

**BÁBA
BARNABÁS**
Technológus
ALFÖLDVÍZ Zrt.

baba.barnabas@alfoldviz.hu

KIVONAT A szennyvíztisztító telepek üzemeltetése legtöbbször gyakorlati, tapasztalati úton történik. Bevált módszerek kibővítésére lehet segítség a szennyvíztisztítás folyamatának biokinetikai összefüggéseken alapuló leírása Metcalf és Eddy „Wastewater engineering” című könyve alapján. A hatékony üzemállapot elérése manapság hosszadalmas folyamat, melynek segítségével a szennyvíztisztítási technológiák biokinetikai ellenőrzése egy gyors, jó közelítő megoldást jelentene, gondolva itt a hatékony iszapkoncentrációk, a naponta képződő iszapmennyiség vagy éppen az optimális fázisidők kiszámítására. Az előadásomban részletes számításokat mutatok be különböző hőmérsékletek függvényében, majd ezek gyakorlati hasznának alátámasztására egy kiegyenlítő medencével rendelkező technológiát is ismertetek példaként. A példaként felhozott telepen az ülepedés folyamatát is vizsgáltam. A kapott eredmények alapján olyan következtetésekre lehetett jutni, melyek csak költséges laboratóriumi vizsgálatok sorozatával lettek volna utolérhetőek. Meggyőződésem, hogy a biokinetika más hasonló szakaszos üzemű, de akár folyamatos üzemű telepek esetén is megbízható segítséget nyújtaná az üzemeltetés, de akár a vízjogi létesítési engedélyes tervek véleményezése során, a kivitelezés megkezdése előtt egyaránt.

KULCSSZAVAK SBR, biokinetika, hatékony iszapkoncentrációk, naponta képződő iszapmennyiség, optimális fázisidők, ülepedés vizsgálat, ülepitettiszap-koncentrációk

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Szakaszos üzemű szennyvíztisztító telepek hatékonyságának biokinetika szerinti üzemeltetési ellenőrzése

1. BIOLÓGIAI SZENNYVÍZTISZTÍTÁS SZAKASZOS ÜZEMŰ TELEPEKEN

Manapság egy mérnök számos jól kidolgozott megoldást alkalmazhat szakaszos üzemű szennyvíztisztító telepek esetén, mind tervezési, mind pedig ellenőrzési oldalról. A két meghatározó oldal viszont rendelkezik közös metszettel és az abba tartozó szempontokkal. Kiindulásként mindenképpen szükség van a laborvizsgálatok szerinti monitoringozásra, mely alapján megkapjuk a befolyó szennyvíz mennyiségét és minőségét. Ezt követően szükség van a biológiai lebontáshoz nélkülözhetetlen biológiareaktor-térfogatokra, a bennük lévő, szennyvíztisztításért felelős eleveiszap-tömegre, a szervesanyag-lebontás és a nitrifikáció folyamatot meghatározó oldottoxigén-koncentrációra, valamint a lebontási folyamatokért felelős fázisidők felvételére. Ezen összetevőket követően az elfolyó szennyvízminőségi értékekre lehet következtetni, melyeknek az előírt jogszabályokban foglalt paraméterértékeknek kell megfelelniük.

2. ESETANULMÁNY SZENNYVÍZ TISZTÍTÓ TELEP VIZSGÁLATÁNAK BEMUTATÁSÁRA

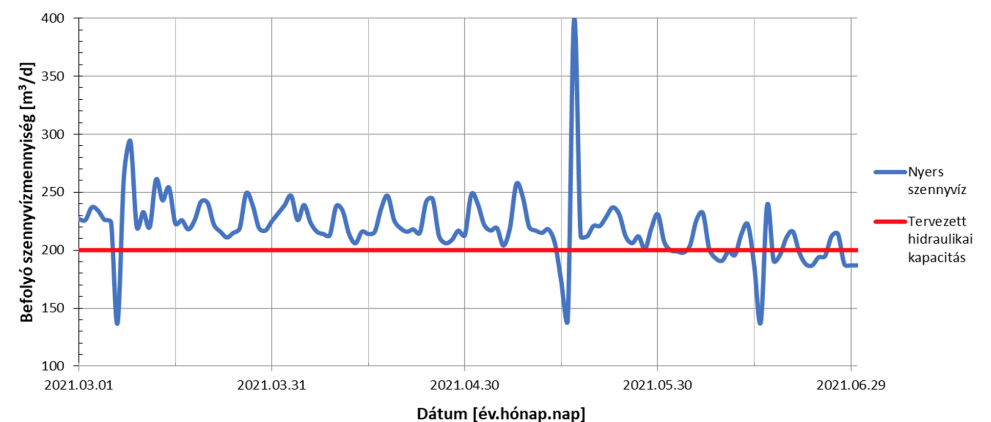
A szennyvíztisztító telep Békéscsámsón község területén keletkező, zömmel kommunális eredetű szennyvíz elvezetésére és tisztítására épült technológia próbaüzeme 2014-ben indult el. Az SBR-technológia az átfolyásos eleveiszapos technológiát szakaszos



1. ábra: Békéscsámsóni szennyvíztisztító telep

üzemben valósítja meg. Minden technológiai folyamat egy műtárgyban zajlik le. A technológiához egy gépi rács, kiegyenlítő, iszapsűrítő és iszapvíztelenítő gép, valamint egy fertőtlenítő műtárgy tartozik. A telep mértékadó kapacitása 200 m³/d.

