



Lebegőanyag csökkentés, foszfor és szervesanyag előkicsapítás és hatása a szekunder biológiára

Dr. Szabó Anita
vezérigazgató, vezető kutató
Inno-Water Zrt.

Kémiai szennyvíztisztítás

Def: A szennyvizek kémiai módszerekkel való tisztítása –
szűkebben: Fe, Al, Ca, Mg tartalmú sók adagolása

Célja:

1. Foszfor eltávolítás (foszfát kicsapás)



2. Lebegőanyag és szervesanyag eltávolítás

koaguláció-flokkuláció: $\text{Fe}^{3+} \Rightarrow$ vas(III)-hidroxidok

3. Szulfid kicsapás (bűz csökkentése)

Foszfor eltávolítás (egyszerűsített reakciók)



Foszfát kicsapás



Me/P arány elméletileg 1,0 – a valóságban több kicsapószer kell (környezeti tényezőktől függően)

Párhuzamos reakciók – hidroxid képződés



Több folyamat kombinációja

Fém-hidroxid kicsapódás (enyhén pozitív töltés)

Foszfátot és hidroxidot is tartalmazó csapadék képződése

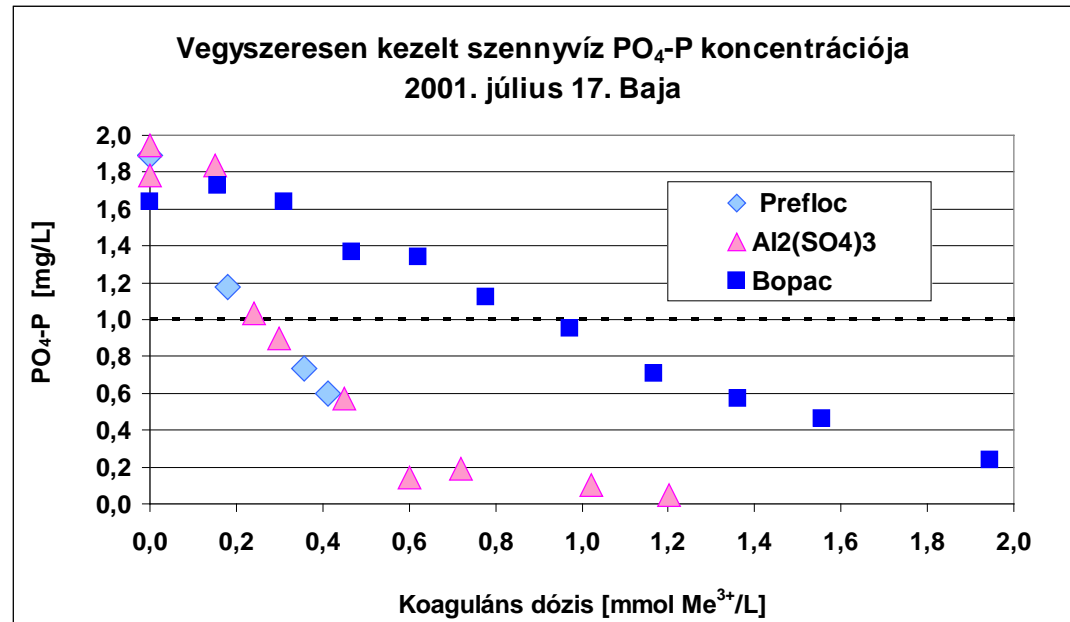
PO_4^{3-} adszorpciója a képződött csapadék felületén

Fáziszétválasztás!

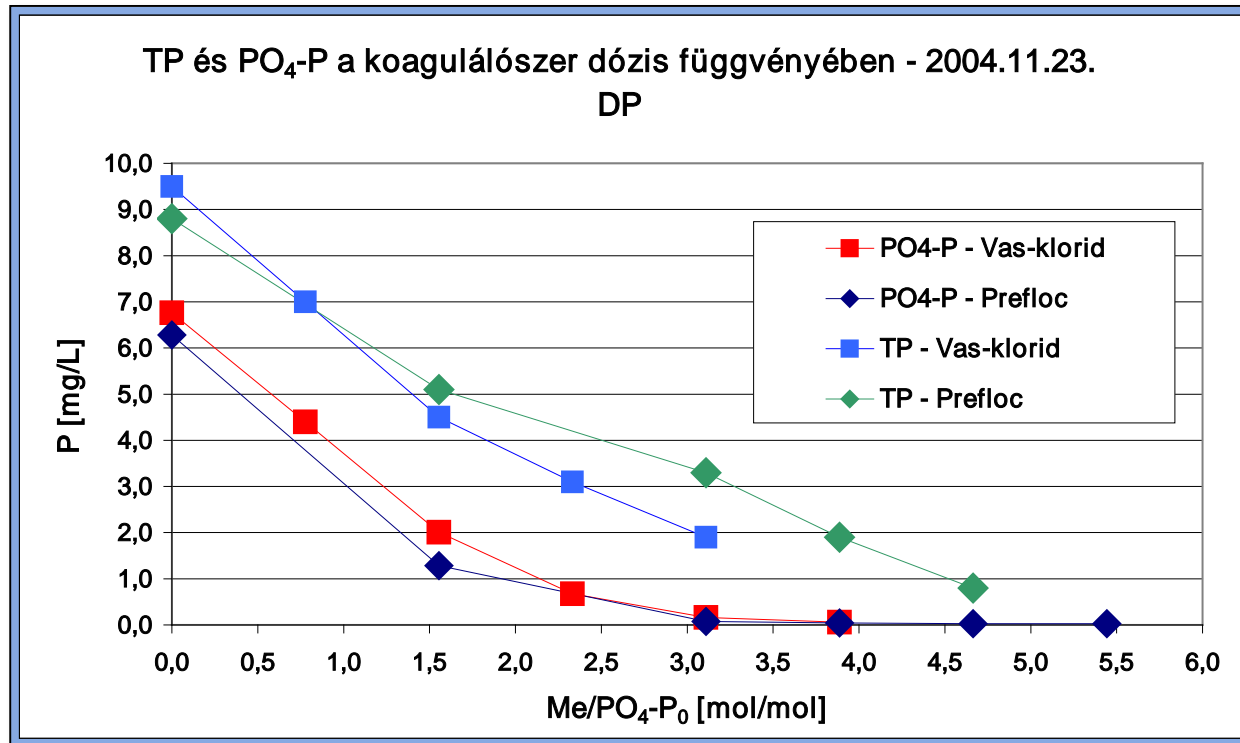


Foszfor eltávolítás

- TP tartalom 50-60%-a oldott ortofoszfát-foszfor (kommunális nyers szennyvíz)
- A kicsapás önmagában még nem elegendő, szükséges a hatékony üleptetés is - koaguláció nem nélkülözhető
- Hatékony foszfát-kicsapás viszonylag kis dózisoknál
- A háromértékű fémsók lényegesen hatékonyabbak, mint az előpolimerizált sók
- Egyszerű fém-sók hatása lényegében azonos (Fe/Al, szulfát/klorid)
- Hatóanyag tartalom (molekulatömegek)!



