

PROFILMÉRÉS AZ ÉSZAK-PESTI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP HATÉKONYSÁGÁNAK NÖVELÉSÉHEZ

Havas Kitti¹, Tóth Dániel²

^{1,2} Technológus mérnök, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.
Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep, H-1044 Budapest, Tímár utca 1.

Kivonat

A szennyvíztisztítási folyamat legnagyobb energiaigénye az eleveniszapos medencék levegőztetésénél jelentkezik. Ennek optimalizálásával jelentősen csökkenthető az energiafelhasználás, ezáltal gazdaságosabbá válhat a teljes tisztítási folyamat. A megfelelő levegőztetési program beállítása tovább javít a szennyezőanyagok eltávolításának hatékonyságán, amelynek következtében javul a kibocsátott tisztított szennyvíz minősége, ezáltal csökken a környezetterhelés.

A befogadóba bocsátott szennyezőanyagok alapján a tisztítótelepek vízterhelési díj megfizetésére kötelezettek, így a kibocsátott szennyezőanyag terhelésnek közvetlen költségvonzata is felmerül. A Duna, illetve végső befogadónk, a Fekete-tenger élővilágának megóvása érdekében szintén fontos az elsősorban növényi tápanyagok minél nagyobb határfokon történő eltávolítása.

Kutatásunk fő célja egyrészt a terhelési hatások mérséklése az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen, másrészt az üzemeltetési költségek minimalizálása. Jelen tudományos dolgozat a biológiai tisztítás során lejátszódó folyamatok nyomon követése érdekében megvalósult telepi profilmérések eredményeit mutatja be.

Kulcsszavak

Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep; eleveniszapos szennyvíztisztítás; profilmérés; hatékonyságnövelés

BEVEZETÉS

A tisztító telepekre érkező szennyvizek szennyezőanyag-tartalmának eltávolítása a szakma leg-
alapvetőbb célja, amelynek fontosságát többek között a felszíni, illetve felszín alatti vizek fokozott védelme igazolja. Ennek okán a Duna vízgyűjtő területén található szennyvíztisztító telepeknek kiemelkedő feladata a tisztítási technológiájuk folyamatos fejlesztése, optimalizálása.

Az urbanizáció, valamint az emberi életvitel folyamatos fejlődésével a szennyvíztisztító telepek terhelését változatosság jellemzi. A szennyvíz mennyisége és összetétele folyamatos változásban van, a legfőbb nehézséget a mérséklődő vízhasználat okozta szennyvízcsökkenés mellett a növényi tápanyagformák koncentrációja jelenti. Ezek a tápanyagok - mint a nitrogén-, illetve foszfor különböző vegyületei-, képesek felhalmozódni az állóvizekben, ezzel tápanyagdúsulást, azaz eutrofizációt eredményezve. [Barótfi, et al., 2000] Ezen szempont teszi fontossá a szennyeződések eltávolítását a Fekete-tenger, mint a Duna végső befogadójának védelme miatt.

Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep maximális kapacitását tekintve 200 000 m³/nap szennyvíz befogadására képes. A beérkező szárazidei átlag hozzávetőlegesen 120-140 ezer m³ naponta. Ez a mennyiség egyfelől gravitációs úton áramlik be Budapest északibb kerületeiből, továbbá nyomóvezetéken az Angyalföldi és a Pók utcai Átemelő Telepekről. A vízgyűjtő terület nagyságából adódóan a beérkező szennyvíz összetétele igen változatos. Az elmúlt évek adatainak átlaga eltérést mutat a tervezéskor figyelembe vett terhelési adatokhoz képest. A legnagyobb különbség az arányok eltolódásában keresendő, ugyanis a szerves anyag, valamint a szerves-, és szervesetlen nitrogénformák mennyiségei megváltoztak.

A telepi profilvizsgálatok lehetőséget nyújtanak a beérkező terhelések teljeskörű monitorozására és a leválasztási folyamatok mélyebb szintű megismerésére. A napjainkban elérhető leg-

modernebb technológiák alkalmazásával egyre több lehetőség adódik a szennyvíztisztítás során lejátszódó folyamatok megismerésére és szabályozására. A változó szennyvízterheléssel lépést tartva a modern szennyvíztisztító telepek üzemeltetéséhez elengedhetetlen az online analizátorok, szondák alkalmazása.

Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen elvégzett profilvizsgálatok effektív eredményei lehetővé teszik a korszerűbb üzemeltetést, a költségek minimalizálását, valamint a folyamatok magasabb szintű megismerésével elősegítjük a környezet egészségének védelmét.

ANYAG ÉS MÓDSZER

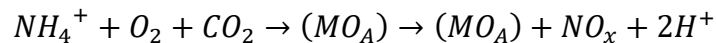
Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep tápanyageltávolítási fokozata 2011 tavaszától, a próbaüzem sikeres lezárása óta üzemel. A beruházás során egy teljesen új műtárgyblokk létesült („B” vonal), amelyre az előülepített szennyvíz közel 50%-a kerül rávezetésre. Az új műtárgysor megépítése mellett az 1986 óta üzemelő biológiai tisztítási fokozat („A” vonal) átalakítása szintén része volt a kivitelezésnek, amelyre az előülepített szennyvíz másik fele kerül. A munkálatok során a módosított „A” és az újonnan épült „B” biológiai vonalon egyaránt előre kapcsolt denitrifikációs tisztítást terveztek, ennek megfelelő medencekialakítással. Az eredetileg folyamatos levegőztetéssel tervezett tisztítás a próbaüzem alatt kisebb átalakításon esett át. Az alacsonynak bizonyult denitrifikációs térfogat növelése érdekében igény jelentkezett a folyamatos levegőztetés szakaszossá alakítására. Az elsőként a „B” vonalon megvalósított átalakítás pozitív eredményeinek hatására rövid időn belül az „A” vonalon is megtörtént a módosítás. A változtatás következményeként a Telepről elfolyó tisztított szennyvíz összes nitrogén tartalmát sikerült minimalizálni. Mindemellett a szakaszos levegőztetéssel sikerült olyan hatékony szabályozási rendszert megalkotni, amely mind környezetvédelmi, mind pedig gazdasági szempontból kedvező hatású, segítségével jelentős energia- és költségmegtakarítás érhető el.



