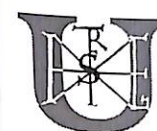


SZAKDOLGOZAT

Balován Konstantin

2015



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Építőmérnöki Intézet

Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.

Tel.: +36-1-252-1270

e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2015

Balován Konstantin

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:

A százhalmattai szennyvíztisztító telep rekonstrukciója és
fejlesztési lehetőségei

Belső konzulens:

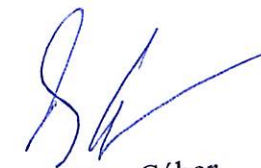
Kiss Katalin tanársegéd

Külső konzulens:

Bozi Tamás, termelési igazgató, Progress-B90 Zrt.

A szakdolgozat beadási határideje: 2015. június 05., péntek 12⁰⁰

Budapest, 2015. június 5.


Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudomány Kar
Építőmérnöki (BSc) szak; Infrastruktúraépítő mérnök ágazat

A százhalombattai
szennyvíztisztító telep
rekonstrukciója és fejlesztési
lehetőségei

szakdolgozat
Balován Konstantin

Konzulensek: Kiss Katalin, Bozi Tamás

Budapest, 2015.

Tartalom

1. Bevezetés.....	- 4 -
1.1. Általános információk a szennyvíztisztító telepről.....	- 7 -
1.1.1. Általános információk a szennyvíztisztító telepről.....	- 8 -
2. A százhalmombattai szennyvíztisztító telep rekonstrukciót megelőző technológiai leírása.....	- 9 -
2.1. Mechanikai tisztítás.....	- 11 -
2.2. Biológiai tisztítás.....	- 13 -
2.3. Recirkulációs kör.....	- 13 -
2.4. Fertőtlenítés és a tisztított szennyvízelvezetése.....	- 13 -
2.5. Iszapvonal.....	- 14 -
2.6. Irányítás technika.....	- 14 -
3. Fejlesztési igények.....	- 15 -
3.1. Fejlesztések célkitűzései.....	- 16 -
4. A rekonstrukciót követő technológiai leírás.....	- 17 -
4.1. Szennyvíz fogadása.....	- 18 -
4.2. Mechanikai előtisztítás.....	- 21 -
4.3. Biológiai tisztítás.....	- 21 -
4.3.1. Osztómű.....	- 21 -
4.3.2. Eleveniszapos medencék.....	- 22 -
4.3.3. Anoxikus medencék.....	- 22 -
4.3.4. Aerob medencék.....	- 24 -
4.4. Levegő betáplálás.....	- 24 -
4.5. Vegyszeradagolás.....	- 26 -
4.6. Utóülepítés, nagykörös recirkuláció.....	- 28 -
4.7. Mérés.....	- 28 -
4.8. Fertőtlenítés.....	- 29 -
4.9. Tisztított szennyvíz bevezetés a befogadóba.....	- 29 -
4.10. Technológiai vízellátás.....	- 30 -
4.11. Iszapkezelés.....	- 30 -
4.11.1. Iszapelvétel, tárolás.....	- 31 -
4.11.2. Iszapsűrítés és víztelenítés.....	- 31 -
4.12. Egyéb létesítmények.....	- 31 -
4.13. Kiegészítő létesítmények.....	- 32 -
4.13.1. Kezelőépület.....	- 32 -
4.13.2. Raktárak.....	- 32 -

4.13.3.	Irányítástechnika	- 32 -
4.13.4.	Belső úthálózat, belső vezetékek, tereprendezés	- 32 -
5.	További fejlesztési lehetőségek.....	- 34 -
5.1.	Anaerob rothasztók működését és tervezését meghatározó főbb tényezők	- 34 -
5.1.1.	Szubsztrát összetétel	- 35 -
5.1.2.	Tartózkodási idő és szervesanyag-terhelés	- 36 -
5.1.3.	Kis és nagy terhelésű rothasztás	- 37 -
5.1.4.	A hőmérséklet hatása és a rothasztók fűtése	- 38 -
5.1.5.	A rothasztó keverése	- 39 -
5.1.6.	A rothasztó műtárgy kialakítása és alakja	- 40 -
5.2.	Anaerob rothasztó méretezése	- 40 -
5.2.1.	Tervezési alapadatok:	- 40 -
5.2.2.	Szükséges rothasztó kapacitás számítása:	- 40 -
5.2.3.	A rothasztó méretei és geometriája:	- 41 -
5.2.4.	Tartózkodási idő számítása:	- 41 -
5.2.5.	Szerves- szárazanyag terhelés számítás:	- 41 -
5.2.6.	Gázképződés számítása empirikus egyenletek segítségével:	- 42 -
5.2.7.	Gázképződés számítása egyéb fajlagos mutatók alapján:	- 42 -
5.2.8.	Rothasztott iszap mennyiségi számítása:	- 43 -
5.2.9.	A rothasztó hőtani méretezése:	- 44 -
5.2.10.	A rothasztók keverésének méretezése:	- 45 -
5.3.	Gáztározó igény számítása:	- 46 -
6.	Összefoglalás	- 47 -
7.	Források:	- 47 -
8.	Mellékletek:	- 47 -

1. Bevezetés

A kommunális szennyvíz elvezetése és kezelése már régóta kihívások elé állítja az emberiséget. Ezzel a kérdéskörrel már a rómaiak is foglalkoztak, de jelentősége az utóbbi két évszázadban megsokszorozódott. Az urbanizáció következtében a városokban keletkező kommunális szennyvíz összegyűjtése és elvezetése elengedhetetlenné vált. A szennyvíz elvezetésével a probléma azonban még nincs megoldva, a szennyvizet a befogadóba engedés előtt tisztítani kell. Valós szennyvíztisztításról talán csak az 1900-as évek elejétől beszélhetünk, bár előtte már szennyvíztisztításként alkalmaztak mechanikai tisztításokat, de az igazán érdemleges tisztítási technológia az előülepítők alkalmazásával következett be. A mondhatni egyszerű rácsszűrőes mechanikai tisztítás után, a szennyvizet előülepítőbe vezették és ott természetes módon kiüledett a szennyezőanyagok egy része. Ezt követően napjainkig fejlesztenek ki újabb és újabb eljárásokat a szennyvíztisztítás minél hatékonyabb, minél rövidebb idő alatti, minél olcsóbb megvalósítására. Az Európai Parlament és a Tanács 2000-ben elfogadta „A vízügyi politika területén a közösségi cselekvés kereteinek meghatározásáról” szóló 2000/60/EK Irányelvet (Víz Keretirányelv). Célja, hogy vízgyűjtőszinten megvalósuljon a jó vízminőségi és elegendő vízmennyiségi állapot, a jó vízminőségi állapot meghatározásával vízminőségi célállapotot fogalmaz meg, vízgyűjtő-gazdálkodási tervet irányoz elő, amelyben meghatározza az összes érintett feladatát a szennyezések csökkentésére. Magyarországon valamennyi település vezetékes ivóvízzel ellátott, az ivóvíz bekötéssel rendelkező lakások aránya 93,1 %, ugyanakkor a szennyvíz csatornázottság aránya nem éri el a 60 %-ot. A közműolló erősen nyitott. A 91/271/EGK irányelv a tagországok számára előírja, hogy a felszíni és felszín alatti vizek védelme érdekében a településeken keletkező szennyvizek ártalommentes elhelyezéséről gondoskodni kell. Minden 2000 lakósegyenértéknél (LE) nagyobb szennyezőanyag-kibocsátású agglomerációban a szennyvizet össze kell gyűjteni és azokat biológiai tisztítás után szabad élővízbe vezetni. A gazdaságosan nem csatornázható településeken (településrészek) egyedi, környezetbarát szennyvízelhelyezésről kell gondoskodni. Az irányelv hazai jogrendbe illesztésével összefüggő feladatokról a 2168/2000. (VII. 11.) kormányhatározat rendelkezik.

Az átlagos szennyvízhozam és összetétele a szennyvizek kezelésének szempontjából az alábbi táblázat tartalmazza:

1. táblázat: Az átlagos szennyvízhozam és a lakosság által termelt (hulladékOnline elektronikus folyóirat 4. évfolyam 1. szám 2013 ISSN 2062-9133)

Paraméter	Dimenzió	Fajlagos érték
Fajlagos szennyvízhozam, q	dm ³ /fő/nap	150
Kémiai oxigénigény, KOI	g/fő/nap	120
Biológiai oxigénigény, BOI	g/fő/nap	60
Lebegőanyag, LA	g/fő/nap	70
Összes nitrogén, öN	g/fő/nap	12
Összes foszfor, öP	g/fő/nap	2

A kommunális szennyvizekben található szennyezőanyagok koncentrációja jelentősen eltérhet, mivel a fajlagos szennyvízhozam elég nagy szórást mutat (60-250 dm³/fő/nap), vagyis például a KOI koncentráció értéke 2000-480 mg/l, a BOI koncentráció értéke 1000-240 mg/l között ingadozhat. Ez is jól mutatja a lakosság szokásai, életvitele, gondolkodásmódja mennyiben befolyásolhatja a települési szennyvizek tisztítási technológiáját, hiszen az összetételtől függően lehet esetlegesen hatékonyabb, jobb eljárást megválasztani. Ugyanez a nehézség előáll ugyanazon városi szennyvizekkel kapcsolatban is, gondoljunk csak a téli – nyári időszak közötti eltérő vízfogyasztást illetve hőmérsékletet.

A szennyvíztisztítás következménye, a tisztított víz mely már biztonságosan visszavezethető az ökológiai rendszerbe, de a tisztítási technológiából adódóan szennyvíziszap keletkezik. A szennyvíziszapok kezelése és elhelyezése napjainkban ugyanakkora probléma, mint maga a szennyező anyagok vízből való eltávolítása. Az évek során több eljárás is kialakult ennek a hulladéknak a kezelésére, a szikkasztó ágyak, gravitációs illetve gépi stabilizáció, vegyszeres kezelés, de a hulladékgazdálkodási programok fejlődésével illetve a újrahasznosíthatóság egyre nagyobb arányú elterjedésével, szemléletváltásnak köszönhetően, a szennyvíziszapokra ma már mint megújuló energiaforrásra tekintünk. Bizonyosságot nyert

mind a mezőgazdasági felhasználhatóság, mind az energiahordozóként benne rejlő potenciál.

Magyarországon is fontos kérdéssé vált a szennyvizek tisztítása illetve a szennyvíziszap kezelése. Ezt az Európai Unió csatlakozás még inkább sürgette, hiszen a jogszabályok által előírt határértékek az országban üzemelő tisztítótelepek csak helyel-közzel tudták betartani. Ennek több oka is volt, egyrészt a magyarországi szennyvíztisztító telepek többsége elavult, mind a műtárgyak szerkezetét mind pedig a tisztítási technológiát tekintve is. A múlt század második felében jellemzően az ország teljes területén nagyságrendekkel nagyobb volt a vízfogyasztás, ezáltal a keletkező szennyvíz mennyisége és minősége is. Napjainkban a magasabb közüzemi díjak illetve némiképpen a szemléletváltásnak köszönhetően, az átlagos napi vízfogyasztás lecsökkent, ezáltal a szennyező anyagok a szennyvízben sokkal koncentráltabb. Ezen okokból fakadóan, a szigorúbb szennyezőanyag határértékeknek illetve az Európai Unió által biztosított támogatások révén 2004-től megindultak a magyarországi szennyvíztisztító telepek építése, rekonstrukciója és fejlesztése.

Ennek keretein belül tanulmányterv szinten megvizsgálom a százhalombattai szennyvíztisztító telep rekonstrukcióját és vizsgálom az esetleges további fejlesztési lehetőségeket.

1.1. Általános információk a szennyvíztisztító telepről:

A szennyvíztisztító telep Százhalombatta város, déli területén található, a Dunafüredi városrész peremén, a kertés övezet keleti határán, melyen túl már csak hobbiterületek illetve a város egyik nagyvállalata, A Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt. ipari területe található.

Az elhelyezkedéséből adódóan a szennyvíztisztító telep birtokhatárától a legközelebbi lakóingatlanok mintegy háromszázötven méterre helyezkednek el, amint az az 1. képen is látható. Ez a védőtávolság jelenleg éppen csak biztosítja a környéken élőket a zavartalan életviteltől, gondolva itt a kellemetlen szaghatásokra.

A százhalombattai szennyvíztisztító telepre vonatkozó szennyvízelvezetési és – tisztításra vonatkozó határértékeket 28/2004. (XII.25.) KvVM rendelet tartalmazza, melyet az alábbi táblázattal mutatok be (2. táblázat), melyből a 20000 LE, a táblázat negyedik sora, értékre vonatkozó értékek a meghatározók.

2. táblázat: Szennyező komponensek határértékei koncentrációban (mg/l) vagy minimális eltávolítási határfokban (%) megadva (1. számú melléklet a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelethez)

Kiépített terhelési kapacitás (LE)	KOl _k		BOl _s		Összes LA		öP		öN	
									V.1.-XI. 15.	XI.16.- IV.30.
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	mg/l
<600	300	70	80	75	100	-				
601-2000	200	75	50	80	75	-				
2001-10000	125	75	25	70-90	35	90				
10001-100000	125	75	25	70-90	35	90	2	80	15	25
>100000		75	25	70-90	35	90	1	80	10	20



1. Kép: Százhalombattai szennyvíztisztító telep – madártávlatból (2006.)

2. A százhalombattai szennyvíztisztító telep rekonstrukciót megelőző technológiai leírása

A szennyvíztisztító telepet az 1970-es végén kezdték el megépíteni, kivitelezése több ütemben zajlott. A beruházás végül az 1980-as évek elején fejeződött be. A létesítmény célja Százhalombatta város teljes kommunális szennyvizének kezelése. A városra 100%-os csatornázottság jellemző, így az érkező szennyvizek minden városrésztől (Újtelep, Urbárium, Óváros és Dunafüred) zárt csatornarendszeren keresztül történik. A városi kommunális szennyvizét az Újtelep felől két gravitációs rendszerű és Dunafüred felől pedig egy nyomott rendszerű csatornán fogadja. A technológiai sor helyszínrajzát a H-1-es jelű rajzi melléklet mutatja be.

A tisztítómű névleges hidraulikai terhelhetősége körülbelül $7000 \text{ m}^3/\text{nap}$, amit az építése óta folyamatos amortizáció, fejlesztések hiányában, technológiai elavultsága miatt napjainkban közel sem tudja biztosítani. Valós hidraulikai kapacitása körülbelül $2300\text{-}2400 \text{ m}^3/\text{nap}$, amely közelítőleg megfelel az átlagos napi terhelésnek. Ezekből a számadatokból is jól látszik, hogy jelenlegi állapotában, a túlméretezett műtárgyak miatt, a telep üzemeltetése gazdaságtalan, de másrészt a túlméretezettségének köszönhetően képes jelenlegi állapotában is az előírásoknak megfelelő kibocsátási határértékek körüli tisztításra.

