

VIZÉPÍTŐIPARI KIADVÁNYOK

SZENNYVIZTISZTÍTÓ MŰTÁRGYAK
KIALAKÍTÁSA ÉS ÉPÍTÉSE

KIADJA:
VIZÉPÍTŐIPARI TRÓSZET
BUDAPEST, 1977.

VIZÉP. 77/00.

Írta:

DR. HORVÁTH IMRE
okl. mérnök

Lektorálta:

SZABLA FERENC

Szerkesztette:

SZITKÉY LÁSZLÓ

Feladás kiadó: Dr. Bándy Iván

TARTALOMJEGYZÉK

Oldal

ELŐSZÓ.....	5
1. BEVEZETÉS: Tisztítástechnológiai feladatok osztályozása.....	7
2. SZENNYVIZTISZTÍTÓ MŰTÁRGYAK KIALAKÍTÁSA.....	12
Mechanikai szennyvztisztítás.....	12
2.1 Szennyvízrácsok, kommunitor.....	14
2.2 Ivcsiták.....	24
2.3 Homokfogók.....	28
2.4 Úlepitők.....	41
2.5 Zsir-, olaj- és benzinfogók.....	73
Biológiai szennyvztisztítás.....	79
2.6 Levegőztető medencék.....	79
2.7 Csepegtetőtestek.....	100
Kémiai szennyvízkezelés.....	113
2.8 Fertőtlenítő medencék.....	113
3. ISZAPKEZELŐ MŰTÁRGYAK KIALAKÍTÁSA.....	116
3.1 Iszapsűrítők.....	117
3.2 Rothasztók.....	123
3.3 Aerob iszapkezelő berendezések.....	134
3.4 Szikkasztóágak.....	136
4. KIEGÉSZÍTŐ BERENDEZÉSEK.....	139
4.1 Osztóművek.....	139
4.2 Szennyvíztároló földgátak.....	143
4.3 Gépi berendezések.....	145
5. HATÉKONYSÁGI KÉRDÉSEK, KÖLTSÉGTÉNYEZŐK.....	156
I R O D A L O M.....	168
FÜGGELÉK: szennyvztisztító telepeken alkalmazott építőanyagok jellemzői.....	186

ÁBRÁK, TÁBLÁK BESOROLÁSA

39. oldal után következnek:	2-4. a, b/ ábra
61. "	2-8. ábra
68. "	2-12. ábra
76. "	2-14. táblázat
94. "	1./ 2-13. a-b/ ábrák 2./ 2-17. táblázat
107. "	2-16. ábra
109. "	2-17. ábra
110. "	2-18. ábra
128. "	3-2; 3-3. ábra
138. "	4-1. ábra
144. "	4-2. ábra
161. "	5-3; 5-4. táblázat
164. "	5-8; 5-9; 5-10. táblázat
166. "	5-13. a/ táblázat

E L Ő S Z Ó

Jelen kiadvány a szennyvíztisztító műtárgyak és berendezések kialakításával, építésével kapcsolatos alapelveket és módszereket tárgyalja a vonatkozó fontosabb adatok és szempontok összeállításával. Megállapítható, hogy hazai viszonylatban számos szakkönyv, kiadvány és tanulmány foglalkozik a szennyvíztisztítás technológiai vonatkozásaival. Ugyanakkor az építési, kivitelezési kérdések, valamint az azokkal összefüggő adatok csak esetenként, illetve érintőlegesen kerülnek ismertetésre. Nagyrészt hasonló a helyzet a vonatkozó külföldi szakirodalomban is.

Fentiekből következően e munka összeállítása kísérletnek tekinthető, amelyhez alapul szolgáltak hazai és külföldi tanulmányok, valamint kiadványok adatai, továbbá a kivitelezési gyakorlatból gyűjtött tapasztalatok. Néhány részletkérdés tárgyalásakor konkrét műszaki előírásokat figyelembe kellett venni.

A kiadvány gyakorlati információkat kíván közölni, minden esetben mellőzve az elméleti összefüggések és témakörük tárgyalását, még akkor akkor is, ha arra pl. a külföldi szakirodalom jó alapot és lehetőséget biztosítana. Inkább az irodalomjegyzékben feltüntetett anyagok alapján tájékozódhat az érdeklődő ilyen vonatkozásokban. Az adatok nagy részének táblázatos formában történő összefoglalása a jobb áttekinthetőséget és a tömörebb információközlést célozta.

A tematika szerkezeti felosztása szerint második kötetként tervezett kiadvány a tisztítótelepek kialakítási és kivitelezési kérdéseivel foglalkozna. Mindkét mű - bár szerény keretek között - hasznos információkat adhat a szennyvittisztító berendezések és telepek létesítésével foglalkozó szakemberek számára.

Dr. Horváth Imre

1. BEVEZETÉS

Tisztítástechnológiai feladatok, osztályozás

A különböző szennyvizek tisztítása során jelentkező fontosabb technológiai feladatok az alábbiak lehetnek:

- a/ a szennyvíz lebegő anyagainak eltávolítása;
- b/ az uszó anyagok - zsirok, olajok, hab stb. - eltávolítása;
- c/ a szerves anyagok lebontása;
- d/ az iz- és szagrontó anyagok, a mikroszennyezők eltávolítása;
- e/ elszíneződést, zavarosságot okozó anyagok kivonása;
- f/ légszennyezést okozó illóanyagok eltávolítása;
- g/ eutrofizálódást okozó növényi tápanyagok - nitrogén és foszforvegyületek - eltávolítása;
- h/ biológiailag ellenálló, illetőleg nem bontható anyagok eltávolítása;
- i/ toxikus vegyületek eltávolítása.

Fenti feladatok felmerülése esetén szennyvíztisztító telep létesítése, vagy meglévő telep bővítése lehet indokolt a következő közvetlen célok figyelembevételével:

- a szennyezés mértékének csökkentése;
- a szennyezett víz újrafelhasználása;
- értékes anyagok visszanyerése;
- végül, de nem utolsósorban a befogadók terhelésének, az esetleges lökészerű terheléseknek a csökkentése.

A házi- és az ipari szennyvizek tisztítási technológiái a következő főbb csoportokba sorolhatók:

- a/ mechanikai szennyvizek tisztítása;
- b/ kémiai szennyvizek tisztítása;
- c/ biológiai szennyvizek tisztítása.

A fenti technológiákhoz csatlakozik az iszapkezelés, ami természetesen már nem szennyvizek tisztítási műveletet jelent, hanem a melléktermékként jelentkező szennyviziszap műszakilag megfelelő és gazdaságos kezelését célozza.

Amennyiben ipari szennyvizekről van szó, úgy ezek tisztításának módszereire jellemző:

- a/ a házi- és az ipari szennyvizek különálló
- b/ és együttes kezelése.

Különösen az utóbbi megoldás figyelemreméltó, amely egyre nagyobb jelentőségűvé válik a benne rejlő műszaki és gazdaságossági előnyök miatt. Végül ezuttal is utalunk arra, hogy a szennyvizek tisztítási technológiák témakörében való részletesebb tájékozódás céljából bővebb irodalomjegyzéket adunk közre.

A szennyvizek csoportosítása

I. A szennyvizek keletkezési helye szerinti osztályozás

- A/ Kommunális szennyvizek:
 - a/ fekális szennyvizek;
 - b/ konyhai eredetű szennyvizek;
 - c/ mosdó- és fürdővizek;
- B/ Ipari, üzemi szennyvizek;
- C/ Állattartó telepek hígtrágyái;

D/ Kisebítő létesítményekben keletkező szennyvezetők vizek:

- a/ hűtővizek;
- b/ mosóvizek;
- c/ kondenzvizek.

II. A szennyvizekben lévő szennyező anyagok szerinti osztályozás

- A/ Főként szerves anyagokat tartalmazó szennyvizek;
- B/ Főként szervetlen szennyező anyagokat tartalmazó szennyvizek;
- C/ Szerves és szervetlen anyagokat azonos nagyságrendben tartalmazó szennyvizek.

III. A szennyvizek tisztítására gyakorolt hatás szerinti osztályozás /Sierp-féle osztályozás/

- A/ Kommunális szennyvizektől kismértékben eltérő szennyvizek, amelyek előkezelés nélkül tisztíthatók kommunális szennyvizek tisztító telepeken;
- B/ A kommunális szennyvizeknél lényegesen nagyobb organikus szennyezőanyag tartalmú vizek, amelyek csak kiegyenlítő medencék közbeiktatásával vezethetők - megfelelő elosztással - a községi tisztítótelepre;
- C/ A községi tisztítótelepre történő bevezetés előtt előkezelést igénylő szennyvizek.
- D/ A községi szennyvizek tisztító telepekre nem vezethető szennyvizek.

IV. A további hasznosítás szempontjából történő osztályozás

- A/ A technológiai körfolyamatban újra felhasználható vizek.
- B/ Értékes kivonható anyagokat /pl. zsirokat, olajokat stb./ tartalmazó szennyvizek.
- C/ Öntözéssel hasznosítható szennyvizek és higtrágyák.
- D/ Tovább nem hasznosítható szennyvizek.

A szennyvizek különböző hatásai

A szennyvizek fontosabb jellemző hatásai összefoglalóan az alábbiak szerint csoportosíthatók:

A/ A csatornahálózati:

- a/ a csatornák és a csatlakozó szerelvények anyagainak károsodása;
- b/ lerakódások /pl. homok, kavics/ és uszadék-réteg /pl. zsír, olaj/ képződése, valamint dugulást okozó anyagok jelenléte;
- c/ egészségügyi szempontból káros, vagy mérgező anyagok jelenléte a szennyvízben, illetőleg a csatornák légterében.

B/ A szennyvíztisztítási technológia szerint:

- a/ a keletkező szennyvizek mennyiségére és minőségére;
- b/ a mechanikai tisztítási folyamatra;
- c/ a kémiai tisztításra;
- d/ a biológiai tisztítási fokozat hatásfokára,
- e/ és az iszapkezelésre gyakorolt hatása.

C/ A befogadó szerint:

- a/ biológiai, ökológiai hatások;
- b/ az öntisztulási folyamatok befolyásolása;
- c/ a vízkivételre, a vízkészlet közüzemi, ipari és mezőgazdasági felhasználására gyakorolt hatások;
- d/ a befogadó mederváltozásai /lerakódások/;
- e/ a befogadó műtárgyaira gyakorolt hatások;
- f/ higiéniai és esztétikai hatások.

D/ A talaj, mint befogadó:

- a/ a talajok szerkezetére;
- b/ a talajvíz minőségére;
- c/ és a talajban lévő létesítményekre gyakorolt hatások.

A fentiekben ismertetett csoportosításokat áttekintő bevezetésnek szánjuk. A soron következő fejezetekben ismertetésre kerülő berendezések és műtárgyak építési kérdései számos esetben csatlakoznak a felsorolásban szereplő egyes csoportokhoz.

2. SZENNYVIZTISZTÍTÓ MŰTÁRGYAK KIALAKÍTÁSA

Mechanikai szennyviztisztítás

A házi és az ipari szennyvizek mechanikai tisztítása a klasszikus tisztítás-technológiai eljárások közé tartozik. Viszonylag egyszerű alapelvek, és ennek megfelelően egyszerű berendezések segítségével megoldható a mechanikai tisztítás alapvető célkitűzése:

- a/ a nagyméretű, durva úszó és lebegő szennyeződések eltávolítása;
 - b/ a szennyvizben lévő ásványi anyagok /homok, kavics, stb./ és szerves lebegő anyagok, valamint folyékony és szilárd úszó anyagok eltávolítása.
- A 2-1. táblázatban összefoglaltuk a mechanikai szennyviztisztító berendezéseket, célszerű csoportosítással, bizonyos mértékig figyelembe véve
- a/ a technológia folyamatban lévő elhelyezését;
 - b/ a kiválasztandó szennyező anyag jellegét;
 - c/ a fontosabb ható tényezők, erőhatások szerepét.

A táblázatban bemutatott csoportosítással kapcsolatban célszerű megemlíteni, hogy vannak olyan berendezések, amelyek ténylegesen a szennyviz tisztítását célozzák, és vannak olyanok, amelyek a szennyviznek, illetőleg annak szennyező anyag tartalmának kezelését eredményezik. Utóbbiak közé sorolhatók pl. az aprítósűrítők, amelyeknél az elsődleges, közvetlen cél a durva szennyeződések aprítása

Mechanikai szennyviztisztító berendezések osztályozása

A tisztító rendszerek	Az eltávolítandó szennyeződés jellege	A jellemző hatóanyag /pl. erőhatás/
Szennyvízrácsok és szűrők, aprítósűrítők /komminutor/	Nagyméretű úszó és lebegő, szilárd	Sűrűség, gravitáció
Homokfogók	Nagyrészt kisméretű, lebegő, ásványi	Gravitáció /esetleg centrifugális/ erőhatás
Ülepítők	Nagyrészt kisméretű, úszó és lebegő	Gravitáció /esetleg centrifugális/ erőhatás
Hidrociklonok	Nagyrészt kisméretű, úszó és lebegő, szilárd	Centrifugális erőhatás, kisebb mértékben gravitációs erő
Úszatató berendezések	Kisméretű, úszó, folyékony, esetleg szilárd	Gravitációs erőhatás /felhajtó erő/
Flotációs medencék	Kisméretű, úszó és lebegő, folyékony és szilárd	Gravitációs erőhatás /felhajtó erő/
Sűrítők	Kisméretű, úszó és lebegő, folyékony és szilárd	Gravitációs erőhatás
Oldómedencék	Kis- és nagyméretű úszó és lebegő, folyékony és szilárd	Gravitációs erőhatás

Megjegyzés: A mechanikai tisztításon túlmenően az egyes berendezésekben kisebb-nagyobb mértékben végbemennek kémiai és biológiai folyamatok is. Ebből a szempontból a kétszintes ülepítők és az oldómedencék emelhetők ki.

2.1 Szennyvízrácsok, gerebek, aprítódobok

Szennyvíztisztító telepeken és átemelő rendszerekben létesített szennyvízrácsok és gerebek feladata a szennyvízben lévő nagyobb méretű úszó és lebegő szennyeződések, hordalékanyagok eltávolítása a szennyvizek átemelését, elvezetését és kezelését akadályozó - pl. dugulást okozó - anyagok leválasztása érdekében. Szennyvízrácsokat alkalmaznak szennyvízáttemelő telepeknél a szivattyúk előtt, szennyvíztisztító telepek homokfogói, illetőleg előüleptetői előtt. Rácsot önmagában csak ritkán alkalmaznak. Ilyen eset lehet pl. a nagy vízhozamú vízforrásokba vagy tengerbe történő szennyvízbevezetés, ha a szennyvíz első sorban durva úszó, és lebegő anyagokat tartalmaz. A rácsok pálcátávolságának figyelembevételével durvarácsot és finomrácsot szokás megkülönböztetni. A durvarács pálcaköze általában 50 mm, néha 100 mm is lehet. A durvarácsot első sorban egyesített rendszerű csatornahálózat esetén kell tervezni.

A finomrácsok pálcaköze 20-50 mm között van. Általában 20 mm-es méretet szokás irányértékként számításba venni.

A szennyvízrácsok meghatározott hajlásszöggel vannak beépítve. Amennyiben elegendő hely áll rendelkezésre, a vízszintestől mért hajlásszög 20-30 fok lehet. A jobb helykihasználás céljából a hajlásszög 60°-ig növelhető. Kivételes esetekben a rács függőlegesen is betervezhető. Elhelyezésük rácsaknában történik.

Radiális rácsok esetén a pálcák pl. egymás fölért vízszintesen, kör alakban helyezkednek el. A folyamato-

san körbeforgó villás kotró távolítja el a rácsszemetet. A kotrók üzemeltetését időkapcsolóval, vagy a visszadzúszást hatását érzékelő kapcsolóval lehet irányítani.

Egyenes pálcájú szennyvízrácsok méretezésekor általában 5 cm körüli visszadzúszástát tételezünk fel. A vízmozgás sebessége a pálcák között nem haladhatja meg az 1 m/s értéket, mivel ellenkező esetben az áramló víz a rácsszemetet is könnyen magával ragadhatja.

Ugyanakkor figyelembe kell venni azt is, hogy a bevezető és az elvezető csatornában az áramlási középsebesség 0,5 - 0,8 m/s határok között legyen, az ásványi anyagok/homok, kavics/leülepedésének megakadályozása céljából.

Nagyobb szennyvíztisztító telepeken, ahol különösen nagy mennyiségű, dugulást okozó darabos szennyeződés várható, a bevezető csatorna szélességének a rácsaknában legalább 3 - 4 méternek kell lennie. Ily módon megkönnyíthető a rács kezelése, karbantartása és tisztítása.

Korábbi hazai előírás nyomán idézzük a rácsok és a gerebek kialakítására vonatkozó főbb szempontokat:

"1. A gerebek és rácsok felerősítését, elhelyezését hajlásszögét, szelvényét, a pálcák közötti szabad nyílást ellenőrizni, és a tervdokumentációval egyeztetni kell. Ha a tervezettől - ideiglenesen is - eltérő szivattyú kerülne beépítésre, a rácsok közötti szabad nyílás kisebb legyen, mint az utána telepített szivattyú legkisebb lapátnyílásának mérete.

2. Az idomacélokat úgy kell felerősíteni, hogy kövüthtük a tisztítógereblyét fennakadás nélkül végig lehessen húzni. A rács tagok ne legyenek bebetonozva."

Hazai Gyártmányú rácsok

Az utóbbi években hazai viszonylatban is kifejlésztettek gyártmányokat gépi tisztítású ives rácsokkal kapcsolatban. A 2-2. táblázatban a Vizgépészeti Vállalat által gyártott gépi tisztítású ives rácsok főbb műszaki adatait tüntettük fel a vállalat 1972-ben kiadott katalógusa nyomán.

2-2. táblázat

Gépi tisztítású ives rácsok főbb műszaki adatai

M e g n e v e z é s	"A"	"B"
	mértékű rács	
Rácsválca köz, mm	20	30
A rácsfűsű átmérője, mm	2.480	4.000
ford.számá ford/perc	1.636	1.025
Megengedettt máx.vízmax- gasság, mm	700	1.100
Max. rácsfelület függő- leges síkban, m²	0,57	1,52
Max. átáramló felület függőleges síkban m²	0,4	1,1
Hosszúság mm	2.615	4.175
Szélesség mm	2.210	2.870
Magasság mm	2.560	4.090
Rácsszélesség mm	980	1.480
Súly kp	2.630	5.180

Gyártja: a Vizgépészeti Vállalat

A gépi tisztítású ives rácsok gyártmányterveit a MÉLYÉPTERV dolgozta ki /1970./. Ugyancsak a MÉLYÉPTERV és a Vizgépészeti Vállalat együttes munkájának eredménye a gépi tisztítású függőleges rácsok kialakítása. Utóbbi szerkezettel kapcsolatban - Bürg K. és Salgó L. tanulmánya nyomán - néhány fontosabb jellemző adatot ismertettünk.

Koncepciószerűen három főmérettel tervezték meg a végtelen láncos függőleges gépi tisztítású rácsokat: 700, 1000 és 1400 mm névleges szélességgel. Ennek megfelelően a három változat jele: VFR 700, VFR 1000 és VFR 1400. Az utóbbi két változatra jellemző tervezési alapadatok - fenti szerzők nyomán - a következőkben adhatók meg:

a felső szerelési szint és az érkező csatorna folyásfeneke közötti magasságkülönbség

maximálisan 5,15 m

minimálisan 1,4 m

lépcsőzés 250 mm-ként

rácsfelület /hasznos/

VFR 1000

1,4 m²

VFR 1400

1,9 m²

átfolyási keresztmetszet

VFR 1000

0,91 m²

VFR 1400

1,29 m²

20 mm

a pálcaköz mérete

átfolyási középsebesség:

v, m/s

0,5 0,7 0,9

vesztesség magasság, cm

1,2 2,5 4,1

szennyvízhozam, Q m³/s

VFR 1000

0,45 0,63 0,81

VFR 1400

0,62 0,86 1,1

elektromos teljesítmény, kW 2,2
a szerkezet súlya, kp
VFR 1000 2.290-4.430
VFR 1400 3.800-5.300
a teherlanc szakítószilárdsága: 10 Mp
maximális vonóerő: 1,9 Mp

E rácsotípust a tervezők házi szennyvizek kezelésére javasolják. Védelmére 80-100 mm pálcaközü durvarács beépítését ajánlják.

Végül utalunk Fallasch és Triebel ismert könyvére, amelyben részletesen tárgyalják a különböző kialakítású rácsok és gerebek építési vonatkozásait is.

Aprítódeb /kominutor/

Bár hazai vonatkozásban csupán néhány alkalommal került sor ezideig kominutor beépítésére szennyvíztisztító telepeken, mégis indokoltnak tartjuk, hogy a kedvező külföldi példák nyomán néhány korszerű megoldásra felhívjuk a figyelmet. Mindenekelőtt a Jones and Attwood Ltd. gyártmányait említjük konkrét példaként.

A fenti cég által gyártott kominutor típusok főbb jellemzőit és teljesítményadatait a 2-3. a-b/ táblázatban adjuk közre. A táblázatok adatai jó áttekintést adnak tervező és kivitelező mérnökök számára a szükséges információkra vonatkozólag.

2-3/a. táblázat

A J-A típusú kominutor teljesítményadatai
/Jones és Attwood Ltd. nyomán/

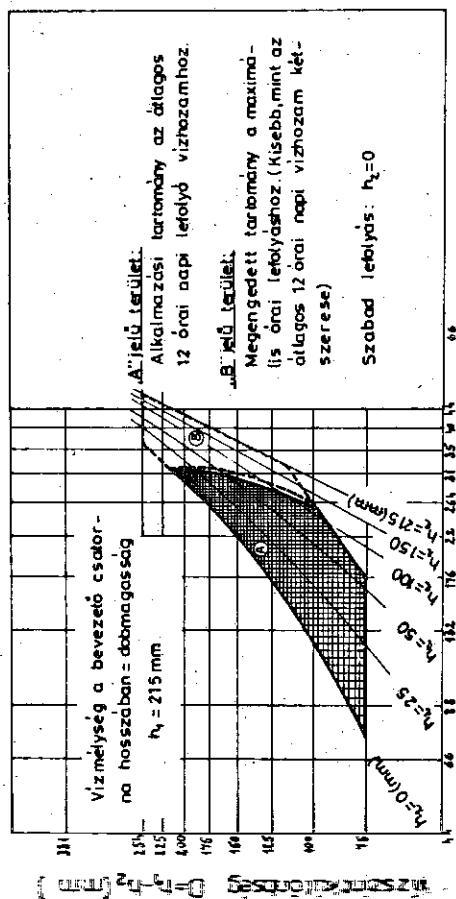
Motor teljesítmény /kW/	Átlagos átfolyóvízhozam egy 12 órás napi üzemi vonatkozásban	Maximális vízhozam	Az aprítódeb jele
0,18	-	340	4R
0,18	225 -	1.360	7R és 7RE
0,36	630 -	4.090	10R és 10RE
0,55	1.000 -	9.090	15R
1,10	3.630 -	22.720	25RM
1,10	3.860 -	42.040	25R
1,50	4.910 -	90.900	36T

mértékegység: köbméter/ 24 óra

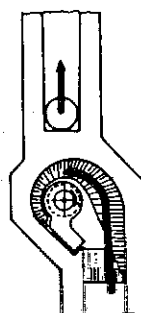
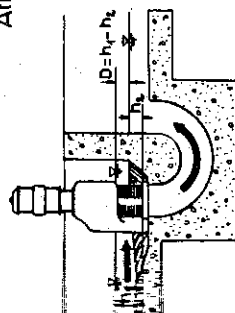
A J-A típusú komminutor főbb jellemzői
/Jones és Attwood Ltd. nyomán/

Méret-jel	Dobátmérő	Dob Ford. száma /ford/p./	Motor /kW/	A Rétegyeség	
				magassága /mm/	súlya /kp/
4R	4" / 102 mm/	58	0,18	675	89
7R és 7RE	7" / 178 mm/	58	0,18	1.295	230
10R	10" / 254 mm/	49	0,36	1.350	330
10RE	10" / 254 mm/	49	0,36	1.500	460
15R	15" / 380 mm/	37	0,55	1.510	560
25RM	25" / 635 mm/	25	1,10	1.765	1.070
25R	25" / 635 mm/	25	1,10	2.120	1.780
36T	36" / 915 mm/	15	1,50	2.850	4.320

A 2-1. ábrán méretezési segédleteket mutatunk be, amelyek lehetőséget adnak komminutor típusok hidraulikai jellemzőinek számítására is.



Alfolyó vízhozam $Q (l/s)$



JELLEMZŐ ADATOK	
Műzipes rész szélesség	65 mm
Befolyási keresztmetszet	406 cm ²
Kifolyási keresztmetszet	340 cm ²
Fordulatszám	48 ford/perc
Motor teljesítménye	0,5 LE
A rések száma	48
Dobmagasság	215 mm
Dobátmérő	254 mm

Komminutor hidraulikai jellemzői

2.1 ábra

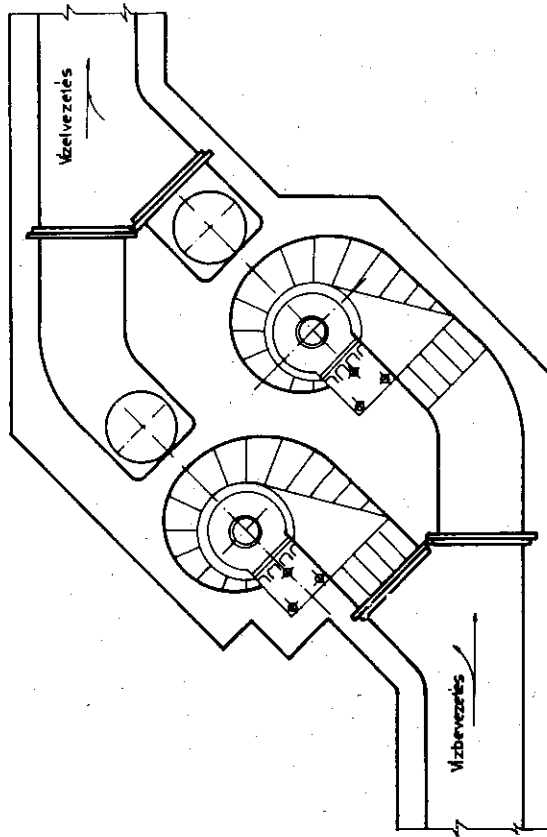
Méretezési segédlet komminutorok számításához
/W.J. Müller nyomán/
- 21 -

Aprítószűrőt és rácsszemét-apritót általában célszerű a homokfogók után elhelyezni annak érdekében, hogy a nagyobb mennyiségű ásványi anyag /homok, kavics/ tul-
zott mértékű kopást ne idézhessen elő a gép alkatrészei-
ben. Tisztító telepeken végzett részletes méréseink so-
rán /pl. a pécsi szennyvíztisztító telepen/ azt is meg-
állapítottuk, hogy a kommunitor ilyen elhelyezése követ-
keztében a homokfogók teljesítménye néha kifogásolható.
A lebegő és úszó szennyöződésekben ugyanis zárványos
formában nagy mennyiségű homok lehet, ami csak a kommi-
nutoron áthaladva szabadul fel, és távozik a szennyvíz-
zel. Ha az aprítószűrőt a homokfogó elé helyezzük, ak-
kor a fentiek szerint a homokfogás hatásfoka növelhető
lenne. Ezzel szemben kétségtelenül fennáll a jelentő-
sebb mértékű kopás veszélye.

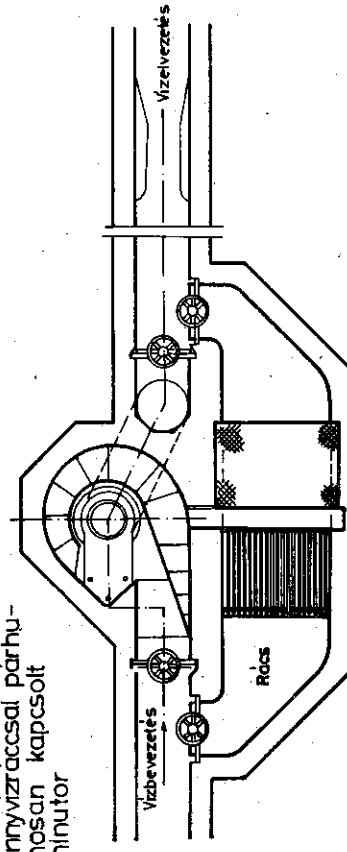
Tervezési szempontból figyelembe kell venni azt a
körülmenyt is, hogy ha a szennyvíz túlzottan sok szá-
lasanyagot - pl. fonalas anyagot, textiliát - tartalmaz,
akkor nem célszerű aprítószűrőt, vagy rácsszemét aprí-
tót alkalmazni.

