

Kapuvári szennyvíztelep intenzifikálása (példa egy rendszer minőségi és mennyiségi hatékonyságának növelésére kis ráfordítással)

Horváth Gábor
Zöldkörök

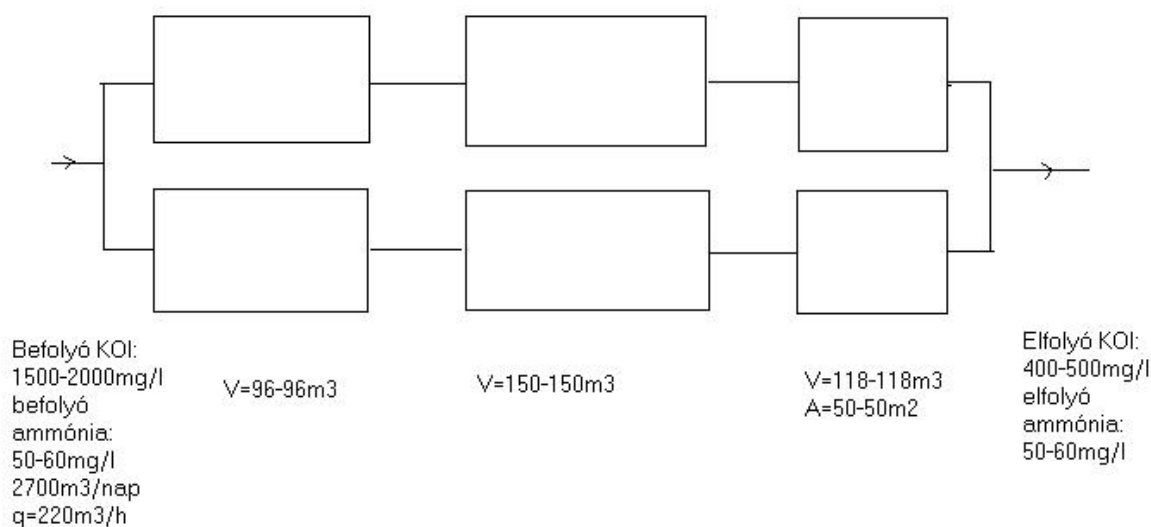
Összefoglalás: A kapuvári szennyvíztelep példáján mutatjuk meg, hogyan lehetséges egy szennyvíztelep egyszerű átalakításával egy nem megfelelően működő telepet hatékonyá tenni. Ezekhez milyen feladatokat kell elvégezni és milyen eredmények várhatóak. A leírt feladatok költségei és az eredmények haszna számolható a megadott adatokból.

I. Bevezetés

Mindennapi problémákként élük meg a szennyvíztelep üzemeltetők, hogy jó lenne valamit tenni a tisztább vizekért, de nincsenek lehetőségeik, szűkös anyagi források állnak a rendelkezésükre. Szeretnék bemutatni egy olyan telepet, ahol kis átalakítással is sikerült jó eredményt elérni. Az alkalmazotthoz hasonló átalakításokkal feltehetően máshol is lehet számottevő hatékonyságjavulást elérni.