A telepre beérkező nyers szennyvíz mennyisége az idő függvényében



2. ábra: A telepre beérkező nyers szennyvíz mennyisége az idő függvényében

3. VIZSGÁLANDÓ PROBLÉMÁK

A telepre beérkező nyers szennyvíz 2021. március elejétől egészen június végéig meghaladta a tervezett 200 m³/d mennyiséget.

A jelentős mennyiségű többletszennyvíz miatt a telepen található kiegyenlítő medence „vész-max” szintjének elérésekor a folyamatirányítás átváltott záporciklusra. A záporciklus rövidített fázisidőinek mint a ciklusidőn belüli egyes fázisok hosszának köszönhetően a befolyó szennyvízminőség határértékre történő lebontása nem minden esetben történt meg, a labormérések több alkalommal is határérték-túllépést mutattak elfolyó ammóniumion-koncentráció tekintetében, melynek határértéke a telepre vonatkozóan 10 mg/l.

A fennálló problémák kiküszöbölése az optimális szárazidei fázisidők és a naponta képződő iszapmennyiség kiszámítására volt szükség, melyet fölösizap formájában veszünk el a reaktorokból. Így elengedhetetlen volt az iszapülepedés üzemeltetői gyakorlatnál részletesebb vizsgálata, melyből a besűrűsödött reaktor alján lévő ülepitettiszap-koncentrációt lehetett meghatározni. A hatékony lebontások érdekében pedig a hőmérséklet függvényében kellett meghatározni az optimális iszap-koncentrációk értékét.

4. REAKCIÓIDŐK (FÁZISIDŐK) KISZÁMÍTÁSA SZERVESANYAG-LEBONTÁS FOLYAMATA LEVEGŐZTETÉS HATÁSÁRA

A reakcióidő alatt a szakaszos kinetika érvényes. A szubsztrátum koncentrációja kezdetben sokkal magasabb, mint egy hagyományos folyamatos üzemű telep esetén, így a tápanyag fokozatosan csökken, mivel a biomasza elfogyasztja azt. A tápanyag koncentrációjának időbeli változása a tápanyagmérték kiindulásával határozható meg.

$$\frac{ds}{dt}V = QS_0 - QS + r_{su}V$$

Mivel a befolyó szennyvíz mennyisége nulla a reakcióidő alatt, a szubsztrátumkoncentráció:

$$\frac{ds}{dt} = -\frac{\mu_m X S}{Y(K_s + S)}$$

Az egyenlet integrálását követően megkapjuk az idő szerinti hozamok- ra való összefüggést:

Dátum [év.hónap.nap]	NH ₄ -N [mg/l]
2021.03.10	18
2021.03.23	32
2021.04.12	61
2021.04.27	81
2021.05.10	57
2021.05.25	57
2021.06.09	42
2021.06.18	40
2021.06.22	29

3. ábra: Elfolyó tisztított szennyvíz ammóniumion értékei

ahol

DO = oldottoxigén-koncentráció, [g/m³]

K₀ = oxigén feltelítési állandója heterotróf baktériumok esetén, [g/m³]

AMMÓNIUMÁTALAKÍTÁS FOLYAMATA

Ugyanez az egyenlet vonatkozik a nitrifikációra, ahol az iszapkoncentráció (X) helyébe a nitrifikáló biomasza iszapkoncentrációja (X_n) lép, a szerves tápanyag helyére ammónium-nitrogén (NH₄-N).

$$K_n \ln \frac{N_0}{N_t} + (N_0 - N_t) = X_n \frac{\mu_{nm}}{Y_{nm}} t$$

ahol

N₀ = a kezdeti ammónium-nitrogén-koncentráció t = 0 pillanatban, [g/m³]

N_t = ammónium-nitrogén-koncentráció egy adott időpillanatban, [g/m³]

X_t = nitrifikáló biomasza-koncentráció, [g/m³]

$$K_s \ln \frac{S_0}{S_t} + (S_0 - S_t) = X \frac{\mu_m}{Y_m} t$$

ahol

S₀ = a kezdeti szerves tápanyag-koncentráció t = 0 pillanatban, [g/m³]

t = idő, d

S_t = szerves tápanyag-koncentráció egy adott időpillanatban [g/m³]