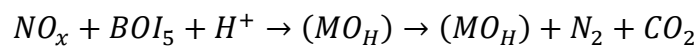
1. ábra. Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep biológiai tisztítási fokozatának elrendezése

A nitrogéneltávolítás megvalósítása az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen

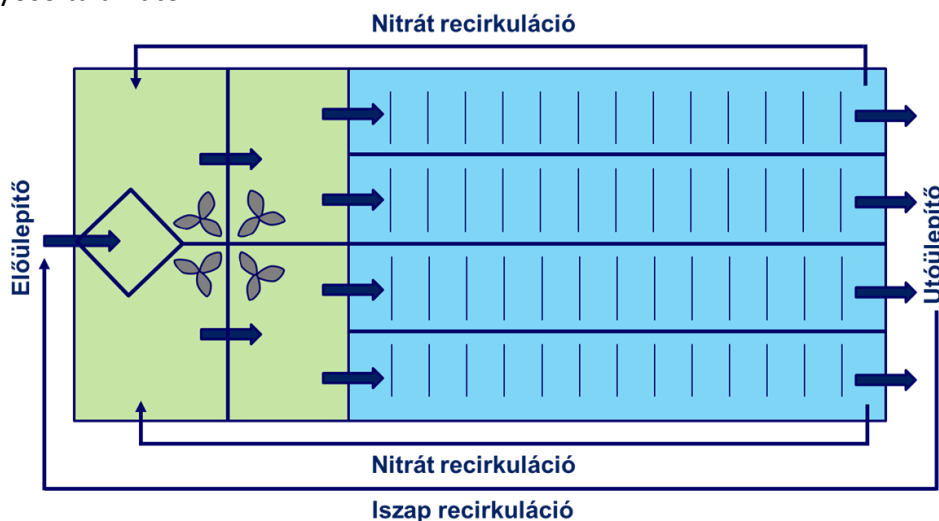
A szennyvíztisztító telepekre érkező terhelés a nitrogént tekintve döntően redukált formában, ammónium-nitrogénként érkezik. [Kárpáti, Á., Fazekas, B. & Kovács, Z., 2014.] A csatornahálózatból származó nitrogénen felül fontos megemlíteni a telepi iszapkezelésből származó csurgalékvíz nitrogén tartalmát is, amely nagymértékben növelheti az eltávolítandó mennyiséget. A nitrogéneltávolítás egy kétlépcsős folyamat, amelynek első lépése a nitrifikáció. Ennek menete, hogy az ammónium-nitrogént autotróf mikroorganizmusok aerob körülmények között két lépcsőben nitríté, majd nitráttá alakítják, az alábbi egyenlet szerint. [Dr. Kárpáti Árpád, Dr. Vermes László, 2011.]



A nitrogéneltávolítás második lépése a denitrifikáció, amely egy anoxikus körülmények között lejátszódó folyamat. Ekkor a heterotróf baktériumok a nitrátot nitrogéngázzá alakítják, amely a következők szerint játszódik le. [Metcalf & Eddy, et al., 2003.]

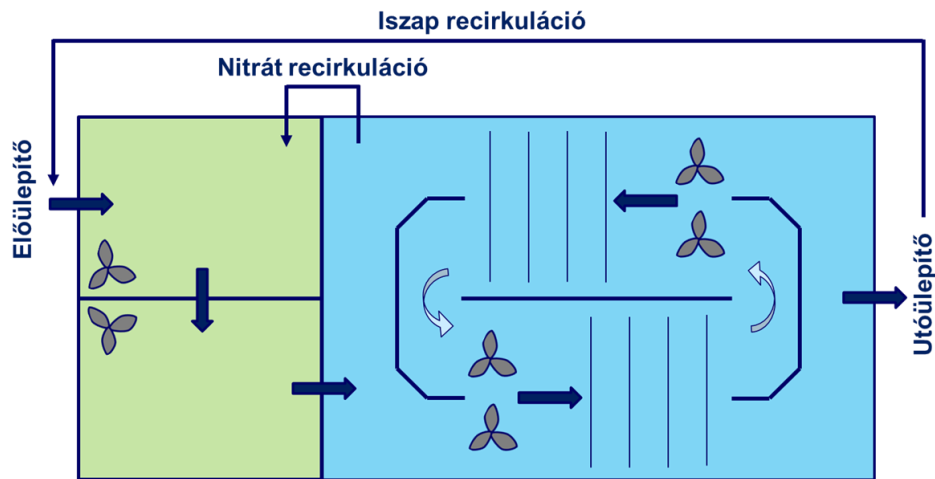


A tápanyageltávolítási fokozat kiépítésével az „A” vonal 4 szekcióján, szekciónként 2x2 db sorba kapcsolt, teljes mértékben átkevert előkapcsolt anoxikus szelektor került kialakításra (2. ábra). Ezeket a reaktorokat az eredeti hosszanti levegőztető medenceelrendezés elejéből választották le, annak érdekében, hogy a denitrifikáció számára szükséges tereket biztosítsák. Az anoxikus tereket követik a szakaszos levegőztetésű nitrifikációs zónák, amelyekből szekciónként 4 folyosó található.



2. ábra. "A" biológia tisztítási vonal 1 szekciójának műtárgyelrendezése

A „B” vonal esetében szintén mind a 4 szekción, szekciónként 2 db sorba kapcsolt, ugyancsak teljes mértékben átkevert előre kapcsolt anoxikus szelektort alakítottak ki (3. ábra). A "B" vonal tekintetében a denitrifikációs zónákat Caroussel típusú, úgyszintén szakaszosan levegőztetett medencerészek követik.

