

VIGH SZABOLCS – SZARKA MÁRTON

NYÍREGYHÁZA SZENNYVÍZKEZELÉSÉNEK MINŐSÉGI ÉRTÉKELÉSE

QUALITY EVALUATION OF NYÍREGYHÁZA'S WASTEWATER TREATMENT

ÖSSZEFOGLALÓ

Napjainkban a szennyvíztisztítás alapvető eljárás a környezetünk védelme érdekében. A megfelelő technológia alkalmazása során számos tényezőt figyelembe véve alakul ki egy térség szennyvízmennyiségének hatékony kezelése és a tisztított szennyvíz visszavezetése az élővilágba. A szennyvíztelepre befolyó szennyvizet fizikai, kémiai és biológiai minőségi paraméterek alapján lehet jellemezni. A széntartalmú vegyületeket a biológiai oxigénigény (BOI) és a kémiai oxigénigény (KOI) meghatározásával tudjuk vizsgálni. A BOI- és KOI-értékek meghatározzák a levegőztetett tér nagyságát, a biológiai tisztításhoz szükséges oxigénmennyiséget, ami összefüggésben van az eleveniszap képződésének mértékével.

Jelenleg is megoldatlan környezeti probléma, hogy a lakossági felhasználásból adódó gyógyszerhatóanyagok és szermaradékok, mint például az antibiotikumok, fájdalomcsillapítók vagy éppen női nemi hormonok a vizelettel bekerülnek a kommunális szennyvízbe, ezeket az ismert szennyvízipari technológiák nem képesek teljes mértékben eltávolítani a rendszerből. Az Európai Unió 91/271/EGK a települési szennyvízkezeléséről szóló irányelvének egyik fő célja a vízi környezet védelme az eutrofizációval szemben, valamint a szennyvíziszap ártalmatlanítása és újrahasznosítása.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, eutrofizáció, környezetvédelem, szennyvíziszap

ABSTRACT

Nowadays, wastewater treatment is a fundamental procedure for protecting our environment. During the application of the appropriate technology, taking several factors into account, an effective management of the amount of wastewater in an area is formed, and the return of purified wastewater to the living world. The wastewater flowing into the sewage plant can be characterized based on physical, chemical and biological quality parameters. Carbonaceous compounds can be analyzed by determining biochemical oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD). The BOD and COD values determine the size of the aerated space and the amount of oxygen required for biological cleaning, which is related to the level of activated sludge formation.

Currently, it is an unsolved environmental protection problem that drugs, antibiotics, pain relievers or female sex hormones from residential use enter the communal wastewater with urine, which cannot yet be completely removed with the known wastewater industry technologies. One of the main objectives of the European Union Directive 91/271/EEC on municipal

wastewater treatment is the protection of the aquatic environment against eutrophication, as well as the disposal and recycling of sewage sludge.

Keywords: wastewater treatment, eutrophication, environmental protection, sewage sludge

1. Bevezetés

1.1. A vízszennyező források

A vízszennyezés számos forrásból származhat, és szinte az összes emberi tevékenységnek lehet káros hatása a vízre. A vízminőséget befolyásolja a közvetlen pontszerű szennyezés, a diffúz szennyezés, akár városi és vidéki lakosságtól vagy éppen ipari és mezőgazdasági kibocsátásból származó szennyező anyagok is egyaránt. A mezőgazdasági termelésből a különböző tápanyagokat és növényvédő szereket fontos kiemelni (Internet 1). A természetes vizek tartalmazhatnak természetes eredetű, egészségre káros anyagokat, azonban egyértelmű, hogy a vizek szennyeződésének fő oka az antropogén tevékenységekkel azonosítható.

A keletkezését illetően a szennyvíz lehet háztartási (nagy szervesanyag-tartalom, mosószerek, emberi bélflóra), mezőgazdasági (szervesanyag-tartalom, állati bélflóra, műtrágya, növényvédő szerek) vagy ipari (szerves és szervetlen vegyipari termékek) eredetű.

Hazánkban a keletkező szennyvizek kb. 30%-a tisztítatlanul kerül a környezetbe – a talajba és felszíni vizekbe –, azt évente mintegy 400 millió m³ szennyvízzel terhelve. Ha a szennyezettség nem magas fokú, a víz öntisztulása több hét vagy néhány hónap alatt végbe mehet. Ebben a folyamatban az ülepedés-felhígulás, a különböző anyagokat bontó baktériumok, valamint a kórokozókat pusztító bakteriofágok és egy bakteriolízist okozó vibrió (kolera) játszanak szerepet. Természetes szennyezést leggyakrabban kiváltó források lehetnek ásványi anyagok (NaCl, MgCO₃, CaCO₃, arzén), nitrát, szulfát, radioaktív anyagok (Sárváry, 2011).

A mesterséges szennyezők főbb formái:

- oxigénigényes szerves hulladékok (szennyvíz, trágya)
- vízben oldható szervetlen anyagok (savak, sók, toxikus nehézfémek és vegyületeik)
- szervetlen növényi tápanyagok (nitrát, foszfát)
- szerves vegyületek (olaj-, kőolajszármazékok, peszticidek, detergenssek) fizikai szennyeződés (radioaktív anyag, kő) (Sárváry, 2011).

1.2. A felszín alatti vizek szennyezői

A felszín alatti vizek esetében is természetes és mesterséges forrásból egyaránt származhat a szennyező anyag. A természetes szennyező anyagok kémiai és

fizikai folyamatok következményeként az atmoszférából, bioszférából és a litoszférából kerülnek a felszín alatti vizekbe, leggyakrabban a talajvízbe. A talajvíz sótartalma a talaj, illetve a közeli kőzetek vízdoldható sóiból van jelen a talajvízben. A felszín alatti vizek minőségét jelentős mértékben befolyásolják a szennyezés természetes forrásaiból a vízáadó rétegbe kívülről bekerülő anyagok és a vízáadó rétegek közötti vízcserék. Az antropogén szennyezés forrásai lehetnek elföldelt toxikus hulladékok, szennyvíztározók, olajszivárgás vagy -elfolyás, szilárdhulladék-lerakók, illetve a mezőgazdasági tevékenységből származó anyagok is. Az emberi tevékenység akaratlanul is veszélyes hulladékokat juttat a felszín alatti vizekbe. Egy vegyület gyakran hónapok vagy évek múlva jut a felszínről a talajvízbe, a víztartó rétegekben okozott kár olykor csak a szennyezést követően évekkel később derül ki. Ha a szennyeződés bekerült a talajvízbe, akkor ott többnyire meg is marad. A víztartó rétegek általában kevesebb oldott oxigént, ásványi anyagot, mikrobát és szerves anyagot tartalmaznak, mint a talaj. Az itt uralkodó körülmények nem kedveznek a kémiai lebomlásnak. Az 1950-es évektől a mezőgazdaságban felhasznált nitrogéntartalmú műtrágyák mennyisége folyamatosan emelkedett a termés növelése érdekében. Amennyiben a szükségesnél nagyobb mennyiségű tápanyagot a növények nem tudják felhasználni, akkor a kijuttatott műtrágya kárba vész, ezzel terhelve a felszín alatti vizeket, mivel a vízzel együtt a felesleges tápelemek egy jelentős mennyisége átszivároghat a talajon az alatta fekvő víztároló rétegbe. Például a nitrátos víz, ha nagy koncentrációban van jelen, methemoglobinémiát okozhat kisgyermekkorban. Ilyen esetekben a gyomor-bél rendszer savassága a csecsemő emésztési rendszerében a nitrátot nitritté alakítja, ami blokkolja a vér oxigénszállító képességét, és így fulladásos halált okoz. 1945 óta a világon mintegy 3000 esetet jelentettek, melyeknek közel fele Magyarországon történt, mivel főleg a magánkutakban különösen nagy a nitrát koncentrációja (Internet 2).

