



Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

Tudományos Diákköri Dolgozat

Szunyog Györgyi

Kémia BSc.

Témavezető: Szilágyiné Puskás Erzsébet

Belső konzulens: Dr. Várnagy Katalin
Egyetemi docens

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar

Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék

Debrecen, 2012.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni **Szilágyiné Puskás Erzsébetnek** a rengeteg hasznos tanácsot, mellyel szakdolgozatom írása közben ellátott, valamint azt, hogy rendelkezésemre bocsátotta a laborban fellelhető eszközök, vegyszerek összességét. Ezen kívül szeretném megköszönni, hogy segítségemre küldte a labor összes dolgozóját, hogy ez által a munkámat kellő precizitással, és gördülékenységgel tudjam elvégezni.

Szeretném köszönetemet kifejezni **Kóczyán Zoltán** és **Tóth Gábor** felé, akikhez két éven keresztül bármilyen kérdéssel fordulhattam, mindig szívesen segítettek.

Tiszteletemet, és legőszintébb hálámat szeretném kifejezni **Gyulai Zoltánnénak**, aki minden szabad percét, és a nem szabadokat is rám áldozta

Hálás köszönetemet fejezem ki **dr. Várnagy Katalinnak**, aki túlhajszolt labormunkái mellett is elvállalta a velem való konzulációkat, és számos hasznos tanáccsal látott el szakdolgozatírásom folyamán. Itt szeretném neki megköszönni, hogy egyetemi éveim során mindig barátságosan fogadott, és bármikor bizalommal fordulhattam hozzá.

Nem utolsó sorban szeretném megköszönni a labor valamennyi dolgozójának, és gyakorlatosainak a segítséget és támogatást, amit nyújtottak a két év során. Külön kiemelném **Miló Gábor** 4. éves DE-TTK vegyészmérnök hallgatót és **Lukács Péter** BME-s hallgatót, akik remek légkört varázsoltak a fülledt nyári hétköznapiakban, és megmutatták, hogy a munka lehet szórakozás is. Örülök, hogy ilyen kellemes légkörben egy ennyire jól összeszokott és együttműködő csapatban írhattam a dolgozataimat.

A dolgozat elkészítését a TÁMOP--4.2.2/B-10/-1-2010-0024 számú pályázat támogatta.

Tartalom

1. Bevezetés ¹	5
1.1. Célkitűzések	6
2. Irodalmi áttekintés	8
2.1. A szennyvíztisztásról általánosan ^{2,3}	8
2.1.1. Elsődleges tisztítás	8
2.1.2. Másodlagos tisztítás	9
2.1.3. Harmadlagos tisztítás	9
2.2. NYÍREGYHÁZA I.sz. SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP BEMUTATÁSA ⁴	10
2.2.1. I. szakasz: a mechanikai tisztítás	10
2.2.2. II szakasz: a kémiai tisztítás	12
2.2.3. III. szakasz: a biológiai tisztítás	12
2.3. NYÍRBOGDÁNY SZENNYVÍZTISZTÍTÓ RENDSZERE ⁵	14
2.3.1 A tisztítás főbb részei	14
2.3.2. A tisztítás menete	15
2.4. A két szennyvíztisztító telep működésének összehasonlítása	16
3. Kísérleti rész	17
3.1. Eszközök, berendezések	17
3.2. Mérési módszerek, eljárások	17
3.2.1. Kémiai oxigénigény (KOI _d) meghatározás ^{6,7}	19
3.2.2. Biológiai oxigénigény (BOI ₅) meghatározás ^{6,8}	21
3.2.3. Foszfortartalom meghatározás ^{9,10}	21
3.2.4. Összesnitrogén-tartalom meghatározás ¹¹	22
3.2.5. Ammónium-ion meghatározás ¹²	23
3.2.6. Nitrát ion meghatározás ^{13,14}	24
3.2.7. Nitrit ion meghatározás ^{13,15}	24
3.3. A fotometriás vizsgálatok elméleti háttere ¹⁶	25
4. Mérési eredmények	29
4.1. Az érkező és távozó vizek paraméterei	29
4.2. Mérési eredmények értékelése	35
5. Összefoglalás	39

6. Summary	40
7. Felhasznált irodalmak	41

1. Bevezetés¹

A civilizáció fejlődésével folyamatosan nő mind a kommunális, mind pedig az ipari szennyvizek mennyisége. Ez a tény magával vonja a szennyvíztisztítási technológiák fejlesztését, mivel az élővizek terhelésének csökkentése érdekében alapvető cél a szennyvizek minél hatékonyabb megtisztítása. A hatályos jogszabályok igen szigorú követelményeket támasztanak a közcatornába bocsátott, ill. a szennyvíztisztító telepeken megtisztított szennyvíz minőségével kapcsolatban. Az előírt határértékek túllépése esetén a kibocsátónak közcatornába bocsátás esetén csatornabírságot, felszíni vízbe bocsátás esetén pedig szennyvízbírságot kell fizetnie. A bírságok elkerülése érdekében az ipari üzemek sok esetben előtisztítókat üzemeltetnek, a szennyvíztisztító telepek üzemeltetői pedig folyamatosan fejlesztik a tisztítási technológiát, hogy meg tudjanak felelni az egyre szigorodó elvárásoknak. Számos tisztítási technológia ismert; az hogy hol, melyik típusút alkalmazzák, több tényező is befolyásolja. Alapvetően a tisztítandó szennyvíz típusa (kommunális vagy ipari), a szennyvíz mennyisége és a rendelkezésre álló anyagi források alapján születik meg a döntés. Ezen kívül az sem elhanyagolható szempont, hogy milyen területen kell megtisztítani a szennyvizet, ugyanis a fokozottan védett területeken sokkal szigorúbbak az előírások.

Sajnos az anyagi lehetőségek sok esetben határt szabnak a fejlesztéseknek, és még mindig találkozhatunk, korszerűtlen, elavult tisztítókkal, amelyek folyamatosan határérték feletti paraméterekkel bocsátanak tisztított szennyvizet a befogadóba.

A szennyvíztisztító telepek tisztítási hatékonyságát legegyszerűbben az érkező-, és a távozó szennyvíz különböző vízminőségi paramétereinek az összehasonlításával lehet megállapítani. Az érkező szennyvíz az összegyűjtött, telepre beérkező, tisztításra várakozó (ipari vagy kommunális) szennyvizet jelenti, míg a távozó szennyvíz alatt pedig a már tisztítás után befogadóba vezetendő szennyvizet értjük.

A korszerű analitikai módszerekkel ma már viszonylag egyszerű módon meghatározhatóak a legjellemzőbb paraméterek, melyek alapján megállapítható, hogy az adott technológiával hány százalékos tisztítási hatékonyságot lehet elérni

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

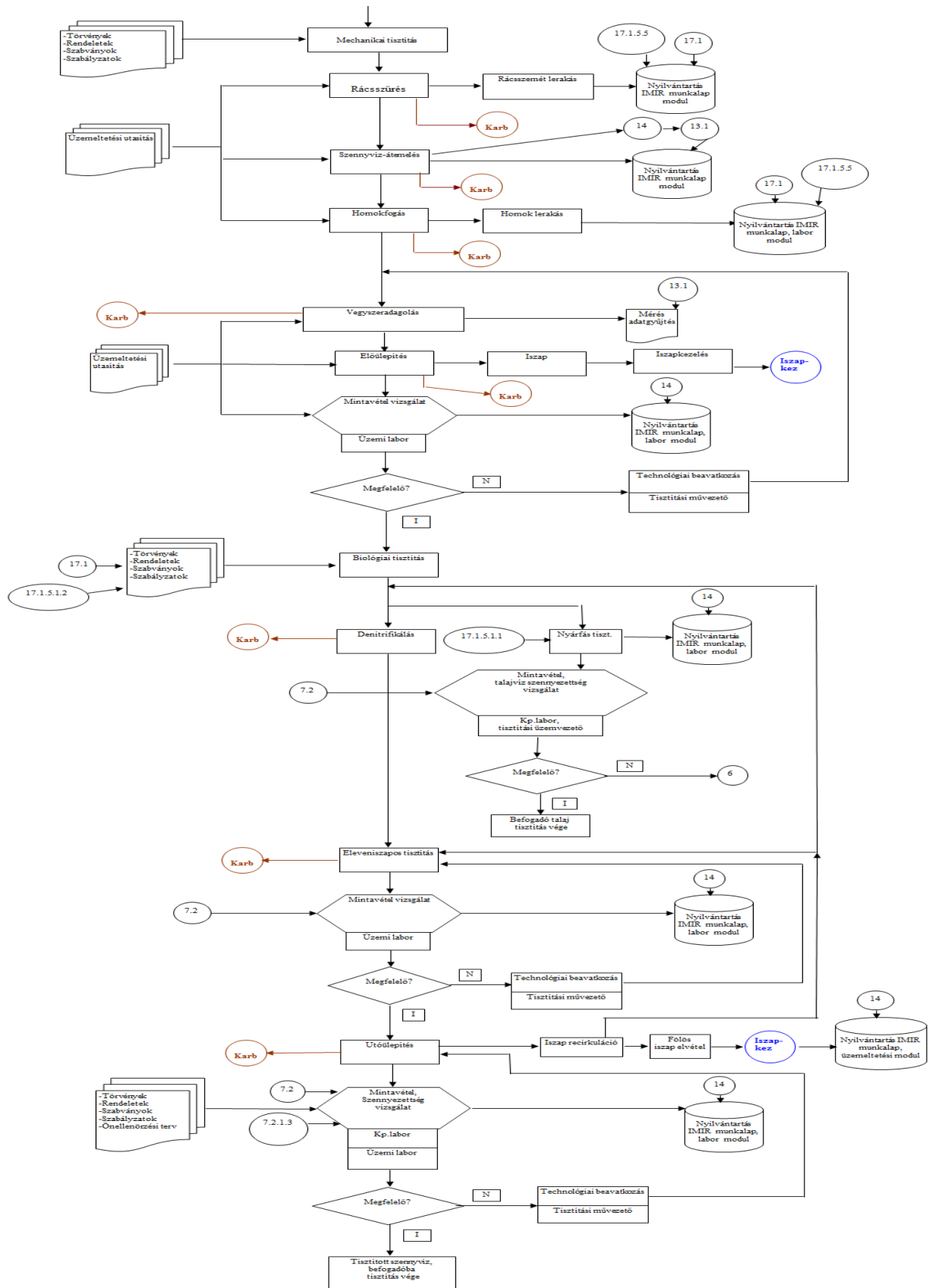
1.1. Célkitűzések

A szakdolgozatomhoz tartozó kísérleteket már 2011-ben elkezdtem a Nyírségvíz Zrt. Központi Laboratóriumában. Vizsgálataim tárgyát a laboratóriumba rendszeresen beérkező különböző szennyvíztisztító telepekről származó szennyvízminták adták.

Vizsgálataim során az alábbi célokat tartottam szem előtt:

1. Kiválasztani két eltérő kapacitású, illetve tisztítási hatásfokú szennyvíztisztító telepet.
2. Kiválasztani azokat a paramétereket, melyek alkalmasak a két telep közötti különbség bemutatására.
3. Szabvány szerinti módszerekkel elvégezni a kiválasztott paraméterek vizsgálatát.
4. Magyarázatot adni a vizsgálati eredményekről
5. Összehasonlítani a két telep vizsgálatáról kapott eredményeket.
6. Levonni a megfelelő konklúziókat.
7. Módosítási, fejlesztési javaslatokat tenni a vizsgálatokra, ill. a technológiákra vonatkozóan.

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján



1. ábra: Szennyvíztisztítás folyamata⁽³⁾

Az ábra egy lehetséges szennyvíztisztítási folyamatot mutat be. Mindhárom tisztítási fázisban lehetnek eltérések. A tisztítási hatékonyságot viszont nem csak ez befolyásolja. Meghatározó a telepek mérete, terheltsége és nem utolsósorban a tisztítani kívánt víz minősége és jellege (ipari v. kommunális szennyvíz).

Dolgoztomban a Nyíregyházi-, valamint a Nyírbogdányi szennyvíztisztító telepek működését hasonlítom össze. Az összehasonlítás alapjául szolgáló vízminőségi paramétereket a laboratóriumvezetővel közösen választottam ki. Dolgozatom tartalmazza a két telep általános leírását, valamint a hasonlóságait és különbségeit bemutatását, ami megkönnyíti a kapott eredmények értelmezését.

A telepek működésének bemutatása után a vizsgálati módszerek részletes leírása és a vizsgálati eredmények értékelése következik. Végül összehasonlítom a két telep működését reprezentáló vizsgálati eredményeket, és megállapítom, hogy melyik telep működik jobban. Mindezek után már csak a mérési módszerek pontosításra, valamint a kevésbé jól működő telep hatékonyságának javítására teszek javaslatot.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A szennyvíztisztásról általánosan ^{2,3}

A szennyvíztisztításnak három fő lépése van. A mechanikai, a biológiai és a kémiai tisztítás.