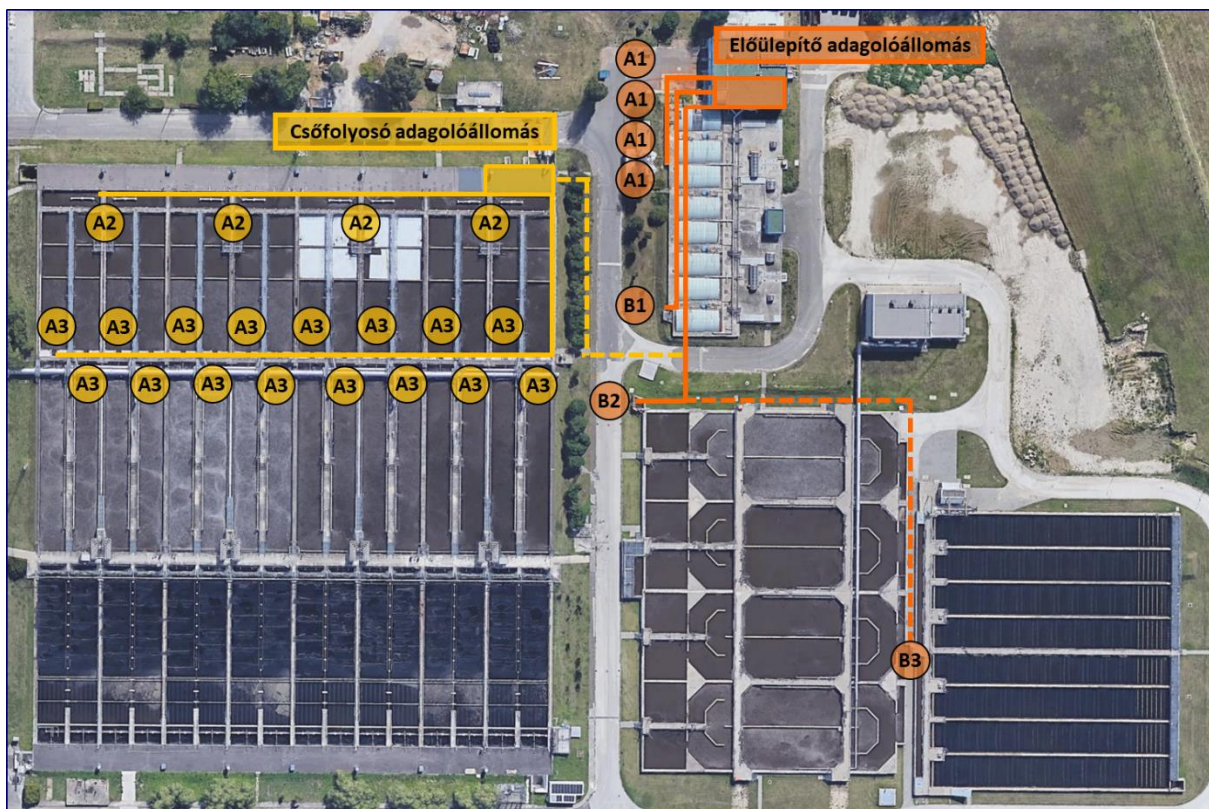


3. ábra: "B" biológia tisztítási vonal 1 szekciójának műtárgyelrendezése

A foszforeltávolítás megvalósítása az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen

Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen a foszforeltávolítás kémiai kicsapatás segítségével valósul meg. A kívánt eredmény elérése érdekében 2 különálló adagolóállomás létesült, egyikhez egy 25 m³-es (Előülepítő), másikhoz 3 db 10 m³-es (Csőfolyosó) tároló tartály került beépítésre. A foszforeltávolítás normál üzemállapot mellett szimultán kicsapatással történik, amelyhez mindkét adagolóállomáson kiépült az ehhez szükséges vezetékhálózat.

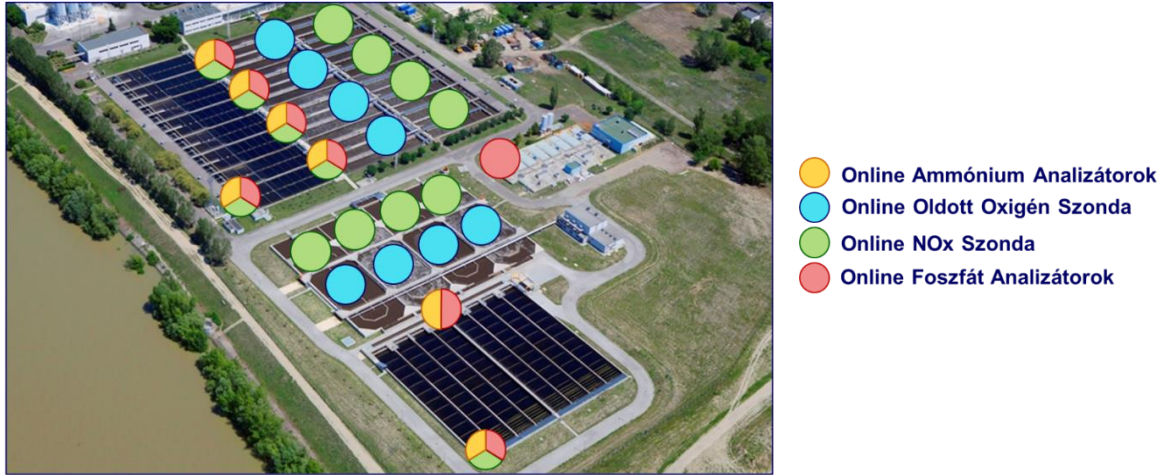
A vas-klorid adagolási pontok kiépítésénél nagyon fontos szempont volt az egyes üzemállapotok, az üzembiztonság és természetesen a keveredés tekintetében a legideálisabb helyszín kiválasztása. A vegyszeradagoló-állomásokat, valamint az adagolási pontokat a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra. Vas-klorid adagolási pontok az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen

A folyamatok vezérlése az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen

Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep biológiai tisztítási fokozata átfogó monitoringhálózattal rendelkezik, annak érdekében, hogy a folyamatok a lehető legmagasabb szinten szabályozhatók legyenek. Az „A”, valamint a „B” vonalra telepített analizátorok és szondák elrendezése az 5. ábrán látható.



