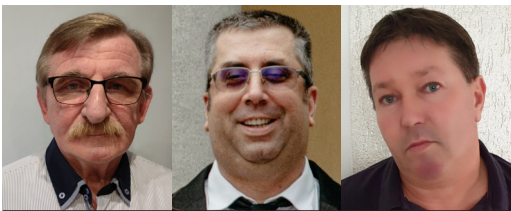


Technológiai szűk keresztmetszetek leküzdése és az áramszámla csökkentése vízhőmérséklet-alapon irányított iszapvonallal



**ISZKEITZ
ANDRÁS**

BWA Lab Kft.

**SOMOGYI
TAMÁS**

DAKÖV Dabasi
és Környéke
Vízügyi Kft.

**VIDRA
PÉTER**

Ferrum-Inox
Aqua-Build
Kft.

andras.iszkeitz@bwalab.com,
somogyi.tamas@dakov.hu
csipevi@t-online.hu

KIVONAT A szennyvíztisztító telep jó működésének fogalmát is átalakítja a költségsökkentési kényszer. Egy bizonytalan környezetbe bizonyosságot a számok és az adatok hozhatnak. A nyertes pályázatok kifizetése egyre inkább eredményalapúvá válik. A megbízható, aktuális és releváns információ hozzáadott értéke egyre nagyobb hozzáadott értékkel bír a napi üzemeltetés és a felső vezetői tervezés döntéshozatala során is. Mindeközben nem szabad elfelejteni, hogy a szennyvíztisztítás egy biológiai folyamat, mely a saját törvényszerűségeit követi. Bonyolult és összetett világnak tűnik rengeteg fizikával és kémiával, azonban a smart technológiák itt is a segítségünkre lehetnek az aktuális és jelentős erőforrásokat felemészítő kihívások megoldásához.

KULCSSZAVAK telepi iszapmenedzsment, szennyvíztisztító telep, energiafelhasználás, pályázati fejlesztés, erőforrás tervezés, erőforrás felhasználás, vezetői döntéshozatal, pályázati eredmények dokumentálása, hidraulikai túlterhelés, Pest-megye, eleven iszap, pehelyszerkezet, oxigénhasznosítás, iszapterhelés, iszapkor, szén-dioxid kibocsátás

Míg néhány éve ha egy szennyvíztisztító telepre a hatóság nem szabott ki bírságot, akkor azt mondhattuk, hogy jól működik, mára a jó működés fogalma átalakulóban van. A költségsökkentési kényszer miatt, valamint azért, mert egyszerűen csak 2021-et írunk, olyan elvárások merülnek fel egyre inkább, mint

- előre számolható mennyiségű és minőségű víztelenített iszap előállítása és elszállítása;
- tervezhető mennyiségű, magas hozzáadott értéket teremtő emberi erőforrás felhasználása;
- a terhelés alapján indokoltnál nem magasabb áramigény;
- a szennyvíztisztító telep szolgáljon a víziközmű-szolgáltatási területen kívül eső, adóbevételt és munkahelyeket teremtő beruházások kiindulási pontjával.

Technológiai szempontból a tisztítás akkor lehet sikeres, ha a fázisszétválasztás, azaz a tisztított víz leválasztása az eleveniszaptól a szükséges mennyiségben megtörténik. Ennek többnyire az utóülepítő ad helyszínt. Az utóülepítő kialakítása és a kiszolgáló gépészete kihatással van a teljes technológia működésére, és ilyen módon az üzemeltetés költségeire. Előszűri a fölösiszapot, a recirkuláción keresztül növelheti vagy csökkentheti a biológiai medencék tartózkodási idejét, közvetve befolyással van a fűvók teljesítményigényére is, és behatárolja a technológus iszapkor-beállítási lehetőségeit. Konkrétabban kifejezve: szignifikánsan befolyásolja egy kg szárazanyag-tartalom víztelenítési és elhelyezési költségét, a víztelenítéssel töltött munkaórák számát, a telep teljes áramigényét, a vegyszerfelhasználást és a tisztított vízzel kapcsolatos hatósági díjak alakulását.

