



SZENT ISTVÁN EGYETEM

Környezettudományi Doktori Iskola

**Modifikált zeolit felhasználás vízminőségre és mikroorganizmus
populációra gyakorolt hatása az elveniszapos
szennyvíztisztításban**

Doktori értekezés tézisei

Komárominé Kucsák Mónika

Gödöllő

2009

A doktori iskola

megnevezése: Környezettudományi

tudományága: Környezettudományok

vezetője: Dr. Barczy Attila
mb. iskolavezető, Ph.D., habil, egyetemi docens
Szent István Egyetem, Természetvédelmi és Tájökológiai
Tanszék

Témavezetők: Dr. Bardóczyné Dr. Székely Emőke
egyetemi docens, Ph.D.
Szent István Egyetem, Természetvédelmi és Tájökológiai
Tanszék

Dr. Gyulai Ferenc
egyetemi tanár, MTA doktora
Szent István Egyetem, Agrár-Környezetgazdálkodási Tanszék

.....
iskolavezető jóváhagyása

.....
témavezető jóváhagyása

.....
témavezető jóváhagyása

Bevezetés és célkitűzés

Napjaink egyik legfontosabb környezetvédelmi kérdése a vízellátás és a csatornázottság megoldása településeinken. Ma már a víz sem korlátlan természeti erőforrás, mivel élő vizeink szennyezettségének mértéke növekszik, ennek csökkentése érdekében egyre nagyobb szükség van arra, hogy a felhasznált vizet, megfelelőképpen tisztítva juttassuk vissza a befogadóba. A hagyományos szennyvíztisztítási technológiák a csatornázottság következtében a növekvő szennyvízmennyiséggel, illetve töményebb szennyvízzel nehezebben birkóznak meg. Szükség van új technológiákra, melyek nem a kapacitás növelésével, hanem a lebontási határfok növelésével érnének el jobb eredményt, melynek egy lehetséges változatát a zeolit alkalmazása jelentheti.

A dolgozat célkitűzése az alábbiakban foglalható össze:

- A zeolit felületén megkötődő baktériumok vizsgálata, azon feltevés igazolása, hogy a zeolit megnöveli a baktérium populáció mennyiségét. Választ kerestem arra, hogy hogyan változik a fajdiverzitás a zeolit adagolás következtében a kontroll vizsgálati sorhoz képest.
- A zeolit adagolással üzemelő és a kontroll tisztítósorból származó eleveniszap – lebontási aktivitásának ($\text{mgKOI/g}_{\text{szervesanyag}}$) összehasonlítása.
- Vizsgáltam az iszapülepedést, annak változását a zeolit adagolás függvényében.
- Keresetem a választ arra, hogy a zeolit felületén kialakult baktérium tömeg kiegyenlíti-e a szennyvíztisztítótelepet érő terheléseket.
- A zeolit ioncserélő kapacitását figyelembe véve vizsgáltam a nitrogén eltávolítás határfokának alakulását.
- A zeolit adagolású és a kontroll párhuzamos műtárgysorokon az elfolyó, tisztított szennyvíz minőségének (KOI, BOI₅) összehasonlítását végeztem.
- A Szobi Szennyvíztisztító Telep sajátos problémája a beérkező ipari szennyvíz által okozott iszapelúszás. Kerestem a választ arra a kérdésre, hogy az iszapelúszást okozó fonalásodás zeolit adagolás esetében csökkenthető-e.

Anyag és módszer

A NATO „Science for Peace” programja keretében fiatal kutatóként vettem részt. A programon belül modifikált zeolittal történő eleveniszapos szennyvíztisztítás hatásfokát vizsgáltam. A tisztítási folyamatot heti rendszerességgel, a vízkémiai jellemzőkre (KOI, BOI₅, lebegőanyag, N, P) vonatkozólag vizsgáltam.

