Az indikációs csoportok fajainak áttekintése során kiderült, hogy a (C) víztípusra nem jellemző fajok között szinte kizárólag olyanok vannak, amelyek idegenhonosak, sőt inváziósak, tehát az elemzéssel valójában két paramétert vizsgáltunk, az egyik a VKI szempontból jelentőséggel bíró „referenciális fajok előfordulása", a másik természetvédelmi szempontból jelentős „idegenhonos fajok mintázata".

Az ökológiai állapotértékelés során a Rába folyót az „**LRw** – Nagy méretű folyók" kategóriába soroltuk.

Ebben a kategóriában az elemzések során felhasznált „A" indikációs csoportba tartozó növényfajok a következők:

Agrostis stolonifera	*Carex acutiformis*	*Mentha aquatica*
Myriophyllum spicatum	*Solanum dulcamara*	*Veronica beccabunga*
Urtica dioica	*Leersia oryzoides*	*Juncus articulatus*
Carex acuta	*Berula erecta*	*Rumex palustris*

Ebben a kategóriában az elemzések során felhasznált „C" indikációs csoportba tartozó növényfajok a következők:

Aster lanceolatus	*Echinocystis lobata*	*Glyceria notata*
Bidens frondosa	*Glyceria maxima*	*Reynoutria × bohemica*
Robinia pseudoacacia	*Impatiens glandulifera*	
Solidago gigantea	*Rorippa austriaca*	

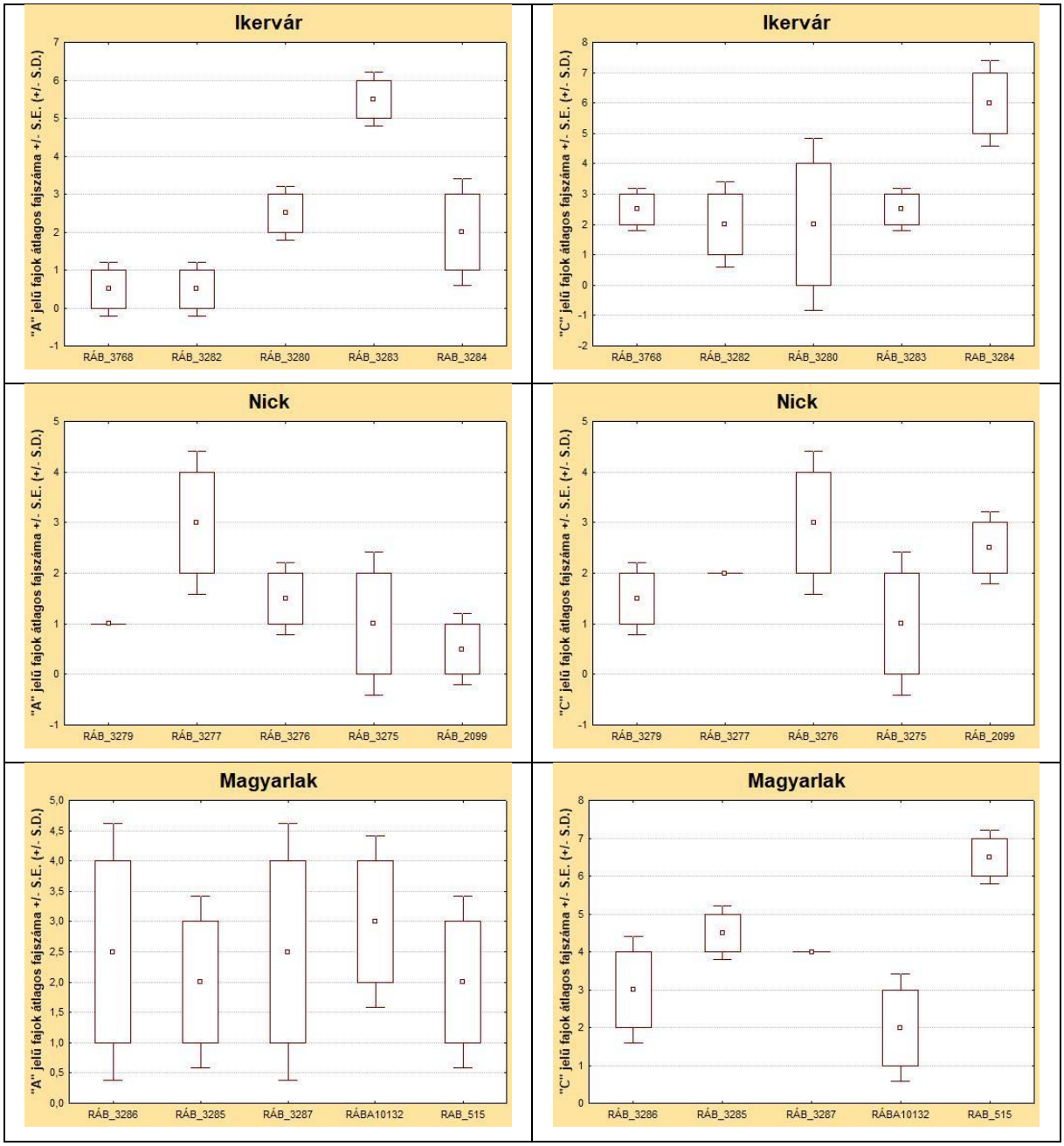
Látható, hogy a „C" indikációs csoport növényfajai 3 kivétellel idegenhonosak, sőt inváziósak is.

A három duzzasztó kontrollnak minősített (nem duzzasztott szakaszon található) mintavételi helyeit összehasonlítva sem az „A" fajok, sem a „C" fajok között nem volt szignifikáns különbség, emiatt az egyes duzzasztókhoz kapcsolódó mintavételi területeket duzzasztónként elemeztük:

Ikervár: nem volt szignifikáns különbség a mintavételi szelvények között sem az „A" ($KW=7,4$ $df=9$ $p>0,05$), sem a „C" ($KW=4,58$ $df=9$ $p>0,05$) jelű fajok esetében.

Nick: nem volt szignifikáns különbség a mintavételi szelvények között sem az „A” (KW=4,95 df=9 p>0,05), sem a „C” (KW=4,5 df=9 p>0,05) jelű fajok esetében.

Magyarlak: nem volt szignifikáns különbség a mintavételi szelvények között sem az „A” (KW=1,05 df=9 p>0,05), sem a „C” (KW=7,64 df=9 p>0,05) jelű fajok esetében.



158. ábra. Az "A" csoportba tartozó fajok átlagos száma ± S.E. és a "C" csoportba tartozó fajok átlagos száma ± S.E. boxplot megjelenítése duzzasztónként

		"A" csoportba tartozó fajok átlagos száma ± S.E.	"C" csoportba tartozó fajok átlagos száma ± S.E.
Ikervár	RÁB_3768	0,5 ± 0,5	2,5 ± 0,5

	RÁB_3282	0,5 ± 0,5	2 ± 1
	RÁB_3280	2,5 ± 0,5	2 ± 2
	RÁB_3283	5,5 ± 0,5	2,5 ± 0,5
	RAB_3284	2 ± 1	6 ± 1
Nick	RÁB_3279	1 ± 0	1,5 ± 0,5
	RÁB_3277	3 ± 1	2 ± 0
	RÁB_3276	1,5 ± 0,5	3 ± 1
	RÁB_3275	1 ± 1	1 ± 1
	RÁB_2099	0,5 ± 0,5	2,5 ± 0,5
Magyarlak	RÁB_3286	2,5 ± 1,5	3 ± 1
	RÁB_3285	2 ± 1	4,5 ± 0,5
	RÁB_3287	2,5 ± 1,5	4 ± 0
	RÁBA10132	3 ± 1	2 ± 1
	RAB_515	2 ± 1	6,5 ± 0,5

57. táblázat. Az egyes indikációs csoportokba tartozó fajok átlagos száma és szórása 2 mintavételi év (2018, 2019) alapján a Rábán

Az eredményekből látható, hogy a három duzzasztó esetében az indikációs csoportok más-más képet mutatnak. Bár szignifikáns különbség sehol sem volt, de bizonyos megállapításokat tehetünk: az „A" (referenciális) fajokat vizsgálva Ikerváron pontosan a közvetlenül a duzzasztó fölötti mintavételi egységben találtuk a legtöbb referenciális fajt. Nick olyan szempontból érdekes, a duzzasztó felvizén a duzzasztóhoz közeledve egyre alacsonyabb az „A" fajok száma, de a legalacsonyabb mégis a kontroll (alvízi) mintavételi egységben. Ez talán ellentétes képnek tekinthető a várthoz képest.

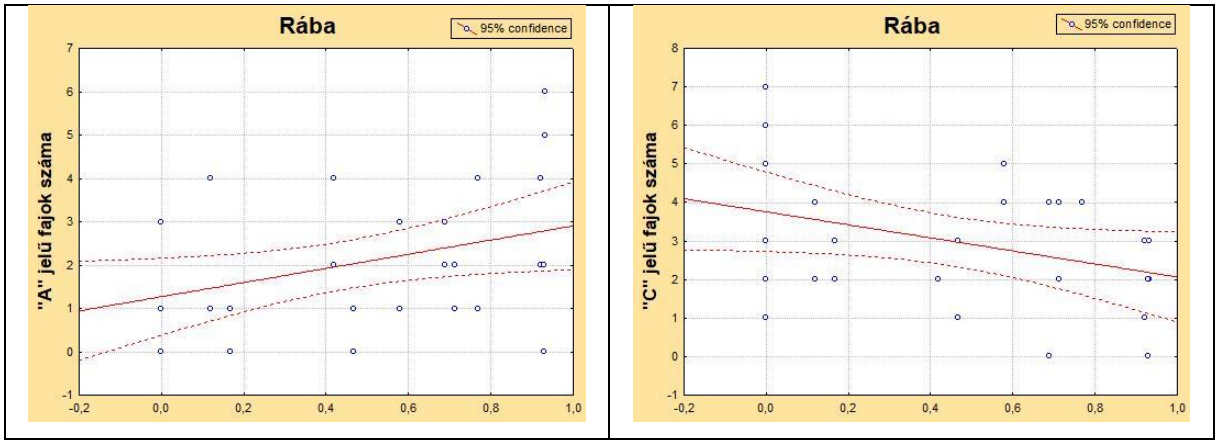
A legfelső duzzasztó (Magyarlak) esetében nagyjából egyforma az „A" fajok száma az egyes mintavételi szelvényekben, de itt is a legalacsonyabb érdekes módon éppen a kontroll mintavételi szelvény.

A „C", tehát nem a típusnak nem megfelelő fajokat vizsgálva azt a képet látjuk, hogy Ikervár és Magyarlak esetében az összes szelvény közül éppen a kontrollban a legmagasabb a „C" fajok száma, de Nicken is csak egy mintavételi hely előzi meg a kontrollt!

A kapott eredmények abból a szempontból mindenképpen érdekesek, hogy ezek szerint a duzzasztók negatív hatása, ami több, a VKI értékelésébe bevont csoporton (halak, makroszkópikus vízi gerinctelenek) érvényesül és amely a VKI ökológiai állapotértékelése során a vízi makrogerinctelenek és a halak adatsorain bizonyítható, a Rábán a makrofiton alapján nem bizonyítható, sőt a referenciális fajok és a „nem típusba való" fajok esetében is inkább ellentétes eredményeket kapunk, hangsúlyozva, hogy a különbségek nem szignifikánsak. Különösen érdekes ez az eredmény azt figyelembe véve, hogy a „C" (nem típusba való) fajok nagy része idegenhonos inváziós faj.

a. Korreláció elemzések a duzzasztás mértékének függvényében

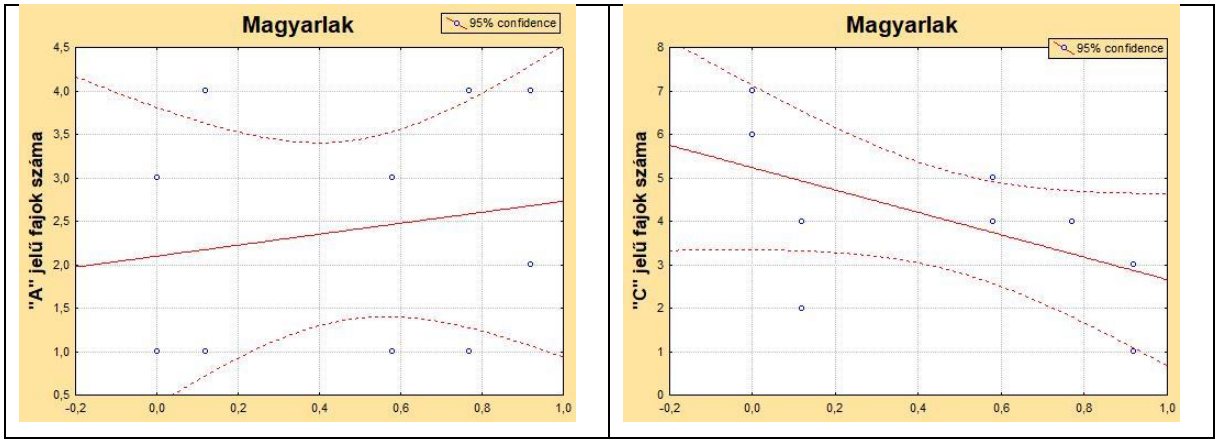
1. A mintavételi szelvények együttes vizsgálata (15 mintavételi szelvény)
    - Spearman rangkorreláció: nincs szignifikáns különbség egyik változó esetében sem
        - „A" jelű fajok: r=0,35 p>0,05; „C" jelű fajok: r=-0,26 p>0,05

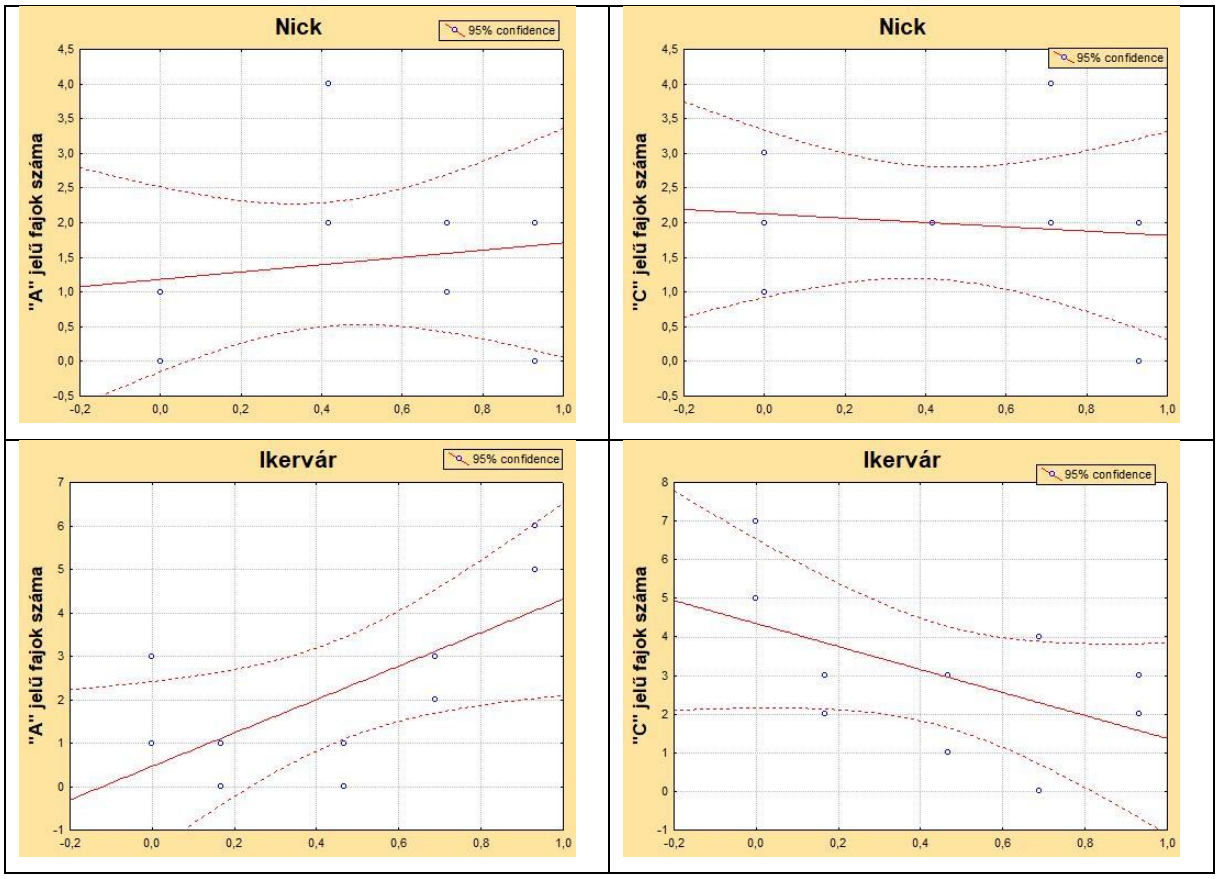


159. ábra. Spearman rangkorreláció eredményének megjelenítése a Rábán a duzzasztás függvényében, a teljes adatsorra

A Rábán vizsgált összes mintavételi egységre végzett rangkorrelációs elemzés szerint a mind az „A” fajok, mind a „C” fajok számának korrelációja a duzzasztással gyenge. Az ábrák mindenesetre azt sugallják, mintha a duzzasztás mértékének növelésével a karakterfajok száma nőne, a „nem típusba való” fajok száma pedig csökkenne. Ez mindenképpen ellentétes a várakozásokkal.

2. A mintavételi szelvények duzzasztónként történő vizsgálata (5-5-5 mintavételi szelvény)
    - Spearman rangkorreláció: (kékkel jelölve a szignifikáns eltérés)
        - Ikervár „A” jelű fajok: r=0,58 p>0,05; „C” jelű fajok: r=-0,49 p>0,05
        - Nick „A” jelű fajok: r=0,23 p>0,05; „C” jelű fajok: r=-0,12 p>0,05
        - Magyarlak: „A” jelű fajok: r=0,25 p>0,05; **„C” jelű fajok: r=-0,67 p<0,05**





160. ábra. Spearman rangkorreláció eredményének megjelenítése a Rábán a duzzasztás függvényében, az egyes duzzasztókra egyenként

Az adatsorok értelmezése egybevág a korábbiakkal abban a tekintetben, hogy mindenhol az adathalmazra fektetett egyenesek ellentétes irányúak azzal, amit várnánk, és a korreláció a két tengely között gyenge. Érdekes viszont, hogy a Spearman rangkorreláció erős (szignifikáns) negatív korrelációt talál a magyarlaki duzzasztónál a duzzasztás mértéke és a „C" (nem típusba való) növényfajok száma között; ezt a páronkénti összehasonlításon alapuló Kruskal-Wallis-próba nem érzékelte.

Az ökológiai állapotértékelés során a Pinka és a Répce folyókat az „**SRw** – Kis- és közepes méretű folyók" kategóriába soroltuk.

