

A project címe

Fluidizációs biofilm reaktor szennyvíz kezelésére.

A célkitűzés, a megoldandó probléma

A nagy szerves anyag, valamint jelentős mennyiségben nitrogén formákat tartalmazó szennyvizek a települési-, a mezőgazdasági- és élelmiszer termelő üzemi szennyvizek közül kerülnek ki. Ezen szennyvizek felszíni vizekbe bocsátása csak a KOI és nitrogén-formák határérték alá csökkentésével valósíthatók meg. Jelenleg ezek hatékonysága kicsi, nagy beruházási és terület igényes eljárások.

A megoldás fajtája (aláhúzendó)

Termék (berendezés) – Eljárás – Termék (berendezés) és eljárás

A megoldás definiálása

Olyan fluidizációs biofilmes reaktort alkalmaztunk, mely nagy fajlagos felületű és kopásálló hordozó révén alkalmas tartós és idősebb mikroflóra létrehozására. Így első lépésben egyidejűleg jelentős KOI és NH_4^+ tartalom csökkentés hajtható végre levegővel és a betáplált szennyvízárammal lebegésben tartott biofilm segítségével. Második lépésben a szükséges hőmérsékletet biztosító hőcserélőben anoxikus körülmények között biztosítható a denitrifikáló biológiai rendszer és folyamat lejátszódása. A rendszer recirkulációval működik a terheléshez igazodóan.

A megoldás iparjogvédelme (aláhúzendó)

Bejelentett találmány, használati vagy ipari minta, növényfajta, időpont: 2004.11.03.

Szabadalom, használati vagy ipari minta oltalom, növényfajta oltalom, érvényességi terület:

Szerzői mű, az alkotás időpontja:

A feltaláló/k, az alkotó/k neve/i

Dr. Raisz Iván Miskolci Egyetem, + portré

Dr. Kovács Kálmán tanácsadó ÉMK Kft, Sajóbáony,

Kiss László ügyvezető KIS Kft. Sajóbáony

A feltaláló/k, az alkotó/k bemutatkozása

Dr. Raisz Iván: A Miskolci Egyetem Kémia Tanszékének docense, a Kromatográfias és Környezetvédelmi Laboratórium vezetője. A Belga Királyi Feltaláló Lovagrend tagja. Nős, két gyermeke és három unokája van, akiknek használható környezetet szeretne hátrahagyni.

Dr. Kovács Kálmán: Okleveles vegyész, 15 éve foglalkozik Sajóbáony környezetvédelmi kérdéseivel. Jelenleg az ÉMK Kft tanácsadójaként dolgozik. Nős, három gyermeke van.

Kiss László: Sajóbáonyi völgyben több működő cég, többek között az ÉMK Kft. tulajdonosa. A cégei meghatározó szerepet játszanak a üzemelő vegyipari cégek karbantartási, energiaellátási és környezetvédelmi feladatainak ellátásában. Elkötelezett híve, hogy a cégei minőségi munkát végezzenek, melyet folyamatos fejlesztésekkel és beruházásokkal biztosít. Nős, két gyermeke van.

A jogosult/ak neve/i

Észak-magyarországi Környezetvédelmi Kft. (ÉMK Kft.), Sajóbábony, Ipartelep.

A jogosult/ak bemutatkozása

Fő profilja a veszélyes hulladékok kezelése, ipari és kommunális szennyvizek tisztítása. Sajóbábonyban az egyik legdinamikusabban fejlődő vállalat, termelési értékét két év alatt két és félszeresére fogja megemelni. Környezet iránti elkötelezettségét az integrált minőség és környezetirányítási rendszer működtetésével biztosítja. + fénykép

A megoldás környezetvédelmi besorolása (aláhúzendó)

Mérés, értékelés – Tisztítás – Ártalmatlanítás – Újrahasznosítás – Ártalom csökkentése – Káros hatás kivédése – Természeti erőforrás kímélése – Egyéb:

A megoldás megvalósításának foka (aláhúzendó)

Még nincs megvalósítás – Terv – Modell – Kísérletezés – Prototípus – Termék – Működő eljárás

Európai Közösségi támogatással jelentős fejlesztés volt az országban települési szennyvíz hálózat kiépítésére, miközben nem volt kellően gazdaságos eljárás kis települések kommunális szennyvizének tisztítására. Felhasználva az ÉMK Kft. szennyvíztisztítási tapasztalatát, a „KIS” Kft. vegyipari gépgyártási és szerelési tapasztalatát, valamint a Miskolci Egyetem Kromatográfiai és Környezetvédelmi Laboratóriumában meglévő szellemi kapacitást, elhatároztuk egy a célnak megfelelő szennyvíztisztítási eljárás kifejlesztését.