A kísérleti munkánál az alábbi munkarendet követtem:

- A szobi Szennyvíztisztító Telepről nyers, előülepített szennyvizet és a recirkulációs körből eleveniszapot kellett a laboratóriumba beszállítani. A szennyvízmintákat a szobi telepen hetente egyszer, mindkét sorból vettük, az eleveniszapos medencékből. Ez heti négy mintavételt jelentett. A szennyvízminták az MSZ ISO 56667-10:1995 Víztisztítás Mintavétel 10. rész: A szennyvízből végzett mintavétel előírásai c. szabványnak megfelelően műanyag palackba kerültek.
- Az eleveniszapból és a szennyvízből el kellett készíteni levegőztetéshez a szükséges keveréket. A keverék elkészítése a következőképpen történt: a leülepedett recirkulációs iszap iszap-vizét leöntöttük, majd az iszapot összerázással homogenizáltuk. Ebből a homogenizált iszapból 250 ml-t menzurába kimértünk, és szennyvízzel 1 literre feltöltöttük. A fentiekben ismertetett keverési arány mellett ajánlatos elkészíteni a levegőztetési kísérletnél felhasználásra kerülő kiindulási keverékét. Előzetes számítással mindig tisztáztuk a levegőztetési minták alapján, hogy hány liter keverékre van szükség és ezt a keveréket egy nagyobb edényben, együtt készítettük el, majd az 1 literes menzurákba szétmértük a mintákat. A szétmérésnél és minta vételnél vigyázni kellett, mert az iszap, ülepedésre hajlamos, ezért mintavételezés közben és mintavevő edény bemelegítése előtt a keveréket mindig alaposan össze kellett keverni. A keverék elkészítése után a kiindulási mintának meghatároztuk az iszap koncentrációját (lebegőanyag) és a zeolit adagolást erre a koncentrációra vonatkoztattuk.
- A levegőztetési kísérleteknél mindig szükséges egy vegyszer nélküli mintának (kontroll) a kísérleti sorba történő beállítása.
- A zeolit adagolást az eleveniszap lebegőanyag koncentrációjára vonatkoztatva 5; 8 és 10 %-ban adtuk meg.

- A kiindulási keverékből és a levegőztetés után a szűrt mintákból mértük a következő paramétereket: KOI-t, ammóniát, nitrátot, lebegőanyagot, összes foszfort, ülepedést, pH-t.
- Szakaszos kísérleteknél a levegőztetési időt, a szennyvíztelep levegőztetőjében beállított átlagos tartózkodási idővel azonosnak vettük.
- Az ülepedési jellemzőt a Molhmann térfogati index segítségével határoztuk meg.
- Iszap aktivitás vizsgálatot laboratóriumi zeolit szűrővel határoztuk meg, ahol a zeolit szűrő szemcsemérete 1,5-2,1 mm volt, A töltött cső hossza: 40 cm, a töltött cső átmérője: 4 cm, a töltött cső belső keresztmetszetének felülete: $0,00125 \text{ m}^2$, a rátáplálás sebessége: 5,0 l/óra ($0,005 \text{ m}^3/\text{óra}$), szűrési sebesség: 4,0 m/óra, a tisztítandó víz KOI koncentrációja: 1221 g/l. Folyamatos szűrési kísérletet végeztünk.

Az elemzést számítógépes adatbázis készítésével és az összefüggések vizsgálatával végeztem. Az eredmények megbízhatóságát F-próbával 95%-os valószínűség mellett vizsgáltam.

