VÍZTELENÍTŐ CENTRIFUGÁK POLIELEKTROLIT FOGYASZTÁSÁNAK OPTIMALIZÁCIÓJA AZ ÉSZAK-PESTI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN

KISS KATALIN,
MB. ÜZEMELTETÉSI CSOPORTVEZETŐ, FCSMZRT.
KASSAI ZSÓFIA,
MB. OSZTÁLYVEZETŐ, FCSMZRT.

Rövid kivonat: *Az 1.333.333 lakosegyenértékű Észak-pest Szennyvíztisztító Telepen a rothasztott iszap víztelenítését két, sűrítőből átalakított, víztelenítő centrifuga végzi. A polielektrolit fogyasztás optimalizációja szükségessé vált (i) az alacsonyabb mennyiségű koaguláns dózis elérése, és (ii) a víztelenített iszap mennyiségének csökkentése érdekében. A tanulmány két módszert mutat be az említett célok elérésére:polimer adagolás csökkentése a polimer beoldás hatékonyságának fejlesztésével, illetve a rothasztott iszap valós idejű szárazanyag-tartalom mérésével történő polimer dózis szabályozásával. A bemutatott módszerek üzemeltetőknek, szakértőknek egyaránt segítséget nyújthatnak a víztelenítési folyamat fejlesztésében és az üzemeltetési költségek csökkentésében, ahol a víztelenítés centrifugákkal történik.*

Kulcsszavak: *polimer fogyasztás optimalizáció, szárazanyag-tartalom, víztelenítő centrifuga*

1. BEVEZETÉS

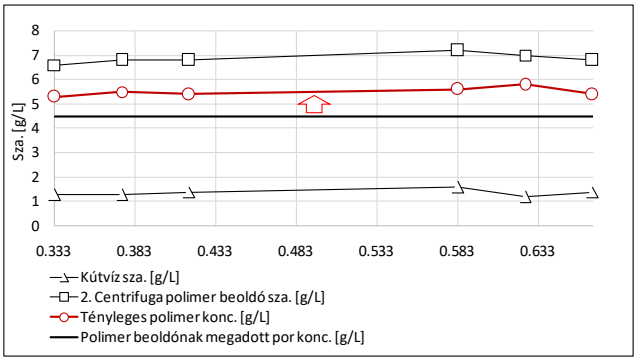
A kommunális szennyvíztisztító telepek iszapkezelésénél általános cél a víztelenítés során felhasznált koaguláló szer (pl. polielektrolit) mennyiségének és a kiszállított víztelenített iszap tömegének csökkentése. Mindkét célnak vannak környezeti és anyagi vonatkozásai is: vegyszer és víztelenített iszap szállítási igénye (üzemanyag, környezetszennyezés), vegyszer mennyiség, berendezés által felvett teljesítmény (vegyszer beoldó, víztelenítő berendezés) és a vegyszer beoldás vízigénye. Az üzemeltetőknek sokszor kell egyensúlyozni a „számok" között a környezetvédelmi szempontok figyelembevételével együtt.

A tanulmány példát mutat be arra, hogyan érhető el (i) az optimalizált polielektrolit fogyasztás és egyidejűleg a (ii) víztelenített iszap mennyiségének csökkentése.
Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen (ÉP SZVTT) a rothasztott iszap víztelenítését főként 2 db centrifuga végzi. Ezek a víztelenítő berendezések eredetileg sűrítő centrifugák voltak, ezért víztelenítési hatékonyságuk növelése szükséges volt. Jelen cikkben bemutatott tapasztalataink egyaránt hasznosak lehetnek üzemeltetőknek, szakértőknek és tervezőknek a víztelenítési folyamatok fejlesztése és az üzemeltetési költségek minimalizálása tekintetében.

