

Ciklizált szennyvízbetáplálás és
iszapülepítés hatása az iszap
morfológiájára
az aerob szennyvíztisztításnál.

Dr. Kárpáti Árpád
Pannon Egyetem, Környezetmérnöki
Intézet

A biológiai szennyvíztisztítás alapfeladatai:

Szennyvíz szerves anyagának maximális energetikai újrahasznosítása, ami sajnos nem hoz megfelelő elfolyót

maximális térfogati teljesítmény minimális költséggel
iszapkoncentráció növelése korlátos
autotróf N-eltávolítás csak az iszapvízből megy igazán

megfelelő minőségű tisztított víz termelése
ebben talán az aerob granulált iszap a zászlóvivő
kiépítése azonban elég lassan terjed, aminek nyilván
megvan a maga oka de nem híresztelik.

Fejlődéstörténet – I

A szennyvíztisztítók terhelése kezdetekkor erősen változó volt, éjszaka minimális.

Erre napi ciklusú aerob tisztítás (SBR) volt célszerű, hajnali ülepitett víz elvétellel (19. század vége).

Párhuzamosan a biofilmes megoldás is kifejlődött (TF) hamarosan. 1914-től az utóülepítő és iszaprecirkulációs (AS) dominál.

1950-es évek a denitrifikáció pontosítása, technológizálása (A/O).

1960-as évek a műanyagbetétes TF favorizálása – 80-tól MBBR.

A biol. többlet-P eltávolítás technológizálása 1970-es évek eleje (A2/O).

Ugyanekkor anaerob oldalon különleges granulációt tapasztaltak, technológizáltak - **iszapgolyók feketék!** – intenzív anaerob szvtisztítás

A 80-as évektől az eleven iszap (AS) SBR változata kezdett újraéledni.

Fejlődéstörténet – II

Aerob granulált iszap felfedezése 1980-as évek elején, de instabil.

ANAMMOX felismerése 1985-ben szuszpendált biofilmnél (Delft).

Ciklizált AS megoldások air-mix reaktorban (A/O) tetején ülepitővel.

Anammox pontosítása 5-10 év, technológizálása is hasonló - granulum.

Aerob iszapgranuláció stabilizálása SBR-ben 1997-től,

Ettől a két technológia (granulált iszap) fejlesztése szétválik,
DEMON és ANAMMOX technológizálása, terjedése (2004-től)

Aerob granulált iszapos szennyvíztisztítás nagyüzemben 2007-től

Ilyen hazai ipari szennyvíztisztító 2010 után indult be spontán.

Hagyományos eleveniszapos SBR lakossági szennyvíz tisztítására:

Víz és tápanyagának bevitele szakaszos,
medence-kialakítástól függően inhomogenitást biztosít,
A2/O technológia közelítése üzemeltetés ciklizálással is lehet,
levegőztetés az előzőnek megfelelően ciklikus, ugyanakkor szabályozott is,
utóülepítés a biológiai ciklust követi, végén ülepített víz elvétellel,
úszó dekantáló segítségével vízelvétel már az ülepítés alatt is mehet,
iszap alá történő nyersvíz betáplálás jó biológiai P eltávot biztosíthat,
előszelektor, megfelelő iszaprecirkuláció abba betáp alatt tovább javítja,
közbülső nyersvíz betáplálással N eltávolítás valamelyest javítható.

Az iszap ilyenkor hagyományos, flokkuláló, voluminózus iszappehely

Nem hagyományos SBR

ANAMMOX iszap – iszapvíz N mentesítésre

Anammox AS-el és biofilmmel is működik (német/svéd üzem)
Granulálódás SBR üzemmódban anaerob de-ammónifikációnál.
Megelőzően ammónium felének a nitritálása (SHARON -Delft – 2002).
SHARON nem SBR és nem granulált iszap, kevert iszappal megy.

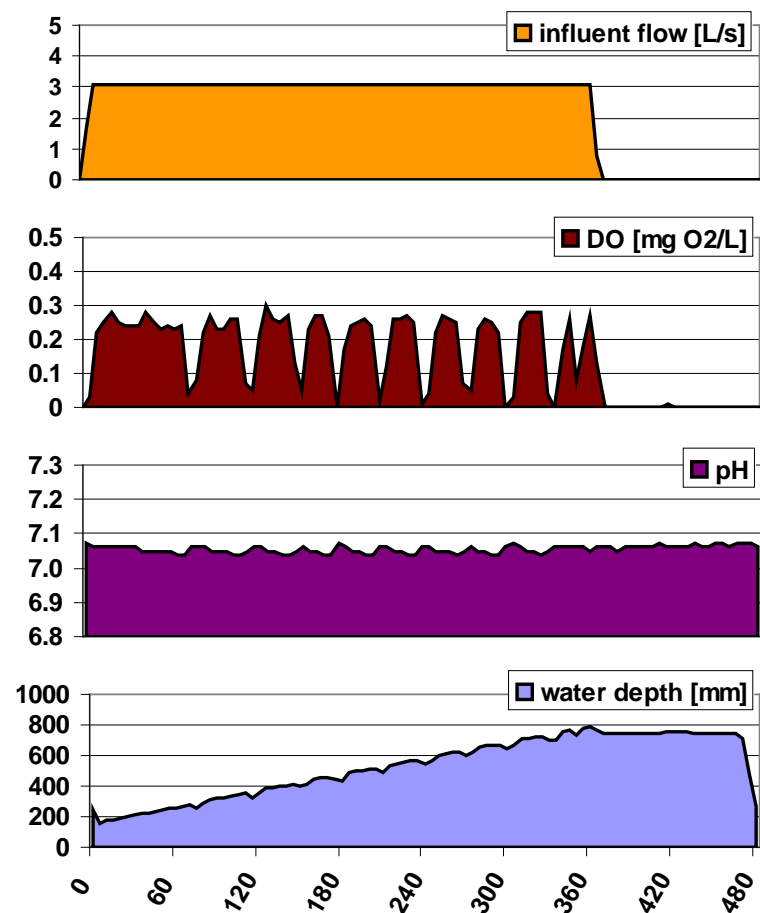
Nitrit és NH_4 összekapcsolódás termel granulálódó autotrof iszapot.