2.1. Mechanikai tisztítás

A város felől érkező szennyvíz, három csatornán (két gravitációs és egy nyomott vezetéken) keresztül egy egyesítő aknában csatlakozik. Az egyesítő aknából a szennyvizet egy rácsműtárgyra, melyet a 2. képen láthatunk, vezetik, amely 3,0 x 2,0 m alapterületű és egy technológiai vezetéken keresztül történik a rávezetés. A rácsműtárgyban egy 60 mm-es pálcaközü gépi tisztítású finomrács található. Csúcsterhelések esetére túlfolyóakna van kialakítva a rácsműtárgy mellett, ami lehetőséget biztosít a szennyvíz ideiglenes tározására, a rácsműtárgy, illetve az egész telep, túlterhelésének elkerülése végett.



2. Kép: Rácsműtárgy (2006.)

Ezt követően a technológiai sorban egy kétszintes előüleptítés következik. Az előüleptítőkhöz történő szennyvíz eljuttatását egy belső szennyvízátemelő biztosítja, amire egy 6,4 m-es kútakna került kialakításra, amiben két darab szennyvíz szivattyú látja el feladatát és emeli fel a nyers szennyvizet egy DN350 mm-es nyomóvezetéken keresztül az osztó aknába (3. Kép).



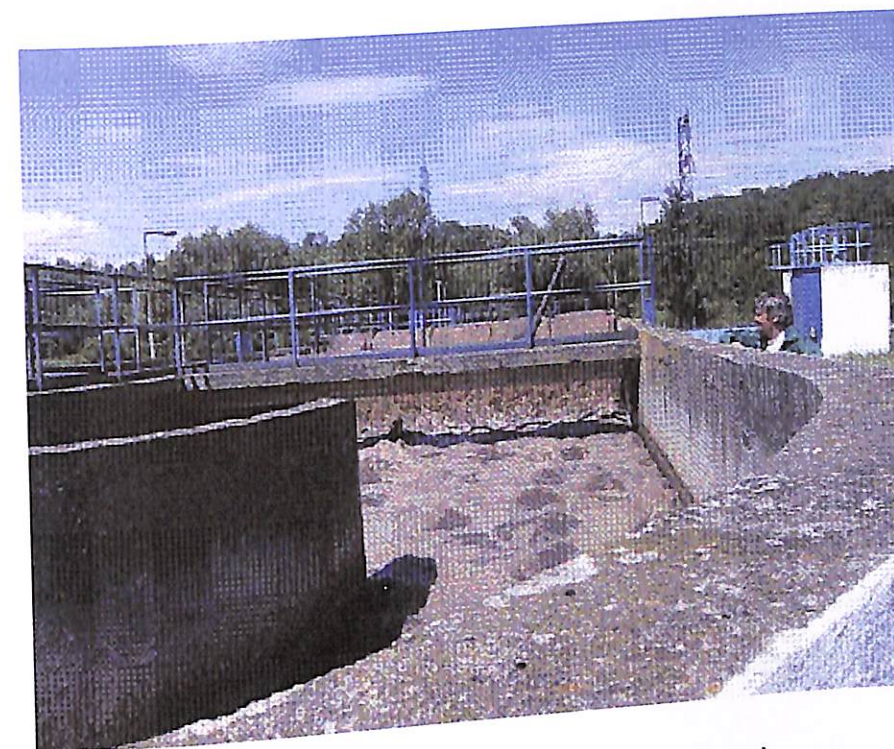
- 10 -



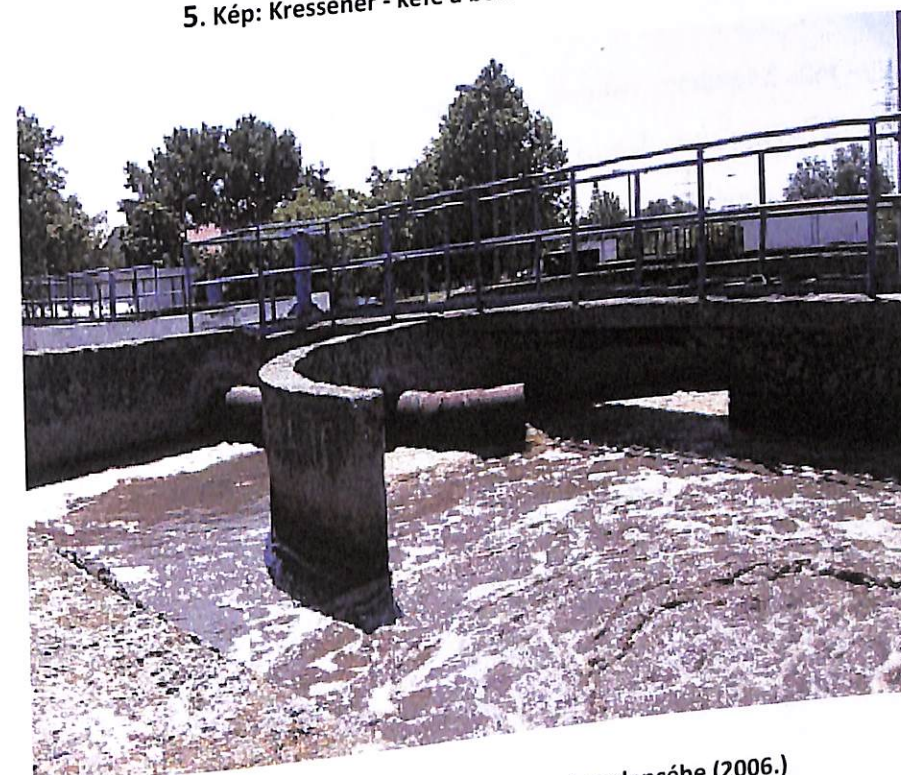
4. Kép: Kétszintes előülepítő (2006.)

2.2. Biológiai tisztítás

Az előülepítő medencékből gravitációs úton, DN 400 mm-es vezetéken (6. Kép), egy osztóaknán keresztül a biológia tisztítás fázisa következik. Ennek megvalósítására két egyenként 500 m³-es bécsi típusú vasbeton műtárgy gondoskodik. A lekerekített sarkoknak és vízszintes tengelyű Kessener – kefék (5. Kép) biztosítják az áramlást illetve a megfelelő oxigén bevitelt technológia folyamat biztosítására. A Kessener – kefék üzemeltetése koránt sem egyszerű, mivel hogy a napközbeni terhelési ingadozásokhoz, mind mennyiségi mind minőségi szempontból, nem lehet szabályozni, ebből kifolyólag az óracsúcskor nem elég jó hatásfokú, az éjszakai időszakban pedig nagyon kihasználatlan, ezáltal rengeteg energiát pazarol. A levegőztető medencéket, gyengébb hatásfokú biológiai tisztítást, követően a technológia sorban két darab Dorr típusú utóülepítő medence követ. Az utóülepítők jó hatásfokkal kifogják a megmaradt lebegőanyagot, ezzel hozzájárulva a szennyvíz szennyezőanyag redukálásához.



5. Kép: Kressener - kefe a bécsi medencében (2006.)



6. Kép: Szennyvíz bevezetés a bécsi medencébe (2006.)

2.3. Recirkulációs kör

A recirkulációs gépházban található négy darab szivattyú biztosítja, az utóülepítő iszap zsompjából érkező, a levegőztető medencékbe való iszap visszakeverését a hatékony működés érdekében.

2.4. Fertőtlenítés és a tisztított szennyvízelvezetése

Mivel a szennyvíztisztító telep nincs állandó fertőtlenítésre kötelezve, a biológiailag részben megtisztított és kiülepített tisztított szennyvíz, nyíltfelszínű vályúkban, a fertőtlenítő medence fogadóaknájába kerül, ahonnan szükség esetén fertőtlenítő medencébe folyhat. Azonban általános esetekben a tisztított szennyvíz megkerüli a fertőtlenítő medencét és a fogadóaknából a recirkulációs gépház oldalaknájába történik az átvezetése. Ebben a gépházban található többek között a két darab az árvízi átemeléshez szükséges szivattyú is, amit kézi irányítással üzemeltetnek.

2.5. Iszapvonal

Az iszap kezelése a szennyvíztisztító telepen, a kétszintes előülepítő illetve az utóülepítő medencékből, iszapágyra (7. Kép) kerül és szikkasztással víztelenítik. A szikkasztóágak kialakítását tíz darab beton anyagú műtárgy biztosítja, melyek összességében 1600 m²felületűek és körülbelül 630 m³iszap tárolására alkalmasak. Az iszapágyakról a dekantált csurgalékvizet visszavezetik a tisztítási technológia elejére. A szikkasztóágak a kétszintes előülepítőknél is fokozottabb bűzforrások. Az szikkasztott iszapot féléves gyakorisággal tengelyeken szállítják el a hulladéklerakóba.



7. Kép: Szikkasztó ágyak (2006.)

2.6. Irányítás technika

A szennyvíztisztító telep irányításának elavultságát jól mutatja, hogy gyakorlatilag minimális az automatizálás, minden egyes Kessner – kefét, szivattyút, közvetlenül, kézi irányítással működtetnek. Ezen felül a tolózárakat is kézi irányítással nyitnak – zárnak.

3. Fejlesztési igények

A szennyvíztisztító telep fejlesztése több okból elengedhetetlen, ezek az okokat csoportosíthatóak a következők szerint: a szennyvíztisztító telep költsége-hatékonyabb üzemeltetésének igénye; a műszakilag elavult, amortizálódott műtárgyak, technológiai elemek felújításának igénye; illetőleg a vonatkozó jogszabályok, hatósági követelmények teljesítésének igénye.

- Műszaki igények: A szennyvíztisztító telepen, az eddigi működésének 30 éve alatt, semmi fejlesztésre irányuló tevékenységet nem végeztek, éppen csak az üzemeltetéshez szükséges állagmegóváásokat végezték el. Ez az egyik fő oka a rekonstrukció mielőbbi megvalósításának.
- Költséghatékonysági igény: A szennyvíztisztító telep jelenleg a város egyik legnagyobb energiafogyasztója, legalábbis ami a szociális ellátás biztosítását

tekintve. A tisztítási technológia korszerűsítésével a levegőztető rendszer üzemeltetése harmadára szorítható, ami az egyik legtöbb energiát igényli. Ezen felül a szakszerűbb, gyorsabb, kevesebb élőmunka igény érdekében, ami mind kihatással van az üzemeltetési költségekre, az irányítástechnikai rendszer automatizálása a megoldás. Ezen felül érdemes megvizsgálni a további, leginkább energiafelhasználás csökkentésének és a hatásfok növelésével, kapcsolatos lehetőségek, mint például megújuló energiaforrások kiaknázása.

- Jogszabályi és hatósági igény: A fentiekben már részben érintett témakör, a szennyvíz kibocsátási illetve szennyező anyagokra vonatkozó előírásoknak való megfelelés, amelyet a Nemzeti Települési Szennyvízelvezetési és -tisztítási Megvalósítási Programnak (25/2002.(II.27.) Korm. rendelet) való megfelelés. Az OTÉK (253/1997. (XII.20.) Korm. rendelet) védőtávolságokra vonatkozóan a telep jelenleg nem felel meg, ennek kezelése is a fejlesztések elengedhetetlen eleme.

3.1. Fejlesztések célkitűzései

A rendeltetéséből adódóan a fő cél a szennyvíztisztító telep hosszútávú üzemeltetésének biztosítása a szennyvíztisztításra vonatkozó határértékek betartásával, ami a lakosság igényeinek kielégítésére irányul.

A meglévő és az újonnan épülő műtárgyak vízzáróságának biztosítása, emellett a talaj és a talajvíz szennyezettségének csökkentése, illetve az iszapvonal korszerűsítésével a szennyező források eltávolítása. A kellemetlen szaghatások, rossz minőségű levegő, megszüntetése a tisztítási technológia javításával, a műtárgyak lefedésével illetve biofilterek üzembe helyezésével. Ezek a célok a környezetvédelmi és ökológiai szempontokat helyezik előtérbe.

Műszakilag a célok az előbbiekből adódóan illetve a fejlesztési igényeknek megfelelően, a műtárgyak felújításával a szennyvíztisztító telep kapacitásának, hosszútávú üzemeltetésének biztosítása. Korszerű irányítástechnikai rendszer kiépítése. A tisztítás-technológia sor megújításának, korszerűsítésének műszaki hátterének biztosítása. Az iszapkezelési technológiák kiépítése, korszerűsítése.

4. A rekonstrukciót követő technológiai leírás

A rekonstrukciót követően a telep névleges kapacitás $3000 \text{ m}^3/\text{d}$, ami 20000 LE-nek megfelelő. A beérkező szennyvíz hőmérséklete télen 8°C , nyáron 20°C . A technológia sor szerinti kialakítást a H-2-es jelű rajzi melléklet szemlélteti.

A szennyvíztisztító telep hidraulikai terhelését, melyet a tervezésnél figyelembe vettek a következő, 3. táblázatban láthatjuk.

3. táblázat: A százhalmombattai szennyvíztisztító telep hidraulikai terhelésére vonatkozó adatok

Napi hidraulikus terhelés:	Q_d	3000	m^3/d
	$Q_{t,24}$	125	m^3/h
Nappali átlagterhelés:	$Q_{t,20}$	150	m^3/h
Óracsúcs tényező:	z	12,5	
Számított óracsúcs tényező:	$Q_{t,12}$	240	m^3/h
Nyers szennyvíz és árvízi átemelő:	$Q_{\max}$	120	l/s

A beérkező szennyvíz összetétele az alábbi 4. táblázatban van feltüntetve.

4. táblázat: A beérkező szennyvíz minőségére vonatkozó adatok

Szennyezőanyag	Szennyezőanyag terhelés	
	Napi	Koncentráció
	kg/d	g/m^3
KOI	2184	800
BOI5	1092	400
$\text{NH}_4\text{-N}$	164	60
TKN	200	73
Összes foszfor	36	12
Összes lebegőanyag	1274	467

A tisztítási technológia a mechanikai előtisztítást követően totáloxidációs biológiai tisztítási folyamat, melynek elvi sémáját az 1. ábrán láthatunk.

