MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szent István Campus

SZAKDOLGOZAT

Rácz András

Gödöllő

2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

GÖDÖLLŐI CAMPUS

AKVAKULTÚRA ÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁGI INTÉZET

HALÁSZATI -HALGAZDÁLKODÁSI SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK

A DONG-ÉRI FŐCSATORNA ALSÓ SZAKASZÁNAK HOSSZÚ TÁVÚ VÍZANALITIKAI VIZSGÁLATA

Készítette:

Rácz András

AUIDYQ

Levelező tagozat

Belső témavezetők:

Dr. Hegyi Árpád

tudományos főmunkatárs

Dr. Lefler Kinga Katalin

tudományos munkatárs

Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet,

Halgazdálkodási Tanszék

Gödöllő

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés ..... - 4 -
2. Irodalmi áttekintés ..... - 5 -
2.1. A víz és jelentősége ..... - 5 -
2.2 A felszíni vizekre jellemző tulajdonságok ..... - 5 -
2.2.1. A vízminőség ..... - 5 -
2.2.2. A víz fizikai tulajdonságai ..... - 5 -
2.2.3. A víz kémiai tulajdonságait ..... - 8 -
2.2.4. A felszíni vizek fontosabb szennyezői és hatásuk az élővizekre ..... - 16 -
2.3. Dong-éri főcsatorna bemutatása ..... - 22 -
2.3.1. A Dong-éri főcsatorna kialakulása, története ..... - 22 -
2.3.2. A Csukás-éri főcsatorna kialakulása, története ..... - 23 -
2.3.3. Félegyházi vízfolyás kialakulása, története ..... - 23 -
2.3.4. Dong-éri főcsatorna jelenlegi hasznosítása ..... - 23 -
2.3.5. Dong-éri főcsatorna alsó szakaszának - Mintavételi terület - jellemzése ..... - 24 -
3. Anyag és módszer ..... - 28 -
4. Eredmények ..... - 32 -
4.1. Fizikai tulajdonságok ..... - 32 -
4.2. Kémiai tulajdonságok ..... - 34 -
4.3. Szerves anyagok ..... - 38 -
4.4. Maucha-féle diagram ..... - 40 -
5. Eredmények értékelése, javaslatok ..... - 42 -
6. Összefoglalás ..... - 44 -
7. Köszönetnyilvánítás ..... - 45 -
8. Irodalomjegyzék ..... - 46 -
9. Nyilatkozat ..... - 47 -

1. Bevezetés

Földünk több mint kétharmadát víz borítja és ennek csupán 2,5 %-a édesvíz, amelynek nagyobb hányada gleccserekben és sarki jégben található. Így a viszonylag kevés mennyiségben rendelkezésre álló édesvíz készlet, amelyet a különféle szennyezések, és ezen kívül még sok más veszély fenyeget, mindenki számára, Magyarországnak is egyik legfontosabb környezeti kincse. Az utóbbi évtizedekben egyre jobban felértékelődik a hozzáférhető tiszta édesvíz megléte.

A felgyorsult, modern világ és az egyre jobban kizsákmányoló, nem fenntartható gazdálkodás (ipar, mezőgazdaság) egyik fő következménye a nagymértékű környezetszennyezéssel érintett területek (szárazföld, víz, levegő) gyors ütemben történő növekedése, illetve nagyfokú romlása.

Ezért fontos a környezetünk és benne végbemenő folyamatok és azok hatásainak monitorozása, vizsgálata, elemezése. Ezt segíti az analitikai vizsgálatok elvégzése. Az elemzések során megállapítható, hogy az adott vízkészletet a fizikai, kémiai, biológiai hatások, milyen irányban befolyásolják. A káros hatások megelőzhetőek e vagy a bekövetkezett változások ellen szükséges e bármiféle beavatkozás.

Az urbanizáció, ipar, mezőgazdaság fokozódó, egyre nagyobb mennyiségű víz felhasználásával és gyors, intenzív fejlődésével arányosan rohamosan csökken az tisztavíz mennyisége. Az élet egyik nélkülözhetetlen eleme a víz. Ezért tartom fontosnak a természetes vizeink minőségének és mennyiségének megőrzését. Ezt segíti elő az Európai Unió által kiadott Víz keretirányelv (EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2000/60/EK IRÁNYELVE). Ennek fő célja a felszíni és felszín alatti vizek védelme, állapot romlásának megelőzése, minőségének javítása, szennyezettségük csökkentése. Európai Unióhoz való csatlakozással hazánkban is kötelező az ebben előírt feladatok és azok végrehajtásának betartása.

Kutatásom helyszíne a Dong-éri főcsatorna egy szakasza. Azért esett a választásom erre a csatornára, mivel lakókörnyezetemet is érinti. Minden nap látom, milyen változások mennek végbe a csatorna vizében. Látom a szennyezések, az emberi gondatlanság és persze a csapadékhiány és egyéb környezeti hatások jeleit.

A jelen dolgozat fő célkitűzései között szerepel, a Dong-éri főcsatorna egy kijelölt szakaszának vízminőségi vizsgálata (fizikai, kémiai és biológiai vízminőségi paraméterek alapján).

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A víz és jelentősége

A víz egyedi tulajdonságokkal rendelkező környezeti elem. Képes a megújulásra, a természeti folyamatok során minőségét és mennyiségét újratermelni, a természeti körfolyamatból meghatározott minőségben és mennyiségben kiemelhető, az élet és élettani funkciók szempontjából mással nem helyettesíthető, számos egymástól különböző társadalmi szükségletet elégít ki. Lehetővé teszi és meghatározza környezetünket és ökoszisztémáját, annak egyensúlyát, illetve gazdaság szempontjából a termelést és a régiók fejlesztését, de ugyanakkor veszélyezteti is azokat (Katona 1989).

Tehát a víz egy életközeg, amely egy adott, nem bővíthető mennyiségben áll rendelkezésünkre. A bőséges jelenlét mögött kicsit árnyékoltabb a valóság, hiszen a Földünk vízkészletének csupán 2,5 %-a édesvíz. Sajnos a fokozódó vízszennyeződések és a mértéktelen használat miatt, egyre kevesebb hányada felel meg az ökológiai egyensúly fenntartásához és mindennapos szükségleteinknek, céljainknak. A felszíni édesvizek a fokozott ipari és kommunális szennyezés, a légszennyező anyagok száraz és nedves ülepedése miatt többnyire közvetlen fogyasztásra, de fürdésre is alkalmatlanná váltak. Hasonló okok miatt a folyók mellett a tavak is súlyosan károsodtak. A magas nitrogén- és foszforszennyezés következtében a fejlett országok tavaiban szinte általánosan jelentkezett a vizek eutrofizációja, amely a tavak elhalásának kezdetét jelzi (Barótfi 2011).

2.2 A felszíni vizekre jellemző tulajdonságok

2.2.1. A vízminőség a vizek fizikai, kémiai, biológiai és radiológiai tulajdonságainak összessége. E tulajdonságokat sok paraméter befolyásolja, ezért célszerű azokat tovább tagolni. Így beszélhetünk még oxigén, nitrogén és foszfor háztartás, mikrobiológiai, szerves és szervetlen mikro szennyezőkről, toxicitásról, egyéb fizikai, kémiai, biológiai jellemzőkről. Ezek a jellemzők befolyásolják a vízben végbemenő fizikai, kémiai, biológiai folyamatokat, amelyek a vízi ökoszisztéma élőlény csoportjainak faji összetételével együttesen határozzák meg a vízminőséget (Zseni & Bulla 2002).

2.2.2. A víz fizikai tulajdonságai

A fizikai paraméterek közül a felhasználástól függően az alábbiak lehetnek fontosak:

2.2.2.1. A víz hőmérséklete elsődlegesen a víztestet érő napenergiának köszönhető.

A felszíni vizek mindenkori hőmérséklete a napi és szezonális ingadozása a meteorológiai, és hidrológiai, geológiai viszonyoktól függőn erősen változnak. Hazánkban a felszíni vizek

hőmérséklete haltenyésztés és ökológiai szempontból egy fontos fizikai tulajdonság. A hőmérséklet (fényelnyelés) a víz mélységével exponenciálisan változik.

A víz hőmérséklete befolyásolja:

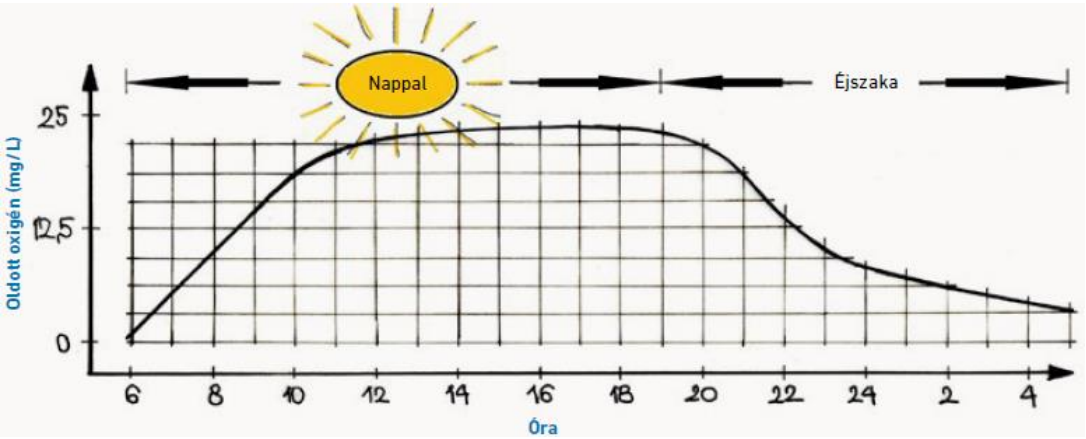
- a víz halmazállapotát. Szilárd halmazállapotú, ha hőmérséklete < 0 °C; folyékony halmazállapotú, ha hőmérséklete 0-100 °C; gázhalmazállapotú, ha hőmérséklete 100 < °C;
- a víz sűrűségét (3,98 °C ~ „4 °C" hőmérsékletnél a legnagyobb (1000 kg/m^3));
- a víz oxigén telítettségét (folyékony halmazállapotban, minél alacsonyabb a hőmérséklet annál oxigén dúsabb);
- a víz térfogatát (fagyáskor térfogata 9,2 %-al nő);
- víz fajhőjét (alkalmas lehet hűtő és fűtő közeg céljára);
- a víz felületi feszültségét (hőmérséklet növekedéssel csökken a feszültség).
- és meghatározza a poikilotherm vízi szervezetek, így a halak és azok természetes táplálékainak mindenkori hőmérsékletét. Ez azt jelenti, hogy a vízi szervezetek anyagcseréjének és mozgásának intenzitása a környező víz hőmérsékletétől függ (Woynárovich et al. 2018, Juhász 2002).

2.2.2.2. Oldott oxigén: A víz jó oldószernek tekinthető, ennek ellenére az oxigén rosszul oldódik benne. Az oldott oxigén mennyisége nagymértékben függ a víz hőmérsékletétől. Így mindig van egy mg/l-ben kifejezett maximális mennyiség, ami az adott hőmérsékleten mindig oldásban marad és a víz 100 %-os telítettségi szinten van.

Az oldott oxigén koncentrációja és oxigéntelítettség mértéke befolyásolja a vizek minőségi állapotát. Halfajok zöménél ez általában 4-5 mg/l oldott oxigén határkoncentrációt jelent.

A felszíni vízben oldott oxigén biztosítja az aerob mikroszervezetek és a magasabb rendű élőlények élettevékenységéhez szükséges feltételeket. A nappali fotoszintézis során a mikrovegetáció (algák) állítja elő az oxigén nagyobb hányadát, amihez még hozzá adódik a makrovegetáció által termelt kisebb mennyiségű oxigén. Ez a mennyiség víz közegben oldódik, a teljes telítettségen felüli mennyiség a légkörbe diffundál. Éjszaka viszont nem történik oxigén termelés. Így a nappal megtermelt oxigén nagy része az éjszaka folyamán, főleg a hajnali órákra elfogy. Ha a víz biomasszája túl nagy, amit napszakok közötti nagyfokú oldott oxigén szint változás jól mutat (*1. ábra*), akkor akár részleges vagy teljes oxigén hiány is felléphet. Ilyen mértékű változás hatására a vízi élőlények elpusztulnak. Ezért tekinthetjük sok vízi szervezetek szempontjából a víz oldott oxigén tartalmát limitáló tényezőnek Minden olyan anyag, ami reakcióba képes lépni a vízben oldott oxigénnel, kedvezőtlen körülmények kialakulásához vezethet. Az oldott oxigén koncentrációt befolyásolja többek között a vízmélység, az áramlási

sebesség, a hőmérséklet, ezért egy vízminta elemzése általában nem jellemzi az egész víztestre vonatkozó állapotot (Woynárovich et al. 2018).



1. ábra Oldott oxigén mennyiségének változása 24 órás intervallumon belül (Woynárovich et al. 2018)

2.2.2.3. A víz elektromos vezetőképességének meghatározása megmutatja a vizekben található elektrolitok (disszociálni képes, elsősorban szervetlen komponensek) mennyiségét. A vezetőképesség az oldat elektromos ellenállásának a reciproka. Mértéke attól függ, milyen hőmérsékletű a víz illetve, milyen arányban tartalmaz oldott sókat (anionokat és kationokat), mivel az oldott sók töltéssel rendelkező részecskéi által történik a vezetés. Minél tisztább a víz, annál kisebb a vezetőképessége. Az ionok jelenléte és aránya meghatározza a víz halgazdálkodási célú hasznosítását is (*1. táblázat*) (Ballabás et al. 2012).

1. táblázat Makroionok kombinációja a vizekben és ezek alkalmassága haltermelésre (Woynárovich et al. 2018)

Kationok	Anionok			
	Karbonát (CO_3^{2-})	Hidrokarbonát (HCO_3^-)	Szulfát (SO_4^{2-})	Klór (Cl^-)
Kálium (K^+)	Ritka kombináció	Ritka kombináció	Ritka kombináció	Rika kombináció
Nátrium (Na^+)	Szódás vizek (nem alkalmas)	Szikes vizek (alkalmas)	Glaubersós vizek (kevésbé alkalmas)	Konyhasós és tengervíz (alkalmas)
Kalcium (Ca^{2+})	0	Meszes vizek (alkalmas)	0	Rika kombináció
Magnézium (Mg^{2+})	0	Magnéziumosvizek (alkalmas)	Keserűsós vizek (kevésbé alkalmas)	Rika kombináció

2.2.2.4. Felületi feszültség a víz egyik alapvető tulajdonsága, ami miatt a lehető legkisebb fajlagos felületű alakzatot, felületminimalizálást, gömbformát igyekszik elérni, ezáltal a külső behatások ellen próbál ellenállni. Ezt a tulajdonságát a vízmolekulák összetartó ereje, kohéziója okozza, mivel a vízmolekulák erős hidrogénkötést képesek alkotni, ehhez a tulajdonsághoz alkalmazkodtak bizonyos vízi rovarok (*1. fotó*) (Woynárovich et al. 2018).

1. fotó Molnárka a víz felszínen és csípős szúnyog lárva a víz felszíne alatt (Woynárovich et al. 2018)

2.2.2.5. A víz organoleptikus érzékszervekkel észlelhető tulajdonságai

A **szín** a vizek tisztaságának indikátora. A színtelen víz rendszerint a tisztaságára utal. A természetes vizekben különféle elszíneződéseket lehet látni. Sárgás-barna elszíneződést huminanyagok, vagy Fe^{3+} vegyületek okozzák. A bizonyos esetekben a fehéres árnyalatot a kálcium-karbonát jelenléte eredményezi.