Üzemi megvalósítás Straasban 1, Amszterdamban 2 lépcsőben.

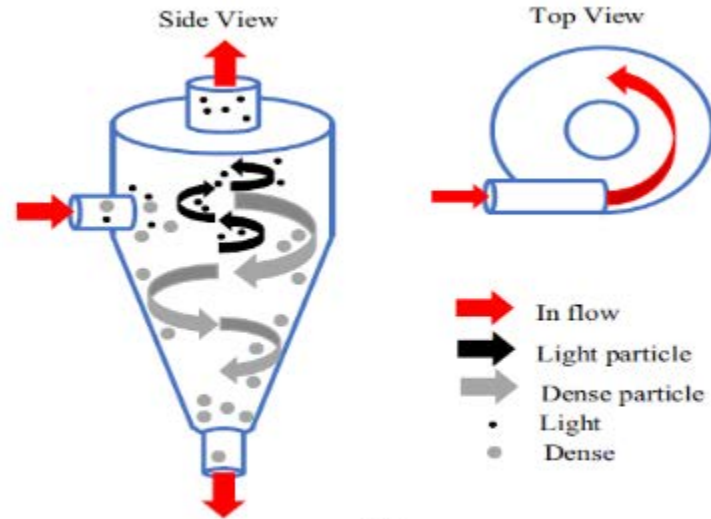
Straas esete a DEMON, ami Zalaegerszegen és Csepelen is épült.

Gondos, tömény iszapvíz adagolás (SBR), T, DO és pH szabályozás.

Granuluma gömbszerű, **piros-rózsaszín**, hidrociklonnal is visszatartják.
Mindegyik átoltásra alkalmas autotrof granulumot termel.



1. ábra: Szeparált nitrogéntávolítás az iszaprohasztás iszapvízéből a Straas-i (Ausztria) előületítőből átalakított SBR üzemű deammonifikálóban. Grafikonok: iszapvíz feladás, oldott oxigén koncentráció, pH és folyadékmagasság alakulása a edencében a 8 órás ciklusnál. Közel 120 Anammox nitrogénmentesítő üzem épült az ezredforduló óta iszapvízre és csurgalék-vizekre (Ali – Okabe, 2015). (Ábra Wett, B 2007-es cikkéből magyarítva a szerző neve alatt – Vízmű Panoráma)



(a)



(b)



(c)

Fig. 16. Separation technology for full-scale operations: (a) a schematic of hydrocyclone separating biomass particles based on density and size, (b) a photo of hydrocyclones installed at HRSD, (c) a photo of a rotating sieve drum used in Strass, Austria treatment plants.

Aerob, főági granuláció lakossági szennyvíztisztításnál

(NEREDA az utóbbi tíz évben) Fazekas, B., Gulyás, G. Kárpáti, Á. (2015)

Merre tovább lakossági szennyvíztisztítás.

MASZESZ Hírcsatorna 2015 (július - augusztus) 11-18.

Elengedhetetlennek bizonyult hozzá:

- szakaszos, optimális szennyvíz betáplálás,
- szabályozott, szakaszos levegőztetés,
- gyors utó, vagy ciklikus ülepités és vízelvétel
- speciális extracelluláris ragasztóanyag (EPS) termelése.

