

A szennyvízkezelés alkalmazott gépészeti berendezései az Észak-alföldi régióban

Szöllösi István – Antal Tamás – Uri Zsuzsanna – Simon László – Szilágyi Attila

Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza
szollosi.istvan@nye.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a tanulmányban egy kérdőíves kutatás eredményeit mutatjuk be, melyet az Észak-alföldi régióban üzemelő 34 szennyvíztisztító üzemnél végeztünk el 2015-ben. A kérdőíves felmérés során a szennyvíztisztító létesítményekben alkalmazott gépi berendezések és műtárgyak felmérése történt meg.

A kérdőíves felmérés eredményeiből megállapítottuk, hogy a vizsgált telepek többsége (kb. 65%-a) 50–100%-os kapacitás-kihasználás mellett működik, csupán az üzemek 12%-nál volt túlterhelés. A telepek fajlagos energia-felhasználását elemezve megállapítottuk, hogy a legnagyobb energia-felvétel (1,1 kWh/m³) a kisebb kapacitású (0–1100 m³/nap) üzemekre volt jellemző. Emellett a kérdőíves feldolgozása során bizonyítást nyert, hogy egy kivétellel mindegyik üzemnél eleveniszapos szennyvíztisztítást alkalmaznak. A szennyvíztisztító telepek iszapkezelése két eljárással történik, aerob- és vegyes (anaerob és aerob) iszapstabilizálással. Javasoljuk a kis befogadóképességű üzemeknél is a mély levegőztetők alkalmazását, mivel a telepek 3%-ánál korszerűtlen megoldást használnak.

Kulcsszavak: szennyvíztisztító telep, kérdőíves felmérés, eleveniszapos eljárás, gépészeti berendezés

SUMMARY

In this study we presented the results of a survey research, which was performed during 2015 at 34 sewage treatment works, operating in Észak-alföld region (Hungary). The survey focused on applied mechanical equipment and works of art of the sewage treatment establishments.

The results of the survey showed that the majority of the examined sites (approx 65%) are working with capacity utilization of 50–100%, merely the 12% of plants was overload. It was found analyzing of specific energy consumption of the sites that the largest value (1.1 kWh per m³) was at the plants with smaller capacity (0–1000 m³ per day). It was clear during the questionnaire processing of the survey that almost all of the works applied activated sludge for sewage treatment. The sludge treatment of the sewage plants is conducted by two methods; aerobic- and mixed (anaerobic and aerobic) sludge stabilization. We suggest for the plants with small capacity to use deep aerators, since anachronistic method used the at 3% of the settlements.

Keywords: sewage treatment works, questionnaire survey, activated sludge method, engineering equipment

BEVEZETÉS

Az eleveniszapos eljárás, mint biológiai szennyvíztisztítási technológia hazánkban a legtöbb esetben alkalmazott mind a kommunális, mind pedig az ipari szennyvizek kezelésére (Kárpáti 2002, Veres 2015).

A városi szennyvizek tisztítása esetében három fokozatot különítenek el a szennyvíztelepen: elsőfokú, másodfokú és harmadfokú tisztítás. Az elsődleges tisztítás az ún. mechanikai-fizikai tisztítás. A mechanikai (fizikai) tisztítás célja a nagyméretű, durva úszó és lebegő szennyeződések eltávolítása. A fizikai tisztítás során szűrés és gravitációs elválasztás történik kavicsfogók, szennyvízrácsok, szűrők, homokfogók és üleptők alkalmazásával. Ezzel a tisztítási folyamattal akár 25%-os biológiai tisztulás is elérhető (Kárpáti 2007). A másodlagos tisztítási fokozatra is szükség van a szennyvíztisztítás során, amelynek célja a nem üleptető kolloidok és oldott szerves anyagok eltávolítása mikroorganizmusok segítségével. A mesterséges biológiai tisztítás során a természetben lejátszódó öntisztulási folyamat másolása, felgyorsítása történik, de energia-befektetéssel, rövidebb idő alatt és kisebb térben. A biológiai szennyvíztisztítás legelterjedtebb formája az eleveniszapos eljárás. Ezen eljárás esetében a mikroorganizmusok szuszpendált állapotban, a vízben lebegve vannak jelen, működésének elengedhetetlen feltétele a mesterséges oxigénbevitel (Benedek és Valló, 1990).

A harmadlagos tisztítási fokozat a másodlagos tisztítás eredményeként létrejött kalcium- és magnéziumsók, illetve a szennyvízben még megtalálható tápelemek (nitrogén- és foszfortartalmú vegyületek) eltávolítására, illetve fertőtlenítésére szolgál. A tápanyagok eltávolítása kémiai – kicsapatás, derítés – és biológiai módszerekkel történhet (Benedek 1989, Tamás 1998).

Az elmúlt tíz évben a hazai szennyvíztisztítás és szennyvíziszap kezelés technológiai szempontból jelentős korszerűsítésen ment keresztül. Mindezt motiválta a szennyező anyagok változása és a tisztítási követelmények szigorodása. A szennyvíztisztítás technológiai fejlődése szoros kapcsolatban van a gépészeti berendezések, a műtárgyak és azok üzemeltetésének fejlődésével (Juhász 2011).