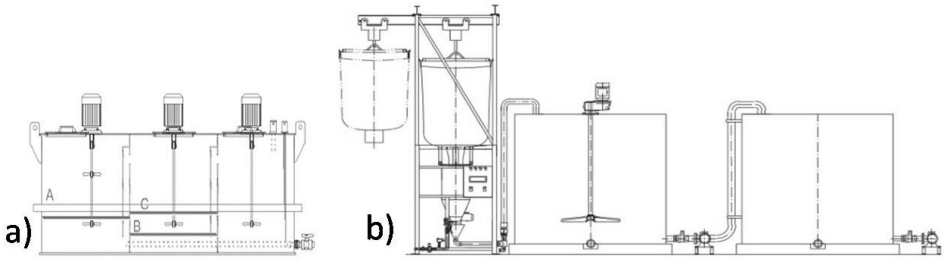
2. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

ÉP SZVTT víztelenítő centrifugái eredetileg Guinard típusú sűrítő centrifugák voltak, 60 m3/h-ás, egyenkénti kapacitással. Az AndritzAG2014-ben végzett átalakítását követően víztelenítő centrifugákként 2015-ben újra beüzemelésre kerültek. Azonban mivel eredetifunkciójuk a kevertiszap sűrítése volt, a berendezés hossza és átmérője nem optimális a víztelenítési hatékonyság növeléséhez. Az átalakítás után a centrifugák egyenkénti kapacitása 35 m^3/h lett. Az iszapfeladó szivatytyúk és a centrifugák védelmét egy aprítógép szolgálja. Ez a berendezés biztosítja a centrifugákra feladott iszap homogenitását.
A víztelenítő rendszer 2 db, egyenként 4000 L térfogatú polielektrolit oldat előállító állomással egészült ki, melyek bekeverési kapacitása 4000 L/h. Ezek folyamatos átfolyású rendszerként üzemelnek, így a hidraulikus tartózkodási idő (HRT) a beoldó tartályban alacsony. A kis térfogat miatt a centrifugák beüzemelése 5 g/L oldat koncentrációval indult. A polimer oldat 2 db szivattyú segítségéveljut el a centrifugákhoz, melyekjelenleg maximálisan 3-4 m^3/h hozamot tudnak biztosítani.
Az üzemelési költségek csökkentése érdekében a polimer oldat előállítása ipari vízzel (partiszűrési kútból) történik. Mérésekkel megállapíthatóvá válta centrifugákhoz telepített, folyamatos átfolyású polielektrolit beoldó rendszer hatékonysága. A polimer oldat és a kútvíz mintázásával és a szárazanyag-tartalom (sza. tartalom) méréséből az előállított oldat valós koncentrációja kiszámítható(1. ábra). Az így megállapított koncentrációazonban magasabb volt, mint a beoldó programjába betáplált koncentráció, továbbá a mért oldatkoncentrációk enyhe váltakozást is mutattak. A centrifugák telepítését megelőzően az iszapvíztelenítés főként két membrán préssel történt. A prések használatakor a rothasztott iszap kondicionálása a) mésszel és $FeCl_3$-dal vagy b) polielektrolittal és $FeCl_3$-dal történt. A centrifugák beüzemelését követően a prések már csak mésztej és $FeCl_3$ kondicionálással víztelenítettek, így azok polimer beoldó rendszere (2 egység szakaszos üzemű beoldó) felszabadult. Számos korábbi mérés azt mutatta, hogya szakaszos üzemű beoldó megfelelő pontosságú oldatkoncentrációt állít elő.

A továbbiakban a két centrifugán külön-külön alkalmazott két különböző módszert mutatjuk be, és ismertetjük a gyakorlati tapasztalatokat .



1. ábra: *A kért, beállított és a tényleges, mért polimer koncentráció a folyamatos átfolyású beoldó rendszerben*



2. ábra: *Polielektrolit beoldó rendszer sematikus ábrája: a) Folyamatos üzemű [1], b) Szakaszos üzemű [2]*