2.1.1. Elsődleges tisztítás

Célja a nagyméretű, durva, úszó lebegő szennyezők, a szennyvízben lévő ásványi és szerves anyagok, valamint a folyékony és szilárd úszó anyagok eltávolítása. Ezt a tisztítási eljárást mechanikai tisztításnak nevezzük, célja a szennyvíz biológiai tisztításra történő előkészítése. A szennyvizek mechanikai tisztítása a viszonylag egyszerű és régóta alkalmazott eljárások közé tartozik.

A mechanikai tisztítóberendezések az alábbi műtárgyakat foglalják magukban:

- **kő- és kavicsfogók**, szennyvízrácsok, szűrők és aprító szűrők, amelyek a nagyméretű úszó és lebegő szilárd anyagokat távolítják el szűrőhatás és aprítás révén;
- **homokfogók**, melyekben a nagyrészt kisméretű ásványi anyagok gravitációs, esetleg centrifugális elven történő eltávolítását valósítják meg;

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

- **ülepítők**, melyek a nagyrészt kisméretű úszó-és lebegőanyagok gravitációs, esetleg centrifugális erő segítségével történő eliminálását teszik lehetővé;
- **hidrociklonok**, amelyek a nagyrészt kisméretű úszó és lebegő szilárd anyagokat centrifugális erő, illetve kisebb mértékben gravitációs erő hatására távolítják el;
- **úszató berendezések, flotációs medencék, sűrítő és oldó medencék**, amelyekben a kisméretű úszó és folyékony, esetleg szilárd anyagok eltávolítását általában gravitációs erő hatására vagy flotációval, illetve sűrítéssel oldják meg;

2.1.2. Másodlagos tisztítás

A másodlagos tisztítást más néven biológiai tisztításnak nevezzük. Nevéből is következik, hogy az élő szervezetek működésén alapszik, vagyis a természetből ismert és a folyók természetes tisztuló képességénél szerepet játszó mikroszervezetek mesterséges úton való eltávolításából áll. A biológiai tisztítás során a berendezésekben e mikroszervezeteknek lényegesen kedvezőbb életlehetőséget biztosítunk, mint az élővizekben, éppen ezért ezek rendkívüli mennyiségében felszaporodnak, s így a tisztítás döntő részét kb. 21 nap helyett akár pár óra alatt elvégzik. A tisztítási folyamathoz szükséges biológiai-oxigénigényt az ún. BOI₅ módszerrel (ld. 3.3.2. fejezet, 23. oldal) mérjük.

A biológiai tisztítás feladata tehát a szennyvízben mechanikai tisztítás után megmaradó, lebegő szerves részecskéknek, valamint az oldott és kolloidális szerves szennyeződéseknek biokémiai folyamatok segítségével történő lebontása. Attól függően, hogy a mikroorganizmusok működésükhöz oxigént igényelnek-e, beszélhetünk aerob és anaerob mikroorganizmusokról illetve tisztításról.

2.1.3. Harmadlagos tisztítás

A harmadlagos tisztítás a kémiai tisztítás, ami – a nevéből következően is- vegyszerek alkalmazását jelenti. Ez a másodlagos tisztítás eredményeként létrejött ionok, illetve a szennyvízben még megtalálható növényi tápelemek (nitrogén – és foszfortartalmú vegyületek) eltávolítása. Ezzel a lépéssel a szennyvízben lévő, nem ülepíthető anyagok és oldott anyagok kiválását segítik elő. Ezt a módszert derítésnek nevezzük, mert az alkalmazott vegyszerek hatására a zavaros szennyvíz átlátszóvá válik, vagyis látszólag tisztává. Ezen eljárások közé soroljuk a fertőtlenítést is, nem magáért a fertőtlenítésért, hanem a vele járó szerves anyagok lebontásáért.

2.2. NYÍREGYHÁZA I.sz. SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP BEMUTATÁSA ⁴



2. ábra: A szennyvíztisztító telep felülnézeti képe

A telep technológiája: eleveniszapos biológiai tisztítás nitrifikációval-denitrifikációval, vegyszeres foszfor kicsapítás, iszapkezelés: zárt anaerob iszaprothasztás, iszap víztelenítés, komposztálás.

2.2.1. I. szakasz: a mechanikai tisztítás

A telepre a szennyvíz négy vezetéken érkezik. A főgyűjtő csatorna a telep előtti utolsó aknába, közvetlenül a **gépi rács** elé van bekötve. Az érkező szennyvíz automatikus mintavételezése szintén a telep előtti utolsó aknából történik. A városi főgyűjtőből érkező szennyvíz a túlfolyó akna mellett elhaladó csatornában érkezik, az osztóakna részébe. Innen kerül át a gépi tisztítású rácsokra. A rácsszűrés feladata a rács mögötti technológiai gépi berendezések megvédése a nagyméretű és tömeges uszadék által okozott mechanikai rongálódástól (eldugulás, eltömődés stb.).

A rácsok által kifogott rácsszemét gyűjtését vályús szállítócsigával végzik. Ez a hulladék a **rácsszemét mosópréssbe** kerül. A beépített berendezés az oldható anyagoknak (szerves) rácsszemétből történő folyamatos kimosására, és az azt követő víztelenítésre, tömörítésre és konténerbe történő továbbításra alkalmas.

Az érkező szennyvíz átemelésére 5 db szivattyú szolgál. A szivattyúk nyomóoldalán biztonsági berendezésként 5 db torlócsappantyú került beépítésre. A géptér alján összegyűlő csepegő vizeket függőleges tengelyű zsompszivattyú emeli át a szívtérbe. A gépészeti berendezések védelmére, a műtárgyak közötti összekötő csővezetékben a lerakódás

megakadályozására és az ülepitő medencék terhelésének csökkentésére **homokfogót** építettek be. A homok kiválásának alapfeltétele, hogy az áramló víz sebessége állandó és előírt legyen, kb. 25-30 cm/s. A homokkotró berendezést a homok, szerves anyag mennyiségétől függően, legalább óránkénti gyakorisággal jártni kell. Semmi esetre sem engedhető meg a homokréteg olyan mértékű összegyülemzése, hogy a kotrólemezeket ellepje. A homok víztelenítése céljából beépítésre került 2 db homokmosó berendezés. Az eljárása célja, jó kiválasztási hatásfokkal leválasztani a homokot, a homok-víz-szervesanyag keverékből és víztelenítés után elszállítani egy konténerben. A kihordott homokban ezután nem lehet több a szervesanyag tartalom 5 % -nál.

Ezután a víz a **Dorr-típusú előülepitő medencék**be kerül. Az előülepitők feladata, hogy az előtisztításon áthaladt szennyvizet az ülepihető anyagoktól, valamint a felúszó szennyeződésektől megtisztítsák és a szétválasztott iszapot, illetve uszadékot az iszapkezelés folyamatába továbbítsák. Működésük azon alapszik, hogy méreteik révén az érkező szennyvíz sebesség 0,04-0,20 m/s-ra csökken, amikor is a lassú átáramlás alatt lehetőség nyílik a lebegő anyagok nagy részének leülepitésére. Az ülepitendő vizet alulról, egy csövön keresztül vezetik be, ami a medence középpontjában lévő csillapítóhengerhez csatlakozik. Ennek feladata a vízhozam egyenletes bevezetése, illetve elosztása. A bevezetett víz sugárirányban halad végig a medencén, majd a műtárgy kerülete mentén elhelyezett gyűjtővályúba jutva hagyja el a berendezést. A medence alakja leginkább egy csúcsára állított kúpra hasonlít. A kotró berendezés biztosítja a leülepedett anyagnak a vízbevezető mű alatt lévő tölcserbe, iszapzsompba¹ történő folyamatos bekotrását, ahonnan az iszapoló vezetéken keresztül távolítható el. A kotróhíd felső része kezelőjárdának van kialakítva. A kotróspirál csőrudazattal kapcsolódik a kotróhídhöz. A középpontban az áram bevezetése a motorhoz csúszógyűrű-testtel történik. A víz felszínén úszó habot, illetve uszadékot logaritmikus spirál² alakú habtoló és billenőlapát juttatja a medence kerületére. Innen az uszadék elvezető zsompba a billenőlapát kotorja.

Az ülepitőkből a leülepedett iszapot a rothadás megindulása előtt el kell venni. Az elvett iszapot tovább kell kezelni, a nyers és a főlös iszapot a kevertiszap átemelőbe kell táplálni. Ez különféle vegyszerekkel történik.

¹ folyadékgyűjtő hely, mélyedés

² a spirál egyenlete polárkoordinátákkal felírva: $r=ae^{b\theta}$

2.2.2. II szakasz: a kémiai tisztítás

A tisztítás elősegítéséhez szükség van különféle vegyszerek adagolására. Az első a mészhidrát, mely a pH beállításhoz, a második pedig a vas(III)só-oldat adagolás, mely a foszforkicsapáshoz, az ülepítési hatásfok növeléséhez és a biogáz H_2S tartalmának csökkentéséhez elengedhetetlen. Míg a vas(III)só-oldat adagolását még az előülepítőre vezetett szennyvízhez adagoljuk, addig a mészadagolás már az innen érkező, mechanikailag megtisztított szennyvízhez kerül hozzáadásra.

2.2.3. III. szakasz: a biológiai tisztítás

A kémiai szennyvíztisztítás után a szennyvíz biológiai tisztításon megy keresztül. A rendszer fontos eleme az utóülepítőkkal és a recirkulációval szoros egységet képező előlevegőztető és denitrifikáló medence, melynek rendeltetése a biokémiai reakciókhoz szükséges feltételek biztosítása.

A telepen eleveniszapos biológiai tisztítási rendszer üzemel. Az eleveniszapos rendszer gyakorlatilag minden biológiailag bontható szerves anyagot tartalmazó szennyvíz tisztítását biztosítja. A nyers előtisztított szennyvizet lebegtetett állapotban lévő mikroorganizmus tömeggel, eleven iszappal kell összehozni, mely során a szennyező anyagok abszorbeálódnak az eleveniszap pelyhek felületén. Az abszorbeált anyagot a mikroorganizmusok biokémiaiilag feldolgozzák, sejtekké alakítják, kis részét vízzé és széndioxiddá oxidálják. A mikroorganizmus-tömeget vissza kell juttatni a folyamatba (recirkuláció). A keletkező bomlékony iszapszaporulat (fölsiszap) külön kezelésre szorul. A folyamat feltétele a kellő oxigénellátás és a pelyhek lebegésben tartása, melyet a finombuborékos levegőztető rendszer biztosít. A medencébe alulról egy vezetéken érkezik az előülepített szennyvíz. A medence ellenkező oldalánál még egy folyadékbetáplálás történik, felülről vezetik be a recirkuláció elegyét. A recirkulációs iszap nagy mennyiségben tartalmaz nitrátot. Az oxigénhiányos nyers szennyvíz környezetében redukciós folyamat hatására a nitrogén eltávozik a szennyvízből, az oxigén pedig beoldódik, megtörténik a denitrifikáció. Az előlevegőztető és denitrifikáló medencében a szennyvíz-iszapelegy körbe-körbejáratását egyrészt a levegőbevivő rendszer, valamint víz alatti búvárkeverő is biztosítja. Innen a víz átkerül a levegőztető medencékbe, ahol a mikroorganizmusok irányított tevékenységét (fermentáció) hasznosítják. Ennek a fermentációs tevékenységnek a "nyersanyaga" a szennyvíz finom, lebegő, kolloid- és oldott szerves anyaga. A reakciótermékek részben szilárdak (baktériumszaporulat) és kiülepíthetők kiszűrhetők, részben pedig gáz alakúak és maguktól, vagy az elegy keveredése során távoznak a szennyvízből. A reakciótermékek egy része ugyan oldatban marad, de tovább nem bomlik, stabilizálódik.

Az élő baktériumtömeget tartalmazó eleveniszapot az utóülepítő választja le a folyadék (tisztított víz) fázistól. A kiülepített iszapot recirkuláltatjuk (visszatápláljuk) a levegőztető-medencébe, illetve a fölősiszapot (az iszapszaporulatot) elvezetjük a rendszerből. Az eleveniszapos biológiai szennyvíztisztításra levegőztető medencét alkalmaznak. Az eleveniszapos berendezések folytonos táplálású aerob fermentoroknak (reaktoroknak) tekinthetők, működésük elengedhetetlen feltétele a mesterséges oxigénbevitel. Eleveniszapos rendszereket minden biológiailag bontható szerves anyagot tartalmazó szennyvíztisztításra alkalmazhatunk. A reaktor elegendő oxigénellátását és a pehelyméret szabályozását levegőztető berendezések teszik lehetővé.