5. ábra. Mérőműszerek elrendezése az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen

Nitrogénel távolítás

Mindkét biológiai vonalon az eredeti tervek szerint aránylag kis denitrifikációs térfogatok lettek kialakítva, az anoxikus zóna mindössze a teljes eleveniszapos térfogat 18-18%-a. Éppen ezért, a minimális anoxikus terek nem biztosítottak elegendő időt a denitrifikáció teljes körű lejátszódásához. Ennek orvoslására bevezetésre került a levegőztetés szakaszos üzemeltetése. A cél a lehető legalacsonyabb ammónium-nitrogén helyett, az elfolyó összes nitrogén minimalizálása.

A „B” biológiai vonal 4 szekciójának tisztított szennyvize egy közös gyűjtőcsatornán (1. ábra) újrakeveredik és ezt követően megtörténik annak újbóli elosztása a 8 db párhuzamosan kapcsolt hosszanti átfolyású utóülepítőre. A levegőztetés szabályozására a közös elfolyó csatornán (5. ábra) egy Hach Lange AMTAX sc. típusú ammónium analizátor került kiépítésre, amelynek jele alapján történik a levegőztetett szekciók számának meghatározása. A szabályozás értékeit az 1. táblázat tartalmazza. Az első oszlop értékei a technológia igénye szerint változtatható. Az eleveniszap megfelelő elkeveredése az aktuálisan éppen nem levegőztetett szekciókban, medencénként 4 db keverő segítségével megoldott. A rendszer előnye, hogy az eleveniszap folyamatosan lebegésben tartható, ezáltal egy szekción akár 3 órára is lekapcsolható a levegőztetés és megakadályozható az iszap leülepedése.

Mért NH ₄ -N [mg/l]	Levegőztetett szekciók száma [db]	Kevert szekciók száma [db]
< 1	1	3
1 – 3	2	2
3 – 7	3	1
> 7	4	0

1. táblázat. A levegőztetés szabályozás aktuális beállítása a "B" biológiai tisztítási vonalon

Az átalakított „A” vonal esetében a szakaszos levegőztetés megoldása komolyabb feladat volt. Az itt üzemelő 4 szekció egymástól teljesen elválasztva, 4 külön vonalként működik. Az eleveniszapos medencék mindegyikéhez 1-1 különálló utóülepítőt kapcsoltak és a tisztított

szennyvíz csak ezt követően, az elfolyó csatornában keveredik. A szabályozás egyetlen megoldását a szekciók külön mérése jelentette, így az 1. és 2., valamint a 3. és 4. szekcióra egy-egy kétcsatornás Hach Lange AMTAX sc. típusú ammónium analízátor került kiépítésre. A levegőztetett medencék kialakításából adódóan a szabályozás megtervezésekor fontos szempont volt, hogy egy szekció levegőztetését maximálisan 60 percre lehet lekapcsolni. Ennek oka, hogy keverők hiányában az eleveniszap leülepszik a levegőztetés nélküli időszakban. Az „A” vonal sajátosságai miatt a szekciók szabályozására külön van lehetőség, meghatározva a levegőztetett és a nem levegőztetett órák számát, amelynek értékeit a 2. táblázat tartalmazza. [Kassai Zsófia, 2015.]

Mért NH ₄ -N [mg/l]	Levegőztetett fázis időtartama [óra]	Nem levegőztetett fázis időtartama [óra]
< 1,5	0	1
1,5 – 2	1	1
2 – 4	2	1
4 – 6	3	1
6 – 7	4	1
> 7	Folyamatos	0

2. táblázat. A levegőztetés szabályozás aktuális beállítása az "A" biológiai tisztítási vonalon

Foszforeltávolítás

A foszforeltávolításhoz, csakúgy, mint a nitrogéneltávolításhoz, egy komplex szabályozási rendszer tartozik, amelyet a folyamatirányítás működtet. A szennyvízhez adagolandó vas-klorid mennyiségét alapvetően a foszfát analízátorok által mért értékek határozzák meg. Első lépésben szükség van a foszfát „célérték” definiálására, amely megadja az elvárt elfolyó paraméter nagyságát. Ezt követően az adagolási pontok előtt és után mért foszfát mértékéből, illetve a vízhozam ismeretében a program meghatározza az eltávolítandó szennyezőanyag mennyiségét, amelynek eltávolításához szükséges vegyszermennyiséget szivattyúk juttatnak a rendszerbe. Mindezek mellett a program a tartózkodási időt is figyelembe veszi.

A mérés kivitelezése

A mintavételi terv összeállítása

Kutatási munkánk első lépéseként, a technológiai részegységek hasznos térfogatának, valamint a szennyvíztisztító telepre beérkező átlagos szennyvíz mennyiségének ismeretében kiszámításra kerültek a tartózkodási idők.

A tartózkodási idők ismeretében összeállításra került egy pontos mintavételi ütemterv arról, hogy mely helyszínekről, s mely időpontokban kell megvenni az előre meghatározott számú mintát. A mintavétel helyszínéül a vízosztási arány ismeretében mind az „A”, mind a „B” biológiai vonal esetében a 4-es szekció medencéit választottuk, mivel a ráfolyást követően ezekre érkezik a legnagyobb terhelés. Egy mérés alkalmával a mintavételek száma összesen 20 db volt, amelyek kivitelezése hozzávetőlegesen 24 óra leforgása alatt zajlott. A méréseink során vett minták feldolgozását az FCSM Zrt. Központi Laboratóriuma végezte.