A szakirodalomban (magyar vonatkozásban) nem lelhető fel az üzemeltető számára készített olyan jellegű kérdőíves kutatás, melyben a szennyvízkezelő telepeken alkalmazott gépészeti berendezések és a kezelés technológiája van elemezve. A szennyvíztisztító üzemek részére készült kérdőíves felmérés és kiértékelés kapcsán Haidekker (2006) a szennyvíztisztító telepek zsírtartalmú szennyvizekkel kapcsolatos tapasztalatairól kérdőív segítségével tájékozódott. 200 városi szennyvíztelepnek, szennyvízkezelő érdekszövetségnek, és magán szennyvízkezelőknek küldték ki a kérdőívet. Juhász (2011) könyvében a magyarországi szennyvíztisztítás történeti fejlődésének bemutatása mellett a nagy-

városok szennyvízkezelő üzemében található technológia és gépi műtárgyak megemlítésére, felsorolására is vállalkozott.

Tóth (2002) termelést folytató vállalatoknál végzett kérdőíves felmérést, mely során kitért az üzemben belül keletkező szennyvízkezelésre (mennyisége, költsége, ártalmatlanítása stb.) is.

A dolgozatban célként tűztük ki:

- egyrészt kérdőíves felmérés segítségével információt kapni az Észak-alföldi régióban található szennyvíztelepeken alkalmazott gépi berendezésekről,
- másrészt a feldolgozott adatokat felhasználva javaslatot tenni a szennyvízkezelő üzemek műszaki és technológiai korszerűsítésére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az Észak-alföldi régióban (Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében) található szennyvíztelepek gépészeti berendezéseinek és szennyvízkezelési technológiáinak felméréséhez 34 helyre küldtünk ki kérdőívet 2015-ben. A kérdőív 32 kérdésből állt, mely kiterjedt többek között a következő témakörökre: a beérkezett szennyvíz mennyisége, a távozó tisztított víz mennyisége, a szennyvíztisztítás során felhasznált villamos energia és a telepen biogázból keletkező hőenergia és a termelt villamos energia, a mechanikai tisztítás gépei és módjai, a biológiai és kémiai tisztítás módjai és felhasznált anyagai, az iszapkezelés módjai. Jelen cikkünkben a telepeken alkalmazott gépészeti berendezéseket tekintjük át. A vizsgált telepek befogadóképességük alapján három csoportba lettek sorolva: 0–600 m³/nap – kis kapacitású, 600–1100 m³/nap – közepes kapacitású és 1100–22 000 m³/nap – nagy kapacitású telepekre. A kutatási eredmények a kitöltött kérdőívek feldolgozásából származnak.

A kérdőíveket elektronikus formában kértük be és az adatok feldolgozása Microsoft Excel 2013 táblázatkezelő program (Microsoft, USA) segítségével történt.

A víztelenített szennyvíziszap kezelési módjával kapcsolatban csak a vizsgált szennyvíztisztító üzemek kis hányadától (kilenc telep) kaptunk tájékoztatást. A telepek által általánosságban alkalmazott eljárás a szennyvíz kezelésére az eleveniszapos tisztítás. Egy szennyvíztisztító üzem pedig nyárfás tisztítást végez.

EREDMÉNYEK

Fajlagos energiafelhasználás

Először azt vizsgáltuk, hogyan alakult az egyes telepek fajlagos villamos energia felhasználása – tehát az energiafogyasztásuk – az érkező szennyvíz mennyiségéhez (m³) képest, függetlenül attól, hogy az villamos energia vásárolt vagy saját termelésben elő állított. Megállapítottuk, hogy a legalacsonyabb fajlagos energiafelhasználás a vizsgált szennyvízkezelő létesítmények közül a legnagyobb telepeknél adódott, míg a legnagyobb fajlagos energiafogyasztás a kisebb üzemeknél. Átlagértékben a nagyobb telepeknél 0.4 kWh/m³, míg a kisebb telepeknél 1,1 kWh/m³ értéket kaptunk. A nagyobb telepek kedvezőbb értékei elsősorban az alkalmazott gépi berendezések kapacitásának jobb kihasználásából adódtak.

Ha figyelembe vesszük, hogy vizsgált üzemek közül a legnagyobb telepeken a szennyvíziszapból biogázt, a biogázból elektromos- és hőenergiát állítanak elő – amit a technológiai folyamatok energiaigényének kielégítésére fordítanak –, akkor akár önellátó is lehet a telep az energia-felhasználás tekintetében. A vizsgált legnagyobb létesítmény esetén a szennyvízkezelés során felhasznált villamos energia az adatgyűjtés évében (2014-ben) 2 644 845 kWh volt, a biogázból nyert villamos energia pedig 2 053 191 kWh volt. Ez százalékosan azt jelenti, hogy a telep villamos energia igényének 77%-át a biogázból nyert energiából biztosította. Az üzem várhatóan 2017 évben megkötö a szerződést a területileg illetékes áramszolgáltató vállalattal az időszakosan termelt többletáram átvételére, mellyel kiküszöbölhető lesz biogázból termelt árammennyiség időszakos változása, illetve a technológiai igényben rejlő ingadozások problémája. Ez a várakozások szerint biztosítani fogja a villamos energia igény teljes lefedését a biogázból termelt villamos energiával.

