

NN31085.91-02

g e

u n d e r z o e k e r i o o l w a t e r -
z u i v e r i n g s i n r i c h t i n g e n

rwzi
2000

R91-02

DEEP SHAFT - SYSTEMEN

een inventarisatie



**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

DEEP SHAFT - SYSTEMEN

Een inventarisatie

auteur(s):

DHV:

ir. E. Eggers

ir. A. Schellinkhout

ing. F.J. van der Schot

RWZI 2000 91-02

17 SEP. 1997

W. van der Schot

	INHOUD	BLZ
	VOORWOORD	3
	SAMENVATTING	4
1	INLEIDING	7
2	BESCHRIJVING VAN HET SYSTEEM	9
2.1	Principe en ontwerp	9
2.2	Bouwtechnieken	11
3	HISTORIE	13
3.1	Algemeen	13
3.2	Huidige stand van zaken	13
4	CLAIMS, REFERENTIES EN ERVARINGEN	15
4.1	Geclaimde voordelen	15
4.2	Zuivere zuurstof	17
4.3	BZV-verwijdering	18
4.4	Nitrificatie	18
5	TOEPASBAARHEID VAN HET DEEP SHAFT SYSTEEM VOOR DE BEHANDELING VAN STEDELIJK AFVALWATER IN NEDERLAND	21
5.1	Algemeen	21
5.2	Effluentkwaliteit	21
5.3	Energieverbruik	22
5.4	Slibproduktie en ontwaterbaarheid	23
5.5	Ruimtegebruik	23
5.6	Evaluatie	23
6	KOSTENVOORBEELD	25
6.1	Inleiding	25
6.2	Uitgangspunten en ontwerpgrondslagen	25
6.3	Kostenraming	27
7	EVALUATIE	29
8	CONCLUSIES	31
9	REFERENTIES	33

VOORWOORD

In het kader van het onderzoeksprogramma RWZI-2000 wordt een aantal nieuwe zuiveringstechnologieën geëvalueerd. Bij technologieën die in het buitenland zijn ontwikkeld, wordt doorgaans allereerst gekeken naar de inpasbaarheid in Nederland.

Het voorliggende rapport geeft de resultaten van een dergelijke evaluatie naar de mogelijkheid om het Deep Shaft systeem voor de behandeling van stedelijk afvalwater in Nederland te introduceren. De evaluatie is uitgevoerd met de informatie uit literatuur en rapportages en aan de hand van informatie verkregen uit bezoeken aan Deep Shaft installaties in Tilbury (Engeland), Leer (Duitsland) en Tokyo, Osaka (Japan). Daarnaast is, voor de Nederlandse omstandigheden, een globale kostenraming gemaakt van de bouwkosten van het Deep Shaft systeem. In Japan zijn vanwege het grote ruimtegebrek en het belang van waterhergebruik vele Deep Shaft installaties in gebruik.

Door onvoldoende beschikbare informatie van een aantal aspecten, zoals energieverbruik, kosten, slibproductie, slibstabilisatie en ontwaterbaarheid, is een volledige evaluatie niet mogelijk gebleken. Uit het rapport is als conclusie te destilleren dat mede vanwege de strengere N-lozingseisen de toepassing van het Deep Shaft systeem in Nederland slechts in zeer specifieke gevallen aantrekkelijk zal zijn. Hierbij wordt gedacht aan de (voor)behandeling van relatief hoog geconcentreerd afvalwater dat gemakkelijk biologisch afbreekbaar is. Daarnaast kan het voorschakelen van een Deep Shaft installatie bij een uitbreiding van een bestaande zuiveringsinrichting een goede en economisch haalbare oplossing bieden, indien deze overbelast is of scherpere N-lozingseisen krijgt opgelegd.

Het onderzoek is uitgevoerd door DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV (ir. E. Eggers, ir. A. Schellinkhout, ing F.J. van der Schot) en begeleid door ir. P.C. Stamperius (STORA), ir. A.H. Dirkzwager, ing. G.B.J. Rijs en ir. W. van Starckenburg (RIZA). Daarnaast wordt de heer M.C. Olivier van ICI Nederland bedankt voor de prettige samenwerking.

Lelystad, februari 1991

Voor de stuurgroep RWZI-2000

dr. J. de Jong
(voorzitter)

Een volledige evaluatie van de voordelen is niet mogelijk omdat van een aantal aspecten (slibproductie, slibstabilisatie, slibbontwaterbaarheid, slibindex, kosten) onvoldoende gegevens beschikbaar zijn.

