

Ipari szennyvíztisztító üzemben keletkező biogáz felhasználási lehetőségei.

Szép Ágnes



2015-2016

Köszönet nyilvánítás:

Köszönetemet szeretném kifejezni Édesanyámnak, amiért támogatott az ide vezető úton. Külön köszönetem szeretném kifejezni a konzulensemnek, Harsányi Péternek. Köszönöm az Infrastruktúra szakcsoport minden dolgozójának. Köszönöm Elek Barbarának és Kiss Katalinnak a rám szánt idejüket. Köszönöm a családomnak, barátaimnak és kollégáimnak a támogatásukat.

Idézet:

„Mikor rádöbbenünk ökoszisztéma-pusztításunk és az emberi élethez szükséges erőforrások telhetetlen fogyasztásának esztelen voltára, készek leszünk megváltoztatni viselkedésünket, és elindulunk a fenntarthatóság útján.”

John M. Gowdy

Tartalom

1. Bevezetés.....	6
2. A BorsodChem bemutatása	6
3. A BC vízgazdálkodási rendszere	8
4. A Szennyvíztisztító üzem bemutatása	10
4.1 A Szennyvíztisztító üzem fejlődése.....	10
4.2 Szennyvíztisztítási technológiák ismertetése	12
4.3 Szennyvizek fogadása és kezelése	14
4.3.1.1 Az I.-es telepről érkező ipari és csapadékvíz.....	14
4.3.1.2 Az I. telepről érkező úgynevezett TDI ipari szennyvíz	15
4.3.2.1 A II. telepről érkező ipari és csapadékvíz.	15
4.3.2.2 A II. telepről érkező kommunális jellegű szennyvíz	16
4.3.3.1 A III. telepről érkező kommunális szennyvíz.....	16
4.3.3.2 A III. telepről érkező szerves szennyvíz	16
4.3.3.3 A III. telepről érkező csapadékvíz.....	17
4.4.1 Szerves szennyvíz kezelés összefoglalása	17
4.5.1 Szerves szennyvíz kezelés összefoglalása	17
4.6 Anaerob szennyvízkezelés	18
4.6.1 BIOBED®-Anaerobic Reaktor	19
4.7.1 Mechanikai elő tisztítás	20
4.7.2 A technológia fő műtárgyai	21
4.8.1 Folyamatos technológiájú eleven iszapos, anoxikus, aerob szennyvízkezelés	21
4.9 SBR szennyvízkezelés.....	22
4.10 Iszapkezelés	28
4.11. Tisztított víz elhelyezése	29

4.12. Sós víz kezelés	33
4.13. Szennyvizek ellenőrzése:.....	33
4.14. A szennyvíztisztító kapacitása	36
5. A Biogáz	37
5.1 A biogáz fogalma	37
5.2 Biogáz termelés feltételei	38
5.2.1 Biológiai feltételek.....	39
5.2.2 Technikai feltételek.....	39
5.2.3 Ökológiai feltételek	39
5.3 Mikrobiológiai összefüggések	40
5.3.1 Hidrolizáló mikroorganizmusok.....	40
5.3.2 Acetogén baktériumok.....	41
5.3.3 Metanogén mikroorganizmusok.....	41
5.4 Az SZVTÜ-ben keletkező biogáz minősége	42
5.4.1 A biogáz tartály technológiai leírása.....	43
6.1 A jelenlegi felhasználási adatok	44
6.2 A biogáz felhasználási lehetőségei	45
6.3 A BC SZVTÜ-ben felmerülő hasznosítási lehetőségek	46
6.3.1 Gáz üzemű autók	46
6.3.2 A biogáz mennyiségének növelése (Fermentáció).....	49
6.3.2.1 Mérgező, potenciálisan toxikus anyagok	49
6.3.2.2 A SZVTÜ-ben keletkező szennyvíziszap összetétele:.....	50
6.3.2.3 Fermentáció/Rothasztás	52
6.3.2.4 Ko-fermentáció	52
6.3.2.5 A fermentor méretezése	53
6.3.2.6. Az anaerob rothasztó geometriájának kiválasztása.....	54

6.3.2.7 A termelt gázmennyiség	56
6.3.2.8 Gázvezeték méretezése	58
6.3.3.CHP hasznosítási lehetőségek	59
6.4 A tervezett rendszer összefoglalása	61
6.5 A biogáz hasznosítás hazai és nemzetközi trendjei.....	61
7. Törvényi szabályozás.....	63
8. Összefoglalás	65
Mellékletek.....	67
1. Számú melléklet: Ábrák, képek és hivatkozások jegyzéke	69
A szakdolgozat ábráinak listája	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
A szakdolgozat képeinek listája.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
A szakdolgozat diagramjainak listája.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
A szakdolgozat táblázatainak listája	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
2. Számú melléklet: Számítási mellékletek	70
1. Számítási melléklet: Fermentációra toxikus anyagok mennyiségei az iszapban.....	70
2. Számítási melléklet: Rothasztó (fermentor) méretezése	73
3. Számítási melléklet: Gázvezeték méretezése	75
4. Számítási melléklet: Iszapsűrítő méretezése:	76
3. Számú melléklet: Rajzi mellékletek.....	79
1.Számú rajzi melléklet.....	79
2.Számú rajzi melléklet.....	79
3.Számú rajzi melléklet.....	79

1. Bevezetés

A BorsodChem Zrt. (a továbbiakban BC), Észak-Magyarországon Kazincbarcikán található, nagy műanyagipari alapanyagokat előállító vállalat. Nem csak hazánk, hanem Európa egyik meghatározó vegyipari vállalata. Több, évente sok ezer tonna szerves és szervetlen terméket előállító üremeiben az eltérő tevékenységből adódóan, speciális szennyvizek keletkeznek. Az üzemek egy része rendelkezik úgynevezett szennyvíz-előkezelő egységgel, de a végleges szennyvíz tisztítását egy önálló üzem, a Szennyvíztisztító Üzem (későbbiekben SZVTÜ) végzi, nagy hatékonysággal. Dolgozatomban bemutatom az SZVTÜ tevékenységét, a technológia részét képező biogáz további felhasználási lehetőségeit, a keletkező biogáz mennyiség növelésének egyik lehetséges módját.

2. A BorsodChem bemutatása

A BC Zrt. (továbbiakban: BC) a Wanhua csoport része, kínai tulajdonban lévő, 2600 főt foglalkoztató nagyvállalat. A technológiai üzemek Kazincbarcikán, a kereskedelem egy része Budapesten, az izocianát fejlesztési tevékenység pedig Gödöllőn található.

A BC az elmúlt több mint hatvan évben jelentősen befolyásolta a környék gazdasági és kulturális életét. Jogelődjét, a Borsodi Vegyi Kombinátot 1949-ben (1. Jávor István: A BVK fejlődésének története, 1984) alapították, alapvetően nitrogén műtrágyák gyártására. Később bővült a tevékenysége műanyagok előállításával, feldolgozásával. A PVC gyártást először karbamid alapon valósították meg, amit a 70-es években felváltott az azóta is alkalmazott kőszó alapú technológia. Hatalmas változást jelentett a 80-as évek végén elindított MDI gyártás, amivel a PU kémia alapjait valósította meg hazánkban a BC. A 90-es évek elején megszűnt a műtrágyagyártás, ugyanakkor új izocianát termék, a TDI előállítására indítottak beruházást.

Ma már a sok kapacitásbővítés eredményeként Európa meghatározó izocianát (MDI, TDI) gyártója lett a társaság, miközben a PVC gyártó üzemét is korszerűsítette. Az üzemek egymással nagyon szoros technológiai kapcsolatban vannak, alapvető a vertikális anyag átadás-átvétel: az egyik üzem végterméke a másik üzem alapanyaga.

A BC fő tevékenységi körébe jelenleg a szerves és szervetlen vegyipari termékek nátrium–hidroxid oldat, sósav, műanyag alapanyagok (PVC, MDI, TDI) gyártása és értékesítése tartozik (2. Forrás:<http://www.BC-group.com/>.2015).



1. ábra: Légi felvétel a BC Zrt.
(Forrás:3. 2010 légi fotón <http://www.google.hu/>).

A BC, Európa egyik piacvezető MDI, TDI, PVC és klóralkáli termék gyártója. Széles körben felhasznált, kiváló minőségű alapanyagokat biztosít számos iparág részére. A mindennapjainkban fellelhető tárgyak, mint például: a szék, a számítógép vagy az autó egyes részei (ülés, műszerfal, belső burkolatok), mind a BC által gyártott alapanyagból készülnek (Forrás: 2. <http://www.BC-group.com/>.2015).

A BC három területi egységre van felosztva: az I. II. és a III. gyártelepre.

Az I. telepen volt annak idején a műtrágyagyártás. Időrendben ezt követte a II. telepen a PVC gyártás indítása. Majd a modern kősó alapú PVC gyártó üzemeket a két telephely között lévő, szabad területre telepítették. Így ékelődött be a II. telep az I.-és a II. telep közé. A II. telepen található az izocianát gyártáshoz tartozó üzemek is.



2. ábra a BC területi felosztása

Az I. telepen találhatóak - ez a térképen zöld színnel van jelölve -, a BC központi analitikai laboratóriuma, a telephelyi tűzoltóág, a karbantartó üzem, az Ammónia üzem, a Salétromsav üzem és az irodaházak. A II. telepen amely halvány rózsaszínnel van jelölve a térképen már jelentős ipari tevékenység évek óta nem folyik, - az ott található épületekből már nem érkezik nagyobb mennyiségű ipari szennyvíz, szinte csak kommunális szennyvíz -, kisebb szerelő csarnokok és a hulladék gazdálkodással foglalkozó egységek találhatóak a területen. A III. telepen folyik - amely sötét rózsaszínnel van jelölve - a térképen az ipari termelés nagy része itt található az üzemek: a TDI gyártás, MDI üzem, VCM üzem, PVC üzem és Klór üzem. Ahogy a térképen is látszik az I. telep található a gyártelep északi-keleti végében a II. telep a dél-nyugati végében és a két telep közé beékelődve található a III. telep. A telephely mint ipari park is üzemel. Így több, nem BC tulajdonú, de a technológiához kapcsolódó üzem is található a telephelyen. A térképen kék színnel van jelölve a Szennyvíztisztító üzem, és sárgával Berente község.

3. A BC vízgazdálkodási rendszere

A BC fő vízbázisa a Sajó folyó, amely az ipari vízhasználat egészét biztosítja. Az ivóvízellátás pedig az Észak-magyarországi Regionális Vízmű hálózatról történik,

amely az összes vízhasználat mintegy 5 %-át teszi ki. A Sajó folyón egy darab vízkivételi pont található (Fenntarthatósági jelentés, 2005).

Az ipari víz előállítására két technológiával rendelkezik a BC. A meszes vízlágyítás mellett 2009-ben egy új, korszerű, fordított ozmózis (RO) technológiát alkalmazó, új lágy víz előállító technológia kezdte meg működését, amelynek megvalósítását a tervezett gyártástechnológiai fejlesztések vízigényének kielégítése is szükségessé tette. (4. Szóban közölte Kormos Imre, 2014.)

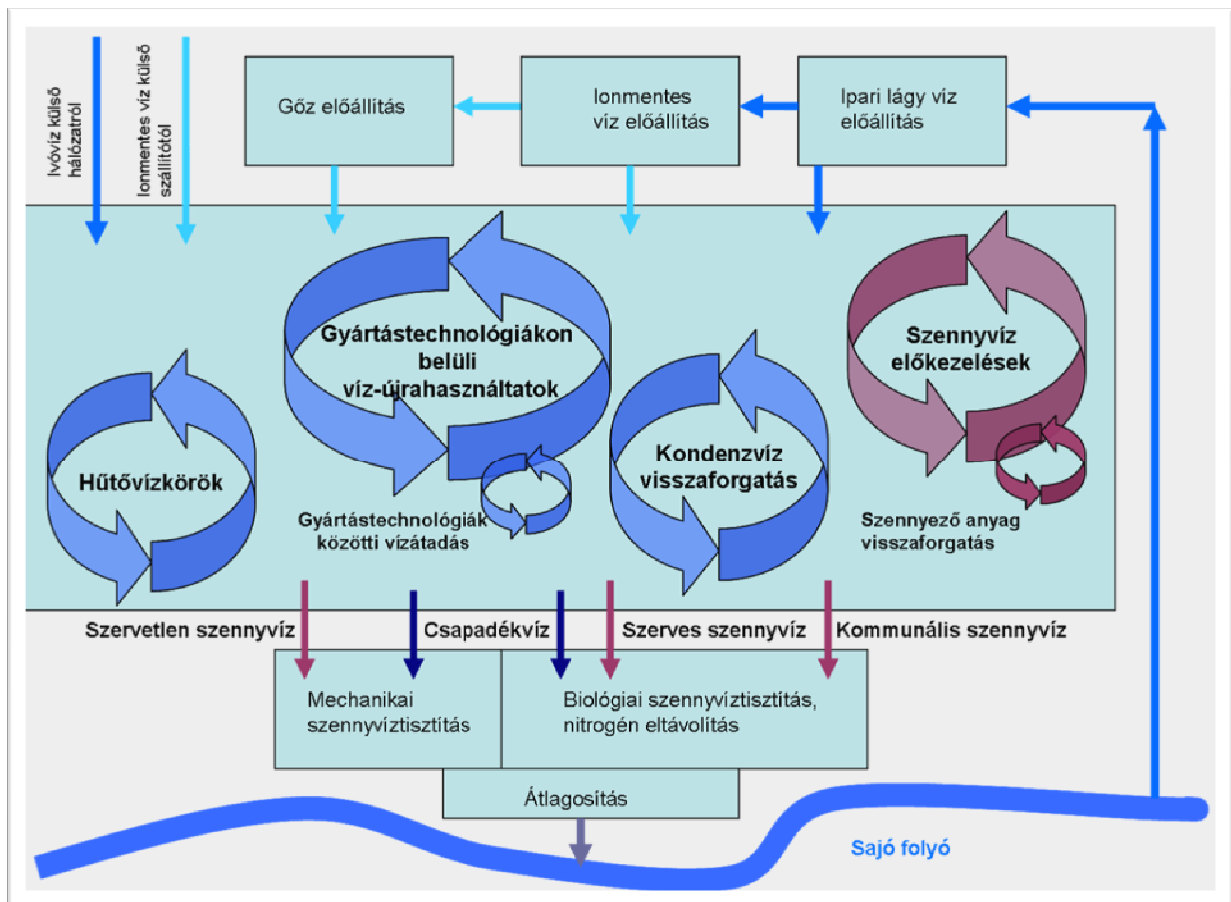
A lágy víz egy részét tovább kezelik és egyes gyártástechnológiák részére ionmentes vizet állítanak elő. Az ionmentes víz előállító egység szintén korszerű RO technológiát alkalmaz, amit 1999-ben helyeztek üzembe. (4. Szóban közölte Kormos Imre, 2014.) Az ionmentes vizet nem csak közvetlenül a gyártástechnológiák igénylik, hanem a BC területén működő erőműben gőzt is állítanak elő belőle. Az erőműben előállított gőz a BC teljes gőzigényét fedezi.

A vízellátásban a vízelőkészítő berendezéseket a víz visszaforgató rendszerek egészítik ki, amelyek lehetővé teszik a gazdaságosabb vízfelhasználást és a vízzel való takarékos bánásmódot. Ezen rendszereknek egyike a 2002-ben üzembe helyezett kondenzvíz kezelő egység, melynek feladata az összegyűjtött gőzkondenzek felhasználás előtti tisztítása. (5. Forrás: BC Éves Jelentés, 2013.)

Meg kell említenünk a számos hűtővízkört is. A gyártás során lezajló exoterm kémiai folyamatok miatt, a hűtővíz rendelkezésre állásának kiemelt szerepe van. Az előállított lágyvíz legjelentősebb részét ez a felhasználás teszi ki. A hűtővízörökben keringő viszonylag nagy mennyiségű lágyvíz hűtésére hűtőtornyok szolgálnak. A hűtőtornyok kialakítása is szerepet játszik a vízhasználatok racionalizálásában. A korszerűbb hűtőtornyok nagyobb hűtési teljesítménye és az egyéb, pl. párolgásból származó vízvesztés csökkentés szükségessé teszi ezen műtárgyak korszerűsítését is. A BC 2009-ben több régi típusú hűtőtorny kiváltására nyílt lehetőség (6. Forrás: BC Éves Jelentés, 2014.).

A takarékos vízhasználatok tekintetében nem kis szerepe van, az egyes gyártástechnológiáknál alkalmazott víz-újra használatoknak is. Ezekben az esetekben a már használt vagy keletkező víz vagy ugyanabban az üzemben, vagy más egységnek átadva hasznosul. (3. ábra) Amikor a technológiai sorokon már nem lehet hasznosítani a vizet, akkor kerül át a szennyvíztisztító telepre, az SZVTÜ-be. Itt

megfelelő tisztítási eljárások után a tisztított szennyvíz a Sajóba kerül visszabocsájtásra. A BC hozzávetőleg ugyannyi vizet vesz ki és bocsájt vissza a Sajóba.



3.Ábra: BC vízgazdálkodása

(Forrás: felszíni víz védelem tanulmány BC.)

4. A Szennyvíztisztító üzem bemutatása

4.1 A Szennyvíztisztító üzem fejlődése

A BC szennyvíztisztító üze (SZVTÜ) alapterületét tekintve majdnem a felét teszi ki a BC termelési területének. A területe mintegy:60 ha.



4.Ábra: A BC madártávlatból

(Forrás: 7. A víz világnapja konferencia előadás, 2015)

Az SZVTÜ megépülése előtt az 1954-től 1978-ig terjedő időszakban csak olajleválasztás és átlagosítást végeztek az ipari területen keletkező szennyvízzel. 1972 és 1978 között a PVC II beruházás részeként megépült a biológiai fokozottal is rendelkező szennyvíztisztító. Az akkor telepített levegőztető technológiai a 90-es évek közepére elavulttá vált, a hatásfoka nem érte el az elvárt szintet.

A régi Markovics kerekeket, amelyek csak a felső vízréteget tudták levegőztetni, új mély levegőztető panelekre cserélték 1995-ben. Ezek segítségével a teljes víztömeget át lehet levegőztetni.

2001-ben a TDI beruházáshoz kapcsolódva valósult meg a biológiai szennyvíztisztítás kiépítése és egy anaerob lépcsővel való bővítése.

2009-ben szakaszos betáplálású, eleveniszapos szennyvíztisztítási rendszerrel (Sequencing Batch Reactors továbbiakban:SBR) bővítették a már meglévő műtárgysorokat. Az SBR rendszerrel tisztítják a magas nitrogén tartalmú szennyvizeket.

A következő nagy fejlesztés 2013-ban történt, amikor egy biogáz tartállyal egészült ki a SZVTÜ (8. Harsányi Péter: Szennyvíztisztító bemutató előadás, 2015).

4.2 Szennyvíztisztítási technológiák ismertetése

A BC területén keletkező összes szennyvizet legyen az ipari szennyvíz, kommunális szennyvíz, vagy csapadékvíz az úgynevezett központi SZVTÜ kezeli. A SZVTÜ-hez csak olyan minőségű szennyvíz érkezik, amelyet az SZVTÜ technológiák kezelni tudnak. Ahol a keletkező szennyvíz minősége megköveteli, előkezelő eljárást –ez általában szerves gyűrűs vegyületek felbontását jelenti –, tisztító egységek működnek a technológiai üzemekben.

- A TDI üzem szennyvíz előkezelő üzemrészében fenton eljárással, kémia oxidációval szervesanyag átalakítás és szervesanyag csökkentés is megvalósul.
- A VCM üzemben sztrippeléssel csökkentik a klórozott szénhidrogének mennyiségét.
- A PVC üzemben előülepítéssel és szűréssel csökkentik a lebegő anyag mennyiségét. Ugyancsak a PVC üzemben sztrippeléssel csökkentik a vinil-klorid mennyiséget.
- A Klór üzemben a keletkező szennyvíz higanytartalmát csökkentik hidrazinos kezelést követő szűréssel.
- MDI üzemben keletkező magas szerves-anyag tartalmú sós szennyvízének szervesanyag tartalmát oldószerrel extrahálják ki. Az oldószert (anilint) visszanyerik, és újra felhasználják, még további szerves-anyag csökkentést érnek el klór gázzal történő oxidációval. (9. A szennyvíztisztítás fejlesztése a BC Zrt-nél, előadás 2015).

Az előkezelés a gyártási technológiától különálló egységben, vagy a technológia részeként valósul meg az üzemekben.

Az SZVTÜ-be a különböző gyáregységekből (I., II. és III. telep) összesen 8 darab vezetéken érkezik a szennyvíz. Ezeknek a vezetékeknek egy része gravitációsan, egy része pedig nyomottan szállítja a tisztítandó szennyvizet.

Az érkező szennyvizek között nagy mennyiségi és minőségi különbségek vannak. Az eltérő minőségű szennyvizek eltérő tisztítási technológiákon esnek át.

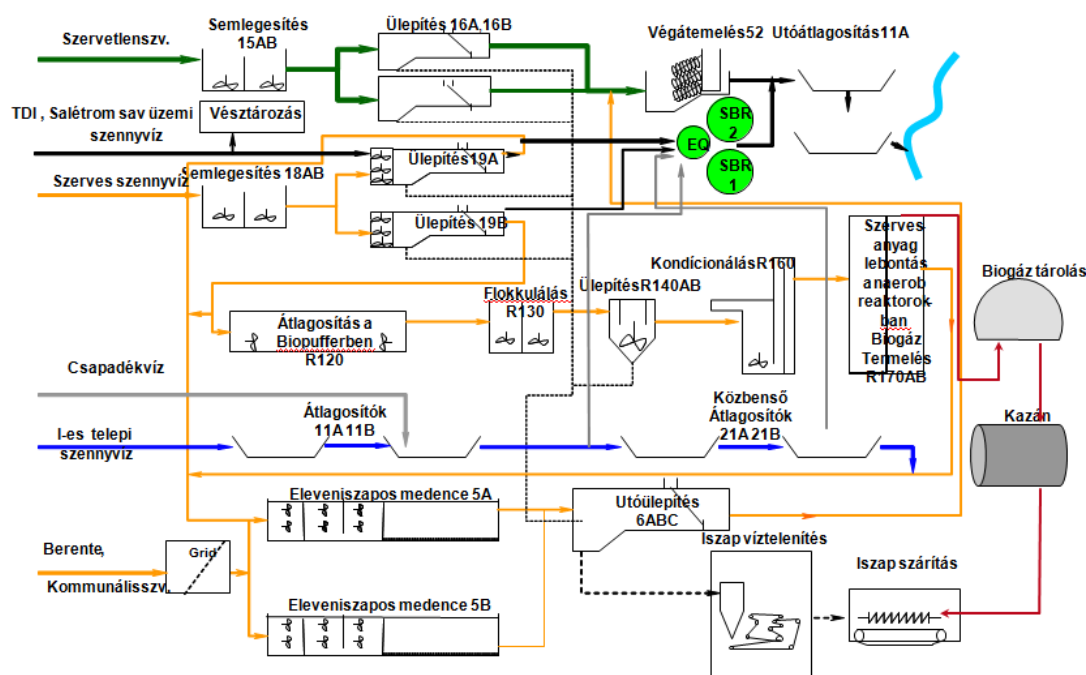
Az 5. ábra szemlélteti a szennyvíztisztítás elvét. Az SZVTÜ-ben a szerves ipari szennyvizek egy szerves ipari szennyvíztisztítási technológián mennek keresztül, a szerves ipari szennyvizek pedig biológiai tisztításon esnek át.