A kis üzemek közül kivételt képez a nyárfás tisztítási technológiát képviselő telep, ahol a minimális gépessétséggel miatt alacsony az energiaigény.

Kapacitás-kihasználtság

A telepek kapacitás-kihasználtságának kimutatása érdekében a beérkező vízmennyiséget vetettük össze az egyes szennyvíztisztító üzemek befogadó képességével. A telepek tervezésekor felmérések alapján figyelembe vették a várható szennyvízmennyiséget, így a szennyvíztelepek kapacitása is ehhez igazodik. Az üzemeltetőktől kapott információk alapján az elkövetkezendő pár évben a telepeken a terhelése 90% körül lesz, melyet törvényi előírások fognak biztosítani az előírt rákötések után.

A felmérésünk alapján jelenleg a vizsgált szennyvízkezelő létesítmények 20%-a a kapacitásának 23%-át használta ki. Túlterhelésről csak négy telepről kaptunk információt. A legnagyobb túlterhelés 144%-os volt. Az üzemek nagy része (65%) 50–100% közti kapacitás-kihasználtsági értékkel üzemelt. A felmérések adataiból két dologra tudunk következtetni, hogy a jelenleg kis kapacitás-kihasználással működő üzemek területén jelentős hálózatbővítés lesz, illetve a túlterhelt telepek esetében további kapacitásbővítésre van szükség.

Az alábbi alfejezetekben technológiai sorrendben ismertetjük azokat a gépészeti berendezéseket és műtárgyakat, melyeket a szennyvízkezelő üzemekben alkalmaznak napjainkban.

Rácsok

A szennyvíztelepek által alkalmazott technológiai berendezések közül elsőként a különböző rácsok használatának elterjedtségét vizsgáltuk. A rácsok használatának célja a szennyvízben található nagyobb lebegő és úszó szennyeződések leválasztása. A rácsok legfontosabb feladatai többek között a rács mögötti technológiai berendezések, a műtárgyak védelme az uszadékok okozta mechanikai károktól, valamint a rácsot követő vízkezelési műveletek tehermentesítése (Öllös 1992, Urbanovszky 2008). Többféle típus ismert, ezek közül az egyes szennyvíztelepek akár többet (pl. lamellás és íves rács) is alkalmazhatnak egyidejűleg.

A vizsgált telepek által alkalmazott rácsok fajtái

A szennyvíztisztító üzemek által alkalmazott rácsok alapvetően két típusba sorolhatók: a gépi és a kézi tisztítású rácsok. A telepek túlnyomó része (24 telep) gépi tisztítású rácsot használ. A kézi rácsok önálló használata csak néhány kisebb üzemben fordul elő (öt telep). A kézi rácsokat azonban minden telepnél alkalmazzák az üzemek speciális helyzeteihez (a gépek meghibásodása vagy karbantartása, illetve a haváriák esetén) mérten. A gépi és a kézi rácsok mellett egy telep esetében egyesített gépi rács és homokfogó használatáról kaptunk tájékoztatást (1. ábra). A felmérés szerint a nagyobb kapacitású telepek elsősorban a lamellás rácsokat, míg a kisebbek a hengeres dobrácsokat használják. Mindkét rács típus műszakilag megfelel a feladatnak, azt hogy melyiket használják az adott telepen, az információink szerint a rekonstrukciók során a beépíthetőségi paraméterek alapján döntötték el.

Homokeltávolítás

Magas szervesanyag-terhelés esetén a homokfogókat homokmosó berendezésekkel egészíthetik ki, a szervesanyag-tartalom csökkentése végett. A homokfogók lényegében ülepítőknek tekinthetők, amelyek elsődlegesen szemcsés ásványi anyagok eltávolítását végzik el (Simándi 2011). Kisebb kapacitású üzemeknél a rácsszemét és a leválasztott homok közös gyűjtő konténerbe kerül.

Homokeltávolításra használt berendezések

A vizsgált telepek nagy részén (65%-a) hidrociklonokat alkalmaznak a homok eltávolítására, ezek túlnyomó részt a kisebb telepekre voltak jellemzőek. Míg a két legnagyobb üzemnél a vízszintes átfolyású homokfogókat használják. Légbefúvásos homokfogóval a szennyvízkezelő létesítmények mintegy 4%-ánál (egy telepnél) találkoztunk. A felmérésünk a várakozásunknak megfelelő eredményt hozott, miszerint a nagyobb telepek a vízszintes átfolyású homokfogót alkalmazzák a hidrociklonok helyét, mivel a nagy vízhozam

miatt túlzottan megnőne a függőleges átfolyású homokfogók beépítési magassága (2. ábra).

A leválasztott homok további kezelése

A leválasztott homok további kezelésével kapcsolatban 25 telepről kaptunk információt a 34-ből. Általánosságban elmondható, hogy a telepek többsége (23 telep) nem végez további kezelést a leválasztott homokon, ilyen típusú tevékenységről a két legnagyobb telep számolt be, ezek a további tisztítást homokmosó berendezésben végzik. Ez az eredmény várható volt, mivel a kisebb telepekről a leválasztott homok hulladéklerakóba kerül, ami nem indokolja a homok további kezelését. A két legnagyobb telep esetében két dolog teszi szükségessé a homokmosó alkalmazását. Az itt alkalmazott vízszintes átfolyású homokfogók üledékében több szerves anyag marad, mint a hidrociklonok esetében. A homokból kimosott szerves anyag az előülepitőkben leülepitve a biogáz előállító rendszerben hasznosítható, illetve az így kimosott homok ipari felhasználásra alkalmas és értékesíthető is.