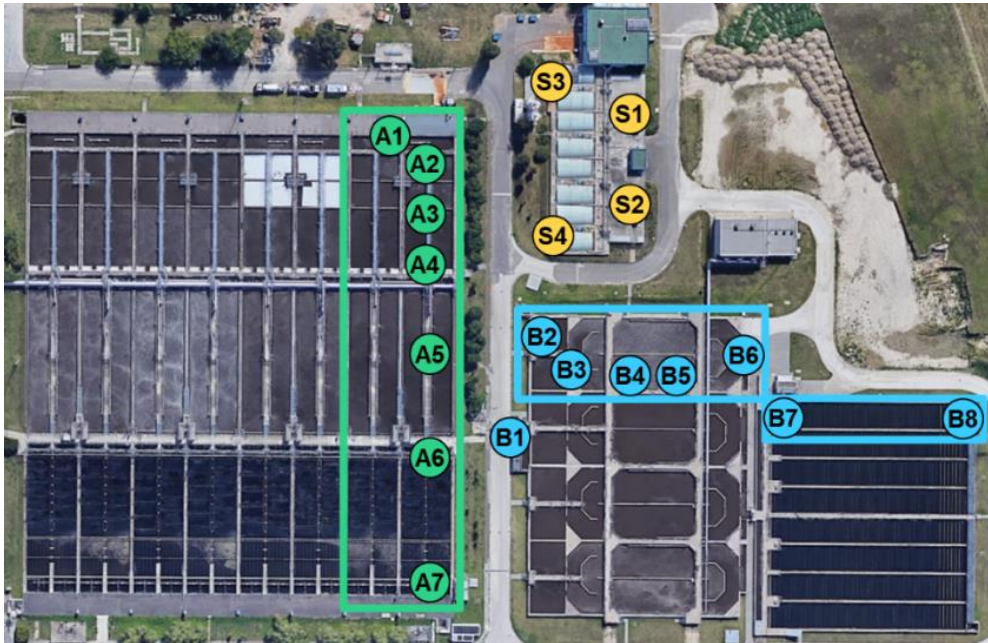
A szennyvízmintákban vizsgálandó kémiai paraméterek:

- szerves anyag tartalom → KOI (Kémiai Oxigén Igény)
- növényi tápanyagok → NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P

A szerves formában kötött nitrogénformák, ezáltal a Khejdahl nitrogén pontos értékére nem volt szükségünk az érdemi eredmények megállapításában. A szennyvíz összes nitrogén tartalmát az ammónium-nitrogén, valamint a nitrát-nitrogén összegeként közelítettük.

A mintavétel ismertetése

A profilmérések mintavételi helyszínei a 6. ábrán, a mintavételek időpontjai és a vizsgált paraméterek pedig a 3. táblázatban vannak feltüntetve.



6. ábra. A profilmérések mintavételi helyszínei

Minta ssz.	Mintavétel helye	Mintavétel időpontja	Vizsgálandó paraméter
S1	4-es Sedipac osztózsilip	10:00	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI
S2	1-es Sedipac osztózsilip	10:30	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI
S3	Sedipac gyűjtőcsatorna A/4-es zsilip	10:53	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI
A1	A/4 osztómű	11:05	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P
S4	Sedipac gyűjtőcsatorna B-vonali zsilip	11:23	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI
B1	B/4 osztómű	11:31	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P
A2	A/4 anoxikus térrész 1	11:34	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI
B2	B/4 anoxikus térrész 1	11:43	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI
A3	A/4 anoxikus térrész 2	12:04	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI
B3	B/4 anoxikus térrész 2	12:33	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI
A4	A/4 levegőztetett térrész 1	14:42	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P
B4	B/4 levegőztetett térrész 1	15:15	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P
B5	B/4 levegőztetett térrész 2	17:57	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P
A5	A/4 levegőztetett térrész 2	18:01	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P
B6	B/4 levegőztetett térrész 3	20:39	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI
B7	B/8 utóülepítő	20:59	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P
A6	A/4 levegőztetett térrész 3	21:23	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI

A7	A/4 utóülepítő	21:23	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P
B8	B/8 utóülepítő elfolyó	5:38	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI
A8	A/4 utóülepítő elfolyó	9:23	NH ₄ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, szűrt KOI

3. táblázat. A profilmérések paramétereit

A mintavételi helyszínek és időpontok kidolgozását követően a munkafolyamat következő fázisa a mintavételérés időpontjainak kiválasztása volt.

A mintavételek kivitelezésének időpontjait elsősorban évszakokra bontottuk, hogy összehasonlítási alapot kapjunk az egyes évszakonkénti terhelésekről.

Kijelölt mérési időpontok

- 2021.09.07.
- 2021.12.06.