1.3. A felszíni vizek szennyezői

A szennyezők lehetnek élőlények, anyagok. A szennyező anyagok olyan szervesetlen elemek, ionok, illetve szervesetlen és szerves vegyületek, amelyek a vízbe jutva az élőlények élettevékenységét kedvezőtlenül befolyásolják, az életüket veszélyeztetik, az ember tevékenységét akadályozzák. Sajátos szennyező anyagok az úgy nevezett kontaminánsok, amelyek abban a formában, ahogy az ember ezeket a környezetbe juttatja, még nem szennyezők, de átalakulásuk, helyváltoztatásuk, illetve környezeti elemekkel való reakcióik révén szennyezőkké válnak. Ilyen kontaminánsok például a műtrágyák, amelyek a növénytermesztés vagy a kertészeti hulladék-terhelés technológiája keretében a kivont tápanyagok pótlása céljából juttatnak a talajba (Internet 3).

A szennyezők antropogén forrását három nagy csoportra oszthatjuk. Elsődlegesen az ipar a legfőbb szennyező. Az ipari forradalmat követően a növekvő

iparosítással párhuzamosan emelkedett a bekövetkezett ipari balesetek száma. Ilyen baleset volt például a közelmúltban a „BP-Deep Water Horizon” olajfűrőtorony tragédiája, amely súlyos természeti károkat okozott. Azonban nemcsak globális viszonylatban szennyeződtek el a felszíni vizek, hanem hazánkban is. A hazánkba belépő vízfolyások számát tekintve a szomszédos országok ipara sokkal nagyobb veszélyt jelent hazánk vízkészleteire, mint a hazai ipar. Nagy vízfolyásaink minőségét a felső vízi országok határozzák meg, ahonnan ezek a folyók erednek, illetve amely országokat érintik. A különböző toxikus anyagok és ipari hulladékok, valamint a kommunális hulladékok a határokat átlépve érkeznek, szennyezve ezzel a folyókat. A közelmúltban számos esetben szennyezték el külföldi gyárak Magyarország vizeit. Ilyen eset volt például a nagybányai (Aurul, Remin), illetve a vetési (Unicarm), ezek a szennyezések igen súlyos természeti károkat okoztak. 2013-ban vinasz, vagyis cukortalánított melasz jutott ki a szabadba a kaposvári cukorgyár területén lévő tárolótartály műszaki meghibásodása miatt. A szennyezés a csapadékvíz-elvezető rendszeren keresztül elérte a Kapos folyót. A második nagy szennyező forrás maga a mezőgazdasági tevékenység része, hiszen például Európában a mezőgazdaság felelős a vízfelhasználás harmadáért. A mezőgazdaságban használt növényvédő szerek és műtrágyák okozta szennyezés a gyenge vízminőség egyik fő okozója (Csősz, 2018). Fontosnak tartom kiemelni a peszticideket, mivel ezen vegyületek nélkül az iparszerű termelés elképzelhetetlen. A „peszticid” szó gyűjtőfogalom, amely magába foglal minden olyan vegyületet, amelyet a nemkívánatos vagy káros élő szervezetek pusztítására használnak. Ide tartoznak többek között a rovarirtók (inszekticidek), a gyomirtók (herbicidek) és a gombairtók (fungicidek). Jelenleg több száz vegyületet használnak növényvédelmi célokra. A peszticidek hatása összetett, a szag és ízertalom mellett igen nagy veszélyt jelent az élő szervezetekben történő biológiai akkumulálódásuk (Internet 3).

A harmadik nagy szennyező forrás a lakossági vízfelhasználás és a településeken termelődő kommunális szennyvíz. Magyarország lakossága a statisztikai adatok alapján átlagosan 150 liter/fő vizet használ el naponta. Az adatok viszont a település nagyságának és ivóvíz-ellátottságának megfelelően változnak. Míg Budapesten több mint 150 liter vizet fogyaszt egy ember naponta átlagosan, addig a nagyobb vidéki városokban 120-130 liter, a kisebb falvakban pedig 50-70 liter átlagosan a napi vízfogyasztás. Hazánk lakossága nemcsak jelentős vízfelhasználó, hanem kommunáliszennyvíz-termelő is egyben. A kommunális szennyvíz fő jellemzője a nagy mennyiségű szervesanyag-tartalom és a nagy tömegű mikroorganizmus. Az ilyen szennyvíz két okból veszélyes. Egyrészt a szerves anyagok bomlása során lecsökken a víz oldotttoxigéntartalma, másrészt a mikroorganizmusok közvetlen fertőzési veszélyt jelentenek a környezetre (Csősz, 2018; Internet 4).

Egy új típusú szennyező anyag felismerésével, a mikroműanyagok jelenlétével kibővült a szennyező anyagok listája. A közelmúltban végzett

vizsgálatok rámutattak arra, hogy a felszíni vizekben nagy mennyiségű apró műanyag törmelék található, amely mint „új szennyező” jelent problémát és kihívást a szakembereknek. A műanyag termékek előállításának növekedése és a műanyag hulladék rossz kezelése és ezzel a vizes környezetünkbe jutása óriási növekedéséhez vezetett. Az 5 mm-nél kisebb méretű mikroműanyagok már mind a tengervízben, mind az édesvízi környezetben megtalálhatók. A mikroműanyagok mint újfajta szennyező anyagok jelenléte az állami és kormányzati hatóságok aggodalmának egyik kérdésévé vált. A mikroműanyagok számos káros fizikai hatást okozhatnak az emberekre és az élő szervezetekre, például olyan mechanizmus révén, mint a lenyelés. A mikropasztikumok különböző toxinok hordozóiként működhetnek, mint például az ipari termelési folyamatok adalékanyagai és a perzisztens szennyeződések a vízben történő szorpció révén. Ezek a mérgező anyagok súlyos egészségügyi problémákat okozhatnak az emberek számára. Néhány tanulmány a halak esetében kimutatta, hogy a mikroműanyagok és a hozzájuk kapcsolódó toxinok biológiailag felhalmozódtak bennük, és olyan problémákat okoztak, mint a bélkárosodás és az anyagcsereprofil megváltozása (Internet 5).