Ülepítők használata

Az ülepítőkben (elő és utó) kisméretű, elsősorban szerves anyagok leválasztása történik sűrűségkülönbség alapján. A szennyvíztelepeken ülepítő berendezéseket a biológiai tisztítási fázis előtt és után szoktak alkalmazni, mint elő- és utóülepitőt (3. ábra).

Legnagyobb részarányban (a telepek 56%-a) a vízszintes, sugárirányú átfolyású ülepítőt használják, ezt követi függőleges átfolyású, majd a vízszintes átfolyású hosszanti ülepítő.

A vizsgált telepek közül a 0–600 m³/nap kapacitásúaknál a százalékos megoszlás a következőképpen alakult: a függőleges átfolyású 46%, a vízszintes, sugárirányú átfolyású 38%, és a vízszintes átfolyású hosszanti ülepítő 16%. A 600–1100 m³/nap kapacitású üzemeknél a vízszintes, sugárirányú átfolyású 62%, a függőleges átfolyású 23%, és a vízszintes átfolyású hosszanti ülepítő 15%.

1. ábra: Alkalmazott gépi rács típusok

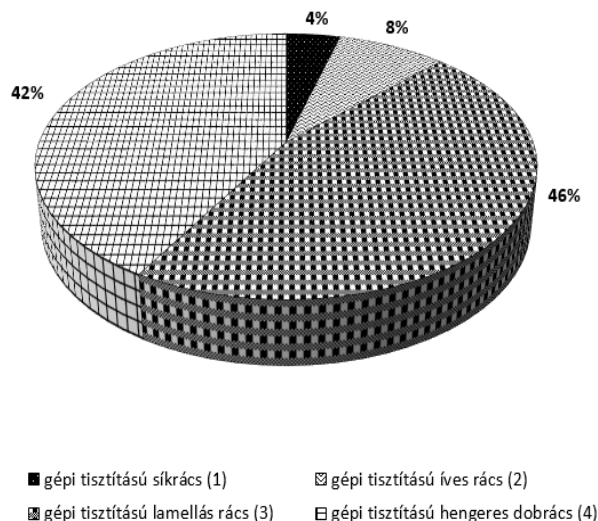


Figure 1: Applied types of machine-made screen

Machine-cleaned horizontally-disposed screen(1), Machine-cleaned arch screen(2), Machine-cleaned lamella screen(3), Machine-cleaned cylindrical drum screen(4)

2. ábra: Homokfogó berendezések

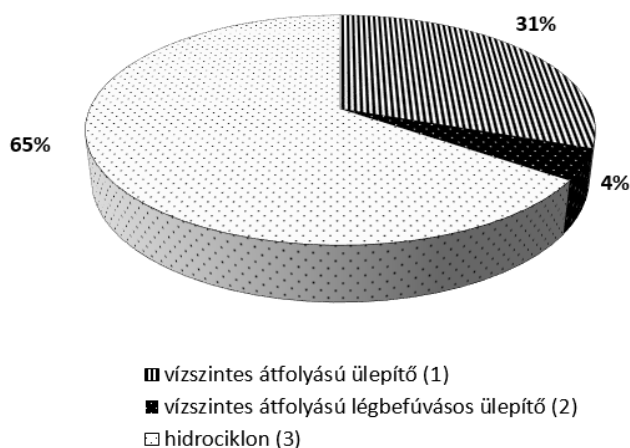


Figure 2: Equipments of sand trap
Horizontal flow jig(1), Horizontal flow jig with draught(2), Hydro cyclone(3)

3. ábra: Az ülepitők típus szerinti megoszlása

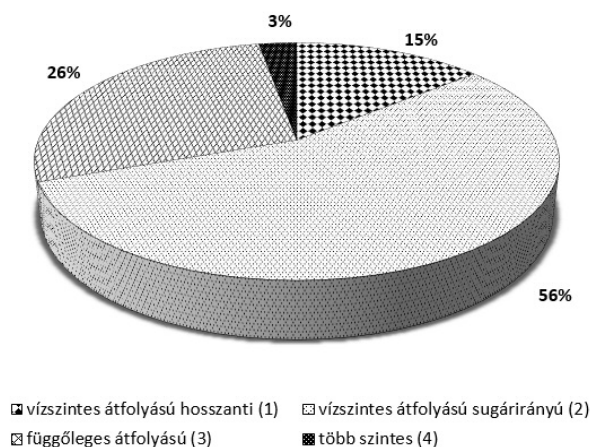


Figure 3: Division of settling tank by types
Horizontal longitudinal flow(1), Horizontal radial flow(2), Vertical flow(3), Multi-level flow(4)

A 1100–22 000 m³/nap kapacitásúaknál a vízszintes, sugárirányú átfolyású 70%, a vízszintes átfolyású hosszanti 20%, valamint függőleges átfolyású 10%.