Foszfor eltávolítás

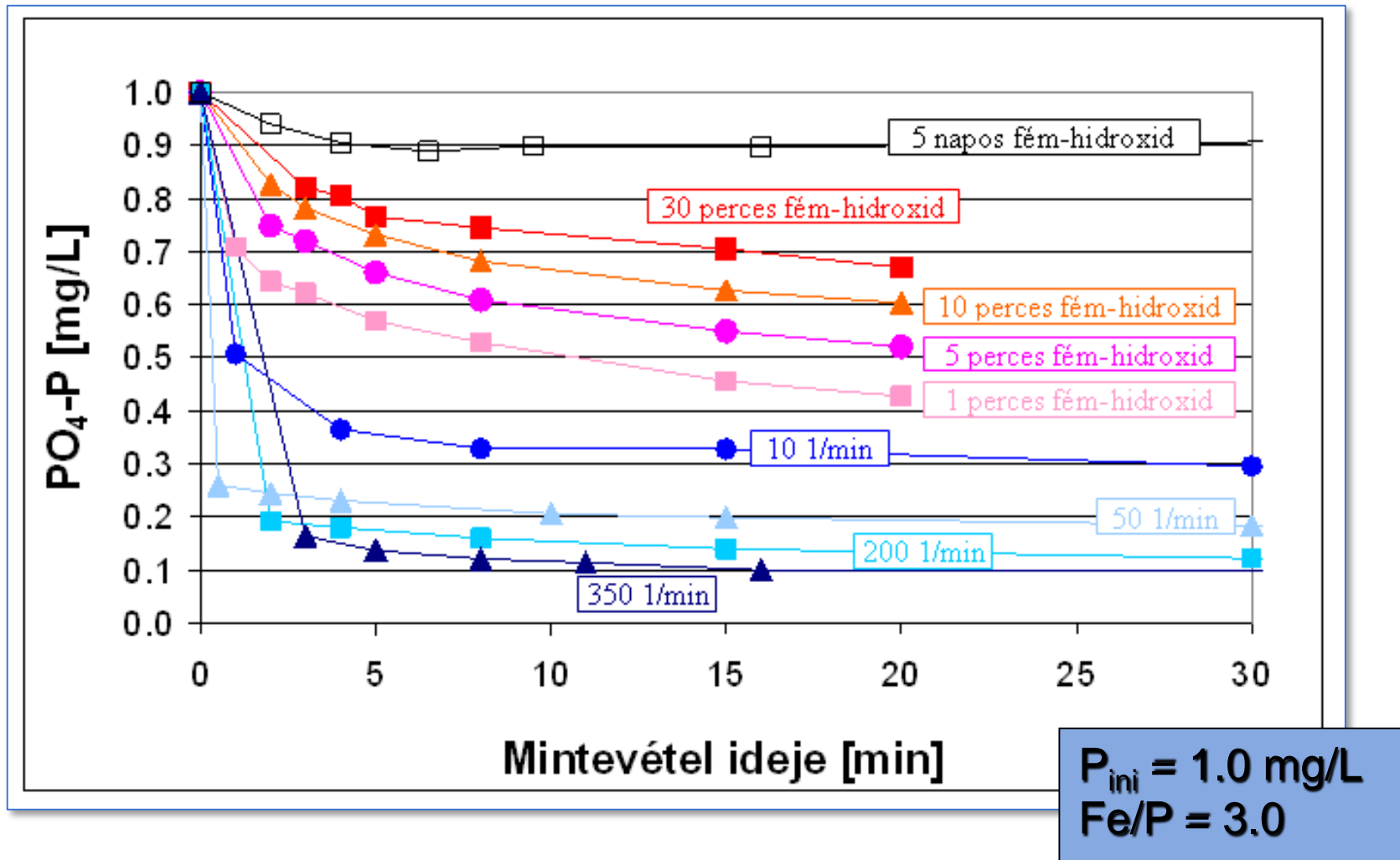


- Dózis növelésével a hidroxid képződés jelentősége megnő (PO₄-P nagy része szilárd formába került – további fém a hidroxid-képződésre fordítódik (költség-hatékonyság!))
- Kicsapás/fázis-szétválasztás

Környezeti tényezők hatása a foszfát kicsapásra

- A P kicsapás hatékonyságát számos paraméter befolyásolja:
 - Koaguláns minősége és mennyisége
 - Aktuális pH érték
 - Nyers szennyvíz összetétel (dinamikusan változik)
($\text{PO}_4\text{-P}$, KOI, oldott KOI, TSS, lúgosság, Ca, Mg stb.)
 - Keverési intenzitás
 - Kontakt idő
- A nyers szennyvíz összetétel ismeretében általános ökölszabályok adhatók a várható P (és egyéb szennyezőanyag) eltávolításra
- Az egyéb környezeti tényezők szabályozhatók
- Kérdés: mit érdemes figyelembe venni/szabályozni?

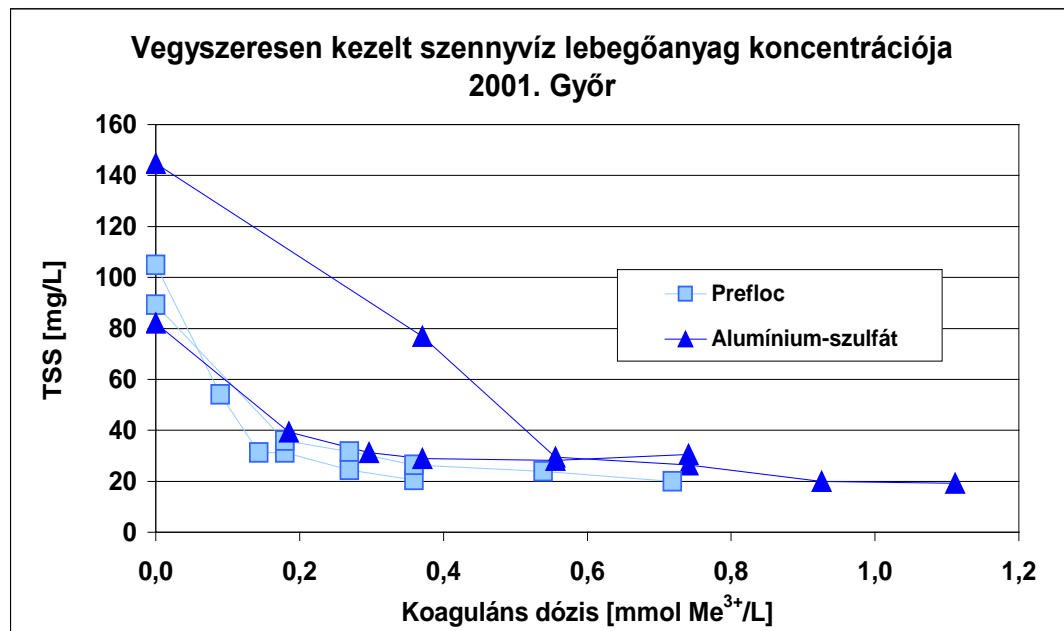
Keverési intenzitás és kontakt idő hatása a P eltávolításra



Lebegőanyag eltávolítás



- Nagy része a sikeres koaguláció és flokkuláció következtében ülepszítható lesz
- A lebegőanyag eltávolítás határfoka nagy mértékben befolyásolja a szervesanyag és a foszfor eltávolítás mértékét



Koaguláció:

A folyadékban kolloid, kvázi-kolloid mérettartományba sorolható részecskék aggregálódási hajlamának létrehozása vegyszer (általában fém-sók) hozzáadásával.

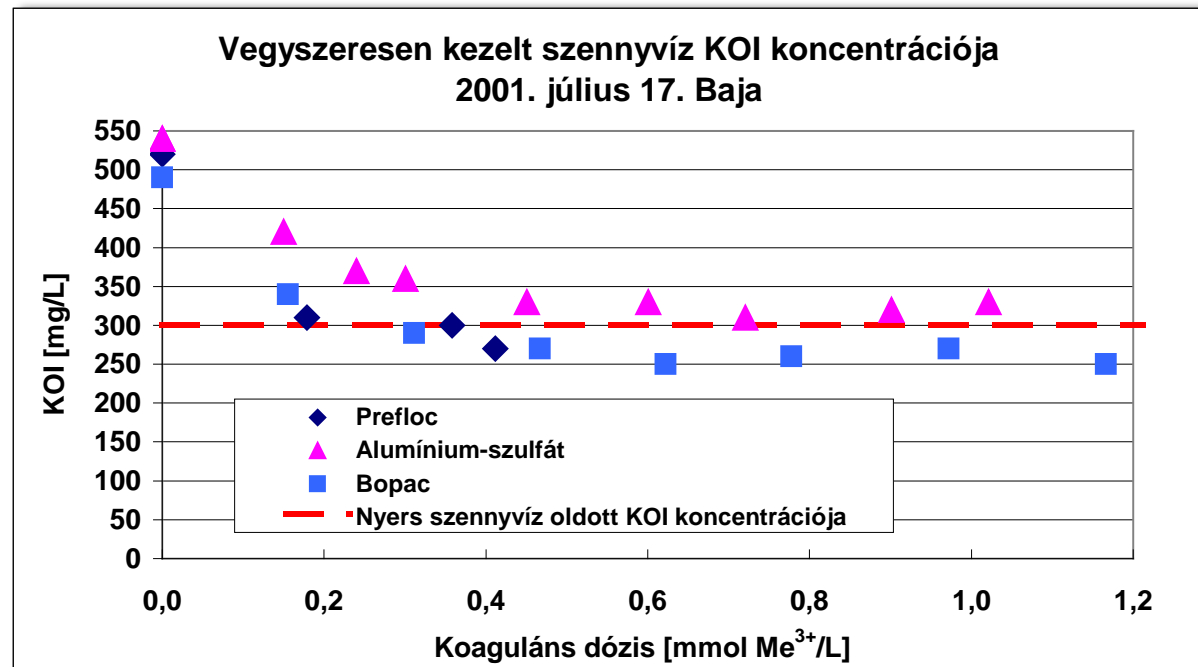
Flokkuláció:

Az aggregálódásra alkalmas kolloid, kvázi-kolloid részecskék aggregálódási sebességének növelése (pelyhesedés, pelyhely növekedés).