Ezt az eleveniszapos elegyet szét kell választani (vízre és eleveniszapra), melyhez utóülepítő medencéket használunk. Ugyanitt történik az iszapsűrítés is. Fontos a megfelelő recirkuláció biztosítása, ugyanis ez gátolja meg, hogy gázbuborék, vagy iszapcsomó keletkezzen az ülepítő felszínén. Az iszapnak még a rothadás megindulása előtt el kell hagynia az utóülepítőt. Az iszapkezelés fontos része a szennyvíztisztításnak. Fontos tényező az iszap szárazanyag-tartalma, mely konzervgyári szezonban akár a kétszerese is lehet a szokásosnak. Az iszapkezeléshez két darab 2000 m³-es rothasztó nyújt segítséget. A keletkező biogázból áramot fejlesztenek, ami nemcsak a telep egész éves áram-ellátását biztosítja, hanem ezen felül még a város villamosenergia-hálózatába is tudnak áramot betáplálni. A víztelenített iszap konténerben kerül elszállításra a komposztáló telepre.

Az iszapot kétféle módon lehet bomlasztani. Aerob (oxigén jelenlétében történő) és anaerob (oxigén teljes kizárásával való) iszaprothasztási folyamattal. Ez a telep az utóbbit alkalmazza, mely gazdaságosabb és a folyamat során metán termelődik, melyet tovább lehet hasznosítani.

2.3. NYÍRBOGDÁNY SZENNYVÍZTISZTÍTÓ RENDSZERE ⁵

A telep technológiája: nagyterhelésű eleveniszapos, teljes biológiai tisztítás nitrifikációval, vegyszeres foszfor eltávolítással.

2.3.1 A tisztítás főbb részei

A tisztítás során fertőtlenítés és biológiai szennyvíztisztítás, iszapkezelés, recirkuláció történik, gépi tisztítású rács, homokfogó, puffer medence, levegőztető terek, utóülepítő alkalmazásával. Itt már csak a 2.2. fejezetben nem említett lépéseket mutatom be részletesen.

- **Fertőtlenítés**

A szennyvíztisztító telepen folyamatos fertőtlenítést az illetékes NSZSZ (Népegészségügyi Szakigazgatási Szerv, korábban ÁNTSZ) nem írt elő, de esetleges járványveszély esetén a fertőtlenítéshez szükséges fertőtlenítő szer adagolásának adott a lehetősége. Külön fertőtlenítő medence nem került kialakításra, mert a végátemelő térfogata, valamint a hosszú nyomóvezeték kellő behatási időt biztosít a beadagolt szabad klórtartalomnak a megfelelő hatás kifejtésére. A tisztítótelepen fertőtlenítő vezeték került kiépítésre, mely segítségével az utóülepítőbe lehet fertőtlenítőszer adagolni. A fertőtlenítés célja a tisztított szennyvízben visszamaradt kórokozók elpusztítása. A fertőtlenítés időszakos, csak az NSZSZ utasítása esetén szükséges. A tisztított szennyvíz fertőtlenítésére nátrium-hipoklorit alkalmazható.

- **Szennyvíztisztítás (Technológiai feladatok)**

A biológiai szennyvíztisztítási eljárásban a mikroorganizmusok irányított tevékenységét (fermentáció) hasznosítják. Ennek a fermentációs tevékenységnek a "nyersanyaga" a szennyvíz finom, lebegő, kolloid- és oldott szerves anyaga. A reakciótermékek részben szilárdak (baktériumszaporulat) és kiülepíthetők kiszűrhetők, részben pedig gáz alakúak és maguktól, vagy az elegy keveredése során távoznak a szennyvízből. A reakciótermékek egy része ugyan oldatban marad, de tovább nem bomlik, stabilizálódik. Az élő baktériumtömeget tartalmazó eleveniszapot az utóülepítő választja le (gravitációs úton) a folyadék (tisztított víz) fázistól. A kiülepített iszapot recirkuláltatják (visszatáplálják) a levegőztető medencébe, ill. a fölösleget (az iszapszaporulatot) elvezetik a rendszerből.

- **Puffer medence**

A szennyvíz recirkulációs, valamint denitifikációs iszappal való homogenizálása történik, majd innen kerül a szennyvíz a levegőztető terekbe feladásra.

- **Utóülepítő**

Itt történik a végleges fázis szétválasztás. Az eleveniszapos szennyvíztisztítási rendszer utóülepítőinek rendeltetése a levegőztetőkből érkező jelentős koncentrációjú eleveniszap elegy szétválasztása tisztított vízre és a vele közel azonos tömegű eleveniszapra. Feladata a fázisszétválasztáson túlmenően az eleveniszap koncentrációjának növelése, vagyis részben iszapsűrítés is.

- **Iszapkezelés**

A levegőztető terekben túlzottan felszaporodott iszapmennyiséget el kell távolítani. A nagy koncentrációjú, a folyékony szennyvíztől elválasztott iszapot tovább kell kezelni, vagy el kell távolítani, ami a szennyvíztisztító telep üzemeltetője számára egyre inkább a legnagyobb kihívást, megoldandó feladatot jelenti.

2.3.2. A tisztítás menete

A településekről közös nyomóvezetéken érkezik a szennyvíz Nyírbogdányon keresztül, mérés után, gépi hengerrácsra és tangenciális homokfogóra, amely majd az épület alatt kialakított puffer műtárgyba jut. A puffer műtárgyban keverő berendezések biztosítják a szennyvizek homogenizálását és megakadályozák a mechanikai szennyezések tartós kiülepedését és letapadását. Innen a szennyvizet a szivattyú juttatja a levegőztető műtárgyba.

A fölös iszap recirkulációs ágból való elvételét a búvárszivattyú teszi lehetővé.

A légszállítást légfúvók biztosítják. A negyedik levegőztető medencéből gravitációsan kerül a szennyvíz az udvaron található egyedi típusú utóülepítő csillapító hengerébe. Innen az ülepítőtérbe kerül a szennyvíz, ahol a végleges fázis szétválasztás megtörténik.

A rendszerből kikerülő tisztított szennyvíz egy átemelőbe kerül, melyben szivattyú került beépítésre. Ezek a szivattyúk juttatják a szennyvizet a befogadóba.

A fölös iszap elvétele az utóülepítőből történik. Az ülepítőbe a fázisszétválasztást követően a fölös iszap eltávolítását az ülepítő kotró hídjára erősített iszapporszívó végzi. A porszívó

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

felett található szivattyú segítségével beemelik az iszapot az ülepítő központi hengerében található vályúba, ahonnan gravitációsan folyik vissza az iszap a denitrifikáló térbe. Az utóülepítő felszínéről eltávolított uszadék is a központi vályúba, majd az szintén a recirkulációs iszappal a puffer műtárgyba kerül. Az uszadékok eltávolítását a kotróra erősített merülő falak gyűjtik össze, majd az iszaptálcába vezetik. A tálcá alján található egy búvárszivattyú, ami az uszadék feladását végzi a központi vályúba. A gravitációsan visszafolyó recirkulációs vezeték megcsapolásával történik a fölös iszap elvétele, a folyamatos recirkuláció tartása mellett.

2.4. A két szennyvíztisztító telep működésének összehasonlítása

A két telep összehasonlítása során a legszembetűnőbb különbség a méretekben van. Míg a Nyírbogdányi telep kapacitása $350 \text{ m}^3/\text{nap}$, addig a Nyíregyházié csaknem 63-szor akkora, azaz $22000 \text{ m}^3/\text{nap}$. A Nyíregyházi szennyvíztisztító telepnek jóval több szennyvizet kell befogadni, emiatt értelemszerűen jóval nagyobb a rendelkezésre álló tisztító berendezések teljesítménye is. Technológiáját tekintve a két telep szinte azonos: eleveniszapos biológiai tisztítás, nitrifikációval, vegyszeres foszforeltávolítással, a Nyíregyházi telep kiegészül az iszapkezelés és komposztálás folyamatával. A két telep működésbeli különbsége a vizsgálati eredmények részletezése során is látható lesz.

3. Kísérleti rész

3.1. Eszközök, berendezések

A munkám során használt legfontosabb műszerek és eszközök a következők:

Kémiai oxigénigény meghatározására:

DOSIERTITRATOR DT10 Automata titrátor; reakcióedény; pipetta; roncsoló készülék; hűtőoszlop; mágneses keverőmag;

Biológiai oxigénigény meghatározására:

OxiTop BOI mérőfej; mérőhenger; BOI termosztát; barna mérőüveg; mágneses keverőtálca; meghatározott térfogatra kalibrált mérőlombik; gumi kosár-gallér;

Ammónium-, nitrit- és nitrát tartalom meghatározására:

AquaKem 200 elem analízátor (a készülékhez tartozik a küvetta tartó küvettával melyben a színeképzés lezajlik, hulladéktároló, ultra tiszta víz tároló, számítógépes rendszer); mintatartó küvetta

Foszfortartalom meghatározására:

Ganimede P foszforanalízátor; 100 cm³-es Erlenmeyer lombik; számítógép;

Az összes kötött nitrogén tartalom (TNb) meghatározására:

Hiper TOC/TN analízátor a TOC (összes szerves szén) meghatározása mellett a TNb (összes kötött nitrogén) meghatározására is alkalmas berendezés (magában foglalja: a reakcióedényt, automata mintaváltót, minta-homogenizálót, a megfelelő detektorokat és a számítógépes rendszert.); homogenizáló, papírszűrő, Erlenmeyer lombik

3.2. Mérési módszerek, eljárások

A két szennyvíztisztító telep tisztítási hatásfokának összehasonlításához olyan vizsgálati paramétereket választottam, amelyek értéke jól jellemzi a telepek működését (KOI, BOI, öP, TNb, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N) Ezeket a paramétereket többnyire rutinszerűen vizsgálják valamennyi szennyvízvizsgáló laboratóriumban, azzal a különbséggel, hogy nem áll rendelkezésre minden laboratóriumban olyan műszerezettség, ami a Nyírségvíz Zrt. laboratóriumában megvolt. A KOI_d titrálása pl. a legtöbb helyen még manuálisan történik, ill. a fotometriás mérések és a roncsolást igénylő öN, öP meghatározása is általában sokkal munkaigényesebb, mint ahogy azt a munkám során megismerhettem.

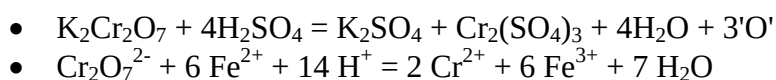
Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

A vizsgálatokat a vizsgálati szabványok és az adott mérésre szolgáló műszer kezelési utasításának pontos betartásával végeztem. A megbízható eredmény alapfeltétele a megfelelő kalibráció. A kalibráció jóságát valamennyi mérési sorozatban ellenőrző minták mérésével igazoltam.

3.2.1. Kémiai oxigénigény (KOI) meghatározás^{6,7}

Az oldott és lebegő anyagok oxidációjához szükséges, dikromáttal egyenértékű oxigén tömegkoncentrációja, ha a vízmintát az előírt módon kezeljük dikromáttal.

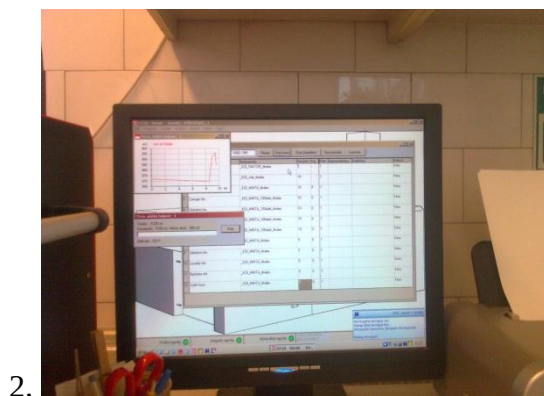
- **A módszer elve:** A mintát higany(II)-szulfáttal és tömény kénsavban oldott ezüstkatalizátort tartalmazó oldattal reagáltatjuk. Kálium-dikromát ismert mennyiségével meghatározott időn keresztül forraljuk, miközben az oxidálható anyagok a dikromátot redukálják. A visszamaradó dikromátot vas(II)-ammónium-szulfáttal megtitráljuk. A redukálódott dikromátoldat mennyisége alapján számoljuk a KOI-értéket. 1 mol dikromátion($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) 1,5 mol oxigénnel (O_2) egyenértékű.



- **Felhasznált vegyszerek:** Tömény kénsav, ezüst-szulfát-kénsav oldat, kálium-dikromát-referenciaoldat, vas(II)-ammónium-szulfát-mérőoldat, kálium-hidrogén-ftalát-referenciaoldat, ferroinindikátor-oldat
- **A vizsgálat menete:** 10 ml távozó vagy 5 ml érkező mintát a reakcióedénybe pipettázom. Az érkező szennyvízmintához hozzáadok még 5 ml desztillált vizet. Elindítom a számítógépes programot. A kálium-dikromátos és kénsavas bürettákat kondicionáltatom, ezzel a csőben maradt oldatokat kiüríti, így nem lesz bomlásban álló vegyszer, mellyel a roncsolás más eredményekhez vezetne. Behelyezem a mintatartó tálcát. Beállítom, hogy 2 bürettával adagoljon, valamint azt is, hogy hány ml oldatot tegyen a vizsgálni kívánt mintához. Majd beállítom a mintaszámot, ami azért fontos, mert a titrátor annyi mintaedény helyére adagol, ahány helyre ez be van táplálva. Végül elindítom az adagolást. Hozzáadok 5,0 ml kálium-dikromát-oldatot, majd lassan hozzáadagolok 15 ml ezüst-szulfát-kénsav oldatot. Ha befejeződött a művelet, bezárom a programot és áteszem a tálcát a melegítésre, ugyanis a mintában lévő szerves összetevők nagy hőmérsékleten roncsolódnak. Itt beállítom a 155 fokot, és a 2 órát, a reakcióedényekre ráhelyezem a hűtőoszlopokat és elindítom a roncsolást. Miután letelt az idő, kikapcsolom a készüléket. Megvárom, míg magától visszahűl az oldat, majd a hűtőoszlopról desztillált vízzel leöblítem a rajta kondenzálódott anyagokat. Ezután a mintát 100 ml-re desztillált vízzel kiegészítem és keverőbotot belehelyezem.