Ebben a kategóriában az elemzések során felhasznált „A" indikációs csoportba tartozó növényfajok a következők:

Agrostis stolonifera
Carex buekii
Glyceria maxima
Leersia oryzoides
Najas marina
Scirpus sylvaticus
Solanum dulcamara
Urtica dioica
Veronica beccabunga
Mentha aquatica
Petasites hybridus
Carex acutiformis
Glyceria notata
Berula erecta

Ebben a kategóriában az elemzések során felhasznált „C" indikációs csoportba tartozó növényfajok a következők:

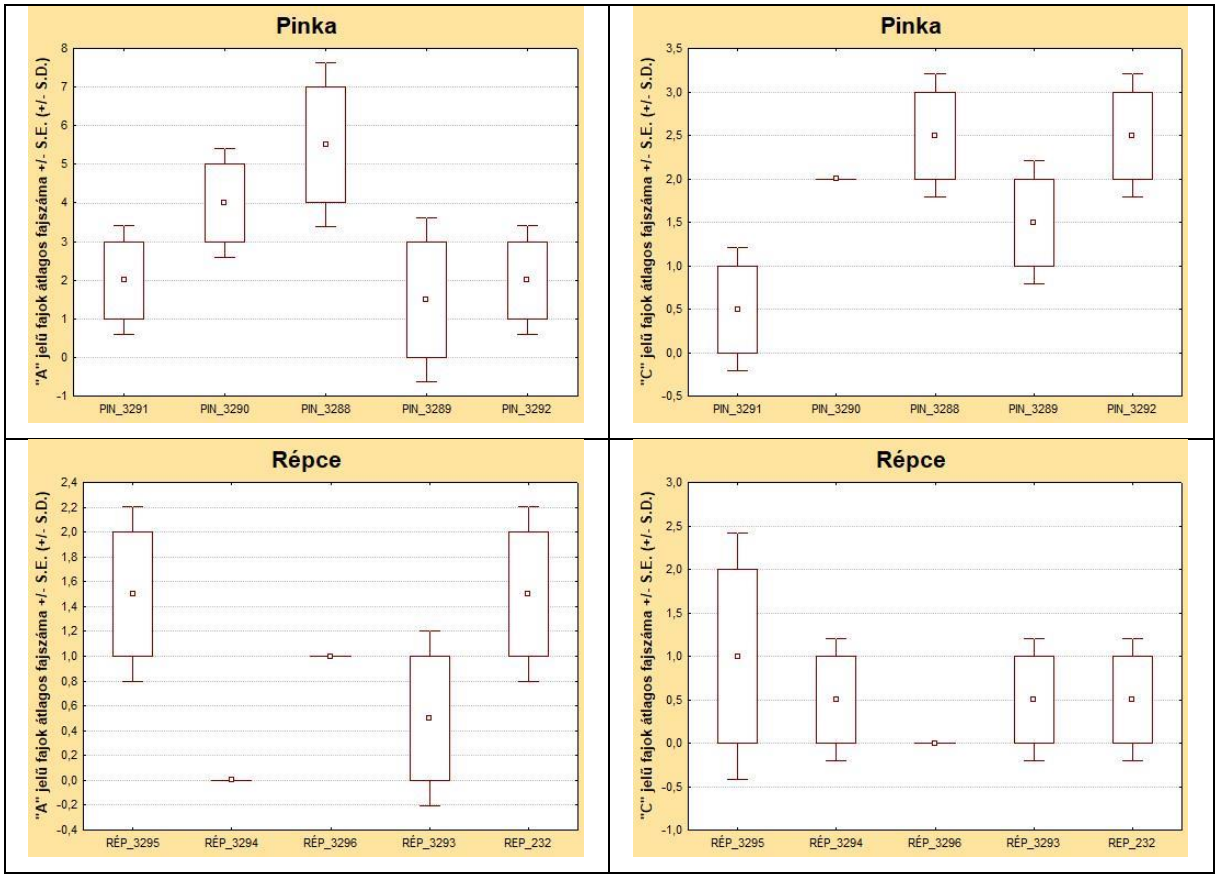
Echinochloa crus-galli
Impatiens glandulifera
Solidago gigantea
Echinocystis lobata
Bidens frondosa
Ceratophyllum demersum

Látható, hogy a „C” indikációs csoport növényfajai 2 kivétellel idegenhonosak, és inváziósnak is minősülnek.

Az egyes duzzasztókhoz kapcsolódó mintavételi területeket duzzasztónként elemeztük:

Pinka: nem volt szignifikáns különbség a mintavételi szelvények között sem az „A” (KW=5,8 df=9 p>0,05), sem a „C” (KW=6,55 df=9 p>0,05) jelű fajok esetében.

Répce: nem volt szignifikáns különbség a mintavételi szelvények között sem az „A” (KW=6,4 df=9 p>0,05), sem a „C” (KW=1,6 df=9 p>0,05) jelű fajok esetében.



161. ábra. Az "A" csoportba tartozó fajok átlagos száma ± S.E. és a "C" csoportba tartozó fajok átlagos száma ± S.E. boxplot megjelenítése duzzasztónként

		"A" csoportba tartozó fajok átlagos száma ± S.E.	"C" csoportba tartozó fajok átlagos száma ± S.E.
Pinka	PIN_3291	2 ± 1	0,5 ± 0,5
	PIN_3290	4 ± 1	2 ± 0
	PIN_3288	5,5 ± 1,5	2,5 ± 0,5
	PIN_3289	1,5 ± 1,5	1,5 ± 0,5
	PIN_3292	2 ± 1	2,5 ± 0,5
Répce	RÉP_3295	1,5 ± 0,5	1 ± 0
	RÉP_3294	0 ± 0	0,5 ± 0,5
	RÉP_3296	1 ± 0	0 ± 0
	RÉP_3293	0,5 ± 0,5	0,5 ± 0,5
	REP_232	1,5 ± 0,5	0,5 ± 0,5

58. táblázat. Az egyes indikációs csoportokba tartozó fajok átlagos száma és szórása 2 mintavételi év (2018, 2019) alapján a Pinkán és a Répcén

Pinka

Az eredményekből látható, hogy a Pinkán szignifikáns különbséget a Kruskal-Wallis próba a mintavételi szelvények között sem az „A" fajok sem a „C" fajok tekintetében nem talált. Bizonyos megállapításokat ettől függetlenül tehetünk: az „A" (referenciális) fajokat vizsgálva Felsőcsatáron pontosan a közvetlenül a duzzasztó fölötti mintavételi egységben találtuk a legtöbb referenciális fajt. Itt két kontroll egység is van és érdekes módon ebben a kettőben volt a legkevesebb „A" kategóriájú faj. Ezzel szemben a „C" (nem típusba való) fajok közül éppen a két kontrollnak tekintett szelvényben magas volt a fajszám. Ez talán ellentétes képnek tekinthető a várthoz képest, azonban a különbségek nem szignifikánsak.

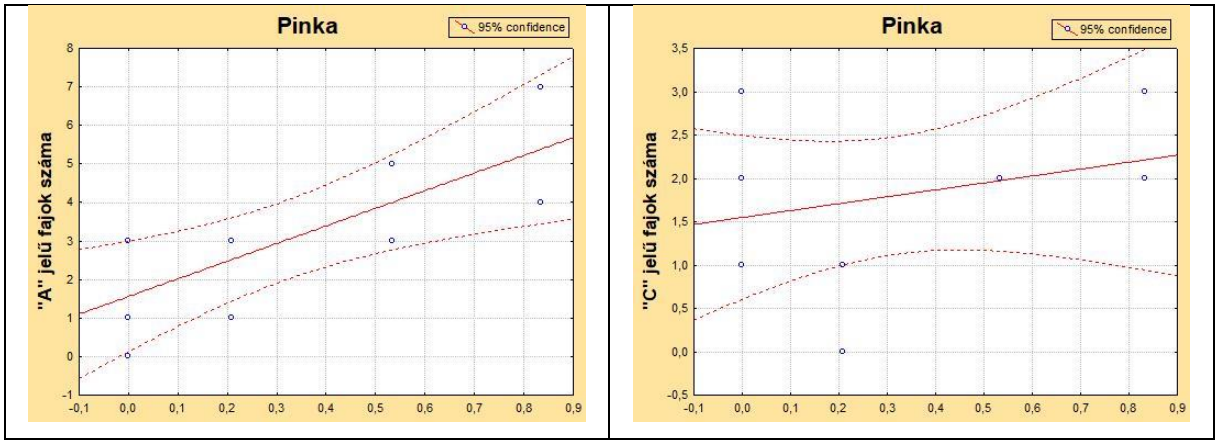
Répce

A próba szignifikáns különbségeket nem talált. Az „A" fajok alapján trendeket nem lehet látni, a „C" fajokra is csak az igaz, hogy az egyes mintavételi egységekben kapott eredmények nagyon hasonlóak, függetlenül a duzzasztóhoz viszonyított helyzettől.

b. Korreláció elemzések a duzzasztás mértékének függvényében

Spearman rangkorreláció: (**félkövérrel jelölve** a szignifikáns eltérés)

- Pinka **„A" jelű fajok: r=0,75 p<0,05**; „C" jelű fajok: r=0,19 p>0,05
- Répce „A" jelű fajok: r=0,23 p>0,05; „C" jelű fajok: r=0,03 p>0,05



162. ábra. Spearman rangkorreláció eredményének megjelenítése a Pinkán a duzzasztás függvényében

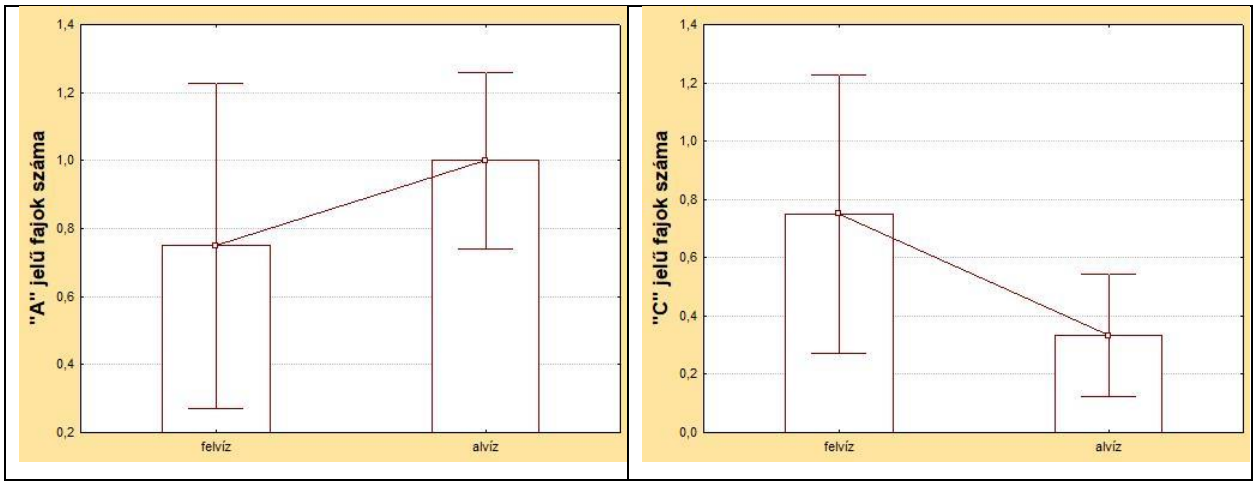
A *Pinka* vizsgált mintavételi egységeire végzett 2 rangkorrelációs elemzés közül az egyik esetben („C" fajok) a fajszám korrelációja a duzzasztás mértékével gyenge. A Pinka felsőcsatári duzzasztójánál lévő mintavételi egységek tekintetében a statisztika erős (szignifikáns) pozitív korrelációt talált az „A" fajok száma és a duzzasztás mértéke között. Utóbbi eredmény inkább a várakozásainkkal ellentétes eredménynek tekinthető, hiszen azt sugallja, hogy a duzzasztott szakasz növényzete jobban hasonlít a referenciális állapothoz, mint a nem duzzasztott.

A *Répcén* a duzzasztás mértékének ismerete nélkül nem tudtuk a Spearman rangkorrelációt elvégezni, hanem ebben az esetben a duzzasztott és alvízre eső minták eredményeit összevonva Mann-Whitney U-tesztet használtunk.

Így az alábbi eredmények jöttek ki:

„A" jelű fajok: U=9,5 N=30 p>0,05 - nincs szignifikáns eltérés

„C" jelű fajok: U=9 N=30 p>0,05 - nincs szignifikáns eltérés



163. ábra. A Répcére vonatkozó Mann-Whitney U-teszt eredményeinek megjelenítése boxplotokban

Nincs szignifikáns különbség a „referenciális állapotra jellemző" és „nem típusba való" fajok száma között a duzzasztott és az alvízi (kontroll) mintavételi egységekben. A „C" fajokra vonatkozó elemzés azt sugallja, hogy a „nem típusba való", valójában nagyrészt idegenhonos fajok kevesebben vannak a kontrollban, mint a felvízen, de ez egy borzasztóan gyengén támogatott eredmény (lásd a "C" csoportba tartozó fajok átlagos száma ± S.E. boxplot képeit fentebb).

4.2. A vízi makroszkópikus gerinctelen közösségre vonatkozó vizsgálati eredmények összehasonlító értékelése

4.2.1. A különböző abiotikus habitat-típusokhoz kötődő fajok előfordulási és tömegviszonyainak elemzése

4.2.1.1. A Rába mintavételi szelvényeinek összehasonlítása

A Rába mintavételi szelvényeiben végzett vizsgálatok alapján a különböző abiotikus habitatokhoz (pellal, argyllal, psammal, akal, lithal) kötődő fajok számának és denzitásának viszonyát vizsgáltuk a duzzasztás mértékének függvényében. Az elemzések során először újra a kontroll mintavételi szelvényeket (RÁB_3769, RÁB_2099, RÁB_3279, RÁB_515) hasonlítottuk össze annak érdekében, hogy megállapítsuk van-e hasonlóság a három duzzasztott szakasz között.

A kontroll szelvények összehasonlítása során a fajszám értékek között a pelalhoz kötődő fajok számában volt igen erősen szignifikáns különbség (KW=23, df=23, $p<0,001$), míg az denzitás értékek között a psammalnál találtunk statisztikailag értékelhető különbséget (KW=8,2, df=23, $p<0,05$). Ezért ezeknek a változóknak az esetében a három rábai szakaszt külön kezeltük.

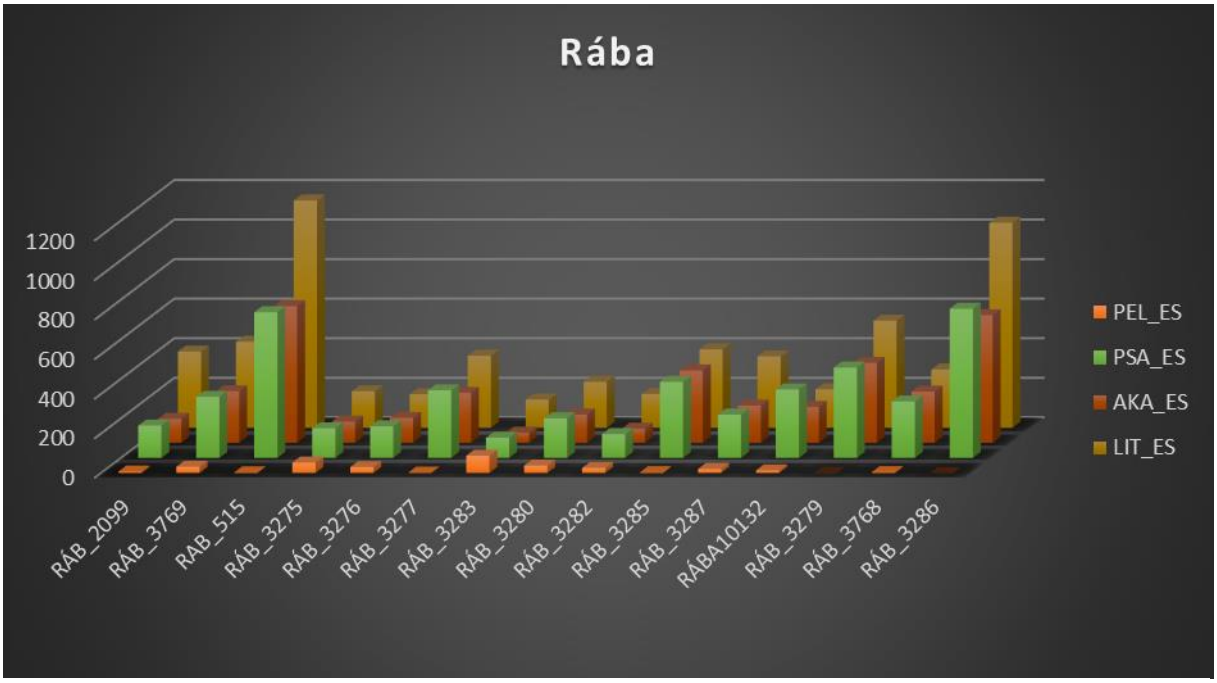
Az összes többi abiotikus habitat esetében a rábai szakaszok szelvényeit együtt kezeltük és ennek során a pelalhoz kötődő fajok denzitás értékei (KW=38,9 df=29 $p<0,001$), a psammalhoz kötődő fajok fajszám értékei (KW=38,9 df=29 $0,05<p<0,07$) és lithalhoz kötődő fajok fajszám (KW=19,5 df=29 $p<0,01$) értékei között tapasztaltunk szignifikáns különbségeket (**164. és 165. ábra**). A pelalhoz kötődő fajok denzitás értékeinek Tukey-teszttel történő összehasonlítása szerint a RÁB_3283-as az ikervári duzzasztóműhöz legközelebb, felvízi irányban elhelyezkedő mintavételi szelvény rendelkezett a legkimagaslóbb értékekkel és az összes alvízi és a felvízi irányban a duzzasztóművektől legtávolabb eső mintavételi szelvények értékeitől különbözött. Tehát itt érvényesül leginkább a duzzasztómű hatása.

A psammalhoz kötődő fajok számában megfigyelhető szignifikáns különbség a RÁB_3280-as mintavételi szelvény magasabb fajszám értékei miatt jött létre. Ez a szelvény szignifikáns eltérést mutatott az alvízi RÁB_2099-es és a felvízi RÁB_3275, RÁB_3276 és RÁB_3285-ös, duzzasztás által leginkább érintett mintavételi szelvények értékeitől.

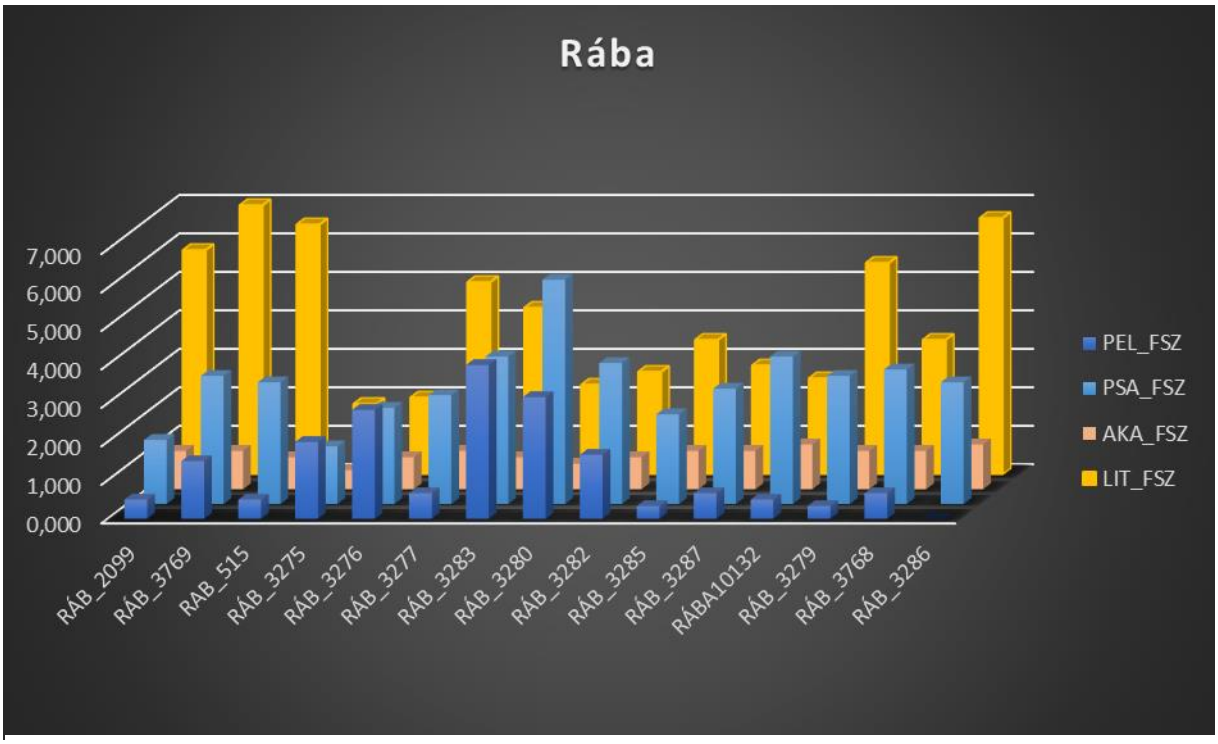
A lithalhoz kötődő fajok számában a legnagyobb eltérést a páros teszt szerint az ikervári kontroll RÁB_3769-es és a nicki duzzasztás által leginkább érintett szelvény (RÁB_3275) között mutattuk ki, ahol jelentősen csökken a folyó hordalékszállító hatékonysága, így a nagyobb szemcseméretű üledéken jelentős mennyiségű finom szemcsefrakciójú üledék halmozódik fel.