1.4. A szennyvíz fogalma, összetétele

A lakossági szennyvizek ugyan sok forrásból eredhetnek, és összetételük változó, mégis többnyire az emberi anyagcsere-folyamatok végtermékei. A lakossági szennyvizek ugyanakkor az emberek mintegy napi 2-3 liternyi kiválasztási termékén (vizelet és széklet) túl mintegy 50-szer annyi folyékony hulladékot, leginkább mosó- és öblítővizet is tartalmaznak (Orlóci–Szesztay, 2003). A szennyvizekben fellelhető szerves anyagok közé tartoznak a vízben oldott sók, szilárd részecskék, például a homok, a kavicsok. Szerves anyagok pedig kolloidok, üledék és oldott anyagok formájában vannak jelen. A különböző szerves anyagok lebonthatósága eltér egymástól. A szénhidrátok esetében a cukrokat, keményítőket könnyen bontják le a baktériumok, csak szén-, oxigén- és hidrogénmolekulákból állnak, vízzé és szén-dioxiddá bonthatóak le. A proteinek sokkal bonyolultabb szerves vegyületek, alkotóelemeik a szén, hidrogén, oxigén, nitrogén, foszfor és kén. Ezeket a molekulákat nem olyan könnyű lebontani, mint a szénhidrátokat, de fontos elemei a szennyvíznek, mert a lebontó mikroorganizmusoknak szüksége van proteinekre az új sejtek felépítéséhez. A szerves anyagok harmadik csoportja a zsírok, amelyek hasonlóan a szénhidrátokhoz szénből, oxigénből, hidrogénből épülnek fel, viszont a kémiai-biológiai bontásuk nehezebb, ezáltal jelentősen megnehezítik a szennyvíztisztítás folyamatát. A szennyvízkezelés során a fő hangsúly az ammónium és a foszfátok csökkentésén van, de más ionok is nagy számban jelen vannak a szennyvízben, mint például a nátrium, a klorid, és a hidrogén-karbonát. Fontos még a fémionok jelenléte, mert megzavarhatják és károsíthatják a biológiai folyamatokat (Envirotech, 1996).

1.5. Szennyvíztisztítási eljárások

A szennyvíztisztítás a keletkező szennyvíz szennyező anyagainak olyan mértékű eltávolítása, illetve minőségi átalakítása, melynek során a tisztított víz a természetes befogadóba kerülve nem okoz károsodást. A tisztítás többnyire három fokozatban valósul meg (Öllös, 1992). A szennyvíz tisztítási módja nagymértékben függ a szennyvíz jellegétől. Legegyszerűbb a helyzet, ha a szennyvízből csak a lebegő szennyezést kell eltávolítani, mert ilyenkor az ülepítésen, esetleg a szűrésen kívül más tisztítási műveletre nincs szükség (Internet 6). A szennyvíztisztítás első lépése a mechanikai tisztítás. A tisztítóba érkező szennyvíz sok idegen tárgyat szállíthat, melyeket a tisztítást végző műtárgyak, berendezések védelme érdekében szükséges eltávolítani. Ilyenek a vízzel részben görgetett, részben úszó nagyobb tárgyak, fa- és kődarabok, a finomabb méretű homok, felúszó zsíros, olajos részek és egyéb, rendellenesen oda kerülő használati tárgyak. Ezeket a kőcsapda, a durva, majd finomabb rácsok (1. ábra), szűrők, valamint a homok- és zsírfogó műtárgyak távolítják el. Mindegyik darabos szennyezőanyag-fajta eltávolításának megvan a saját feladata. A nagy méretű szennyező anyagok a technológiai sor legkülönbözőbb elemeit károsíthatják. A homok kiülepedése, valamint a zsírdarabok lassabb bomlása, oxigénbevitelt rontó hatása, majd felúszása a fázisszétválasztásnál általánosan ismert üzemzavarokhoz vezethet (Öllös, 1992). Az első tisztítási fokozat célja: a durva szennyeződések, felúszó vagy ülepedő anyagok eltávolítása, illetve a víz előkészítése a további tisztítási fokozatokra méretkülönbség, sűrűségkülönbség elvén történik (Simándi, 2011).



1. ábra: Szennyvízrács
Forrás: Szarka Márton, saját fotó

Mechanikai módszerekkel nem távolítható el a szennyvízből minden szennyeződés, ezért vált szükségessé a tisztítás második fázisa, a biológiai tisztítás. A mechanikai fázist követően még jelentős oldott anyag, szerves és szervetlen kolloidális lebegőanyag-koncentráció jellemzi a szennyvizet. A legnagyobb problémát a szerves anyagok okozzák, mert a lebontásukhoz szükséges oxigént a befogadó vízből használják fel, csökkentve annak oldottoxigén-készletét. A biológiai szennyvíztisztítás élő szervezetek működésén alapszik, vagyis a mikroorganizmusok mesterséges elszaporításából áll. A biológiai tisztítás két folyamatra osztható aszerint, hogy a mikroorganizmusok a tápanyag lebontása során hasznosítanak-e oldott oxigént, vagy sem. Oxigénfelhasználással aerob, oxigén hiányában anaerob lebontás megy végbe. A tisztítási folyamat során a lebontási folyamatok végtermékei ugyanazok az alapvető építőelemek – szabad (ásványi) formában –, mint az élő szervezetek építőelemei, így azok újabb élősejt-anyaggá szintetizálódnak különböző enzimek segítségével. A technológiai elemek és berendezések feladata az, hogy optimális környezetet teremtsenek a tisztítást végző mikroorganizmusok számára. Ilyen berendezések például a fixfilmes, természetes és diszperz rendszerek, valamint a vegyszerrel kombinált rendszerek (Internet 5).

Az eleveniszapos tisztító rendszereknél a lebontást végző szervezetek pehely formájában a szennyvízben alakulnak ki, vagyis egy-egy iszappehely több százezer élő szervezetet foglal magába. Ezeknél a rendszereknél szükséges a levegő befúvatása vagy a mechanikai úton történő keveréses oxigéndúsítás. A technológiai folyamat során a biológiai fokozatot a levegőztetés és a kapcsolódó fázissztérválasztás (ülepítés) alkotja, melynek technológiai szempontból szükséges és elmaradhatatlan része a recirkuláció. Az oxigénellátást és az iszaplevegő lebegtetésben tartását biztosító keverést egy gépegység látja el. Az energia gazdaságosabb felhasználása érdekében az iszap mozgatásához külön gépegység kapcsolható, ezáltal mindkettővel biztosítható az optimális működés. A levegőztetők gépészeti kialakításuk és a beépítés helyétől függően csoportosíthatók, mely szerint lehetnek felületi levegőztetők, függőleges tengelyűek, vízszintes tengelyűek, felszín közeli levegőztetők, fenék közelében elhelyezett levegőztetők.