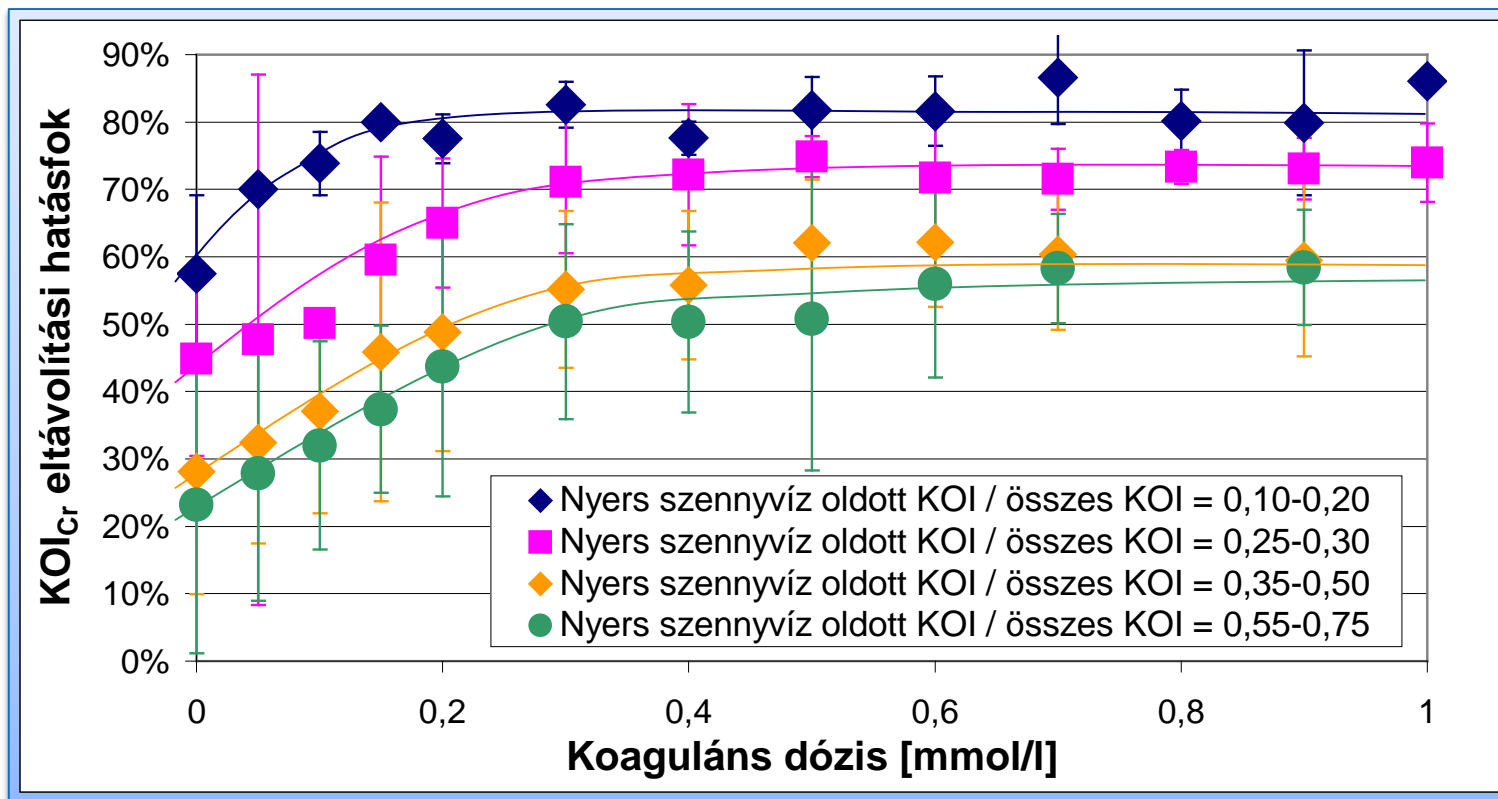
Szervesanyag (KOI eltávolítás)



- A szervesanyagok nagy része lebegőanyag formájában van jelen, ami eredetileg nehezen ülepszítható (kolloid, kvázi-kolloid állapotú) és a koaguláció-flokkuláció révén könnyen ülepszíthatóvá válik.
- Maradék KOI kb. azonos az oldott KOI-val (150-250 mg/L) - 55-75% a nyers szennyvíz minőségétől függően
- Esetenként az oldott állapotú szervesanyagok 10-20%-a is eltávolításra kerül.



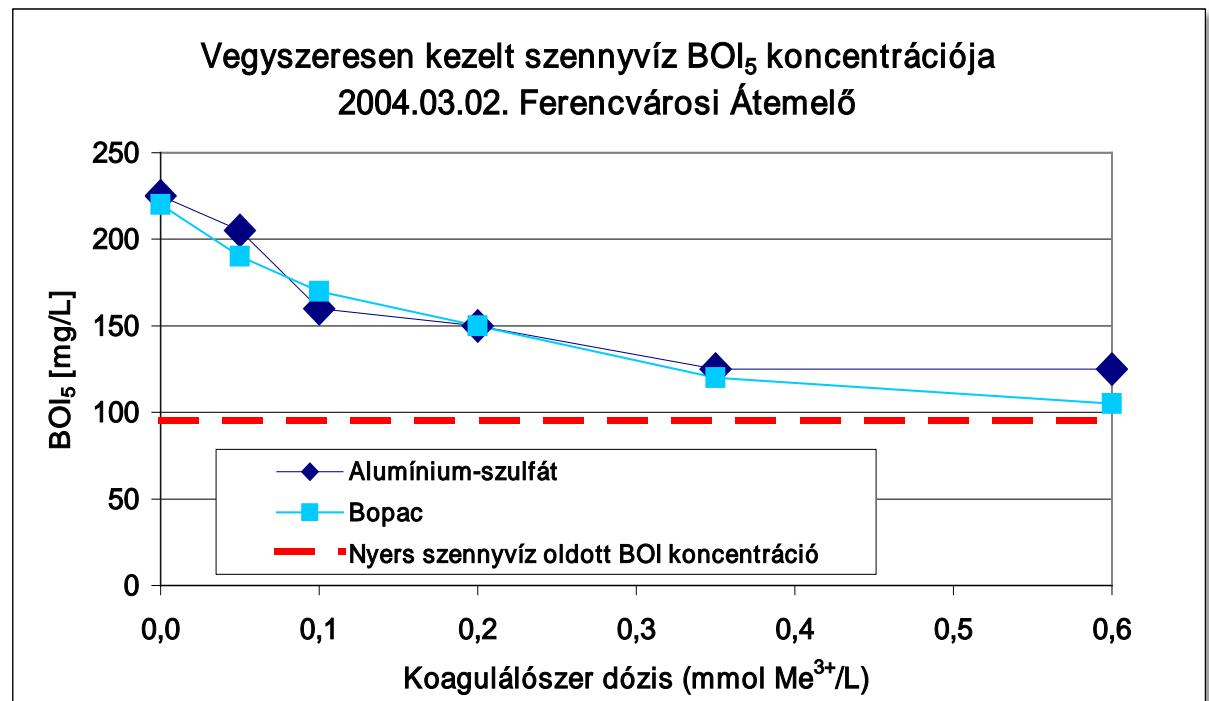
Szervesanyag (KOl eltávolítás)



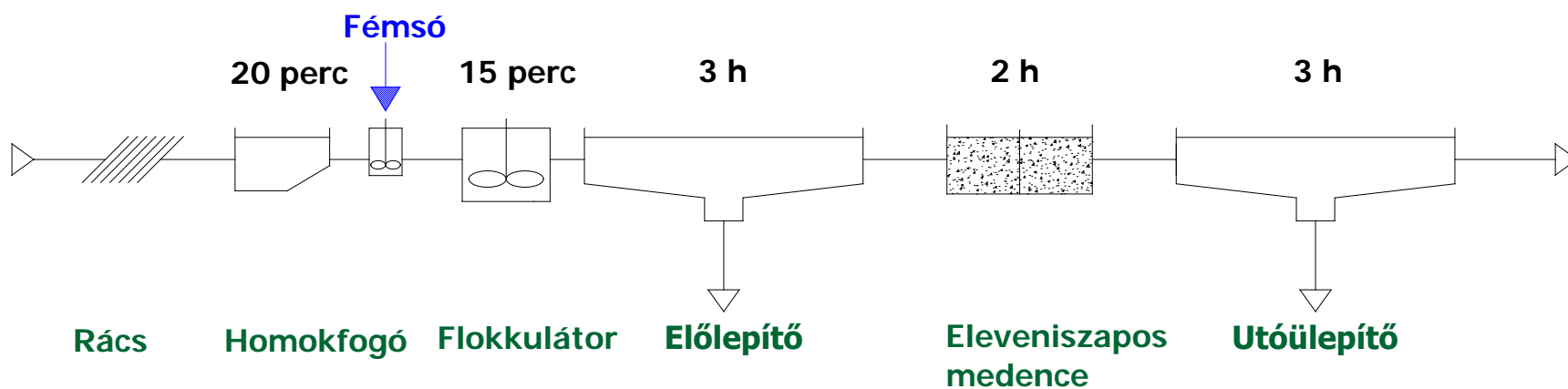
Elérhető KOI eltávolítás az oldott/szilárd aránytól függ

Szervesanyag (BOI₅) eltávolítás

- A maradék BOI megközelítően azonos az oldott BOI-vel (80-200 mg/L)
- 40-65% eltávolítási hatások
- Az alkalmazott vegyszerek hatása megközelítően azonos
- A vegyszeradagolás növelése csak egy adott pontig növeli a szervesanyag eltávolítás hatásfokát