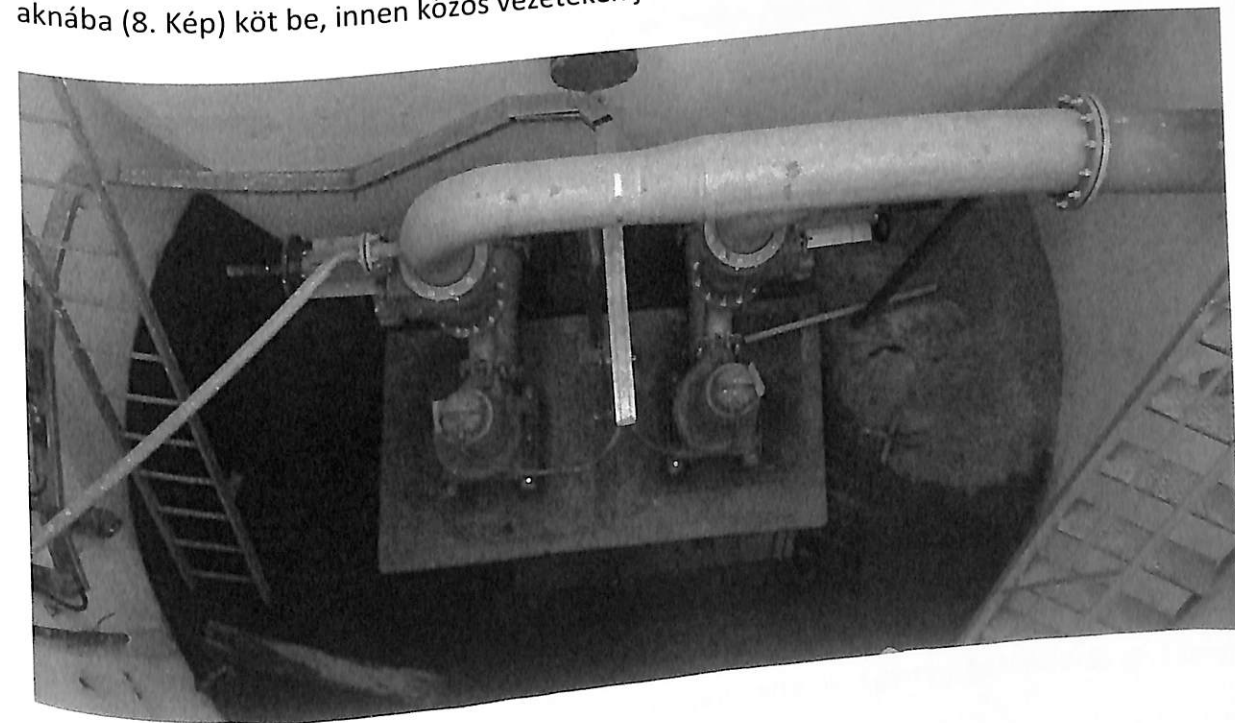
Az tisztítási technológia végén az iszapkezelés az ide vonatkozó előírásoknak betartása érdekében a telepen víztelenített iszapot a városi hulladékkezelő komposztáló telepére való szállítással biztosított.

4.1. Szennyvíz fogadása

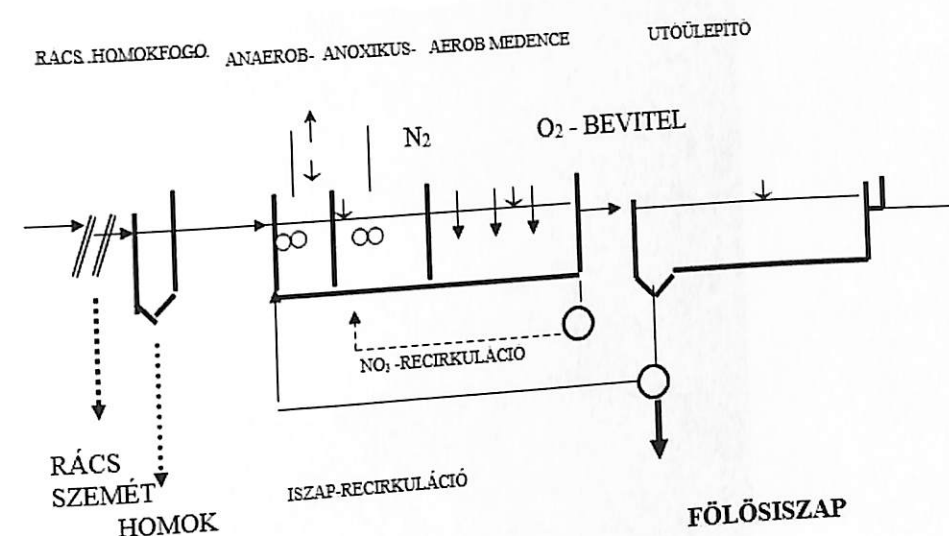
A különböző irányból érkező szennyvizek fogadása és továbbítása a technológiára. Az érkező szennyvizek és vezetékek:

- 1) DN400 gravitációs csatorna a város felől,
- 2) DN225 nyomóvezeték Dunafüred átemelőtől,
- 3) DN400 gravitációs csatorna az udvartérről,
- 4) DN200 gravitációs csatorna az udvartérről (DN400 bejövő aknájára csatlakozik).

A Százhalombattáról gravitációsan érkező, a telepen új nyomvonalú és a Dunafüred felől érkező nyomóvezeték és a telepi csurgalékvíz csatorna a rács és homokfogó gépház előtt egy aknába (8. Kép) köt be, innen közös vezetéken jut a mechanikai tisztítási fokozatra.



8. Kép: Fogadóakna (2014.)



1. ábra: Tisztítási technológia sematikus folyamat ábrája (ÚTMUTATÓ A települési szennyvíz telepi előkezeléséhez, 2002.)

4.2. Mechanikai előtisztítás

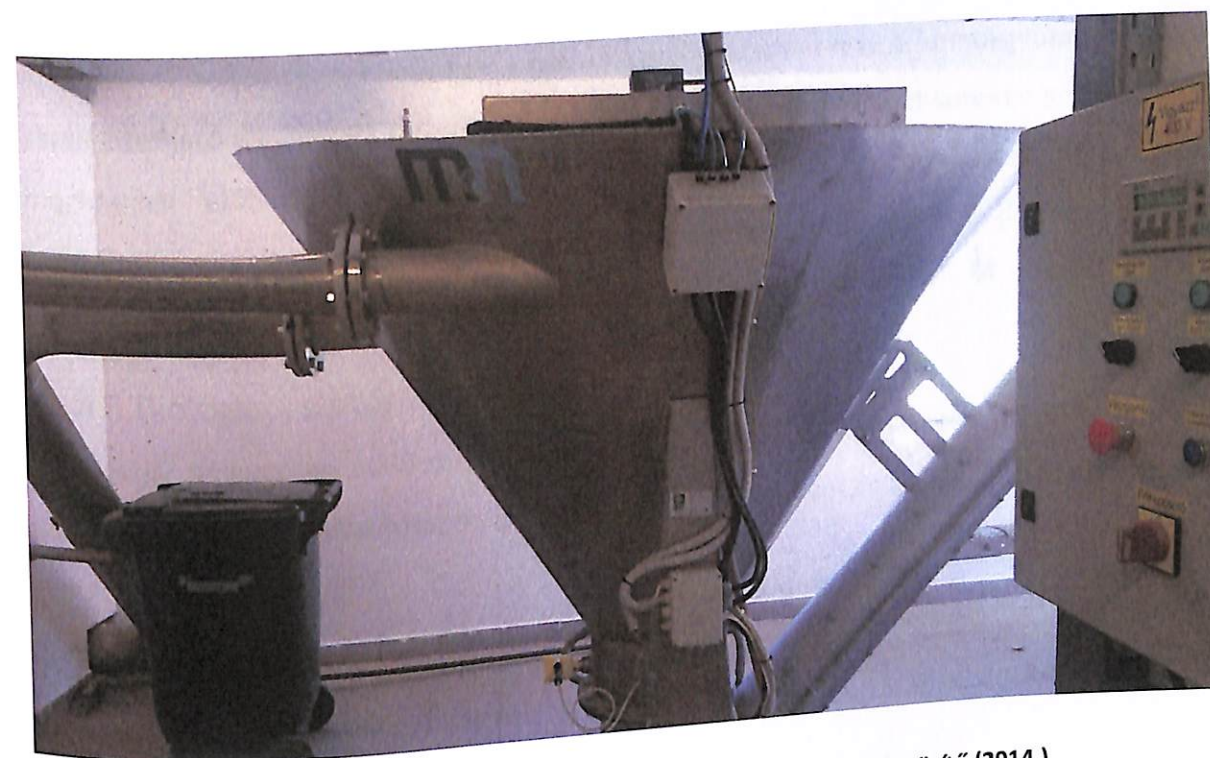
A nyers szennyvíz az átemelőből, az új finomrács és homokfogó épületbe kerül, ez a műtárgy is teljes mértékben megújult, ennek köszönhetően sokkal hatékonyabban szűri ki a szennyeződések. A technológiai berendezéseket a fűvógépházból levegővel is ellátják, ez segíti a jobb hatásfok elérését, a víznél kisebb sűrűségű anyagok felúszást segíti, illetve a tartózkodási időt is kedvezően befolyásolja. A szennyvíz gépi rácscok előtti osztóvályúba kerül. A rácscs és homokfogó műtárgyakba beépítésre került két darab XS 1900 gépi rácscs (9. Kép) MN mosóvízes prérscsiga (10. Kép), MN VSW homokfogó a vasbeton szerkezetű. A rendszer homokfogóban a mamutszivattyú és perdtómű, két darab homokfogó fűvó. A rendszer elején lévő finomrács kiszűri a szennyvízben lévő 5 mm-nél nagyobb, szilárd szennyezőket. A szemcsés könnyen ülepedő anyagok (homok) a tangenciális átfolyású homokfogóban ülepednek ki.

Üzemszerűen egy gépi rácscs szűri a szennyvizet maximum 5 mm pálcaközű szűrőfelülettel. A megkerülő csatornában települő gépi rácscs beépített tartalék. Egy-egy berendezés 432 m³/h (120 l/s) kapacitású.



9. Kép: MN- Mellegard XS 1900-650-5-M&N finomrács (2014.)

A leválasztott rácsszemét víztelenítő kompaktortal tömörítve ($1 \text{ m}^3/\text{h}$), a por- és cseppmentes szállítás érdekében, kerül a hulladékkonténerbe.



10. Kép: MN- MellegardNaij TP200-2700-M&N rácsszemét tömörítő (2014.)

Az egyes csatornában a kiszakaszolást kézi működtetésű zsilipek biztosítják. A szűrt szennyvíz gravitációsan folyik a meglévő átemelőbe, melynek teljes gépészeti berendezése megújul. Az átemelőbe 1 +1 darab (23-120 l/s; 12,3 m) új, frekvenciaváltóval ellátott szivattyú lesz beépítve.

Az átemelt szűrt szennyvíz mennyiség és pH mérés után a tangenciális, PISTA, homokfogóba folyik [756 m³/h (210 l/s)], amelyből mamutszivattyúval szakaszosan elvett homokzagyot (5 l/s) az MN- MellegardNaij VSW 15-M&N homokmosó-, kiemelő és víztelenítő berendezés / csiga (15 l/s) szállítja a hulladékot, konténerbe. A homokfogó megkerülő csatornával kiépített.

A rács és homokfogó berendezése üzemeltetéséhez szükséges vizet (1,33 – 2,66 l/s; 40 m) az ivóvíz hálózatról megszakító berendezés közbeiktatásával biztosítják.

A mamutszivattyú légellátását (110 m³/h; 600 mbar) a földszinten önálló helyiségben elhelyezett, 1 + 1 darab, Aerzen – GM35 Delta Blower G5 - technológiai légfúvók biztosítják. Mellette található a kiefeszültségű kapcsolótér.

A földszinti helyiségben találhatók a hulladékgyűjtő konténerek. A homokgyűjtő konténer sínen kitolható a tervezett térburkolatra, a rácsszemét konténer saját kerekén gördíthető. A mechanikai előtisztítás során keletkező kellemetlen szagok elszívására, elnyelésére szagtalanító berendezés (2500 m³/h) szolgál, amely tözeg töltetű gázmosóval van kombinálva, amelyen keresztül vezeti ki a levegőt.

4.3. Biológiai tisztítás

A műtárgy névlegesen 3000 m³/d mennyiségű, összesen 20000 lakosegységérték terhelésű szennyvíz tisztítására alkalmas, magába foglalja az osztóművet és az eleveniszapos (anoxikus + aerob) medencéket.

4.3.1. Osztómű

Feladata: a mechanikailag előkezelt szennyvíz, recirkuláció osztása. Tisztított szennyvíz osztása.

A mechanikailag előkezelt víz biológiai műtárgy osztóaknáján keresztül – melyben a technológiából adódó visszavezetett nagykörös és nitrát recirkuláció is érkezik a víz alatti bevezetésű recirkulációs vezetéken – folyik a két párhuzamos vonalból álló reaktortérbe, denitrifikáló medencékbe. A műtárgy két párhuzamos egységből áll, a kiszakaszolásukhoz az osztóakna bukójánál elhelyezett tiltóval, valósítható meg. A kamrában a sebesség olyan, hogy az egyenletes felfelé áramlás jól kézben tartható átbukást biztosítson, a hidraulikus túlterhelések időszakában is.

4.3.2. Eleveniszapos medencék

Feladatuk: nitrifikálás, denitrifikálás, szervesanyag lebontás.

A két denitrifikáló medence a régi levegőztető medencékből kerültek kialakításra, ezzel is a beruházás költségeit alacsonyan tartva. A bécsi medencék teljes „lecsupaszítása”, a teljes gépészet eltávolítása, a műtárgy kitakarása és fertőtlenítése, homokfúvás után speciális műgyanta bevonattal kell ellátni. Ezt az új levegőztető medencék megépítése előtt kell végrehajtani. A szükséges hidakat megfelelő anyag megválasztással kell kialakítani, célszerűen horganyzott acélból, és ezekre kell telepíteni a keverőket is. A medencék átalakításánál külön figyelmet kell szentelni az anoxikus terek helyes kialakítására. A szennyvíz biológiai tisztítása az új kombinált biológiai tisztító műtárgy anoxikus és aerob

tereiben valósul meg. Az osztómű után az egyesített műtárgy két azonos kialakítású, a hosszófalra szimmetrikus, tisztítási vonalból áll. Egy – egy eleveniszapos medence anoxikus terei rövid oldal menti, aerob tere „U” alaprajzi elrendezésűek, az áramlás úgynevezett dugóáramlás. Az anoxikus, illetve aerob medence két – két térfélből áll (11. Kép). A reaktorterek közepén, a medence hosszak felében kereszt, illetve hosszfallal megosztottak, az áramló szennyvíz a hosszfal 180°-al visszafordul.

