TEXTILIPARI SZENNYVÍZ ELŐTISZTÍTÓ OPTIMALIZÁLÁSA – ESETTANULMÁNY

BILDHÉBER BENCE
TOLNATEXT BT.

BEVEZETÉS

Kutatásomban a Tolnatext Bt. műszaki szövetet gyártó cég gyártási folyamatának során keletkező szennyvizek előtisztításával foglalkoztam. Az előtisztító üzemeltetéséért 2017 év végén lettem kinevezve felelősként, azóta napi szinten foglalkozom a tisztítási technológiával, feltártam hiányosságait, működési, üzemeltetési nehézségeit. Kutatásomban optimalizálási javaslatokat, lehetőségeket fogalmazok meg a problémamentes üzemeltetés, illetve a megfelelő vízminőség elérésének céljából. A javaslataimon felül prezentálom a már megvalósult, általam koordinált fejlesztéseket is, és beszámolok ezek eredményeiről.

A Tolnatext Bt. műszaki szövetet gyártó cég, mely az ipar számos területére gyárt műszaki szöveteket, textíliákat főként üveg- és szénszálból. A vállalat által gyártott üvegrács szöveteket széles körben alkalmazzák az építőipar megannyi területén, akár homlokzatépítésről, akár betonerősítésről vagy aszfalt utak megerősítéséről legyen szó. A cég által gyártott roving szöveteket első sorban kompozit anyagok gyártásához használják, míg a speciális rész-, illetve szénszállal kombinált szöveteket a korszerű fűtési panelek vagy fűtőfóliák alapanyagaként használják fel.

A vállalkozásban körülbelül 240 fő dolgozik. A zuhanyzásból, WC-öblítésből, mosogatásból és egyéb kommunális vízhasználatokból napi 10-15 m^3 kommunális szennyvíz keletkezik. A műszaki textíliák bevonataként különféle vizes diszperziókat alkalmaz az üzem, melyek mosóvizei szerves anyag tartalmuknál, illetve egyéb szennyezők jelenléte miatt tisztítás nélkül nem bocsátható közvetlenül a közcsatornába. Naponta 2-3 m^3 előtisztítandó ipari szennyvíz képződik a vizes diszperzók tárolására használt 1 m^3-es IBC tartályok, illetve a 120 literes hordók mosásából.
A magas szennyezőanyag-tartalmú mosóvizek ártalmatlanítására irányuló beruházás a múlt évtized első felében valósult meg a Pureaqua Kft. kivitelezésével. Ez volt az országban az első olyan előtisztító, amely textilipari szennyvizek ártalmatlanítására alkalmas.

A TISZTÍTANDÓ NYERS SZENNYVÍZ JELLEMZŐI

A szövő- és felületkezelő gépekhez, a bevonó anyagként használt vegyszerek hordókban, illetve 1 m^3-es IBC tartályokban kerülnek kihordásra. Kiürülésük után a hordókat, tartályokat el kell mosni. A mosásból átlagosan napi 2-3 m^3 szennyvíz keletkezik, amely jellemzően a következő anyagokat tartalmazhatja:

- sztirol-akril kopolimer vizes diszperzióban
- sztirol-butadién kopolimer alapú vizes diszperzió
- disazo pigment propilén glikolban és vízben diszpergált

Az előtisztítandó nyers szennyvíz átlagos minősége:

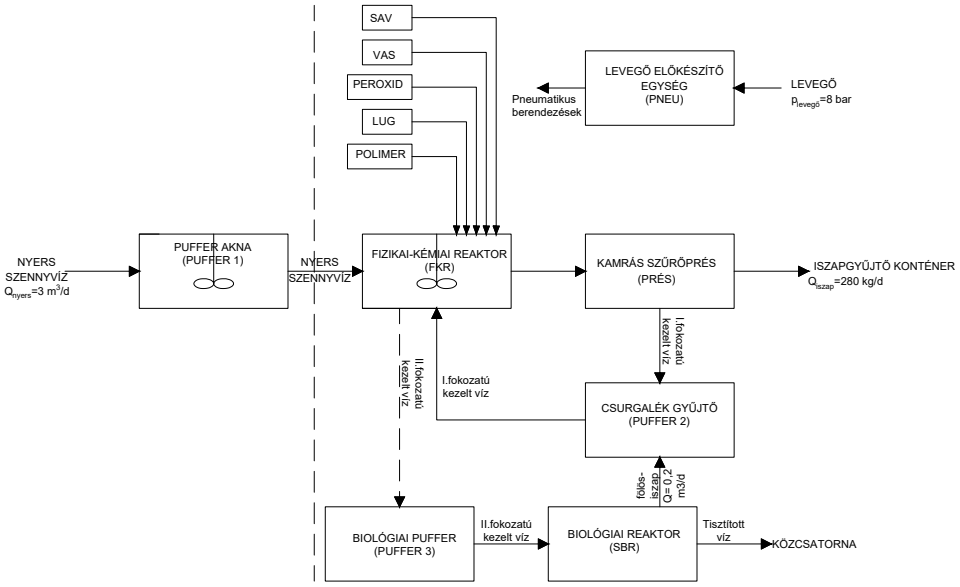
1. táblázat *- A nyers szennyvíz paraméterei*

KOI (mg/l)	BOI_5 (mg/l)	NH_4-N (mg/l)	TP (mg/l)	TSS (g/l)	TDS (mg/l)	pH
110 000	1300	110	100	100	1 500	7-8,5

Az 1. táblázatban látható rendkívül magas értékek a nagy szerves anyag tartalomnak köszönhetők (KOI, BOI_5), azonban a növényi tápanyagok (N- és P formák) is számottevők. A szennyvíz szárazanyag tartalma átlagosan 10 %, a kémhatás semleges és enyhén lúgos tartományban mozog, dinamikai viszkozitása (η) kisebb, mint 100 mPa-s. A bevonó anyagként használt diszperziók megszáradás után gumiszerű filmréteget képeznek. Ez a tulajdonsága a jelentősen hígabb mosóvizeire is jellemző, ezért kellő figyelmet kell fordítani a tartályok, valamint a csővezetékek tisztán tartására.