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

Most már a titráló referenciaoldatot adagolja a gép. Beállítom, hogy hány ml ammónium-vas(II)-szulfátot /Mohr-só/ adjon a 100 ml-re kiegészített mintához. Az adatokat számítógépen rögzítem, majd elindítom a titrálást. Miközben folyamatosan adagolom a Mohr-sót, közben mérem a feszültséget. Ezt egy görbén elemzi a program, és adott feszültség elérésénél hagyja abba a titrálást (a titrálási görbe ekvivalencia pontjánál). Végül a megtitrált mintákat leszívja a gép, és veszélyes hulladéktárolóba üríti.



3. ábra: Adagolás automata titrátorral (1.), valamint a számítógép által vezérelt program(2.)

Minden esetben vakpróbával, faktorral és ellenőrzővel kezdjük a mérést.

Az eredmény kiszámítása:⁽⁷⁾

A kémiai oxigénigény (KOI) értékét mg/l-ben megadva a következő képlettel számítjuk:

$$8000 \cdot c \cdot (V_1 - V_2) / V_0,$$

ahol

- c : a vas(II)-ammónium-szulfát mérőoldat koncentrációja mol/l,
- V_0 : a minta térfogata, ha hígított mintát vizsgálunk, akkor a hígítás előtti térfogat(ml)
- V_1 : a vakpróba titrálásra fogyott vas(II)-ammónium-szulfát-mérőoldat térfogata(ml)
- V_2 : a vízminta titrálásra fogyott vas(II)-ammónium-szulfát-mérőoldat térfogata(ml)
- 8000 az $\frac{1}{2}$ O_2 -nek megfelelő mól tömeg (mg/l)

Az eredményeket a legközelebbi egész értékre kerekítve adjuk meg, a 30mg/l alatti értéket pedig: <30mg/l.

Határérték: 75-200mg/l között.

3.2.2. Biológiai oxigénigény (BOI5) meghatározás ^{6,8}

Az OxiTop mérőrendszerrel történő biokémiai oxigénigény meghatározás az aerob mikroorganizmusokat tartalmazó inkubált vízminta respirációja következtében létrejövő nyomásváltozás mérésén alapul. A nyomásmérés elektronikus nyomásérzékelők segítségével történik. A toxikus anyagok nem, de elegendő tápanyagot és megfelelő mikroorganizmusokat tartalmazó minta biológiai oxigénigénye hígítás nélkül meghatározható az OxiTop mérőrendszerrel.

A módszer elve: A mérendő mintát kiegészítjük a mikrobák számára szükséges szerves tápkomponensekkel, aerob mikroorganizmusokkal oltjuk, és sötét, lezárt üvegben, állandó hőmérsékleten tároljuk. A mikroorganizmusok a minta bontható komponenseinek szerves lebontása közben oxigént fogyasztanak és szén-dioxidot termelnek. A termelődő CO₂-ot a lezárt üvegbe helyezett NaOH-pasztillákkal elnyeletjük, aminek következtében nyomáscsökkenés áll elő a lebontás előrehaladtával, ami arányos az elfogyasztott oxigén mennyiségével.

Felhasznált vegyszerek: Nátrium-hidroxid, allyl-tiokarbamid (ATU)

A vizsgálat menete: Ahogy a KOI-nál, itt szintén külön kell vizsgálni az érkező és a távozó szennyvizet. Egy barna, 0,5 literes, zárható üvegbe bemérem az érkezőnél 97, távozónál pedig 432 ml szennyvizet. Ezután az üvegbe teszem a nitrifikációt gátló ATU-t (2 vagy 9 csepp, attól függ, hogy hány ml-t mérek be a szennyvízből), majd egy mágneses keverőbotot teszek az üvegbe. A mérőüveg nyakára gumikosarat helyezek, melybe 2 db nátrium-hidroxid tablettát teszek. Lezárom az üveget az oxitrop mérőfejjel, és megindítom a mérést. Az üveget 20°C-ra beállított termosztátba helyezem. A mérési hőmérséklet beállta után az OxiTop megkezd az oxigénfogyasztás figyelését. (Auto Temp-funkció). Az 5 nap alatt a vízmintát folyamatosan kevertetni kell (mágneses keverőbot). A mérőfej minden 24 óra elteltével automatikusan tárol a memóriában egy értéket, de csak 5 napon át. Utána a mérés abbamarad. Az 5 nap eltelte után a mintákat kiveszem a hűtőből és a tárolt értéket lekérdezem. Az adatokat számítógépen rögzítem.

3.2.3. Foszfortartalom meghatározás ^{9,10}

A foszfor a szennyvízben döntő mennyiségben oldott szerves foszfátként (PO₄³⁻) és szerves kötésben lévő foszfátként van jelen.

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

A mérés elve: Antimon-molibdenátos fotometriás módszer: az ortofoszfát ionok savas oldatban molibdenát-és antimon(III)ionok jelenlétében antimon-foszfor-molibdenát komplexet képeznek. A komplexet aszkorbinsavval redukálva erősen színes molibdénkomplex keletkezik. E komplex extinkciójának mérésével határozható meg a jelen lévő ortofoszfát koncentrációját.

A polifoszfátok és néhány szerves foszforvegyület koncentrációját úgy határozzuk meg, hogy kénsavas hidrolízissel molibdenáttal reagáló ortofoszfáttá alakítjuk azokat.

Felhasznált vegyszerek: Kénsavoldat, aszkorbinsav, savas molibdenát-oldat, kálium-antimonil-tartarát, nátrium-tiosulfát-oldat, ortofoszfát-pentahidrát, kálium-peroxi-diszulfát-oldat, nátrium-hidroxid oldat

A vizsgálat menete: Erlenmeyer lombika készítem elő a mintát, távozónál nem adok semmit a szennyvízhez, az érkezőt viszont a húszszorosára hígítom. Átöntöm a mintatartó üvegekbe, ezt a mintatartó tálcával ráhelyezem az automata mintaváltó készülékre. A legelső mintám a vak lesz, majd ezt követi az ellenőrző, a szennyvizek és végül még egy ellenőrző minta. A számítógépen beállítom a hígításokat, valamint a mérni kívánt komponenst. A perisztaltikus pumpa segítségével a készülék felszívja a mintát, majd hozzá kénsavat adagol a roncsolás végett. A gépben lévő kis reakcióedényen fűtőszál található, hogy a roncsolás hamarabb végbemenjen. Kálium-peroxi-diszulfáttal oxidálva oldott ortofoszfáttá, majd ammónium-molibdenáttal és kálium-antimonil-tartaráttal heteropolisavvá alakítom. Ez azért szükséges, mert utána egy másik küvettába kerül át a minta, ahol aszkorbinsavat adagol a gép. Ez lesz a színelőhívó vegyszer. A redukció során kék színű vegyületet kapok, amit fotometriásan meg tud vizsgálni a gép. A szükséges vegyszereket vegyszerkatalógusból meg lehet rendelni, nem szükséges az elkészítésük sem. A mért abszorbanciák átkerülnek egy excel táblázatba az importálás során. Innen a gép automatikusan kiszámolja a koncentrációt az $1,8 \cdot (Abs - 0,04)$ képlet segítségével. Valamint számol a hígításokkal is.

3.2.4. Összesnitrogén-tartalom meghatározás¹¹

Az összes nitrogén magában foglalja az összes Kjeldahl nitrogént, a nitrát nitrogént ($\text{NO}_3\text{-N}$), valamint a nitrit nitrogént ($\text{NO}_2\text{-N}$). Az összes Kjeldahl nitrogén pedig az összes szerves nitrogént és az ammónium-nitrogént ($\text{NH}_4\text{-N}$) tartalmazza. Vagyis az összes szerves és szervesetlen N- tartalom meghatározásáról van szó.

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

A mérés elve: Az analizátorban a minta nitrogén tartalma NO-dá oxidálódik. Mivel a gáz már kondicionálva hagyja el az analizátort, további kezelés a detektorban nem történik. A reakciókamrában a NO reagál hozzáadott ózonnal és gerjesztett NO_2^* gyök képződik. A gerjesztett molekulák alapállapotba való visszatérésük során energiát bocsájtanak ki fény formájában. A kibocsájtott fényt foto-elektron sokszorozóval detektáljuk. Az integrált jel mérete reprezentálja a mintában jelen lévő N mennyiségét.

Felhasznált vegyszerek: Nitrogén törzsoldat kalibráláshoz, nikotinsav, nitrogén törzsoldatok a rendszer ellenőrzéséhez, oxigén gáz, ultra-tiszta víz

A vizsgálat menete: Először kell készítenem egy kalibráló oldatsorozatot, hogy fel tudjam venni a kalibrációs görbét. Később ezzel fog számolni a gép. Valamint szükségem van egy vak mintára is (ez desztillált víz). Ezzel ellenőrzöm a mérés helyességét. Kiöntöm a távozó- és az érkező (ötszörösre hígított) szennyvizet a mintatartó üvegbe. Lefedem parafilmmel vagy alufóliával, lekupakozom, és behelyezem a tálcába. Végül a programmal elindítjuk a mérést. A kapott értékeket a kalibrációs görbe segítségével a számítógép kiértékeli és rögzíti is.

3.2.5. Ammónium-ion meghatározás ¹²

A módszer elve: Az ammónia reagál a nátrium-diklór-izocianuráttal (Na-DIC) lúgos hidrolízisekor keletkező hipoklorittal és monoklóramint képez. Ez reagál a szalicilát ionnal, Na-nitroprusszid jelenlétében, 12,6 pH-n, és kék színű vegyületet képez. A színezék abszorbanciáját spektrometriásan mérjük 655 nm-en, az ammónia koncentrációt a kalibrációs görbe alapján számoljuk.

Felhasznált vegyszerek: Na-Szalicilát oldat, nátrium-diklór-izocianurát-oldat, ammóniumnitrogén-standardoldat, ammóniumnitrogén-standard oldat, ammóniumnitrogén-standardoldat, ultra-tiszta víz

A vizsgálat menete: A készülék bekapcsolása után légtelenítem a rendszert, majd minimum háromszor átmosatom. A küvettákba kiöntöm a vizsgálandó mintákat, a vak oldatokat és a standardot. A program segítségével berakom a küvettatartót és a reagenseket. Hozzárendelem mindegyik mérendő mintához a mérni kívánt komponenst. Szükség esetén új kalibrációs görbét veszek fel, ami alapján a gép számolni fog tudni. A mérés egyszerű spektrofotometrián alapul. A gép elvégzi a színreakciókat egy küvettában, és ennek méri az abszorbanciáját. A koncentráció függvényében ábrázolt abszorbancia görbénk van. Erre illeszti a kapott

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

abszorbanciát (fényelnyelést) és így megkapjuk a koncentrációnkat. Ha szükséges a gép elvégzi a kellő hígításokat is.

3.2.6. Nitrát ion meghatározás^{13,14}

A mérés elve: A nitrátionok szalicilsavval ($\text{C}_6\text{H}_4\text{-COOH-OH}$) lúgos közegben sárga színű addíciós vegyületet (nitro-szalicilsavat) képeznek. A meghatározás során először nátrium-szalicilátot adunk, majd szárazra pároljuk. A száraz maradékot kevés tömény kénsavban oldjuk, majd átlugosítjuk. A kifejlődő szín okozta fényelnyelést min. 20 perc múlva, de max. 1 órán belül 410 nm-en mérjük.

Felhasznált vegyszerek: Színkeltő reagens, rézsulfát törzsoldat, nátriumhidroxid törzsoldat, hidrazinsulfát törzsoldat, nitrát törzsoldat, standard nitrát oldat, nitrát kalibráló törzsoldat-sorozat

A vizsgálat menete: A vizsgálat ugyanazzal a készülékkel történik, mint az ammóniáé. Különbség a reagensekben és standardokban van. Behelyezzük a standardot, amit a készülék magának hígít és elkészíti a kalibráló egyenest. A reagenseknek (TON1 , TON2 , TON3)³ köszönhetően a nitrátion nitritté redukálódik. Előtte a készülék lemérte a nitrit mennyiséget, majd ezt újra, és a kettő különbségéből meg tudja határozni a nitrátion mennyiségét.