A szerves és a szerves ipari szennyvizeket is az SZVTÜ-be érkezésük után a tisztítás első lépcsőjeként általában semlegesíteni kell: a III. telepit és a TDI üzemből érkező szennyvizet mindig, az I. telepről érkező szennyvizet igény szerint. A magas szerves anyag tartalmú szennyvizek egy része első tisztítási lépésként az anaerob tisztítási technológián megy keresztül. A többi szerves ipari szennyvíz a semlegesítés után a SZVTÜ-ben létesített kétféle aerob biológiai technológia egyikére megy. Az

- egyik a klasszikus folyamatos technológiájú eleveniszapos rendszer,
- a másik az SBR rendszer.

Az aerob tisztítási technológiáknak biztosítani kell a szükséges mértékű szerves anyag eltávolítást és a nitrogén eltávolítást. Az összes gyártelepről érkező kommunális szennyvíz, valamint Berente község szennyvize az eleveniszapos technológián kerül tisztításra.

A szennyvíztisztítási technológiák után a tisztított szennyvíz utóátlagosító tavakba kerül, majd a befogadóba a Sajóba ömlik (10, Hivatkozás: Szóban közölte: Harsányi Péter, 2014-ben).



5. ábra: A szennyvíztisztító működésének elvi vázlata

(3. rajzi mellékletben kinagyítva látható)

4.3 Szennyvizek fogadása és kezelése

Az SZVTÜ-re érkező szennyvizek kezelését úgynevezett munkahelyi műveleti utasításokban, munkautasításokban rögzítették Szennyvíztisztító üzem dolgozói részére. A minél pontosabb technológiai leírás reményében ezeket használtam a jelenleg is működő szennyvízkezelési rendszer leírására. A SZVTÜ-be érkező vezetékek a 2. számú rajzi mellékleten láthatóak.

4.3.1.1 Az I-es telepről érkező ipari és csapadékvíz

Az I. telepről egyesített csatornán érkezik az ipari szennyvíz és a gyári csapadékvíz. Ez a kis szerves-anyag tartalmú és kis szennyezőanyag tartalmú ipari szennyvíz, csapadékos időben sokszorosan hígítva érkezik a SZVTÜ-be. Csapadékos időben a csúcsvizek időszakos tárolására szolgálnak az I-es telepi átlagosító medencék ($2 \times 100\,000\text{m}^3$). A hőmérséklete $10\text{--}30^\circ\text{C}$ között változik, a pH pedig $7\text{--}12$ közötti érték (11. Hivatkozás: Harsányi Péter: Szennyvíztisztító műveleti utasítás, 2010).

A szennyvíz gyűjtővezetéken érkezik az I. telepi átemelőhöz. Nyári és csapadékos időben a P2/1 és P2/2 szivattyúk a vizet az I. telepi átlagosító medencébe juttatják. Ezek a szivattyúk közvetlenül is - ami általában a téli üzemmódra jellemző -, fel

tudják emelni a szennyvizet a szerves közbenső átlagosító medencékbe (21 A,B) ahonnan gravitációs csatornán keresztül a 20-as jelű átemelőre jut. Az itt lévő szivattyúk (P20/1,2,3,7) egyrészt az eleveniszapos technológiára másrészt az SBR technológia R300-as medencéjébe juttatják fel a szennyvizet. Az I.-es gyári átemelőtől lehetőség van a szerves és szervesetlen semlegesítőn (18A,B vagy 15 AB) és üleptetőn (19 A vagy 16 AB) való átvezetésre is. A biológiai tisztítás után a tisztított szennyvíz az 51-es jelű csigaszivattyúk átemelésével az utóátlagosító tavakon (11A,B) és a mérőaknán keresztül a Sajóba torkollik. Még a semlegesítés előtt van vízkormányzási lehetőség arra, hogy a szennyvíz közvetlen az SBR technológiára kerüljön (11. Hivatkozás: Harsányi Péter: Szennyvíztisztító műveleti utasítás, 2010).

4.3.1.2 Az I. telepről érkező úgynevezett TDI ipari szennyvíz

Ez a szennyvíz magas nitrogén tartalmú, magas hőmérsékletű és alacsony pH-jú, mely a TDI üzemben elvégzett előkezelés után érkezik az SZVTÜ-be. Hőmérséklete 40-60°C, pH 2-3 közötti érték, az összes N tartalma átlagosan 1380mg/l, ebből 10% a szerves hányad (11.Hivatkozás: Harsányi Péter: Szennyvíztisztító műveleti utasítás, 2010).

A szennyvíz nyomott vezetéken érkezik a szerves üleptetőben (19B) illetve szükség esetén a vésztározóba (17A). A víz egy része innen egy közbenső átemeléssel (P19B) bejut az SBR technológiára, másik része a 20-as átemelő szivattyúival (P20/4,5,6) megemelve az eleveniszapos technológiára és szintén az SBR kerül. A biológiai tisztítás után a tisztított szennyvíz, részben a csigaszivattyúk segítségével az utóátlagosító tavakon és a mérőaknán keresztül a Sajóba torkollik.

4.3.2.1 A II. telepről érkező ipari és csapadékvíz.

A szennyvíz szervesetlen jellegű ipari szennyvíz. Hőmérséklete 10-30 °C között változik, míg a pH-ja 7-8 körüli érték.

A szennyvíz MOBA típusú átemelőn keresztül jut az SZVTÜ-be, ahol semlegesítés (15 A,B) és üleptetés után (16A,B) a tisztított szerves szennyvízzel keveredve jut a csiga-szivattyúházba, illetve az utóátlagosító tavakon keresztül a befogadó Sajóba.

4.3.2.2 A II. telepről érkező kommunális jellegű szennyvíz

A II. telepről érkező kommunális jellegű szennyvíz együtt érkezik a telepre Berente község kommunális szennyvizével.

A szennyvíz a Berentei átemelő (korábban biológiai derítő) után a szennyvíz a rács és homokfogó műtárgyra érkezik, onnan az eleveniszapos tisztítási sor után a tisztított szennyvíz átemelőre jut.

4.3.3.1 A III. telepről érkező kommunális szennyvíz

A szennyvíz szerves jellegű, szélsőséges pH-val rendelkező ipari szennyvíz. Hőmérséklete 10°C és 30°C között változik, a pH érték pedig 0,5-13 közötti érték.

A szennyvíz a P3-as átemelőbe érkezik meg a telepre, ahonnan a semlegesítés (15A,B) és ülepítés után (16A,B) a tisztított szerves szennyvízzel keveredve jut a csiga-szivattyúházba, illetve az utóátlagosító tavakon keresztül a befogadó Sajóba.

4.3.3.2 A III. telepről érkező szerves szennyvíz

Az a szennyvíz, ami a III. telepen keletkezik magas szerves-anyag tartalmú, magas pH-jú, magas hőmérsékletű szennyvíz. A hőmérséklete 30°C és 50°C között változik. A pH-ja 2 és 13 közötti érték, előkezelés után 7 és 13 közötti pH értékkel érkezik az SZVTÜ-be. KOI értéke átlagosan 2213mg/l. Magas metanol tartalommal rendelkezik és alacsony koncentrációban egyéb, a gyártási technológiákban felhasznált, vagy keletkező szerves vegyület is található benne.

A szennyvíz 5-0-0-as főgyűjtőn a 3-as számú átemelőbe érkezik, innen szükség esetén a vésztárolóba vezethető. A III. gyári szerves szennyvíz a szerves semlegesítő medencékbe (18A,B) áramlik. Lehetőség van a szennyvíz egy részét az anaerob előkezelés előtt az aerob technológiákra adni. A semlegesítés karbid iszap vagy sósav hozamarányos adagolásával történik, a pH mérés alapján korrigálva. Az ezt követő szerves ülepítőből (19A) a kotróval összegyűjtött iszap az iszapkezelésre jut. Az ülepítés után a közbenső átemelő szivattyúk üzemszerűen vagy az anaerob rendszerre, vagy az SBR rendszerre és az 5A,B eleveniszapos medencékbe, esetlegesen a szerves közbenső átlagosító medencékbe (21 A,B) juttatják a vizet ($2 \times 100\,000\text{m}^3$). A tisztított szennyvíz az átemelőn és az utóátlagosító medencéken keresztül jut a befogadóba.

A III. telepi szerves szennyvíz szükség esetén a vésztározóba is (17A) vezethető. A szerves szennyvizek anaerob kezelés, illetve semlegesítés után valamelyik aerob szennyvíz-technológiai műtárgyra folynak be.

4.3.3.3 A III. telepről érkező csapadékvíz

Az üzemi területről nyílt övárokból érkezik a csapadékvíz. A hőmérséklete 5-25°C között változik.

A nyílt övárokból a közbenső átlagosító (21A) mellett érkezik a telepre, az övárokból végén lévő átemelő szivattyúkkal lehet az I. telepi I. medencébe felemelni. A 3-as jelű gépház túlfolyói is ebbe az övárokból vannak bekötve.

4.4.1 Szervetlen szennyvíz kezelés összefoglalása

A II. és III. telepről érkező szennyvíz előtisztítva érkezik az SZVTÜ-be. Mivel ezeknek a szennyvizeknek a kémhatása széles skálán mozoghat, ezért itt a meghatározó feladat a semlegesítés. A főgyűjtőből először a szervetlen semlegesítő medencébe vezetik az anyagáramot, ahol vegyszeres kezelés eredményeként lejátszódik a semlegesítés. Az érkező ipari szervetlen szennyvíz szerves anyag és egyéb szennyező anyag tartalma elhanyagolható. Az extrém pH-jú anyagáram (pl.: üzemzavar, leürítés stb. miatt) időszakos elkülönítő tárolásával lehetőség van a semlegesítési folyamat optimális vezetésére.

4.5.1 Szerves szennyvíz kezelés összefoglalása

Az I. telepről egyesített csatornán érkezik az ipari szennyvíz és a gyári csapadékvíz. Csapadékos időjárás esetén a csúcsvizek időszakos tárolására szolgálnak az I. telepi átlagosító tavak (2x100 000m²). A szennyvízi pH-ja 8 és 12 között változik, szerves-anyag tartalma csekély, egyéb jelentős szennyezőanyagot nem tartalmaz. A víz hőmérséklete 10-30°C. Ezt a szennyvíz áram a III. telepi szerves szennyvíz egy részével együtt kerül a szerves semlegesítő medencébe, tehát a későbbiekben a szerves szennyvíz kezelés anyagárama.

A III. telepről érkező szennyvíz magas szerves-anyag tartalmú, pH-ja 7-13 közötti érték, a hőmérséklete pedig magasabb, 30-50°C. A szennyvíz tartalmaz metanolt és alacsony mennyiségben klórozott szénhidrogént. Ezen szennyvíz egy része anaerob előkezelés után az aerob technológiára megy. A III. telepi szerves szennyvíz másik része - a fent leírt módon-, az I.-es telepi szennyvízzel elkeveredve, a szerves

semlegesítő medencékbe (18A,B) áramlik. A semlegesítés itt is hasonló módon történik: karbid iszappal vagy sósav hozamarányos adagolásával, a pH mérés alapján korrigálva. Az ezután következő szerves ülepitőből (19A) kotróval összegyűjtött iszap az iszapkezelésre jut. Az ülepités után a közbenső átemelő szivattyúk a szerves közbenső átlagosító tavakba (21 A,B) vezetik a vizet (2x 100 000m³). Ezekbe a tavakba közvetlenül is bevezethető az I.-es üzemi szerves szennyvíz, illetve ide emelik be a III. telepi övárkon érkező csapadékvizet is.

4.6 Anaerob szennyvízkezelés

A III. gyártelepről érkező szerves szennyvíz a magas hőmérséklete és a nagy szerves anyag tartalma miatt alkalmas az anaerob kezelésre, a szennyvíz kezelés során csak minimális mennyiségű fölös iszap keletkezik, viszont az anaerob bomlás során magas metántartalmú biogáz képződik. A víz hőmérséklete 30-50 °C, KOI koncentrációja 2000–3000 mg/l, az átlagos pH értéke 11.

A technológia fő műtárgyai:

Biopuffer medence (R120): 1×3144m³, vízmélység: 3,7m, benne 2 db keverő

Flokkulációs medence (R130): 1×92,4m³, vízmélység: 3,7m

Közbenső ülepitő medence (R140 A,B): 2×448m³, vízmélység:3,7 m, benne 1 db kotró

Kondicionáló medence (R160): 1×244m³, vízmélység: 2,9m, benne 1 db keverő

Anaerob reaktor (R170 A,B): 2×1246m³, vízmélység: 12m.

Az anaerob technológia első lépcsője a biopuffer medence: itt átkeverés, a szükséges mértékű vegyszeres semlegesítés és nyomelem hozzáadása történik. Innen a már semleges szennyvíz tovább jut a flokkulátor térbe, ahol a pelyhesedés elősegítésére polielektrolitot adagolnak. A közbenső ülepitőből elvett iszapból egy rész visszaáramlik a biopuffer tartályba, a fölös iszap rész pedig elvezetik iszapkezelésre. Az anaerob medencében a szervesanyag lebomlásának folyamata játszódik le (hidrolízis, savképződés, acetogén fázis és metanogén fázis). Az anaerob medencében keletkezett biogáz a dómfödemen elvezetve a kazánba jut, az általa termelt hő pedig egyrészt

- tartja az anaerob kezeléshez szükséges szennyvíz hőmérsékletet,

- másrészt biztosítja az iszapkezelésnél az iszapszárító hőigényét, ill.
- az épületek fűtését.

Az anaerob technológiáról elfolyó szennyvíz az eleveniszapos aerob medencére (5A,B) megy.

4.6.1 BIOBED®-Anaerobic Reaktor

A SZVTÜ-ben található anaerob reaktor egy úgynevezett felfelé áramló iszapfelhős reaktor (Upflow Anaerobic Sludge Blanket-UASB). Az UASB rendszer segítségével 75-85% KOI-csökkenés érhető el, ha a rendszert optimálisan $15-20 \text{ KOI/m}^3\text{xd}$ terhelik. Az eljárás során olyan mennyiségű metán szabadul fel, amiből már energiát lehet előállítani. Az eljárás elsősorban a szennyvízkezelésre hivatott, de biogáz előállításra is kiválóan alkalmas.

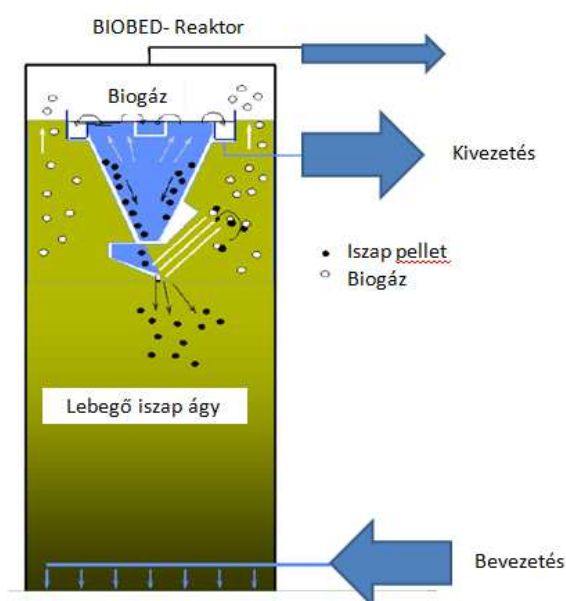


1. kép: Anaerob reaktorok
(Forrás: Saját fotó, 2015).

Ennél az eljárásnál az iszap növekedése nagyon lassú, így alig van iszapelvétele. Az eltávolításra kerülő KOI 80%-a metánná alakul az iszap mennyisége így csak 0,05kg iszap/kg KOI. Ennek az iszapnak a szárazanyag-tartalma 8-12% körüli. Az iszap, ami keletkezik, stabilizált állapotú és jó vízmegkötő tulajdonságokkal rendelkezik.

A hőmérséklet csökkenést kedvezően tűri hozzáadott tápanyag nélkül is: 20 °C alatti hőmérsékleten hosszú ideig sem csökken az anaerob iszap aktivitása.

A rendszer alapvető jellemzői: egy felfelé áramló rendszer, integrált iszap,- folyadék,- és gázválasztás, amely szeparátorban történik, a reaktortér tetején. A szeparátor kialakítása miatt a hidraulikus terhelés hatására sem tud távozni a biomassza. A betápláló rendszer kialakítása miatt egyenletes eloszlást biztosít a reaktorfenéken belépő víz számára, ott kerül érintkezésbe a granulált iszap ágygal. A reaktortér nincs mechanikusan keverve, mivel a természetesen kialakuló hőáramlás biztosítja a szükséges keveredést. A konvekciót a keletkező biogáz és a hidraulikus terhelés hozza létre. A mechanikus keverés hátrányos hatással lenne az iszap szerkezetére.



6. Ábra: Anaerob reaktor elvi vázlata

(Forrás: <http://www.apec-vc.or.jp>)

4.7.1 Mechanikai elő tisztítás

Az I., II. és III. telepről érkező kommunális szennyvíz és Berente község kommunális szennyvize együtt érkezik a mechanikai előtisztításra.

4.7.2 A technológia fő műtárgyai

Rácsok és levegőztető homokfogó 1x 30m³, vízmélysége: 2,4m a maximális kapacitása pedig 500m³/h.

A levegőztetett homokfogó jelenleg a funkcióját nem tölti be. Technológiailag a rajta keresztül folyó szennyvíz feliszapolódását a levegőbe fúvás akadályozza meg.

4.8.1 Folyamatos technológiájú eleven iszapos, anoxikus, aerob szennyvízkezelés

Az eleveniszapos kezelésre vezetett szennyvizek: az I. telepi szerves szennyvíz egyik része, az I. telepi átlagosító tavak, illetve a közbenső átlagosító tavak (21 A,B) után, a P20-as átemelő szivattyúval megemelve, az eleveniszapos technológiára és az SBR rendszerre kerül. Lehetőség van a szennyvíz átvezetésére a szerves semlegesítőn és a szerves üleptőn (18A, 19A) is.

A III. telepi szerves szennyvizek egyik részét az anaerob technológiára vezetik, innen megy az eleveniszapos technológiára.

A TDI üzemből érkező szennyvizet szerves üleptőn (19 B) vezetik keresztül, innen a szennyvíz egyik része jut a P20 közbenső átemelő szivattyúkra, amelyek az eleveniszapos és az SBR technológiára juttatják a szennyvizet.

AZ I., II. és III. telepről és Berentéről érkező kommunális szennyvizeket az átemelő szivattyúk mechanikai előtisztításra vezetik, innen jut a kommunális szennyvíz az eleveniszapos technológiára.

Az eleveniszapos technológiára érkező kevert szennyvizek átlagos paraméterei 2010-ben a 1. táblázatban összefoglalva.

Q (m ³ /d)	7850-9300
pH	7,2-7,4
KOI terhelés (kg/d)	1800-2150
KOI koncentráció (mg/l)	230
NH ₄ -N terhelés (kg/d)	200

NH ₄ -N koncentráció (mg/l)	21-25
NO ₃ -N terhelés (kg/d)	80
NO ₃ -N koncentráció (mg/l)	8-10
Összes N terhelés (kg/d)	275-300
Összes N koncentráció (mg/l)	30-38
Hőmérséklet (°C)	16-29

1. Táblázat: Az eleveniszapos technológiára érkező kevert szennyvizek átlagos paraméterei 2010-ben

Az eleven iszapos rendszer 2 hosszanti átfolyású eleveniszapos medencéből és 3 db hosszanti átfolyású utóülepítőből áll.

A technológia fő műtárgyai:

Hosszanti átfolyású eleveniszapos medence (5A,B), amelyben leválasztott anoxikus medencerész található 2x 7800m³, a vízmélysége 4m, az anoxikus részben 2x6 db keverővel. Az aerob medencerészben 2x165 db F4 HAFI és 15 db MESSENETT N4 levegőztető panellel.

Flokkulációs medencék (8A,B,C)

Utóülepítő medencék (6A,B,C) : 3x 2453m³, vízmélység: 3m, benne 3xi db kotróval.

Recirkulációs gépház (7), benne 5 db recirkulációs szivattyú található

Légbefúvó gépház, benne 6db légbefúvó.

4.9 SBR szennyvízkezelés

Az SBR rendszerre érkező szennyvizek: az I.-es telepi szerves szennyvizek egyik része az I.-es telepi átlagosító tavak vagy szerves közbenső átlagosító tavak felől, valamint közvetlenül a 2-es számú átemelőről. Lehetőség van a szennyvíz szerves semlegesítőn és szerves ülepítőn történő átvezetésére is. A III. telepi szerves szennyvíz egyik része a szerves semlegesítőre és ülepítőre kerül, onnan emeli rá a 20-as közbenső átemelő szivattyújára az SBR technológiára.