7. ábra. Mintavétel az A-vonali osztózsilip előtt



8. ábra. Szűrés redős szűrőpapír segítségével



9. ábra. Mintatároló edények

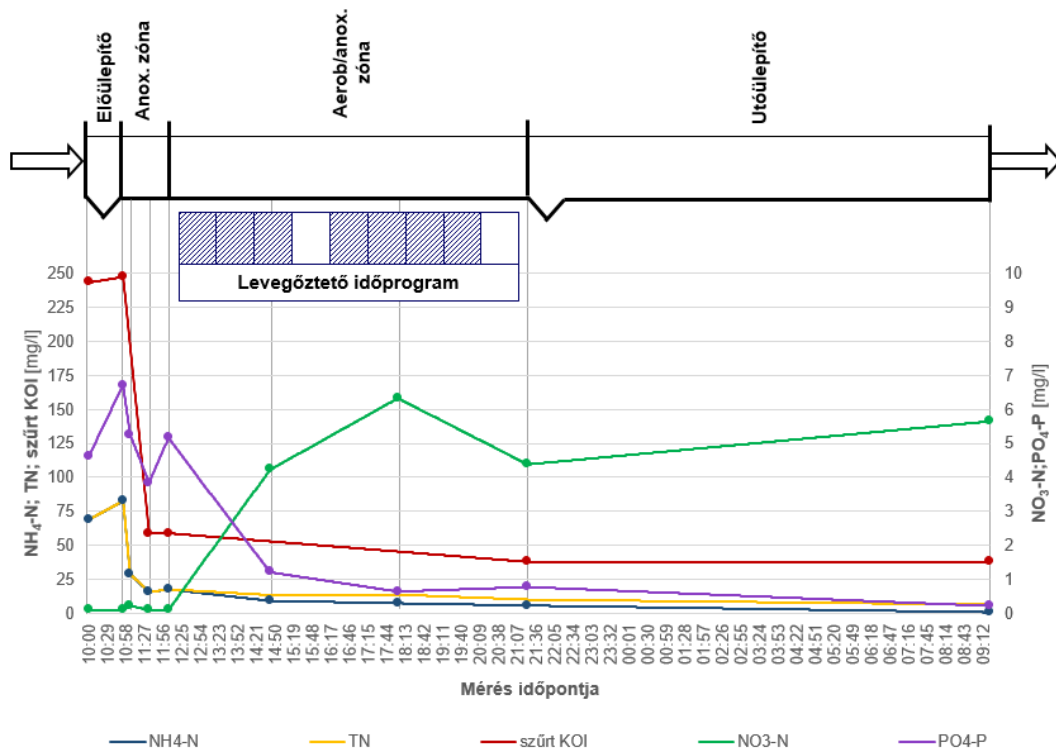
Mintavétel

A szennyvíz mintákat kézi mintavevő eszközzel vettük, majd redős szűrőpapírral történő szűrést követően Erlenmeyer lombikokba helyeztük. A megvett minták lezárását követően hűtőbe helyeztük a tartósítás érdekében. A laboratórium munkatársai a megvett minták $\text{PO}_4\text{-P}$, KOI, $\text{NO}_3\text{-N}$, és $\text{NH}_4\text{-N}$ tartalmát vizsgálták az MSZ EN ISO 6878: 2004, az MSZ 260/11-71, az MSZ ISO 6060:1991, valamint az MSZ ISO 7150-1: 1992 szabványok alapján

A mintavételek során folyamatosan feljegyzésre került az eleveniszapos levegőztető medencérszek levegőztetési időprogramja és a mintavétel időtartama alatt fennálló időjárási körülmények.

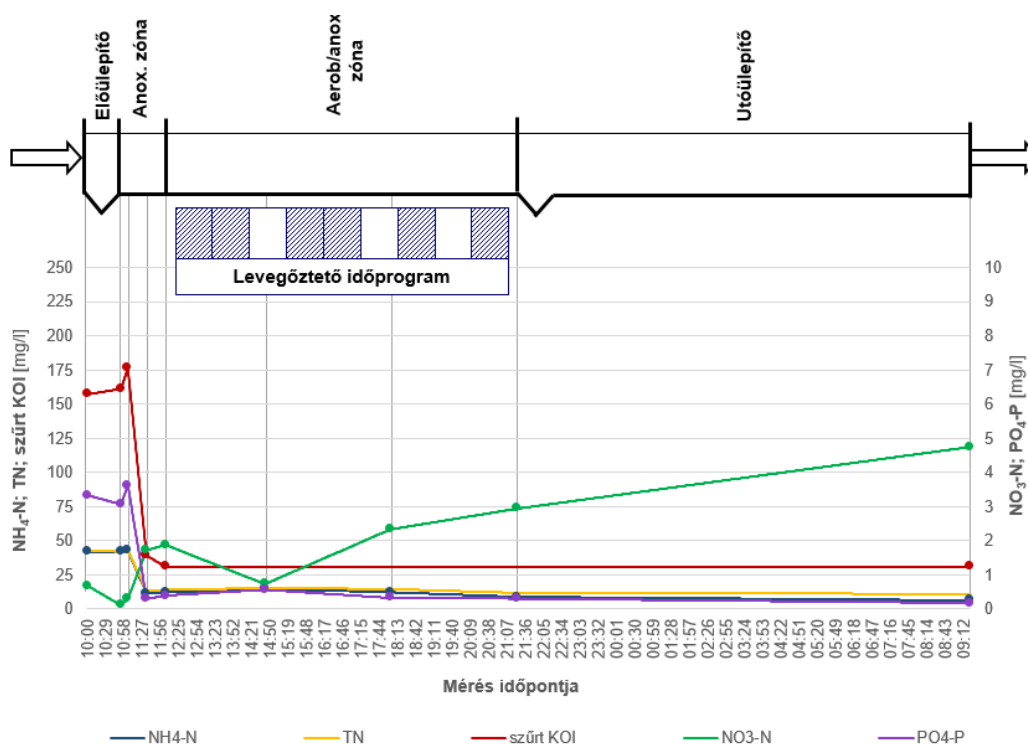
EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A mérési eredményeket egy összetett diagramban ábrázolva tüntettük fel, ahol szemléltettük a tisztító telep technológiai egységeit, valamint az eleveniszapos medencék esetében a levegőztetés fázisait és időtartamát. A sraffozott vonalak jelölik az időprogram szerinti érintett zónában éppen zajló levegőztetést, órákra lebontva. A diagram továbbá szemlélteti a mért paraméterek koncentrációit az idő függvényében.



1. diagram. Az NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P és szűrt KOI változása az A-vonalon (2021.09.07.)

Az első vizsgálat eredményei egy jelentősebb KOI terhelést mutatnak a második mérésnél vett mintákhoz képest. Az „A” vonal esetében az utóülepítő végénél, az elfolyó tisztított szennyvízből vett minta eredményeinél észleltünk eltérést a várthoz képest. Mindkét mérés esetében jól észlelhető, hogy a nitrát-nitrogén lineáris növekedést mutat, amely normális üzemi körülmények mellett nem magyarázható. Ezen jelenség részletesebb vizsgálatához további mérésekre van szükségünk. Ellenben mindkét vizsgálat esetében megfigyelve az összes nitrogént, az folyamatos csökkenést mutat.