Az ÉMK Kft által benyújtott „**Eleveniszapos szennyvíztisztító és szaporító reaktor (KMFP-0051/2001)**” című kutatás-fejlesztésre benyújtott pályázatot az Oktatási Minisztérium Kutatás-Fejlesztési Helyettes Államtitkárság Alapkezelő Igazgatósága elfogadta.

A támogatást nyert pályázatot kidolgozó kéttagú konzorcium, az ÉMK Kft és a KIS Kft, valamint a kutatásba bevont ME Fizikai Kémiai Tanszéke 2001 évben megállapodott abban, hogy a vállalt fejlesztő tevékenységet a módosított pályázati dokumentációnak megfelelően kívánja elvégezni. A részfeladatokat és teljesítésük kritériumait a benyújtott pályázat melléklete tartalmazta.

A kutatásban kitűzött elveket nagylaboratóriumi reaktorban ellenőriztük. A konvencionális homok hordozó üzem közbeni mikroszkópos ellenőrzése rávilágított arra, hogy kellően magas életkorú biológiai ág ezen a hordozón nem hozható létre, ezért különböző felületi kialakítású hordozókat állítottunk elő eltérő szemcseméretben ipari hulladékokból. Megfelelően aprított kerámia hordozóval a kitűzött célt elértük.

Az oxidációs és nitrifikációs folyamatok gyorsítására és a téli üzembiztonság érdekében hőcserélős rendszert alakítottunk ki az oxidatív oszlop után, és innen recirkuláltattuk vissza a szennyvíz jelentős hányadát. Az anoxikus, mintegy 30 °C hőmérsékletű hőcserélőben jelentős denitrifikációt tapasztaltunk. Ez a kísérleti üzemi mérések szerint reprodukálható és az anoxikus fázisban az eltávolítandó szerves anyag szolgál redukáló szerként.

Nagylaboratóriumi kísérleteket végeztünk az ÉMK Kft. által összeállított terv szerint BIOGAI, ÉMV, Nyírségi Szárnyasvágóhíd (Nyírgelse) ipari szennyvizeivel Sajóbáonyban Méréseinket nagylaboratóriumi rendszerrel elvégeztük víziszárnyas vágóhídon is, ahol hasonlóan alkalmazható volt az eljárás.

A kísérleti üzemi rendszeren végzett mérések alapján egyszerűsítettük a rendszert és olcsóbb üzemű, ejektoros cirkuláltató módszerrel javítottuk a felhasznált levegő oxigénjének kihasználtságát.

Az eljárást 2004 november 3. bejelentési nappal fogadta be a Magyar Szabadalmi Hivatal.

Alkalmazási terület (aláhúzendó)

Általános – Ipar – Mezőgazdaság – Vízgazdálkodás – Építés – Energia – Közlekedés – Hírközlés – Kereskedelem – Háztartás – Oktatás – Szórakozás – Egészségügy – Egyéb:

Bemutató

JELLENLEGI HELYZET

A nagy szerves anyag tartalmú, valamint jelentős mennyiségben nitrogén formákat tartalmazó szennyvizek a települési szennyvizek, a mezőgazdasági- és élelmiszer termelő üzemi szennyvizek, valamint a vegyipari üzemek szennyvizei közül kerülnek ki. Ezen szennyvizek felszíni vizekbe bocsátása csak a KOI és nitrogén-formák határérték alá csökkentésével valósíthatók meg.

