

Eleveniszapos lépcső kiépítése csepegtetőtestek után a hazai és európai normák teljesítése érdekében.

Pulai Judit¹ - Kovácsné Benkó Zsuzsa² - Rajhona János² - Kárpáti Árpád¹

¹ Veszprémi Egyetem, Környezetmérnöki és Kémia Technológia Tanszék
² Gyöngyös Városi Szennyvíztisztító Telep

Bevezetés

A szennyvíztisztítás célja a befogadókat terhelő szennyezők szükséges mértékű visszatartása. Ez védi meg vízbázisainkat, melyek egyrészt a felszín alatti víztartalékok, másrészt egyre gyakrabban a tisztított szennyvizet befogadó felszíni vizek.

A gyöngyösi szennyvíztisztító elfolyó vízének ki kell elégíteni a 3/1984. (II. 07.) O.V.H. sz. rendelet VI. vízminőségi kategóriájának határértékeit. Tekintettel a városi tisztító korábbi kialakítására és a városban működő hús- és tejfeldolgozás szennyvízkibocsátására KOI-ra 130 g/m³ egyedi határértéket kapott a telep. A gyöngyösi szennyvíztisztítás átalakításának célja kettős volt. Egyrészt a rosszul flokkuláló leszakadt biofilm maradványok jobb kiszűrésével kellett javítani a tisztított elfolyó víz BOI₅ és KOI mutatóit, másrészt a nitrifikáció növelésével a kategóriának megfelelő határérték alá kellett az elfolyó víz ammónia tartalmát csökkenteni. Ennek megfelelően az utóülepítőbe kerülő folyadék lebegő iszapját úgy kellett átalakítani, hogy annak jó flokkulációja és szűrőhatása révén nagyobb eseti terhelések esetén is biztosítsa a korábbi, lebegő anyag kihordásból eredő KOI eltávolítását. Elsődlegesen a kedvezőbb iszapeltávolítás érdekében került sor csepegtetőtest után az eleveniszapos lépcső kiépítésére. Ebben a rendszerben ugyanakkor a csepegtetőtestről leszakadó adaptált, nitrifikáló biomassza további ammónium eltávolítást is biztosíthat.

A szennyvíztisztító telep átalakítás előtti állapota

A telep névleges kapacitása 7000 m³/nap. Ilyen térfogatáram megtisztítása a rendelkezésre álló csepegtetőtesteken azonban a jelenlegi szennyezettség mellett a kategória határértékére lehetetlen. A csepegtetőtestek csak 0,2 kg BOI₅ / m³ nap fajlagos terhelésig biztosítanak teljes nitrifikációt. A gyöngyösi telep esetében a jelenlegi 6500 m³ / nap terhelés mellett, az előzetes levegőztetés és kétszintes előülepítés igen kedvező hatását is figyelembe véve az említett fajlagos terhelés a megadott érték 2-3-szorosa. A tisztító átalakítás előtt a rendszer mintegy egy órás előlevegőztetésből és az azt követő előülepítésből majd műanyag töltetes csepegtetőtesteken történő biofilmes tisztításból állt. A biológia után a keletkezett iszap eltávolítása négy Dortmundi- és két Dorr- ülepítőben történt. A csepegtetőtestek hígító recirkulációja az utóülepített elfolyó vízből történt, ami túlzott ülepítő kapacitást kötött le az adott esetben.

A húsipar és tejipara városban jelentős részarányban járul hozzá a tisztító KOI, BOI₅, nitrogén és foszfor terheléséhez. A telepre beszállított szippantott szennyvíz átlagosan csak napi 50 m³, amit közvetlenül az érkező szennyvízbe ürítettek.

Az átalakítás előtti, fel nem használt műtárgyakat a 1. táblázat részletezi. Korábban a $2 \times 250 \text{ m}^3$ szippantott szennyvíz levegőztető medence. Korábban a napi 500 m^3 beszállított szippantott szennyvíz fogadására tervezték a medencét. A környező falvak csatornázása azonban ezt minimálisra csökkentette. Ma gyakorlatilag alig van szippantott szennyvíz beszállítás és ez várhatóan nem is változik a közeljövőben.

1. táblázat Az átalakítás előtti üzemeltetés műtárgyai

Mechanikus tisztítás:

- Vízmennyiség mérő és regisztráló
- Iker kialakítású gépi rács
- Iker kialakítású légbefúvós homok és zsírfogó
- Nyers szennyvíz átemelő
- $2 \times 150 \text{ m}^3$ előlevegőztető medence
- 4 db kétszintes ülepitő
- összesen 890 m^3 ülepitő és 3200 m^3 rothasztó térrel

(az utóbbiban ebben a kiülepedett primer és fölös iszap kriofil anaerob stabilizálása történik)

Biológiai tisztítás:

- 2 + 2 biológiai csepegtetőtest, összesen 2300 m^3 hexacel-2 töltettel
(690 m^2 permetező felülettel)
- 4 db Dortmundi típusú utóülepitő,
az 1. és 2. sz. csepegtetőtesthez összesen 380 m^3 térfogattal
- 2 db Dorr típusú utóülepitő
a 3. és 4. sz. csepegtetőtesthez, összesen 1260 m^3 térfogattal
nagykörös iszapelvétele (Dorr ülepitőkből az előlevegőztetőbe)

Iszapkezelés:

- pálcás iszapsűrítő
- iszapvíztelenítő gépház (présszalag-szűrő)

Fertőtlenítés:

- labirint fertőtlenítő medence és klórgáz adagoló

A rekonstrukció

A rekonstrukció meghatározó elemei az előlevegőztető és a csepegtetőtest kapacitásának növelése, valamint a befejező eleveniszapos lépcső kiépítése voltak.