A levegőztető medencében (2. ábra) a szükséges O_2 -koncentráció általában $0,5\text{--}1,5\text{ mg/dm}^3$, nitrifikáció esetén legalább $2,0\text{ mg/dm}^3$, míg speciális esetekben egyedi méretezés alapján kell meghatározni az oxigénellátást. Az iszaplevegő pH-értékének $6\text{--}8$ között kell lennie. A levegőztető medencét úgy kell kialakítani, hogy áramlási rövidzárlat, holtter ne keletkezzen, a nyers szennyvíz és a recirkulációs iszap jól keveredjen (Lakatos, 2006).



2. ábra: Levegőztető medence

Forrás: Szarka Márton, saját fotó

A hagyományos szennyvíztisztítási módokon kívül alkalmaznak természetközeli eljárásokat, amelyeknek fő alkalmazási területe a települések közcsonán vagy szippantós autóval összegyűjtött szennyvizeinek központi tisztítása, illetve a nem csatornázott területek, települések és településrészek egyedi/házi szennyvízkezelésénél is ajánlott azok alkalmazása. A természetközeli szennyvíztisztító telepen tipikusan nem tartalmaznak mozgó alkatrészt vagy bonyolultabb gépi eszközöket, hanem csak szűrőrácst, előülepítőt és/vagy szivattyút, a tisztítás folyamán – a hagyományos telepekhez viszonyítva – elhanyagolható mértékben van szükség energiára, vegyszerekre és javításra (Simándi, 2011). A rendszer földmedrű, többnyire sekély víztérben a szennyvíz fizikai, kémiai és biológiai együttese tisztítja a szennyvizet, miközben hígulás, oldódás, ülepedés, beszivárgás, szűrés, fotoszintézis, gázcsere, párolgás és hőcsere megy végbe (Vermes, 1997). A természet öntisztuló képességét utánozzák a tisztítás során, illetve a növényi tápanyag (N, P, K), CO₂ és CH₄ felhasználó- és raktározóképességét. A szerves anyagok lebontását – a hagyományos mesterséges rendszerek biológiai fokozatához hasonlóan, de külön oxigénbevitel nélkül – mikroorganizmusok (baktériumok, gombák) végzik, táplálékként használva a szennyvíz szennyező anyagait. A lebontó szervezetek vagy a vízben elkeveredve vagy szilárd felületen (talaj, kavics, homok, vízínövények szára, levele, gyökérzete) megtelepedve vannak jelen a rendszerben. Jól alkalmazhatók a települési nyers szennyvíz teljes biológiai tisztítására vagy biológiai (mesterséges, természetközeli) részisztítást követő utótisztítására és

sok esetben végleges elhelyezésére. Előnye, hogy a beruházási és üzemeltetési költsége a hagyományos szennyvíztisztító telephez mérten alacsony. A jellemző lehetséges változatok lehetnek faültetvényes, tavas, épített vízinövényes technológiák és ezek kombinációjából álló rendszerek (Simándi, 2011).

2. Anyag és módszer

2.1. Nyíregyháza szennyvízüzemrendszere

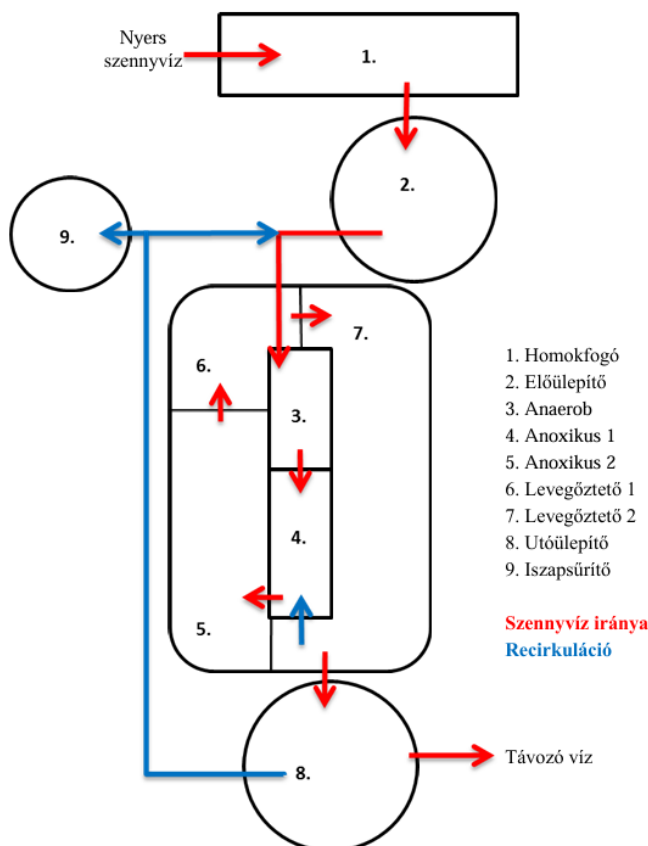
A Nyírségvíz Zrt. nyilvántartása szerint a Társaság Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegyében 91 településen több mint 350 ezer lakosnak szolgáltat egészséges ivóvizet.

Nyíregyházán az összegyűjtött szennyvíz tisztítását a Nyírségvíz Zrt. végzi 33 szennyvíztisztító telephelyen, melyeknek kapacitása hozzávetőlegesen 64.625 m^3 naponta, és kihasználtságuk közel 100%-os. A két nagy legjelentősebb szennyvíztisztító telepről a tisztítást követően a hatóság által kijelölt befogadókba kerül (Lónyai-csatorna) a tisztított szennyvíz, emellett a technológia során keletkezett melléktermékek további felhasználása is megtörténik a biogáz felhasználása és a rothasztott, komposztált szennyvíziszap talajjavítóként történő mezőgazdasági hasznosíthatósága révén (Internet 6).

A Nyírségvíz Zrt. szakemberei számítógépen keresztül felügyelik a nyíregyházi központból az automata üzemű szennyvíztisztító telepek működését. Amennyiben szükséges, a hibaelhárítást is koordinálhatják az átemelő szivattyútelepek működtetése érdekében, mivel az összegyűjtött szennyvíz gravitációs csatornán és eseti átemelést követően jut el a nyomóvezetéseken a telephez. A társaság üzemi laboratóriumában a folyamatközi ellenőrzéseket és az érkező-távozó szennyvíz vizsgálatát végzik a szakemberek. A társaság működési területén a legnagyobb – mivel hat település szennyvíztisztítását biztosítja – a Nyíregyháza I. és II. számú szennyvíztelep, összeköttetésben a nyírteleki és a nagygyerkeszi telepekkel. Ezzel a hálózattal együttesen 116.734 főt lát el (Internet 7).