Végül a 2-2. ábrán példákat mutatunk be arra vo-
natkozóan, hogy a kommunitorok alaprajzi elrendezése,
építése milyen formában oldható meg. A hivatkozott áb-
rákat és a fent említett táblázatokat is az említett
angol cég prospektusai alapján adjuk közre.

a.) Rendszerű változat



b.) Szennyvízáccsal párhuzamosan kapcsolt kommunitor



2-2. ábra

Kommunitorok alaprajzi elrendezésének megoldásai
/Jones and Attwood Ltd. nyomán/

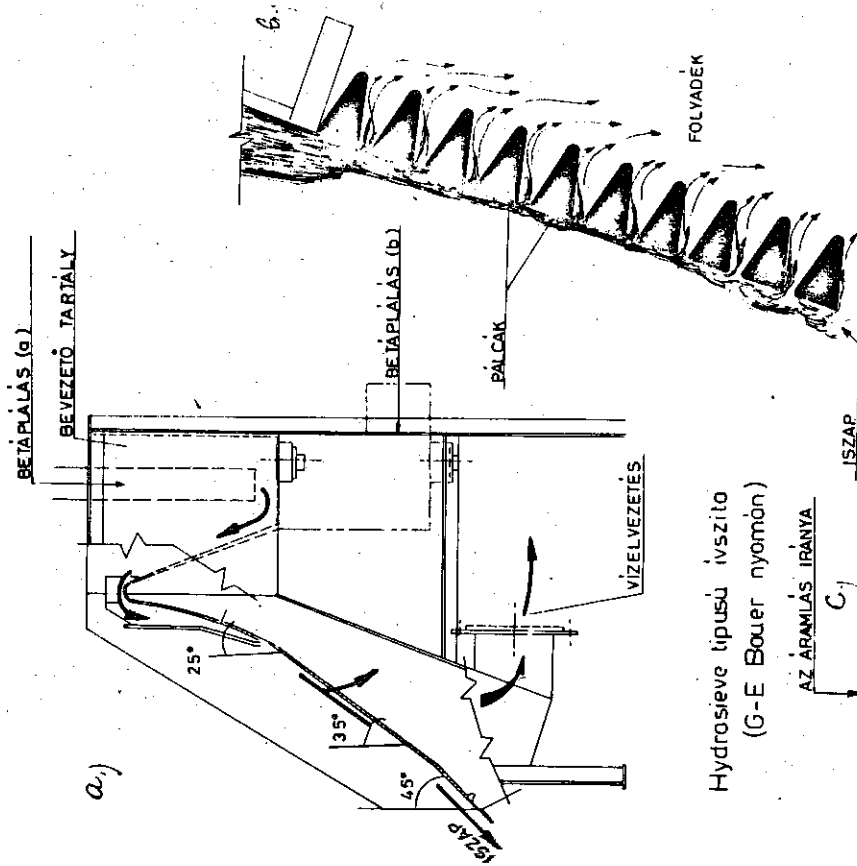
2.2 Ivcsiták

Az utóbbi évtizedben egyre gyakrabban kerülnek alkalmazásra a különböző kialakítású ivcsiták mind hazai, mind külföldi tisztító telepeken, illetve higtrágya-zező rendszerekben. Különösen az utóbbi alkalmazási terület az, ami jelentős lökést adott hazai viszonylatban is az ivcsiták kifejlesztésének. Jelenleg már számos változat áll a tervezői gyakerlat rendelkezésére.

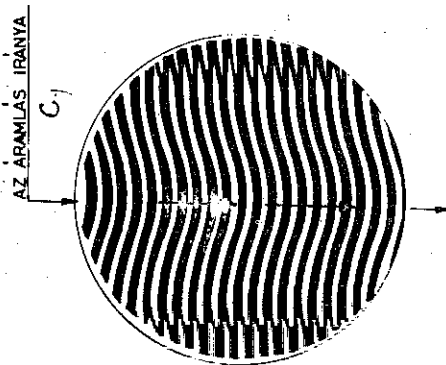
A külföldi példák közül a legismertebb megoldások közé tartozik a C-E Bauer cég által gyártott Hydrasieve típusú ivcsita, valamint a Hydrocyclonics Corporation által kifejlesztett Hydroscreen elvezetési berendezés. E megoldásokat eredetileg /tudomásunk szerint/ 1965-ben fejlesztették ki papír- és cellulózipari iszapok vízteleltésével kapcsolatban. A kezdetben kialakított megoldásoknál előírták, hogy a szuszpenzió lebogányag tartalma legfeljebb 6 % vagy annál kisebb lehet.

Az ivcsiták gravitációs üzemű berendezések, mozgógépi alkatrészek alkalmazása nélkül. Alapelvük szerint az áramlási irányra merőleges, vagy közel merőleges vékony pálcák, illetve nyílások helyezkednek el és a nyílásokon keresztül a folyadékfázis leválasztható, illetve elvezethető.

A Hydrasieve típusú ivcsita kialakítását a 2-2.a-c/ ábrán mutatjuk be. E megoldásnál két lehetséges vízvezetési változat alkalmazható. Az egyik vízvezetési mód felülről, a másik pedig hátulról történő betáplálást tesz lehetővé. A b/ jelű részletrajz megkönnyíti az ivcsiták keresztmetszeti kialakításának és működésének áramlástermésztését. A c/ részlet pedig egy felnagyított részletet mutat a Hydrasieve típusú ivcsita pálcáinak elrendezéséről. A pálcaközöket illetően a vonatkozó szakirodalm nyers szennyvizek esetében 0.06 hüvelyk értéket ad meg tájékeztató jelleggel.



Hydrasieve típusú ivcsita
(G-E Bauer nyomán)



A pálcák elrendezése (keresztmetszet)

A 2-4. táblázatban néhány fontos jellemző adatot adunk közre a Hydrasieve gyártmányu ivsziták kialakítására és teljesítményére vonatkozóan.

A hazai gyártmányok közül példaként az Élelmiszeripari Kutató Intézet által kifejlesztett rendszert említjük, amelyből - tudomásunk szerint - több egység került hazai telepekre betervezésre. Az egyik változat áramláselosztó kamrából, tulofolyást gátló zsilipből, továbbá szűrőlemezből, ürítőcsatornából és a csatlakozó keretből áll. Maga a szűrőlemez nagy számú, háromszögletű kialakítással készült ékből áll. A pálcátávolság - egyik megoldás szerint - 0,5 mm. Az ivszita lemez a függőleges síkhoz viszonyítva 25°, 35°, valamint 45° szög alatt hajlik. E rendszer fő méretei: magassága 2000 mm, mélysége 1500 mm, frontszélesség 1200 mm, a szűrőlemez hossza pedig 1360 mm.

A keretváz hegesztéssel készülhet, például L 50 x 50 x 5 idomvasból.

Mint már említettük, az ivsziták mozgó gépi alkatrészt nem tartalmaznak. E szerint többlet energia igényt nem jelentenek. Üzemeltetésük, karbantartásuk minimális munkaerőt, illetőleg felügyeletet igényel.

Példaként említjük, hogy higtrágyakezelés esetében az iszapfázis nedvességtartalma 55-65 % között lehet.

Végül kiemeljük, hogy az ivsziták hazai továbbfejlesztése jelenleg folyamatban van. Különböző kutató és tervezőintézetek foglalkoznak e rendszer hatásfokának javításával, különösen üzemekben létesített berendezések teljesítményadatainak értékelésével.

2-4. táblázat

A Hydrasieve típusu ivszita jellemző adatai
/C-E Bauer nyomán/

Szélesség /láb/	Mélység /láb/	Magasság /láb/	Súly /font/	Kapacitás /mill.gall/nap/
2	3,5	5	350	0,2
3,5	4	5	550	0,4
4,5	5	7	650	0,9
5,5	5	7	800	1,2
6,5	5	7	1.000	1,5
7	9,5	7,3	1.800	2,9
14	9,5	7,3	3.600	5,8
21	9,5	7,3	5.400	8,7
28	9,5	7,3	7.200	11,6
35	9,5	7,3	9.000	14,5

2.3 Homokfogók

A homokfogók építésének célja, hogy a tisztított-lepre folyó nyers szennyviz ásványi anyagtartalmát lehetőleg minél jobb hatásokkal eltávolítsuk, és így a technológiai folyamatban soron következő műveletekben a szemcsés ásványi anyagok jelenléte által fellépő nehézségeket lehetőség szerint kiküszöböljük /lerakódások a csövekben, csatornáknak, műtárgyakban, pl. a rothasztóban/. A homokfogók üzeme szempontjából a mértékadó szemcseméret tartomány $0,1 - 0,2$ mm.

A homokfogók hidraulikai méretezéséhez a különböző kézikönyvek és műszaki előírások általában 30 cm/s átfolyási sebességet adnak meg. Ehhez tartozóan a $0,1-0,2$ mm szemcseméretű tartomány annak tudatában vehető alapul, hogy a valóságban a szemcsék méretének jól definiált eloszlása van. Méretezés szempontjából a kritikus fenékbesség és a szemcseméret kapcsolata jelentős.

A homokfogók működését illetően, a különböző típusok különböző előnyökkel és hátrányokkal rendelkeznek. Egyes változatoknak ma már csak történeti jelentősége van. Az újabb típusok kidolgozásakor minden esetben az a szempont az irányadó, hogy az átfolyási sebességet minél nagyobb mértékben lehessen szabályozni, és ugyanakkor az építési és a gépészeti egységek, elemek minél egyszerűbben és gazdaságosabban megépíthetők, illetve üzemeltethetők legyenek.

A tisztítási technológia fejlődésével párhuzamosan az elmúlt évtizedek során nagyszámú változatot dolgoztak ki homokfogók megoldására. A 2-5. táblázatban összefoglaltuk a gyakorlatban alkalmazott fontosabb homokfogó típusokat rövid jellemzéssel együtt.

Homokfogók osztályozása

Az áramlás jellege	Főbb típusok	Rövid jellemzés
1./ Hosszanti átfolyású homokfogók	a/ Egyszerű hosszanti átfolyású homokfogók	Egyszerű, betonból kiképzett és méretezett csatorna. Nem biztosítható állandó áramlási sebesség
	b/ Változó keresztmetszetű homokfogók	Az átfolyási keresztmetszet a vizállásnak megfelelően változik.
	c/ Parshall-csatornával vezérelt h.	Közelítően állandó áramlási sebesség biztosított
	d/ Speciális megoldások /pl. felrakással ellátott h./	
2./ Függőleges átfolyású homokfogók	a/ Tölcséres homokfogó	Kör- vagy négyzetes letes alapra megoldásban ismeretes. Állandó áramlási sebesség nem biztosítható. Működésük a dortmunkódásuk a dortmunkódásukkal azonos.
	b/ Blunk-féle homokfogó	Több függőleges terelőfalhoz tartozó, különböző magasságú bukólekkal változó vízhozam esetén is elvileg állandó áramlási sebességet biztosít.

Az áramlás jellege	Főbb típusok	Rövid jellemzés
3./ Kör-áramlása homokfogók	a/ Egyszerű kör-áramlású homokfogó	A vízbevezetés és a vízlevezetés sugarirányú. Nem biztosítható állandó sebesség.
	b/ Tangenciális homokfogó	A vízlevezetés érintőirányú és a hidrociklon elve érvényesül. Nem biztosítható állandó sebesség.
	c/ Tangenciális homokfogó mechanikus kavarással	A tangenciális homokfogó függőleges tengelyű lapátszerkezettel van kiegészítve, amelynek forgása révén az áramlás sebessége szabályozható.
4./ Spirál-áramlása homokfogók	a/ Légbefúvásos homokfogó	A mammutszivattyúk elvén működő - az INKA-levegőztető rendszerrel analóg - berendezés. Az áramlási sebességek jól szabályozhatók.
	b/ Forgólapátos homokfogó	A Kessener-levegőztető rendszerrel analóg berendezés. A vízszintes tengelyű rotorral az áramlási sebesség jól szabályozható.

A homokfogók általában a szennyvízrácsokat követően vannak a technológiai folyamatba beiktatva. Elsősorban nagyobb szennyvíztisztító telepeknél indokolt homokfogókat létesíteni, különösen egyesített rendszerű csatornahálózat esetén.

A homokfogók lényegileg ülepítőknél tekinthetők, amelyek elsődlegesen a szemcsés ásványi anyagok eltávolítását hivatottak megoldani. Ebből adódóan az ülepítők és a homokfogók építésére vonatkozó előírások és szempontok nagyrészt megegyeznek.

A hazai műszaki előírások viszonylag kevés információt adnak homokfogók építésére vonatkozóan.

A 2-3. a/ ábrán Parshall-csatornával vezérelt ikerrendszerű hosszanti átfolyású homokfogó látható alaprajzi elrendezésben és néhány metszetben. A 2-3. b/ ábrán légbefúvásos homokfogó elrendezését szemléltetjük Hartmann munkája nyomán.

A hazai szakirodalom viszonylag részletesen tárgyalja a különböző kialakítású homokfogók technológiai alapjait. Egyik korábbi munkánkban összefoglalólag ismertettük az egyik legkorszerűbb homokfogó típusnak, a légbefúvásos homokfogók tervezési alapjait, a kialakítás megoldásait. Jelen kiadványban a hazai viszonylatban csak érintőlegesen ismertetett tangenciális homokfogók építésére és működésére vonatkozó néhány szempontot emelünk ki, főképpen külföldi példákra hivatkozva. Ezt annál inkább indokoltnak tartjuk, mivel az NDK-ban végzett vizsgálatok szerint /pl. Ostermann kutatásai szerint/ a tangenciális homokfogók megfelelő tervezés és üzemeltetése esetén előnyösen alkalmazhatók.

Tangenciális homokfogók

H. Geiger 1942-ben publikált munkájában alapozta meg hidraulikai szempontból a tangenciális vízvezetési homokfogókat, és kifejlesztette a Geiger-féle homokfogó néven ismert típust. A későbbiek során Kalbskopf és Ostermann végeztek jelentős kutatási munkát e homokfogó típusban lejártszódó folyamatok pontosabb megismerése érdekében.

Tervezési alapadatok: a Geiger által javasolt tervezési irányértékek a következőkben foglalhatók össze. A vízvezetési sebessége $0,75 \text{ m/s}$, maximálisan 1 m/s . A vízelvezetés sebessége nem haladhatja meg a $70-80 \text{ cm/s}$ értéket. A maximális szennyvízhozam esetén az átlagos tartózkodási idő $25-30 \text{ s}$. A hasznos térfogat ismeretében a medence főmértelei: $2:1 = \text{átmérő: mélység}$ aránnyal számítható. Köráramlású homokfogóban végzett vizsgálatok alapján Kalbskopf megállapította, hogy turbulens áramlás esetén jelentős hatása van a pulzációs sebességeknek a lebegő részecskék ülepedési sebességére, hasonlóképpen mint hosszanti átfolyású medencék esetén. Kimutatták, hogy a hidraulikai hatások közelítően 50% körül van, ami viszonylag kedvezőtlennek minősíthető.

A tangenciális homokfogó kialakítását és üzemét illetően utalunk Pallasch és Triebel ismert könyvére, amelyben részletesen tárgyalásra kerülnek a méretezési, építési és üzemeltetési adatok.

A PISTA-típusú homokfogók

Az angol nyelvű szakirodalomban gyakran találkozunk a Jones és Attwood Ltd. által gyártott PISTA rendszerű homokfogó megoldással. Alapelvét illetően a tangenciális homokfogók típusához tartozik, azaz a kiegészítéssel, hogy a medencében a víz körbeforgatásához mechanikus keverőlapátot is alkalmaznak. Ily módon kívánják biztosítani, hogy a körbeforgás középsebessége közel állandó legyen, bizonyos mértékig függetlenül az érkező szennyvíz mennyiségétől. Ismeretes ugyanis, hogy tangenciális homokfogók esetében a víz körcirkulációjának sebességét a tangenciális irányban bevezetett víz impulzusa határozza meg, illetőleg befolyásolja. A körbeforgó lapátszerkezet fordulatszámának kedvező megválasztásával elérhető, hogy a homokfogóknál szükséges, a kritikus fenékszónában előírt áramlási sebesség legyen megvalósítható.

Tájékoztatás céljából közreadjuk a 2-3. c/ ábrát, amely jól szemlélteti a PISTA rendszerű homokfogónak a mechanikai tisztítási lépcsőbe történő beiktatási módját. A technológiai sor szerint a csigaszivattyúval történő átmenelés után következik a homokfogó, majd a kommunutor. A rendszer alapvető jellemzői a következők:

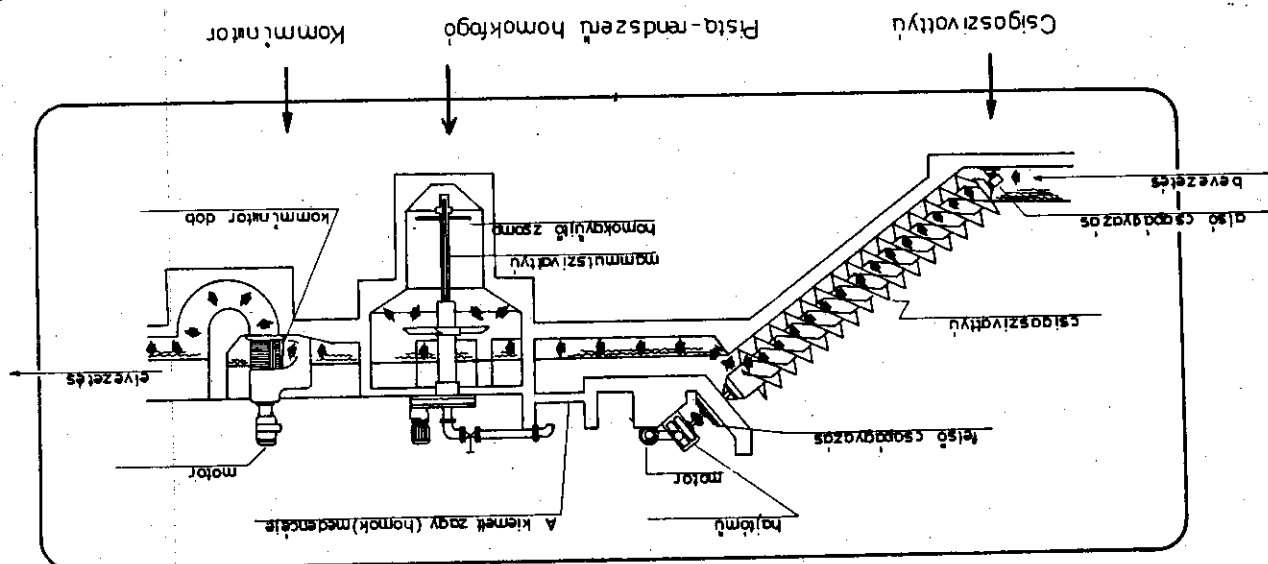
Szennyvíz átmenelés: folyamatos üzemi csigaszivattyúval, amely nem igényel mély zompot. A csigaszivattyú nem károsítja a pelyhes lebegőanyagokat, amennyiben a későbbi technológia szempontjából kívánatos a nagyobb méretű pelyhek, lebegőanyagok létrehozása.

Homokleválasztás: PISTA-rendszerű homokfogóval, amelyben a homok kiülepszik, továbbá a homok tisztítható és végül mamutszivattyú elven kiemelhető. A homok mosása, illetve tisztítása nagy nyomású vízzel és levegővel történik. E rendszer gépészeti szempontból rendkívül egyszerű, helyigénye kicsi, és általában nem igényel további homokmosást /legfeljebb csak speciális esetekben/. Hidraulikai szempontból a nyomásvesztéses csatlakozás. Külföldi tapasztalatok szerint az üzemeltetési és a fenntartási költségek kicsik.

Végül kommunitor beiktatása révén a nagyobb darabos szennyeződések felapríthatók. A folyamatos üzemű kommunitor automatikus, üzemköltsége alacsony. Különböző méretekben rendelkezésre áll a tervezői gyakorlat számára. /Lásd a 2.1 pontban/

A PISTA-rendszerű homokfogók méret- és teljesítményadatát a 2-6. táblázatban mutatjuk be.

2-3. c / ábra
PISTA-rendszerű homokfogóknak mechanikai tisztítást lépcsőbe történő beiktatása
/a gyártó cég prospektusa nyomán/



PISTA típusú homokfogók fontosabb üzemi adatai
/Jones és Attwood Ltd. nyoman/

Típus- szám	Maximális vázhozam lit/s	Lapát ford. szám ford./perc	Energia- felvétel LE	Minimális vázhozam lit/perc	Minimális váznyomás atm	A fuvó tel- jesítménye LE
20	50-120	34,0	1/2	60	4	5,5
25	120-210	28,0	1/2	60	4	5,5
30	210-340	26,0	3/4	120	4	5,5
35	340-530	22,0	1	120	4	5,5
42	530-880	17,5	1 1/2	120	4	5,5
50	880-1420	15,0	2	180	4	5,5
60	1420-2280	12,5	3	180	4	5,5

Örvény-koncentrátor

Az örvény-koncentrátor /swirl concentrator/ elnevezéssel berendezést az utóbbi időben fejlesztették ki, illetve tökéletesítették. Az eredeti elgondolást az angol Bristolban alkalmazták, majd az USA-ban végeztek részletesebb vizsgálatokat /az Amerikai Környezetvédelmi Hivatal támogatásával/, amelynek alapján e berendezés-típus ma már gyártmánytervi szinten rendelkezésre áll.

A 2-4. a-b/ ábrákon példákat mutatunk be az építési megoldásra vonatkozóan. A rajzok szerint a kialakítás és a berendezés működése követhető. Működési elvét illetően a következő lényeges szempontokat kell kiemelni.

Az örvény-koncentrátor feladata az egyesített rendszertű csatornahálózatban érkező szennyvíz durva lebegőanyag tartalmának, hordalékának, illetve a durva uszódanyagoknak a leválasztása oly módon, hogy ezzel egyidejűleg csapadékvíz túlfolyóként szabályozza a tisztítótelepre tovább folyó szennyvíz hozamát. Fentiekből adódóan a berendezés feladata összetett. A laboratóriumi vizsgálatok és az üzemi tapasztalatok szerint rendkívül jó hatásokkal üzemeltethető és a korszerű csatornázási műtárgyak, illetve tisztítóberendezések közé sorolható. Ugyane során a 0,2 mm-nél nagyobb méretű részecskék jó hatásokkal leválaszthatók.

A tervezők különböző nagyságrendeket alakítottak ki célszerű megoldásokként.

Az alábbiakban néhány jellemző méretet adunk meg az örvény-koncentrátor D_2 kamra átmérőjének, illetve a D_1 bevezető csatorna átmérőjének függvényében /az alkalmazott jelöléseket lásd a hivatkozott ábrákon/:

$$D_1 = 1/6 D_2$$

$$D_3 = 4 D_1$$

$$D_4 = 3 1/3 D_1$$

$$R_1 = 2 1/3 D_1$$

$$R_2 = 1 1/2 D_1$$

$$R_3 = 5/8 D_1$$

$$R_4 = 1 1/8 D_1$$

$$R_5 = 3 2/3 D_1$$

$$b_1 = 1/3 D_1$$

$$b_2 = 1/6 D_1$$

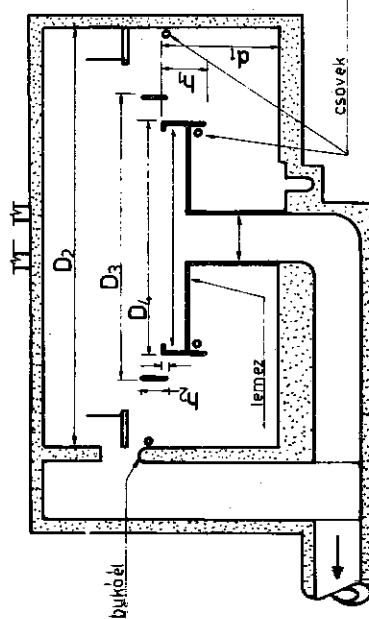
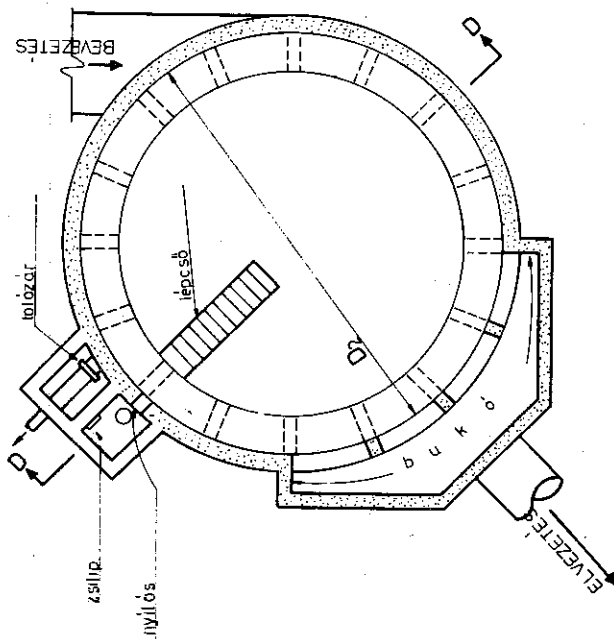
$$d_1 = 1 1/2 D_1$$

$$d_2 = 5/6 D_1$$

$$h_1 = 1/2 D_1$$

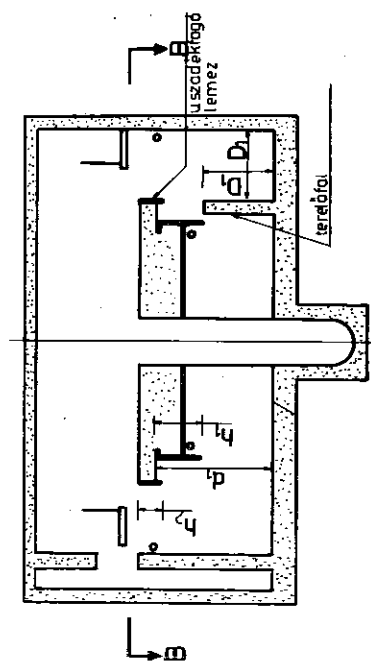
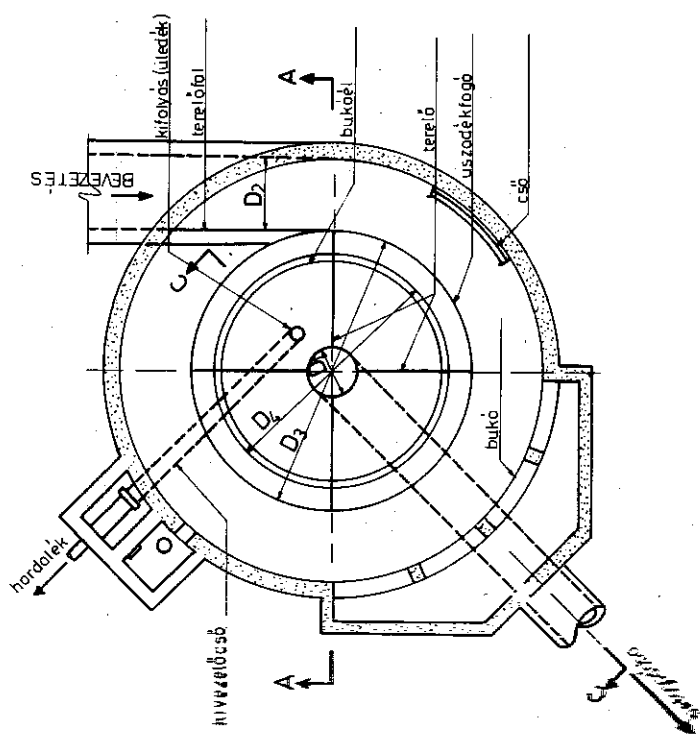
$$h_2 = 1/3 D_1$$

Végül ezuttal is felhívjuk a figyelmet a hazai tervezői gyakorlat számára, hogy a szóban forgó berendezés célszerűen alkalmazható lehet a külföldi eredményes példák adaptálásával. Az örvény-koncentrátor létesítése nem csak csatornázási és szennyvíztechnológiai szempontból figyelemreméltó, hanem vízminőségvédelmi, környezetvédelmi vonatkozásban is eredményes lehet, mivel a csapa-



2-4. a/ ábra

Örvény-koncentrátorok kialakítási lehetőségei
/R. Field nyomán/



2-4. b/ ábra
 (I) vívénny-koncentrátorok kialakítási lehetőségei
 /R. Field nyomán/

előkészítendő, melynek rendszer lehatározása azt, hogy a befogadó vízfolyásokba nagy mennyiségű lebegő, illetve szuszpenzió ne jusson be. Így módon a befogadók szennyanyag terhelése szabályozható módon kedvező irányba befolyásolható.

4.4 Ülepítők

A szennyvíztisztító telepeken létesített ülepítők feladata a szennyvízben lévő ülepszítendő lebegőanyagok-
nak megfelelő hatásfokkal történő eltávolítása. Emellett
a munkorlati tapasztalatok szerint - az ülepítők működésének eredményeképpen kb. 20-40 %-os BOI_5 csökkenés is várható.