A korábban fel nem használt $2 \times 250 \text{ m}^3$ -es szippantott szennyvíz levegőztető medencék igen alkalmasnak tűntek az előlevegőztetés bővítésére. A korábbi, átlagosan mintegy egy óras levegőztetés csaknem három órára volt velük bővíthető. Az eleveniszapos lépcső megváltozó minőségű fölösiszapja a korábbinál is jobb beoltást jelent a nyers szennyvíz könnyen hasznosítható tápanyagainak gyors immobilizálásához. Ez az iszap recirkuláció mintegy 120-150 mg/l lebegő iszapkoncentráció növekedést jelent az előlevegőztető reaktorokban a befolyó nyers vízéhez képest. Annak ellenére, hogy az előlevegőztetés viszonylag rövid és közvetlen átfolyású, jelentős KOI és BOI_5 eltávolítást eredményezhet a kétszintes ülepitőkben. Ezzel lényegesen csökkenhet a csepegtetőtestek biológiai terhelése.

A csepegtetőtestekre történő korábbi víz visszaforgatástól eltérően a rekonstrukciónál megvalósult az átfolyó víz közvetlen visszaforgatása. Ez azt eredményezhette, hogy a biológiai filmről leszakadó, még aktív biomassza többszörösen visszakerül a csepegtetőtest

elejére (tetejére), és tisztító tevékenységét részben mint lebegő biomassza (eleveniszap) folytathatja. Ez ugyancsak hozzájárulhat a csepegtetősten kialakuló tisztítás hatékonyságának növekedéséhez. Mind a BOI_5 és KOI , mind az ammónium eltávolítását fokozhatja.

A levegőztetés további bővítését a csepegtetőstetk utáni eleveniszapos lépcsővel kívántuk megoldani. Ezt a megoldást az amerikai gyakorlatban "csepegtetőstet - iszapkontakt" eljárásnéven ismerik. A biofilmből leszakadó, rosszul flokkuláló iszaprétegek az utólevegőztetés során a tápanyaghiányos környezetben kissé fonalásodó, jól flokkuláló biomassza révén kitűnő szűrőhatást biztosíthatnak. Az iszapkontakt után az utóülepítőben az ilyen iszap nagy sebességgel ülepszik, és egyidejűleg jól kiszűri a korábban iszapkihordást eredményezett, apróbb méretű lebegőrészeket is.

A csepegtetőstetektől leszakadó biofilm ugyanakkor kellő részarányban tartalmaz autotróf mikroorganizmusokat is, melyek az eleveniszapos lépcsőben további nitrifikációt eredményeznek. Annak ellenére, hogy a gyöngyösi telepen az eleveniszapos lépcső átlagos hidraulikus tartózkodási ideje csak mintegy 1,3 óra, illetőleg iszapkora csak 2-2,5 nap, az irodalmi adatok szerint a keletkező beoltás révén a biomassza ennél lényegesen jobb nitrifikációt biztosíthat.

A telep átalakítását követően a technológia az alábbiak szerint alakult:

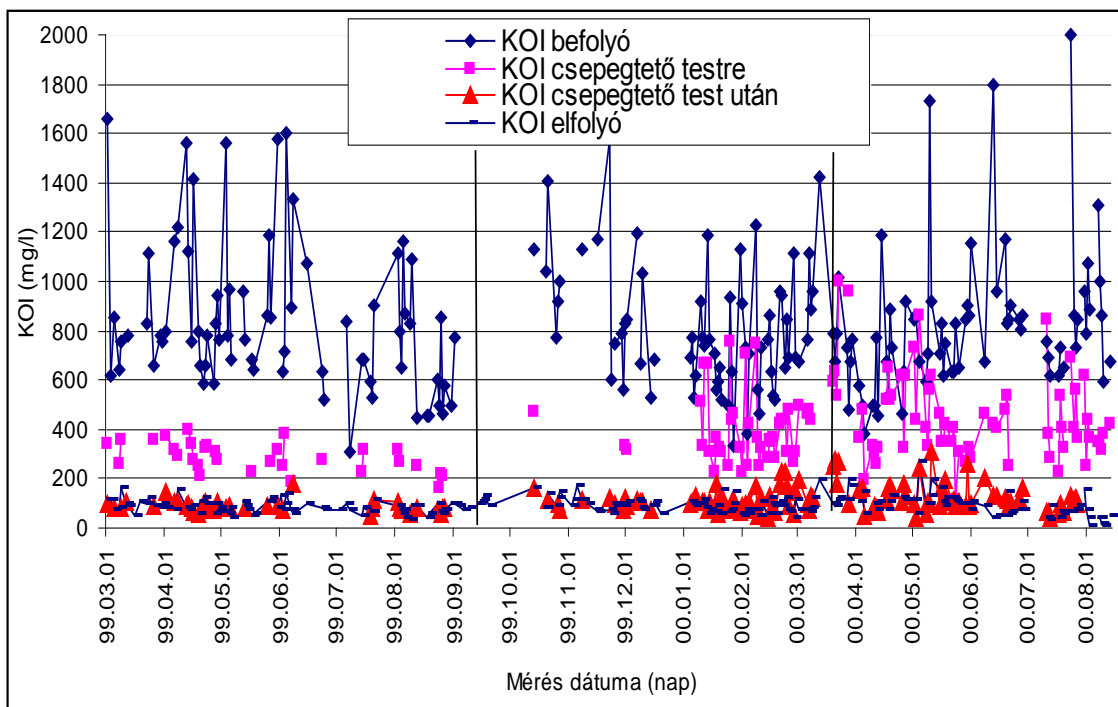
A nyers szennyvíz egy része a szippantott szennyvíz előlevegőztető medencébe kerül ahol beoltásra kerül az eleveniszapos lépcső folyamatosan érkező fölösiszapjával. A levegőztetést függőleges tengelyű turbinás levegőztetők biztosítják. A nyers szennyvíz, valamint a fölös iszap mikroorganizmusai ebben a medencében, valamint innen felkerülve a kétszintes ülepítő előtti lévő összes mintegy 300 m^3 további előlevegőztetőben megfelelő oxigén ellátottság esetén az érkező szennyvíz könnyen felvehető oldott tápanyagainak döntő részét immobilizálhatják, iszappá alakíthatják. Az utóbbinak volt tulajdonítható a kétszintes ülepítő korábbi igen hatékony KOI és BOI_5 eltávolítása is.