A víz **zavarosságát** vízben jelen lévő abban nem oldódó és kolloidális szervetlen (vashidroxidok, magnéziumhidroxidok stb.) és szerves eredetű (baktériumok, szerves kolloidok) anyagok fényelnyelése és fényszórása okozza.

A víz **ízét** befolyásolhatja a természetes úton, vagy szennyezéssel bekerülő anyagok. Fokozott ízérzést produkál a kationok közül a vas, a mangán, a magnézium, a kalcium cink, réz, az anionok közül a klorid, a szulfát, hidrokarbonát, illetve a gázok közül a széndioxid, vagy a hidrogénszulfid.

A víz **szagát** természetes folyamatok során vagy más módon (szennyezés, fertőtlenítés hatására) megjelenő illékony anyagok okozzák, melyek a szagérzés észlelését váltják ki (http1).

2.2.3. A víz kémiai tulajdonságait a benne található anyagok és azok tulajdonságai határozzák meg.

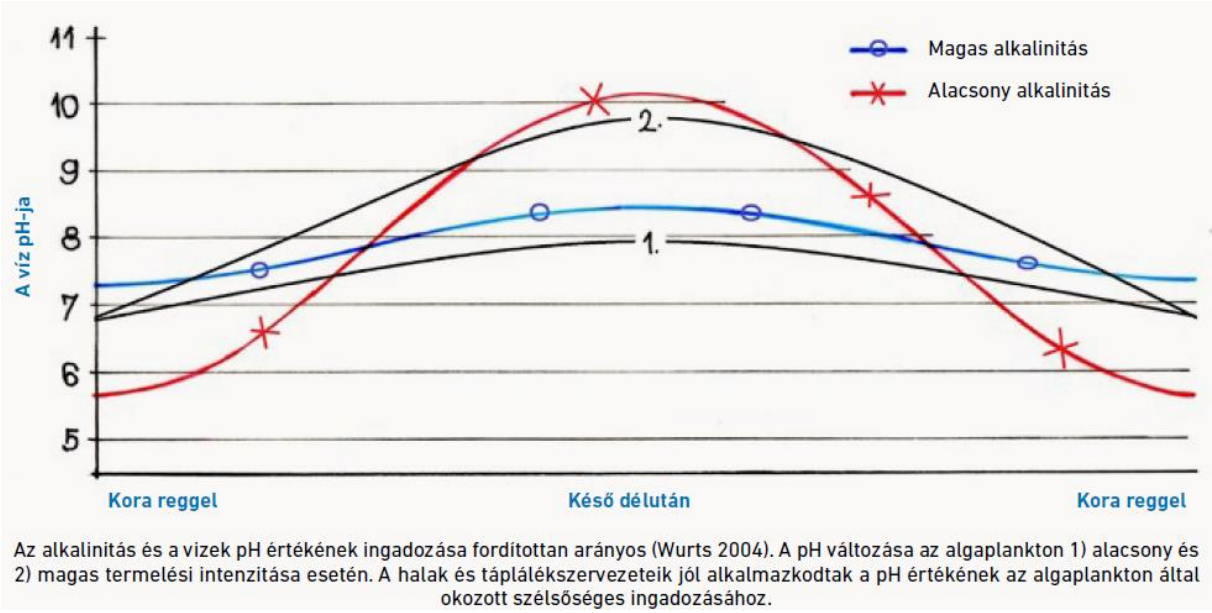
Ezek közül a legfontosabbak a következők:

2.2.3.1. A pH érték a savas vagy lúgos (bázikus) jellegét adja különböző folyadékoknak vagy oldatoknak. A vizek pH értékének meghatározása (*2. fotó*), ismerete kulcsfontosságú információ a víz kezelése, további felhasználása és nem utolsósorban az ökológiai egyensúly fenntartása érdekében. A kémhatást számszerűen a pH-val fejezzük ki. Ezt az értéket az oxóniumion és hidroxidion koncentráció aránya határozza meg. A kis érték miatt az oxóniumion tízes alapú negatív logaritmusaként definiálják. A felszíni vizek pH-ja általánosságban 6,5-8,5 közötti (Ballabás et al. 2012).

A vizek eredeti (valódi) savasságát vagy lúgosságát alapvetően az élettelen természeti elemek határozzák meg, de bizonyos biológiai folyamatok, élő szervezetek befolyásoló tényezőként hatnak a pH értékekre. Például a nitrifikáció folyamán a felszabaduló hidrogén ionok reakcióba lépnek a hidrogén karbonát ionokkal, ezáltal szabad szén-dioxid képződik és így a víz pH-ja csökken. Illetve a fotoszintézis befolyásoló hatása is jelentős. Az algák és a növények asszimilációja miatt a víz pH értéke délutánonként eltolódik a bázikus irányba, majd éjszaka a disszimiláció következtében pedig a víz savasodása figyelhető meg (*2. ábra*). Ezeket a pH-érték kilengéseket a vízi életközösség többsége jól tolerálja.

A vizek pH értéke befolyásolja a vizek stabilitását, termelő képességét. Adott pH értéknél mennek végbe bizonyos kémiai folyamatok, ami által egyes természetes és mesterséges anyagok akár mérgező hatást fejthetnek ki. Ezért fontos ismerni adott víztest pH értékeit. (Woynárovich et al. 2018).

2. fotó A pH és egyensúlyi pH meghatározása MSZ 1484-22:2009 szabvány szerinti vizsgálattal laboratóriumban (Csongrád-Csanád Vármegyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Analitikai Csoport Környezetvédelmi Laboratórium, Rácz 2023)



2. ábra A víz pH értékének ingadozása napszakonkénti bontásban (Woynárovich et al. 2018)

2.2.3.2 Nitrogén a vízi környezetben öt különböző formában fordulhat elő: elemi (N_2), illetve a további formái az előfordulás növekvő sorrendjében a következő a nitrit (NO_2^-) a disszociálatlan (szabad) ammónia (NH_3), a nitrát (NO_3^-) és a disszociált ammónia (NH_4^+).
Élő szervezetek, baktériumok segítségével egymásból alakulhatnak át. Fontos szerepet játszanak a fehérjék felépítésében, így a növények vegetatív növekedésben (Barótfi 2011).

Elemi nitrogén (N_2): Az atmoszférában legnagyobb mennyiségben előforduló vizes rendszerekben kismértékben oldódó kémiai elem. A molekuláris nitrogénre jellemző a gyenge biológiai aktivitás (biológiailag inert) és így nem túl sok biológiai folyamatba lép be. Ennek oka, hogy a N-O-N hármas kötés igen erős és bontása nagy energiát igényel. Csak bizonyos élő szervezetek, baktériumok, mint például a cianobaktériumok képesek hasznosítani. Közvetlen nitrogénfixálókként ismeretesek. Ezek a baktériumok az élővilág szempontjából fontos tevékenységet végeznek, mivel elemi nitrogént kötnek meg és juttatnak a nitrogén körforgalomba (Barótfi 2011).

Ammónia-nitrogén (NH_3): Hidrogén és nitrogén keveréke, színtelen, szúrós szagú gáz, amely vízben kitűnően oldódik. Vízben az ammónia bázisként viselkedik, ezért vizes oldata lúgos kémhatású. A szerves anyagcseretermékek és az elpusztult élőlények lebomlása révén a nitrogén ciklus első lépéseként keletkezik (ammonifikáció). Mesterséges úton is előállítható, használják műtrágyák, műanyagok, gyógyszerek gyártásához. A szerves nitrogénvegyületek ammóniává történő lebontása anaerob körülmények között is végbemegy. A vizeink

ammóniatartalma a szerves anyagok biológiai lebomlását jelzi, s így a szerves szennyezések egyik legfontosabb mutatója.

Felszíni vizeink ammóniaszennyezettsége tág értékek között változik. Szennyezetlennek tekinthető, ha a szabad ammónia mennyisége 0–0,2 mg/l közötti tartományban van, míg a 3–5 mg/l közötti értékek már erősen terhelt, szennyezett víz. A téli hűvösebb időszakban a csökkent nitrifikáció mértéke miatt a vizek ammóniumion koncentrációja mindig magasabb (Barótfi 2011).

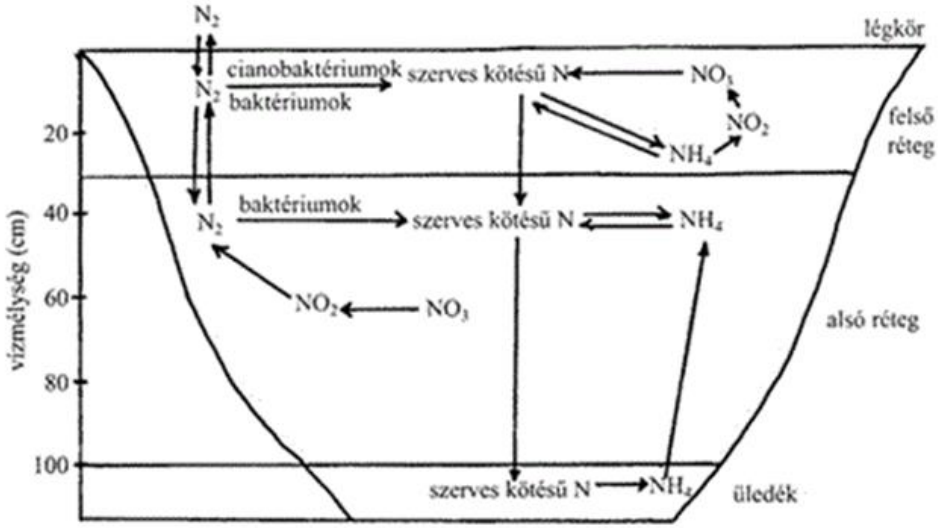
Nitrit (NO_2^-), nitrát (NO_3) és szerves nitrogén (NH_4^+): Ha vízbe természetes vagy mesterséges úton ammónia jut, és megfelelő oxigén áll rendelkezésre, akkor megkezdődik a nitrifikációja nitritté és nitráttá (*3. ábra*).

Vízben előforduló Nitrosomonas és Nitrobakter baktérium fajok végzik az oxidációt

$NH_4^+ + OH^- + 1{,}5\ O_2$ Nitrosomonas $\rightarrow NO_2^- + H^+ + 2H_2O$

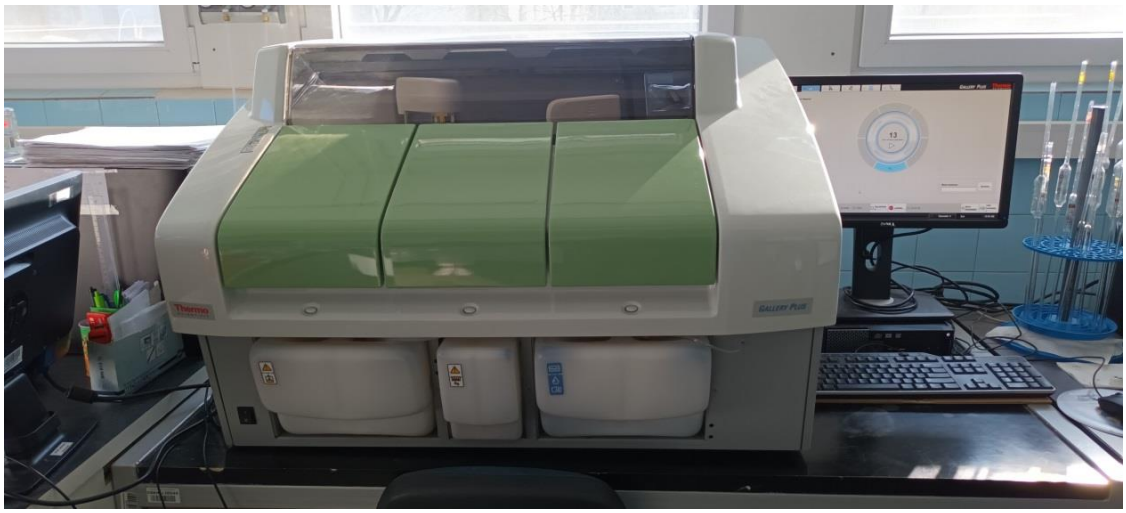
$NO_2^- + 0{,}5\ O_2$ Nitrobakter $\rightarrow NO_3$

Az egyenletekből kitűnik, hogy a nitrifikáció jelentős oxigénmennyiséget fogyaszt el a vízből. 1g NH_4^+ oxidálásához 4,57 g O_2 szükséges (Barótfi 2011).



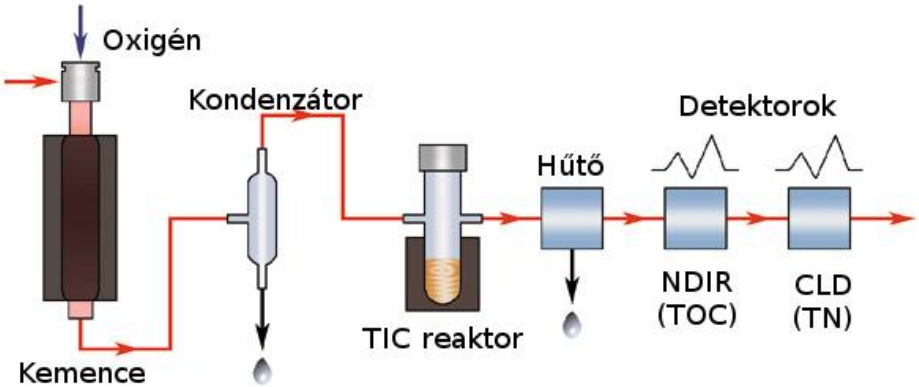
3. ábra Nitrogénátalakulás útja nappali hőrétegzettség mellett (Ördögh 2000)

A teljes nitrogéntartalom (TN) meghatározásának módszere a spektrofotometriás mérésen alapul (*3. fotó*). A teljes szerves szén (TOC) és összes nitrogén (TN) meghatározása során a készülékbe vivőgázzal bejuttatott minta széndioxiddá és nitrogénoxidokká oxidálódik, melynek folyamata egy termokatalitikus reakció, ami katalizátorral töltött, nagy hőmérsékletre (700–900 °C) fűtött égetőcsőben, oxigén atmoszférában történik. Ezt a folyamatot a *4. ábra* mutatja be.



3. fotó Ammónium, nitrát, nitrit spektrofotometriás meghatározása ISO 15923-1 szabvány szerinti vizsgálattal laboratóriumban. (Csongrád-Csanád Vármegyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Analitikai Csoport Környezetvédelmi Laboratórium, Rácz 2023)

A vételezett minták vizsgálatakor és értékelése során az összes szén és nitrogéntartalom, valamint a szerves szén az alkalmazott paraméter. Ezek a paraméterek, szennyeződések előrejelzésére, illetve határértékek megállapítására alkalmasak, mivel adott értékeken túl akár szennyező anyagként fellépő együttesről ad tájékoztatást. Napjainkra egyre jobban szigorodott környezetvédelmi előírások miatt a vizek nitrogéntartalmának mérése fontos és szükséges (Horváth 2014).