Pest megyében a fővárost kivéve egészen sajátos helyzet alakult ki az elmúlt öt évben. Jól érzékelhetően növekszik a vízfogyasztás és ezzel együtt a tisztítandó szennyvíz mennyisége is. Ez örömteli a bevételi oldalán, azonban költségoldalon a méretgazdaságosság nem mindig tud érvényesülni. A tisztítóművek terhelése növekszik tápanyag- és hidraulikai szempontból is, ami sok esetben túlterheléshez is vezet. A technológiai döntéshozónak egyre több szűk keresztmetszettel és a fajlagos költségek növekedésével kell számolnia. A felső vezetésnek pedig a korábbi fejlesztési irányokat szükséges újragondolnia.

Gyömrő és kistérsége (Maglód és Ecsér települések) a Budapestet övező körgyűrű agglomerációjában helyezkednek el, amelyet a 4-es, a 31-es főút és a 0-s megkerülő körgyűrű határol le. Jellemzően a lakosság 65-70%-a ingázik a főváros irányába – ami a megszokottnál is több, akár hetente változó szennyvízminőséget és -mennyiséget képez le.

Az agglomerációban az elmúlt ~30 évben nagymértékű változások mentek végbe, amelyek legfőképp a lakosság számának növekedését okozták az infrastrukturális fejlődéssel együtt. Ezek a következőkből adódtak: a 0-s körgyűrű kiépítettségével további fejlesztési területeket vont be a kistérségen belül, ami áruházlánccokat hozott és további fejlesztéseket generált a településeken is. A közlekedés fejlődésével a fővárosi, kevésbé komfortos ingatlanokból vonzóvá vált a közelben lévő kertvárosi környezet, ami kivándorlást eredményezett a települések felé a fővárosból.

Az önkormányzatok fejlesztései is tovább erősítették a folyamatokat, amelyek a fővároson kívül más településekről is vonzottak lakosokat a kistérségbe (aszfaltozás, kisvárosi központok kiépítése, Gyömrő adottóságából a tófürdő rendbetétele stb.). Az elmúlt 8-10 év során legfőképp

Gyömrőn a kertvárosi környezet kibővül társasházak környezettel, ami több szinten is strukturális változásokat generál az állami otthonteremtés kibővítésével, illetve növelt összegével, így az elmúlt öt évben tovább gyorsultak a folyamatok.

A gyors beavatkozáshoz felmerült esetleges műszaki lehetőségek a teljesség igénye nélkül:

- a műtárgy átalakítása, bővítése, esetleg részleges gépészeti átalakítással;
- ipari aprító beépítése (átemelő műtárgy vagy csővezeték vége);
- keverő vagy levegőztetés kiépítése;
- irányítástechnikai átalakítás, vezérlésoptimalizálás (frekvenciaváltó, illetve átemelő szinkronizálása; SCADA-módosítás).

A fent említett beavatkozások sokszor költségigényesek. Az ellátásért felelős tulajdonos önkormányzatok bevonására lenne szükség, de alacsony a használati díj. A beruházás elszámolása hosszadalmas, és további források bevonására lenne szükség. Engedélyek módosítása szükséges, ami akár 6-9 hónapot is igénybe vehet.

A fenti érvek felsorolása után a gyors technológiai beavatkozás a nyilvánvaló, ami azonnali költséget generál ugyan, de a folyamatok egyszerűbben a kezünkben tarthatóak.

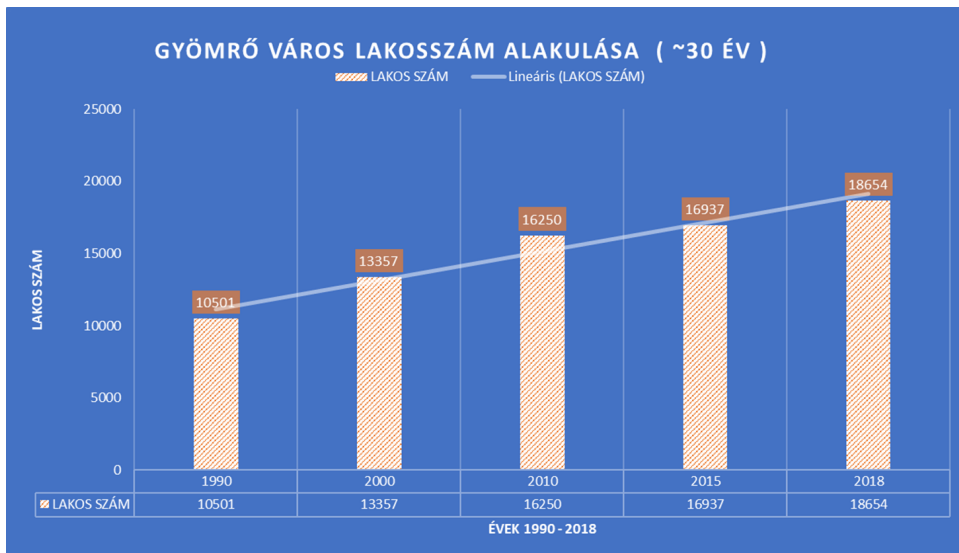
A terhelés sohasem állandó. Az átlag növekedésével és különösen a csúcsok hatásának változásával kell számolni. A nagyobb iszapszaporulat több iszap elvételét és víztelenítést követeli. Ez ellen hat, hogy az utóülepítő és a sűrítő terhelésének növekedése csökkenti a sűrítési hatásfokot és az egységnyi idő alatt feladható iszap szárazanyag-mennyiségét. Rosszabb esetben a sűrített iszap koncentrációja nem éri el a víztelenítő gép által megkövetelt minimális értéket sem.