Előkicsapás



TSS eltávolítás: >90%

TP eltávolítás: 95%

BOI eltávolítás: >90%

Kombinált kémiai és biológiai szennyvíztisztítás - intenzifikálás



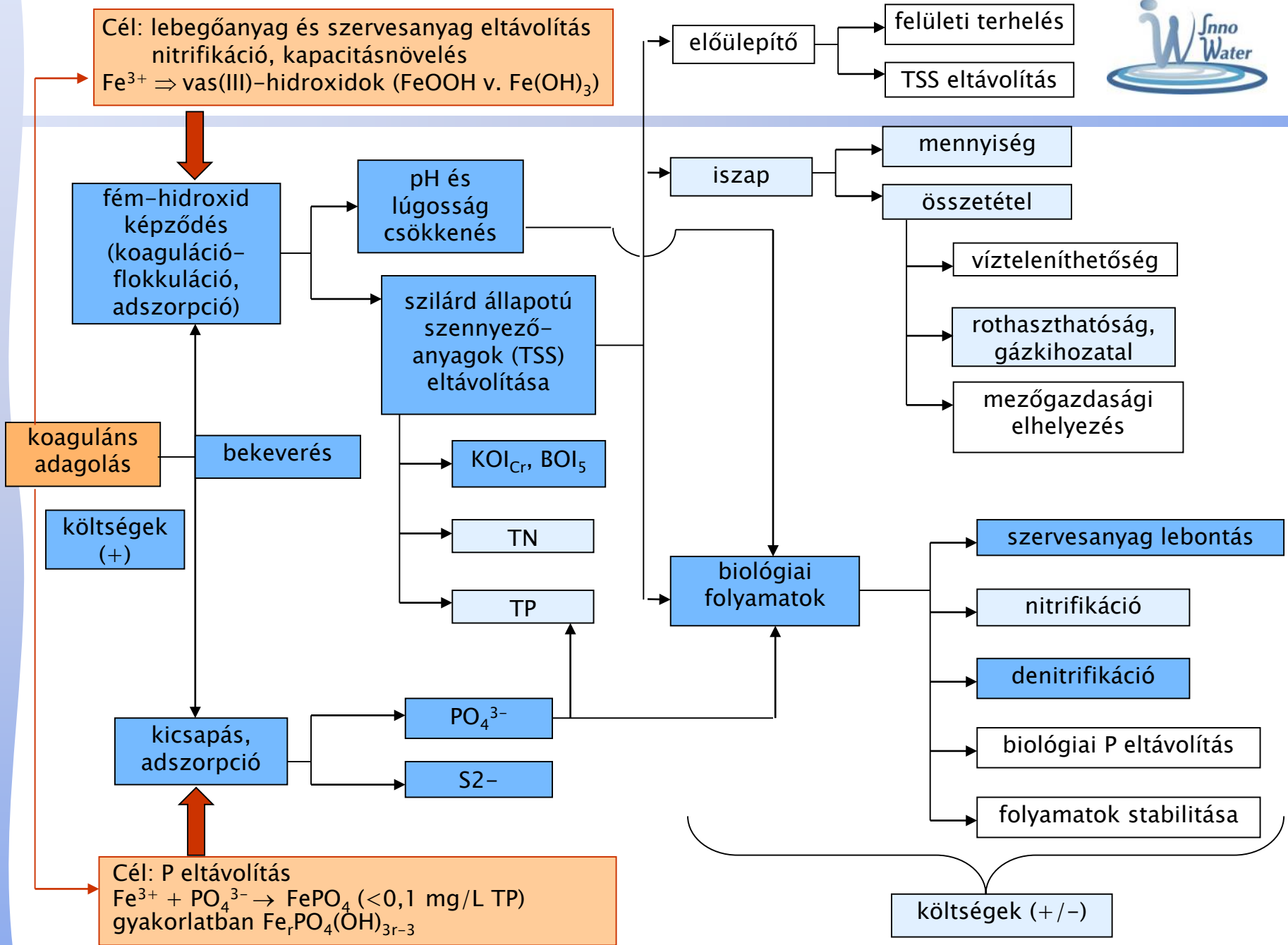
- Meglévő telepek intenzifikálása
 - Hidraulikai kapacitás
 - Felületi szervesanyag terhelés
 - Szennyezőanyag eltávolítási hatékonyság
- Előkicsapás, szimultán kicsapás, utókicsapás

Cél:

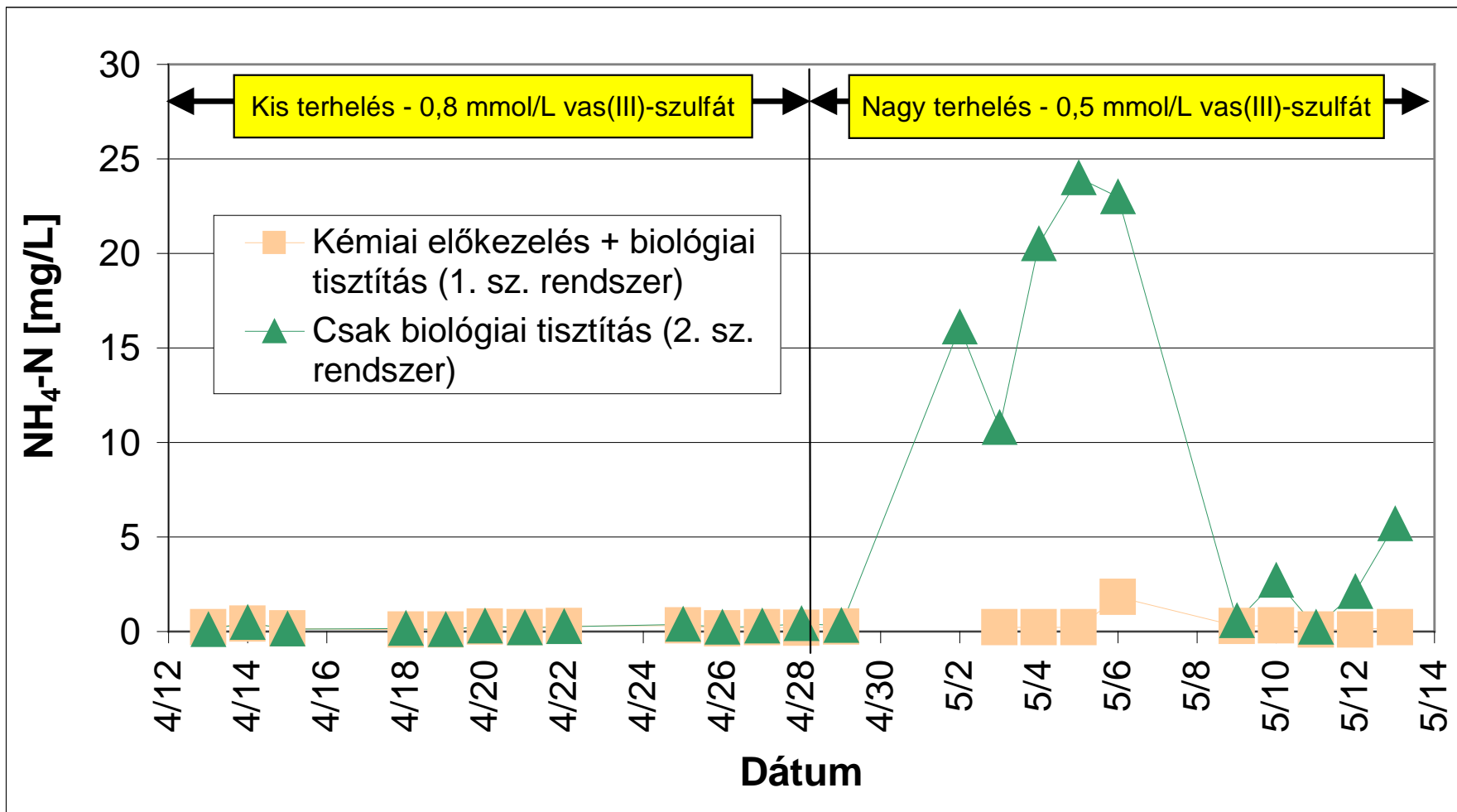
- P eltávolítás (befogadók eutrofizáció elleni védelme)
- Biológiai tisztítási fokozat terhelésének csökkentése (lebegőanyagok és szervesanyagok eltávolítása, nitrifikáció hatékonyságának növelése)

Fő hatások

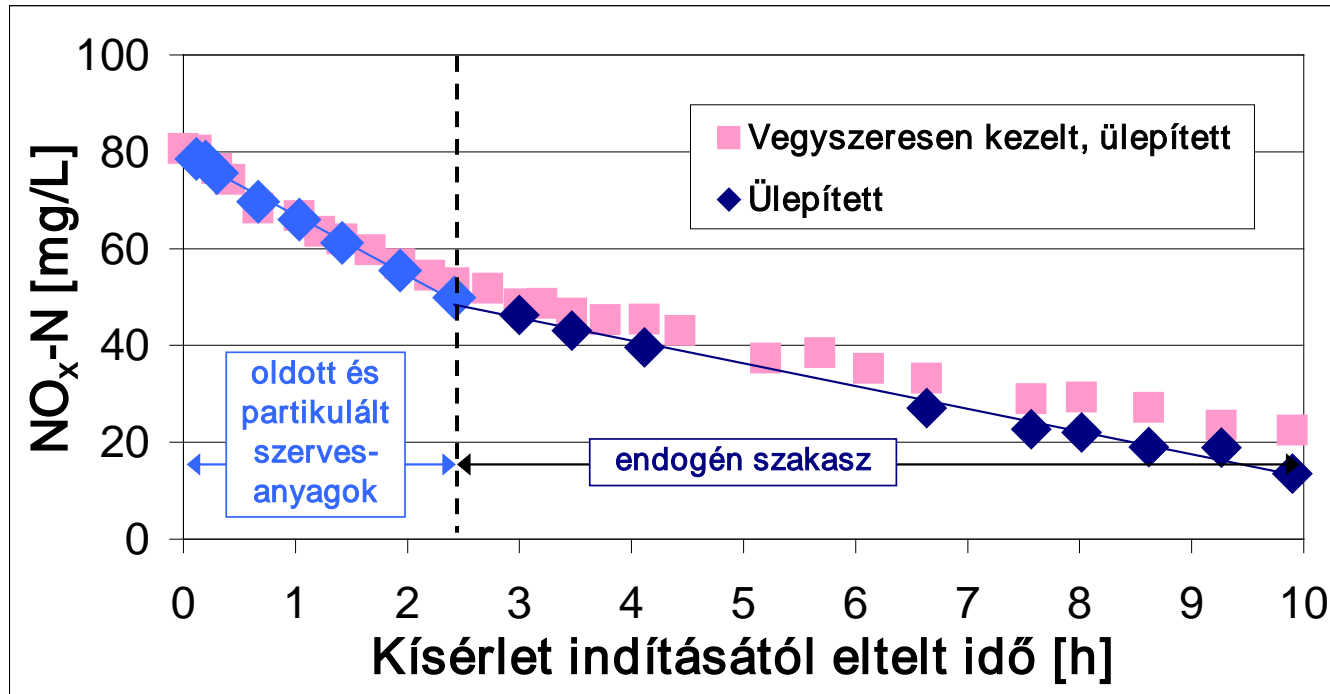
- Foszfor, szilárd állapotú, nehezen bontható szervesanyag csökkentése
- Nitrifikációra pozitív hatás
- Potenciális hátrányok: pH, iszapmennyiség, C:N:P arány megváltozása – denitrifikációs problémák
- Iszapszerkezet javulás
- Biogáz kihozatal növekedés