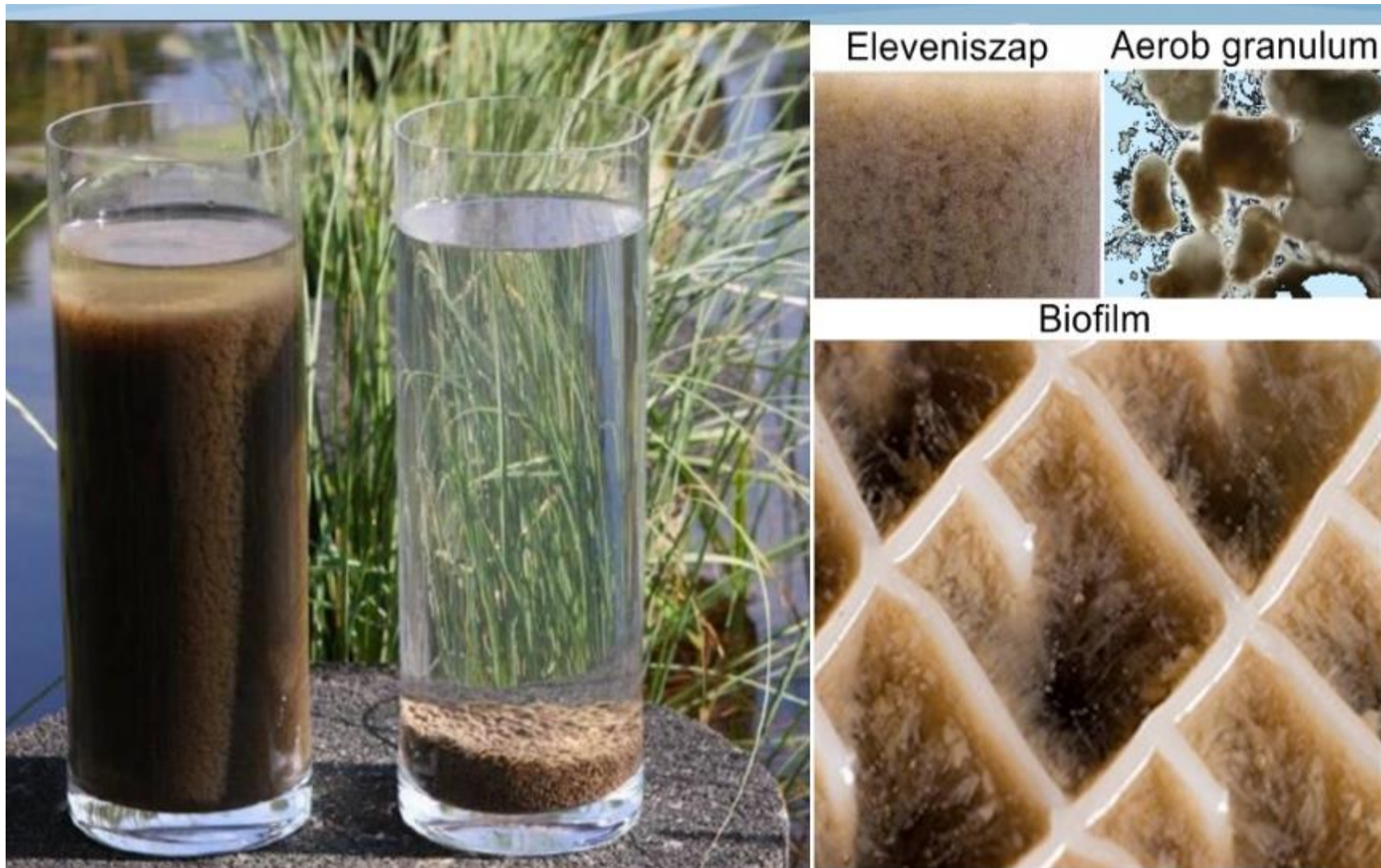
Aerob granulált iszap N-eltávolítása optimális DO szabályozásnál jó,

Izapgolyócskákban a tápanyag ellátás gondos szabályozásával

PAH MO szelekció és koncentráció is elérhető.

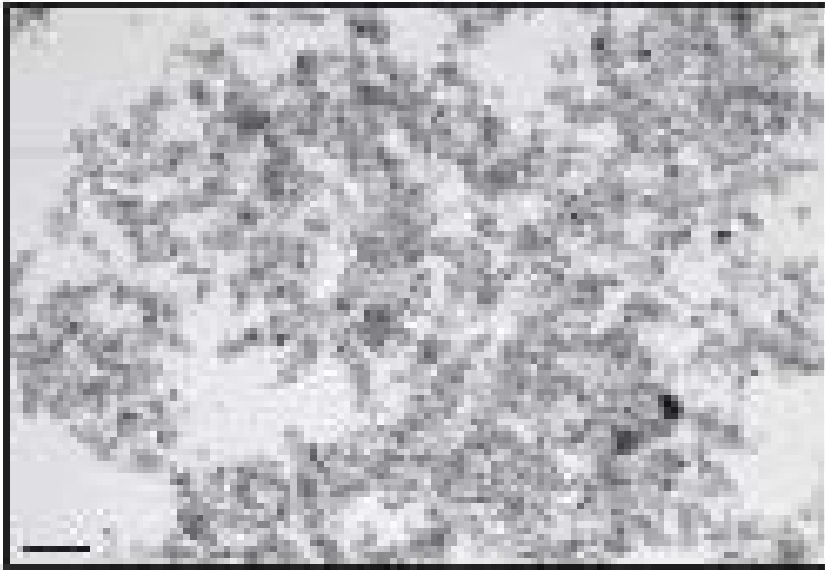
Az izapgolyók heterotrófok és autotrófok speciális kevert tenyészetek.

