

Lakossági szennyvizek és tisztítása, iszaptermelése

Összeállította: Kárpáti Árpád

Koppe, P. - Stozek, A. - Neitzel, V. "Lakossági szennyvíz és szennyvíziszap" című áttekintőjének a felhasználásával ("Wastewater Treatment" (Rehm, H. J. and Reed G.: Biotechnology, V. 11a. p. 337-)

1. A szennyvíztisztítás célja

Európában a lakosság szennyvizeit általában nem hasznosítják a mezőgazdaságban. Ilyen megoldás adódhatna egyébként a különböző állattartó telepek szennyvizeivel együtt történő hasznosításra. A lakossági szennyvizeket általában a szennyvíztisztítóban történő kezelést követően a legközelebbi befogadóba, patakba, folyóba, tóba vagy ezeken keresztül akár közvetlenül az óceánba bocsátják. A szennyvíztisztító feladata, hogy a befogadókat és ilyen értelemben azok további hasznosítását védje a szennyezések hatásaitól.

Napjainkban fokozódó igény jelentkezik a tisztított vizek ismételt hasznosítására, például hajózásra, vitorlázásra történő hasznosítására (lehetőleg úszó iszaprétegek kerülgetése nélkül), vagy üdülési, vízi sportok céljára (természetesen nem büzlő vízfolyások feltételezésével), esetleg ivóvízként történő újra felhasználására (befogadókból történő nyersvíz kivétel). Az utóbbi esetben különösen nem kívánatos, hogy bármilyen krónikus vagy akut toxicitást okozó vegyület, netán haloform vegyületek, vagy azok prekursorai, esetleg olyan szerves vegyületek jelentkezzenek az élővízben, melyek annak előtisztításával nem távolíthatók el, és így tápanyagul is szolgálhatnak az ivóvíz elosztó hálózatban különböző mikroorganizmusok kifejlődéséhez.

Olyan szerves anyagok se maradjanak lehetőség szerint a tisztított szennyvizekben, amelyek aztán az ivóvizek sótartalmát növelik, valamint az ismételt felhasználásnál esetlegesen korróziót okoznak a vízellátó rendszerben. A szennyvíztisztításnak ezért az a feladata, hogy megfelelő minőségű tisztított szennyvizet bocsásson a befogadóba. Azzal annak a biocönózisát kedvező irányba alakítsa vagy stabilizálja. A vízi életet, a halászatot minden további problémától mentessé tegye. Az adott víztestekben ne okozzon sem oxigénhiányt, sem eutrofizációt. Ne terhelje túl foszforral, vagy nitrogénnel. Ne juttasson be a víztestekbe olyan kritikus szerves anyagokat sem, melyeket a vízi szervezetek akkumulálhatnak, felhalmozhatnak, s ma még ismeretlen, csak hosszabb idő után jelentkező károkat okozhatnak.

Az oxigén-egyensúly, vagy a természetes vizek öntisztuló kapacitásának a biztosítása, fenntartása, a hosszú távú cél a szennyvizekkel történő szennyezés szabályozásánál, korlátozásánál. Ez az, amiért a tisztított vizeknél elsődleges határértékként tekintik azok biológiailag még lebontható szerves anyag tartalmát, illetőleg annak az oxigénigényét, maradó BOI, vagy BOI₅ értékét.

A tisztításnál másodsorban azokat a komponenseket, tápanyagokat kell eltávolítani a szennyvízből, amelyek nagyon gyors alga, vagy növényi szaporodást okozhatnak a vízi környezetben. Az eutrofizáció veszélye mind a zárt víztesteknél, mind az óceánoknál rendkívül nagy. Ennek megfelelően a folyóvizek tápanyag-terhelését megfelelően korlátozni kell.

A szennyvizeknek olyan komponensei, mint az oldott sók, nehézfémek és toxikus vegyületek a lakossági szennyvizeknél csak olyan kis koncentrációban vannak a szennyvizekben illetőleg kerülhetnek ki a tisztított vízzel a befogadóba, amelyek rendszerint nem okoznak azokban veszélyes felhalmozódásokat az üledékben vagy a mikroorganizmusokban. Az ilyen szennyezések elsősorban a biológiai szennyvíztisztítás iszapjában koncentrálnak. Az olyan biológiailag bonthatatlan szerves vegyületeknek a lakossági szennyvizekbe történő bejuttatása, melyeknek az ivóvíz újrafelhasználásra történő visszaforgatása veszélyt jelenthetnek az emberre, vagy a szennyvízszapon keresztül egyéb szférákra, természetesen csak igen minimális koncentrációban engedhető meg. Ez egyébként a műszakilag fejlettebb országokban nem csak a szennyvíz koncentrációjával, de a termelésből, illetőleg az üzemből a szennyvízbe kerülő fajlagos veszteség mennyiségével is korlátozva van. A közcsatorna, illetőleg a lakossági szennyvíztisztító védelmét az ipari túszennyezéssel szemben a közcsatornába szennyvizet kibocsátó ipari üzemekkel szemben a közcsatorna határértékek szolgálják. Más kérdés, hogy veszélyes komponensek a nehezen bontható, vagy káros hatású anyagokból, sőt alapjában véve ártalmatlan anyagokból is keletkezhetnek a szennyvíztisztítás folyamatában, azok biológiai átalakításának eredményeként.

Napjainkban a szennyvizekkel vagy tisztított szennyvizekkel a befogadóba kerülő szennyezőanyag mennyiségeket részben az üzemméret, részben a befogadó, vagy a térség érzékenysége szerint határolják be. A nagyobb szennyvíztisztítóktól jobb tisztítási hatásfokot, a kisebbektől valamivel gyengébb tisztítási hatásfokot várnak el. Ez más-más az érzékenyebb és kevésbé érzékeny területeknél. A szennyvíztisztítás minőségi előírásai tekintetében mint már említésre került, a BOI_5 terhelés az, amelyik a legfontosabb megkülönböztető paraméter. Ezt illetően a napi 60 kg és napi 6.000 kg BOI_5 tisztítókapacitás mérettartományban a telepek különböző kategóriákba vannak besorolva. A különböző mérettartományokhoz különböző kibocsátási határérték tartoznak mind a BOI_5 , mind más paraméterek tekintetében. A legnagyobb méretű szennyvíztisztítók esetében a KOI megengedett határértéke 75 mg/l a BOI 15 mg/l, az ammónium-nitrogén vagy nem limitált, vagy 10 mg/l, az összes-nitrogén koncentrációja 20 mg/l körüli, valamint az összes foszfor 1-2 mg/l a tisztított vízben. Ezek az értékek 2 órás véletlenszerű mintázás átlagos értékeire érvényesek.

A vízben szegényebb, vagy gazdaságilag is szegényebb országokban a szennyvizek koncentrációja nagyobb, ezért ott a tisztítás a fenti koncentrációkig lényegesen nagyobb fajlagos költséggel érhető csak el. Az egy lakosra engedélyezett környezetszennyezés ugyanakkor a vízpazarló országokban az ilyen szabályozáskor a nagyobb lesz, mint a kisebb vízfogyasztásúaknál. Az utóbbiaknál ezért a környezet fajlagos terhelését nem növelve az előzőekhez képest, a tisztítás hatásfokát gyakran az adott szennyezők eltávolítási hatásfokának a százalékos értékében is előírják, mintegy kompenzálva azzal a nagyobb koncentráció költségnövelő hatását. A százalékos tisztítási hatásfok előírás alkalmazása a bemutatott értékeknél lényegesen nagyobb megengedhető kibocsátási koncentrációkat eredményez. Az ammónium-nitrogén és összes-nitrogén koncentrációkra a határértékek csak 12 °C-nál nagyobb szennyvízhőmérséklet esetén érvényesek.