Nitrifikációra gyakorolt hatás

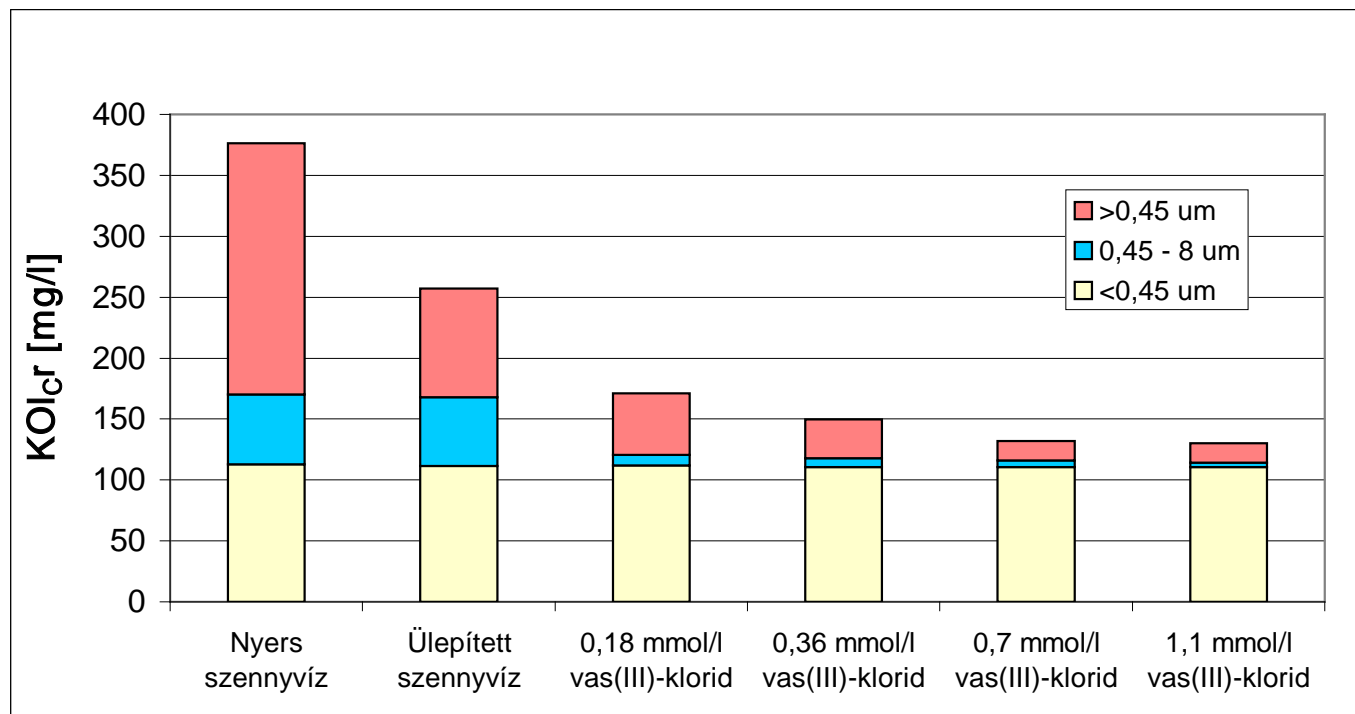


Denitrifikációra gyakorolt hatás



- Szennyvízben levő oldott és partikulált szervesanyagok felhasználásával történő denitrifikáció hatékonysága 5-10% -kal csökkenhet
- A nyers szennyvíz minőségétől és a kémiai kezeléssel megvalósított szervesanyag eltávolítástól függ – adott szennyvízre kell meghatározni
- Ha jelentős csökkenés \Rightarrow a szilárd szervesanyag eltávolítás mértékét szabályozni kell!
Vagy könnyen bontható C forrást kell adagolni

Frakcionált szervesanyag eltávolítás



- Elsősorban a nagyobb méretű szervesanyagok eltávolítása
- Esetenként az oldott (<0,45 μm) 5-20 %-a is (nem szabályozható)
- Kis dózis: nagyobb (>8 μm) frakció
- Nagyobb dózis: finomabb frakció is (200 nm-nél nagyobb)

Méreteloszlás és kémiai összetétel házi szennyvizekben (KEMIRA, 1990)

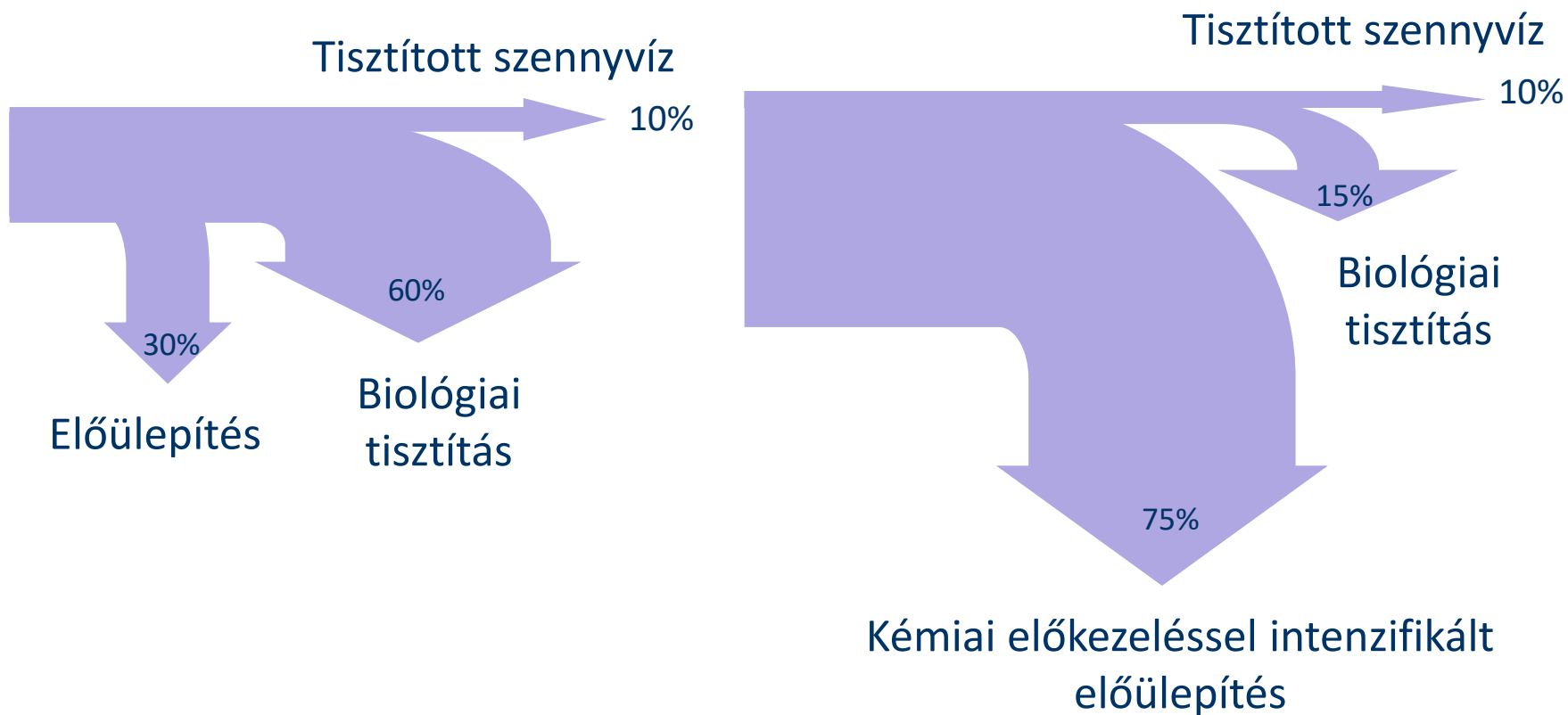


Részecske méret (μm)	Oldott	Kolloid	Kvázi-Kolloid	Ülepíthető
	<0,08	0,08-1,0	1-100	>100
Szervesanyag megoszlása (%)				
Kémiai oxigénigény (KOI_{Cr})	25	15	26	34
Összes szerves szén (TOC)	31	14	24	31
Zsír	12	49	20	19
Fehérje	5	25	45	25
Szénhidrát	58	7	11	24
Biodegradáció sebességi állandója	0,39	0,22	0,09	0,08