A Nyíregyháza I. telepre érkező szennyvíz mennyisége folyamatosan növekedett, emiatt a túlterheléses állapot elkerülése érdekében szükségessé vált a rendszer bővítése. Az I. számú telep bővítése kivitelezési megvalósíthatatlanság miatt nem történt meg, ezért a II. telep átalakítása került napirendre 2001 után. A II. számú telep (3. ábra) már 1980-tól működött kezdetleges fizikai-biológiai szennyvíztisztítással, a keletkezett iszap tárolókban történő szikkasztásával. A korábbi rendszer két ülepítőmedencéje maradt az eredeti funkciójában, a többi reaktort átépítették, és az iszaptárolók felszámolásra kerültek. A hagyományos aktív iszapos eljárás technológiája maradt meg, de az ammónium, nitrát és foszfor biológiai mentesítésének céljából új reaktortereket

létesítettek. Az iszapvonal rothasztótornyokkal egészült ki. Az I. telepről érkező szennyvízbetáplálást elkormányzással oldják meg Kálmánházáról, Felsősimáról, illetve a közbenső településekről (bokortanyák). A szippantott szennyvizek is ide érkeznek be (Veres, 2015).



3. ábra: A II. számú szennyvíztisztító telep vázlatrajza
Forrás: Veres, 2015

A szennyvíz a rácsok által a nagy méretű, tömeges uszadéktól mentesítve halad a homokfogóba, majd a zsírfogó műtárgyat elhagyva kerül a Dorr típusú előülepítőbe. Itt megtörténik a szennyvíz lebegőanyag-tartalmának mentesítése, a szennyvíz továbbhalad a biológiai tisztítóegységekbe. A szennyvíziszapot átemeléssel vezetik a gravitációs iszapsűrítőbe. A biológiai tisztítás folyamata az anaerob medencében indul meg úgy, hogy az utóülepítő medence iszaptartalmát recirkuláltatják, ezzel elősegítve a többletfoszfor felvételét. A következő lépésben a denitrifikáció történik meg az anoxikus medencékben, lehetővé téve a nitrogén gázformában való távozását a szennyvízből, ezáltal

biztosítva a szükséges nitrátkoncentrációt az eleveniszapos levegőztető medencéből visszavezetett szennyvízből. A denitrifikációt követően az aerob medencékben a szervesanyag-tartalom bomlik tovább. Az ammóniából nitrát, a szerves anyagokból eleveniszap-szaporulat és CO_2 keletkezik. A folyamatokhoz folyamatosan $1,5\text{--}2\text{ g/cm}^3$ oldott oxigén-tartalom szükséges, melyet légbe-fúvó fejek juttatnak a rendszerbe. Az ilyenkor még magas nitráttartalommal bíró szennyvizet visszavezetik az anaerob medencébe. A medence vizében lévő oldott foszfátot vas-sóval (FeCl_3) távolítják el (Veres, 2015).

2.2. A szennyvíz minőségi paramétereit

A szennyvíztelepek által vizsgált szennyvíz minőségi paramétereit és határértékeit az 1. számú táblázatban gyűjtöttem össze.

1. táblázat: A szennyvíztisztító telephelyekre vonatkozó minőségi előírások

Szennyvízminőségi paraméterek	Nyíregyháza I. szennyvíztelep	Nyíregyháza II. szennyvíztelep
KOI (mg/l)	125	75
Összes foszfor (mg/l)	10	5
BOI5 (mg/l)	25	25
Kémhatás (pH)	6,5-9	6,5-9
Összes nitrogén (mg/l)	35	50

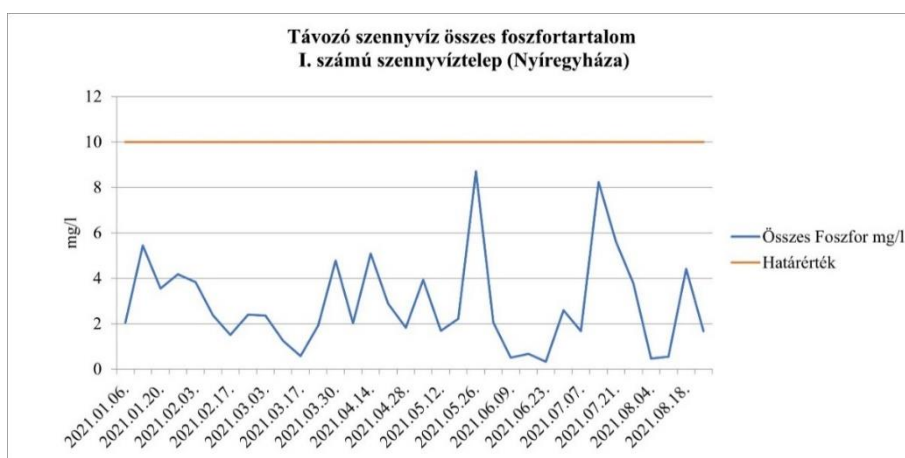
A kémiai oxigénigény (KOI) közvetlen mérési mód, amellyel a mintában található szervesanyag-tartalom határozható meg. A szennyvíz foszfortartalmát vízben vagy szennyvízben (oldott ortofoszfát és a szilárd polifoszfát összege) összes foszfor mg/l mennyiségi mutatóval határozzák meg. A biológiai oxigénigény a víz biológiai úton lebontható szervesanyag-tartalmát fejezi ki. A víz szervesanyag-tartalmának mérése így a biológiai lebomlás során 5 nap időtartam alatt elfogyasztott oxigén mennyisége alapján történik. A BOI mértékegysége tehát $\text{O}_2\text{ g/m}^3$, de a gyakorlatban mg/dm^3 . A szerves anyagok aerob környezetben történő lebomlása a biológiai oxigénigénnyel, vagyis az oxigénfogyasztással ekvivalens. A keletkező szennyvíz kémhatása 6,5–9 értékek között ingadozhat, ilyenkor kezelés nélkül a csatornába bocsátható. Az összes nitrogénparaméter a szabad ammóniát és ammóniumot ($\text{NH}_4\text{--N}$), a nitráteket ($\text{NO}_2\text{--N}$), a nitrátokat ($\text{NO}_3\text{--N}$) és a szerves nitrogénvegyületeket foglalja magában (Internet 8).

3. Eredmények

3.1. A szennyvíz minősége

A Nyírségvíz Zrt. munkatársaitól kapott szennyvízmérési eredmények adataiból a közvetlen környezetünkre szemmel látható hatást, a felszíni vizek eutrofizációját elsősorban a szennyvíz nitrogén és foszfor magasabb koncentrációja okozhatja. A vizsgálatokhoz a Nyíregyháza I. és II. számú szennyvíztisztító telepekről származó laboratóriumi adatok kerültek összegyűjtésre – igazodva az ivóvíz-előállítás időszakához –, hiszen az ivóvízellátás és a szennyvíz tisztítása a települések vízforgalmában egymástól nem elkülönülő folyamatok összessége. Az eutrofizációval szemben érzékeny befogadó vízfolyások védelme fokozott odafigyelést igényel. A Nyíregyháza II. számú szennyvíztisztító telep tisztított szennyvize a „Kisszék-Hosszúhát szivárgó 0+720” szelvényébe kerül bevezetésre. Innen jut a víz a Simai (IX. számú) főfolyásba, amely a Lónyay-csatornába torkollik. A tisztított szennyvíz bevezetésével érintett felszíni vízvezető csatornák időszakos vízfolyásnak minősülnek. A 28/2004. (XII.25) KvVM rendeletben az időszakos vízfolyás-befogadóra vonatkozóan szigorúbb határértékek kerültek meghatározásra.