2. Alapvető tisztítási módszerek.

A különböző tisztítási módszerek vagy azok kombinációi a kommunális szennyvizek tisztítására olyan feltétellel jöhetnek szóba, hogy flexibilisek legyenek a gyakran változó vízmennyiség és vízminőség tekintetében, tolerálják az üzemzavarok vagy a hőmérséklet változásának, netán zavaró vegyületek jelentkezésének vagy ezek kombinációinak hatását, alacsony fajlagos tisztítási költséggel rendelkezzenek, tekintettel a víz nagy mennyiségére. Ugyanezek az igények lépnek fel a szennyvíziszap kezelésére alkalmas technológiákkal szemben is, de ezeknél az összetétel változása lényegesen kisebb, mint a nyers szennyvíz esetében.

A fizikai tisztítási módszerek között megkülönböztethetők: mechanikus elválasztási módszerek a szilárd anyag elkülönítésére, szűrés vagy üleptetés, esetleg flotáció vagy centrifugálás felhasználásával; a gáz vagy illó komponensek eltávolítása, kifűtatása (pl. ammónia kifűtatása a pH megnövelése után), olyan szerves és szervetlen adszorbensek felhasználása, melyek kedvezőtlen hatású szervetlen vagy szerves anyagok eltávolítására alkalmasak, sugárzással történő előkezelés, mint pl. az UV, a röntgen vagy gamma-sugárzás. A kémiai eljárások sorában megemlítendő az oxidáció elemi oxigénnel (a hőmérséklet vagy nyomás megemelésével), vagy az oxidáció erősebb oxidáló szerekkel (ózon, hidrogén-peroxid, permanganát), kicsapatás és flokkuláció (kálcium-hidroxid, sók, mint pl. vas és alumínium sók felhasználásával), amely mindig egy mechanikus tisztítási lépcsővel kapcsolódik vagy fejeződik be. Egy speciális kémiai kezelés a klórozás, amelyet rendszerint a tisztított víz fertőtlenítésére használnak némely országban. A klórozás káros hatása miatt azt célszerű talán csak a fertőzésveszélyes időszakokban, járványos időszakokban (tuberkulózis, szalmonella, kolera) felhasználni.

A biológiai tisztítási módszerek között is megkülönböztethetők a természetes és a mesterséges tisztítási módszerek. Természetes megoldások általában nagy felületek és hosszú tisztítási vagy kezelési idők (hetektől évekig) igényelnek. A mesterséges tisztítási módszerek általában kevesebb hely- és időigénnyel jelentkeznek, éppen a mikroorganizmusok nagymértékű koncentrációja eredményeként.

A természetes folyamatok sorában megemlítendők olyanok, mint a szennyvíz tavak, a szennyvizek előntözése mezőgazdasági hasznosítás nélkül, a növényekkel vagy gyökérszűrő mezőkkel történő szennyvíztisztítás, amelyek közül az utóbbinál mikroorganizmusok, növények és állatok egyaránt részt vesznek a tisztítási folyamatban. A gyakorlatban általánosabb a mesterséges tisztítási módszer, a szennyvizek 95 %-ára az ilyen tisztításokat hasznosítják. Ezeket aerob (melyek intenzív oxigénellátást igényelnek) és anaerob tisztítási módszerekre különböztethetjük meg.

A további kategorizálás lehetséges az egyes folyamatokon belül, de elsősorban az utóbbi, a biológiai módszereket illetően, a reaktor kialakítása, valamint a rendszer szennyvíz ellátása szerint (folyamatos vagy szakaszos betáplálású rendszerek). A mikroorganizmusok az ilyen szennyvíztisztító rendszerekben szaporodhatnak, illetőleg tevékenykedhetnek szuszpendált formában vagy rögzített filmként. Az első változatot az eleveniszapos módszereknek, az utóbbit a biológiai szűrőknek nevezik.

3. A különböző módszerek kombinációja.

A szennyvizek tisztítására legtöbb esetben a fizikai-kémiai és biológiai módszerek kombinációit kell alkalmazni. A nem oldott, lebegő vagy durva darabos részeket célszerű szűréssel, a köveket

durva ráccsal, a homokot finom homokfogóval kiülepíteni a szennyvízből, a további tisztítást megelőzően. Az aerob biológiai folyamatok során fülösizap keletkezik, amelyet ugyancsak mechanikus módszerekkel kell elválasztani a vizes fázistól.

A befogadó érzékenységétől vagy ami azzal egyenértékű, arra érvényes határértékektől függően a tisztítás mindig szabályozott módon kell, hogy történjen, amit a fenti módszerek kombinációjával kell biztosítani. A nagyobb szennyvíztisztítók esetében a foszfor koncentráció határértéke 1-2 mg/l. Ezt egyedül biológiai módszerrel csak megfelelő szennyvízösszetétel esetében lehet biztosítani, egyébként vegyszeres (vas és alumínium-sókkal történő) kicsapatást és mechanikus iszapeltávolítást kell alkalmazni a tisztításnál.

A nitrogénvegyületek eltávolítása aerob és anoxikus körülmények térben vagy időben történő váltogatását igényli. Az ilyen körülmények között az oxikus és anaerob tereken történő iszapátvezetéssel az iszap foszfortartalma jelentősen növelhető kémiai kicsapatás nélkül is.

Ha a szennyvízben a nagy molekulatömegű, nehezen bontható, poliklórozott szerves vegyületek mennyisége jelentős, sok esetben szükséges azoknak az oxikus biológiai rész előtt anaerob rendszerben specifikus mikroorganizmusokkal történő előkezelése. Ilyen lehetőség adódik a papírgyártás és számos vegyipari ágazat szennyvizeinek esetében is. Ez célszerűen az üzemeken belül is helyi előtisztítás lehet. Természetesen az anaerob bontást követően a szennyvízben maradó, kisebb molekulájú, anaerob környezetben tovább már nem bontható szerves komponenseket, valamint nitrogént és foszfort rendszerint aerob biológiai módszerekkel kell eltávolítani. Az anaerob lebontás vagy tisztítás ugyanakkor számos élelmiszeripari szennyvíz, mint a cukoripar, a söripar, valamint az édes ital gyártás szennyvizeinek esetében annak metán termelése, majd újrahasznosítása révén energia és költségmegtakarítást jelent a tisztítás egészében.

Olyan szennyvizeknél, melyekben klórozott szerves vegyületek vannak jelentős részarányban, a fizikai-kémiai és biológiai módszerek kombinációját kell a tisztítás során alkalmazni. Számos esetben a biológiai tisztítást követően elengedhetetlen a tisztított víz utólagos szűrése is. Ez szóba jöhet a lebegő anyag, s vele az iszap foszfortartalmának eltávolítása érdekében, de szóba jöhet egy utótisztító tavas biológiai tisztítás érdekében is. A szűrést finomszűrőkkel, aktív szénnel, vagy úgynevezett biológiai aktív szénnel (biofilmes regenerációval egybekötött fizikai adszorpció) is végezhetik.

4. A szennyvizek fajtái, keletkezésük

A lakossági szennyvizek olyan összetett rendszert jelentenek, melyekben a mikroorganizmus növekedéséhez szükséges valamennyi tápanyag rendelkezésre áll.

A lakossági szennyvíz és belőle keletkező szennyvíziszap folyamatos keletkezése a biológiai szennyvíz tisztítását vonzóvá és műszakilag, gazdaságilag is kedvezővé teszi. Az emberi tevékenység körében kevés olyan termék van, melynek a mennyisége megközelíti a szennyvíz mennyiségét és egyidejűleg, folyamatosan keletkezik és feldolgozandó.

