

SZENNYVÍZTISZTÍTÁS HELYETT SZENNYVÍZ- HASZNOSÍTÁS

TOLNAI BÉLA
gépészmérnök

„A települési szennyvíziszap olyan társadalmi termék, melyet az okos gazdagok hasznosítanak, a szegények hulladékká minősítik...!”
Juhász Endre

1. A szennyvíztisztítás újraértelmezése

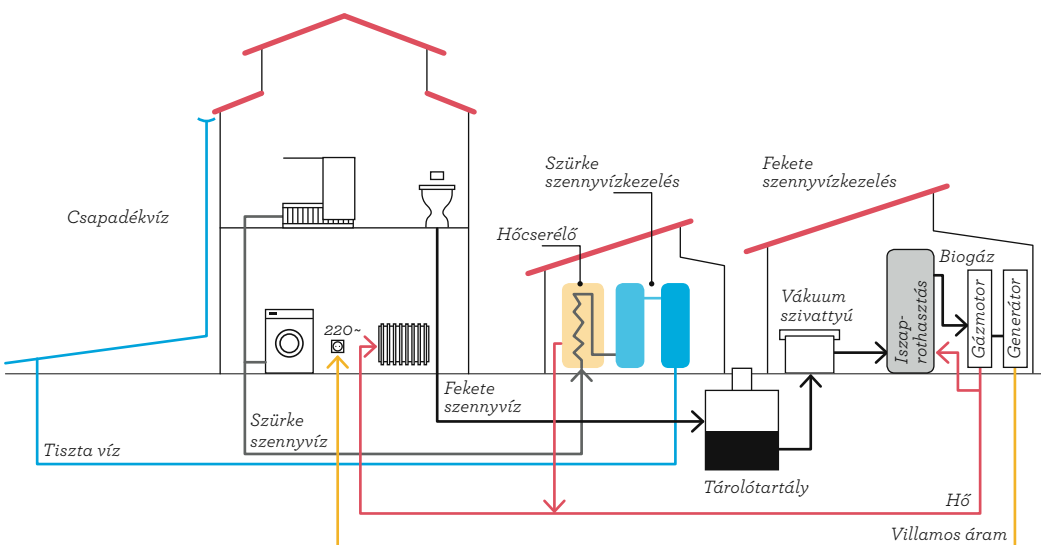
1.1 A szennyvíz hasznosítása elkülönített gyűjtés esetén
A nagyvárosokban elválasztott csatornarendszerek a nagy beruházási költségigény miatt nem épültek ki. Az elválasztott szennyvízgyűjtés utólagos kiépítése sem tűnik gazdaságosnak, mert a fekete szennyvíz nagy távolságra történő szállítása nehézségeket okoz a nagy viszkozitás következtében. Emiatt a kis egységteljesítményű, helyi komplex hasznosító berendezések kialakulása nyer majd teret.

A szürke szennyvíz kétféle úton hasznosul: visszanyerjük belőle a hőt, és tisztítás után öntözővízként használjuk a tetőn gyűjtött csapadékkal együtt.

A fekete szennyvíz alig tartalmaz vizet. Előbb az iszap rothasztásával biogázt állítunk elő, amelyet gázmotorban égetünk el. A gázmotort hűteni kell, így hőenergia keletkezik, amivel fűthetünk. A gázmotor generátort hajt, az előállított villamos energia a háztartásban hasznosítható újra. A rothasztott iszap végül komposztálásra kerül. A komposzt szerves trágyaként hasznosul.

Ma még talán utópisztikusnak tűnik az 1-1. ábra megoldása [5]. Egy fontos üzenete azonban van ennek a lakóparkokra tervezett felépítésnek, miszerint hagyományos értelemben tisztítani csak az alig szennyezett szürke szennyvizet kell.

A szürke szennyvíz tisztítása – szemben a szennyvíz tisztításával – lényegesen egyszerűbb feladat.



1-1. ábra: A szennyvízhasznosítás lokálisan. Forrás: Londong [5]

1.2 A szennyvíz hasznosítása nagy szennyvízkezelő telepen

Manapság általánosnak mondható, hogy a szennyvíztelepre az egyesített hálózaton keresztül kommunális és ipari szennyvíz érkezik keverten. A szennyvíz mennyiségét ezen túlmenően a csapadékvíz is növeli. A szennyvíz megtisztítására számos technológia fejlődött ki. A leginkább elterjedt technológia az ún. eleveniszapos technológia.