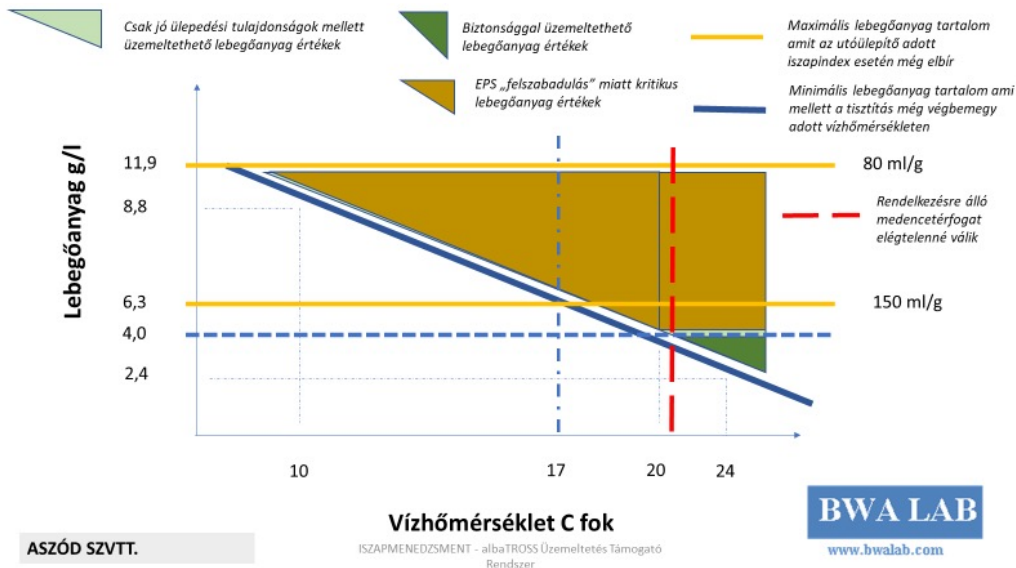
A nagyobb terhelés különösen a csúcsoknál nagy fokú levegőbevitelt igényel, gyakran magasabbnak tekinthető oldott oxigénkoncentráció (>2,5 mg/l) mellett, ugyanakkor a napon belüli hullámvölgyeknél a fúvók teljesítménye feleslegesen magas szinten maradhat, ha csak nincsen egészen kifinomult vezérlés a

telepen. Még ha az ammónium-nitrogén értéket sikerül is tartani, az összes nitrogénérték tartása valódi kihívásnak bizonyulhat. A nagy körös recirkulációs szivattyú többnyire a bejövő szennyvíz mennyiségétől függetlenül, fix teljesítményen üzemel, ezért a csúcsterhelések idején a biológiai medencében csökken, az utóülepítőben pedig megnövekszik az iszapkoncentráció. Hozva magával a plusz levegőigényt és az iszapelúszás kockázatát.

Ezek a szennyvíztisztító telepeken, ha fejlesztésben gondolkodunk, akkor egy 0–24 működő csigaprés megoldást hozhat a sűrítési deficitre, illetve érdemes elgondolkozni a fúvók ammónium-nitrogén alapú vezérlésén. Az utóbbi hozzáadott értéke ott lehet a legkedvezőbb, ahol a terhelés és ebből adódóan az egységnyi ammónium eltávolításának áramigénye magasnak számít. Mindkettő fejlesztés energiamegtakarítást eredményezhet, tehát jelenleg pályázhatóak is. Azonban a most megjelenő pályázatok új elvárásokkal készülnek. A kifizetés egyre inkább az eredményhez kötődik. Bizonyítani és dokumentálni kell a fejlesztés által elért eredményeket. Egy biológiai szennyvíztisztító telepen ez nem mindig egyszerű. A kockázatot valahogy mérsékelni kell, és a döntéshozó a saját maga védelmére is minél inkább konkrét és megbízható számokra kell támaszkodjon.