TECHNOLÓGIA BEMUTATÁSA

A nyers szennyvíz kezelése egy kétkörös, vegyszeres fizikai-kémiai kezelésből, majd azt követően biológiai tisztításból áll. A folyamatirányítást egy távleréssel programozható



1. ábra *- Technológiai blokkséma*

OMRON gyártmányú PLC végzi. A technológiai folyamatokat az 1. ábrán látható technológia blokkséma szemlélteti.

A nyers szennyvizet a kiegyenlítő aknából szintkapcsolókkal vezérelt szivattyú adja fel a 2. ábrán (jobbra) látható fizikai-kémiai reaktorra, melynek hasznos térfogata 3 m^3.

A fizikai-kémiai reaktorban két lépcsős automata üzemű kezelés zajlik. Az I. fokozatban először a feladott nyers szennyvíz pH beállítása történik. A reaktorba a pH folyamatos nyomonkövetéséről az online mérőszonda gondoskodik. A pneumatikus vezérlésű vegyszeradagoló pumpa pH=2 érték eléréséig koncentrált sósavat adagol a kezelendő szennyvízhez. Az adagolás folyamatos homogenizálás mellett történik, amelyet a fixen telepített keverő biztosít, valamint a képződő veszélyes gáz (sósavgőz) elszívásáról egy nagyteljesítményű ipari elszívó ventilátor gondoskodik. A pH beállítását következően a kicsapatáshoz

2. ábra *- Az SBR (balra) és az FKR (jobbra) reaktorok*

vas só ($FeCl_3$) adagolása történik az adagoló pumpa segítségével. A reaktorban kialakult erősen savas pH visszaállítására nátronlúg (NaOH) hozzáadagolásával a vezérlés visszaállítja a pH értéket 7-es értékig. A pH állítás következtében a hozzáadagolt fémsó csapadékot képez, amely a szűrőprésen leválasztható. A pH 7 érték elérését követően, a szennyvízben lévő oldott komponensek már csapadék formájában vannak jelen. Ezt az elegyet egy pneumatikus membránszivattyú a 3. ábrán látható iszapvíztelenítő présre adagolja a folyamatirányítás által vezérelt szelepen keresztül.

3. ábra *- A kamrás szűrőprés*

A kamrás szűrőprés segítségével az iszap és az iszapvíz elválasztásra kerül (fázisszeparáció). A két oldalon kerettel ellátott szűrőlapok sorban elhelyezkedve a préstartó rudazatán kamrákat képeznek. A szűrőlapok felületén (42 m^2) elhelyezett szűrővásznak a kamrák körül egy szűrő felületet alkotnak. Az iszap egy szivatytyú segítségével szabadon bejut a kamrákba, az azokat összekötő központi furaton keresztül. A szűrt víz a szűrővásznakon áthaladva az elvezetőfuratokon át távozik, miközben az iszap szilárd fázisa a kamrákban visszamarad. Az iszapbevezetési folyamat során, miután a kamrákban visszamaradó iszap szárazanyagtartalma a kívánt értéket elérte, a kamrák üríthetők, majd újra zárhatók és a folyamat ismét indítható. Az iszap szivattyúzása közben a kamrák áteresztőképessége egyre csökken, ahogy a visszamaradt iszap koncentrációja emelkedik. A leválasztott részecskék felületi szűrés esetén nem hatolnak a szűrőközeg belsejébe, hanem összefüggő réteget alkotnak a szűrőközeg felületén, ez a réteg a továbbiakban szintén szűrőként viselkedik (Fonyó, Fábry, 2004). Ez nyomásnövekedést eredményez a kamrákban, 6 bar elérésekor egy nyomáskapcsoló a szivattyút leállítja, majd az elfolyó víz következtében történő nyomásesés (kb. 4 bar) után újraindítja azt és ez a szakaszos szivattyúzás folyamatosan ismétlődik. A szivattyú járásának és állásának időtartam mértéke jelzi a kamrák feltöltődésének állapotát és a szűrési ciklus végét. A prés előtisztított szennyvize, más néven az iszapvíz egy 2,8 m3 hasznos térfogatú, szintkapcsolókkal ellátott puffer tartályban gyűlik össze, míg a víztelenített iszap a konténerbe gyűjthető. A leválasztott iszap szárazanyag tartalma 30-35 %, melyet havi rendszerességgel szállítanak el nem veszélyes hulladékként, 04 02 20 hulladékazonosító számon. Az iszap végül depóniába kerül.

A II. tisztítási fokozat a prést követő puffer (Puffer 2) tartályban gyűjtött, I. fokozat kezelt szennyvízének (iszapvíz) szivattyúval, a fizikai-kémiai reaktorra (FKR) történő feladásával kezdődik. A második kezelés egy Fenton-oxidációs kezelés.