Ami ülepítők alkalmazási területe /szennyvíztechnológiai vonatkozásban/: részben önállóan, részben pedig egyébként mechanikai tisztítóberendezésekkel /mint pl. rácsokkal, homokfogókkal/ együtt üzemelhetnek. Lényegesebb szerepet játszanak azonban a biológiai szennyvíztisztításban mint előülepítők és utóülepítők. Másrésztől ki kell emelni a különböző ipari szennyvizek tisztítását, ahol nem csupán mint tisztítóberendezések, hanem bizonyos esetekben értékes nyersanyagok és félkésztermékek visszanyerésében is szerepet játszanak.

A 4-7. táblázatban közreadjuk az ülepítők osztályozását, ami egyúttal tájékoztatást is ad az alkalmazási területet illetően. Amint a táblázatból is kitűnik, a biológiai nagyszámú változatot dolgoztak ki a gyakorlatban a legkülönbözőbb technológiai feladatok megoldására.

Az ülepitő medencék osztályozása

Az osztályozás alapelve	Tipusok
Alaprajzi kialakítás szerint	a/ téglalap /lipcsei, uniflow/ b/ négyzet /dortmundi, ritkább megoldás c/ kör /dortmundi, Dorr, hidrociklon/
Az ülepitő magassági térmegosztása szerint	a/ egyszintes ülepitők /lipcsei, dortmundi, Dorr/ b/ kétszintes ülepitők /Emscher külföldi, Imhoff-medence/ c/ lemezes ülepitők
Az áramlás iránya szerint	a/ vízszintes átfolyású, hosszanti átfolyású /lipcsei/, radiális átfolyású /Dorr/ b/ függőleges átfolyású /dortmundi/ c/ átmeneti változat /Uniflow, hidrociklon/
A medencék kialakítása szerint	a/ lapos /lipcsei, Dorr/ b/ tölcseres /dortmundi, hidrociklon/ c/ zárógátas, árkos
Az iszapeltávolítás jellege szerint	a/ szakaszos a/ gépi berend. nélkül b/ folyamatos b/ kotróval, c/ szivattyúval, mammutszivattyúval
Az iszaprothasztás szerint	a/ az iszaprothasztás különálló rothasztóban, b/ az iszaprothasztás az ülepitő, azonos berendezésben /két szin- ülepitők/
A technológiai folyamatban betöltött szerep szerint	a/ önálló tisztító berendezés b/ egyéb tisztító berendezésekre együtt /pl. mint előülepitő, utóülepitő/

Az osztályozás alapelve	Tipusok
Az ülepitett anyag jellege szerint	Uszó: folyékony: olaj-, benzin-, zsírfogó, habfogó szilárd: flotációs medencék Lebegő: szemcsés: homokfogó, hidrociklon pelyhes: ülepitő, kémiai csapadékot ülepitők pelyhes: /nagy koncentráció/ Sűrítők

Megjegyzés: A fenti csoportok különböző kombinációjával számos változat adódik. Ezen túlmenően a vízbevezetés és a vízfelvezetés módja és tereleléselemek alkalmazása, stb., is különböző speciális megoldásokat eredményez.

Az ülepitők térkialakítását tekintve a következő részeket kell megkülönböztetni:

- a/ a szennyvíz egyenletes bevezetését és a mozgási energia csökkentését célzó előkamra /befolyási tér/;
- b/ a tényleges ülepitőtér;
- c/ a víz egyenletes elvezetését biztosító utókamra /kifolyási tér/;
- d/ és végül az iszap gyűjtését és tárolását biztosító iszapmérő.

Fenti általános alapelvek ismertetését követően a következőkben kiemelünk néhány olyan részletkérdést, amelyek az ülepitők létesítésével, építésével kapcsolatosak. Ezenfelül bemutatunk a vonatkozó műszaki előírások-

A műtárgyakra ható felhajtóerő

A mélyépítési szerkezetekre ható felhajtóerő talajvízbe épített műtárgyak esetében lényegében minden műtárgy típus esetében jelentkezik. Mégis e kérdést az ülepítő tárgyalása során említjük, mivel egyik klasszikus példaként az ülepítők feluszással szembeni stabilitásának vizsgálatára ismeretes.

Talajvízbe nyúló mélyépítési létesítményekre - így esetenként a szennyvíztisztító műtárgyakra, ülepítőkre is - felhajtóerő hat, amit a statikai számítások során figyelembe kell venni. A felhajtóerő mértékadó értékének és támadáspontjának ismerete mind az építési, mind pedig az üzemeltetési periódusban indokolt lehet pl. a műtárgyak üritésekor felúszási veszély/.

A felhajtóerő - mint ismeretes - a folyadéknyomásból származó elemi erő-vektorok összegzésével számított eredő. Gyakorlati szempontból főképpen a műtárgy talpsíkjára ható eredő erő játszik szerepet. A felhajtóerő jellegét tekintve lehet hidrosztatikus és hidrodinamikus. Tisztító műtárgyak esetében általában jó közelítéssel a hidrosztatikus felhajtóerő értékével lehet számolni az alábbiak szerint.

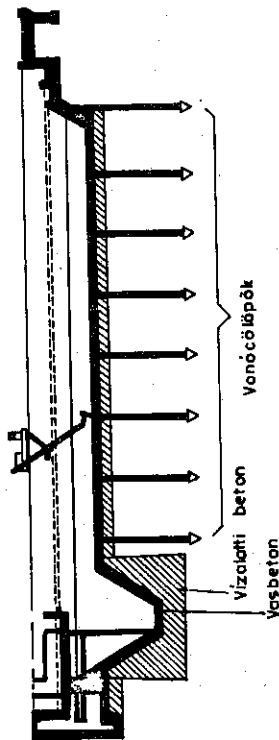
Vízszintes fenékkialakítású műtárgyakra ható felhajtóerő egyenletesen megoszló terhelésként hat. A nyomás értéke az ismert $p = \gamma \cdot h$ alapösszefüggéssel számítható /ahol p - a nyomás; h - a vizsgált pont feletti vízoszlop magasság; γ - a folyadék fajsúlya/. Az eredő támadáspontját az egyenletesen (az egyenletesen) megoszló terhelést képviselő felhajtóerő ábra határozza meg /támadáspont közepén/. Amennyiben az alapozás síkja a vízszintestől eltérő, a nyomás szintén a fenti összefüggés

szel összhangban változik. Az eredő támadáspontja a felhajtóerő-ábra alapján ezuttal is meghatározható.

Ugyanolyan tényező említhető, amelyek bizonyos mértékig befolyásolhatják a felhajtóerő értékét és támadáspontját a műtárgy építési és üzemeltetési periódusában. E témakört hazai viszonylatban Hamvas F. elemezte részletesebben, elsősorban folyami vízepítési műtárgyak esetében. A felvetett szempontok közül több megállapítás a tisztítóműtárgyak mélyépítési gyakorlatában is alkalmazható. Ezek közül említünk néhányat a fenti szerző nyomán.

Az építést követő műtárgysüllyedések következtében a felhajtóerő értéke növekszik. Egyenlőtlen süllyedésnél az eredő nagysága és támadáspontja is megváltozik. A talajmozgás révén előálló kolmatáció /hidrodinamikai felhajtóerők/ során a felhajtóerő értéke csökken. Ha a műtárgy talajvízszint süllyesztéssel készült, akkor a depozitáló-felület feletti térben /az alapsík alatt/ lévő levegő összenyomódása a később megemelkedő vízszint hatására növeli a felhajtóerő értékét. Az erők támadáspontjának megváltozása feszültségváltozódást eredményezhet. Figyelemreméltó lehet még az építés során bekövetkező talajszerkezet megváltozása is /szemszerkezet, áteresztőképesség stb./.

Végül példaként bemutatjuk a 2-5. ábrát, amely érdekes megoldást mutat hosszanti átfolyású ülepítő vonóraklapoknál történő alapozására vonatkozóan. A vonóraklapok a felhajtóerőt hivatottak kiegyensúlyozni.



2-5. ábra

Hosszanti átfolyású ülepítő alapozása vonócsövekkel
/Pallasch és Triebel nyomán/

Betonszerkezetű ülepítők vízzárósága

Beton és vasbeton szerkezetű műtárgyak vízzárósága, illetve vízáteresztő képessége rendkívül fontos tervezési paraméter, amelyet a méretezések során általában indokolt számításba venni. A vízzáróság, illetve a vízáteresztőképesség fogalmait ismert hidraulikai alapszerint, főképpen a Darcy-féle szivárgási alaptörvény és a mikroszivárgásra vonatkozó alapszerkezetek használatosak a közelítő számításokhoz. Az elméleti megközelítést illetően utalunk a vonatkozó szakirodalomra.

A gyakorlati előírások közül a korábban érvényben lévő ÉKSZ /VI. 1966./ megfelelő részletére hivatkozunk, amely konkrétan ülepítőberendezések vízzárósági vizsgálatának módszerét tárgyalja. A fontosabb megállapításokat az alábbiakban idézzük:

"A betonból, vasbetonból vagy előregyártott elemekből készült vízzáróvakolattal ellátott ülepítőmedence vízzáró legyen. Vízárónak tekinthető a vízzáró vakolat tal ellátott beton vagy vasbeton-medence akkor, ha abban tiszta vízzel való feltöltés után a 24. nap után mérve a vízvesztesség

$$Q_{24} \leq 0,15 \text{ l/s/24 óra}$$

A vízvesztességet a vízszint csökkenéséből kell megállapítani. A vízvesztesség megállapításánál a párolgási veszteségre és az esetleges csapadékvíz mennyiségére is figyelemmel kell lenni, vagyis a végleges tiszta vízszint süllyedést a párolgás levonásával és az esetleges csapadékvíz mennyiség hozzáadásával kell meghatározni. A párolgást a vízszintre helyezett, vízzel megtöltött lapos edénnyel lehet meghatározni. Nyitott vízmedencékben a csapadékmennyiség méréséről is gondoskodni kell. A vízzárás biztosítotttnak tekinthető, ha a vizsgálat előtt napjának végén a vízvesztesség legfeljebb a megengedett érték $Q_{24}/5$ többszörösével, a vizsgálat harmadik napjának végén a megengedett 24 órán át pedig legfeljebb a megengedett érték Q_{24} kétszeresével egyenlő vagy annál kisebb.

Hasonlóképpen biztosítotttnak tekinthető a vízzárás akkor is, ha 5-14 napig bezárólag a mért vízvesztesség legfeljebb a megengedett vízvesztesség Q_{24} másfélszeresével egyenlő.

Vitás esetben a szerkezeti betont még a vízzáró ülepítővakolat elkészítése előtt kell vízzáróságra megvizsgálni.

A szerkezeti beton elfogadható, ha a vízvesztés a vízzel feltöltött medencében a vizsgálat első napjának végén legfeljebb a megengedettnek $Q_{24}/\text{huszonöt}$ szűrősevel egyenlő, a vizsgálat harmadik napja végét megelőző 24 órában pedig nem haladhatja meg a megengedettnek $Q_{24}/\text{hatszorosat}$.

Olyan medencénél, amelynél a nedvesített felületnek és a víztükör felületének viszonya 4:1, megfelelő vízzárás esetén a 24 óra alatt keletkező vízszintsüllyedés 1 mm nagyságrendű. Ez egyben a leolvasási pontosság határértéke, miértis olyan nagyságrendű vízvesztésnél a figyelést legalább 14 napon át kell végezni megbízható adat észlelése érdekében.

A medence oldalfalai simák legyenek, az üledék rá ne rakódjék."

Dorr-ülepítők kialakítása

A Dorr- típusu ülepítők egy szintű, kör alaprajzu és ennek megfelelően a sugár irányu /radiális/ átfolyásu, ún. friss vizü ülepítőrendszerekhez tartoznak. Különböző változatok ismertek, amelyek közül néhánynak már csak történeti jelentősége van. Ugyanakkor a gyakorlatban jól bevált megoldások rendkívül fontos szerepet játszanak szennyvíztisztító telepeken megvalósított ülepítési folyamatokban.

A Dorr-rendszerű ülepítők elő- és utóülepítési célokra általában 15-20 ezer lakosegyenérték felett, valamint különböző ipari szennyvizek tisztítása esetén alkalmazhatók.

A tisztítandó szennyvíz bevezetése általában a műtárgy alatt, vagy a műtárgy fenékbetonjában /esetleg lehelyezhető fedlapokkal védve/ elhelyezett csatornán keresztül történik, ami a medence középpontjában lévő vízszintig csatlakozik.

A vízelosztó feladata a műtárgyat terhelő szennyvízhozam egyenletes bevezetése, illetve elosztása. Az egyenletes vízelosztást szimmetrikusan elhelyezett idomok, tárosák /T-csövek, Stengel-fejek, stb./ biztosítják.

Dorr-ülepítők esetében a kotrók tartószerkezeti kialakítására általában két megoldás terjedt el. Egyik változatnál a műtárgy középső részén elhelyezett, pillérekkel kiképzett vízbevezető művön függőleges tengely körüli forgó hidszerkezet szolgál a kotró tartószerkezetével, amit körbefutó hajtómű mozgat. Ez esetben a kotró egyoldalu elrendezéssé. A másik változat esetében - ami különösen a Dorr-ülepítők kialakításánál megvalósul - a kotró a középponti pillére szimmetrikusan van felfüggesztve két vagy négykaru kivitelben.

Mutattal kívánunk kitérni a hazai gyakorlatban alkalmazott Dorr-ülepítők és kotrók kialakításának megoldására. A Mélyépítési Tervező Vállalat közreműködésével a Vízügyi Minisztérium Vállalatnál gyártmánytervet dolgoztak ki a Dorr-kotrókra vonatkozóan. E szerint - megfelelő lépcsőzetes - kotrócsaládot létesítettek, amelyek a hazai szennyvíztisztító telepeken elterjedten alkalmazottak. A Dorr-kotrók fő méreteit a táblázatban adjuk meg.

2-8. táblázat

Hazai gyártású Dorr kotrók fő méretei

Tipus jele	A medence belső átmérője D / m/	Vizfelület Fü / m²/
FK 18-200-00	18	200
FK 20-250-00	20	250
FK 22-320-00	22	320
FK 25-400-00	25	400
FK 28-500-00	28	500
FK 32-630-00	32	630
FK 36-800-00	36	800
FK 40-1000-00	40	1000
FK 45-1200-00	45	1200
FK 50-1560-00	50	1560

Gyártja: a Vizgépészeti Vállalat

A részletesebb műszaki adatokat - az ülepítőmeden-
cék főméreteivel együtt - a 2-9. a-b/ táblázat tünteti
fel. A táblázatban alkalmazott jelölések, valamint a ko-
rök működési sémája a 2-6. ábrán látható. A fenti adato-
kat a Vizgépészeti Vállalat dokumentációjában adjuk
közre. A 2-6. a-b/ ábrán külföldi műszaki előírások al-
ján mutatunk be jellemző méreket hosszanti átfolyású és
Dorr típusú ülepítők kialakítására vonatkozóan.

Dorr-ülepítők és kotrók kialakítására vonatkozóan
/Vizgépészeti Vállalat nyomán/

Tipus	A	B	C	D	E	Medence vízfel- ület m²/	Medence térfo- gat m³/	Hajtó motor /kW/
FK 18-200-1,4 FK 18-200-1,8 FK 18-200-2,0	1400 1800 2000	9700	4700	18000	800	200	280 360 400	0,6
FK 20-250-1,4 FK 20-250-1,8 FK 20-250-2,2	1400 1800 2200	10700	4700	20000	250	250	360 450 550	0,6
FK 22-320-1,6 FK 22-320-2,0 FK 22-320-2,5	1600 2000 2500	11700	4700	22000	800	320	500 630 800	0,6
FK 25-400-1,6 FK 25-400-2,0 FK 28-500-1,6 FK 28-500-2,2 FK 28-500-2,8	1600 2000 1600 2200 2800	13500	5000	25000	790	400	630 800 800 1250 1600	0,6

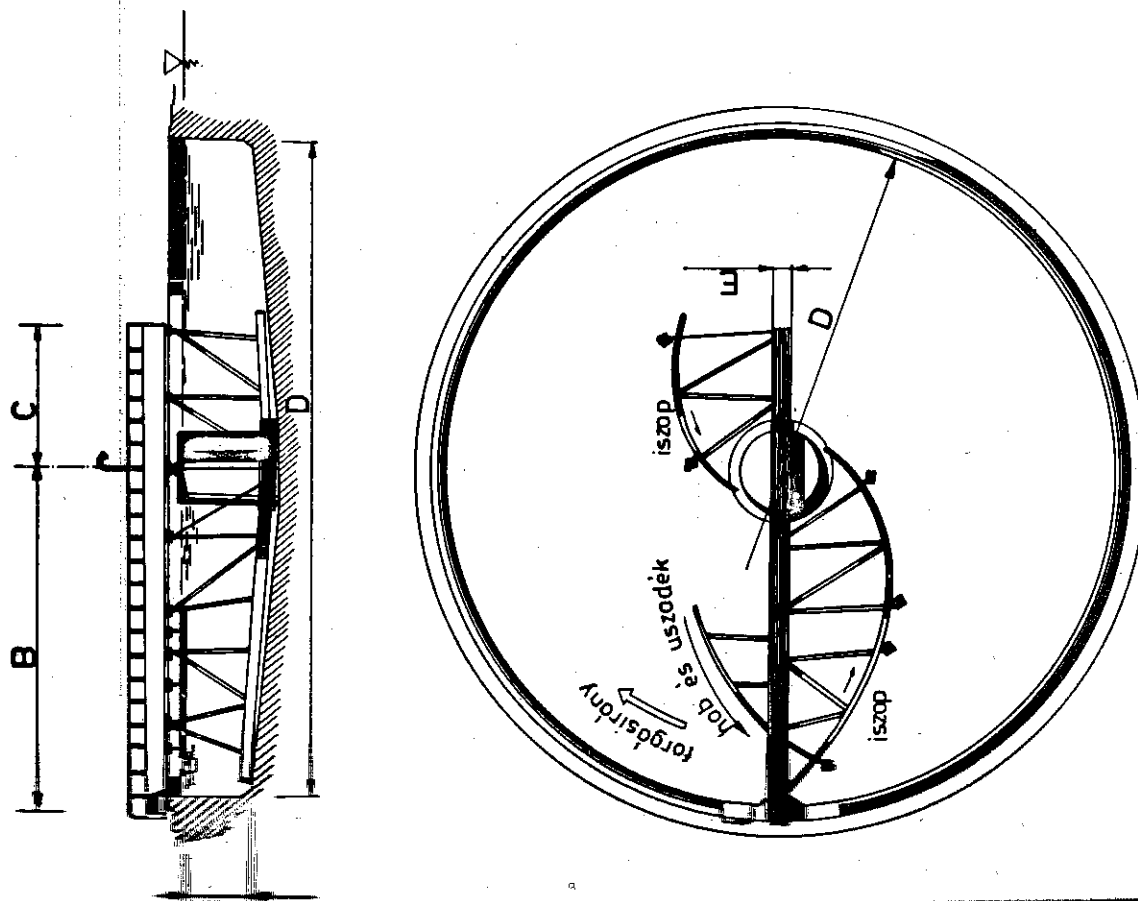
A közölt adatok tájékoztató jellegűek.
/Az A; B; C; D és E jelöléseket lásd a 2-6. ábrán/

2-9. b/ táblázat

Műszaki adatok
Dorr-ülepítők és kotrók kialakítására vonatkozóan
/Vízépészeti Vállalat nyomán/

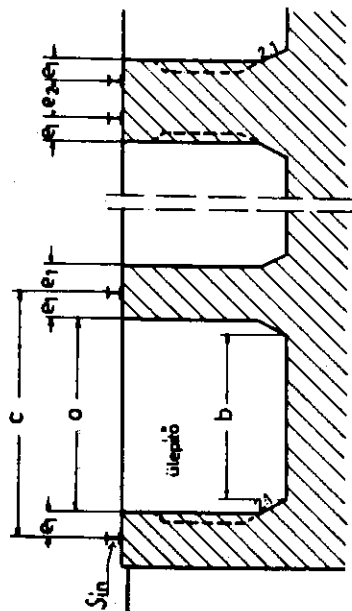
Típus	A	B	C	D	E	Medence vízfe- lüllet /m/	Medence térfo- gat /m ² /	Hajtó motor /kW/
FK 32-630-1,6	1600	17000	7000	32000	790	630	1000	0,6
FK 32-630-2,2	2200						1400	
FK 18-200-2,0	2800						1800	
FK 36-800-1,8	1800	19100	8100	36000	1170	800	1850	0,6
FK 36-800-2,2	2200						2200	
FK 36-800-2,8	2800						2750	
FK 40-1000-1,8	1800	21100	9100	40000	1170	1000	2400	0,6
FK 40-1000-2,2	2200						2800	
FK 40-1000-2,8	2800						3500	
FK 45-1200-1,8	1800	23600	10100	45000	1170	1200	3150	0,6
FK 45-1200-2,2	2200						3900	
FK 50-1560-1,8	1800	26100	11100	50000	1170	1560	4050	0,6
FK 50-1560-2,2	2200						4750	
FK 50-1560-2,8	2800						5750	

A közölt adatok tájékoztató jellegűek.



2-6. ábra

HONAI Gyártmányú Dorr ülepítő elrendezése a főbb méretekkel /Vízépészeti Vállalat/



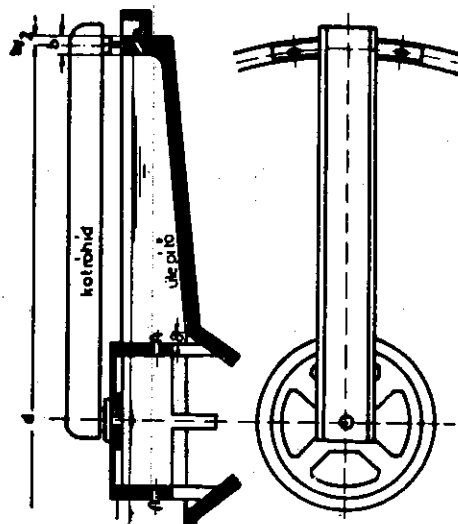
Kotróval ellátott, hosszanti
átfolyású úlepitő keresztm
szeti főméretei
(DIN 19551)

Névleges medenceszé- lesség	Fenék szé- lesség	Síntávolság
a	b	c
5	43	53
6	53	63
7	63	73
8	73	83
10	92	104
12	112	124

Megjegyzés: a méretek (m)-ben kifejezve

2-6. a/ ábra

Hosszanti átfolyású úlepitők jellemző
méretei külföldi példák nyomán /DIN 19551 és DIN 19552



Kotróval ellátott kör-alaprajzu
úlepitő főméretei
(DIN 19552)

A kotróhid névleges nyomása = körpálya át- járója	A gumikerek pályaszélessége p
16	0,3
18	
20	
22	
25	
28	0,4
30	
32	
35	
38	
40	0,5
42	
45	
48	
50	

Megjegyzés: a méretek (m)-ben kifejezve

2-6. b/ ábra

Dorr típusú úlepitők jellemző méretei külföldi
példák nyomán / DIN 19551 DIN 19552 /

Dorr-ülepítők egyes részleteinek kialakítása

Az iszapgyűjtőakna oldalfalának lejtése legalább 3:2 legyen. Térfogata előülepítő esetében 12 órai iszap-mennyiségnek megfelelő, míg utóülepítőnél 6-8 órai iszapmennyiségre célszerű méretezni. Az ülepítő medencefenekének lejtése a középpont irányában általában 1:20. Egyes előírások szerint 8,5 fokos lejtést alkalmaznak oly módon, hogy a fenékvonal és a víznyívó metszéspontja a sugár kétszeres értékének megfelelő távolságban legyen. Ily módon a középpontnál mérhető medencemélység a medence kerületénél mért mélység kétszerese.

A gyakorlatban a Dorr-ülepítők mélysége a vízszinttől általában 2-3 m, azonban - különösen utóülepítők esetében - 5 m is lehet. Utóbbi esetben az áramlási sebességnek függőleges irányú komponensei vannak, miáltal a vízszintes és a függőleges átfolyású ülepítők előnyös tulajdonságai egyidejűleg érvényesülhetnek.

A vízelvezetést biztosító bukóél az egyenletes víz-elosztás érdekében célszerűen V-alakú fogazással készítenőd. E megoldás általában egyenletes vízelvezetést biztosít. A fogak szélessége 15-20 cm körüli lehet. Hangsúlyozottan ügyelni kell a koronaél pontos vízszintes beállítására. 2 mm-nél nagyobb eltérés a műtárgy egyoldalú terhelését eredményezheti. A bukóél előtt uszadékfógó merülőfalat kell alkalmazni. Ezzel kapcsolatos tapasztalataink szerint a következő megjegyzéseket tehetők. A szokásosan alkalmazott 20-30 cm magasságú merülőfal helyett célszerűbb 10-15 cm-es vízbemerülési értéket számításba venni. A merülőfal az iszap eluszátának megakadályozásán túlmenően ugyanis áramlási szem-

pontból is szerepet játszik, és ilyen vonatkozásban általában káros hatása is van. A merülőfal mellett - gyakorlatban az ülepítő felszínének jelentős részén - holtter alakulhat ki. Az uszadékszap 10-15 cm-es merülőfal mélységénél is visszatartható.

Végül a 2-10. táblázatban összefoglalóan ismertetjük a Dorr ülepítők főbb tervezési alapadatainak irányértékeit.

2-10. táblázat

Dorr ülepítők főbb tervezési alapadatainak irányértékei

A jellemző méret, ill. paraméter	Számértékek
Medenceátmérő	20-50 m
A mélység-átmérő aránya	1:20 körüli érték
A medencefenék lejtése	1/20-1/7
Az iszapgyűjtő akna oldalfalának lejtése	3:2
Az iszapgyűjtő akna térfogata előülepítőnél utóülepítőnél	10-12 órai iszap 6-8 órai iszap
A bukóél "v" alakú fogainak szélessége	15-20 cm 3-4 mm
Minimális átbukási magasság	10-15 cm
Az uszadékfógó merülőfal merülési mélysége	0,25 $h_u/de > 0,6$ m/
távolsága a medencefaltól	
Tapadókodási idő: a szennyvíz szilárdulási és a technológiától függően változó, általában:	1-3 óra
Felületi terhelés:	0,5-2,0 m/óra
Utóbbi mechanikai tisztítás esetén	1 m/óra

Dortmundi ülepitők

A függőleges áramlásu dortmundi típusu ülepitőket kisebb szennyvíztisztító telepeken alkalmazták részben ülepitőként, nagyrészt pedig utóülepitőként. Mivel a vonatkozó hazai szakirodalom e műtárgytypust meg lehetőséget részletesen ismerteti, ezért a jelen kiadványban csupán néhány érdekesebb megoldásra hivatkozunk, amelyek építéstechnológiai szempontból különösen figyelemreméltók.

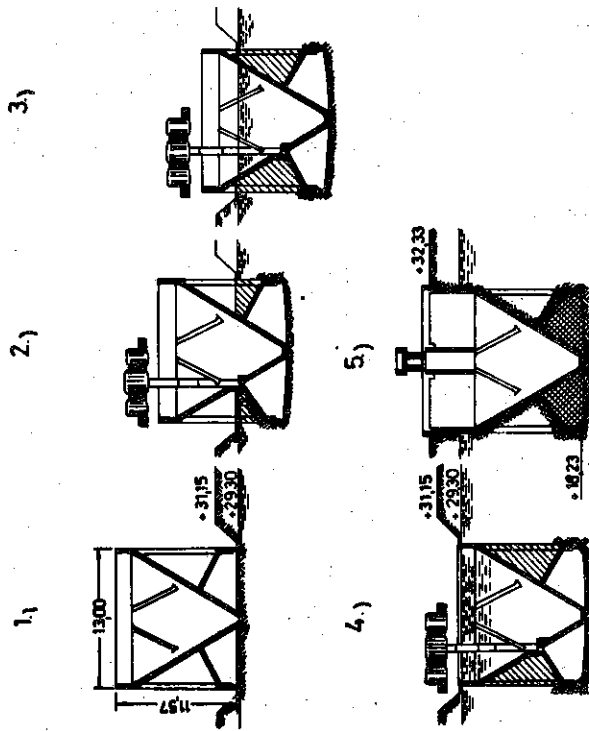
A Nyugat-Berlinben épült szennyvíztisztító telepen nagy szokatlanul nagy mélységű /15,3 m/ dortmundi ülepitőt létesítettek a következő megfontolással. Elvi megfontolások alapján az ülepitő alsó tölcéses részét sültőként kívánták egyidejűleg hasznosítani, ily módon kihasználva a sűrítőműtárgy létesítését. Feltételezve, hogy a nagyobb mélységű medencében árvényesülő nagyobb hidrosztatikai nyomás hatására gyorsabban megy végbe az iszap tömörödése, illetve konszolidációja, méréseket végeztek az iszap tömörségének változására vonatkozóan a vízszint magasság függvényében. Kitűnt, hogy a gyakorlatban valóban jelentős mértékben érvényesül a hidrosztatikai nyomás következtében előálló konszolidáció gyorsulása. Következésképpen a nagyobb mélységű ülepitőben a szap kialakulása volt elérhető. A szóban forgó vizsgálatok eredménye alapján azt a következtetést vonták le, hogy bizonyos esetekben indokolt lehet a hagyományos kialakítású ülepitőkhöz viszonyítva nagyobb mélységű műtárgyak kialakítása, feltételezve azt, hogy gazdaságossági számításal bizonyítható e megoldás előnye.