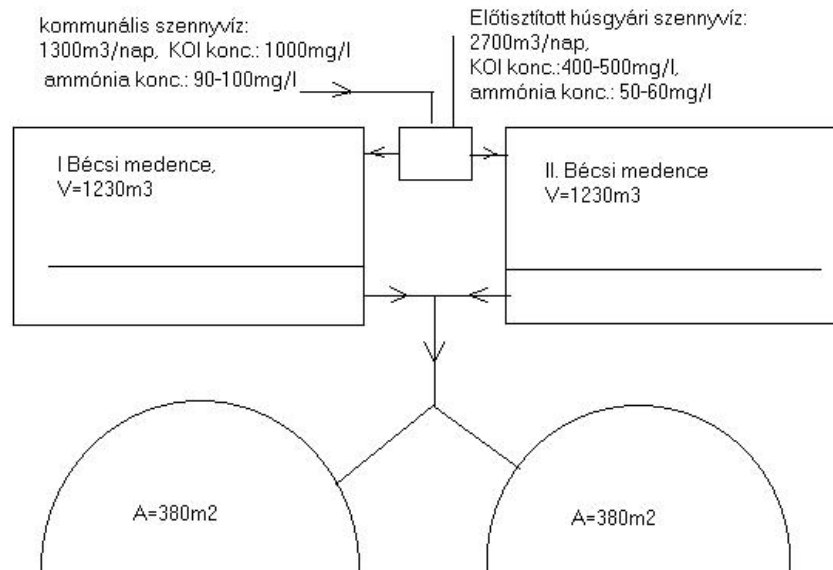
I. Kapuvári szennyvíztelep működése

A kapuvári szennyvíztelep flotált húsipari és nyers kommunális szennyvizet fogad külön bevezető ágon. A kapuvári szennyvíztelep 4 lépcsőben épült a bemutatásra kerülő állapotáig. Mindig a kor követelményeinek megfelelő szinten készültek el a műtárgyak. Ennek következtében az első lépcsőben egy húsipari szennyvíz „előtisztító” lett megépítve, ami két párhuzamos ágból áll, mindegyik ágon két levegőztető medence van sorba kapcsolva, amit egy 50m² felületű utóülepítő követ. Ez a létesítmény akkor csak a húsipari üzemen belül flotált ipari szennyvíz előtisztítására szolgál. A húsipari szennyvíz mennyisége ~2700m³/nap volt hétköznaponként, alkalmanként 220 m³/h térfogatárammal a Ringa Húsipri Rt.-től.



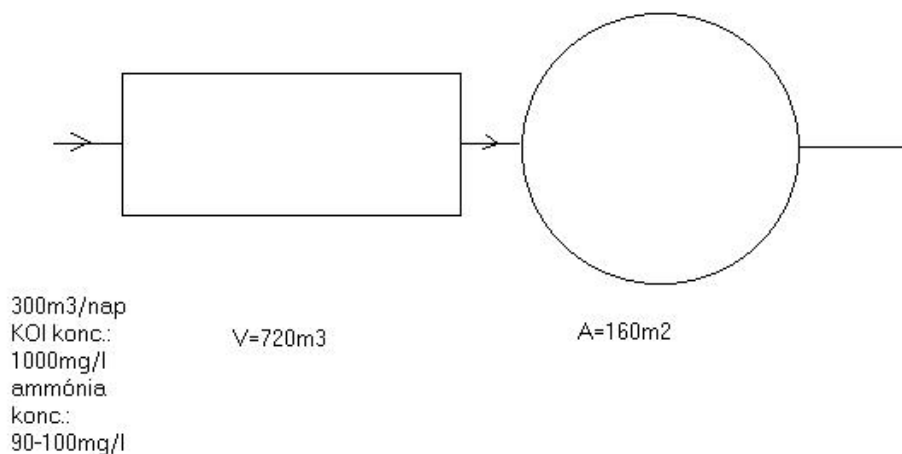
1. Ábra. Húsgyári előtisztító sémája, műszaki és technológiai paraméterei.

A második lépcső tisztította ekkor tovább az előtisztított húsgyári szennyvizet és fogadta az 1300 m³/nap mennyiségű lakossági szennyvizet. A második lépcső két párhuzamos ágból állt, ez egyébként ma is üzemel. Egy-egy ágon egy-egy bécsi medence van, ami közös kifolyással rendelkezik a két utóülepítő felé.



2. ábra. Kettes lépcső sémája, műszaki és technológiai paramétereit.

A telepen a fentiekén túl van egy külön álló levegőztető medence utóülepítővel. Ez a levegőztető medence fogadott akkor 300m³/nap mennyiségű kommunális szennyvizet. Ezt ebben az előzőektől szeparált medencében tisztította, majd engedte a befogadóba.



3. ábra. A külön álló levegőztető medence és utóülepítője, műszaki és technológiai paramétereit

Az így felépített szennyvízteleptől a következő paramétereket várták el:
75mg/l KOI szerves terhelést és
10mg/l ammónia koncentrációt az elfolyó vízben.

A telep tudta a ~75mg/l-es KOI terhelést a kibocsátott szennyvízben, de az ammónia koncentráció sokszorosán, 4-6-szorosán meghaladta a határértéket.