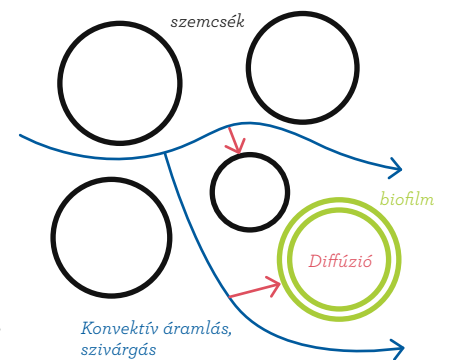
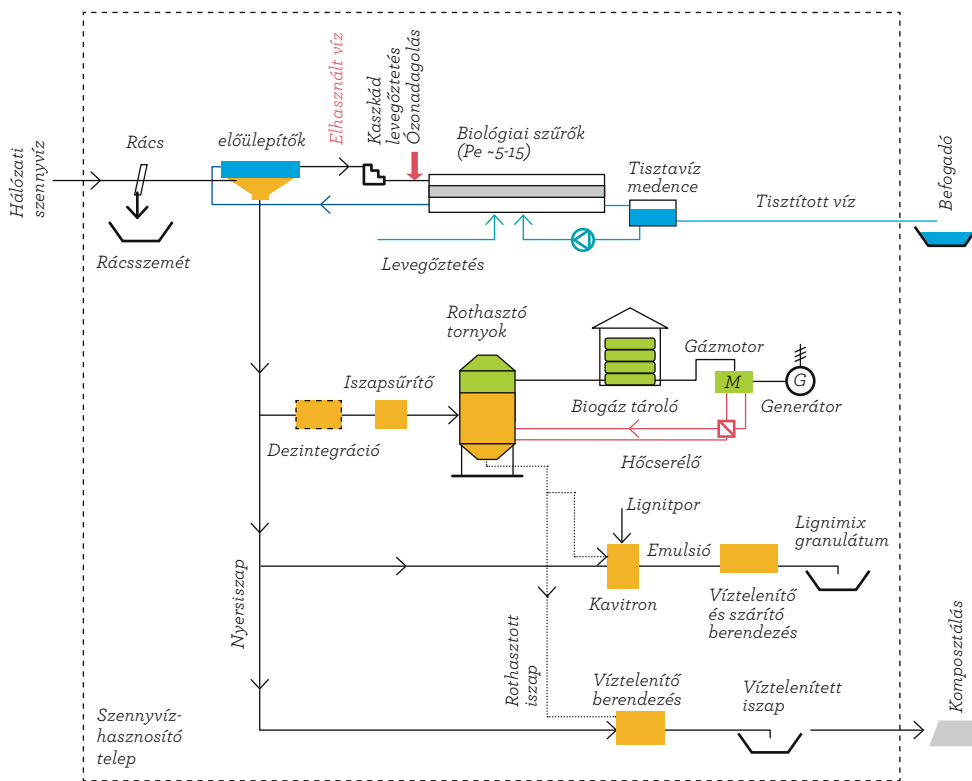
A világban azonban egyre inkább nem szennyvíztisztításról, hanem a szennyvíz hasznosításáról beszélnek. A wastewater recycling nem csak divatos kifejezés, érdemes rá figyelmet fordítani. Lényege abban áll, hogy minden, ami a szennyvízben hasznos, azt ki kell nyerni, következképp az (elő)ülepítéssel leválasztott teljes iszapmennyiség hasznosítását kell megcélozni.

A 1-2. ábra azt a variációt is szemlélteti, amikor a biogáz-előállítás elmarad, azaz a teljes nyersiszapmennyiséget komposztáljuk vagy lignittel stabilizáljuk (LIGNIMIX-eljárás [4]). A komposztálás a nagy helyszükséglet miatt többnyire a szennyvíztelepen kívül történik, az iszap lignitporral történő keverése azonban megoldható a telepen.

Akár biogáztermeléssel összekötve, akár anélkül, az iszap hasznosításának mindenképpen mezőgazdasági célokat is kell szolgálnia. Az iszap anaerob rothasztása az energetikai hasznosítás mellett az iszap stabilizálását is eredményezi. A termőföldeknek égető szükségük van szerves trágyázásra. A növényi élelmiszer-termelés biztonsága azonban megköveteli, hogy a földekre kivitt kezelt szennyvíziszap ne tartalmazzon káros anyagokat. Ezért van szükség a környezettudatos csatornahasználat ösztönzésére. A „szennyező fizet” elv tulajdonképpen helyes, csupán a szennyező fogalmát kell újraértékelni. Nem szennyező az, aki a szennyvízhálózatba kommunális eredetű hulladékot bocsát, azaz sanitációs berendezéseit rendeltetésszerűen használja.