A Fenton-oxidáció hidrogén-peroxid és vas(I-II)-iont tartalmazó vegyszer megfelelő adagolását jelenti. Az iszapok víztelenítésének elősegítésekor a reakciókban elsősorban az iszappelyheket összekapcsoló erősen hidrofil poliszacharid nyálka roncsolódik. Ezzel válik a kezelést követően lehetővé a víztelenítésnél a nagyobb szárazanyag tartalom elérése. A Fenton-oxidácóban vas(III)-ionok iniciálja, katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását. Eközben erősen reaktív hidroxilgyökök keletkeznek, melyek egy összetett reakciósorozatot indítanak el. (Koppenol, 1993)

A reakciósorozat indító és záró lépése az 1 - 2. egyenletben látható:

$$Fe^{3+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{2+} + HO_2\cdot + H^+ \qquad (1)$$

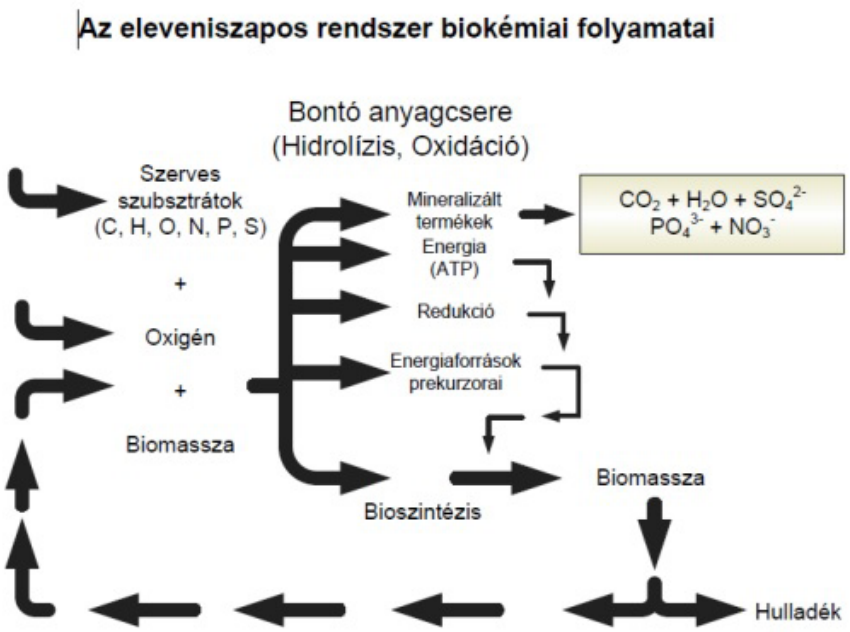
$$Fe^{2+} + H_2O_2 + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + HO\cdot + H_2O \qquad (2)$$

A reaktorban (FKR) feladott I. fokozatú szennyvíz pH-ját a folyamatirányítási rendszer koncentrált sósavval 3,5-re állítja be a vezérelt adagoló pumpa segítségével. A kezelés ezt követően $FeCl_3$, hidrogén-peroxid, majd pH=8-ig NaOH adagolásából áll. A fázisszeparáció ebben az esetben a fizikai-kémiai reaktorban ülepítéssel történik. A II. fokozatú kezelt víz dekantálást követően gravitációsan a folyamatirányítás által vezérelt szelepen keresztül egy 3 m^3 hasznos térfogatú, szintkapcsolókkal ellátott puffer (Puffer 3) tartályba jut. Ebben a fokozatban iszapprésre feladás nem történik, az iszap a reaktorban marad. A II. fokozat iszapjára kerül feladásra a nyers technológiai szennyvíz, ezt követően pedig indul az I. fokozat fizikai-kémiai kezelése.

A KEZELT SZENNYVÍZ BIOLÓGIAI TISZTÍTÁSA

A biológiai tisztítást a 2. ábrán (balra) látható szakaszos betáplálású, 3 m^3 hasznos térfogatú SBR (Sequencing Batch Reactor – szakaszos tápanyagbetáplálású szennyvíztisztító) végzi. A napi 2-3 m^3 kezelt szennyvizet a biológiai fokozat napi 3 db ciklusban tisztítja. A kezelt szennyvíz többek között szerves szennyezőket és ammóniát tartalmaz, ennek biológiai tisztítása levegőztetést igényel. A biológiai reaktorban lejátszódó biokémiai folyamatokat a 4. ábra írja le.

A tisztítási ciklus a II. fokozatú kezelt víz puffer (Puffer 3) tartályból a biológiai reaktorra történő feladással kezdődik. Már a feladás alatt megkezdődik a levegőztetés egy pneumatikus szelep automatikus megnyitásával (levegő mennyisége manuálisan beállítható). A tisztítás során a legfőbb feladat a még jelentős szervesanyag tartalom (KOI, BOI5) csökkentése. Mivel az elfolyó vízzel szemben támasztott határérték ammónium-nitrogénre 100 mg/l, ezért denitrifikációs folyamatok nem mennek végbe a biológiai kezelés során. A nitrifikáció folyamata az ammónium, nitráttá történő oxidálásig megy végbe, lépcsői a 3-4. egyenletben láthatók. A nitrifikáció olyan mikrobiológiai folyamat, mely a Nitrosomonas és Nitrobacter baktériumok által az ammóniumot nitritté, majd végül nitráttá alakítja. A folyamat lejátszódik a bioszférában, ahol a nitrifikáló baktériumok jelen vannak. (Ábrahám, 1998)