A **gömböses, szürkésbarna granulált iszap**, jó iszapszűrést is biztosít

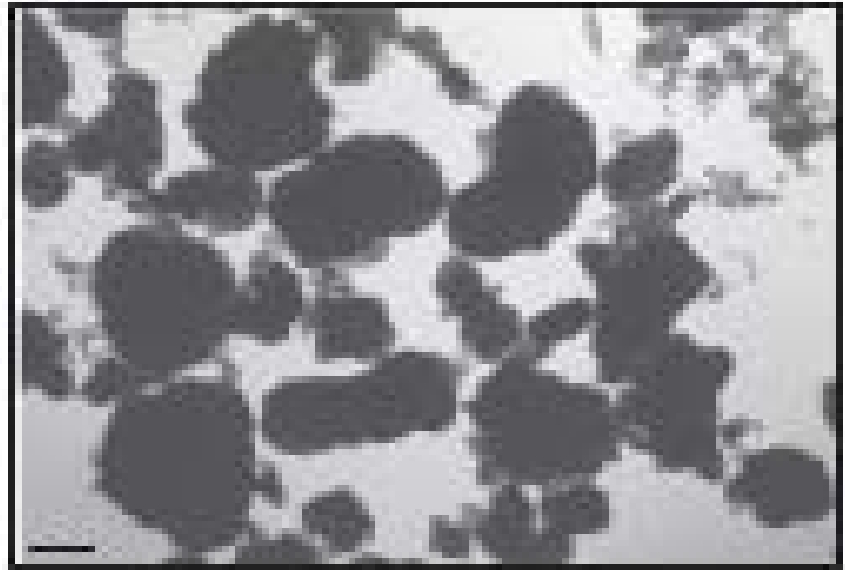


4. ábra: Eleveniszap, granulált iszap és biofilm a folyadékfázisban ülepités után.

CAS

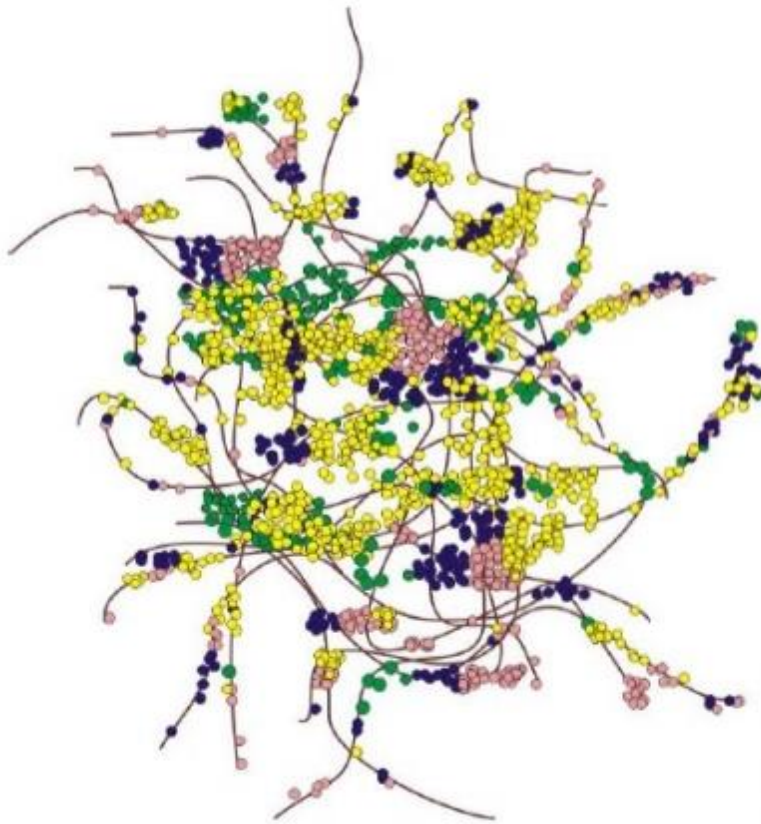


AGS



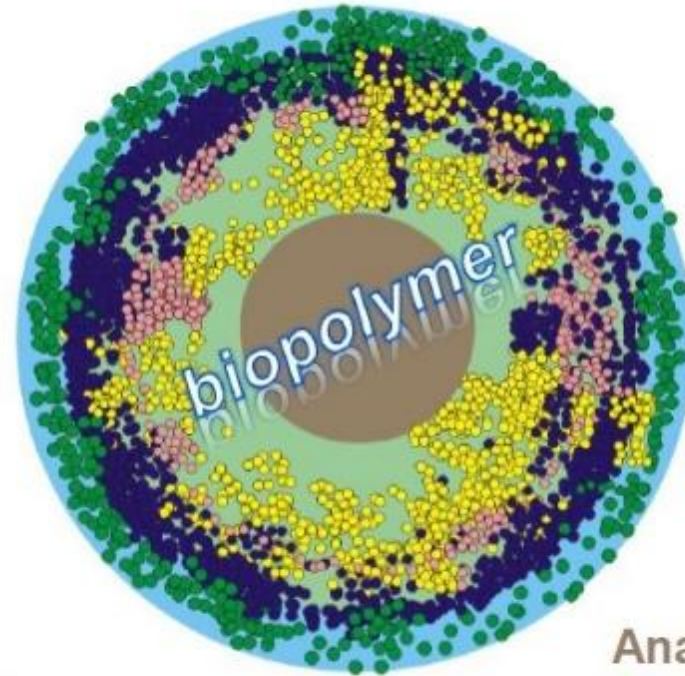
2. ábra: Hagyományos eleveniszap (CAS) és aerob iszap (AGS) mikroszkópos képe 40-szeres nagyításban (a méretjelző vonalka 0,2 mm) (Franca et al., 2018).