Az 1-2. ábrán jól érzékelhető: a visszamaradó, használt víz tisztítása továbbra is feladat. Tisztítási eljárásként – ahogyan azt már korábban említettük – nem jöhet szóba a ma leginkább elterjedt eleveniszapos technológia, hisz a

Az 1-2. ábrán jól érzékelhető: a visszamaradó, használt víz tisztítása továbbra is feladat. Tisztítási eljárásként – ahogyan azt már korábban említettük – nem jöhet szóba a ma leginkább elterjedt eleveniszapos technológia, hisz a



1-2. ábra: A szennyvíz hasznosítása a szennyvíztelepen

2-1. ábra: Szivárgás és diffúzió a szűrőrétegben

teljes iszapmennyiség leválasztásával már nem áll rendelkezésünkre a biofilmet hordozó flokkulátum. Olyan eljárásra van szükség, amely a víz tisztításához nem igényli az iszap jelenlétét. A biofilm megtapadásához szükséges felület biztosításáról tehát külön kell gondoskodni.

Az elhasználdott víz hatásos tisztítása alacsony Pe-szám mellett valószínűsíthető meg. A parti szűrés (Pe = 5-15) jó hatékonyság mellett a gyógyszermaradványokat nagymértékben képes visszatartani [2]. Hasonló paraméterekkel bíró mesterséges biológiai szűréssel a fáradt vízből is kivonhatjuk a nemkívánatos molekulákat. Az élő vízre vonatkozó egyre szigorodó visszajuttathatósági feltételek kielégítése így nagy valószínűség mellett garantálhatóvá válik.

2. A biológiai víztisztítás hatásmechanizmusa

A szennyvíz hasznosításának előtérbe kerülésével az alapfeladat nem változik meg, csak nem szennyvizet, hanem az előbbi elrendezésektől függően a szürke szennyvizet vagy a fáradt vizet kell megtisztítani. A biológiai szűréselmélet vezet el bennünket oda, hogy ezeket a feladatokat – az iszap közreműködése nélkül – megoldhassuk.

A parti szűrés modellezése egy általánosnak tekinthető struktúrához vezet [1], amelyet a biológiai szűréselmélet axiomatikus megalapozásának is tekinthetünk. A következő megállapításokat tehetjük:

- A biofilm megtapadásához szilárd felületre van szükség.
- A tisztítási folyamat három részfolyamatból áll, amelyek soros módon követik egymást (az áramlásképet lásd 2-1. ábra).

A konvektív áramlás vagy szivárgás a szennyező anyagot a biofilmhez szállítja. A konduktív áramlás vagy diffúzió a szennyező anyagot a főáramról leválasztva a biofilmbe juttatja. Az áramlástechnikai törvényeken alapuló logisztikai lépések előfeltételei a biofilmen belül lezajló folyamatoknak.

- A tápanyag lebontása a biofilmen belül történik.

2-2. táblázat

A biológiai szűrés soros elemei és a visszacsatolás

	Részfolyamat	Feltétel (hajtóerő)	Fenntartja
Soros folyamat ↓	Konvektív anyag-áram szivárgás	Nyomáskülönbség	szivattyúzás, keverés
	Konduktív áramlás diffúzió	Koncentrációs különbség	Baktériumok munkája
	Biokémiai folyamat tápanyag-lebontás	Szilárd felület a biofilm megtapadásához Redox környezet	Baktériumok életösztöne
			↑ Visszacsatolás

A 2-2. táblázat az egyes részfolyamatok hajtóerejét és fenntartásának módját is megadja. A szivárgás a rétegben nyomáskülönbség hatására jön létre, amelyet szivattyúzással vagy keveréssel tartunk fenn. A diffúziót a koncentrációkülönbség hajtja.

A tápanyaglebontás biokémiai művelet, amely átalakítja, lebontja a biofilmbe belépő molekulát, és ezzel „eltünteti” annak biofilmen belüli koncentrációját. A biofilmen kívüli és a biofilmen belüli koncentrációkülönbség így folyamatosan újratermelődik.