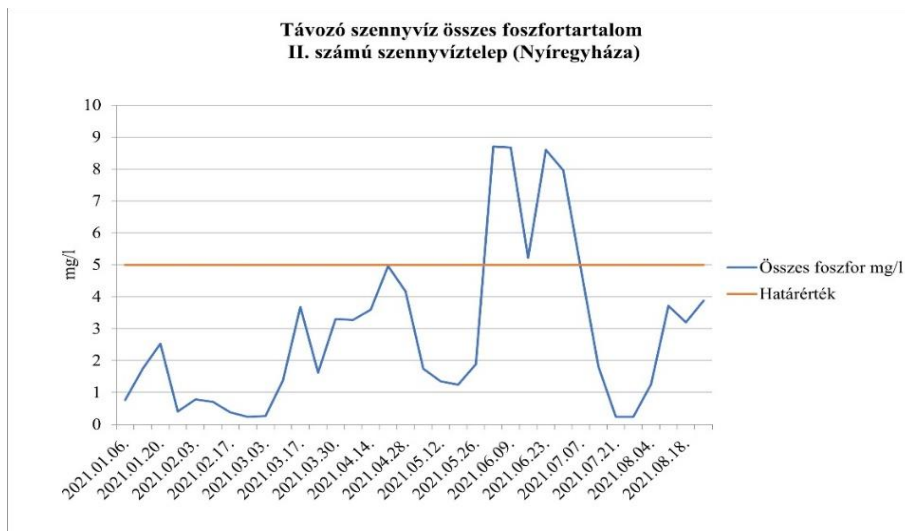
A szennyvíz laboratóriumi eredményeinek közlése heti rendszerességgel történik. Megjegyzendő, hogy a mérések időpontjai, illetve a telepek pillanatnyi állapota, valamint az ezekből fakadó eredmények nem tükrözik pontosan a telepeken zajló tisztítási folyamatokat. Az okok között szerepelhet például egy esetleges kiadósabb esőzés, hőmérséklet-ingadozás vagy magasabb beérkező szennyezőanyag-koncentráció, amelyek együttesen, de külön-külön is túlterhelhetik a szennyvíztisztító üzemeket.



4. ábra: Nyíregyháza I. számú telephelyen a távozó víz összes foszfortartalma

Az összes foszfortartalomra vonatkozó koncentrációértékek a Nyíregyháza I. számú telephely mérési eredményei szerint (4. ábra) a távozó vízben a vizsgált hónapok során igen nagy fokú változatosságot mutattak. Május és július hónapokban a 2021-es, átlagos 2,85 mg/l mérési eredmény több mint kétszerese látható. Azonban elmondható, hogy egyik mérési eredmény sem haladta meg a telepre vonatkozóan előírt 10 mg/l határértéket. Számításaink szerint a vizsgált időszakban a beérkező szennyvíz összes foszfortartalmának eltávolítása átlagosan 83,51%-ban történt meg.

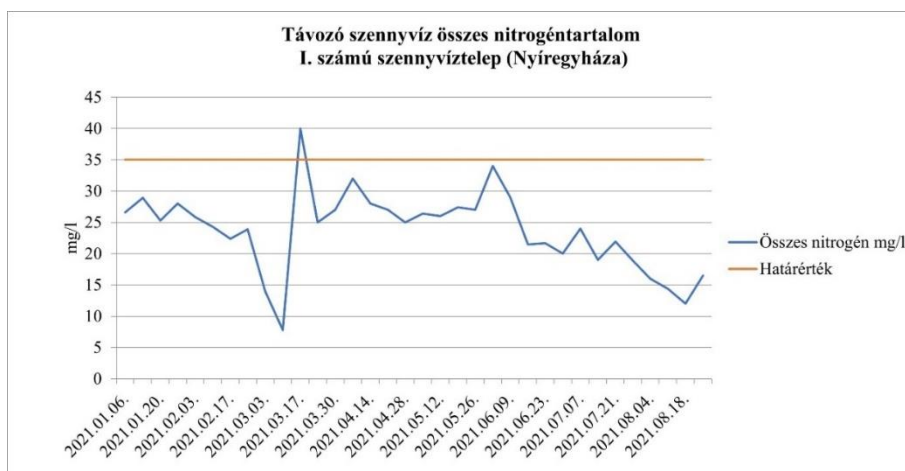
Nyíregyháza II. számú szennyvíztelepén is változatos mérési eredmények jellemezték a vizsgált időszakot. Az 5. ábrán látható, hogy a II. számú szennyvíztelepre vonatkozó távozó víz P határértéket (5 mg/l) áprilisban megközelítette (4,96 mg/l), míg júniusban a mért eredmények (5,21-8,7 mg/l) túllépték a megadott határértéket (5 mg/l). A beérkező szennyvíz foszfortartalma a problémás időszakban az éves átlagnál (9,31 mg/l) magasabb, 22,2 és 29,6 mg/l koncentrációban volt jelen a szennyvízben. Az év más szakaszában a távozó tisztított szennyvíz foszfortartalma nem lépte át a határértéket. A vizsgált időszakban a beérkező szennyvíz foszfortartalmának 77,53%-a került eltávolításra. 2021-ben augusztus végéig 34 mintavétel történt, melyből 4 mintavétel esetében nem volt megfelelő a távozó szennyvíz összes foszforkoncentrációjának mértéke. A minták átlaga 2,89 mg/l, amely az előírt határérték alatt volt.



5. ábra: Nyíregyháza II. számú telephelyen a távozó víz összes foszfortartalma

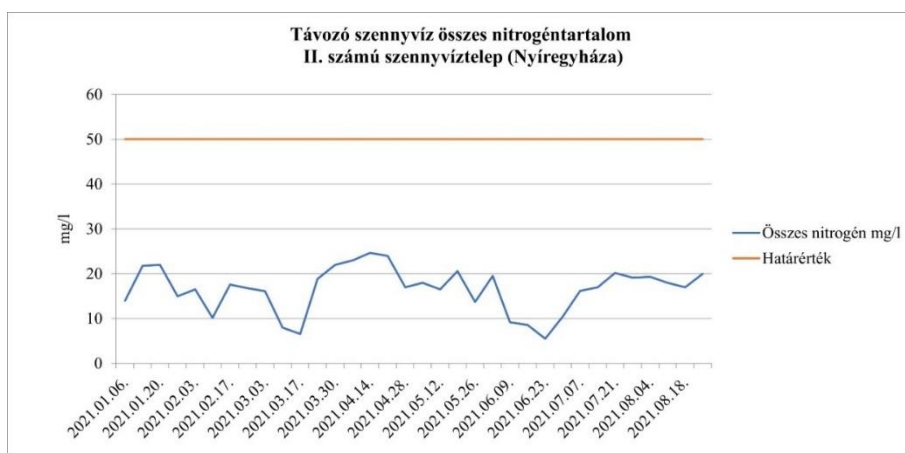
A szennyvíz összes nitrogéntartalmának eltávolítása a 6. ábrán látható mintavételi eredmények szerint hatékonyabb volt a vizsgált időszakban, mint a foszfor esetében. Azonban az I. számú szennyvíztelepen egy mérési eredmény (40 mg/l) túllépte a megengedett 35 mg/l-es határértéket. Azonban a 2021. 03.