Eleveniszap



PAO
Denitrifiers
Nitifiers
GAO

Aerob granulált iszap



Anaerobic
Anoxic
Aerobic

3. ábra: A mikroorganizmus csoportok elhelyezkedése az átlagosan 30-130 mikron méretű, mechanikailag instabil eleveniszap pelyhekben és a többszöröse méretet elérő tömör, szilárd granulumokban. (Winkler et al., 2012) PAO- foszfor akkumuláló, denitrifikáló, nitrifikáló, GAO - glükogén akkumuláló

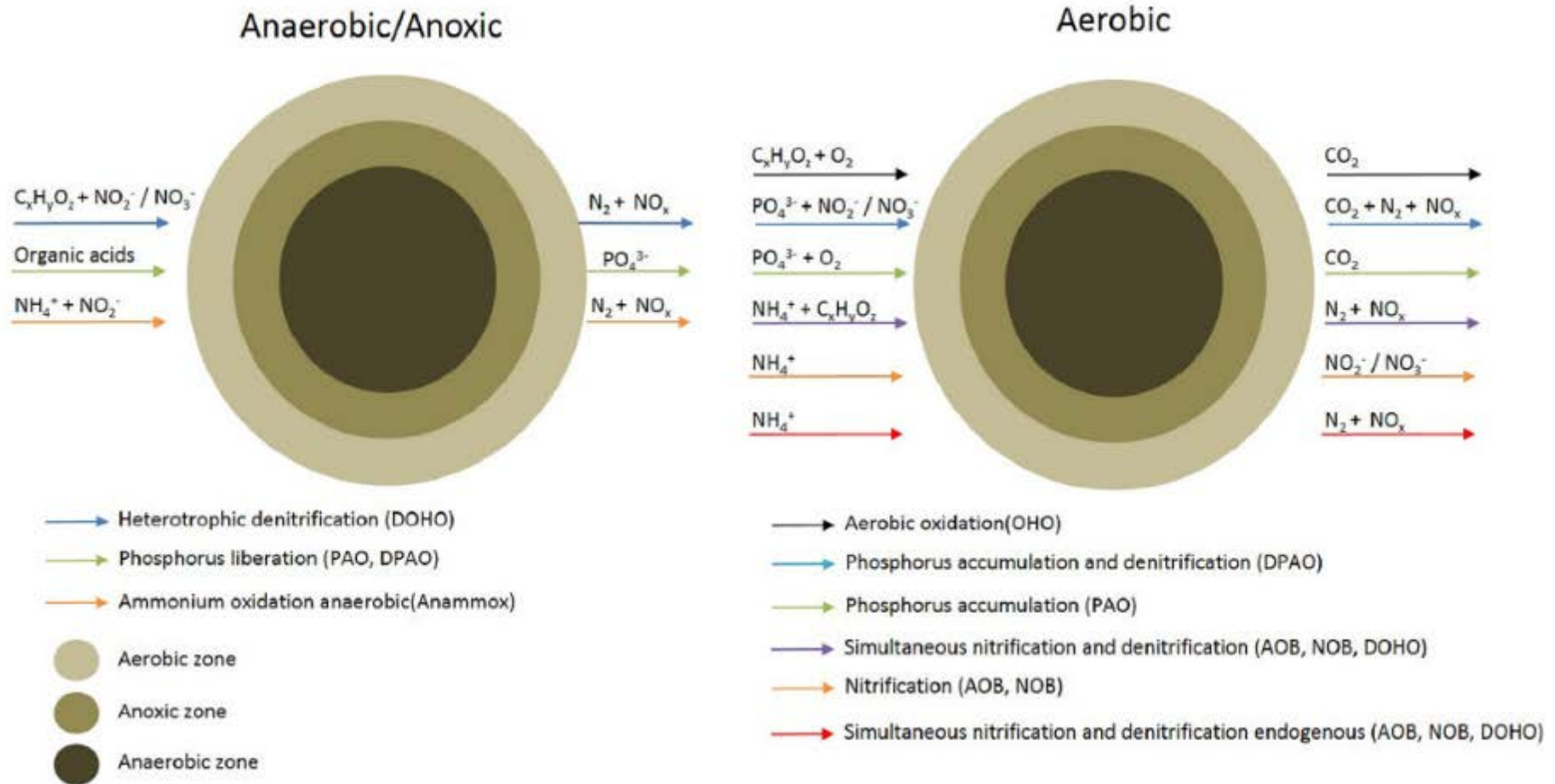


Fig. 1. Organic matter and nutrients (N and P) removal in AGS.



NEREDA I

Nitrogén eltávolítása granulált iszapjánál

teljes hányadában a granulumok felső, szilárdabb kérgében a szimultán nitrifikáció és denitrifikáció révén valósul meg.

N-eltávolítást a levegőztetett ciklus oxigénellátásával lehet szabályozni

($\sim 1,5$ mg/l),

sőt az NH_4 koncentrációja alapján a DO-t a levegőztetési szakasz vége felé szükségszerűen csökkenteni kell denitrifikáció fokozása érdekében.

A kívülről épülő golyócskák magjában folyamatos bontás, hidrolízis van.

A golyók felszíni részén, szaporodó heterotrof szervezeteket fonalait egyidejűleg protozoák legelészik, tisztítják, hasznosítják, ezzel ők is hozzájárulnak a granulációhoz, Y csökkentéshez.