A heterotróf baktériumok maximális fajlagos szaporodási sebességét befolyásolja az oldott oxigén-koncentráció, tehát ezeket az összefüggéseket mutatják az alábbi egyenletek:

$$K_s \ln \frac{S_0}{S_t} + (S_0 - S_t) = X \frac{\mu_m}{Y_m} \frac{DO}{K_0 + DO} t$$

A nitrifikáló és heterotróf baktériumok maximális fajlagos szaporodási sebességét befolyásolja az oldott oxigén-koncentráció, tehát ezeket az összefüggéseket mutatja az alábbi képlet:

$$K_n \ln \frac{N_0}{N_t} + (N_0 - N_t) = X_n \frac{\mu_{nm}}{Y_{nm}} \frac{DO}{K_0 + DO} t$$

ahol

DO = oldott oxigén-koncentráció, [g/m³]

K₀ = oxigén feltelítési állandója nitrifikáló baktériumok esetén, [g/m³]

A fenti szakaszos kinetikai egyenletek felhasználhatóak annak a meghatározására, hogy a szakaszos üzemű telepek fázisidejét meghatározzuk az elegendő lebontás érdekében. Először az általános tömegmérleget lehet felállítani, feltételezve, hogy egy bizonyos mennyiségű tápanyag eltávolítására kerül sor, és abból meghatározásra kerül az egyenletekben felhasználható biomasza-koncentráció. Az oldott szerves anyag eltávolításához szükséges idő viszonylag rövid, kevesebb mint 1 óra alatt végbemegy. Viszont ahhoz, hogy a teljes nitrifikáció végbemehessen, ami közelíti a 0,5 mg/l-es értéket, az aerob levegőztetési időt 1 és 3 óra közé kell állítani (WEF,1998). A folyamatos üzemű telepekkel szemben ugyanaz az alkalmazott iszapkor a szakaszos üzemű rendszerek esetében várhatóan hatékonyabb lesz a kinetikájának köszönhetően.

NITRÁTLEBONTÁS FOLYAMATA

Hasonló összefüggés vonatkozik a nitrát-leadás folyamataira, ahol az iszapkoncentráció (X), viszont a szerves tápanyag helyére a nitrát-nitrogén lép. (NO₃-N)

$$K_s \ln \frac{N_0}{N_t} + (N_0 - N_t) = X \frac{\mu_m}{Y_m} t$$

ahol

N₀ = a kezdeti nitrát-nitrogén-koncentráció t = 0 pillanatban, [g/m³]

N_t = nitrát-nitrogén-koncentráció egy adott időpillanatban, [g/m³]

X = heterotróf biomasza-koncentráció, [g/m³]

A heterotróf baktériumok nitrát-leadási sebességét is befolyásolja az oldott oxigén-koncentráció, tehát ezeket az összefüggéseket mutatja az alábbi képlet:

$$K_n \ln \frac{N_0}{N_t} + (N_0 - N_t) = X \frac{\mu_m}{Y_m} \frac{K_o}{K_o + DO} t$$

ahol

DO = oldottoxigén-koncentráció, [g/m³]

K₀ = oxigén féltelítési állandója heterotróf baktériumok esetén, [g/m³]

Annak érdekében, hogy a biológiai szennyvíztisztítás szakaszos üzemű szennyvíztisztító telepek esetén a leghatékonyabb legyen, elengedhetetlen a jól felvett és beállított fázisidők meghatározása szárazidei időszakokra. Kezdetben az optimális ciklusszámot kellett meghatározni, mely mindkét üzemelő reaktorra érvényes, tehát el kellett dönteni, naponta mennyi ciklus induljon. Mivel a korábbiakban bemutatott problémák álltak fent a telepen, így a feladások számát mindenképpen növelni kellett, valamint figyelembe kellett venni, hogy ne jelentkezzen naponta „holtidő” további problémaként. Végül a naponta 5 ciklus elérése volt a cél reaktoroként. A cikluson belül a 70 perces ülepedés és a hozzá tartozó tisztított szennyvíz- és fölösiszap-élvétel mellett szükség volt az anoxikus és aerob fázisidők kiszámítására. A 4. fejezet egyenleteit felhasználva és a téli hőmérsékletet (12 °C) alapul véve az optimális iszapkoncentráció (4,3 kg/m³) alapján 70 perces anoxikus, valamint 160 perces aerob idők adódtak a számítások során. Ez követően a kapott fázisidőkhöz kellett megtalálni a hatékony iszapkoncentrációt eltérő hőmérsékletek esetén.