A diffúziós mozgás a tér minden irányába egyformán nyilvánul meg, ahogy az a Brown-mozgásnál is megfigyelhető. Az ionok vándorlása is a diffúzió törvényszerűsége mentén zajlik. Elektromos tér segítségével azonban egy irányba terelhetők a töltött részecskék. Megkülönböztetjük a spontán diffúziótól ezt az irányított mozgást driftnek hívjuk. Esetünkben víztérből a biofilmbe mutató egyirányú diffúziós elmozdulást figyelhetünk meg. A hajtóerőt a baktériumok munkája révén a folyamatosan újratermelődő koncentrációkülönbség adja.

A 2-1. ábrán a baktériumok életöztöne jelöli azt a kényszert, amely őket a tápanyaglebontásra bírja. Rendszertechnikai értelemben a lebontás a koncentrációkülönbség újratermelésével visszacsatolást hoz létre.

2.1 A biológiai szűrés logisztikai feltétele

A tápanyaglebontás logisztikai értelemben vett hatékonyságát a baktériumok által belakható felület nagysága is megszabja. Sok tápanyag lebontásához, sok baktériumra van szükség, és azok csak nagy felületen tapadhatnak meg. Egy adott térfogatban a felület nagysága annál nagyobb, minél kisebb a biofilmhordozó anyagszemcséinek mérete.

A biológiai szűrés logisztikai feltételét a Pe-szám a következő módon jellemzi:

$$Pe = \frac{wd_m}{D_s}$$

- ahol w [m/s] szűrési sebesség;
- d_m [m] mértékadó szemcseátmérő (homok szűrőréteg esetén megegyezik a jellemző szemcseátmérővel);
- D_s [m²/s] szubsztrát (a lebontandó szennyezés) diffúziós tényezője.

A Pe-szám dimenziómentes szám. Három eltérő tulajdonságot sűrít magában: az üzemtan legfontosabb paraméterét, a szűrési sebességet (w), a tisztítandó víz minőségét a szennyező anyag diffúziós tényezőjével jellemezve (D_s) és a szűrőközeg vagy a biofilmet hordozó réteg meghatározó sajátosságát, a szemcseátmérőt (d_m), amely a hordozófelület nagyságára utal.

A Pe-számot eredendően a konvektív és a konduktív áram arányaként interpretálták:

$$Pe = \frac{w}{\frac{D_s}{d_m}} = \frac{\text{konvektív sebesség}}{\text{konduktív sebesség}}$$

A hatékony lebontás előfeltétele ebben a szemléletben az, ha a biofilmhez megérkező tápanyag oda be is képes jutni, azaz $Pe \sim 1$ érték a kívánatos. Egy másik értelmezés szemléletesebb. A tört algebrai átalakítása után a következő alakhoz jutunk:

$$Pe = \frac{\frac{d_m^2}{D_s}}{\frac{d_m}{w}} = \frac{\tau}{t} = \frac{\text{diffúziós idő}}{\text{tartózkodási idő}} \left(= \frac{d_m^2 w}{D_s d_m} = \frac{wd_m}{D_s} \right)$$

A kifejezés a d_m távolságú diffúziós úthossz megtételéhez szükséges idő és a d_m méretű, a biofilmet hordozó részecske előtti tartózkodási idő hányadosa.

A hatékony lebontás előfeltétele az, ha ez a két időtartam közel megegyezik egymással, azaz $Pe \sim 1$. $Pe < 1$ -nél nem érkezik elegendő tápanyag a biofilmhez, $Pe \gg 1$ esetén a tápanyag elsiet a biofilm előtt ahelyett, hogy oda bejutna.

A Pe-szám kiszámítása egyszerű feladatnak tűnik. A különböző tisztítási eljárások esetén az egyes tényezők értelmezése és meghatározása azonban jelentős nehézségekkel jár. Az egyenértékű d_m , illetve a mértékadó d_m szemcseátmérő megadásához néhány geometriai megfontolásra is szükség van [1].