4.3.3. Anoxikus medencék

Az osztóműből a nyers szennyvíz – recirkuláció elegye az anoxikus medencében tiltóval lezárható csatornán át érkezik. A két rekesz között fenékszint ablakon történik a vízátvzetés. Az első rekeszben a leürítéshez zomp, a második rekesz és az aerob tér között a fenékszínten kisméretű víztelenítő nyílások találhatók.

A vonalanként két rekeszből álló anoxikus térben banánkeverők (0,9 kW) biztosítják a szükséges áramlást, az átkeverést. Az anoxikus medencék együttes térfogata 1250 m³. A medencékben megtörténik a nitrát tartalom redukciója nitrogén gázzá. Az üzemi vízszintről az újonnan kialakított elvető vályúk biztosítják.

A második rekeszbe beépített levegőztető rendszer segítségével, a technológiai igényektől függően, azon a szakaszon aerob üzemállapot is fenntartható.

4.3.4. Aerob medencék

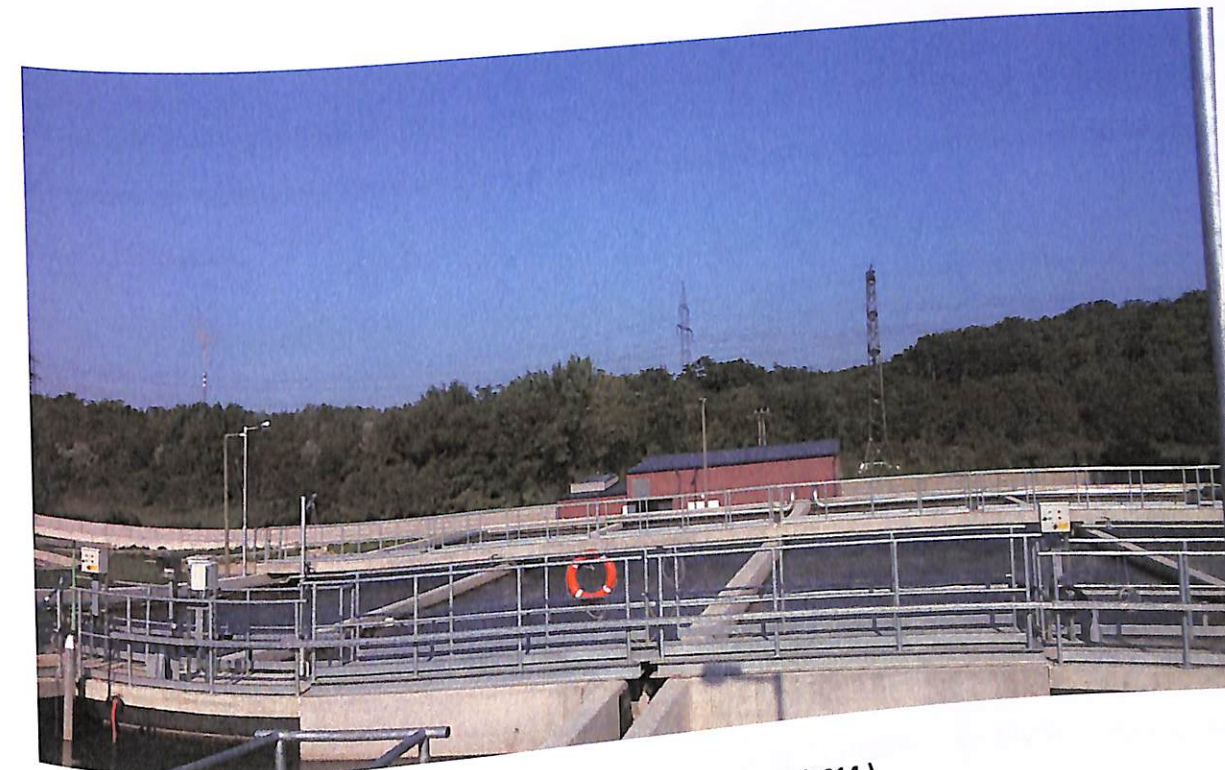
A deneitrifikációt követően, a szennyvíz a két új levegőztető medencébe áramlik át. Az aerob tér vonalanként két medencerészből áll, vízmélysége 5 m, kialakítása biztosítja a dugattyúáramlást, amely nem kedvez a fonalas baktériumok kialakulásának.

A második anoxikus rekeszből, belépési pontjával szembeni, ellentétes oldalán egy felső nyíláson vezetjük át a szennyvíz – iszap keveréket az aerob medencébe. A két aerob térfél között alsó és felső ablakon át történik a vízátvzetés.

A szerves anyag lebontáshoz (endogén és szubsztát légzés), nitrifikációhoz szükséges oxigén bevitelét, üzemeltetési, szereléstechnikai szempontból négy – négy ponton megtáplált, mély levegőztető rendszer, négy-négy levegőztető rács – finom – buborékos diffúzorok – biztosítják az aerob medencék fenékszíntjén, 1082 darab WE 9"-os Sanitaire membrán diffúzor (5. táblázat).

5. táblázat: SANITAIRE rács adatok

Rács anyag	Diff./Rács	Rácsok száma	Összes diffúzor	Diff. Tipus	Gerincvezeték Φ , mm	Leszállóág Φ , mm
PVC	120	6	720	WE 9"	110	110
PVC	121	2	242	WE 9"	110	110
PVC	60	2	120	WE 9"	110	110
Teljes darabszám:			1082			



11. Kép: Eleveniszapos medencék (2014.)

Az aerob medencékben egy – egy oldott oxigénmérő található, a technológiai szabályozáshoz.

A levegőztető medencékből fix bukóéleken át a medencék végén létesített bukóaknába kerül a szennyvíz. Ezek az aknák felül, zártak, és itt kapnak helyet az aknák alján található zsiliptolózárak kezelő szerkezetei. Az aknában elhelyezendőek még a nitrát- recirkulációt biztosító szivattyúk is, amelyekkel a denitrifikáló medencék elé vissza lehet vezetni a szennyvíz-iszap keveréket. A hatékony üzemeltetés érdekében frekvenciaváltós, fordulatszám szabályozású szivattyúkat kell beépíteni. A nitrát recirkulációt egy-egy falba épített, fordulatszám szabályozott szivattyú biztosítja maximum négyszeres $Q_d/24$ vízhozammal (84 – 133 l/s). A frekvenciaváltós szabályozás miatt a térfogatáram, a szivattyú jelleggörbéje és a pillanatnyi frekvencia érték alapján közvetetten mérhető.

Fontos szerepet játszanak a telep mindenkori megfelelő működésében, gondolva itt a napszakonként, évszakonként változó mennyiségi és hőmérsékleti terhelésekre. Ezeknek a segítségével a megfelelő nitrát-recirkuláció jól szabályozható, amit az aktuális körülmények befolyásolnak, az üzemi tapasztalatok és laboratóriumi mérések alapján határozandó meg annak mértéke.

A második aerob medence rekeszből a nitrát-recirkuláció az első anoxikus medence rekeszbe érkezik.

Az aerob műtárgyakból elfolyó szennyvíz bukókon át egy közös elvezető vályúba bukik, ahonnan az osztóakna biztosítja az egyenletes vízeloszlást az utóülepítőkhöz. Itt történik a vas-só, adagolás.

4.4. Levegő betáplálás

Feladata: az eleveniszapos medencék aerob tereiben oldott oxigén biztosítása, a szennyvíz – iszap keverék, mozgásban tartása az eleveniszap szuszpendált állapotában tartása.

A levegőbevitel a légfúvó gépház földszinti terébe telepített fúvók biztosítják a fenékre elhelyezett levegőztető elemek segítségével.

A két eleveniszapos medencéhez, öt darab légfúvóval ($663 \text{ m}^3/\text{h}$; 650 mbar) szerelt gépház tartozik. Egy-egy aerob medence ellátása két-két önálló fúvóval és egy-egy levegő gerincvezetékkel történik. Az ötödik fúvó a közös tartalék. A fúvók mindegyike frekvenciaváltós hajtással rendelkezik. A medencékben lévő oldott oxigén mérőszondák szabályozzák a levegőbevitelt, a légfúvók frekvenciaváltós szabályozása révén. A bevitt levegő nyomás és hőmérséklet mérése a gépházban történik.

4.5. Vegyszeradagolás

Vas-só, adagoló berendezés

Feladata: a szennyvízben lévő, az eleveniszapba be nem épült, határérték feletti foszfor

mennyiség eltávolításához szükséges vas-só tárolása és adagolása. A foszfor biológiai mennyiség eltávolításához szükséges vas-só tárolása és adagolása. A foszfor biológiai A szennyvíz tartalmaz elegendő nitrogént, valamint foszfor tápanyagot. A foszfor biológiai tápanyagként hasznosított mennyiség feletti része szimultán kicsapattalással kémiai úton távolítható el, 40 %-os vas-klorid, adagolással. A vegyszertároló tartályok ($4,9 \text{ m}^3/\text{tartály}$) (12.

Kép), illetve az adagoló szivattyúk (32 l/s; 2 bar) az új vegyszeradagoló gépházban nyertek elhelyezést.



12. Kép: Vegyszeradagoló tartály (2014.)

A két darab hengeres vas-só tartály és az adagoló panel, saválló bevonattal, zsomppal ellátott kármentőbe, illetve kezelő járdára telepített. A vegyszeradagolást GALA0232 ellátott kármentőbe, illetve kezelő járdára telepített. A vegyszerlefejtése az PPE000UA101000 vas-klorid, adagoló berendezés látja el (13. Kép). A vegyszer lefejtése az épület falában képzett nyíláson át, egy működtetett gömbcsappal ellátott DN 50 PVC-U csatornán keresztül történik a két tartályba. A tartályokból a vas-só oldatot az adagoló panelel elhelyezett egy-egy darab, membrán szivattyú szívja, majd továbbítja, az udvartéren

védőcsőben helyezett vezetéken keresztül a biológiai műtárgy osztóművéhez, ahol az utóülepítőbe menő szennyvíz–iszap keverékkel keveredik vagy a biológiai műtárgyba érkező nyers szennyvízzel (két pontos adagolási lehetőség).



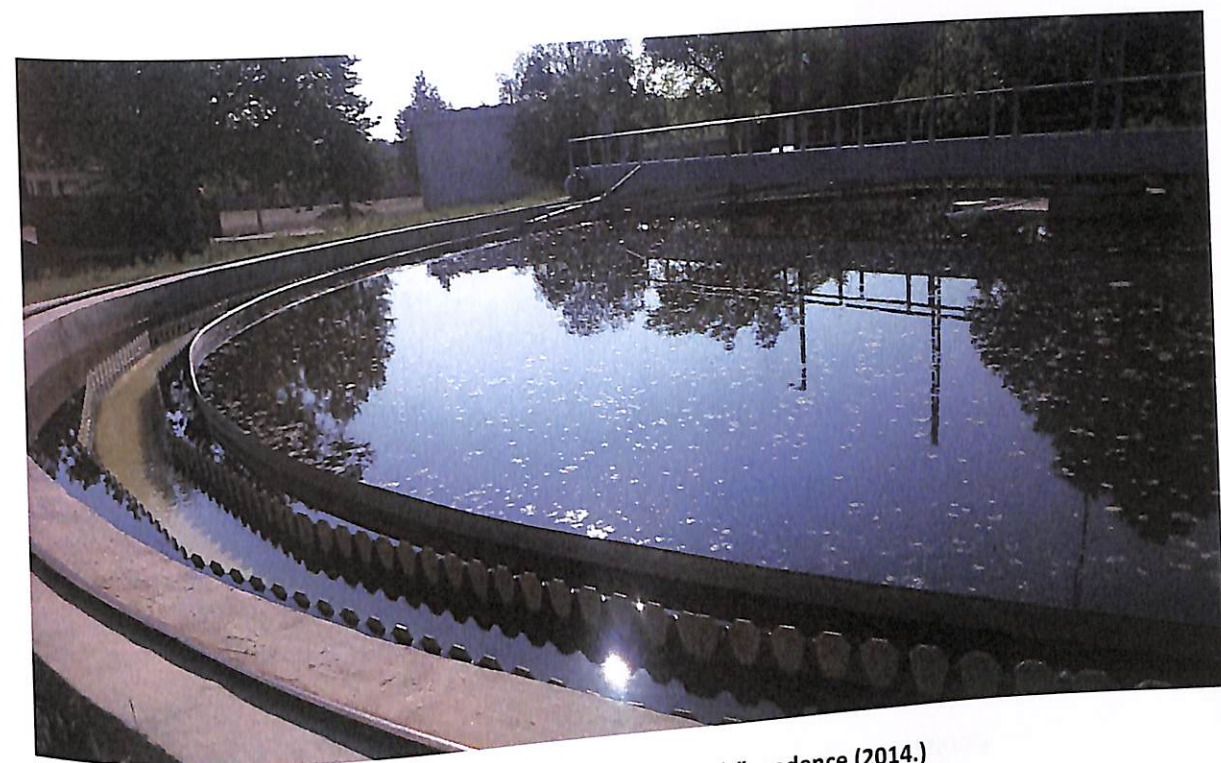
13. Kép: Vegyszeradagoló panel membrán szivattyúval (2014.)

A mosóvizet az ivóvíz hálózatról leágazás biztosítja. A kültéri lefejtő helyén és a helyiségben vészhany és szemmosót helyeztek el balesetvédelmi okokból.

A vas-só, adagoló berendezéssel polialumínium–klorid adagolására is van lehetőség. Új vegyszer adagolását gondosan kiöblített tartályok, adagoló szivattyúkkal, vezetékekkel kell elvégezni.

4.6. Utóülepítés, nagykörös recirkuláció

Az utóülepítés feladata a technológiai sorban a különböző fázisú összetevők szétválasztása, tehát a tisztított szennyvíz és a szilárdanyagok (szennyvíziszap) különválasztása. A biológiai tisztítás utolsó lépcsője a meglévő Dorr típusú medencékben valósul meg (14. Kép), melyeket a rekonstrukció keretein belül korszerűsítettek. A felújítás során a meglévő kotró szerkezetet teljesen elbontják, a műtárgyak fenéklemezét és falait tisztítás után új vízzáró réteggel látják el. A kombinált biológiai tisztító műtárgyról elfolyó víz a gépészetileg felújított, Dorr típusú $D = 25$ m átmérőjű utóülepítőbe jut.



