

Biológiai szennyvíztisztítás

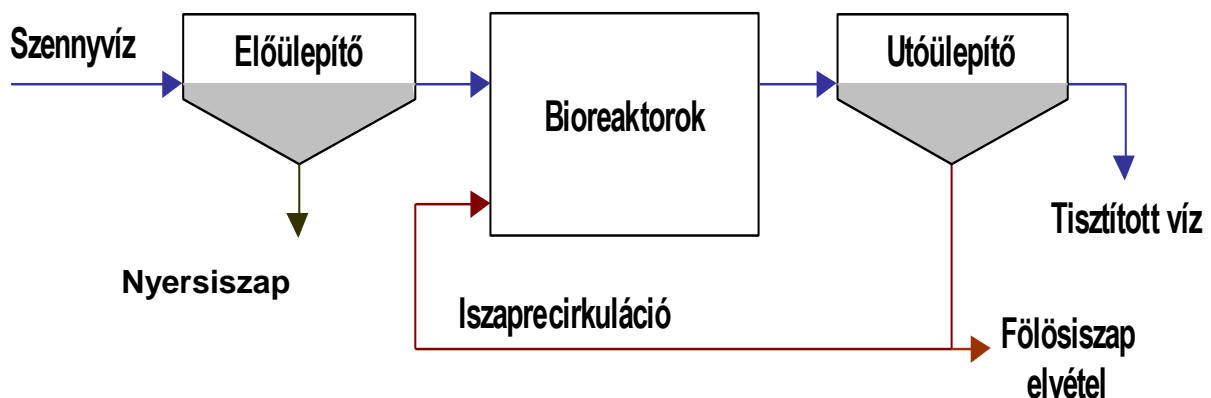
1. A gyakorlat célja

Két azonos össz-reaktortérfogatú, műszennyvízzel egyidejűleg üzemeltetett, bioreaktor elrendezésében azonban eltérő modellrendszeren keresztül ismertetjük meg a hallgatókkal a biológiai szennyvíztisztítás alapelveit, céljait, legfontosabb folyamatait, a **bioreaktor elrendezés hatását** és mérjük főbb nyomon követendő paramétereit. Az adott terület fontosságának bemutatásán túlmenően cél a rendkívül széleskörű kutatási lehetőségek felvillantása.

2. Elméleti áttekintés

2.1. Az eleveniszapos szennyvíztisztítás

A csatornában összegyűjtött szennyvizet tisztítótelepekre vezetik, ahol a befogadó szerinti követelményeknek megfelelő minőségűre tisztítják. A világon legelterjedtebben alkalmazott szennyvíztisztítási eljárás az eleveniszapos technológia.



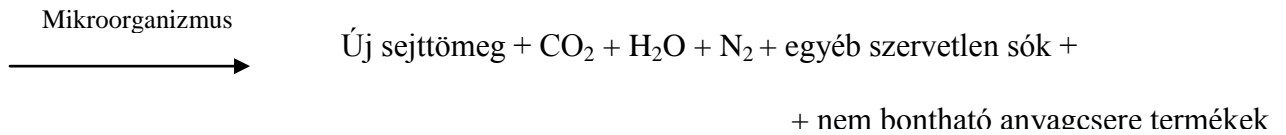
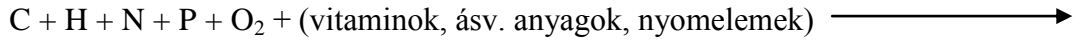
Az eleveniszapos szennyvíztisztítás sémája

Az eleveniszapos tisztítótelepeken a szennyvizet először durva ill. finom rácson vezetik át, ahol eltávolítják a nagyobb szilárd szennyeződések. Ezután jut a homokfogóra, ahol leválaszthatók a kisebb átmérőjű, nagyobb fajsúlyú szennyeződések. A szennyvíz ezt követően előüleptetőbe kerül (technológiai lehetőség pl. Dorr-üleptető, vagy hosszanti átfolyású üleptető), ahol a nem oldott szennyeződések (lebegőanyag) nagyrészt kiülednek a rendszerből.