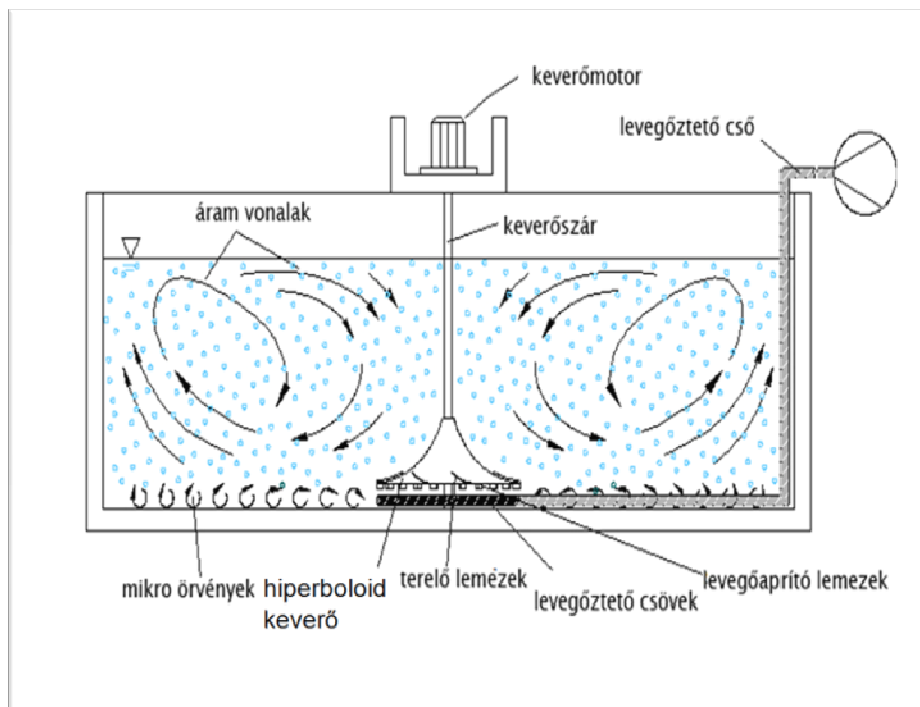
A TDI üzemből és a salétromsav üzemből a 7–0–0, 9–0–0, 10–0–0 főgyűjtő vezetékeken érkező szennyvíz a szerves ülepítőn (19B) megy keresztül, innen a szennyvíz egyik része jut a P19B közbenső átemelőre, amely a SBR technológiára juttatja a szennyvizet. A különböző helyekről érkező kevert szennyvizek az eleveniszapos technológiára befolyó átlag értékei a 2010-es adatokat figyelembe véve a 2. sz. táblázatban található.

Q (m ³ /d)	2200-2300
pH	6,6-7,2
KOI terhelés (kg/d)	1660
KOI koncentráció (mg/l)	715-755
NH ₄ -N terhelés (kg/d)	268
NH ₄ -N koncentráció (mg/l)	115-120
NO ₃ -N terhelés (kg/d)	124
NO ₃ -N koncentráció (mg/l)	53-56
Összes N terhelés (kg/d)	425-475
Összes N koncentráció (mg/l)	185-215
Hőmérséklet	16-29°C

2. sz. táblázat: SRB befolyó átlag értékei a 2010-ben

A technológia fő műtárgyai:

- Kiegyenlítő medence (R300), 1 × 2400m³, Ø21,35m, vízmélység: max. 6,7m, benne 2 db keverő és 3 db átemelő szivattyú.
- SBR medence (R310, R320), 2 × 4200m³, Ø28,18m, vízmélység: min.4,95 – max.6,7m, benne 2×4 db keverő és 2×2 db iszapszivattyú.
- Légfúvó gépház, benne 4 db légfúvó.



7. sz. ábra: Az SRB reaktor működési elve

A reaktortér úgy van kialakítva, hogy a keletkező buborékok útja a lehető leghosszabb legyen, így az alig 7m-es tartályban az áramlási viszonyok miatt a buborékok akár 28m-t is megtehetnek, ezzel növelve a technológia hatásfokát.



2. kép: SBR reaktor keverői

(12. Forrás: Nyílt nap előadás anyaga, 2010)

Az SBR technológiára érkező víz először a kiegyenlítő műtárgyba (R300) érkezik. A kiegyenlítő medencébe folyamatosan érkezik a szennyvíz. Innen több lépcsőben emelik rá a közbenső átemelő szivattyúk a szennyvizet az SBR medencékre.



3 Kép: Az SBR2-es reaktor és a kiegyenlítő műtárgy

(Forrás: saját fotó,2015).

Az SBR rendszer feladata a szennyvízben lévő magas nitrogén tartalom eltávolítása. A kiegyenlítő medencébe folyamatosan kerül bevezetésre az előülepített TDI-s szennyvíz, az előülepített I. telepi szennyvíz, valamint a III. telepi szerves szennyvíz. Innen viszont szakaszos a feladás az SBR medencékbe. Az aerob rendszertől eltérően az SRB rendszerénél egy reaktortérben zajlik le az összes tisztítási folyamat. A reaktorokban megy végbe a szennyvíz biológiai tisztítása, bontható szervesanyagok, nitrát és szükség szerint az ammónia eltávolítása, szennyvíz ülepítése, fölös iszap elvétele és a tisztított víz dekantálása.

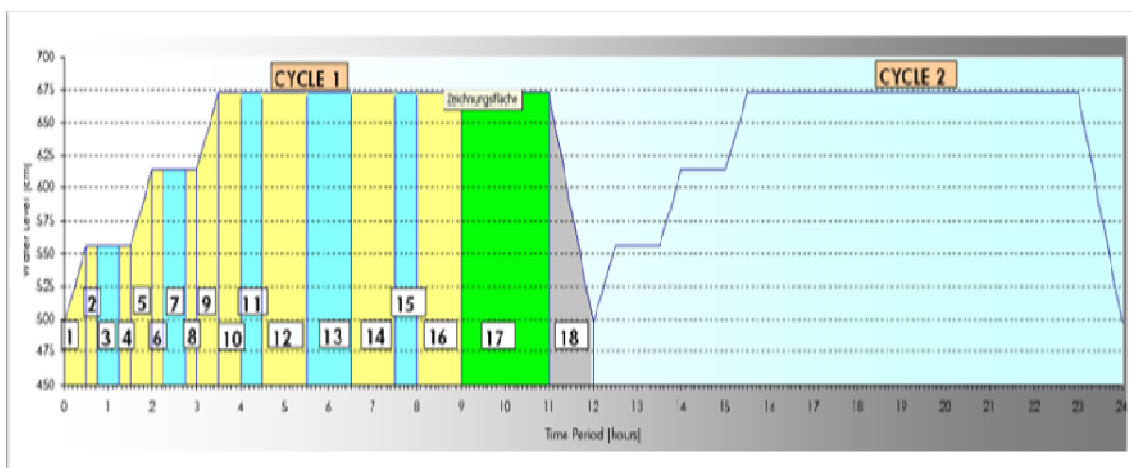


4. kép: A dekanter kiemelése,

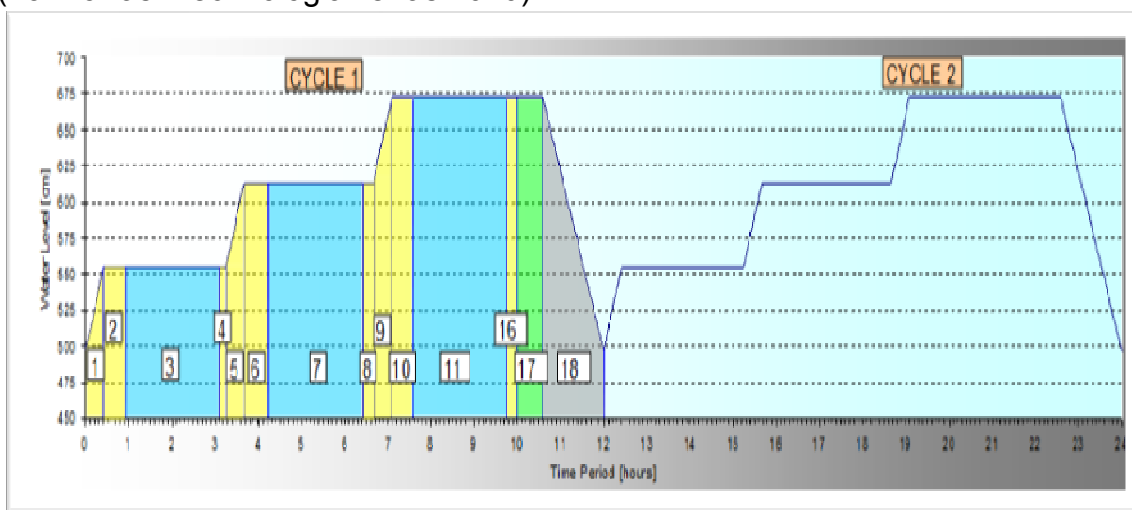
Forrás: Saját fotó 2015.

A technológia a terhelés függvényében napi két - három ciklusban működik, egy ciklus 8 – 12 órát vesz igénybe az alábbi lépésekben:

1. Töltés a medence min. szintjétől kb. 1/3 magasságig - keverés –levegőztetés - keverés
1. További töltés a medence min. szintjétől kb. 2/3 magasságig –keverés - levegőztetés - keverés
2. További töltés a medence maximális szintjéig - keverés - levegőztetés – keverés
3. Ülepítés –dekantálás



8. sz. ábra: Ajánlott SBR reaktor ciklusai az idő függvényében
(13. Forrás: Technológiai leírás 2010).



9. sz. ábra: Alkalmazott SBR reaktor ciklusok az idő függvényében
(13. Forrás: Technológiai leírás 2010).

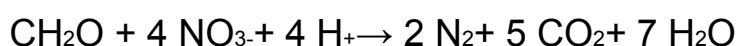
Lépések számjele	Lépés megnevezése
1,5,9	Töltés, keveréssel, levegőztetés nélkül:
2, 4,6,8,10,12,14,16	Keverés, töltés és levegőztetés nélkül:
3,7,11,13,15	Levegőztetés és intenzív keverés
17	Ülepedés

18	Tisztított szennyvíz és fölös iszap elvétel
----	--

3. sz. táblázat: SBR reaktor ciklusai (14.Forrás:SZVTÜ munkahelyi műveleti utasítás, 2010)

Mivel a TDI-ből és a Salétromsav üzemből befolyó szennyvíz tartalmaz nitrátot, ugyanakkor a III. telepi szennyvíz tartalmaz metanolt, a nitrát egy része az elő-denitrifikációs folyamatok során eltávolítható (R300) a szennyvízből, másik része az anoxikus utó-denitrifikációs szakaszban (R310,R320) távozik a rendszerből.(14. Forrás:SZVTÜ munkahelyi műveleti utasítás, 2010)

Denitrifikálás képlete:



4.10 Iszapkezelés

A szerves és szervesetlen üleptőkből elvett iszap, illetve az anaerob szennyvízkezelésből, az eleveniszapos szennyvízkezelésből és az SBR szennyvízkezelésből keletkezett fölös iszap a 30-as ürítő és iszapgépházba jut. Az iszap szárazanyag tartalma 1-2%, onnan szivattyúk segítségével polielektrolit hozzáadásával, az iszapszűrő gépház iszapvíztelenítő szalagszűrő-présére jut. Innen a mintegy 20-24%-os szárazanyag tartalmúra víztelenített iszapot a földgázzal, illetve biogázzal termelt gőz energiáját hasznosító iszapszárító berendezés fogadja, amely kb. 92%-os szárazanyag tartalmú, nem pormentes granulált iszapot állít elő. A szárított iszapot rekultivációra használják vagy a hulladékégetőbe ártalmatlanítják.(SZVTÜ műveleti utasítás, 2010)

A technológia fő műtárgyai:

- Ürítő és iszapgépház, benne 3 db iszapszivattyú.

- iszapszűrő gépház, 3 db szalagszűrő prés, iszapszivattyúk és mosószivattyúk, keverő és polimer oldó berendezés.
- Iszapszáritó



5. kép:Iszapszáritó gépház

Forrás:saját fénykép

4.11. Tisztított víz elhelyezése

A szervesetlen és szerves sorokról érkező tisztított szennyvizet az 52-es csigaátemelő juttatja a 11A utóátlagosító medencébe. Az utóátlagosítókban (11 A,B) kikerülő tisztított szennyvíz egy Parshall-típusú mérőműtárgyon keresztül kerül elvezetésre. A mérőműtárgy és a kivezető csatorna anyaga vasbeton. A Parshall műtárgy hossza 3,6m, melyben a vízszintmérő akna 1,0×1,0m. A kibocsájtott szennyvíz mennyiségét ultrahangos szintmérő folyamatosan méri. A szennyvízelvezető csatorna a 0+041 szelvényben torkollik az övcsatorna nyitott szakaszába, és 41 m-t követően torkollik a Sajóba.

A tisztított víz befogadója a Sajó-folyó. Az elfolyó tisztított víz minőségének ellenőrzése önellenőrzés keretén belül történik. A Szennyvíztisztító Üzem működését éves Környezetvédelmi Mérések terve szerint vett minták vizsgálatával, az akkreditált

Analitikai Laboratórium végzi. A gyártásközi ellenőrzések célja a szennyvíztisztítási technológia optimális működtetése, a szükséges és lehetséges beavatkozásokkal a mérési eredmények alapján, biztosítva a megfelelő minőségű tisztított vizet.



6. kép: A Sajó

(7. Forrás: Víz világnapja konferencia előadás, 2015)

Bevezetés helye a Sajó bal partján a 82,1fkm szelvény (EOV: Y=770 218; X=324350).

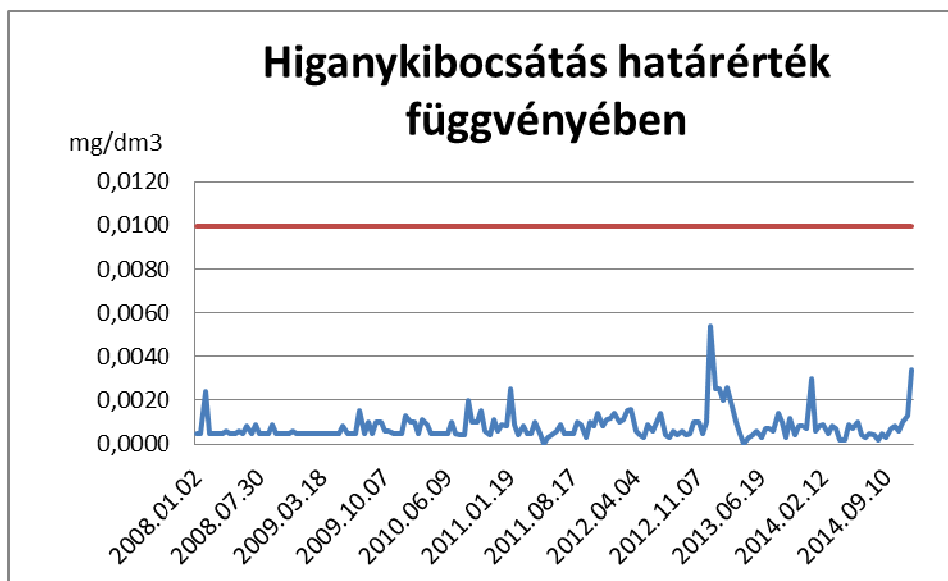
Bevezetés típusa parti bevezetés betonozott torkolati műtárgyon keresztül, amely terméskő védelemmel van ellátva.

Befogadó vízminőség-védelmi területi kategóriája: 4. (általános kategória).

Szennyvízbevezetés magassága: 123,05mBf.

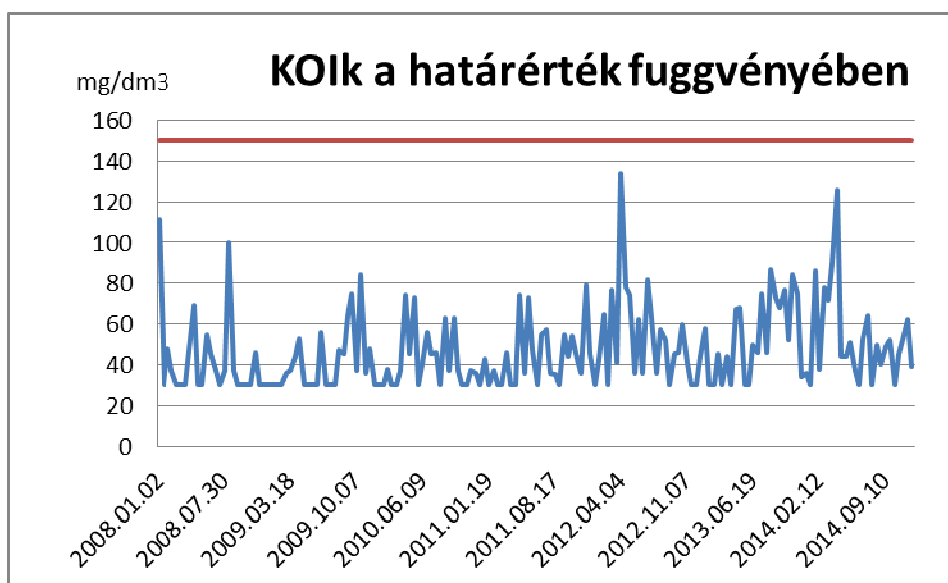
Áramszünet esetén 21B vízszintje lehetővé teszi az 52-es csigásátemelőből a víz gravitációs visszavezetését és betárolását 21B közbenső átlagosító medencébe. Így üzemzavar esetén biztonságosan megoldható a szennyvíz elhelyezése. Az elmúlt

években a Sajóba vezetett szennyvíz Hg, KOI_k és BOI₅ értékei a 10,11, és 12 ábrákon látható.



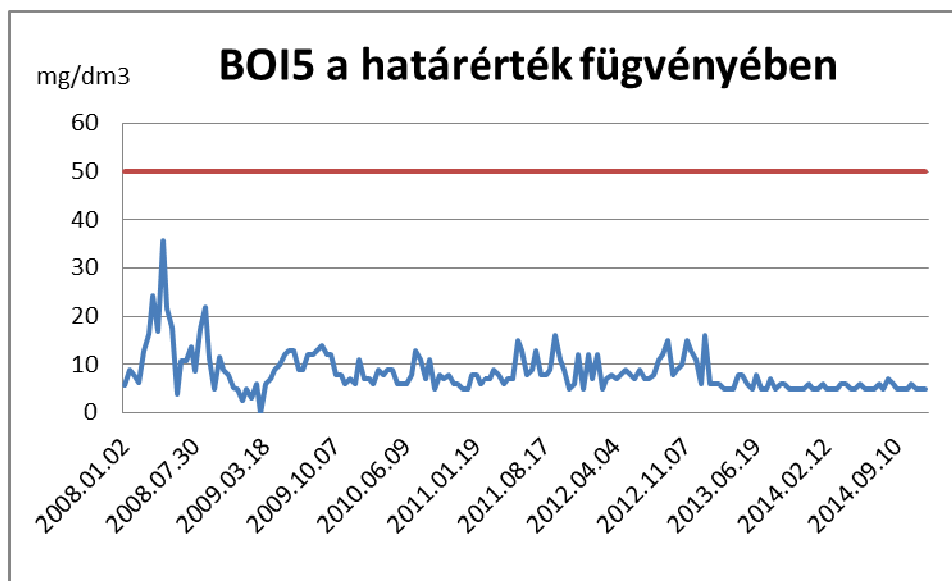
10. sz. ábra: Higany kibocsájtások és határérték

(15. Forrás:Környezetvédelmi Osztály, Szentpéteri Sándor osztályvezető 2015.)



11. sz. ábra: KOI-k kibocsájtások és határérték

(15. Forrás:Környezetvédelmi Osztály, Szentpéteri Sándor osztályvezető 2015.)



12. sz. ábra: BOI5 kibocsátások és határérték

(15. Forrás: Környezetvédelmi Osztály, Szentpéteri Sándor osztályvezető 2015.)

4.11.1 A tisztított szennyvíz kibocsátására vonatkozó előírások

Az alábbi 4. táblázatban foglaltam össze a határértékeket és a kibocsátott víz értékeit.

KOMPONENS	Kibocsájtási határérték	2012. évi átlagérték	2014. évi átlagérték
pH	6-9,5	8,63	8,2
KOI _k	150 mg/l	44mg/l	56mg/l
Összes higany	0,01 mg/l	0,001mg/l	0,0007mg/l
Összes szervesetlen nitrogén	50 mg/l	13,2mg/l	12,8mg/l
BOI ₅	50 mg/l	10mg/l	5mg/l
Ammónia- ammó-nium-nitrogén	20 mg/l	0,3 mg/l	0mg/l
Összes nitrogén	55 mg/l	14mg/l	15mg/l
Összes lebegőanyag	200 mg/l	75mg/l	28mg/l
AOX	16878 kg/év 2,6mg/l	3792kg/év	6324kg/év 0,96mg/l

4. sz. táblázat: A tisztított szennyvíz kibocsátására vonatkozó határértékek (15.)

4.12. Sósvíz kezelés

A BC néhány technológiájában (MDI, TDI, VCM gyártás) magas sótartalmú technológiai vizek ún. sósvizek keletkeznek. Ezek magas sótartalmát elsősorban a nátrium-klorid és nátrium-hidroxid tartalom okozza. Kezelésük a többi szennyvíztől elkülönítve történik, mivel a befogadóba nem bocsáthatók, a jelenlegi szennyvíztisztítási technológia pedig nem alkalmas kezelésükre.

A sósvizek kezelésére 2000-ben egy magas sósvíz bepárló üzemrész épült, amelynek 2004-ben növelték a kapacitását. Egy új egység megvalósításával később tovább bővítették, összhangban az izocianát technológiák kapacitás bővítésével. A sósvizek kezelése energia és alapanyag spórolás jegyében valósul meg. A bepárlás „hulladék hővel” történik, a bepárlás utáni végtermék pedig szilárd NaCl, ami a Cl gyártás alapanyaga, tehát újra felhasználható. A bepárlóba kerülő sós vizeknek azonban bizonyos minőségi követelményeknek meg kell felelniük mivel a végtermék párolt sóval szemben támasztott követelmények, elsősorban a szerves anyag vonatkozásában szigorúak. A bővítéshez kapcsolódóan ennek érdekében a bepárlóra történő vezetés előtt a VCM üzemben meg kellett oldani a keletkező sósvíz előkezelését. Az VCM üzemi előkezelő kiépítését követően 2006 elejétől már ennek az üzemi sósvízáram is bepárlásra kerül.

A „sósvíz probléma” azonban továbbra is fenn áll, mivel kis mennyiségben, de továbbra is keletkeznek olyan vizek, melyek nem vezethetők a bepárlóba és az évek során felgyűlt - jelenleg szigetelt földmedencékben tárolt - sósvíz elhelyezése is megoldandó. Jövőbeni célok között szerepel, hogy a gyártás során csak olyan kis mennyiségű sósvíz keletkezzen, amelyet probléma nélkül be lehessen vezetni a befogadóba a Sajóba. (Forrás: BC ,Környezetvédelmi Osztály, Szentpéteri Sándor)

4.13. Szennyvizek ellenőrzése:

A BC több mint 20 éve működteti minőségirányítási rendszerét, mely az ISO 9001. (MIR) szabványnak megfelelő. Tanúsító szerveztük a nemzetközi ismertséggel és elismertséggel rendelkező SGS. Így a minőségi ellenőrzések tervezetten, úgy nevezett Minőségellenőrzési terveknek megfelelően történnek. A környezetvédelmi mérések, emisszió mérésekre, szennyvíz mérésekre és figyelő kutak mérésére vonatkoznak. A vizsgálatok az évente kiadásra kerülő terveknek megfelelően valósultak meg.