4. ábra –Az eleveniszapos rendszerben végbemenő folyamatok (Kárpáti, 2014)

$NH_4^+ + 1{,}5\ O_2 \rightarrow NO_{2-} + H_2O + 2\ H^+$ (Nitrosomonas) (3)

$NO_{2-} + 0{,}5\ O_2 \rightarrow NO_3$- (Nitrobacter) (4)

Kisebb iszaptartózkodási idő (SRT-Sludge Retention Time) esetében csak a szerves anyag lebontása megy végbe, nagyobb SRT esetén pedig lejátszódhatnak a nitrifikációs folyamatok is. A reaktor mérete miatt ebben a tartályban nincs telepítve keverő, a levegő lentről felfelé áramlása kellő keveredést biztosít. A megfelelő oxigén beoldást két darab, a reaktortér alján elhelyezett tányéros diffúzor biztosítja, mely 1-3 mm átmérőjű finom buborékokat képez. A tisztítási ciklus végén, az ülepítéses fázisszeparációt követően a tisztított vizet dekantálással veszi el a rendszer a reaktorból. Ahhoz, hogy a dekantálást a belógatott búvárszivattyú megkezdje, a kezelő személyzet jóváhagyása szükséges a PLC monitoron. Ezt a jóváhagyást elfolyó víz szemrevételezésének fontossága indokolja. A mintavevő csonkon keresztül kiengedett tisztított víz vizuálisan ellenőrizhető, hogy az ülepítés során kellően elvált-e egymástól a szilárd és a folyadék fázis. Amennyiben úgy véli a kezelő személyzet, hogy még időre van szükség az ülepedéshez, akkor késleltetheti a kitáplálást.

A biológiai reaktorban 400-500 ml/l iszapülepedést célszerű tartani ahhoz, hogy a tisztított szennyvízzel együtt eleveniszap ne kerüljön kibocsátásra. Amennyiben a kezelő észleli, hogy a tisztított szennyvízzel eleveniszap is elvételre került, azonnal ellenőrizni szükséges az iszapülepedést. A fölös iszap elvétel mennyisége állítható az iszaphozam függvényében.

FELTÁRT HIÁNYOSSÁGOK BEMUTATÁSA

Nyomóvezeték eldugulása

Ez az üzemeltetési probléma a nyers szennyvíz azon sajátosságából adódik, hogy szabad levegőn megszáradva filmréteget képez, ragadós, gumis anyaggá áll össze. Az összeragadt anyagok nagyobb kavics méretű darabokká alakulnak, amelyek dugulásokat okozhatnak, valamint kárt tehetnek a búvárszivattyúkban. Ezeknek az anyagoknak a rendszerbe kerülése kiküszöbölendő. Először a problémaforrást kellett megtalálni, mely a Puffer 1 tartályban összegyülekező nagyobb, megszáradt gumis anyagok képződése és bejutása volt a szivatytyúba, ezáltal a nyomóvezetékbe került, amiben általában az első szűkítési ponton okozott dugulást ez az anyag. Ilyen esetekben a kezelő személyzetnek szét kellett szerelnie a nyomóvezetéket és manuálisan el kellett hárítani az üzemzavart, mely hetente több alkalommal is előfordult.

5. ábra *–Szivattyúvédő szűrőház a Puffer 1 tartályban*

Megoldásként, az 5. ábrán látható, perforált lemezből kialakított szivattyúvédő szűrőház került beszerelésre, mely megakadályozza a nagyobb szilárd anyagoknak a rendszerbe jutását, kiküszöbölve így a dugulás lehetőségét.

A szűrőház beszerelésének eredményeként a dugulások teljesen megszűntek. Emiatt ezek a nagyobb méretű anyagok, melyek idáig a dugulásokat okozták, a Puffer 1 tartályban halmozódhatnak fel. Indokolt a tartályt félévenként leereszteni és tisztítani. A nyers szennyvíz sajátos tulajdonsága miatt a szűrőház perforációi viszonylag könnyen eltömődhetnek, ezt a kezelő személyzetnek minden műszak elején ellenőrizni kell. A szivattyúvédő szűrőház havonta egyszeri tisztítást igényel.

Kamrás szűrőprés préslapjainak állapota

A műtárgy nagy fizikai és kémiai hatásoknak van kitéve, mivel a pneumatikus membránszivattyú közel 5 bar nyomáson üzemel, valamint nem üzemszerű állapot esetén előfordulhat, hogy a víztelenítésre küldött iszap pH-ja egészen szélsőséges tartományban mozog. Ez főként akkor fordulhat elő, ha az FKR-ben elhelyezett pH-mérő elektróda eldugul és nem a valós

értéket mutatja. Ilyenkor előfordulhat, hogy a kívánt 7,5-8 tartomány helyett a pH értéke felkúszik akár 14-re is. A kamrás szűrőprésbe a 6. ábrán látható műanyag préslapból 26 db van betéve, melyek a hatévnyi üzemelés alatt elöregedtek, deformálódtak, az ábrán látható, hogy néhány préslapnál kisebb repedések, törések is előfordultak.