A csepegtetőstetk recirkulációjának rövidre zárásához új vezetékeket kellett lefektetni. Ki kellett alakítani azokhoz egy új gyűjtőaknát is, ahonnan a folyadék a csepegtetőstetk tetejére vihető vissza. A két eddig említett átalakítás 1999 szeptemberében történt, kisebb haváriával, részben tisztítatlan szennyvíz kibocsátással a befogadóba. Ugyanakkor történt meg a korábbi szippantott szennyvíz fogadó előlevegőztetők folyamatos üzembe helyezése is.

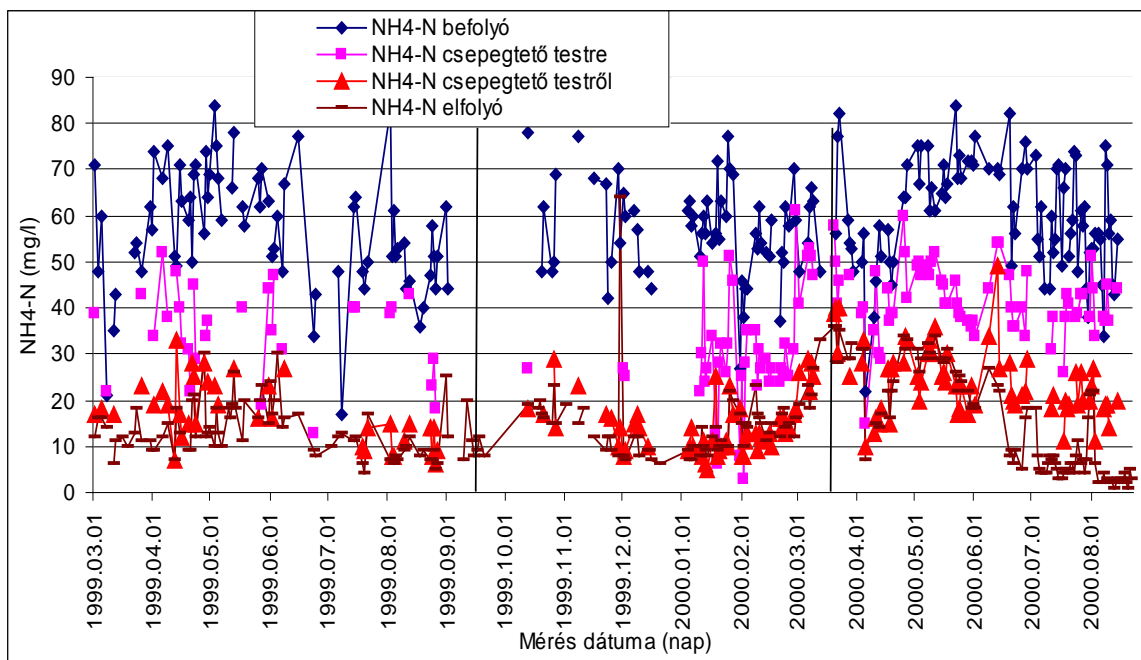
A négy Dortmundi-medence eleveniszapos reaktorral alakítása mélylevegőztető szivattyúk beépítésével valósult meg. Innen kerül az eleveniszapos víz a Dorr-ülepítőkre, ahonnan az iszap egy része recirkulál, más része fölösiszapként az előlevegőztetőre átalakított, korábban szippantott szennyvíz levegőztetőbe (nagykörös iszaprecirkulációba) kerül. Az eleveniszapos lépcső indítására csak az idei év elején került sor, tehát az elmúlt év utolsó négy hónapjában nélkülük üzemelt a tisztítás.