A lakosságot a gyakorlatban az ember és környezetének higiéniai követelményei kényszerítették a szennyvizek tisztítására. Ez a XIX. század utolsó harmadától vált elengedhetlenné. Abban az

időben az első próbálkozások a fizikai és kémiai módszerekkel történtek. Ez azért meglepő, mert a kutatóknak, szakembereknek a természet a vizek öntisztulásával gyakorlatilag egyértelműen megmutatta a követendő biológiai tisztítási módszert. Az elmúlt század kezdetéig a biológiai módszerek mégsem kerültek bevetésre. Ezt követően kezdődött csak meg a biológiai módszerek rohamos fejlődése, az Emschel-kúttal, a csepegtetőtestekkel, valamint az eleveniszapos medencékkel kezdődően. A mikrobiológiai ismeretek ezek tapasztalatainak alakultak ki és váltak meghatározóvá a későbbi gyakorlat során.

4.1. Lakossági szennyvizek

A lakossági szennyvizek nagyon sokféle anyag összetett keveréke. Egyedi vegyületeket és különböző vegyületcsoportokba tartozó komponenseket igen nagy számban tartalmaz. Rendszerint a lakossági szennyvíztisztítóban történik ezek eltávolítása a szennyvízből, majd onnan a szennyvíz természetes vizekbe, befogadókba történő kibocsátása (tó, tenger, folyó).

Száraz időben a lakossági szennyvíz ténylegesen csak a lakosság folyadékkal együttesen eltávolított hulladékait tartalmazza. Ez a háztartásokból a toalették öblítéséből, a fürdésből, zuhanyozásból, kézmosásból, tisztálkodásból, főzésből, valamint az edények mosogatásából származik. A település szerkezete természetesen szükségessé teszi, hogy a távolabbi helyekről, melyek csatornázása gazdasági megfontolásokból nem célszerű, a szennyvizet gyűjtő, úgynevezett derítő medencékből a időnként kiszippantsák és a központi tisztító telepre szállítsák tisztításra. Hasonlóan a szennyvíztisztítóba kerül az üdülőhelyekről, az időszakosan használt toalették (vegyszeres toalették is) összegyűjtött szennyvize is. Származhat az a kempingekből, egyedi lakóegységekből vagy lakókocsikból is.

A szállodák, éttermek, bárók, kórházak szennyvizei, melyek hasonló összetételűek a lakossági szennyvízhez, hasonló módon kerülnek tisztításra. Ezeket szintén a közcsatorna gyűjti össze. Az éttermek, kifőzdék esetében általában zsírfogó beépítésére is sor kerül, melyek a nagyobb, durvább zsír-részeket eltávolítják a közcsatornába történő kibocsátást megelőzően. Ezt a zsíros részt időszakosan letávolítják, kiszippantják, s elkülönítetten szállítják el további feldolgozás, elhelyezés céljára.

A kórházakból származó szennyvizek nagyobb koncentrációban tartalmazhatnak fertőtlenítőszerket, gyakran jódot tartalmazó fertőtlenítő anyagokat is. Ha nagy mennyiségű ilyen fertőtlenítő anyag vagy fertőző veszélyes anyag kerül a szennyvizekbe a kórházak esetében, mindenképpen célszerű ezeknek az elkülönített fertőtlenítése, kémiai, vagy hőkezelése még a keletkezés helyén.

4.2. Ipari szennyvizek

A lakóházak szennyvizein túl a közcsatornába kerülnek a közintézmények hasonló szennyvizei, továbbá az olyan iparágak szennyvizei is, amelyek biológiailag könnyen bonthatók és a szennyvíztisztítás szempontjából semmilyen veszélyt nem jelentenek a lakossági szennyvíztisztítóra (például az élelmiszer és gyümölcs, konzervfeldolgozó iparok szennyvizei). Az utóbbiakat azonban közvetett szennyvíz kibocsátásoknak nevezik, melyek rendkívül változó összetételű szennyvizet is eredményezhetnek. Egyéb iparágak ilyen szennyvíz kibocsátásai már

veszélyesek is lehetnek a lakossági szennyvíztisztítóira, éppen azok toxikus anyag tartalma miatt, ami a kommunális tisztító biológiáját, mikroorganizmusait el is pusztíthatja. A világ számos országában előírják, hogy a különböző nem lakossági forrásból származó szennyvizek semmilyen káros hatással nem lehetnek a lakossági szennyvíztisztítókra. Ezt többnyire biológiai vizsgálatokkal kell pontosítani.

Azok kisebb lemergeződések is jelentősen csökkenhet azokban a tisztítás, különösen az ammónia oxidációjának a hatásfoka. Az elégtelen tisztítás azután a befogadókban jelent komoly veszélyt, túlterhelést, oxigénhiányt, halpusztulást eredményezhetnek. A korlátozó határértéket ezért nagyon sokféle szerves vagy szervetlen komponensre rögzítettek valamennyi ország szabványrendszerében. A veszélyes anyagok között elsősorban a klórozott, nitrált vagy szulfonált szerves vegyületeket, többgyűrűs aromás szénhidrogéneket kell megemlíteni, de mellettük egyéb gyógyszerek, növényvédő szerek, olyan egyszerű komponensek, mint az ólom, kadmium, higany, s egyéb nehézfémek is hasonló hatást eredményezhetnek. A tisztított víz fertőtlenítésére használt klór nem a tisztítás, hanem a tisztítással el nem távolított szerves anyagok még veszélyesebbé történő alakítása miatt veszélyes. Az említett veszélyes anyagokat szennyvízbe juttató vállalatoknak szennyvizeiket ezért előtisztításnak kell alávetni, hogy az említett anyagok koncentrációját az előírt határérték alá csökkentsék. Az előírások szerint minden veszélyes ipari szennyvízre ilyen előtisztítást kell kiépíteni, a lakosság biológiai szennyvíztisztítójának a védelme érdekében. Az ilyen szennyező anyagokat kibocsátó iparágak vagy üzemek az alábbiakban csoportosíthatók:

1. erőművek, energiatermelés, bányászat
 - füstgáz kezelés,
 - hűtőrendszerek,
 - szén és ásványérc előkészítés,
 - szénfeldolgozás, a brikettgyártás,
 - szén előállítás, aktív szén gyártás,
2. építőipari anyagok, üveg, kerámia
 - azbeszt-cement termékek gyártása,
 - üvegszálás termékek gyártása,
 - kerámia termékek gyártása,
3. fémek előállítása vagy megmunkálása
 - felületkezelő iparágak (galvanizálás, felületkezelés, savazás, galvánelem-gyártás),
 - vas- és acéltermékek felületkezelése,
 - nem fémes felületek kikészítése,
 - fémötvözetek gyártása,
4. szervetlen vegyipar
 - alapvető vegyszerek gyártása,
 - ásványi savak, lúgok, sók előállítása,
 - alkáli-klór elektrolízis,
 - ásványi műtrágyák gyártása,
 - nátrium előállítás,
 - szervetlen festékek gyártása,

- félvezetők és fotócellák gyártása,
- robbanóanyagok gyártása,
- nagy diszperzitású oxidok gyártása,
- bárium vegyületek előállítása,