3.2.7. Nitrit ion meghatározás^{13, 15}

Ezen eljárás ivóvízben, felszíni- és sósvízben, háztartási és ipari szennyvizekben lévő nitrit meghatározásra alkalmazható. 0,01-10 mg/l $\text{NO}_2\text{-N}$ koncentráció esetén alkalmazható.

A mérés elve: A nitritionok ecetsavas, savanyú közegben szulfanilsavvaal és α -naftalinsavval (Gries-Ilosvay reagens) ibolyás vörös színű vegyületet hoznak létre. Az ecetsav által szabaddá tett salétromsav a szulfanilsavat diazotálja és a keletkező diazóniumsó a jelen lévő α -naftalinnal piros azofestékké kapcsolódik, melyet a spektrofotométer 540 nm hullámhosszúságúnak érzékel. A reakció rendkívül érzékeny és szelektív.



³ gyári reagentia

Felhasznált vegyszerek: Puffer-szín reagens, nitrit törzsoldat, nitrit standard oldat

A vizsgálat menete: A vizsgálatot a nitráthoz hasonlóan spektrofotometriásan végzem. A módszer hasonló az ammóniánál leírttal. Különbség értelemszerűen szintén a reagensekben és standardokban van. Itt szintén a TON1, TON2 és TON3 reagensekkel dolgozunk.

3.3. A fotometriás vizsgálatok elméleti háttere¹⁶

A kiválasztott vizsgálatok közül az $\text{NH}_4\text{-N}$, a $\text{NO}_2\text{-N}$, a $\text{NO}_3\text{-N}$ és az öP meghatározása spektrofotometriás elven történik, ezért röviden ismertetem a fotometria elvét. Ha fény jut az anyagi közegbe, akkor annak egy része a határfelületen visszaverődik, másik része a közegben elnyelődik, harmadik része pedig a közegen áthalad. Spektrofotometria szempontjából a fényelnyelés a lényeges. Ha I_0 intenzitású fény egy abszorbeáló anyag l cm vastagságú rétegén halad át, intenzitása I -re csökken. Az intenzitás csökkenése kapcsolatos az anyagi rendszer minőségével, összetételével, az áthaladt fény hullámhosszával, az anyagi közegben megtett úttal (un. rétegvastagsággal, vagy más néven optika úthosszal) és a hőmérséklettel. Egy adott hullámhosszon és hőmérsékleten a kvantitatív összefüggést a Lambert-törvény adja meg:

$$I = I_0 \cdot 10^{-\alpha \cdot l}, \text{ vagy más formában } \frac{I}{I_0} = 10^{-\alpha \cdot l}$$

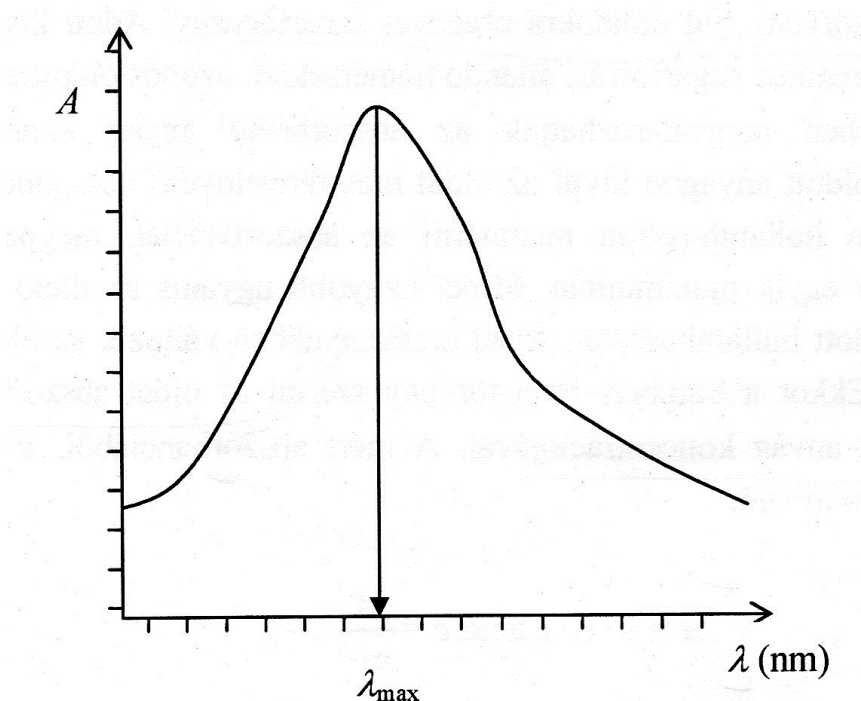
ahol α a lineáris abszorpciós együttható, amely számszerűleg megegyezik annak a rétegvastagságnak a reciprokéval, amelyen áthaladva a fényintenzitás az eredeti értékének a tizedére csökken. Az abszorpciós együttható az anyagi minőség és a fény hullámhosszának a függvénye. Az I/I_0 hányadost transzmittanciának (T) nevezzük. Ennek értéke 0,00 és 1,00 (vagyis 0,00 és 100%), azaz a teljes fényelnyelés és a tökéletes átlátszóság között változhat. Azok az anyagok, amelyeknek az abszorpciós együtthatója a színek látható részében ($\lambda=400\text{-}800$ nm) független a hullámhossztól, fehér fényen színtelennek (fehérnek, szürkének, feketének) látszanak. A színes anyagok abszorpciós együtthatója egy vagy több hullámhosszon lényegesen nagyobb, mint a többin (abszorpciós maximum), melynek helye és nagysága az illető anyagra jellemző, ezért bizonyos esetekben annak azonosítására is használható. A fényelnyelést szokás a fény hullámhosszának, hullámszámának, esetleg frekvenciájának függvényében ábrázolni. Az így nyert görbéket abszorpciós spektrumoknak nevezzük. A gyakorlatban legtöbbször oldatokkal dolgozunk. Az oldatok elnyelőképességére vonatkozik a Beer-féle törvény, Ennek értelmében az oldott anyag abszorpciós együtthatója olyan hullámhosszon, amelyen az oldószer nem, csupán az oldott anyag abszorbeál, arányos a

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

koncentrációval (c , mol/m^3), feltéve, hogy hígításkor az oldott anyag nem megy át molekuláris változáson.

$$\alpha = \varepsilon \cdot c$$

ahol ε az oldott anyag koncentrációjától független moláris abszorpciós együtthatója (koefficiense).



4. ábra: A fényelnyelés változása a hullámhossz függvényében (abszorpciós spektrum)

Az oldatkémia területén a fényintenzitás csökkenésének mértékéül a transzmittancia helyett célszerű annak negatív logaritmusát használni, amit abszorbanciának (A) nevezünk:

$$A = -\lg T = \alpha \cdot l = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

A T , az α és az A dimenzió nélküli számok. Az ε moláris abszorpció együttható mértékegysége SI-ben $\text{mol}^{-1}\text{m}^2$, a gyakorlatban azonban elterjedten a $\text{mol}^{-1}\text{dm}^3\text{cm}^{-1}$ egységet használják.

A Lambert és a Beer-törvény egyesítésével egy oldat i fényelnyelő komponensére felírható a következő összefüggés:

$$A_i = \varepsilon_i \cdot c_i \cdot l$$

A Lambert-Beer törvény tehát kimondja, hogy az i oldott anyag abszorbanciája egyenesen arányos a koncentrációval és azzal a rétegvastagsággal, amelyen a fény áthalad. Az arányossági tényező az anyag ε_i moláris abszorpciós együtthatója. Fontos megjegyezni, hogy a koncentrációváltozással járó kémiai folyamatok, mint pl. disszociáció, asszociáció, solvatációs állapot megváltozása esetén a törvény nem érvényes. Ilyen esetekben a Lambert-Beer-törvénytől való eltérés gondos vizsgálatából kvantitatív következtetések vonhatók le a megfelelő kémiai folyamatra.

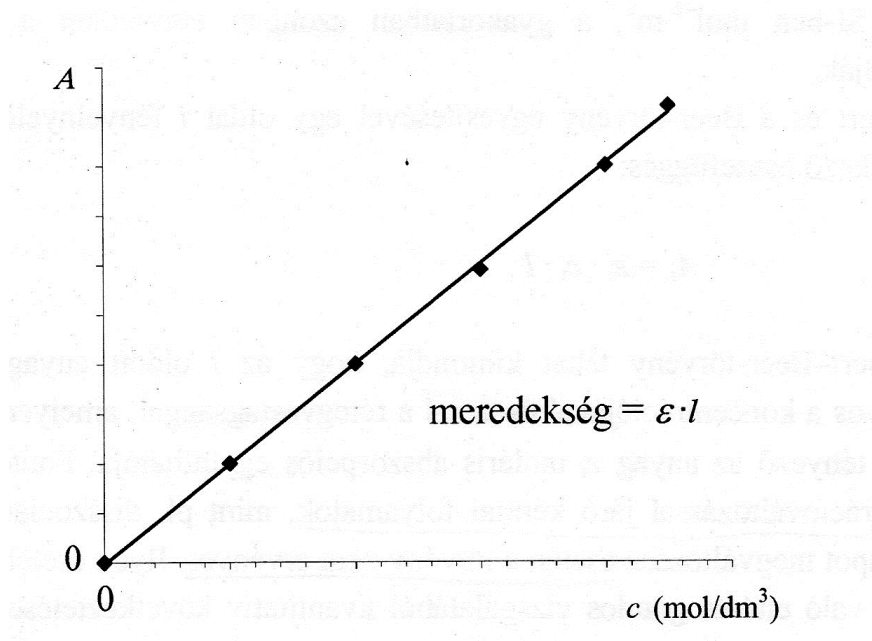
Koncentráció meghatározás a Lambert-Beer törvény alapján:

A Lambert-Beer-törvény híg oldatokra érvényes határtörvény. Adott kísérleti körülmények (azonos monokromatikus sugárforrás, állandó hőmérséklet, azonos oldószer és küvetta) esetén ε és l ismeretében meghatározhatjuk az abszorbeáló anyag koncentrációját. Ha a meghatározandó oldott anyagon kívül az oldat más fényelnyelő komponenst nem tartalmaz, elegendő egyetlen hullámhosszon megmérni az abszorbanciát, mégpedig célszerűen az abszorpciós görbe egyik maximumán. Minél nagyobb ugyanis az illető anyag abszorpciós együtthatója az adott hullámhosszon, annál érzékenyebben változik az oldat fényelnyelése a koncentrációval. Ekkor a Lambert-Beer-törvény szerint az oldat abszorbanciája egyenesen arányos az oldott anyag koncentrációjával. A mért abszorbanciából, ε és l ismeretében kiszámítható a koncentráció:

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l, \text{ azaz } c = \frac{A}{\varepsilon \cdot l}$$

Ha nem ismerjük a moláris abszorpciós együtthatót, kísérletileg kell meghatározni. Ismert koncentrációjú oldatok abszorbanciájának mérése alapján megszerkesztjük az $A=f(c)$ hitelesítő görbét, ami a Lambert-Beer-törvény érvényessége esetén origón átmenő egyenes. Az egyenes meredekségéből ε könnyen kiszámítható.

A spektrofotometriás mérések során arra kell törekedni, hogy a mért abszorbancia lehetőleg 0,1 és 1,0 között legyen. Ez a küvetta (rétegvastagság) és a koncentráció-intervallum megfelelő megválasztásával érhető el. Az abszorbanciamérés relatív hibája annál nagyobb, minél inkább kiesik ebből a tartományból a mért érték.



5. ábra: Az oldat abszorbanciája a koncentráció függvényében

Esetünkben a kétsugaras készülékeket alkalmazzuk. (Ez egy Aquakem 200 típusú készülék) Egy forgó szektortükör segítségével automatikusan gyorsan váltogatva vezetik át a monokromatizált fényt az összehasonlító és a mérendő oldatot tartalmazó küvettán. Így a fény időben gyorsan váltakozva a két küvettán át ugyanarra a fotocellára jut. A feszültség váltakozása arányos lesz a fényintenzitással, így az abszorbancia mérhető. Két érzékelős berendezések is vannak forgalomban, amikor a fénysugarat kettéosztják, és az egyik az oldószert, a másik pedig az oldatot tartalmazó küvettán halad át. A két intenzitást két érzékelővel egyidejűleg mérik.

4. Mérési eredmények

4.1. Az érkező és távozó vizek paraméterei

A Nyíregyházi és Nyírbogdányi szennyvíztelepre érkező és onnan távozó szennyvizek meghatározott paramétereit egy éves időtartamra vonatkozóan az 1-4. táblázat tartalmazza. A mérések egy részét (a téli időszakban készültek) nem én végeztem, viszont ezek feltüntetése nélkül nem kapnánk átfogó képet a telep egész éves működéséről.