Régóta ismertek a nyitott medencékben levegő bekeveréssel, vagy az utóbbi években mélylevegős beporlasztással történő tisztítási módok, melyek jelentős beruházást és területet igényelnek, ráadásul érzékenyek a levegő hőmérsékletének jelentős csökkenésére (Knowles-Downing-Barrett: J. Gen. Microbiology, Vol. 38. p. 263-290.). Ezen problémák megoldására fejlesztették ki először a denitrifikálási folyamatok gyorsítására a kétfázisú fluidizációs reaktorokat, majd a KOI csökkentési és nitrifikálási folyamatokra a háromfázisú fluidizációs biofilmes reaktorokat. A klasszikus biológiai fluid ágyakat jól foglalja össze Major Veronika (Biotechnológia a környezetvédelemben (szerkesztő: Benedek Pál), Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990. p.130-135). Az irodalmi adatok többsége homok hordozó anyagot említ, így összefoglaló munkájában Cooper, P. F. is (Topics in wastewater treatment. Critical reports on applied chemistry. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1986.

Az azóta megjelent munkákban inkább a műveleti paraméterek javításával növelték a hatékonyságot. Coughlin és munkatársa a 10-20 µm vastag biofilmet tarja elérhetőnek, C. J. Fung a háromfázisú fluidizációs reaktor fejnyomásának növelésében látja a megoldást, növelve ezzel az oldott oxigén koncentrációját. Gunnarson és társai (US 6,126,829) 1,5 cm gosszú műanyag hordozó elemeket használnak, melyek belső felülete védett a biofilm lekopásától. Így mintegy 100 m²/m³ felületet tudnak biztosítani a biofilmben. Zhoup és munkatársai (Water, Air and Soil Pollution, 2003, vol.. 144, no. 1, p. 81-110) 100g/l hordozó koncentrációval tudtak 6 g/l biofilm koncentrációt biztosítani, azonban 1 óra tartózkodási idővel dolgoztak. A GB 2 333 522 szabadalom 500 m²/m³ felületet ír le és növelt oxigén koncentrációval ér el 7-15 g N/m².nap ammónia eltávolítási hatást.

KÍSÉRLETTERV AZ ELEVENISZAPOS KOI CSÖKKENTŐ REAKTORHOZ

Figyelembe veendő faktorok és azok szintjei

Félüzemi reaktoros kísérletek alapján az 1. táblázatban megadott paraméterek hatásával kell számolni.

1. táblázat. Vizsgálandó paraméterek és lehetséges értékeik

Paraméter	Jele	Lehetséges értékei
Hőmérséklet	T	20, 30 °C
Recirkulációs arány	R	4, 8
Lineáris folyadék sebesség	v	*
Levegő térfogatáram	V_G	*
Hordozó tömege	M	
Hordozó szemcsemérete	d	0,5-1, 0,25-0,5 mm
Hordozó anyagi minősége	a	Homok, porcelán

* az adott reaktorra kísérletileg ki kell mérni a maximumot, amikor a kihordás még nem következik be

Lehetséges faktorhatások száma $N=(2^7-1) = 127$.

Főhatás: mind a hét megjelölt paraméter.

Kettős kölcsönhatás: T-R, v-m, V_G -m, m-d, a-m.

Hármas kölcsönhatások: v-m-a, V_G -m-d, V_G -m-a, V_G -m-v,

Paramétercsökkentési megfontolások

Peremfeltételek megadásával a kettős és hármas kölcsönhatások száma csökkenthető. Figyelembe vettük, hogy a recirkulációs arány a folyadék térfogatárammal definiálja a tartózkodási időt, a betáplálási és elvételi térfogatáramot. A folyadék és levegő térfogatáram definiálja a hordozó lebegésben tartható maximális tömegét. A kétszintes tervben ez a felső szint, ennek 60%-a az alsó szint.

A folyadék térfogatáramának minimuma és a várható KOI értékből, valamint a hőmérséklet által determinált oldhatóságból következik a minimálisan szükséges levegő térfogatáram. Az oldott oxigén tartalmat folyamatosan mérni kell csak recirkulált anyagáramnál, hogy meg lehessen adni az oxigén maximális oldhatóságát az adott rendszerben. A maximális levegő térfogatáram a maximális folyadék térfogatáram és a minimális szemcseátmérő által megadott, még kihordást nem eredményező levegőáram.