6. ábra *–Törött préslap*

Ez a prés nem megfelelő működését, illetve a préslapokat bevonó szűrő textíliák kiszakadását is okozhatja, ezáltal a présre feladott iszap egy része szűretlenül áthalad a műtárgyon. További negatív vonzata, hogy a tisztított vizet elvezető furatok és műanyag csapok eldugulását okozhatja. A deformálódott, repedt műanyag préslapok több szűrőtextília kiszakadását okozták és várhatóan további textíliák sérülése is bekövetkezett volna, a préslapok deformálódásának következtében.

Azért, hogy a prés megfelelően működjön megtörtént az összes préslapnak, valamint a kiszakadt, sérült szűrőtextíliáknak a cseréje, továbbá, indokolt volt az összes elvezető furat és a műanyag kifolyó csapok tisztítása, az eltömődött, eltört csapoknak pedig a cseréjük történt meg.

Az elvégzett munkálatok eredményeként biztosítottá vált a kamrás szűrőprés megfelelő működése. A 7. ábrán látható, hogy a présről elfolyó iszapvíz csapadékot, lebegő anyagot egyáltalán nem tartalmaz, a csurgalékvíz teljesen színtelen, áttetsző. Az iszap állaga és az iszapvíz minősége egyaránt jelentősen javult, ezáltal a biológiai fokozatra kisebb szervesanyag-terhelés jut, így a közcsatornába bocsátott víz minősége is jelentősen javulhat, amennyiben a következő bekezdésben feltárt problémákra javasolt megoldások, fejlesztések végrehajtásra kerülnek.

7. ábra *–Prés csurgalékvize a préslapok és a szűrőtextíliák cseréje után*

Biológiai reaktor (SBR) levegő-és tápanyagellátásának biztosítása

A szennyvíz feladás, levegőztetés, ülepítés és a tisztított víz elvétele az SBR reaktorban szakaszos üzemben valósul meg. Ennek következtében a mikroorganizmusok szaporodása alárendelt a reaktor periodikus környezetváltozásának. (Kárpáti , 1995).

A PLC jelenlegi beállítása szerint a 8 órás tisztítási ciklus lejárta után a kezelő személyzet manuális engedélyezése szükséges a kitáplálás megkezdéséhez. Ez egy utolsó ellenőrzési igény miatt lett beprogramozva, mert a berendezés a kezdeti időszakban nem működött teljesen megbízhatóan, a tisztított szennyvizet szükséges minden kitáplálás előtt vizuálisan ellenőrizni, hogy az tartalmaz-e eleveniszapot vagy egyéb lebegőanyagot. Ez azonban azt jelenti, hogy a lebontást végző aerob mikroorganizmusok még több időn keresztül nem jutnak oxigénhez, ugyanis nem indul újra a ciklus, nem kezdődik meg újból a feladás és a levegőztetés. Továbbá az a tény, hogy a kezelő személyzet nem folyamatos műszakban dolgozik, azt eredményezi, hogy szombat 14 órától hétfő 6 óráig minimum 34 órán keresztül nincs oxigén- és tápanyagbevitel a rendszerbe. Az aerob mikroorganizmusok néhány óra oxigén – és tápanyaghiányos időszak után kihalnak, kimosódnak a rendszerből (Metcalf, Eddy, 2003).

Az ismertetett állapot eredményeként jelenleg a reaktorban nem található eleveniszap, így ebben a fázisban további tisztítás nem történik. A mintavételi csonkon keresztül vett elfolyó víz átlagos paramétereit a 3. táblázat tartalmazza.

A fizikai-kémiai kezelésen átesett víz tisztítását végző aerob mikroorganizmusok által igényelt levegőmennyiség döntő hányada a szerves anyag biológiai átalakítására fordítódik. Ezt a részt a szennyvíz BOI_5 értékéből lehet kiszámítani (Kárpáti, 2014.)

Az ismertetetett hiányosságok megoldásai javaslataként a következő módosításokat, fejlesztéseket fogalmazom meg.

Ahhoz, hogy a mikroorganizmusok fennmaradáshoz szükséges oxigénmennyiséget biztosítani tudjuk, a folyamatirányító PLC rendszert kell módosítani, átprogramozni a következők szerint.

Az SBR végső ülepítési fázisa után, ha a kezelő személyzet nem engedélyezi a kitáplálást 30 percen belül, akkor a PLC jelet ad a pneumatikus levegőztető szelepnek, mely által a levegőztetés ismét elkezdődik. Ezáltal a mikroorganizmusok újból a létszükségű szabad oxigénhez jutnak. Az ismételt levegőztetés

KOI (mg/l)	BOI_5 (mg/l)	TN (mg/l)	TDS (mg/l)	pH
1200	250	110	6000	6,95

3. táblázat *– Az elfolyó víz főbb paraméterei biológiai tisztítás hiányában*

eredményeként az iszap és a víz fázis újból összekeveredik, ezért a következő kitáplálás előtt ismét szükséges kivárni az ülepítési időt, mely alatt a szilárd részecskék leülepednek a reaktortér alsó részébe.
Amennyiben hosszabb időszakon keresztül nem tud beavatkozni a kezelő személyzet, például egy több hetes leállás ideje alatt, akkor a levegőellátással párhuzamosan gondoskodni kell a megfelelő mennyiségű tápanyag biztosításáról is. A tápanyaghiány a mikroorganizmusok elpusztulását jelentené (Kárpáti, 2014). Ennek egyik gyakorlati megoldása lehetne, ha megszabott időközönként egy PLC által vezérelt szivattyú könnyen bontható szerves szubsztrátot (pl. metanol, etanol, ecetsav) adagol a reaktorba.
További problémát jelent a reaktortér nem megfelelő oxigénellátottsága. A reaktortér alján található tányéros diffúzorok részben eltömődtek. Indokoltnak tartom a levegőztető elemek cseréjét. A megfelelő oldott oxigén koncentráció (2,5 mg/l) elengedhetetlen a mikrobák szerves anyag lebontó és nitrifikációs folyamataihoz (Kárpáti, 2014).