17-én mért koncentrációértéket követően nem volt a határértéket meghaladó mérési eredmény. Számításaink szerint a befolyó szennyvíz összes nitrogéntartalmának 71,90%-át sikerült eltávolítani a 2021. január–augusztus közötti időszakban.



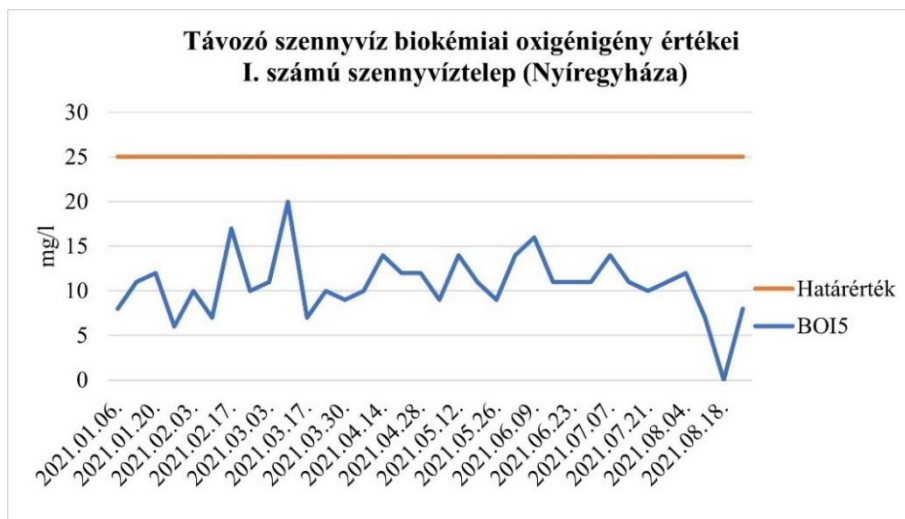
6. ábra: Nyíregyháza I. számú telephelyen a távozó víz összes nitrogéntartalma

Nyíregyháza II. számú szennyvíztelepén a távozó vízből vett mérési eredmények (7. ábra) kedvező eredményt mutattak, a telephelyre vonatkozó 50 mg/l határérték szerint túllépés nem történt. A tisztított szennyvízben az összes nitrogénkoncentráció értéke átlagosan 16,55 mg/l volt. A telepre beérkező szennyvíz összes nitrogéntartalom-értékeinek alapján megállapítottuk, hogy az összes nitrogén 81,99%-a került eltávolításra.

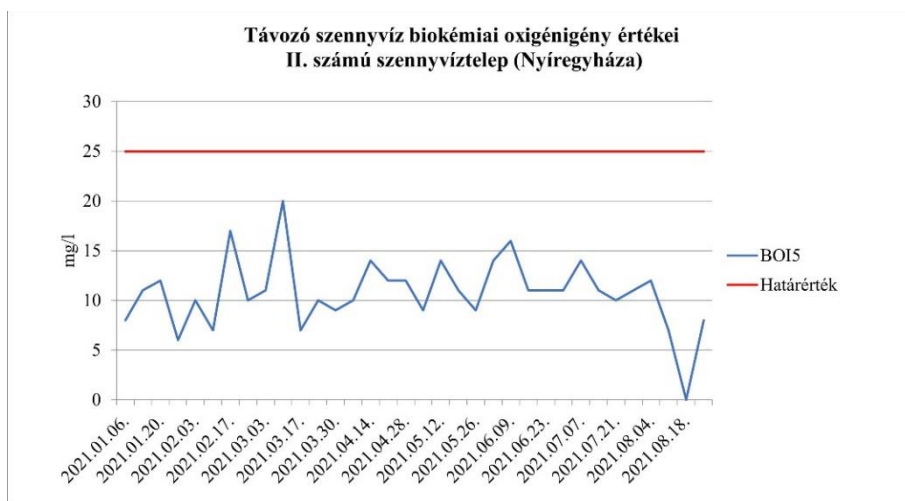


7. ábra: Nyíregyháza II. számú telephelyen a távozó víz összes nitrogéntartalma

Az I. és a II. számú telephelyen távozó szennyvíz biológiai oxigénigény (BOI5) határértékére vonatkozóan 25 mg/l koncentráció van érvényben, melynek túllépése nem volt tapasztalható (8–9. ábra).



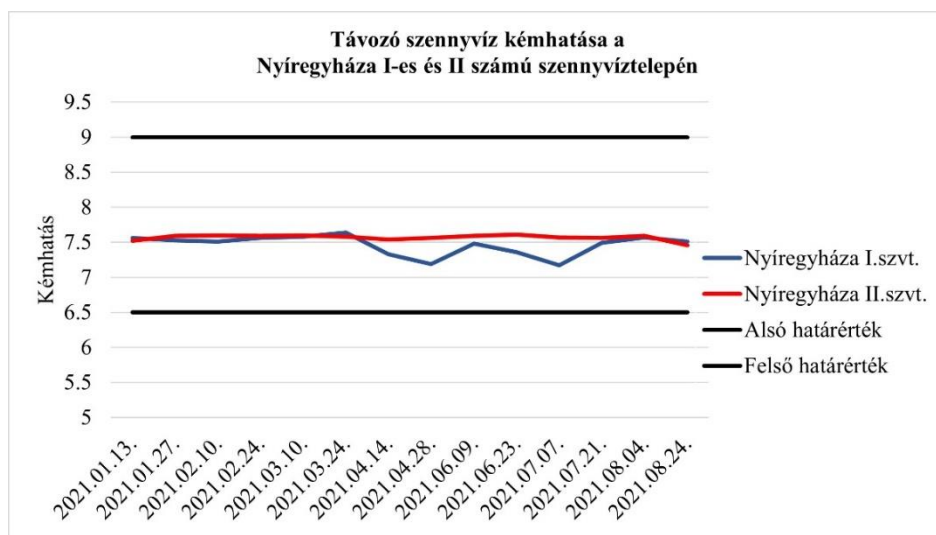
8. ábra: Nyíregyháza I. számú telephelyen távozó víz biológiai oxigénigény-értéke



9. ábra: Nyíregyháza II. számú telephelyen a távozó víz biológiai oxigénigény-értéke

A szennyvíztelepek távozó szennyvize kémhatásának vizsgálata során (10. ábra) nem tapasztaltunk a jogszabályban meghatározott 6,5–9 pH tartományt

meghaladó értékeket. A távozó szennyvíz kémhatása az enyhén lúgos (pH 7,19–7,61) tartományban változott.