4. ábra Teljes szerves szén (TOC) és teljes nitrogén tartalom (TN) meghatározásának folyamata (Horváth 2014)

2.2.3.3. Foszfor a vízi élőlényekben, növényekben lejátszódó fotoszintézis, légzés, energia közvetítő és átalakító anyagcsere folyamatok fontos eleme. Illetve egyik fontos építőeleme a

nukleinsavaknak, sejtmembránokat alkotó foszfolipideknek. Növényeknél generatív növekedéshez nélkülözhetetlen (http2).

Élő szervezetekben nagyobb arányban van jelen, mint a környezetben. A természetes vizekben az elemi foszfor (P) ritkán fordul elő, inkább foszfortartalmú vegyületként, mint ortofoszfát (H_3PO_4) (régi magyar neve vilsav) formában van jelen. Vízben szerves és szervetlen formában is megtalálható, amelyek lehetnek vízben oldódók és szuszpendáltak.
Szervetlen foszfor az algák és növények számára vízben oldódó ortofoszfátként
($H_2 PO_4^{3-}$, HPO_4^{2-}, PO_4^{3-}, $FeHPO_4^{+}$, $CaH_2PO_4^{+}$) érhetők el, ami a foszforciklus kiinduló anyaga. Majd a szerves anyag körforgalomba beépülve, mint szerves foszfát növényi és állati szöveteket alkotó szénalapú molekulához kapcsolódik. Az élőlények pusztulása után baktériumok ismét ortofoszfátra bontják (Woynárovich et al. 2018).

A foszfor a vízbe természetes és mesterséges úton egyaránt bejuthat. A természetes bejutást kőzetek bomlása eredményezi, míg az emberi tevékenység révén főleg a kommunális szennyvizek és a mezőgazdasági bemosódás növeli a vizek foszfortartalmát.
A foszforciklus fontos kilépő mechanizmusa a foszfor kicsapódása és a fenéküledékbe történő kiválása.

A foszfor esszenciális elem, a vízi ökoszisztéma működéséhez a legtöbb természetes rendszerben a legalacsonyabb koncentrációban van jelen. Ezért a foszfort gyakran limitáló tényezőként kezelhetjük (Ballabás et al. 2012).

2.2.3.4. A víz szervesanyag-tartalmával kapcsolatos paraméterek

A szerves anyagok környezetre gyakorolt hatásának és mennyiségének ismerete nélkülözhetetlen a vizek minősítésében. A szerves anyag mennyisége annak besorolása és a vízben lévő oxigén mennyiségének felhasználásával befolyásolja a víz minőségét és további felhasználását. A vizekben eltérő jellegű, nagy számban jelen lévő szerves anyagok külön-külön történő mérése és azonosításának nehézségei miatt a gyakorlatban nem specifikus és indirekt módszerek terjedtek el koncentrációjuk meghatározására (Barótfi 2011).

A szerves anyag bontásához szükséges oxigénigény mennyiségének meghatározására leggyakrabban alkalmazott módszerek a következők:

Kémiai oxigénigény - KOI: Kémiai módszerekkel, nedves úton a vízben jelenlévő anyagok, szerves komponensek különböző oxidálószerekkel kénsavval és kálium-dikromáttal végzett teljes kémiai oxidációja során elfogyasztott oxigén mennyiségét fejezi ki mg/l mennyiségben. A meghatározott érték egyenesen arányos a víz szerves anyag tartalmával, vagyis minél nagyobb a kapott érték annál nagyobb mennyiségben tartalmaz szerves anyagot. A

gyakorlatban hasznos vizsgálati módszer, annak ellenére, hogy a KOI nem ad pontos értéket a vízben előforduló szerves anyag minőségéről és mennyiségéről. Elvégzése az ISO 15705:2002 szabvány szerinti vizsgálati módszer alapján történik. (*4. fotó*). A KOI értéke mindig nagyobb, mint a BOI, mivel a számos olyan anyagot tartalmaz, amit biológiai úton nem bonthatók le. A vizsgálati módszer 3 óra időtartamú, ami gyors beavatkozások, kárelhárítások miatt fontos lehet (Barótfi 2011, http3).

4. fotó Kémiai oxigénigény meghatározása ISO 15705:2002 szabvány szerinti vizsgálattal laboratóriumban. (Csongrád-Csanád Vármegyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Analitikai Csoport Környezetvédelmi Laboratórium, Rácz 2023)

Biológiai oxigénigény - BOI az az oxigén mennyiség, amely térfogategységben lévő oldott, kollodiális és szuszpendált, bomlóképes szerves anyagok biológiai úton, aerob körülmények közötti lebontásához szükséges. A természetben lejátszódó folyamatokra leginkább hasonlító vizsgálati módszer. Hígítással, oxigénnel dúsítva és aerob mikroorganizmusokkal oltva (*5. fotó*) a nitrifikáció visszaszorításával, sötétben, teljesen feltöltött és lezárt palackokban (*6. fotó)* adott, 20 °C -os hőmérsékleten 5 - 7 napos inkubációs idő után kiszámítjuk az elfogyasztott oxigén tömegét mg/l-ben. A nagyobb időigény miatt általában a KOI vizsgálati módszert használják (Barótfi 2011).

5. fotó Biológiai oxigénigény meghatározásának első lépései az oxigénnel dúsítás és aerob mikroorganizmusokkal oltás MSZ EN ISO 5815-1:2020 szabvány szerinti vizsgálattal laboratóriumban (Csongrád-Csanád Vármegyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Analitikai Csoport Környezetvédelmi Laboratórium Rácz 2023)

6. fotó Biológiai oxigénigény meghatározása sötétben, teljesen feltöltött és lezárt palackokban, adott hőmérsékleten MSZ EN ISO 5815-1:2020 szabvány szerinti vizsgálattal laboratóriumban (Csongrád-Csanád Vármegyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Analitikai Csoport Környezetvédelmi Laboratórium Rácz 2023)

2.2.4. A felszíni vizek fontosabb szennyezői és hatásuk az élővizekre

Vízszennyezés minden olyan tevékenység, folyamat, amely a meglévő vízkészletünk mennyiségét, minőségét megváltoztatja, a benne zajló természetes életfolyamatokat, emberi egészséget veszélyezteti. Hatásának súlyosságát befolyásolja a környezetben való fennmaradásának tartóssága, koncentrációja, kémiai tulajdonsága és jellege (*2. táblázat*) (Barótfi 2011).

2. táblázat Víz szennyezés jellege és káros hatásai (http4)

Szennyezés jellege lehet	Szennyező anyagra jellemző káros hatások
Érzékszervi hatás	íz, szag szín
Fizikai	hőmérséklet, lebegő anyag, hab, radioaktivitás
Kémiai	szerves, szervetlen vegyületek
Biológiai	patogén baktériumok, gombák, vírusok, algák, egyéb mikroorganizmusok

2.2.4.1.Érzékszervi hatást okozó fontosabb vízszennyezők

Íz*:* A víz és a vízben élő szervezetek kellemetlen ízét elsősorban az ipari eredetű szennyezések okozzák: a vas, mangán, hidrogén-szulfid, szabad klór, fenolok, egyes szén-hidrogének. Ezek nagy része az ivóvíz tisztítása során eltávolítható. Ugyanakkor a folyamat során használt klórozás, éppen az íz hatás növekedését eredményezi egyes vegyületek esetén. Élő szervezetek gombák, algák bomlása során keletkezett bomlási termékek is befolyásolhatják az íz intenzitását (http4).

Szag: A víz szaga illékony, erős szagú vegyületek jelenlétéhez köthető. Az ammónia, fenolok, szabad klór, szulfidok, cianidok, továbbá algák, baktériumok és más organizmusok anyagcseretermékei, szerves anyagok bomlástermékei kis koncentrációban is okoznak kellemetlen szagokat. A víz szagának megállapítása során, a helyszínen körültekintően kell eljárni, nehogy a levegőben levő szennyezőanyagok miatt tévesen kerüljön meghatározásra a víz szaga (http4).

A **Színt** leggyakrabban szerves anyagok, színezékek okozzák, de ásványi eredetű is lehet, vas, króm vegyületek jelenléte esetén (http4).

2.2.4.2. Fizikai vízszennyezők

Hőmérséklet*:* Hőerőművek, termál kutak, hűtővizek bevezetései okozzák. A víz hőmérsékletének változása lényegesen befolyásolja az oldott gázok (oxigén, széndioxid stb.) koncentrációját, oldhatóságát. A hőmérséklet hatása a víz élővilágára főképpen annak a biokémiai reakciókra irányuló hatásában nyilvánul meg. Növekvő hőmérséklet az oldott oxigén

koncentráció csökkenését eredményezi, ami nyári időszakban különösen kritikus lehet. Alacsony hőmérsékleten a biokémiai reakciók sebessége csökken. A víz +8 C° hőmérséklete fontos határérték. Ez alatti értékeknél a nitrifikáció szinte leáll, ezáltal a fehérjék bomlásából keletkező ammónia koncentrációja megnő, komoly gondokat okozva a téli időszakban. Magas hőmérsékleten, +30-32 °C -on, biokémiai reakciók sebessége viszont nő, hatására megbomlik a természetes populációs összetétel. A hőszennyezés közvetlen hatása mellet nagyobb problémát okoz a közvetett módon megjelenő folyamatok. Ilyen az oldott oxigén csökkenése, toxikus anyagok és azok hatásainak növekedése. Ezért a hőszennyezés az egyik legkritikusabb vízszennyezés, ami élő szervezetek pusztulását okozhatja.
Bizonyos anyagok adott hőmérsékleten fejtik ki mérgező, toxikus hatásukat (http4).

Lebegőanyag, zavarosság igen gyakori vízszennyezési forma. Természetes eredetű lebegőanyag szinte minden természetes vízben található. A lebegőanyag lehet szervetlen vagy szerves jellegű. Jellemzőjük, hogy nehezen ülepednek. Mennyiségtől és szemcse méretétől függően az élővizek lebegőanyag tartalmának káros hatásai során megzavarja a víz öntisztulási folyamatát, mert csökkenti a fotoszintézist a napfény bejutásának akadályozásával. Minél erősebb a zavarossága a víznek, annál jelentősebb hatást fejt ki. Továbbá beborítja a feneken lakó (bentikus) organizmusok felszínét, illetve a vízi élőlények táplálékát. A halakra is káros hatással lehet, ha a kopoltyújukon lerakódik. Ugyanakkor nem mondható, hogy egy nem zavaros víz feltétlenül tiszta, mert számos veszélyes szennyezőanyag nem okoz zavarosságot (http4).

Hab a gázbuborékok vízben való diszperziója. A habképződést elősegítik a felületi feszültséget csökkentő anyagok, mint például a szappanok, szintetikus mosószerek. A felszíni vizekben jelentkező habképződés napjainkban szinte kizárólag a szintetikus mosószereknek, tenzideknek, vagy helytelen szóhasználattal detergenseknek tulajdonítható. A hab káros hatása, hogy csökkenti az oxigénfelvételt, másrészt nagyobb tömegben megakadályozza a fény behatolását a vízrétegbe (http4).

Radioaktivitás: A természetben előforduló elemek több izotóp keverékei, ezért a felszíni vizeknek szinte kivétel nélkül van kismértékű radioaktivitásuk. Az izotópok közül egyesek radioaktívak, ami abban jelentkezik, hogy spontán bomlásra hajlamosak, miközben radioaktív sugárzást bocsátanak ki. Az ilyen radioaktív atomok a radioizotópok.

Fő szennyező források a légköri atombomba robbantások, atomerőművek, különféle ipari és kutatási célú izotóp felhasználás hulladékai, gyógyászati alkalmazások.

A vizek radioaktív szennyezettség elleni védelmének egyik legjárhatóbb útja a környezet szempontjából az izotópok tárolása. A felezési idő ismeretében kiszámítható a szükséges

tárolási idő. Például, ha az izotópot a felezési idő tízszereséig tárolják, a bomlatlan atomok száma 1024-ére, kb. 0,1 %-ára csökken az eredetihez képest (http4).

2.2.4.3. Kémiai vízszennyezők

Szerves vízszennyezők nagyobb koncentráció során főként a vizek oxigén háztartásának befolyásolása útján fejtik ki hatásuk. A természetes vizekbe nagy koncentrációban bekerült szerves anyag aerob lebontása következtében akár a teljes oldott oxigént felhasználhatja. Ha oxigén hiány lép fel, a maradék szerves anyag lebontását olyan baktériumok kezdik meg, amelyek nem igényelnek oldott oxigént (anaerob lebontás), hanem hasznosítani tudják a nitrát, szulfát, foszfátok, szerves vegyületek oxigénjét. Ekkor rothadási folyamat jön létre, amelynek során különféle kellemetlen szagú végtermékek keletkeznek. Ha a vízben kis mennyiségben és elegendő oldott oxigén is jelen van, akkor a bekerülő szerves anyagot a mikroorganizmusok veszélytelen, szagtalan és stabilis végtermékekig lebontják. Ezáltal bekövetkezik az öntisztulás, a víz visszanyeri természetes állapotát.

A szerves anyagban lévő legfontosabb elemek a biokémiai oxidáció során a következő végtermékekké alakulnak, amit a *3. táblázat* szemléltet (Barótfi 2011).

3. táblázat Végtermékké alakulás a legfontosabb elemekből (Barótfi 2011)

Szén→	szén-dioxid, karbonátok és hidrokarbonátok
Hidrogén→	víz
Nitrogén→	ammónia, nitrit, nitrát
Kén→	szulfát
Foszfor→	foszfát.

Foszfor ciklusba bejutott többlet foszfor mennyiség, arányában képes növelni a biológiai produktumot, ezáltal képes eutrofizációt okozni. Az üledékbe történő kicsapódás során a víz foszfor koncentrációja csökken, viszont az újra oldódáskor, akár külső szennyeződés nélkül is, tovább gyorsíthatja az eutrofizációs folyamatokat. Az üledékben felhalmozódott foszfor fontos pufferként szolgálhat, de hosszú időintervallumban, nagy mennyiségben, szennyezőanyag is lehet. Az eutrofizáció megelőzhető, ha a foszfor tartalmat 10 mg/m^3 alatt lehet tartani. Ezeket a rendszereket oligotrofnak, míg a 20 mg/m^3 fölöttit eutrófnak nevezzük (Barótfi 2000).

Az **ammónia** képes proton leadásra és felvételre a vízben. Így a vízben előforduló szabad ammónia (NH_3) és ammóniumion (NH_4^+) mértékét a víz kémhatása befolyásolja. Szoba hőmérsékleten a pH alacsony (6 alatti), akkor az ammónia értéke alacsony, így nagyobb arányban ammóniumionként van jelen. Ha a pH 8 körüli, akkor az ammónia aránya 10% körüli.

Viszont, ha pH 9 feletti, akkor már az ammónia aránya 50%. A hőmérséklet emelkedésével az ammónia további mennyiségi növekedése tapasztalható. Így a szabad ammónia kerül túlsúlyba, ami a toxikus hatást fokozza. Ezért fontos az ammónia és ionos formájának mennyiségi ismerete.

Az ammónia és az ammóniumion közötti kapcsolatot kémiai egyenlete a következő:

$NH_3 + H_2O \leftrightarrow NH_4^+ + OH^-$.

A szabad ammónia (NH_3) az ammónia egyesített formája, ami sejtmembránon áthatolva, sejtméregként kifejtett hatása miatt mérgező halakra és a vízben élő más szervezetekre. Halakra toxikus tartomány a hal fajtától függően 0,2–2 mg szabad ammónia/l. Ionizált formája az ammóniumion kevésbé mérgező.