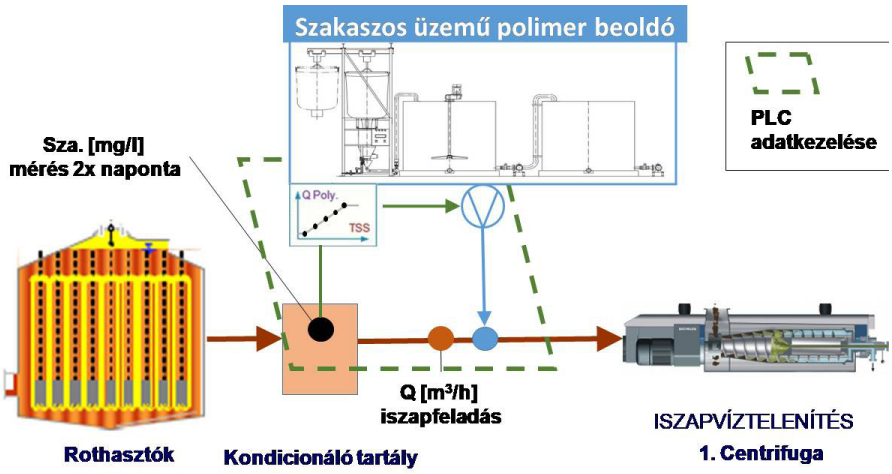
2.1. A polielektrolit oldat minőségének javítása az 1. Centrifugánál

A szakaszos üzemű beoldó állomás (2. b) ábra) teljes térfogata 11 m^3, így hígabb oldat készíthető, valamint az érlelési idő növelhető. Először az 1. Centrifugával álltunk át erre a beoldó típusra (3. ábra), így lehetőségünk nyílt megvizsgálni, hogy a hígabb, jobban érlelt oldat milyen hatással van a centrifuga működésére, a fajlagos vegyszerfelhasználásra és a víztelenített iszap szárazanyag-tartalmára.
A szakaszos üzemű polimer beoldó két-két 5,5 m^3 tartály térfogattal rendelkezik (egy az oldat előkészítéshez, egy a bekevert oldat tároláshoz). Nagyobb térfogatának köszönhetően ez a beoldó állomás lehetővé tette a polielektrolit oldat koncentrációjának csökkentését. A 2. ábra a folyamatos és szakaszos üzemű polimer beoldó állomás sémáját mutatja. A folyamatos üzemű rendszer (2. a) ábra) három tartályból áll, melyek össztérfogata 4m^3. Feladatuk:

- Első tartály: a polielektrolit por beoldása és előkészítése,
- Második tartály: a polielektrolit oldat készítése,
- Harmadik tartály: a kész oldat tárolására szolgál, innen történik apolimer szivattyúk táplálása.

2.2. Valós idejű mérés és vezérlés a 2. Centrifugánál

A centrifugák üzemének vezérlését a SCADA rendszer látja el. A pontos polimer dózis meghatározásához a víztelenített iszap sza. tartalmának



3. ábra: Az iszap víztelenítést vezérlő PLC elvi sémája az 1. Centrifugánál

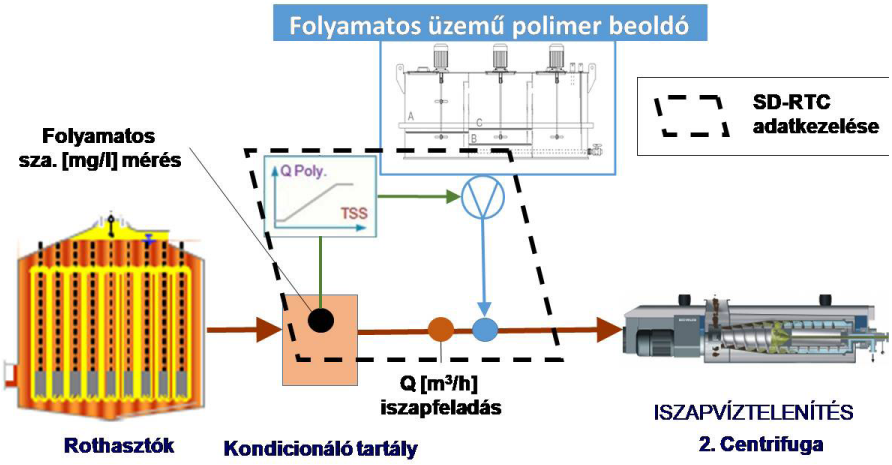
mérése a helyszínen naponta kétszer egy elektronikus szárazanyag-mérő műszer segítségével történik. Amennyiben a mért sza. tartalom ±10%-kaleltér az előző méréstől, az üzemeltető a SCADA rendszerben felülírja az ott szereplő értéket. Ha a különbség kisebb, mint 10%, akkor nincs változtatás. A rendszer a szükséges vegyszermennyiséget az igényelt oldatkoncentrációból, a fajlagos polimer adagolásból [kgpoli/tiszap,sza.], valamint a rothasztott iszap mennyiségéből és sza. tartalmából határozza meg. A 2-es centrifugánál került telepítésre aziszap víztelenítést valós időben vezérlő modul [3], ami a napi kétszeri méréssel ellentétbenfolyamatosan szabályozza az adagolandó polimer oldat mennyiségét. A valós idejű vezérlés optimalizálja és stabillá teszi a víztelenített iszap sza. tartalmát, ezáltal a víztelenített iszap mennyisége csökkenthető, mellyel együtt csökken az elszállítás, elhelyezés költsége is. A modul alapvető feltétele a rothasztott iszap sza. tartalmának mérése. A vezérlő egy, a rothasztott iszapot tartalmazó kondicionált iszap tartályba telepített zavarosságmérő műszer [4] által mért értékre reagál, mely a sza. tartalmat méri időben finom felbontásban (3s) (4. ábra). Az ÉP SZVTT-en ez a vezérlés ún. visszacsatolás nélkül üzemel, mivel a csurgalékvízsza. tartalmánakfolyamatos mérése a helyszíni adottságok miatt nem megvalósítható.

3. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

3.1. Az 1. és 2. Centrifugánál tett fejlesztések eredményei 2017-2018 években

A szakaszos üzemű polimer beoldó állomás 2017.12.19-én kezdte meg működését az 1. Centrifugánál. Használatával nagyobb térfogat állt rendelkezésre az oldat tárolására, az oldat koncentráció így 3 g/L-re csökkent, az érlelési idő pedig maximum 75 perc lehet (30 m^3/h iszapterheléssel, 4%-ossza. tartalommal, valamint 11 [kgpoli/tiszap,sza.] fajlagos polimer igénnyel számítva), de 35 perces időtartamra állítottuk be.

A hígabb oldatnak köszönhetően a fajlagos polimer fogyasztást 11,5 kg/t-ról 10,0 kg/t-ra lehetett csökkenteni anélkül, hogy a víztelenített iszap sza. tartalma romlott volna (1. táblázat). Azonban a rendszer gyenge pontjának a polimeradagoló szivattyúk kapacitása



4. ábra: iszap víztelenítést valós időben vezérlő modul elvi sémája a 2. Centrifugánál

bizonyult. Az 1. táblázat bemutatja, hogy 30 m^3/h iszapterheléssel (~3,5% sza.) a centrifugák 3,5 m^3/h polimer oldat mennyiséggel üzemeltek, mely a maximális kapacitása az adagoló szivattyúknak. Tehát a biztonságos üzemelés érdekében a feladottiszapterhelést 25 m^3/h-racsökkentettükaz 1. Centrifuga esetében.

Ezzel a módszerrel a polimer fogyasztás mennyisége és az üzemeltetési költség csökkent (2. táblázat). A 2. táblázat jelentős megtakarításokat mutat be: a havi polimer fogyasztás közel 1000 kg-mal csökken egy centrifugára vonatkoztatva, folyamatos 3,5%-os rothasztott iszap sza. tartalmat feltételezve.

A valós idejű vezérlő modul által vezérelt 2. centrifugánál a zavarosságmérő műszerrel történő finom felbontású sza. tartalom mérása korábbi eredményekhez képest sokkal pontosabb polimer adagolást eredményezett (5. ábra).A rendszer rugalmasan alkalmazkodik a feladott iszap sza. tartalom változásához, ezért a polimer felhasználás csökkentése mellett az üzemzavarok száma is csökkenthető.

A vizsgált időszakban a fajlagos polimer fogyasztás mindkét centrifugánál csökkent a külön-külön alkalmazott módszerekkel (5. ábra). A tanulmányban a víztelenítés teljes költségének meghatározásakora koaguláns (polimer) fogyasztását és a víztelenített iszap elhelyezését vettük figyelembe. Habár összességében a centrifugákra feladott iszap mennyisége növekedett, a fajlagos költség a teljes víztelenítésre feladott iszap mennyiségre vonatkoztatva csökkent 2017-ről 2018-ra a két centrifugát összegezve (7. ábra).Ezáltal megerősítést nyert, hogy az alkalmazott módszerek jó irányt mutatnak.