Ezek az adatok megegyeznek az irodalomban leírtakkal, miszerint kis vízhozam esetén függőleges átfolyású, közepes vízhozam esetén pedig vízszintes, sugárirányú átfolyású ülepitőket alkalmaznak (Juhász 2011). Ezt az indokolja, hogy nagyobb szennyvízhozam esetén a felület és a mélység aránya kedvezőbb a sugárirányú átfolyású ülepitők esetén.

Levegőztetés

A levegőztetés célja a víz- és szennyvíz-technológiában kettős, egyrészt a levegő vagy az oxigén gáz beinjektálása a vízbe, másrészt a nitrogén gázok eltávolítása a vízből (Barótfi 2003).

Levegőztető berendezéssel a vizsgált 34 szennyvíztelep csaknem mindegyike rendelkezik, kivételt képez ez alól egy Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei szennyvíztisztító telep, azért mert itt természet közeli nyárfás tisztítási technológiát alkalmaznak (4. ábra).

A vizgált telepek 73%-az energiatakarékos, korszerű tányéros mélylevegőztetőt használ. Ezt követi a csöves mélylevegőztető (15%). A kisebb hatékonyságú nagyobb energiaigényű felületi levegőztetőt a létesítmények 3%-ánál találtunk (4. ábra).

Mivel a tányéros mélylevegőztető fajlagos energiafelhasználása jóval alacsonyabb, mint a felületi levegőztetőké, ezért ezek lecserélése célszerű lenne. A felületi levegőztetőknél még emellett télen jelentkezik a szennyvíz túlzott lehűtésének és a cseppkihordásnak problémája is.

Mivel a tányéros mélylevegőztető buborék eloszlása egyenletesebb, mint a csöves és eltömődésre is kevésbé hajlamos, ezért is kedvező a használatának magas százalékos aránya.

Szakaszos és folyamatos légmennyiség-szabályozás

A szennyvíztelepek leggyakrabban folyamatos levegőztetést alkalmaznak – miközben a légmennyiség szabályozása is folyamatos, a 34 szennyvíztisztító létesítményből 22 telep alkalmazza ezeket. Időkapcsolá-

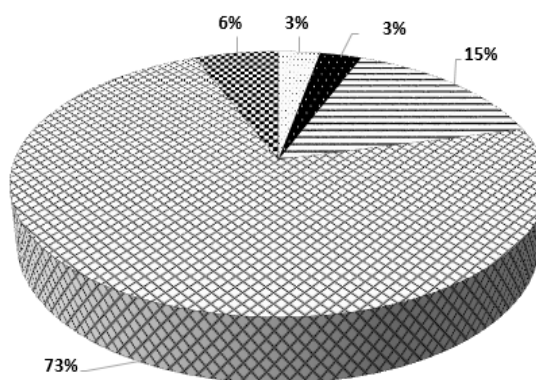
sos szakaszos levegőztetési rendszert hat telepen találunk. További négy telepről hiányzik a légmennyiség-szabályozás és kettő esetében pedig ismeretlen az alkalmazott berendezés jellege (5. ábra). A szabályozás az oxigén mennyiség mérése alapján történik.

A folyamatosan szabályozott levegőztetés alapgépe a frekvencia-szabályzóval ellátott légszállító berendezés, mely jelentős beruházást igényel, üzemeltetése azonban lényegesen költséghatékonyabb (a fajlagos energia-igénye 40%-al kisebb, mint a nem frekvencia szabályozott rendszereké), ezért célszerű lenne ezek szélesebb körű alkalmazása. Technológiai szempontból további előnyük, hogy használatukkal elkerülhetjük a túllevégőztetés problémáját.

A bejuttatandó levegő szűrése

A szennyvízkezelésben a szűrés jelentős szerepet tölt be. Ez egy olyan fizikai elven működő eljárás, ahol a pórusméret alapján történik az elválasztás (Öllős 1992). A bejuttatandó levegővel kapcsolatban a bejuttatás szabályozásának módja mellett fontos kérdés a levegő szűrése is. A vizsgálat alá vont 34 szennyvízkezelő nagy része (29 telep) szűri a bejuttatandó levegőt, viszont kettő nem. További három tisztítóüzem esetében nincs információ a bejuttatandó levegő szűréséről. A kapott eredmény megfelel a várakozásoknak, mert ahol mélylevégőztetést alkalmaznak és szükség van a szűrésre, ott szűrik is a levegőt (6. ábra).