5. szerves vegyipar

- alapvető szerves vegyületek gyártása,
- festékek gyártása,
- szintetikus műszál gyártás, - szintetikus anyagok előállítása,
- halogén tartalmú szerves vegyületek előállítása,
- szerves robbanóanyagok gyártása,
- papír- és bőrgyártás,
- gyógyszergyártás,
- növényvédő szerek előállítása,
- detergensok gyártása,
- kozmetikumok készítése,
- zselatin alapú ragasztóanyagok gyártása,

6. ásványi és szintetikus olajok gyártása

- ásványolaj feldolgozás,
- szintetikus olajok gyártása,

7. nyomdák, reprodukciós vállalkozások

- nyomdászati alapanyagok, termékek gyártása,
- fotófelvételek készítése,
- fóliák és képek gyártása, előállítása,
- felületi borítással ellátott nyomdai készítmények gyártása,

8. fa, cellulóz és papíripar

- cellulóz-gyártás,
- csomagoló kartonok gyártása,
- textil bőr és szőrmeipar,
- textil és textil kikészítő készítmények gyártása,
- bőr és bőrtermékek előállítása,
- vegyszeres bőrtisztítás, mosodák,

10. más iparágak

- különböző vegyszerek felhasználása, kezelése, tárolása,
- gyógyászati készítmények gyártása, tárolása,
- tisztítószer gyártása, tárolása,
- festékek, lakkok gyártása,
- állati eredetű extraktumok előállítása,
- mikroorganizmus tenyésztés, vírusok előállítása,

A fémfeldolgozás vonatkozásában külön is megfelelő határértékek kerültek megállapításra a közcsatornába bocsátható szennyvizek fémkoncentrációit illetően. Valamennyi ország szabványa nagyon sok komponensre állapít meg határértékeket, közöttük a következőkre: arzén, bárium,

ólom, kadmium, szabad-klór, króm, kobalt, cianid, réz, nikkel, higany, szelén, ezüst, szulfid, ón, cink, és adszorbeálható szerves klórtartalmú vegyületek.

Számos olyan kisebb méretű feldolgozó vagy termelő egységnél is alkalmaznak megfelelő előírásokat, vagy munkarendi ellenőrzést, melyek potenciálisan veszélyt jelenthetnek a közcsatornára. Ilyenek a fotózüzetek, melyeknél a filmek hívására és a kép rögzítésére alkalmazott oldatokat elkülönítetten kell gyűjteni és szeparáltan, megfelelő vállalkozókkal vagy vállalatokkal azokat feldolgoztatni. A fogorvosi gyakorlatban is az öblítővizet megfelelő előkezelés után lehet csak a közcsatornába bocsátani, hiszen azok amalgámtartalma jelentős higanyszennyezést eredményezhet a közcsatornában, valamint a szennyvíz-tisztítóban.

Hasonlóan veszélyes szennyvízforrás lehet a különböző hulladéktároló helyek csurgalékveze is. Ez származhat lakosság vagy ipar szilárd hulladékából, de akár az ivóvíz előkészítésnél keletkező iszapokból vagy szennyvíztisztításnál keletkezett iszapokból is. Az ilyen szennyvizek vagy csurgalékveze előtisztítása szintén összetett feladat, mert igen vegyes szennyezést tartalmazhat.

4.3. Szennyvizekbe kerülő hígító vizek és hatásuk

Nagyon sok város esetében a csapadék a tetőkről, utcákról közvetlen a közcsatornába kerül. Ugyanez a helyzet a hóolvadás esetén is. A nagyobb helységek általában egyesített csatornarendszerrel rendelkeznek, ami azt jelenti, hogy az előbb említett módon kerülnek az esővizek, csapadék és hóolvadás vizei a szennyvíztisztító rendszerre. Más megoldás, amikor a szennyvízgyűjtő rendszer szétválasztott rendszerű. Ilyenkor a csapadékvíz összegyűjtése egy elkülönített vízgyűjtő rendszerrel történik, és lehetőség adódik a csapadékvíz elkülönített mechanikus tisztítására. Az így előtisztított szennyvizek közvetlenül a befogadóba is kerülhetnek, de ennek is van valamekkora szennyezés-veszélye. Számos esetben tendencia az is, hogy az ilyen szennyvizeket a talajvíz utánpótlására közvetlenül elszivárogtatják a talajban, ami ugyancsak szennyezés veszélyével jár.

A hőerőművek hűtővizei a legritkább esetben kerülnek be a lakosság szennyvízgyűjtő rendszerébe és azon keresztül a szennyvíztisztítóba. Ennek az alapvető oka, hogy az ilyen hűtővizek káros hőmérséklet-emelkedést eredményeznének ott, valamint hígító hatásukkal nagymértékben rontanák a tisztítás hatásfokát. Az ilyen szennyvizekre külön vízelőkezelő, víztisztító rendszer kiépítése a gyakorlat. Eleve közvetlenül a nagyobb vízfolyásokból kerülnek az erőművekbe, illetőleg kerülnek ugyanoda vissza, biztosítva a befogadóban a minimális környezetszennyező és zavaró hatást.

A radioaktív anyagokat tartalmazható hűtővizek szennyvízgyűjtő, tisztító rendszerre történő vezetése gyakorlatilag tiltott, és erre általában nem is kerül sor. Olyan iparágaknál, amelyekben ilyen jellegű szennyezésre sor kerülhet, az adott gyártási sor vagy üzemág szennyvizeit szeparáltan kell gyűjteni és feldolgozni, elhelyezni. Ettől függetlenül nem zárható ki, hogy a lakossági szennyvizek vonalán ilyen radioaktív anyagokkal történő szennyezés is előfordulhasson, amikor is a megfelelő anyagok általában az iszapba kerülnek és abban koncentrálódnak.

Hasonlóan kellemetlen összetevője a lakossági szennyvizeknek az úgynevezett infiltrációs víz. Ez általában a magasabb talajvízszinttel rendelkező térségekben fordul elő, amikor a gyűjtőrendszer

csővezetékeinek meghibásodásai révén jelentős talajvíz beszűrődés történik a szennyvízgyűjtő rendszerbe. Ilyenkor a vízzel bekerülő szennyezés gyakorlatilag a környezet talajvizének a szennyezése. Ezen túl ez a nyári időszakban a víz hűtését is eredményezi, ami kisebb felmelegedést eredményez a tisztítandó szennyvíznél. Ennek a hatása kedvező és káros is lehet.

5. A lakossági szennyvizének a mennyisége.

A különböző szennyvízforrások részarányától, folyadékaáramától függően a lakossági szennyvíz mennyiségét és minőségét illetően állandó változás figyelhető meg. Ez mindig attól függ, hogy az adott területen és időben milyen szezonális napi és ipari tevékenység folyik.

A tisztítóba érkező folyadékaáramot rendszerint minden szennyvíztisztítóban mérik. A napi vízhozam alakulása attól is nagymértékben függ, hogy az adott település milyen százalékában kerülnek bekötésre a lakóházak a közcsatorna rendszerbe. Az egyes lakásokra vagy a lakásokban élő személyekre vonatkozóan a napi szennyvízmennyiség l/fő nap mennyiségben adható meg. Olyan helységekben, melyekben nagy az idegenforgalom, természetesen az idegenforgalom szezonális változása is meghatározza a közcsatorna folyadékterhelését.

A lakossági szennyvizek öt fő forrásból származnak, melyek keletkezése a lakosság élettevékenységének megfelelően időben ciklikus. Az 1. táblázat mutatja ezek mennyiségének tartományait 1 főre számolva. Európában általában a 150 l/fő nap a vízfogyasztás a jellemző a lakosságnál, de kevésbé fejlett országokban a kisebb mennyiségek vagy a kevésbé lakott területeken, falvakban ugyancsak a kisebb mennyiségek dominálnak. A nagyobb városokban az ipari tevékenység ugyanakkor ezt a fajlagos vízmennyiséget jelentősen megnöveli.