3.2. 2019. 1-4. hónapjának eredményei

Az 1. Centrifugán szerzett pozitív tapasztalatoknak köszönhetően 2019 elejétől 2. Centrifugaesetében is átálltunk a szakaszos üzemű polimer beoldóra. Ebben az időszakban a valós idejű vezérlés nem üzemelt, hogy az új rendszer stabil üzemeltetési feltételekhez

1. táblázat: *Üzemelési paraméterek és eredmények az 1. Centrifugánál*

Polimer beoldó típusa	Oldat koncent-ráció[g/L]	Iszap fel-adás[m³/h]	Iszap sza. [%]	Polimer adagolás [m³/h]	Fajlagos polimer [kgpoli/ti-szapsza.]	Víztelení-tett iszap sza. [%]
Folyamatos üzemű	5,0	30	3,43*	2,37	11,5	23,8*
Szakaszos üzemű	3,0	30	3,56**	3,56	10,0	23,5**

**: 2017. évi átlag értékek*

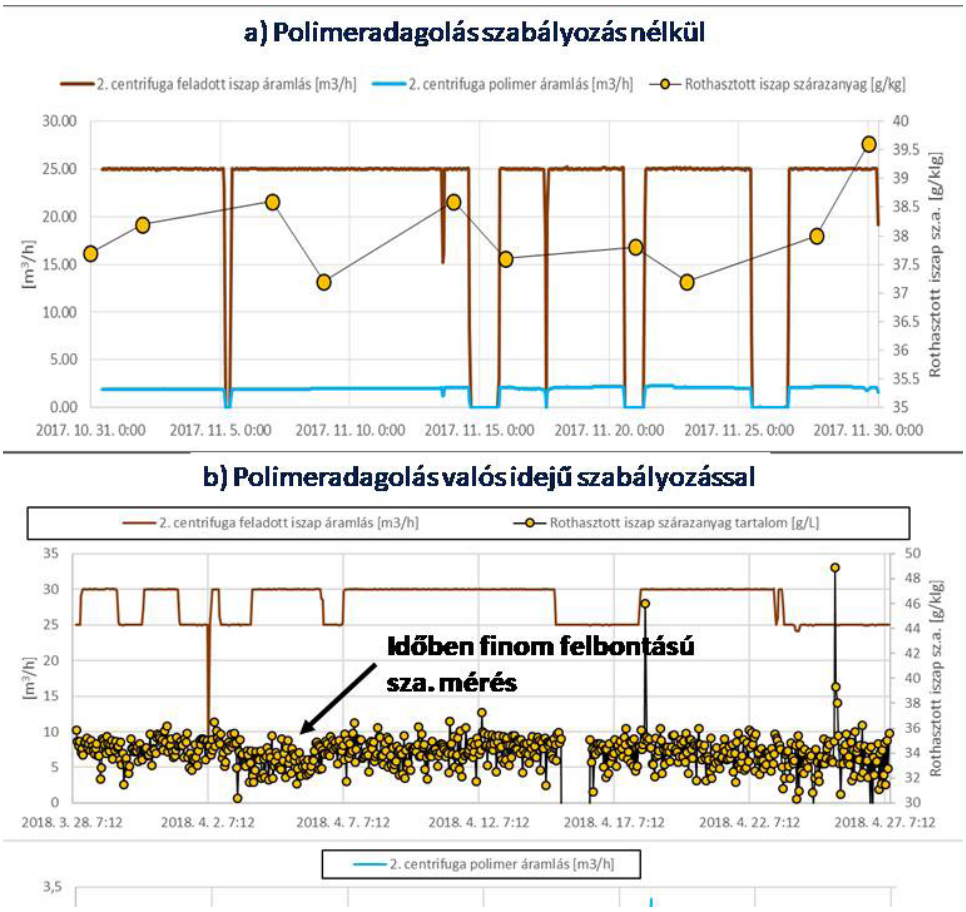
***: 2018. évi átlag értékek*

2. táblázat: *Polimer fogyasztás csökkentése*

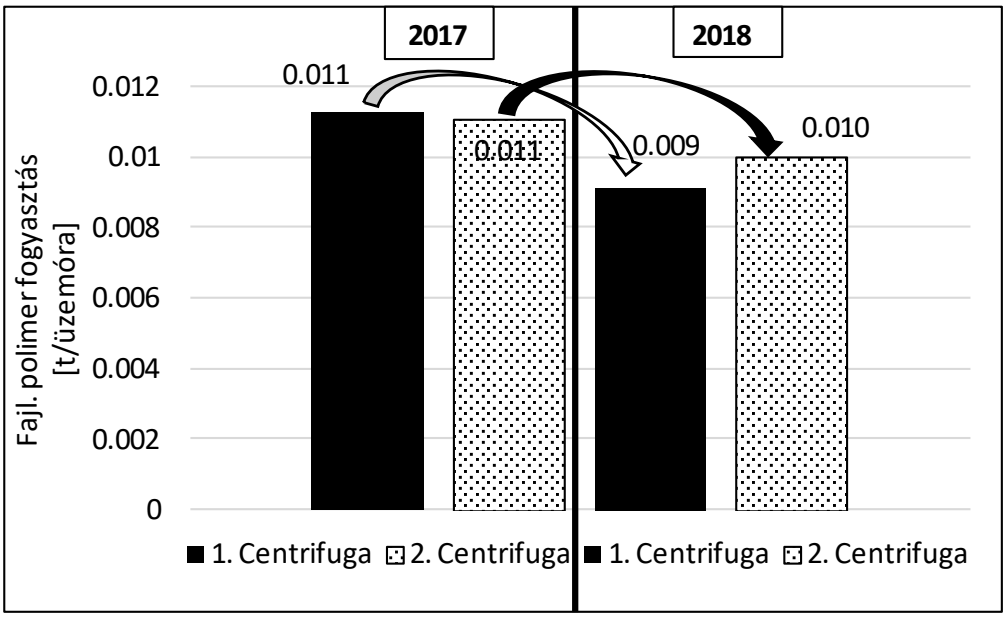
Fajlagos polimer [kgpoli/tiszapsza.]	Iszapterhelés [m³/h]	Iszapterhelés* [t/h]	Polimer fogyasz-tott** [kg/hónap]
11,5	25	0,88	7245
10,0	25	0,88	6300
Különbség			945

**: 3,5%-os iszap sza. tartalommal kalkulálva*

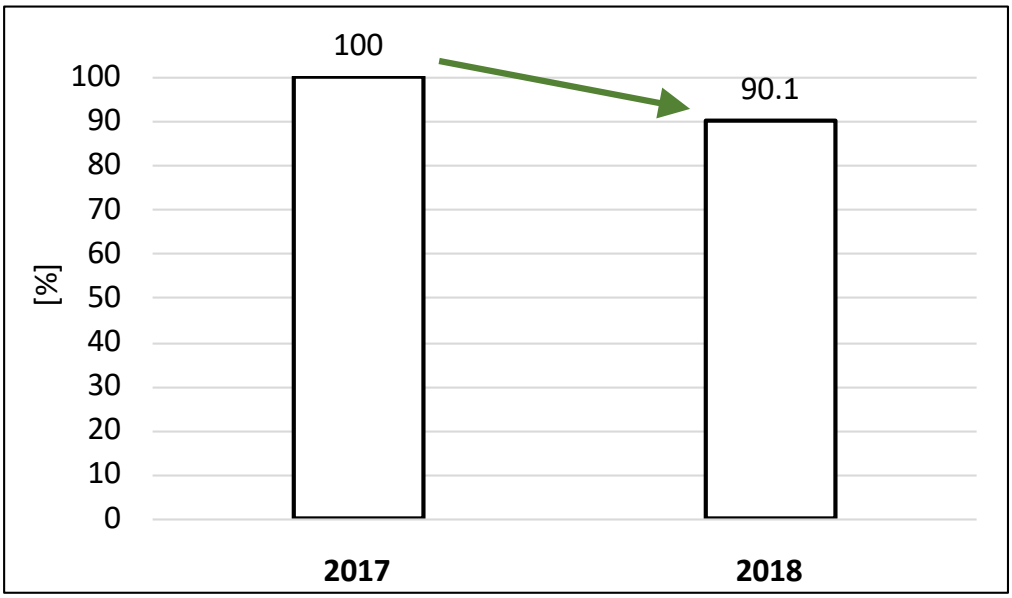
***: 24 h/d és 30d/hónap üzemidővel kalkulálva*