14. Kép: Dorr rendszerű utóülepítő medence (2014.)

Jelenleg egy műtárgy üzeme elegendő. Az uszadékot az utóülepítő melletti, megosztott (recirkulációhoz, illetve uszadék elvételhez) szerelvényaknán át a telepi csurgalékvíz rendszerbe lehet visszajuttatni, szükség esetén az aknában is leválasztható (például intenzív fonalasodás esetén). A felújítás során a meglévő kotró szerkezetet, illetve a hozzá tartozó sínpálya elbontását követően, amelynek az üzemeltetése a téli időszakban sok problémával járt, új, könnyűszerkezetes kotró telepítése valósult meg (15. Kép), a könnyebb üzemeltetés érdekében gumikeréken fog futni. Ezáltal az uszadék eltávolítás és a medencék alapvető üzemeltetése egyszerűbbé válik.



15. Kép: Az új kotrószerkezet az utóülepítő medencében (2014.)

A kiülepedett iszap a felújított recirkulációs átemelőbe folyik. Innen a recirkulációs hányadot a fordulatszám szabályozott szivattyúk ($Q=17 \text{ l/s}$; $H=5,4 \text{ m}$) az osztóműbe, míg a fölös iszapot a recirkulációs szivattyúk nyomóvezetékeikről történő leágazással, működtetett szerelvénnyel, mennyiség méréssel ellátott vezetéken a fölös iszap puffer tárolóba juttatják.

4.7. Mérés

A tisztított szennyvíz mennyiségének mérése a meglévő, fertőtlenítőt megelőző, utóülepítőktől érkező egyesített csatornában, úgynevezett Parshall csatornában, történik.

4.8. Fertőtlenítés

Feladata: a kórokozók elpusztítása, számuk radikális csökkentése rendkívüli esetekben, az egészségügyi hatás elrendezésére.

A nagy hozamú befogadó (Duna) miatt, a szennyvíztisztító telepen a fertőtlenítés csak időszakosan van megállapítva az előírásokban. Ez a korábbi tisztítási technológiában is ugyanígy volt, amit az érvényben lévő jogszabályok illetve szükségletek miatt nem volt használva, ezáltal a meglévő fertőtlenítő medence rekonstrukciója nem szükséges, annak állapota a további, tervezett időszakra is, megfelelő. A 131 m^3 -es medencéhez, azzal egy víztérbe összekapcsolva, egy új szivattyúakna kialakítására kerül sor. Ebből az aknából lehet a

tisztított szennyvizet visszavezetni a homokfogókra lazítóvízként illetve az iszapvonalra mosóvízként.

Az elfolyó szennyvíz hatáság által elrendelt időszakos fertőtlenítése a fertőtlenítő medence bevezető aknájában történhet, mennyiségarányosan adagolt nátrium-hipoklorit oldattal. A fertőtlenítés elrendelésekor a telepre szállított tároló tartályt a jó karban tartott meglévő fertőtlenítő épület keleti helyiségébe lehet bevinni és az ide telepítendő adagoló szivattyúkra (Q=11 l/s; H=7 bar) rákötni. A fertőtlenítést egy GALA0713 PVT250UA101000 hypos fertőtlenítő berendezéssel történik.

A szennyvíz fertőtlenítése a meglévő labirintmedence által biztosított behatási idő alatt történik. A helyiség légcseréjét egy új szellőztető ventilátor biztosítja. A levegőt a padlószint közeléből, felsőtéri, műanyag, radiál ventilátor szívja el. A kivezetés szabadtéri. Az elszívott levegő utánpótlása zsaluval ellátott szellőzőnyíláson keresztül biztosított. A helyiségben vésszuhanyzó és szemmosó is található.

4.9. Tisztított szennyvíz bevezetés a befogadóba
A technológia sorban, a fertőtlenítést követően, a tisztított szennyvíz a recirkulációs gépház oldalakájába kerül. Normál Duna vízálláskor gravitációsan, árvíz esetén, amennyiben a hidrosztatikus elvezetés a Duna magas vízállása miatt nem alakul ki, az úszókapcsolók állásától függően automatikusan bekapcsolnak az árvízi szivattyúk, ezáltal a szennyvízelvezető vezeték nyomóvezetéként funkcionál, és a vízállás csökkenésével az úszókapcsolók parancsba adják a szivattyúk kikapcsolását is. A recirkulációs gépház és árvízi átemelőben telepített (egy + egy) szivattyú, frekvenciaváltós üzemmel, (Q=120 l/s; H=13 m) emeli a dunai DN500-as vezetékbe (Ø140-es MOL csatornába csatlakozással) a tisztított szennyvizet. A gravitációs elvezetés szivattyúsra való átállása után az árvízi átemelő automatikusan üzemel.

4.10. Technológiai vízellátás
A technológiai gépek mosására használható tisztított szennyvíz rendszer a korábbi telepkialakításkor létesített, most használaton kívüli, felújított mérőaknába telepített egy + egy búvárszivattyúval (Q=7 l/s; H=2 bar), illetve az iszapvíztelenítő gépházba telepített nyomástároló edényből áll össze.

4.11. Iszapkezelés

4.11.1. Iszapelvétele, tárolás

A fázisszétválasztás során keletkező, a recirkulációs körről leválasztott fölös iszap a kevert (1-5 kW) iszap puffer tárolóból gravitációs úton jut az iszapvíztelenítő gépházba telepített ($Q=15 \text{ m}^3/\text{h}$; $H=30 \text{ m}$), PF-MH20-B2-, szivattyúkhöz, azok nyomják a gépi sűrítő-víztelenítő, berendezésekre.

4.11.2. Iszapsűrítés és víztelenítés

Feladata: az elvett, homogenizált fölös iszap gépi sűrítése és víztelenítése.

A recirkulációs gépház harmadik, fontos, feladata a fölös iszap elvétele a rendszerből, amit egy motoros tolózár alkalmazásával valósul meg, melynek irányítása az iszapgépházból történik. A megfelelő monitorozási lehetőség biztosítása érdekében a kilépő vezeték végén, melyen a fölös iszap távozik, egy indukciós mérőműszert kell elhelyezni. A mérőműszer által mért adatok mind a központban mind az iszapgépházban megjelennek. A monitoring és új irányítási rendszernek köszönhetően a fölös iszap elvételének mennyiségét pontosan szabályozni lehet, addig van nyitva a tolózár ameddig a kívánt iszapmennyiséget ki nem vezették a rendszerből. Ezeknek a gépészeti és irányítástechnikai rendszereknek a műszaki hátterének biztosítására teljesen új vezetékhálózati rendszer kiépítése szükséges.

A puffer medence a tisztítási technológia hatékony üzemeltetésében játszik fontos szerepet. A fölös iszap ideiglenes tárolásával egyenletesebben lehet kihasználni az iszapkezelési technológiát. A régi technológiai sorban gravitációs sűrítőként üzemelő iker vasbeton műtárgyak, melyek fordított csonka gúla kialakításúak, új funkcióként ideiglenesen tárolják a fölös-iszapot. Ennek kialakításához szükséges a műtárgyak lefedése, illetve egy-egy folyamatos szintmérő telepítése, ami biztosítja a kezelő személyzet számára az állandó, valós idejű iszap szint magasságának ellenőrzését, az üzemeltetés precíz megvalósítását.

Az iszapkezelési technológia külön helységben, az iszapgépházban valósult meg. Ebben a létesítményben kapnak helyet a fölös iszap kezelésére irányuló célgépek. Fő feladata az iszap térfogatának csökkentése, amelyet víztelenítéssel valósítanak meg. A térfogat csökkenésével az iszap elhelyezési, esetleges további kezelési eljárások, feladata könnyíthető, mivel mind súlyban, mind térfogatban kezelhetőbb lesz. A szükséges víztelenítést polielektrolitek adagolásával hatékonyabban végezhető, és ennek az eljárásnak a teljes rendszerét, mint

például előkészítés, tárolás, adagolás stb., ide telepítjük. Magát az iszapsűrítést és víztelenítést egyesített gépi berendezéssel valósul meg. Az új iszapvíztelenítő gépházban elhelyezett két darab, az iszap sűrítését és víztelenítését egyaránt elvégző, dobsűrítőt és szalagprést is magában foglaló kompakt (15 m³/h), Monobelt NP-12E- iszapsűrítő- víztelenítő, berendezés. A gépek mellé telepített polielektrolit oldó (3000 l/s) és adagoló (2 m³/h), CAP15CE02- polimer előkészítő és PD-MH020-B2- adagoló, berendezéssel biztosítható a víztelenítés utáni 18–20 % szárazanyag tartalma. A víztelenített iszapot két darab csiga (2–2 m³/h) továbbítja a konténerbe, vagy a gépház melletti fedett tárolóba. Az épület levegőjét tisztítani kell, ezért a szellőzőrendszeren történő elszívást követően egy biofilteren keresztül átvezetve kerül ki a szabadba. Az iszapgépház mellett található iszaptárolóba kerül a víztelenített iszap a további elhelyezésig.

A fenntartható fejlődés elve mentén a szennyvíztisztító telep működéséhez hozzájárulhat az iszapelhelyezésének módja is. A technológia sort zárja a szennyvíztisztásból származó, stabilizált, víztelenített iszap, és annak elhelyezése. Ezt a problémát a városi hulladéklerakón kialakított komposztáló telepre való szállítás, kb. 6 km-es távolság, orvosolja. Itt a városban keletkező zöldhulladékok, darálást követően komposztálják, a szükséges szakszerű beavatkozások mellett, pl.: forgatás, kezelik. Ehhez a darált zöldhulladékhhoz megfelelő arányban hozzákeverhető a stabilizált iszap. A komposztáláshoz szükséges technikai eszközök biztosítottak.

4.12. Egyéb létesítmények

Udvartéri, iszapszikkasztó ágyak felújításából három darab kazetta, két darab meglévő és négy darab új talajvíz megfigyelőkút (monitoring).

4.13. Kiegészítő létesítmények

A telepen elhelyezkedő kiszolgáló létesítmények, épületek a rekonstrukció keretén belüli felújítását követően továbbra is hasznosítják.

4.13.1. Kezelőépület

A kezelőépület teljes rekonstrukciója, mind külső, mind belső, illetve magát a belső elrendezés megváltoztatására is szükség volt. A szerkezet átalakítások és javítások után a

teljes villamoshálózat megújítása következett. A megfelelő üzemeltetés érdekében kialakításra került: fehér és fekete öltöző, labor, kezelőközpont, megfelelő tisztálkodásokat biztosító helység.

4.13.2. Raktárak

A meglévő raktárakat a további használhatóság érdekében szintén teljes körűen felújították.

4.13.3. Irányítástechnika

A régi kézi irányítású teleppel ellentétben, a rekonstrukció keretein belül a teljes irányítástechnika megújult. A tisztítási technológia üzemeltetésének gazdaságosságát, biztonságosságát, megfelelő hatékonyságát biztosító rendszer kiépítése elengedhetetlen napjainkban. Ez egy nagy biztonságú, központosan felügyelhető, részben irányítható, kezelői szintenként jól elválasztott rendszer. Megvalósulásával a szennyvíztisztító telep üzemeltetésében minőségi javulást eredményezett. Helyes működtetésével elérhető a telep teljes körű központi felügyelete, gyorsabb hibaelhárítás, üzembiztonság növelése, a karbantartás tervszerűségének biztosítása illetve nem utolsósorban megtakarítást eredményez az anyag, energia, illetve élőmunka terén.

4.13.4. Belső úthálózat, belső vezetékek, tereprendezés

A rekonstrukció során megújult technológiai sor üzemeltetésének következtében a belső vezetékrendszert át kell alakítani. A belső úthálózatot, a meglévő és az új utakat is, a rekonstrukciót követően újra kellett aszfaltozni, meg kellett építeni.

5. További fejlesztési lehetőségek

A rekonstrukciót követően a százhatalombattai szennyvíztisztító telep további fejlesztéseket, érdemben az iszapvonal, azon belül is az iszapkezelés hatékonyabbá tételében van lehetőség.

Fontos megemlíteni, hogy a rekonstrukcióval megújult tisztítási technológiának a régénél jóval nagyobb az energiaszükséglete, ami az üzemeltetési költségek növekedésével jár együtt. Ezért is a további fejlesztések célja az energia felhasználás optimalizálása, mindezt úgy, hogy az üzemeltetés a lehető legegyszerűbb és legmegbízhatóbb maradjon.

A napjainkban egyre fontosabbá váló energiafelhasználás illetve megújuló energiaforrások kiaknázásának lehetőségeinek vizsgálatával, megállapítható hogy a szennyvíziszapban rejlő energia kiaknázható fermentáció során. Bár hazánkban még nem terjedt el, de a fejlettebb nyugati országokban illetve Észak-Amerikában elterjedt a kis viszonylag kis lakosegyenértékkel terhelt kommunális szennyvíztisztító telepeken a rothasztók alkalmazása. A helyesen megválasztott technológia biztosíthatja a szennyvíztisztító telep hő- és villamos energia szükségletének nagy részét. A keletkező szennyvíziszap szerves anyag tartalmából a rothasztás során a metánképző baktérium-kultúra segítségével biogáz állítható elő. A biogáz hasznosítására több lehetőség is van: az egyik, ha a biogázt a telephelyen történő, gázkazánban való, elégetéssel a hőenergia nyerhető, mellyel a szennyvíztisztító telep fűtési igényét fedezni lehet; a másik lehetőség, a biogáz kéntelenítése után, a közel vegytiszta metánt, gázmotorokban hasznosítani, amellyel mechanikai munkába való átalakítást követően villamos energia nyerhető, illetve a keletkező hőenergiát is hasznosítani lehet. Ez utóbbi mondhatni nagy határfokú, a telep villamos energia szükségleteinek felét, hőenergia szükségletének több mint kétharmadát biztosíthatja. A fejlesztési irányzatnak megfelelő telephelyi technológiai sor kialakításának egy lehetőségét a H-3-as8z jelű rajzi melléklet tartalmazza, illetve magának a rothasztó torony sematikus kialakítását a R-1 és R-2-es rajzi mellékletek szemléltetik.