A porcelánnak fejlesztő reaktorban maximális folyadékáramánál bekövetkező kopásának értékétől függően elvethető a homok alkalmazása. Ekkor a paraméterek száma 6-ra csökken. Ekkor a szükséges kísérletek száma 63-ra csökken.

Az intenzifikálás érdekében, amikor növeljük a maximális térfogatáramokat, a nagyobb szemcseméretű frakciót kell hordozóként vizsgálni a kihordási kockázat csökkentésére. Ezzel jelentősen megnövelhetők a térfogatáramok. Ekkor a paraméterek számának csökkenésével a kísérletszám 31-re csökken.

A technológiailag megoldható legnagyobb levegőáramot kell biztosítani. Ennek értékét szintén a fejlesztő reaktor vizes próbaüzeme alatt lehet meghatározni. Ezzel a kísérletszám lecsökken 15-re.

Kísérletterv a végleges hatások figyelembevételével

Így négy főváltozó és egy kettős hatás marad:

T, R, v, m

Kettős kölcsönhatás: T-R.

A javasolt paraméter szinteket és kísérleti beállításokat a 2. táblázatban adjuk meg.

2. táblázat. Paraméterbeállítási terv az egyes parcellákhoz

Parcella N ^o	T	R	v	m	F _{T-R}
1	+	+	+	-	-
2	-	+	+	+	-
3	-	-	+	+	-
4	+	-	-	+	+
5	-	+	-	-	+
6	+	-	+	-	-
7	+	+	-	+	+
8	-	-	-	-	-
9	+	+	+	-	+
10	+	+	+	+	+
11	-	-	-	+	-
12	-	-	-	-	+

FEJLESZTŐ REAKTORRAL VÉGZETT KÍSÉRLETEK

Eljárásunkban felhasználtuk azt a lehetőséget, hogy a **hőmérséklet növelésével** 4-5-szörösére nő a nitrifikálás sebessége, ha a hőmérsékletet 10-ről 30 °C-ra emeljük. Az ezen eljáráshoz használt csöves hőcserélő kellően nagy felületén az anoxikus körülmények között a **denitrifikálás** során is KOI eltávolítás játszódik le. Kellően megválasztott, kopásálló porcelán, illetve andezit törésével nem porlódó, **nagy fajlagos felületű anyagot** állítottunk elő, melyen jelentősen meg növekedett a biofilm vastagsága, ezzel lehetővé téve a nitrifikálási folyamatokban szerepet játszó, öregebb filmben kialakuló kultúra kialakulását.

Az eljárás eredményeként a nitrifikálási és denitrifikálási folyamatok egyetlen körfolyamatban játszódhatnak le. Üzemviteli és hatásfok növelési célból két soros kör kapcsolásával a nitrogén formákkal az ivóvíz normát érték el, a KOI érték az előírt 75 mg O₂/liter határérték alá csökkent. Az egyetlen kör ábráját mellékelve mutatjuk be a minőségellenőrzés és szabályozás célját szolgáló mért paraméterekkel. A biofilm kialakítása során a szokásosnál erősebb ammónia terhelést állítottunk be.