Az ammónia mérgező hatása függ az oldott oxigén értékétől, mivel adott oxigén szint mellett azonnal elkezdődik az oxidálódása, mely során nitritté (NO_2^-) és nitráttá (NO_3) alakul.

A magas ammónia szint és oxidációja során keletkezett nitrit és nitrát az algák túlszaporodását úgynevezett vízvirágzást okoz. Ez a folyamat nagy mennyiségű oxigént fogyaszt el vízből, ezért nagyfokú oxigén hiány alakulhat ki (http5).

Kén előfordulási alakja vizekben a szulfát (SO_4^{2-}), ami víz hidegebb, alsó oxigén hiányos rétegeiben, szulfátredukáló baktériumok által kénhidrogénné (H_2S) alakul, ami halakra és más vízi élőlényekre toxikus hatással van. Leginkább alacsony pH mellett fordul elő.

A redukció az alábbi képlet szerint történik: $SO_4^{2+} + 8H^+ \rightarrow H_2S + 2H_2O + 2OH^-$

A kialakult kénhidrogén a víz oxigén mennyiségétől függően annak jelenlétében kémiai folyamatok során elemi kénné, biológiai úton pedig több lépésben ismét szulfáttá alakul (Ördögh 2000).

Mikroszennyezők azok a környezetben jelen lévő szerves és szervetlen vegyületek, amelyek a vízben az életfolyamatok feltételeit és az emberi felhasználhatóságot csökkentik, esetleg megszüntetik már nagyon kis mennyiségben, akár mikrogramm/l (µg/l) koncentrációban. Felhalmozódó, mérgező, rákkeltő tulajdonságúak, hatásukat vízben oldott formában fejtik ki. Biológiailag nem vagy nehezen bonthatók, így a szennyező forrástól eljutnak a későbbi vízhasználókhoz. Zömében emberi tevékenység következtében kerül a környezetbe, így a vizekbe is (Barótfi 2011, http6).

Szerves mikroszennyezők Legfontosabbak a kőolaj és származékaik, növényvédő szerek vagy peszticidek, többgyűrűs, aromás szénhidrogének, fenolok, felületaktív anyagok, komplexképző szerves vegyületek, trihalogén metánok, klórozott szénhidrogének.

Leggyakrabban okozott vízszennyezésekért a kőolaj és származékai a felelősek. A vizekre gyakorolt hatásuk sokrétű. Mérgező hatásukat nagymértékben az oldhatóság befolyásolja.

Kellemetlen ízt és szagot okozhatnak, emulziót képezhetnek, kiülepedhetnek, szétterülhetnek. Oldódás és párolgás során a szénhidrogének kifejezetten veszélyesek a vízi ökoszisztémára.

A peszticidek nagy része vízre és annak élővilágára fokozottan veszélyesek, toxikusságuk miatt. E mellett nagyon fontos még a perzisztenciájuk, ami a bomlásnak ellenálló képességük. Mivel ezek környezet idegen anyagok, így a természetes bomlási folyamatoknak hosszabb ideig is képesek ellenállni. Ezáltal bekerülnek a biológiai rendszerekbe.

Vízvédelmi szempontból fontos vegyületek a klórozott szénhidrogének. Jól kötődnek az üledékhez és talajhoz, és mivel nehezen bomlanak, képesek tartósan ott maradni. Minél nagyobb arányban tartalmaz a vegyület klórt, annál ellenállóbb a természetes bomlással szemben. Ezért a vízben mért adatokhoz képest halakban képes sokszorosára is felhalmozódni. Hatásukat az idegrendszerre fejtik ki. A DDT, dieldin használhatóságukat már több országban is betiltották, így hazánkban is tiltólistára került a használatuk több évtizeddel korábban. Ettől függetlenül még napjainkban mindig kimutatható a jelenlétük az élelmiszerlánc elemeiben, de az emberben is.

Hasonló hatás spektrumúak a szerves foszforvegyületek. Ezek perzisztenciája lényeges rövidebb, napokban mérhető, de melegvérűekre sokkal toxikusabbak. Legveszélyesebbek paration, illetve a kéntartalmú forát (Goda 2021).

Szervetlen mikroszennyezőket alacsony mértékben tartalmaznak a vizeink, de hajlamosak a lebegőanyagban, illetve élő szervezetekben való felhalmozódásra. Adott körülmények között mederfenékre leülepedett és bizonyos körülmények hatására ismét felkeveredett toxikus sókkal dúsult fenék üledék állandó potenciális veszélyt jelent a természetes vizekre. Meghatározhatatlan ideig képesek változatlan formában megmaradni. Ezáltal környezetre sokkal szennyezőbb hatással vannak, mint a perzisztens szerves anyagok, mivel azok szerkezete bizonyos idő után megbomlik és hatásuk megváltozik. Nehézfémek többségénél a vízkeménység növekedése, illetve az oldott oxigén csökkenése növeli toxikus hatást. A legtöbb fém által okozott toxicitás akár több hét vagy hónap múlva jelentkezik (krónikus toxicitás), amely leginkább rendellenességet okoz adott életfunkciókban.

E mikroszennyezők közül fontos megemlíteni a cianidokat, fluoridot, toxikus fémekhez tartozó ólmot, kadmiumot, higanyt, krómot, a rezet és a cinket. Az utóbbiak (réz és cink) megítélése azonban nem egyértelmű, hiszen mind a réz, mind a cink nagyon sok élőlény számára létfontosságú nyomelem, de lágy vízben együttes jelenlétük szinergetikus hatást fejt ki. A réz képes az üledékben felhalmozódni.

A cianidok az ipari tevékenységek során mindenhol előfordulnak. A kadmiummal komplexet alkot és szinergetikus toxikus hatást okoz. Az alkáli-cianidok már század mg/l koncentrációban toxikusak a vízi élőlények legtöbbjére.

A fluorid ásványi anyagként gyakran előfordul. Vegyületei illékonyak. A szervezetbe jutott fluorid fogakba, csontokba épül. Nagy dózis hatására zavarok léphetnek fel a fehérje, szénhidrát metabolizmusban (Barótfi 2011).

2.2.4.4 Biológiai vízszennyezés gyakran települési és ipari szennyvizek hatására, közvetett módon jön létre, de közvetlen módon természetes folyamatok során is bekövetkezhet. A vízbe bekerülő és ott előforduló mikroorganizmusok toxikus anyagokat termelhetnek, bonthatnak le, szennyezéseket okozhatnak, és a vizek tisztulásában is fontos szerepet töltenek be (Barótfi 2011).

Vírusok: Kis méretű, ellenálló szervezetek, szaporodásukhoz mindig szükséges egy gazdaszervezetet. A felfalt gazdaszervezetből kijutva újabb gazdaszervezetre várnak. Ezáltal veszélyeztetik az embert és más élő szervezeteket, esetenként járványokat okozhatnak (pl. influenza, himlő, paralízis stb.). Kísérletek bizonyították, hogy egyes vírusok a szennyvíztisztítás során csak eleveniszapos eljárással vagy az iszap harminc napos rothasztásával távolíthatók el (Barótfi 2011).

Baktériumok és vízben lévő más mikroorganizmusok szoros kölcsönhatásban vannak. Ezek a kapcsolatok felelősek vízben bekövetkező minőségi változásokért. A legtöbb baktérium (szaprofita) relatíve veszélytelen, általában szerves vegyületek lebontását végzik, így fontos szerepet töltenek be a vizek biológiai öntisztulásában. Néhány közülük a patogén baktériumok közé tartozik, amelyek betegséget, járványt okoznak az élőlények között.
A víz bakteriológiai jellemzője a koliform száma (100 ml-ben lévő Coli baktériumok szám), ami indikátor szám is és az esetleges patogének jelenlétére utalhat (Barótfi 2011).

Kék algák tömeges megjelenésük komoly veszélyt jelent vizeinkre. Akadályozzák az ivóvíz használatot, és akár tömeges halpusztulást okoznak (Barótfi 2011).

Algák a vizek nitrogén és foszfor háztartásának szabályozásában játszanak fontos szerepet. A hosszú távú szerves vízszennyezők felhalmozódásának egyik következménye az eutrofizáció, ami egy a tápanyag feldúsulásra bekövetkezett biológiai reakció. A víz elalgásodását jelenti. A természetes eutrofizálódás nem tűnik fel az embernek, hiszen a változások sok emberöltőn át mennek végbe (minden kontinentális álló vízben végbemennek). A tóba jutó tápanyagok lassú dúsulása a feltöltődéssel párhuzamosan folyik és a víztest öregedésén át annak megszűnését, szárazföldd alakulását eredményezi. A mesterséges

eutrofizálódás nyomán viszont egy emberöltő vagy még rövidebb idő alatt a tiszta, átlátszó víz megzavarosodik, algásodik. A növényi szervesanyag termelés erőssége megnövekszik (trofitás). Megjelennek a makrovegetációra jellemző növények (gyökerező hínár és mocsári növények, hínár, nád, gyékény, sás fajok). Ezt a folyamatot próbálják késleltetni a Dong-éri főcsatorna alsó szakaszán a szinte teljes vízfelületet lezáró sulyom miatt (*7. fotó*), melyet Nagy Ferenc 2018-ban a helyszínen készített fotója szemléltet (Barótfi 2011, http7).

7. fotó Dong-éri főcsatorna alsó szakaszán sulyommal benőtt, záródott vízfelszín megnyitása (Nagy 2018)

2.3. Dong-éri főcsatorna bemutatása

2.3.1. A Dong-éri főcsatorna kialakulása, története

Az 1900-as évek elején kezdődött el a Duna-völgy és a Duna-Tisza köze vízrendezési munkái. A Dong-éri főcsatorna egy mesterséges módon kialakított természet közeli vízfolyás.

Klassz Márton "Császári Főmérnök" által 1859-ben elkészített tervek alapozták meg a Dong-éri főcsatorna elsődleges munkálatait.

A csatorna szakasz kiépítésére 1912. október 17-én adta ki az engedélyt Pest-Vármegye Alispánja.

Forrása a Kiskunhalas Harangos térről indul és 10 közigazgatási területen (Kiskunhalas, Harkakötöny, Kiskunmajsa, Szank, Jászszentlászló, Csengele, Petőfiszállás, Pálmonostora, Tömörkény, Baks) áthaladva, 84 km szakaszt követve Baks felett a 221+100 fkm-nél torkollik

a Tiszába. Vízgyűjtő területe 2127 km^2, mely az egyik legnagyobb vízgyűjtő terület a Duna-Tisza köze hasonló céllal megépített csatornarendszerei közül.

A belvízrendszer területe a Duna-Tisza közi hátság középső részén terül el, mely a szabályozásig a felszínen nagy kiterjedésű belvizes és sűrű lefolyástalan semlyékek és nagyobb kiterjedésű szikes tavak voltak. Az öblözetek, amelyek a csatornát szegélyezik a torkolattól kiindulva a következők: Dong-éri; Büdös-széki; Kővágó-éri; Szentkút-éri; Galambosi; Bócsa-Bugaci; Tázlári; Alsószállási belvíz öblözet (Balog 1976, Biatovszki 2003, Forgó 1976, Sári 2009, http8).

2.3.2. A Csukás-éri főcsatorna kialakulása, története

A második katonai felmérés szerint a főcsatorna mai nyomvonalán egy semlyékekből álló völgyvonulat helyezkedett el, melyet módosított mesterséges vízfolyássá alakítottak át.

Forrása a Kecskemét Csónakázó-tótól indul és 6 közigazgatási területen (Kecskemét, Városföld, Kiskunfélegyháza, Gátér, Tömörkény, Pálmonostora) áthaladva 40+946 km szakaszt követve Pálmonostora külterületén a Dong-éri csatorna alsó szakaszához 15+00 fkm (folyamkilométer) szelvényébe torkollik.

Építése 1970-1976 közötti időszakban történt. Első vízjogi engedély száma 40348/2/76.

Vízgyűjtő területe 1977-es leírás szerint 267,6 km^2, 2003-ban pedig már 599,8 km^2-re bővült.

Betorkolló csatornák nélküli vízgyűjtő területe 230,1 km^2.

Fajlagos vízvezető képessége 22 l/s/km^2 (Balog 1976, Biatovszki 2003, Forgó 1976, http8).

2.3.3. Félegyházi vízfolyás kialakulása, története

Forrása a Helvéciai vasúttól indul és 7 közigazgatási területen (Kecskemét, Helvécia, Városföld, Kunszállás, Kiskunfélegyháza, Gátér, Tömörkény) áthaladva 45+663 km szakaszt követve Tömörkény külterületén a Csukás-éri csatorna alsó szakaszához 2+555 fkm (folyamkilométer) szelvényébe torkollik.

Vízgyűjtő területe 1977-es leírás szerint 227,8 km^2, 2003-ban pedig 240,1 km^2-re bővült.

Fajlagos vízvezető képessége 15,54 l/s/km^2 (Balog 1976, Biatovszki 2003, Forgó 1976, http8).

2.3.4. Dong-éri főcsatorna jelenlegi hasznosítása

A csatorna jellemzően felszíni vizek elvezetésére létesült, a nyomvonala a környező öblözetekben felhalmozódott felszíni vizek gravitációs úton történő elvezetésére szolgált és szolgál ma is. Rétegvíz elvezetés nincs, mivel a talajvíztükör szintet a meder nem metszi.

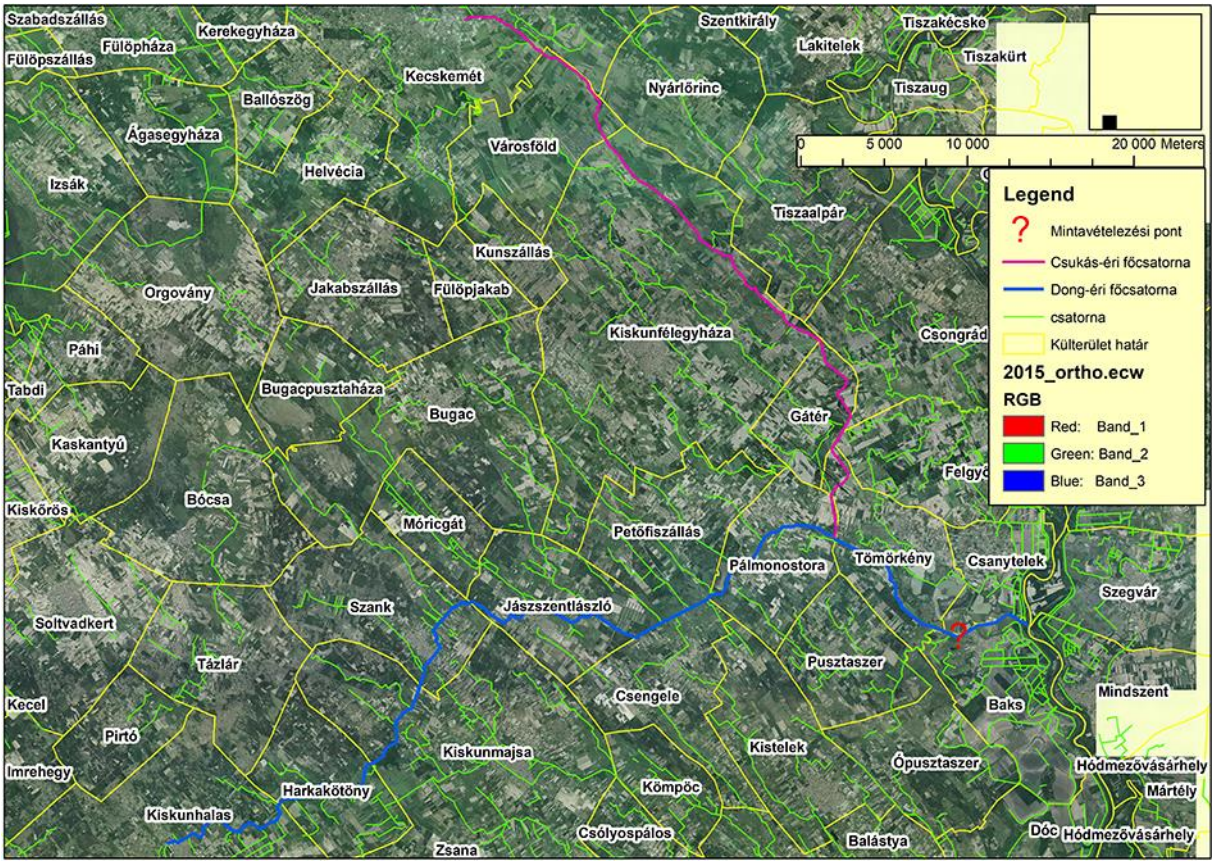
További fontos hasznosítás a nyomvonal mentén található kommunális szennyvíztisztító telepek tisztított szennyvizének levezetése, illetve a csatornához szorosan kapcsolódó halastavak vízzel való ellátása és lehalászás idején a tavak vízkészletének elvezetése. Az utóbbi időszakban több termál kutakból kinyert, a mezőgazdaságban, leginkább üvegházak fűtésre használt vissza nem sajtolt víz elvezetése is e csatornán keresztül történik a Tisza folyóba (Alsó-Tisza vidéki Vízügyi Igazgatóság (2016), Sári 2009, http8).