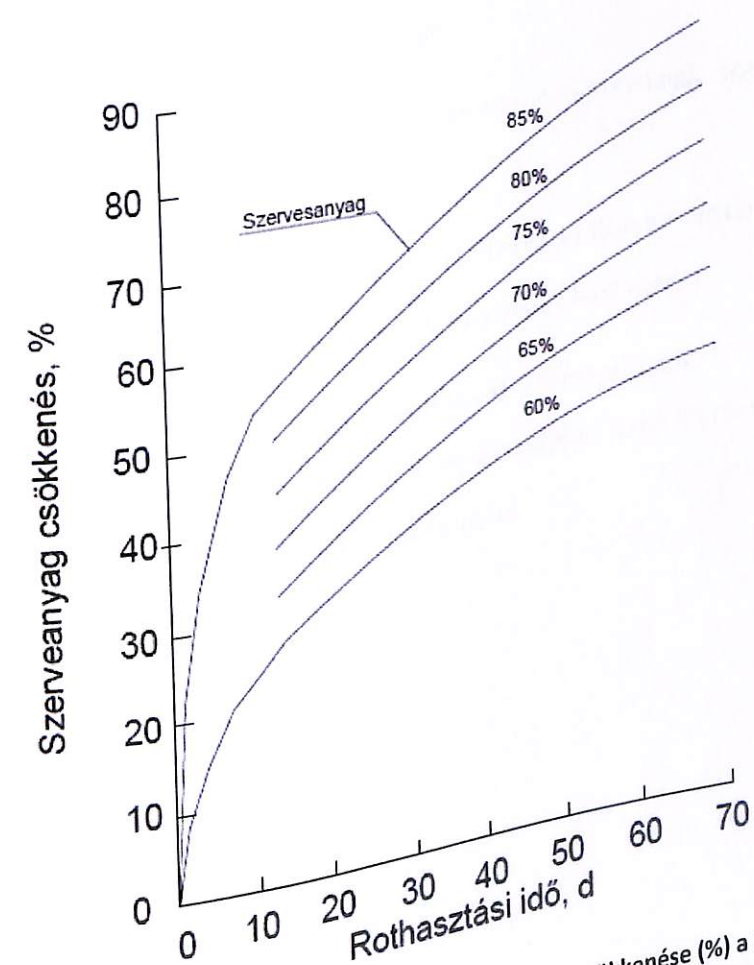
5.1. Anaerob rothasztók működését és tervezését meghatározó főbb tényezők

5.1.1. Szubsztrát összetétel

A rothasztás folyamatának egyik legmeghatározóbb tényezője a megfelelő szubsztrát összetétel, ami nem más, mint a rothasztási folyamatért felelős mikroorganizmusok számára megfelelő tápanyagok összessége. A szennyvíziszap, mint szubsztrát tartalmazza az összes szükséges tápanyagot a baktériumok számára.

Általánosságban elmondható hogy az iszap szárazanyag tartalmának 60 – 75 %-a szerves anyag. A szerves anyag lebontásának határértékét a gyakorlatban 40%-ban szokták megadni.

Átlagos 70%-os szerves anyag tartalmú szennyvíziszapok kezelése esetén, a mezofil tartományban üzemeltett rothasztás során a bonthatósági határértéket 12-13 napos tartózkodási idő alatt lehet elérni, amint az a következő (2. ábra) jól mutatja.



2. ábra: Különböző szerves anyag tartalmú iszapok szerves anyag csökkenése (%) a rothasztási idő függvényében (Öllös G. – Oláh J. – Palkó Gy. Rothasztás c. könyv 2010.)

A szerves anyag tartalom szoros összefüggésben áll a rothasztás gazdaságosságával, e szerint általánosságban elmondható, hogy az 50%-os illetve ez alatti szerves anyag tartalmú iszap kezelése gazdaságtalan az anaerob rothasztási technológiával.

A rothasztóba iszappal bekerülő idegen anyagok a rothasztás folyamatára negatívan hatnak és üzemeltetési szempontból zavaró tényezők, mivel jelenlétük esetén megnő az úszó kéreg képződése, a lerakódás mértéke és dugulásokat okoznak a rendszerben. A rothasztókra számos anyagot nem szabad rávezetni, mivel a technológia nem képes azokat kezelni, a baktériumkultúra nem tudja lebontani, ilyenek például ásványolaj termékek, gumianyagok, műanyagok, haj, állati eredetű szőr, homok, illetve egyéb szervesetlen anyagok.

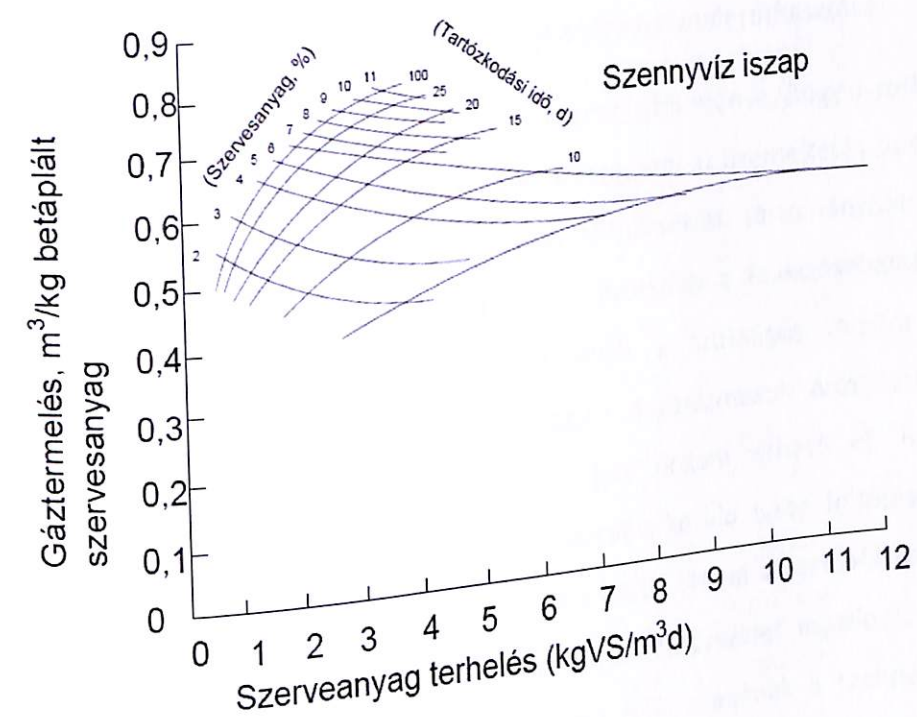
5.1.2. Tartózkodási idő és szervesanyag-terhelés

A hidraulikus tartózkodási idő az egyik legfontosabb tényezője az anaerob rothasztási folyamatnak. A rothasztó rendszerben többek között befolyásolja a baktériumok kimosódását és a hidrogén transzport folyamatokat.

A rothasztó tartály tartózkodási ideje és a szervesanyag-terhelés ($\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$) szoros összefüggésben van egymással.

A tartózkodási idő alapvetően befolyásolja a rothasztó térfogatát. A szervesanyag-terhelés az egységnyi reaktortérfogatra naponta rávezetett mennyiséget adja meg.

A mezofil tartományban működő (35°C), kommunális szennyvíziszap fermentációjakor a terhelés (L), a gázhozam (Y), a tartózkodási idő (R) és a betáplált iszap szerves anyag tartalma (S) közötti összefüggést a következő (3. ábra) mutatja be.



3. ábra: A terhelés, a gázhozam, tartózkodási idő és a betáplált szerves anyag tartalom összefüggése ("L.Y.R.S." diagram) (Öllös G. – Oláh J. – Palkó Gy. Rothasztás c. könyv 2010.)

Segítségével könnyű meghatározni a hatékony működéshez tartozó tartózkodási időt és szerves anyag tartalmat ráadásul a reális gázhozam értéket is megadja.

5.1.3. Kis és nagy terhelésű rothasztás

A kifejezés kissé megtévesztő, mivel nem magát a terhelés mértékét határozza meg, úgy mint a rávezetett iszap mennyisége. Lényegében ez egy üzemeltetési tapasztalatokon alapuló, általános üzemeltetés-technikai jellemzőket határoz meg. A nagy terhelésű rothasztó kifejezés azt jelenti, hogy a rothasztó üzemelése a következő paraméterek között valósul meg: 10-20 nap tartózkodási idő, 3-12% befolyó szilárdanyag koncentráció, 2,4-6,4 kg/m³*d szervesanyag-terhelés, 30-40 °C üzemeltetési hőmérséklet. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy például a termofil tartományban üzemelő fermentáció ne tartozna ebbe a csoportba.

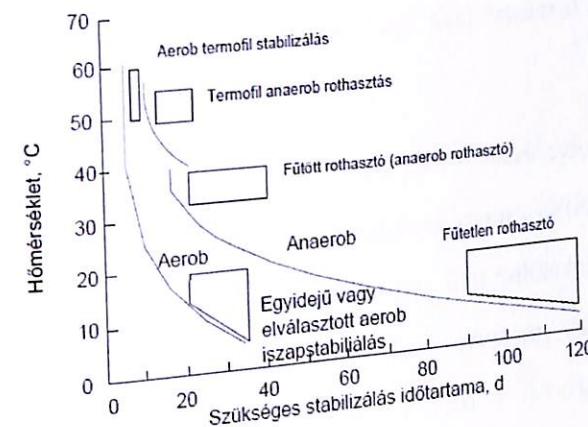
5.1.4. A hőmérséklet hatása és a rothasztók fűtése

A gyakorlatban főként két hőmérsékleti tartományban, mezofil (32-38 °C) és termofil (50-55 °C), üzemeltetik a kommunális szennyvíziszapok kezelésére használt rothasztókat.

A mezofil tartományban üzemelő rothasztók egyik legnagyobb előnye, hogy a rothasztásért felelős baktériumok, kevésbé érzékenyek a hőingadozásra, ami az üzemeltetés során kritikus lehet, üzemzavar, környezeti behatás. A magasabb hőmérsékleti tartományban, termofil, működő rothasztók előnye az előbbivel szemben a gyorsabb a reakciósebesség, ezáltal csökken a tartózkodási idő, ami által mérsékelhető a szükséges reaktor térfogat, hatékonyabb a szerves anyag lebontása, a patogén organizmusok ártalmatlanítása is kedvezőbb és körülbelül 20-25%-al magasabb biogáz hozam érhető el. Hátránya a nyilvánvaló energia többlet szükségessége a rothasztóba kerülő iszap felfűtése miatt, a termelt biogázt feltétlenül tisztítani kell felhasználás előtt, illetve a termofil baktériumok sokkal érzékenyebbek a környezeti hatásokra, mint a hőmérséklet ingadozás, tápanyag ellátás, szervesanyag-terhelés, toxikus anyagok, ezen felül magának a technológiának a kialakításához szükséges beruházási költségek is magasabbak.

Ezekből az okokból adódóan, beruházási költségek, üzembiztonsági szempontok, a mezofil tartományban működő rothasztás célszerűbb választás a hasonlóan kisvárosi szennyvíztisztító telepek fejlesztése esetében.

A hőmérséklet és az iszap stabilizációját a következő (4. ábra) szemlélteti, ez alapján a stabilizációs folyamat 15 napot vesz igénybe a mezofil tartományban.



4. ábra: A különböző iszapstabilizációs eljárások időtartama és a hőmérséklet kapcsolata (Öllős G. – Oláh J. – Palkó Gy. Rothasztás c. könyv 2010.)

A rothasztók hőcserélőjét, iszap felfűtésére általában a biogáz egy részének elégetésével vagy az áramfejlesztő motorok hulladék hőjével felmelegített vizet használnak. Ez már inkább gépészeti és energetikai kérdés, az utóbbi megoldás jobban idomul a fenntartható fejlődés szemléletébe.

5.1.5. A rothasztó keverése

A rothasztók hatékony működtetésének egyik kulcskérdése a keverés. A keverés biztosítja az iszap kvázi homogenitását. A tápanyag, a hőmérséklet, a pH egyenletes eloszlását, a mikroorganizmusok melléktermékekként keletkező gátló anyagok hígulását, a mikroorganizmusok és a tápanyagok kapcsolatát is biztosítja.

Segíti a rothasztó térfogatának lehető legnagyobb mértékben való hasznosítása, vagyis az áramlási holtterek kialakulása ellen, amely a rothasztási folyamatokat lényegesen ronthatja ezen felül az üzemeltetési és karbantartási folyamatokat is nehezíti.

A keverési módszereket alapvetően három különböző megoldásról beszélhetünk: átforgatási szivattyúzás, mechanikus keverő és gázbefúvás. Ezen kívül fontos megemlíteni a mechanikus és gázbefúvásos keverési technika kombinációját, amit vegyes rendszerként terjedt el.

A szivattyúval történő keverési megoldás mára már mondhatni elavult technológia, magas energia igényű, magas karbantartási költségű és nehéz üzemeltetni is, hatásfoka pedig mérsékelt.

A mechanikus keverés hatékony, de a műtárgyon belüli, nehezen hozzáférhető mozgó keverőszerkezet üzemeltetése és karbantartása nagy szakértelmet igényel és bonyolult. Esetleges meghibásodás esetén nehéz javítani.

A gázbefúvásos keverés jó hatásfokú. A különböző gázrecirkulációs keverési módokból a tetőhöz erősített lándzsás befúvás jó választás a kisvárosi szennyvíztisztító telepekhez, mivel erről a technológiáról elmondható, hogy alacsony üzemeltetési költségű. megfelelő karbantartás mellett nagyon megbízható, üzembiztos rendszer, részleges meghibásodás esetén, az egyik lándzsa eltömődik, tovább használható a rendszer. Nem szükséges a rothasztás teljes leállítása, sőt a hatékony keverés megőrzése érdekében a magasabb nyomáson is üzemeltethető. További pozitívum, hogy a tartály fenekén lévő diffúzorok könnyen tisztíthatóak és akadályozza az úszó kéreg képződését. Természetesen ezt a lehetőséget csak nagyon indokolt esetben és megfelelő üzemeltetési tapasztalatok alapján lehet alkalmazni. Az előnyök mellett, mint minden rendszernek, ennek is meg van, a maga hátránya, ilyen a korróziós hajlam az agresszív környezet miatt, a habképződés és a keverő lándzsák eltömődése.

5.1.6. A rothasztó műtárgy kialakítása és alakja

A rothasztók geometria kialakítása az üzemeltetési szempontok alapján történik. A gyakorlatban három fő kialakítás terjed el: a hengeres – alul felül kúpos kialakítással, a tojás alakú kialakítás és a hagyományos hengeres kialakítás.

A legkönnyebb kivitelezni a hagyományos hengeres műtárgyat, természetesen a fenékszint az áramlástanilag kedvezőbb lejtős kialakítással. Anyaga lehet vasbeton és acélszerkezet is. A legtöbb rothasztó ilyen kialakítású, a műtárgy teteje általában rögzített, fix vagy mobil, úszótetős. Jelen tanulmány esetében a fő szempontok a gyors, alacsony, költségű és egyszerű kivitelezés, egyszerű nem túl nagy szakértelmet kívánó üzemeltetés és karbantartási folyamatok a mérvadóak.