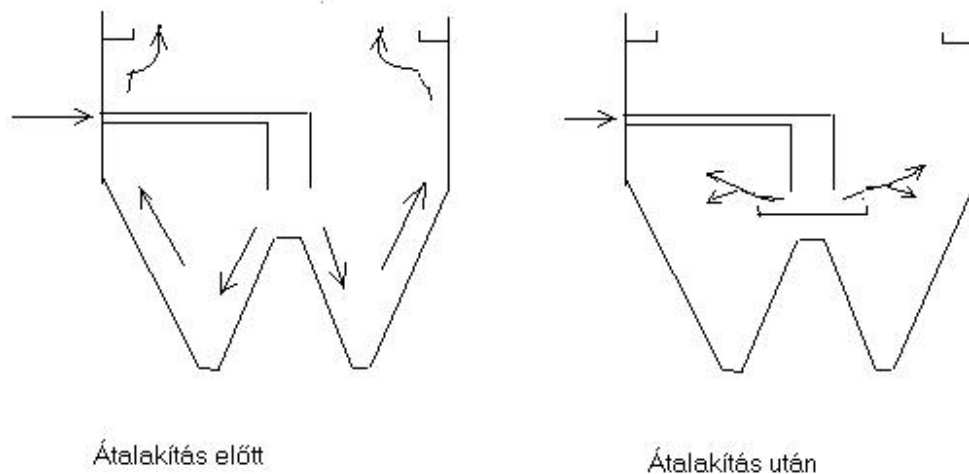
II. Kapuvári szennyvíztelep átalakítása

A telepen be kellett indítani az ammónia kellő mértékű oxidációját. Ez azért nem működött megfelelően, mert a kettes lépcső olyan mértékű szerves terhelést kapott a kommunális szennyvízterhelés miatt, hogy oxigén hiányos állapot alakult ki a két bécsi medencében.

A telepen két feladatot kellett megoldani, hogy az oxigén koncentráció mérhető legyen a levegőztető medencékben:

- I. Az egyes lépcső átúszó iszapját az egyes lépcsőn tartani és onnan elvenni.
- II. A kettes lépcső két bécsi medencéjét sorba kapcsolni.

A telep első nagy problémáját a húsüzemi lépcső kicsi utóülepítői jelentették, amik több mint kétszeres hidraulikai terhelésnek voltak kitéve. Itt a megoldást egy FeIII oldat és szerves koagulálószer adagolása jelentette. A vas ionokat 100 ppm-es, a szerves koagulálószer 5 ppm-es koncentrációban adagoltuk a levegőztető sorokról elfolyó iszapos vízhez. Az oldatok adagolása az iszaphoz történik és naponta csak annyit adagolunk, ami a fölös iszappal kikerült a rendszerből – iszapelvétellel vagy elúszással. Ezzel az iszap ülepedési sebessége az első 10 percben a 2,5-szörösére nőtt. Ez biztosította, hogy a nagy hidraulikai terhelés mellett is megfelelő lett az ülepedés. Meg kell jegyezni, hogy a megfelelő ülepedés, azért sem jött létre korábban, mert az utóülepítők műszaki kialakítása olyan volt, hogy nagy szennyvíz beáramlás esetén, mint egy statikus keverő működtek, a pelyhek felfelé áramoltak, ahogy ezt az alábbi 4/a ábra is mutatja. Az ide beépített terelő lemez megoldotta ezt a problémát, amit a 4/b ábra mutat.



4. ábra I. lépcső utóülepítőinek működése, a terelő lemez beépítése előtt és után.
(Az iszap elvétel az utóülepítők zsonpjából történik.)

A kettes lépcső két bécsi medencéjének sorba kapcsolása, mint műszaki probléma jelentkezett. A két medence egy osztóműtől kapta keverve az előtisztított húsgyári és kommunális szennyvizet. Itt ezt egy egyszerű zsilipeléssel lehetett egyik vagy másik irányba irányítani. A két bécsi medencéből kifolyó víz egy közös elvezető csatornán keresztül volt a két utóülepítőbe vezetve. A két medence töltési szintje 30cm-rel maradt el a medence belmagasságától. Olyan átmérőjű csőátvezetést kerestünk, amiben a teljes szennyvíz

mennyiség 0,5 m/s sebesség mellett is át tud folyni az egyik medencéből a másikba. Kis átalakításokkal egy 600 mm átmérőjű vascső került lefektetésre, ami elégnek bizonyult a szennyvíz átvezetésére.