A szennyvízhozam változása a nap 24 órájában is jellemző tendenciát mutat. A délelőtti órákban és a kora délutáni órákban jelentkezik a lakosságnál a csúcsfogyasztás, ugyanakkor éjszaka a minimális fogyasztás a jellemző. A tisztítónál ezért az átlagos vízfogyasztásnak éjszaka csak a harmada, ugyanakkor a maximumok esetén annak a háromszorosa is tapasztalható. Ez az ingadozás mindig függ a település méretétől, valamint a településben lévő ipari tevékenység volumenétől, vízfelhasználásától.

Az ipari tevékenység munkarendje is fontos a szennyvíz keletkezése tekintetében. A több műszakos üzemek a keletkező szennyvíz mennyiségében kiegyenlítést eredményezhetnek, vagy legalább is úgy változtatják a napi vízhozamot. Az ipari tevékenységet végző üzemek egy részében a hétvégéken nincs munka, így nem is keletkezik szennyvíz, ami egy hétfégi minimális szennyvíz-termelést jelent esetükben. A lakosság oldaláról ugyanakkor a hétvégek általános takarítási, mosási időszaka egy megnövekedő szennyvízhozamot eredményez.

Az egyesített szennyvízcsatorna rendszerek esetében az esőzések, valamint a hóolvadás jelentős vízhozam növekedést eredményeznek. A csapadék az atmoszférából egyidejűleg kimossa annak szennyezéseit, valamint a lakások tetejéről az oda leülepedett port, vagy annak oldható anyag tartalmát, ami ugyancsak szennyezés növekedést jelent a szennyvizekben, különösen az eső első negyedórájában.

Az esővizek által okozott vízhozam növekedés attól függ, hogy mennyire csapadékos az adott térség. Ennek megfelelően a nedvesebb vagy esősebb térségekben igen jelentős vízhozam

növekedésre kell számítani, annak megduplázódására, sőt többszöröződésére a csapadékos időszakban. Ezért a szennyvíztisztítók mechanikai részének a kapacitását is ennek megfelelően növelni kell, hiszen a hidraulikus terhelés megnövekedése ezeknél jelent nagyobb veszélyt. Ettől függetlenül a szennyvizek mennyiségének az ilyen nagymértékű ingadozása a biológiai tisztításnál is komoly gondot jelent. A nagy térfogatú változások csak kismértékben korrigálhatók megfelelő kiegyenlítő medencék beiktatásával.

1. Táblázat: A lakossági szennyvíz fő komponensei

| A lakossági szennyvíz komponensei | 1 fő fajlagos fogyasztása (liter / fő nap) |
|---|---|
| Személyes fogyasztásra, főzésre és edénymosásra | 3 - 10 |
| Vizelet és széklet | 1 - 3 |
| Toalet öblítővíz, WC | 10 - 30 |
| Tisztálkodás és mosdás vizei | 5 - 50 |
| Mosás, fürdés és zuhanyzás szennyvizei | 5 - 500 |

6. A közcatorna hatása a lakossági szennyvíz összetételére.

A lakosság szennyvízgyűjtő rendszerének a típusa, egyesített vagy elválasztott jellege, a csatorna lejtése, a gyűjtőrendszer kialakítása (megfelelő átemelők, vákuumos, netán nyomás alatt üzemelő szennyvízgyűjtő rendszer) nagy hatással vannak a szennyvízcsatorna biológiájára, a szennyvíztisztítóba érkező víz összetételére. A csatornában a folyadékáramlás sebessége célszerűen 0,5-1 m/s körüli annak érdekében, hogy a kiülepedés minimálisan jelentkezzen, illetőleg a szennyvíz minél előbb elérje a szennyvíztisztítót. Régi csatornák esetében azonban ez nem mindig van így.

Egy 10 km hosszú gravitációs közcatorna esetében megfelelő tervezésnél is 3-6 órába telik, amíg a szennyvíz a csatornán eljut a szennyvíztisztítóba akkor is, ha nincs semmilyen visszaduzzadás a csatornában. Ekkora úton és idő alatt a szennyvíz darabos részei (élelmiszer maradványok, papír, olajcseppek, széklet) a szennyvízbe kerülő detergens hatására megfelelően aprózódnak. Így a szennyvíz diszperzitása a tisztítóba érkezéskor már megfelelő a további tisztítás érdekében. Ha a szennyvízcsatornában nagy a turbolencia, az illékonyabb szerves vegyületek, kőolaj eredetű motorhajtó üzemanyag komponensek a gázfázisba kerülnek és kijutnak a szennyvízből a légtérbe, illetőleg a csatornaszemeken a környezet levegőjébe. Ugyanezen az úton természetesen oxigén felvételére is mód van.

Az ipari szennyező anyagok közcatornába kerülése ugyanakkor más jellegű átalakuláshoz is vezet. A különböző savak, lúgok a közcatornában semlegesíthetik egymást. A szennyvízzel bekerülő fémek a semleges környezetben kicsapódhatnak (vas-hidroxid). A biológiai, biokémiai folyamatokat is figyelembe kell venni a tisztítóba érkező szennyvíz és a keletkező nyers szennyvíz minőségváltozásának összehasonlításakor. A lakosság táplálkozási, anyagcsere folyamatai vonalán nagy mennyiségű szabad enzim és lebegő mikroorganizmus kerül a

közcsatornába, illetőleg a szennyvízbe és abban megfelelő biokémiai átalakulásokat is eredményez.

A vízelettel a szennyvízbe kerülő nitrogén gyakorlatilag teljes mennyiségében ammóniává hidrolizál a közcsatornában. Ugyanitt a szerves vegyületek egy részének hidrolízisére is sor kerül. Minél nagyobb a szennyvíz hőmérséklete, annál jelentősebb az utóbbi folyamat. A szennyvízcsatorna falán megtapadó nyálkás iszapréteg váltakozva nedvesített, nem nedvesített, jól levegőztetett, kevésbé levegőztetett körülmények közé kerül, ami az ilyen körülmények között életképes mikroorganizmusok szaporodásához vezet. A szennyvízgyűjtő rendszer kialakításától, az átemelők számától, azokban történő levegőbevitel lehetőségétől függően a szennyvízcsatornában az uralkodó körülmények különböző mértékben aerobak vagy anaerobak lehetnek, hozzájárulva a megfelelő mikroorganizmus csoportok domináns elszaporodásához.

A közcsatornában a biológiailag könnyen hasznosítható szerves vegyületek átalakítása részben megtörténik, ami egyidejűleg oxigénhiányt idéz elő a vízben. Ezért ha nitrát is van a szennyvízben (netán a beszűrődő talajvízzel kerül a szennyvízbe), a nitrát hasznosítására is sor kerül a közcsatorna oxigénnel kevésbé ellátott vizeitereiben.

Amikor a közcsatornában a denitrifikáció révén a nitrát is elfogy, vagy akár annak jelenlétében is a leülepedett, s így oxigén és nitrát-hiányos iszapfázisban a szulfát redukciójára, hidrogén-szulfid keletkezésére is sor kerülhet anaerob körülmények között. Ugyancsak kénhidrogén keletkezik a kéntartalmú fehérjék, aminosavak anaerob lebomlása során is. Az utóbbi illékonyasága miatt igen kellemetlen szagot eredményez. A víz vastartalmával a szulfid semleges környezetben csapadékot képez, savasban azonban kénhidrogén formájában a gáztérbe kerül. A keletkező vas-szulfidtól a szennyvíz színe szürkessé, súlyosabb esetekben egészen feketévé változik. A ki nem csapódott szulfid rész a szennyvíztisztítóba érve mérgező hatású legtöbb mikroorganizmus fajra. A kén oxidáló/redukáló mintegy tucatnyi faj a kivétel.