1. táblázat: A nyíregyházi szennyvíztelepre érkező szennyvíz meghatározott paraméterei (2011. augusztus – 2012. augusztus)

Komponensek (mg/l)	KOId	BOI5	FOSZFOR (összes)	AMMÓNIUM- N	TNb	NITRÁT- N	NITRIT- N
2011.08.17	1585	1050		53	82	<0,23	0,01
2011.09.07	1410	720			130		
2011.09.14	1510	820			120		
2011.09.21	1175	1050			140		
2011.09.28	1250	1300		97	140	<0,23	0,01
2011.10.05	1580	1150		91	160	<1	<0,02
2011.10.12	1820	1250		68	120	<1	<0,02
2011.10.19	1530	700		83	110	<1	0,02
2011.10.26	1730	280	21	80	91	<1	<0,02
2011.10.26	1090	280	21	80	91	<1	<0,02
2011.11.03	640	980	23,2	76	110	<1	0,03
2011.11.09	640	440	17,4	78	94	<1	<0,02
2011.11.16	1381	1150	34,6	79	110	<1	0,06
2011.11.23	993	300	14,1	67	110	<1	0,03
2011.11.30	1656	980	21,9	73	110	<1	0,03
2011.12.07	717	780	17,8	83	140	<1	<0,02
2011.12.14	1420	760	17,1	83	120	<1	0,03
2011.12.21	1223	680					
2011.12.28	1160	740					
2012.01.04	686	280	16,2	75	120	<1	0,03
2012.01.11	836	360	20	75	120	<1	0,03
2012.01.18	1060	460	14,1	68	100	<1	0,03
2012.01.25	1120	740	17,8	81	130	<1	0,02
2012.02.01	945	380	14,8	67	130	<1	0,02
2012.02.08	1510	1050	38,1	58	120	<1	0,05
2012.02.15	1610	1250	35,7	83	120	<1	<0,02
2012.02.22	1820	1300	38,2	58	110	<1	0,04
2012.02.29	1250	960	15	71	120	<1	<0,02
2012.03.07	1240	920	20,6	82	120	n.d.	n.d.
2012.03.14	804	340	19,2	77	110	n.d.	<0,02

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

2012.03.21	634	260	22,1	51	100	n.d.	n.d.
2012.03.28	1250	960	36,3	82	95	n.d.	n.d.
2012.04.04	1360	880	28,9	72	83	n.d.	n.d.
2012.04.11	659	280	15,7	66	100	n.d.	0,02
2012.04.18	541	240	20,4	51	83	n.d.	0,03
2012.04.25	1140	680	16,4	85	180	n.d.	0,03
2012.05.03	715	320	23,4	71	120	n.d.	0,03
2012.05.09	421	200	15,9	46	72	n.d.	<0,02
2012.05.16	462	200	14,6	56	65	n.d.	<0,02
2012.05.23	798	320	21,3	55	85	n.d.	<0,02
2012.05.30	590	260	15,8	70	100	n.d.	<0,02
2012.06.06	432	180	12,6	50	64	n.d.	n.d.
2012.06.13	355	130	15,5	38	60	n.d.	<0,02
2012.06.20	951	420	16,9	55	77	n.d.	<0,02
2012.06.27	601	260	21	42	67	n.d.	<0,02
2012.07.04	400	170	15,8	43	67	n.d.	<0,02
2012.07.11	323	260	11,3	45	60	n.d.	n.d.
2012.07.18	563	300	15,9	51	82	n.d.	n.d.
2012.07.25	1500	980	17,1	50	92	n.d.	n.d.
2012.08.01	689	360	19,7	40		n.d.	<0,02
2012.08.08	837		21,4	48		n.d.	n.d.

2. táblázat: A Nyíregyházi szennyvíztelepről távozó szennyvíz meghatározott paramétereit (2011. augusztus – 2012. augusztus)

Komponensek (mg/l)	KOI _d	BOI ₅	FOSZFOR (összes)	AMMÓNÍUM-N	TN _b	NITRÁT-N	NITRIT-N
2011.08.17	39	<15		0,23	17,1	12,1	1,2
2011.08.24	33	<15		0,52	17,9	10,9	0,93
2011.08.31	33	<15		0,29	18,6	11,4	1,15
2011.09.07	21	<15			18,5		
2011.09.14	34	<15			18,6		
2011.09.21	32	<15			13,4		
2011.09.28	29	<15		0,23	13,9	9,19	0,06
2011.10.05	54	<15		0,22	15,4	9,4	0,03
2011.10.12	30	<15		0,52	30	28,3	0,3
2011.10.19	27	<15		0,41	30	28,8	0,13
2011.10.26	39	<15	2,36	0,08	27	23,3	0,07
2011.10.26	39	<15	2,36	0,08	27	23,3	0,07
2011.11.03	22	<15	2,72	0,1	30	26,2	0,03
2011.11.09	44	<15	2,74	0,12	17	12,8	<0,02
2011.11.16	30	<15	0,98	0,24	28	26,5	0,02

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

2011.11.23	31	<15	0,95	0,2	32	27,9	<0,02
2011.11.30	36	<15	0,97	0,18	31	26,1	0,05
2011.12.07	31	<15	0,91	0,16	21	26,1	0,03
2011.12.14	47	<15	3,27	0,35	35	26,1	0,02
2011.12.21	25	<15	0,3				
2011.12.28	24	<15					
2012.01.04	25	<15	0,35	0,2	25	17,7	0,02
2012.01.11	23	<15	0,44	0,28	27	18,2	<0,02
2012.01.18	29	<15	0,48	0,33	23	15,4	<0,02
2012.01.25	28	<15	0,48	0,1	23	15,7	<0,02
2012.02.01	30	<15	0,53	0,07	25	15,7	0,04
2012.02.08	29	<15	0,5	0,22	20	10,9	0,06
2012.02.15	29	<15	0,44	0,21	18,7	10,9	<0,02
2012.02.22	34	<15	0,41	0,09	19,3	10,1	<0,02
2012.02.29	26	<15	0,4	0,11	19,1	10,6	<0,02
2012.03.07	35	<15	0,41	0,11	16,7	10,7	<0,02
2012.03.14	23	n.d.	0,36	0,2	12	7,25	0,03
2012.03.21	46	n.d.	0,51	0,29	19	11,1	<0,02
2012.03.28	36	n.d.	0,6	0,21	19	10,8	0,02
2012.04.04	33	<15	0,54	0,12	22	11,6	<0,02
2012.04.11	29	<15	0,55	0,32	21	12,3	n.d.
2012.04.18	27	<15	0,42	0,09	23	14,3	0,06
2012.04.25	29	n.d.	0,45	0,12	24	14,9	n.d.
2012.05.03	29	n.d.	0,48	0,13	26	15,9	n.d.
2012.05.09	24	n.d.	0,38	0,23	25	13,1	0,03
2012.05.16	25	n.d.	0,39	0,34	24	14,7	n.d.
2012.05.23	25	n.d.	0,95	0,34	23	16,8	0,06
2012.05.30	29	n.d.	0,5	0,15	24	16,1	0,07
2012.06.06	21	n.d.	0,13	0,19	24	15,4	0,09
2012.06.13	31	n.d.	0,17	0,23	24	16,8	0,09
2012.06.20	35	n.d.	0,22	0,27	23	17,7	0,08
2012.06.27	31	<15	0,39	0,31	24	16,4	0,1
2012.07.04	24	<15	0,35	0,56	25	16,9	0,08
2012.07.11	23	n.d.	0,35	0,41	23	17,3	0,05
2012.07.18	21	n.d.	0,43	0,31	26	17,2	0,03
2012.07.25	29	n.d.	0,41	0,31	26	17,7	0,02
2012.08.01	20	n.d.	0,34	1,4		15,2	2,2
2012.08.08			0,32	0,82		15,8	1,58

3. táblázat: A Nyírbogdányi szennyvíztelepre érkező szennyvíz meghatározott paraméterei (2011. augusztus – 2012. augusztus)

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

Komponensek (mg/l)	KOId	BOI5	FOSZFOR (összes)	AMMÓNIUM- N	TNb	NITRÁT- N	NITRIT- N
2011.08.17	843	360		69	140	<0,23	0,02
2011.08.24	732	360		49	120	<0,23	0,04
2011.08.31	820	460		49	120	<0,23	0,04
2011.09.07	1290	820					
2011.09.14	1120	700			130		
2011.09.21	1140	720					
2011.09.28	1690	1250		97			
2011.10.05	1210	780		102			
2011.10.12	1240	800		96	160	<1	0,03
2011.10.19	1220	800		93			
2011.10.26	1330	960	15,7	103			
2011.11.03	1516	1100	16,3	100			
2011.11.09	1034	560	16,9	104	130	<1	<0,02
2011.11.16	775	360	16,8	96			
2011.11.23	1380	980	16,3	105			
2011.11.30	995	540	15,3	90			
2011.12.07	1010	580	16,2	98	140	<1	0,02
2011.12.14	1280	840	17,2	101			
2011.12.21	1230	740					
2011.12.28	1300	760					
2012.01.04	1310	740	17,6	101			
2012.01.11	1320	880	21,2	110	150	<1	0,03
2012.01.18	971	880	18,7	118			
2012.01.25	1050	920	18,8	108			
2012.02.01	1150	420	17,8	99			
2012.02.08	1250	540	19	96	160	<1	0,03
2012.02.15	1680	780	15,9	85			
2012.02.22	1390	820	17	96			
2012.02.29	1260	1250	15	72			
2012.03.07	1730	1050	19,8	120			
2012.03.14	946	900	17,6	101			
2012.03.21	1240	1350	21,6	109	120	n.d.	0,02
2012.03.28	1320	400	15,6	101			
2012.04.04	1090	860	20,5	114			
2012.04.11	1180	940	16,1	150			
2012.04.18	1250	640	18,4	97			
2012.04.25	1220	720	14,2	78	160	n.d.	0,03
2012.05.03	1620	880	14,6	87			
2012.05.09	1140	760	15,7	92			
2012.05.16	1230	1150	17,2	105			
2012.05.23	1000	700	14,7	97	130	n.d.	0,03
2012.05.30	754	880	16	84			

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

2012.06.06	1120	520	13,6	83			
2012.06.13	1415	320	11,3	60			
2012.06.20	1180	780	11,7	68	90	n.d.	0,04
2012.06.27	1190	1050	13,9	84			
2012.07.04	852	800	13,5	80			
2012.07.11	897	700	12,7	85			
2012.07.18	1230	680	16	85			
2012.07.25	765	540	13,9	80	162	n.d.	0,03
2012.08.01	1100	980	14,8	78			
2012.08.08	896		9,79	51			

4. táblázat: A Nyírbogdányi szennyvíztelepről távozó szennyvíz meghatározott paraméterei (2011. augusztus – 2012. augusztus)

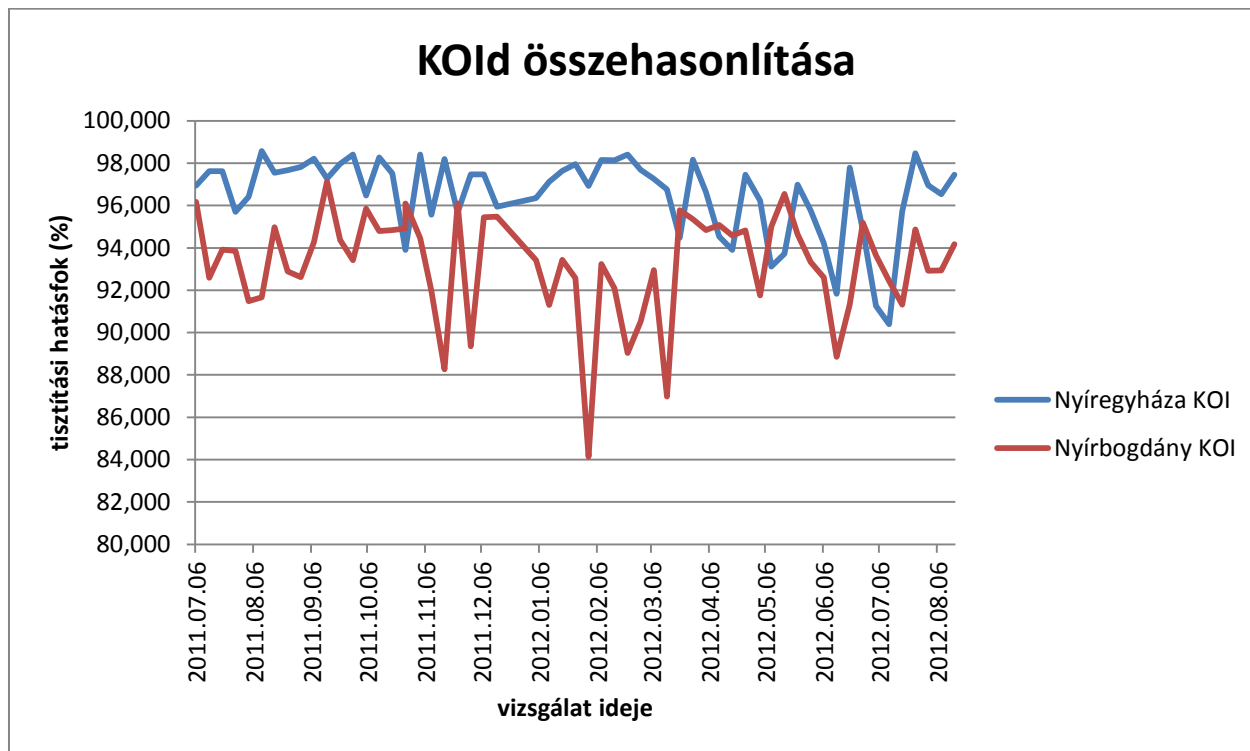
Komponensek (mg/l)	KOId	BOI5	FOSZFOR (összes)	AMMÓNIUM-N	TNb	NITRÁT-N	NITRIT-N
2011.08.17	60	<15		0,14	16,3	11,2	0,36
2011.08.24	54	<15		0,35	17,9	11,1	0,75
2011.08.31	47	<15		0,26	19	11,6	0,2
2011.09.07	37	<15					
2011.09.14	63	15			41		
2011.09.21	75	17					
2011.09.28	70	17		6,3			
2011.10.05	63	15		0,25			
2011.10.12	64	15		11	35	15,2	1,45
2011.10.19	62	15		22			
2011.10.26	52	<15	0,24	13			
2011.11.03	84	20	0,42	34			
2011.11.09	83	20	0,44	21	45	13,7	4,7
2011.11.16	91	22	0,5	25			
2011.11.23	54	<15	0,41	48			
2011.11.30	106	25	0,49	58			
2011.12.07	46	<15	0,47	33	43	2,19	0,17
2011.12.14	58	<15	0,33	67			
2011.12.21	81	24					
2011.12.28	113	25					
2012.01.04	86	19	1,24	85			
2012.01.11	98	27	0,71	72	88	<1	0,03
2012.01.18	154	20	0,65	72			
2012.01.25	71	23	0,72	72			
2012.02.01	91	36	1,24	77			