NEREDA II

A második igazán nagy NEREDA üzem lakossági szennyvízre – 2013. Beüzemelése ugyanazon év őszén történt. Fél év után érte el a teljes tervezett kapacitást.

A próbaüzem 2014 márciusától decemberig tartott (Ponk et al., 2015). A március és december között mért eredményei:

jó szerves anyag eltávolítása mellett az összes nitrogén 7 mg/l, összes foszfor 1 mg/l alatt.

Fontosnak bizonyult a P gazdag iszapot nagyon gyors víztelenítése, a P-visszaoldódás, visszavezetés minimalizálására.

Kritikusnak bizonyult:

az előülepített nyersvíz bevezetési módja, s a ciklus beállítása a vízterhelés szerint,

szükséges tiszta víz visszaforgatás és vegyszeres foszforkicsapatás fokozás a nagy terhelések időszakában.

NEREDA granulum:

Az AS oltással indult próbaüzem végére

30 perc ülepités utáni 90 ml/g térkitöltésű lett az iszapja (SVI_{30} , ami (analóg az SVI-vel, vagy Mi-vel) 35 ml/g lett.

Az 5 perc ülepedés után mért térkitöltése átlagosan 45 ml/g lett (SVI_{30}),

miközben az iszapgolyók több mint 80 %-a 0,2 mm méretűnél nagyobb granuluma adott.

Ugyanakkor kevés flokkuláló iszaphányad is keletkezett, ami javította az iszap vízszűrő képességét, lebegőanyag mentesebb elfolyó vizet produkált.

Iszapgranuláció hazai élelmiszeripari SBR tisztítóban

Pitás, V., Thury, P., Kárpáti, Á. (2018) **Granulált iszap kialakítása és működése az aerob szennyvíztisztításnál**) Vízmű Panoráma, 2018 publikálásra elfogadva

Nem terveztek iszapgranulációt, kis Lsp-re készült.

Fizikai-kémiai előtisztítás van az SBR előtt.

Téglalap alakú ülepitőket SBR egységekké alakítottak át.

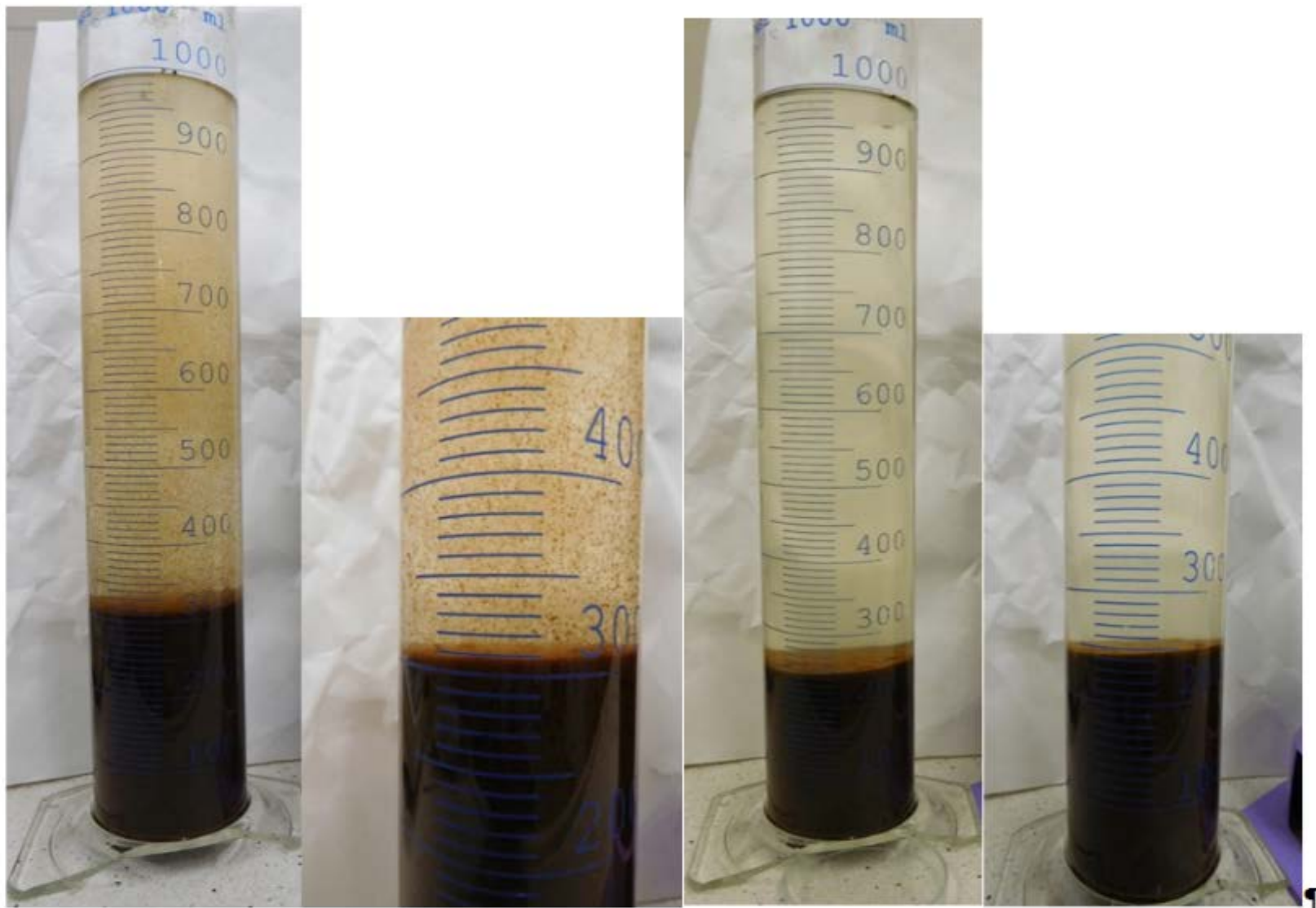
KOI/TKN/TP ~ 400-1200 /80-150 és 5 mg/l az SBR-re.