A jellemző méret, ill. paraméter	Számértékek
Áramlási sebesség a csatlakező bevezető csatornában	10-100 cm/s
Határsebesség az ülepitőben, amelynél a leülepedett anyag nem kerül ismét mozgási állapotba /házi szennyvíznél/	1-2 cm/s
Maximális áramlási sebesség a féméktartomány kivételével:	4-5 cm/s 2-3 cm/s
előülepitőnél utóülepitőnél	
Megjegyzés:	
egyes tartományokban /pl. a vízvezetékénél/ és speciális esetben /pl. erős szélben a felszíni sebesség/ a fenti értékeket meghaladja	
A kotró haladási sebessége	6 cm/s
Alapösszefüggések a méretezéshez: $t_{sz} = V_{ü}/Q_v$; $T_F = h_{ü}/t_{sz}$	

/A méretezési alapelvek az ÉSZ 511-75-ben/

A talajvíz jelenléte miatt szükséges talajvízszintszűrés vagy egyéb speciális alapozási eljárás ugyanis jelentős mértékben növelheti az építési, kivitelezési költségeket.

Fenti gondolatmenethez csatlakozva O. Pallasch és W. Triebel ismert könyve nyomán a 2-7. ábrán példát mutatunk be utóüleptítőként alkalmazott dortmundi rendszer keszonalapozására vonatkozóan.



2-7. ábra
Dortmundi üleptítő keszonalapozása
/Pallasch és Triebel nyomán/

A jellemző építési fázisok a következőkben foglalhatók össze:

- 1./ A munkagödör részleges kiemelése, a süllyesztőszekrény feküjének kialakítása. A töltéses süllyesztőszekrény betonozása.
- 2./ A zsillip felszerelése a süllyesztőszekrényre. A szekrény süllyesztése megfelelő légnyomás mellett, kb. 4 m mélységig. Ezzel egyidejűleg a kiemelt föld vízszinttelése az ábrán sraffozással jelölt területnek megfelelően.
- 3./ Süllyesztés további kb. 4 m mélységre, megfelelő levegőnyomás mellett, és ezzel egyidejűleg az üleptítő töltésének részének vízzel való feltöltése az ábrán jelölt mértékig.
- 4./ A szekrény süllyesztése a végleges mélységig, a múltárgy feltöltése vízzel. A sraffozással jelölt területen a korábban kiemelt föld betöltése. Az üleptítő hengeres részének részleges betonozása.
- 5./ Az üleptítőben lévő víz eltávolítása szivattyúval. A zsillip leszerelése. A betonozási munka befejezése.

A dortmundi üleptítő kialakítására és alapozására vonatkozóan további példaként bemutatjuk a 2-8. ábrát, amelyen csapadékvíz üleptítőként kialakított rendszer látható. A példa a frankfurti csatornázási gyakorlatból származik.

A 2-9. ábrán összefoglaló áttekintést adunk a vízelvezető és szolgálgató buktók fontosabb megoldásairól az ismert vázlatmunkák feltüntetésével. Utóbbiak segítségével jó kiemelt számítások végezhetők az elfolyó szennyvíz mennyiségére vonatkozóan.

Kétszintes ülepítők

Kétszintes ülepítőkhöz lévő ferde tereklapok, csőlapok kialakítása során ügyelni kell arra, hogy azok kellőképpen simára legyenek kiképezve az iszap lecsuszátásuk megkönnyítése érdekében.

Kétszintes ülepítőkhöz kapcsolatban érdekes példaként említhető a Manozak által közreadott javaslat, mely szerint kétszintes ülepítők praktikusán átalakíthatók olajvíztisztító kis szennyvíztisztító teleppé. Azért említtük e helyütt ezt a példát, mivel építési szempontból új, szerű megoldásokat tartalmaz.

Megjegyezzük, hogy a szennyvíztisztító műtárgyak létezésének gyakorlatában számos esetben előfordul olyan tény, hogy a már meglévő, régi - esetleg használaton kívüli - műtárgyakat felújítsuk, illetve átalakítsuk egy korszerű tisztítótelep műtárgyainak technológiai sorába iktatva. Erre vonatkozólag mutat szemléletes példát a Manozak nyomán idézett megoldás.

Lemmez és csöves ülepítők

A lemezes és a csöves ülepítőket nagyrészt azonos hidraulikai megfontolások alapján fejlesztették ki.

Először is, hogy az ülepítők kedvező üzemű lamináris és stabil áramlási viszonyokat tételvez fel. Ennek feltétele, hogy a Reynoldsz-szám értéke 500-nál kisebb legyen, a Reynoldsz-szám pedig 10^{-5} értéknél nagyobb legyen.

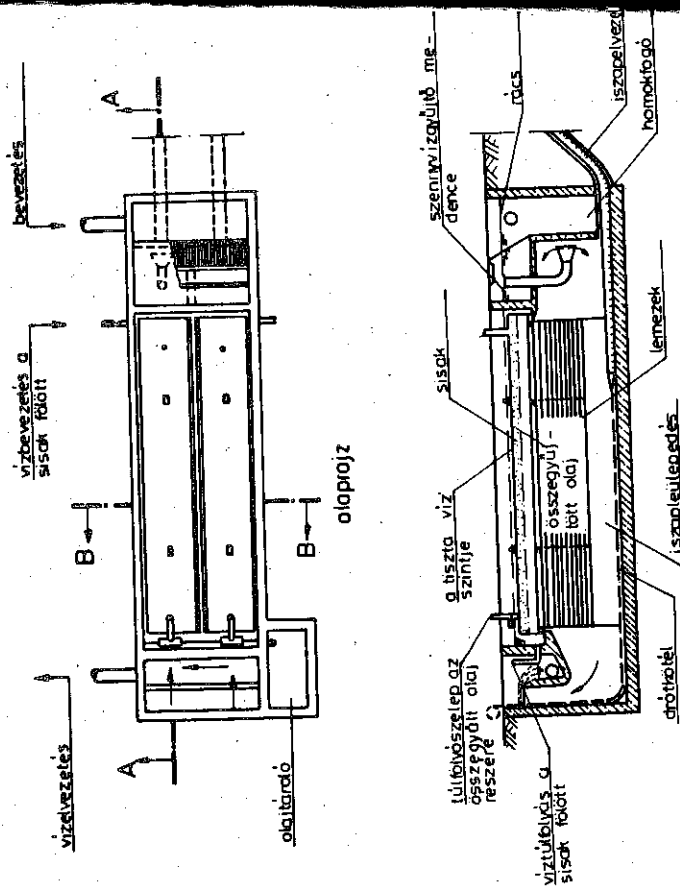
A lemezes ülepítőket ma már elterjedten alkalmazták, nagyrészt olajfogókként. Példaként a Shell-féle olajfogót említtjük, és a 2-10. ábrán mutatjuk be.

A csöves ülepitőket csak az utóbbi években kezdik alkalmazni. Értékelésüket illetően kiemeljük K.M. Yao munkáját. A gyakorlati kísérleti vizsgálatokat illetően pedig utalunk R. Heckel és M. Korn tanulmányaira. Utóbbi szerzők nyomán adjuk közre a 2-11. táblázatot, amely csöves ülepitőkkel kapcsolatos tervezési és üzemeltetési alapadatokat tartalmaz.

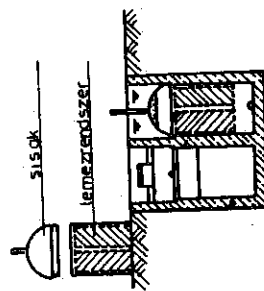
Csőves ülepitőkben a hidraulikai sugár elegendően kis értéke biztosítható, és ezzel egyidejűleg az ülepedési utchossz is rövid. A szennyvizitechnológiai gyakorlatban javasolt csőátmérő $d = 50-100 \text{ mm}$ / esetleg $25-150 \text{ mm}$. Ily módon a Reynolds-szám értéke 10-nél kisebb, a Froude-szám értéke pedig nagyobb mint $5 \cdot 10^{-5}$ feltételek adódhatnak. Yao szerint a csövek karcosága - hosszúság / átmérő $\lambda/d = 20$. A hajlásszög kisebb mint 40° . Heckel és Korn $50-60^\circ$ hajlásszög tartományt javasol, valamint $W/d = 10$ értéket ajánl, ami a leülepedett iszap lecsúszása szempontjából kedvezőbb.

Végül megemlítjük, hogy a csöves ülepitők részben új szennyvizitisztító telepekre, nagyobb részt azonban meglévő telepek kapacitásának bővítése céljából javasolhatók /műanyag csőköteges betéttel, hullámlemezekkel kialakított betétek, stb, amelyek meglévő tulterhelt műanyagokba megfelelő illesztéssel beépíthetők/.

A 2-11. a-c/ ábrán konkrét példát mutatunk be arra vonatkozóan, hogy egy meglévő tisztítótelepen üzemelő ülepitőbe miként iktatható be a lemez- vagy csőköteg a műanyag hidraulikai terhelhetőségének növelése érdekében. Ezzel is felhívjuk a figyelmet arra, hogy amennyiben a lemez- vagy csőkötegek beiktatása nem kellő formában történik, úgy hidraulikai szempontból rövidrezáródások, illetve kedvezőtlen áramlási holtterek képződhetnek.



hosszmetszet



keresztmetszet egy kiemelt rendszerrel

2-10. ábra

Shell-féle lemezes olajfogó /Shell cég prospektusa nyomán/

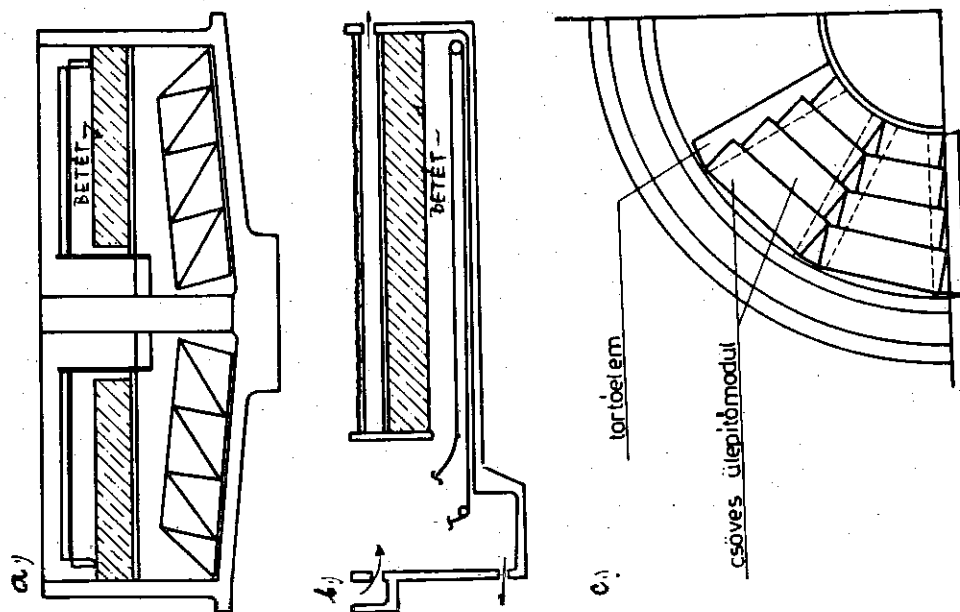
2-11. táblázat

Csöves ülepítők néhány tervezési és üzemeltetési adata

/Heckel, Korn/

Közelítő víz típusa	Száranyag koncentráció /befolyó/	Csőt- mére- d	Csö- hossz	l/d	Hajlás- szög	Felüle- ti ter- helés	Száranyag koncentráció /elfolyó/
- pelyhesített $Al_2SO_4 \cdot 18 H_2O$	< 200	50	500	10	55	14	< 50
- pelyhesített $FeCl_3 \cdot 6H_2O$	< 200	50	500	10	55	12-16	< 50
- nem pelyhesített	< 200	100	1000	10	55	14	20-30
Talajvíz	6-12	50	500	10	55	12	Fe: 1,0-4,5
- mechanikai tisztítás < 450	$V_{30} < 10$ /ml/l/	50	500	10	55	16-18	90-100
- biológiai tisztítás	> 2000	100	1000	10	55	7	< 30
a/ esztétikus	< 2000	80	800	10	55	9	< 30
b/ csapadéktisztítás	< 300	80	800	10	55	10-12	40-50

Megjegyzés: V_{30} = 30 perc alatt leülepsző lebegőanyag /ml/l/



2-11. a-c/ ábra

Működő tisztítótelepen működő ülepítőkhöz történő lemez-
vagy üléskőteg beiktatása lemez, illetve csöves ülepi-
tők kialakítása érdekében
/EPA kiadvány nyomán/

Kocsimosókkal kapcsolatos hordalékfogyó-medencék

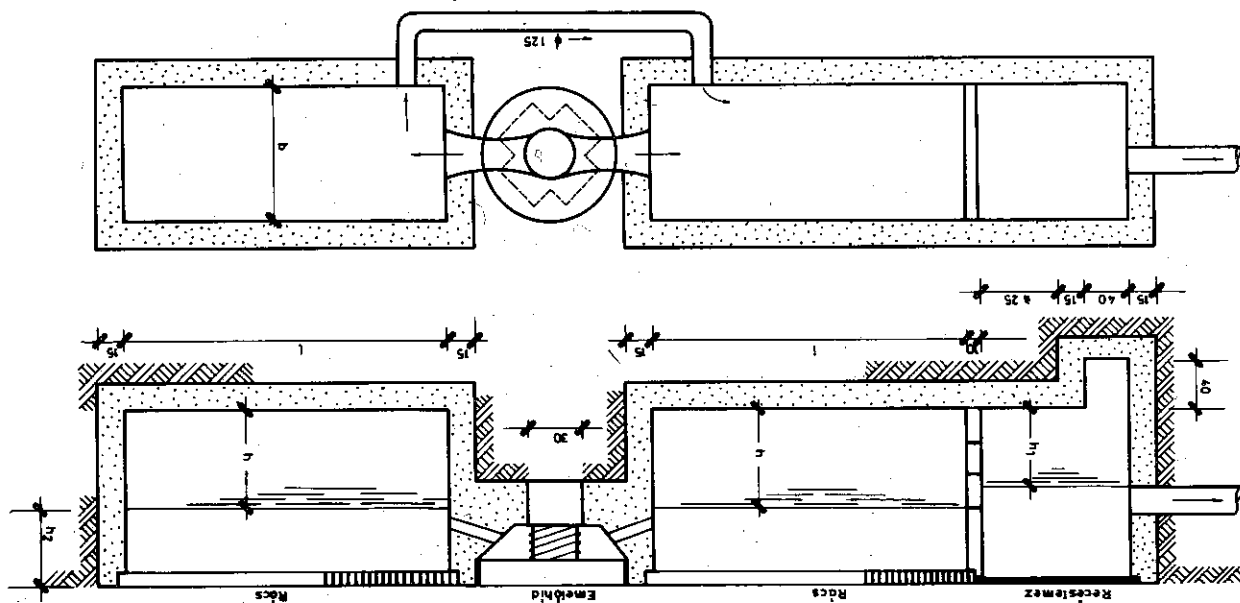
A gravitációs ülepítők alkalmazásának egyik speciális példája a gépkocsimosó telepeken, garázsoknál, stb. alkalmazott hordalékfogó medencék. Kialakításukra vonatkozóan számos előírás és méretezési eljárás ismeretes.

Konkrét példaként a 2-12. ábrán mutatunk be egy megoldást F. Genal nyomán, amely változat főképpen nagyobb létesítmények esetében javasolható. A 2-12. táblázatban láthatók a fontosabb méretezési alapadatok a kocsimosások számának függvényében. A medence fő méretei, valamint a szükséges hasznos térfogat a táblázat alapján egyszerűen meghatározható.

Útépítőmedencék alapozási hibái

A szennyvíztisztító berendezések létesítésével, építésével kapcsolatban esetenként találkozunk olyan alapozási hibákkal, amelyek tanulságosak lehetnek hasonló berendezések építésekor. Ezuttal az ülepítők alapozási hibái közül emlitünk két konkrét példát Széchy Károly munkája nyomán. A röviden ismertetésre kerülő példák magas talajvíz mellett létesített kétszintes ülepítők alapozására vonatkoznak.

Első példaként egy kétkamrás vasbetonszekerénként szállasztott lakótelepi kétszintes üleptő példájára hívatkozunk. Fő méretek: alapterület $10,9 \times 5,7$ m; a szállasztás szintje a terepszinthez viszonyítva: 10 m; a talajvízszinthez viszonyítva $7,7$ m.



2-12. 6bra
Kosmosobkka kapsołator nordaléktog medence
/P. Genal nyman/

A kocsimosá- sok száma	Hasznos meden- ceterfogat	Hosszúság	Szélesség	Vízmélység	h_1
50	2.000	200	100	50	45
100	4.000	265	125	60	55
150	6.000	285	150	70	65
200	8.000	290	175	80	75
250	10.000	300	185	90	85
300	12.000	300	200	100	95
350	14.000	315	200	110	105
400	16.000	330	200	130	115
450	18.000	345	200	130	125
500	20.000	355	200	140	135

Megjegyzés:

a/ Fajlagos vízfelhasználás: 40 l/mosás

b/ A h_2 értéket a fagyhatár figyelembevételével kell meghatározni. /1. a 2. táblázat/
c/ Számpélda: az igazoltatási periódus 4 hét; a kocsimosások száma 10 db/nap;
a kocsimosások teljes száma/hetente 6 nappal számolva/
 $4.6.10 = 240 \approx 250$ Tehát $V = 10 \text{ m}^3$

Kocsimosók hordalékotfogóinak kialakításra vonatkozó irányelvek
/DIN 1999 nyomán/
2-12. táblázat

Megjegyezzük, hogy a szóban forgó területen egy évszázaddal azelőtt még mocsaras terület helyezkedett el. Ennek következtében a térszín alatt elhelyezkedő artézi víz nagy gáztartalommal rendelkezett. Bizonyos rétegben folyós homokot találtak, ami rendkívüli mértékben megnéhezítette a vasbetonszerkevény süllyesztési munkáját, amit hidromechanizációs eljárással kívántak megoldani. Amikor a vasbeton kut vágóéle áthaladt egy felső agyagrétegen, a folyós homok nagy tömegben folyt be a szekrénybe. Ezért a süllyesztést a továbbiakban nyíltvíztartással kívánták folytatni. Mivel ez a módszer sem vezetett eredményre, a vákuumkutas talajvízszint süllyesztés módszerével próbálkoztak. E módszert azonban a fentiekben már említett gáztartalom víz miatt szintén nem lehetett alkalmazni megfelelő hatásokkal.

Végül is a műtárgyra tülterhelést iktattak és így módon sikerült jól megközelíteni az előírt alapozási szintet. Ezt követően további problémaként jelentkezett a műtárgy alsó síkját lezáró 70 cm-es vastagságú betonrétegnek az elkészítése. Egyrésztől ugyanis a 70 cm-es betonvastagság kicsinynek bizonyult az adott esetben érvényesülő nyomással szemben. Másrészt pedig a vízből kilváló gázbuborékok az elkészített betont meglehetősen lazáká alakította, ami a kellő mértékű vízzárósság akadályozta.

Végül megoldásként vaslemez bélést építettek be a kétszintes ülepítő kamráiba. Az ehhez felhasznált anyag sulya kamránként 17 t volt. E példa alapján levonható következtetések: az előzetes feltárás hiányosságai miatt jelentős mértékben megnövekedett az építés időtartama, az építés költsége, illetve ezzel egyidejűleg az anyag felhasználás is.

A helyes alapozási mód - Széchy K. véleménye szerint - a következő lett volna: munkagödör kiemelése, illetve süllyesztés víz alatti kotrással /nem pedig hidromechanizációval/. Ezzel egyidejűleg nagyobb biztonságot kellett volna figyelembe venni az alsó lezáró betonréteg vastagságának meghatározásakor, figyelembe véve a 7,5 m-es vízszilop nyomást a számítások során.

Egy másik példaként egy kör alaprajzú kétszintes ülepítő építésével kapcsolatos tapasztalatokat említjük. A műtárgy fő méretei: a belső átmérő: 10; mélysége: 11,1 m; a medence falvastagsága: 0,6 m. A műtárgy lényegében vasbeton szerkezetű kútnak tekinthető.

Az adott esetben a talajvíz a térszínhez közelebb emelkedett el. A süllyesztést nyíltvíztartással, illetve kézi uton történő munkagödör kiemeléssel próbálták megoldani. Ezuttal is felmerült azonban a folyós homok beáramlásának problémája, aminek következtében a kut körül területen talajrozkadás következett be. Mivel e megoldás eredménytelennek bizonyult, markolóval folytatták a munkagödör kiemelését. Ezuttal is problémát okozott az elkészített fenékbeton laza szerkezete. A műtárgy belső szerkezeti részleteinek beépítését, illetve kialakítását csak oly módon tudták megoldani, hogy a műtárgy körül szűkebb körben elhelyezték a talajvízszint süllyesztés érdekében.

Az esetben a célszerű alapozási megoldás - Széchy K. véleménye szerint - a következő lett volna. Az akna süllyesztését víz alatti kotrással kellett volna megoldani. Ezzel egyidejűleg időtartama és költségei jelentős mértékben csökkenthetők lettek volna.

Egyéb építési hibák ülepítő létesítésével kapcsolatban

Különböző szennyvíztisztító telepek próbüzemeltetése során több alkalommal tapasztaltunk kivitelezési hibákat, amelyek pl. a szennyvíz bevezetését biztosító elemek, tárcsák, stb. pontatlan elhelyezésében nyilvánultak meg. A hibás kivitelezés áramlási zavarokat okozhat. Pl. a T-csövek és Stengel-fejek pontatlan, aszimmetrikus elhelyezése az ülepítő egyoldalu terhelését okozhatja. Dorr típusú ülepítőknél a Stengel-fejeket tartó - a vízbevezetést szolgáló - középső betonhenger tengelyének a függőleges iránytól való eltérése is egyoldalu terhelést okozhat. Ugyanez a probléma természetesen a dortmundi ülepítőknél is előfordulhat.

Az említett pontatlanságok - még néhány cm-es eltérésnél is - számottevő holtterek kialakulására vezethetnek. Általánosságban elmondható, hogy az ülepítő műtárgyak szimmetriájától való bármilyen /szerkezeti: vízbevezetés, vízelvezetés; terhelési, vízminőségi; fizikai; kémiai/ eltérés egyoldalu terhelést, holtterek, vízhengek kialakulását okozhatja, ami egyrészt a hasznos térfogat csökkenését, másrészt pedig helyenként a megengedettnél nagyobb áramlási sebességek kialakulását eredményezheti. Az említett hiányosságok jelzőanyagokkal végzett vizsgálatokkal jól kimutathatók. A tapasztalatok szerint a vízbevezetésben és a vízelvezetésben észlelt hiányosságok egyaránt számottevő hatásúak, bár a vízbevezetés helytelen megoldásának súlyosabb következménye lehetnek.

Még egy - első közelítésben jelentéktelennek látszó - példaként a vízelvezetést biztosító bukóélek vizsgálatán történő felerősítésének problémájára utalunk. Több szennyvíztisztító telepen tapasztalható, hogy a szennyvízben a lemezből kialakított állítható bukóélek és a felerősítés alapjául szolgáló betonfal között nincs megfelelően közbeiktatott tömítőanyag /gumilemez/, amikor a vízelvezetés nem a bukóélen keresztül, hanem a betonszerkezet felső élén keresztül történik. Ez pedig rendkívül egyenlőtlen elterhelést eredményezhet, aminek következtében a műtárgyban kialakuló áramlási viszonyok kedvezőtlenek. Hasonló problémák adódnak az esetben is, amikor pl. vaslemezről készített vízelvezető vályukat alkalmaznak, pl. két végen történő felfüggesztéssel vagy feltámasztással. Ez esetben a vályuk csekély mértékű behajlása /belógás/ is nagymértékű elterhelés változásokat eredményez.

Az ülepítő műtárgyak kivitelezési gyakorlata még számos további problémát vehet fel. Ilyen vonatkozásban utalunk a hazai és a külföldi szakirodalomra.

2.5 Zsír-, olaj- és benzinfogók

Az usztató berendezések víz- és szennyvíztechnológiai vonatkozásban elsősorban zsír-, olaj- és benzinfogók műtárgyakként jelentkeznek. Alkalmazási területek: vághálóak, hűtőházi és husfeldolgozó üzemek, továbbá házi- és olajgyártó, valamint feldolgozó üzemek, vendéglátóipari létesítmények stb. területéről elfolyó szennyvizek tisztítása; nyersolaj feldolgozó, gépkocsiszállító stb. üzemek szennyvizeinek kezelése.

Az usztató műtárgyak működésének alapelve a gravitációs erő hatására végbemenő ülepedés törvényszerűségének felel meg. Méretezési alapképletként a Stokes-féle összefüggés alkalmazható, esetleg annak bizonyos korrekciós tényezővel módosított alakja.

Méretezési alapadatok

Zsir- és olajfogók esetében a mértékadó részecske-átmérőt 0,25 - 0,30 mm között szokás megadni. Egyes külföldi előírások $d=0,15$ cm értéket vesznek alapul. Az átlagos tartózkodási idő $t_{sz} = 2-5$ perc. A maximális szennyvíz átáramlási sebesség olajfogók esetében 15 cm/s körüli érték. A w feluszási sebesség tájékoztató értéke 1-5 mm/s. Az usztató műtárgyakban leválasztott könnyű folyadékok sűrűsége általában 0,8-0,9 g/cm³ határok között van.

Német előírások szerint 1 l/s szennyvízhozamunként 0,25 m² zsirfogó alapterülettel kell számolni. 90 % feletti leválasztási hatások eléréséhez az alábbi tartózkodási idők szükségesek /F. Sierp adatai nyomán/:

$$\begin{aligned} Q_v &= 0,5 - 9,0 \text{ l/s terhelésnél minimálisan } 3 \text{ perc} \\ Q_v &= 10 - 19 \text{ l/s terhelésnél minimálisan } 4 \text{ perc} \\ Q_v &> 20 \text{ l/s terhelésnél minimálisan } 5 \text{ perc} \end{aligned}$$

Benzinfogók számításánál 0,85 g/cm³ sűrűséggel lehet számolni. Benzinfogók esetében legalább 95 %-os leválasztási hatások előírása szükséges, amihez 3-6 perc átlagos tartózkodási idő tartozik. Az átáramlási középsebesség maximálisan 1,0 cm/s lehet.

Hosszanti átfolyású olajfogók méretezéséhez használható néhány alapadatot tüntet fel a 2-13. táblázat A. Kropf nyomán.

2-13. táblázat

Jellemző adatok olajfogók méretezéséhez

Anyagtípus	Fajsúly γ /kp/dm ³	Feluszási sebesség w /m/h	Az olajfogó felületén felülte w -ben 1 lit/s vízhozamra
Petroleuméter	0,75	22,5	0,16
Petroleum	0,80	18,0	0,20
Kőnyúlaj	0,85	13,5	0,27
Kénolaj	0,90	9,0	0,40

Megjegyzés: a w sebesség a $d = 0,25$ mm mérethez tartozik

A svájci előírások is $d_{\min} = 0,25$ mm-es cseppátmérőt javasolnak számításba venni. Ez esetben kb. 90 %-os olajlelvasztási hatások várható. Az olajcseppek mérettartományára szerint megkülönböztethető:

- a/ durva diszperz, vagy heterogén rendszér / $d > 500 \text{ m}\mu$;
b/ kolloid rendszér / $1 < d \text{ m}\mu < 500$;
c/ oldat / $d < 1 \text{ mm}$).

Az üzemeltetésnél megengedhető felusztott anyag /benzin/ rétegvastagsága a Passavant cég adatai szerint:

- < 2 1/s terhelésnél max. 10 cm;
2-6 1/s terhelésnél max. 14 cm;
> 6 1/s terhelésnél max. 20 cm.

Amenyiben a fenti értékeket az üzem során tullep-
jük, a feluszott benzín eltávolítandó. Zsírfofogók eseté-
ben, ha a zsír vastagsága eléri a vízmélység $1/5-1/10$.
érszét, akkor célszerű az uszadékot eltávolítani.

Az usztató berendezések hatásfokát növelni lehet levegőbefúvás segítségével, mikor is flotációs hatás érvényesül. Légbefúvásos zsirfogók esetében K. Imhoff 0,2 levegő/1 m³ átfolyó szennyvíz fajlagos értékét ajánl 3 perces tartózkodási idő feltételezésével. A flotáció hatásfoka növelhető a befúvott levegőhöz történő klóraddagolással. R. Randoif szerint a befolyó szennyvízre vonatkoztatva 1,0 - 1,5 mg/l klórkonzentrációnak megfelelő adagolás célszerű.