Az abiotikus habitatokhoz kötődő fajok számának és denzitásának vizsgálata során a duzzasztás mértékének függvényében szintén végeztünk elemzéseket.

Ez alapján megállapítható, hogy a fajszám értékek közül a pelálhoz ($r=0,3977$ df=29 $p<0,05$) és a lithalhoz ($r=0,4345$ df=29 $p<0,05$) kötődő fajok értékei között, míg az denzitás értékek közül a pelálnak ($r=0,3918$ df=29 $p<0,05$), a psammalnak ($r=-0,2129$ df=29 $p<0,05$) az akalnak ($r=-0,2181$ df=29 $p<0,05$) és a lithalnak ($r=0,3036$ df=29 $p<0,05$) a csoportjába tartozó fajok értékei között alakultak ki statisztikailag értékelhető különbségek a duzzasztás mértékétől függően (**166. ábra**). Az ábra alapján látszik az, hogy a duzzasztóművekhez közeledve a nagyobb szemcsefrakciójú üledékhez (lithal, akal) kötődő fajok fajszáma és denzitása is változhat negatív irányba.

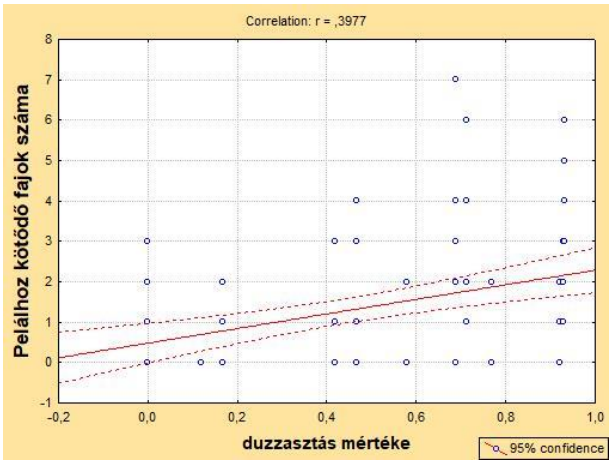


165. ábra. A Rába mintavételi szelvényeiben a különböző abitoikus habitatokhoz (pelal, psammal, akal, lithal) kötődő fajok denzitása (balról jobbra : felvízi szelvények – alvízi szelvények)

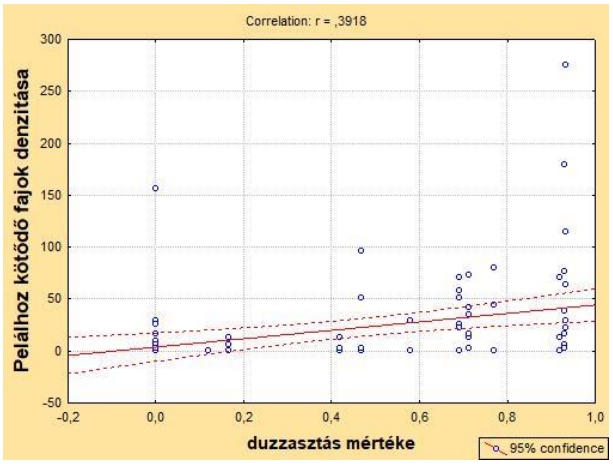


165

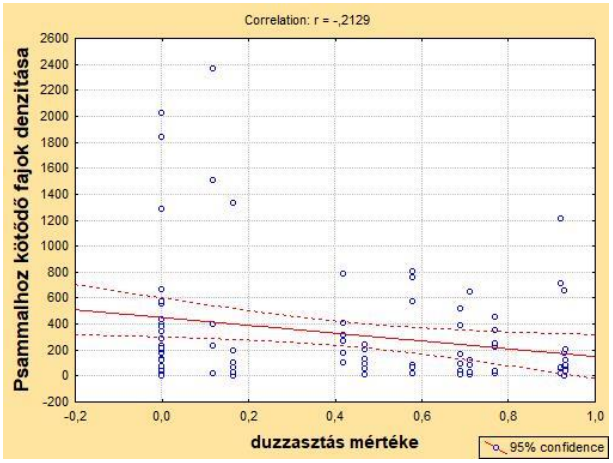
164. ábra. A Rába mintavételi szelvényeiben a különböző abitoikus habitatokhoz (pelal, psammal, akal, lithal) kötődő fajok száma (balról jobbra : felvízi szelvények – alvízi szelvények)



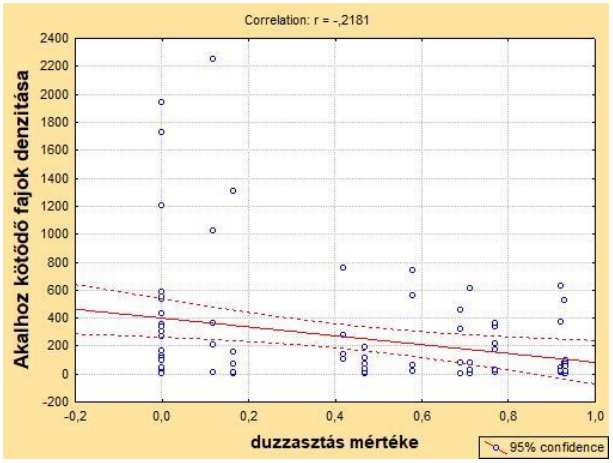
A



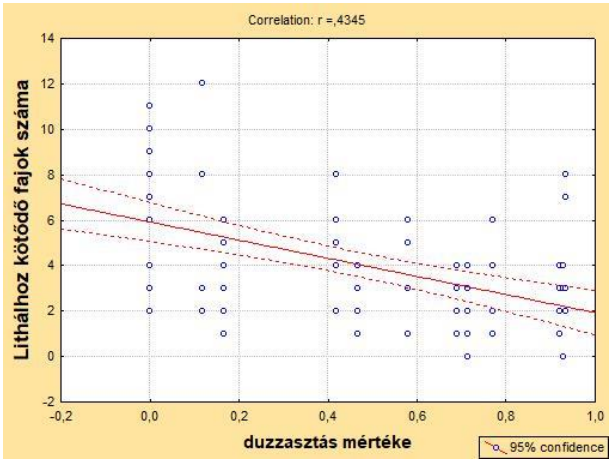
B



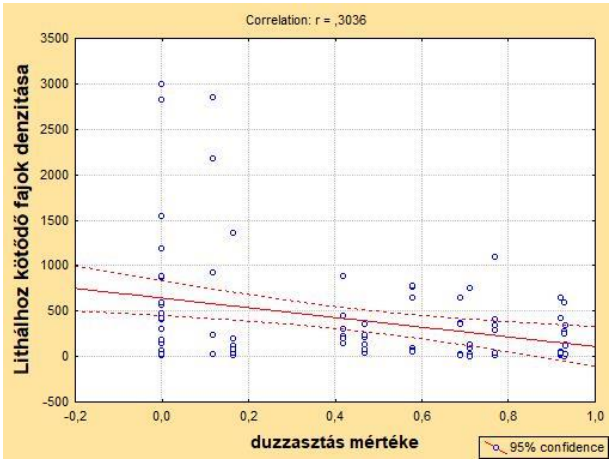
C



D



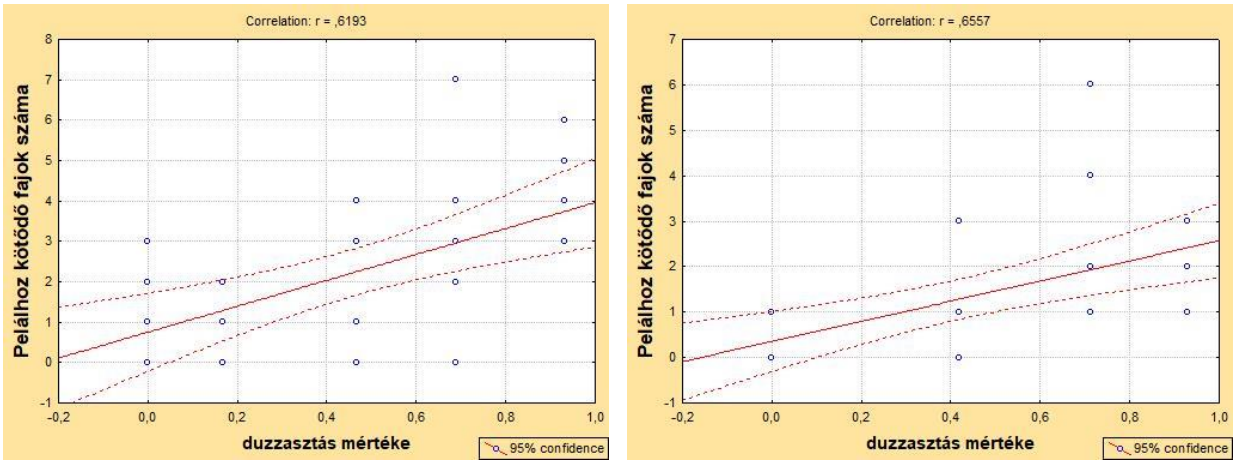
E



F

166. ábra. A Rába felmért hosszszelvénye mentén a pelálhoz kötődő fajok számának (A), denzitásának (B), a psammalhoz kötődő fajok denzitásának (C), az akalhoz kötődő fajok denzitásának (D), a lithalhoz kötődő fajok számának (E) és denzitásának (F) alakulása

A mintavételi szelvényeket külön-külön is megvizsgálatuk a három Rába szakaszon a pelálhoz kötődő fajok száma és a psammalhoz kötődő fajok denzitás értékei tekintetében. Az ikervári duzzasztómű térségében kijelölt szelvények értékeinek vizsgálata során, szignifikáns különbséget találtunk a duzzasztás mértéke és a pelálhoz kötődő fajok száma között (r=0,6193 df=29 p<0,001). Azonban a psammalhoz kötődő fajok denzitás értékei tekintetében nem mutatkozott szignifikáns különbség. A nicki duzzasztóműről szintén hasonló tendencia mutatható ki, hiszen a pelálhoz kötődő fajok száma és a duzzasztás mértéke között mutatható ki kapcsolat (r=0,6557 df=29 p<0,001). Magyarlaknál azonban ugyanez a tendencia már nem figyelhető meg, hiszen nem tapasztaltunk szignifikáns változást egyik esetben sem.

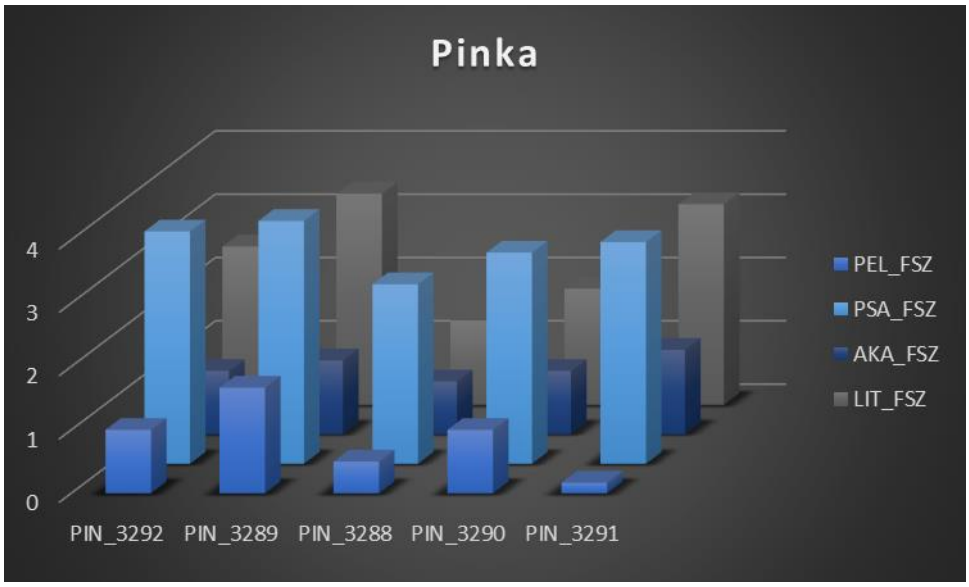


A **B**

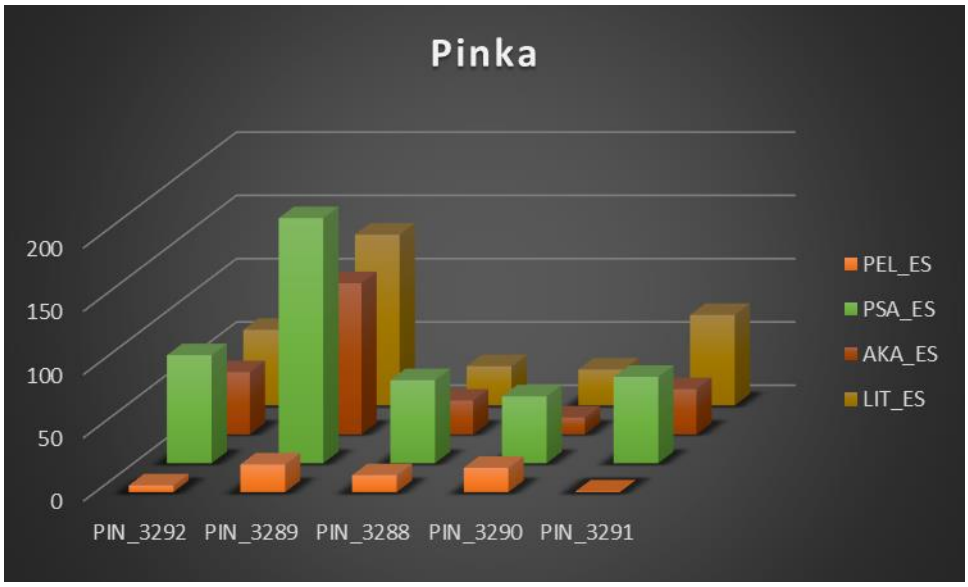
167. ábra. A Rába ikervári (A) és a nicki (B) mintavételi szakaszainak pelálhoz kötődő fajszámainak alakulása a duzzasztás mértékének függvényében

4.2.1.2. A Pinka mintavételi szelvényeinek összehasonlítása

A Pinka mintavételi szelvényeiben végzett vizsgálatok alapján a különböző abiotikus habitatokhoz (pellal, argyllal, psammal, akal, lithal) kötődő fajok számának és denzitásának viszonyát vizsgáltuk a duzzasztás mértékének függvényében. A Pinka mintavételi szelvényeinek fajszám és denzitás értékeinek összehasonlító elemzése során a pelálhoz kötődő fajok száma (KW=11,22 df=29 p<0,05) és denzitás értékei (KW= df=19 0,05<p<0,07) okoztak statisztikailag értékelhető különbséget (**168. és 169. ábra**). A pelálhoz kötődő fajok számának összehasonlítása során a PIN_3288-as és PIN_3289-es szelvények különböztek leginkább egymástól.



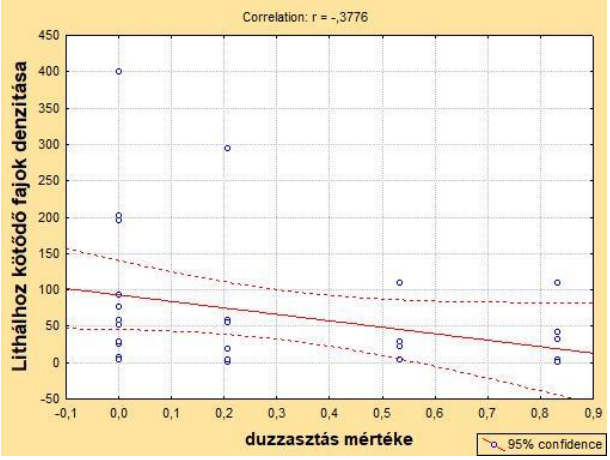
168. ábra. A Pinka mintavételi szelvényeiben a különböző abitoikus habitatokhoz (pelal, psammal, akal, lithal) kötődő fajok száma



169. ábra. A Pinka mintavételi szelvényeiben a különböző abitoikus habitatokhoz (pelal, psammal, akal, lithal) kötődő fajok denzitás értékeinek alakulása

A duzzasztás mértékével való összevetés során az abitoikus habitatokhoz kötődő fajok fajszáma és denzitásának vizsgálata során a litálhoz kötődő fajok denzitás ($r=-0,3776$ $df=29$ $p<0,05$) értékeinek alakulása vezetett szignifikáns különbség kialakulásához.

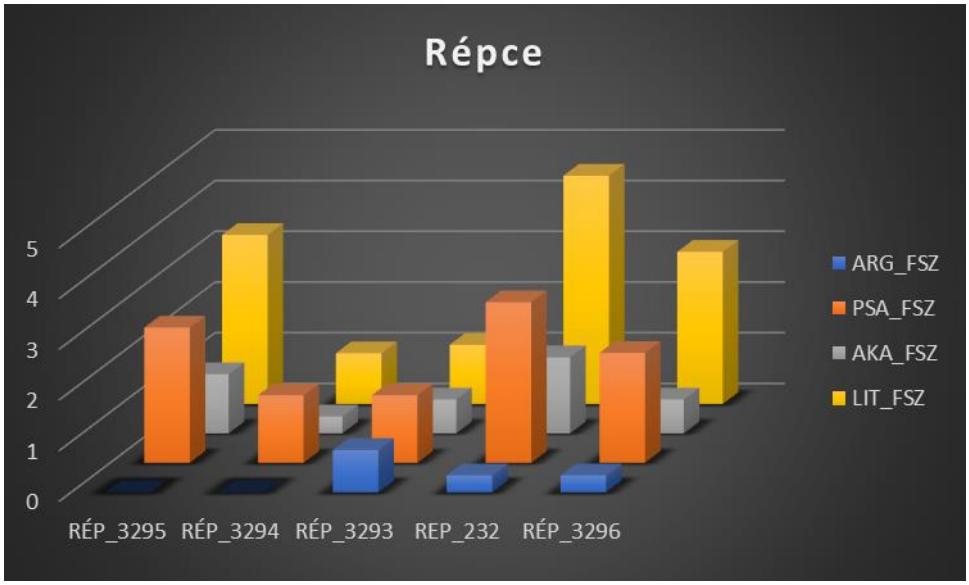
A Pinka esetében is megállapítható, hogy a duzzasztómű által okozott hidromorfológiai tulajdonságokban bekövetkező változás megváltoztatta a fajösszetételt, amely leginkább a nagyobb szemcsefrakciójú üledékhez kötődő fajok denzitás értékeinek vizsgálata során mutatkozott meg. A felvízi szakaszokon ezek aránya jóval kisebb, mint az alvízi mintavételi szelvényekben, ahol a folyó áramlási sebessége felgyorsul és lehetővé teszi a finom szemcsefrakciójú üledék elszállítását.