A mérések, helye, gyakorisága az évek során jelentősen változott, mely több okra vezethető vissza. Üzemek végleges leállítása, új üzemek termelésbe állása, jogszabály változás, stb.

A Társaság a környezettudatos magatartásának igazolására 15 éve kiépítette, bevezette és tanúsíttatta a Környezetközpontú Irányítási Rendszert, az ISO 14001 szabvány szerint (KIR). Az irányítási rendszernek az alapja a környezeti hatások figyelése és értékelése, illetve a hatások csökkentése különböző programok megvalósításával. Ennek kapcsán fókuszba kerültek a környezetvédelmi mérések, mivel az állapot felméréshez is mérési adatokra volt szükség, illetve a programok sikeressége is mérésekkel igazolható.

Figyelembe kell venni azt a földrajzi tény is, hogy a BC a Sajóból nyeri a működéséhez szükséges vizet és a tisztított szennyvizet is ide engedi. A Sajó vízhozama jelentősen függ az időjárástól. Hektikusan változik; aszályos években nagyon alacsony a vízszint, csapadékos évben pl.: 2010-ben pedig árvizet okoz. Miközben a termelés, így a keletkezett szennyvíz mennyisége is viszonylag szűk intervallumon belül változik. Ugyanakkor a csapadék mennyiségétől függetlenül mindig meg kell felelniük a kibocsátási határértékeknek.

A jogszabályok, hatósági előírások is folyamatosan változtak, melyek egyre szigorúbb feltételeket írtak elő, ezzel kényszerítve a Társaság vezetőit a környezetvédelmi szempontból is a legjobb technológia (Best practis) kiválasztására, beruházás esetén. A már meglévő üzemek esetén pedig olyan környezetvédelmi programok megvalósítására, melyek eredményeként biztosítható a jogszabályi megfelelés és a folyamatos fejlődés.

Ennek megfelelően olyan szennyvíz előkezelő üzemszerek jöttek létre főleg az izocianát gyártó üzemekben (MDI, TDI), amelyek a főleg az aromás szerves vegyületeket tartalmazó szennyvizet kémiai úton olyan vegyületekké alakítják, amit már a Szennyvízkezelő Üzem technológiája fel tud dolgozni, így nem kerül ki a Sajóba. A technológiai üzemekhez tartozó szennyvíz-előkezelő egységek anyagáramai is vizsgálatra kerülnek az ún. gyártásközi vizsgálattal.

A szennyvíz méréseket a Társaság Analitikai Laboratóriuma végzi, a szennyvíz vizsgálati módszerek az MSZ EN 45000 szabvány szerint akkreditáltak.

(Akkreditációs okirat száma: NAT-1-1177/2014.) Így az ellenőrzéseket a mintavételtől, a minta-azonosításon át, az ellenőrzött módszerekkel történő bevizsgáláson keresztül az eredmény közléséig szigorú előírások szerint végzik.

A Társaságnál már évtizedek óta az a gyakorlat, hogy a környezetvédelmi mérések terve üzemi bontásban készül, mert többségében úgy alakították ki a csatornarendszert, hogy jól beazonosítható, hogy az adott szennyvíz kibocsátás mely üzemhez tartozik, még mielőtt az a közös csatornába kerülne.

A Környezetvédelmi Osztály munkatársai az üzemek technológiai lehetőségeinek a figyelembevételével állapítják meg az adott üzemi szennyvíz minőségi határértékeit.

Az üzemi határértékek meghatározásánál azt is figyelembe kell venni, hogy a szennyvízáramok összefolynak a telephelyi - a fent már részletesen bemutatott -, gyűjtőcsatornába, ezáltal megváltozik az összetételük, ugyanakkor a Szennyvíztisztító üzemi kezelése utáni kibocsájtási határértékeknek is meg kell felelni.

Azért, hogy a technológiai üzemeket fokozott figyelemre, és kibocsátás csökkentésre kényszerítsék, a KIR bevezetésével egy időben kétféle belső határérték került meghatározásra a

- figyelési határérték és a
- vizsgálati határérték.

Természetesen a figyelési határérték alacsonyabb értéket tartalmaz, de már határérték túllépésként lehívható a mérési adatokat tartalmazó adatbázisból. A mérési adatok hálózati adatbázisba kerülnek rögzítésre, amihez a Környezetvédelmi Osztály és a vonatkozó üzem munkatársai hozzáférnek. Az adatbázis többféle szempont szerinti kigyűjtést, statisztika, diagram készítést tesz lehetővé. Az általánosan alkalmazott lehívások között szerepel a jelzési és a vizsgálati túllépés is.

A jelzési szint túllépés már jelzés az üzemnek, hogy kedvezőtlen folyamat kezdődött, esetleg valami kilyukadt, kikerült a rendszerből.

A vizsgálati szint túllépést, mint a neve is mutatja, már ki kell vizsgálni az üzemnek. Jelentést kell készíteni a Környezetvédelmi Osztálynak, hogy mely paraméterben volt túllépés, a mértéke, mi okozta, a túllépés mennyi ideig tartott, mennyi anyag került ki, a milyen intézkedés történt az elhárításra és az újbóli előfordulás megakadályozására.

Ezek a vizsgálatok utólagosak, tehát már megtörtént, a szokásosnál magasabb koncentrációjú anyag kibocsátása, valószínű, hogy már kezelte a Szennyvíztisztító Üzem. A bevezetett javító intézkedések eredményessége, hatékonysága is követhető, hisz ha az adott mérési helyen gyakori a vizsgálati szint túllépés egy adott paraméterre, akkor vagy az intézkedést nem vezették be hatékonyan, vagy más megoldáson kell gondolkodni.

Váratlan üzemzavar, illetve a nagyjavításokra történő leállásokkor, nagyobb mennyiségű vegyi anyag kerülhet a szennyvízbe. Erről minden esetben értesíteni kell a Szennyvíztisztító Üzem irányítástechnikai rendszerkezelőjét, aki naplózza a várható „löketet” és a bejelentő adatait. A gyors jelentés azért fontos, hogy a Szennyvízkezelő Üzem fel tudjon készülni a fogadásra, kezelésre.

A jogszabályi változás eredménye (27/2005 (XII.6.) KvVM rendelet), hogy az utóbbi években már nem elegendő korábbi gyakorlat, vagyis az üzemi szintű szennyvíz vizsgálata és a BorsodChem-et elhagyó tisztított szennyvíz mennyiségi és minőségi vizsgálata. Ezekén felül un. Önellenőrzési terv szerint kell az egyes technológiai üzemeknek szennyvíz mintát venni, és mérni az üzem szennyvíz kibocsátás mennyiségét. Az Önellenőrzési terv szerint vett mintákat is az Analitikai Laboratórium ellenőrzi.

A figyelő kutak rendszere a talajszennyezés ellenőrzésére szolgál és azt a Környezetvédelmi Osztály felügyeli.

A fenti, a BC-nél megvalósuló ellenőrzési gyakorlat is biztosítja, hogy évek óta nem volt a Társaságnak szennyvíz bírsága, vagyis az egyre szigorodó törvényi előírásoknak is meg tud felelni. (15. Környezetvédelmi Osztály Szentpéteri Sándor 2015.)

4.14. A szennyvíztisztító kapacitása

A SZVTÜ kapacitás bővítését mindig összhangban végezték a BC gyártókapacitásának a növelésével.

Az üzem összes hidraulikai kapacitása: 36 626 m³/d. Erre szükség is van, hiszen előfordul, hogy 31 000m³/d szennyvíz érkezik a telepre.

Az egyes tisztítósorok hidraulikai kapacitása a következő:

- szervetlen sor: 11 600m³/d;

- anaerob sor: 6 096m³/d (ezt a szennyvizet az aerob sor tisztítja tovább);
- aerob sor: 18 556m³/d;
- SBR rendszer: 6 570m³/d.

A Szennyvíztisztító Üzem tervezett szennyezőanyag eltávolítási képessége:

- KOI: 21 470kg/d;
- NH₄-N: 1446kg/d;
- NO₃-N: 1045kg/d.

5. A Biogáz

5.1 A biogáz fogalma

A biogáz szerves anyagok anaerob vagyis oxigén mentes körülmények között történő lebomlása során keletkező gázelegy. A szerves anyagok anaerob átalakulása, lebomlása több lépcsős folyamat. A lebontási lépcsők mindegyikét különböző baktérium-csoportok végzik. A lebontandó anyag lehet szennyvíz, szeméttelapi hulladék, mezőgazdasági vagy egyéb szerves hulladék. A folyamat a természetben spontán módon is lezajlik mocsarakban és mélyvízi tengeröblökben, de hulladéklerakó telepeken is (16. Hivatkozás:Dr.Bai- A Biogáz). A biogáz összetétele nagyban függ a bomló anyagtól és a bontást végző baktérium törzsektől. Általánosságban a biogáz tartalmaz 50-70% metánt, 28-48% nem éghető szén-dioxidot, kén-dioxidot, hidrogént és nitrogént utóbbi 3 gáz 1-2% teszi ki a biogáznak. Minél magasabb a biogáz metántartalma, annál jobb a fűtőértéke. A földgáz fűtőértékének 50-70%-át teszi ki, amely 18-25 MJ/Nm³. A fűtőérték sűrítéssel, vagy a CO₂ való tisztítással növelhető, gyakorlatilag a földgázzal egyenértékűvé tehető.

Általánosságban elmondható, hogy a legmagasabb metántartalma a kommunális szennyvíziszapokból erjesztett biogáznak van ~70%. Ezt követik a mezőgazdasági melléktermékekből 60-65% keletkező, majd a kommunális hulladékból keletkező 50%-os metántartalmú biogáz.

Az alábbi táblázat a földgáz, a biogáz és a depóniagáz összetételét mutatja be.

Jellemző	Mértékegység	Földgáz	Biogáz	Depóniagáz
CH ₄ és egyéb szénvegyületek	%	94-98	50-70	45-55
CO ₂	%	0,0-3	24-42	30-35
N	%	0,3-4	0-1	15-25

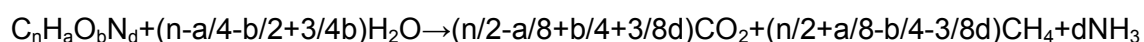
Egyéb gázok	%	0,0-0,2	0-3	0-3
Fűtőérték	MJ/Nm ³	32-40	18-25	15-17
Sűrűség (15°C-on)	kg/m ³	0,8-0,9	1,10-1,15	1,15-1,20
Robbanási koncentráció	%	5-15	9-23	
CO ₂ - kibocsátás	kg/kg	2,8	2,5	n.a.
Oktánszám		120-130	105-120	n.a.

5. sz. táblázat: Gáz összetételek

(17. Forrás: Barótfi, 1993, Agroinform-Stagek, 1980, EKFM, 1998)

A keletkező biogáz mennyiségét Buswell-formulával (1936) szokás becsülni. (18. Hivatkozás:Rózsáné 2012)

A denitrifikáció az alábbi egyenlettel írható le:



5.2 Biogáz termelés feltételei

A biológiai metántermelést több szakirodalom többféleképpen csoportosítja Kiely (1997) két lépésben írta le a folyamatot, amely első lépése a hidrolízis és savképzés, másodikban pedig a metánképzés. Ezzel szemben Gujer és Zehnder (1983) már 6 lépéses folyamatot írt le:

- nagy molekulák hidrolízise,
- aminosavak és kisebb molekulájú szénhidrátok keletkezése,
- alkoholok és hosszú molekulájú szénhidrátok keletkezése,
- illékony zsírsavak oxidációja,
- metánképződés ecetsavból,
- metánképződés H₂ és CO₂ből.

Kovács és Bagi (2007) szerint lényegében három mikrobiológiai tevékenység körül csoportosíthatjuk a biogáz termelést, amelyek egymásra épülnek és ezért természetes körülmények között nem lehet ezeket elválasztani. A természetben ez több tucat mikroorganizmus összehangol működését jelenti, minden egyes fajnak meghatározott szerep jut, a bonyolult elágazási lehetőségeket is tartalmazó lebontási útvonalban. Ahhoz hogy mesterségesen előállítsuk a biogáz termeléshez optimális körülményeket biológiai, technológiai, és ökológiai feltételeknek kell teljesülniük.

5.2.1 Biológiai feltételek

- Szerves anyag tartalom
- Acidogén és metanogén baktérium törzsek jelenléte és ezek életfeltételeinek biztosítása
- Anaerob körülmények
- Állandó és kiegyenlített hőmérséklet
- Megfelelő szilárdanyag tartalom, megfelelő felület biztosítása a baktériumok számára nedves eljárásnál 2-9%
- Az alapanyag szilárd és szervesanyag-tartalma összhangban legyen a rothasztó tér terhelésével
- Folyamatos keverés biztosítása
- Minél jobban aprított vegyes alapanyag
- Enyhén lúgos kémhatás
- Az alapanyag megfelelő C/N aránya
- Minimális kéntartalom (minimális legyen a keletkező H_2S mennyisége)

5.2.2 Technikai feltételek

- Technológiai tervezés
- Berendezések megfelelő méretezése
- Hatósági engedélyek beszerzése
- Az eszközök beszerzése, beépítése, próbaüzem.
- Megfelelő változtatások végrehajtása az üzembe helyezés előtt

5.2.3 Ökológiai feltételek

- Folyamatos, helyben képződő és előre megtervezett alapanyag utánpótlás,
- Állandó működés
- A végtermék teljes körű és hosszú távú felhasználása
- Hosszú távú szerződések a jövőbeni alapanyag beszállítókkal
- A beruházás finanszírozása, támogatások, kedvezmények kihasználása

5.3 Mikrobiológiai összefüggések

5.3.1 Hidrolizáló mikroorganizmusok

A komplex szerves anyagokat először fakultatív és obligát anaerob mikroorganizmusok enzimekkel bontják alkotóelemeiké.

Kritérium	Savtermelő baktériumok	Mezofil metánbaktériumok
Jellemvonás	Zömmel fakultatív anaerob baktériumok	Obligát anaerob baktériumok
Hőmérsékleti optimum °C	30	35-37
pH-érték (Határérték)	5,3-6,8 (3,0)	(6,8)-7,2
Generációs idő (Szaporodás)	Viszonylag rövid (Tápanyag függő)	Nagyon hosszú (Tápanyag és környezet függő)
Anyagtranszport (átkeverés)	A lehető legtökéletesebb átkeverés (gyors hidrolízis és savas fázis elérése céljából) A savas fázis lebontási anyagainak transzportja a metántermelő baktériumok szintén jó átkeverést igényel.	Lehetőleg hatékony keverés (nyíróerő-igénybevétel), mert az acetogén- és metánbaktériumok szoros szimbiózisban élnek. A tápanyag- és a lebontási termékek elszállítása ezzel szemben hatékony átkeverést feltételeznek.

6. táblázat: Baktérium típusok és életfeltételeik,

(19. Forrás: Prof Tamás János, Prof Blaskó Lajos, 2008.)

A legnagyobb tömegben keletkező biomassza a cellulóz, amely cukrokból álló lánc, elsősorban ennek a polimernek a lebomlását írja le. Jó alapanyagnak számítanak a keményítők és a zsírok, kevésbé jó a fehérje, utóbbi gondot okozhat, ha túl nagy mennyiség van belőle. A makromolekulák túlságosan nagyok ahhoz, hogy a lebontó baktérium be tudják kebelezni őket, hogy a sejten belül bonthassa le. A hidrolizáló baktériumok ezért a polimer láncokat feldarabolni képes enzimeiket kiküldik a sejtől (ezek az enzimek az exoenzimek) így a sejten kívül történik meg a polimerek darabolása, hidrolízise. Az ilyen formán előkészített kisebb molekulákat már fel tudja venni a baktérium és tápanyagként hasznosítja. A cellulitikus baktériumok által termelt és kibocsájtott celluláz enzimek szintje meghatározza a cellulózlebomlás sebességét. A lipázok a zsírokat bontják le rövidebb szénláncú zsírsavakká, a proteázok pedig a fehérjéket emésztik el aminosavakká. Az anaerob biogáztermelő rendszerekben

gyakori limitáló tényező a polimerek hidrolizálásának sebessége. A sejten kívül tevékenykedő extracelluláris hidrolizáló enzimek minden elérhető szubsztrát molekulát megtámadnak és lebontanak. Így normális körülmények között emellett, hogy a hidrolizáló baktériumok tápanyagszükségletét kielégítik, a környezetben más mikroorganizmusok számára is juttatnak ezekből az anyagokból. A hidrolizáló baktériumok saját anyagcsere folyamataikban úgy jutnak energiához, hogy a felvett cukrokat, aminosavakat és zsírokat tovább bontják még kisebb molekulákká, és a közben felszakadozó kémiai kötésekben tárolt energiával "hajtják" saját bioszintetikus folyamataikat. Kémiai energia mellett tehát keletkeznek különféle, még kisebb molekulák, amelyeket gyűjtőnéven illó szerves savakként szokás összefoglalni, mert főként az ecetsav, propionsav és vajsav sóivá alakulnak át a feldolgozott vegyületek. Ezekkel az illó szerves savakkal már nem tudnak mit kezdeni a hidrolizáló baktériumok, tehát kiválasztják őket magukból a környezetükbe.

5.3.2 Acetogén baktériumok

A hidrolizáló baktériumok által fel nem használt oligo- és mono-szacharidokat, zsírsavakat, aminosavakat és főként a rengeteg illó szerves savat az ún. acetogén mikroorganizmusok acetáttá (ecetsav sója) és hidrogénné alakítják tovább. A természetes úton képződő metánmennyiség kb: 70% acetátból keletkezik. Az acetogének nagyon sokfélék és a környezeti hatásoknak általában ellenállóak. Ez érthető is, hiszen mint látjuk, sokféle tápanyagot tudnak hasznosítani, ami a túlélési esélyeiket lényegesen növeli. Mivel a következő csoportnak, a metanogéneknek redukálószerként hidrogént termelnek, az acetogének fontos szerepet kapnak a megfelelően alacsony redoxpotenciál kialakításában is. Ugyanakkor az acetogének is függenek a metanogénektől, mert ha azok nem fogyasztják el elég gyorsan az acetogének gyártotta hidrogént, a hidrogén felhalmozódik és gátolja az acetogének működését. A termodinamikai egyensúly ilyenkor felborul, aminek kölcsönös függőség miatt az egész rendszer kárát láthatja.

5.3.3 Metanogén mikroorganizmusok

A harmadik, csakis anaerob körülmények között megvalósuló folyamat a metanogenezis, amikor a metanogén mikroorganizmusok metán és szén-dioxid keverékét, biogázt állítanak elő. Néhány metanogén a hidrogént közvetlenül a szén-dioxidredukálására tudja fordítani, mások metanogének az acetátot alakítják át szén-

dioxiddá és metánná. Az teljes biogáz termelési folyamat sebességét meghatározó mikrobiológiai folyamatot nevezik metanogenezisnek. A metanogének a mikroorganizmusok különleges, legősbibb fejlődési vonalához tartoznak, amelyet Archaeának nevezünk. Ezek a mikroorganizmusok különleges tulajdonságokkal rendelkeznek, biokémiai reakcióik, membránszerkezetük és szaporodások molekuláris mechanizmusa is több lényeges ponton eltér a közönséges baktériumokétól. A bennük lezajló életfolyamatok nagy vonalakban hasonlóak ugyan a baktériumokéhoz, de molekuláris részleteik jelentős eltérést mutat.

A metanogének praktikus szempontból fontos tulajdonsága, hogy lassan szaporodnak és rendkívül érzékenyek a környezeti feltételek változásaira. A metanogének aktivitásának csökkenése másrésről az jelenti, hogy az acetogének által termelt szerves savak felhalmozódnak, ami az egész folyamat, vagyis a biogáz termelés teljes leállításához vezet.

5.4 Az SZVTÜ-ben keletkező biogáz minősége

Az anaerob reaktorban keletkező biogáz nagyrészt metánból áll, 83-88 tömegszázalék, a fennmaradó rész 10-13 százalék szén-dioxid, 0,5-1 százalék nitrogén, 0,2-0,5 százalék hidrogén-szulfid és kevesebb mint 0,2 tömegszázalék oxigén.

Kémiai név	Összetétel % (w/w)
Metán	83.0-88.0
Szén-dioxid	10.0-13.0
Nitrogén	0.5-1.0
Hidrogén-szulfid	0.2-0.5
Oxigén	< 0.2

7. sz. táblázat: SZVTÜ-ben keletkező biogáz összetétele (15. Forrás: BC, Környezetvédelmi Osztály 2015.)

Az anaerob reaktorban keletkező biogázt nem tudták hasznosítani a 2014-ben telepített biogáz tartály üzembevételéig. Egy biogáz tartály szerkezeti felépítését a 10. ábra mutatja.

5.4.1 A biogáz tartály technológiai leírása

A szennyvíztisztító területén található biogáz tartály egy 15, 28 m átmérőjű és 11,46 m magasságú félgömb alakú gázkupola. Amely PVC szövetből készült. Biztonsági szempontból a biogáz tartályok dupla membrános kialakításúak általában, mint ezt is. A két rész közé befújít levegővel lehet biztosítani a gáztér nyomását. Visszacsapó szelep segítségével lehetséges a levegő kiengedése a fúvó meghibásodása esetén. A membránok között a nyomást nyomásszabályozó szelep állítja be. A szelep biztosítja az állandó nyomást, a belső membrán biztonsági szeleppel van ellátva azért, hogy ne alakuljon ki túlnyomás a gáztérben.



13. sz. ábra: Biogáz tartály felépítése
(20. Forrás: <http://www.okotechnik.hu/sattler.html>)

6. Energetikai hatékonyság javító lehetőségek feltárása az SZVTÜ-ben

Mint minden nagyvállalatnak, a BorsodChemnek is 2015 végére el kellett döntenie, hogy 5 évente ismétlődő ún. energetikai auditot végeztet, vagy pedig bevezeti és tanúsíttatja az ISO 50001 szabvány szerinti Energiairányítási rendszert (EIR).

Ez utóbbi megvalósítása mellett döntött a társaság. A szabvány célja többek között, az üvegházhatású gázok kibocsátásának és az energia-fogyasztásnak/költségeknek a csökkentése. Alapelvárás a folyamatos fejlődés és a minden szervezetre kiterjedő energiahatékonysági mutatók meghatározása, valamint olyan programok kitűzése és

megvalósítása, melyek eredményeként javul az energiahatékonyság. Ezt a tevékenységet az SZVTÜ-nek is el kell végeznie 2016-ban.

Dolgozatomban bemutatam azokat a fejlesztési lehetőségeket, amelyek bármelyike - kiválasztva a leggazdaságosabb megoldást -, egy-egy energetikai programja lehetne az SZVTÜ-nek, illetve a BC-nek.