Az üzemi paraméterek alakulása az átalakítást megelőző és az követő időszakban.

Az átalakítás következményeit, nehézségeit az átkötés előtti időszak és az azt követő szakasz üzemi eredményeinek összehasonlításával értékelhetjük. Ennek érdekében az 1. és 2. ábrán bemutatjuk a telep különböző pontjain ebben az időszakban mért KOI - és ammóniumkoncentráció értékeket.



1. ábra: A rendszer különböző pontjain mért KOI szennyezettség.
(A csepegtetőtestekről elfolyó víznél ülepített mintákból történt a vizsgálat)



2. ábra: A rendszer különböző pontjain mért NH4-N szennyezettség.
(A csepegtetőtestekről elfolyó víznél ülepített mintákból történt a vizsgálat)

A befolyó szennyvíz mintái minden esetben reggel 8 órakor a homok- és zsírfogóból kifolyó vízből kerültek megvételre. Szórásuk elég nagy a különböző ipari szennyvizek lökészerű terheléseinek megfelelően, mégis jól jellemzik a tisztító átlagos terhelésének alakulását. Néhány esetben több napon keresztül is az átlagos szennyezettségnek a másfél kétszerese érkezett a vizsgált időszakban, amely túlterhelések már az ammónium eltávolításban is éreztették hasonló jelleggel a hatásukat. A nitrifikációs kapacitás azonban rendszerint 2-4 napon belül helyreállt az átlagosan terhelt időszakokban.

Az előlevegőztetők hatását a kétszintes ülepítők egyesített elfolyó vízből vett mintákkal kívántuk ellenőrizni, amely megfelelő osztón keresztül a csepegtetőtestekre kerül. Ez gyakorlatilag ülepített víz, ezért a felkevert mintákból történt minden esetben a mérés. A csepegtetőtestek egyesített elfolyó vízből, ami a Dortmundi-medencéből átalakított eleveniszapos egységekre kerül elosztásra ezzel szemben ülepített KOI értéket kellett mérni a lebegő biofilm zavaró hatásának kiküszöbölésére.

A tisztított elfolyó vizet az üzem kifolyó pontján mintázták naponta reggel 8 és este 7 órakor. Az utóbbi mintázás korábban nem volt szokásban, de a vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy mivel a rendszer átlagos hidraulikus tartózkodási ideje mintegy 10 óra, az esti minták eredményei jellemzőbbek a délelőtti csúcsterhelés tisztítására. Ezek a minták tehát mintegy a napi terhelési maximumnak megfelelő értékeket szolgáltatottak. Az ilyen méréseket 2000 március elejétől végzi folyamatosan az üzem. A legutóbbi két hónapra az ábrán látható adatok a reggeli és esti értékek átlagai.

A csepegtetőtest előtt és után vett mintákat az elfolyó vízéhez hasonlóan március eleje óta az átlagos tartózkodási időnek megfelelő időeltolással vettük. Ezt figyelembe kell venni az adatok értékelésénél.

A csepegtetőtest recirkulációja módosításának hatása

Az adatokból érdekes megfigyelni, hogy a tisztítandó szennyvíz szennyezettsége mindkét évben tavasszal – nyár elején volt viszonylag nagyobb az éves átlagnál, és a nyári-téli időszakban tendenciózusan csökkent. Ennek kedvező hatásának szükségszerűen mind nyáron, mind télen jelentkeznie kellett. Mindkét esetben kedvező kellett, hogy legyen a nitrifikációs kapacitásban, azaz a tisztított víz ammónium koncentrációjában.

A módosítás előtti időszakra, tehát az elmúlt év szeptemberéig szépen látszik ez a tisztított szennyvíz ammónium koncentrációjából, de nem érzékelhető ugyanezen minták KOI értékeinél. Az is látható a 2. Ábrából, hogy ebben az időszakban a csepegtetőtestről az utóülepítőbe folyó víz ammónium koncentrációja gyakorlatilag megegyezik az ülepített elfolyó vízével, tehát az utóülepítőben nem történt különösebb iszap hidrolízis, vagy ammónium visszaoldódás. Nyilván valóan ekkor az utóülepítő hatékonyan denitrifikált, s a nitrogéngáz képződése is okozhatta a lebegőanyag kihordást, s ezzel a KOI megnövekedését.

A csepegtetőtestek recirkulációjának átalakításával (1999 szept. közepe – 1999 dec. vége) a tisztított víz KOI szennyezettsége nem változott, az ammónium koncentrációja azonban előbb megnőtt, majd tendenciózusan csökkent a korábbi nyári üzemre jellemző 10 mg/l körüli átlagos értékre. Ez azt jelenti, hogy a tisztítóban az ammónium eltávolító kapacitás a szennyvíz hőmérsékletének hülése ellenére igen kedvezően alakult.