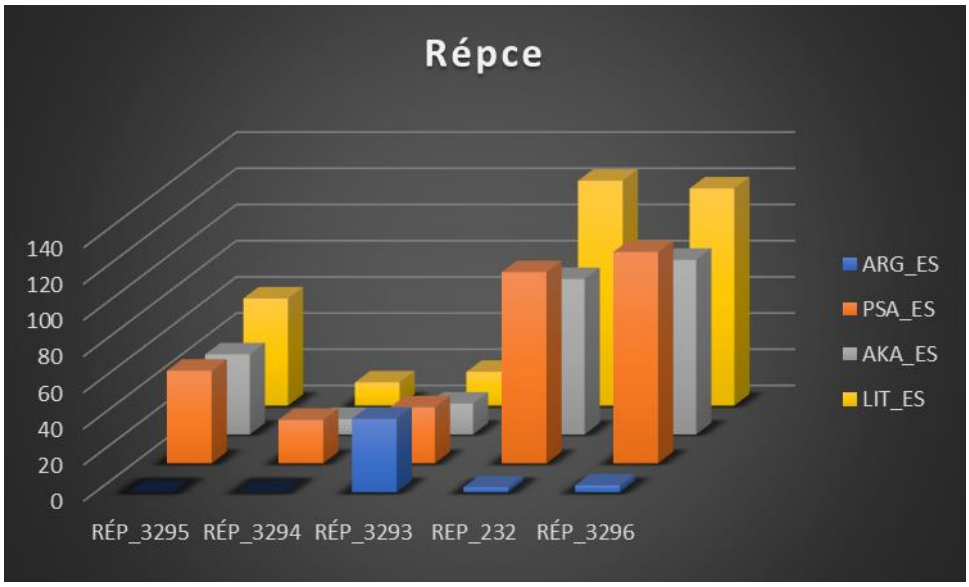
170. ábra. A lithalhoz kötődő fajok denzitásának változása a Pinka mintavételi szelvényeiben a duzzasztás mértékének megfelelően

4.2.1.3. A Répce mintavételi szelvényeinek összehasonlítása

A Répce mintavételi szelvényeiben végzett vizsgálatok alapján a különböző abiotikus habitatokhoz (pellal, argyllal, psammal, akal, lithal) kötődő fajok számának és denzitásának viszonyát vizsgáltuk a duzzasztás mértékének függvényében. A duzzasztás mértékével való összehasonlítás ebben az esetben nem valósult meg, mivel nem álltak rendelkezésünkre a duzzasztás kifutási hatásának határára vonatkozó információk. A Répce mintavételi szelvényeinek fajszám és denzitás értékeinek összehasonlító elemzése során az argyllalhoz kötődő fajok számában ($KW=12,89$ $df=29$ $p<0,05$) és denzitásában ($KW=15,23$ $df=29$ $p<0,01$), a psammalhoz kötődő fajok számában ($KW=9,98$ $df=29$ $p<0,05$), az akalhoz kötődő fajok számában ($KW=11,66$ $df=29$ $p<0,05$) és a lithalhoz kötődő fajok számában ($KW=15,4$ $df=29$ $p<0,01$) és denzitás értékeiben ($KW=10,84$ $df=29$ $p<0,05$) mutattunk ki statisztikailag értékelhető különbséget (**171. és 172. ábra**). A páros összehasonlítások során megállapítottuk, hogy az argyllalhoz kötődő fajok fajszám ($p<0,01$) és denzitás ($p<0,001$) értékei között tapasztalt sziginifikáns eltérés oka a RÉP_3295-ös és RÉP_3294-es szelvényben ezeknek a fajoknak a hiánya.



171. ábra. A Répce mintavételi szelvényeiben a különböző abitoikus habitatokhoz (pelal, psammal, akal, lithal) kötődő fajok száma



172. ábra. A Répce mintavételi szelvényeiben a különböző abitoikus habitatokhoz (pelal, psammal, akal, lithal) kötődő fajok

Az akal frakcióhoz kötődő fajok számában a szignifikáns különbséget ($p<0,001$) a RÉP_232-es mintavételi szelvény magasabb fajszám értékei okozták. Ez a szelvény esik legtávolabb a duzzasztóműtől, így a durvább (sóder) alkotta élőhelyek kialakulása jellemző. A lithalhoz kötődő fajok számának és denzitás értékeinek ($p<0,05$) alakulásában tapasztalt szignifikáns különbségek szintén a duzzasztóműtől legtávolabbi REP_232-es és az árapasztó ág REP_3296-os mintavételi szelvényeinek magasabb értékei miatt következett be, ahol az élénkebb vízáramlás miatt a víz hordalékszállító munkája érvényesül és a finomszemcsés üledékfrakciója akkumulációja csupán kis százalékban jellemző.

4.2.2. A fajok előfordulási és tömegviszonyainak elemzése a biocönotikus régió- és mikrohabitat-preferencia, illetve a természetvédelmi-ökológiai értékesség egyes változói alapján

Az elemzések során vizsgáltuk az idegenhonos fajok számát és denzitását, az őshonos fajok számát és denzitását, a védett fajok számát és denzitását, a szűrő fajok számát és denzitását, a reofil fajok számát és denzitását, a potamális fajok számát és denzitását, a sztagnofil fajok számát és denzitását, az egyes mintavételi szelvények EQR értékeit, a karakterfajok számát és denzitását. A fajok biocönotikus régiópreferenciájára (reofil, potamális, sztagnofil), illetve a mikrohabitat preferenciájukra vonatkozó adatokat MOOG (2002) alapján állapítottuk meg. Annak érdekében, hogy megtudjuk ezeknek a változóknak az alakulását a duzzasztás mértékének függvényében, a mintavételi helyek duzzasztóműtől való távolsága alapján mérőszámokat állapítottunk meg, amelyek a duzzasztás mértékét jelölik. A duzzasztás mértékének és az egyes változók kapcsolatának erősségét és irányát Spearman rangkorrelációval állapítottuk meg.

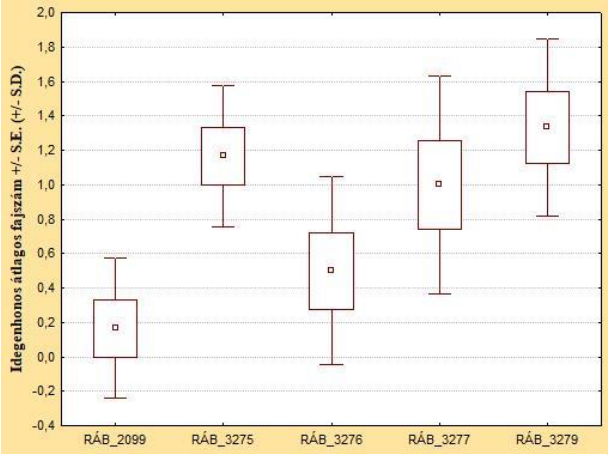
4.2.2.1. A Rába mintavételi szelvényeinek összehasonlítása

A Rábán kijelölt mintavételi szakaszok (Ikervár, Magyarlak, Nick) esetében feltételeztük, hogy ezek felvízi és alvízi szakaszai hasonlítanak egymáshoz, és ennek a hipotézisnek a tesztelése érdekében a három duzzasztott szakasz kontroll szelvényeit (RÁB_3769, RÁB_2099, RÁB_3279, RÁB_515) Kruskal-Wallis analízissel összehasonlítottuk minden egyes változó szempontjából. A kontroll pontok minden esetben a duzzasztóművek alvízi szakaszán helyezkedtek el, illetve a nicki duzzasztómű esetében a legfelső

RÁB_3279-es szelvényt is kontrollnak vettük, hiszen ez a szelvény már a duzzasztás hatásának kifutási határán kívül esik.

Az elemzések során szignifikáns különbséget tapasztaltunk az egyes kontroll pontok között az idegenhonos fajok száma (KW=18,37, df=23, p<0,001), az idegenhonos fajok denzitása (KW=19,47, df=23, p<0,001), a szűrő szervezetek fajszáma (KW=8,1, df=23, p<0,05) és a szűrő szervezetek denzitása (KW=11,2, df=23, p<0,05) esetében, ezért ezen változók vizsgálata során külön kezeltük az ikervári, a nicki és a magyarlaki duzzasztómű térségébe eső szakaszokat. Ha valamelyik szakasznál statisztikailag értékelhető különbséget találtunk, páros Tukey HSD teszttel állapítottuk meg, hogy mely mintavételi szelvények okozták a különbséget. A Rába három duzzasztott szakaszának külön-külön történő vizsgálata során az előzőekben említett okok miatt az idegenhonos fajok száma és denzitása, illetve a szűrő szervezetek száma és denzitása tekintetében végeztünk vizsgálatokat.

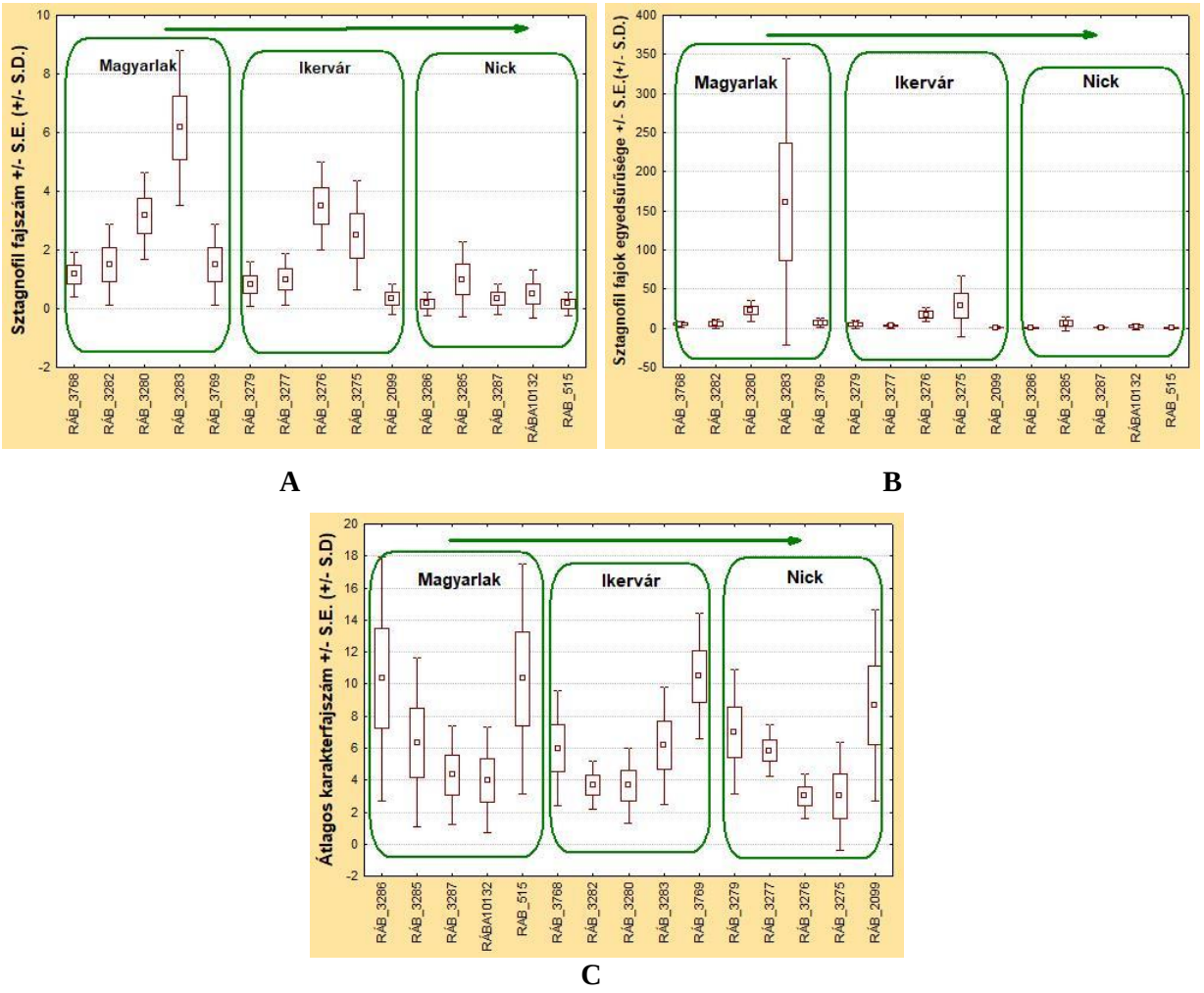
Az Ikervári duzzasztómű térségében kijelölt mintavételi szelvényeket összehasonlítva nem tapasztaltunk statisztikailag értékelhető különbséget sem az idegenhonos fajok, sem pedig a szűrő szervezetek száma és denzitása tekintetében, és ugyanez volt jellemző a magyarlaki duzzasztómű hatásának vizsgálatára kijelölt 5 mintavételi szelvény kapcsolatára is. Ezzel szemben a nicki duzzasztómű hatásának vizsgálatára kijelölt 5 mintavételi szelvény esetében az idegenhonos fajok számában erősen szignifikáns különbséget (KW=16,38; df=30; p<0,01) mutattunk ki. A páros teszt eredményeire alapozva, a statisztikailag értékelhető különbséget a RÁB_2099-es kontroll mintavételi szelvény alacsonyabb, illetve a RÁB_3275 és RÁB_3279-es szelvények magasabb idegenhonos fajszám értékei adták. Amint a **173. ábra** alapján is jól látszik, az idegenhonos fajok száma tekintetében az alvízi RÁB_2099-es mintavételi szelvény rendelkezett a legalacsonyabb értékekkel, míg a duzzasztás által legkevésbé érintett RÁB_3279-es szelvény jellemezhető a legmagasabb értékekkel. Ezekben a szelvényekben mind a kettő mintavételi időszakban a teljes vizsgált rábai hosszszelvény mentén jelen voltak a *Corbicula fluminea* és a *Sinanodonta woodiana* kagylófajok egyedei, az arra alkalmas lágy üledékben. A kontrollnak számító alvízi mintavételi szelvényben (RÁB_2099) csupán egyetlen szekcióból mutattuk ki a *Corbicula fluminea* példányait, egyetlen mintavételi periódusban.



173. ábra. A nicki mintavételi szelvény idegenhonos fajszámának alakulása

Azoknál a változóknál (őshonos fajok száma és denzitása, védett fajok száma és denzitása, szűrő fajok száma és denzitása, reofil fajok száma és denzitása, potamális fajok száma és denzitása, sztagnofil fajok száma és denzitása, karakterfajok száma és denzitása, Q_{BAP} értékek), ahol nem volt szignifikáns különbség a kontroll pontok értékei között, mind a három rábai szakaszt együtt kezeltük. A statisztikai elemzés szerint a sztagnofil fajok számában (KW=49,38 df=89 p<0,0001) és denzitásában (KW=50,8 df=89 p<0,0001) igen erősen szignifikáns különbség figyelhető meg (**174. ábra**). Ezen túlmenően statisztikailag értékelhető különbséget tapasztaltunk az egyes mintavételi szelvények karakterfajszám értékei között is (KW=23,89 df=89 p<0,05).

A sztagnofil fajok számának páronkénti Tukey-teszttel történő összehasonítása során a RÁB_3283-as mintavételi szelvény az összes többi szelvénytől nagyon erős ($p<0,001$) eltérést mutatott. Illetve a RÁB_3280-as szelvény és a RÁB_2099-es, RÁB_3287-es, RÁBA10132-es és a RAB_515-ös szelvények párosítása is mind szignifikáns különbséget mutatott ki ($p<0,05$). Szintén statisztikailag értékelhető különbség ($p<0,05$) kialakulását detektáltuk a RÁB_3276-os RÁB_3279-es szelvénnyel és RÁB_3277-es szelvénnyel történő párosításánál és az összes magyarlaki mintavételi szelvénytől igen erős eltérést mutatott ($p<0,01$). Tehát a **174. ábra/A** ábrán jól látszik, hogy mind a RÁB_3283-as, RÁB_3280-as és a RÁB_3276-os mintavételi szelvények magasabb sztagnofil fajszáma okozta leginkább a statisztikailag kimutatható különbséget. Ezek a mintavételi szelvények a duzzasztóművekhez legközelebb helyezkednek el, így itt a legalacsonyabb a víz áramlási sebessége, amely kedvezően befolyásolja az állóvízi körülményeket preferáló fajok megtelepedését (pl.: *Acroloxus lacustris, Asellus aquaticus, Caenis robusta, Cloeon dipterum, Cyrnus trimaculatus, Laccophilus hyalinus, Unio tumidus*).



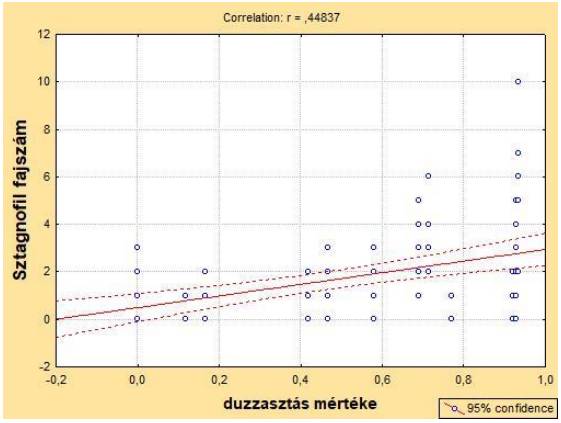
174. ábra A sztagnofil fajok fajszámának (A) és denzitásának (B) illetve a karakterfajok számának (C) változása a Rába felmért hosszszelvénye mentén (nyíl: folyásirány fentről lefelé)

A sztagnofil fajok denzitás vizsgálatánál egyértelműen a RÁB_3283-as mintavételi szelvény igazán szembetűnő értéke (**174. ábra/B)** okozta a statisztikailag értékelhető különbséget, amely messze felülmúlta a többi szelvény értékeit és ezt a Tukey-teszt eredményei is alátámasztják, hiszen minden egyes szelvénytől igen erősen szignifikáns eltérést mutat ($p<0,001$). Olyan fajok járultak hozzá a statisztikailag értékelhető

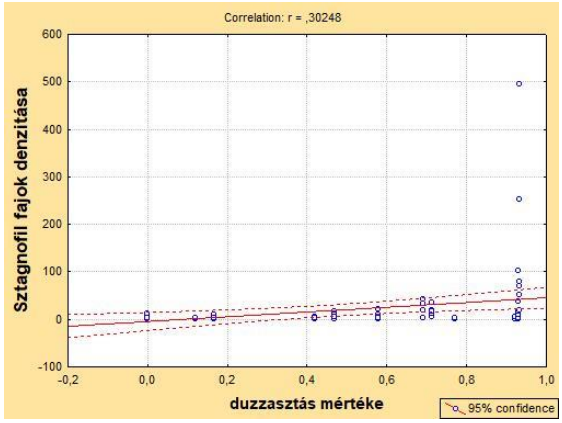
különbség kialakulásához az említett mintavételi szelvényben, mint például az *Unio tumidus* (21,87 +/- 6,09 ind./m^2 +/- S.E.), amely a finomszemcséjű üledékfelhalmozódásban akár tömegesen is előfordulhat.

A karakterfajok számának változásában lévő különbségeket páros teszttel nem tudtuk kimutatni, azonban a **174. ábra/C** ábrán jól látható, hogy a duzzasztás által érintett szakaszokon a fajszámok jóval kevesebbnek adódtak mind a három duzzasztott szakasz esetében, illetve az alvízi mintavételi szelvények (RÁB_3769, RÁB_2099, RÁB_515) és a felvízi mintavételi szelvények (RÁB_3279, RÁB_3768, RÁB_3286) értékei mindig meghaladták a duzzasztás által leginkább érintett mintavételi szelvények karakterfajszám értékeit. Tehát a tipikus rábai mederanyagösszetétel és habitatstruktúra jelenléte leginkább ezekben a magasabb fajszám értékekkel rendelkező szelvényekben jellemző, amely elősegítette a népesebb karakterfaj-együttes kialakulását/megmaradását.