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása
különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

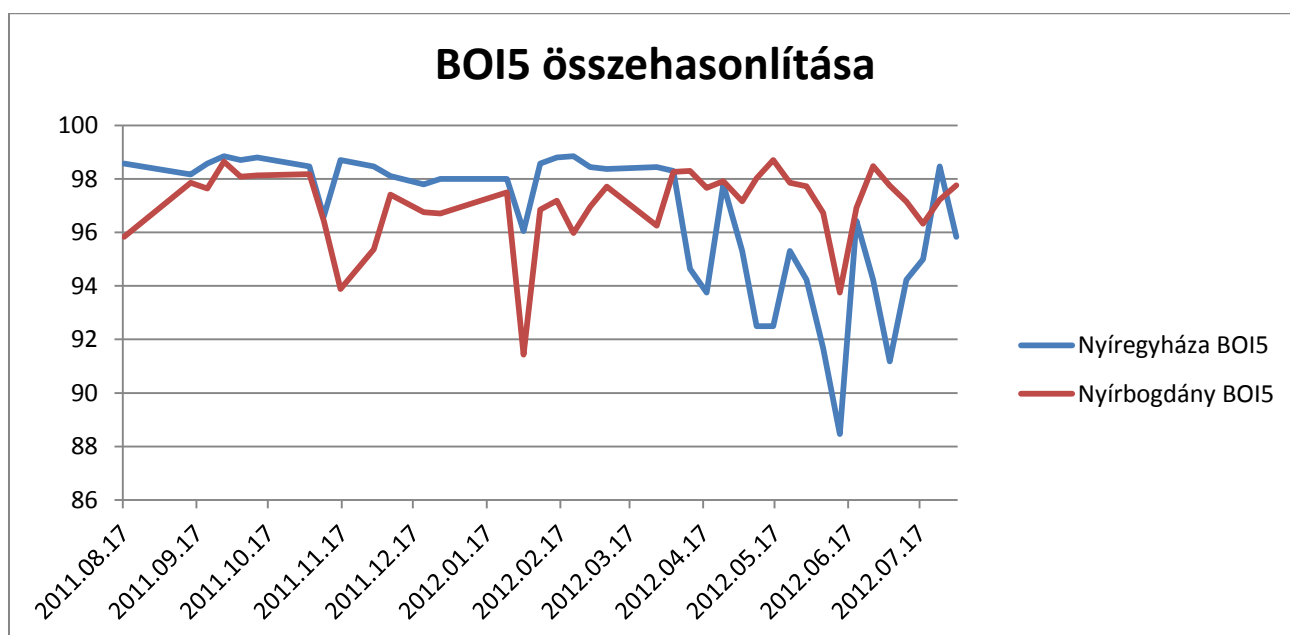
2012.02.08	137	17	0,72	77	93	<1	0,07
2012.02.15	159	22	0,69	76			
2012.02.22	98	33	1,25	69			
2012.02.29	164	38	0,68	68			
2012.03.07	73	24	0,75	73			
2012.03.14	44	40	2,23	72			
2012.03.21	64	18	0,29	71	84	n.d.	0,09
2012.03.28	65	<15	0,18	67			
2012.04.04	59	15	0,57	71			
2012.04.11	61	16	0,51	76			
2012.04.18	103	<15	0,26	71			
2012.04.25	61	15	0,31	65	85	<1	0,09
2012.05.03	56	25	0,45	73			
2012.05.09	61	15	0,29	64			
2012.05.16	82	<15	0,25	67			
2012.05.23	74	15	0,33	63	73	2,66	0,41
2012.05.30	84	20	0,49	68			
2012.06.06	97	17	0,39	64			
2012.06.13	68	20	0,77	58			
2012.06.20	75	24	0,64	59	69	1,3	0,16
2012.06.27	90	16	0,6	56			
2012.07.04	74	18	0,9	51			
2012.07.11	46	20	0,43	49			
2012.07.18	87	25	0,6	47			
2012.07.25	54	<15	0,45	50	71	n.d. ⁴	0,05
2012.08.01	64	22	0,57	13			
2012.08.08			0,74	50			

⁴ nem detektálható

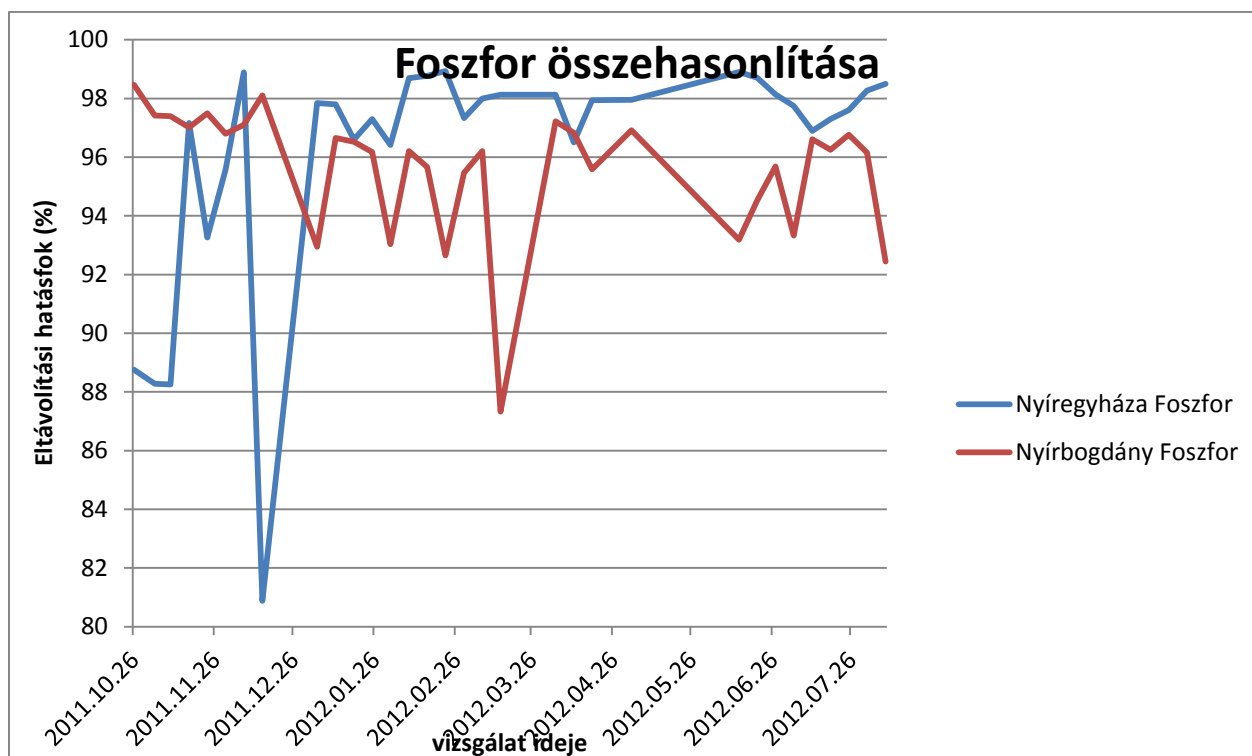
4.2. Mérési eredmények értékelése



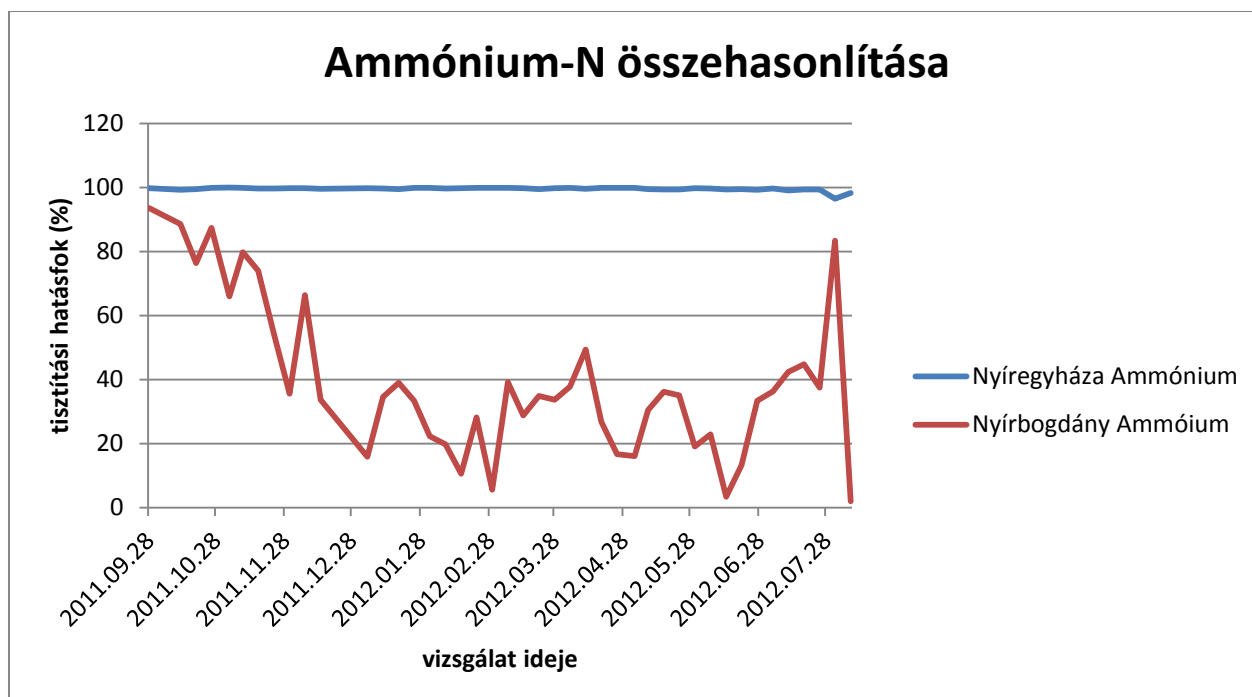
6. ábra: A két szennyvíztelep KOI_d tisztítási hatásfok értékeinek változása a mérési időszakban