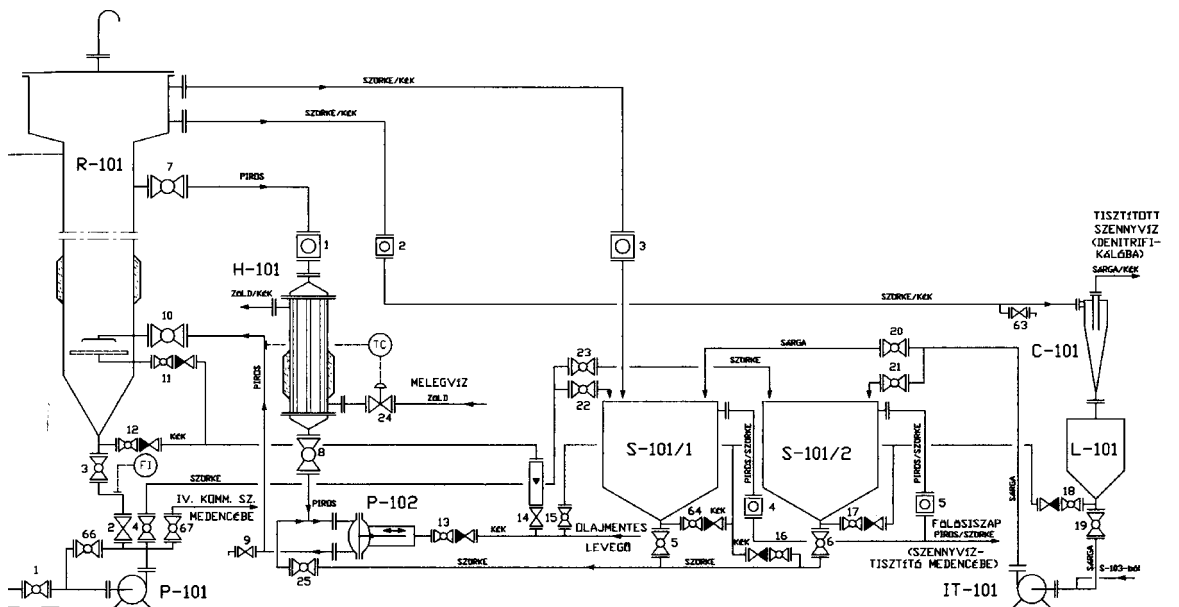
Példa:

700 mm átmérőjű 11000 mm magas reaktorba gumiharangos elosztással vezetjük be a 4 bar nyomású levegőt, melynek 1/3-a az ejektoron keresztül a cirkuláltatást végezte. A behelyezett andezit homok töredék 0,5-085 mm szemcseméretű, reaktoronként 200 liter került behelyezésre. A rendszer hőmérséklete 30 °C. Betáplálási szennyvíz térfogatárama 2,5 m³.

3. táblázat. Az elvett szennyvíz jellemző paraméterei:

Minta száma	Klorid	Nitrit	Nitrát	Foszfát	Szulfát	KOI	NH ₃
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
K2 81915	62,84	<0,05	<0,1	<0,1	34,73	71,5	<0,1

A rendszer kapcsolási rajzát az 1. ábrán mutatjuk be:



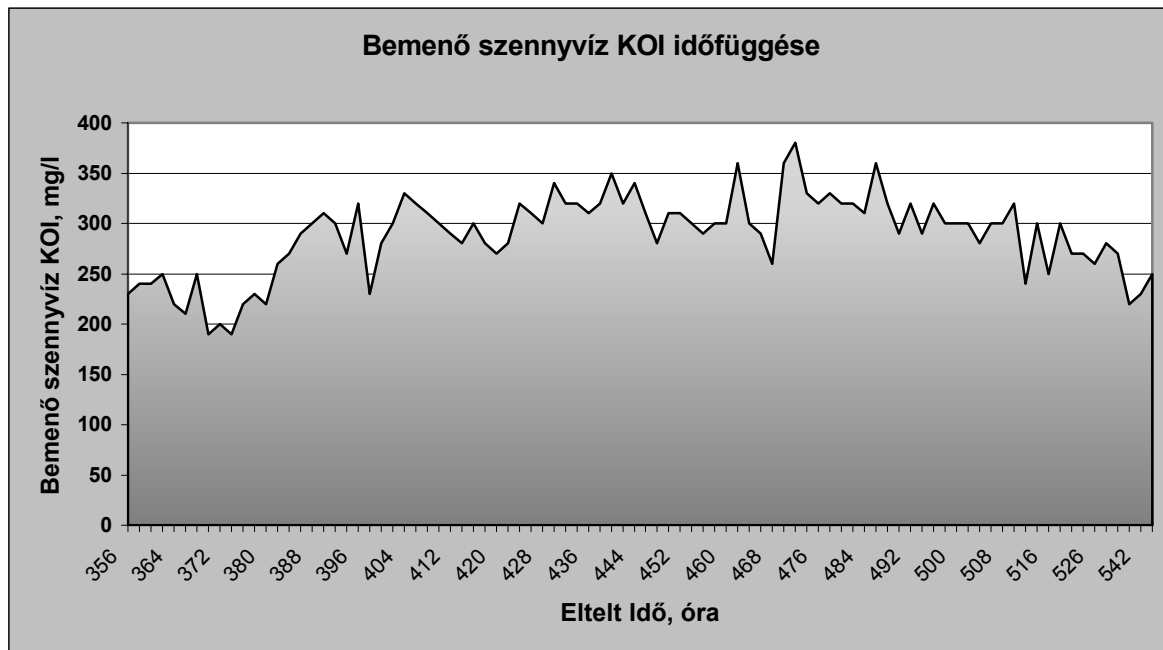
1. ábra. KOI és Ammónium-ion csökkentő reaktor