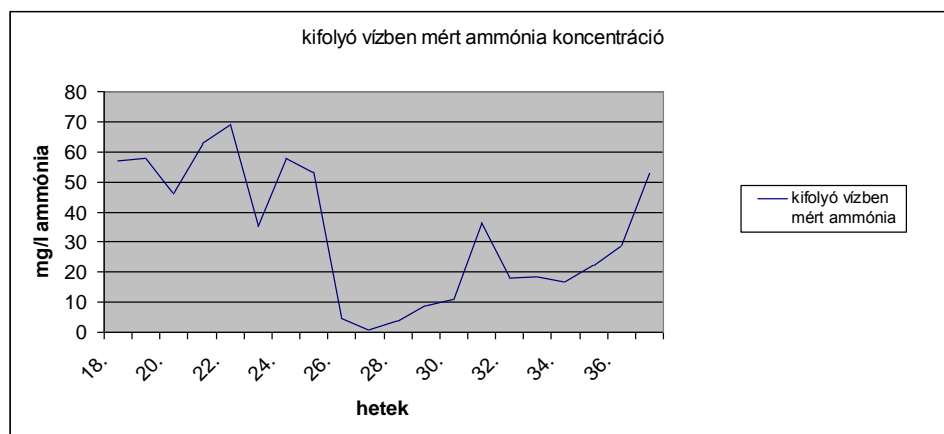
Az így kialakított rendszertől vártuk el a megfelelő ammónia oxidációt, úgy gondolván, hogy az első bécsi medencében lebomlik a szerves terhelés és így a kettes medencében megjelenő oxigén elegendő lesz az ammónia lebontására. A várakozással ellentétben az ammónia lebontás nem indult be, annak ellenére, hogy az oxigén megjelent a kettes bécsi medencében. Az oxigén koncentrációja az átalakítás után 0,3-5 mg/l között volt. (A megjelenő magas oxigén koncentráció szabályzására nem volt lehetőségünk. A 2 mg/l fölötti oxigén koncentrációt nem tartjuk jónak.) A bécsi medencékben a 30' iszap ülepedést 300-500 ml érték között tartottuk, a lebegő iszap koncentrációja a levegőztető medencékben ~2,5 g/l körül volt. Az ilyen üzemeltetés során a telep kiegyensúlyozottabbá vált, a kifolyó szennyvízben a KOI 50-60 mg/l-re csökkent. Az átalakítás áprilisban történt.

A nyári melegek, minden külső beavatkozás nélkül, meglepő eredményt hoztak. 1. táblázat. Június végén elkezdett csökkenni az ammónia koncentrációja a második bécsi medencéből elfolyó vízben. Július elejére a második bécsi medencéből elfolyó vízben 0 mg/l volt az ammónia koncentráció. Az első medencében, az oxigénhiányos környezetben, (maximális levegőbevitel mellett 0,0 mg/l mutattak a szondák) az ammónia koncentráció 5-10 mg/l közé csökkent. Ez az állapot augusztus közepéig állt fenn, akkor drasztikusan elkezdett romlani az eredmény. Egyértelműen hőmérsékletfüggő volt az ammónia lebontás. Az oxigén koncentráció a második bécsi medencében továbbra is 0,3-5 mg/l között volt.

1. táblázat. A nyári nitrifikáció hatása a telepen:

hét	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
NH ₄ -N (mg/l)	57	58	46	63	69	35	58	53
hét	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.
NH ₄ -N (mg/l)	4,5	0,9	*3,6	*8,9	11	*36,3	18	18,3
hét	34.	35.	36.	37.				
NH ₄ -N (mg/l)	16,6	22	28,8	53				

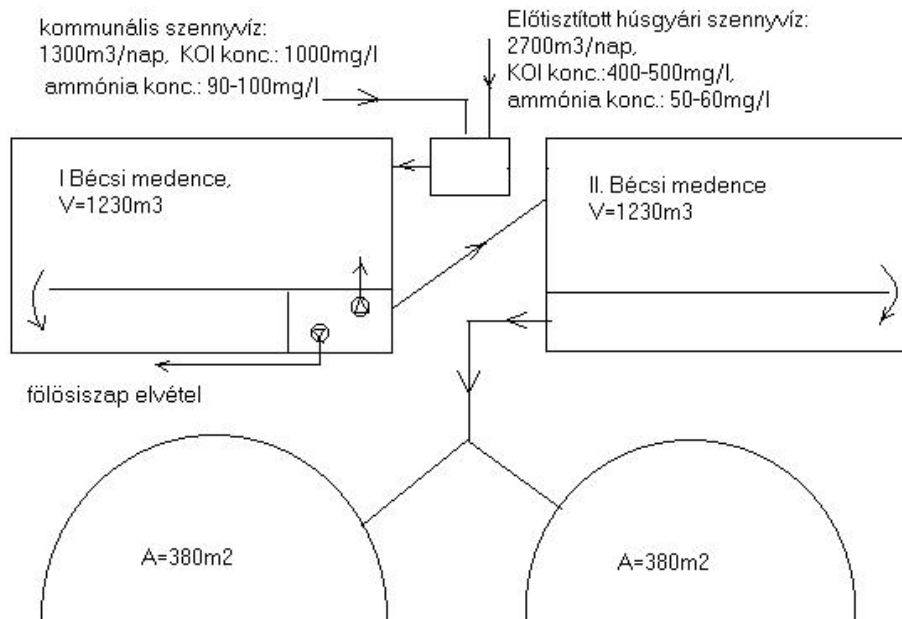
* Jelzett heteken technológiai meghibásodások történtek vagy karbantartást végeztünk.