Új Tudományos Eredmények

1. A laboratóriumi és az üzemi kísérletek és vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy az eleveniszapos rendszer levegőztető reaktorában $30 - 100 \text{ g/m}^3$ mennyiségben adagolt, $1 - 110 \mu\text{m}$ szemcseméretű aktivált zeolit hatására a szervesanyag eltávolítási hatékonyság referencia rendszerbeli ($50 - 60 \text{ mg KOI g}^{-1}\text{óra}^{-1}$) értékhez képest $15-20 \%$ -kal nő.
2. Kimutattam, hogy a zeolit adagolással a nitrifikáció hatásfoka a kontrollhoz képest $20 - 40 \%$ -kal növelhető, mivel a zeolit részecskék felületén ioncserével megkötött ammónium ionok közvetlenül rendelkezésre állnak szintén a részecskék felületen kialakuló a bio-filmet alkotó nitrifikáló baktériumok számára. Az ammónium ioncsere egy dinamikus folyamat, amelyet a kialakult biofilm felület nem befolyásol, mert a vizes fázisban diffúzió az ioncserét folyamatosan biztosítja. Az endogén légzés mérésével bizonyítható a baktérium tömeg aktivitásának növekedése, ez egyben jelzi a baktérium tömeg növekedését is.
3. Laboratóriumi kísérletekben kimutattam, hogy a modifikált zeolit esetén a KOI adszorpció 165 mg/KOI/g modifikált zeolit esetén, ez 15% -os KOI adszorpció növekedést jelent a natur zeolit KOI adszorpciójához képest.
4. Kimutattam az iszapüledés mértékét. Az eleveniszap Mohlmann indexe zeolit adagolás mellett $100 \text{ cm}^3/\text{g}$ érték alatt tartható, szemben a referencia rendszerben kapott értékekkel. A mért SV_{30} értékek alapján is bizonyítható volt, hogy a zeolitos sor átlagosan $18-20 \%$ -kal jobb üledést mutat, mint a kontroll sor.
5. A kémiai foszfor eltávolítás esetében az aktivált zeolit adagolás csökkentette a foszforeltávolításhoz (elfolyó $<1,0 \text{ mgP/l}$) szükséges Fe^{3+} ion mennyiségét. Szimultán vegyszer adagolás esetében a szokásos Fe/P arányt $1,5 - 1,7$ érték között kell tartani, hogy az elfolyó, tisztított szennyvíz foszfor koncentrációja az $1,0 \text{ mgP/l}$ érték alatt maradjon. Zeolit adagolás esetében a fenti elfolyó vízminőségi követelményt $1,1 - 1,2$ Fe/P arány mellett lehetett elérni.
6. A két mechanikai tisztító sor közötti vizsgálataim eredményeképpen 9 fajt különböztettem meg, melyek előfordulási gyakorisága között volt eltérés. A fajdiverzitás tekintetében mindkét sor azonosnak tekinthető. Az előfordulási gyakoriság a jó tisztítási hatásfokot jelző baktériumok között is megfigyelhető. A zeolitos sor baktérium populáció előfordulási aránya minden terhelésnél (alacsony, közepes, magas) $2-10 \%$ -kal magasabb,

mint a kontroll sornál. Ezeket a vizsgálatokat értékelve is hasonló következtetésre jutottam, mint a vízkémiai paraméterek tekintetében, azaz összességében jobb minőségű mikroflóra alakult ki a zeolittal kezelt tisztító sor elveniszapjában.

Javaslatok

A feltárt irodalom és az elvégzett kísérletek alapján megállapítható, hogy a zeolit adagolású technológia alkalmazható minden kommunális és élelmiszeripari szennyvizet tisztító eleveniszapos telepen. A zeolit örleményt minden esetben a levegőztető berendezésbe kell adagolni, ahol az zeolit részecskék a szabadon úszó és a kisebb pehely-társulásokat alkotó baktériumokat megkötik. Az eleveniszapos medencébe adagolandó zeolit mennyiségét mindig a rendszerben (levegőztető + utóülepítő) lévő eleveniszap mennyiségére vonatkoztatjuk. A zeolit-adagolás mértéke az elérendő céltól - biológiai bonthatóság javítása, nitrifikáció, denitrifikáció fokozása stb. - függően változhat. Az elérendő célok és a szükséges zeolit koncentráció közti összefüggés az alábbi:

- iszapüledés javítása: 2 – 5%,
- iszapelúszás megakadályozása: 2 – 12%,
- pehelystruktúra javítása: 3 – 5%
- KOI-ban kifejezett biológiai bonthatóság javítása: 5 – 12 %
- nitrifikáció, denitrifikáció hatásfokának javítása: 8 – 10 %,

Az eljárás alkalmazható, amennyiben:

- az eleveniszap pehelyszerkezete nem megfelelő, pehely-szétesés következtében a pehelystruktúra 50 µm alatti méretet mutat. (A zeolit-adagolás a pehelyméretet 150 µm fölé emeli.)
- a rosszul ülepedő iszappelyhek hatására az utóülepítőben iszap elúszás (> 40 mg/l) és ezzel együtt a kezelt szennyvíz minőségének romlása tapasztalható
- a telep túlterhelt, az elfolyó, tisztított szennyvíz minősége nem megfelelő
- a telepen kémiai foszfor eltávolítás igénye merül fel, akkor az aktivált zeolit alkalmazásával a vas/foszfor mól arány 1,2 – 1,5 értékek között tartható (Ez 20 – 25 %-os vegyszer megtakarítást jelent.)