A biológiai szennyvíztisztítás lényege, hogy olyan feltételeket teremtsünk a rendelkezésre álló eszközökkel a minket körülvevő körülmények között, amik lehetővé teszik, hogy a baktériumok a tisztítási cél érdekében végezzék tevékenységüket. Nem elég ugyanakkor a baktériumok igényeit szem előtt tartani, mivel az eleveniszapnak jellemzően 60-70%-át az ún. sejten kívüli anyag (EPS) teszi ki. Egy magas oxigénhasznosítási képességgel rendelkező iszaphehely két rétegből tevődik össze, kémiai és fizikailag jól elkülöníthető tulajdonságokkal rendelkező magból és külső rétegből áll. A tisztítási képességet, az iszapindexet, a süllyedési sebességet és a víztelenítésnél használt polielektrolitot szükséges töltésszerkezetet a két réteg állapota határozza meg. A külső réteg vízben oldható poliszacharidokban gazdag, hidrofíll jellegével biztosítja a tisztítás során képződő gázbuborékok távozását a pehely felszínéről. A mag fehérjékben és lipidformákban bővelkedik, amelyek biztosítják a megfelelő diverzitást és ezáltal a magas oxigénhasznosítási képességet. Ugyanakkor hidrofób jellege miatt a külső réteg nélkül habzást, magas iszapindexet és rossz víztelenítési hatásfok kialakulását okozhatja. A technológusnak tehát meg kell őriznie a külső





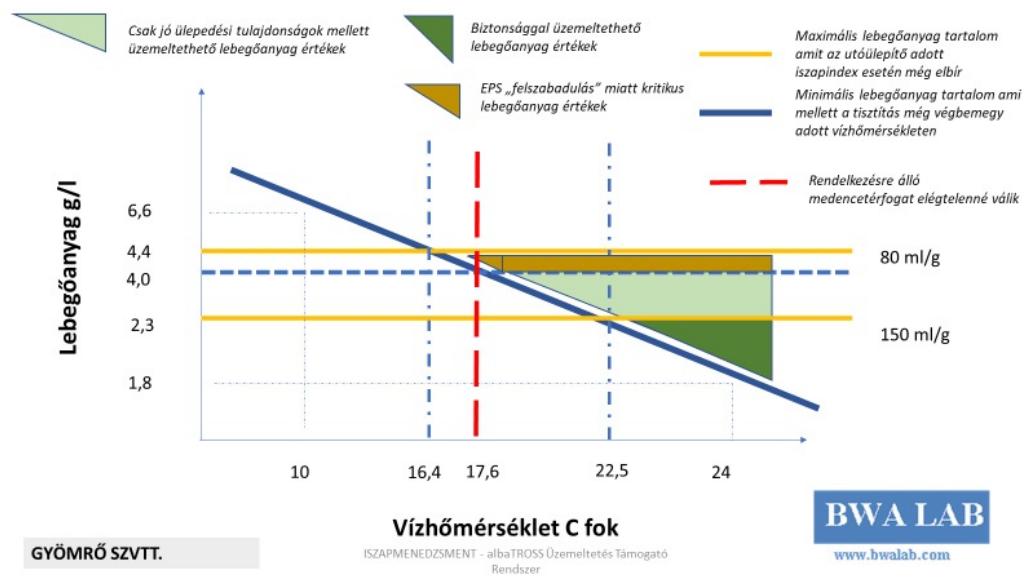
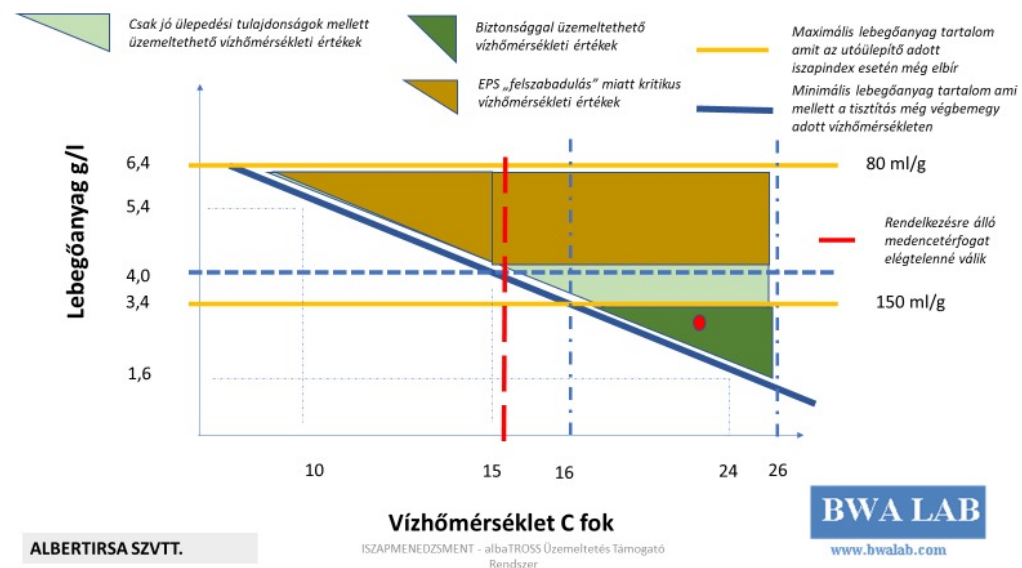
réteget, ha dokumentálni és bizonyítani akar bármiféle fejlesztési eredményt, és nem utolsósorban nyugodtan szeretne aludni.