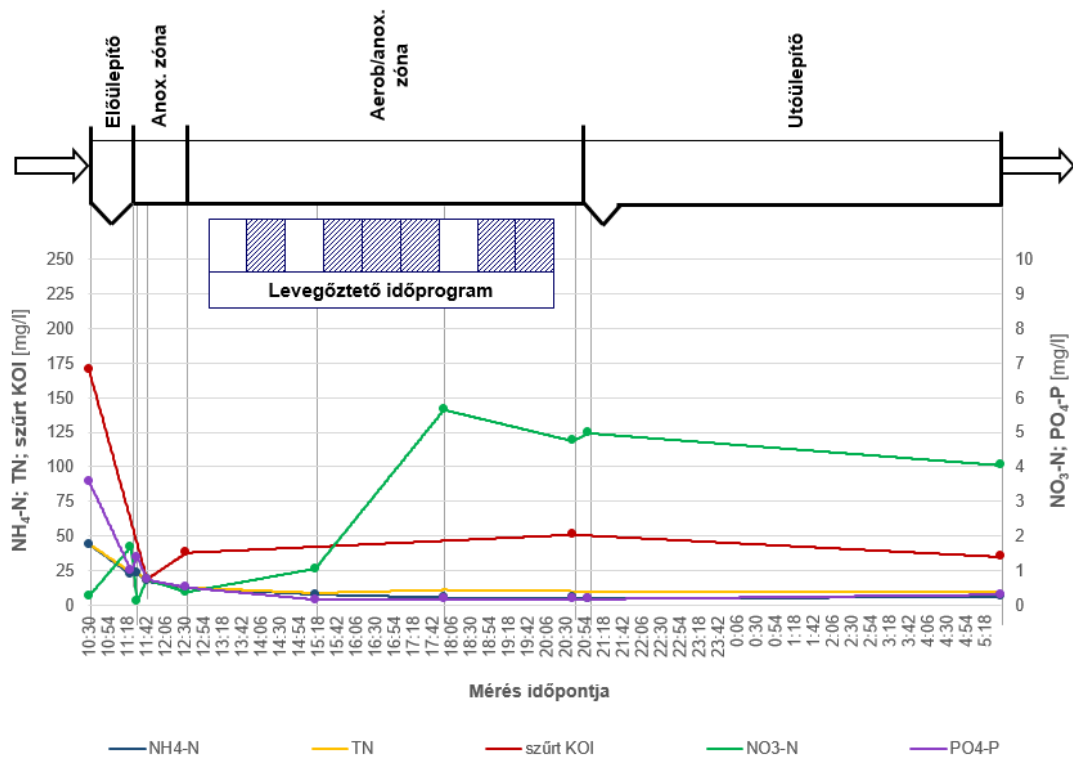


2. diagram. Az NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P és szűrt KOI változása az A-vonalon (2021.12.06.)

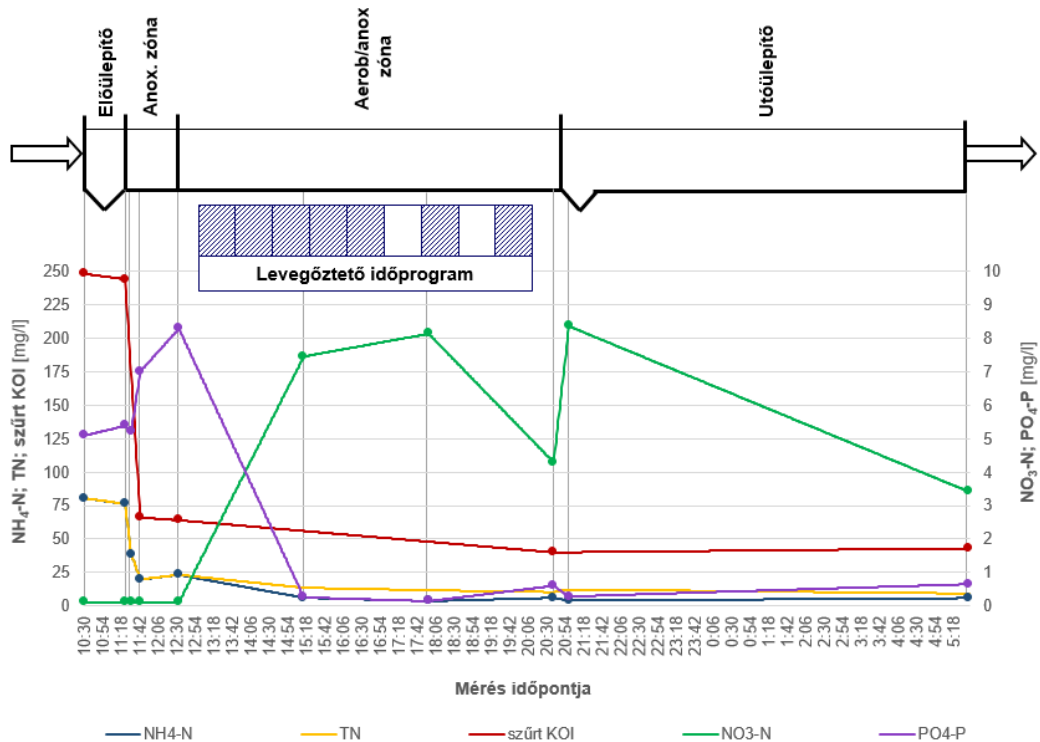
A foszforeltávolítást megvizsgálva fontos kiemelni, hogy a két mérés alkalmával más-más üzemállapotok fordultak elő a vas(III)-klorid adagolás tekintetében. A szeptemberi mérés időpontjában a vegyszeradagolás a 4. ábrán látható A3 adagolási pontokon, a levegőztető medencék közti átvezetésekénél történt. Az 1. diagramon jól kirajzolódik, hogy a Telepen lejátszódik a biológiai foszforeltávolítás. Az előülepítőben a visszavezetett fölösizsápból az anaerob körülmények következtében visszaoldódik a foszfát, majd az adagolási pontig elérve, a több órán át tartó levegőztetés mellett lecsökken a mennyisége. A decemberi mérés alkalmával a vegyszeradagolást már módosítottuk a téli adagolási rendre, amelyben a vas (III)-kloridot az előülepítő után, az egyes szekciókra vezető osztózsilipek elé adagoltuk. Itt a kémiai foszforeltávolítás dominált. (2. diagram)