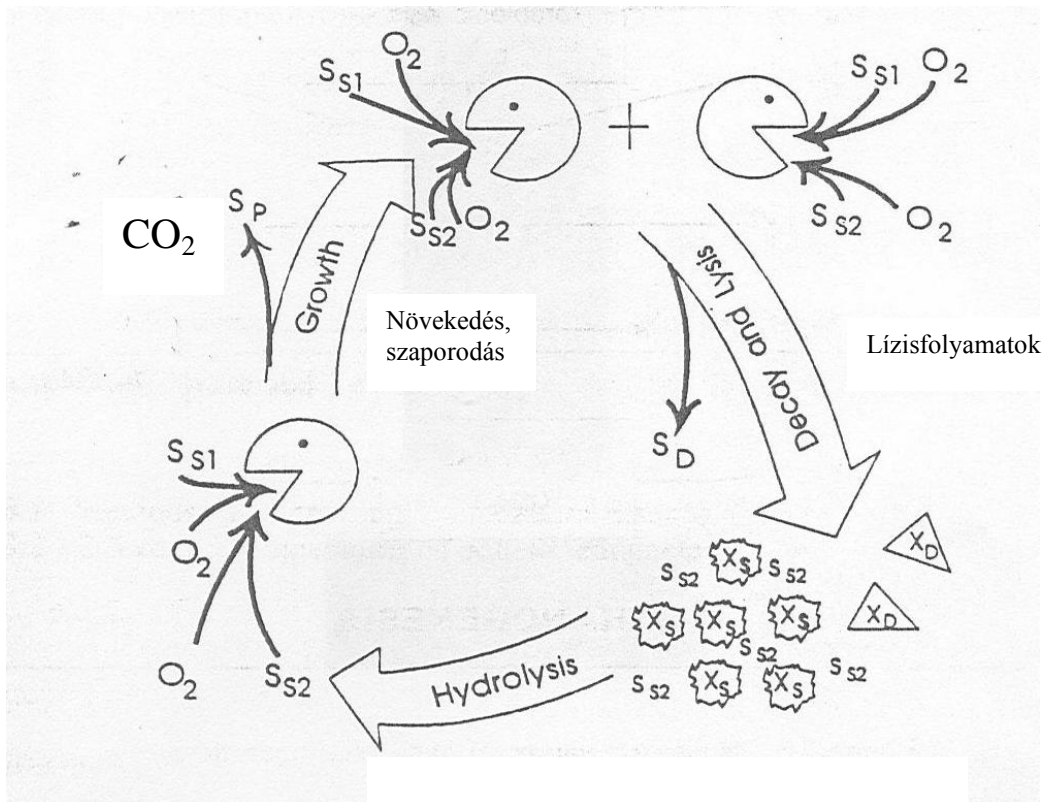
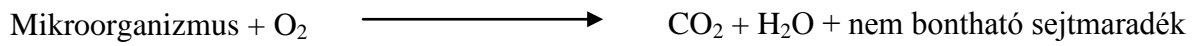
A szennyvíz ezután a bioreaktorokba kerül. A bioreaktorokban helyezkedik el az ún. eleveniszap biomassza, egy heterogén mikroorganizmus szuszpenzió. A bioreaktorokban megtörténik a szennyezőanyagok biológiai eltávolítása (vö. Monod kinetika ill. Andrews kinetika – erről bővebben a gyakorlaton). A szuszpenzió ezek után az utóüleptetőbe kerül, ahol elválasztják a biomasszát a tisztított víztől. Az utóüleptetési lépés hatékonysága az egész technológia hatékonyságát befolyásolja, hiszen a biomassza önmagában is szennyező (BOI, KOI, N és P tartalmat képvisel). Az elfolyó vizet ezután fertőtlenítőbe (pl. klórozó) vezetik, majd beeresztik a befogadó vízbázisba. Az utóüleptetőben kiülepített iszap egy részét eltávolítják a rendszerből (fölösiszap elvétel), a másik részét recirkuláltatják a bioreaktorokba.

2.2. A mikroorganizmusok tápanyagigénye (aerob rendszerre), a szubsztrátelimináció során lejátszódó biológiai folyamatok sémája:

1. Szubsztrát lélegzés:



2. Endogén lélegzés (szubsztrát hiány esetén):



Az aerob szubsztrát elimináció során lejátszódó biológiai folyamatok sémája
(S: oldott szerves szubsztrát; x: szuszpendált szerves anyag)

2.3. A szennyezett vizek jellemzésére szolgáló paraméterek:

Kémiai oxigénigény (KOI, [mg O₂/l szennyvíz]): A vízben levő anyagok, elsősorban a szervesanyagok redukálóképessége, amelyet az oxigénfogyasztás mérésével állapítanak meg: megadja azt az oxigén mennyiséget, amely a minta **szervesanyag** tartamának **teljes kémiai oxidációjához** szükséges. A mérés adott mennyiségű oxidálóanyag hozzáadásával (pl. kálium-permanganát vagy bikromát) történik. Az elfogyasztott oxigént a víz térfogategységre vonatkoztatják.