Az eleveniszapos rész bekötésének hatása

Az eleveniszapos rész 2000 január elején történt bekötésével és indításával a korábbi kedvező eredmények stabilizálódni látszottak, bár már január közepén volt néhány nagyobb elfolyó ammónium koncentráció érték, azt rövid lökészerű szerves anyag és ammónium túlterhelés hatásának vettük. Február elején azonban mind a KOI, mind az $\text{NH}_4\text{-N}$ átlagok a nyers szennyvízben tendenciózan csökkentek, az elfolyó víz mutatói azonban ezzel éppen ellenkezőleg növekedtek, s ez a növekedés a hónap végéig folyamatos volt. Ezért is határoztuk el a Dortmundi-medence és az előlevegőztető iszapjának respirációs vizsgálatát február végén. Ezek eredményeit majd a későbbi fejezet ismerteti. A nitrifikáció romlása a rendszerben március közepéig folytatódott, majd mintegy két hónapig változatlanul rossz volt, amíg a probléma okát meg nem találtuk és ki nem küszöböltük.

A január – februári időszak eredményei azonban mindenképpen bizonyították, hogy az átalakított tisztító tud jól üzemelni, azonban abban valamilyen, korábban nem tapasztalt zavaró hatás léphetett fel. Sajnos két ilyen hatás is fellépett egyidejűleg. Az első nem volt ismeretlen, de az átalakítás mintegy felerősítette a hatását. A gyöngyösi szennyvíztisztítóban egy más tisztítóknál ritkán tapasztalható csigafaj telepedett meg, amely a biofilmből folyamatosan az utóülepítőbe, majd a kétszintes ülepítő fenekére került a korábbiakban. A Dortmundi-medencék átalakításával a csigák közvetlenül azok fenekére kerültek, s a túlfolyás miatt onnan nem kerültek folyamatos eltávolításra. Ugyanígy összegyűlt egy csigaréteg az iszaprecirkulációnál az elosztómedence fenék részében is. Ezekben a terekben a csigák a pangás következtében berothadtak és a keletkező könnyen felvehető tápanyag az iszap helyek belsejében hatékony denitrifikációt is okozott, de az egyidejűleg fenntartott nagy iszapkoncentráció miatt oxigénhiányt és szulfid keletkezését eredményezte. Ezek együttes hatásának eredményeként az eleveniszapos rendszer nitrifikációs kapacitása minimálisra csökkent.

A másik váratlan jelenség ami a telepen jelentkezett, a kétszintes ülepítők üzemzavara volt. Évtizedekkel korábban a pestlőrinci szennyvíztelepen már tapasztaltak hasonló jelenséget, de az valamiképpen elfelejtődött, s a csepegtetőtestek visszaszorulásával a közlemények sem emlegethették fel az utóbbi időszakban tanulságos példaként. Ott a gyöngyösihez hasonló rendszer kiépítése után észlelték, hogy az eleveniszapos rendszerről visszaforgatott iszap a filmes rendszerétől eltérően ülepszik, pontosabban a kétszintes ülepítő oldalfalán nehezebben csúszik el, mintegy iszappad képzésére hajlamos. Nos a gyöngyösi üzemben is bekövetkezett az idézett eset. Az iszappad azután lassan berothadt, ami egyre nehezebben kezelhető, iszapos, szulfidos víz feladását eredményezte a csepegtetőtestre. Ennek volt a következménye a csepegtetőtest nitrifikációs kapacitásának az előző években nem tapasztalt mértékű visszaesése.

Az üzemzavar kiküszöbölésére előbb a Dortmundi-medencék fenéksompját kellett megszüntetni, majd az iszaprecirkulációs vonalon az osztótartály átalakítására is szükség volt. A kétszintes ülepítőnél az ülepítő rész fala dőlésszögének növelése nem jöhetett szóba, ezért ott kevés vegyszer (5 mg/l Fe^{3+}) adagolásával és az ülepítő fenéklapjának naponta történő kotrásával (iszappad kialakulás lehetőségének minimalizálásával) kellett az iszapberothadást megakadályozni.

Az átalakítások május közepétől már éreztették hatásukat az ammónium értékek alakulásában, de a csepegtetőtestek korábbi nyarakon tapasztalt igen jó nitrifikációs kapacitását napjainkig sem sikerült visszaállítani. Ez jól látható a 2. ábrán. Az 1. és 2. ábrákon az is megfigyelhető,

hogyan 2000 március elejétől látszólag nagyobb a csepegtetőtestekre feladott szennyvíz KOI-je és ammónium szennyezettsége. Ez valószínűleg nem igaz, csupán az átlagos tartózkodási idővel eltolt mintavétel eredménye. A március óta mért értékek egyébként jobban jellemzőek a reggel nyolc órás befolyó értékekre, mint a korábbiak, melyek inkább az éjszakai kisebb szennyezőanyag koncentrációt mutatták.

