

**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus
Természetvédelmi mérnök BSc szak**

**A VERESEGYHÁZI TÓRENDSZERT ÉRŐ
SZENNYVÍZTERHELÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁGI
VIZSGÁLATA**

Belső konzulens: Dr. Kaszab Edit
egyetemi docens

Készítette: Szilvási Eszter
KHFZIK
levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Akvakultúra és
Környezetbiztonsági Intézet
Környezetbiztonsági
Tanszék

**Gödöllő
2023**

Napjainkra a legnagyobb értékke vált a világon mindenütt a tiszta, iható víz. A felszíni és a felszín alatti vizekbe gyakran nagy mennyiségben kerülnek az ökoszisztémákra ártalmas anyagok vagy azok származékai melyek egyik lehetséges forrása a szennyvíz. Ezért szakdolgozatomban egy olyan témát szerettem volna bemutatni, mely széleskörűen elterjedt probléma. Választásom azért esett Veresegyházra, mert egy régi település, amely nagyon gyors népességnövekedésen esik keresztül, így jól példázza az urbanizációs problémákat: természetes élőhely csökkenés és élővilág megóvásának ellentétei a városfejlesztéssel, szennyvízkezeléssel, azon belül is a szennyvízkezelés lassú és nehézkes fejlesztésével.

Szakdolgozatomban tehát célul tűztem ki, hogy körbejárjam a témát és a veresegyházi szennyvíztisztító befogadóinak a kémiai paraméterek mellett a mikrobiológiai összetételét is megpróbálom felmérni, hogy pontosabb képet kaphassunk a tórendszer állapotáról, illetve a tisztított szennyvíz esetleges ökológiai hatásairól, ökotoxicitásáról. Továbbá a célom volt még a tórendszert körülvevő víz- és víz közeli élőhelyek állapotának felmérése és értékelése környezetbiztonsági és természetvédelmi szempontból.

A vízvizsgálati szabványokban foglaltak szerinti kétszeri mintavételezés történt, két időpontban, 2022. márciusában 4 mintavételihelyről, illetve 2022. szeptemberében 2 mintavételihelyről vett mintákkal. A vizsgálatok több irányba lettek feldolgozva: az első mintavételkor vett mintákon meghatároztam az összcsíraszámot, antibiotikum rezisztens baktériumokat kimutató tenyésztést készítettem, kiemelt figyelmet fordítva a környezetbiztonsági szempontból jelentős *Pseudomonas aeruginosa* szelektív kimutatására és ökotoxikológiai vizsgálatot is végrehajtottam, az ezekre vonatkozó szabványi utasításokat követve. A második, szeptemberi mintavételkor kémiai analitikai vizsgálatok készültek, kiemelt figyelemmel a peszticid és gyógyszermaradványok kimutatására.

Vizsgálataim tekintetében elmondható, hogy az első, márciusi mintavételkor vett minták a következő eredményeket adták: az összcsíraszám vizsgálatnál az összes mintában volt telep növekedés, a legmagasabb élő csíraszám a V-B, azaz az Álomhegyi tározó bal oldali kazettájában volt mérhető (27800 CFU/ml). Ez adódhat a tavak körüli vegetáció különbségeiből. Maga a tisztított szennyvíz minta (V-SZV) alacsonyabb, nagyságrendileg a háttér mintához hasonló telepszámmal jellemezhető, mely feltehetőleg a szennyvíztisztítás során használt fertőtlenítőszer (klór) hatásának köszönhető.

Az antibiotikum rezisztenciai vizsgálatokból kiderült, hogy a bal oldali tó kivételével a többi víztestben megjelentek karbapenem és kolisztin rezisztens baktériumok, ám számuk a tanszéken folyó, egyéb víztesteket érintő monitoring eredmények alapján relatíve alacsonynak volt tekinthető. A legnagyobb aggodalomra az ad okot, hogy a rezisztens baktériumok már a

szennyvízzel nem kevert víztestben is kimutathatóak, mely esetleg utalhat arra, hogy a háttér minta is kaphatott antropogén terhelést. Ez utalhat a lakosság túlzott és helytelenül alkalmazott antibiotikum fogyasztására és az esetleges illegális szennyvízelvezetésre is.

A *Pseudomonas aeruginosa* irányában végzett vizsgálatok negatív eredményt adtak, azaz a vízben nem volt kimutatható. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a faj nincs jelen, csak az adott időszakban nem mutatott aktivitást, mely a mintavétel időszakában tapasztalt, alacsony víz hőmérsékletnek is betudható.

A mintákból végzett 16S rDNS szekvenáláson alapuló identifikáció során 9 fajt sikerült azonosítani: a háttérmintából a *Pseudomonas orientalis* és *Curtobacterium flaccumfaciens* fajokat, a szennyvízből *Aeromonas media*, *Acinetobacter bohemicus* és a *Flavobacterium resistens* fajokat, a bal oldali tóból a *Novosphingobium arvoryzae* fajt, míg a jobb oldali tóból a *Sphingobacterium faecium*, a *Rahnella aceris* és a *Rahnella aquatilis* fajokat mutattuk ki. Összességében elmondható, hogy a háttér mintából egy növénypatogén mikroorganizmus volt kimutatható, míg a szennyvíz mintából három olyan mikroorganizmust azonosítottunk, melyek bár alacsony kockázati besorolásúak, de a szakirodalom alapján humán- és állategészségügyi jelentőséggel is bírhatnak. Ezek a mikroszervezetek ugyanakkor nem jelentek meg a tározó mintáiban, azokból csak felszíni vízben általánosan elterjedt mikroszervezetek voltak kimutathatók.