2.3.5. Dong-éri főcsatorna alsó szakaszának - Mintavételi terület - jellemzése

A Dong-éri főcsatorna alsó szakasza 1976-tól kezdődően lett a Pusztaszeri Tájvédelmi Körzet része és védett terület, ami az Országos Természetvédelmi Hivatal elnökének 1/1976 OTvH számú határozata alapján történt. Védettségi státusza országosan védett, a Pusztaszeri Tájvédelmi Körzet része, NATURA 2000 terület.

Jelen pillanatban a mintavételezési terület az Alsó Tisza vidéki Vízügyi Igazgatóság kezelésében van (Iványosi 2015).

A Dong-éri főcsatorna állapotát a Dong-éri és a Csukás-éri csatorna, illetve vízgyűjtő területéről (5. *ábra*) összegyűjtött és általuk szállított víz minősége, mennyisége határozza meg



5. ábra A Dong-éri és Csukás-éri főcsatorna térbeli elhelyezkedése (Arc Map, Rácz 2023.)

Meghatározó 3 fő vízfolyás mentén több ipari üzem és termálvíz befolyás található, illetve több nagyváros kommunális szennyvíz tisztító telepe is.

A vízgyűjtő területen, főleg belvizes időszakokban, a csapadék hatására kimosódó műtrágya, illetve növényvédő szerek szintén többlet terhelésként jelentkeznek.

A mintavételi terület vízháztartására hatással levő fontosabb csatornákat, vízfolyásokat a Félegyházi vízfolyás vonalán a *4. táblázat*, a Csukás-éri főcsatorna vonalán a *5. táblázat*, Dong-éri főcsatorna vonalán a *6. táblázat* mutatja be (Biatovszki 2003, http8).

4. táblázat Félegyházi vízfolyásba csatlakozó létesítmények (Balogh 1976, Biatovszki 2003)

Név	**Oldal elhelyezkedés**	**Befolyó szelvény szám**	**Becsatlakozás módja**
Pálmonostori csatorna	jobb	0+212	szabad befolyás
Gátéri csatorna	bal	2+680	szabad befolyás
Ferencszállási (Kanizsai) csatorna	jobb	4+548	szabad befolyás
Vasgyári csatorna	jobb	13+350	szabad befolyás
Kálvári telepi csatorna	jobb	14+800	átereszes
Vízmű szennyvíz kifolyó csatorna	jobb	15+100	cső
Vásártéri csatorna	jobb	15+660	átereszes
Téglagyári csatorna	jobb	19+445	szabad befolyás
Városföldi csatorna	bal	23+660	szabad befolyás
Szennyvízöntöző telepi csatorna	bal	39+934	szabad befolyás
Csalánosi csatorna	jobb	45+663	szabad befolyás

5.táblázat Csukás- éri főcsatornába csatlakozó létesítmények (Forgó 1977, Biatovszki 2003)

Név	**Oldal elhelyezkedés**	**Befolyó szelvény szám**	**Becsatlakozás módja**
Aranyhegyi oldalbeeresztő csatorna	bal	2+060	szabad befolyás
Kiskunfélegyházi vízfolyás	jobb	2+540	szabad befolyás
Huszka csatorna	bal	3+281	átereszes
Kiscsukás betorkollás	bal	6+734	átereszes
Bánfi zsilip	jobb	7+700	átereszes
Mócár csatorna	jobb	15+845	átereszes
Alpár-Nyárlőrinci összekötő csatorna	bal	16+772	szabad befolyás
Haffer csatorna	bal	26+012	átereszes
Terjék csatorna	jobb	30+800	szabad befolyás
Kisfái csatorna	bal	38+467	szabad befolyás
Aranykalász csatorna	jobb	40+750	szabad befolyás

6. táblázat Dong-éri főcsatornába csatlakozó létesítmények (Forgó 1977, Biatovszki 2003)

Név	**Oldal elhelyezkedés**	**Befolyó szelvény szám**	**Becsatlakozás módja**
Csaj-tói zsilip	bal	3+480	
Büdösszéki zsilip, szivattyú állás	jobb	6+000	
Bánhídi csatorna	jobb	13+920	Tiltós beeresztő
Csukáséri főcsatorna betorkolás	bal	14+775	
Kopasz csatorna	jobb	17+880	Tiltós beeresztő
Postaházi csatorna	bal	19+605	Tiltós beeresztő
Csatorna betorkolás	jobb	20+450	
Kővágóéri csatorna betorkolás	bal	21+923	
Halastó (Péteri tó)	jobb	22+100 – +350	
Szentkútéri csatorna	bal	24+500	Tiltós beeresztő
szivattyú állás Aranykalász II. csatorna	jobb	25+290	
Csengele-Jásszentlászlói csatorna	jobb	27+361	
Bugaci csatorna	bal	28+245	
Jászmuhályi csatorna	bal	33+038	
Szentlászlói csatorna (Holt-Dongér)	jobb	34+535	
Jásszentlászlói Híd csatorna	jobb	36+045	
Hegedűs csatorna	bal	36+262	
Kelőér-Nagy legelői csatorna	bal	37+310	Tiltós beeresztő
Bócsa-Bugaci csatorna betork	jobb	43+085	
Szanki csatorna	bal	47+788	
Pálréti csatorna	bal	48+209	
Tázlári csatorna	bal	50+447	
Régi Dongér		50+596	
Harkató II. csatorna	jobb	61+360	Tiltós beeresztő
Kásalaposi csatorna	jobb	63+620	
Járószéki csatorna	jobb	70+327	
Sóstói csatorna	bal	70+876	Tiltós beeresztő
Harangostói csatorna	jobb	76+147	
Főcsatorna vége		77+528	

A mintavételi terület környezetére jellemző ökológiai állapot: a főcsatorna töltésének víz felőli részénél keskeny sávban ártéri mocsárrétek (amelyek fontos Natura 2000-es élőhelyek), illetve a parti zónában nem tőzegképző nádasok *(Phragmitetum communis)*, keskenylevelű gyékényesek *(Typhaetum angustifoliae)*, tavi kákások (*Schoenoplectus lacustris*) találhatók.

A Dong-éri főcsatorna nyílt vízfelszínén az eutróf tavak, holtágak nagy-hínár és úszóhínár vegetációja Natura 2000-es élőhelycsoportot képviselő eutróf hinarasok is jelen vannak. Állományaikat leggyakrabban az apró békalencse *(Lemna minor)*, a keresztes békalencse *(Lemna trisulca)* és a békatutaj *(Hydrocharis morsus-ranae)* alkotja, de a Tisza ártér közelségét jelezvén a Dong-ér vizén a rucaöröm *(Salvinia natans)* és az utóbbi években nagy tömegben elszaporodott védett sulyom *(Trapa natans)* is megjelent. Ez utóbbi a nyílt víz felszínének 50-100 %-os borítottságát okozza.

A vegetáció kiterjedése, egységessége, foltszáma, faji összetétele nemcsak évről évre, de egy éven belül is a vízmélységtől függően jelentősen változik (Deák 2012).

3. Anyag és módszer

A pontszerű mintavételezés és a vizsgálatok egy részének elvégzése a helyszínen, (*8, 9, 10. fotó*) a Dong-éri főcsatorna alsó szakaszán Baks külterületén (Baks-Csongrád közúti híd) (*11. fotó*) történtek. A mintavétel GPS koordinátái: 46.556758, 20.089726. A Dong-éri főcsatorna a vízgyűjtő területének nagysága miatt része a monitoring rendszernek.

8. fotó Mintavételezés előkészületei a Dong-éri főcsatornán Baks külterületén (Rácz 2022)

9. fotó Mintavétel a Dong-éri főcsatorna alsó szakaszán Baks külterületén (Rácz 2022)

10. fotó Mintavétel során a helyszínen végzett vizsgálatok a Dong-éri főcsatornán Baks külterületén (Rácz 2022)

11 fotó A vízmintavétel helyének meghatározása (Google Maps)

A Dong-éri főcsatorna hosszú távú vízminőségi vizsgálatait a Csongrád-Csanád Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Laboratóriumi Osztály Analitikai Csoport Környezetvédelmi Laboratórium munkatársai végezték. Előírt protokoll szerint szabványokban rögzítettek módon történik a mintavételezés (*7. táblázat*), és a vizsgálatok elvégzése (*8. táblázat*), illetve a munkafolyamatok során használt eszközök felhasználása (*9. táblázat*).

7. táblázat Mintavételezésre előírt szabványok. (Csongrád-Csanád Vármegyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Laboratóriumi Osztály Analitikai Csoport Környezetvédelmi Laboratórium 2022)

Mintavétel tervezése, mintavételi technikák	MSZ EN ISO 56671:2007
A minták tartósításának és kezelésének irányelvei	MSZ EN ISO 56673:2018
Mintavétel folyókból és patakokból	MSZ EN ISO 56676:2017

8. táblázat A vizsgálatokhoz előírt szabványok (Csongrád-Csanád Vármegyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Laboratóriumi Osztály Analitikai Csoport Környezetvédelmi Laboratórium 2022)

Vízhőmérséklet °C:	MSZ 14010-1:1976
Oldott O_2 mg/l:	MSZ EN ISO 5814:2013
Vezetőképesség µS/cm:	MSZ EN 27888:1998
pH:	MSZ 1484-22:2009
Klorofill-a µg/l:	MSZ ISO 10260: 1993
PO4 mg/l:	ISO 15923-1:2013 (F melléklet)
Összes P µg/l:	MSZ 260-20:1980
BOI_5 mg/l:	MSZ EN 1899-2:2000, MSZ EN ISO 5815-1:2020
KOI_D mg/l:	ISO 15705:2002
NH_4 mg/l:	ISO 15923-1:2013 (B melléklet)
NO_2 mg/l:	ISO 15923-1:2013 (D melléklet)
NO_3 mg/l:	MSZ EN ISO 10304-1:2009
Szerves N (számított) mg/l:	MSZ 12750-20:1972 (2.1. szakasz)
	ISO 15923-1: 2013 (B melléklet)
	MSZ 12750-20:1972 (2.2. szakasz)
CO_3^{2-} mg/l:	MSZ 448-11:1986
SO_4^{2-} mg/l:	MSZ EN ISO 10304-1:2009
HCO_3^- mg/l:	MSZ 448-11:1986
K^+ mg/l:	MSZ EN ISO 11885:2009
Na^+ mg/l:	MSZ EN ISO 11885:2009
Ca^{2+} mg/l:	MSZ EN ISO 11885:2009
Mg^{2+} mg/l:	MSZ EN ISO 11885:2009
Cl^- mg/l:	MSZ EN ISO 10304-1:2009

8. táblázat A mintavételezés és vizsgálatok során használt eszközök (Csongrád-Csanád Vármegyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Laboratóriumi Osztály Analitikai Csoport Környezetvédelmi Laboratórium 2022)

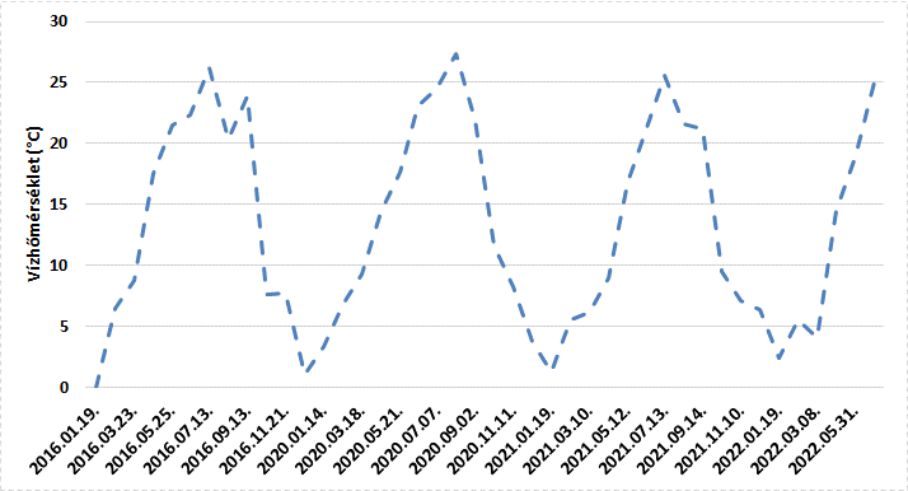
Elvégzendő vizsgálat	**Vizsgálathoz szükséges eszközök**
Mintavétel	búvárszivattyú, vödör, locsoló
Helyszíni mérések (víz T, pH, vezetőképesség, oldott oxigén)	Hach Több paraméterű mérőkészülék pH/fajlagos elektromos vezetőképesség mérő/ old.oxigén mérő
BOI5	WTW Oximeter, Medilow Inkubátor
KOID	Hach DR 3900 fotométer
klorofill-a	Membránszűrő, UNICAM UV/VIS spektrofotométer
PO_4	UNICAM Gallery Plus diszkrét fotometriás analizátor
Összes P	Roncsoló, UNICAM UV/VIS spektrofotométer
NH_4	UNICAM Gallery Plus diszkrét fotometriás analizátor
NO_2	UNICAM Gallery Plus diszkrét fotometriás analizátor
NO_3	Thermo Scientific Ionkromatográf
Összes N (Szerves N ebből számolt)	Analytikjena TOC + össz nitrogén mérő
SO4, Cl	Thermo Scientific Ionkromatográf
CO_3, HCO_3	büretta
Na, K, Ca, Mg	THERMO ELEKTRON ICP-OES

A dolgozatban szereplő Pearson féle korrelációs összefüggéseket GraphPad Prism 6.01 statisztikai program segítségével elemeztük. A korreláció arra a kérdésre ad választ, hogy van-e kapcsolat két vagy több mennyiségi változó között és ha igen, az mennyire szoros. Az ismérvek együttes változását a Pearson féle korrelációs együttható jellemzi. A korrelációs együttható előjele, megőrizve a kovariancia előjelét, a kapcsolat irányára utal.