Ugyancsak német előírások alapján /DIN 1999/ adjuk közre a 2-14. táblázatot, amelyben benzinfogók és a csatlakozó hordalékfogók kialakításával kapcsolatos irányelvek láthatók.

~~Benzinforok és a csatlakozó hordalékforok kizárkításával kapcsolatos irányelvek~~

/DIN 1999 nyomán/

B a n z a m f o r g										
H o r d a l e k f o r g										
Minimális méretek az előfolyó munkálati számla / házipost telefonát /										
Korlátlan méretek										
Négyzetes méretek										
Szenyvíz- hozam l/1/s	A köcshe- lyek száma	Csapadékvíz- gyűjtő tart- lat	max. /s/	A vízcsa- pok száma	A hordalekto- gokozatok és alvezet csat. min. átmérője mm/	Azért Térforrás mm/	Hozam mm/	Szállás mm/	Kétyes mm/	Térforrás l/1
1.0	5	100	2	100	450	140	1.000	800	650	520
1.5	8	150	3	100	650	240	1.000	800	650	520
2.0	12	200	4	100	650	360	1.000	800	650	520
3.0	25	300	7	100	800	650	1.000	800	650	520
4.0	40	400	10	125/150	1.000	1.050	1.000	800	750	840
5.0	60	500	15	125/150	1.200	1.550	1.000	900	900	1.800
6.0	100	600	20	150	1.500	2.500	1.000	1.000	1.000	2.500

Megjegyzés! Csapadék- és szennyvízvezeték csatlakozás nem köthető a tisztítóberezsekre.

Megjegyzés: Csapadék- és szennyvízvezető csatorna nem kötődik a tisztítóbelenekhez.

4-1-74

Adott esetben a szennyvízhozam /l/s/, illetve a komposztáló helyek száma függvényében meghatározhatók a benyújtandó és a hordalékfogó főbb adatai.

A hazai gyakorlatot illetően - sajátos módon - nem lehet beszámolni kimondottan jó hatásfoku usztató berendezések építéséről és működéséről. Meg kell állapítani, hogy ezen a területen rendelkezésre álló berendezések még sok kívánnivalót hagynak maguk után. Annak ellenére, hogy az ötvenes évek során tipusterveket dolgoztak ki zsírfogó aknákra vonatkozóan, amelyek célszerű kialakításuk és építéstechnológiaiailag jól megoldhatók, mégsem állítható, hogy a zsír- és olajfogók működése - a hazai tapasztalatokat figyelembe véve - probléma mentes. E területen további fejlesztő munkára van szükség.

Példaként emlíjük a MÉLYÉPTERV által kidolgozott, 1/s terheléstartományra méretezett zsírfogó aknát, amelyre vonatkozó főbb méretezési adatokat a 2-15. táblázatban adjuk meg /a NOT katalógus alapján/. E rendszer vendéglátóipari és husfeldolgozó üzemek szennyvizei zsírtartalmanak eltávolítására szolgál. Építéstechnológiai szempontból viztelenített munkagödörben létesített téglalap alapra zu beton, vagy vasbeton aknáról van szó. A lefedést leemelhető, előregyártott vasbetonlemez biztosítja. A táblázatban jelölt főméretek: A a zsírfogó akna hossza /folyásirányban/; B az akna hasznos szélessége; C a vízmélység.

Végül utalunk "A csatornázás és a szennyvíztisztítási technológia hidraulikája" című közleményben megjelenő munkákra, amelyben részletesen tárgyaljuk az usztató berendezések működésével, kialakításával kapcsolatos alapelveket és elméleti összefüggéseket is.

Zsírfogó aknák főméretei
/a MOT nyomán/

Műtárgy jele	Vízmeny. /l/s/	Főméretek		
		A /m/	B /m/	C /m/
A	2	1,25	0,70	0,80
A	3	1,50	0,80	0,60
A	4	2,00	0,90	0,70
A	5	2,50	1,00	0,80
B	2	1,25	0,70	0,60
B	3	1,50	0,80	0,60
B	4	2,00	0,90	0,70
B	5	2,50	1,00	0,80
C	2	1,25	0,70	0,60
C	3	1,50	0,80	0,60
C	4	2,00	0,90	0,70
C	5	2,50	1,00	0,80

/A=hosszúság; B=szélesség; C=vízmélység/

Biológiai szennyvíztisztítás

A mesterséges biológiai szennyvíztisztítás két legfontosabb változatának - az eleveniszapos és a csepegtetőtestes szennyvíztisztítás - megvalósításához a következő alapvető feltételek szükségesek:

- a/ a szennyvízben lévő lebontható vegyületek, amelyek a mikroorganizmusok számára tápanyagot képviselnek;
- b/ oldott oxigén jelenléte, ami az aerob lebontási folyamatokhoz szükséges;
- c/ mikroorganizmusok jelenléte, amelyek az enzimek által katalizált biokémiai lebontási folyamatokat megvalósítják adszorpció és abszorpció és abszorpció mellett;
- d/ az a-c/ pontokban említett három főtenyező: a lebontható vegyületek, az oldott oxigén és a mikroorganizmusok számára kedvező feltételeket biztosító kontakt-tér, reakció-tér;
- e/ és végül megfelelő kontakt-idő, reakció-idő.

A környezeti feltételek közé sorolhatók a reakció-térben biztosított hőmérséklet, áramlási viszonyok, stb. amelyek egyenként is meghatározó szerepet játszhatnak.

2.6. Levegőztető medencék

Az eleveniszapos szennyvíztisztítás fő műtárgya a levegőztető medence. Az eleveniszapos eljárás a vízfojtókban lejátszódó természetes öntisztulási folyamat

mesterséges körülmények között megvalósított gyorsított változatának tekinthető. A mikroorganizmusok megfelelő életfeltételeinek biztosításához gondoskodni kell:

- a/ az eleveniszap szuszpenzióban tartásáról a kedvező áramlási viszonyok megvalósításával;
- b/ az aerob viszonyokhoz szükséges oldott oxigén beviteléről, ami a szennyvíz levegőztetésével valósítható meg.

Az eleveniszapos tisztítás alapsémáját a levegőztetőmedence és az utóülepítő műtárgyak együttese képezi, amelyek között a kapcsolatot a szennyvíztárolás és az iszaprecirkuláció képezi.

A háztartási és az ipari szennyvizek mennyiségi és minőségi jellemzői és azok változásai különböző tisztítástechnológiákat igényelnek. Ennek megfelelően a klaszikus eleveniszapos technológiából kiindulva számos változatot fejlesztettek ki az elmúlt, közel egy évszázad folyamán.

A fejlesztési munkára jellemző:

- a/ egyrészt a terhelés növelésére - a beruházási költségek csökkentésére - irányuló törekvés;
- b/ másrészt - főként kistelepeknél - az üzembiztonság növelése;

- c/ végül a különböző szennyvizek mennyiségi és minőségi viszonyaihoz, illetve a szükséges tisztítási hatásokhoz igazodó speciális technológiák kimunkálása.

Az eleveniszapos rendszerek osztályozása különböző szempontok alapján történhet. Az osztályozás részleteit illetően utalunk a Mezőgazdasági Kiadónál megjelenő munkánkra.

Az eleveniszapos szennyvíztisztító rendszereket jellemző változók a következőkben foglalhatók össze:

- a/ a szennyvíz mennyiségére és minőségére jellemző változók;
- b/ az eleveniszap mennyiségére és minőségére jellemző változók;
- c/ a levegőztetésre vonatkozó jellemző mennyiségek;
- d/ az üzemi viszonyokra jellemző változók;
- e/ a műtárgyak /a levegőztető medence és az utóülepítő/ térkialakítása által befolyásolt tényezők;
- f/ és végül a tisztítási hatások, illetve általában a hatások jellegű mennyiségek.

Az eleveniszapos tisztítástechnológiára jellemző főbb általános szempontokat követően az alábbiakban térünk rá a levegőztető medencék építésére, kialakítására vonatkozó néhány szempont összefoglalására.

A levegőztető medencék az eleveniszapos szennyvíztisztító rendszerek legfontosabb műtárgyai. Az utóbbi 10-15 évben tapasztalható intenzív kutatási munka eredményeképpen különböző típusú levegőztető rendszereket dolgoztak ki világviszonylatban. Állandó törekvés tapasztalható a műszakilag megfelelő és gazdaságos megoldások kialakítása érdekében.

Hazai vonatkozásban is - különösen az elmúlt 10 évben - jelentős figyelmet szenteltek e problémakörnek mind kutatási, mind tervezői vonatkozásban. Ennek eredményeképpen ma már figyelemreméltó tapasztalatokkal rendelkezünk a levegőztető berendezések tervezésére és üzemeltetésére vonatkozóan.

Jelen fejezetben összefoglaló jelleggel ismertetjük a hazai viszonylatban jelentősebb levegőztető rendszerek kialakításának és tervezésének néhány fontosabb irányelveit. A Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetben folytatott több éves kutatási munka alapján összefoglaljuk azokat a fontosabb szempontokat és alapadatokat, amelyek a levegőztető medencék és levegőztető szerkezetek célstruktúrájának kialakítására vonatkoznak. Ennek során tárgyaljuk a vízszintes- és a függőleges tengelyű levegőztető rendszereket, és a légbefúvós /INKA rendszerű/ berendezéseket. Végül röviden említést teszünk a nagytérfogató földmedencék és műtárgyak kialakításáról.

Vízszinttengelyű levegőztető rendszerek

A vízszinttengelyű levegőztető rendszereket hazánkban már több évtizede alkalmazzák. Az ún. "Rocylaktív" típust a legnagyobb hazai tisztítótelepekre is betervezték /Pécs, Dél-Pest/. Ezért indokoltnak láttuk részletes kísérletekkel felülvizsgálni a nálunk megépített medencetípusokat főként áramlástan és az ezzel szoros összefüggésben lévő origénbeviteli szempontokból. A vizsgálatok részleteiről a szakirodalomban már beszámoltunk. Ezért ezúttal csupán a végkövetkeztetéseket foglaljuk össze az utóbbi években szerzett üzemi tapasztalatokké együtt.

A kísérletekből megállapítható, hogy a vízszinttengelyű levegőztető medencék rotorjainak forgásirányul áramlástan szempontból a víztér felé történő forgási iránya javasolható /a rotor alsó részére vonatkoztatva. A rotorbemerülés értéke általában nem adható meg /az az alkalmazott rotor átmérőjének arányában sem/.

Hidraulikai szempontból nagyságrendje a hazánkban szokásos rotor-átmérők esetén - amint vizsgálataink mutatják - 5-15 cm között változhat az iszapkoncentráció, a medence méret és az alak függvényében. A célszerű bemerülés meghatározására esetenként kismintakisérlet végzése javasolható.

A levegőztető medencék jó működésének másik fontos feltétele a rotor célszerű elhelyezése. A szokásos két változat: a medence sekélyebb, illetőleg a mélyebb oldalára történő elhelyezés. Kísérleteink során az utóbbi megoldás mutatkozott megfelelőbbnek. Ez esetben az egész medencetér fogatra vonatkoztatott átlagsebesség nagyobb és a helyeképződés szempontjából kedvezőbb, kisebb holtteret eredményez. A nagyobb átlagsebesség oka valószínűleg az, hogy ez esetben a folyadék tömeg súlypontja a rotorhoz közelebb esik. Így ahelyett, hogy a rotor helyileg tulzott turbulenciát idézne elő /ami a sekélyebb oldalon történő elhelyezés esetén a rotor környezetében észlelhető/, az egész folyadéktér átlagsebességét növeli. Ezáltal csökken az iszapleülepedés veszélye. Természetesen a rotorhoz közeli folyadéktérben így is nagyobb a turbulencia, mint egyéb helyeken.

A levegőztető medencék helyes üzemelésének alapvető feltétele a hidraulikailag kedvező keresztmetszet kialakítása. Ha a medence fenékvonalában a sebességek megfelelő nagyságúak /20-30 cm/s/, akkor iszap nem rakódik le. A klotoid-alak esetében az áramlási holtterek nagysága csökkenthető és nagy fenéksebességet érhetünk el. Nem célszerű a helyi nagygörbületű medencekialakítás, és áramlási szempontból nem megfelelő a tulzottan elnyújtott /függőleges vagy vízszintes irányban/ medencealak sem.

Ez utóbbi esetben a nyújtott medence mélyebb részén önálló vízhengeter alakul ki, ami az egész teret kitöltő egységes áramlás kialakulása szempontjából kedvezőtlen. Gyakorlatilag célszerűbb, ha a medence keresztmetszet vízszintes irányban kissé elnyújtott, más szóval a mélység és a szélesség aránya egynél kisebb legyen. Az említett arány felvételére 0,7-0,8 közötti érték javasolható. Ez esetben ugyanis kevésbé áll fenn az a veszély, hogy - különösen detergenseket tartalmazó szennyvizek esetében - a medencefenéken holtter alakul ki.

Az irodalomban gyakran találkozunk a terelőelemek beépítésének kérdésével. A már korábban hibásan megépített medencékben az áramkép megfelelő módosítása céljából gyakran alkalmaznak terelőelemeket. Kísérleteink eredményeképpen megállapítottuk, hogy a terelőelemek alkalmazása a levegőztető medencék áramlási terének megjavítására nem minden esetben javasolható. A medence alakját kell elsősorban úgy megválasztani, hogy az áramkép kedvező legyen, leülepedés ne történjen. Terelőlapok beépítésével elérünk ugyan helyi sebességnövekedéseket/pl. a medence fenékvonalában/, de azonos energiafelvitel esetén máshol még jelentősebb sebességcsökkenések mutatkoznak, ami a mozgó közeg átlagsebességének csökkenését eredményezheti. Az elvesztett mozgási energiát a megnövelt súrlódás emésztí fel. Egyidejűleg a medencére vonatkoztatott Reynolds-szám lecsökkent az átlagsebesség és a jellemző hosszak megváltoztatásának eredményeképpen.

Az elvégzett kísérleteink alapján az elmúlt években tervezési irányelveket adtunk az újabb megvalósított tisztítótelepek esetében. A próbázemek, de még inkább a tartós üzemek során kitűnt, hogy a vízszintes tengelyű

levegőztető rendszerek leggyengébb pontjai a csapágysínek. Felmerült a gondolat, hogy korszerűbb, kisebb súrló rorszerkezetek kialakításával a hazai viszonylatban eddig alkalmazott "Rocylaktív" típus helyett új rortípus gyártmányterveit dolgozzák ki. Ezt a feladatot oldotta meg az OVH Vizgépészeti Vállalat az ÉVM Mélyépítési Tervező Vállalattal, aminek során új típusú vízszintes tengelyű rotort terveztek meg, 60 cm-es átmérővel. Ekközben a szerző egy rotorsalád kialakítására tett javaslatot az alábbi elgondolás szerint:

- 60 cm átmérőjű rotor kialakítása a konvencionális vízszintes tengelyű rendszerekhez, valamint kistelepekhez;
- 80 cm átmérőjű rotor kidolgozása a szokásosnál nagyobb hasznos keresztmetszetű medencékhez, valamint az oxidációs árkokhoz;
- 100 cm átmérőjű rotor kialakítása nagytérfogató, árokszerűen kiképzett betonmedencékhez. /E megoldás alap gondolatát a mamutrotorokkal kapcsolatos külföldi tapasztalatok adták./

Függőleges tengelyű levegőztető rendszerek

A függőleges tengelyű levegőztető rendszerek kialakítására az utóbbi néhány évben hazánkban is jelentős figyelmet fordítottak tervezők és kutatók egyaránt. Bár jelenleg még nem áll rendelkezésre megfelelő számú üzemeltetőn működő függőlegestengelyű levegőztető rendszer, a jelentős tapasztalatokat szerezhettünk modellben és üzemben mértben végzett hazai kísérletek, valamint külföldön üzemben mértben végzett mérések alapján.

Az alábbiakban összefoglaljuk azokat a fontosabb megállapításokat, amelyek a műtárgy hidraulikailag kedvező térkialakítására vonatkoznak. Mindenek előtt megállapítható, hogy a medenceegység négyzetletes kiképzése előnyös azért, mivel így kevésbé tud kialakulni függőleges tengelyű vízhenger, ami lényegesen alacsonyabb fokú turbulenciát eredményezne, sőt a vízfelszínnek a rotor környezetében való depresszióját is előidézhethetné. Hasonló megfontolások alapján alkalmaznak vegyipari keverő reaktorok henger alakú kiképzése esetén a hengerpalást-ra radiális irányban felerősített torlólemezeket. A torlólemezek szerepét esetünkben a függőleges medenceélek, szögletek veszik át. Optimális esetben a rotorhoz viszonyított radiális és tangenciális irányú áramlási típusoknak egy eredője alakul ki.

A fenékszebesség növelését és bizonyos fókusz az áramvonalak vezetését célozhatja az ún. szivócső alkalmazása, amely a Simplex-rendszer szerves tartozéka. A BSK-turbin megoldás esetében a rotor tengelyvonalában, a medencefenéken beépített kúpnak szintén terelő szerepe van. Ez megfigyelhető a rotor alatt kialakuló örvény vonalának /amely a fordulatszámától, illetőleg a bemerüléstől függően légbuborékok kigyózó láncolata/ stabilizálódásából is. Véleményünk szerint a terelőelemek beépítése azonban csak részben előnyös. Ugyanis alkalmazásukkal valóban növelhető lokálisan a sebességek, mint pl. szivócső alkalmazása esetén a fenékszebesség /ami az iszapleülepedés megakadályozása érdekében feltétlenül előnyös/, azonban ennek árán máshol áramlási holtterek, illetőleg lassu átfolyások is terek képződhetnek.

A geometriai kialakítást illetően feltétlenül célszerűnek látjuk a medencefenék élének kiékelését, vagy még inkább lekerekítését.

Ugyanis a legkisebb fenékszebességek általában a medence alsó, vízszintes élénél tapasztalhatók, ahol az iszapleülepedés veszélye leginkább fennáll. Ugyanakkor a medence függőleges élei - az alsó lekerekített tartománytól tekintve - a turbulencia fokozása érdekében megmaradnak. Amennyiben szivócsövet építünk be, úgy lehetőleg csökkenni kell annak alsó végénél jelentkező belépési veszteségeket. A kúpnak a medencefenékhez csatlakozó alsó részénél történő lekerekítéssel a csatlakozás törésmentesen is megoldható. Természetesen a BSK-turbinánál alkalmazott kúp hidraulikai szempontból önmagában is kedvező, mivel a medencefenéken kialakuló torlópontban terelőhatás következtében a veszteségeket csökkenti.

A levegőztető rendszer főméreteinek arányával kapcsolatban megemlítjük, hogy célszerű a medenceemélység-medenceeszebesség arányt 5-10 m-es medenceeszebesség esetében $0,30 : 0,40$ érték körül felvenni. 5 m-nél kisebb eszebességű medencénél a mélység-szebesség arány $0,6 : 0,7$ is lehet. 10 m-nél szélesebb medencénél a meghatározó méret már a medenceemélység, amelyet $3,5 + 4,0$ m-nél nem célszerű nagyobb értékre felvenni. Ez esetben tehát a mélység-szebesség arány $< 0,35 : 0,40$. Amennyiben szivócsövet építünk a levegőztető medencébe, úgy nagyobb mélység is alkalmazható. Fenti irányértékek hidraulikai megállapításokon alapulnak, amelyekben tulmenően adott esetben építéstechnológiai szempontokat /pl. előregyártás, talajviszonyok stb./ is figyelembe kell venni.

A rotorátmérő - medenceeszebesség aránya célszerűen $0,1 - 0,2$ határok között vehető fel. Utóbbi értékekkel kapcsolatban még megemlítjük, hogy nagyobb rotorátmérő és kisebb fordulatszám alkalmazása esetén /azonos energiafelvétel mellett/ nagyobb vízszállítási érték érhető el,

A levegő- és oxigénbevitel faillagos értékei közelítő
számításokhoz
/INKA-rendszer/

1 kg BOI ₅	1 kg BOI ₅ / = / 35 - 40 m ³ levegő
1 m ³ BOI ₅	1 m ³ levegő / = / 280 g O ₂
35 m ³ levegő	35 m ³ levegő / = / 9800 ≈ 10000 g O ₂
40 m ³ levegő	40 m ³ levegő = 11200 g O ₂
INKA-rendszer	INKA-rendszer esetében kb. 10 %-os a hatások:
1 kg BOI ₅	1 kg BOI ₅ / = / 1,00 - 1,12 kg O ₂
1 m ³ BOI ₅	Teljes biológiai tisztítás esetén /kb. 92 %-os BOI ₅ lebontás/ : 1,3 - 1,5
1 m ³ BOI ₅	Teljes biológiai tisztítás és jelentős nitrifikáció esetén /pl. oxidációs áronál/ : 2,0
1 m ³ BOI ₅	Teljes biológiai lebontás és nitrifikáció esetén : 4,0
1 kg BOI ₅	1 kg BOI ₅ / = / 35 - 40 m ³ levegő
1 m ³ BOI ₅	1 m ³ BOI ₅ / = / 1000 g : 38 g/leé = 26,3 leé
35 m ³ levegő	35 m ³ levegő / = / 1,35 leé
26,3 leé	26,3 leé
Átlagos szennyvíz	Átlagos szennyvíz esetében /150 l/leé/:
1,35 - 0,15	1,35 - 0,15 = 8,9 - 10,1 m ³ levegő
Hig szennyvíz	Hig szennyvíz esetében /600 l/leé/:
1,33 - 0,6	1,33 - 0,6 = 2,2 - 2,5 m ³ levegő

mint kisebb rotorátmérő és nagyobb fordulatszám esetén. Ezzel szemben utóbbi feltétel mellett az áramlási térben nagyobb nyíróerő, azaz intenzívebb turbulencia lép fel, ami anyagátadási /oxigénfelvételi/ szempontból is előnyösebb. A rotor bemelegítését és fordulatszámát célszerű egymásnak megfelelően változtatni, mivel minden bemelegítési értéknek van egy optimális fordulatszám megfelelője. Ez valószínűleg azzal a hidrodinamikai jelenséggel magyarázható, hogy adott rotor esetében, adott fordulatszámánál van olyan bemelegítési érték, amelynél a rotor felső szintjét még éppen nem borítja víz. Ilyenkor a rotor nagy légbeszívó képességgel rendelkezik. A bemelegítés további növelésével a rotort fokozatosan elborítja a víz, mikor is a légbeszívás erősen csökken. Ily módon a kialakuló vízszin jelentős szerepet játszik.

Légbefúvásos levegőztető rendszerek

Célszerű röviden említést tenni a légbefúvásos rendszerekről is, amelyeket a korábbi évek során gyakran alkalmaztak külföldön, és néhány berendezés üzemel hazánkban is. Bár korszerűség tekintetében a felületi mechanikus levegőztető rendszerek jelentős térhódítása tapasztalható, bizonyos esetekben mégis előnyösebb lehet a légbefúvásos rendszerek alkalmazása. Jó példa erre a dorogi szennyvíztisztító telep, ahol a mechanikus felületi levegőztetés rendkívül intenzív habzást idézett elő, és úgy akkor az INKA-rendszerű légbefúvás esetén nem merültek ilyen mértékű nehézségek.

Az INKA-rendszerű levegőztető berendezések vizsgálati eredményeiről a szakirodalomban már több alkalommal beszámoltunk. Ezuttal csupán egy összefoglaló táblázatot mutatunk be, amelyben a légbefúvásos levegőztető rendszerek esetében alkalmazott levegő- és oxigénbevitel fajlagos értékeit állítottuk össze közelítő számítások céljára.

Nagyterfogatú földmedencék és műtárgyak

A szennyvíztisztítási célokra tervezett nagyterfogatú földmedencék és műtárgyak alkalmazása külföldön ma már elterjedtnek mondható. Ilyen vonatkozású tapasztalatokról számoltunk be a közelmúltban a hazai szakirodalomban. E problémakör nálunk is egyre idősebbé válik és várható, hogy a következő években egyre több földmedencét alkalmaznak a tervezők a szennyvíztisztítási feladatok megoldására.

A gyakorlatban alkalmazott földmedencék általában köralaprajzúak vagy négyzetalaprajzúak. A köralaprajzú megoldás áramlástanilag előnyösebb, mivel ez esetben a vízben energiabefektetéssel nagyobb átlagsebességek érhetők el. A négyzetalaprajzú elrendezés pedig valószínűleg a legkevésbé előnyös, mert a sarkok áramlását nem lehet teljesen elkerülni. A kör alakú medencék esetében a víz áramlása a kör középső részén a legnagyobb sebességgel, a kör pereménél a legkisebb sebességgel áramlik. A kör alakú medencék esetében a víz áramlása a kör középső részén a legnagyobb sebességgel, a kör pereménél a legkisebb sebességgel áramlik. A kör alakú medencék esetében a víz áramlása a kör középső részén a legnagyobb sebességgel, a kör pereménél a legkisebb sebességgel áramlik.

A földmedencék fő méreteit illetően változatos megfigyelések ismertek. A vízmélység általában 2,5-3,5 m, a vízfelületi területe 15-30 m. A rotortérő-medenceszelelesség aránya átlagosan 0,10-0,12 értékben vehető számításba. A medenceburkolat 1:1,5 hajlássággal készíthető ki. A medenceburkolat tartóinak az utburkolatok mintájára bemenettel fedett burkolat kialakítását, amit egyik osztrák tervező intézet is alkalmazott.

A rotor a medence szimmetria-középpontjában helyezhető el, megfelelően méretezett és alapozott állványon vagy oszlop kivételben. Az állványzathoz kezelőhid is kialakítható.

O ₂ tartalom mg/l	1,0 - 2,0 mg/l / a levegőztető medencében/
	4,0 mg/l-nél 35-40 %, 6 mg/l-nél pedig 100-120 % esztergátöltet igény merül fel, az 1,5 mg/l-es értékhez viszonyítva.
Gazdaságosság kg O ₂ kWó	A gazdaságos légbefúvás mélysége: h _r = 0,6 - 0,9 m Házai viszonylatban legcélszerűbb a h _r = 0,8 m Az INKA-rendszer gazdaságossági maximuma: 50-60 $\frac{\text{kg O}_2}{\text{m}^3 \text{ med.óra}}$ légbefúvánál van. Dobozos kialakítású levegőztetőnél 10 $\frac{\text{kg O}_2}{\text{m}^3 \text{ med.óra}}$ értékre is lecsökken. Gazdaságossági mutató: az 1 kWó-ra jutó bevitt O ₂ kg. Értéke az INKA-rendszerénél általában 1,0 - 2,0 kg O ₂ /kWó.

A külföldi példák ma már - megítélésünk szerint - kielégítő alapot adnak az üzemi méretű prototípusok hazai megtervezésére.

Következtetések, javaslatok

a/ Ma már hazai viszonylatban is jelentős kutatási, tervezői és üzemeltetői tapasztalatok állnak rendelkezésre levegőztető rendszerek kedvező kialakításával és hatásmechanizmusával kapcsolatban. Ennek alapján javasoljuk a jól bevált, korszerű levegőztető berendezések gyártmányterveinek egy-egy szempontra alapján történő kidolgozását és szabványosítását.

b/ A vonatkozó MSZ 15302-62R sz. ajánlott hazai szabványnak a levegőztető berendezések tervezésével kapcsolatos részei ma már korszerűtlenek - és jelezték a szükséges átdolgozást igényelnek. Ez az ÉSZ 511-75 tervezési előírások kiadásával megkezdődött.

c/ A korszerű levegőztető rendszerek kialakításához és szabványosításához szükséges alapadatok és irányelvek részben rendelkezésre állnak, részben pedig a jövőben végzendő szisztematikus kutatási munka eredményeként fognak kiadódni. Ugyanakkor célszerű lenne a hazai viszonylatban működő levegőztető berendezések üzemi paramétereinek felmérése, ami az eddigi hiányosságokra és ugyanakkor az előnyökre is iránymutató tájékoztatást nyújtana.

Levegőztető rotorok kialakítása

Az alábbiakban néhány szempontot és adatot emelünk ki a levegőztető rotorok kialakításával kapcsolatban függőlegestengelyű szerkezetek esetében.

Külföldi példaként a Geiger-Hamburg típusú levegőztető szerkezetet említjük. Kialakítását és a medencébe való beépítési módját /kétféle változatban/ a 2-13. a-b/ ábrákon szemléltetjük. Az a/ ábrán lévő változat olyan megoldást mutat, amelynél a medencén átfektetett, kétfázisú tartóként kialakított hidszerkezeten helyezkedik el a levegőztető rotor. A b/ alatti változat esetében a hidszerkezet egyik oldalán a medencefalra, másik oldalán tartólábakra támaszkodik. A 2-17. táblázatban feltüntetjük a Geiger cég által közölt adatokat a szóban forgó rotorra és a csatlakozó medencére vonatkozóan.