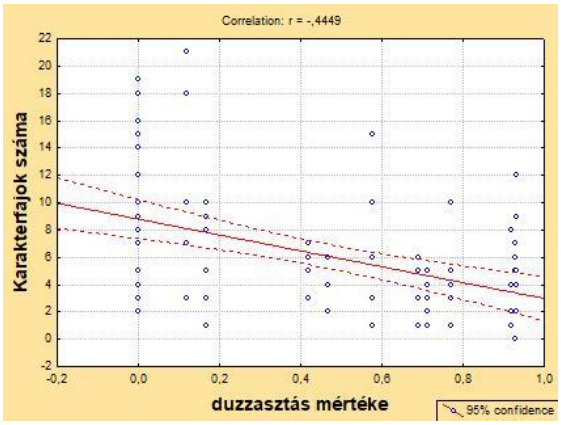
Annak érdekében, hogy megtudjuk, van-e kapcsolat a duzzasztás mértéke és a sztagnofil fajok száma, illetve a sztagnofil fajok denzitása és a duzzasztás mértéke között, korreláció analízist végeztünk. Ezek eredményeként szignifikáns eltérést mutattunk ki (**175. ábra**) mind a fajszám (r=0,44837 N=90 p<0,001), mind pedig az denzitás értékek (r=0,30246 N=90 p<0,01) tekintetében. Mind a kettő változó esetében a duzzasztás mértékével nőtt a sztagnofil fajok száma és denzitása, amely annak köszönhető, hogy a duzzasztóművek felvízi szakaszán a víz áramlási sebessége lelassul, ezért finoman partikulált szervesanyag és igen finom szemcsefrakciójú üledék akkumulációja figyelhető meg, amely kedvez az lassú áramlási sebességhez, illetve állóvízi körülményekhez alkalmazkodott fajok megtelepedésének (pl.: *Bathyomphalus contortus, Caenis robusta, Cyrnus trimaculatus, Laccophilus hyalinus, Nepa cinerea, Noterus clavicornis*). A karakterfajok számának változásában szintén jól detektálható, a duzzasztás mértékével fordítottan arányos különbséget figyeltünk meg (r=-0,4449 N=90 p<0,001), amelyet a fentebb ismertetett okoknak tulajdoníthatunk.



A



B

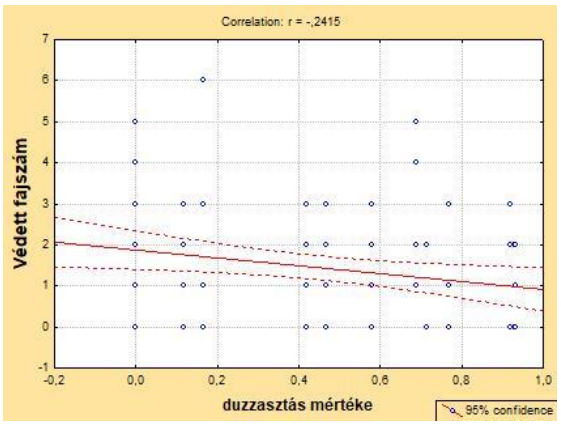


C

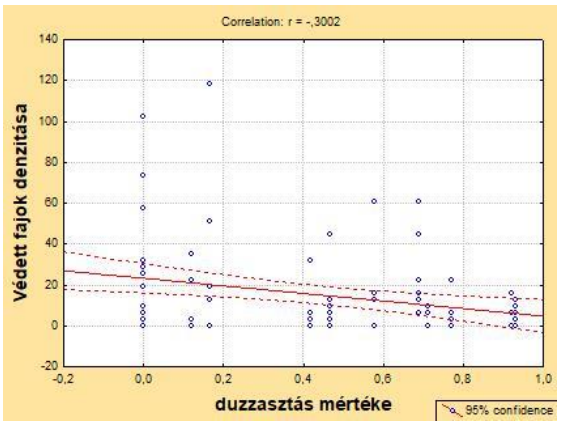
175. ábra A sztagnofil fajok számának (A), denzitásának (B), illetve a karakterfajok számának (C) változása a duzzasztás mértékének függvényében a felmért Rába szakaszon

A ovábbiakban megvizsgáltuk Spearman rangkorrelációval azoknak a változóknak a változását is a duzzasztás függvényében, amelyek nem mutattak statisztikailag értékelhető különbséget a kontroll pontok vizsgálata során, de feltételeztük a kimutatható különbséget. Ennek eredményeként további értékelhető különbségeket mutattunk ki a védett fajok száma (r=-0,2415 N=90 p<0,05) és denzitása (r=-0,3002 N=90 p<0,01), a szűrő szervezet száma (r=0,2485 N=90 p<0,05), a karakterfajok denzitása (r=-0,348 N=90 p<0,01) értékei , illetve az ökológia állapotbesoroláshoz szolgáló Q_{BAP} pontszámok (r=-0,7497 N=15 p<0,01) tekintetében (**176. ábra**). A védett fajok száma és denzitása csökkenő tendenciát mutat a duzzasztástól való távolság csökkenésével (**176. ábra/A** és **176. ábra /B**). A duzzasztás által leginkább értinett szakaszokon olyan védett fajok, mint például az *Agnetina elegantula* vagy az *Ephoron virgo* nem találták meg a számukra megfelelő környezeti feltételeket.

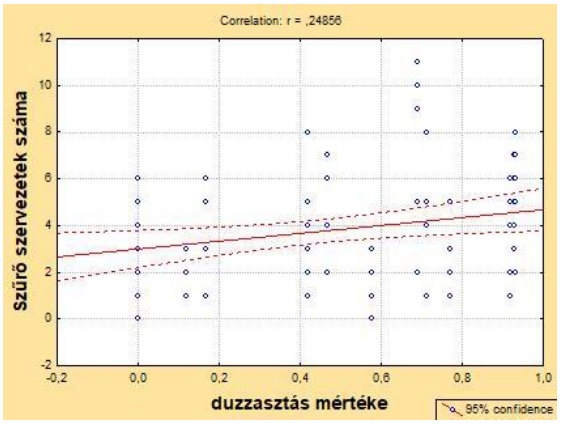
Ezzel ellentétben a szűrő (aktív és passzív szűrők) szervezet száma (pl.: *Anabolia furcata*, *Anodonta anatina*, *Bithynia tentaculata*, *Laccophilus hyalinus*, *Sphaerium corneum*) a duzzasztás hatásának növekedésével szintén növekvő tendenciát mutat (**176. ábra /C**). A karakterfajok denzitás értékei tekintetében szintén a fajszámukhoz hasonló tendencia figyelhető meg (**176. ábra /E**), így a duzzasztás hatásának csökkenésével a karakterfajok denzitása növekszik. A Q_{BAP} pontszámok alapján rajzolt trendvonal alapján, a karakterfajok számának és denzitás értékeinek csökkenése jól kimutatható, hiszen ezeknek a változóknak az alakulása befolyásolja az ökológiai állapotbesorolást is. Ennek megfelelően a duzzasztóművek felé haladva a Q_{BAP} pontszám csökken.



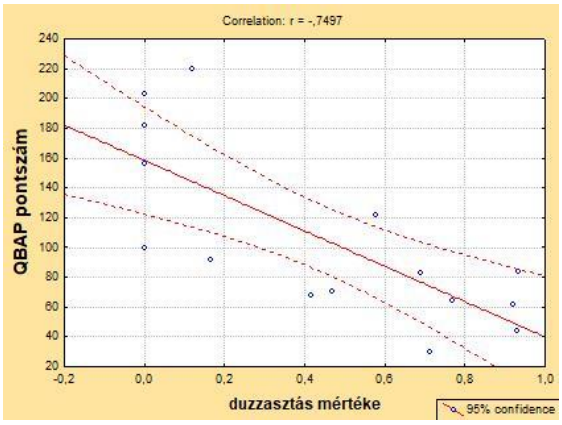
A



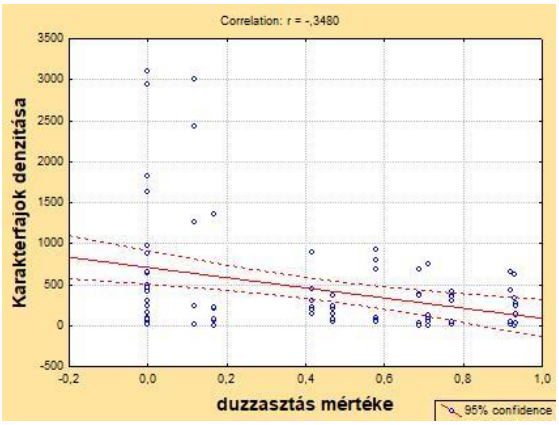
B



C



D



E

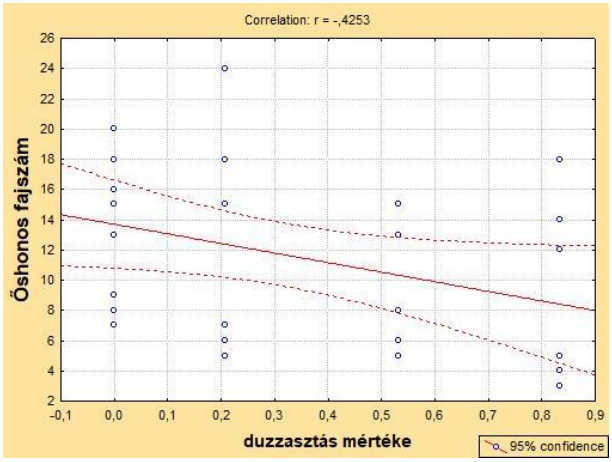
176. ábra A védett fajok számának (A), denzitásának (B), a szűrő szervezetek számának (C), a Q_{BAP} pontszámok (D), illetve a karakterfajok denzitásának (E) változása a duzzasztás mértékének változásával

4.2.2.2. A Pinka mintavételi szelvényeinek összehasonlítása

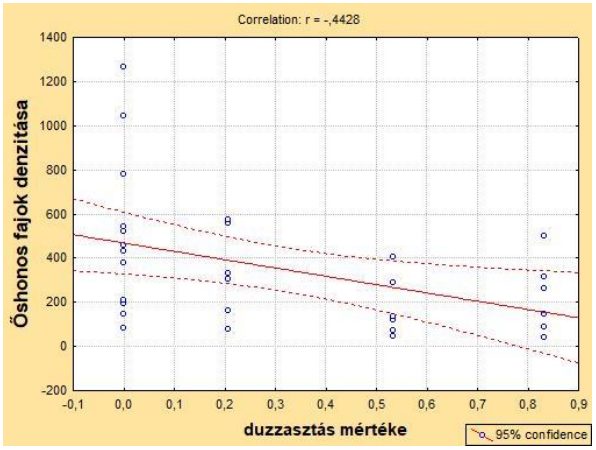
A Pinka felsőcsatári duzzasztóművének vizsgálata során elemeztük az idegenhonos fajok számát és denzitását, az őshonos fajok számát és denzitását, a védett fajok számát és denzitását, a szűrő fajok számát és denzitását, a reofil fajok számát és denzitását, a potamális fajok számát és denzitását, a sztagnofil fajok számát és denzitását, az egyes mintavételi szelvények EQR értékeit (Q_{BAP} pontszámok), a karakterfajok számát és denzitását.

A Pinka mintavételi szelvényeinek összehasonlító vizsgálata során a karakterfajok denzitás (KW=8,77 df=29 0,05<p<0,07) értékeinek kivételével egyik változó esetében sem tudtunk statisztikailag értékelhető különbséget kimutatni. Ebben az esetben az alvízi, PIN_3289 kódú mintavételi szelvény magasabb fajszám értékei okozták a statisztikailag kimutatható különbséget. Olyan pozitív karakterfajok előfordulását bizonyítottuk innen, mint az *Agabus bipustulatus*, a *Gerris odontogaster* vagy a *Leuctra fusca*.

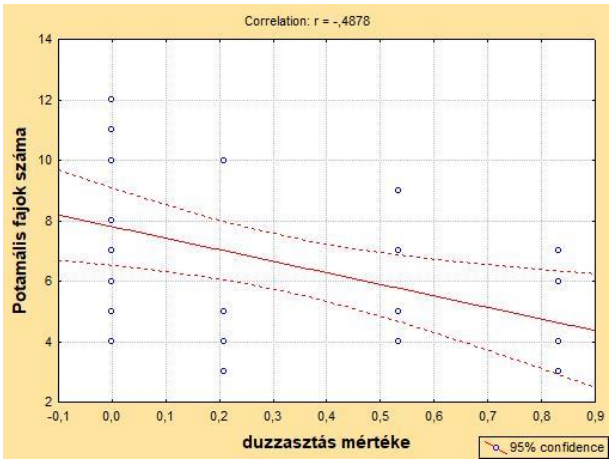
Elvégeztük a változók elemzését a duzzasztás mértékének változásával a Spearman-féle rangkorreláció segítségével. Ennek eredményeként szignifikáns különbséget tapasztaltunk az őshonos fajok száma (r=-0,4254 N=30 p<0,05) és denzitása (r=-0,4428 N=30 p<0,05), a reofil fajok denzitása (r=-0,4855 N=30 p<0,05), a potamális fajok száma (r=-0,4878 N=30 p<0,05) és denzitása (r=-0,4659 N=30 p<0,05) illetve a karakterfajok száma (r=-0,3717 N=30 p<0,05) és denzitás értékei (r=-0,4717 N=30 p<0,05) tekintetében (**177. ábra**). Ezeknél a változóknál megállapítható, hogy a duzzasztás mértékének növekedésével csökkent az értékük. A duzzasztás hatása nem csupán a reofil fajokra volt statisztikailag kimutatható negatív hatással, de a potamális fajok eredményeit is negatívan befolyásolta.



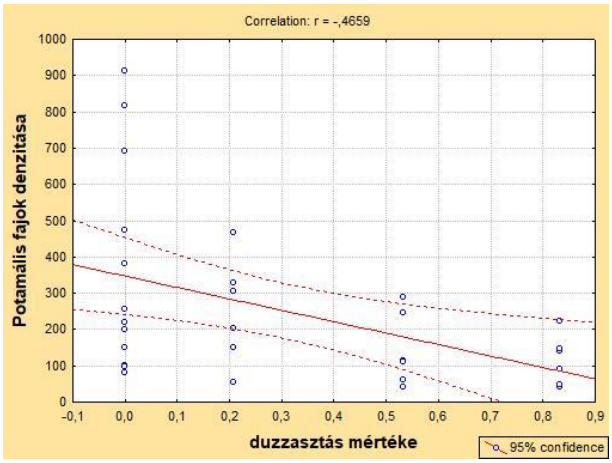
A



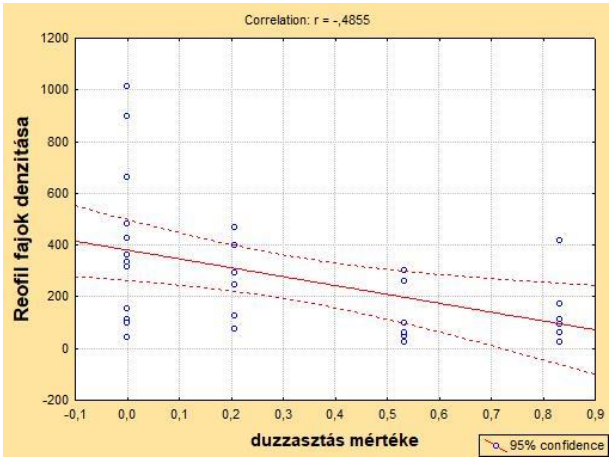
B



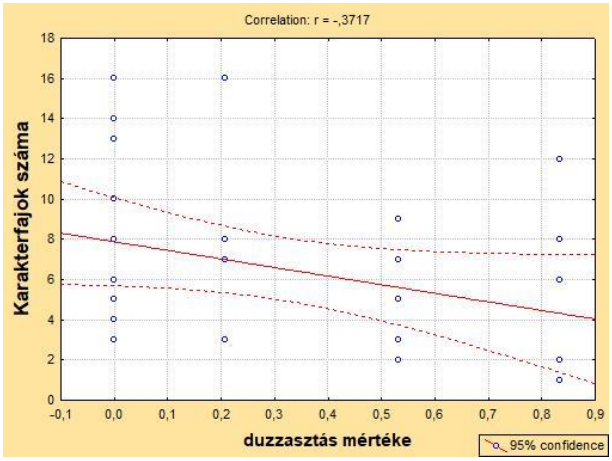
C



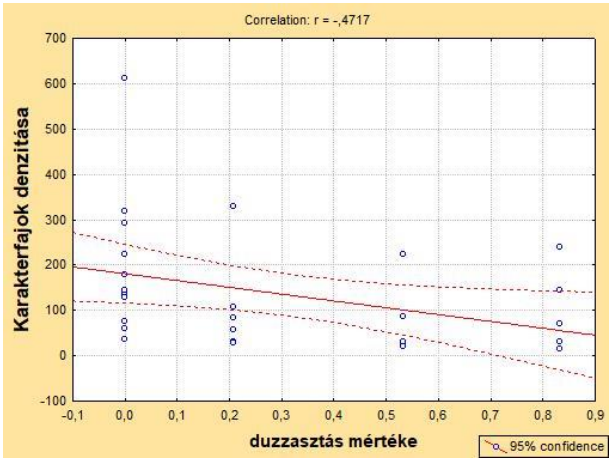
D



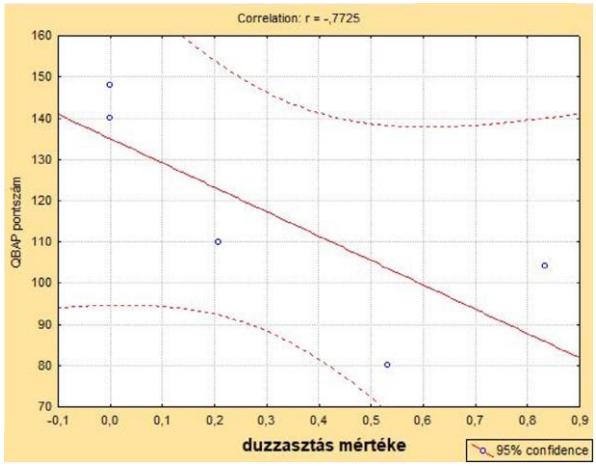
E



F



G



H

177. ábra Az őshonos fajok száma (A) és denzitása (B), a potamális fajok száma (C) és denzitása (D), a reofil fajok denzitása (E)a karakterfajok száma (F) és denzitása (G), illetve a Q_{BAP} (H) értékeinek alakulása a duzzasztás mértékének függvényében

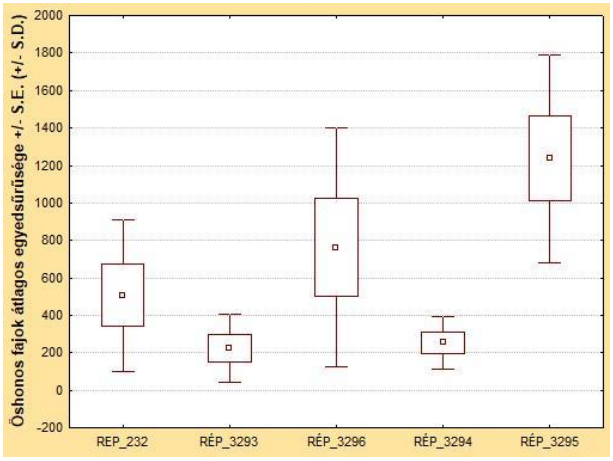
4.2.2.3. A Répce mintavételi szelvényeinek összehasonlítása

A Répce gyórói duzzasztóműjének hatásvizsgálata során megvizsgáltuk az idegenhonos fajok számát és denzitását, az őshonos fajok számát és denzitását, a védett fajok számát és denzitását, a szűrő fajok számát és denzitását, a reofil fajok számát és denzitását, a potamális fajok számát és denzitását, a sztagnofil fajok számát és denzitását, az egyes mintavételi szelvények EQR értékeit, a karakterfajok számát és denzitását.