4. ábra: Levegőztető berendezések



- felületi levegőztető vízszintes tengellyel (1) ■ felületi levegőztető függőleges tengellyel (2)
- ▨ csöves mélylevégőztető (3) ▩ tányéros mélylevégőztető (4)
- ▤ egyéb (5)

Figure 4: Aeration equipments

Surface aerator with horizontal axle(1), Surface aerator with vertical axle(2), Tubular deep aerator(3), Plate deep aerator(4), Other(5)

5. ábra: A bejuttatandó légmennyiség szabályozás

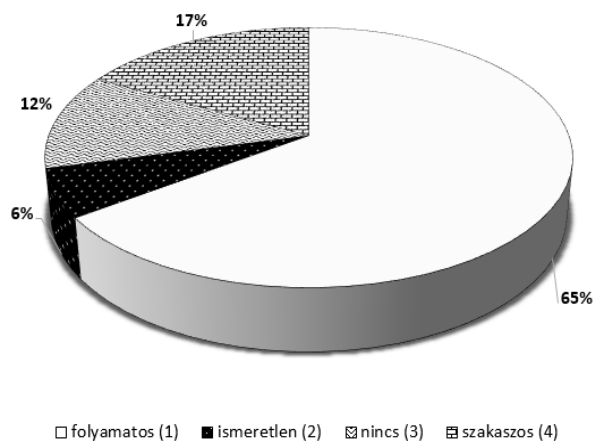


Figure 5: Methods of air volume injection control

Continuous(1), Unidentified(2), Not found(3), Discontinuous(4)

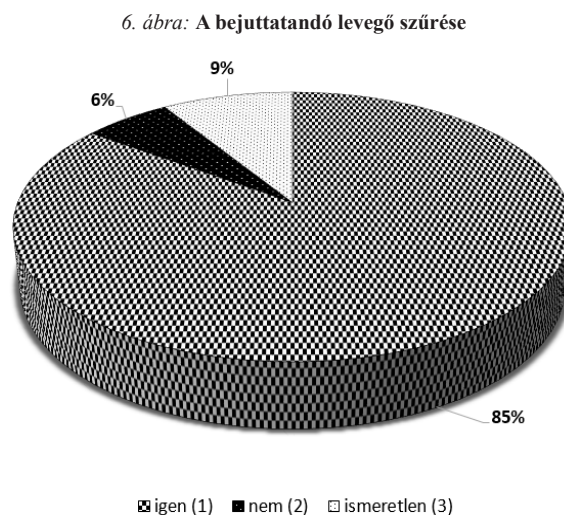


Figure 6: Filtration of air volume injection
Yes(1), No(2), Unidentified(3)

Oxigéndúsítás

A bejuttatandó levegő oxigénnel való dúsítása a beérkező adatok alapján nem elterjedt eljárás a vizsgált szennyvízkezelő létesítmények körében. A 34 telep közül 29 nem alkalmaz ilyen típusú eljárásokat, öt pedig nem szolgáltatott adatot az oxigéndúsítással kapcsolatban. Tehát az oxigéndúsítási gyakorlatra utaló tényeket a vizsgált szennyvízkezelő üzemek közül egy esetében sem találtunk. Erre számítottunk, mivel az eljárás drága és csak kivételes esetben indokolt. Létfontosságú lehet az oxigéndúsítás azokon a telepeken, ahol nincs lehetőség levegőztető berendezések cseréjére, bár az intenzitás növelő, de jelentősen megnöveli a tisztítás költségeit.

Szennyvíziszap-víztelenítő berendezések

A szennyvíziszapok végső felhasználását nagymértékben elősegítik a különböző előkezelési műveletek, így például a sűrítés, a víztelenítés, a szárítás, a kondicionálás és stabilizálás, valamint a fertőtlenítés. A megfelelően kezelt iszap felhasználási lehetőségei jóval szélesebbek és a hasznosítás műszakilag jóval hatékonyabb. A szennyvíziszap kezelési technológiában az iszapok víztelenítésére a szalagos szűrőpréseket alkalmazzák elsősorban (Barótfi 2003).

A szennyvíziszap-víztelenítő berendezéssel kapcsolatban a vizsgált 34 telep közül 29-től kaptunk adatokat. A létesítmények jelentős része önállóan, saját eszközzel végzi a szennyvíziszap víztelenítését, egyes telepek ugyanakkor ezt a fázist a szennyvíziszap központi telepre szállításával oldják meg.

A leggyakoribb eszköztípust a szalagos szűrőprések jelentik (összesen 16 telep alkalmaz ilyen berendezést) (7. ábra).

A legkisebb telepek víztelenítés nélkül szállítják be a szennyvíziszapot a központi telepre. A víztelenítés nélküli híg iszap elszállítása csak a legkisebb – 50 m³/d terhelésű – telepeken gazdaságos, ahol a keletkező szennyvíziszap mennyisége kevesebb, mint 2 m³ naponta, ezt az indokolja, hogy itt a víztelenítő gép költségei magasabbak a folyékony iszap elszállítás költségénél.

A kis és közepes méretű szennyvíztelepek esetében a szennyvíziszap-kezelés második leggyakoribb módja a víztelenítés után a központi telepre történő szállítás és külső feldolgozás.

A szennyvíziszap-kezelés ezen megoldásai jók, mert lehetővé teszi a nagyobb beruházást igénylő biogáz előállítását is, mely növeli a szennyvíziszap hasznosításának gazdaságosságát.