Az őszi mérés eredményeit a „B” vonal esetében a 3. diagram mutatja. A nitrogén eltávolítás folyamata az elvártak szerint alakult. A több órán át tartó levegőztetés hatására a szennyvíz ammónium-nitrogén tartalma lecsökkent, míg a nitrát-nitrogén tartalom megemelkedett. Az anoxikus szelektorokban megfigyeltük az ammónium-nitrogén szignifikáns csökkenését. Ezt azzal magyarázzuk, hogy a nitrát-nitrogénben dús szennyvíz belső recirkuláltatására szolgáló szivattyúk a levegőztetés alatt oldott oxigénben gazdag szennyvizet juttatnak vissza az anoxikus zónába.

Ahogy a diagramok is mutatják, az utóülepítő elején megfigyelhető a nitrát-nitrogén koncentrációk különböző mértékű emelkedése. Ennek oka, hogy a „B” vonal 4 szekciójának biológiailag tisztított szennyvize a közös gyűjtőcsatornában összekeveredik, majd a már kevert szennyvíz kerül újra osztásra az utóülepítő 8 szekciójára. (1. ábra) Az utóülepítőből elfolyó vízmin-táknál nem tapasztaltunk nitrát-nitrogén emelkedést, amely a megfelelő folyamatok végbe-menetelét igazolja. Az összes nitrogén változása az „A” vonalhoz hasonlóan folyamatosan csökkenő tendenciát mutat.



3. diagram - Az NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P és szűrt KOI változása a B-vonalon (2021.09.07.)



4. diagram: Az NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P és szűrt KOI változása a B-vonalon (2021.12.06.)

A „B” vonal vas(III)-klorid adagolása mindkét mintavételi időpontban megegyezett, a 4.ábrán látható B2-es ponton történt a vegyszeradagolás. Ahogy a diagramról leolvasható, az anoxikus zónában kisebb-nagyobb mértékben emelkedett a foszfát, amelynek magyarázatához további,

részletesebb vizsgálatokat tervezünk elvégezni. Az összes foszfor tekintetében a szekció a várt eredményeket hozza, a szennyezőanyag nagymértékű csökkenése jellemzi a folyamatokat.

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep kiváló szennyezőanyag-eltávolítási hatékonyságát az elvégzett profélmérések igazolják. A leválasztási hatásfok minden vizsgált paraméter esetében meghaladja a 85%-ot, átlagosan 90% feletti. A 4. ábra tartalmazza az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepre 2021-ben befolyó és elfolyó paraméterek értékeit. Kijelenthetjük, hogy a Telep a kívánt vízminőségi paramétereket produkálja, üzemeltetése megfelelőnek bizonyul. Az eredmények kiértékelését követően azonban maradtak nyitott kérdések, amelyek okot adnak a vizsgálatok folytatására. A folyamatok mélyebb szintű megismerése lehetőséget biztosít számunkra, hogy a tisztítási hatékonyságot tovább optimalizáljuk.

Paraméter	Befolyó [mg/l] (2021)	Elfolyó [mg/l] (2021)	Határérték [mg/l]
KOI	582	31	125
BOI ₅	347	< 10	25
Lebegőanyag	293	< 10	35
NH ₄ - N	60,3	3,73	10
TN	70,1	11,8	35
TP	7,6	0,8	5

4. táblázat. Tisztított víz vízminőségi paramétereit és határértékeit

A jövőbeli feladatink között szerepel az Eredmények és értékelés fejezetben részletezett célkitűzések megvalósítása, miszerint részletesebben feltárni az „A” vonali utóülepítőben lezajló nitrát-nitrogén változásokat, a „B” vonali nitrát-recirkuláció okozta nitrifikációt az anoxikus térben, valamint a Telepen megfigyelt biológiai foszforeltávolítás nagymértékű jelenlétét.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep valamennyi munkatársának a sok segítségért, amellyel hozzájárultak ennek a dolgozatnak a létrejöttéhez. Külön szeretnénk megköszönni a Környezetvédelmi Osztály Központi Laboratórium dolgozóinak a minták feldolgozásához nyújtott lelkiismeretes munkáját. Végül szeretnénk köszönetet mondani Kassai Zsófiának a szakmai támogatásért és útmutatásért.

RODALOMJEGYZÉK

- Barótfi, I. és mtsai., 2000. Környezettechnika. Budapest: Mezőgazda Kiadó
- Kárpáti, Á. & Vermes, L., 2011. Vízgazdálkodás - szennyvíztisztítás. 3. bővített szerk. Veszprém: Pannon Egyetem Környezetmérnöki Intézet.
- Kárpáti, Á., Fazekas, B. & Kovács, Z., 2014. Szennyvíztisztítás korszerű módszerei. Veszprém: Pannon Egyetem, Környezetmérnöki Intézet.
- Kassai, Zs., 2013. Nitrogén-eltávolítás az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen - Magyar Hidrológiai Társaság XXXI. Vándorgyűlés, Gödöllő
- Kassai, Zs., 2015. Nitrogen Removal Controlled by Ammonium-Analyser in the North Pest Wastewater Treatment Plant. HUNGARIAN JOURNAL OF INDUSTRY AND CHEMISTRY, 43 (1). pp. 15-18.
- Metcalf & Eddy, I., Tchobanoglous, G., Burton, F. L. & Stensel, H. D., 2003.. Wastewater Engineering. 4th edition. New York: McGraw Hill Higher Education.