A zeolit eleveniszapos szennyvíztisztítási technológiában való alkalmazása kommunális, vagy ipari szennyvizekkel terhelt kommunális szennyvizek tisztításánál a kis-, és a nagyobb kapacitású telepeknél is beváltották a hozzá fűzött reményeket.

A rendszerbe történő beadagolástól kezdődően rövid időn belül jelentős kedvező változást okozott a technológiai rendszer a szervesanyag lebontás hatékonyságában, az

utóülepítő terhelésében, a nitrogén és a foszfor eltávolítás hatásfokában. Az iszap kisebb mennyiségben keletkezett és tulajdonságai kedvezőbbek a felhasználást illetően. Elősegíti a műtárgyak jobb kihasználását, stabillá teszi a technológiát a terhelés-változásokkal szemben. Az aktivált zeolit alkalmazása következtében a keletkezett fölösiszap víztelenítése jelentősen javul. A víztelenítésnél kb. 20 %-os polielektrolit megtakarítást lehet elérni.

Kedvező kihatással van a telep energia és vegyszer felhasználására. Az üzemeltetés költségeit az adalékanyag csak igen kis mértékben emeli. Komplex hatása révén azonban más költségtételeknél csökkenést idéz elő, összességében, így a fajlagos üzemeltetési költség csökkenése tapasztalható.

Bármilyen beavatkozás előtt elengedhetetlenül szükséges egy részletes helyszíni adatfelvétel, a helyi adottságok, előírások, feltételek megismerése.

Tudományos közlemények és előadások

Folyóiratcikk

Lektorált folyóiratcikk magyar nyelvű

Komárominé Kucsák M. (2007): *Szennyvíztelepek intenzifikálásának EU jogharmonizációs háttere* Hidrológiai Közlöny 87, ÉVF. 1. szám 2007. január-február, Bp. p. 16-19.

Lektorált folyóiratcikk idegen nyelvű

Komárominé Kucsák M. (2007): *Increased wastewater treatment cleaning efficiency by using modified zeolite in biological wastewater treatment*, Bulletin of the Szent István

Komárominé Kucsák M. - Gábor Loksa - Krisztina E. Csereklye - Emőke Székely Bardóczyné - Szabolcs Kállai: *Use of zeolite to improve soil amelioration and takes effects on microclimate*, VII. Alps-Adria Scientific workshop, Stara Lesna, Slovakia 2008.

Konferencia kiadványok

Magyar teljes

Bardóczyné Székely E., **Komárominé Kucsák M.** (2003): *Modifikált zeolit felhasználás vízminőségre és mikroorganizmus populációra gyakorolt hatása az eleveniszapos szennyvíztisztításban*, XVII. Országos Környezetvédelmi Konferencia Siófok, 2003. szeptember 23-25. p.130-137.

Komárominé Kucsák M., Bardóczyné Székely E. (2007): *Zeolit adagolás hatása az eleveniszapos szennyvíztisztításra, különös tekintettel a vízminőségi kérdésekre és a mikroorganizmus populációra*, Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás Balatonfüred, 2007. október 15-16.

Magyar nyelvű absztrakt

Bardóczyné Székely E., **Komárominé Kucsák M.**, Lapis B., Szász P.(2006): *A zeolit lehetséges szerepe a vízfolyások szennyvízterhelésének csökkentésében, zeolit előfordulások Európában*, III. Magyar Földrajzi Konferencia, Budapest, 2006. 09. 06-07.

P. Princz, J. Oláh, S. Smith, D. Kalló, **M. Kucsák** (2002): *Improvement of the biological degradability of wastewaters using modified zeolites*, 6th International Conference on the

occurrence, properties and utilization of natural zeolites, Book of abstracts, Thessaloniki,2002 p.1-17.

Könyv, könyvrészlet

Idegen nyelvű könyvrészlet

Komárominé Kucsák M., Kállai Sz.: *Using modified zeolites produced on effects on microorganism population in biological wastewater treatment in Hungary, pollution and water resources* Columbia University seminar proceedings 2004/XXXV. Canada p. 291-300.

Elérhetőség:

Komárominé Kucsák Mónika

Cím: 2600 Vác, Tavasz u. 4.

E-mail: monika.komaromi@gmail.com

Mobil: 06-30-552-8822