Június közepétől az ábrákon megfigyelhető két terhelési csúcs hatásait is beszámítva ugrásszerű javulás következett be a módosítások eredményeként a tisztított elfolyó víz minőségében. Ez a 2. Ábrán jól megfigyelhetően egyértelműen az eleveniszapos rész hatékony nitrifikáló teljesítményének tulajdonítható. Augusztus utolsó napjaiban ugyan már megfigyelhető a csepegtetőtest hatékonyságának javulása is, három adatból nem szabad messzemenő következtetést levonni. Egyértelmű azonban, hogy az eleveniszapos befejezés mind a Koi, mind az ammónium csökkentésében hatásosnak bizonyult abban az időszakban, amikor jelentősebb üzemzavar nélkül sikerült a rendszer működtetni. Hosszabb távon is értékelhető javulás történt mindkét paraméter tekintetében. Jól mutatja ezt az ábrák adatain túl az 1998-2000 évek augusztus hónapjainak összehasonlítása is. A reggel 8 órakor vett elfolyó pontminták (megfelelően kiegyenlített minták) átlagos ammónium koncentrációja ezekben a hónapokban a következők szerint alakult:

1998	-	11,2 mg NH ₄ ⁺ /l
1999	-	7,6 mg NH ₄ ⁺ /l
2000	-	2 mg NH ₄ ⁺ /l

Jelenleg a gyöngyösi szennyvíztisztítóra szinte kizárólagosan specifikus csigaszaporulat, illetőleg annak kiülepedése és berothadása az eleveniszapos lépcső előtti osztó-aknában és magában a levegőztetőben ugyan kisebb technológiai problémát jelent, a tisztító átalakítása és üzemeltetése a jövőt illetően mindenképpen ígéretesnek tűnik. Az ugyancsak specifikusnak tekinthető biomassza további tudományos vizsgálatokra is igényt tart, ami a tisztítás folyamatos ellenőrzését fokozottan indokolja.

Az előlevegőztető és a csepegtetőtestet követő eleveniszapos rész respirációs vizsgálata

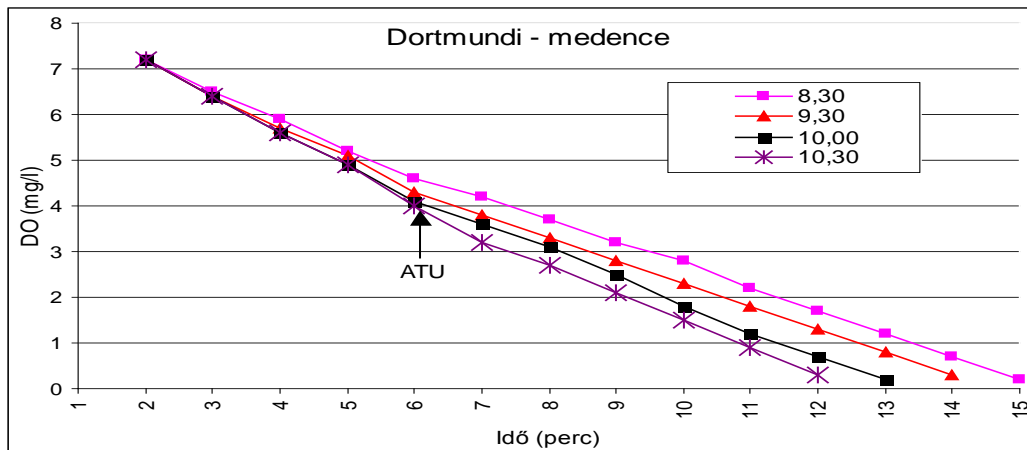
A Dortmundi - medence oxigén felvételi sebességének vizsgálata

Respirációs méréseket végeztünk a medencében folyó nitrifikációs tevékenység ellenőrzésére. Az első alkalommal közvetlenül az eleveniszapos rész (Dortmundi-medencék) beindítása után télen (2000. február 25-én) vizsgáltuk az üzemet. Ekkor kezdődött csigaberothadás és iszapberothadás a rendszerben. A csigák hidrolízise során keletkezett szerves anyag és a kétszintes ülepítők szulfid terhelése tovább rontotta a nitrifikálók tevékenységét.

A kísérlet során mintegy 30-35 l mintát vettünk ki a Dortmundi-medencéből, majd fellevegőztettük fél óránként 1l mintát vettünk és mértük az oxigén fogyasztás sebességét (Pulai és társai, 1998). Ezzel párhuzamosan minden mintavétel után meghatároztuk az ammónium és a nitrát koncentrációját. A méréskor az iszap koncentrációja 5,9 kg/m³ volt, s így az oxigénellátottság sem volt megfelelő.

A mérések alapján a **3. ábra** alapján a mikroorganizmusok oxigénfelvétele 0,65-0,75 mgO₂/l*percnek adódott, ha ebből levonjuk az ATU-val történő lemérgezés utáni

oxigénfogyasztási sebességet (0,48-0,5 mgO₂/perc), akkor az autotróf szervezetekre mintegy 0,16-0,22 mg O₂/l*perc jut. Ez 13,5 mg O₂/óra, amit ha nitrogénre átszámolunk, akkor 2,2-2,9 mg N/l*óra adódik és ez 2,8-3,8 mg NH₄⁺/l*óra. Mivel a medencében a tartózkodási idő 1,5 óra, így ez is behatárolja nitrifikációs tevékenységet, vagyis a csepegtetőtestről érkező, mintegy átlagosan 15 mg/l-es ammónium koncentrációját csak 3-5 mg/l-el képes csökkenteni. A kísérlet időtartama alatt minden egyes mintavétel után meghatároztuk a folyamatosan levegőztetett mintából ammónium és a nitrát koncentrációját, így időben is látható a komponensek átalakulása, melyet a **2. táblázat** mutat be.