5. ábra: a) Polimeradagolás szabályozás nélkül, b) Polimeradagolás valós idejű szabályozással és finom felbontású sza. tartalom méréssel



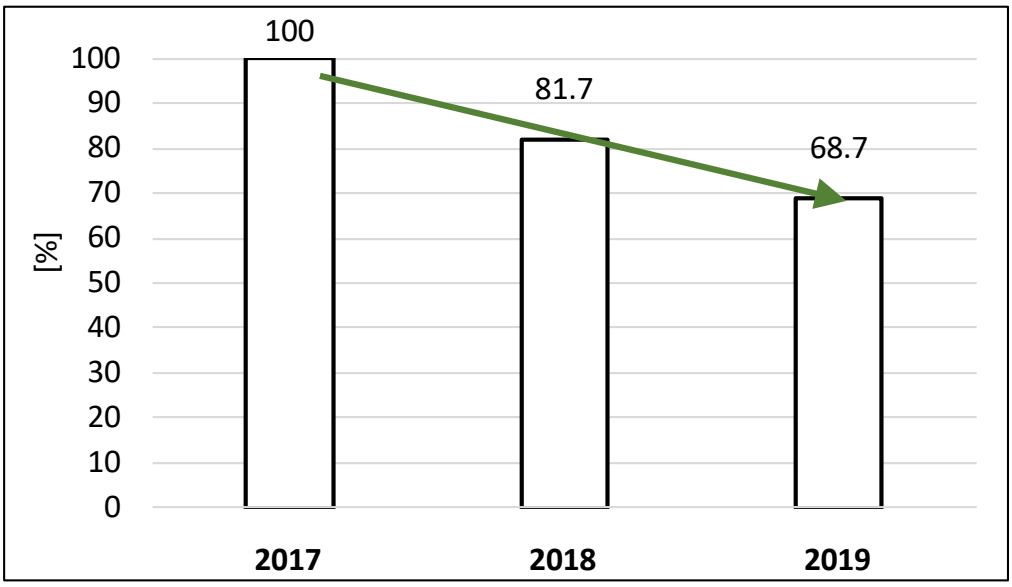
6. ábra: Fajlagos polielektrolit fogyasztás csökkenése (t/üzemelési óra) a centrifugáknál



7. ábra: *A víztelenítés fajlagos költsége a két centrifugánál 2017-ben és 2018-ban*

alkalmazkodjon, de 2019. április 1-től a valós idejű vezérlés újraindult. Ekkortól az 1. Centrifuga esetében a szakaszos üzemű beoldóval, a 2. Centrifuga esetében pedig a szakaszos üzemű beoldóval és a valós idejű vezérléssel együtt üzemeltünk.

A víztelenítés fajlagos költségei (a teljes, centrifugákra feladott sza. tartalommal számolva) egyértelműen csökkentek 2017-ről 2019-re az 1-4. hónapban (8. ábra). Ezzel további-megerősítést nyert az alkalmazott módszer megfelelősége.



8. ábra: *A víztelenítés fajlagos költsége a 2017, 2018, 2019 év 1-4. hónapjaibana centrifugákra vonatkozóan*

4. ÖSSZEGZÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Az ÉP SZVTT víztelenítő centrifugái átalakított sűrítő centrifugák, melyek hatásfokának javítása szükségessé vált. A tanulmány két módszert mutatott be, melyekkel külön-külön, illetve együttes alkalmazásukkal (i) sikerült optimalizálni a polilektrolit felhasználást és (ii) csökkenteni a víztelenített iszap mennyiségét az ÉP SZVTT-én adott körülmények között.

A centrifugával történő víztelenítés főbb üzemeltetési költségeinek optimalizálására az alábbi módszereket alkalmaztuk:

- polielektrolit oldat minőségének javítása, és
- időben finom felbontású sza. tartalom mérés a rothasztott iszapból (a centrifugákra való feladása előtt), és az üzemeltetés valós-idejű vezérlése.