4. Eredmények

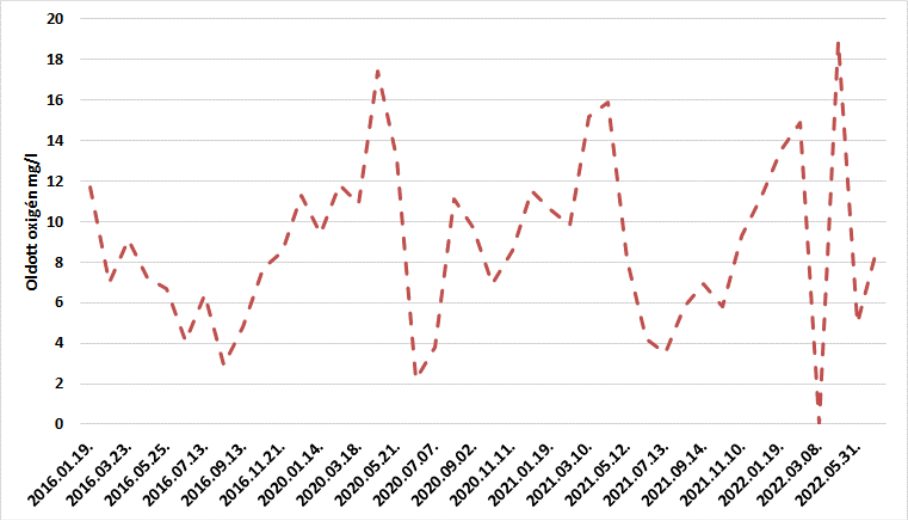
4.1. Fizikai tulajdonságok

A vízhőmérsékleti adatok esetében összefüggő adatsor 2016, 2020-2022 időszakban volt. Az adatok elemzésekor nagy különbségek nem voltak az egyes évek összehasonlításakor (*6. ábra)*.



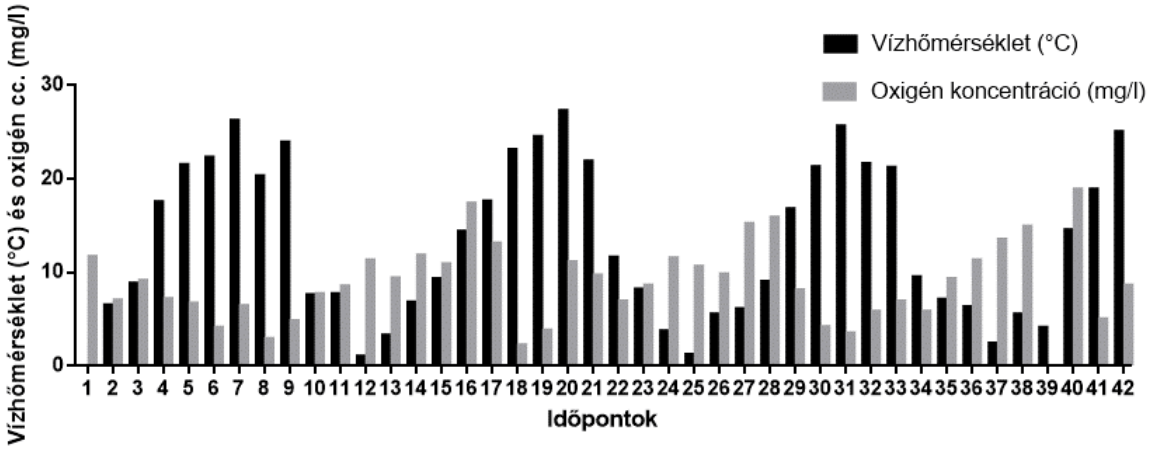
6. ábra A vízhőmérséklet alakulása a Dong-éri főcsatornában

A Dong-éri főcsatorna önmagában halgazdálkodási vízterületként (víztérkód: 06-0081-1-1) is funkcionál. Ennek okán az oxigén igen fontos fizikai tulajdonság. Az adatok feldolgozása során többször, főleg a kritikus júliusi és augusztusi időszakban az oldott oxigén koncentrációja (*7. ábra*) a tűrhető határérték (5 mg/l) alá csökkent. Az adatok éves átlaga 8,83 mg/l volt, amely kielégítőnek értékelhető.



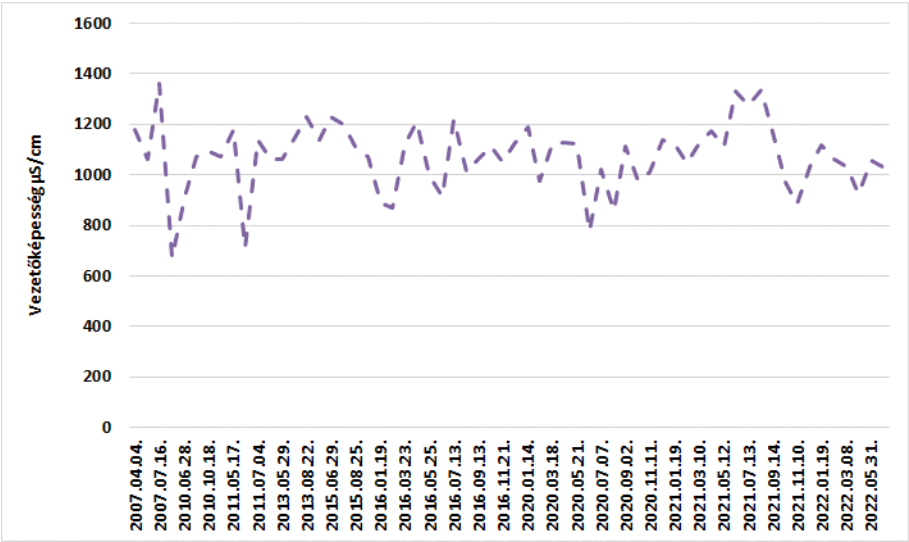
7. ábra Az oldott oxigén alakulása a Dong-éri főcsatornában

Amennyiben a vízhőmérsékleti és oldott oxigén adatokat együtt elemezzük, akkor közepes negatív korreláció (a változók egymással ellentétes irányba mozognak) figyelhető meg (R^2 = -0,4411) (*8. ábra*). Minél magasabb volt a víz hőmérséklete, annál alacsonyabb volt az oxigén koncentrációja.



8. ábra A vízhőmérséklet és az oldott oxigén együttes alakulása a Dong-éri főcsatornában

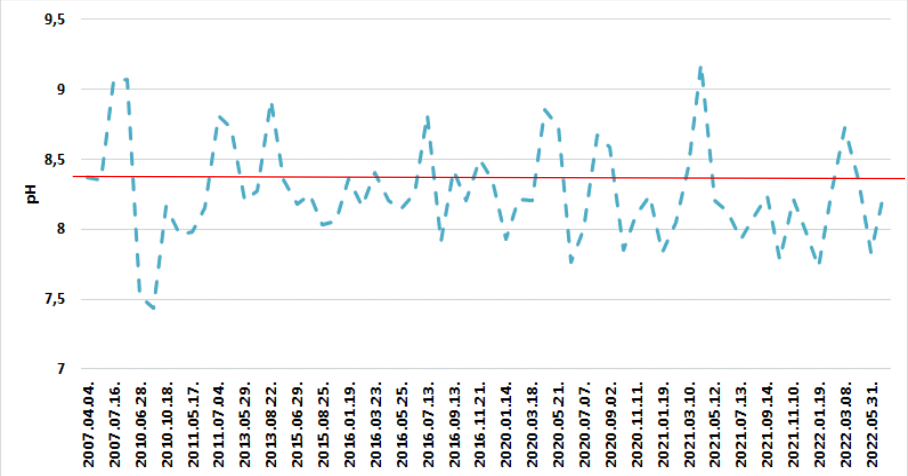
A fajlagos elektromos vezetőképesség átlagosan 1072 µS/cm volt a vizsgált időszakban (*9. ábra*), amely halgazdálkodás szempontjából kielégítő. A fajlagos elektromos vezetőképesség 800-1600 µS/cm között ideális, amely azt is jelenti, hogy az összes-ion koncentrációja megfelelő, hiszen a vezetőképességből egyszerűen származtatható. Az összes-ion átlagos koncentrációja 675 mg/l volt (tűrhető alsó határérték 500 mg/l).



9. ábra A fajlagos elektromos vezetőképesség alakulása a Dong-éri főcsatornában

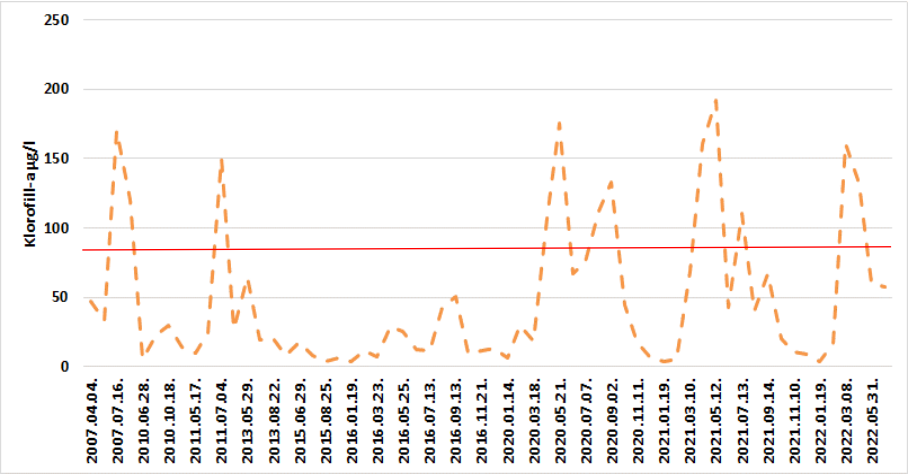
4.2. Kémiai tulajdonságok

A pH érték a főcsatornában legtöbbször 8 felett alakult. A vizsgált időszakban az átlagos pH érték 8,26 volt, amely alapvetően kedvező. A felső tűrhető határérték (8,4) felett többször is lehetett a pH-t regisztrálni, amely az ammónium-ionból történő szabad ammónia felszabadulásának kedvez (*10. ábra*).



10. ábra A kémhatás alakulása a Dong-éri főcsatornában

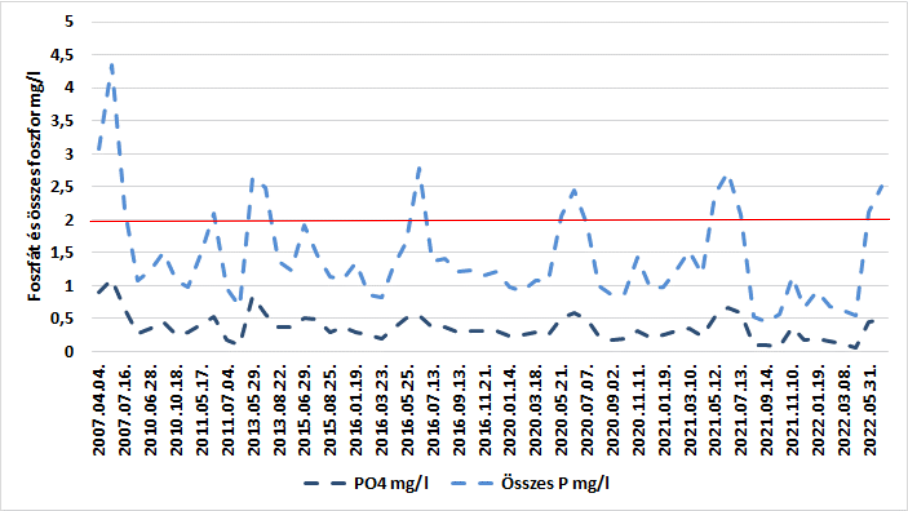
A pH értéket nagymértékben befolyásolja a fitoplankton produkció, amelynek alakulását a következő ábra szemlélteti (*11. ábra*). Az adatok elemzése után elmondhatjuk a főcsatorna vízének klorofill-a koncentrációja többször meghaladta a tűrhető határértéket (80 µg/l). Összeségében a vizsgált időszakban a klorofill-a koncentrációja 48 µg/l volt.



11. ábra A klorofill-a koncentrációjának alakulása a Dong-éri főcsatornában

A növények, így a fitoplankton szervezetek számára is felvehető ortofoszfát (PO_4) koncentráció közepesnek mondható, a tűrhető határértéket (2 mg/l) nem érte el egy alkalommal

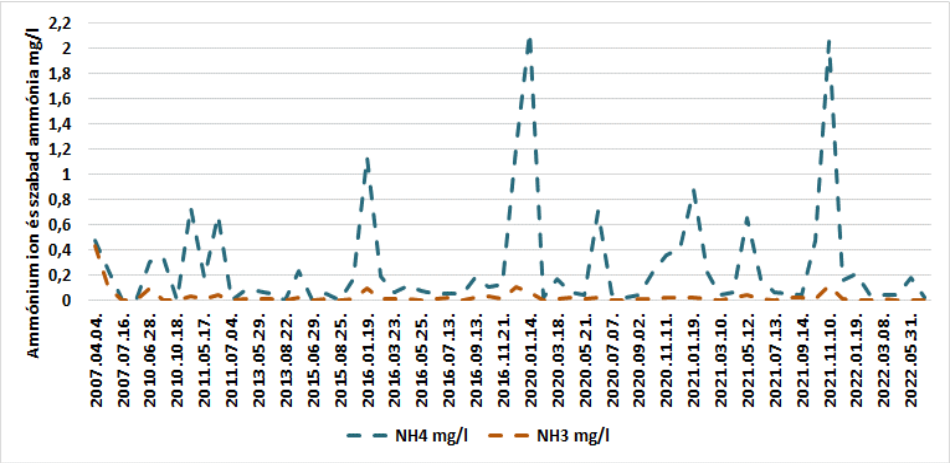
sem (*12. ábra*). Az átlagos orto-foszfát-ion koncentrációja 0,36 mg/l volt a vizsgált időszakban. Azt azért meg kell jegyezni, hogy a felvehető foszforforma koncentrációja magasabb a víztestben, de egy részét az algabiomasszában találjuk. Ez idézheti elő azt is, hogy a vízben lévő foszfát és az algabiomassza korrelációja igen gyenge kapcsolatot mutat (R^2=0,0304).



12. ábra Az orto-foszfát-ion (PO_4^{3-}) és az összes foszfor koncentrációinak alakulása a Dong-éri főcsatornában

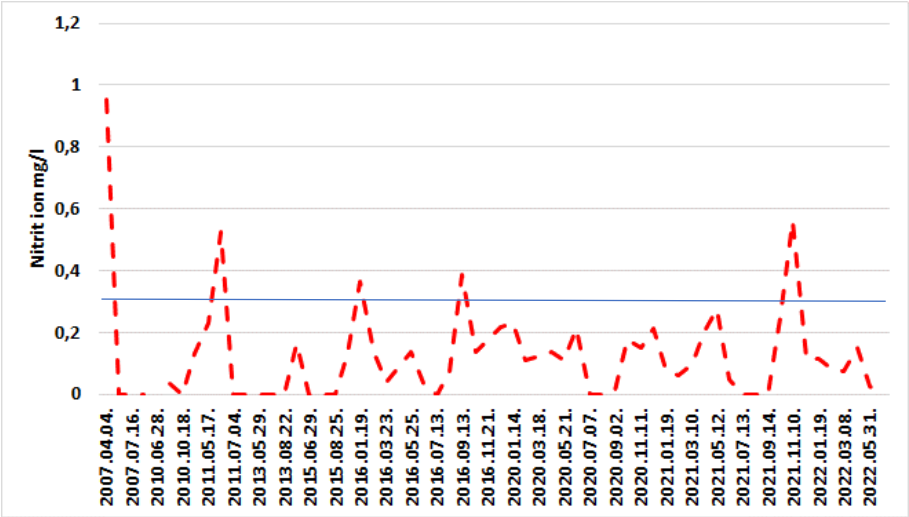
Korábbiakban említettük, hogy általános megállapítás az, hogy a pH érték és az algabiomassza között összefüggés van. A Dong-éri főcsatorna adatai alapján a pH és a klorofill-a között jelentős kapcsolatot találtunk (R^2=0,5278).