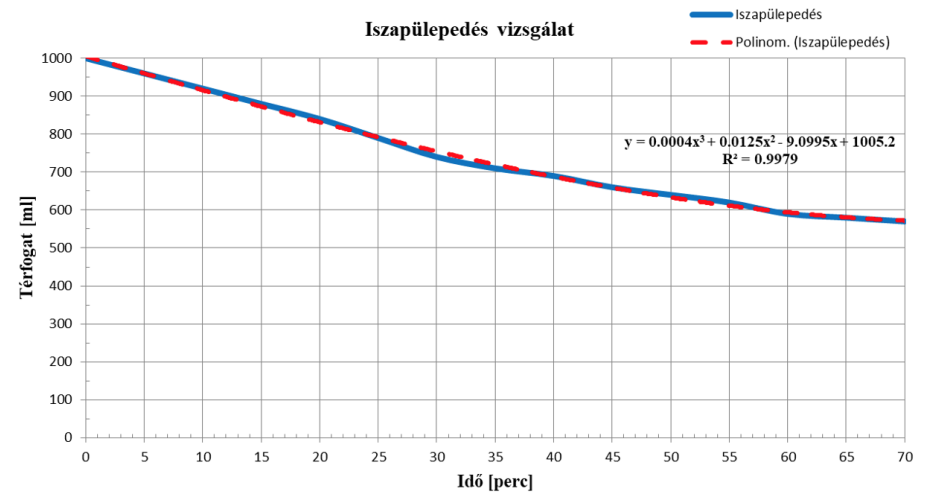
Így adódott, hogy a nyári, melegebb időszakban ajánlott kisebb, akár 3 kg/m³ iszapkoncentrációt tartani, míg a tavaszi és az őszi időszakban a nyári és a téli számított értékek között kell tartani az iszapkoncentrációt.

A fejezetben felsorolt összefüggéseket felhasználva a telep mindkét reaktora esetén meghatározhatók a megfelelő lebontás érdekében szükséges fázisidők, illetve a hozzájuk tartozó hatékony iszapkoncentrációk, melyeket az alábbi ábra mutat.

5. ÜLEPEDÉSVIZSGÁLAT

A szakaszos üzemű eleveniszapos rendszerekben az ülepedési fázisban a levegőztetés és a keverés kikapcsol, így a háttéráramlás és a sűrűlódás következtében 1-2 percen belül megszűnik, és a pelyhek gravitációsan ülepedhetnek. Méréseket végeztem annak meghatározására, hogy ülepedett iszapkoncentrációkat tudjak meghatározni a reaktor alján. Ahhoz, hogy a méréseket homogén mintával végezzem, a mintákat a levegőztetési fázis alatt vettem az üzemelő szakaszos üzemű biológiai reaktorból. A vett mintát a mérőhengerbe öntöttem, majd az ülepedést 70 percen keresztül vizsgáltam, mint ahogyan a folyamatirányításban az ülepedés idejének az értéke van beállítva.

Az ülepedési idő alatt az iszap-térfogat-értékeket ötpercenként jegeztem fel. A mérést még kétszer elvégeztem, és a kapott térfogati értékek átlagát ábrázoltam diagramon. Az ábrából látható, hogy az ülepedési szakasz végére, ami 70 perc, mintegy a felére tömörödött