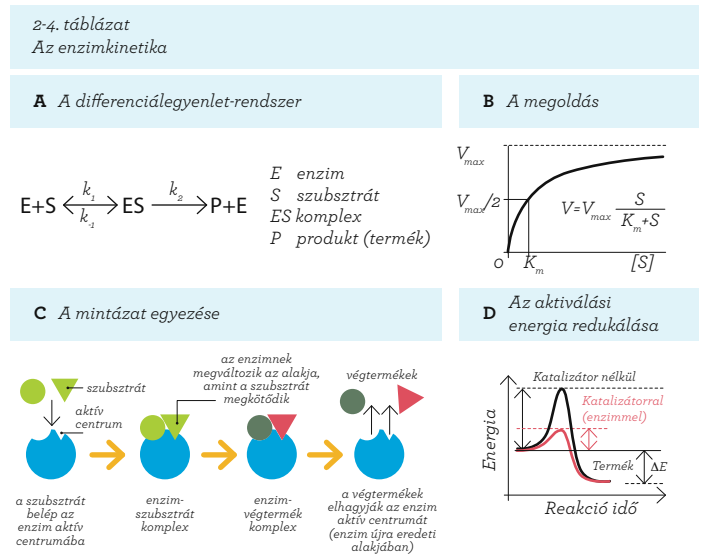
2.2 A biokémiai folyamat kinetikái

2.2.1 A sejtek tápanyagcseréje

A biofilmen belüli tápanyaglebontás – ha annak csupán a megtörténtét

regisztráljuk – egyszerűnek tűnik. Belenagyítva a képbe lényegesen árnyaltabb lefolyást kapunk. A biológusok által már jó ideje tisztázott működési mechanizmust érdemes a rendszertechnikai összefüggések megértése érdekében röviden felidézni.

A sejtek tápanyagcseréjének leírására [6] a Michaelis–Menten-enzimkinetika szolgál (2-4. táblázat/A). Az irreverzibilis és reverzibilis elemekből álló folyamat időigényes. A felírható differenciálegyenlet-rendszer megoldásaként a reakciósebességre – a termék képződésének sebességére – kapunk összefüggést a szubsztráttartalom függvényében (2-4. táblázat/B). A modell egyszerű, a jelenségről jó fenomenológiai leírást ad. A paraméterek, v_{max} és K_m jól mérhetőek.



A 19. század elején kidolgozott elmélet tisztázta az enzimek szerepét a folyamatban, geometriai struktúrákkal illusztrálva a molekulák elbontásának mechanizmusát. Egy bizonyos enzim csak egy bizonyos szubsztrát lebontására képes. Ezt jelzik az ábrán a „zárba illő kulcs” geometriai alakzatok. Ahhoz tehát, hogy a lebontás végbemehessen a térben, az adott enzimnek jelen kell lennie (2-4. táblázat/C).

Mint minden élőlénynek, életműködésük fenntartásához a sejteknek is energiára van szükségük. Ezt az energiát a szubsztrát lebontásából nyerik. Az exoterm folyamat során felszabaduló energia biztosítja a sejt működését. Az enzimek ebben a mechanizmusban katalizátorként vesznek részt. Hatásukra a szennyező molekulák elbontásához szükséges aktiválási energia lecsökken (2-4. táblázat/D).

Biológiai tanulmányainkból azt is tudhatjuk, hogy a lebontás nem egy lépésben történik. Ilyen többlépéses folyamat a nitrifikáció-denitrifikáció egymást követő fázisainak sorozata is. Az első reakcióban keletkező termék a következő lépésben szubsztrát lesz. A szakaszos lebontás azzal a veszéllyel járhat, hogy a folyamat valahol elakad, nem fejeződik be, hátrahagyva a vízben nemkívánatos, esetleg toxikus anyagokat.

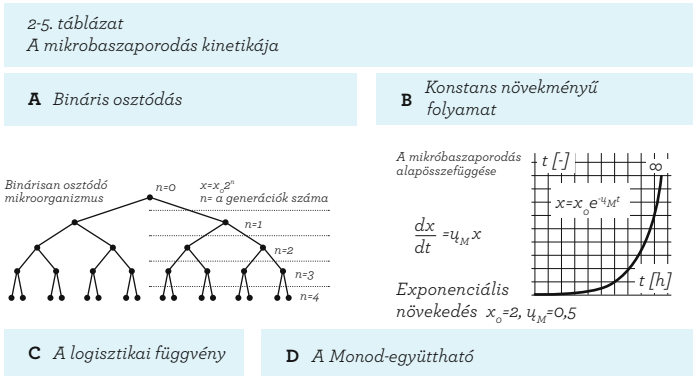
A végtermék javarészt víz és szén-dioxid lesz, amely oxidációs égési folyamatként is aposztrofálható. A reakció során felszabaduló energia azonban jellemzően nem hőenergia – ahogy az a lánggal történő égéseknél tipikus –, hanem kémiai energia, amelyből a sejtek a működésükhöz, életük fenntartásához szükséges energiát nyerik. Az élethez szükséges energia megszerzését életöztönként foghatjuk fel.