5. ábra. Nitrifikáció alakulása 2002 nyarán a kapuvári szennyvíztelepen.

A további kísérletek azt célozták, hogy a kettes lépcsőben megjelent ammónia lebontást, hogy lehetne újra indítani. A kettes lépcső újra gondolása után egyértelművé vált, hogy a fő probléma a nagy mennyiségű iszap elvétel a kettes lépcsőről, illetve a nem megfelelő iszapkoncentráció kialakulása a második bécsi medencében.

Ezért az első bécsi medence kialakított holterében kiülepedett iszapot egy $100\text{m}^3/\text{h}$ teljesítményű szivattyúval az első bécsi medence levegőztetett részébe visszaszivattyúztuk, biztosítva egy kis körös iszaprecirkulációt (6. ábra). Ezzel párhuzamosan ebből a holtérből $20\text{m}^3/\text{h}$ teljesítménnyel fölös iszapot vettünk el az iszapsűrítő medencébe. A maradék iszapos víz a második lépcső második bécsi medencéjébe folyt át, ahonnan az utóülepítőekben történő ülepítés után a befogadóba vezettük.



6. ábra. Második lépcső első bécsi medencéjének átalakítás utáni vázlatja.

Az átalakítás eredményeként a második medencében az oxigén szint folyamatosan $1,0\text{mg/l}$ fölé került. Az ammónia lebontás beindult, egy hét után a második bécsi medencéből elfolyó víz ammónia koncentrációja 0mg/l lett. Az ammónia koncentrációja az első bécsi medencéből elfolyó vízben $10-20\text{mg/l}$ között ingadozott.

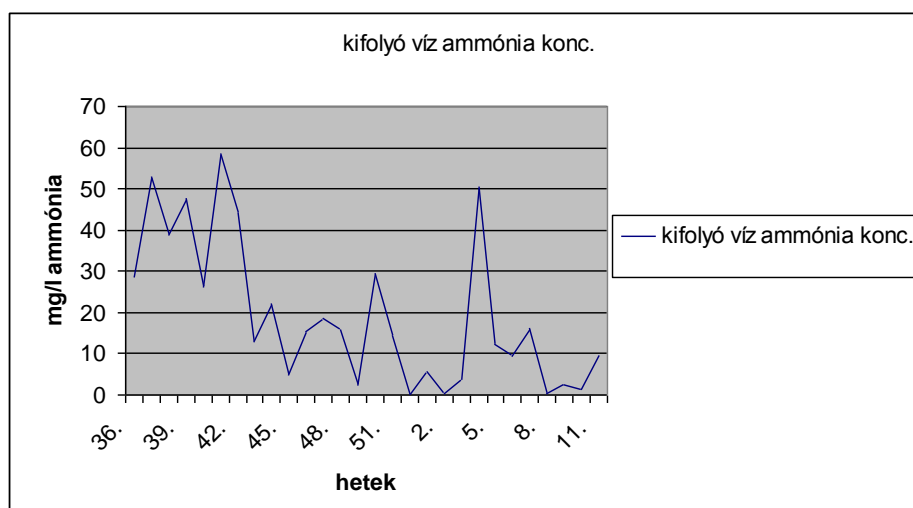
A bécsi medence átalakítása 2002. év 42. hetében történt meg. Az azt követően szerzett tapasztalatok, azt mutatták, hogy ha a második bécsi medence oxigén ellátása megfelelő és a víz hőmérséklete $16\text{ }^\circ\text{C}$ felett van, akkor az ammónia lebontás biztonságosan végbemegy, a kifolyó szennyvízben az ammónia koncentráció $0-5\text{mg/l}$ között tartható. (A következő hetek magasabb ammónia koncentrációi azzal magyarázhatók, hogy a kísérletek tovább folytak, mert a telepen megjelent magas nitrát koncentráció az utóülepítőekben iszapelúszást okozott. A megoldást 2002 év 50. hetében találtuk meg.

A 2. táblázat és a 7. ábra 2002. szeptember 2-től mutatja a telepről elfolyó szennyvízben mért ammónia koncentrációt. A táblázatban megfigyelhető a 42. héten történt kis körös iszaprecirkuláció kialakításának hatása.