Amennyiben a javasolt fejlesztések végrehajtása megtörténik, szükséges a biológiai reaktor eleveniszappal történő beoltása, mivel az előzőleg bemutatott állapot szerint a reaktorban nem található eleveniszap. Erre a legalkalmasabb a kommunális tisztítók utóülepítőjéből elvett eleveniszap, mely ideális esetben megfelelő összetételű lebontó szervezeteket tartalmaz. A beoltás után fontos, hogy az iszapnak legyen ideje pihenni, több órás levegőztetés ajánlott az első tápanyagfeladást megelőzően.

Az előzőekben javasolt változtatások megoldást jelentenének az eleveniszap kimosódására és az aerob mikroorganizmusok kihalására, ezáltal az elfolyó víz minősége jelentősen javulna, főként a szerves anyag (KOI, BOI_5) és az ammónium-nitrogén tartalom (NH_4-N) szempontjából. A késleltetett kitáplálások miatt azonban elképzelhető, hogy a kiegyenlítő medencék térfogata nem lenne elegendő, így azoknak a bővítése indokolttá válhat.

KÖVETKEZTETÉSEK, MEGOLDÁS

A vizsgamunkában feltárt hiányosságok jelentős része hatással van a kibocsátott víz minőségére. Ahhoz, hogy garantálni tudja a vállalat a határértékek betartását, a következő intézkedés került bevezetésre.
Az előtisztított ipari szennyvíz a kommunális szennyvízzel összekeveredve hagyja el a vállalat területét és ezután csatlakozik a közcsatornára.
A biológiai reaktorban az ülepítési fázis végeztével a kitáplálás engedélyezése kizárólag megszabott időpontokban engedélyezett. A gyárban körülbelül 180 fő dolgozik 8 órás műszakokban. A műszakok lejártakor a dolgozók zuhanyzásakor a legnagyobb a vállalat időszakos szennyvízkibocsátása. Az időszakos vízkibocsátást megvizsgáltam és átlagolva a több heti vízfogyasztási értékeket 30,71 liter/perc fogyási értéket kaptam, tehát átlagosan a vizsgált időszakban ezzel a vízfogyasztással számoltam. Az elhasznált víz jelentős mennyisége ebben az időszakban azonnal megjelenik szennyvíz oldalon, a következő képlet alapján becsülhető a mennyisége.

$Q_{szennyvíz} = Q_{víz} \bullet z$

$Q_{szennyvíz} = 30{,}71\ l/min \bullet 0{,}98 = 30{,}1\ l/min = 1806\ l/h = 1{,}806\ m^3/h = 0{,}00050167\ m^3/s$

Ahol,
$Q_{víz}$ – Az elhasznált víz mennyisége (m^3/s)
z – szennyvíz keletkezési ráta

Ahhoz, hogy számítható legyen a vállalat által kibocsátott szennyvíz minősége, ismerni kell az összekeveredő szennyvizek mennyiségi és minőségi jellemzőit egyaránt. A műszakok végén keletkező szennyvíz nagyon híg, viszonylag kevés a szennyező anyag tartalma, átlagos értékeit a 4. táblázat ismerteti.

Q (l/min)	KOI (mg/l)	BOI_5 (mg/l)	TN (mg/l)	TDS (mg/l)	pH
30,1	100	65	40	1500	7,1

4. táblázat *– A műszakok végén keletkező szennyvíz paraméterei*

Az SBR reaktorban a kitáplálást végző WILO TM 32/7 búvárszivattyú kapacitását köbözési módszerrel mértem meg. Több mérés elvégzése után, átlagolva az eredményeket, 81 liter/perc értéket kaptam.

Mivel az összekeveredő szennyvizek minőségi és mennyiségi tulajdonságaik is ismertek, meghatározható a kevert szennyvíz szennyezőanyag koncentrációjára (cszennyezőanyag) az alábbi keveredési egyenlet szerint:

$$C_{szennyezőanyag} = \frac{(Q_{kommunális} \bullet C_{kommunális}) + (Q_{ipari} \bullet C_{ipari})}{(Q_{kommunális} + Q_{ipari})}$$

Ahol:

- $Q_{kommunális}$ – kommunális szennyvízhozam (m^3/s)
- $C_{kommunális}$ – kommunális szennyvízben lévő szennyező anyag koncentrációja (kg/m^3)
- Q_{ipari} – ipari előtisztított szennyvízhozam (m^3/s)
- C_{ipari} – ipari szennyvízben lévő szennyező anyag koncentrációja (kg/m^3)

Az ipari előtisztított víz főbb paraméterei ismertek, bemutatásra kerültek a 3. táblázatban. Az összefüggés alapján a Tolnatext Bt. telephelyét elhagyó, kevert szennyvíz vizsgált minőségi paraméterei az 5. táblázatban láthatók.