A vízben oldható külső réteget az üzemeltetés módja is jelentősen befolyásolja, különösen a biológiai medence lebegőanyag-tartalma. Aszód, Gyömrő és Albertirsa szennyvíztisztító telepek tekintetében készítettünk egy-egy ábrát, amely alkalmas érzékeltetni a két réteg megéléte szempontjából releváns feltételeket.

Aszódon 20 Celsius-fok körüli vízhőmérsékletnél a medencetér fogat elégtelenné válik. Ekkor 4 g/l lebegőanyag-tartalom a minimumkövetelmény a biológiai medencékben. A vízhőmérséklet csökkenésével ennél magasabb lebegőanyag tartására kényszerül a technológus, ahol azonban az EPS „felszabadulásával”, azaz a pelyhek külső rétegének sérülésével kell számolni. Az ábrán látható, hogy 17 Celsius-fokos vízhőmérsékletnél már 6,3 g/l koncentrációt kell tartani, viszont az utóülepítőők felszínéből adódóan csúcsterhelés esetén csak akkor nem várható iszapelúszás, ha az iszapindex 150 ml/g alatt tud maradni. 10 Celsius-fokos vízhőmérsékletnél egészen 8,8 g/l értékig kell növelni a szárazanyag-tartalmat. Minél kevésbé távolodik el a lebegőanyag-tartalom a kék egyenestől év közben, annál jobban fog viselkedni az eleveniszap a víz- és iszapvonalon. Az iszapvonal működőképességének fenntartása a jó ülepedés feltétele, mivel sűrítő a telepen nincsen. A szalagprésre közvetlenül az utóülepítő aljáról kerül a fölősiszap.

Albertirsán lényegesen kedvezőbb a technológus helyzete. A téli és a nyári üzem között itt is háromszoros lebegőanyag-tartalom ajánlott, de a medencetér fogat 15 Celsius-fokos vízhőmérsékletig elegendő. A 4 g/l lebegőanyag-tartalomnál csak ennél kisebb hőmérséklet esetén kell magasabbat tartani. A 16 Celsius-fokos vízhőmérsékletnél minimálisan szükséges 3,4 g/l koncentráció 150 ml/g iszapindex esetén sem okoz problémát még a csúcsterheléses időszakokban sem. 15 Celsius-fok alatt és 4 g/l felett azonban a fajlagos üzemeltetési költségek megnövekedésének és az iszapelúszásnak a kockázata magas.

Gyömrőn 17,6 Celsius-fokos vízhőmérsékletnél válik elégtelenné a medencetér fogat. Ilyenkor minimálisan 4 g/l lebegőanyag-tartalom tartandó a medencékben. Az utóülepítő felszínének adottságai miatt azonban ez a koncentráció is csak kedvező iszapindex esetén tartható meg.