Az ammónium-ion koncentrációja változatos képet mutat, általában 0,5 mg/l alatti koncentrációk voltak jellemzők néhány kiugró értékkel (*13. ábra*). Mivel a pH érték a legtöbb esetben kedvezően alakult, így az ammónium-ionból ritkán tudott határérték feletti (0,1 mg/l) szabad ammónia kialakulni. Csak azokban az esetekben haladta meg a tűrhető határértéket a mérgező szabad ammónia, ahol kiugróan magas ammónium-ion koncentrációk voltak kimutathatók.



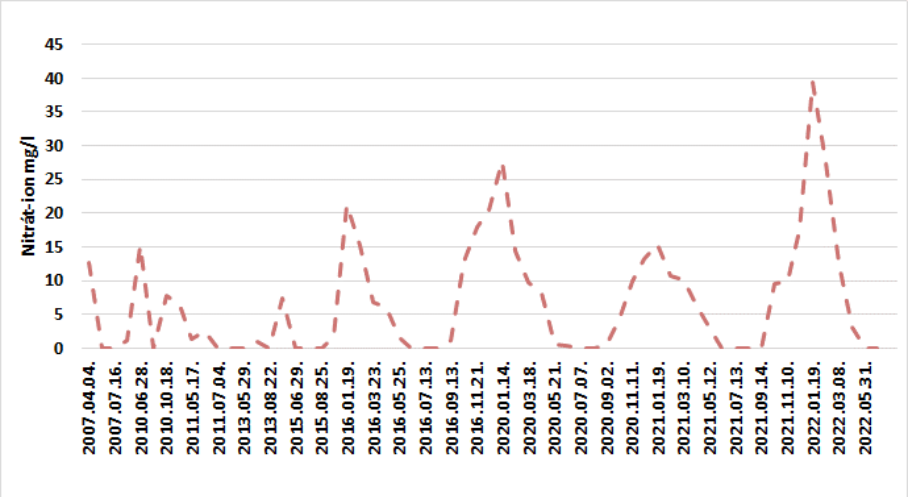
13. ábra Az ammónium-ion és a szabad ammónia koncentrációinak alakulása a Dong-éri főcsatornában

A nitrit-ion koncentrációja szinte minden mintavétel alkalmával a tűrhető határérték (0,3 mg/l) alatt maradt néhány kiugró esetet kivéve (*14. ábra*). A feldolgozott időszakban a nitrit-ion átlagos koncentrációja 0,12 mg/l volt.



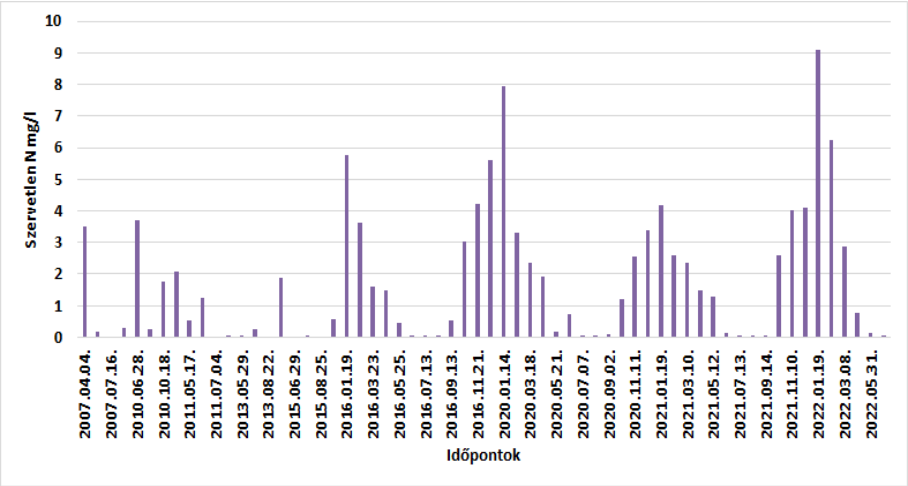
14. ábra A nitrit-ion koncentrációinak alakulása a Dong-éri főcsatornában

A Dong-éri főcsatorna nitrát-ion koncentrációja folyamatos emelkedést mutat éves átlagokat tekintve. Jól látható, hogy 2015-től hullámokban nőtt a nitrát koncentrációja a víztestben, amely emelkedések minden esetben csak a téli időszakokra (novembertől márciusig) volt jellemző (*15. ábra*).



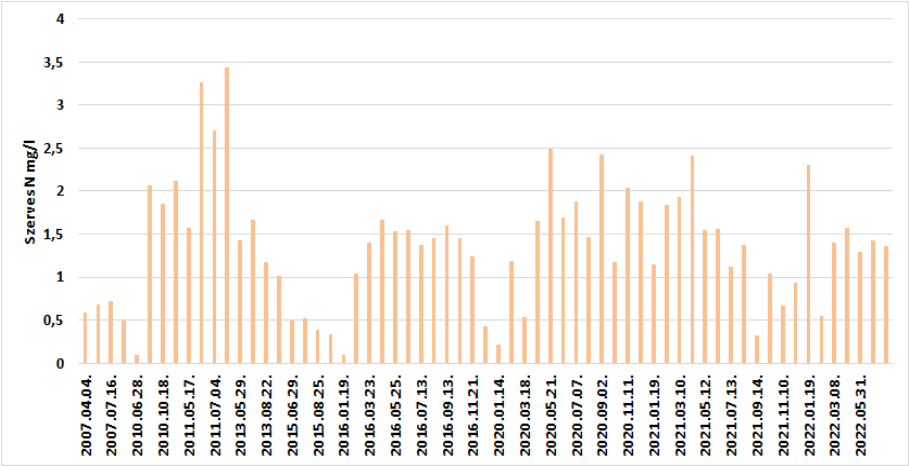
15. ábra A nitrát-ion koncentrációinak alakulása a Dong-éri főcsatornában

A szervetlen nitrogén koncentrációjának alakulása nagymértékben hasonlít a nitrát-ion koncentrációjához (*16. ábra*). A nagymértékű egyezés nem is csoda, hiszen a számított értéknél a nitrát-ionnak volt korábban a legmagasabb koncentrációi.



16. ábra A szervetlen N koncentrációinak alakulása a Dong-éri főcsatornában

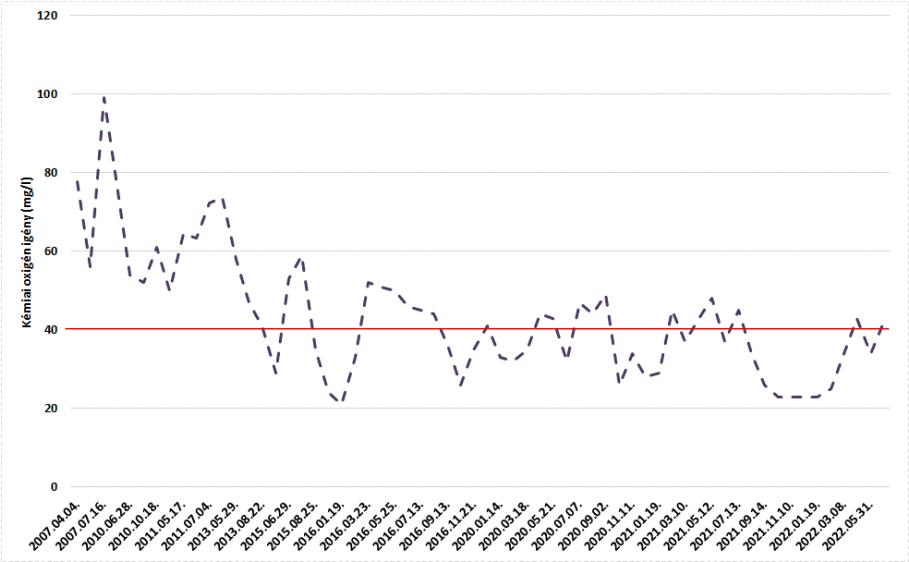
Az ugyancsak számított szerves N koncentrációk alakulását a következő ábra szemlélteti (*17. ábra*). A víztestben lévő szerves nitrogén mindig a tenyészidőszakban magasabb, mint a nyugalmi, téli hónapokban.



17. ábra A szerves N koncentrációinak alakulása a Dong-éri főcsatornában

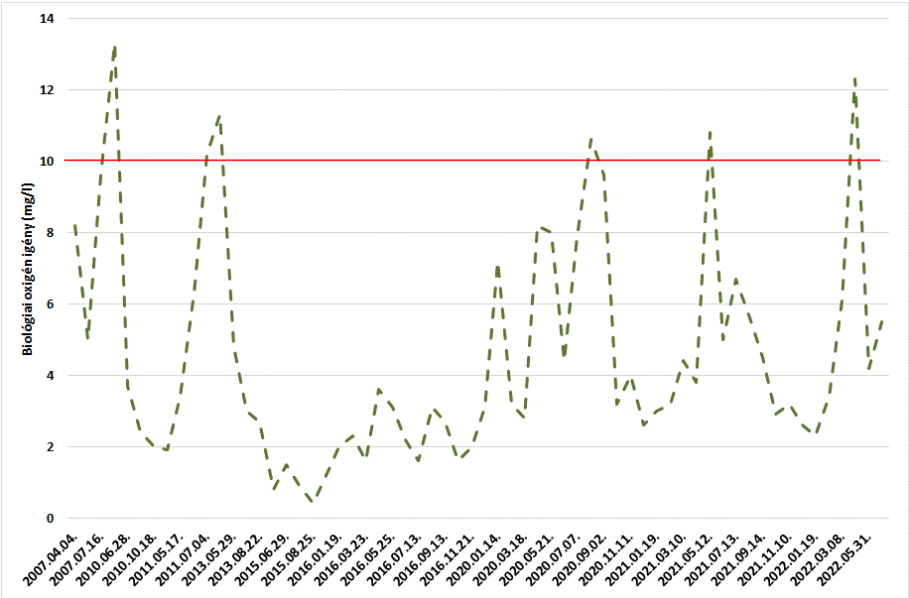
4.3. Szerves anyagok

A kémiai oxigén igény (KOI) vízben lévő oxidálható szerves anyagok mennyiségéről nyújt kvantitatív információt. A két típus közül a dikromátos KOI koncentráció eredményeit dolgoztuk fel (*18. ábra*). 2007-2010 közötti időszakban a kémiai oxigén igény lényegesen túllépte a tűrhető halastavi határértéket (40 mg/l), majd az elmúlt években lényegesen csökkent a koncentráció. A magas KOI koncentráció szinte minden esetben szennyvíz terhelésre utal.



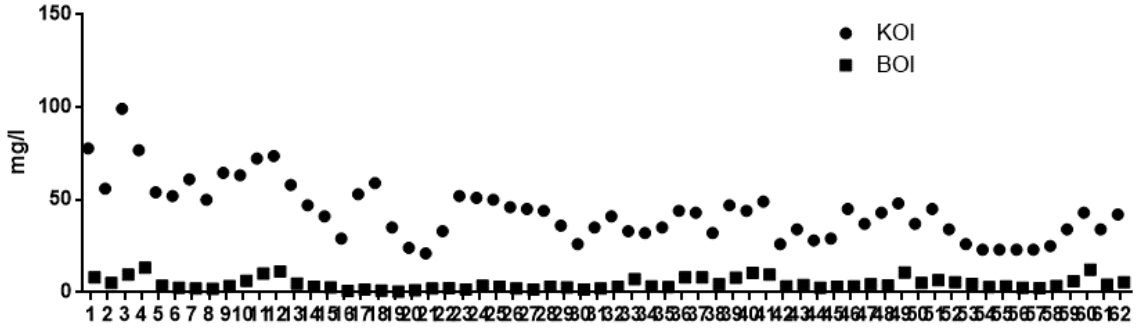
18. ábra A kémiai oxigén igény koncentrációinak alakulása a Dong-éri főcsatornában

A biológiai oxigén igény (BOI_5) a vizsgált időszak kezdetén határérték feletti koncentrációban (10 mg/l) volt jelen, majd lecsökkent, az elmúlt években viszont újra emelkedett (*19. ábra*). A vizsgált teljes időszak átlaga csak 4,56 mg/l volt.



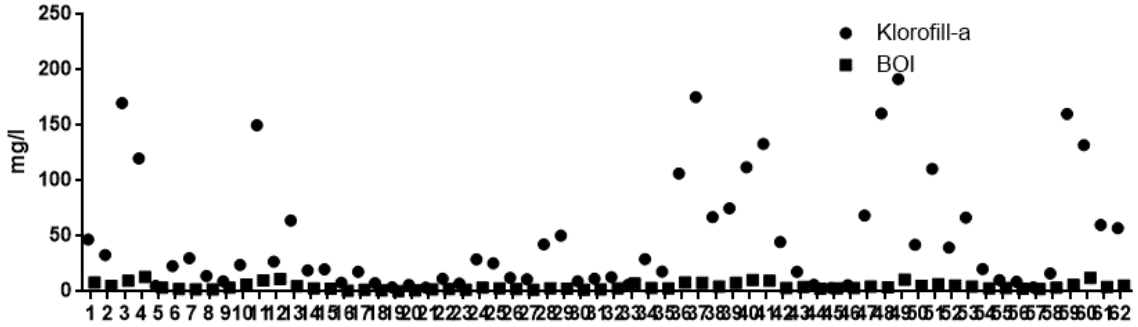
19. ábra A biológiai oxigén igény koncentrációinak alakulása a Dong-éri főcsatornában

A két szerves anyag mennyiségéről tájékoztatást adó paramétert együtt vizsgálva az alábbi táblázatban foglalható össze (*20. ábra*). A két paraméter között közepesen szoros korreláció figyelhető meg (R^2=0,4948).



20. ábra A kémiai és biológiai oxigén igény koncentrációik kapcsolata a Dong-éri főcsatornában

A biológiai oxigén igény a klorofill-a eredményekkel mutat nagyon szoros pozitív korrelációs kapcsolatot (R^2=0,7429) (*21. ábra*). Amennyiben a biológiai oxigén igény és a klorofill-a eredményeket vetjük össze, akkor statisztikailag alacsony kapcsolatot tudunk kimutatni (R^2=0,3402).