2. táblázat. A nitrifikáció alakulása a telepen a 36. hetet követően.

hét	36.	37.	38.	39.	40.	41.	42.	43.
NH ₄ -N (mg/l)	28,8	53	38,8	47,6	26,4	58,5	44,1	13
hét	44.	45.	46.	47.	48.	49.	50.	51.
NH ₄ -N (mg/l)	22,2	4,8	15,4	18,6	15,6	2,5	29,4	14,4
hét	52.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
NH ₄ -N (mg/l)	0,0	5,6	0,2	4,0	*50,3	12,2	9,6	16,2
hét	8.	9.	10.	11.				
	0,3	2,3	1,5	* 9,8				

- * Jelzett heteken technológiai meghibásodások történtek vagy karbantartást végeztünk. . (A meghibásodásokból és a karbantartásokból történő leállások 8-24h-ig álltak fenn.)



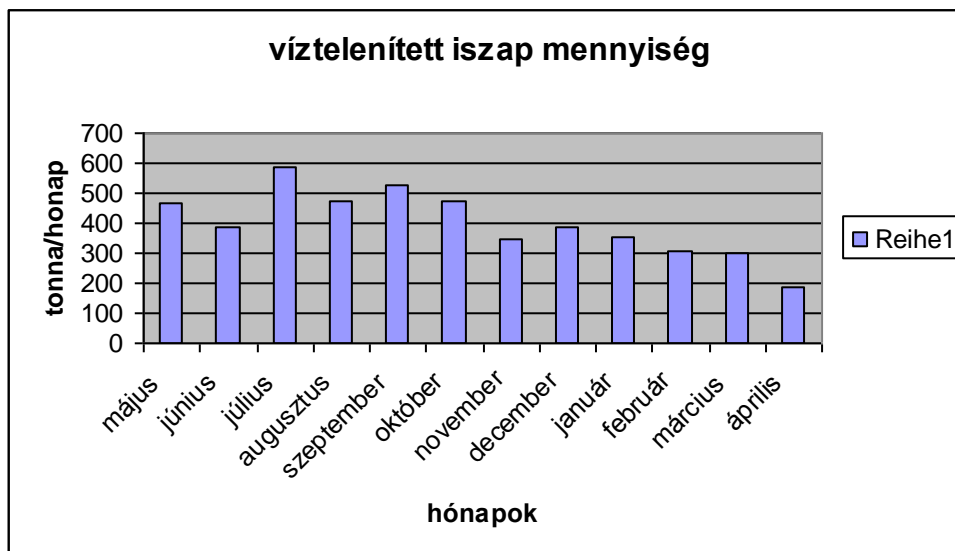
7. ábra Nitrifikáció alakulása a 2002-es év téli hónapjaiban

A húsüzemi előtisztított (flotált) szennyvíz 20-25 °C hőmérsékletű vize kedvező a nitrifikációnak, hiszen 16 °C fölött tartja a nitrifikáló medencében is a vízhőmérsékletet. Ezzel magyarázható a december utolsó hetének és január első heteinek jó eredménye a hideg ellenére.

Kedvező eredmények az ammónia eltávolítás mellett, az iszapvonalon is jelentkeztek. A keletkezett fölösiszap mennyisége ~60%-ára csökkent. Az iszapsűrítéséhez felhasznált polielektrolit mennyisége is ezzel arányosan csökkent, miközben a víztelenített iszap száraz anyag tartalma 16 %-ról 20 %-ra nőtt. A denitrifikációval további oxigén és energiafelhasználás csökkenés volt elérhető.

A pozitív eredmények mellett megjelentek negatívak is: a magas nitrát koncentráció hatására a denitrifikáció, az utóülepítőben felúszó pelyhek az elfolyó víz KOI terhelését növelik.

Elméleti síkon a legfontosabb eredmény, hogy a telep második lépcsőjének második bécsi medencéje, a nitrifikáló baktériumok szaporító medencéjeként üzemel és ennek következtében párhuzamosan megtörténik az eleveniszap stabilizálása és csökkenése is. Miközben a szerves anyag lebontás (KOI) és a részleges ammónia lebontás is az első bécsi medencében történik meg. (Függelék 1. táblázata)



A 2002 októberében történt átalakítás hatása a víztelenített iszap mennyiségére. Az adatok részletes ismertetése a függelék utolsó részében található.