5.2. Anaerob rothasztó méretezése

5.2.1. Tervezési alapadatok:

Üzemi paraméterek:	Átlagosa befolyó mennyiség
Képződött iszap mennyiség, kg/d	24287,4
Szárazanyag koncentráció, %	18
Fajlagos sűrűség, g/cm ³	1,03
Átlagos napi befolyó mennyiség, m ³ /d	131
Szivattyúzási sebesség, m ³ /min	0,83
A befolyó iszap hőmérséklete, °C	21
Iszap szerves anyag tartalma, %	75

5.2.2. Szükséges rothasztó kapacitás számítása:

1. Számítás a stabilizációs idő alapján:

A kezelendő (elfolyó) iszap mennyisége: 131 m³/d

Stabilizációs idő: 16 d

Rothasztó térfogata: $V = 131 \times 16 = 2096 \text{ m}^3$

2. Számítás a száraz-anyag terhelés alapján:

Átlagos szerves anyag terhelés: 2,2 kg/m³d

A rothasztóra vezetett összes szerves anyag: 18215,55 kg/d

Rothasztó térfogata: $V = 18215,55 \div 2,2 = 8280 \text{ m}^3$

3. Számítás lakosegyenérték alapján:

A lakosegyenértékre vonatkozó szükséges rothasztó térfogat: 0,032 m³/leé*d

Összes lakosság száma: 20000 fő

Rothasztó térfogata: $V = 20000 \times 0,032 = 640 \text{ m}^3$

5.2.3. A rothasztó méretei és geometriája:

A korrekt térfogatot a leülepedett homok, a hab és az úszó kéreg térfogatának figyelembevételével kell meghatározni.

A rothasztó térfogatának meghatározása:

A fenéken leülepedett homok réteg vastagsága: 1 m

Az iszap felületén úszó kéreg (0,6 m) és habréteg (0,6 m) feltételezett vastagsága: 1,2 m

A hasznos térből kieső rétegvastagság: $h = 1,0 + 0,6 + 0,6 = 2,2$ m

A rothasztóban a hasznos vízoszlop magasság: 7,6 m

A rothasztó hasznos tere: 2500 m^3

Két darab rothasztó torony építése esetén, egyenként: 1250 m^3

Keresztmetszeti felület: $A = 1250 \div 7,6 = 164,47 \text{ m}^2$

Átmérő: $D = 4 \div \pi \times 164,5 = 14,5$ m

A rothasztó hengeres részének effektív mélysége: hasznos vízoszlopmagasság (7,6 m) – úszó

kéreg vastagsága (0,6 m) $h = 7,6 - 0,6 = 7,0$ m

A hasznos rothasztó térfogat: hengeres rész térfogata + tölcseres kialakítású zomp tér

térfogata – leülepedett homok térfogata $V = 1268 \text{ m}^3$

A hasznos és az összes térfogat aránya: 0,92

5.2.4. Tartózkodási idő számítása:

Tartózkodási idő átlagos iszaphozam esetén: 19,36 d

5.2.5. Szerves- szárazanyag terhelés számítás:

Szerves anyag terhelés az átlagos iszaphozam esetében: $7,18 \text{ kgVS/m}^3\text{d}$

5.2.6. Gázképződés számítása empirikus egyenletek segítségével:

A metántermelő baktériumok tömege (P_x) és a metán baktériumok által előállított

metán gáz térfogata (V) az alábbi empirikus összefüggésekkel lehet számolni:

$$P_x = (Y \times Q \times R \times S_o \times \left(\frac{10^3 \text{ g}}{\text{kg}}\right)^{-1}) \div (1 + k_d \times \theta_c)$$

$$V = 0,35 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \times \{[E \times Q \times S_o \times (10^3 \frac{\text{g}}{\text{kg}})^{-1}] - 1,42 \times (P_x)\}$$

P_x – biomassa produkció, kg/d

Y – sejt hozam állandó g/g. Kommunális szennyvíziszapnál: 0,04-0,1 g (szerves anyag)/ g (lebontott BOI)

E – Lebontási hatások: 0,6- 0,9

Q – Betáplált iszap mennyisége, m^3/d

S_0 – A befolyó iszap BOI_5 értéke, mg/l

k_d – endogén pusztulási állandó. Kommunális szennyvíziszapnál: $0,02 - 0,04 \text{ d}^{-1}$

Θ_c – biomassa tartózkodási ideje, d. Ez általában azonos a hidraulikus tartózkodási idővel

V – keletkezett metán gáz térfogata, m^3/d

$0,35 - 1 \text{ kg } BOI$ -ból elméletileg keletkező metán konverziós faktora

$1,42$ – BOI -ból keletkező sejt-anyag konverziós faktora

Szárazanyag- koncentráció: 185400 g/m^3

Az iszap BOI_5 értékének számítása

5.2.7. Gázképződés számítása egyéb fajlagos mutatók alapján:

a) Az iszap szerves anyag tartalma 75% és a fajlagos gázképződés a betáplált szerves anyagra vonatkoztatva $0,50 \text{ m}^3/\text{kg}$ akkor a napi gázképződés: $9108 \text{ m}^3/\text{d}$

b) A szerves anyag lebontás 52% és a lebontott szerves anyagra vonatkoztatott gázfejlődés $0,94 \text{ m}^3/\text{kg}$

Az összes lebontott szerves anyag: 9472 kg/d

Az összes gázfejlődés: $8904 \text{ m}^3/\text{d}$

c) Lakosegyenérték alapján is számolható a napi gázfejlődés;
Lakosság száma 20000 fő, a napi fajlagos gázhozam értéke $0,032 \text{ m}^3/\text{leé} \cdot \text{d}$
Gázképződés: $640 \text{ m}^3/\text{d}$

5.2.8. Rothasztott iszap mennyiségi számítása:

a) Rothasztott iszap mennyisége;

Összes szerves anyag (TVS): 18216 kg/d

Lebontott szerves anyag (VS): 9472 kg/d

Rothasztás után a maradék szárazanyag = nem illó szárazanyag + illó szárazanyag;
 14815 kg/d

b) A rothasztót terhelő szárazanyag + víz tömegének számítása;

A rothasztó napi szárazanyag terhelése: $24287,4 \text{ kg/d}$

A rothasztó napi szárazanyag tartalma: 18%

A betáplált iszap szárazanyag + víz tömege: 134930 kg/d

A rothasztót terhelő szárazanyag + víz tömegének számítása;

c) A rothasztóból naponta kivett szárazanyag + víz tömege = rothasztót terhelő
A rothasztóból naponta kivett szárazanyag + víz tömege = rothasztót terhelő

szárazanyag + víz tömege- a naponta keletkezett gázmennyiség tömege;
 Napi gázmennyisége: $3028 \text{ m}^3/\text{d}$ (a biogáz sűrűsége 86%-a a levegő sűrűségének és a levegő sűrűsége 1162 kg/m^3)

A napi keletkező biogáz tömege: 9077 kg/d

A rothasztóból naponta kivett szárazanyag+ víz tömege: 125853 kg/d

d) A rothasztóból naponta kivett iszapvíz tömege;
 Az elvett iszapvíz összes lebegőanyag koncentrációja $S_L = 4000 \text{ mg/l}$ (feltételezés)

Az elvezetett iszapvíz sűrűsége: 1 kg/m^3

Az ez elvett iszap lebegőanyag koncentrációja: 5%

Az iszapvíz összes lebegőanyag mennyisége (S): 145 kg/d

A napi elvett iszapvíz mennyisége: $36,25 \text{ m}^3$

A rothasztott iszap térfogata: 288 m^3

5.2.9. A rothasztó hőtani méretezése:

a) A nyersiszap felmelegítésének hőigénye (H_R):

$$H_R = G \times C_p \times (T_2 - T_1)$$

C_p – az iszap fajhő értéke (azonos a víz fajhőjével) $C_p = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

T_2 – rothasztási hőmérséklet, $^\circ\text{C}$ ($T_2 = 36^\circ\text{C}$)

T_1 – a betáplált iszap hőmérséklete, $^\circ\text{C}$ ($T_1 = 10^\circ\text{C}$)

G – a betáplált iszap tömege

$$H_R = 7,58 \times 10^{10} \text{ J/d}$$

b) A rothasztó hővesztése (H_v):

$$H_v = U \times F \times (T_2 - T_1)$$

H_v – Hővesztés, J/h

U – Hőátadási tényező, $\text{J/s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

F – Felület, m^2

T_2 – A rothasztó üzemi hőmérséklete, $^\circ\text{C}$

T_1 – A külső levegő hőmérséklete, $^\circ\text{C}$

A rothasztó műtárgy geometriai adottságából adódó oldalfal (173 m^2), fenék ($164,5 \text{ m}^2$) és tető ($164,5 \text{ m}^2$) felülete

A rothasztó szigetelésénél felhasznált anyagok hőátadási tényező (U) értékeit a kitett, szabad oldalfalnál $0,68$; a süllyesztett oldalfalnál $0,8$; a tetőnél $0,9$ és a fenéknél $0,62$

(J/s*m²*°C)

A hővesztés számítása:

A rothasztó teteje: $H_1 = 4,60 \times 10^8 \text{ J/d}$

A kitett, szabad oldalfal: $H_2 = 3,66 \times 10^8 \text{ J/d}$

Takart oldalfal: $H_3 = 4,30 \times 10^8 \text{ J/d}$

Műtárgy fenék: A rothasztó műtárgy fenék része a földben van és itt 5 °C a

hőmérséklet: $H_4 = 2,73 \times 10^8 \text{ J/d}$

Az összes hővesztés: $H = 1,53 \times 10^9 \text{ J/d}$

Mivel két darab rothasztó van ezért: $\Sigma H = 3,06 \times 10^9 \text{ J/d}$

A rothasztó hőigénye (H_i): nyersiszap felmelegítésének hőigénye (HR) + összes hővesztés (ΣH)

$H_i = 5,55 \times 10^{10} \text{ J/d} = 2,31 \times 10^6 \text{ kJ/h}$

c) Biogáz szükséglet számítása:

Ha a hőcserélőnél 75 %-os hatásfokot feltételezünk, akkor a biogáz szükségletet

számíthatjuk a tényleges szükséges hőigény: $3,08 \times 10^6 \text{ kJ/h}$

Ezt osztani kell a biogáz fűtőértékével, amit 220000 kJ/m³-nek lehet felvenni, így a

szükséges gázmennyiség: $140,2 \text{ m}^3/\text{h} = 3365 \text{ m}^3/\text{d}$

5.2.10. A rothasztók keverésének méretezése:

A hatékony keverés és a dugulás veszélycsökkentésének céljából gázkeverést ajánlatos tervezni.

a) A keverési erő számítása

Alapadatok:

A rothasztó térfogata: $V = 1268 \text{ m}^3$

Viszkozitás (η) 36 °C- on a víz viszkozitásának ($0,73 \times 10^{-3} \text{ N*s/m}^2$) a kétszerese:

$\eta = 0,00146 \text{ N * s/m}^2$

Sebesség gradiens 5 % szárazanyag felett: $G = 85 \text{ 1/s}$

Keverési erő (szükséges keverési erő):

$P = G^2 \times \eta \times V$

$$P = 13375 \text{ N}\cdot\text{m/s} = 13,375 \text{ kW}$$

A beépítendő összes keverési teljesítmény gázkompresszor teljesítménye:

$$2 \cdot 15 \text{ kW} + 1 \text{ db tartalék} = 3 \cdot 15 \text{ kW}$$

b) A keveréshez szükséges biogáz áramlási sebességének számítása

A befűvő erő és a befűjt biogáz tömege közötti kapcsolatot az alábbi összefüggés

adja meg:

$$P_w = \left(\frac{w \times R \times T_0}{8,41 \times e} \right) \times \left[\left(\frac{P}{P_0} \right)^{0,283} \times (-1) \right]$$

P_w – fűvőerő (15 kW)

R – gáz állandó (8,314 kJ/mol $\cdot$ °K)

T_0 – bemenő hőmérséklet (273 + 36 = 309 °K)

P – bemenő nyomás (2,4 atm)

P_0 – belső gáznyomás (1,03 atm)

e – kompresszor hatásfoka, 75 %

$w = 0,136 \text{ kg/s}$

A gáz befűvási sebessége: $v = 0,136 \text{ m}^3/\text{s} = 490,09 \text{ m}^3/\text{h/db}$

5.3. Gáztározó igény számítása:

Háromnapi gázszükséglet tárolására alkalmas tartály

építése szükséges: $V_1 = 3 \cdot 9083 = 27250 \text{ m}^3$

Tárolási nyomás: 5,1 atm

Tárolási hőmérséklet: 50 °C

Tároló térfogat:

$$V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1}$$

$$V_2 = 6322 \text{ m}^3$$

6. Összefoglalás

A százhalombattai szennyvíztisztító telepen a létesítését követő nagy fejlesztési beruházás, mint rekonstrukció, sokat váratott magára, de ennek köszönhetően alapvetően teljes mértékben megújult. A rekonstrukció nem csak a meglévő műtárgyak további használhatóságát garantálja, de az elért technológiai fejlesztés is jelentős. Az újszerű technológiai sor biztosítja a város kommunális szennyvizének megfelelő tisztítását, vagyis az előírásoknak megfelelő határértékek teljesítését. A fejlesztésnek köszönhetően sokkal kevesebb lett az üzemeltetési bizonytalanság és lehetőséget ad a beérkező szennyvíz minőségi és mennyiségi változások hatékony kezelésére is. A már meglévő, de felújított műtárgyak és a technológia együttes hatásaként biztosítja a város további fejlődése esetére is a megfelelő kapacitást, amit az ilyen fontos, a város üzemeltetésének szempontjából, beruházásoknál elvárható. Az egyszeri magas beruházási költségek a hosszú élettartamú tervezésnek köszönhetően fajlagosan jó befektetés.

Mivel az új technológiai sornak sokkal magasabb az üzemeltetési energia igénye, gondolhatunk itt például a levegő betáplálási rendszerre, fontos szempont a további fejlesztések során a fenntartható fejlődés. Magában a tisztítási technológiában, a telep ellátási területét tekintve, egyelőre nem érdemes további fejlesztéseket végrehajtani. Ezzel szemben az iszapvonal, szennyvíziszap kezelés, terén rejlenék még benne potenciálok. Mivel a az egyik legsűrűbben alkalmazott megoldás a rothasztásos iszapkezelés. Napjainkban egy város üzemeltetése kapcsán a legfontosabb tényező az üzemeltetési költség. Mivel a szennyvíziszap rothadása közben metán tartalmú biogázok keletkeznek, melyek többszörösen nagyobb hatással van a globális felmelegedésre, mint a sokat emlegetett szén-dioxid, így mint környezetszennyező, üvegházhatású gáz, ezen anyag kezelése fontos. A rothasztásos kezelési technológia nem csak azt biztosítja, hogy ezek a gázok nem kerülnek ki a szabadba, ezáltal nincs környezetszennyező hatása, de a biogázban rejlő energia kivételét is biztosítja. A szennyvíziszap tekinthető megújuló energiaforrásnak, mivel az emberi szükségletek és a városi életmód, illetve a szigorú szabályozásnak köszönhetően folyamatosan rendelkezésre áll. Ebből a szempontból is nagyon kedvező a fenntartható létesítése, ezáltal a szennyvíziszapok ilyen beruházásokat nyújt, ezzel is csökkenthető a beruházás kiaknázására az Európai Unió is támogatásokat nyújt, ezzel is csökkenthető a beruházás bekerülési költsége. Az ilyen módon kialakított telepek üzemelési költségeinek minimum 70%-át biztosítani lehet a biogáz felhasználásával, esetenként a többlet termelés sem kizárt, ilyenkor meg plusz bevételt termelhet, amiket a legfontosabb szempontok, a beruházási költség, az üzemeltetés költsége, az üzemeltetés és karbantartás elvégzéséhez szükséges szakértelem volt az elsődleges.