4. táblázat.

A betáplált szennyvíz jellemző paramétereit:

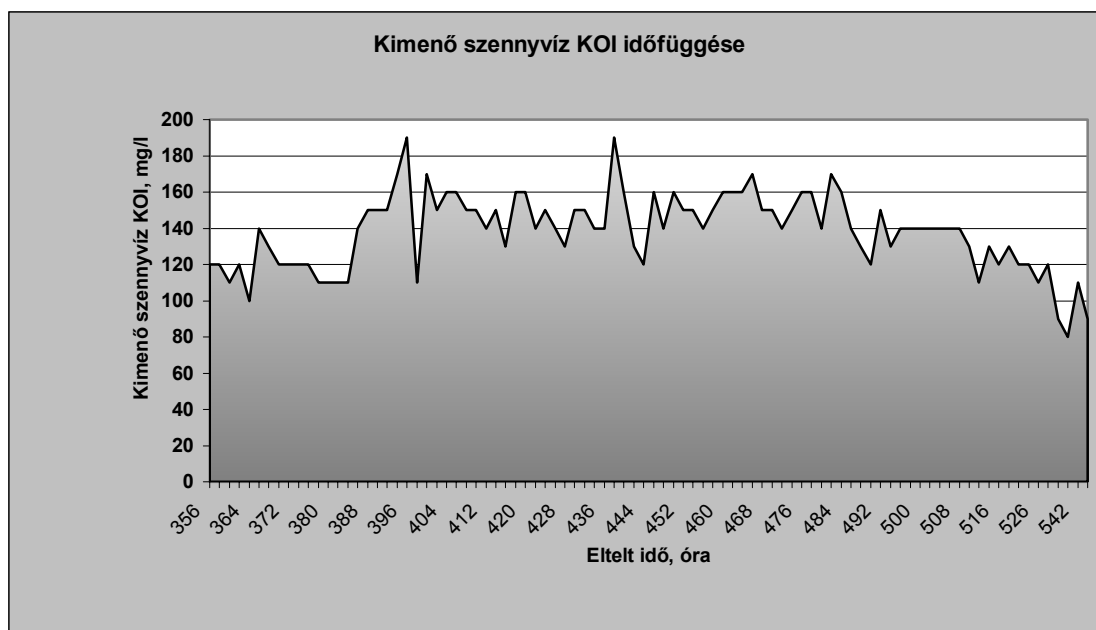
Minta száma	Klorid	Nitrit	Nitrát	Foszfát	Szulfát	KOI	NH ₃
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
K1 81913	91,72	2,00	3,12	<0,1	27,96	480	35,2

A bemenő szennyvíz KOI időfüggését a 2. ábrán mutatjuk be



2. ábra. Bemenő szennyvíz KOI idő függése

Az ehhez tartozó kimenő szennyvíz idő függését a 3. ábrán mutatjuk be.