Részben a lebontási folyamatok eredménye az is, hogy a szennyvíztisztítóba érkező szennyvízben már a detergens tartalom is lényegesen kisebb, mint amennyi a lakossági fogyasztásból a közcsatornába bekerülhet.

Összességében megállapítható, hogy a szennyvíztisztítóba érkező szennyvíz minősége már jelentősen eltér a szennyvíztisztítóba kerülő szennyvíz minőségétől, éppen a fenti biológiai átalakítási folyamatok eredményeként. A szennyező anyagok teljes biológiai átalakítása, majd eltávolítása a szennyvízből végül is a szennyvíztisztítóban következik be.

Ezzel a kérdéssel az előző két kiadvány már igen részletesen foglalkozott, s a tisztított víz oldaláról elérendő célt már ennek a fejezetnek a bevezető része is részletezte. Ennek taglalása ezért itt már felesleges. Mint általában a szennyvíz tisztításával foglalkozó anyagok, nem foglalkoztak azonban azok sem a szennyező anyagok átalakítása, eltávolítása során keletkező lebegőanyag, a főlösiszap összetételével, tovább-feldolgozásával, elhelyezésével. A következő fejezet ezért a tisztítás maradékának, melléktermékének, vagy "hulladékának", a szennyvíziszapnak ezeket a kérdéseit próbálja röviden áttekinteni.

7. A lakossági szennyvíztisztítás iszaptermelése, hasznosítása és elhelyezése.

A szennyvíziszap víz, valamint változó diszperzitású és alakú szilárd részecskék (lebegő részek) elegye, amely az utóbbiakat szárazanyagban (m_d) mintegy 1-10 % körüli mennyiségben tartalmazza. A szárazanyag tartalom a gélszerű kolloid anyagban szerkezeti viszkozitást, nem Newtoni viselkedést eredményez.

A szennyvíziszap lebegő anyagai több forrásból származnak. Részben a csatornarendszeren összegyűjtött szennyvízzel, részben a beszállított szippantott szennyvízzel érkeznek, részben a lakossági szennyvíz oldott részeinek az átalakításából keletkeznek. Az ipari eredetű szennyvíz hozzájárulásból keletkező iszapréz, amely eredhet például a cukorgyártásból vagy a felületkezelőkből, a galvanizálásból, további iszap összetevőket jelent, azonban a kommunális szennyvizek általában nem tartalmaznak jelentős részarányban ilyen szennyezőket.

Pontosítva a lakossági szennyvizek iszapjainak eredetét, származhatnak azok a szippantott lakossági szennyvizekből, az egyesített csatornarendszereknél az esővízzel lemosott talajszennyezésekből, a szennyvíztisztító előülepítőjének az iszapjából, valamint a másodlagos tisztítás, vagy biológiai tisztítás utóülepítőjének az iszapjából. A szennyvíztisztítás során a foszfor eltávolítás érdekében alkalmazott vegyszeres kicsapatásnál vas és alumínium tartalmú foszfát, és hidroxid iszap keletkezik, amely szintén részét képezi a biológiai tisztítók fölösiszapjának.

7.1. A szennyvíztisztításnál keletkező iszapok fajlagos mennyiségei

A nyers iszap mennyisége fajlagos térfogatával és hasonló tömegével is jellemezhető. Mindegyik fajlagos érték nagymértékben változik a szennyvíziszap előkezelésével, víztelenítésével. Éppen ezért a szárazanyagban (m_d) megadott fajlagos iszapmennyiség a jellemzőbb. Átlagosan elfogadható, hogy a lakossági szennyvizek tisztítása eredményeként keletkező, mintegy 5 % szárazanyag tartalmú iszappal számolva, éves átlagban lakosonként 1 m^3 iszap keletkezik. Az iszap szárazanyagának jelentősebb részét adó primer iszap a szennyvíztisztítóba érkező szennyvíz előülepítésénél különíthető el. A szűrők és homokfogók a nagyobb részecskék, illetőleg a nehezebb szennyezések eltávolítását végzik, hogy azokat a primer és szekunder iszaptól elkülönítve kezelhessék, ártalom mentesíthessék.

7.2. A szennyvíziszap kémiai összetétele, szennyezettsége.

A szennyvíziszap döntő része víz. Ez három különböző formában van jelen az iszapban. Szabad vízként, kötött vízként (adhézióval, adszorpcióval, kapilláris hatás révén kötött folyadékként), valamint a sejtek belső víztartalmaként (sejtfolyadék, hidratációs víz).

Az iszap dezintegrációjakor (pl. ultrahanggal), vagy megfelelő kondicionálásakor (hidrolízis nátrium-hidroxiddal), illetőleg stabilizációjánál (aerob termofil baktériumok révén) az iszap tapadó víztartalma növekszik, ugyanakkor az iszap vízteleníthetősége javul.

Az iszap szilárd maradéka, melyet szárazanyag tartalomnak is neveznek (m_d) a 105° -on történő szárítást követően maradó anyagmennyiség. Ezt a tömeghányadot általában a szárítatlan iszapra vonatkoztatva súlyszázalékban adják meg. A különbség a szárítatlan iszaptömeg és az utóbbi érték között a nedves iszap nedvességtartalma. Ha nagyon pontos eredményekre van szükség, azt is figyelembe kell venni, hogy 105° -on történő beszárításnál számos anyag elpárolog vagy

bomlik, ami a mérésnél víztartalomként jelentkezik. Ezért különbség van a szilárd maradék és a szilárd anyag tartalom között. Az utóbbit a víz nagyobb részének elválasztását követően az iszap szűrése után határozzák meg. Ez a szilárd maradéktól általában 10 relatív %-nyi mértékben különbözik.

Az iszap pontos kémiai elemzésénél, jellemzésénél mindig szükség van annak megadására, hogy az adott érték nedves iszapra, a szilárd maradékra, vagy a szilárd anyag tartalomra vonatkozik-e.

Az iszap kémiai oxigénigényét, valamint a biológiai oxigénigényét mindig a nedves iszaptól kell mérni és azután az eredményből lehet számítani a száraz anyagra vonatkozó értékeket.

Példaképpen az eleveniszapos tisztító utóülepítőjének az iszapja, az úgynevezett szekunder iszap a következő átlagos értékekkel jellemezhető: 3 % száraz anyagot tartalmaz, KOI-je 20 000 mg/l (660 g/kg), BOI₅ értéke 10 000 mg / l (330 g/kg) (Warburg módszerrel mért érték), s a száraz anyag vesztesége az izzításnál 550°C-on 65 %. A kiszáritott iszap hamutartalma ekkor értelemszerűen 35 %.

Négy hetes mezofil iszaprothasztása (metanizáció) után ugyan ennek az iszapnak (miközben nem történik lebegőanyag, zavaros elfolyó víz elvétel) 2 %-ra csökken a szárazanyag tartalma. Szükségszerűen az iszap nehézfém koncentrációja a szárazanyag tartalom változásával fordítottan arányosan növekszik. A KOI a rothasztott iszapnál 10 000 mg / l (500 g/kg), míg a BOI₅ 1 000 mg/l (50 g/kg) értékre csökken. Az iszap izzítási vesztesége 40 % lesz a rothasztás után, míg annak az izzítási maradéka 60 % (természetesen a szilárd anyagra vonatkoztatva).