HRT mintegy 3 nap, 1/5-öde előszelektor, ill. utóülepítés.

Iszapkor ~ 30 nap, iszapkoncentráció 8-10 g/l.

2 h betáp, 4h anox, 4 h ox. ciklus, 2 h utóülepítés és elvétel.

Kialakuló iszapgranulátum nem gömbszerű golyók, sötétbarnás színű, változó alakú részecskék.



5'·üledés, s·ekkor·a·finom·rész·kiesése.....|.....30'·üledés·utáni·iszap·és·tiszta·rész

3. → ábra: A hazai élelmiszeripari üzem SBR egysége iszapiának az üledése

1. → táblázat: A vizsgált élelmiszeripari üzem granulált iszapjának ülepedése fél-és egy 1 literes menzúrában. (két különböző időpont iszapülepedés vizsgálata)¶

-----¶			
Idő →	Térfogat/Magasság → Sebesség →	Idő →	Térfogat/Magasság → Sebesség¶
perc →	ml/liter.....cm → <u>cm/perc</u> →	<u>perc</u> →	ml/liter.....cm → <u>cm/perc</u> ¶
-----¶			
Start → 500 →34,6 →	→	Start → 1000 →34,6¶	
1 → 28 →	→ 3'·átlaga=9·cm/perc →	→	→ 5'·átlaga·=·5·cm/perc → ¶
3 → 110 →7,6 →	→	→	¶
5 → 105 →	→	→	5 → 300 →10,4¶
10 → 102 →	→	→	10 → 260 → ¶
30 → 101 →	→	→	30 → 250¶
60 → 100 →	→	→	60 → 245¶
-----¶			



4. → ábra: Az élelmiszeripari granulált-izapos SBR-izapjának a szétterült, kiüledett izapcseppjéről készített fényképfelvétel (1 skálaosztás 1 mm).

Az iszap szemcseeloszlását lézerdiffrakciós méréssel pontosítottuk. Eszerint a részecskék

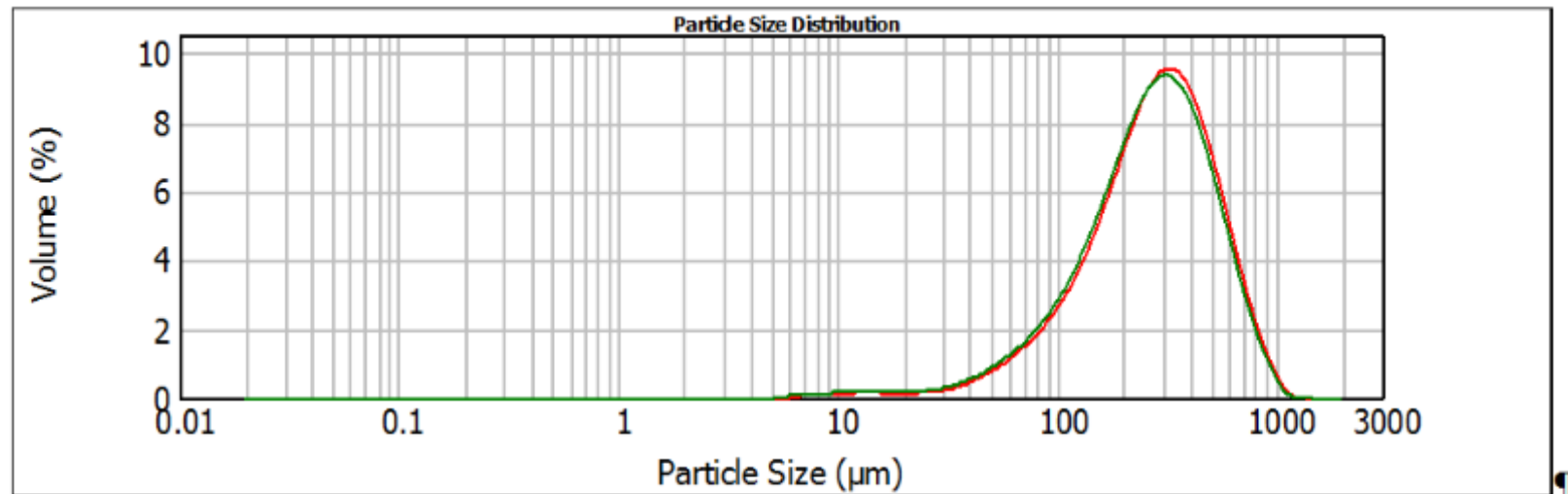
10%-ának átmérője → 97,5 mikrométer alatt van

50%-uk átmérője → 274,6 mikrométer alatt van

90%-uk átmérője → 574,5 mikrométer alatt van

az átlagos átmérő → 310,8 mikrométer, ami 0,31 mm

A méreteloszlásuk a 6. ábra szerinti.