Biokémiai oxigénigény (BOI, [mg O₂/l szennyvíz]): A szennyvízben levő **szervesanyagok baktériumok okozta aerob oxidációjához** szükséges oldott oxigén mennyisége, amely alkalmasan **választott időtartamra, meghatározott vízhőmérsékletre vonatkozik.** Jellemzően alkalmazott BOI paraméterek a 20°C-on végzett 1, 5 ill. 20 napos bontás során mért (BOI₁, BOI₅, BOI₂₀) értékek. Leggyakrabban a BOI₅-öt alkalmazzák. A BOI értékből a szennyvízben jelenlévő biodegradálható szervesanyag és annak mikrobiális lebontásához szükséges oxigén mennyiségére lehet következtetni.

Nitrogénformák koncentrációi (összes nitrogén, ammónia, nitrát, nitrit, [mg/l])

Foszforformák koncentrációi (összes foszfor, foszfát, [mg/l])

Nem oldott, lebegőanyag koncentráció [mg/l]: a víz 0,45 mikronos szűrőpapíron történő szűrése után a felfogott szilárd anyag mennyisége. Mérése azonos az iszap koncentráció mérésével (ld. később).

2.4. Az eleveniszap szerkezetének és ülepedésének jellemzésére szolgáló paraméterek

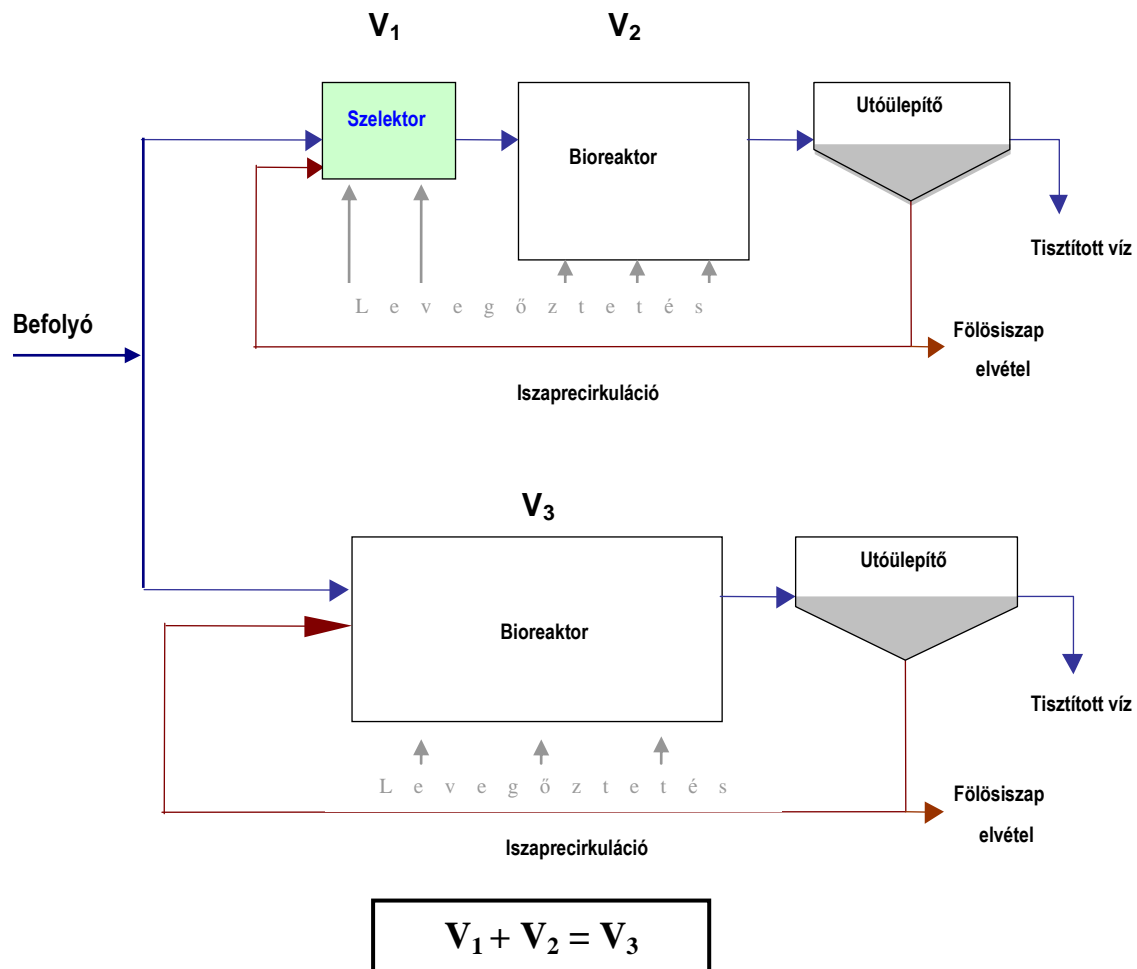
Iszap koncentráció (x; [g/l]): adott térfogatú, szuszpendált iszadminta szárazanyag tartalma. **Mérése:** 0,45 µm pórusátmérőjű szűrőpapírt ekszikkátorban súlyállandóságig szárítunk, analitikai mérlegen tömegét lemérjük. Adott térfogatú (pl. 20 cm³) jól homogenizált iszadmintát átszűrünk rajta, majd a szűrőpapírt szárítószekrényben súlyállandóságig szárítjuk, végül exszikkátorban való szobahőmérsékletre hűtése után tömegét megmérjük. A szűrés után és előtt mért szűrőpapírtömeg-különbségekből, valamint a leszűrt minta ismert térfogatából az iszap koncentrációja számítható.