A mechanikai szűrők visszatartják a szennyezést, a biológiai szűrők ezzel szemben azt helyben „elégetik”. A mechanikai szűrőket – beleértve a membránokat – rendszeresen tisztítani kell, a biológiai szűrők ezzel szemben nagyrészt öntisztulók.

2.2.2 A mikrobák szaporodása

A baktériumok egysejtű élőlények. Testük fehérjéből, nukleinsavból, lipidből és vízből áll. A fehérjetartalom jelentős hányada enzimekből áll.

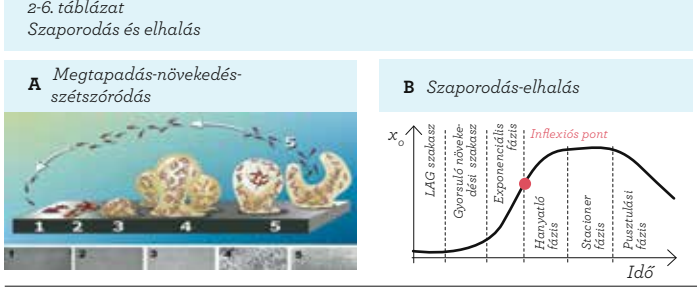
A baktériumoknak is – mint minden élőlénynek – van egy lényeges tulajdonsága, nevezetesen, hogy képesek szaporodni. A leggyakoribb szaporodási forma az osztódással történő szaporodás. A mikrobaszaporodás kinetikáját – a Michaelis–Menten-enzimkinetika analógiájára – fél évszázaddal később, 1949-ben alkotta meg Monod egy.



A bináris osztódással történő szaporodás (2-4. táblázat/A) differenciálegyenlet segítségével is leírható. A konstans relatív növekedésű szaporodást jellemző együttható, amely az egymást követő generációk növekedésének mértékét mutatja. A differenciálegyenlet megoldása exponenciális függvényt ad eredményül. A függvény az idő növekedésével a végtelenbe tart (2-5. táblázat/B). Zárt rendszerek esetében a korlátozott növekedés a reális. A korrigált – növekedésében „befékezett” – differenciálegyenlet megoldása az ún. logisztikai függvény lesz (2-5. táblázat/C).

A μ_M kitevő nagysága méréssel határozható meg. Értéke a szubsztártartalom függvényében telítődéses jelleget mutat. A hasonlóság tehát a Michaelis–Menten-kinetika reakciósebessége és a Monod-kinetika exponense szubsztrátfüggőségének alakulásában fedezhető fel. A görbék növekedési meredeksége a feltelítődési állandók (K_m, K_s) megadásával jellemezhető.

A mikrobák növekedési üteme óras nagyságrendű. A vizes környezet oldottoxigén-tartalmának növekedésével a telítődési érték, ugyan nagyobbá válik, de a szubsztártartalomtól függő növekedési ütem – a telítődési görbe meredeksége – érdemben nem változik (2-4. táblázat/D). A telítődési görbe meredekségét a szubsztrát típusa, ill. a szaporodó baktériumok fajtája határozza meg. A μ_M max. elsősorban a hőmérséklettől függ.



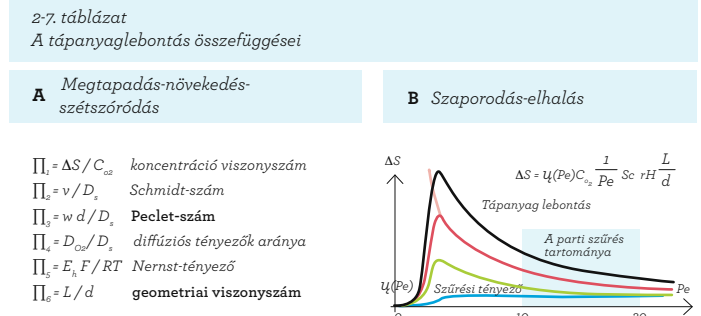
A biofilm időben nem egy statikus képződmény, dinamikája van.

A növekedési fázisokat szokás megkülönböztetni. A gyorsuló, majd lassuló, végül az állandó növekedést pusztulási szakasz követi. A pusztulás a szétszóródással hozható összefüggésbe (lásd 2-6. táblázat/A/B).

A szaporodási szakasz a logisztikai függvény segítségével is leírható (2-4. táblázat/C). Ehhez az x_0, K és μ_M paraméterek megválasztása és kimérése szükséges.