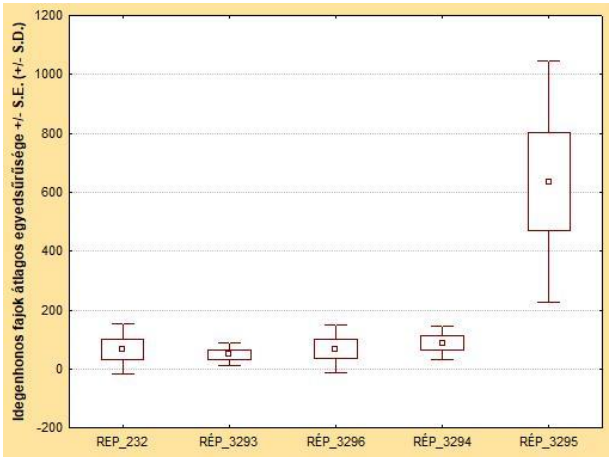
A statisztikai elemzések során szignifikáns különbség mutattunk ki az őshonos fajok denzitása ($KW=12,36$, $df=29$, $p<0,05$) és az idegenhonos fajok denzitása ($KW=13,24$, $df=29$, $p<0,05$) tekintetében, illetve nagyon szignifikáns különbséget mutattunk ki a potamális fajok denzitása ($KW=13,79$, $df=29$, $p<0,01$) és a szűrő szervezet denzitás ($KW=13,69$, $df=29$, $p<0,01$) értékei esetében. A karakterfajok vizsgálata során szintén a denzitás értékek között mutattunk ki statisztikailag értékelhető marginálisan szignifikáns ($KW=9,4$ $df=29$ $0,05<p<0,07$) különbséget. (**178. ábra**)

Őshonos fajaink esetében némi fluktuáció figyelhető meg a mintavételi szelvények szerint, de elmondható, hogy a duzzasztóműtől legtávolabb eső felvízi és alvízi, illetve az árapasztó szelvények azok, amelyekben a legnépesebb őshonos fajegyüttesek mutathatók ki (**178. ábra/A**). Az idegenhonos fajok denzitása a RÉP_3295-ös szelvényben (**178. ábra/B**) volt a legmagasabb, amely a duzzasztómű felvízi szakaszán helyezkedik el. Ez a mintavételi szelvény volt a legmegfelelőbb már a Rába vízrendszerében is agresszívan terjedő *Corbicula fluminea* kagylófaj állományainak megtelepedésére.

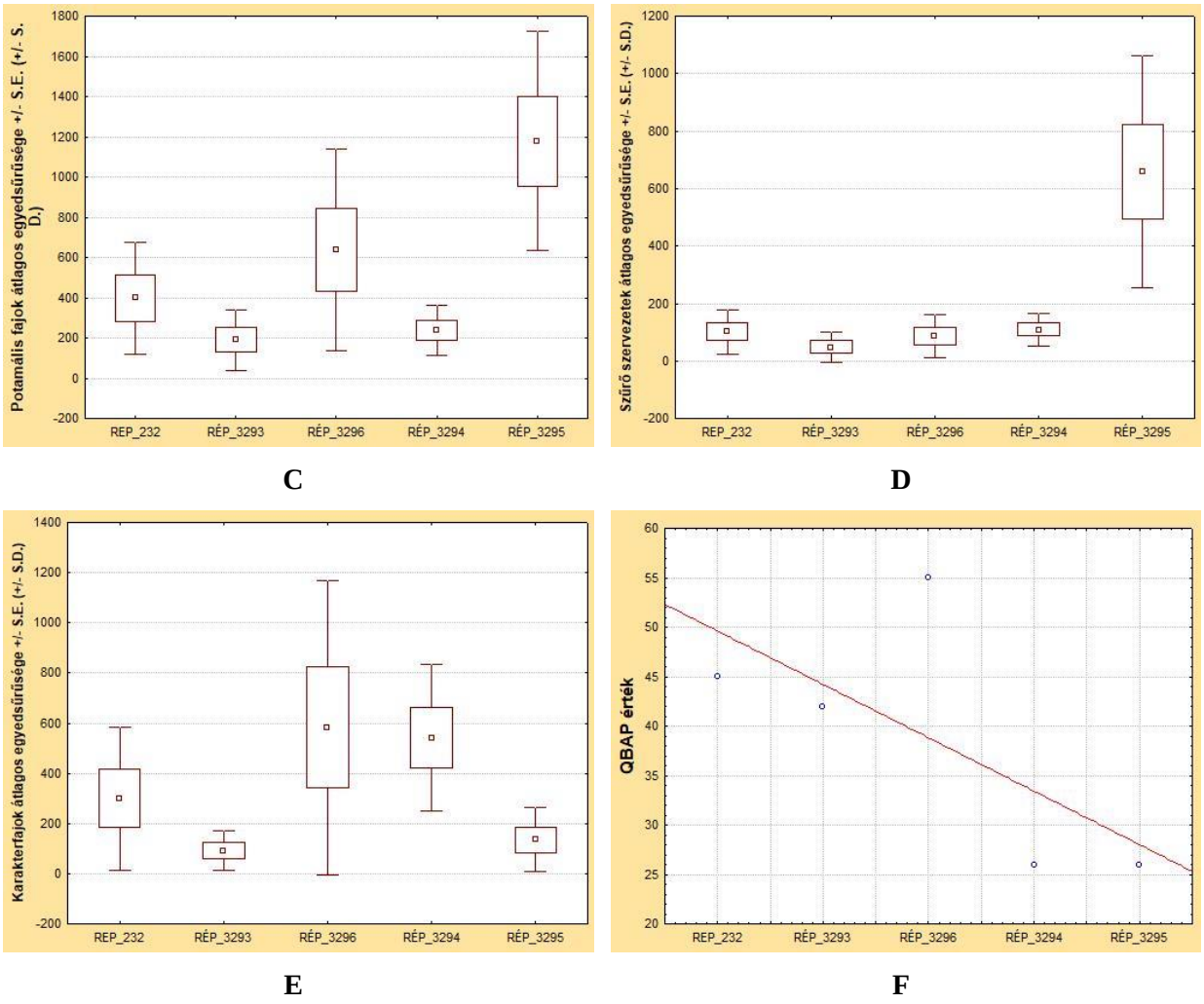
A potamális fajok denzitása nem mutat trendjellegű változást, leginkább az adott szakasz mintavételre alkalmas habitatjainak aránya befolyásolhatja az állománynagyság alakulását ezeknek a szervezeteknek az esetében (**178. ábra/C**). A szűrő fajok (**178. ábra/D**) szintén a RÉP_3295-ös mintavételi szelvényben volt legnagyobb denzitásben jelen. Nagy valószínűséggel ez annak tulajdonítható, hogy a duzzasztás hatására megnőtt a vízben a lebegő anyag mennyisége, amelyet a szűrő szervezetek táplálékforrásul használnak. Az ökológiai állapotbesorolási osztályt meghatározó Q_{BAP} értékek tekintetében nem állapítottunk meg szignifikáns különbséget, de jól látszik, hogy a duzzasztóműhöz legközelebb eső felvízi mintavételi szelvények (RÉP_3294, RÉP_3295) Q_{BAP} pontszáma már jóval alacsonyabbnak adódott, mint az alvízi szakaszok értékei. (**178. ábra/F**)



A



B



178. ábra. A Répce mintavételi szelvényeiben az őshonos fajok denzitásának (A), az idegenhonos fajok denzitásának (B), a potamális fajok denzitásának (C), a szűrő szervezet denzitásának (D), karakterfajok denzitásának (E) és az EQR értékek (F) változásának alakulá

4.3. A halfajegyüttesre vonatkozó vizsgálati eredmények összehasonlító értékelése

A projekt keretében a mesterséges duzzasztások halfajegyüttesek fajösszetételére és mennyiségi viszonyaira gyakorolt hatásainak objektív értékelése céljából a Rábán az ikervári, a nicki és a magyarlaki duzzasztóművek, a Pinkán a felsőcsatári duzzasztómű, valamint a Répcén a gyórói vízimalom duzzasztóművének felvízi és alvízi szakaszain végeztünk a halközösségekre vonatkozó felméréseket. Mindegyik duzzasztómű esetében vizsgáltunk egy alvízi mintavételi szakaszt, ahol nem érvényesült egyik műtárgy visszaduzzasztó hatása sem, legfeljebb alvízi hatások érvényesülhettek, valamint vizsgáltunk 4 felvízi mintavételi szakaszt. A felvízi mintavételi szakaszok különböző távolságra helyezkedtek el a duzzasztóműtől. Mindegyik duzzasztómű esetében elmondható, hogy a felvízi irányban legtávolabb kijelölt mintavételi szakaszon már egyáltalán nem, vagy csak egészen kis mértékben érvényesült a duzzasztás hatása a kisvízi vízfelszín esésviszonyaira. Az imént vázolt mintavételi szakasz elrendezéstől kis mértékben eltértünk a Pinka és a Répce esetében. A Pinkán két alvízi mintavételi szakaszt vizsgáltunk különböző távolságra a duzzasztóműtől, valamint 3 felvízi mintavétel szakaszt, míg a Répce esetében szintén két alvízi mintavételi szakaszt vizsgáltunk és a Pinkától eltérően csak két duzzasztott, felvízi mintavételi szakasz. A Répcén az ötödik mintavételi szakaszt a duzzasztóműtől felvízi irányban kiágazó árapasztón jelöltük ki. Mind a 25 mintavételi szakaszon két eltérő fenológiai időszakban, 2018 őszén és 2019 tavaszán végeztünk

halfajegyüttesre vonatkozó felmérést. Az összehasonlító elemzés során a két különböző időszakból származó felmérést nem vontuk össze, azokat különálló felmérésként kezeltük.

A duzzasztás halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatásának összehasonlító elemzése során az egyes mintavételi szakaszokon a különböző mintavételi időszakokban detektált alapadatokból származtatott változókat használtunk, melyek a következők voltak: az **idegenhonos** fajok száma és denzitása, az **őshonos** fajok száma és denzitása, a **reofil** fajok száma és denzitása**,** az **euritop** fajok száma és denzitása, a **stagnofil** fajok száma és denzitása, a **védett** fajok száma és denzitása, valamint az ökológiai állapotminősítés alapját képező ún. **EQR érték.**

A duzzasztásnak a Rába halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatásának elemzése során az első fontos lépés annak kiderítése volt, hogy a korrelációanalízisben külön kell-e kezelnünk a három duzzasztott szakaszt. Tehát minden duzzasztómű esetében külön-külön elemzést kell-e végezni, vagy kezelhetjük együtt a 3 duzzasztóműhöz kapcsolódó mintavételi szakaszokat. Ez utóbbi esetben 3-szor akkora esetszámmal dolgozhatunk a korrelációanalízisben, ami növeli az elemzés eredményeinek megbízhatóságát. A 3 duzzasztóműhöz kapcsolódó mintavételi szakaszokat azonban csak abban az esetben kezelhetjük együtt, ha nem különböznek egymástól számottevően. Ez a kérdés azért releváns, mert a vizsgált duzzasztóművek a Rába hossz-szelvénye mentén egymástól jelentős távolságra helyezkednek el. Előfordulhat, hogy a hossz-szelvény mentén változó ökológiai környezeti tényezők (mederesés, áramlási viszonyok, aljzatviszonyok) miatt olyan mértékű a különbség az egymástól távoli mintavételi területek halfajegyütteseinek mintázata között, ami megközelíti vagy akár meghaladja a duzzasztás halfajegyüttesek mintázatára gyakorolt módosító hatását. A kérdés eldöntéséhez kiválogattuk mindhárom vizsgálati területen azokat a mintavételi szakaszokat, amelyen nem érvényesült visszaduzzasztás, tehát a duzzasztás felvízi hatásai szempontjából kontrol mintavételi szakaszként értékelhető. Ilyenek voltak minden esetben az alvízi mintavételi szakaszok, ill. azok a felvízi mintavételi szakaszok, ahol a duzzasztás hatása a kisvízi vízfelszín esésviszonyaira már nem érvényesült. Ezeket a kontroll mintavételi szakaszokat összehasonlítottuk egymással azoknak a származtatott változóknak (lásd a fenti bekezdésben) az értékei alapján, melyek segítségével a duzzasztás halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatását akarjuk vizsgálni. A Kruskall-Wallis nem parametrikus ANOVA-val végzett összehasonlítás során egyik származtatott változó alapján sem kaptunk szignifikáns különbséget az egymástól távoli vizsgálati területeken elhelyezkedő a kontrol mintavételi szakaszok között. A felmérési eredményeink elemzése tehát azt támasztja alá, hogy a Rába ikervári, nicki és magyarlaki szakaszának halfajegyüttesei a kiválasztott származtatott változók alapján nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben. Ez alapján a továbbiakban a Rábán található három különböző vizsgált duzzasztóműhöz kapcsolódó mintavételi szakaszokat a duzzasztás halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatásainak vizsgálata során együtt kezeltük. A Pinkán és a Répcén vizsgált duzzasztóművekhez kapcsolódó mintavételi szakaszokat mind a Rábától, mind egymástól külön kezeltük és mindkét duzzasztómű esetében külön-külön elemzést végeztünk.

Az elemzés következő lépése volt, hogy minden mintavételi szakaszra vonatkozóan igyekeztünk meghatározni a duzzasztás mértékét. Ennek során abból indultunk ki, hogy a duzzasztóművek esetében a visszaduzzasztás mértéke közvetlenül a duzzasztómű felvizén a legnagyobb. A duzzasztómű itt gyakorol legnagyobb hatást a vízfelszín esésére, itt csökkenti le legnagyobb mértékben a mederfenék természetes eséséből adódó vízfelszínesés mértékét, a vízfelszín-görbe meredekségét. A duzzasztás felvízi hatása addig tart, ahol a vízfelszíngörbe meredeksége már újra a mederfenék természetes esését követi. Abból kiindulva, hogy egy közelítően állandó vízhozamnál a duzzasztás hatására a duzzasztóműtől mért távolság függvényében közelítően lineárisan változik a duzzasztott vízszint és a mederfenék természetes esését követő eredeti (mesterséges duzzasztás nélküli) felszíngörbe különbsége, a duzzasztás mértékét egy 1 és 0 közé eső normalizált értékkel jellemezhetjük. Ilyen módon a duzzasztómű közvetlen felvizén a duzzasztás mértéke 1, majd a távolság függvényében lineáris skálán nullára csökken azon a ponton, ahol az adott duzzasztómű felvízi hatása megszűnik. A 3 rábai duzzasztómű, ill. a Pinkán található felsőcsatári duzzasztómű eseténben a vízügyi kezelőtől pontos információkat kaptunk a duzzasztómű felvízi távolhatására vonatkozóan, így az ezekhez kapcsolódó mintavételi szakaszok esetében egy-egy normalizált értékkel tudtuk jellemezni a duzzasztás mértékét.

Ezt követően Spearman-rangkorrelációval elemeztük a duzzasztás mértéke és a duzzasztás halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatásának vizsgálatára kiválasztott származtatott változók közötti összefüggést.

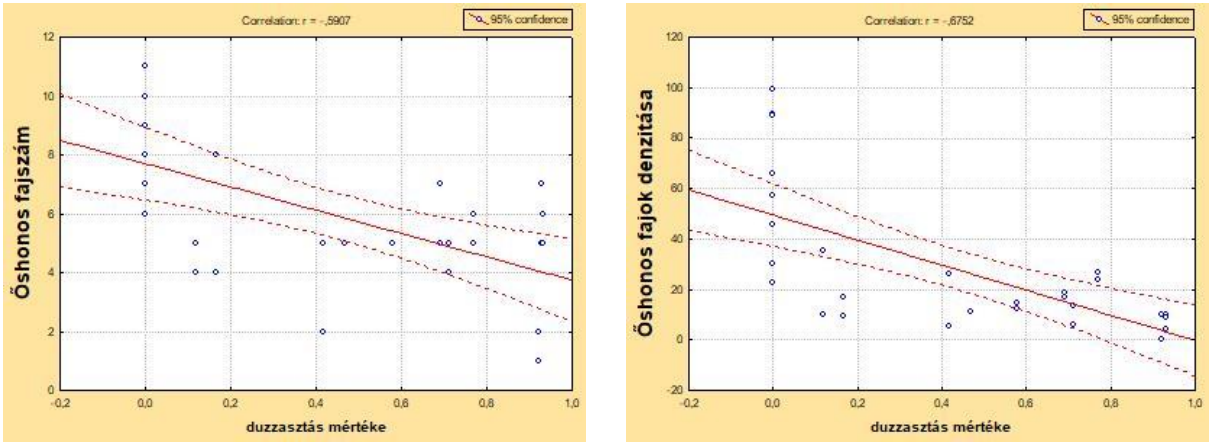
Az elemzést először a Rában vizsgált három duzzasztóműhöz kapcsolódó, összesen 15 mintavételi szakasz esetében végeztük el.

Származtatott változók	p érték	r érték
Idegenhonos fajok száma	0,103	0,3091
Idegenhonos fajok denzitása	0,162	0,2664
Őshonos fajok száma	<0,001	-0,5907
Őshonos fajok denzitása	<0,0001	-0,6752
Reofil fajok száma	<0,0001	-0,6318
Reofil fajok denzitása	<0,0001	-0,6306
Euritop fajok száma	0,291	-0,2030
Euritop fajok denzitása	>0,05	-0,0740
Stagnofil fajok száma	<0,0001	0,6284
Stagnofil fajok denzitása	<0,001	0,5294
Védett fajok száma	<0,001	-0,5902
Védett fajok denzitása	<0,001	-0,5893
EQR érték	<0,0001	-0,7929

59. táblázat. A Rában a három duzzasztóműhöz kapcsolódóan vizsgált 15 mintavételi szakaszon a halfajegyüttes elemzésre kiválasztott származtatott változói és a duzzasztás mértéke közötti összefüggés vizsgálata Spearman rangkorrelációval (pirossal kiemelve a szignifikáns összefüggések

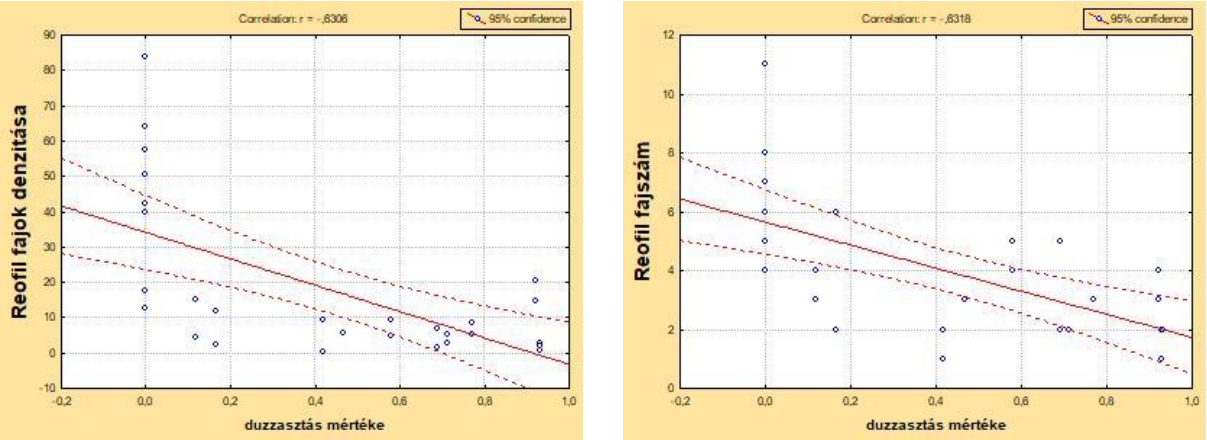
Az **59. táblázat** adataiból látszik, hogy az idegen honos fajok száma és denzitása, valamint az euritop fajok száma és denzitása kivételével a halfajegyüttes mindegyik vizsgált paramétere szignifikáns összefüggést mutatott a duzzasztás mértékével a Rában vizsgált 3 duzzasztó esetében.

A **179. ábra** azt mutatja, hogy az összesen 15 mintavételi szakaszon, két eltérő időszakban végzett felmérés eredményei alapján az őshonos fajok fajszáma, ill. az őshonos fajok denzitása egyaránt erősen szignifikáns, közepes erősségű negatív korrelációt mutat a duzzasztás mértékével.