V₃₀ [cm³]: 1 dm³ bioreaktorból kivett szuszpenzió 30 perces ülepedése utáni iszaptérfogat. **Mérése:** 1 l-es mérőhengerbe jelig töltött eleveniszapot 30 percig ülepítünk, majd az iszaptérfogatot leolvassuk.

Mohlmann-féle iszap ülepedési index (SVI, *Sludge Volume Index*; [cm³/g]): 1 dm³ bioreaktor szuszpenzió 30 perces ülepedése utáni iszaptérfogatának az iszap koncentrációjára vonatkoztatott értéke: megadja, hogy 1 g iszap 30 perc ülepedés után mekkora térfogatot foglal el. Az eleveniszap ülepedési tulajdonságait jellemző tapasztalati szám. Értéke minél kisebb, annál jobb az iszap ülepedése ill. tömörödése.

3. A laborgyakorlat

3.1. A kísérleti berendezések sematikus rajza:



3.2. A laborgyakorlat menete:

I. A téma elméleti bevezetése

II. Gyakorlati rész

1. A kísérleti berendezés bemutatása
2. Mintavétel
3. Kémiai oxigénigény mérése a vett mintákból
4. Üledék mérése, üledékesi görbe felvétele
5. Az eleveniszap mikroszkópos vizsgálata (jellegzetes iszapszerkezetek)
6. Számítások (SVI; KOI értékek; KOI eltávolítási hatásfokok)
7. A két rendszerben kapott eltérések okainak értékelése
8. Jegyzőkönyv megírása

4. Ellenőrző kérdések

1. A biológiai szennyvíztisztítás célja, legelterjedtebb technológiai eljárása (technológiai sémával)
2. A szubsztrát elimináció és az ehhez kapcsolódó sejtszaporodás Monod-kinetikája (μ -S görbe, μ_x ; diff. egyenletek: dx/dt ; dS/dt ; hozam, K_S feltelítési állandó)
3. A mikroorganizmusok tápanyagigénye (szubsztrát légzés és endogén légzés)
4. A biológiai szennyvíztisztításkor lejátszódó biológiai folyamatok sémája
5. A mikroorganizmusok oxigénigénye
6. Az aerob mikroorganizmusok oxigénfelhasználása (oxigénabszorpció és légzési sebesség, egyensúlyi egyenlet)
7. A biológiai és a kémiai oxigénigény fogalma
8. A szennyvizek jellemzésére szolgáló paraméterek
9. Az iszap koncentráció, a V_{30} és az iszap ülepedési index (SVI) definíciója, jelentősége és mérése
10. A laborgyakorlat kísérleti berendezéseinek sematikus rajza

5. További források a felkészüléshez

1. Sevelle Béla: Biomérnöki műveletek és folyamatok c. egyetemi tananyag 2. javított kiadása (174-176.; 217-218.; 284-286.; 293-294. oldal), illetve ugyanezen jegyzet régebbi kiadása (188-190.; 241-243.; 308-310.; 319-321. oldal)
2. Fodor Lajos és a Tanszéki Munkaközösség: Biomérnöki műveletek és alapfolyamatok gyakorlatok (60881) c. jegyzet (168; 186-189; 194-196. oldal)