Szennyvíziszap-stabilizálás

Az iszap stabilizálása történhet aerob módon vagy anaerob módon. Az aerob iszapstabilizálás során az iszapot egy megfelelő műtárgyban hosszú tartózkodási idővel (8–12 nap) levegőztetik, és így a szerves anyagok az oxidáció során lebomlanak. A rothasztás során a szerves anyagokból CH₄, CO₂, nyomokban vízgőz, kén-hidrogén, ammónia, merkaptánok, sziloxánok (biogáz) és rothasztott iszap keletkezik. Az anaerob fermentáció során képződő biogáz bizonyos kezelések (szűrés, tisztítás és víztelenítés) után a földgázhoz hasonló fűtőértékkel (metántartalom függvényében: 21,0–25,0 MJ/m³) rendelkezik (Kacz és Neményi 1998, Bai et al. 2002). A visszamaradó anyag további kezelés után tápanyagban gazdag biotrágya, mely a mezőgazdaságban hasznosítható. A szennyvíziszap további kezelésének egyik lehetősége a komposztálás, ahol a cél, aerob körülmények között az anyag nedvességtartalmának csökkentése és a patogének elpusztítása, valamint az iszapban jelenlévő tápanyag-tartalom hasznosítása (Vermees 2005).

A vizsgált telepek esetében a szennyvíziszap kezelésének leggyakrabban alkalmazott eljárása a komposztálás (56%), melyet az anaerob stabilizálás – rothasztás (33%) követ (8. ábra). A két módszer együttes alkalmazására csak egy telepen (11%) kerül sor.

KÖVETKEZTETÉSEK

A kérdőíves felmérés elemzésével az Észak-alföldi régió szennyvíztelepein alkalmazott gépészeti berendezéseket mutattuk be.

7. ábra: Szennyvíziszap-víztelenítő berendezések

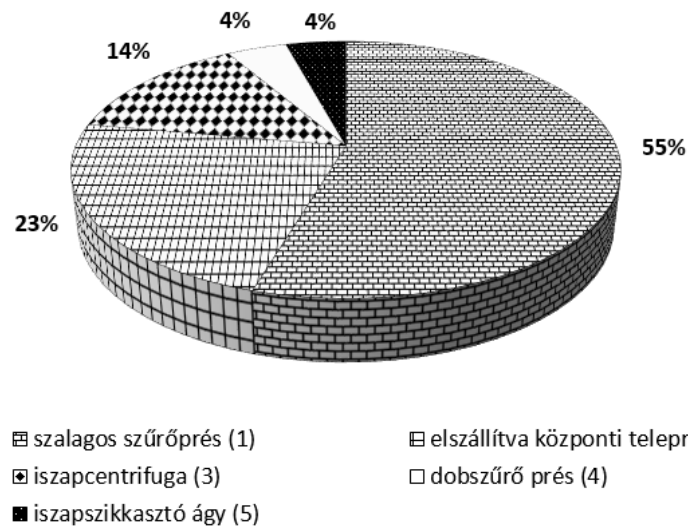


Figure 7: Sewage sludge dewatering apparatus
Belt filter press(1), Delivered to a central settlement(2), Sludge centrifuge(3), Drum filter press(4), Sludge dehydration bed(5)

8. ábra: Szennyvíziszap-kezelési módszerek

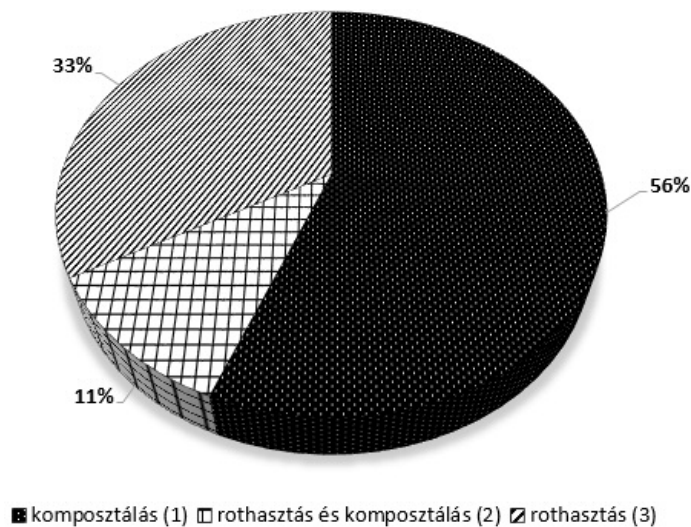


Figure 8: Methods of sewage sludge treatment
Composting(1), Digestion and composting(2), Digestion(3)

Megállapítottuk, hogy a szennyvízkezelő üzemek döntő hányadában az eleveniszapos tisztítási módszert alkalmazzák – oxigéndúsítás nélkül, egy szennyvíztisztító üzem estében pedig nyárfás tisztításról van szó.

A fajlagos energiafelhasználást elemezve megállapítottuk, hogy a legalacsonyabb fajlagos energia-fogyasztás a vizsgálat alá vont szennyvízkezelő létesítmények közül a nagyobb befogadóképességű telepeknél adódott, míg a legnagyobb a kisebb kapacitású üzemeknél.

A szennyvíztisztító telepek mechanikai tisztítását elemezve megállapítottuk, hogy a nagyobb kapacitású telepek elsősorban a lamellás rácsokat, míg a kisebbekben a hengeres dobrácsokat használják.

A leválasztott homok további kezelésével kapcsolatban elmondható, hogy a telepek többsége nem végez

további kezelést a leválasztott homokon, ilyen típusú tevékenységről csupán a két legnagyobb telep számolt be, itt a további tisztítást homokmosó berendezésben végzik.