2.3 Biológiai szűrőelmélet

A biológiai szűrés bonyolult biokémiai folyamat, a tápanyaglebontás sok változótól függ. A változók közötti függvénykapcsolat megállapítása a dimenzióanalízis segítségével történt [1]. A matematikai-fizikai eljárás a lényegi változók felsorolásával indul. Előbb dimenzió nélküli számok előállításával érjük el a változók számának redukálását. A parti szűrésre levezetett modell estében hat dimenziótlan számot kapunk, amelyek közül lényegbevágó szerepe a Pe-számnak és az L/d geometriai viszony-számnak van (2-7. táblázat/A). Ezeket képesek vagyunk üzemeltetői oldalról érdemben változtatni. Ezen paraméterek alapján történhet a biológiai szűrők méretezése is.



A dimenzióanalízis módszertana lehetőséget teremt a jelenséget leíró függvénykapcsolat leírására is. A heurisztikus eszközökkel megadható képlet (2-6. táblázat/B) szerint a tápanyaglebontás a Pe-számtól fordított arányban, az L/d_m viszonytól egyenes arányban függ.

A Pe-szám függvényeként ábrázolva az eredményül kapott képletet – függően a többi tényező nagyságától – hiperbolasereghez jutunk. A nagyon alacsony Pe-szám-tartományban a tápanyaglebontás mértéke a szűrési tényező konstans volta mellett végtelen volna, ami nem lehetséges. A $\mu = \mu(Pe)$ függvénykapcsolat feltételezésével a hiperbolák mérhetetlen növekedése visszafordítható. A biofilm tápanyagellátásának kétféle megvalósulásából kiindulva – a tápanyag odaszállítása a biofilmhez, majd bejuttatása a biofilmbe – formailag azonosítsuk a szűrési tényezőt a mikrobaszaporodás logisztikai függvényével (3-4. táblázat/C), nevezetesen legyen

$$\mu = \mu(Pe) := \frac{\beta}{1 + a e^{-b Pe}}$$

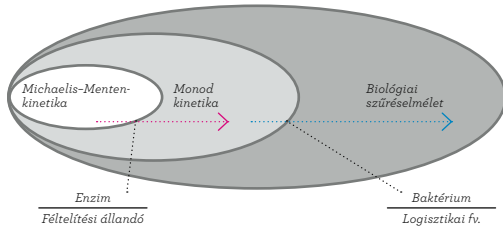
ahol

β a szűrési tényező arányos része, nagysága méréssel határozható meg; az a és b paraméterek helyes megválasztásával a $Pe = 1$ közelében a függvénymaximumot és a $Pe=0$ -nál a közel 0 függvényértéket lehet elérni. (Az $a=100\,000$ és $b=12$ érték választásával elvárásainknak megfelelően „eltűnik” a hiperbolák végtelen jellege, a függvény maximuma közel 1-nél lesz, és a tápanyaglebontási görbe az origó környékén metszi az y-tengelyt (3-6. táblázat/B). A szűrési tényező megadásával a biológiai szűrőelmélet kompletté vált.

Összegezve eddigi eredményeinket az elméletek egymásra épülését kapjuk. A 2-8. ábra ezt foglalja össze.

2-8. ábra
Az egymásba skatulyázott folyamatok

A Az egymásba skatulyázott folyamatok



A Michaelis–Menten-kinetika eredménye inspirálta Monodot a mikrobaszaporodás összefüggésének értelmezésénél. A reakciósebesség leírása az egyik oldalon és a relatív növekedési tényező leírása a másik oldalon ugyanolyan alakú függvényvel történik. Mindkét kinetikánál az enzim testesíti meg a fogalmi azonosságot.

A Monod-kinetika zárt terű mikrobaszaporodási egyenlete, az ún. logisztikai függvény kölcsönözta alakját a tápanyag-lebontási modell szűrési tényezőjének. A Monod-kinetika szabályai szerint szaporodó baktériumok letelepítése és tápanyaggal való ellátása a biológiai szűréselmélet alapján történik.

Ezeket a lépcsőket át juthatunk el a sejtektől a mikrobákon keresztül a biológiai szűréselmélet megszabta eseményekig, végső soron a víz megtisztulásáig.