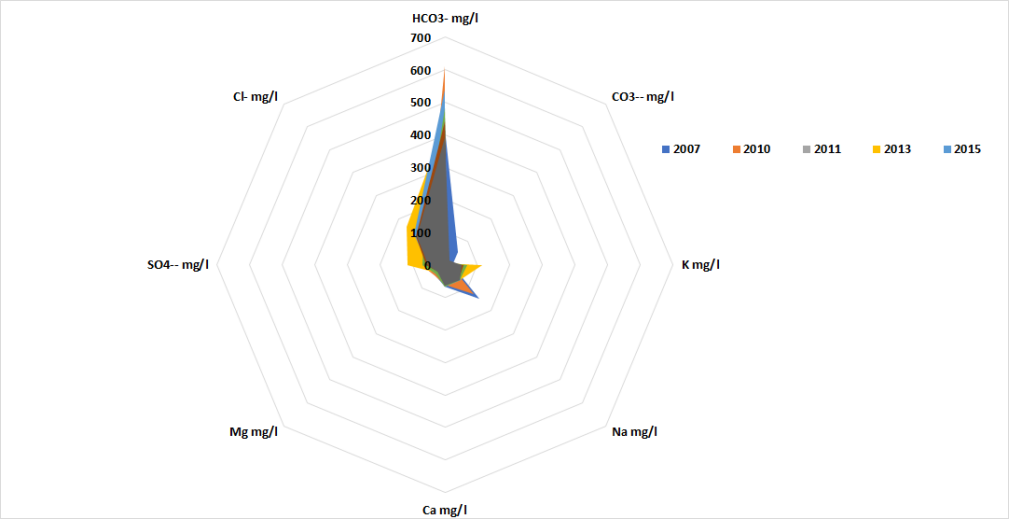


21. ábra A biológiai oxigén igény és a klorofill-a kapcsolata a Dong-éri főcsatornában

4.4. Maucha-féle diagram

A természetes vizek kémiai összetételének ábrázolására Magyarországon használt diagram. A főelemek ábrázolására alkalmas úgy, hogy a diagram mérete arányos a vízben található ionok összes koncentrációjával. A diagramon a kör középpontjából kiinduló háromszögekkel ábrázolják az ionok egyenérték százalékát úgy, hogy egy-egy ion háromszöge mindig azonos helyzetű, ezáltal az ábra alakja kifejezi a víztípusokat.

A meghatározó kationok rendre Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, míg az anionként a Cl^{-}, SO_4^{2-}, CO_3^{2-} és HCO_3^{-} vegyületek. A haltenyésztés szempontjából a legszerencsésebb, ha a vizünk kalcium és magnézium ionokban (ún. alkáliföldfémekben) gazdag, amelyek hidrokarbonát/karbonát anionokhoz kapcsolódnak.



22. ábra A Dong-éri főcsatorna Maucha-féle diagramja

Ehhez képest a Dong-éri főcsatornában öt teljes év adatait figyelembe véve az anionok közül csak hidrokarbonát volt egyedül kiemelkedő koncentrációban (átlag 468,7 mg/l ± 68,6 mg/l),

amelyet a klorid-ion követett, de az lényegesen alacsonyabb koncentrációban volt jelen (átlag 117,11 mg/l ± 24,3 mg/l). A kationok közül a nátrium- és a kalcium-ionok voltak a legnagyobb átlagos koncentrációban (Na^+ = 79,1 mg/l ± 33,9 mg/l, Ca^{2+}= 62,9 mg/l ± 5,74 mg/l) (*22. ábra*).

5. Eredmények értékelése, javaslatok

A kémiai tulajdonságok között voltak kimagasló, az optimális határérték feletti értékek is. Ezeket zömében a tél végi, kora tavaszi időszakban lehetett mérni. A nitrát ion koncentrációja is jellemzően ebben az időszakban mutat emelkedést. Az értékek folyamatos növekedése a későbbiekben az algák túlszaporodását, úgynevezett vízvirágzást okozhat.

Általánosságban a kedvező pH értékek miatt ammónium ionból nem tudott szabad ammónia kialakulni. Ugyanakkor a klorofill-a koncentrációja többször meghaladta a tűrhető határértéket, ami 8,4 fölötti magas pH értéket eredményezett, ez a későbbiekben a szabad ammónia értékének növekedését okozhatja.

A periodikusan ismétlődő magas foszfor tartalom vélhetően kommunális (mosó- és mosogatószerek, azaz detergensek) vagy mezőgazdasági (műtrágyák) szennyeződések következménye lehet. A túlzott foszfor jelenlét nagymértékben kedvez az eutrofizációnak, ez a biológiai folyamat az utóbbi években nagymértékben felgyorsult.

A kémiai oxigén igény a mintavételezések kezdeti, 2007-2010 közötti időszakban, lényegesen túllépte az elfogadható határértéket. A magas koncentráció szinte minden esetben nagy mértékű szerves anyag jelenlétre, ami zömében emberi tevékenységre, főleg szennyvíz terhelésre utal. Az elmúlt években viszont csökkent a koncentráció, ami valószínűleg a koncentráltabb, ellenőrzött, digitalizált szennyvíztelepi vízminőség vizsgálatoknak a következménye.

A kiugró határértékektől eltekintve a Dong-éri főcsatorna vízminőségére elmondható, hogy általánosságban a vizsgált fizikai és kémiai paraméterek a megengedett határértékekkel rendelkeztek.

A jelenlegi állapotot tükrözi az elmúlt évek során a főcsatorna által érintett helységek és területek agglomerációja, a vízgyűjtő területen folyó mezőgazdasági művelés technológiájának, módjának változása, a nagymértékű kemikáliák használata, a fenntartásra fordítható pénzek elégtelen volta, és talán nem kellően előrelátó tevékenység miatt a kedvezőtlen irányban változott élővilág. Helyenként feliszapolódás, eutrofizáció, növényzettel benőtt partszakaszok, és mederfenék található, ami bizonyos szempontból fontos, főleg a Csukás-éri és Félegyházi vízfolyás által szállított tisztított szennyvíz további természetes öntisztulását elősegítve. De vannak káros következményei is, mint az eutrofizáció során az iszapban lerakódott és felhalmozódott nagymennyiségű szerves anyag.

Ennek egyik káros következménye lett, hogy a Dong-éri főcsatorna alsó szakaszán, ahol a főcsatorna kiszélesedik, és vízfolyási sebessége lelassul 2016-2017-től kezdődően a sulyom (védett növény, eszmei értéke 5000 Ft) egyre nagyobb teret hódított meg és szinte teljesen

benőtte a korábban nyíltvíz felszíneket a vízfelszíni élettájat. Így 2018 júniusában nagy mennyiségű halpusztulás volt tapasztalható a 3+000 és 6+000 csatorna km közötti szakaszon.

A bekövetkezett káresemény észlelésekor az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság mintavevő munkacsoportja mintavételt és helyszíni vizsgálatokat végzett a Dong-éri főcsatorna alsó szakaszának több pontján. Nem akkreditált laboratóriumban elemezte a mintákat, mely során megállapítást nyert, hogy a víz magas szerves anyag tartalma és a sulyom által teljesen elzárt vízfelszín következtében kialakult nagymértékű oxigén hiány okozhatta a halpusztulást.

A káresemény után történt folyamatos mintavételezés során tapasztalható volt a kismértékű javulás, mely a gyors és szakszerű beavatkozásnak volt köszönhető. A teljesen záródott sulyom szőnyeget Truxor DM 5045 önjáró nádvágó géppel sikerült megnyitni.

A hasonló esetek megelőzését nagymértékben segítené a hőmérséklet, a pH, a vezetőképesség, az oldott oxigén tartalom mérésére alkalmas szondák, érzékelők fix vagy mobilizált változatban történő telepítése. A kapott adatokból és vizsgálati eredményekből látszik a különböző tulajdonságokra elvégzett precíz vizsgálatok, de ezek a mintavételezések nem rendszeres időközönként történtek. A telepített mérőállomások fontosak lennének, mivel a méréseket adott intervallumokban folyamatosan végeznék és a rendszertelen időközönként vett mintavételek okozta hiányosságokat kiküszöbölnék. Az optimális mintavételezési idő a kora reggeli időszak lenne, amit akár a napi szinten történő mintavételezések adatait azonnali adatszolgáltatásra képes eszközzel gyorsan értékelhetünk. Olyan víztestekre lenne célszerű telepíteni ilyen eszközöket, amelyek nagy kiterjedésű vízgyűjtő területtel, állandó vízellátással és bizonyos szintű értékes vízi ökoszisztémával rendelkeznek. Illetve azon helyeken, ahol van kommunális szennyvíz bevezetés vagy más vízterhelési körülmény, amely a természetszerű vízi életet nagymértékben befolyásolni tudja.

E tények tudatában komoly létjogosultsága lenne az automata, mobil mérőállomásoknak a felszíni vizek monitoringjánál.

6. Összefoglalás

Dolgozatomban a Dong-éri főcsatorna elmúlt, közel 16 év monitoring adatainak elemzésével próbáltam betekintést nyújtani a felszíni vizek vízminőség változásába az egyre nagyobb terhelésnek kitett környezeti változások árnyékában.

A rögzített adatokat vizsgálva megállapítottam, hogy a vizsgált időszakban, mind fizikai, mind kémiai tulajdonságok tekintetében az idő előrehaladtával eltérések mutatkoznak és egy bizonyos, főleg évszakhoz, köthető periodikusság is megfigyelhető.

Ezek a bizonyos időszakokban megjelenő határérték feletti adatok egy labilis vízminőséget mutatnak. Ez akár súlyos károkat okozhat és környezetvédelmi veszélygóccá alakulhat.

Ezért látom fontosságát a víztestek rendszeres monitorozásának. Ezáltal a káresemények megelőzhetőek lennének, illetve a gyors és hatékony reagálást tennék lehetővé.

A mai kor embere számára óriási feladat és felelősség, hogy megőrizze vizeink minőségét az eljövendő generációk számára. Ehhez globális összefogásra, együttműködésre van szükség az országok és a társadalom részéről. Összefogás nélkül bolygónk és a megannyi rajta élő szervezet hatalmas veszélyben van.

Ettől függetlenül az alsó szakaszhoz szorosan kapcsolódó Síróhegyi halastó rendszer a korábbi időszakban kizárólag a Dong-éri főcsatorna vizét használta piaci haltermelésre. Az utóbbi aszályos időjárás következtében a csatorna vízhozama már nem tudja kielégíteni a halastavak vízigényét és gazdaságok áttértek a Tiszáról történő vízpótlásra.

7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, Dr. Hegyi Árpádnak és Dr. Lefler Kinga Katalinnak a dolgozat elkészítésében nyújtott segítségért, valamint értékes tanácsaikért és ötleteikért.

Külön köszönöm a Csongrád-Csanád Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Laboratóriumi Osztály Analitikai Csoport Környezetvédelmi Laboratórium dolgozóinak, legfőképp Patakiné Holló Ildikónak, a rendelkezésemre bocsájtott adatokat és az önzetlen segítségnyújtásukat.

Továbbá a Halgazdálkodási Tanszék és az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság összes dolgozójának, akik segítették munkámat, illetve mindazon szerzőknek, akiknek munkáját felhasználtam a dolgozatom elkészítéséhez.

Köszönöm a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság vezetőségének, amiért biztosították a képzésen való részvételemet.

A legnagyobb szeretettel és tisztelettel köszönöm leányomnak és feleségemnek tanulmányaim során nyújtott szerető támogatást és türelmet.

8. Irodalomjegyzék

Alsó-Tisza vidéki Vízügyi Igazgatóság (2016): Vízgyűjtő Gazdálkodási Terv 2-20 Alsó-Tisza Jobb Part tervezési alegység, Szeged, 112.

Ballabás G., Bartholy J., Darabos G., Gábris Gy., Kardos L., Dr. Kovács B., Mádlné Szőnyi J., Márialigeti K., Mészáros R., Mindszenty A., Papp B., Papp S., Romsics Cs., Szabó M., Székely B., Török J., Zsemle F. (2012): Környezettudományi terepgyakorlat Eötvös Loránd Tudományegyetem Typotex Kiadó 166-185 p.

Balogh P. (1976): Kézirat Alsó-Tisza vidéki Vízügyi Igazgatóság, 3.

Barótfi I. (2000): Környezettechnika. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 287-289 p., 297-304 p., 360 p.

Barótfi, I. (2011): Környezetgazdálkodás Szent István Egyetem, 84-123 p.

Biatovszki L. (2003): Kézirat. Alsó-Tisza vidéki Vízügyi Igazgatóság, 3.

Deák J. Á. (2012): Natura 2000 hatásbecslés a baksi szennyvíztisztítóhoz SZTE, jegyzet, Szeged, 22.

Forgó F. (1977): Kézirat. Alsó-Tisza vidéki Vízügyi Igazgatóság, 4.

Goda Z., Kaluzsa A., Karches T., Knisz J., Mátrai I. Salamon Endre., Vadkerti E., Vas L. (2021): Szerves mikroszennyezők a környezetben Nemzeti Közszolgálati Egyetem Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 96.

Horváth K. (2014): Analitika a vízkezelésben. Pannon Egyetem, 49.

Iványosi Sz. A. (szerk.) (2015): A Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság negyven éve Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság, Kecskemét, 265-298p.

Juhász J. (2002): Hidrogeológia Akadémia kiadó Budapest 124-138p

Katona E. (1989): A vízminőség-szabályozás kézi könyve Aqua kiadó, Budapest, 9-95p, 215-462p .

Magyar Közlöny 2010. évi 134. szám Vidékfejlesztési Miniszter 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól, 2-7p.

Ördögh V. (2000): Halastavak hidrobiológiája – a tókezelés hidrobiológiai alapjai (In. Horváth L. szerk. Halbiológia és haltenyésztés 2000) Mezőgazda Kiadó (Budapest), 342-383. p

Sári A. (2009): A Dongéri-főcsatorna és a vele kapcsolatos anomáliák. Kézirat, 3.

Woynárovich A., Kovács É., Nagy S. A. (2018): A vízminőség állapotának felmérése és értékelése Klenovics Gábor főosztályvezető, Agrárminisztérium, Halgazdálkodási Főosztály, 98.

Zseni A. & Bulla M. (szerk.) (2002): Vízminőségvédelem Széchenyi István Egyetem, jegyzet Győr, 168

http1: Agrár-környezetvédelmi Modul Vízgazdálkodási ismeretek. https://docplayer.hu/5929242-Agrar-kornyezetvedelmi-modul-vizgazdalkodasi-ismeretek-kornyezetgazdalkodasi-mernoki-msc-termeszetvedelmi-mernoki-msc.html (2023.március)

http2: Kertészportál. http://kerteszportal.hu/cikkek/foszfor-szerepe-es-elofordulasa-a-novenyekben (2023.február)

http3: Műszer oldal. https://www.muszeroldal.hu/measurenotes/K_KOI.pdf (2023.február)

hhtp4: Műszer oldal. https://www.muszeroldal.hu/assistance/vizszennyezok.pdf (2023.február)

http5: https://hu.hach.com/parameters/ammonia (2023.mácius)

http6: https://docplayer.hu/157464487-Mikroszennyezo-anyagok-a-vizben-szemleletvaltas-az-ezredfordulot-kovetoen-licsko-istvan-bme-vkkt.html (2023.mácius)

http7: http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/anal/Kornyezetvedelmi-analitika/MSc/Labor/Kemiai-oxigenigeny-meghatarozasa.pdf

http8: http://acta.bibl.u-szeged.hu/66829/1/2019_aszaly_belviz_kotet_083-096.pdf

9. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

Alulírott Rácz András, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllői Campus, Halászati-halgazdálkodási Szakmérnök szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2023. április 26.

Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2023. április 26.

Belső konzulens