3. ábra: Az oxigén felvételi sebességek alakulása a februári vizsgálat során

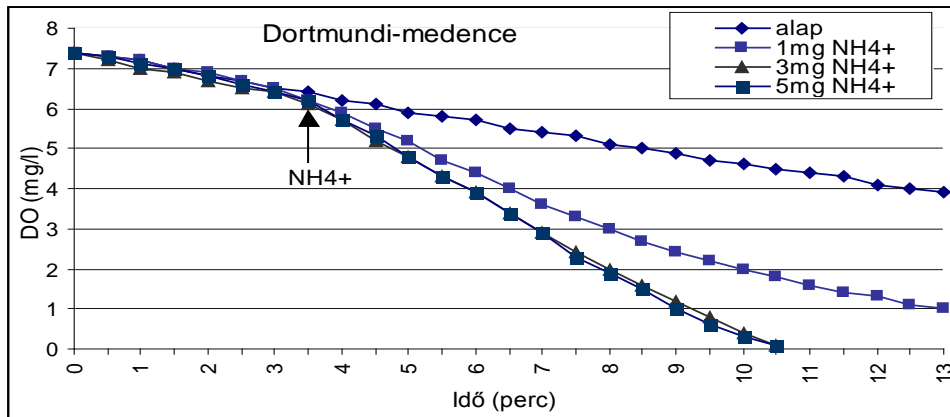
Az **2. táblázatból** látható, hogy a kétórás kísérlet alatt az ammónium koncentrációja négyet, míg a nitráté 30 mg/l értékkel változott. A 30 mg/l-es nitrát növekedést 9 mg ammóniumból lehetséges csak, viszont az ammónium koncentrációja csak 4-et változott. Az oxigén felvételi sebességből számolva a 2,8-3,8 mgN / l*óra ammóniumból 10-15 mg NO₃⁻ / l*óra keletkezik, tehát a kétórás mérés alatt 20-30 mg/l-es növekedés várható.

2. táblázat: A az ammónium és a nitrát koncentrációjának alakulása a téli vizsgálat során

Mintavétel ideje	Ammónium koncentráció (mg/l)	Nitrát koncentráció (mg/l)
8 ³⁰	11	43
9 ³⁰	10	50
10 ⁰⁰	9	59
10 ³⁰	7	70

A méréseket ugyanolyan módon megismételtük a nyári időszakban is, amikor korábban említett problémákat sikerült kiküszöbölni. Ekkorra már az elfolyó víz ammónium koncentrációja 0-2 mg/l-re csökkent, amiből arra következtettünk, hogy a nitrifikáció jóval intenzívebben zajlik, mint télen. A respirációs vizsgálatok először látszólag nem ezt igazolták. A mintavétellel egy időben történő ammónium meghatározásból 2,76 mg ammónium-nitrogén koncentrációt mértünk, amire elvileg megfelelő autotróf oxigénfelvételt kellett volna kapni. A respiráció ezt nem igazolta. Valószínűleg a mikroorganizmusok által nehezen felvehető, de mérés során ammóniumként kimérhető nitrogénformával talákoztunk. Ezt tisztázandó, a következő mérési sorozatnál külön adagoltunk ammóniumot a kivett mintákhoz (Pulai és társai, 1998), illetőleg felvettük a téltési görbét az ammóniumra.

A második respirációs vizsgálatnál (2000. augusztus 9-én) már külön adagoltunk ammóniumot a kivett mintához, mivel alig volt az autotrofoknak az eleveniszapos medencék vízében, s ezért felvettük a telítési görbét is az ammóniumra, amit a **4. ábra** mutat be.

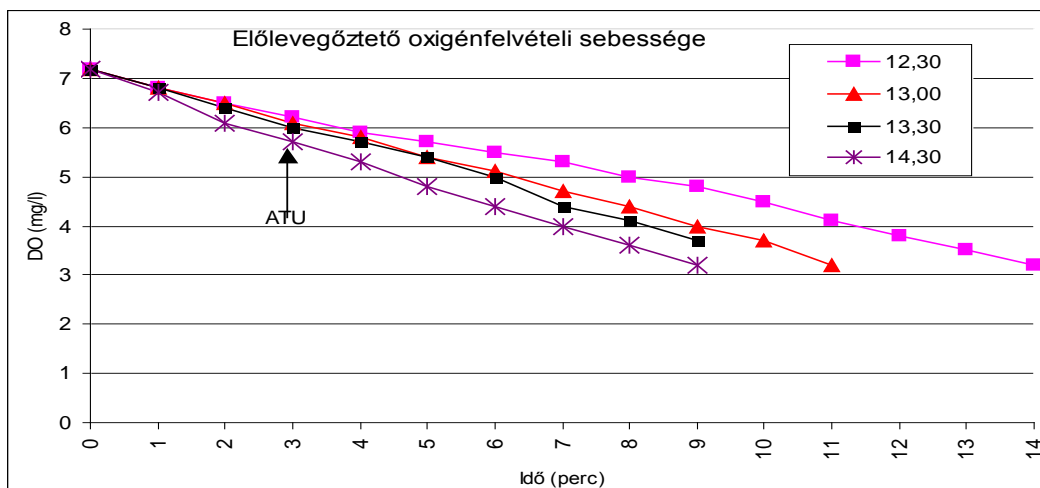


4. ábra: Az autotróf oxigén felvételi sebesség változása ammónium adagolására a nyári vizsgálatnál