179. ábra. Az őshonos halfajok fajszáma és denzitása, valamint a duzzasztás mértékének változása közötti összefüggés

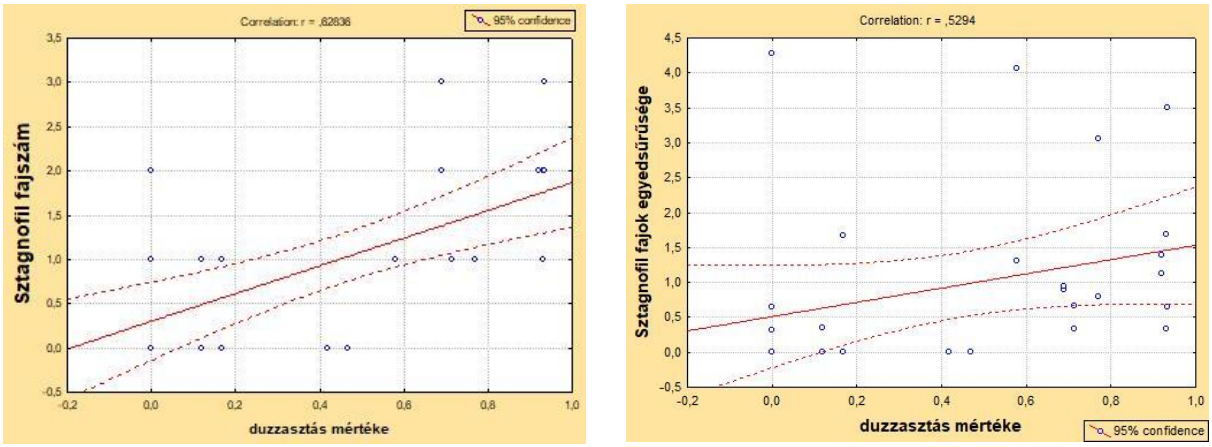
A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a Rába vizsgált mintavételi szakaszain alapvetően az őshonos fajok dominálnak, ezek alkotják a fajegyüttes döntő részét. Ez a megállapítás igaz még a duzzasztással leginkább érintett mintavételi szakaszokra is. Például a nicki duzzasztómű esetében sem a felvízen sem az alvízen nem mutattunk ki egyetlen idegenhonos fajt sem egyik mintavételi időszakban sem. Tehát az őshonos fajok számában tapasztalható csökkenés valójában faj szintű diverzitáscsökkenést mutat a duzzasztás mértékének növekedésével párhuzamosan. Az alapadatokat megvizsgálva szembetűnő a duzzasztás felvízi hatásaival egyáltalán nem érintett alvízi kontrol szakaszokon tapasztalt magasabb összesített fajszám és összesített denzitás, ami együtt járt a fajegyüttest egyértelműen domináló őshonos fajokra vonatkoztatott magasabb fajszámmal és denzitással. Az alvízi kontroll szakaszok magas értékei kifejezetten erősítették a fenti összefüggést.



180. ábra. A reofil halfajok fajszáma és denzitása, valamint a duzzasztás mértékének változása közötti összefüggés

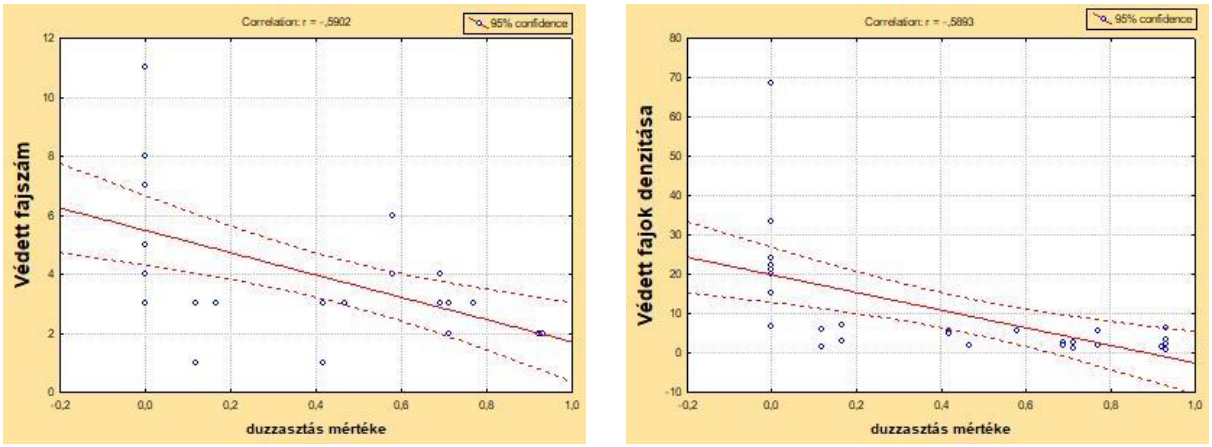
Az előzetes várakozásoknak megfelelően erősen szignifikáns negatív korrelációt kaptunk mind a reofil halfajok fajszáma, mind a reofil halfajok denzitása és a duzzasztás mértéke között (**180. ábra**). A korreláció mértéke közepes, tehát már jelentősnek tekinthető az összefüggés. Ez minden valószínűség szerint azzal magyarázható, hogy a duzzasztás mértékének növekedésével az áramlási sebesség jellemzően csökken a duzzasztott szakaszokon. Ez a csökkenés nagy tartósságú kisvízi időszakokban a legnagyobb mértékű, ami gyakran egybe esik a kifejezetten meleg nyári időszakokkal, mikor az alacsonyabb áramlási sebesség a víz oldott oxigéntartalmában is jelentősebb csökkenést okoz, mint alacsonyabb vízhőmérséklet esetén. A Rába halfaunájában több olyan áramláskedvelő karakterfaj is van, melyek a duzzasztás felvízi hatásával leginkább érintett szakaszokról egyáltalán nem kerültek elő a felméréseink során. Erre jó példa a fokozottan védett német bucó (*Zingel steber*) és magyar bucó (*Zingel zingel*), vagy a védett kövi csík (*Barbatula barbatula*) és a balkáni törpecsík (*Sabanejewia balcanica*). Voltak olyan áramláskedvelő fajok (pl. *Chondrostoma nasus*), melyeknek egy-egy egyede elvétve előkerült ugyan a duzzasztással leginkább érintett szakaszokról is, de nem nevezhetők ezen duzzasztott szakaszok fajegyüttese stabil tagjának, denzitásuk elhanyagolható. A kifejezetten a nagyobb áramlási sebességű, nagyobb vízben oldott oxigéntartalommal jellemezhető folyószakaszokhoz kötődő reofil karakterfajok, tehát gyakorlatilag hiányoznak, vagy csak elvétve fordulnak elő a duzzasztással leginkább érintett Rába-szakaszokról. Az áramláskedvelő, de ilyen tekintetben tágabb toleranciaspektrumú fajok (pl. *Barbus barbus*, *Leuciscus cephalus*) jellemzően előfordultak a duzzasztással leginkább érintett mintavételi szakaszokon is, viszont denzitásuk sokkal alacsonyabb volt, mint a kontrol mintavételi szakaszokon.

Az euritóp fajok (pl. balin, szélhajtó küsz) mind áramló, mind állóvízi környezetben előfordulnak így nem meglepő, hogy eredményeink szerint a duzzasztás mértéke nem befolyásolja jelentősen ezen fajok előfordulási mintázatát. Sem az euritóp halfajok fajszáma, sem a denzitása és a duzzasztás mértéke között nem tapasztaltunk szignifikáns összefüggést.



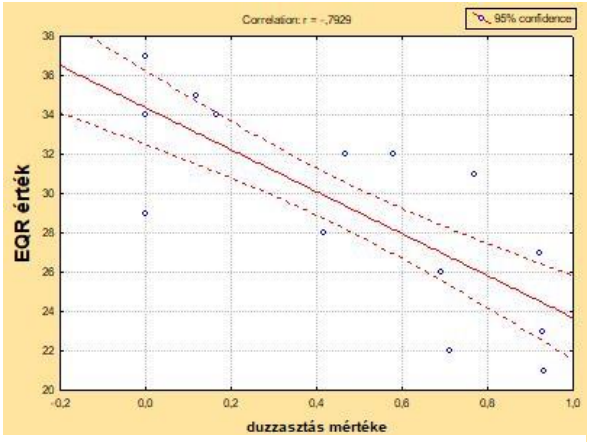
181. ábra. A stagnofil halfajok fajszáma és denzitása, valamint a duzzasztás mértékének változása közötti összefüggés

Előzetes predikciónk alapján a stagnofil halfajok fajszáma és denzitása, valamint a duzzasztás mértéke között szignifikáns kapcsolatot és egyértelműen jelentős pozitív korrelációt vártunk. Ennek az előzetes várakozásnak az alapját az képezte, hogy a duzzasztás mértékének növekedésével párhuzamosan csökken a vízfelszín eségörbéjének meredeksége, csökken az áramlási sebesség, és feltételezhetően nő a mederkeresztmetszetben azon habitatfoltoknak az aránya, ahol közel állóvízi körülmények uralkodnak. A felmérési eredmények elemzése a fenti előzetes várakozás teljes mértékben igazolta. A sztagnofil fajok száma, valamint a denzitása és a duzzasztás mértéke között egyaránt erősen szignifikáns pozitív korrelációt mutattunk ki, mely a különböző mértékű duzzasztással jellemezhető mintavételi szakaszok sztagnofil fajszám értékeit jelző pontokra fektetett egyenes meredeksége (r=0,63 és r=0,53) alapján jelentős összefüggésre utal (**181. ábra**). A sztagnofil fajok denzitása és a duzzasztás mértéke közötti kapcsolat valamivel gyengébbnek adódott. A fajszám esetében kapott összefüggéshez képest tapasztalt kis mértékű eltérés valószínűleg abból adódok, hogy a Rábán vizsgált duzzasztóművek felvízi szakaszai, még a duzzasztással leginkább érintett szakaszok sem jelentenek optimális élőhelyet a stagnofil fajok számára. Ez valószínűleg összefüggésben van azzal, hogy még közvetlenül a duzzasztómű felvizén, a duzzasztással leginkább érintett szakaszon sem jelentős a magasabbrendű növényzet borítása a mederben, miközben a tipikus stagnofil fajok igen jelentős része a hínár- és mocsárinövényzet között táplálkozó és rejtőzködő metafitikus faj (pl. csuka, compó, szivárványos ökle). Valószínűleg ennek a tényezőnek is szerepe van abban, hogy a Rábán vizsgált duzzasztóművek felvízi visszaduzzasztással érintett szakaszain is viszonylag alacsony a stagnofil fajok denzitása, és a fajszámuk sem számottevő annak ellenére, hogy a duzzasztás mértékével, mindkét mutató jelentős pozitív korrelációt mutat.



182. ábra. A védett halfajok fajszáma és denzitása, valamint a duzzasztás mértékének változása közötti összefüggés

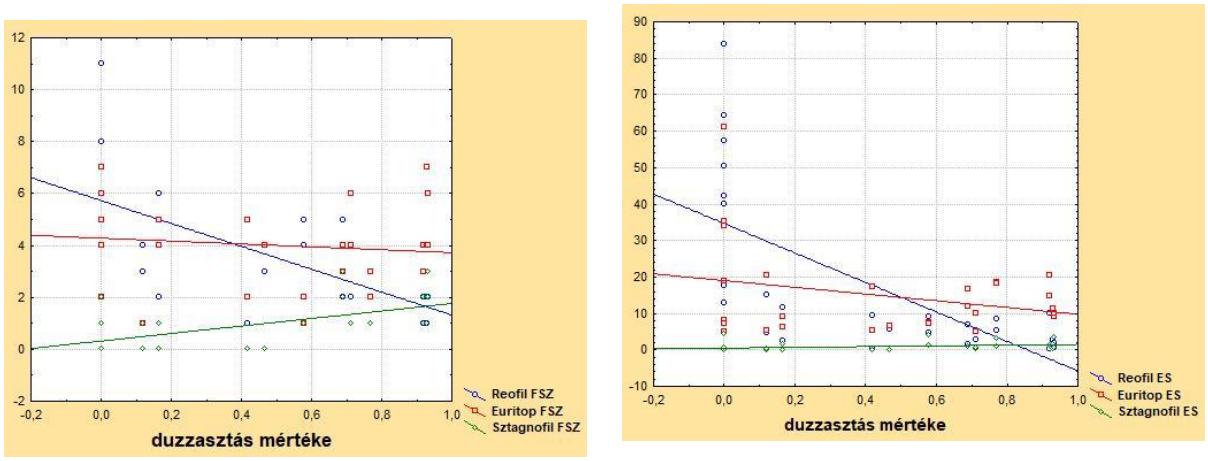
A Rába 3 duzzasztott szakaszához kapcsolódó 15 mintavételi helyen, két fenológiai időszakban végzett felméréseink eredményeinek értékelése alapján szignifikáns negatív korrelációt kaptunk mind a védett halfajok fajszáma, mind a védett halfajok denzitása és a duzzasztás mértéke között (**182. ábra**). Az összefüggés erősségét mutató egyenesek meredeksége alapján a negatív összefüggés jelentősnek tekinthető. A kapott eredményeknek az egyik oka, hogy a hazai védett és fokozottan védett halfajok között jellemzően felülreprezentáltak az áramláskedvelő fajok. A másik oka pedig az, hogy a Rábán előforduló védett fajok döntő része őshonos, reofil faj, melyek fajszámára és denzitására egyértelműen kedvezőtlen hatással van a duzzasztás, ill. a duzzasztás mértékének növekedése (**183. ábra**). Mindeközben a duzzasztott szakaszokon nagyobb valószínűséggel előforduló és ha kicsivel is, de jelentősebb fajszámban megjelenő stagnofil halfajok közül egyedül a szivárványos ökle (*Rhodeus sericeus*) védett. A korrelációanalízis során kapott eredmények alapján összességében megállapítható, hogy a Rába esetében a duzzasztóművek halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatása természetvédelmi szempontból egyértelműen kedvezőtlen. Ennek a kedvezőtlen hatásnak a mértéke pedig arányos a duzzasztás mértékével és a duzzasztott szakaszok hosszával.



183. ábra. A halfajegyüttes felmérési eredményei alapján számított EQR érték, valamint a duzzasztás mértékének változása közötti összefüggés

A projekt keretében, a duzzasztás Rába halfajegyüttesei mintázatára gyakorolt hatásainak vizsgálatát célzó felméréseink eredményei alapján számított EQR (Ecological Quality Ratio) értékek és a duzzasztás mértéke között igen erősen szignifikáns és kifejezetten jelentős, szoros negatív összefüggést kaptunk. Az EQR érték

arányos a vizsgált mintavételi szakasz halfajegyüttesének ökológiai állapotával. Minél magasabb az érték, a vizsgált szakasz halfajegyüttesének összetétele és mennyiségi viszonyai annál közelebb vannak a vizsgált vízfolyástípus emberi beavatkozásoktól, szennyezésektől mentes referenciális állapotához. Ilyen értelemben a kapott eredményeink alapján a duzzasztás mértéke jelentősen negatívan befolyásolja a Rába vizsgált szakaszain a halfajegyüttes és ezáltal az érintett víztest ökológiai állapotát. Ez minden valószínűség szerint szoros összefüggésben van a duzzasztás mértékének reofil halfajok fajszámára és denzitására gyakorolt hatásával (**180. ábra**), hiszen a Rábához hasonló típusú vízfolyások karakter halfajai jellemzően reofil fajok. A korrelációanalízis során kapott eredmények alapján összességében megállapítható, hogy a Rába esetében a duzzasztóművek halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatása a Rába ökológiai állapota szempontjából kedvezőtlen. Ennek a kedvezőtlen hatásnak a mértéke pedig arányos a duzzasztás mértékével és a duzzasztott szakaszok hosszával.



184. ábra. A halfajegyüttes áramláskedveléssel kapcsolatos fajszám és denzitás jellegű paramétereinek, valamint a duzzasztás mértékének változása közötti összefüggés (Reofi lFSZ: reofil fajok fajszáma, Euritop FSZ: euritóp fajok fajszáma, Sztagnofil FSZ: stagnofil fajok fajszáma, ReoES:reofil fajok denzitása, EuritopES: euritóp fajok denzitása, Sztagnofil_ES: stagnofil fajok denzitása)

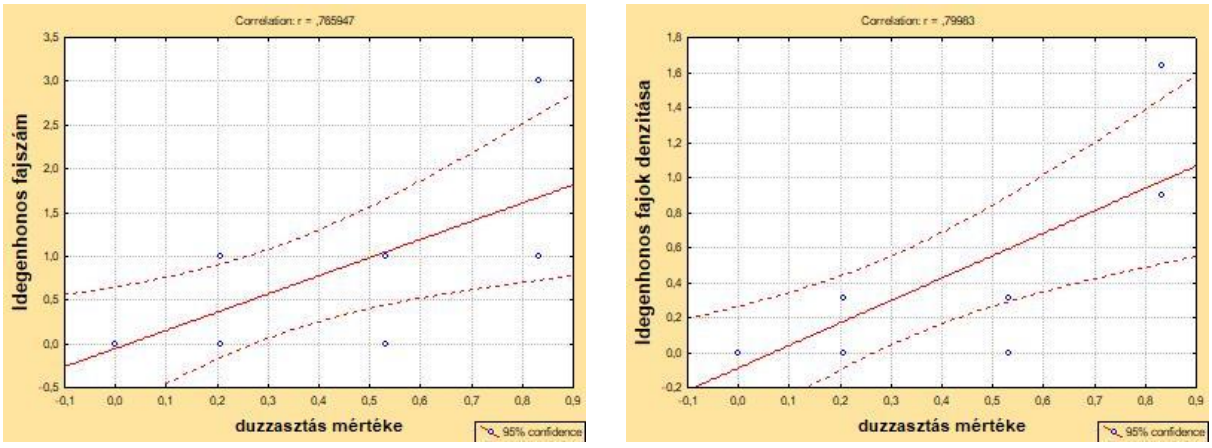
A **184. ábra** a fentiekben már vizsgált összefüggéseket mutatunk be egy-egy koordinátarendszerben. A bal oldali ábrán a reofil, az euritóp és a stagnofil fajok fajszámának, a jobb oldali ábrán pedig a denzitásuk alakulását ábrázoltuk a duzzasztás mértékének függvényében. Az ábrákon jól látszik, hogy a duzzasztás mértékének erősödésével hogyan változik a különböző áramláskedvelési sajátosságokkal jellemezhető fajok fajszáma és denzitása és ezzel párhuzamosan alakul át a halfajegyüttes mintázata. A duzzasztás felvízi hatásaival nem érintett Rába szakaszok halfajegyüttesére egyértelműen az áramláskedvelő, reofil fajok túlsúlya jellemző, mind a fajösszetétel, mind a denzitás értékek vonatkozásában. A duzzasztás mértékének növekedésével jelentősen csökken mind az áramláskedvelő fajok fajszáma mind az egyedsűrűsége. Az értékük először eléri az euritóp fajok fajszámát, ill. denzitását, majd a duzzasztás mértékének növekedésével az euritóp fajok értékei alá csökkenek az reofil fajok értékei. Mindeközben a duzzasztás hatására kevésbé érzékeny, hiszen az állóvízi körülményeket is jól elviselő euritóp fajok fajszáma számottevően nem csökken, ill. denzitása is csak mérsékelt csökkenést mutat. A duzzasztás mértékének további növekedésével a reofil fajok fajszáma és denzitása a duzzasztóművek közvetlen közelében megközelíti, vagy elérheti a stagnofil fajok alacsony, de a duzzasztása mértékének növekedésével számottevően növekvő fajszámát és denzitását.

A Pinkán egy duzzasztóműhöz kapcsolódó 5 mintavételi szakaszról volt két-két vegetációs periódusból halfajegyüttesre vonatkozó felmérésünk, így a korrelációanalízis során kisebb adatmennyiséggel, kisebb esetszámmal kellett dolgoznunk, mint a Rába esetében.