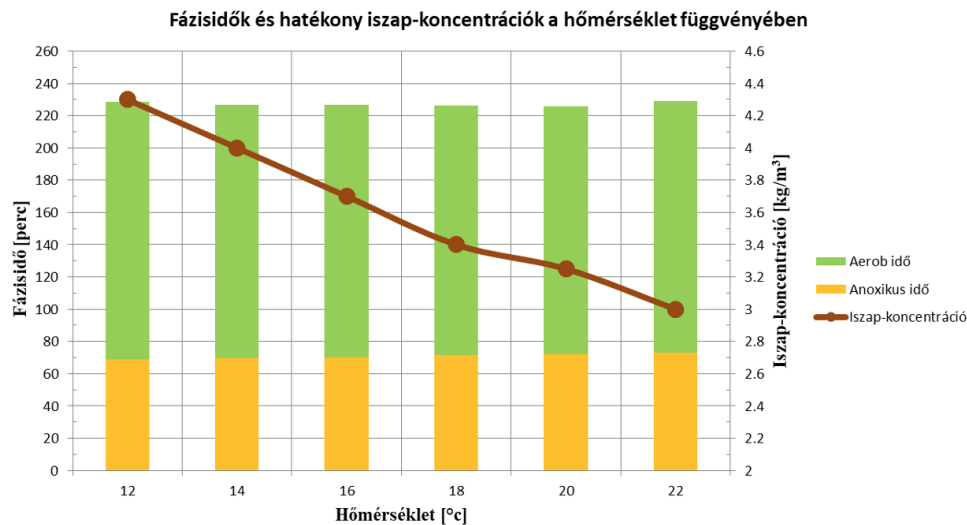


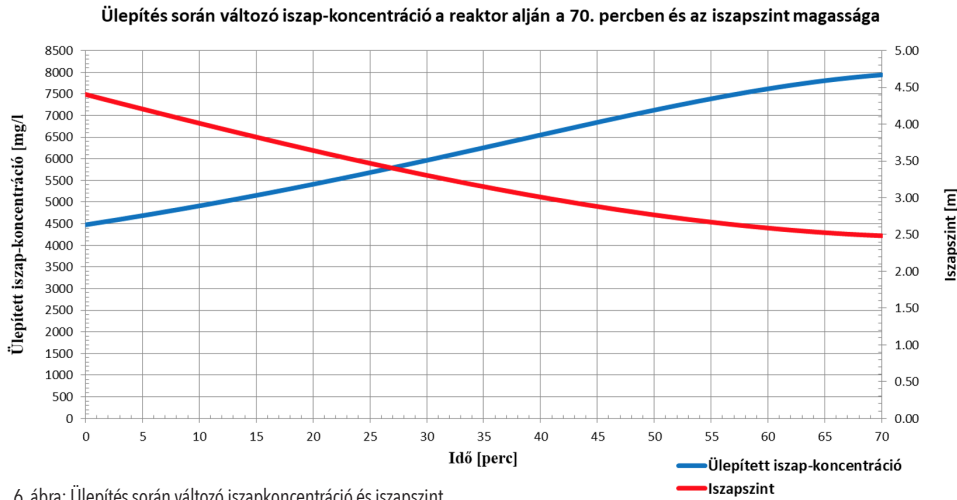
5. ábra: Iszapülepedés-vizsgálat

az iszapunk. A kapott egyenesre polinomvonalat illesztettem, melynek trendegyenletéből megkapható időhöz rendelve, hogy a kezdeti iszapkoncentrációhoz viszonyítva az ülepedés hatására a reaktor alján milyen koncentrációs értékben sűrűsödne össze az iszap. Az iszapfázison belül különböző koncentrációjú rétegek különíthetők el, hiszen az ülepedési sebesség a mindenkorai szárazanyag-koncentráció függvénye (Takács, 2008).

Kezdetben a szárazanyag-koncentráció megegyezik az iszapkoncentráció értékével (4500 mg/l), majd az ülepedés-tömörödés hatására kialakul egy jól definiálható iszapfelszín, amelytől magasabban a szárazanyag-koncentráció kisebb, az iszapfelszín alatt nagyobb. A reaktor alján 70 perc elteltével feltételezhetően közel 8000 mg/l-re sűrűsödne össze az iszap, mely koncentrációjának fontos jelentősége van az iszap-élvétel során. Elmondható továbbá, hogy eltérő iszapkoncentrációk eltérő koncentrációs értékre sűrűsödnek össze a reaktor alján.

4. ábra: Fázisidők és hatékony iszapkoncentrációk az idő függvényében





6. ábra: Ülepítés során változó iszapkoncentráció és izszapszint

6. BOKINETIKAI ÖSSZEFÜGGÉSEK ALKALMAZÁSA

A szennyvíztisztítás célja, hogy a szennyezőanyagot eltávolítsuk, és a szennyezőanyagot a mikroorganizmusok tápanyagként (szubsztrátum) használják fel. A tápanyag-felhasználhatóság mértéke a biológiai tisztítást végző reaktorokban a következő összefüggéssel modellezhető. Mivel a szubsztrátum az időben fokozatosan felhasználásra kerül, tehát fog, ezért negatív előjellel kell ellátni.

$$r_{su} = -\frac{kXS}{K_s + S}$$

- ahol
- r_{su} = a szubsztrátum koncentrációjának változása a felhasználás alapján [g/m³d]
- k = maximális fajlagos szubsztrátum felhasználási aránya [g szubsztrátum/g]
- X = biomassa-koncentráció [g/m³]
- S = növekedést befolyásoló szubsztrátum koncentrációja [g/m³]
- K_s = maximális szubsztrátum féltelítési állandója [g/m³]

Ha a tápanyag maximális arányban van felhasználva, akkor maguk a mikroorganizmusok is maximális arányban kezdenek el szaporodni, ezáltal a maximális fajlagos szaporodási sebesség (μ_m) a következőképpen alakul:

$$\mu = kY \text{ és } k = \frac{\mu}{Y}$$

- ahol
- μ = maximum fajlagos szaporodási sebesség [g új sejt/g sejt · d]
- k = maximum fajlagos szubsztrátum felhasználási aránya [g/g · d]
- Y = hozamkonstans [g/g]

A tényleges tápanyag-felhasználás egyenlete az alábbiak szerint módosul:

$$r_{su} = -\frac{\mu XS}{Y(K_s + S)}$$

Ha feltételezzük, hogy a biomassa szaporodása arányos a szubsztrátum-felhasználás mértékével, tehát a felhasznált tápanyagon kialakult mikroorganizmus-tömeggel, akkor a biomassa-növekedés a hozamkonstans és a tápanyag-felhasználás szorzatával egyenlő, illetve a biomassa pusztulása arányos a meglévő eleveniszappal (biomassa).