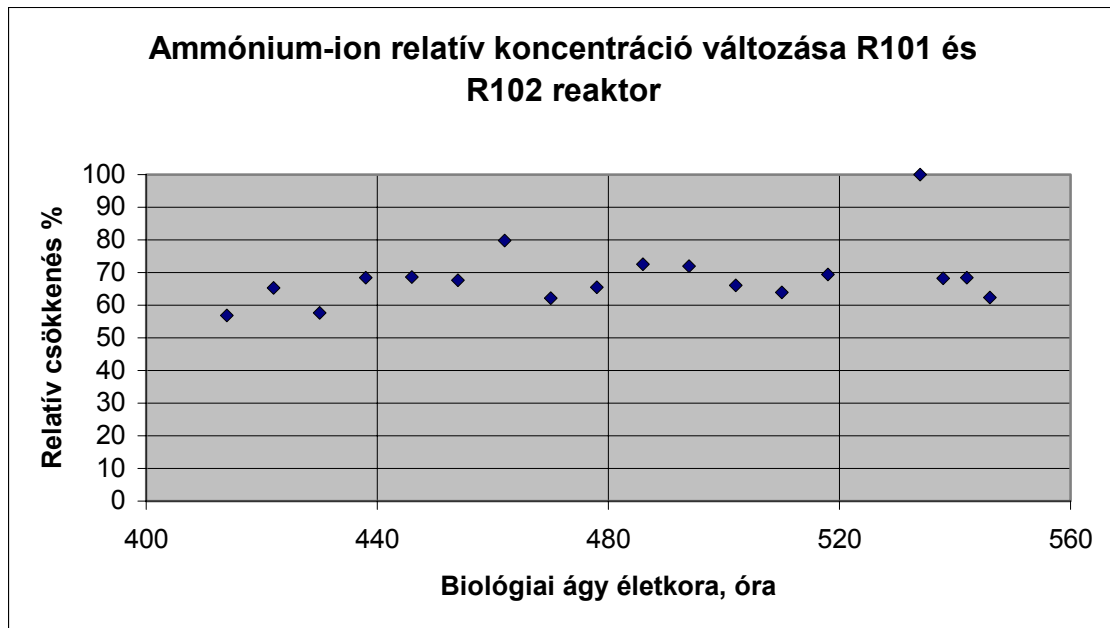


3. ábra. Kimenő szennyvíz KOI idő függése

5. táblázat. Idősorok az egyes ionformák változásáról

<i>Dátum</i>	<i>Időpont</i>	<i>Minta száma</i>	<i>Klorid</i>	<i>Nitrit</i>	<i>Nitrát</i>	<i>Foszfát</i>	<i>Szulfát</i>	<i>Eltelt idő</i>
<i>auguszt.</i>			<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	
18	15	K1 81915 be	74,64	0,97	<0,1	<0,1	34,71	266
18	15	K2 81915 ki	62,84	<0,05	<0,1	<0,1	34,73	266
18	19	K1 81919 be	98,63	0,64	0,33	<0,1	52,17	270
18	19	K2 81919 ki	108,2	<0,05	<0,1	0,55	77,97	270
18	23	K1 81923 be	85,82	<0,05	0,99	<0,1	37,60	274
18	23	K2 81923 ki	46,09	<0,05	0,39	<0,1	33,66	274
20	3	K1 82003 be	91,72	2,00	3,12	<0,1	27,96	302
20	3	K2 82003 ki	91,68	<0,05	2,50	0,50	48,45	302
20	23	K1 82023 be	78,84	0,46	0,85	0,73	29,39	322
20	23	K2 82023 ki	80,05	<0,05	0,66	0,55	40,76	322
21	15	K1 82115 be	73,64	0,71	1,38	<0,1	28,60	336
21	15	K2 82115 ki	79,31	<0,05	0,16	<0,1	54,21	336

Mint az 5. táblázatban láthatjuk a nitrit- és nitrát formák mennyisége jelentőse, az EC határérték alá csökken.



4. ábra. Ammónium –ion koncentráció relatív csökkenése az R101+R102 reaktorokban

Összefoglalva megállapítható. Hogy az eljárás segítségével a kommunális szennyvíziszap jó hatásfokkal tisztítható kis beruházási és terület igényvel. Az 5. ábrán bemutatjuk az 500 lakosegyenérték kapacitású kísérleti rendszer képét.



5. ábra. Fejlesztő reaktor rendszer.