6.1 A jelenlegi felhasználási adatok

A SZVTÜ-ben keletkező biogáz mennyisége meghaladja azt a mennyiséget, amit fel tud használni az Üzem 14.sz. ábrán látszik mennyi biogázt fáklyáztak el az elmúlt években.

Év	Keletkező biogáz (m ³)	Felhasznált biogáz (m ³)	Fel nem használt (fáklyázott) biogáz (m ³)	Elfáklyázott (30MJ/m ³) (MJ)
2004	696 848	487 634	218 214	6 546 420
2005	1 168 075	984 753	183 322	5 499 660
2006	1 117 938	950 316	167 622	5 028 660
2007	1 235 381	899 802	335 579	10 067 370
2008	986 392	689 298	297 094	8 912 820
2009	740 086	458 775	281 311	8 439 330
2010	831 275	592 677	238 598	7 157 940
2011	951 664	836 331	115 333	3 459 990
2012	718 478	452 786	265 692	7 970 760
2013	859 679	656 092	203 587	6 107 610
2014	713 008	536 536	176 472	5 294 160
2015	910 802	685 909	225 711	6 771 338

8. sz. táblázat: Biogáz felhasználások.

(10. Forrás:Harsányi Péter)

A józan ész és az EIR szerint sem a leghatékonyabb felhasználási módja a keletkező biogáznak, ha a mennyiségének közel 1/3 részét fáklyán elégetik.

Meg kell vizsgálni:

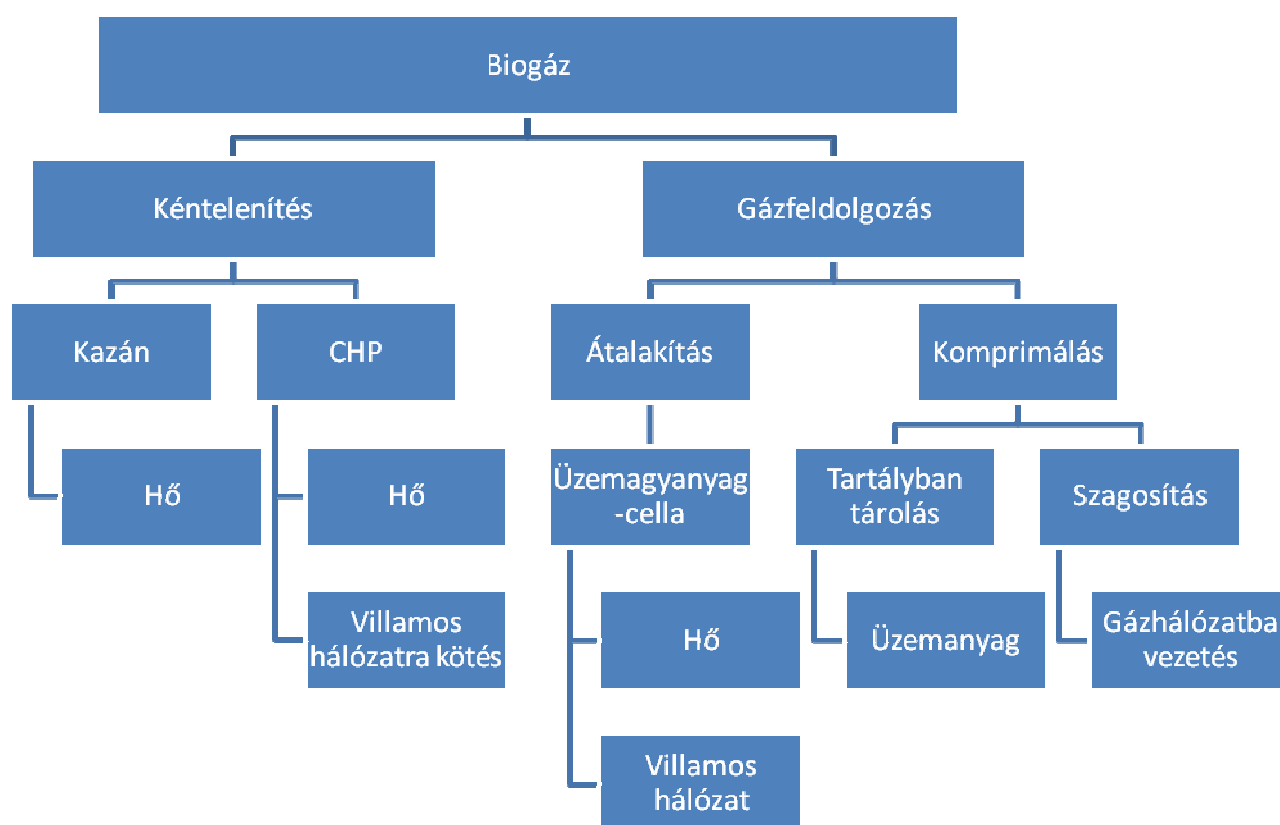
- az Üzemen belüli további felhasználási lehetőségeket, valamint
- azt, hogy más területen hogyan hasznosítható a termelt biogáz.

6.2 A biogáz felhasználási lehetőségei

A biogáz felhasználás lehetőségeit a 14. sz. ábrán szemléltetem.

Ma leggyakrabban gázmotorban égetik el a biogázt, mely eredményeként elektromos áramot állítanak elő. A biogázt épületek fűtésére is fel lehet használni, közvetlen elégetéssel. A biogázt szintén sikeresen alkalmazzák, mint alternatív üzemanyagot személyautókban, teherautókban, buszokban egyaránt. A felhasználás előtt azonban meg kell tisztítani a benne található hidrogén-szulfidtól, szén-dioxidtól és a vízgőztől.

A biogázt (elsősorban Európában, Amerikában és Japánban) kezdetben meleg víz előállítására, kazánokban égették el. Az utóbbi években azonban már túlsúlyba került a kogenerációs, az ábrán CPH (egyidejűleg elektromos áramot és hőt termelő) berendezésekben történő elégetés. A modern kogenerációs berendezések energiaátalakítási hatásfoka eléri a 85%-ot, ezen belül mintegy 40%-ban elektromos áramot, 60%-ban hőenergiát termelnek.



14. sz. ábra a biogáz felhasználási lehetőségei

Lehetséges a biogáz betáplálása a földgázvezeték rendszerekbe is, ehhez azonban először meg kell tisztítani. A biogáz viszonylag kis mennyisége, a tisztítás és

nyomásfokozás magas költségei következtében az ilyen felhasználás ritkán gazdaságos (21. Forrás: Dr. Szunyog István, 2010).

6.3 A BC SZVTÜ-ben felmerülő hasznosítási lehetőségek

- Biogáz árammá alakítása és így hasznosítani vagy eldani a szolgáltatónak.
- Üzemanyagként hasznosítani.
- A felesleges biogázt fel lehet használni az üzem közelében megvalósuló beruházásokhoz kapcsolódó épületek fűtésére és használati meleg víz előállítására.
- Nyomás fokozás és tisztítás után a gázhálózatba juttatni.

A felhasználási lehetőségeknél figyelembe kell venni azok gazdaságosságát, a várható beruházás megtérülési idejét. A dolgozatomban erre a tényezőre a különböző lehetőségeknél csak említés szintjén térek ki.

Nagyobb biogáz mennyiség keletkezése esetén, - több felhasználót ellátva-, javulhat bármelyik felhasználási terület esetén a megtérülési idő. Ezért a jelenleg működő iszapkezelési rendszer átalakításával és új műtárgy beépítésével növelem a felhasználható biogáz mennyiségét.

6.3.1 Gáz üzemű autók

Gépjárművek üzemanyagaként a földgáz vagy földgázminőségű biogáz közvetlen formájában nem használható, azonban mint sűrített földgáz/biogáz - angol nevén - CNG (Compressed Natural Gas) illetve mint folyékony cseppfolyós üzemanyag (autógáz) angol nevén - LPG (Liquefied Petroleum Gas) a világ számos országában egyre inkább elterjedtebbé válik. (22. Hivatkozás: <http://www.alternativenergia.hu>)

A biogáz jelenlegi formájában nem használható üzemanyagként. A biogázban metánon kívül található egyéb gázokra nincs szükség a gáz hasznosítása során. Az egyéb gázok közül a legkártékonyabb hatású a kénhidrogén, mivel rendkívül korrozív hatású. Ezért az a cél, hogy valamilyen tisztítási eljárással a szén-dioxidot és a kénhidrogént a biogázból eltávolítsák. Többféle eljárás is lehetséges, jelenleg Európában a vizes mosásos tisztítási eljárás a leggyakrabban alkalmazott technológia, a mosóközeg olcsósága és a technológia „viszonylagos” egyszerűsége miatt. A tisztított biogázt biometánnak hívjuk.

A tisztított biometánt előállító rendszer és a gépkocsi üzemanyag-töltő állomás főbb technológiai eljárási elemei a következők:

- Aktívszenes kéntelenítés
- A biogáz kompresszorral 9 bar nyomásúra sűrítése, visszahűtés
- Vizes abszorberen való átvezetés (gázmosás)
- Szárítás (nedvességelvonás), a vízfázisból a szén-dioxid kihajtása (sztrippelés)
- A tisztított biometán komprimálása 200-250 bar-ra
- A sűrített biometán tárolása 25 db gázpalackban

A tisztítás során a biogáz metántartalma kb. 99%-ra növekszik, így annak fűtőértéke megegyezik a földgázéval. A biometán minden olyan célra felhasználható, amire a földgáz is.

A biogáz tisztításból származó gáz felhasználható CNG-meghajtású járművekben.

CNG

Általánosan elmondható a CNG-ről, hogy sűrített földgáz összetételét tekintve: 90%-a metán (CH_4). Ezen kívül tartalmaz etánt (C_2H_6), propánt (C_3H_8), butánt (C_4H_{10}), szén-dioxidot (CO_2) és nitrogént (N_2). Ha tökéletesen égetjük el: egy rész szén-dioxid (CO_2) és két rész víz (H_2O) keletkezik pára formájában, így elmondhatjuk, hogy az egyik leginkább környezetbarát energiahordozó.

Az autógázpalackban a földgáz nyomása nagymértékben függ a hőmérséklet-változásoktól, de ez motorüzemelés szempontjából figyelmen kívül hagyható. A gépjárművekben használatos gáztartályok névleges nyomása általában 200 bar. Alakját tekintve a CNG gáztartály hengeres vagy gömbölyű kialakításúak a CNG tartályok általában az ISO 11439-es szabvány előírásainak felelnek meg.

A CNG tartályok két féleképp tölthetők fel:

- alacsony nyomáson (ezt nevezik ún. "lassú töltésnek"), vagy
- magas nyomáson (melyet "gyors töltésnek" is neveznek)

Az autó alatt elhelyezkedő nagynyomású gáztartályokban mintegy 15-20 kg gáz tárolható, mely 300-380 km út megtételéhez biztosít üzemanyagot.

Előnyei:

- Olcsó
- Tökéletes égés
- Nagyon kedvező a környezeti terhelésük

Hátrányai:

- A robbanás veszély miatt a BC területén nem támogatják a használatát
- Hazánkban nincs kiépített kúthálózat: csak helyben lehetne használni
- Törvényileg nincsen szabályozva
- A gáztartály elvenné a teret a csomagtérből.

A folyékony üzemanyag esetében mintegy 5-20% több kell ugyanazon teljesítmény eléréséhez, mint benzin esetén. A többletfogyasztás mértéke leginkább a gépjárműbe szerelt ill. beszerelhető gázkészüléktől függ. Napjainkban az ún. harmadik generációs berendezésekkel a legújabb szoftveres támogatású lineáris gáz injektorokkal, melyek megközelítik a benzinbefecskendezés karakterisztikáját - optimális beállítás mellett a többletfogyasztás 10% alatt tartható.

Előnyei:

- az LPG a legolcsóbb
- az egyik legkörnyezetbarátabb, alternatív üzemanyag
- a jármű hatótávolsága megnő
- viszonylag sűrű kúthálózat (Hazánkban is)

Hátrányai:

- az LPG fosszilis energiahordozó
- beszerelési költsége nagy, típustól függően akár több százezer forint
- szélsőséges átalakításokkal jár, melynek nyomait nem lehet eltüntetni
- drágább, szigorúbb bonyolultabb műszaki vizsga, folyamatos bevizsgálás
- nagy helyet foglal el a csomagtartóból
- egyes parkolóházakba, földalatti garázsokba gázüzemű autóval tilos behajtani
- némi többletfogyasztás a benzines autókhoz képest ugyanazon teljesítmény eléréséhez

(23. Forrás: [Pflum Tamás](#) vgf.hu 2011. 02. 08.)

A BC jelentős nagyságú gépkocsi parkkal rendelkezik, amelynek az üzemanyag ellátását meg lehetne oldani a SZVTÜ-ben keletkező biogázzal. Viszont biztonságtechnikai szempontból jelenleg nem engedélyezett a robbanásveszélyes gáz üzemű autók BC belüli használata.

6.3.2 A biogáz mennyiségének növelése (Fermentáció)

Általában a szennyvíziszap, mint szubsztrát a baktériumok számára szükséges összes tápanyagot tartalmazza. Az iszap szárazanyagának 60 – 75 % a szerves-anyag. Egy átlagos 70 %-os szerves-anyag tartalmú iszapnál mezofil tartományban 12 – 13 napos tartózkodási-időre van elvileg szükség a bonthatósági határ eléréséhez. Az iszap szerves-anyag tartalmának csökkenésével a rothasztás gazdaságossága kérdéses, így általánosan elmondható, hogy 50 % szerves-anyag hányad alatt az iszap anaerob úton való lebontása nem gazdaságos. (Forrás: http://statex.hu/cikkek/Uzemeles_szerkesztett_5_.pdf)

A szennyvíztisztító telepen jelenleg a szerves és a szervesetlen szennyvíziszap kezelése és vezetése együtt történik ezért az iszapnak jelenlegi szerves-anyag tartalma az imént említett 60% körüli érték (9. számú táblázat).

6.3.2.1 Mérgező, potenciálisan toxikus anyagok

A biogáz termelési rendszerbe bizonyos esetekben különböző eredetű szerves vagy szervesetlen ténylegesen, vagy potenciálisan veszélyes anyagok is bekerülhetnek. A potenciálisan toxikus anyagok egy koncentrációs küszöb érték alatt gátló hatást fejtenek ki, amely a mikroorganizmusok szaporodási rátáját csökkenti.

A Prof . Tamás János és Prof Blaskó Lajos (2008) szerint a Monod összefüggésből levezetett baktérium szaporodás jellemzések és a módosított összefüggéssel nem lehetséges leírni a bakteriális szaporodást, ha gátló anyag is jelen van a reakcióban. Akár a közti termékek is illósavak, illetve bizonyos szubsztrátok nagy koncentrációban inhibitor hatást fejtenek ki. Továbbá a kénhidrogén, ammónia, klórozott szénhidrogének, aromás vegyületek, zsírsavak és nehézfémek a koncentrációtól függően szintén gátló hatásúak, vagy akár toxikusak is lehetnek a folyamatra nézve.

Mint az előzőekben láthattuk a rothasztásnak elég szigorú feltételei vannak, ha ezek egyike nem teljesül elmarad a várt mennyiségű biogáz termelés, és a beruházás

megtérülése is kétséges lesz akár hosszabb akár rövidebb távon. Rothasztó telepítése előtt meg kell vizsgálni SZVTÜ-ben keletkező szennyvíziszap paramétereit, hogy a rothasztási folyamat végbe tud-e menni, a baktérium törzseknek megfelelőek-e az életkörülmények.

6.3.2.2 A SZVTÜ-ben keletkező szennyvíziszap összetétele:

Jelenleg a szalag szűrő présről 20-24% szárazanyag tartalmú iszap érkezik az iszapszárító gépházba. Az iszap összetételét a BC-ben 2006 és 2010 között vizsgálták, eredményei a 9. sz. táblázatban van összefoglalva. Jelenleg csak a szárított iszap minőségét vizsgálják.

Vizsgált paraméter megnevezése	Mértékegység	Átlag	Minimum	Maximum	Mérések száma
Szárazanyag tartalom	m/m %	21,28	15,9	31,4	39
Szerves-anyag tartalom	m/m %	64,05	43,6	91,5	39
Szervetlen anyag tartalom	m/m %	35,95	8,5	56,4	39
Szerves klorid	m/m %	3,550	1,67	7,13	15
Szervetlen klorid	m/m %	0,135	<0,10	0,24	15
Higany	mg/kg	6,16	2,8	13,2	15
Kalcium	mg/kg	3246,80	1265,0	5224,0	15
Vas	mg/kg	43,94	7,3	160,0	15
Arzén	mg/kg	0,00	<0,1	0,1	15
Nátrium	mg/kg	1678,47	700,0	3193,0	15
Szulfát	mg/kg	2519,00	1450,0	4575,0	15
Ólom	mg/kg	40,33	26,0	100,2	15
Réz	mg/kg	603,47	364,0	1104,0	15
Nikkel	mg/kg	94,68	64,5	140,5	15
Kadmium	mg/kg	0,74	<0,3	1,5	15
Króm	mg/kg	176,43	83,1	620,0	15
Mangán	mg/kg	373,37	270,5	585,0	15
Bárium	mg/kg	1213,40	248,0	7308,0	15

9. sz. táblázat: Az iszap vizsgált tulajdonságai 2006.01.01-2010.01.01 között (15. Forrás: BC, Harsányi Péter 2014.)

A szennyvíziszap összetételét összevettem a nemzetközi irodalomban található toxicitási határértékekkel.

Az eredményeket az 1. számú számítási melléklet 1. táblázatában mutatom be.

A kalcium, a nátrium és a nikkel gátolják a baktériumok tevékenységét, a magas réztartalom pedig toxikusan hat rájuk. Így a biogáz képződést a jelenlegi iszapösszetételnél nem lehet elindítani.

A szennyvíziszapban található réz mennyiségének csökkentésére a tisztítási eljárás során kerülhet sor. A többi a folyamatot gátló tényező hatása elenyészőre csökken, ha növeljük az iszap nedvesesség tartalmát.

A mérési adatok alapján a szerves-anyag tartalom már a rothasztásra alkalmas kategóriában van, de a folyamat érzékenysége való tekintettel és az előállítani kívánt biogáz mennyiségének szem előtt tartása miatt, növelni érdemes a szennyvíziszap szerves-anyag tartalmát.

A szennyvíziszap szerves-anyag tartalmát vagy hozzáadott szerves anyaggal vagy a jelenlegi technológia módosításával lehetne elérni. Hozzáadott szerves-anyag lehet pl. a mezőgazdasági hulladék. A BC telephelyének üzemeltetése kertészeti tevékenységeket is magába foglal. Amely során nagy mennyiségű vágott fű, lehullott lomb és egyéb szerves hulladék keletkezik. Jelenleg ezen hulladékok a Sajóivánkai hulladékkezelőre kerülnek elszállításra ideiglenes tárolás után. A 2014-ben leszállított kertészeti hulladék mennyisége körülbelül 8000t volt (24. Hivatkozás: Kristóf Gábor, 2015). A vágott fű is alapanyag lehet a biogáz gyártásnak.

Szervesanyag	Biogáz mennyisége (m ³ /t sza%)
Marhatárgya	176-520
Sertéstrágya	220-637
Baromfitrágya	327-722
Vágott fű	300-800
Átlag	480

10. sz. táblázat: Kinyerhető biogáz mennyisége különböző forrásokból (25. Forrás:Schulz-Edler (2003), 171p)

Mezőgazdasági hulladékból és szennyvíziszapból lényegében ugyanazzal az eljárással lehet biogázt nyerni. Első lépésként előkezelés szükséges, ennek a folyamatnak a lényege, a megfelelő állapotú nyersanyag előállítása:

- nagyobb reakciófelület elérése,
- pH szabályozás és
- a megfelelő nedvesség tartalom beállítása.

A nagyobb reakció felület elérése a szennyvíziszap macerátorokkal való aprításával lehetséges.

A kertészeti hulladék nedvességtartalmát különböző szakirodalmak ajánlásai után átlagértékkel vettem figyelembe (Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Komposztalas/ch01.html#id591539).

Mezőgazdasági hulladék előkezelésénél ugyancsak növelni kell a reakció felületet, amit aprítással lehet elérni. Ezt követően a mezőgazdasági hulladékot összekeverik az iszappal majd hidrolizálják.

A fermentációhoz szükséges vízmennyiség elérése legegyszerűbben úgy lehetséges, hogy ha a szalagszűrő prés előtti iszapot használjuk fel.

6.3.2.3 Fermentáció/Rothasztás

A megfelelően előkezelt mezőgazdasági hulladékot és szennyvíziszapot ezután bele lehet vezetni az úgynevezett fermentorba, azaz a biogáz-reaktorba. A reaktor tértben történik a szerves-anyag lebomlása és a biogáz képződése. Többféle reaktor forma ismert, általában hengeres formát használnak. Az anyaga lehet betonból vagy fémből. A műtárgynak gázzárónak kell lennie és a kialakításánál figyelembe kell venni a megfelelő szigetelés kialakítását, ugyanis fermentálóban vagy rothasztóban termofil vagy mezofil közeget hozunk létre.

A rothasztás hatékonyságára jellemző fajlagos gázfejlődés értékei 30 – 38 °C (mezofil) és 50 – 60 °C (termofil) közötti hőfoktartományokban a legnagyobbak. A termofil anaerob eljárás kényes egyensúlyi folyamat, mert a metán-termelésben résztvevő obligát metántermelő baktérium fajok száma lényegesen kisebb, mint a mezofil rendszerben. Ebből következik, hogy a rendszer a hőmérséklet változására nagyon érzékeny és a metántermelő baktériumok hozama csak kb. fele a mezofil tartomány sejt hozamának. Ha teljes anaerob lebontást feltételezünk, a mezofil (35 °C) és a termofil (55 °C) folyamatban a lebontott szerves anyagra vonatkoztatott fajlagos biogáz-kihozatal megegyezik (~ 1,3 m³/kg). Természetesen a két folyamat közötti különbség a lebontási sebesség nagyságában jelentkezik. (26. Hivatkozás: Palkó György – Oláh József – Szilágyi Mihály FCSM Rt.)

6.3.2.4 Ko-fermentáció

A társított vagy Ko-szubsztrát rothasztás kettő vagy több szubsztrátból készült homogén keverék közös rothasztását jelenti: az alap-szubsztráthoz (pl.

szennyvíziszap, állati trágya), egyéb kiegészítő anyagokat (konyhai hulladék, kerti hulladék stb.) adagolnak és közösen rothasztják. Az alap-szubsztrát biztosítja az alapvető tápanyagokat (N, P) és mikroelemeket (Ca, Fe, Mg, Mn, Co stb.). A jó makro és mikro tápanyag ellátás következtében a ko-szubsztrát rothasztás sokkal hatékonyabb, mint a mono-szubsztrátok rothasztás (Forrás: Prof. Tamás János, Prof. Blaskó Lajos (2008),

Jelen esetben az alap-szubsztrát a szennyvíz iszap, a kiegészítő anyagok pedig a kertészeti hulladék. A kertészeti hulladékok laboratóriumi vizsgálata ajánlott a rothasztás előtt.