Az iszaptömeg (szárazanyag tartalom) iszaptérfogatra történő átszámolásánál általánosan 1 kg/l sűrűség vehető figyelembe, de a pontosabb számításoknál az iszap sűrűségét 1,01 és 1,2 kg / l értékkel kell figyelembe venni, a mindenkor iszapkoncentrációnak vagy szárazanyag tartalomnak megfelelően.

A gyakorlati számításoknál megfelelő, ha az iszap izzítási veszteségét szerves anyagnak, tehát az iszap szerves anyagának tekintik. Az előülepítő úgynevezett primer iszapja szerves anyagának mintegy 50 %-a szénhidrát (poliszacharid, cellulóz), 30 %-a fehérje, és 10 %-a olaj és zsír. Az utóbbi növényi és állati eredetű. A maradék 10 % igen változatos összetételű a szerves összetevőit illetően. Nagyon sokféle természetes és szintetikus szerves vegyületből (pl. lignin, adszorbeált detergens, stb.) adódik. A rothasztott iszapban átlagosan 3 g/kg szárazanyag az anionos detergens átlagos mennyisége.

A rothasztott iszap mezőgazdasági hasznosítása kapcsán fontos az iszap nitrogén és foszfor tartalmának ismerete. A biológiai szennyvíztisztító iszapjában a nitrogén tartalom átlagosan mintegy 40 g/kg (4 %) a szárazanyagra vonatkoztatva. A nitrogén tartalmú szerves vegyületek az iszapban folyamatosan bomlanak, hidrolizálnak és oldott állapotba kerülnek. Részben ezek okozzák az iszapvíz (szűrlet vagy koncentrátum) zavarosságát.

A foszfor átlagos koncentrációja a fenti szennyvíziszapban 10 g/kg szárazanyag. A foszfor vegyszeres és biológiai eltávolítása eredményeként adódhat ilyen nagy foszforkoncentráció a biológiai szennyvíztisztító iszapjában.

A kén és vegyületeinek mennyisége az iszapban nagyon fontos a kénhidrogén keletkezése miatt (éppen az anaerob rothasztás folyamatában). A kénhidrogén koncentrációjába a rothasztó gázában 10-10.000 mg/l, amely részben az alapanyag kén / szén arányától függ, de nagymértékben függ a rothasztás pH-jától, valamint a rothasztásnál adagolt kicsapószer (Fe^{3+} - ionok) dózisától is. A kéntartalom a szennyvíziszapban az utóülepítés után általában az iszap szárazanyag tartalmára vonatkoztatva 1 % körüli.

Azok a stabil, biológiailag bonthatatlan vagy toxikus szerves anyagok, melyek adszorpciójuk révén az iszapban halmozódnak fel, a szennyvíz eredetétől függően igen különböző mennyiségben vannak jelen. A mezőgazdasági iszaphasznosítás tekintetében ezek koncentrációi egy előzetesen rögzített határértéket nem haladhatnak meg. Az adszorbeált vagy szerves kötésben levő halogének (AOX), policiklikus aromás szénhidrogének (PAH), poliklórozott dibenzodioxinok és furánok (PCDD, PCDF), valamint szénhidrogén komponensek (HC) tartoznak ebbe a csoportba (1. táblázat) (Roschke és társai, 1997. Bundesgesetzblatt, 1992).

1. táblázat: Különböző szerves szennyezők koncentrációi a szennyvíziszapban

| Csoportjellemzők | Koncentrációk, (szárazanyagra vonatkoztatva) |
|------------------|--|
| AOX | 120 - 220 mg / kg |
| PAH | 1,8 - 4,7 mg / kg |
| HC | 1680 - 2420 mg / kg |
| PCDD, PCDF | 12 - 40 ng / kg toxicitás ekv. |

Olyan műanyag lágyítók, mint a ftalátok is rendszerint megtalálhatók a szennyvíziszapban, például a di-(2-etilhexil)-ftalát (DHEP) mintegy 4-103 mg/kg szárazanyag koncentrációban (Merkel és Appuhn, 1996). Ezeket a szerves vegyületeket veszélyes anyagok, melyek megengedett koncentrációját szigorú határértékek rögzítik az iszapoknál, de mint már korábban említettem a tisztított szennyvizeknél is, melyeket a lakossági tisztítóból a befogadóba vezetnek. Minimalizálásuk érdekében ezek koncentrációit nem csak az iszapok és a tisztított szennyvizek, de a közsatornába történő ipari szennyvíz bevezetésénél is szigorúan limitálják.

A foszforon és nitrogéneken túl az iszap egyéb növényi tápanyagokat, káliumot, magnéziumot, kalciumot is tartalmaz. A megfelelő tápanyag utánpótláshoz azonban ezek koncentrációja a szennyvízben nagyon kicsi, mint ahogy az a következő adatokból is látható (Roschke és társai, 1997). A vizsgált iszap 3,9 % szárazanyag tartalma és annak 590 g/kg izzítási vesztesége mellett a 2. táblázatban látható egyéb átlagos tápanyag-koncentrációkkal rendelkezik.

2. táblázat: Rothasztott iszap jellemző növényi tápanyagtartalma.

| Elem | Jele | Koncentráció (g / kg szárazanyag) |
|-----------|------|---------------------------------------|
| Magnézium | Mg | 2,2 |
| Kálium | K | 5,1 |
| Kalcium | Ca | 32,2 |

| | | |
|----------|---|------|
| Nitrogén | N | 53,8 |
| Foszfor | P | 21 |

A toxikus szerves anyagokhoz hasonlóan az iszap jelentős koncentrációban tartalmaz nehézfémeket is, melyeket az általános gyakorlat szigorúan limitál a szennyvíziszapokban a mezőgazdasági hasznosítás védelmében. Az egyes országok előírásai szigorúságban csak alig térnek el, példa erre az érvényben levő német szabályozás adatsora (3. táblázat).

táblázat: A mezőgazdasági hasznosításra kerülő szennyvíziszapok nehézfém koncentráció határértékei.

| Komponens | Jele | Koncentrációja (mg/kg szárazanyag) |
|-----------|------|---------------------------------------|
| Ólom | Pb | 900 |
| Kadmium | Cd | 10 |
| Króm | Cr | 900 |
| Réz | Cu | 800 |
| Nikkel | Ni | 200 |
| Higany | Hg | 8 |
| Cink | Zn | 2500 |

Az iszap egyébként gyakorlatilag valamennyi, a növények számára alapvető tápanyag elemet tartalmazza, de némelyeket csak egészen kis koncentrációban, 1 mg/kg szárazanyag nagyságrendben. A nehézfémek igen hajlamosak a szennyvíziszap szuszpenzióján adszorbeálódni és így felhalmozódni részben az adszorpció, részben a ko-precipitáció révén. A szennyvíziszapban kialakuló nehézfém koncentráció, valamint ugyanannak a nehézfémnek az eredeti tisztításra kerülő szennyvízben mért koncentrációjának a hányadosát úgynevezett akkumulációs faktornak (AF) [L/kg] nevezik ($AF = c_1 / c_2$). A 4. táblázat néhány ilyen nehézfém akkumulációs faktort mutat be.

táblázat: Nehézfémek akkumulációs tényezői a szennyvíziszap / szennyvíz tekintetében.

| Nhézfém | Akkumulációs tényező | Nhézfém | Akkumulációs tényező |
|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Nikkel | 1000 | Kadmium | 4000 |
| Réz | 2000 | Higany | 5000 |
| Cink | 3000 | Ólom | 6000 |
| Króm | 3000 | | |

Az anaerob rothasztó gázában ugyanakkor bizonyos nehézfémek metil-származékai is megjelennek, melyek ugyancsak káros hatásúak. Ilyenek a kadmium, a higany, az ólom, a bizmut, az ón és az antimon metil-vegyületei (Feldmann és Kleimann, 1997).