A **4. ábrából** látható, hogy már az 1 mg/l-es NH_4^+ koncentrációra is nagyon érzékenyen reagált a rendszer, s gyakorlatilag 5mg/l-es koncentrációnál a maximális sebességet mértük. Ebben az esetben nyáron az alapjel 0,088 mg N/ perc oxidációnak felel meg, viszont ammónium adagolás hatására ez 0,202 mg N / l*perc, azaz 12,2 mg N /l*órára nőtt. Ez utóbbi a téli sebességhez képest négyszeres növekedést jelent. Ezzel magyarázható az augusztusi elfolyó víz 2 mg/l-es koncentrációja. Áttételesen következménye ez az oxigén ellátottság javulásának, amit az iszapkoncentráció csökkentésével (3 kg/m^3) és a csigarthadás megszüntetésével sikerült elérni.

Előlevegőztető medence vizsgálata

A biológiai bontás első lépcsője az előlevegőztető, ahol a befolyó szennyvíz előlevegőztetése során a szerves, könnyen bontható komponensek lebegő iszappá alakulnak. Mint ahogy az **5. ábrából** is látható a bontás sebessége nagyon nagy annak ellenére, hogy az iszapkoncentráció a normál eleveniszapos rendszerekhez képest csak azok tizede ($0,2\text{-}0,4 \text{ kg/m}^3$).

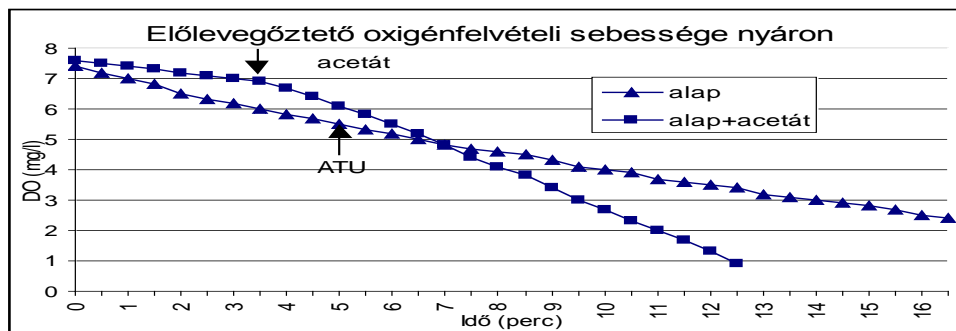


5. ábra: Az előlevegőztető iszapos folyadék oxigénfelvételi sebességének téli vizsgálati eredményei

A februári mérések szerint, az előlevegőztetőben, amit az **5. ábra** mutat, az oxigén felvételi sebesség $0,27-0,37 \text{ mg O}_2/1^*\text{perc}$ között változott, ami szinte teljesen a heterotróf oxigénfelvétel, ugyanis az ATU-val történő lemérgezéssel is csak minimálisan csökkent. Ebből megállapítható, hogy az előlevegőztetőben gyakorlatilag szerves szennyezőanyag oxidáló mikroorganizmusok élnek, autotrófok alig.

Az előlevegőztetőben a tápanyag ellátottság miatt az ábrán látható sebességére határozta be az oxigénfelvételt, ami a két órás mérés alatt gyorsult valamelyest a jobb oxigénellátottság miatt, illetőleg az esetleges nagyobb hidrolízis sebessége miatt. Ebben a biológiai egységben az utóbbi a meghatározó folyamat.

Az augusztusi méréseket hasonló módon végeztük el. Ekkor is az alap oxigén felvételi sebesség $0,37 \text{ mg O}_2/1^*\text{perc}$ volt, amely mindkét mikroorganizmus csoport tevékenységének az eredménye. A nitrifikálók lemérgezést követően (ATU) ennek az érték mintegy kétharmadára, $0,243 \text{ mg O}_2/1^*\text{perc}$ értékre csökkent. Ez már csak a heterotrófok oxigénfelvételi sebessége. A nitrifikálók oxigénfelvételi sebességének a részaránya a mért érték harmadára növekedett a téli időszak gyakorlatilag elhanyagolható hányadához képest. A mérési eredményeket a **6. ábra** mutatja. Az adatokból megállapítható, hogy a telepen végzett tavaszi módosítások a biológiai rendszer határfokát mindkét lépcsőben megnövelték.



6. ábra: Az előlevegőztető oxigénfelvételi sebességének alakulása augusztusban

Az utóbbi vizsgálatoknál 1 acetátot is adagoltunk az előlevegőztetőből vett mintához. A mintákat ilyenkor ATU-val lemérgeztük, így csak a heterotrófok tevékenységét mértük ki. A **6. ábra** alapján az acetát hatására az iszaptömegre, vagy reaktortérfogatra vonatkoztatott fajlagos oxigén felvételi sebesség a háromszorosára növekedett meg.

Irodalom:

Pulai J- Kárpáti Á: Kétlépcsős, két iszapkörös kommunális szennyvíztisztító nitrifikációs és denitrifikációs folyamatainak vizsgálata respirációs mérésekkel. XVI. Országos MHT Vándorgyűlés, Kecskemét, 1998. július 4-6. Kiadványkötet 493-508.