7. Források:

- ~ Rothasztás / Öllős Géza. - Budapest : Magyar Víziközmű Szövetség, 2010.
- ~ Az anaerob iszapkezelésben rejlő energia-termelési és hasznosítási lehetőségek / Palkó György – Oláh József – Szilágyi Mihály FCSM Rt.
- ~ Az anaerob rendszerek jellemzése és ellenőrzése Oláh József* – Palkó György* – Borbélyné Jakab Judit* - Szilágyi Mihály* – Barabás Győző* * Fővárosi Csatornázási Művek Rt.
- ~ Rothasztók üzemeltetése Oláh József* – Palkó György* – Szilágyi Mihály* – Barabás Győző* – Gyarmati Imre* – Tuba László* (* – FCSM Zrt.)
- ~ Az anaerob rothasztók üzemének ellenőrzése Oláh József* – Borbélyné Jakab Judit* - Palkó György* * Fővárosi Csatornázási Művek Rt.

8. Mellékletek:

- H – 1 Helyszínrajz: a rekonstrukciót megelőzően a telep elrendezése
- H – 2 Helyszínrajz: a rekonstrukciót követően a telep elrendezése
- H – 3 Helyszínrajz: a rothasztóval kiegészített telep elrendezés
- R – 1 Rothasztó felülnézet
- R – 2 Rothasztó metszet

↑
E



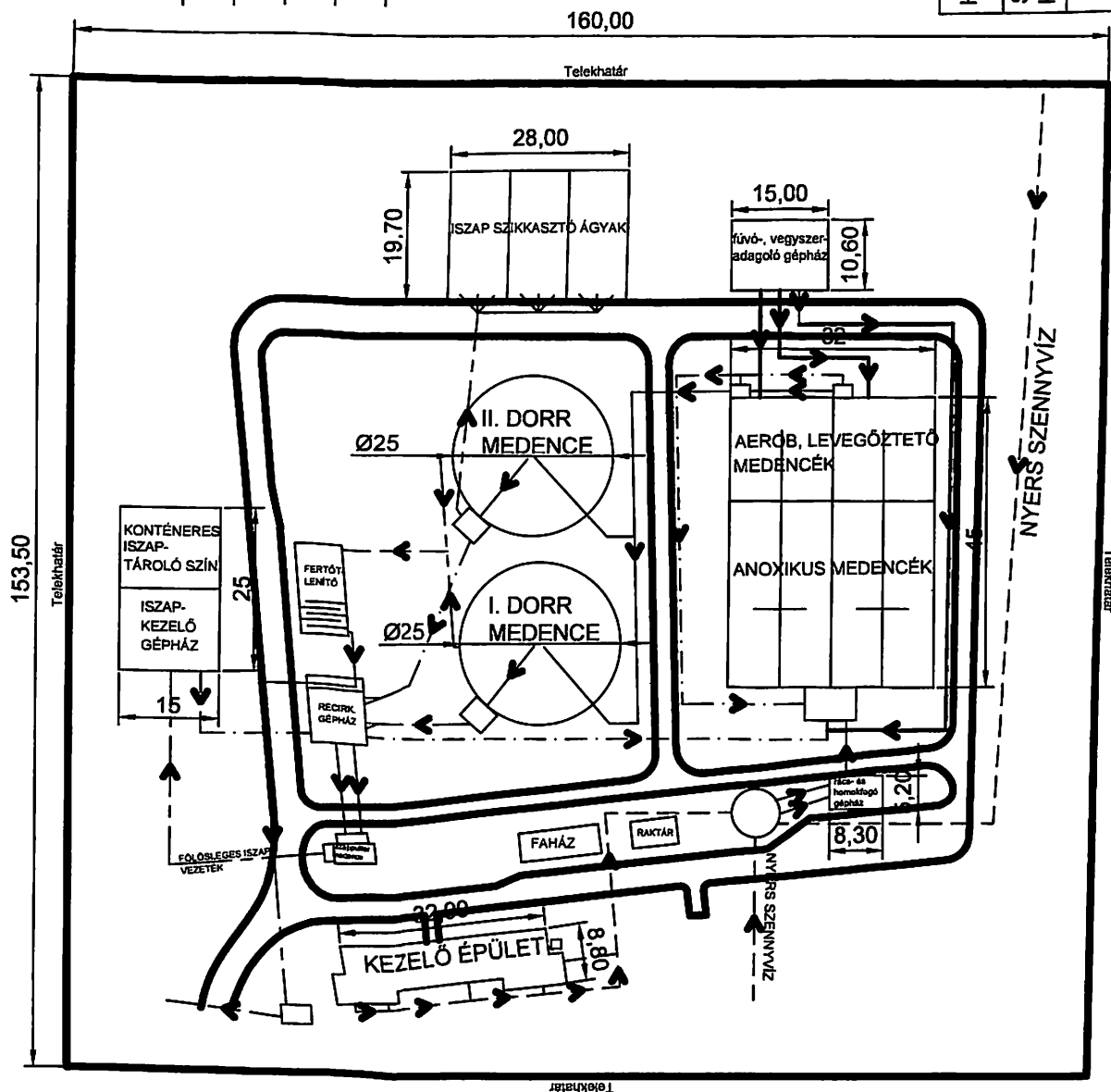
**Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi
Kar, Infrastuktúraépítő mérnök ágazat**

Készítette: Balován Konstantin

M= 1:1000

2014.05.24.

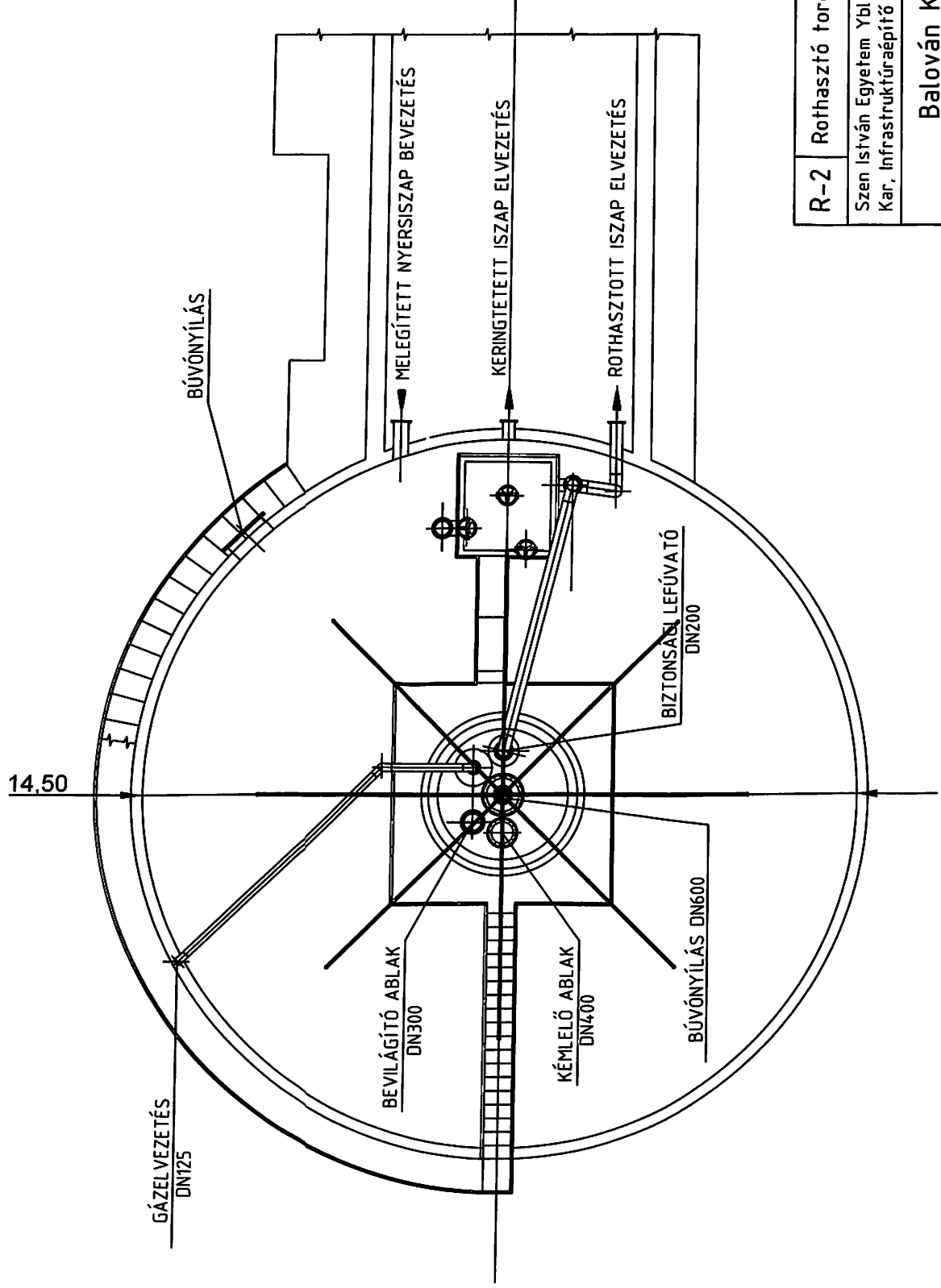
A rekonstrukciót követően a telep elrendezése



NYERS SZENNYVÍZ VEZETÉK	-----
RECIRKULÁCIÓS VEZETÉK	-----
TISZTÍTOTT SZENNYVÍZ VEZETÉK	-----
FÖLÖS ISZAP VEZETÉK	-----
TECHNOLÓGIAI VEZETÉK	-----

H - 2	Helyszínrajz: a rekonstrukciókövetően a telep elrendezése
Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Infrastruktúraépítő mérnök ágazat	
Készítette: Balován Konstantin	
M= 1:1000	2014.05.24.

Rothasztó torony felülnézete



R-2 Rothasztó torony felülnézete

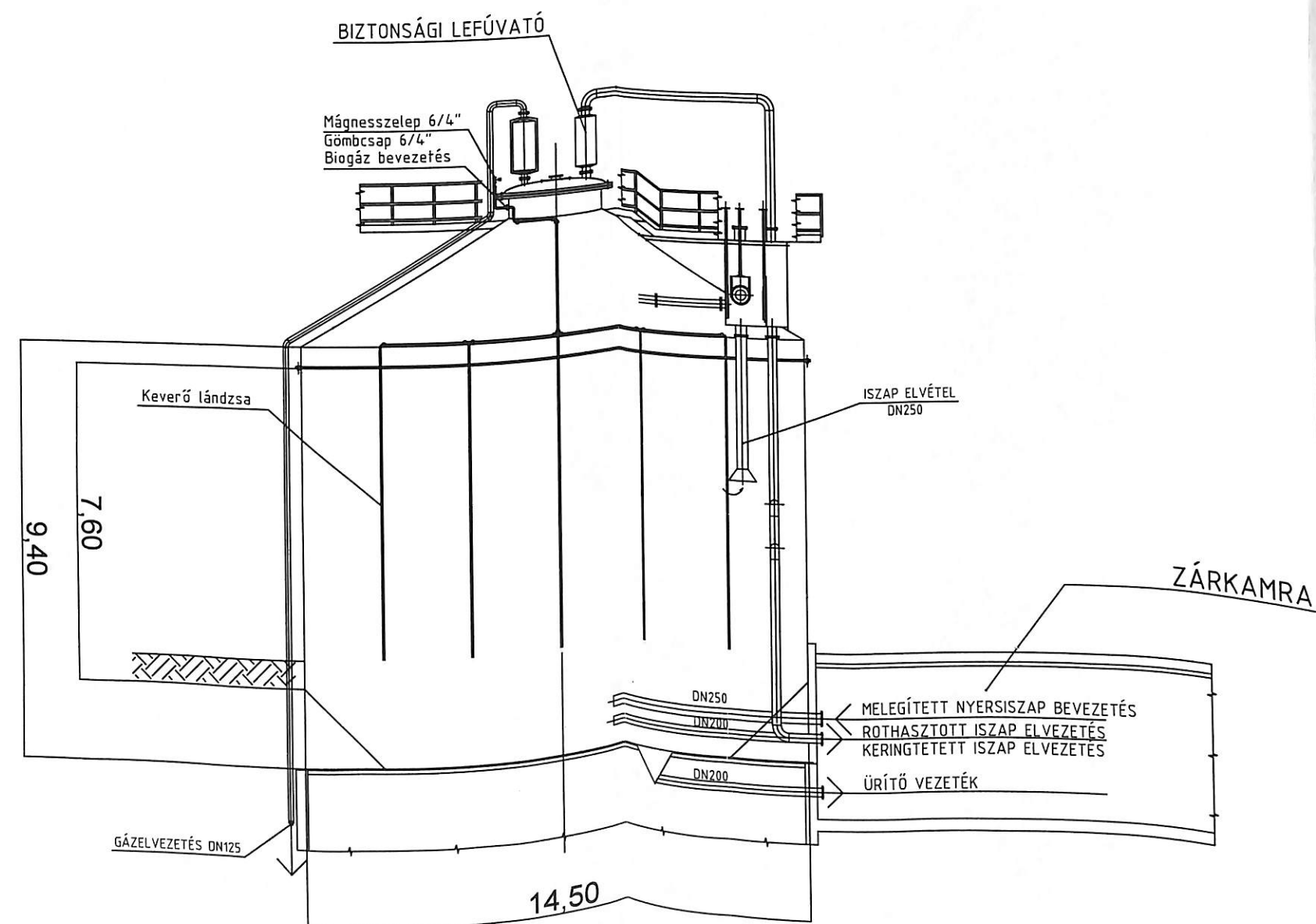
Szen István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi
Kar, Infrastruktúraépítő mérnök ágazat

Balován Konstantin

M=1:100

2015.05.24

Rothasztó torony metszete



R-1	Rothasztó torony metszete	
Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Infrastruktúraépítő mérnök ágazat	Balován Konstantin	
M=1:100	2015.05.24	