$$r_g = -Yr_{su} - k_d X = -Y \frac{kXS}{K_s + S} - k_d X$$

- ahol
- r_g = kialakuló biomassa mennyisége [g VSS/m³·d]
- Y = hozamkonstans [g VSS/g bskOI]
- k_d = endogén bomlási együttható [g VSS/g VSS·d]

A tápanyag-felhasználás mértéke a biomassa tömegmérlegre a befolyó szubsztrátum (S_0) és az elfolyó szubsztrátum (S_e) koncentrációjának figyelembevételével a következő:

$$\frac{dS}{dt}V = QS_0 - QS_e + r_{su}V$$

Állandósult állapotot feltételezve, tehát időben állandó folyamatot és a szubsztrátum-felhasználás mértékébe (r_{su}) behelyettesítve megkapjuk az alábbi alakot tápanyagmérlegre:

$$S_0 - S_e = \frac{V}{Q} \frac{kXS}{K_s + S}$$

Későbbiekben az elfolyószubsztrátum-koncentráció elhanyagolható, az

$$\frac{1}{SRT} = \frac{YkS}{K_s + S} - k_d$$

egyenlet megoldása $S/(K_s+S)$ -re, és behelyettesítve a tápanyagmérleg összefüggésébe a biomassa-koncentráció (X) alakja megkapható.

$$X = \frac{SRT}{\tau} \frac{YS}{1 + (k_d)SRT}$$

- ahol
- τ (V/Q) = hidraulikus tartózkodási idő, h
- A naponta képződő biomassa mennyiségének a meghatározásához a következő egyenletet vesszük figyelembe:

$$P = \frac{XV}{SRT}$$

A reaktorokban lévő szerves lebegőanyag (MLVSS: Mixed liquid volatile suspended solids) koncentrációba a biológiailag nem bontható szervesanyag(nbVSS)-koncentráció is beletartozik, melynek a meghatározása tömegmérleg segítségével történik.

$$(dX_i/dt)V = QX_{0,i} - X_iV/SRT + r_{X,i}V$$

- ahol
- $X_{0,i}$ = befolyó, biológiailag nem bontható szerves lebegőanyag [g/m³]
- X_i = biológiailag nem bontható szerves lebegőanyag a reaktorban [g/m³]

$r_{x,i}$ = biológiailag nem bontható szerves lebegőanyag kialakulása sejt-törmelékekből [g/m³-d]

Állandósult állapotot figyelembe véve a ($dX_i/dt=0$), és behelyettesítve a sejt-törmelék felhalmozódásának mértékét a $r_{Xd} = f_d(k_d)X$ egyenletet az $r_{x,i}$ -be:

$$0 = QX_{0,i} - X_i V / SRT + (f_d)(k_d)XV$$

$$X_i = X_{0,i}(SRT) / \tau + (f_d)(k_d)X(SRT)$$

A biomassza-koncentráció egyenletébe behelyettesítve megkapjuk a szerveslebegőanyag-koncentráció összefüggését.

$$X_t = \left(\frac{SRT}{\tau} \right) \left[\frac{Y(S_0 - S)}{1 + (k_d)SRT} \right] + (f_d)(k_d)X(SRT) + \frac{(X_{0,i})SRT}{\tau}$$

A teljes szervesanyag-koncentráció értékét (X_t) behelyettesítve a naponta a rendszerből elvett biomassza mennyiségének (P) összefüggésébe, és a hidraulikus tartózkodási idő (τ) helyére a V/Q hányadost megkapjuk a szerves anyag mennyiségét (P_{VSS}).

$$P_{VSS} = \left[\frac{QY(S_0 - S)}{1 + (k_d)SRT} \right] + (f_d)(k_d)X(V) + QX_{0,i}$$

A biomassza-koncentráció (X) egyenlete a szerves anyag mennyiségének (P_{VSS}) egyenletébe helyettesítve a végső összefüggést kapjuk.

$$P_{VSS} = \left[\frac{QY(S_0 - S)}{1 + (k_d)SRT} \right] + \left[\frac{(f_d)(k_d)YQ(S_0 - S)SRT}{1 + (k_d)SRT} \right] + QX_{0,i}$$

ahol

P_{VSS} = naponta képződő szerves anyag mennyisége, [kg/d]

A szerves anyag mennyisége tovább bővül a nitrifikáló baktériumok tömegével, tehát az egyenlet kiegészül egy további összefüggéssel:

$$P_{VSS} = \left[\frac{QY(S)}{1 + (k_d)SRT} \right] + \left[\frac{(f_d)(k_d)YQ(S)SRT}{1 + (k_d)SRT} \right] + QX_{0,i} + \left[\frac{QY_n NO_x}{1 + (k_{dn})SRT} \right]$$

ahol

Y_n = nitrifikáló mikroorganizmusok hozamkonstansa,

[g NH₄-N/ gVSS-d]