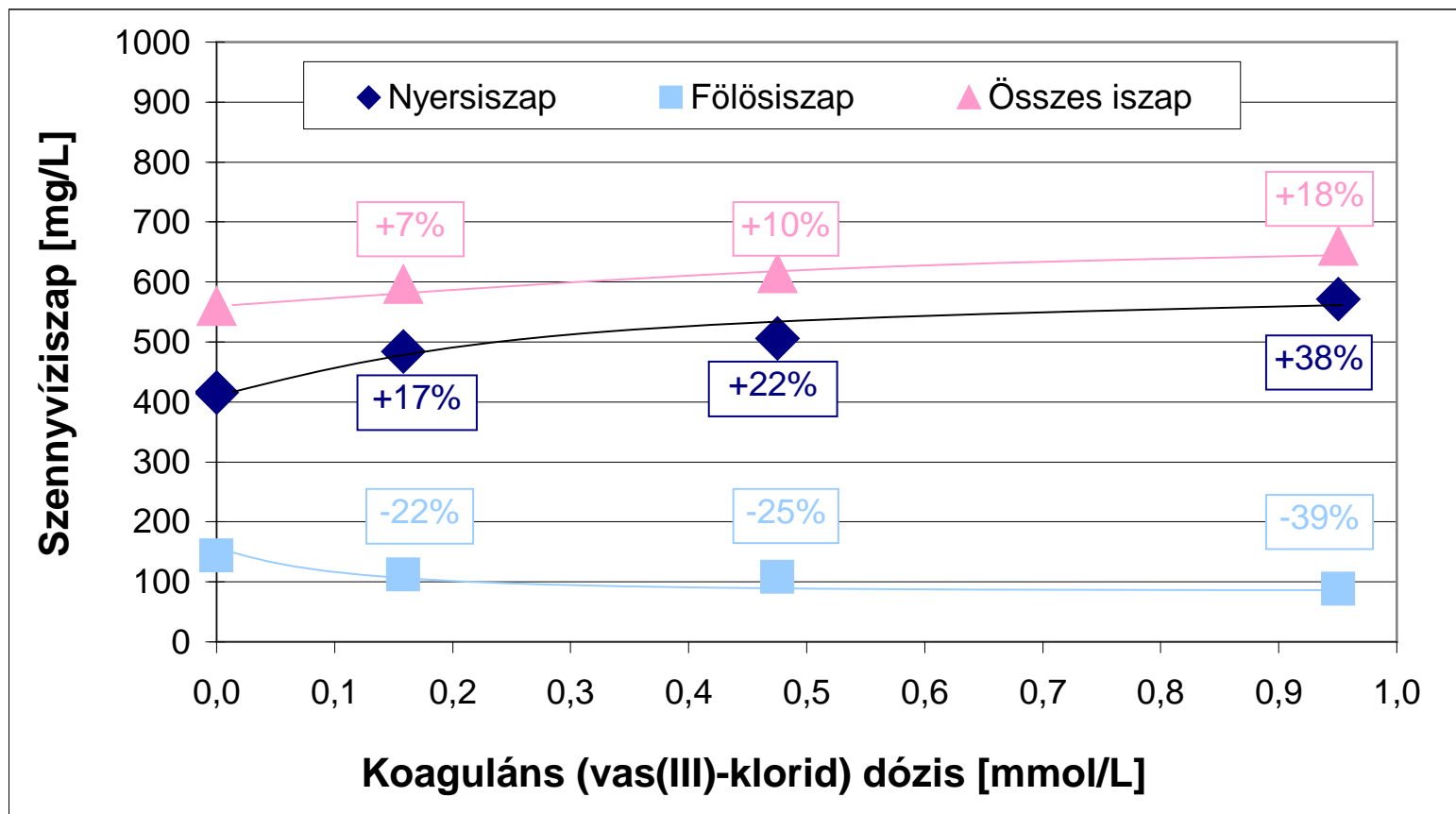
A kis lebegőanyag tartalmú szennyvíz biológiai bontása rövid idő alatt megvalósul

Az eredetileg nagyterhelésű eleveniszapos rendszer kémiai kezeléssel közepes, vagy kisterhelésűvé alakul – nitrifikáció lehetősége

Szervesanyag eltávolítás szerkezeti átrendeződése



Keletkező iszapmennyiség



Kémiai kezelés hazai alkalmazása

- Csak foszfor eltávolítás céljából
- Elsősorban szimultán kicsapás
- Csak elvétve találunk előkicsapást
- Indokok:
 - idegenkedés a vegyszerek adagolásától
 - elődenitrifikációra gyakorolt potenciális kedvezőtlen hatás
 - az iszapmennyiség növekedése
 - esetleges problémák az iszap kezelésekor (víztelenítés, rothasztás)
 - a pH változás mértéke

Üzemi kísérletek – Kecskeméti szvtt

	KOI mg/L	oldott KOI mg/L	PO ₄ -P mg/L	TP mg/L	TSS mg/L	BOI ₅ mg/L	TKN mg/L
nyers	1080	300	10	15	480	580	95
ülepített	580	320	8	12	170	350	80
0,2–0,7 mmol/L	260	170	1,5	2,2	60	150	65

Üzemi kísérletek – Kecskeméti szvt

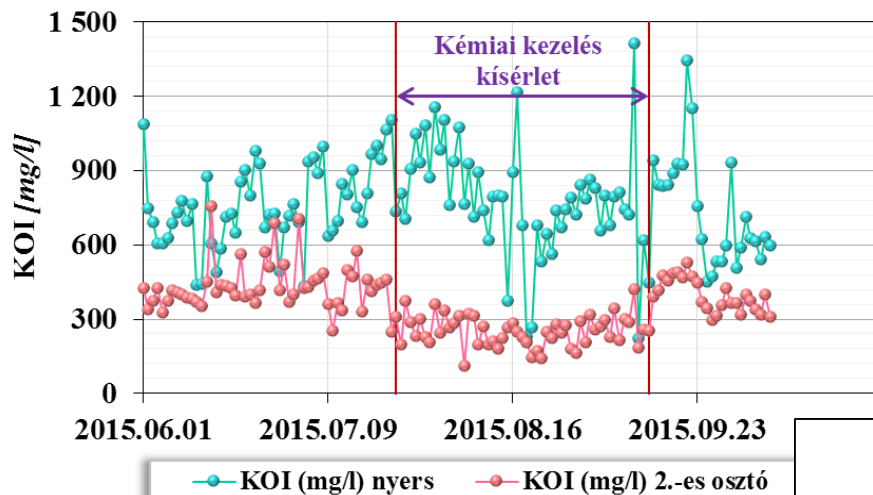
	Eltáv. KOI	Energia fogy.	Sűrített iszap			Biogáz
			m ³ /d	szár.a.%	kg/d	
0 mmol/L Fe	540	8000	200	5,8	11600	2800
0,2–0,7 mmol/L Fe	700	7230	225	6,1	13900	3650
eltérés	+30%	-10%	+13%	+3%	+20%	+30%