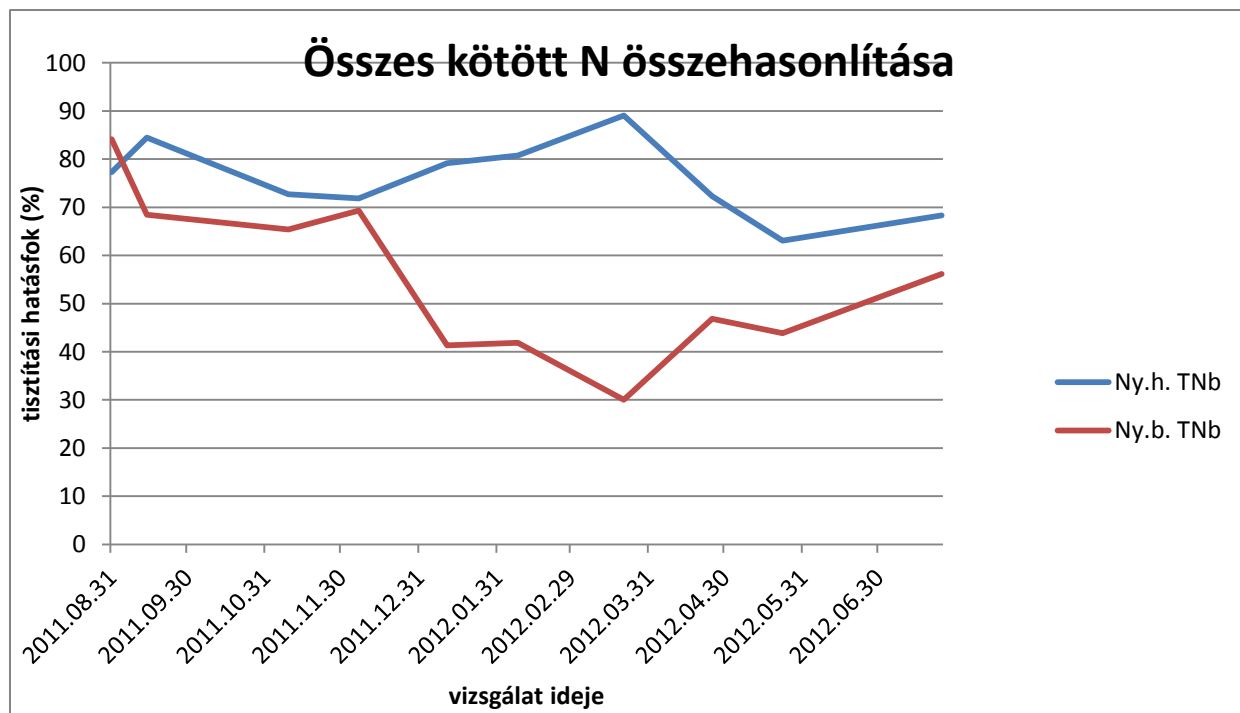
7. ábra: A két szennyvíztelep BOI₅ tisztítási hatásfok értékeinek változása a mérési időszakban



8. ábra: A két szennyvíztelep foszfor eltávolítási hatásfok értékeinek változása a mérési időszakban



9. ábra: A két szennyvíztelep $\text{NH}_4\text{-N}$ tisztítási hatásfok értékeinek változása a mérési időszakban



10. ábra: A két szennyvíztelep összes kötött nitrogén tartalom eltávolítási hatásfok értékeinek változása a mérési időszakban

Az eredmények alapján megállapítható, hogy optimális üzemelési feltételek mellett, a Nyíregyházi szennyvíztisztító telep működési hatásfoka jobb, mint a Nyírbogdányi szennyvíztisztító telepé. Ez az eltérés több tényezőre vezethető vissza.

Először is, mint azt, ahogy az irodalmi áttekintés végén az összehasonlításban is leírtam a Nyíregyházi Szennyvíztisztító Telep kapacitása többszöröse a Nyírbogdányi Szennyvíztisztító Telep kapacitásának. Igaz, itt azt is meg kell említeni, hogy az érkező szennyvíz mennyisége is jóval több.

A két szennyvíztisztító telep tisztítási hatékonysága legszembetűnőbben az ammónium eltávolítás hatékonyságában különbözik. Normál esetben a Nyíregyházi telep kapacitása százalékosan jobb, azaz magasabb az érkező szennyvíz/maximális üzemi kapacitás aránya.

Az adatok éves tendenciája alapján megfigyelhető, hogy a két telepre jellemző tisztítási hatásfok nem állandó, adott időszakokban jelentős eltérések lehetnek.

Ilyen eltérés figyelhető meg a nyári „konzervüzemi” időszak alatt. Nyíregyháza területén több olyan konzervüzem is működik (pl. EKO, Corn-food), melyek rendelkeznek ugyan

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

előtisztítóval, de ennek ellenére szezonban igen gyakran bocsátanak magas szerves anyag tartalmú (KOId, BIO5) szennyvizet a közcsatornába. Ezt a többletterhelést megérzi a Nyíregyházi telep és ilyenkor jelentős többlettisztítási költség ellenére sem tudja elérni szervesanyagra a szokásos 90-95 %-os tisztítási Az ún. „konzervüzemi” szezonban néhány esetben a telepekre érkező szennyvíz mennyisége is meghaladhatja a szennyvíztelep maximális kapacitását. Mivel Nyírbogdányban nem találhatóak ilyen idényjellegű üzemek, így kiegyensúlyozottabb a telep terhelése. Ezért, mint ahogy az a grafikonokon is látszik, előfordul, hogy egyes paraméterek tekintetében a Nyíregyházi telep tisztítási hatékonysága alacsonyabb. Ez az időszakos probléma Nyíregyházán a II. számú szennyvíztisztító telep felújításával és újbóli üzembeállításával, nagy valószínűséggel időn meg fog szűnni.

A másik eltérés a hideg téli hónapokra jellemző, mivel ilyenkor, az ammónium-eltávolításért felelős nitrifikáló baktériumtörzsek (pl. Nitrosomonas, Nitrobacter) életműködése lelassul. Ez a jelenség mindkét szennyvíztisztító telepre érvényes, azonban a Nyírbogdányi telep esetében fokozottabban jelentkezik. Ennek oka egyrészt az, hogy a Nyíregyházi szennyvíztelepen a napi beérkező szennyvíz mennyisége nagyságrendekkel nagyobb, így a téli és nyári évszakok között kisebb a szennyvíz hőmérséklet ingadozása, másrészt a nyíregyházi telepen a nitrifikációs technológia⁵ kiegészül egy denitrifikációs folyamattal⁶. Ennek köszönhetően a szennyvíz tartózkodási ideje megnövekszik, illetve a többkörös belső recirkulációnak köszönhetően a lebontást végző baktérium-törzsek és a szennyvíz teljesebb és hosszabb érintkezése valósul meg. Ez nagy előnyt jelent, ugyanis a nitrifikáció folyamata rendkívül érzékeny a reakció körülményeinek változására, úgymint: hőmérséklet, oldott O₂-koncentráció, NH₄⁺-koncentráció, pH, iszapkor, szénforrás és a reakciót gátló inhibitor anyagok.

⁵ Nitrifikáció során az alábbi egyenlet szerint megy végbe a reakció a nitrifikációt elősegítő baktériumoknak köszönhetően:

-NH₄⁺ + 1,5 O₂ (Nitrosomonas) → NO₂⁻ + 2H⁺ + H₂O + 257 kJ

-NO₂⁻ + 0,5 O₂ (Nitrobacter) → NO₃⁻ + 75 kJ

- aerob körülmények

⁶ A denitrifikáció szintén mikrobiológiai folyamat. Itt az alábbi reakciók mennek végbe:

-CH₂O + 4 NO₃⁻ + 4H⁺ → 2N₂ + 5CO₂ + 7H₂O

- anaerob körülmények

Attól függően, hogy a mikroorganizmusok működésükhöz igényelnek-e oxigént, beszélhetünk aerob, ill. ha nem igényelnek, sőt tevékenységükre káros, akkor anaerob mikroorganizmusról beszélünk.

Szunyog Györgyi: Szennyvíztisztító telepek tisztítási hatásfokának összehasonlítása különböző kémiai paraméterek vizsgálata alapján

A grafikonokat elemezve év közben több esetben is megfigyelhető bizonyos ingadozás a tisztítási hatásfokokban (pl. Nyíregyházi telep foszforeltávolítás). Ahhoz, hogy ezeknek az ingadozásoknak az okát elemezni lehessen, sokkal több részinformációra lenne szükség.

A vízszennyező anyagok kibocsátására vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól a 28/2004.(XII.25.) KvVM rendelet 2. számú melléklete, valamint környezetvédelmi hatóságok által jóváhagyott telepi üzemeltetési engedélyek rendelkeznek.

A mai kor igényeit kielégítő korszerű szennyvíztisztítás alapfeltétele a megfelelő kapacitású tisztító berendezések meglétén túl az is, hogy az üzemeltető ismerje a helyi szennyvízkibocsátási szokásokat és legyen felkészülve a rendkívüli helyzetek kezelésére. Csak így érhető el a Víz Keretirányelvben megfogalmazott cél, miszerint 2015-ig vizeinket jó ökológiai állapotba kell hozni és ezt az állapotot fenn kell tartani. A cél megvalósításában jelentős szerepe van a szennyvíztisztító telepek hatékony működtetésének is. A vízi élővilág megóvása, a biodiverzitás megőrzése érdekében egyáltalán nem mindegy, hogy milyen a befogadókba vezetett tisztított szennyvíz minősége.

5. Összefoglalás

Az általam vizsgált két szennyvíztelepen az alkalmazott tisztítási technológia közel azonos, de a telepekre érkező szennyvizek mennyisége és minősége is lényeges eltérést mutat.

Az alapvetően kifogástalanul működő Nyíregyházi Szennyvíztisztító Telep működését nyári szezonban a konzervüzemi szennyvizek magas szerves-anyag tartalma zavarja, de ennek ellenére a tisztított szennyvíz valamennyi paramétere megfelel a jogszabályi előírásoknak

Nem mondható el ugyanez a Nyírbogdányi Szennyvíztisztító Telep esetén, ahol az ammónia eltávolítás hatásfoka nem megfelelő. A tisztított szennyvíz ammónia tartalma tartósan, de különösen a téli időszakban határérték fölött van. Jelentős javulást a telep átalakítása fog jelenteni.

A grafikonokban mutatkozó kisebb ingadozások elemzése további vizsgálatot igényelne.

A meglévő szennyvíztisztítási technológiákat folyamatosan fejleszteni kell, mert a kibocsátási határértékek egyre szigorodnak, ill. várható, hogy újabb paraméterek vizsgálata (gyógyszermaradványok, hormonok stb.) válik kötelezővé.

A közcsatornába szennyvizet bocsátó ipari fogyasztóknak is érezniük kell a felelősségüket a környezet megóvásában. A környezetvédelmi hatóságok szerepe pedig az, hogy követeljék meg határozottabban az előtisztítók létesítését és hatékony üzemeltetését.

6. Summary

The method for cleaning the water was similar in the case of the two analyzed wastewater treatment plants; however the wastewaters' quantity and quality were different. The Nyíregyháza Wastewater Treatment Plant basically works perfectly. In the summertime due to the canning industry's sewage the organic matter's concentration was a disturbing factor, however the cleaned water's parameters were acceptable. In the Nyírbogdányi Wastewater Treatment Plant the effectiveness of the ammonia's extraction was inefficient. Reforming the plant would cause remarkable improvement in the results.

The fluctuation on the charts would require more monitoring. The current water treatment technology needs continuous update due to the severity of the emission standards and to the emergences of new parameters (traces of medication, hormones).

The industries have to feel that they are responsible for the nature too and they have to be careful with their industrial waste. The authorities of the environmental protection are supposed to require installation and effective operation of primary treatment.

7. Felhasznált irodalmak

- 1: Szennyvíz, <http://hu.wikipedia.org/wiki/Szennyv%C3%ADz>
- 2: Dr. Lakatos Gyula, Czudar Anita: Környezetvédelem I. – Szennyvíztisztítás, Debrecen (2008)
- 3: Dr. Borda Jenő, Dr. Lakatos Gyula: Környezetvédelem, Kossuth Egyetemi Kiadó, 2009.
- 4: Az I. sz. Szennyvíztisztító telep üzemelési leírása: Nyíregyháza I.szvt_üu 2006.10.06.
- 5: A Nyírbogdányi Szennyvíztisztító telep üzemelési leírása: Nyírbogdány_üu
- 6: Szennyvizekben levő szerves anyag meghatározása,
http://hu.wikipedia.org/wiki/Szennyvizekben_lev%C5%91_szerves_anyag_meghat%C3%A1roz%C3%A1sa
- 7: A víz kémiai oxigénigényének meghatározása: MSZ ISO 6060:1991
- 8: Biokémiai oxigénigény (BOI5) meghatározás KL-1 módszer leírása
- 9: Foszfortartalom eltávolítása a szennyvíztisztításnál.
http://www.vitigroup.hu/letoltesek/1_3_foszfortartalom-eltavolitasa-aszennyvitztisztitasnal.pdf
- 10: Vízhányó Foszformeghatározás. Ammónium-molibdenátos fotometriás módszer: MSZ EN 1189:1998
- 11: Vízhányó. Nitrogén meghatározás. A kötött nitrogén (TNb) meghatározás nitrogéndioxidá váló oxidálás után: MSZ EN 12260:2003
- 12: Az ammónium meghatározás vízben: MSZ ISO 7150-1 (1993)
- 13: Nitrit és nitrát ionok spektrofotometriás meghatározása vizes oldatokban, http://www.uni-miskolc.hu/home/web/wwwkoh/www/hun/kemiai_int/kollegak/o_banhidi/No2_No3.pdf
- 14: Nitrát-N meghatározás: EPA METHOD 353.1
- 15: Nitrit-N meghatározás: EPA METHOD 354.1
- 16: Dr. Csongor Józsefné, Dr. Horváthné Csajbók Éva: Fizikai Kémia Laboratóriumi Gyakorlat I., Kossuth Egyetemi Kiadó, 2008