NO_x = eltávolítandó nitrogénkoncentráció, [g/m³]

k_{dn} = nitrifikáló mikroorganizmusok endogén bomlási együtthatója [g VSS/g VSS-d]

Az összes naponta képződő szerves és szervesetlen anyag mennyisége adja az összes szilárd anyag mennyiségét. A befolyó szerves anyagra feltételezzük, hogy nem oldott, viszont hozzájárul a naponta képződő eleveniszap mennyiségéhez, és iszapelvétellel távolítjuk el a rendszerből. A korábbi fejezetben meghatározott VSS/TSS arány felhasználásával a tényleges naponta képződő eleveniszap egyenlete az alábbiak szerint alakul.

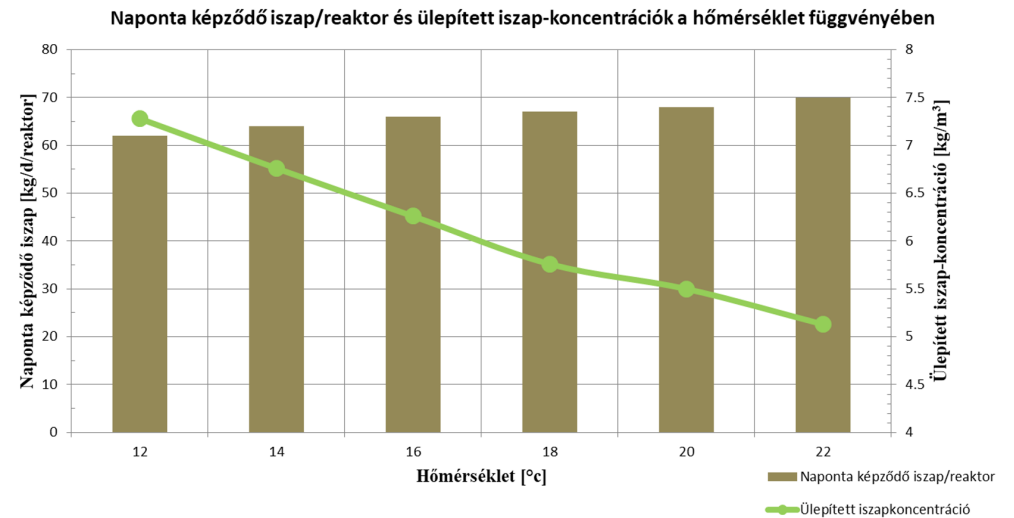
$$P_{TSS} = \left[\frac{QY(S)}{1 + (k_d)SRT} / (VSS/TSS) \right] + \left[\frac{(f_d)(k_d)YQ(S)SRT}{1 + (k_d)SRT} / (VSS/TSS) \right] + QX_{0,i} + \left[\frac{QY_n NO_x}{1 + (k_{dn})SRT} / (VSS/TSS) \right] + Q(TSS_0 - VSS_0)$$

A bemutatott egyenletet felhasználva, és a hozzá tartozó kinetikai együtthatók, valamint a befolyó nyers szennyvíz mennyiségét és minőségét alapul véve különböző hőmérsékletek esetén kiszámítható a naponta képződő iszap mennyisége, valamint a 4. fejezetben kiszámolt hatékony iszapkoncentrációkhoz tartozó ülepítettiszap-koncentrációk függvényében ábrázolható. Az ülepítettiszap-koncentrációk az üledésvizsgálat polinom egyenletét felhasználva kerültek meghatározásra a hatékony iszapkoncentrációk függvényében, az 5. fejezetben taglaltakat alapul véve.