16,4 Celsius-fok alatti vízhőmérsékleten pedig csúcsterhelés idején szinte állandósult iszapelúszásra kell számítani, ami nem megfelelő pehelyszerkezet és fúvókacapacitás esetén az ammóniaeltávolításra is kedvezőtlen hatással lehet már. Az iszapelvétele hatékonyságát és ezzel együtt a telep stabilitását a hőmérséklet szerinti lebegőanyag-tartalom tartásával lehet megpróbálni fenntartani, ami a 2021-es évben ki is lett próbálva.

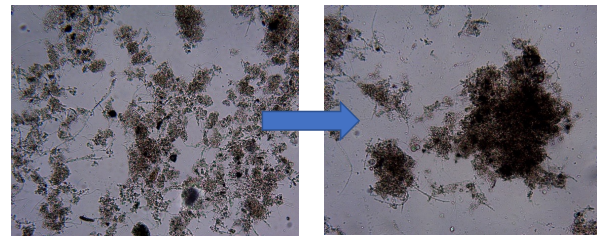
Az áramigény változásának objektív megítéléséhez a felhasznált energiamentiséget össze kell vetni a bejövő szennyvízzel, illetve megfelelő mutató lehet az egy kg ammónium-nitrogén eltávolításához felhasznált energia is.

A grafikonon 2020 és 2021 azonos hónapjait vetettük össze. Az áramfogyasztás minden hónapban alacsonyabb volt az előző évinél.

Míg a szennyvíz mennyisége átlagosan 4%-kal növekedett, addig az áramfogyasztás ez előző évihez képest 19%-kal lett kevesebb.

A következtetést az egy kg ammónium-nitrogén eltávolításához felhasznált energia mennyisége is alátámasztja. A jobb tisztítottvíz-értékek és az alacsonyabb áramfogyasztás a fajlagos értéket több mint harmadával csökkentette, ugyanakkor a kiegyensúlyozott, stabil technológiai működés miatt az értékek ingadozása is megszűnt. Ezáltal kedvező feltételek jöttek létre pályázatokon történő részvételhez és fejlesztésekhez.

A változások hátterében az eleveniszap megváltozott szerkezete áll. A fenti képeken jól látszik a különbség,



ami az utóülepítő felszínén és a tisztított víz minőségén is visszaköszön.

TELEPI ISZAPMENEDZSMENT

A vízhőmérséklethez igazodó értékek év közben ún. te-



lepi iszapmenedzsment szolgáltatás keretén belül lettek meghatározva. Az iszapmenedzsment feladata, hogy a szennyvíztisztító telepen mindig – egy okos applikáció segítségével akár az utóülepítő hídján állva – rendelkezésre álljanak a megbízható forrásból származó ún. tervezőaszti elméleti számok. Ezek tájékoztató pontként szolgálnak a technológiai döntéshozónak, hogy az

eleveniszap dupla réteges szerkezetét az év egészében megőrizhesse, illetve a szűk keresztmetszeteket azonosítva adatot szolgáltatson a sikeres fejlesztésekhez, a megalapozott költségcsökkentési döntésekhez.

Lehetővé válik a szennyvíztelep meglévő műszaki feltételrendszerének leghatékonyabb kihasználása minimális üzemeltetési költségek mellett, a szükséges tisztítási határértékek fenntartásával.

Az iszapmenedzsment szolgáltatás lehetséges (telepfüggő) előnyei:

- alacsonyabb üzemeltetési költség (a fűvók energiafelhasználása 15-25%-kal csökken, a csurgalék- és dekantvíz minősége javul, az iszapvíztelenítő gépek fajlagos üzemideje és energiafelhasználása csökken, a víztelenített iszap szárazanyag-tartalma nő, az elszállított iszap mennyisége 10-20%-kal csökken; a vegyszerfelhasználás hatékonyabbá válik és mennyiségileg csökken stb.);
- telepi kezelői erőforrások hatékonyabban oszthatóak ki;
- a szennyvíztelepi szűk technológiai keresztmetszetek kezelhetővé válnak.

Az iszapmenedzsment a vállalatvezetés számára átfogó technológiai kontrollt tesz lehetővé egy regionális üzemeltető vállalatnál, ami lehetővé teszi célok meghatározását és az alapos tervezést, amely nem tapasztalati értékekből indul ki. A kiugró értékek ismeretét és az elvárható hatékonyság értékének megállapítását.