A szennyvíziszapok elégetésekor azok fémtartalma általában oxidok formájában a salakba, hamuba kerül. Néhány fém oxidja illékony és az adott hőmérsékleten a füstgázzal távozik. A szennyvíziszapok között azok összetételétől függően megkülönböztethetők vasban gazdag, vagy kalciumban gazdag izzítási maradékok vagy hamuk (Wiebusch és társai, 1997). Az 5. táblázat két tipikus iszap összetételét mutatja be. A maradék 10 % fémtartalom vagy elemtartalom olyan komponensek között oszlik meg, mint a magnézium, mangán, nátrium, klór és mások. A kalcium egy része kalcium-szulfátként lesz jelen az izzítási maradékban.

táblázat: Néhány szervesetlen komponens koncentrációja az iszapégetés hamujában (súly %).

| Összetevő | Fe domináns hamu | Ca domináns hamu |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| SiO ₂ | 36 | 33 |
| Al ₂ O ₃ | 14 | 17 |
| Fe ₂ O ₃ | 16 | 4 |
| CaO | 10 | 18 |
| P ₂ O ₅ | 1,2 | 0,7 |
| S | 0,8 | 0,7 |
| Összesen | 88,8 | 88,7 |

A vegyi összetétel áttekintését követően okvetlenül említést kell tenni a szennyvíziszapok biológiai összetételéről vagy azok fertőzőtségéről is. A gyakorlatban a fecal coliform baktériumok számát 1 g iszap szárazanyagra vonatkoztatva szokásos megadni. A legvalószínűbb érték (MPM) nem lehet nagyobb, mint 1000 mikroorganizmus / g száraz iszapmaradék (Fuchs és Schwinning, 1997).

7.3 A lakossági szennyvíztisztítók iszapjainak feldolgozása, elhelyezése

A szennyvíziszapok további kezelését, feldolgozását megelőzően a különböző iszapfajtákat általában összekeverik, homogenizálják. Tovább-feldolgozásukra együttesen kerül sor (nyers primer és szekunder szennyvíziszap).

A szennyvíziszap kezelésének, biokémiai stabilizációjának fontos célja, hogy a további tárolás, elhelyezés során keletkező gázoktól megóvják a környezetet, pontosabban a stabilizálással megelőzzék azok keletkezését. További, ugyanolyan fontosságú cél, az iszap térfogatának csökkentése, mechanikai szilárdságának javítása, valamint a patogén csírák és lárvák kipusztítása a stabilizálás során. Az első kezelési lépés még a folyós állapotú iszappal történik. Ez lehetséges aerob vagy anaerob módon is. Napjainkban a legelterjedtebb szennyvíz stabilizációs megoldásnak a szennyvíziszap anaerob rothasztása tekinthető. Ennél mezofil vagy termofil baktériumok bontják le a szennyvíziszap szerves anyagait hosszabb - rövidebb idő alatt. Ez több hetet, esetleg hónapot is igénybe vehet. A bontás eredményeként a szennyvíziszap tömege

lényegesen csökken, miközben metán és széndioxid keletkezik. A keletkező gázzal fűteni lehet, vagy villanyáram is termelhető. A gázhozam átlagosan mintegy 24 l/fő nap az iszap anaerob rothasztása során. Az iszapmaradék víztartalma nő, de vízteleníthetősége javul.

Meghatározott körülmények (fagyasztás és újra felolvasztás a téli időszakban, vegyszeres kondicionálás) is javítják az iszap vízteleníthetőségét. A kondicionált szennyvíziszapot centrifugával, szalagszűrő préssel vagy táskás szűrőpréssel vízteleníthetik, amikor annak a szárazanyag tartalma a 28-45 %-ra is növekedhet. A víztelenítésnél keletkező iszapvíz viszonylag erősen szennyezett és azt minden esetben biológiai tisztításra kell visszavinni.

A szennyvíz tisztításának szilárd maradékát olyan módon kell elhelyezni a környezetben, hogy abban a lehető legkisebb kárt okozza. Szóba jöhető módszerek: a szennyvíziszap közvetlen injektálása a talajfelszín alá, komposztálást követő hasznosítása a talajfelszínre kihelyezve, majd aláforgatva a mezőgazdaságban, közvetlen elföldelése mono-iszapdeponiában, vagy vegyes iszapdeponiában (például házi szeméttel együtt történő deponálásnál), vagy az iszap megfelelő égetése (az égési maradék, a hamu megfelelő hasznosításával, ártalom-mentesítésével). Az ilyen lehetőségekről, tisztítási módszerekről, valamint újrafelhasználási módokról kitűnő összefoglaló Möller munkája (1994).

A mezőgazdasági hasznosítás előtt a mindenféle megoldásnál stabilizálni, fertőtleníteni kell. Ez részben a fűrészpórral, vagy szalmával vegyesen történő komposztálással történik. Pasztörözéssel (hőkezeléssel), vagy mésszel történő fertőtlenítés után a terméket közvetlenül hasznosítani lehet a mezőgazdaságban. A folyékony kihelyezéssel szemben ilyenkor a szállítás költségei lényegesen kisebbek.

A szennyvíziszap deponálása is bizonyos értelmű biológiai stabilizálás, ami jelenleg még különböző kerti hulladékokkal, városi szeméttel együtt engedélyezett, de a jövőben várhatóan gyakorlatilag be lesz tiltva. Az iszapok égetése esetén nincs szükség azt megelőzően biológiai stabilizálásra. Mivel az iszap fűtőértéke rothasztása során csökken, célszerű a rothasztás nélküli iszapokat vízteleníteni, majd égetni. A víztelenítés után az égetés olcsóbb. Az égetésnek természetesen szén-dioxid, nitrogén-monoxid és egyéb szervesetlen anyag (füst, hamu és sósav, hidrogén-fluorid, kén-dioxid, nehézfém, és poliklórozott dibenzo-dioxin és dibenzo-furán) emissziója is van, amit megfelelő füstgáz utótisztítással kell minimalizálni. Möller munkája (1994)

Irodalomjegyzék

- Bundesgesetzblatt (1992). Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 14.4.1992.
Bundesgesetzblatt Teil 1. 912.
- Feldmann, J., Kleimann, J. (1997). Flüchtige Metallverbindungen im Faulgas. *Korrespondenz Abwasser* **44**. 99-104.
- Fuchs, L., Schwinning, H.-G. (1997). Zum Stand der aerob-thermophilen Stabilisierung und Entseuchung von Klärschlamm. *Korrespondenz Abwasser* **44**. 1834-1842.
- Merkel, D., Appuhn, H. (1996). Untersuchung von Klärschlamm und Böden auf 2-Di-(ethylhexyl)-phtalat (DEHP). *Korrespondenz Abwasser* **43**. 578-582.
- Möller, U. (1994) Biologische Voll-Stabilisierung. *Korrespondenz Abwasser* **41**. 1290-1300.
- Roschke, M. et al. (1997). Klärschlamm als Dünger im Land Brandenburg. *Korrespondenz Abwasser*. **44**. 1795-1805.
- Wiebusch, B., Seyfried, C.F., Hauck, D. (1997). Einsatzmöglichkeiten von Aschen aus der Mono-Klärschlammverbrennung in der Ziegelindustrie. *Korrespondenz Abwasser* **44**. 1762-1777.