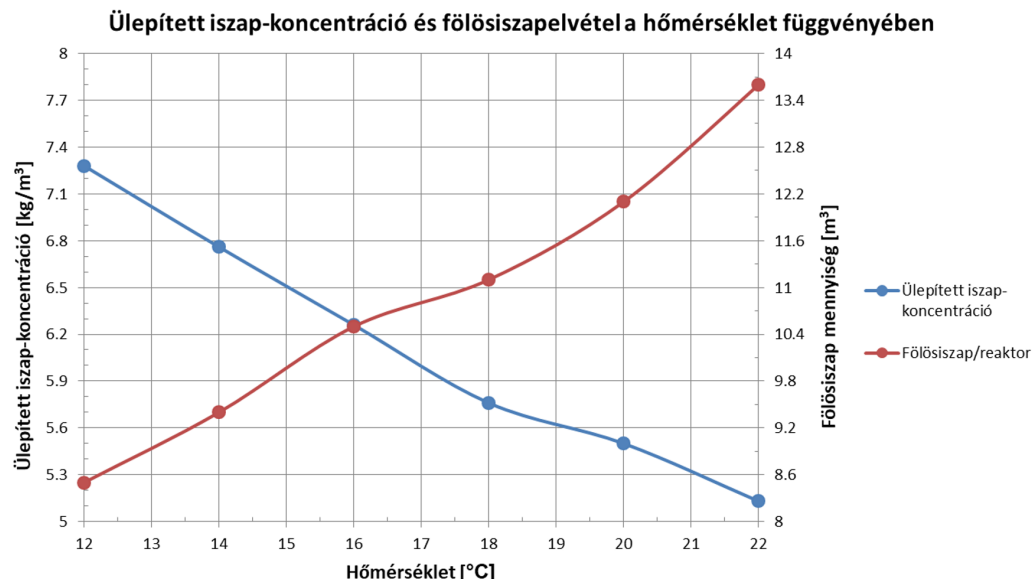
Különböző hőmérsékletek esetén a naponta képződő iszap mennyisége is eltér. Ha ugyanazon iszapkoncentrációt veszünk figyelembe, akkor alacsonyabb hőmérsékleten kevesebb, magasabb hőmérsékleten több iszap képződik a mikroorganizmusok kisebb, illetve nagyobb aktivitása révén. Változó hatékony iszapkoncentrációk esetén viszont az iszapmennyiségek nem mutatnak jelentős eltérést. Az ábra továbbá szemlélteti a

hatékony iszapkoncentrációkhoz tartozó ülepítettiszap-koncentrációk értékét.

Az ábra szerint a naponta képződő iszap- és az ülepítettiszap-koncentrációk hányadosaként különböző hőmérsékletek esetén megkapható a hatékony iszapkoncentráció értéke. Tehát a naponta elvett fölösiszap mennyisége igen meghatározó a telep megfelelő üzemképességének szempontjából. Magas hőmérsékleten (nyáron) jóval több iszapot kell elvenni a rendszerből az aktívabb biológiai folyamatok révén, így másodszőről elengedhetetlen a jól méretezett iszapvíztelenítő gép kapacitása is, hiszen egy alulméretezett gép esetén az elégtelen mértékű iszapvíztelenítés miatt tarthatatlan lenne a számolt hatékony iszapkoncentráció.



7. ábra: Naponta képződő iszap/reaktor és ülepítettiszap-koncentrációk az idő függvényében



8. ábra: Ülepítettiszap-koncentrációk és fölösiszap-eltávolítás a hőmérséklet függvényében

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Az SBR típusú szennyvízkezelési rendszerek üzemeltetésének alapvető kérdése az egyes lebontó folyamatokat elősegítő környezeti állapotok éppen megfelelő ideig való létrehozása, melyek ciklikusan változnak. Ilyen állapot a szennyvíz műtárgyra való rá- és elvezetése, a biológiai bontás, a fázisszétválasztás és az iszapeltávolítás. A jól behangolt fázisidő a szennyvíztisztítási hatékonyságot növeli, így a vizsgálataim középpontjában is ez állt. A kutatási módszertanomat analitikus anyagforgalmi modellek alkalmazására terjedt ki. A számítások során kapott fázisidők a megfelelő tisztítási hatások érdekében jó közelítési értékekkel rendelkeznek. Az üledék mérésénél kapott eredmények alapján elmondható, hogy a reaktorban is megközelítőleg hasonló folyamatok játszódnak le a feltüntetett koncentrációs értékek mellett, így a számítások nagy segítséget nyújthatnak az optimális üzemállapotok kialakításában.

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Metcalf and Eddy (2003): *Wastewater engineering: treatment and reuse*. McGraw-Hill Higher Education: New York. 4th Ed.
2. Takács I. (2008): *Experiments in Activated Sludge Modelling*. PhD Thesis, Ghent University, Belgium, pp. 267.
3. WEF. (1998): *Design of Wastewater Treatment Plants*. 4th ed., Manual of Practice no. 8, Water Environment Federation, Alexandria, VA.



Energiatakarékos, garantáltan olajmentes és megbízható fúvók

Nem légfólia csapágyazású berendezés. Állandó mágneses motorral szerelt, csapágy nélküli gép. Így elkerülhetők a súrlódásból eredő veszteségek. ISO 8573-1 Class 0 minősítésük garantálja, hogy nem kerül olajszennyezés a levegőbe. A VSD (változtatható fordulatszámú) motor pontosan a levegőigényhez igazítja a fúvó teljesítményét. A munkakörnyezet kímélése érdekében alacsony vibráció és zajszint jellemzi. A beszerelt Elektronikon® kijelző figyelmeztet a szükséges szervizre és nyilvántartja a működési paramétereket.

- Térfogatáram: 2.000 – 12.000 m³/h
- Nyomástartomány: 0,3 – 1,4 bar
- Motor teljesítmény: 120 – 250 kW

www.atlascopco.hu