6.3.2.5 A fermentor méretezése

Méretezéshez az alábbi paramétereket használtam:

40000m³/év szennyvíz iszap

8000t/ év kertészeti hulladék, amit 0,4t/m³ sűrűséggel lehet figyelembe venni (27. forrás: http://www.kvvm.hu/szakmai/hulladekgazd/cd_html/komposzt.htm)

Nedvesség tartalmak:

- a szennyvíziszap nedvesség tartalma 79% ,
- a kertészeti hulladék nedvesség tartalma időjárás és évszak függő 95-70% között változik.

KOI:1600kg/d

Mezofil fermentáció alkalmazásánál 35C° hőmérséklettel és 10 napos tartózkodási idővel számoltam.

A számításokat Metcalf & Eddy Inc. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (28) műve alapján végeztem. A számításokat részletesen a 3. számú számítási mellékletben foglaltam össze.

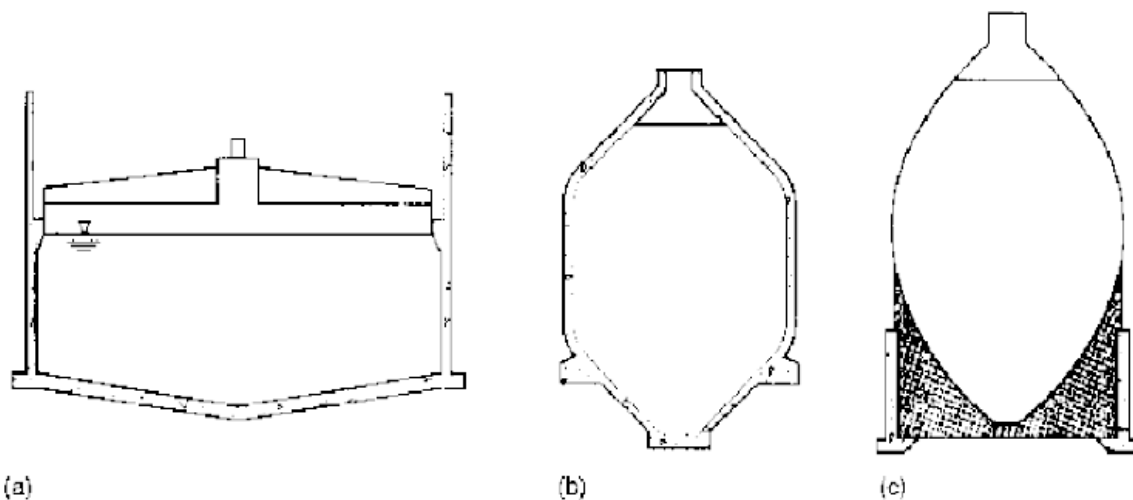
A tervezett rothasztóban a keverést keverő lapátokkal és keverést elősegítő betáplálással kell megoldani. Fontos az egyenletes fűtés, különben a reakció nem játszódik le. A hőmérsékletet a 35C°on kell tartani.

A betáplálásnál fontos az egyenletesség: az iszap rothasztóba táplálása folyamatos, 30 perctől 2 óráig terjedő meghatározott periódusban kell történjen, hogy a lehető legkiegyensúlyozottabb körülmények legyenek fenntartva. Fontos hogy a betáplálás

napi ciklusa is egységesen ütemezett legyen, ezen kívül elengedhetetlen, hogy a patogén elemek eltávolítása megtörténjen a betáplálás előtt, különben azok megsemmisítik a metanogén organizmusokat.

Számításaim szerint a fenti adatok – jelenlegi átlagos iszap mennyiség, és a telephelyen keletkező mezőgazdasági hulladék, valamint a tartózkodási idő – figyelembevételével a tervezett rothasztó térfogata: $1183,56\text{m}^3$.

6.3.2.6. Az anaerob rothasztó geometriájának kiválasztása



15. sz. ábra: Rothasztó formák

(28. Forrás: Metcalf & Eddy)

A különböző formájú rothasztó műtárgyaknak megvannak a maguk előnyeik és hátrányaik. A hengeres formában, ami a 15. ábra a.) részén látható egyszerűbb a keverése és nagyobb felületen tud felszabadulni a biogáz. Ehhez hasonlólt építenek a Kazincbarcikai Kommunális Szennyvíztisztító telepre. A hengeres forma általánosan használt mezőgazdasági biogáz előállításnál is. A tojás formájú rothasztó műtárgy áramlástani szempontból kedvezőbb, kevesebb kiülepedési lehetőség alakul ki.

Én a hengeres formát választom a tervezett műtárgyhoz. Mivel könnyebben megoldható a fűtése és a szigetelése. Lásd a 16-os ábrát.

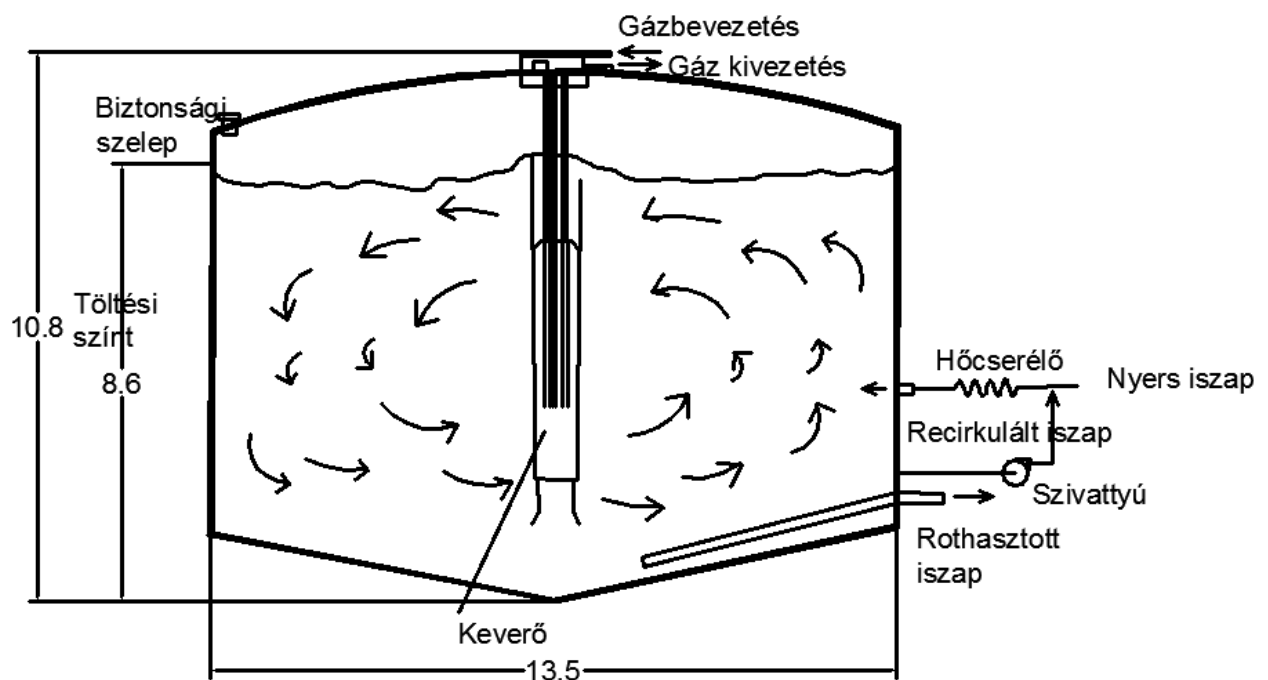
Ezek kialakításánál a következő méreteket vettem figyelembe:

- Az átmérő legyen 6-38 méter között.

- A vízmélység nem lehet kevesebb, mint 7,5 méter, ha ennél alacsonyabb akkor a tartály falaknál keverési nehézség alakulhat ki.

Iterációs módszerrel adott minimális térfogathoz a következő méreteket választottam:

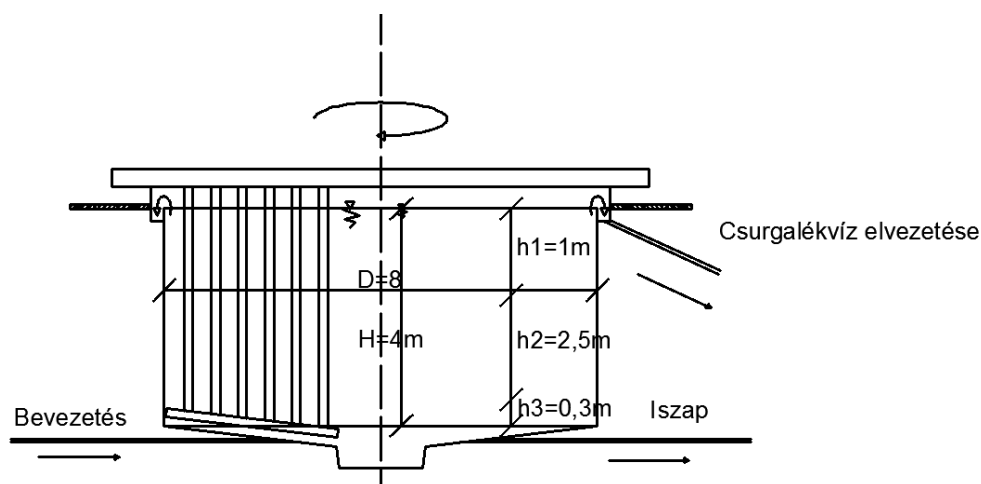
- Átmérő:13,5m
- Magasság:10,8m
- Így a vízszint 8,2m magasságban van.
- A maximális vízszint:8,6m



16. sz. ábra: A méretezett rothasztó vázlata

A hengeres kialakítású rothasztó rendszeres tisztításra szorul, de erre kiváló alkalom lehet a BC gyakorlatával megegyező éves nagyleállás, amikor az érkező szennyvíz mennyisége radikálisan csökken az üzemek karbantartási idejére.

A technológiai változások miatt megváltozik a rothasztott iszap összetétele és volumene. Ezért új iszapsűrítő műtárgy telepítése is szükséges. A sűrítő műtárgy méretezési számításai a 4. számú számítási mellékletben találhatók.



17. sz. ábra: Iszapsűrítő méretezési adatai

6.3.2.7 A termelt gázmennyiség

Eddig a fermentor nélkül a napi biogáz hozam átlagosan: $2495,34\text{m}^3/\text{d}$

A fermentorban termelt biogáz mennyiség pedig: $1752,30\text{m}^3/\text{d}$, vagyis mintegy 70%-al növelhető a jelenlegi termelt mennyiség a meglévő anyagok felhasználásával.

A BC SZVTÜ-ben a tervezett átalakításokkal összesen $4247,67\text{m}^3/\text{d}$ termelhető.

Ennek egy része helyben kerülne felhasználásra mit eddig is, hiszen a rothasztás utáni szennyvíz iszapot még vízteleníteni kell, aminek energia igényét fedezni kell.

A teljes mennyiségből a SZVTÜ-ben felhasználásra kerül a teljes mennyiség 43%-a.

A számításaimnál nem vettem figyelembe a rothasztó felfűtéshez szükséges biogáz mennyiséget így a felhasználható gázmennyiség csökken. A reakció exoterm folyamat tehát a fűtésigény csak a folyamat beindításáig jelentős.

A fennmaradó mennyiséget a Szennyvíztisztító Üzemtől ~100 méterre tervezett új üzemben lehetne hasznosítani. Az itt keletkező fölös biogáz mennyiséget az új üzem tervezésénél már figyelembe lehetne venni.

A tisztítás nélküli biogázt nem érdemes felhasználni, mert a nedves technológia körülmények, valamint a magas hőmérséklet miatt az korrozív anyagokat tartalmaz. A biogáz szilárd szennyezőinek leválasztása, kéntartalmának és nedvességtartalmának a csökkentése után a nyert gáz felhasználható speciális biogáz égőkben, biogáz felhasználására készült speciális gázmotorokban. Ha az biogáz inert tartalmát biometán minőségűre csökkentik, akkor a gáz az országos

földgázhálózat gázminőségre vonatkozó előírásai szerint H minőségű gázként használható fel.

A 11. sz. táblázat a nyers biogáz összetételét és paramétereit tartalmazza a földgázzal összehasonlítva

Komponens	Nyers biogáz	Tisztított biogáz (biometán)	Közszolgáltatású földgáz
Metán	55-70ft%	>97 ft%	>96 ft%
Hidrogén	nyomokban	<0,1 ft%	<5 ft%
Széndioxid	30-45 ft%	<1 ft%	<6 ft%
Nitrogén	<2 ft%	<2 ft%	<2 ft%
Oxigén	<0,5 ft%	<0,5 ft%	<0,5 ft%
Kénhidrogén	<500ppm	<1mg/m ³	
Sziloxánok (SiO _x)	<100ppm	<1 mg/m ³	
Szénhidrogének	<500ppm	< 10 mg/m ³	
Vízgőz	telített	<0,03mg/Nm ³	
Égéshő (kWh/m ³)	6-7,5	max 11	10,7-13,1
Wobble-szám (kWh/m ³)	6-10	~15	10,5-15,7

11. sz. táblázat: A nyers biogáz összetétele és paramétere a földgázzal összehasonlítva (19. Forrás: Prof. Tamás János, Prof. Blaskó Lajos (2008)).

Ha a biogáz inert tartalmát bizonyos (pl. gazdasági) okokból csak 14-18tf%-ra csökkentik, akkor az ilyen minőségű biogáz megközelíti a néhány helyen közszolgáltatásban lévő S gáz minőségét, így tisztított biogáz regionális szolgáltatásba vonható. Ezekkel a gázokkal a jelenleg is hazai piacon lévő S gázra

tanúsított és besabályozott háztartási gázkészülékek használhatók (29. Hivatkozás:Rajner, 2009).

A biogázt a feltételezett 60%-os metán tartalomról 97%-os metán-tartalmúra tisztítva - vizes eljárás után-, az hasznosíthatóvá válik a tervezett új üzemben. A tisztítás után a tisztító vizet is a szennyvízkezelési technológia elejére kell vezetni.

A tisztítás után az elszállítható gáz mennyisége: 67,59 m³/h-re csökken.

6.3.2.8 Gázvezeték méretezése

A gázvezeték nyomvonalának kitűzésénél törekedtem az új beruházási területre, való legegyszerűbb útvonal kiválasztására. A terület teljes egészében a BC tulajdonát képezi. A vonalvezetés kialakításnál figyelembe vettem a szükséges védőtávolságok betartását, amely közénymáson:

- Épülettől: 4(2)m
- Vasúttól: 4(2)m

A táblázat zárójelben lévő védő távolságai a következő feltételekkel alkalmazhatók:

- az épületet megközelítő vezetéknek a zárójel nélküli védő távolságon belül kiegészítő védelme legyen,
- a vasutat megközelítő vezetéknek a zárójel nélküli védő távolságon belül megfelelő mechanikai védelme (pl. védőcső) legyen, továbbá a villamos vontatású vasutat megközelítő vezetéknek megfelelő aktív korrózióvédelmi berendezései legyenek.

A tervezett gázvezeték anyagául a polietilént választottam.

A gázvezeték méterezésének az alapjául Tóth Gábor: Gázellátás-tervezési segédlet című művét és a gázellátás című könyvet (30.) használtam. (3. számú számítási melléklet.)

A mértezt megkönnyítette, hogy csak 1 szakasz van a jelenlegi terven, valamint ismert az elszállítandó gázmennyiség. A gázigények pontosan nem ismertek még, de valószínűsíthető, hogy a tervezett beruház gázszükségletének mintegy 30-40% tudja biztosítani a megtermelt biogáz.

Nagy-középnomású hálózatot tervezve a $P_1=6,2$ bárnak a $P_2=6,1$ bárnak vettem fel. A vezeték hossza a rajzi mellékletről a SZVTÜ-n telepített nyomásfokozótól a beruházási terület határáig 78,8 méter.

Kiszámolva a becsült veszteséget a 3. számú melléklet grafikonról leolvasva, kiválasztottam a vezetéket: NA125-öst választottam.

A gázvezeték még beépítetlen területre vezet így a kiépített végpontnak olyan kialakításúnak kell lenni, hogy a továbbépítés esetén gáznyomás szabályozó és a gázmérő is elhelyezhető legyen.

6.3.3.CHP hasznosítási lehetőségek

A CHP-k (kombinált hő- és villamos energia) kompakt rendszerek, melyek PHC-elvet alkalmaznak (power-heat coupling, áram-hő párosítás). Ez az elektromosság és hő egyidejű előállítását jelenti. A PHC célja a rendelkezésre álló energiaforrás leghatékonyabb felhasználása; a felhasznált energiahordozók (kőolaj, földgáz, regeneratív energia) mennyiségének csökkentése, ezáltal, a csökkenő fogyasztás mellett az energia előállítás költségeinek mérséklése. Mindezen előnyök mellett nagymértékben hozzájárul környezetünk védelméhez is.

Kogeneráció eljárással a hagyományos villamos energiatermelésnél jelentkező hulladék hőnek kb. a 2/3 részét lehet hasznosítani. Ezáltal a kogenerációs erőmű hatásfoka 80-90% körüli, szemben a hagyományos villamos energiatermelés 30-35%-os energiahatékonyságával.

A Biogáz felesleg egyik felhasználási lehetősége ilyen CHP motor telepítése, amellyel lehetséges hőenergia valamint elektromos áram kinyerése.

A CHP által előállított hő fűtésre és a melegvíz-ellátás biztosítására használható. Emellett az előállított extra elektromosság visszajut a hálózatba, ezt az áramot az áramszolgáltató köteles fix áron megvásárolni. Amennyiben az áram ára tovább növekszik, a megtermelt elektromos energia még több előnyt nyújthat.

CHP telepítésére több opció is van:

- Telepíthető az új beruházás részeként
- Telepíthető a SZVTÜ telepére.

Több, különböző gázmotorok forgalmazásával foglalkozó cég által szolgáltatott adatok alapján a gázmotorok:

- a hőenergia hatásfoka: 47,9-51,5% között változik,
- az elektromos áramtermelés hatásfoka: 26,7-33,5%.

A gázmotorok előnyei:

- Saját villamos energia és hőtermelés
- Nagyobb üzembiztonság
- Jelentős költségmegtakarítás
- CO₂- Kibocsájtás csökkenése
- Magas összhatásfok (80%), rövid megtérülési idő, új technológia



7. Kép: Biogáz motor Pusztahencsén.

(31. Forrás: <http://adleresson.x10.mx/?p=2044>)

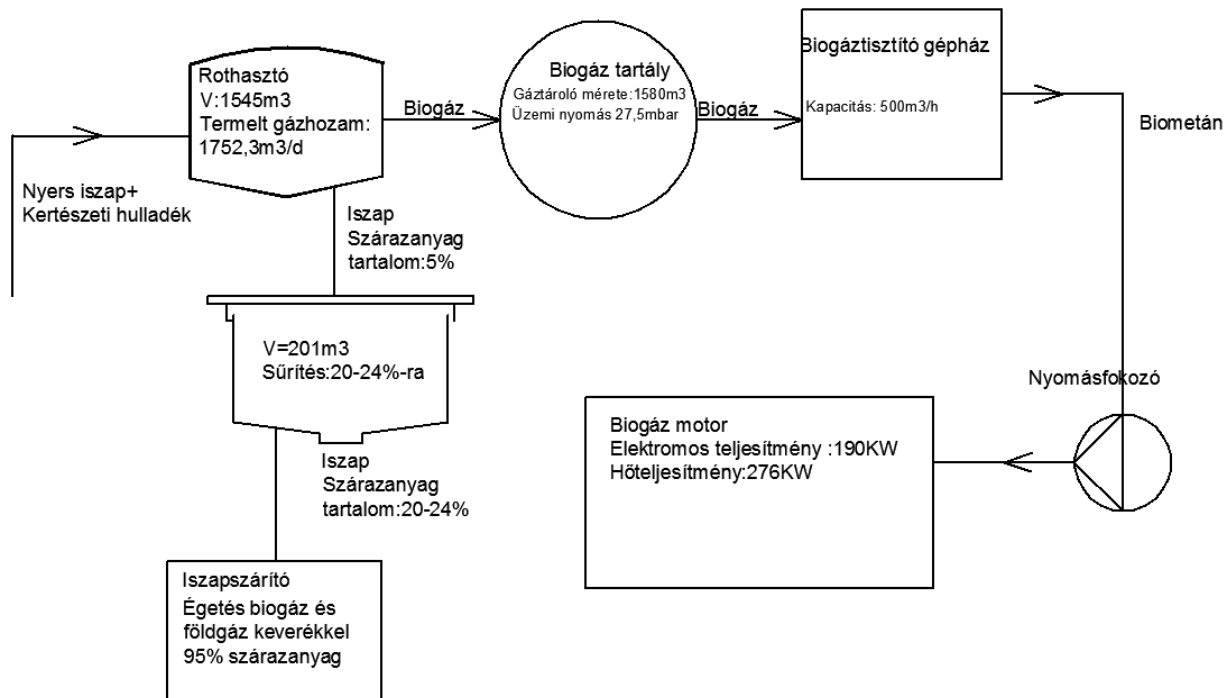
A megtermelt felesleges biogáz gázmotorral való hasznosítása is lehetséges. A gázmotorgyártók által megadott adatokat figyelembe véve 190kW elektromos teljesítmény érhető el, valamint 276kW hő teljesítmény.