3. Összegzés

A szennyvíz hasznosítása akkor lesz maximális, ha energiatermelési céllal a teljes iszapmennyiséget elvezetjük, ahogy azt a CARISMO eljárás is javasolja [3]. Ezt azonban csak akkor lehet megtenni, ha a visszamaradó víz az iszappelyhek közreműködése nélkül is megtisztítható. Követelmény az is, hogy a gyógyszermaradványok kiszűrése már a szennyvíztelepen megtörténjen. A fáradt víz hatékonyabb megtisztításával a környezetvédelmi szempontok jobban érvényesülhetnek. A Jekel-kísér-

B A folyamatok tulajdonságai

Elmélet	Miről szól?	A történet helyszíne	Kulcs-paraméter
Michaelis–Menten-kinetika	Sejtek anyagcseréje	Sejt	Reakciósebesség
Monod-kinetika	Mikroba-szaporodás	Biofilm	Relatív növekedési tényező
Biológiai szűréselmélet	Biológiai szűrés	Biológiai reaktor	Szűrési tényező

letek [2] és az itt vázolt biológiai szűréselmélet mindezt megalapozzák, lehetővé teszik.

Az adottságok kiaknázása akkor lesz teljes, ha a rothasztott iszap a termőföldre kerül, ahogy azt a 2-2. ábra alternatív változatokban bemutatja.

Ezzel az integrált megközelítéssel a környezetszennyezés minimalizálása mellett energiaforráshoz is jutunk. A termőföldön hasznosuló iszap nemcsak trágya a növények számára, hanem a talaj víztartó képességének fokozásával a klímaváltozás szélsőséges megnyilvánulásai is mérsékelhetők.

Felhasznált irodalom

- [1] Tolnai, B.: Chapters from the topic of biological filtration and application. 4th International Symposium Re-Water Braunschweig, 06-07.11.2013.
- [2] Jekel, I. - Grünheid, S.: Ist die Uferfiltration eine effektive Barriere gegen organische Substanzen und Arzneimittelrückstände. GWF Wasser-Abwasser 148 (3007) Nr. 10.
- [3] Weigert, B.: Vom Klärwerk zum Kraftwerk. GWF Wasser-Abwasser November, 2014.
- [4] Stadler, J.: The LIGNIMIX technology for stabilization of municipal sewage sludge and liquid manure. 4th International Symposium Re-Water Braunschweig, 06-07.11.2013.
- [5] Londong, J. et al.: Greywater (re)use options in a German urban context - necessities, challenges, barriers. 4th International Symposium Re-Water Braunschweig, 06-07.11.2013.
- [6] kkft.bme: A biológiai rendszerek kinetikája. http://kkft.bme.hu/sites/default/files/Vebi_Biomemoki.pdf

MILYEN A JÓ MINŐSÉGŰ SZOLGÁLTATÁS?

ZSEBŐK LAJOS
főszerkesztő

A lapban szeretném sorra venni azokat a kérdéseket, témaköröket, melyek a legtöbbünk számára érdekesek, fontosak, és amelyeknél segítséget nyújthat a többi hasonló cég gyakorlatának megismerése. Miközben keresgélünk, melyik téma legyen az első, arra jutottunk, hogy a jó megoldások végső soron a jó minőségű szolgáltatás elérése érdekében szükségesek. Ez azt jelenti, hogy értelmes dolog lehet előbb azt meghatározni, melyek azok az elemek (minőségtényezők), melyek elengedhetetlen összetevői a jó minőségű szolgáltatásnak, és melyeknek mekkora a súlya, fontossága. Arra is kíváncsiak voltunk – mert ez mindannyiunk számára érdekes lehet –, milyen az önképünk, vajon az egész ágazat átlagosan milyen szinten teljesíti e tényezőket.

Ez egy folyamat kezdete. Később azt fogjuk keresni, hogy e minőségtényezőket milyen jó megoldásokkal alkalmazzák az egyes szolgáltatók. Ezeket a jó gyakorlatokat szeretném a Vízmű Panorámában mindenkivel megosztani.

Válaszadásban a BAKONYKARSZT Zrt. volt az első, ezért elsőként az ő megközelítésüket ismertetem. A következő lapszámokban sorrendben minden olyan szolgáltató munkáját bemutatjuk, amely érdemleges feloldozást küldött vagy küld a kérdéssről.

A BAKONYKARSZT Zrt. munkatársai szerint a jó minőségű szolgáltatás, úgy is mondhatjuk, a víziközmű-szolgáltatás minősége azon múlik, hogy az adott cégnél milyen a szolgáltatásbiztonság, a pénzügyi