Összefoglalás:

A kapuvári szennyvíztelep egy összetett, több lépcsős szennyvíztelep, ami a mai kor követelményeinek csak részben tesz eleget. A nem megfelelő körülményeket hatékonyan lehet kompenzálni, ha a rendszer átépítése során törekszünk a több lépcsős tisztítási módra. Ezt kihasználva, egy nem megfelelően működő telepet hatékonyabbá tehetők, egy jól működő rendszer esetében pedig az üzemeltetési költség csökkenthető így, valamint az üzembiztonsága is jelentősen növelhető.

Függelék

1. táblázat

A II. lépcső kiskörös recirkulációjának kialakítása után, az első és a második Bécsi medencéből elfolyó vizek.

időpont	Első bécsi medencéből elfolyó víz		második bécsi medencéből elfolyó víz	
---	NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	KOI (mg/l)	NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	KOI (mg/l)
2002.12.03. 15h	55	59	15,1	54
2002.12.03. 23h	54,4	68	21,4	53

2002.12.03. 7h	23,5	62	0,2	45
2002.12.05. 15h	56,2	97	19,1	90
2002.12.05. 23h	51,9	97	20,1	84
2002.12.05. 7h	18,5	89	0,0	56
2003.03.26. 7h *	34,3	189	2,6	88
2003.03.27. 7h *	40,1	224	21,7	91
2003.03.28. 7h *	41,6	121	22,0	93
2003.03.31. 7h	0,4	88	0,0	58
2003.04.01.. 7h	17,1	89	0,0	69

*-gal jelölt alkalmakkor az ülepitő medencében karbantartást folyt. A II. lépcső egy ülepitő medencével üzemelt.

2. táblázat

Egy átlagos héten beérkező szennyvíz megoszlása napokra bontva:
2003. 10. hetén a következő mennyiségek érkeztek be:

napok	hétfő	kedd	szerda	csütörtök	péntek	szombat	vasárnap
beékezett vízmennyiség:	4085m ³	3976m ³	4078m ³	3959m ³	4068m ³	2625m ³	2491m ³

2002-ben átlagosan 3846m³/nap érkezett a szennyvíz telepre. A befolyó víz mennyisége az átlagtól nagy eltéréseket mutat, a hétvégén a terhelés ~1500m³-rel kevesebb átlagosan, mint hét közben. A hétköznapi értékek 4000-4500m³/nap között változnak.

3. táblázat.

A mért adatok 2002. 11. hetétől 2003.11. hetéig. A fejlesztések eredményei leolvashatóak a mért eredményekből. Az átlagos KOI terhelések nem mindig mutatják a valós képet, mert a telep ammónia bontását végző II. lépcső lökészerűen magas értékű KOI terhelést kap. Nem egyszer mértünk pont mintákból a telepre bejövő vízben 15000mg/l KOI-t.

Az eredmények az elfolyó víz ammónia tartalmában történt változásokban mérhetők le.

A leírásban szereplő heti KOI eredmények, átlagértékek, 2-4 mérés átlaga. A kommunális szennyvíz 1400m³/nap volt, míg 2600m³/nap volt átlagosan a húsgyári szennyvíz.

Eredeti állapotban történő üzemelés, kiindulás:

hét	11	12	13	14	15	16	17
befolyó húsipari KOI mg/l	1337	2929	---	2131	---	1526	1470
Befolyó kom. KOI mg/l	1452	1127	---	989	---	1104	1814
befolyó ammónia mg/l	79	76,7	---	107,5	---	64,8	109,5

mért oxigén koncentráció második bécsi medencében	0,0	0,0	0,4	0,2	0,2	0,0	0,4
NH ₄ -N (mg/l)	40,6	35,3	---	44,5	---	54,3	21,6
elfolyó KOI	113	50	---	180	---	107	80,5

A két bécsi medence sorba kapcsolása utáni állapot. (Az oxigén koncentráció változása a szembetűnő.) Majd a 26. héten történő spontán ammónia lebontás beindulása, ami ~34. hétig számottevő.)