Üzemi kísérletek – Kecskeméti szvtt

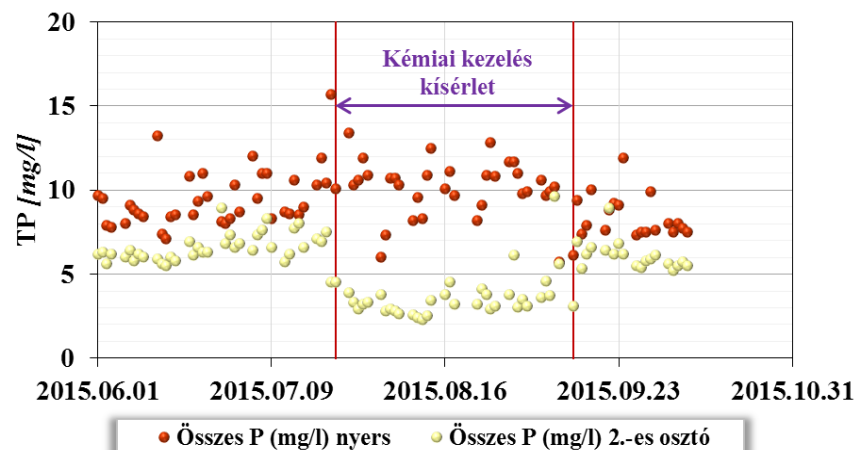


Üzemi kísérletek – Miskolci szvtt

A Miskolci szennyvíztisztító telepen mért szervesanyag koncentrációk



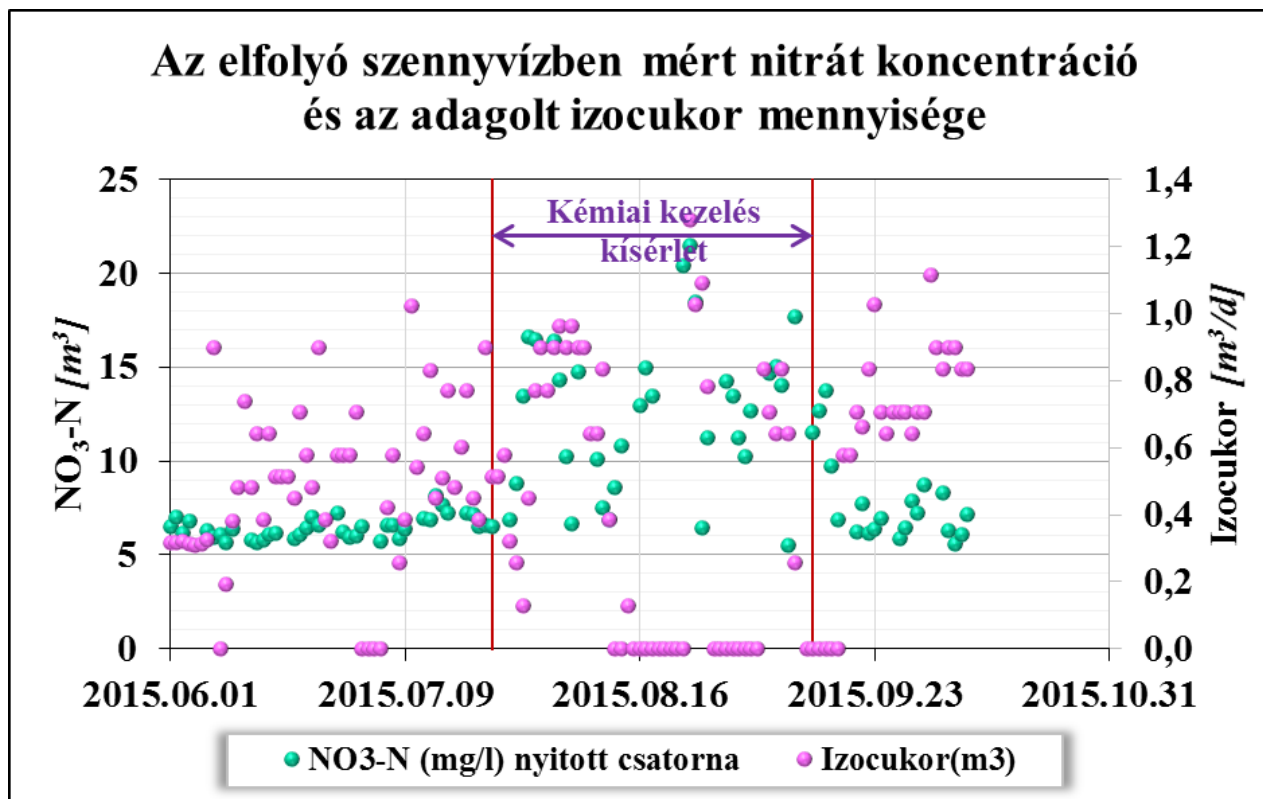
A Miskolci szennyvíztisztító telepen mért összes foszfor koncentrációk



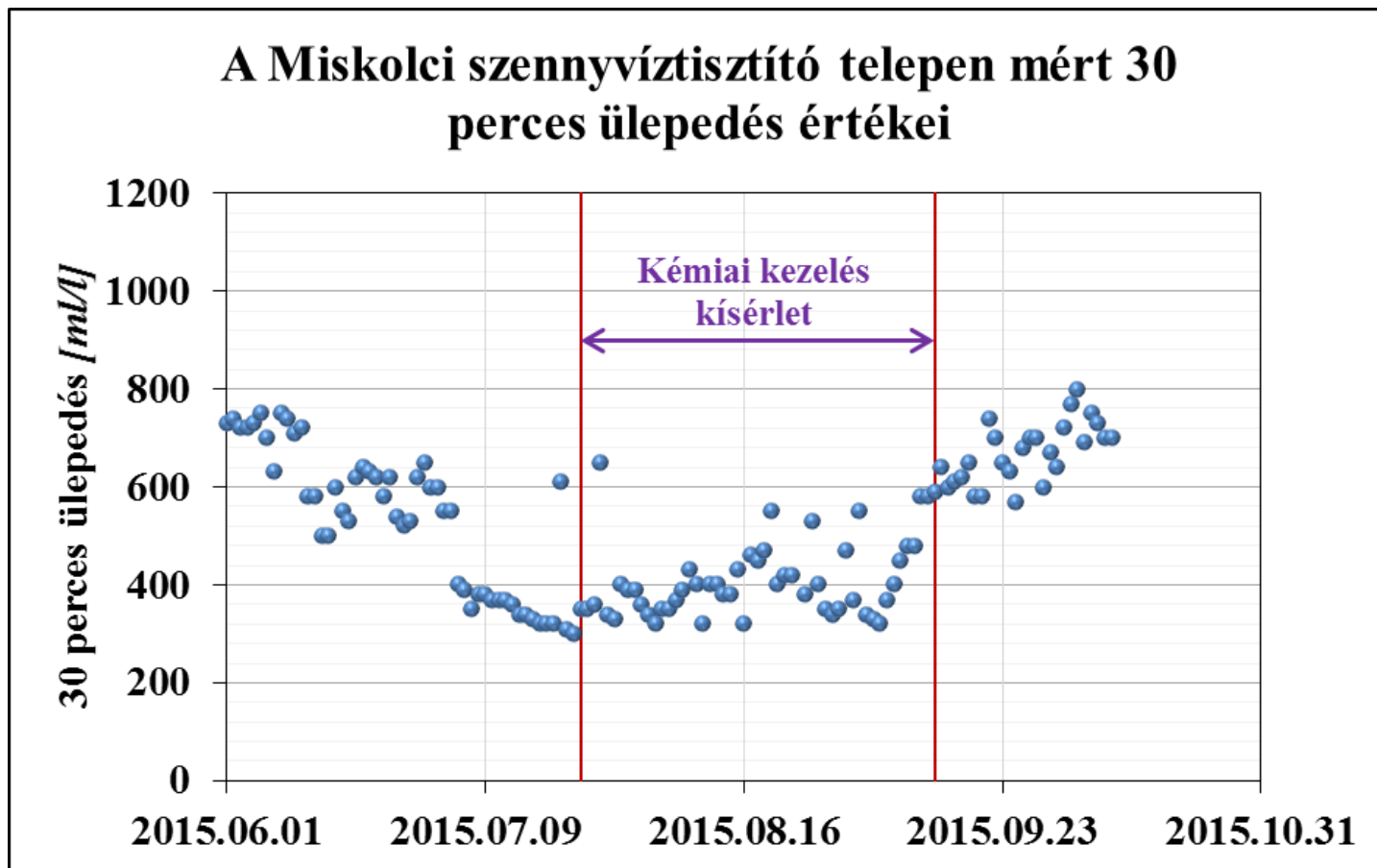
Üzemi kísérletek – Miskolci szvtt

Mért komponens		Referencia időszak (06.01-07.22) - átlag	Kémiai kezelési időszak (07.23-09.13) - átlag	Referencia időszakhoz képesti különbség	Referencia időszakhoz képesti különbség [%]
KOI _{nyers}	[mg/l]	759,8	775,1	15,3	2,0
KOI _{előülepítő}	[mg/l]	432,5	252,2	-180,3	-41,7
Előülepítőben eltávolított KOI	[mg/l]	327,3	523,0	195,6	59,8
Előülepítőben eltávolított KOI	[%]	40,2	64,5	24,3	60,4
TP _{nyers}	[mg/l]	9,5	10,0	0,5	5,6
TP _{előülepítő}	[mg/l]	6,5	3,6	-2,9	-44,3
Előülepítőben eltávolított TP	[mg/l]	2,9	6,4	3,4	116,4
Előülepítőben eltávolított TP	[%]	29,3	62,1	32,8	112,0
TP _{elfolyó}	[mg/l]	1,13	0,96	-0,17	-15,1