A külföldi tapasztalatok szerint a Geiger-Hamburg fázis levegőztető rotor tényleges üzemben is nagyon jó hatásokkal működtethető. Erre vonatkozóan - hazai viszonylatban - tapasztalatokkal nem rendelkezünk.

A Magyarországon gyártott függőlegestengelyű levegőztető szerkezetek közül a Vizgépészeti Vállalat gyártmányaként előállított VARIMIX típusú rotort emeljük ki. Szabadalmaztatva Magyarországon, NSZK-ban és Svédországban; feltalálók: Horváth I., Nagy L. és Bánvölgyi I./

A Vizgépészeti Vállalat keretében kifejlesztett levegőztető szerkezet kimunkálása során a feltalálók a következő három fő szempontot tartották szem előtt:

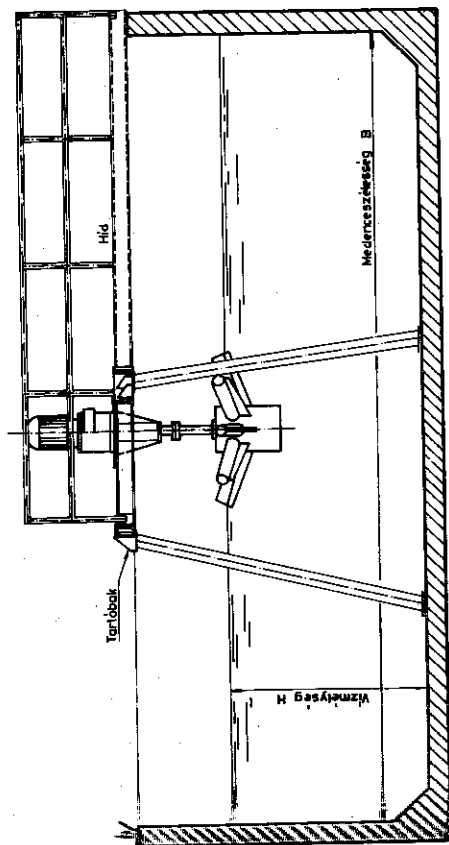
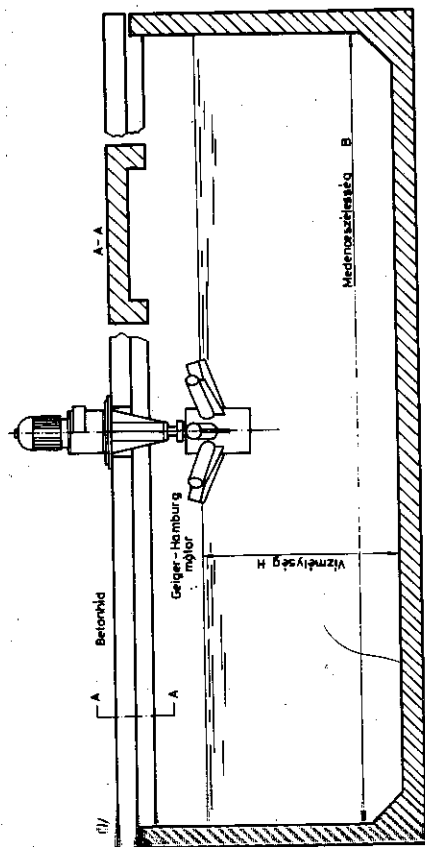
- a/ Olyan levegőztető szerkezet kialakítása, amely üzemi paramétereit és főbb teljesítményadatait illetően megfelel a külföldi viszonylatban el-

terjedten alkalmazott megoldásoknak, néhány mutatató tekintetében pedig kívánatos a hatások javítása.

b/ A levegőztető szerkezet szabályozhatósága - főleg a levegőztető vége a tervezésben és az üzemeltetésben jelentkező bizonytalanságokat /pl. a szennyvíz minőségi és mennyiségi változásai miatt adódó problémákat/ - célszerűen rugalmasabb kell legyen, mint ami a korábbi ismert típusok esetében általában elérhető volt.

c/ Végül célszerű olyan rotor-család kialakítása, amelynek egyes egyedei jó definiálható üzemi tartományokban alkalmazhatók - hasonlóképpen, mint egyéb vízgépek, pl. szivattyúk esetében - és ugyanakkor a különböző változatok, amelyek közül a tervezők az igényeknek megfelelően választhatnak, széles intervallumot reprezentálnak. E célkitűzés abból a felismerésből adódik, hogy egyetlen rotor-típus sem elegendheti ki jó hatásokkal az igények széles skáláját, hiszen minden változatnál értelmezhető optimális üzemi tartomány.

A VARIMIX típusú levegőztető rotor jellemző tervezési alapadatait a Vízgépészeti Vállalat prospektusok formájában közre adta. Ezért az ismertetések elkerülése érdekében ezek bemutatásától ehelyett eltekintünk. A levegőztető rotor és a medence főbb jellemző adatait mégis célszerűnek tartjuk röviden összefoglalni a 2-18. a-b/ táblázatokban.



2-13. a-b/ ábra.

Geiger-Hamburg típusú levegőztető szerkezettel működő levegőztető medencék kialakítása

/a Geiger cég prospektusa nyomán/

Gelger-Hamburgi típusú levegőztető rotorok főbb üzemi adatai
/Gelger katalógus nyomán/

Átmérő D / mm /	Hengerárterek		Kiosztócsövek		Súly /kg/	Teljesítmény /kW/	Szélesség B / m /	Víznyomás H / m /	Térlet V / m ² /	Max. 0-2 bevitel /kg.02 / h /
	d / mm /	h / mm /	szám	Ø / mm /						
1000	350	500	6	133,0	67	2,2	5,00	1,50	37,5	7,0
1150	400	500	6	139,7	84	3,0	5,80	1,50	50,0	9,5
1350	470	650	6	159,0	119	4,0	6,80	1,60	73,0	17,5
1600	500	800	8	179,7	172	7,5	8,00	1,90	122,0	26,0
1900	620	950	8	159,0	258	11,0	11,80	2,20	198,0	43,0
2250	770	1100	8	193,7	416	18,5	14,00	2,50	320,0	70,0
2650	900	1300	8	216,0	590	30,0	16,40	3,00	530,0	125,0
3100	1000	1500	10	216,0	847	55,0	19,20	3,50	840,0	175,0
3600	1200	1800	10	219,1	1100	75,0	22,50	4,00	1295,0	250,0

2-18. a/ táblázat

A VARIMIX típusú függőleges tengelyű levegőztető
rotorok főméretei

Tipus jele	Rotorátmérő D /mm/
FR 0,8	800
FR 1,0	1.000
FR 1,2	1.200
FR 1,5	1.500
FR 2,0	2.000

Gyártja: a Vizgépészeti Vállalat

A levegőztető rotor és a medence főbb jellemző adatai
/VARIMIX/

Megnevezés	Jelölés	Mérték- egység	M é r e t
Rotorátmérő	d_r	/mm/	800-1000-1200- -1500-2000
Vizbemerülés	h_r	/cm/	0 - 10; 5,0
Kerületi sebesség	u_r	/m/s/	4,0-5,5; 4,5-5,0
Vízmélység	h	/m/	2,5-3,0; max. 3,5- -4,0
Átmérő/szélesség	d_r/d_m	-	0,1 - 0,2
Vízmélység/szélesség	h/d_m	-	0,6 - 0,7
ha $d_m < 5$ m			0,3 - 0,4
ha $d_m = 5-10$ m			0,35
ha $d_m > 10$ m			
Kaszákádkiképzés esetén a sorbakap- csolt egységek száma maximálisan		/db/	7

Megjegyzés: az aláhuzott méretek és adatok különös tekintettel javasolhatók a megadott intervallumokon belül.

Megemlítjük, hogy a VARIMIX típusu levegőztető szerkezetből már több egység üzemel a hazai gyakorlatban, illetve tervezés alatt állnak hazai és külföldi re-
lációban.

Külön kiemeljük még a tatabányai VIDUS által gyártott TABTA rendszerű kis szennyvíztisztító telephez tartozó új típusu függőleges tengelyű levegőztető berendezést, amelynek ismertetése a vonatkozó tervezési alapadatokkal együtt a hazai szakirodalomban megtalálható.

Oxidációs árkok

Az oxidációs árkok jelenleg is korszerű megoldásoknak tekinthetők az eleve niszapos szennyvíztisztítási technológiában célszerű üzemeltetésben. Mivel a hazai szakirodalom e témakört bőségesen tárgyalja, ezért ezutal csupán egy konkrét példára kívánunk hivatkozni: G. Ostermann kutatásai nyomán - az oxidációs árokhoz kapcsolkozó iszaptársa méretezésével kapcsolatban.

A 2-14. ábrán látható az iszapakna, illetve iszapakna elhelyezése, a 2-19. táblázatban pedig a jellemző műméreteket tüntettük fel.

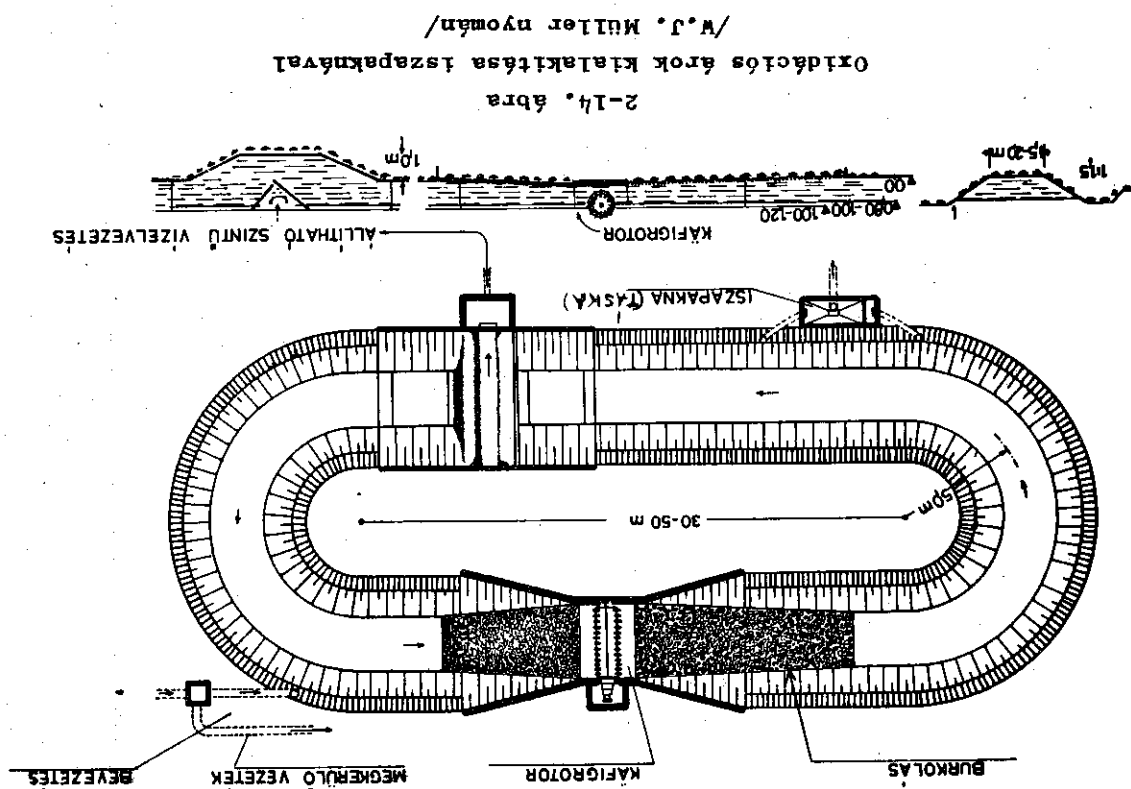
Az NDK-ban végzett vizsgálatok szerint az iszaptársaival üzemeltetett oxidációs árkok rugalmas működésűek, az iszapkoncentráció kedvező szinten tartható.

Átlagos napi szennyvízhozam, q [l/h]	Lakosság / fő	Az "iszapáska" szükséges hosszúsága / m	
		1,0 m-es árok mélység esetén	1,3 m-es árok mélység esetén
3,9	700	2,8	4,8
1,7	300	4,7	2,9
2,8	500	7,8	4,8
3,9	700	10,9	6,8

/Az iszapákna, illetve iszapáska elrendezését lásd a 2-14. ábrán/

2-19. táblázat

Oxidációs árokhoz csatlakozó "iszapáska" jellemző méretei
/G. Ostermann nyomán/



2.7 Csepegtetőtestek

A csepegtetőtestes szennyviztisztítás a klasszikus biológiai tisztítási eljárások közé tartozik. Mint ismeretes, a csepegtetőtestet felépítő töltőanyag felületén kialakuló biológiai hártya játszik alapvető szerepet a szervesanyagok lebontási folyamatában. A mechanikailag tisztított szennyviznek a műtárgyra történő vezetése elválasztja a szilárdanyagot a folyékonytól, a korszakosan vagy folyamatosan történhet, a korszerű technológiai eljárásoknál folyamatos üzemű rendszerekről van szó. A szennyviznek a töltőanyagon való elosztása különböző szerkezetek segítségével oldható meg. A leggyakoribb megoldás forgópermetezők alkalmazása. Az oxigénbevitel a töltőtest hézagaiban a kúrtóhatás révén áramló levegőből történik.

Az előüleptített szennyviz lebegőanyagai kismértékben szűrési, nagyobb részt pedig adszorpciós hatás, a kolloidális és oldott anyagok pedig kizárólag adszorpció révén válnak ki az átfolyó szennyvizből.

A csepegtetőtest térkialakítása - a töltet anyaga, a fenékrendszer stb. - jelentős mértékben befolyásolja a kedvező üzemi viszonyok megvalósítását. A tisztítás technológiához szorosan hozzátartozik az elő- és utóülepítés. Az előülepítés megakadályozza a töltőanyag eltömődését. Az utóülepítés pedig a levált biológiai hártya, iszap leválasztását célozza. A csepegtetőtestes technológia vegyipari-fermentációs ipari szempontból a töltött oszlopok technológiájának felel meg.

A csepegtetőtestek osztályozása különböző szempontok alapján történhet. Gyakorlati szempontból az egyik legfontosabb megkülönböztetés a kisterhelésű és a nagyterhelésű csepegtetőtestek közötti tehetőség.

A különböző technológiai kapcsolások csepegtetőtestes technológiák esetén is előnyösen alkalmazhatók. /Párhuzamos és sorbakapcsolt rendszerek, kombinált megoldások./

A csepegtetőtestekben végbemenő technológiai folyamatok leírását számos kitűnő hazai és külföldi anyag tartalmazza. Ezek részleteinek ismertetésétől eltekintünk. A jelen kiadvány célkitűzésének megfelelően néhány olyan részletkérdésre térünk rá, amelyek a berendezések építésével, kivitelezésével kapcsolatosak.

A csepegtetőtestek terhelhetőségével kapcsolatban a 2-20. táblázatot adjuk közre tájékoztatás céljából.

2-20. táblázat

Csepegtetőtestek terhelhetősége
/Az ÉSZ 511-T nyomán/

A csepegtetőtest típusa	Biológiai terhelés /g BOI ₅ /t.nap/	Területi terhelés / m ² /h /
<u>A/ Teljes biológiai tisztítás</u>		
1. Kis terhelésű csepegtetőtest részleges iszapstabilizációval	<175	<0,20
2. Mérsékelt terhelésű csepegtetőtest az oldott N vegyületek oxidációjával	<450	0,3-0,8
<u>B/ Részleges biológiai tisztítás</u>		
1. Közepes terhelésű csepegtetőtest az oldott N vegyületek részleges oxidációjával	<750	0,5-1,2
2. Nagyterhelésű csepegtetőtest hagyományos töltőanyaggal, a C vegyületek teljes oxidációjával	<1100	0,7-1,5
3. Műanyag töltőtestes csepegtetőtest a C vegyületek részleges oxidációjával	≥ 1100	≥ 1,4
4. Nagyterhelésű csepegtetőtest csapadékvizrel történő 2-szeres hígítással /1.szennyvíz:1.csapadékviz/	-	>2,0
<u>C/ Merülőtárcsás csepegtetőtest</u> /g BOI ₅ /t.nap/		
1. Kétlépcsős merülőtárcsás csepegtetőtest a C vegyületek teljes oxidációjával	≥ 50	-

Szerkezeti kialakítás

Csepegtetőtestek statikai méretezéséhez szükséges néhány terhelési jellemző a 2-21. táblázatban látható. Az adatokkal kapcsolatban megjegyezzük, hogy azok tájékoztató jellegűek. Figyelemreméltó a statikai szempontból többletterhelést okozó tényezők hatása, amire a táblázat megjegyzése is utal.

Csepegtetőtestek különböző falkialakítással készülhetnek. Pallasch és Triebel ismert könyvben számos változat részletes ismertetését adják meg. Könyvük nyomán állítottuk össze a 2-22. a-b/ táblázatokat, amelyekben a különböző falkialakításokat, illetve az azokkal kapcsolatos fajlagos költségeket tüntettük fel. A fajlagos költségeket illetően az egyes változatok egymáshoz viszonyított arányait tartjuk különösen figyelemreméltónak.

A 2-15. ábrán néhány jellemző adatot mutatunk be nagyterhelésű csepegtető testek főméreteivel kapcsolatban. Az adatok német műszaki előírásokon alapulnak.

A 2-16. ábra zárt kivitelű csepegtetőtest elrendezését és fontosabb adatait szemlélteti. Megjegyezzük, hogy a zárt kivitelű rendszer viszonylag ritkán kerül alkalmazásra. Ezuttal egy adott változat építési, szerkezeti megoldására hívjuk fel a figyelmet a szóban forgó ábra kaposán.

A csapetetőtest falkialakítása		Falvastagság /nettó/ /cm/		Külső védelem		Fajlagos költség DM/m ²	
1.	Vasbeton	25	Nincs	170	Hullámos azbesztlemes	175	170
2.	Vasbeton	25	Hullámos azbesztlemes	175	Hullámos azbesztlemes	155	155
3.	Előre gyártott betonele- mekből /Előeszítve/	10	Hullámos azbesztlemes	155	Törkét-kezelés és milla- nyas bevonat	160	160
4.	Előre gyártott betonele- mekből /Előeszítve/	10	Klinkerburkolat	230	Klinkerburkolat	230	230
5.	Helyszinen beépített beton /Feszített/	20	Klinkerburkolat	275	Klinkerburkolat	275	275

2-22. a/ táblázat
Csapetetőtestek különböző falkialakításával kapcsolatos fajlagos költségek
/O. Pallasch és W. Triefel nyomán/

A terhelésre jellemző viszonyok		Kéretkezési alapszám
1.	Töltet anyaga: lavaszalak /szitált, mosott/ Szemcséméret, mm Térfigatás /beépített állapotban/, Mp/m ² Hézagterfigat, % A hézagok szennyezéssel kitöltött térfigatásaránya /üzem közben/, % Statikai méretezésnél alapul vehető térfigatás, Mp/m ² A töltőanyag által képviselt földnyomás számításánál szükséges belső súrlódási szög, ° Hőmérséklet-különbségekből adódó feszültségek számításánál: C°ΔT	
2.	40/80	40-80
3.	0,7-0,9	30-50
4.	30-50	30-60
5.	1,2-1,4	40-45
6.	30-60	30
7.	40-45	
8.	30	

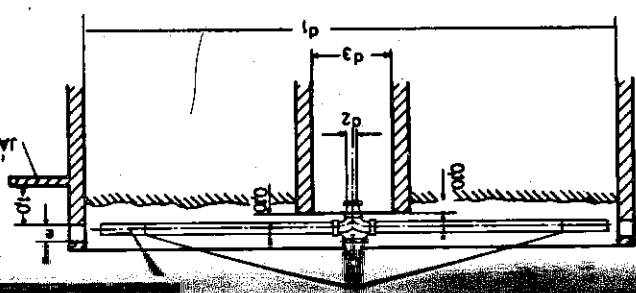
2-21. táblázat
Csapetetőtest néhány statikai terhelési jellemzője

Csepegtetőtestek külsővező falaklakításával kapcsolatos költések /O. Pallasch és A. Trübel nyoman/

A csepegtetőtest falaklakítása		Falvastagság /nettó/ mm/	Külső védelem	Falvastagság /nettó/ mm/	Falvastagság /nettó/ mm/
1. Fémháló /vas/ égetett horganyzárakkal	Ünherdó, hőve- derkötéssel	5	50	50	50
2. Alumínium profillemmez	vonórudak	1,2	70	70	70
3. Poliszter, üvegszállal erősítve	vonórudak	1,5	70	70	70
4. Hüllőlemmez, bitumen-azbeszt réteggel	vonórudak	0,6-1,0	85	85	85
5. Profillemmez, horganyzott	vonórudak, ünherdó	1,25	85	85	85
6. Horizontálisan hullámosított lemez, horganyzott	gyűrűs tartó	2,5	95	95	95

2-15. ábra
Nagyterhelési csepegtetőtest
fémérteit
/V.J.Müller nyomán/

NEVEGES ÁTMÉRŐ d ₁		4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	20	30	36	40
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20	20	20	20	20	20	20
		22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	40	40	40	40	40	40	40



Forgapermelés csatl. csőmérete d ₂ (mm)		80	100	125	150	150	150	200	250	300	350	400	500
Középső akna átmérete d ₃		125	125	150	150	200	200	200	250	250	250	250	250
Tízszázyidás (téglaap alakú)		0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Tárcsás csepegtetőtestek

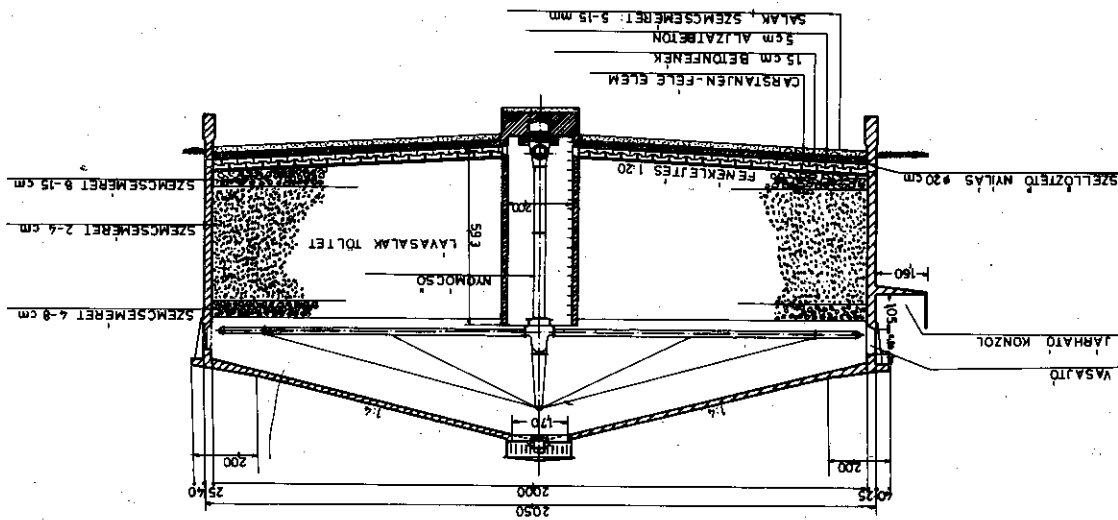
A tárcsás csepegtetőtesteket - mint ismeretes - kis szennyvíztisztító telepekként alkalmazzák. Jellemző tartomány: néhány lakostól 10.000 lakos, illetve lakos-egyenérték határok között.

A tárcsás csepegtetőtestek általában zárt térben elhelyezett létesítmények. A forgótárcsa rendszer felületén alakul ki a csepegtetőtestek biológiai hártványának megfelelő biomasza, amelyben a biológiai lebontás végbemeleg. Ezen túlmenően a szuszpenzióban lévő mikroorganizmusok is hozzájárulnak a lebontási hatások növeléséhez.

E rendszerek folyamatos üzeműek, általában automatikus uton szabályozhatók. Üzemük egyszerű, nem igényelnek folyamatos felügyeletet. Viszonylag nagy iszapeltávolító kapacitással rendelkeznek és így az iszapeltávolítási igény viszonylag ritkán jelentkezik /egyes változatoknál pl. évenként csak 2-3 alkalommal/.

A forgó tárcsarendszert leggyakrabban műanyagból készítenek. Szerkezeti szempontból figyelemmel kell lenni a tárcsaelemek stabilitására, figyelembe véve a biológiai hártva és a lemez önsúlyát, valamint a vízbemerülő részre ható felhajtó erő szerepét is.

Kiseb egységek üzemekben előre gyárthatók, és később állapotban szállíthatók, illetve szerelhetők fel az építési helyszínén. Alapozásként sík beton alap alkalmazható, amelyre szállítás után a berendezés felállítható.



2-16. ábra

Zárt kivitelű csepegtetőtest motoros szállításával

A tárcsás csepegtetőtesteknek a technológiai sorba való beiktatása a következő sorrend szerint történhet: Mechanikai tisztítás: rács, homokfogó és előüleptítő alkalmazásával; biológiai tisztítás: merülőtárcsás csepegtetőtesttel és utóüleptítővel; kémiai szennyvizkezelés: foszfáteltávolítás a merülőtárcsás csepegtetőtestben történő szimultán-kicsapattal.

Az alábbiakban két megoldást mutatunk be külföldi gyártmányok alapján:

Első példaként az Ames Crosta Ltd. által gyártott rendszerre utalunk. A különböző nagyságrendekben kialakított megoldás jellemző adatait a 2-23. táblázatban mutatjuk be. Megjegyezzük, hogy az 5-60-as méretű változatokat kizárólag egy egységben szállítják előre gyártott formában a helyszínre. A 110-500-as méretű rendszerek szintén egy darabban szállíthatók, azonban alternatív megoldásként részletekben is történhet a szállítás, az összeszerelés az előre elkészített betonalapon a helyszínen történik. A rendszer magassági elhelyezését illetően lehet talajfelszín feletti, részben süllyesztett és talajfelszín alatt elhelyezett megoldás.

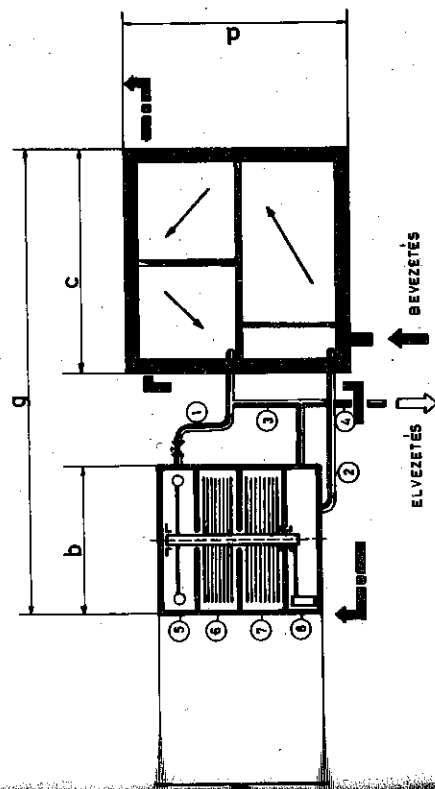
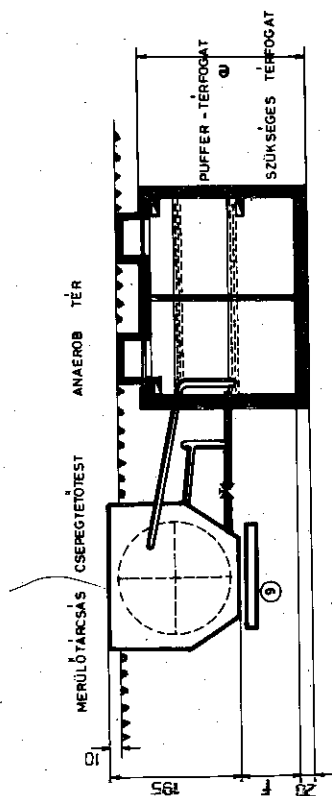
Figyelemmel kell lenni a berendezés korrózióvédelmére. Erre vonatkozóan mindenkor a gyártó cég előírásait mértékadóak. A szóban forgó esetben a vonatkozó projektus az acéllemezről készült medencére vonatkozóan káros védelmet ír elő, amennyiben agresszív talajvizről van szó.

Másik példaként a svájci Mecana SA gépgyár által létesített rendszereket emeljük ki. A szóban forgó cég által kifejlesztett mechanikai-biológiai és szennyviz-tisztító telep alapváltozatát a 2-17. ábrán mutatjuk be.

Az ábrákhoz tartozó jelöléseknek megfelelő adatokat, valamint a kis tisztítótelep főbb technológiai jellemzőit a 2-24. táblázatban adjuk közre. E megoldásnál három fő változatot különböztetnek meg:

- A/ 10.000 fő lakosig;
- B/ 1.000 fő lakosig; és végül
- C/ egyedi épületeknél alkalmazott megoldás /kis települések, kaszárnyák, vendéglők, üdülő létesítmények, egészségügyi létesítmények stb./. A javasolt mérettartomány a teljes rendszerre vonatkozóan 12-10.000 fő.