A felmerés szerint kis vízhozam esetén függőleges átfolyású, közepes vízhozam esetén sugárirányú átfolyású ülepítőket alkalmaznak. Ezek az adatok összefüggésben vannak az irodalomban fellelhető adatokkal.

Levegőztető berendezéssel a vizsgált 34 szennyvíztelep csaknem mindegyike rendelkezik, kivételt képez ez alól egy szennyvíztisztító telep, azért, mert itt természet közeli nyárfás tisztítási technológiát alkalmaznak.

Tapasztalataink szerint a szennyvíziszap-víztelenítés leggyakoribb eszköze a szalagos szűrőprés. A kisebb szennyvízüzemek a szennyvíziszapot az esetek

többségében a központi szennyvízkezelő telepre szállítják, és ott dolgozzák fel. Az alkalmazott iszapkezelési eljárás az aerob iszapstabilizálás (komposztálás), viszont anaerob iszapstabilizálást (biogáz-előállítás) csak a legnagyobb kapacitású szennyvízkezelő létesítményben végeznek.

A szennyvízkezelő üzemek számára összeállított kérdőíves felmérés adatai alapján megállapítottuk, hogy néhány kis kapacitású telepen (a vizsgálat alá vont üzemek 3%-a) még alkalmaznak kevésbé korszerű felületi levegőztető megoldásokat, itt célszerű lenne minden esetben a vezérelt mélylevegőztetőket használni. Javasoljuk továbbá, hogy a legkisebb befogadó képességű szennyvízkezelő létesítmények a nyárfás szennyvíztisztítást alkalmazzák. Energetikai szempontból nagy kapacitású szennyvíztelepek esetében célsze-

rűnek látszik a biogázból nyert energiát felhasználni az üzemeltetés során.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0014 *“Települési szennyvizek innovatív és környezet-tudatos tisztítása és a szennyvíziszapok környezetbarát elhelyezése”* c. projekt keretében zajlott.

Köszönetet kívánunk mondani a Nyírségvíz Zrt.-nek a kérdőívek kitöltésében nyújtott áldozatkész segítségért. Köszönetünket szeretnénk továbbá kifejezni Mészáros József csatornázási műszaki vezetőnek és Krajecz András telepvezetőnek, a szakmai megbeszélések során kapott javaslatokért.

IRODALOM

- Bai A.–Lakner Z.–Marosvölgyi B.–Nábrádi A. (2002): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 226.
- Barótfi I. (2003): A szennyezés csökkentésének technológiai lehetőségei. A szennyvíziszap kezelése [In: Barótfi I (szerk.) Környezettechnika.] Mezőgazdasági Lap- és Könyvkiadó. Budapest.
- Benedek P. (1989): Vízisztítás – Szennyvíztisztítás. Zsebkönyv. Műszaki Könyvkiadó. Budapest. 45.
- Benedek P.–Valló S. (1990): Vízisztítás-szennyvíztisztítás zsebkönyv. Műszaki Könyvkiadó. Budapest. 409–439.
- Haidekker B. (2006): Zsírtartalmú szennyvíz kezelése. Műszaki információ. Környezetvédelem. 5–6: 65–76.
- Juhász E. (szerk.) (2011): A szennyvíztisztítás története. Magyar Víziközmű Szövetség. Budapest. 50., 82., 97.
- Kacz K.–Neményi M. (1998): Megújuló energiaforrások. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest. 148.
- Kárpáti Á. (2002): Az eleveniszapos szennyvíztisztítás fejlesztésének irányai I–II. [In: Kárpáti Á. (szerk.) Eleveniszapos szennyvíztisztító rendszerek és ellenőrzése. Ismeretgyűjtemény. No. 2.] Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék. Veszprém. 26.
- Kárpáti Á. (2007): A szennyvíztisztítás folyamatai, főbb műveletei, műtárgyai. [In: Kárpáti Á. (szerk.) A szennyvíztisztítás alapjai.] Veszprémi Egyetem. Veszprém. 28.
- Öllős G. (1992): Szennyvíztisztítás I. Budapesti Műszaki Egyetem. MTI Kézirat. Budapest. 43.
- Simándi P. (2011): Durva szennyeződések eltávolítása. [In: Simándi P. (szerk.) Szennyvíztisztítási technológiák I.] Szent István Egyetem. Szarvas. 41–42., 48., 170.
- Tamás J. (1998): Szennyvíztisztítás és szennyvíziszap elhelyezés. Debreceni Agrártudományi Egyetem. Debrecen. 5–162.
- Tóth G. (2002): Vállalatok környezeti teljesítményének értékelése. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem Gazdálkodástani PhD program. Doktori (PhD) értekezés. Budapest. 207–211.
- Urbanovszky I. (2008): Eljárások, műveletek, berendezések a víz- és szennyvíz-technológiában. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet. Budapest. 77.
- Veres Z. T. (2015): Hagyományos aktíviszapos szennyvíztisztító telepek fejlesztéseinek potenciális hatékonysága. Debreceni Egyetem Természettudományi Doktori Tanács Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen. 9.
- Vermes L. (szerk.) (2005): Hulladékgyártás és hulladékhasznosítás. 3. kiadás. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 143.