Gázmotorok előnyei:

- Saját villamos energia és hőtermelés
- Nagyobb üzembiztonság
- Jelentős költség megtakarítás

- CO₂- kibocsájtás csökkenése
- Magas összhatásfok (80%), rövid megtérülési idő (3-5 év), új technológia

6.4 A tervezett rendszer összefoglalása

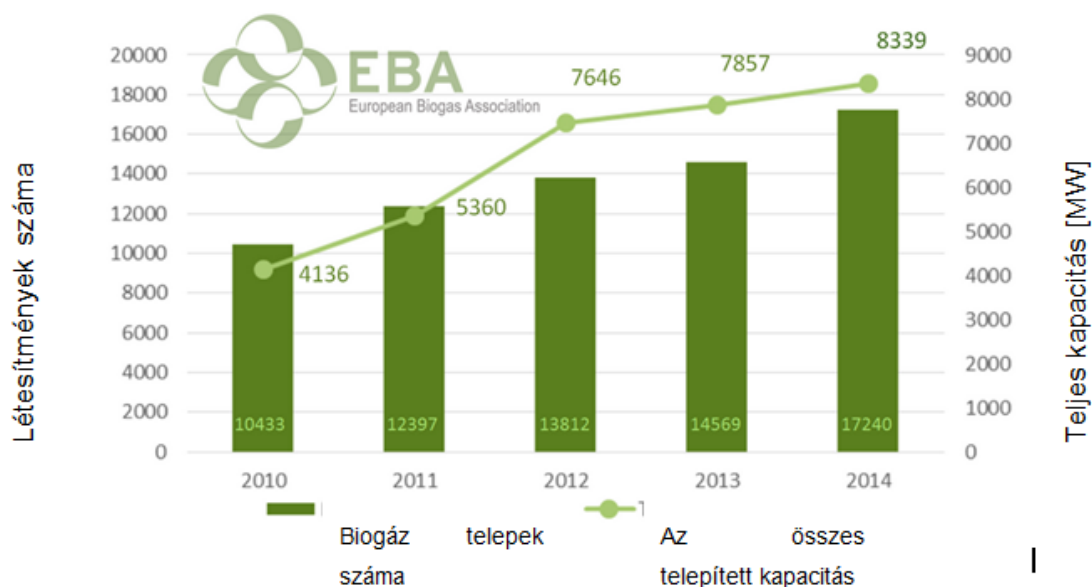


17. sz. ábra: A tervezett rendszer sémája

6.5 A biogáz hasznosítás hazai és nemzetközi trendjei

Az irodalmazásom során sajnálatos módon tapasztaltam, hogy nincs aktuális hazai adat a biogáz hasznosítás tendenciájáról. Releváns információt 2011-re találtam, miközben az országot járva, egyre több biogáz egység látható a szennyvíztisztító üzemekben.

Az Európai Biogáz Egyesület statisztikái szerint Európa szerte nő a biogáz termelő egységek száma, valamint ezzel együtt növekszik a termelői kapacitás is.



18. sz. ábra: Európai biogáz telepek száma.

(32. Forrás: <http://european-biogas.eu/biogas/>)

Konkrét adatok nélkül is bátran kijelenthetem, csak a szűkebb környezetemben tapasztaltak alapján, hogy Magyarországon is egyre több biogáz telepet építenek ki. A szennyvíz iszaprothasztás is egyre gyakoribb: mára az összes nagyobb szennyvíztisztító rendelkezik rothasztóval.

A kazincbarcikai rothasztót 2015-be építették át modernebb és a helyi igényeknek jobban megfelelő kialakításúra. A beruházáshoz kapcsolható pozitív hatás, hogy megszűnt a - főleg nyári hónapokban a várost betérítő-, bűz.

Miskolcon biogáz üzemet 2014-ben adták át, ott többek között depóniagázt hasznosítanak.

Tiszavasváriban szintén 2014-ben kezdtek el építeni egy biogáz üzemet.

2011-ben Zalaegerszegen szennyvíziszap rothasztással nyert biogázt hasznosítanak üzemanyagként a helyi tömegközlekedési eszközökhöz. 2013-ban az addigi termelési kapacitást növelték a duplájára hulladékból nyert biogázzal.



8. kép: Biogáz üzem Miskolcon

(33. forrás: <http://www.boon.hu/biogaz-uzem-epult-miskolcon/2520398>)

7. Törvényi szabályozás

Mind a szennyvízzel, mind a bioenergiával kapcsolatos hazai törvények, rendeletek rendelkezésre állnak, és összhangban vannak az EU-s irányelvekkel.

A nagyszámú szabályzásból csak a legfontosabbakat emelem ki az alábbiakban:

- 27/2005 (XII.6) KvVM rendelet A használt és szennyvizek kibocsátásának ellenőrzésére vonatkozó részletes szabályokról
- A villamos energia kötelező átvételével foglalkozó hazai jogszabályok gyűjteménye:
 - 109/2007. (XII. 23.) GKM rendelet az átvételi kötelezettség alá eső villamos energiának az átvételi rendszerirányító által történő szétosztásáról, és a szétosztás során alkalmazható árak meghatározásának módjáról
 - 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról (VET)
 - 287/2008. (XI. 28.) Korm. rendelet a megújuló energiaforrásból vagy hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsoltan

termelt villamos energia kötelező átvételéről és átvételi áráról szóló 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet módosításáról

- 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet a megújuló energiaforrásból vagy hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsoltan termelt villamos energia kötelező átvételéről és átvételi áráról

➤ Biogáz betáplálása földgázrendszerbe:

A biogáz földgázrendszerbe történő betáplálásával foglalkozó hazai jogszabályok gyűjteménye:

- 19/2009. (I. 30.) Kormányrendelet a földgázellátásról szóló 2008. évi XL. törvény rendelkezéseinek végrehajtásáról
- 2008. évi XL. törvény a földgázellátásról
- Az engedélyezési eljárásokhoz kapcsolódó hazai jogszabályok a C) kategóriában találhatók.
- 110/2010. (IV. 9.) Kormányrendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005 (XII. 25.) Korm. rendelet módosításáról
- 151/2009. (VII. 23.) Kormányrendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet módosításáról
- 1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről
- 260/2006. (XII. 20.) Kormányrendelet a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatalról
- 273/2007. (X. 19.) Kormányrendelet a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról
- 314/2005. (XII. 25.) Kormányrendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról
- 3/2009. (II. 4.) ÖM rendelet a megújuló energiaforrásokat - biogázt, bioetanolt, biodízel - hasznosító létesítmények tűzvédelmének műszaki követelményeiről
- 382/2007. (XII. 23.) Kormányrendelet a villamos-energia építésügyi hatósági engedélyezési eljárásokról
- 8/2001. (III. 30.) GM rendelet a Villamosmű Műszaki- Biztonsági Követelményei Szabályzat hatályba léptetéséről

- 91/2007. (XI. 20.) GKM rendelet a Magyar Energia Hivatal igazgatási szolgáltatási díjainak mértékéről, valamint az igazgatási szolgáltatási és felügyeleti díj fizetésének szabályairól

➤ Környezetvédelem

A környezetvédelemmel kapcsolatos hazai jogszabályok gyűjteménye:

- 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
- 2000. évi XLIII. törvény a hulladékgazdálkodásról
- 23/2003. (XII.29.) KvVM rendelet a biohulladék kezeléséről és a komposztálás műszaki követelményeiről
- 33/2005. (XII. 27.) KvVM rendelet a környezetvédelmi, természetvédelmi, valamint a vízügyi hatósági eljárások igazgatási szolgáltatási díjairól
- 4/2010. (II. 25.) KvVM rendelet a környezetvédelmi, természetvédelmi, valamint a vízügyi hatósági eljárások igazgatási szolgáltatási díjairól szóló 33/2005. (XII. 27.) KvVM rendelet módosításáról
- 9/2010. (IV. 9.) KvVM rendelet a 33/2005. (XII. 27.) KvVM rendelet módosításáról szóló 4/2010 (II. 25.) KvVM rendelet módosításáról

8. Összefoglalás

A BC rövid bemutatása után vázoltam a BC vízgazdálkodási rendszerét, amelynek környezetvédelmi szempontból legfontosabb része az ipari szennyvíztisztítás.

Dolgozatomban bemutattam a BC Szennyvíztisztító üzemének működését, amely tevékenysége során biztosítja, hogy a Sajóba kibocsátott tisztított víz évek óta megfelel a törvényi előírásoknak.

Ismertettem a különböző üzemekben keletkező ipari szennyvizek fogadását, kitértem a technológiába beépített kezelésekre, valamint részletesen bemutattam a SZVTÜ-be kerülő ipari és kommunális szennyvizek változatos kezelési lehetőségét.

Részletesen foglalkoztam a főbb szennyvíztisztítási eljárásokkal, az eleven iszapos technológia anaerob és aerob egységeivel és az SBR rendszerrel. Kitértem a tisztítás során keletkező szennyvíziszap kezelésének bemutatására is. Táblázatban mutattam be a tisztított szennyvíz paramétereit a kibocsátási ponton mért adatok alapján.

A dolgozatomat a biogáz általános bemutatásával folytattam, megvizsgáltam milyen körülmények szükségesek az optimális biogáz termeléshez. A folytatásban ismertettem a SZVTÜ-ben keletkező biogáz mennyiségi és minőségi paramétereit valamint a felhasználási adatokat.

A dolgozat második felében az elfáklázott biogáz felhasználási lehetőségeire fókuszáltam. Lehetőségeket kerestem a termelt mennyiség növelésére. Megvizsgáltam a keletkező iszap rothasztási lehetőségét. A szerves-anyag tartalom vizsgálaton túlmenően a fermentációt negatívan befolyásoló toxikus anyagokra is kitértem.

Arra a megállításra jutottam, hogy a szennyvíz tisztítási folyamat változtatásával elérhető az az iszapállapot, ami alkalmas a rothasztásra.

A fermentációs folyamat optimális lejátszódásához a BC telephelyén keletkező kertészeti hulladékot is belevettem a számításba. A kiszámoltam a rothasztó térfogatát, meghatároztam a rothasztó formáját, valamint a jellemző méreteit, és elkészítettem az új technológiai egység sémáját. Az új egységgel mintegy 70%-os biogáz termelés növekedés érhető el.

A felszabaduló gázmennyiség felhasználási lehetőségeire több opciót is leírtam: gázüzemű autók, CHP motor, vagy az üzem közelében tervezett beruházáshoz kapcsolódó felhasználási lehetőség, amely ugyancsak CHP motor. Bízom abban, hogy a BC valamelyik általam felvázolt javaslatot megvalósítja, ezzel növelve az energia fogyasztás hatékonyságát.

Dolgozatom végén kitérek a hazai és a nemzetközi biogáz hasznosítási trendekre. Befejezésül a tevékenységre vonatkozó jogszabályi, törvényi előírásokból is kiemeltem néhányat.

Mellékletek

Hivatkozások, források:

1. Jávor István: A BVK fejlődésének története, 1984.
2. 2010 légi fotón <http://www.google.hu/>.
3. Forrás:<http://www.borsodchem-group.com/>.2015.
4. Szóban közölte Kormos Imre, 2014.
5. BC Éves Jelentés, 2013
6. Forrás:BC Éves Jelentés, 2014.
7. A víz világnapja konferencia előadás, 2015.
8. Harsányi Péter: Szennyvíztisztító bemutató előadás, 2015.
9. A szennyvíztisztítás fejlesztése a BorsodChem Zrt-nél, előadás 2015.
10. Szóban közölte: Harsányi Péter, 2014-ben
11. Hivatkozás: Harsányi Péter: Szennyvíztisztító műveleti utasítás, 2010
- 12.Forrás: Nyílt nap előadás anyaga, 2010.
13. Forrás: Technológiai leírás 2010.
14. SZTÜ munkahelyi műveleti utasítás, 2010.
15. Környezetvédelmi Osztály Szentpéteri Sándor 2015.
16. Dr.Bai- A Biogáz
17. Forrás: Barótfi, 1993, Agroinform-Stagek, 1980, EKFM, 1998
18. Hivatkozás:Rózsáné 2012)
19. Forrás: Prof Tamás János, Prof Blaskó Lajos, 2008)
20. Forrás: <http://www.okotechnik.hu/sattler.html>
21. Forrás: Dr. Szunyog István, 2010
22. Hivatkozás:<http://www.alternativenergia.hu>
23. Forrás: [Pflum Tamás](#) vgf.hu 2011. 02. 08.)

24. Hivatkozás: Kristóf Gábor, 2015
25. Forrás: Schulz-Edler (2003), 171p)
26. Hivatkozás: Palkó György – Oláh József – Szilágyi Mihály FCSM Rt.)
27. Forrás: http://www.kvvm.hu/szakmai/hulladegazd/cd_html/komposzt.htm
28. Metcalf & Eddy Inc. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse
29. Hivatkozás: Rajner, 2009).
30. Tóth Gábor: Gázellátás-tervezési segédlet
31. Forrás: <http://adlersson.x10.mx/?p=2044>
32. Forrás: <http://european-biogas.eu/biogas/>)
33. Forrás: <http://www.boon.hu/biogaz-uzem-epult-miskolcon/2520398>

Ábrák:

- sz. ábra 2010 légi felvétel
2. sz. ábra a BC területi felosztása
3. sz. ábra: BorsodChem vízgazdálkodása
4. sz. ábra: A BC madártávlathól
5. sz. ábra: A szennyvíztisztító működésének elvi vázlata
6. sz. ábra: Anaerob reaktor elvi vázlata
7. sz. ábra: Az SRB reaktor működési elve
8. sz. ábra: Ajánlott SBR reaktor ciklusai az idő függvényében
9. sz. ábra: Alkalmazott SBR reaktor ciklusok az idő függvényében
10. sz. ábra: Higany kibocsátások és határérték
11. sz. ábra: KOI-k kibocsátások és határérték
12. sz. ábra: BOI5 kibocsátások és határérték
13. sz. ábra: Biogáz tartály felépítése
14. sz. ábra a biogáz felhasználási lehetőségei
15. sz. ábra: Rothasztó formák Forrás: Metcalf & Eddy
16. sz. ábra: A méretezett rothasztó vázlata
17. sz. ábra: A tervezett rendszer sémája
18. sz. ábra: Európai biogáz telepek száma.

Képek:

1. kép: Anaerob reaktorok
2. kép: SBR reaktor keverői
3. kép: Az SBR2-es reaktor és a kiegyenlítő műtárgy

4. kép: A dekanter kiemelése, Saját fotó 2015.
5. kép: Iszapszárító gépház Forrás:saját fénykép
6. kép: A Sajó Forrás: Víz világnapja konferencia előadás, 2015
7. kép: Biogáz motor Pusztahencsén.
8. kép: Biogáz üzem Miskolcon

Táblázatok:

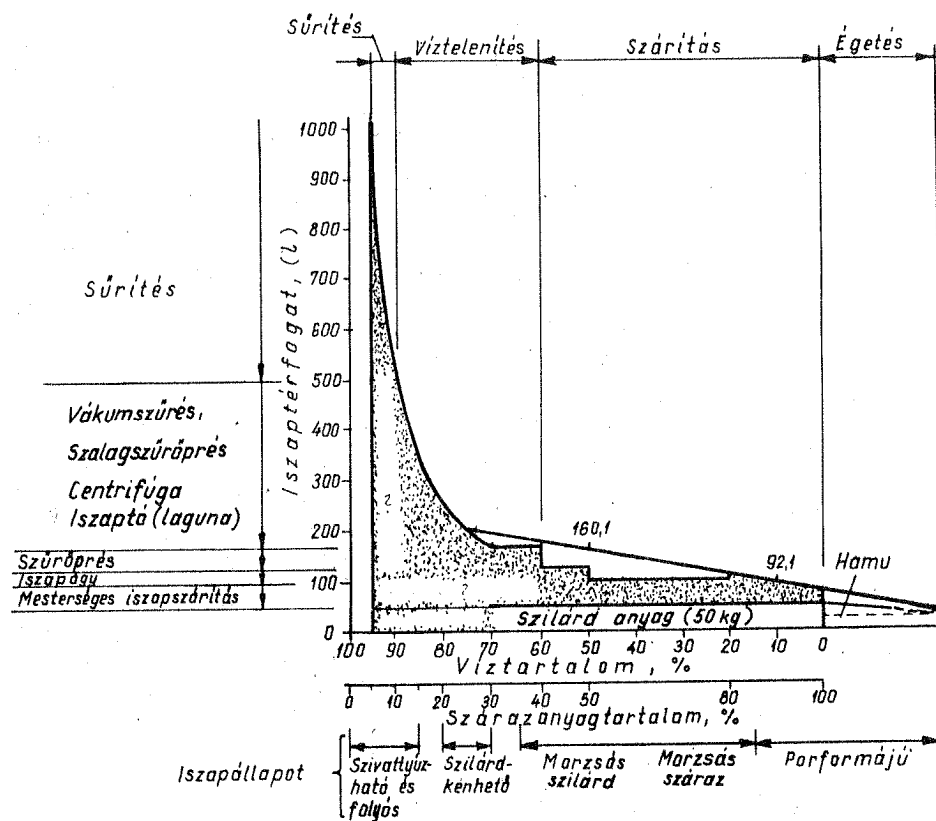
1. sz.táblázat: Az eleveniszapos technológiára érkező kevert szennyvizek átlagos paraméterei 2010-ben
2. sz. táblázat: SRB befolyó átlag értékei a 2010-ben
3. sz. táblázat: SBR reaktor ciklusai
4. sz. táblázat: A tisztított szennyvíz kibocsájtására vonatkozó határértékek
5. sz. táblázat: Gáz összetételek
6. sz. táblázat: Baktérium típusok és életfeltételeik,
7. sz. táblázat: SZTÜ-ben keletkező biogáz összetétele
8. sz. táblázat: Biogáz felhasználások.
9. sz. táblázat: Az iszap vizsgált tulajdonságai 2006.01.01-2010.01.01 között
10. sz. táblázat: Kinyerhető biogáz mennyisége különböző forrásokból
11. sz. táblázat: A nyers biogáz összetétele és paraméterei a földgázzal összehasonlítva

1. Számú melléklet: Ábrák, képek és hivatkozások jegyzéke

Borító kép: Saját fotó 2015.

2. Számú melléklet: Számítási mellékletek

1. Számítási melléklet: Fermentációra toxikus anyagok mennyiségei az iszapban.



A nyers iszap sűrűsége 1010 kg/m^3 1% szárazanyag tartalomnál 101 kg/m^3

A fennmaradó 909 kg felel meg 99% ami lecsökken 76%-ra a szalagszűrő présen.

Így az 24% szárazanyag tartalomhoz: 698 kg/m^3 sűrűség tartozik. $0,698 \text{ kg/l}$

Substance	Stimulating concentration (mg/l)	Moderately inhibitory concentration (mg/l)	Strongly inhibitory concentration (mg/l)
Na ⁺		3500–5500	8000
K ⁺	200–400	2500–4500	12,000
Ca ²⁺	100–200	2500–4000	8000
Mg ²⁺	75–150	1000–1500	3000
NH ₄ ⁺		1500–3500	3000
S ²⁻		200	200
Cu ²⁺			0.5 (soluble) 50–70 (total)
Chromium			
Cr ⁶⁺		10	3.0 (soluble) 200–250 (total)
Cr ³⁺			2.0 (soluble) 180–240 (total)
Ni ²⁺			30 (total)
Zn ²⁺			1.0 (soluble)
Arsenate and arsenite		> 0.7	
Barium chloride		–	
Cyanide		1–2 (acclimatisation possible up to 50)	
Lead-containing compounds		5	
Cadmium-containing compounds		–	
Iron-containing compounds		> 35	
Copper-containing compounds		1	
Potassium chloride		> 10,000 (acclimatisation possible up to 40,000)	
Nickel-containing compounds		–	
Chloride		6000	

Forrás: Progress in Energy and Combustion Science 34 (2008)

Vizsgált paraméter	Dimenzió	Átlag	min	max	Mérészám	Átlag	Dimenzió	Toxicitási határérték	Dimenzió
Szárazanyag tartalom	m/m	21,28	15,9	31,4	39				
Szervesanyag tartalom	m/m	64,05	43,6	91,5	39				
Szervetlen anyag tartalom	m/m	35,96	8,5	56,4	39				
Szerves klorid	m/m	3,55	1,67	7,13	15	2,572 13	m/m	6	mg/ml
Szervetlen klorid	m/m	0,135	<0,10	0,24	15				

Higany	mg/kg	6,16	2,8	13, 2	15	8,825 21	mg/l	250	mg/l
Kalcium	mg/kg	3246, 8	126 5	522 4	15	4651, 58	mg/l	2500- 4500	mg/l
Vas	mg/kg	43,94	7,3	160	15	62,95 13	mg/l	1750	mg/l
Arzén	mg/kg	0	<0, 1	0,1	15	0	mg/l	NA	
Nátrium	mg/kg	1678, 47	700	319 3	15	2404, 68	mg/l	3500- 5500	mg/l
Szulfát	mg/kg	2519	145 0	467 6	15	3608, 88	mg/l	NA	
Ólom	mg/kg	40,33	26	100 ,2	15	57,77 94	mg/l	340	mg/l
Réz	mg/kg	603,4 7	364	110 4	15	864,5 7	mg/l	40	mg/l
Nikkel	mg/kg	94,68	64, 5	140 ,5	15	135,6 45	mg/l	150	mg/l
Kadmium	mg/kg	74	<0, 3	1,5	15	106,0 17	mg/l	340	mg/l
Króm	mg/kg	176,4 3	83, 1	620	15	252,7 65	mg/l	340mg /l	mg/l
Mangán	mg/kg	373,3 7	270 ,5	585	15	534,9 14	mg/l	NA	
Bárium	mg/kg	1213,	248	730	15	1738,	mg/l	nincs hatáss	

		4		8		4		al	
--	--	---	--	---	--	---	--	----	--

1. Számú táblázat

2. Számítási melléklet: Rothasztó (fermentor) méretezése

$$\left. \begin{array}{l} 40000\text{m}^3/\text{év} \\ 8000\text{t}/\text{év} \quad 0,4\text{t}/\text{m}^3 \rightarrow 3200\text{m}^3/\text{év} \end{array} \right\} 118,35\text{m}^3/\text{d}$$

BOI: 5150 kg/d (Szakirodalom alapján becsült érték: Forrás: <http://www.zoldinfoanc.hu/doksik/miskolc/szennyviz/Szennyviz1.htm>)

$T = \text{STR}: 10\text{d}$

$t: 35^\circ\text{C}$

TS: 5%

E: 0,70

$\gamma: 0,08\text{kg VSS BOI}$

CT: 35°C

$k_d = 0,02\text{d}^{-1}$

Ahol:

BOI- Biológiai oxigén igény

STR: tartózkodási idő

t: hőmérséklet

TS: szárazanyag tartalom

E: hatásfok

CT: konstans hőmérsékleti tényező

$40000\text{m}^3/\text{év}$ szennyvíz iszap

γ : állandó

Működési hőmérséklet [$^\circ\text{C}$]	SRT [minimum]	SRT[dis]
---	------------------	----------

18	11	28
24	8	20
30	6	14
35	4	10
40	4	10

Forrás:McCarty[1964,1968]

$$T=V/Q$$

$$V=Q*T$$

$$118,35*10=1183,56m^3$$

$$BOI/V$$

$$5150/1189,53=4,32kg/m^3*d$$

Napi illékony szilárd anyagok mennyisége

$$So=5150kg/d$$

$$S=5150*(1-0,70)=1545kg/d$$

$$So-S$$

$$5150-1545=3605kg/d$$

$$Px=\gamma Q(So-S)*10^3/1+kd(SRT)$$

$$Px=0,08*(5150-1545)/1+(1,19*10)=212,87kg/d$$

Stabilizáció

$$[(3605-0,42*212,8)/5150]*100=68,26\%$$

Metán mennyiség számítása napi szinten 35c°

$$V_{hc}=0,40*(So*S)*Q*(10^3g/kg)-1,42*Px$$

$$0,40*3605-1,42*212,8=1139,82m^3/d$$

Várható teljes gáz termelés

$$1139/0,65=1752,30m^3/d$$

Elszállítandó gáz mennyisége:

Eddig a fermentor nélkül a napi biogáz hozam átlagosan $2495,34 \text{ m}^3/\text{d}$

A fermentorban termelt biogáz mennyiség pedig: $1752,30 \text{ m}^3/\text{d}$

A BC SZVTÜ-ben a tervezett átalakításokkal összesen $4247,67 \text{ m}^3/\text{d}$

SZVTÜ-ben felhasznált mennyiség: $1826,5 \text{ m}^3/\text{d}$

Elszállíthat nyers biogáz: $2421017 \text{ m}^3/\text{d} \rightarrow 100,88 \text{ m}^3/\text{h}$ (feltételezett 65% metán tartalommal)

Tisztítás után $\rightarrow 67,59 \text{ m}^3/\text{h}$

3. Számítási melléklet: Gázvezeték méretezése

Elszállítandó mennyiség: $67,59 \text{ m}^3/\text{h} = 1,126 \text{ m}^3/\text{s}$

Az elosztó vezeték hossza: $78,8 \text{ m}$

$P_1^2 =$ a méretezendő vezeték elején lévő abszolút nyomás

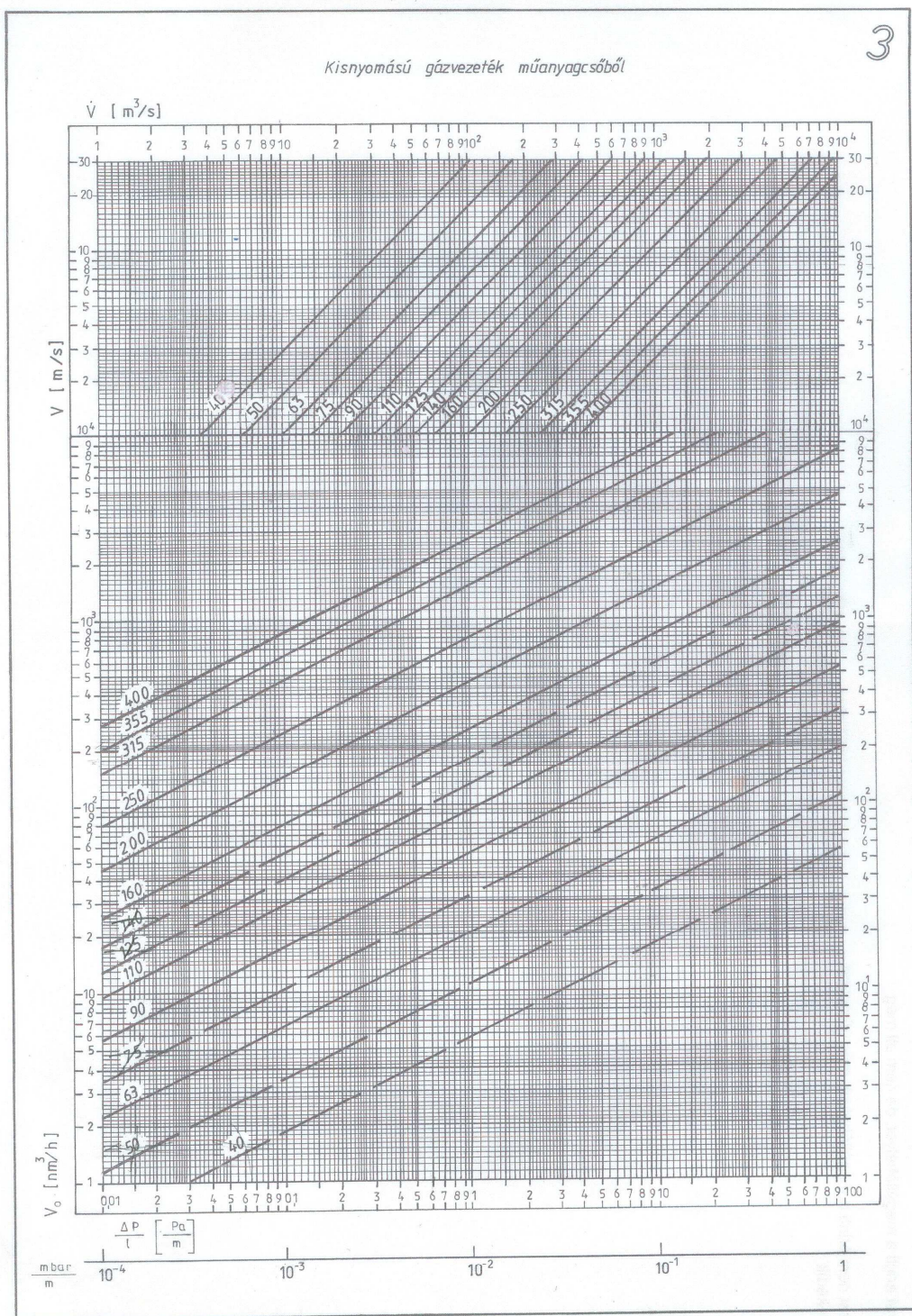
$P_2^2 =$ a méretezendő vezeték végén lévő abszolút nyomás

Szum $l_m =$ a vezeték méretezési hossza km-ben, mely az eredeti szakasz 1,2-szerese.

$$(P_1^2 - P_2^2) / \text{szum } l_m = (6,2^2 - 6,1^2) / (1,2 * 0,073) = 1,4 \text{ bar/km}$$

Előzetes veszteségtényező: $1,4 \text{ bar/km}$ (vízszintes tengely), ezt metszésbe hozzuk a $1,126 \text{ m}^3/\text{s}$ értékkel, választott átmérő: NA125

Ehhez az átmérőhöz tartozó nyomásvesztés: $2,6 \text{ bar/km}$



4. Számítási melléklet: Iszapsűrítő méretezése:

A számítás alapjául: Az iszapkezelés című tantárgy jegyzetét használtam

$$S=834,49\text{m}^3/\text{d}$$

$$S_d=3605 \text{ kg/d}$$

$$L_d=80,0 \text{ kg/m}^2/\text{d}$$

Szükséges átmérő és alapterület

$$A_{sz}=\frac{S_d}{L_d}$$

$$A_{sz}=\frac{3650}{80}=45,06\text{m}^2$$

$$D_{szüks}=\sqrt{\frac{A_{sz}\cdot 4}{\pi}}$$

$$D_{szüks}=\sqrt{\frac{45,06\cdot 4}{3,14}}=7,57 \text{ m}$$

$$D_{alk}=8 \text{ m}$$

$$A_{szeff}=\frac{D_{alk}^2\cdot\pi}{4}$$

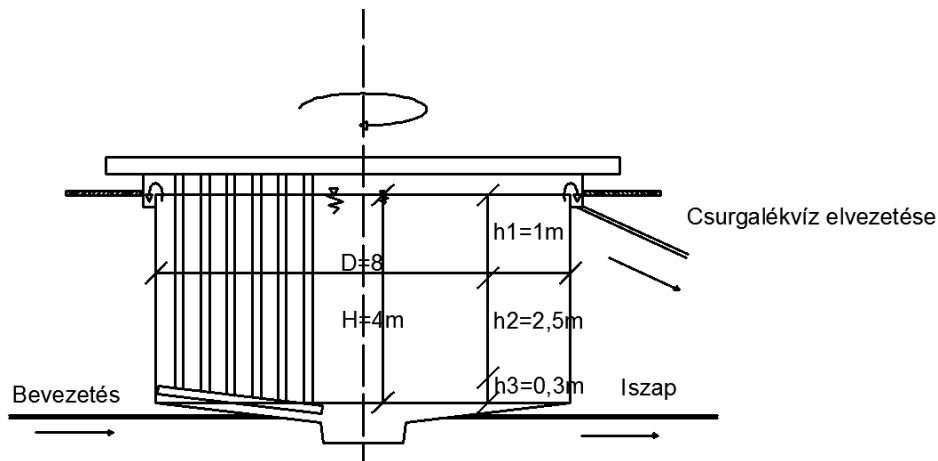
$$A_{szeff}=\frac{8\cdot\pi}{4}=50,26\text{m}^2$$

Ellenőrzés tényleges felületi terhelésre

$$L_{deff}=\frac{S_d}{A_{szeff}} < L_d$$

$$L_{deff}=\frac{3650}{50,26}=72,62<80$$

Megfelel



$h_1 = \text{Tiszta víz zóna} = (0,8\text{m} - 1,0\text{m})$

$h_2 = \text{Koagulációs zóna} = (\text{Számítandó})$

$h_3 = \text{Iszap zóna} = (0,25\text{m} - 0,30\text{m})$

Iszapvolumen meghatározása 5% szárazanyag tartalmú iszaphoz

$$V_{\text{iszap}} = \frac{3650}{50 \text{ kg/m}^3} = 73 \text{ m}^3$$

Biológia tisztításra visszavezetett csurgalékvíz térfogata

$$S - V_{\text{iszap}} = V_{\text{csurg}}$$

$$15,06 - 5,5 = 9,56 \text{ m}^3$$

Koagulációs zónában az iszap koncentráció

$$C = 0,75 \cdot 50 \text{ kg/m}^3 = 37,5 \text{ kg/m}^3$$

Iszaptér szükséges térfogata

$$K = \frac{5d \left[\frac{\text{kg}}{\text{d}} \right]}{c \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]}$$

$$K = \frac{3650}{37,5} = 97,33$$

$T_{\text{max}} = 30\text{h}$ tartózkodási idővel számolva

$$h_2 = \frac{c \cdot K}{A \cdot z}$$

$$h_2 = \frac{0,5 \cdot 97,33}{19,6350,26} = 2,47\text{m}$$

Magasság meghatározása

$$\Sigma h_1 + h_2 + h_3 = H$$

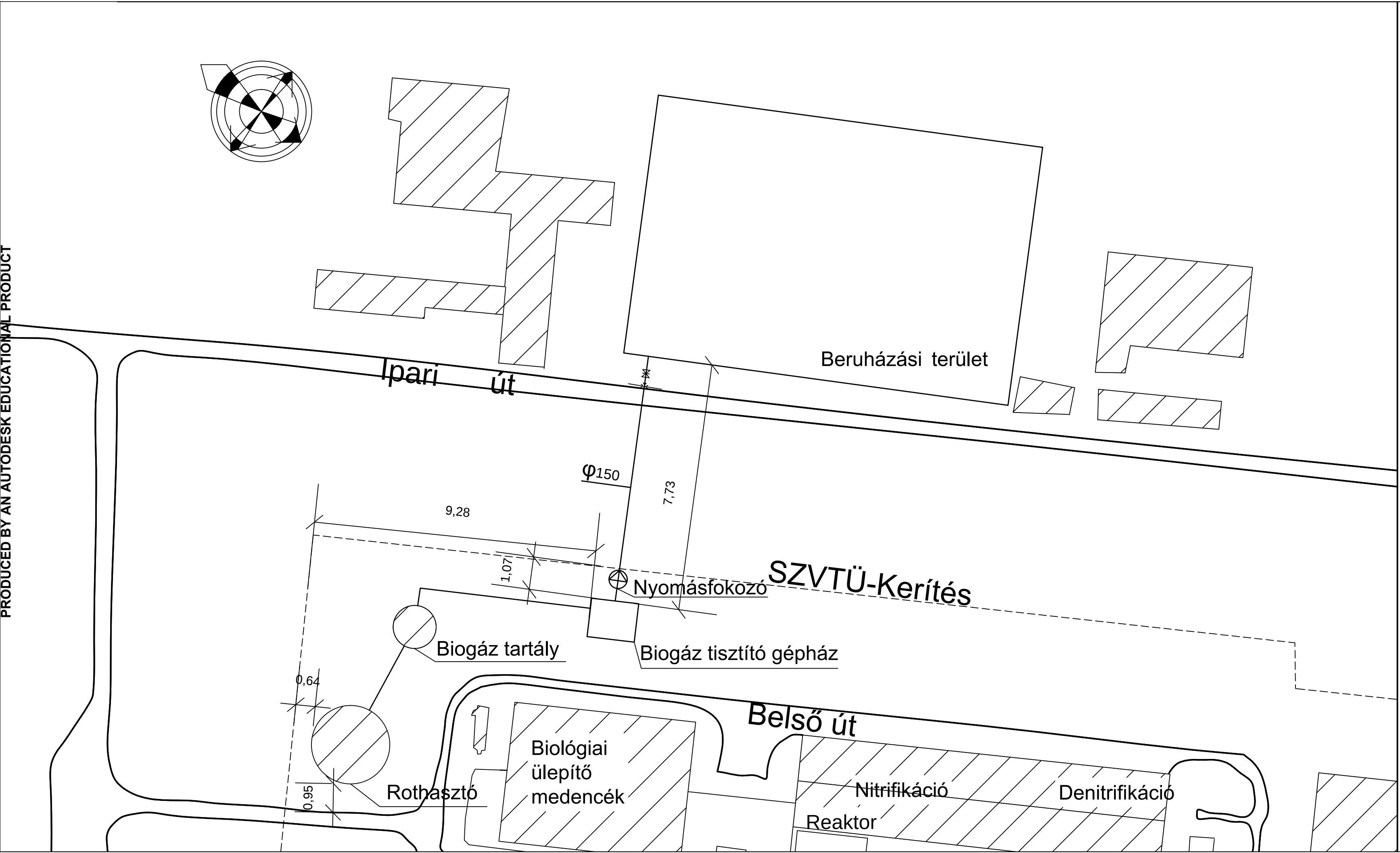
$$1 + 2,47 + 0,3 = 3,77\text{m} \approx 4\text{m}$$

3. Számú melléklet: Rajzi mellékletek

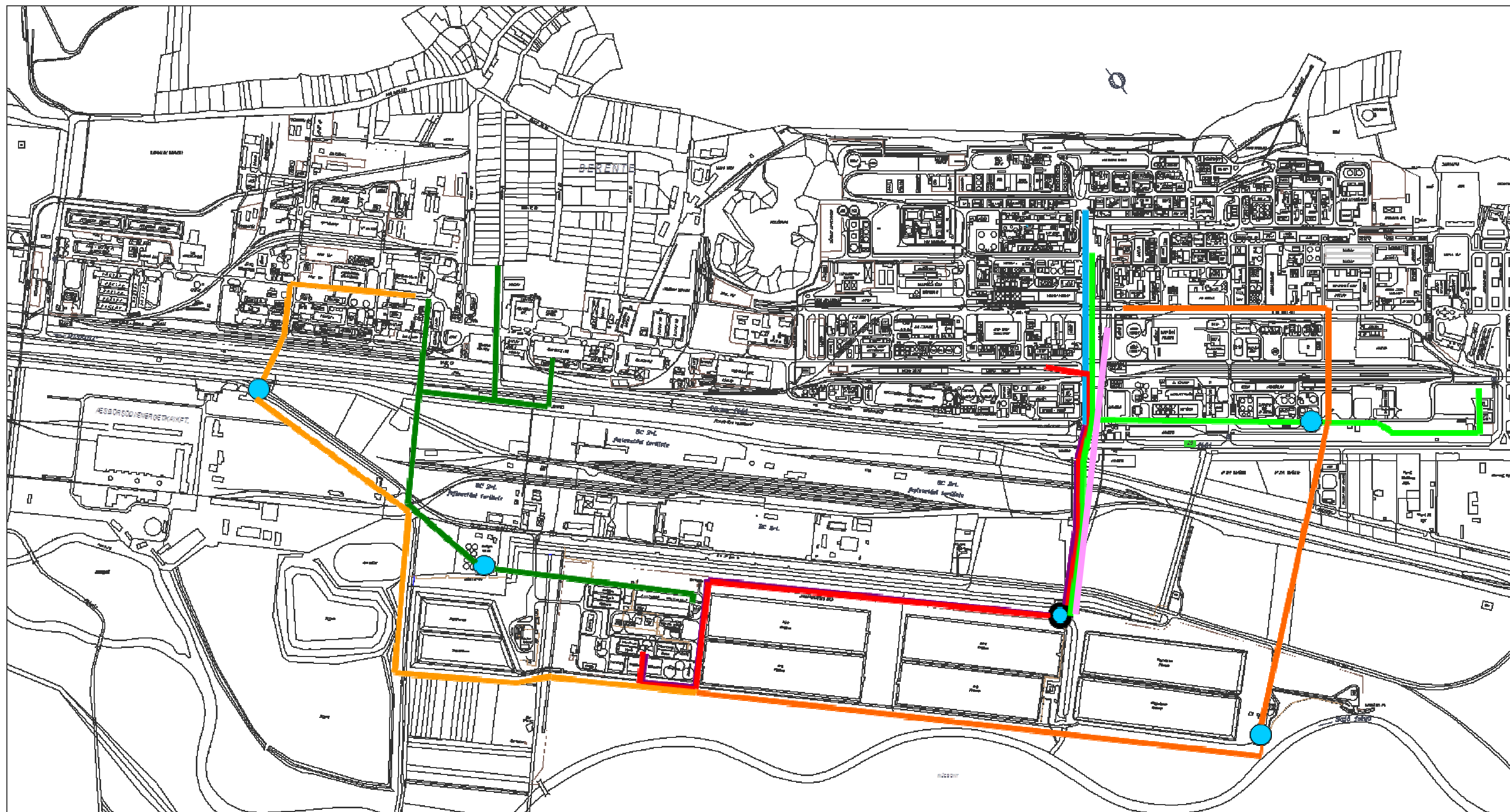
1.Számú rajzi melléklet

2.Számú rajzi melléklet

3.Számú rajzi melléklet



Szent István Egyetem – Ybl Miklós Infrastruktúra–mérnöki szakcsoport		2015/2016 1. félév
Terv megnevezése: Szakdolgozat		Méretarány: 1:500
Rajz megnevezése: Helyszínrajzi vázlat		Rajzszám: 1.sz. rajzi melléklet
Készítette: Szép Ágnes LÉP BSc IV.	Gyakorlat vezető: Dr. Elek Barbara	Dátum: 2015.12.31.



Jelmagyarázat:

Kék: Szerves szennyvíz

Narancs: Csapadékvíz és ipari szennyvíz

Zöld: Kommunális szennyvíz

Sötétzöld: Kommunális szennyvíz

Piros: Szervetlen szennyvíz

Pink: Előkezelt TDI és Salétromsav üzemi szennyvíz

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar

Infrastruktúra-mérnöki szakcsoport

Szakdolgozat

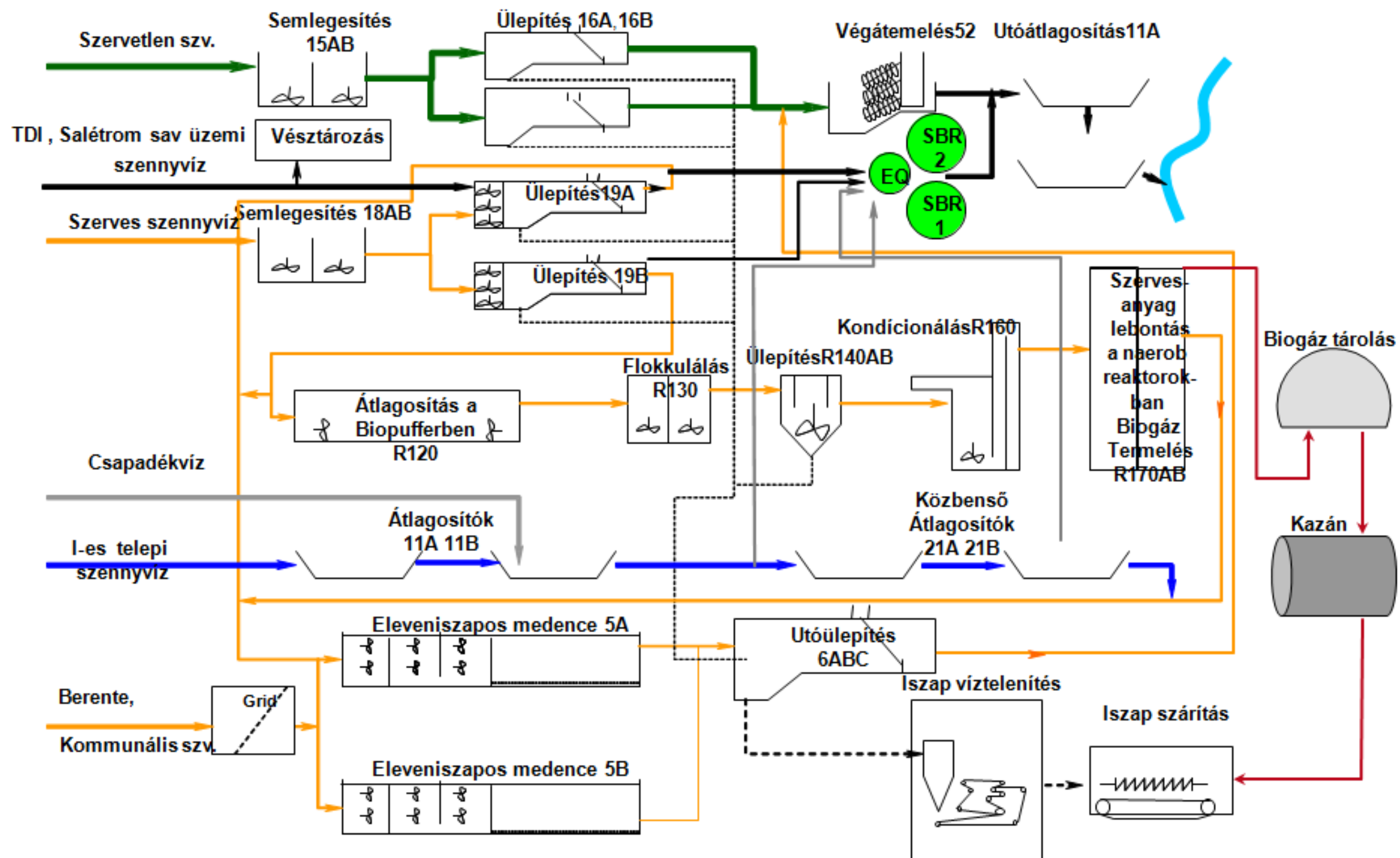
Méretarány nélküli rajz

Szennyvíztisztítóba érkező
szennyvizek

2. Számú rajzi melléklet

Szép Ágnes

Konzulens: Dr. Elek Barbara



Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar

Infrastruktúra-mérnöki szakcsoport

Szakedolgozat

Méretarány nélküli rajz

Szennyvíztisztító főbb műtárgyai

3. Számú rajzi melléklet

Szép Ágnes

Konzulens: Dr. Elek Barbara