Végül a 2-18. ábrán példát mutatunk be eleveniszapos kis szennyvíztisztító telep kialakítására vonatkozóan hazai szabadalom alapján /VIZITERV, Juhász I., és Inotay F./ Az egyesített rendszernek nevezett kis telep- ből hazai viszonylatban már megépült berendezés működik /pl. Balatonakaratyán/.



2-17. ábra

Mechanikai-biológiai kis szennyvíztisztító telep kialakítása társas
 összegettel
 /Mecana SA cég prospektusa nyomán/

Tárcsa csapetételtel jellemző adatai
/Ames Crosta Ltd. nyoman/

Műtárgyméret	Fémreték	hosszúság mm	szélesség mm	Súly	űresen kp	űzen közben kp	Energia/óra	motor kw	Tárlagos ener- gia kW/24 h
5	2137	3327	1835	1473	1410	7900	0,1875	0,1875	0,72
10	4242	2261	1880	2692	7100	15250	0,1875	0,1875	1,08
30	5258	2870	4204	55900	11400	94500	0,375	0,375	2,88
60	4966	3200	4204	18100	26000	134100	0,75	0,75	4,32
110	4966	4191	5296	18100	26000	134100	1,5	1,5	6,25
200	7709	4191	5296	26000	134100	134100	1,5	1,5	4,9
350	9538	4191	5296	31300	180850	180850	1,5	1,5	7,8
500							1,5	1,5	9,6

2.8 Fertőtlenítő medencék

A szennyvitzisztítási technológiában alkalmazott fertőtlenítő berendezések a kémiai szennyvízkezelés műtárgyaihoz sorolhatók. A vonatkozó szakirodalom alapján megállapítható, hogy a fertőtlenítő, csirátlanító berendezések kialakítására, az azokban végbemenő hidraulikai folyamatok vizsgálatára világviszonylatban viszonylag kevés figyelmet fordítottak. Uttörő kezdeményezések között sorolható D.M. Marscke és J.D. Boyle 1973-ban publikált munkája, amelyben a szerzők összehasonlító vizsgálatokról számoltak be különböző kialakítású üzemi méretű klórozó medencék jellemzésével kapcsolatban. Fenti munkára alapozva ismertettünk az alábbiakban néhány alapvető a fertőtlenítő, klórozó medencék kialakítására vonatkozóan.

A szerzők üzemi méretű összehasonlító kísérleteik alapján az alábbi fontosabb következtetéseket vonták le kontakt klórozó medencék jellemzésére vonatkozóan:

- a/ A vízbevezetés, de különösen a vízelvezetés megoldása jelentős szerepet játszik a műtárgyban kialakuló folyamatok kedvező kialakulására vonatkozóan. A legjobb vízelvezetési megoldások a teljes medence szélességben létesített bukóélek segítségével biztosíthatók, mikor is az éltérhatalás eléggé alacsony szinten tartható, és a rövidre záródások nagymértékben kiküszöbölhetők. Ezzel egyidejűleg a hasznos medencetér fogatra jellemző paraméterek értékei kedvezőek;

/A jellemző méretek jelölését lásd a 2-17. ábrán/

Lakos- szám /fő/	Szennyvíz- hozam /m³/nap/	Tárcsa- átmérő /m/	Tárcsa- száma /db/	Energia- igény /kWh/év/	Súly /tonna/ acél	Jellemző méretek /cm/					
a	b	c	d	e	f	g					
12	2,4	1,75	14	5,6	1,3	143	220	260	275	105	580
25	5,0	1,75	30	6,6	1,5	204	220	360	275	105	680
38	7,6	1,75	46	7,3	1,7	243	220	420	275	105	740
50	10,0	1,75	60	8,3	2,0	299	220	450	290	120	770
75	15,0	1,75	90	1,200	2,4	394	220	530	280	110	850

2-24. táblázat
Tárcsa összeállítású kialakított mechanikai-biológiai kis szennyvíztisztító
telep jellemző adatai
/Mecana SA Cépgyár prospektusa nyomán/

b/ A kontakt klórozó medencék hosszúságának és szélességének aránya H/Sz különösen fontos tervezési paraméternek minősíthető. A fertőtlenítő műtárgyak kialakításakor ugyanis általában az ún. csőreaktorra jellemző áramlási viszonyok biztosítása kívánatos annak érdekében, hogy az egyes folyadékreszecskék közel azonos ideig - a műtárgy V térfogata és a terhelő Q vízhozam arányaként számított t_{sz} átlagos tartózkodási ideig - tartózkodjanak a medencében. Ily módon a fertőtlenítő szerek hatékonyságához szükséges kontakt idő biztosítható. A vizsgált medencetipusokra jellemző értékeket a hivatkozott szerzők összefoglalóan értékelték. Anélkül, hogy az értékelés részleteit ismertetnénk, röviden csak a gyakorlati szempontból figyelemreméltó eredményre térünk ki. E szerint a legkedvezőbb medencéváltozatok a $H/Sz > 40/1$ aránynál adódtak. Figyelemreméltó, hogy a $40/1$ arány feletti H/Sz értéknél egyre mérsékeltőbb javulás mutatkozik;

c/ További lényeges tervezési szempontok adódtak a terelőfalak hatásával kapcsolatban is. Könnyen belátható, hogy a terelő-, illetve az osztófalak jelentős mértékben befolyásolják az átfolyó víz utjának hosszúságát is. A gyakorlatban alkalmazott két ismertebb változat: a keresztirányú és a hosszirányú terelőfal elhelyezése. A tanulmányban bemutatott eredmények egyértelműen arra utalnak, hogy a hosszirányú terelőfalak létesítése előnyösebb. Marscke és Boyle magyarázata szerint e körülmény két főokra vezethető vissza. Egyrésztől ugyanis utóbbi esetben viszonylag kisebb az

áramlási arányok és a holtterek nagysága, valamint ezek jelentkezési helyeinek száma, másrészt pedig a H/Sz arány értéke is kedvezőbb azonos összetér fogatu medencéket figyelembe véve. Végeredményben tehát a hosszirányú terelőfalak alkalmazásával az ún. ideális csőreaktorra jellemző áramlási viszonyok lényegében jobban megközelíthetők;

d/ A kísérlet során megfigyeléseket végeztek a szél hatásával kapcsolatban is. Megállapították, hogy a szél sebessége és iránya számottevő hatásu lehet, különösen kis mélységű medencék esetében. A szélhatás főként a felszíni vízrétegekben hullámzást és nagyobb sebességű áramlást okozhat, továbbá rövidrezáródások mutatkozhatnak.

3. ISZAPKEZELŐ MŰTÁRGYAK KIALAKÍTÁSA

A szennyvittisztító telepeken keletkező különböző eredetű iszapok kezelésére megfelelően kifejlesztett technológiákat alkalmaznak. Technológiai szempontból a szennyviziszapok nagyrészt a mechanikai tisztítóberendezésekben válnak ki, általában ülepitési folyamatok eredményeképpen. Emellett flokulációs jelenségek, vagy centrifugális erőterben lejátszódó fázissztóválasztási folyamatok is jelentős szerepet játszanak. A biológiai szennyvittisztító telepeket véve alapul két fő iszapleválasztási hely említhető. Ezek: az előülepitő, ahol az ún. nyers iszap válik ki; és az utóülepitő, ahol a főlös iszap ülepszik le. A nyersiszapot és a főlösiszapot együttesen friss iszapnak nevezzük.

Az iszapkezelés és elhelyezés gyakorlati szempontból fontosabb eljárásai és megoldásai a következő csoportokban foglalhatók össze: iszapsűrítés; rothasztás; a szapkezelés; iszapkondicionálás; vitztelenítés; végső elhelyezés és értékesítés. Jelen fejezetben kiemelünk néhány iszapkezelő műtárgytypust, amelyekre vonatkozóan összefoglaló jelleggel ismertetünk építési, építéstechnológiai megfontolásokat és szempontokat a vonatkozó szakirodalom áttekintése nyomán.

Ezuttal is hangsúlyozni kívánjuk, hogy a felvetődő műszaki problémákon túlmenően az iszapkezelés esetében különösen jelentős kérdések a környezetvédelemmel kapcsolatos egészségügyi vonatkozások.

Könnnyen belátható, hogy amíg a szennyvittisztítás elsődlegesen vízminőség-gazdálkodási vonatkozásokkal rendelkezik, addig az iszapkezelés mindenekelőtt egészségügyi problémákat vet fel. Összességében tekintve mindkét téma kör szoros kapcsolatban áll a környezetvédelemmel.

A szennyviziszapok jellemző tulajdonságai esetén ként jelentős mértékben változatosak lehetnek. Erre vonatkozóan utalunk az "Iszapkezelés a szennyvittisztító-giában" c. korábban kiadott egyetemi jegyzetünkre, amelyben a szennyviziszapok jellemző tulajdonságairól összefoglaló áttekintést adtunk. Ezuttal csupán néhány adat-sort adunk közre a 3-1., 3-2. táblázatokban az iszapok jellemzőire vonatkozóan.

3.1 Iszapsűrítők

Az iszapsűrítés célja minden esetben az, hogy az iszap vitztartalmának meghatározott mértékű csökkentésével a kezelendő iszaptérfogatot is csökkentjük, hogy így módon a kezelés költségei kisebbek legyenek. Másrésztől a tapasztalatok szerint a kisebb vitztartalmu iszapok további vitztelenítési folyamatai is nagyobb hatékonysággal valósíthatók meg. Fenti célkitűzésből adódóan a sűrítés elsősorban az iszapkezelési eljárások közé sorolható. Az a körülmény, hogy gyakran a mechanikai szennyvittisztítási eljárások közt tárgyalják, azzal indokolható, hogy a gyakorlatban legtöbbször előforduló gravitációs sűrítés lényegileg az ülepitési folyamatok utolsó fázisának tekinthető. Ilyen értelemben a sűrítők szoros kapcsolatban állnak az ülepitőkkel, sőt adott esetben az ülepitők egy része, az iszapzsomp gravitációs sűrítőnek tekinthető.

A 3-3. táblázatban összefoglaló áttekintést adunk a sűrítők és a sűrítési eljárások osztályozásáról.

3-1. táblázat

A szennyvíziszapban lévő víz jellege és mennyisége
/O. Pallasch és W. Triebel nyomán/

a/ Az iszapban lévő víz jellege, kötőmódja	Házi szennyvíz kirothadt iszapjában lévő víztartalom /95 %/ száralékos megoszlása %/			
1. Pórusvíz	70			
2. Adhéziós víz Kapilláris víz	22			
3. Adszorpciós víz Belső víz /pl. sejten belüli folyadék, hidrátvíz, belső kapilláris víz/	8			
Összesen :				
b/ Az iszap jellege	Pórusvíz /l/kg/	Adhéziós és kapilláris víz /l/kg/	Adszorpciós és belső víz /l/kg/	Összes iszapvíz 1 viz/kg száraz anyag
1. Jól víztelepíthető	6	2,57	0,43	9
2. Közepesen víztelepíthető	13,33	4,17	1,5	19
3. Rosszul víztelepíthető	60	36,67	2,33	99

3-2. táblázat

Különböző módon kezelt szennyvíziszapok víztartalma
/R. Randolf nyomán/

Víztelenítési technológia	Az iszap konszisztenciája	Víztartalom %/
1. Iszapsűrítés	Hígolyós Folyékony Sűrű folyású, nyúlós Pépszerű	100 - 96 96 - 92 92 - 88 88 - 80
2. Víztelenítés	Tésztaszerű, pépszerű Nedves, földnedves Földnedves	80 - 70 70 - 60 60 - 50
3. Szárítás /Égetés/	Száraz földszerű Porszerű	50 - 30 30 - 0

Megjegyzés: A szárazanyag tartalom tájékoztató középértékei: Sűrítés: <15 %; Víztelenítés: 15-45 %
szárítás: 45-100 %.

A sűrítők és a sűrítési eljárások osztályozása

Sűrítési eljárások

I. Gravitációs sűrítés

- A/ Természetes uton;
- B/ Gépi berendezéssel /pl. keveréssel/
- a/ sűrítés az üleptő zsompjában
- b/ sűrítés különálló sűrítőben
- c/ sűrítés iszapmosással egybekapcsolva

II. Flotációs sűrítés

- a/ flotáció levegővel
- b/ flotáció vegyszerekkel
- c/ biológiai flotáció

III. Statikus sűrítés

IV. Dinamikus sűrítés

- Ugyanaz mint I.A/ változat
- a/ vibráció
- b/ centrifugálás
- c/ szűrés
- d/ "Wickeleleindicker"
- e/ részben az I.B/ alatti változat

Sűrítő berendezések kialakítása

A leegyszerűbb esetben az iszap sűrítése - mint említettük - az üleptő iszapzsompjában végezhető. A hatékonyság fokozható, ha pl. Dorr típusu üleptőknél az iszapkotrára erősített keverőrudakkal a zsompban lévő iszapot lassan mozgásban tartjuk. Ennek hatása a keverés révén lehet előnyös.

Különálló sűrítők építése is gazdaságos lehet, különösen nagyobb telepek esetén. Az iszapviz elvezetése vagy különböző magasságban elhelyezett dekantáló csőven, vagy állítható vízleeresztő csővön keresztül történhet. Lapos medencefenék esetén iszapkotrót indokolt alkalmazni. A keverőberendezés - pl. függőleges lécek ből kialakítva - ezuttal is a kotróhoz rögzíthető.

A körbeforgó kotróra szerelt függőleges lécek, rudak megfelelő hatékonyságot eredményeznek. Ezek vastagsága 2", egymástól mért távolságuk 15-20 cm, hosszuk 1-2 m lehet.

Sűrítők kialakíthatók kétfokozattal is. Az elősűrítőből /első fokozat/ eltávozó iszap az utósűrítőben /második fokozat/ további hatékonyabb iszapviz eltávolítást szerezhet. Megemlítjük, hogy iszapmosás esetén a mosóviz lehet biológiaiilag tisztított szennyvíz, csapvíz vagy talajvíz. "Célszerű, ha a mosóviz a kezelendő iszapnál hidegebb. Mosás során az iszap felhígul, majd megfelelő összekverés után a mosóviz leválasztása következik, amit pl. a tisztítótelep vízvezetési oldalához vezetnek vissza. Az iszapmosással egybekapcsolt sűrítés, mint statikus eljárás lényegileg egy hígítási folyamatból és ezt követő gravitációs sűrítésből áll.

Az iszapposztás technológiáját A. Genter egyébként már 1934-ben kifejlesztette. Ujabbban H. Straub ismerttetett gyakorlati alkalmazásokat.

Flotációs sűrítés

Amint a 3-3. táblázatban arra hivatkoztunk, az iszap sűrítése flotációs technológiával is történhet. Ilyen vonatkozásban J. Kaeding kísérletei alapján ismeretünk néhány jellemző paraméterét.

Mindenekelőtt megállapítható, hogy az eleveniszap flotációs uton való sűrítése vegyszerek - mint pl. felületaktív anyagok - hozzáadásával és anélkül is történhet. Utóbbi megoldás gyakran előnyösebb, mivel az adagolt felületaktív anyagok eltávolítása újabb problémákat vet fel.

Zárt tartályban 3,0-3,5 at nyomáson juttatják a levegőt a vízbe, ami a reaktortérben rendkívül apró buborékok alakjában, egyenletes eloszlásban válik ki. Félüzemi kísérletek eredményei szerint az eleveniszapnak a vízfelületi való elköltöztetése 90 %-os hatásfokot is elérhet 15 perces tartózkodási idő után. A keletkező uszó iszap 7 %-os szárazanyag tartalommal rendelkezett a hivatkozott szerző adatai szerint. Az iszap felszíni kotróval vagy /különösen nyúlósabb hab, illetve iszap esetén/ elszívással távolítható el a víz felszínéről. A flotációs medence térfogatára vonatkoztatott levegőszükséglet $0,1 \text{ m}^3/\text{m}^3$, az összes energiaigény fajlagos értéke 0,15-0,26 kW/m³ volt.

Az iszap sűrítése gyakran gazdaságos lehet, mivel csökken a tovább kezelendő iszap térfogata, és a rothasztási, víztelenítési technológia költségei általában kisebbek lesznek. A gazdaságossági kérdéseket részletesebben V. Stalman elemezte, akinek tanulmányára ezuttal is hivatkozunk.

3.2 Rothasztók

A szennyvíztisztítási technológia során a szennyező anyagok lebontása általában aerob viszonyok között megy végbe. A tisztító műtárgyakban - elsősorban az elő- és utóülepítőkhöz - kivált nyersiszap és fölösiszap további kezelésének hagyományos módszere a rothasztás, ami lényegét tekintve anaerob iszapstabilizáció. Mind az aerob, mind pedig az anaerob lebontás alapvetően biokémiai reakciók sorozata. Az anaerob stabilizáció célja: az iszap szervesanyag tartalmának lebontása; az iszap térfogatának csökkentése, ami nagyrészt a víztartalom csökkentésével érhető el; közegésszügyi szempontból a kórokozó baktériumok jelentős részének elpusztítása, illetve aktivitásának csökkentése; esetlegesen hasznosítás, pl. mezőgazdasági uton vagy energiatermeléssel.

A rothasztók osztályozását - különböző szempontok figyelembevételével - a 3-4. táblázatban foglaltuk össze. Az anaerob iszapkezelő berendezések térfogatára vonatkozó tájékoztató fajlagos irányértékeket Imhoff nyomán a 3-5. táblázatban adjuk meg.

Rothasztók osztályozásaI. A kialakítás alapelve szerint:A/ Egyesített technológiai rendszerek

- a/ Oldómedencék
- b/ Kétszintes ülepítők rothasztótere /pl. Emscher-
kút, Imhoff medence, Clarigester-típus/.

B/ Önálló technológiai rendszerek

- a/ Zárt rothasztók
- b/ Nyitott rothasztók

II. A technológia alapelve szerint

- a/ Hagyományos- egylépcsős rothasztó
- b/ Gyorsrothasztó- kétlépcsős rothasztó /recirku-
lációval/ esetleg iszapmosással kombinálva
- c/ Töblilépcsős rothasztó

III. A hőmérséklet szerint

- a/ Fűtött rothasztók /meleg rothasztók/
- b/ Fűtetlen rothasztók /hideg rothasztók/

IV. Az építmény anyaga szerint

- a/ Vasbeton /részben téglá/ rothasztó tartályok
/esetleg előre gyártott/
- b/ Acél rothasztó tartályok
- c/ Földmedencék /minden esetben nyitott/.

Megjegyzés:

Az említett fő változatok célszerű kombinációjával számos megoldás kialakítható. A különböző hőmérsékletek /15°C - 30°C - 50°C/ és fűtési technológiák alkalmazása /alacsony nyomású gőz, hőcserélők, melegvízrecirkuláció stb/ különböző földmunkák /süllyesztett, mozgó, merev földmunkák/ és fenékmegoldások /sik, tölcéses/ továbbá részletesebb csoportosítást tesznek lehetővé.

Anaerob iszapkezelő berendezések térfogatára vonatkozó
fajlagos irányértékek

/K. Imhoff nyomán/

Tisztítási technológia	Rothasztó földmedence	Emscherkút /téli hőmér- séklet 8-10°C/	Rothasz- tótér /30-33°C/
	mértékegység: l/fő + leé		
1. Mechanikai tisztítás	150	50	20
2. Mechanikai tisztítás+ nagyterhe- lésű csepeg- tetőtest	220	100	30
3. Mechanikai tisztítás+ nagyterhelé- sű eleveni- szapos tiszt- ítás	220	100	35

Rothasztók szerkezeti kialakítása

A vonatkozó szakirodalomban számos utalás található rothasztó műtárgyak szerkezeti kialakítására vonatkozóan. Annak érdekében, hogy minél tömörebben összefoglaljuk a vonatkozó alapvető szempontokat, a szerkezeti kialakítással kapcsolatos adatokat táblázatos formában dolgoztuk fel. A 3-6. táblázatban a rothasztók néhány alapvető megoldásának elvét foglaltuk össze. A 3-1., 3-2., 3-3. ábrák jellemző példákat szemléltetnek az alapozás szerkezeti kialakítására vonatkozóan.

A rothasztók egészére vonatkozó szerkezeti kialakításokról a 3-7. táblázat ad rövid információt. Ugyanakkor a rothasztók szerkezeti részleteinek megoldására a 3-8. táblázat mutat irányelveket. Ezen belül a munkahézagok és táglási hézagok, valamint a hőszigetelés és a tetőszerkezet kialakítása megoldásaira adunk szempontokat.

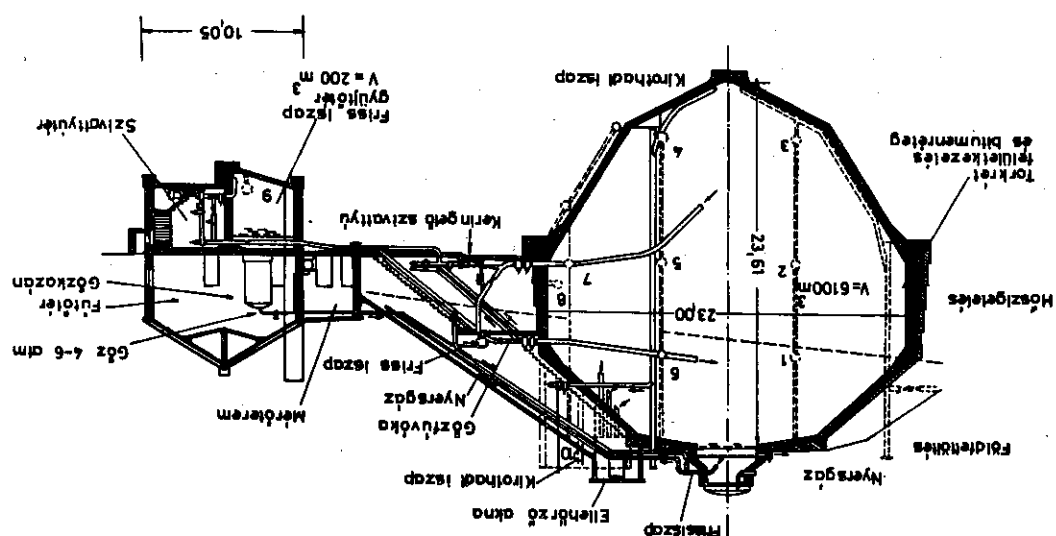
Végül a rothasztókhoz csatlakozó gáztartályok belső nyomásigénybevételére ad irányértékeket a 3-9. táblázat.

Ujszerű gáztároló megoldást közölt a müncheni Metzeler A. G. Az általuk kifejlesztett megoldás szerint a rothasztókban keletkező gázt flexibilis, műanyagból készült "tároló-párnákban" helyezik el. /A párnaegységek kialakítása hasonló a felfújható kempingeszközökhöz. A műanyagot mindkét oldalon műkaucuk réteggel vonják be. Egy oszlopban öt párnaegységet helyezhetnek el, egyenként 25 m² térfogattal. Következésképpen egy tárolóoszlop térfogata 125 m³. Természetszerűleg egymás mellett több tárolóoszlop is elhelyezhető, célszerűen kompakt elhelyezési kivitelben.

Rothasztók néhány alapozási megoldásának elve

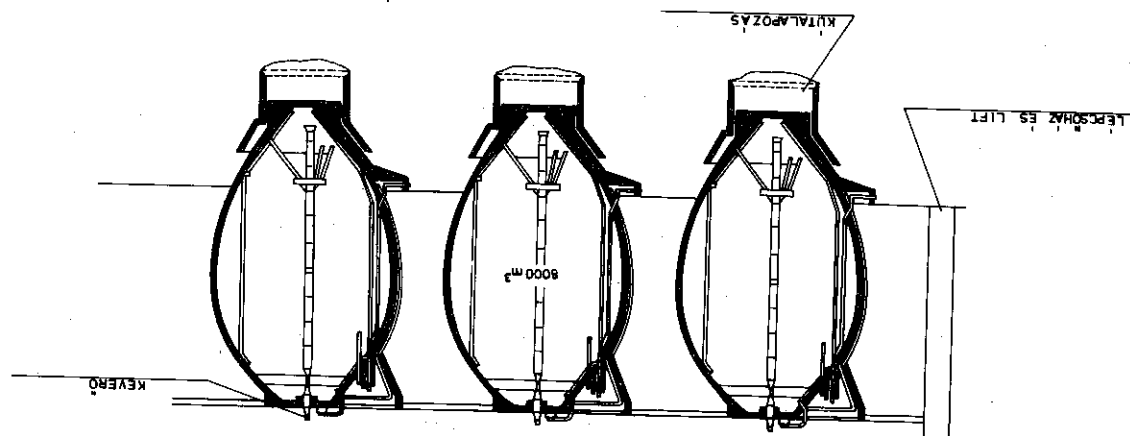
Az alapozás elve		Fontosabb jellemzők	Előnyök, hátrányok
1. Kutalapozás	Az ismert alapozási elvek szerint	Általában világos statikai feltételek	
2. Cölöpalapozás	Az ismert alapozási elvek szerint	Általában világos statikai feltételek	
3. Az alsó tölcse-res rész szerkezeti alapként történő kiképzése	Mélyen fekvő teherhordó réteg esetén	Kedvezőtlen statikai feltételek alkalmazhatnak ki. Töltés és ürítés esetén feszültségszuppozíció	
4. Gyűrűalap kiképzése	Magasan fekvő alapozási sík esetén. A gyűrűalap alányúló tölcse-res rész is teherviselő szerkezet	Statikai szempontból kedvező. Rugalmas alátámasztás is alkalmazható	
5. Az alsó tölcse-res rész kiképzése	A munkahézagok és a táglási hézagok kiképzésére különösen figyelem fordítandó	Az alsó sarokban a tartományokban a kedvezőtlen hatásu nyomások kiküszöbölhetők	

3-1. abra
Rothasztó berendezés kialakítása
/V.J. Müller nyomán/



3-2. abtn
Rothszitzk alépozásnak megoldása
/Pallasch és Triebel nyomán/

MAGASSAG: 36.40 m
ATMERO: 23.40 m



Rothasztók szerkezeti kialakítása

A szerkezet kialakítása	Fontosabb jellemzők
1. Vasbetonszerkezetű rothasztók	Egy egység hasznos térfogata: $V < 6000 \text{ m}^3$. A $V < 2000 \text{ m}^3$ tartományban általában gazdaságosabb a feszített betonszerkezetnél. Szilárdságtani szempontból megengedhető húzófeszültség kb. 15 kp/cm^2 , amit nem cél-szerű túllépni
2. Feszített beton-szerkezetű rothasztók	Minimális szerkezeti falvastagság 20 cm . Gazdaságossági szempontból $V > 2000 \text{ m}^3$ tartományban javasolható. A hőmérséklet különbségekből adódó feszültségek számításánál $-20 \rightarrow +40^\circ\text{C}$ /külső és belső/ tartományt indokolt figyelembe venni. Lényeges szempont a munkahézagok kedvező kialakítása. Számos geometriai forma ismeretes /pl. körte alakú kiképzés/
3. Vasszerkezetű rothasztók	Viszonylag ritkán kerülnek alkalmazásra. A vizszigetelés kisebb problémát okoz, mint betonszerkezetnél. A külső hőszigetelés megoldása hasonló lehet, mint betonműtárgyaknál. Házi szennyviziszapok esetén korrózió nem okoz jelentős károsodást /szemben egyes ipari szennyviziszapokkal/

Rothasztók szerkezeti részleteinek kialakítása

A szerkezeti részlet megnevezése	Fontosabb jellemzők
1. Munkahézagok, táglási hézagok	Kialakításukra különös figyelem fordítandó. Helyük általában szerkezeti töréspontoknál és /vagy/ falvastagság változási helyeken. Elrendezésük lehet horizontális és vertikális /pl. körte alakú medencék esetén 12 db körszegmensből kialakítva/.
2. Hőszigetelés	Célja: a/ a hőveszteség mérséklése; b/ a hőmérséklet különbségekből adódó többletvesztések csökkentése. Fedőanyagok: az- besztcement lemezek, műanyag hullámlemezek, alumínium lemezek stb. Szigetelőanyagok: pl. parafa, műanyag, stb. Alapelv: új betonszerkezetek hőszigetelését a betonozás után sürgősen el kell készíteni
3. Tetőszerkezet	Rothasztómedencék felső szerkezeti része összekülö /pl. csontakap alakú/ az uszó iszapréteg nagyságának csökkentése érdekében. Ügyelni kell a víz- és gázáróság biztosítására /munkahézagok!/. A hidrosztatikus nyomáshoz kb. 50 cm gáznyomást célszerű hozzászámítani. Speciális konstrukciós megoldás! mozgó gázharang létesítése.