10. ábra: A távozó szennyvíz kémhatása

A szennyvíz kémiai oxigénigény-értékeire vonatkozóan az I. számú szennyvíztelep esetében nem volt határérték-túllépés (125 mg/l) (11. ábra). A távozó vízben mért legmagasabb koncentráció 46 mg/l, míg az átlagérték 29,55 mg/l volt.



11. ábra: Nyíregyháza I. számú telephelyen a távozó víz kémiai oxigénigény-értéke



12. ábra: Nyíregyháza II. számú telephelyen a távozó víz kémiai oxigénigény-értéke

A II. számú szennyvíztelep kémiai oxigénigényre vonatkozó határértéke 75 mg/l. A 2021. január–augusztus közötti időszakban 2,1–52 mg/l között változott (12. ábra), a határérték túllépése ez esetben sem volt tapasztalható.

4. Következtetés

Hazánkban környezetvédelmi szempontból kiemelten fontos a szennyvíztisztítás hatékonysága. A felszíni vizek ökoszisztémáját elsősorban a kommunális szennyvíz nitrogén- és foszfortartalma veszélyezteti, így e két elem eltávolítása kulcsfontosságú a szennyvíz szennyezőanyag-tartalmának csökkentése érdekében. A Nyíregyházán működő két nagy szennyvíztelep vízminőségi paramétereit elemezve megállapítható, hogy a távozó szennyvíz összes nitrogéntartalmára vonatkozó határértéket csak egy alkalommal lépte túl a Nyíregyháza I. számú szennyvíztelep, ez a változó beérkező szennyvíz nitrogéntartalmával hozható összefüggésbe. A távozó szennyvíz összes foszforkoncentrációra vonatkozó határértéke a Nyíregyháza II. számú szennyvíztelepén is csak néhány alkalommal haladta meg az érvényben lévő határértéket. A hasonló esetek elkerülése érdekében célszerű a szükséges lépéseket kidolgozni a tisztítási hatékonyság növelésére.

A jövőben számolni kell a mikroműanyagok által okozott veszélyforrással is, és azok semlegesítésével, várhatóan a mikroműanyagokat is el kell majd távolítani a városi szennyvízből. Jelenleg hazánkban a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól szóló 220/2004. (VII. 21.) Kormányrendeletben részben már megtalálható az új mikroszennyezőkre vonatkozó hivatkozás, de még nem tartalmazza a határértéket. A már meglévő és hatékonyan működő I. és II. szennyvíztelep potenciális fejlesztése hozzájárulhat a szennyvíztisztítás még

magasabb szintű tisztításához. Külföldön már folytattak ennek a problémának a megoldására irányuló vizsgálatokat. Az Amerikai Egyesült Államokban Steve A. Carr és munkatársai vizsgálták a szennyvíz mikroműanyag-tartalmát 2016-ban. A kutatók szerint a települési szennyvíztisztító telepek jelentős pontforrása a mikroműanyagoknak, amelyek a környezetbe kerülhetnek. E fel-tételezés kivizsgálása érdekében hét dél-kaliforniai szennyvíztisztító telepet vizsgáltak, melyek harmadlagos és másodlagos tisztítási technológiákkal rendelkeztek. A tanulmányban a szennyvízszállítás függvényében megvizsgálták a befolyó mikroműanyag-terheléseket, a részecskeméretet és azok típusát. A kutatás során kapott eredményeik szerint a műanyag szennyezőanyagokat hatékonyan tudják eltávolítani a tisztítási és ülepedési kezelési folyamatok során. A jövőben a Nyíregyházán üzemelő szennyvíztisztító telepek működésének is várhatóan alkalmazkodnia kell az „új szennyező” eltávolításához, ezért cél-szerű lehet a meglévő telepek fejlesztésének lehetőségeit megvizsgálni a mikroműanyagok eltávolításának érdekében. Mindezek mellett kulcsfontosságú kérdés, és folyamatos kihívást jelent a keletkezett szennyvíziszap fertőzőké-pességének csökkentése, valamint a hatékony, gazdaságos újrahasznosításának biztosítása.

FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM

- Csósz L. (2018): *A Vízminőség-védelemmel kapcsolatos problémakör hazai helyzete*. Hadmér-nők 1: 168. XIII. évfolyam 1. szám – 2018. március. 171–175.
- Envirotech (1996): Course in Waste Water Management technology. *Szennyvíztisztítási Alap-ismeretek I.* OCO Technológia. Magyar–Osztrák Kft. Pécs.
- Lakatos G.–Borda J.–Szász T. (2006): *Környezetvédelem: ipari környezetvédelem, környezet-gazdaságtan*. Debreceni Egyetem. Debrecen.
- Orlói I.–Szesztay K. (2003): A vízvagyon állapotának változása a XX. században. *Vízügyi Közlemények* LXXXV. (3): 363–416.
- Öllös G. (1992): *Szennyvíztisztítás I.* BME MTI Kézirat. Budapest.
- Sárváry A. (2011): *Környezetegészségtan*. Debreceni Egyetem. Debrecen.
- Simándi P. (2011): *Szennyvíztisztítási technológiák II.* Szent István Egyetem. Gödöllő.
- Veres Z. (2015): *Hagyományos aktíviszapos szennyvíztisztító telepek fejlesztéseinek potenciá-lis hatékonysága*. Doktori (PhD-) értekezés.
- Vermes L. (szerk.) (1997): *Vízgazdálkodás*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.

TOVÁBBI FORRÁSOK

- Internet 1. <https://www.eea.europa.eu/hu/help/gyakran-ismetelt-kerdesek-gyik/melyek-a-vizszennyezese-fo-forrasai>
- Internet 2. http://www.agr.unideb.hu/ebook/vizminoseg/a_felszn_alatti_vizek_szen-nyezse.html
- Internet 3. http://www.agr.unideb.hu/ebook/vizminoseg/a_felszni_vizek_szennezi.html
- Internet 4. https://hvg.hu/tudomany/20200107_csatornahalozat_csatornazat_ivoviz_ha-lozat_vizfogyaszta_takarekoskodas_rejtett_vizfogyaszta

Internet 5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135417310515>

Internet 6. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2007/10-11/szantofold/telepulesi-szen-nyviziszapok-mezogazdasagi-felhasznalasa>

Internet 7. <http://www.nyirsegviz.hu/szennyvizelvezetes-es-tisztitas>

Internet 8. <http://www.nyirsegviz.hu/sites/default/files/kozerdeku/vizminoseg/nyhvegyes.pdf>

SZERZŐI ADATOK

Dr. Vigh Szabolcs PhD

Nyíregyházi Egyetem

Műszaki és Agrártudományi Intézet

vigh.szabolcs@nye.hu

Szarka Márton mezőgazdasági mérnök szakos hallgató

Nyíregyházi Egyetem

Műszaki és Agrártudományi Intézet

marcicfh@gmail.com