Környezetvédelmi vonatkozások kiemelése, előnyök

Az eljárás előnye, hogy:

1. A cirkuláltatott oxigénnel telített szennyvíz nagy hányadát levegő és lebegő anyag leválasztás után anoxikus reaktorként működő csöves hőcserélőn vezetjük vissza a rendszerbe, levegővel működő ejektort használva. Így nem szükséges külön szerves anyagról, mint redukáló szerről gondoskodni.
2. Nagy felületű porózus szerkezetű kopásálló szilikát anyagot használunk, mely lehetővé teszi a megfelelő korú nitrifikálásra alkalmas kultúra kialakítását.
3. A cirkulációt ejektoros folyadékszivattyúval hajtjuk végre, mely a levegőnek nem csak mechanikai energiáját hasznosítja, hanem oxidáló ágens is.
4. A hőcserélőben a levegőtlenített és ülepitett szennyvíz egyéb nagy felületű hordozón kialakított biofilmmel érintkezik.
5. A két, vagy több sorba kapcsolt reaktor növeli az üzembiztonságot, mert egy reaktorral is 70%-ban tisztított víz hagyja el a rendszert.
6. Két, vagy több készüléket párhuzamosan kapcsolva fokozatosan bővíthető a rendszer az igényeknek megfelelően.
7. Kis településeken is biztosítható a gazdaságos szennyvíz kezelés, nem kell nagy környezeti kockázatot jelentő regionális szennyvíz hálózatokat kiépíteni és üzemeltetni.

Környezetvédelmi vonatkozások bizonyítékai

A bemutatott táblázatokból és grafikonokból látszik, hogy a kommunális szennyvíz KOI, ammónium-ion és egyéb nitrogén formák koncentrációi az EC határértékei alatt vannak.

A mintegy 30 °C hőmérsékleten végrehajtott, megfelelő életkorú biofilmmel ellátott rendszer az intenzív érintkezés kapcsán éri el ezt a teljesítményt, mely 5-ször nagyobb terhelhetőséget tesz lehetővé mint a homok hordozós alacsonyabb hőmérsékleten működő rendszerek. Ez alacsonyabb beruházási költséggel, kisebb terület felhasználással realizálható.

1. Kutatási zárójelentés a Eleveniszapos szennyvíztisztító és szaporító reaktor (KMFP-0051/2001) munkáról. Sajóbabony, 2004.
2. Tervdokumentáció az eleveniszapos fluidizációs reaktorhoz. Sajóbabony, 2004.

A rendelkezésre álló dokumentáció megnevezése, hivatkozások

1. Fluidizációs biofilm reaktor kommunális és élelmiszeripari szennyvíz kezelésére. Szabadalmi bejelentés 2004 május 1.
2. Emmer J., Raisz I.: Nitrát, nitrit meghatározása folyadékkromatográfiás módszerrel. Elválasztástudományi Vándorgyűlés 2002 október 16-18. Lillafüred.
3. Raisz Iván: Fluidizációs biofilmes reaktor a kommunális szennyvíz tisztítására. MTA MAB Környezetvédelmi Világnap Tudományos Ülés. 2004. június 8., Miskolc
4. J. Emmer, I. Raisz: Control of denitrifying reactor by determination of nitrogen forms. EMEC 3. Geneva, December 11-14, 2002
5. J. Emmer, I. Raisz: Simultaneous Determination of Nitrite and Nitrate Anions in Effluent of Denitrifying Reactor by High Performance Liquid Chromatography. CERECO'2003, The 4th International Conference on Carpatian Euroregion Ecology. April 28-30, 2003. Miskolc.
6. Kutatási zárójelentés a Eleveniszapos szennyvíztisztító és szaporító reaktor (KMFP-0051/2001) munkáról. Sajóbabony, 2004.

7. Tervdokumentáció az eleveniszapos fluidizációs reaktorhoz. Sajóbábony, 2004.
8. Génius díj Budapest, 2004.

Kapcsolat

Név: Dr. Raisz Iván

Postai cím: 3561 Felsőzsolca, Gózon Lajos u. 4.

E-mail: enviro-pharm@chello.hu

Fax: 46-383-640

Telefon: 20-9775-287