1. → ábra: az élelmiszeripari SBR-tisztítóban keletkezett iszap részecsk méreteloszlása.

(A mérések a Pannon Egyetem Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézetében készültek Malvern Mastersizer 2000 (Malvern Instruments, UK) készüléssel.)



Ashish Sengar, Farrukh Basheer*, Asad Aziz, Izharul Haq Farooqi 2018) Aerobic granulation technology: Laboratory studies to full scale practices. Journal of Cleaner Production 197 (2018) 616e632

Összegzés

Iszapgranulált iszap iszapkora 30 nap fölötti.

Ilyen iszapkornál és vízhőmérsékletnél az adott koncentrációjú a nitrogén megfelelő eltávolítása még eleven iszap esetében is biztosítható az adott szennyvízzel.

A tisztított víz átlagos paraméterei a tisztításnál:

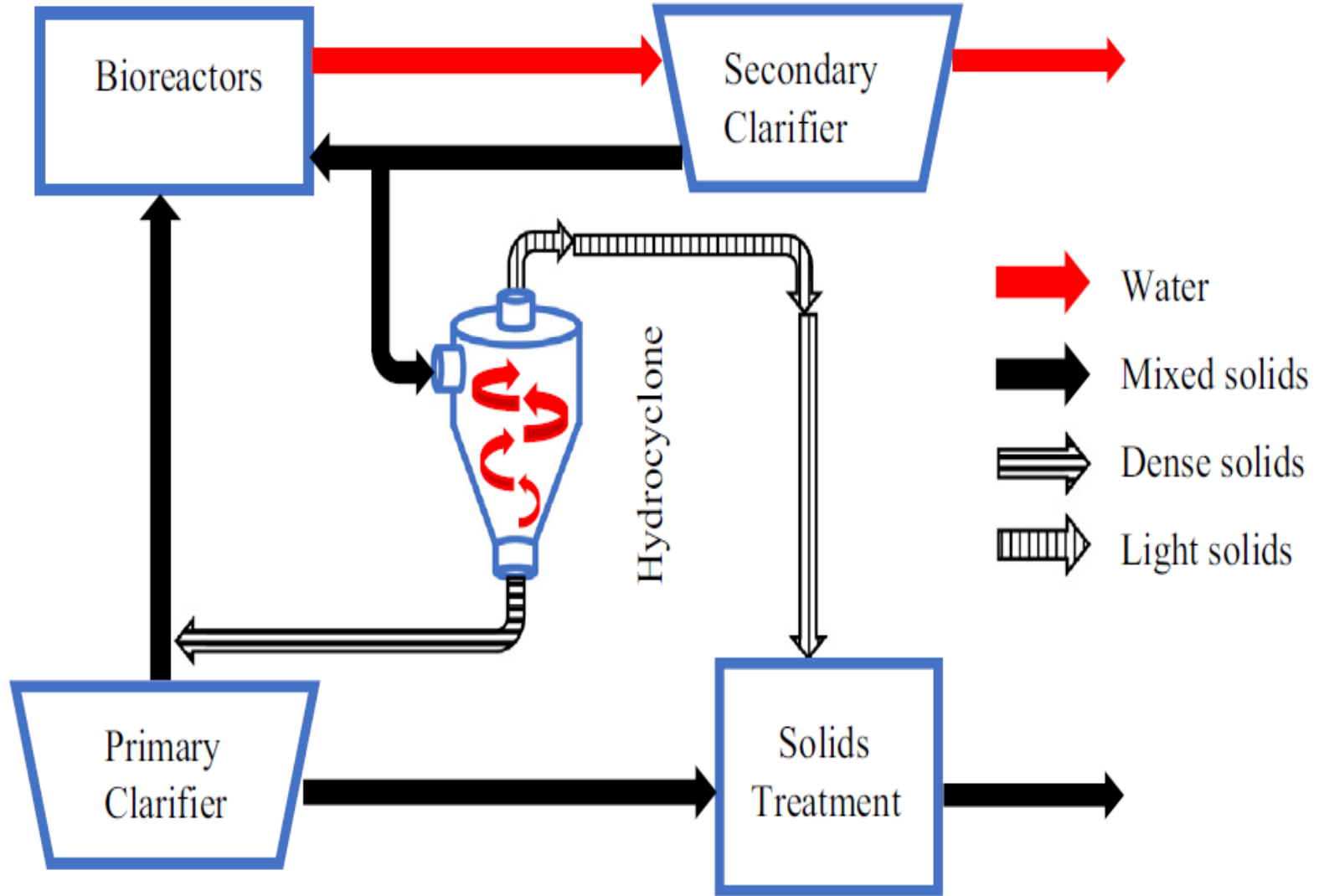
KOI-je <75 mg/l,

NH₄-N koncentrációja <5 mg/l,

nitrát-nitrogénjéé <18 mg/l,

TP-je <2 mg/l.

A tisztítandó víz minősége valószínűsíthetően erősen befolyásolja a keletkező iszap morfológiáját és színét is.



Köszönöm a megtisztelő

figyelmüket