Rothasztókkal kapcsolatos részartályok belső nyomás igénybevétele

3-9. táblázat

A terhelésre jellemző vízszonnyok	1. Statikai számításokhoz figyelembe veendő gáznyomás irányértéke	2. Az üzemi gáznyomás jellemző tartománya
Méretezési alapadat	500 mm vízszlop = 0,5 Mp/m ²	200-400 mm vízszlop

Megjegyzés: Adott esetekben a gyártó cég előírásai figyelembe veendők

Egy oszlop alaprajzi területe 5,4.5,4 m². Érdekes megoldást alkalmaztak a konstans gáznyomás fenntartása érdekében. Eszerint a gázzal töltött párnák fölé homokkal töltött "nyomópárnát" helyeznek el, illetőleg azzal terhelik le a rendszert. Az elhelyezett homok mennyiségétől függően változtatható a gáznyomás értéke. A kidolgozott rendszer szerint maximálisan 500 mm vízoszlopnymomásnak megfelelő nyomást valósítanak meg.

A tárolórendszeret sík betonlemezen állítják fel. A gázhozamtól és a gázfogyasztástól függően a párnák különböző mértékig nyomódnak össze, illetőleg tárgulnak szét. A tárolóoszlopok természetesen védőfallal körülvethetők vagy esetleg enélkül is üzemeltethetők. A tárolórendszerből történő gázvezetés centrikusan /középről/ történik csővezeték segítségével.

A gyártó cég a szóban forgó rendszer előnyeiként a következőket említi: nem jelentkezik korrózió; egyszerű szerelés és felállítás; alacsony építési költségek; nem jelentkezik befagyási veszély; a gáztároló rendszer térfogata modulszerűen könnyen változtatható; üzembiztos a rendszer és végül modern építési forma alkalmazható.

A 3-10. táblázatot a hivatkozott gyártó cég prospectusa alapján adjuk közre. A táblázatban 1-5 db párnából álló oszlopokra vonatkozóan találunk jellemző irányértékeket a méretekre és a térfogatokra. E megoldást hazai vonatkozásban is figyelemreméltónak tartjuk.

Műanyag gáztárolók jellemző méretei
/Metzeler A.G. nyomán/

A gáztárolópárnák száma tárolóoszloponként	1	2	3	4	5
<u>Egy-oszlopos gáztároló</u>					
Maximális térfogat, m ³	25	50	75	100	125
Maximális építési magasság, m	2,04	3,14	4,24	5,34	6,44
Bzélesség=hosszuság, m	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
<u>Két-oszlopos gáztároló</u>					
Maximális térfogat, m ³	50	100	300	400	500
Maximális építési magasság, m	2,04	3,14	4,24	5,34	6,44
Bzélesség=hosszuság, m	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80
Egy-oszlopos gáztároló súlya, kp. /burkolófal nélkül/	4132	4985	5457	5918	6399

3.3 Aerob iszapkezelő berendezések

Az aerob iszapstabilizáció során a szennyvíztisztítási technológiában termelt iszapok - az előülepitőben kivált nyersiszap és az utóülepitőből elvezetett főlősiszap - szervesanyag tartalma oly mértékig lebomlik, hogy további - aerob vagy anaerob - fermentációs folyamatok már nem szükségesek az iszapkezeléssel kapcsolatban. Az aerob iszapkezelés esetén a stabilizációs folyamatok origént igényelnek, hasonlóképpen mint a biológiai szennyvíztisztítás biokémiai folyamatai.

Az aerob iszapkezelés különböző technológiai rendszerekben valósítható meg. Mindenekelőtt az alábbi két főváltozat különböztethető meg:

- a/ aerob iszapstabilizáció különálló iszapkezelő berendezésben a nyersiszap, a főlősiszap vagy azok keverékének kezelésére;
- b/ aerob iszapstabilizáció teljes oxidációs szennyvíztisztító berendezésben, /pl. oxidációs árokban, vagy ún. zsebtelep alkalmazásával/.

Hangsúlyozzuk, hogy a fenti két változat a lejátszóó biokémiai stabilizációs folyamatok lényegét tekintve azonos jellegű. Mégis célszerű megkülönböztetni azokat, mivel az a/ alatti változat alapvetően iszapkezelést, a b/ alatti változat pedig elsődlegesen szennyvíztisztítást definiál. A végcél tekintetében nyilvánvaló, hogy a fenti két fogalom lényegesen különbözik.

Az aerob iszapstabilizáció műtárgyai és gépi berendezései

Az aerob iszapstabilizáció fontosabb műtárgyai:

- a/ a levegőztető-iszapkezelő egység,
 - b/ az ülepítő-sűrítő egység,
- amelyek között a recirkuláció biztosítja azt a kapcsolatot, amivel az iszapkoncentráció megfelelő szintre beállítható.

A főbb szükséges gépi berendezések a következők:

- a/ a levegőztető szerkezetek /elsősorban függőleges és vízszintes tengelyű mechanikus levegőztető rotorok/,
- b/ keverő berendezések a sűrítőben /esetlegesen/,
- c/ szivattyúk, csővezetékek és szerelvények.

Alkalmazási terület

Az aerob iszapkezelés alkalmazási területeit különböző szempontok határozzák meg. Minden esetben alapvető iránynak - ami az iszapkezelés célja általában - az iszap mennyiségének és ezen belül a szerves anyag mennyiségének csökkentése és lehetőség szerint a fertőzőképesség megszüntetése.

- a/ Az aerob iszapkezelés alkalmazása mindenekelőtt ott javasolható, ahol az anaerob iszapkezelési technológia megvalósítása műszaki vagy gazdasági szempontból kedvezőtlen lenne.
- b/ Kis- és közepes nagyságú tisztítótelepeken, különösen ott, ahol a terhelés nagymértékben ingadozik.

c/ Végül régi szennyvíztisztító telepek iszapkezelő berendezéseinek kapacitás bővítése esetén.

3.4 Szikkasztóágak

A szikkasztóágak létesítése az aerob és az anaerob uton stabilizált iszapok természetes víztelenítését célozza. A hagyományos módon kialakított ágyak esetében a terhelettségén kívül egyéb vizsgálatok nem szükségesek, mivel kellően megalapozott tervezési alapadatok állnak rendelkezésre.

A szikkasztóágakra termelt /pl. rothasztott/ iszap fajlagos mennyiségét - egy főre és egy napra vonatkoztatva - szennyvíztisztítási technológiai kézikönyvek tartalmazták /pl. nagyterhelésű csepegtetőtesteknél 0,48 l/fő, nap/. E fajlagos értékeket a lakosszámmal megszorozva kapjuk a szikkasztóágyra kerülő iszap hozamát, célszerűen e/nap értékre átszámítva. Ennek alapján meghatározható az évenként keletkező iszap teljes térfogata. Irányértékként évenként 9-szeres feltöltéssel lehet számolni 0,2 m rétegvastagsággal /összesen 9.0,2=1,8 m/. Fentiek alapján a szükséges szikkasztóágy felület a teljes évi iszaptérfogat és az iszapvastagság arányaként adódik.

A szikkasztóágak működése szempontjából megemlíthető, hogy a szűrési, szivárgási folyamatok mellett a száradás játszik jelentős szerepet. Utóbbi azonban - az eltávolítandó iszapvíz mennyisége szempontjából - általánosan másodlagos szerepet játszik.

A mesterséges iszapszikkasztóágak építésével, kivitelezésével kapcsolatban az alábbiakban néhány jellemző irányértéket említünk /MSZ 15302-62 R nyomán/.

Az iszapszikkasztóágak szélessége 4-5 m. Az egyes táblák hosszúsága 15-20 m között változik általában. Az ágyak közötti válaszfalak legalább 15 cm-rel magasabban helyezkedjenek el a maximális iszapszinthez viszonyítva.

A szikkasztóágy aljzatát leggyakrabban betonból készítenek ki /ritkábban bedöngölt agyagot is használnak/. A táblák fenékkialakítása olyan, hogy a közép vonal irányába 5 cm körüli lejtés biztosítandó. A közép vonalban fektetett alagcső lejtése 2-3 %. A kellő mértékű szikkasztás érdekében az alagcső mellett és fölött meghatározott szemoszeméretű zuzalék, illetőleg kavicsréteg helyezendő el. Ennek gyakorlati megoldása pl. a következő lehet: 15-20 cm vastagságban durva kavics, amire 15-20 cm vastag finom kavicsréteg tölthető fel. E fölött 25-30 cm vastagságban szűrőhomok réteget helyeznek el.

A szikkasztóágy táblái között létesített válaszfalnak anyaga beton vagy téglá lehet. Betonpallók alkalmazása esetén megfelelően kiképzett oszlopok közé előre gyártott elemek helyezhetők el.

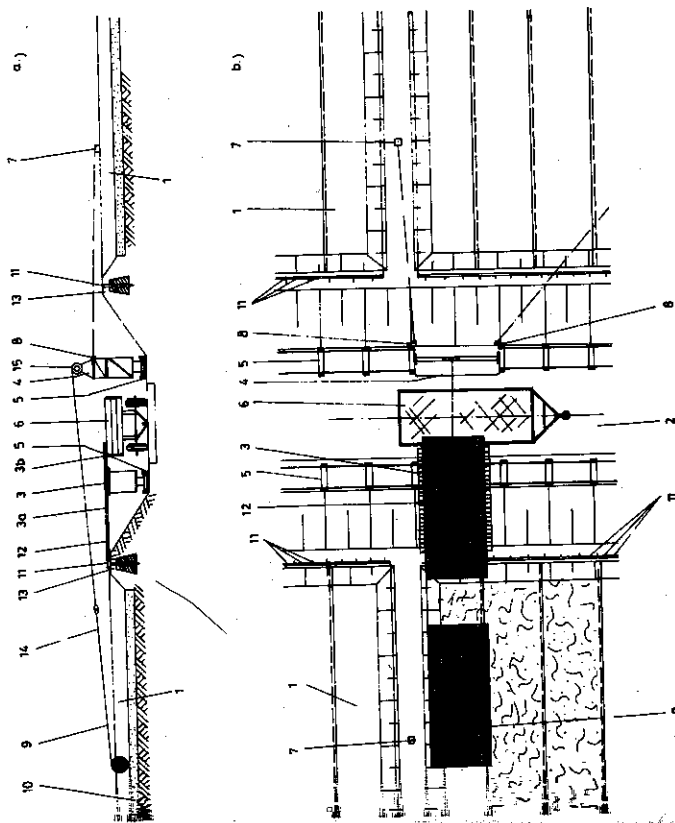
A hivatkozott ajánlott szabvány szerint célszerű a szikkasztóágak mellett egy bizonyos nagyságú tárolótérletet kialakítani. Ennek mérete legalább akkora legyen, mint ami megfelel egy iszapszikkasztó tábla szikkasztott iszapmennyiségének elhelyezésére 50-60 cm magasságu feltöltést figyelembe véve.

A 3-11. táblázatban K. Imhoff nyomán néhány jellemző adatot mutatunk be iszapszikkasztó ágyak terület igényére vonatkozóan.

Irányértékek iszapszikkasztóággyak területigényéhez
/K. Imhoff nyomán/

Tisztítástechnológiai eljárás	Területigény /átlagértékek/	
	/m ² /fő/	/fő/m ² /
Mechanikai tisztítás	0,05	20
Csepegtetőtestes technológia	0,09	11
Eleveniszapos technológia	0,16	6

Az NDK-ban ujszerű kísérleteket végeztek iszapszikkasztóággy üritésére vonatkozóan. A szabadalmaztatott megoldás sémáját a 4-1. ábrán mutatjuk be F.W. Rössner tanulmánya nyomán. E megoldás szerint az iszapszikkasztóággyra az iszapréteg alá műanyag hálót helyeznek el. Ennek segítségével - megfelelő emelő illetve vonószerkezetek közbelkötésével - kézielő alkalmazása nélkül távolítható el a szikkasztóággyról a viztelenedett iszap. A száraz iszap az ábrán látható séma szerint a műanyag hálóval együtt levontatható /legördíthető/ a szikkasztóággy felületéről. Megemlítjük, hogy a kísérleteket 1966-68-ban hajtották végre, és a rendszert 1971-ben szabadalmaztatták.



- 1 Szikkasztóággyak
2 Rakodó út
3 Rakodó bak
4a Szikkasztóággy-alkali pallo
4b Jarmu-alkali pallo
4 Csavaros emelők
5 Kisvasút
6 Szállító jármű
7 Lehorgonyzás
8 Kézicsőrő
9 Szűrőháló
10 Kavicszűrő réteg
11 Feszítő berendezés
12 Csatlakozó elem
13 Földszanc
14 Kötél
15 Henger

4-1. ábra
Ujszerű megoldás a kisalkadt iszapnak
szikkasztóággyról történő eltávolítására
/Rössner nyomán/

4. KIEGÉSZÍTŐ BEREDEZÉSEK

Jelen fejezetben néhány további műtárgy, berendezés létesítésével kapcsolatos elveket és adatokat foglalunk össze. Főképpen az ún. osztóművek, valamint a gépi berendezések témakörét emeljük ki.

4.1 Osztóművek

A szennyvítisztító telepeken létesített vízostóművek feladata az érkező szennyvíz hozamának meghatározott n számú részvízhozamra történő osztása, a medence egységekre történő vízbevezetés szabályozása, az egységek hidraulikai terhelésének a tervezett szintre történő beállítása érdekében. Mivel a tisztítástechnológiai gyakorlatban a több műtárgyból álló rendszerek /pl. üleptők, levegőztető medencék stb./ egységei általában azonos típusú és térfogatu műtárgyakból állnak /pl. több üleptő létesítése esetén azonos térfogatu Dorr-üleptőkből/, ezért a vízosztás n számú egyenlő részvízhozamok figyelembevételével történhet. Mindamellett nem kizárt az a változat sem, amelynél egymástól eltérő, de meghatározott értékű részvízhozamok beállítása szükséges.

A vízostóművek főbb típusai

a/ Vízosztó aknák

A szennyvítisztító telepeken - hazai és külföldi viszonylatban egyaránt - leggyakrabban alkal-

mazett osztóművek az un. vízostó aknák /vagy osztótornyok/. Működésük alapelve: a csatornában érkező szennyvíz az osztóaknába jut, majd alulról felfelé haladva éri el a bukóélek szintjét. Attól függően, hogy a kerület mentén hány bukót építenek be az aknába, változhat az n rész vízhozamok értéke. Az ismert MOT katalógus alapján $n=4$ részre történő osztás esetén három jellemző mérettípus rögzíthető. Ezek az alábbiak:

A típus	5 - 15 l/s
B típus	15 - 40 l/s
C típus	40 - 100 l/s

A vízostó aknák előnyös tulajdonságai:

- az aknában kialakuló vízszint meglehetősen pontos vízostást biztosít, feltételezve, hogy a munkák kivitelezésénél nagyobb építési pontatlanságok nem adódnak;
- az n részre történő vízostásra tervezett műtárgy üzeme biztosítható akkor is, ha n -nél kisebb részre kell osztani a vízhozamot /pl. egy vagy több medence kiiktatása esetén/;
- a vízostó aknában lévő bukók méretezése egyszerű, az ezekre vonatkozó hidraulikai segédletek ismeretese.
- A vízostó aknák hátránya, hogy viszonylag nagy energiavesztéssel /esésvesztéssel/ okoznak, amit a szivattyúk emelőmagasságának méretezésénél számításba kell venni.

b/ A bevezető csatornába épített bukóval történő vízostás

Vízostó akna létesítése nélkül is lehetséges bukkal történő vízostás. Áramlástanai szempontból lényeges, hogy tökéletes átbukást biztosítsunk. E változat előnye az egyszerű kialakítás és a bukkrendszer egyszerű méretezése. Hátránya - hasonlóképpen, mint a vízostó aknák esetében - a viszonylag nagy energiavesztés, ami a telep energiaszükségletét érinti.

c/ A bevezető csatornába épített fenékküszöbvel történő vízostás

E módszer áramlástanai alapelve abban áll, hogy a rohanó vízmozgás tartományában az érkező víz a legnagyobb pontossággal osztható. A kialakítás szempontjából lényeges, hogy az osztó-terelőfalak a fenékküszöbre, tehát a rohanó tartományra nyuljanak be. Az osztófalak és a fenékküszöb hidraulikai méretezési módszerei ismertek.

d/ Venturi- vagy Parshal-csatornával vezérelt vízostás

Ahogy pl. homokfogók hidraulikai terhelésének szabályozását megoldották mérőszüksületek - első sorban Parshal-csatornák - beépítésével, úgy a vízostást egy csukló körül elforgatható terelőlemez segítségével lehet elvégezni. Lényeges szempont, hogy a lemez szabad vége a mérőszüksületben, tehát a rohanó mozgási tartományban legyen a már említett alapelv miatt. A Parshal-csatornák méretezési módszereit illetően utalunk a vonatkozó szakirodalomra.

e/ Osztófalakhoz csatlakozó terelőlemezekkel történő vízosztás

E megoldás minden változat között a legegyszerűbb, Áramlástanai szempontból méretezési munkát nem igényel. Ezzel szemben a próbaüzem során kell beállítani a terelőlemezeket oly módon, hogy az egyes medenceegységekhez érkező víz azonos szinten legyen. Előnye az egyszerű kialakításon túlmenően abban van, hogy a kivitelezési pontatlanságok alig játszanak szerepet. Ugyanakkor ebben hátrány is rejlik, mivel az esetleges gondatlan üzemeltetés /pl. a terelőlemezek durva beállítása vagy elmozdítása/ jelentős hibákat eredményezhet.

f/ Alvízszintszabályozóval vezérelt vízosztás

Az öntözési gyakorlatban jól bevált rendszer bizonyos esetekben szennyvízosztó műként is alkalmazható. Az alvizen lévő uszó és a hozzá csatlakozó tengely körül elfordítható - hengerpalást alakú - zárólemez a zsillip átömlő nyílását, és ezzel együtt az átfolyó vízhozamot is szabályozza. Ezen túlmenően a hitelesítési görbe ismeretében vízhozammérésre is alkalmazható.

Előnye: műtárgyegységek terhelése meghatározott szintre beállítható. Ebből következik alkalmazásának nehézsége: az érkező és változó szennyvíz hozama a felvíznél vagy tárolást igényel, vagy a többletvízhozam megkerülő vezetéken - a zápor-kiömlők elve alapján - a befogadóba jut. Utóbbi megoldás vízminőségvédelmi szempontból kifogásolható.

Ismert típusok: a Neyrpic francia cég gyártmányai /AVIO, AVIS/, továbbá hazai szabadalom alapján készült berendezés. Tervezi a Vízügyi Tervező Vállalat, kivitelező a Vízgépészeti Vállalat.

Az egyes típusok rövid áttekintése után megemlíti, hogy az osztóműtől elvezető csatornáként rendszerint betoncsatornákat alkalmaznak. Ezek hidraulikai méretezése a nyílt felszínű csatornák ismert méretezési összefüggései szerint történik. A szükséges érdeességi tényezők értékeit hidraulikai kézikönyvek törzítik /pl. Műköpes érdeességi betoncsatorna esetében az abszolút érdeesség értéke 0,0025 m értékben vehető fel/.

Sajnálatos, hogy az osztóművek kialakításával, létesítésével kapcsolatos szakirodalom meglehetősen hiányos. Sok vonatkozásban a méretezési módszerek sem teljesen tisztázottak. Az utóbbi időben megjelent szakirodalmi munkák közül elsősorban W. Stalzer és W. von der Emde összefoglaló tanulmányára hivatkozunk. Ebben a szerzők az osztóművek főbb típusainak bemutatásán túlmenően konkrét számpéldákat is ismertetnek a működéssel kapcsolatban.

4.2 Szennyvíztároló földgátak

Számos olyan technológiai berendezés ismeretes, amelyeknek kialakításához földgátak létesítése szükséges. Példaként emlíjük a szennyvíztároló tavakat, az oxidációs árkokat stb.

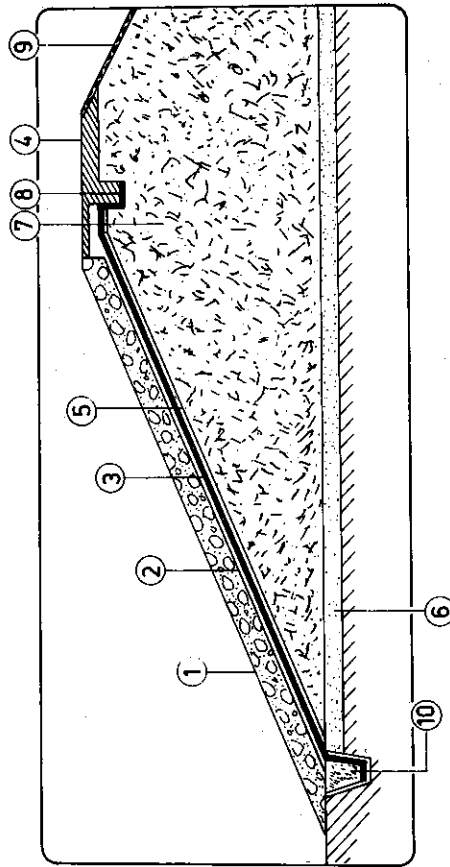
A megfelelő vízszigetelés biztosítása érdekében különböző megoldásokat dolgoztak ki, amelyeknek egy része hagyományos, másrészt újabb megoldásnak tekinthető.

A vízpítési gyakorlatban és ezen belül a csatornázás és a szennyvíztisztítás berendezéseinek építési megoldásait illetően különböző eljárások ismeretesei műanyagfóliákkal szigetelt töltések kialakítására vonatkozóan. Az alábbiakban egy, külföldi vonatkozásban többször alkalmazott technológiára hívjuk fel a figyelmet a Butyl Products Ltd. gyártmánya nyomán. A 4-2. ábrán szemléltetjük egy töltés keresztmetszeti kialakítását. A mellékelt jelmagyarozat alapján követhető a szerkezeti kialakítás.

Az említett cég gyártmányainak alkalmazásával külföldi viszonylatban több tározó is létesült. Példaként említhető egy 1975-ben Franciaországban létesített, 180.000 m³ nagyságú fóliát igénylő tározó. Ugyancsak az utóbbi időben építettek Hertfordshireben/Anglia/ egy kisebb kapacitású tároló földmedencét, amelyhez 2.600 m³ nagyságú, 0,75 mm vastagságú butyl fóliát építettek be. Megemlítjük, hogy a gyártó cég különböző vastagságú és méretű fóliákat hoz forgalomba. A vízszigetelési munka lényegében a földművek létesítésével egyidejűleg történik.

A gyártó cég javaslata szerint az alábbi feladatok megoldásánál kerülhetnek alkalmazásra, illetve javasolhatók a szóban forgó szigetelő fóliák:

- folyadéktározók;
- földgázak szigetelése;
- csatornák burkolása, szigetelése;
- vegyszertározók;
- záporvíztározók;
- levegőztetett tavak a szennyvíztechnológiában stb.



Jelmagyarozat:

- | | | | |
|---|---------------|----|--------------------|
| 1 | kerék | 6 | drénezés |
| 2 | homok (20cm) | 7 | töltés, tömörítve |
| 3 | fólia (butyl) | 8 | felső lehorgonyzás |
| 4 | töltéskorona | 9 | tolóréteg |
| 5 | szűrőréteg | 10 | alsó lehorgonyzás |

4-2. ábra

Vízszigetelési kialakításnak nevezzük
/Butyl Products Ltd. nyomán/

4.3 Gépi berendezések

E kiadvány korlátozott terjedelme természetesen nem teszi lehetővé azt, hogy a szennyvíztisztítás és az iszapkezelés gépi berendezéseivel kapcsolatos kérdéseket akárcsak összefoglaló jelleggel is tárgyalhassuk. Mégis indokoltnak tartjuk néhány részletkérdésre való kitérést, amelyek elsősorban a telepek építésével, kivitelezésével és a berendezések élettartamával kapcsolatosak.

Ilyen szempontból kiindulva állítottunk össze néhány táblázatot hazai és külföldi gyártócégek előírásai és műszaki specifikációk alapján, amelyekről úgy véljük, hogy a gyakorlati szakemberek számára érdeklődésre tarthatnak számot. Mivel a táblázatok adatai különösebb magyarázat nélkül is egyértelműen felhasználhatók, ezért a tömörségre törekedve a következő táblázat-sorozatot adjuk közre:

A 4-1. táblázat a mechanikai szennyvíztisztítás gépi berendezéseinek elektromos teljesítmény-szükségletét tünteti fel a lakosság függvényében. A 4-2., 4-3., 4-4., 4-5. táblázatok a szennyvizek és az iszapok átemelésére használatos gépi berendezésekről adnak információkat hazai és külföldi cégek előírásai alapján. Az iszapszállítás gépi berendezéseinek jelentős hatása van üzemeltetési szempontból az iszaptelepek konstrukciójára, jellegére. Erre vonatkozóan ad iránymutató szempontokat a 4-6. táblázat.

Az üzembiztonsági követelmények - a konkrétan műszaki szempontok mellett - alapvető szerepet játszanak a gépi berendezések célszerű megválasztásával kapcsolatban. Az ÉSZ 511-T ágazati szabványtervezet szerint A/., B/.,

C/ és D/ fokozatok különböztethetők meg mint üzembiztonsági mutatók. Az egyes fokozatok rövid jellemzését a 4-7. táblázat foglalja össze. Ugyancsak jelentős szempontnak minősíthetők az irányítástechnikai követelmények. A fenti ágazati szabványtervezet szerinti fokozatokat, valamint azok rövid jellemzését a 4-8. táblázat tünteti fel.

Számos külföldi és hazai előírás ismeretes szennyvíztisztító telepek gépi berendezéseinek élettartamára vonatkozóan. Ilyen szempontból célszerű figyelembe venni minimális üzemidőt és felújítás nélküli élettartamot. Erre vonatkozóan ad tájékoztató adatokat a 4-9. táblázat. G.E. Lamp és munkatársai nyomán adjuk közre a 4-10. a-b/ táblázatokat, amelyek kis szennyvíztisztító telepek általános élettartamát, valamint a telepeken alkalmazott motorok és fúvók élettartamát tüntetik fel tájékoztató jelleggel.

4-1. táblázat

A mechanikai szennyvíztisztítás gépi berendezéseinek elektromos teljesítményszükséglete			
/O. Pallasch és W. Triebel adatai nyomán összeállította a szerző/			
Megnevezés	Lakosság /fő/	Teljesítmény /kW/	
1. Szennyvízrácsok	10.000	0,75	
	50.000	1,1-1,5	
	100.000	1,6-2,2	
	200.000	2,1,6-2,2,2	
	300.000	3,1,6-3,2,2	
2. Kotrók			Kotróhid Szalagos K.
a/ Hosszanti átfolyás- su ülepítő	10.000	1,5-2,0	0,75
	50.000	2,0-2,6	1,5
	100.000	3,0	3,3
b/ Köralaprajzu ülepítő	10.000	0,3-0,5	10-15/x
	50.000	0,7	25-35/x
	100.000	1,0-1,5	32-45/x
3. Homokfogók	10.000	1,1 - 2,2	
	50.000	1,4 - 3,0	
	100.000	1,8 - 3,0	
4. Radiális rács rács- szemét-apritóval /Passavant/	10.000	7,9	
	50.000	8,1	
	100.000	2,8,1	

Jellegyzések: a/ A táblázat adatai tájékoztató jellegűek
b/ Az x-szel jelölt számok a kotrók átmé-
rőit jelentik m-ben.

4-2. táblázat

A jelenleg gyártott néhány szennyvízszivattyú család
/Tóth J. nyomán/

Tipus- család	Tengely- elrendezés	Viszszállítás Q / l/perc/	Emelőmagasság határok H / m/
BDSZ, BDVSZ /Ganz/	vízszintes és függő- leges	300-21.000	3-35
CP, CS /OBV-FLIGT/	függőleges buvár	120-30.000	2-50
CA /csigaszi- vattyú/	ferde /30°/	600-60.000	1,8-3,8

4-3. táblázat
Műszaki szivattyúk, emelők és keverők főbb jellemzői

Tipus jele	Szállított vizhozam Q _{max} [l/s]	Emelőmagasság H _{max} [m]
Emelők		
M 80	10	6
M 125	20	6
M 150	40	
Keverők		
MK 600	350	
MK 800	700	
MKF 600	350	
MKF 800	700	

Gyártja: a Vízépészeti Vállalat

4-4. táblázat

Hézaggyártású csigaszi vattyúk főbb jellemzői

Tipus jele	Szállított vizhozam Q / l/s/	Emelőmagasság H _{max} / m/
Ca 10-1,8	10	1,8
Ca 10-3,0	10	3,0
Ca 25-1,8	25	1,8
Ca 25-3,0	25	3,0
Ca 50-1,8	50	1,8
Ca 50-3,0	100	1,8
Ca 100-1,8	100	1,8
Ca 100-3,0	100	3,0
Ca 250-1,8	250	1,8
Ca 250-3,0	250	3,0
Ca 500-3,0	500	3,0
Ca 500-4,6	500	4,6
Ca 1000-1,8	1000	1,8
Ca 1000-3,0	1000	3,0

Gyártja: a Vízépészeti Vállalat