Az ökotoxikológiai vizsgálatok a következő eredményeket hozták: eredményeink alapján az *Aliivibrio fischeri* 30 perces akut biolumineszcencia gátlási tesztel (ISO 11348-3) vizsgált víz minták közül csupán a V-SZV (tisztított szennyvíz) bizonyult kissé toxikusnak a teszt-szervezet számára. A többi minta nem okozott fénykibocsátás gátlást.

A peszticid vizsgálatok eredményében elmondható, hogy a tórendszer ért peszticid terhelés magas: a tisztított szennyvíz összes peszticid koncentrációja 2,1 µg/L, amely az utolsó, strandként is használt tóban 1,9 µg/L-re hígul. A 10/2010. (VIII.18.) VM rendelet a felszíni vizek vízszennyezettségi határértékeiről ugyanakkor nem ír elő összegzett peszticidre határértéket és egyik általunk kimutatott komponensre sem tartalmaz előírást. Ennek ellenére a mért koncentráció figyelmet érdemel, hiszen a felszín alatti vizekre vonatkozó 6/2009. (IV.14) KvVM-EüM-FVM együttes rendeletben, illetve az ivóvízre vonatkozó 5/2023. (I.12.) Kormányrendelet szerint ugyanis az összes peszticidre vonatkozó határérték jóval szigorúbb, 0,50 µg/L. Legmagasabb koncentrációban az AMPA vegyület – amely a glifozát bomlásterméke - volt jelen, illetve ezen vegyület koncentrációja a tórendszerben változatlan volt, minden ponton 1,8 µg/L. A második leggyakoribb peszticid pedig az imidacloprid, amely rovarölő tulajdonsággal bír.

A gyógyszermaradványok tekintetében elmondható, hogy a tisztított szennyvízben magas, 8,484 µg/L koncentrációt mértünk. A PhAC vegyületekre felszíni vizek esetében nincs törvényi határérték szabályozás, ugyanakkor a lakossági gyógyszerhasználatról, a szennyvíztisztítás hatásfokáról képet adhat. A legmagasabb koncentrációban egyebek mellett antibiotikumok, nem szteroid gyulladáscsökkentők és egy kórházi kontrasztanyag fordult elő. Az eredményekből látszik, hogy a szennyvíztisztítótól távolodva az összkoncentráció hígul, sajnos azonban a gyógyszermaradvány-terhelés tartósan jelen van a vizsgált felszíni vízrendszerben.

A vizsgálatok alapján a gyors ütemben növekedő települések környezetében lévő víztestek antropogén terhelése folyamatos emelkedést mutat, amelyet a környezetük egyre nehezebben képes tolerálni. A vizsgálatok alátámasztották, hogy még a fejlettebb technológiájának számító membrán szűrés sem elég önmagában egyes összetett vegyületek kiszűrésére. Az ökotoxikológiai vizsgálatok alapján ugyanakkor csupán a tisztított szennyvíz bevezetésének közvetlen környezetében volt mérhető kismértékű ökotoxicitás, melyet a vízi ökoszisztéma remélhetőleg képes kezelni. Hipotéziseim közül bizonyítást nyert, hogy a tisztított szennyvíz kismértékben ugyan, de továbbít olyan mikroszervezeteket, melyek negatívan befolyásolhatják a törendszer vízminőségét és ökoszisztémáját, továbbá olyan vegyületeket, melyek hosszabb távon az ökoszisztéma egyensúlyát és az emberi egészséget is károsan befolyásolhatják.

Az első meglátásom, hogy a téma további kutatómunkát igényel, mivel az elvégzett vizsgálatok csupán a törendszer egy adott időszakának állapotát mutatja be. Szükséges megemlíteni, hogy a munkám során azonosított szennyezőanyagoknak nem a szennyvíztisztító, hanem a lakosság a forrása. A szennyvíztisztító az alkalmazott technológiától függően jelentős arányban, de nem tökéletesen képes eltávolítani a háztartásokból származó fizikai, kémiai és biológiai szennyező anyagokat és még ha minden előírást maradéktalanul be is tart, nem tud 100% eltávolítási hatásfokot elérni.

A települési szennyvíztisztító és befogadók folyamatos monitorozása jelentősen javítana a környezeti-, természeti-, és egészségügyi biztonságon. A szoros, partneri együttműködés a települési önkormányzat és a helyi civil szervezetekkel szintén kiemelt jelentőségű, hogy együtt kidolgozhassanak egy átfogó, fenntartható vízgazdálkodási tervet. Ehhez nyújthatnak alapot az általam elvégzett vizsgálatok során nyert eredmények.