A kedvező tapasztalatok birtokában további feladat a valós-idejű vezérlés kiterjesztése az ÉP SZVTT-en üzemelő másik (1-es) centrifugára is, továbbá a meglévő polimer szivattyúk cseréje nagyobb kapacitásúra, hogy polimer oldatot nagyobb hozammal tudja adagolni. Ezzel az oldat koncentráció tovább csökkenthető 3 g/L-ről 2-2,5 g/L-re a fajlagos polimer fogyasztás alsó küszöbének elérése érdekében.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők ezúton fejezik ki köszönetüket az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep valamennyi munkatársának a projekt létrejöttében való közreműködésért, továbbá a folyamatos lelkes munkát, odafigyelést.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] ProMinent, 2019. Szerelési és üzemeltetési utasítások, ProMinentUltromatULFaFolyamatos üzemű rendszer
[2] ProMinent Group, 2019. PolyRex – TOMAL Polimer beoldó egység
[3] Hach-Lange, 2018. SD-RTC prospektus
[4] Hach-Lange, 2018. Solitaxscprospektus és kézi könyv

SZERZŐK:

Kiss Katalin építőmérnöki (BSc) diplomáját 2009-ben szerezte meg a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karon (SZIE YMÉK), szintén ebben az évben a Miskolcon rendezett Országos Tudományos Diákköri Konferencián Asztalos Tamás társszerzővel közös dolgozata 1. helyet ért el. 2011-ben ok. infrastruktúra-építőmérnökként (MSc) végzett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Építőmérnöki Karán. Hallgató korától tagja a MaSzeSz-nek és az Magyar Hidrológiai Társaságnak (MHT). BSc ill. MSc tanulmányai alatt tanszéki demonstrátorként, majd tanszéki mérnökként tevékenykedett a SZIE YMÉK Közmű- és Mélyépítési Tanszékén. 2012-ben felvételt nyert a BME Vásárhelyi Pál Építőmérnöki és Földtudományi Doktori Iskolába levelező doktoranduszként. Kutatási tevékenysége az előülepítő medencék áramlástani és leválasztási folyamatinak, valamint az anoxikus medencék hidraulikai vizsgálataira terjed ki. 2010-ben és 2012-ben titkárként segítette a MaSzeSz munkáját. Ezzel párhuzamosan 2012-2015-ig a SZIE YMÉK Építőmérnöki Intézetében tanársegéd, majd 2013-2015-től a Hidraulika és Vízkémia Laboratórium vezetője volt. 2011-től tagja a Magyar Mérnöki Kamarának, 2013-tól VZ-TEL, VZ-TER, VZ-VKG tervezői jogosultságokkal rendelkezik.2015-től már a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. (FCSM Zrt.) Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepén technológus mérnök és árvízvédelmi szakasz védelemvezető-helyettes. A szennyvíztisztító telepen végzett munkáján kívül külföldi technológiai-szakértési feladatokat is ellát. 2019-ben kutatási tevékenysége alatt közölt publikációját az MHT Vitális Sándor Szakirodalmi Nívódíjban részesítette.2020-tól az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep megbízott üzemeltetési csoportvezetője.

Kassai Zsófia: Építőmérnöki oklevelét 2009-ben szerezte Infrastruktúra szakirányon a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán. 2009-ben a Miskolcon rendezett Országos Tudományos Diákköri Konferencián Horváth Adrienn társszerzővel közös dolgozata 3. helyet ért el. 2009 decemberétől a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepén technológus mérnök, mellette 2013-tól árvízi szakaszvédelemvezető-helyettes. 2014. november 1-től az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep üzemeltetési csoportjának vezetését látja el. 2014-ben a MASZESZ Junior Szimpóziumon „Biológiai nitrogén- és foszfor-eltávolítás az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen" című előadásával I. díjat nyert. 2014 novemberétől a Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) Csatornázási és Szennyvíztisztítási szakosztályának titkára. Munkája mellett számos hazai és külföldi konferencián vett részt. 2019-ben a MHT Pro Aqua emlékéremmel tüntette ki. 2020. július 1-től az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep megbízott telepvezetője.