Származtatott változók	p érték	r érték
Idegenhonos fajok száma	p<0,05	0,7659
Idegenhonos fajok denzitása	p<0,01	0,7998
Őshonos fajok száma	nem szignifikáns összefüggés	0,1487
Őshonos fajok denzitása	p<0,05	-0,8840
Reofil fajok száma	nem szignifikáns összefüggés	0,1873
Reofil fajok denzitása	p<0,05	-0,8840
Euritop fajok száma	nem szignifikáns összefüggés	0,4285
Euritop fajok denzitása	nem szignifikáns összefüggés	-0,3536
Stagnofil fajok száma	nem szignifikáns összefüggés	0,6130
Stagnofil fajok denzitása	nem szignifikáns összefüggés	0,1389
Védett fajok száma	nem szignifikáns összefüggés	0,4499
Védett fajok denzitása	nem szignifikáns összefüggés	-0,6314
EQR érték	p<0,05	-0,9747

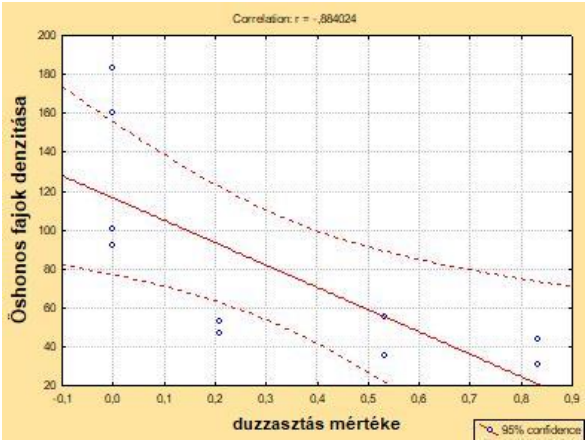
60. táblázat. A Pinkán vizsgált egy duzzasztóműhöz kapcsolódó 5 mintavételi szakaszon a halfajegyüttes elemzésre kiválasztott származtatott változói és a duzzasztás mértéke közötti összefüggés vizsgálata Spearman rangkorrelációval (pirossal kiemelve a szignifikáns összefüggések.

Az **60. táblázat** adataiból látszik, hogy az idegenhonos fajok száma és denzitása, az őshonos fajok denzitása, a reofil fajok denzitása és az EQR érték szignifikáns összefüggést mutatott a duzzasztás mértékével a Pinkán vizsgált duzzasztómű esetében.



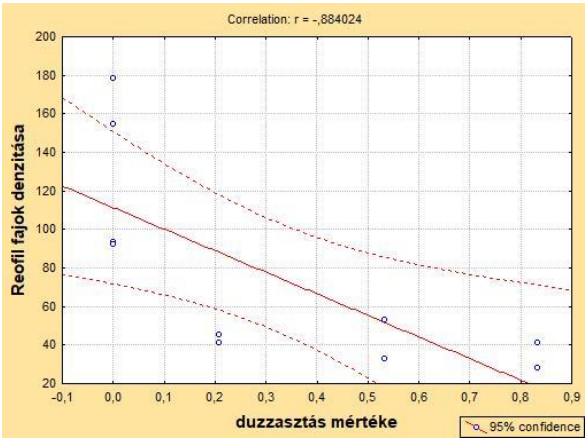
185. ábra. Az idegenhonos halfajok fajszáma és denzitása, valamint a duzzasztás mértékének változása közötti összefüggés

Az elemzés eredményeképpen szignifikáns pozitív korrelációt kaptunk az idegenhonos halfajok fajszáma valamint az idegenhonos fajok denzitása és a duzzasztás mértéke közötti összefüggés vizsgálata során egyaránt (**185. ábra**). Az alapadatok áttekintése alapján a vizsgált Pinka-szakaszon a kínai razbóra a leginkább elterjedt idegenhonos halfaj és ez a faj felelős leginkább a duzzasztás mértéke és az idegenhonos fajok denzitása közötti pozitív korrelációért.



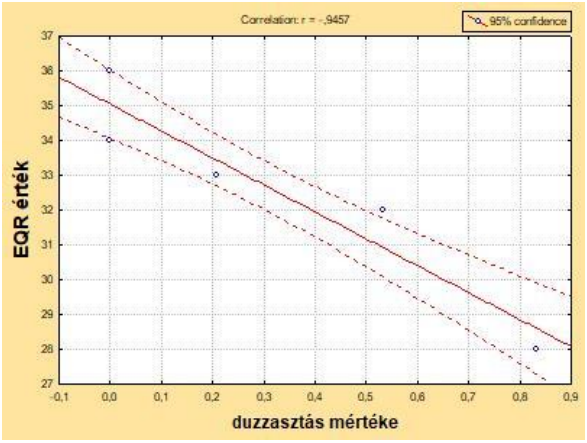
186. ábra. Az őshonos halfajok denzitása, valamint a duzzasztás mértékének változása közötti összefüggés

A Pinka 5 mintavételi szakaszán két különböző fenológiai időszakban végzett felmérések eredményeinek elemzése során szignifikáns negatív korrelációt kaptunk az őshonos halfajok denzitása és a duzzasztás mértéke közötti (**186. ábra**).



187. ábra. A reofil halfajok denzitása, valamint a duzzasztás mértékének változása közötti összefüggés

Az őshonos fajok denzitásával gyakorlatilag megegyező összefüggést kaptunk a Pinka vizsgált szakaszán a reofil halfajok denzitása és a duzzasztás mértéke közötti (**187. ábra**). A két származtatott változónak a duzzasztás mértékével mutatott gyakorlatilag megegyező összefüggése annak a következménye, hogy a Pinka vizsgált szakaszán előforduló őshonos halfajok jellemzően áramláskedvelő, ún. reofil fajok. A duzzasztás mértéke és az áramláskedvelő fajok denzitása között tapasztalt szoros negatív korreláció azzal magyarázható, hogy a duzzasztás mértékének növekedésével az áramlási sebesség jellemzően csökken a duzzasztott szakaszokon. A **187. ábra** alapján a negatív összefüggést jelző egyenes meredeksége nagyon hasonló a Rába 3 különböző duzzasztott szakaszán vizsgált 15 mintavételi hely adatsorai alapján a duzzasztás mértéke és a reofil halfajok denzitás között kapott. Mindkét vízfolyáson végzett vizsgálataink eredményeinek elemzése az mutatja, hogy a duzzasztott folyószakaszokon a duzzasztás mértékével arányosan csökken az áramláskedvelő karakterfajok egyedsűrűsége, jelentősen befolyásolva a halfajegyüttes szerkezetét. A Rába esetében tapasztalt eredményekkel ellentétben a Pinka esetében a reofil fajok száma nem mutatott szignifikáns összefüggést a duzzasztás mértékével, tehát a vízfolyásra jellemző reofil fajok a duzzasztott szakaszokon is jelen voltak, csak számottevően kisebb állománysűrűségben.



188. ábra. Az EQR érték és a duzzasztás mértékének változása közötti összefüggés

A projekt keretében, a duzzasztás Pinka halfajegyüttesei mintázatára gyakorolt hatásainak vizsgálatát célzó felméréseink eredményei alapján számított EQR (Ecological Quality Ratio) értékek és a duzzasztás mértéke között igen erősen szignifikáns és kifejezetten jelentős, szoros negatív összefüggést kaptunk (**188. ábra**). A kapott eredményeink alapján a duzzasztás mértéke jelentősen negatívan befolyásolja a Pinka vizsgált szakaszán a halfajegyüttes és ezáltal az érintett víztest ökológiai állapotát. Ez véleményünk szerint szoros összefüggésben van a duzzasztás mértékének reofil halfajok denzitására gyakorolt hatásával (**187. ábra**), hiszen a Pinkához hasonló típusú vízfolyások karakter halfajai jellemzően reofil fajok. A korrelációanalízis során kapott eredmények alapján összességében megállapítható, hogy a Rába esetében kapott eredményekhez nagyon hasonlóan a duzzasztóművek halfajegyüttes mintázatára gyakorolt hatása a Pinka ökológiai állapota szempontjából is kedvezőtlen. Ennek a kedvezőtlen hatásnak a mértéke pedig a Pinka esetében is arányos a duzzasztás mértékével és a duzzasztott szakaszok hosszával.

A Répcén egy kis duzzasztóműhöz kapcsolódó 5 mintavételi szakaszról volt két-két vegetációs periódusból halfajegyüttesre vonatkozó felmérésünk, így a Pinkához hasonlóan ezen vízfolyás esetében is kisebb adatmennyiséggel, kisebb esetszámmal kellett dolgoznunk, mint a Rába esetében. Az 5 mintavételi szakasz közül kettő a duzzasztómű felvizén elhelyezkedő duzzasztott minta volt (RÉP_3294 és RÉP_3295), míg 3 alapvetően alvízi helyzetű mintavételi szakasszal dolgoztunk. Ezek közül az egyik egy tipikus, duzzasztási hatásoktól mentes Répce-szakasz (RÉP_232). A másik kettő pedig a duzzasztómű közelében található alvízi szakasz, amelyek közül az egyik a Répce medrében (RÉP_3293), a másik pedig a mesterségesen ásott megkerülő csatornában található (RÉP_3296). Ez utóbbi két alvízi jellegű mintavételi hely érintett a Répce-meder és a megkerülő csatorna közötti vízmegosztás vízhozamcsökkentő hatásával. A Répcén a gyórói vízimalom esetében nem állt rendelkezésünkre az az alapinformáció, hogy a duzzasztóműnek milyen a maximális felvízi távolhatása, így nem volt lehetőségünk az egyes mintavételi szakaszokhoz hozzárendelni a Rábához és a Pinkához hasonlóan a duzzasztás mértékét jelentő normalizált értéket. Ebből következően a Répcén vizsgált duzzasztott szakasz esetében nem tudtuk korrelációanalízissel vizsgálni a duzzasztás mértéke és a halfajegyüttes kiválasztott származtatott változói közötti összefüggést. Ugyanakkor össze tudtuk hasonlítani a halfajegyüttes kiválasztott származtatott változói alapján a duzzasztott és az alvízi jellegű, tehát a duzzasztás felvízi hatásaival nem érintett mintavételi szakaszokat.

Származtatott változók	**p érték**	**Z érték**
Idegenhonos fajok száma	p<0,01	-2,67438
Idegenhonos fajok denzitása	p<0,01	-2,63965
Őshonos fajok száma	nem szignifikáns összefüggés	-1,62380
Őshonos fajok denzitása	nem szignifikáns összefüggés	-1,49241

Reofil fajok száma	nem szignifikáns összefüggés	-1,66053
Reofil fajok denzitása	nem szignifikáns összefüggés	-0,63960
Euritop fajok száma	p<0,01	-2,60623
Euritop fajok denzitása	p=0,055010 (marginálisan szignifikáns)	-1,91881
Stagnofil fajok száma	nem szignifikáns összefüggés	-0,46127
Stagnofil fajok denzitása	nem szignifikáns összefüggés	-0,45486
Védett fajok száma	nem szignifikáns összefüggés	0,00000
Védett fajok denzitása	nem szignifikáns összefüggés	-0,42640
EQR érték	nem szignifikáns összefüggés	0,00000

61. táblázat. A Répcén vizsgált egy duzzasztóműhöz kapcsolódóan a duzzasztott és alvízi jellegű mintavételi szakaszok halfajegyüttes elemzésére kiválasztott származtatott változók alapján Mann-Whitney U-teszttel végzett összehasonlításának eredményei (pirossal kiemelve a szignifikáns összefüggések).

A **61. táblázat** adataiból látszik, hogy az idegenhonos fajok száma és denzitása, valamint az euritóp fajok száma tekintetében statisztikailag szignifikáns különbséget kaptunk a duzzasztott és a duzzasztás felvízi hatásaival nem érintett alvízi jellegű mintavételi szakaszok között. Emellett marginálisan szignifikáns különbség mutatkozott az euritóp fajok denzitásában a duzzasztott és nem duzzasztott szakaszok között. Mind a négy halfajegyüttesre vonatkozó származtatott paraméter esetében az alvízi szakaszokon kaptunk nagyobb értéket. A kapott eredmények a legtöbb vizsgált paraméter esetében nem igazolják az eredeti várakozásunkat, így nem mutatkozott szignifikáns különbség a duzzasztott és nem duzzasztott szakaszok között sem az áramláskedvelő (reofil) fajok fajszáma és egyedsűrűsége, sem az állóvízi (sztagnofil) fajok fajszáma és egyedsűrűsége tekintetében.

Összességében megállapítható, hogy gyakorlatilag minden vizsgált származtatott paraméter esetében a nem duzzasztott, alvízi jellegű szakaszokon kaptunk magasabb átlagos értéket akár szignifikáns akár nem szignifikáns különbségről van szó. Az alapadatokra rátekintve a duzzasztás felvízi hatásaival nem érintett alvízi jellegű mintavételi szakaszokon jellemzően magasabbak voltak a fenti táblázatban nem szereplő összesített fajszám és egyedsűrűség értékek is, mint a duzzasztott szakaszokon. A kapott eredmények és különbségek alapvetően nem magyarázhatók egyértelműen a duzzasztás halfajegyüttesre gyakorolt hatásaival.

5. Felhasznált irodalom

[VGT2 – 1-2 Rábca és Fertő tó alegység] Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: 1-2 Rábca és Fertő tó alegység – Vízgyűjtő-Gazdálkodási Terv, 2016. április

[VGT2 – 1-3 Rába alegység] Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: 1-3 Rába alegység Vízgyűjtő-Gazdálkodási Terv, 2016. április

AMBRUS A., DANYIK T., KOVÁCS T. & OLAJOS P. (2018): Magyarország szitakötőinek kézikönyve. Magyar Természettudományi Múzeum, Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., Budapest. 290 pp.

ASKEW, R. R. (1988): The Dragonflies of Europe. – Harley Books, Martins, 291 pp.

BAUERNFEIND, E. (1994a): Bestimmungsschlüssel für die Österreichischen Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera), 1. Teil. – Wasser und Abwasser, Suppl. 4/94: 5-92.

BAUERNFEIND, E. (1994b): Bestimmungsschlüssel für die Österreichischen Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera), 2. Teil. – Wasser und Abwasser, Suppl. 4/94: 5-90.

BENEDEK P. (1969): Heteroptera VII. In: Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) XVII/7. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 86 pp.

CSABAI, Z. (2000): Vízibogarak kishatározója I. – Vízi Természet- és Környezetvédelem sor., 15. Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, 277 pp.

CSABAI, Z., GIDÓ, ZS., SZÉL, GY. (2002): Vízibogarak kishatározója II. – Vízi Természet- és Környezetvédelem sor., 16. Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, 204 pp.

CSABAI, Z., SZÉL, GY. (1999): Checklist of Spercheidae, Hydrochidae, Helophoridae, Hydrophilidae and Hydraenidae of Hungary (Coleoptera). - Folia ent. hung. 60: 213-230.

DREYER, W. (1986): Die Libellen. – Gerstenberg Verlag, Hildesheim, 219 pp.

EGGERS, T. O., MARTENS, A. (2001): Bestimmungsschlüssel der Sübwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. – Lauterbornia 42: 1-68. Dinkelscherben.

ENGLONER A. 2015. Proposal for estimating volume based relative abundance of aquatic macrophytes. Community Ecology, 16:33-38.

GERKEN, B., STEINBERG, K. (1999): Die Exuvien Europäischer Libellen (Insecta, Odonata). – Verlag und Werbeagentur, Höxter, 354 pp.

HOFFMANN, J. (1963): Faune des Amphipodes du Grand-Duché de Luxembourg. – Musée D'histoire Naturelle, Luxembourg, 1-128.

JANSSON, A. (1969): Identification of larval Corixidae (Heteroptera) of Northern Europe. – Ann. Zool. Fennici, 6: 289–312.

JANSSON, A. (1986): The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions. – Acta Entomologica Fennica 47: 1–94.

LESZ É. (2015): Az Ikervári vízierőmű története 1895-1995 (Az erőmű szerepe a Nyugat-Dunántúl villamosításában Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, Doktori értekezés.

LUKÁCS, B.A., BARANYAI-NAGY, A, PAPP B. (2015): Módszertani útmutató a Makrofiton élőlénycsoport VKI szerinti gyűjtéséhez és feldolgozásához. MTA Ökológiai Kutatóközpont

MAGYARICS I. (2012): A magyarlaki rőzsegát, Magyarlaki Hírmondó, XIV. évf. 2. szám, 9 pp.

MOOG, O. (2002): Fauna Aquatica Austriaca, Edition 2002, Wassserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft

MTI (1993): Befektetőre váró műemlékek, Észak-Magyarország, 49. évf. 70. szám, 1993-03-25, 13 pp.

MÜLLER Z., JUHÁSZ P., KISS B. (2009). Ökológiai állapotleíró index fejlesztése a vízi makroszkópikus gerinctelen fauna alapján. in. Szilágyi F. (szerk.) A felszíni vizek biológiai minősítésének továbbfejlesztése, kézirat (összefoglaló jelentés, háttéranyag) 121 pp.

NESEMANN, H. (1997): Egel und Krebsegel Österreichs. Sonderheft der Ersten Vorarlberger Malakologischen Gesellschaft, Rankweil, 1-104.

NEUBERT, E., NESEMANN, H. (1999): Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea. Süsswasserfauna von Mitteleuropa - Band 6/2.Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 1-178.

OTTO MOOG (2002) Fauna Aquatica Austriaca - Catalogue for autecological classification of Austrian aquatic organisms - Publisher: Austrian Federal Ministry of Agriculture Forestry Environment and Water Management, Wasserwirtschaftskataster Vienna

RAUSER, J. (1980): Rád Posvatky – Plecoptera. – In: Rozkosny, R. (ed.): Klic vodních hmyzu. Akademie-Verlag Prag., 86-132.

RICHNOVSZKY, A., PINTÉR, L. (1979): A vízicsigák és kagylók (Mollusca) kishatározója. - Vízügyi Hidrobiológia 6: 206 p.

SAVAGE, A. A. (1989): Adults of the British Aquatic Hemiptera Heteroptera: a key with ecological notes. – Scient. Publ. Freshwat. Biol. Ass. 50, 173 pp.

SOÓS Á. (1963): Heteroptera VIII. In: Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) XVII/8. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 49 pp.

SZILÁGYI F., ÁCS É., BORICS G., HALASI-KOVÁCS B., JUHÁSZ P., KISS B., KOVÁCS CS., KOVÁCS T., LAKATOS GY., MÜLLER Z., PADISÁK J., POMOGYI P., SZALMA E., TÓTHMÉRÉSZ B. (2006): A fenntartható vízgazdálkodás tudományos megalapozása az EU Víz Keretirányelv hazai végrehajtásának elősegítésére. 1. téma: Az ökológiai minősítés kérdései. – Budapesti Műszaki Egyetem, Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék, Budapest, Kézirat.

SZILÁGYI F., ÁCS É., BORICS G., HALASI-KOVÁCS B., JUHÁSZ P., KISS B., KOVÁCS T., MÜLLER Z., LAKATOS GY., PADISÁK J., POMOGYI P., STENGER-KOVÁCS CS., SZABÓ K. É., SZALMA E., TÓTHMÉRÉSZ B. (2008): Application of Water Framework Directive in Hungary: Development of biological classification systems. Water Science & Technology—WST / 58.11, 2117-2152.

SZILBEKNÉ M. K., PETRŐCZ B., POLGÁR A. (1997): A nicki duzzasztómű rekonstrukciója, Vízügyi közlemények, LXXXIX. évfolyam, 79. évf. 4. szám 547 pp.

VIGNEUX, E. (1981): Détermination rapide des écrevisses. – Bulletin Français de Pisciculture 281: 185-210.

WARINGER, J., GRAF, W. (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven: unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. - Wien: Facultas-Univ. Verl., 1-287.

ZWICK, P. (2004): Key to the West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. Limnologica 34: 315-348.

INTERNETES FORRÁSOK:

[burcsi.hu] (letöltés: 2018. 11. 29.)

[innospiriti.org] (letöltés: 2018. 11. 29.)

[muemlekem.hu] (letöltés: 2018. 11. 29.)

[nagymutargy.ovf.hu] (letöltés: 2018. 11. 29.)

[kocsis-ferenc.hu] (letöltés: 2018. 11. 29.)

[kisalfold.hu] (letöltés: 2018. 11. 29.)

[tothproject.hu] (letöltés: 2018. 11. 29.)

[nagymutargy.ovf.hu] (letöltés: 2019. 12. 04.)

[vgt.kornyezetvedok.hu] (letöltés: 2019. 12. 04.)

[felsocsatar.hu] (letöltés: 2019.12.05.)

6. Mellékletek