	Q (l/min)	KOI (mg/l)	BOI_5 (mg/l)	TN (mg/l)	TDS (mg/l)	pH
Ipari előtisztított	117	1200	250	110	6000	6,95
Kommunális	30,1	100	65	40	1500	7,1
Kevert	**147,1**	**975**	**212**	**96**	**5079**	**7**
Határérték	-	1000	-	100 (NH_4-N)	2500	6,5-10

5. táblázat *– A kevert szennyvíz vizsgált paraméterei a közcsatornai csatlakozásnál*

Az 5. táblázatban található értékekből megállapítható, hogy a különböző minőségű szennyvizek keveredése után a piros színnel jelölt sótartalmat kivéve mindegyik vizsgált paraméter határértékek alá csökken. A sótartalomra vonatkozó határérték túllépése a fizikai-kémiai kezelés során adagolt vas(III)-kloridra vezethető vissza. Ezt a határértéket csak membránszűrő beépítésével, vagy bepárlással lehetne megvalósítani, de ennek óriási beruházási költsége miatt a realitása igen csekély. Megoldásként javaslom egyedi kibocsátási határérték bekérését a csatornamű üzemeltetőjétől a sótartalomra vonatkozóan.

A nitrogén-formák esetében a határérték ammónium-nitrogénre (NH_4-N) vonatkozik. A rendelkezésemre álló eszközökkel ezt a koncentrációt nem tudtam mérni, helyette az összes-nitrogén koncentrációt (TN) mértem, mely magába foglalja a szennyvízben előforduló összes nitrogénformát, mint a nitrit, nitrát, szerves nitrogén és ammónium-nitrogén.

Az 5. táblázatból leolvasható, hogy az összes nitrogén (TN) koncentrációja 96 mg/l, tehát az ammónium-nitrogén koncentrációja biztosan nem haladja meg a 100 mg/l határértéket.

ÖSSZEGZÉS

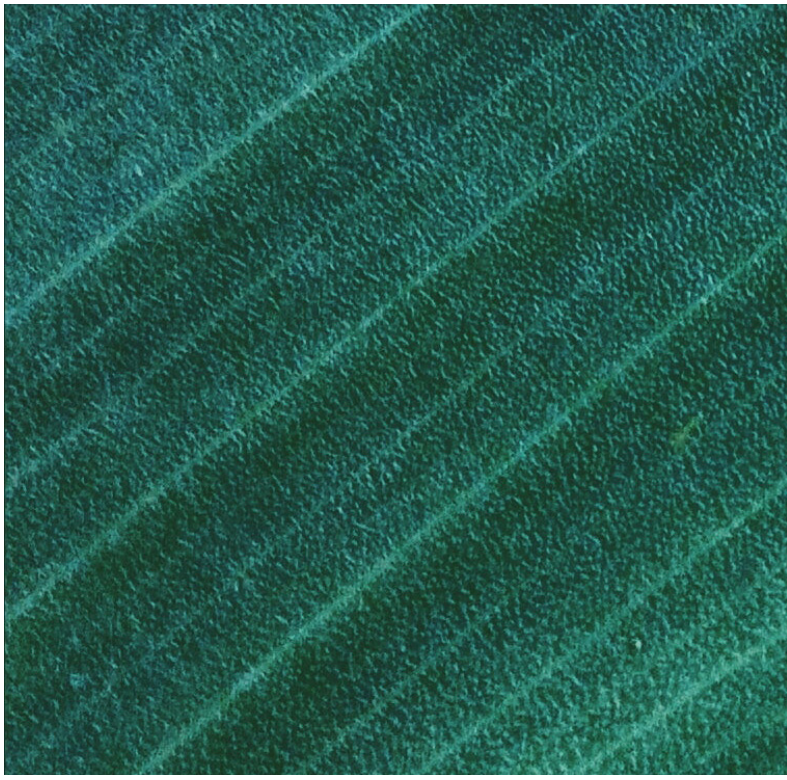
Az ipari előtisztítóval kapcsolatosan megfogalmazott fejlesztések végrehajtásával és a berendezés üzemszerű működésével, nagy biztonsággal garantálható, hogy a közcsatornába bocsátott víz minden esetben megfelel a határértékeknek. Az üzemeltetési problémák orvosolásával kisebb valószínűséggel fordulnak elő üzemzavarok, havária, melyek üzemeltetési gondokat és határérték átlépést okozhatnak.