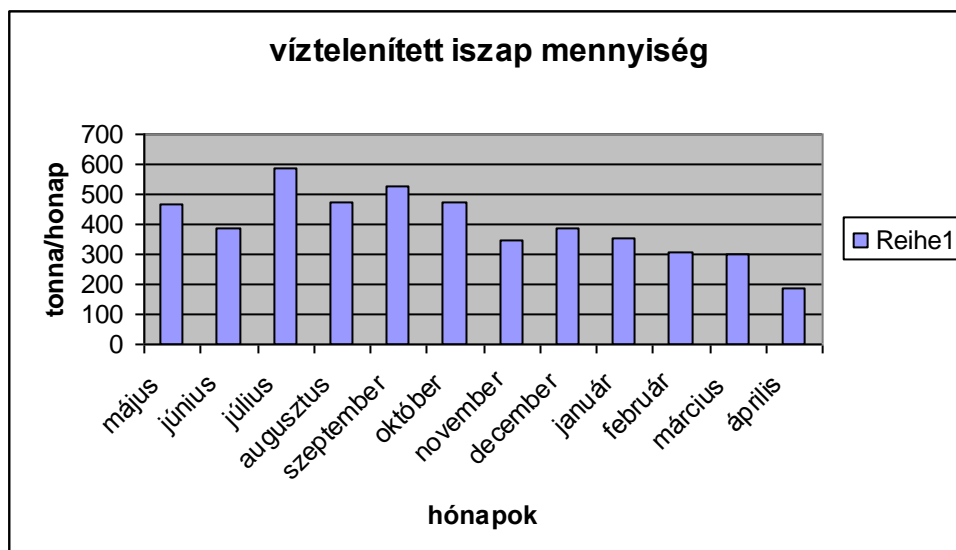
hét	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
befolyó húsipari KOI mg/l	1993	1172	1932	1364	1389	---	1952	---
befolyó kom. KOI mg/l	1196	1876	1566	1557	1650	---	976	---
befolyó ammónia mg/l	92,5	81	116	117,5	86,5	---	80	---
mért oxigén koncentráció második bécsi medencében	4,2	1,0	0,7	1,4	0,0	1,5	0,3	1,8
NH ₄ -N (mg/l)	57	58	46	63	69	35	58	53
elfolyó KOI	168	105	87,5	58	67	35	70	48
hét	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.
befolyó húsipari KOI mg/l	553	935	1035	1860	1320	1035	1122	1801
befolyó kom. KOI mg/l	1321	---	2195	1990	1264	1458	1746	1367
befolyó ammónia mg/l	82	25	63	125	126,7	78	48,5	72,4
mért oxigén koncentráció második bécsi medencében	1,7	1,6	0,8	1,4	0,8	0,5	0,4	0,8
NH ₄ -N (mg/l)	4,5	0,9	3,62	8,9	11	*36,3	18	18,3
elfolyó KOI	70	43	72	65	89	54	43	89
hét	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.	41.
befolyó húsipari KOI mg/l	2502	1260	929	875	939	1065	1345	2344
Befolyó kom. KOI m0g/l	2580	1703	755	2543	1954	1391	1681	1833
befolyó ammónia mg/l	119,5	81	62,5	125,5	48	87	85,6	125,5
mért oxigén	0,6	0,8	0,6	0,7	0,6	0,4	0,4	0,2

iszap száraz anyagtartalma: %-ban								
víztelenített iszap száraz- anyag mennyisége: tonna/hó	74,4	62	93,7	75,4	84,3	75,4	55,7	62,4

2003.	január	február	március	április
Víztelenítő gépre vezett iszap – m ³	(*2346) 1173	(*2369) 1185	(*2049) 1025	(*1362) 681
Víztelenített összes iszap - m ³	356	307	300	190
polielektrolit felhasználás – kg	475	475	525	340
fajlagos polielektrolit felhasználás – g/m ³	203	270	256	250
víztelenítő centrifuga üzemidő –óra	324	328	254	182
víztelenített iszap száraz- anyagtartalma: %-ban	~16-20	~20	~20	~20
víztelenített iszap szárazanyag mennyisége: tonna/hó	64	61,5	60	38

* Sűrítő centrifuga nélkül feladott iszap mennyiség a víztelenítő centrifugára. A sűrítő centrifuga ~3%-os iszaptól csinált, ~6%-os iszapot. Az átállás november 19-én történt meg.

** Sűrítő centrifuga is működött a víztelenítő centrifuga előtt.



Kiegészítés:

2002 áprilisa és 2003 áprilisa között befolyt víz mennyiségek a kapuvári szennyvíztelepre:

2002.

IV.	102.458m ³ ,
V.	119.048
VI.	119.509
VII.	129.176
VIII.	130.508
IX.	129.485
X.	130.363
XI.	117.626
XII.	109.159

2003

I.	116.798
II.	105.491
III.	114.748
IV.	93.815

A szennyvíz mennyiség 2002. október és november között csökkent, de ha a fenn szereplő KOI mérési eredményekkel korrigáljuk, abból látszik, hogy a tényleges KOI terhelése a telepnek magasabb volt novemberben, mint októberben és szeptemberben. Vagyis ez egy tényleges fölősiszap csökkenés, ami a 4. táblázatban kimutatásra került.