Iszap minősége

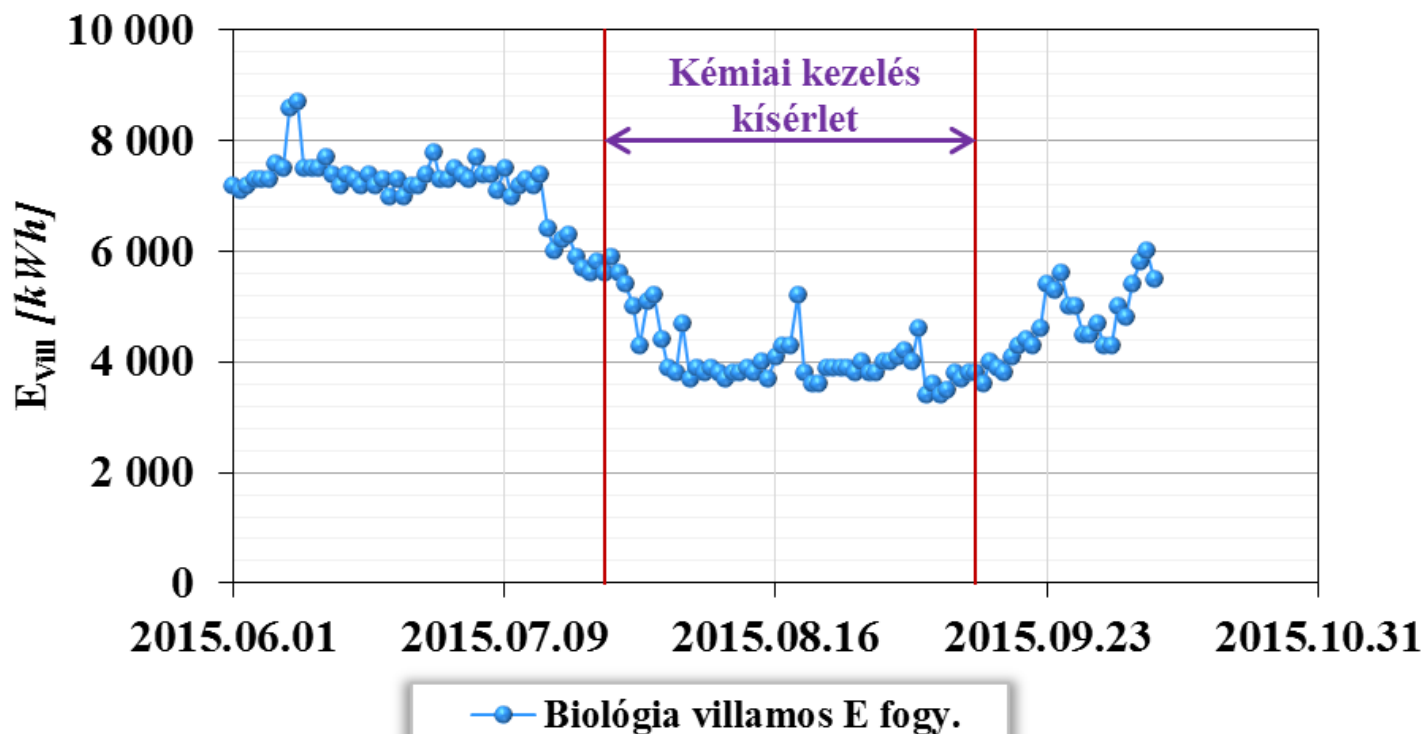


Iszap minősége



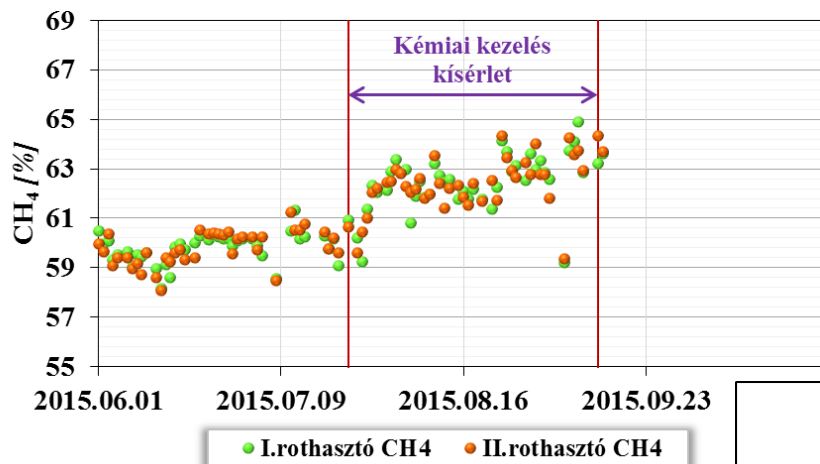
Levegőztetés energiaigénye

A Miskolci szennyvíztisztító telep biológiai tisztítási fokozatának energia fogyasztása

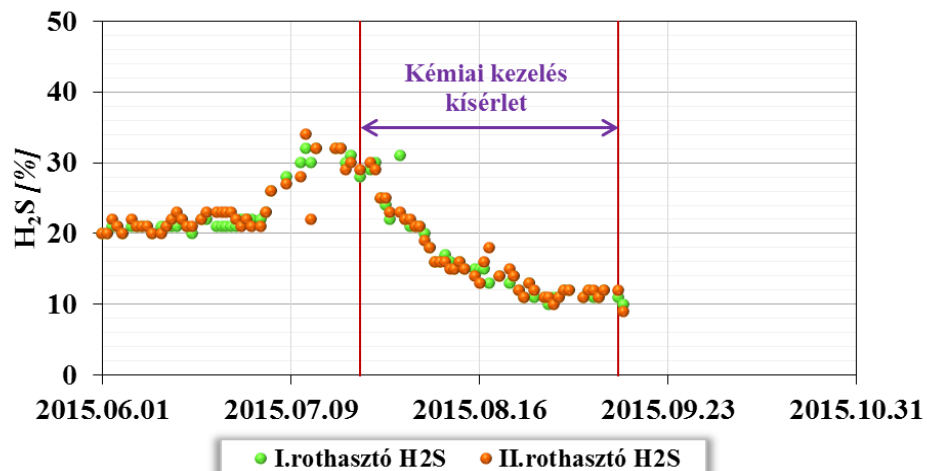


Biogáz minősége

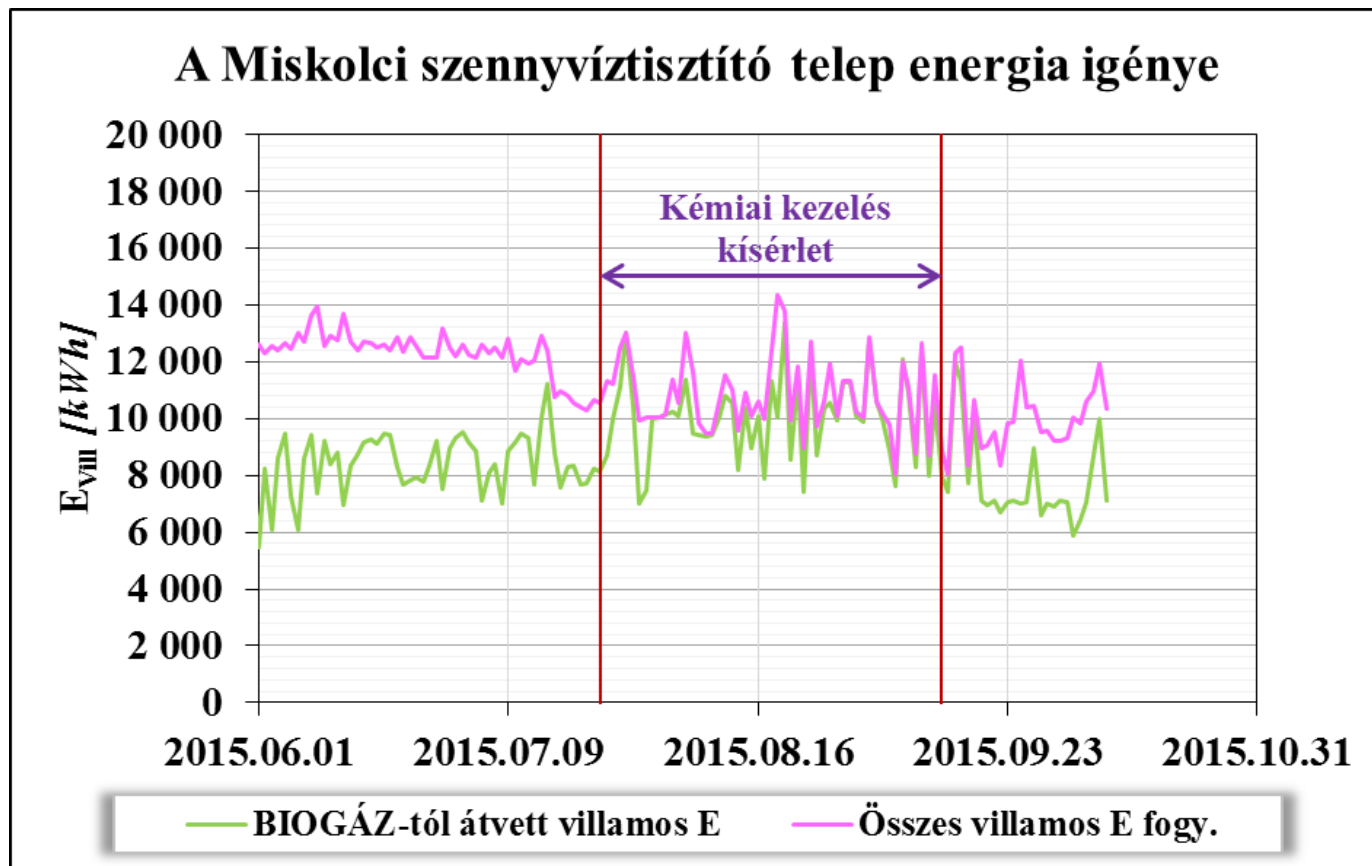
A Miskolci szennyvíztisztító telepen keletkezett biogáz CH₄ tartalma



A Miskolci szennyvíztisztító telepen keletkezett biogáz H₂S tartalma



Energia mérleg



Iszap és biogáz minősége, E fogyasztás

Mért komponens		Referencia időszak (06.01-07.22) - átlag	Kémiai kezelési időszak (07.23-09.13) - átlag	Referencia időszakhoz képesti különbség	Referencia időszakhoz képesti különbség [%]
30 perces ülepedés	[ml/l]	536,7	410,2	-126,5	-23,6
Víztelenített iszap szárazanyag tartalma	[%]	21,6	23,1	1,5	7,1
Biogáz H ₂ S tartalma (I-II. rothasztó)	[%]	23,5	16,4	-7,1	-30,3
Biogáz CH ₄ tartalma (I-II. rothasztó)	[%]	59,8	62,4	2,6	4,3
Biológia villamos E fogy.	[kWh]	7177	4123	-3054	-42,6
ÉMÁSZ-tól átvett villamos E.	[kWh]	3907	862	-3045	-77,9
Biogáz üzemtől átvett villamos E.	[kWh]	8400	9973	1574	18,7
Összes villamos E fogy.	[kWh]	12306	10830	-1476	-12,0

Összefoglalás, következtetések



- Szennyezőanyag eltávolítási folyamatok összetettek, nem különíthetők el egymástól
- Az előkezelés számos ponton hatással van a technológiára
- Megfelelő üzemeltetéssel és irányítástechnikával (keverés, EMVIR, on-line mérések és visszaszabályozás, több pontos adagolás stb.) ugrásszerűen növelhető a költséghatékonyság és a szennyezőanyag eltávolítási hatékonyság, a hátrányok minimalizálhatók
- Elengedhetetlen az üzemeltetési paraméterek monitorozása!
- A teljes rendszert komplexen kell vizsgálni (rothasztással, iszapelhelyezéssel, vegyszeradagolás és biológiai folyamatok optimalizálásával)