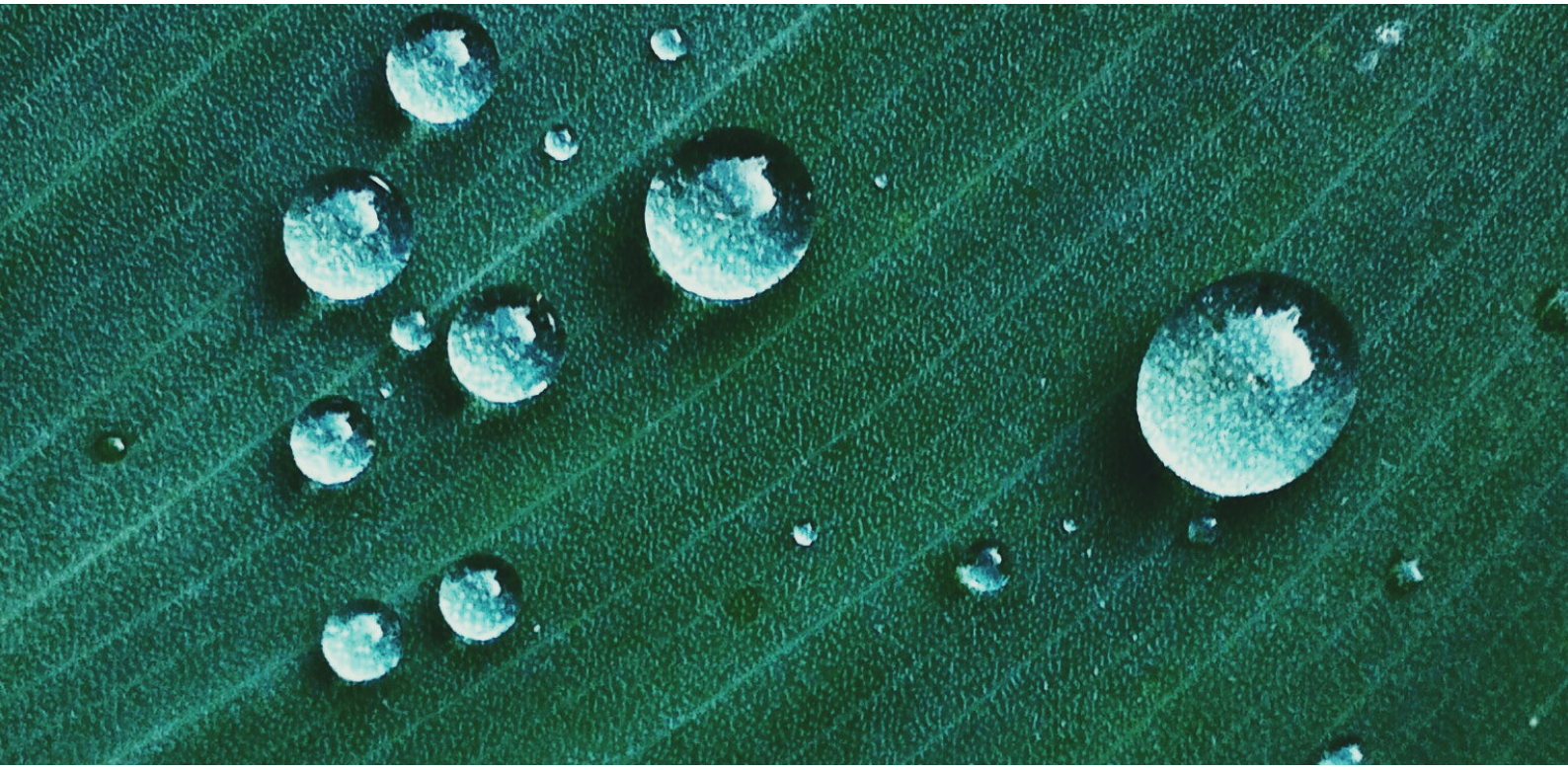
A feltárt problémákra, hiányosságokra javasolt megoldási módszerek viszonylag rövid idő alatt megvalósíthatók, nem igényelnek nagyobb szerkezeti átalakítást. A dolgozatban bemutatott, megvalósult fejlesztési munkák és a megfogalmazott javítási potenciálok együttes eredményeként az ipari szennyvíz előtisztító egy jól üzemeltethető, hatékonyan működő berendezés lehet.

A jövőben meg szeretném vizsgálni annak a lehetőségét, hogy a kamrás szűrőprésről leválasztott iszapot valamiféle módon lehet-e hasznosítani a mezőgazdaság területén. További tervem még a tisztított szennyvíz mikroszennyező anyag tartalmának a vizsgálata, különösképpen a mikroműanyagok tekintetében.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Ábrahám Ferenc - Szennyvíztechnológiai tervezés, 1998
Fonyó Zs., Fábry Gy. – Vegyipari művelettani ismeretek, 2004
Kárpáti Á., Fazekas B., Kovács Z., - Szennyvíztisztítás korszerű módszerei, 2014
Kárpáti Á., Szakaszos betáplálású eleveniszapos szennyvíztisztítás, 1995
Metcalf, Eddy – Wastewater Engineering, 4th Edition, 2003
W. H. Koppenol – The centennial of the Fenton reaction, 1993



SZERZŐ:

Bildhéber Bence 1995-ben született, 2014-ben érettségizett Pakson az Energetikai Szakközépiskolában és ugyanitt szerezte meg 2015-ben a Környezetvédelmi technikus-Nukleáris energetikus képesítést. A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Karán 2020. januárban szerezte meg környezetmérnöki alapszakos diplomáját Víztisztítás – szennyvíztisztítás szakirányon. 2016 óta lakhelyén, Tolnán található Tolnatext Bt. munkatársa, amely egy műszakiszövet gyártó cég. Jelenleg üzemvezetői beosztásban dolgozik, feladatai közé tartozik az üzem területén található ipari szennyvíz előtisztító üzemeltetése, ami a szakdolgozata témájaként is szolgált. A kisberendezés textilipari szennyvizek ártalmatlanítására alkalmas. Vizsgamunkájában prezentálja az általa koordinált fejlesztéseket és beszámol ennek eredményiről, valamint további optimalizálási javaslatokat fogalmaz meg. A decentralizált szennyvíztisztítást az egyik legfontosabb hazai megoldandó feladatnak tartja. Életében nagy szerepet tölt be a labdarúgás, a horgászat és a természetjárás.