Uit de referentielijst van ICI van de Deep Shaft installaties waar stedelijk afvalwater wordt behandeld, blijkt dat van de betreffende installaties het gemiddelde BZV in het influent circa 490 mg/l bedraagt (60 - 1580 mg/l). Het BZV in het effluent bedraagt circa 33 mg/l (3 - 170 mg/l) terwijl de BZV-verwijdering circa 90% bedraagt (60 - 97%).

Het ontwerp van een Deep Shaft systeem is meestal zodanig dat de slibleeftijd 1 tot 2 dagen is. Een dergelijke slibleeftijd is te kort om in gematigde klimaatzones nitrificatie te laten optreden.

In de literatuur worden twee oplossingen beschreven om, in combinatie met het Deep Shaft systeem, nitrificatie te bewerkstelligen:

- een nitrificerend oxydatiebed na het Deep Shaft systeem
- een nitrificatietank voor uitbreiding van het volume van het actiefslibstelsel, waardoor de slibleeftijd toeneemt en nitrificatie kan optreden.

Van beide systemen wordt gesteld dat het voorschakelen van een Deep Shaft een goede en economisch haalbare oplossing biedt voor uitbreiding van een bestaande zuiveringsinrichting als deze overbelast is of als oplossing voor de aanvullende N en P eisen.

In principe is de Deep Shaft niet ontworpen voor de verwijdering van stikstofverbindingen. Door een speciale uitvoeringsvorm zoals die in Leer in Duitsland is gerealiseerd, waarbij de functies beluchting en stroming/voortstuwing door het toepassen van een vijzel zijn gescheiden, kan een zekere mate van denitrificatie worden bereikt.

In het kader van de inventarisatie is een globale kostenraming gemaakt van de bouwkosten van een Deep Shaft systeem (met een vijzel volgens de variant "Leer") voor de verwerking van het afvalwater van 50.000 i.e.. Deze bouwkosten zijn vergeleken met de bouwkosten van een conventioneel laagbelast actiefslibstelsel voor de verwerking van dezelfde hoeveelheid afvalwater, waarbij ervan uit is gegaan dat de effluentkwaliteit van beide systemen overeenkomt (BZV < 20 mg/l). De bouwkosten van het Deep Shaft systeem blijken één miljoen gulden hoger te zijn dan van het laagbelaste actiefslibstelsel.

Bij de toepasbaarheid van het Deep Shaft systeem voor de behandeling van stedelijk afvalwater in Nederland is een aantal aspecten van belang zoals effluentkwaliteit, kosten, slibproductie, ontwaterbaarheid en ruimtegebruik.

Mede vanwege de verscherping van de lozingseisen is te verwachten dat de toepassing van het Deep Shaft systeem in Nederland voor de behandeling van stedelijk afvalwater slechts in zeer specifieke gevallen aantrekkelijk zal zijn.

Het Deep Shaft systeem kan mogelijk zeer goed functioneren bij de (voor)behandeling van relatief hoog geconcentreerd industrieel afvalwater dat gemakkelijk biologisch afbreekbaar is.

Het toepassingsgebied lijkt niet zo groot, dat intensief onderzoek naar verdere verbetering van het Deep Shaft systeem voor de behandeling van stedelijk afvalwater in Nederland gerechtvaardigd is.

INLEIDING

In het kader van het project RWZI-2000 is een inventarisatie uitgevoerd naar de mogelijkheden van de toepassing van het Deep Shaft systeem in Nederland voor de behandeling van stedelijk afvalwater.

In het voorliggende rapport wordt voornamelijk aandacht besteed aan de toepassing van het Deep Shaft systeem voor de behandeling van stedelijk afvalwater. Ervaringen met industrieel afvalwater zijn in dit kader minder relevant en worden alleen ter ondersteuning gebruikt.

Het rapport is opgesteld met informatie uit literatuur en rapportages en aan de hand van informatie verkregen uit bezoeken aan de Deep Shaft installaties in Tilbury (UK), Leer (Duitsland), Tokio en Osaka (Japan).

Het systeem is ontwikkeld door Imperial Chemical Industries Ltd (ICI). Daarom is ook overlegd met ICI Nederland en met ICI Engeland.

2 BESCHRIJVING VAN HET SYSTEEM

2.1 Principe en ontwerp

Het Deep Shaft systeem is een uitvoeringsvorm van het actiefslibproces voor de aërobe biologische behandeling van afvalwater.

De Deep Shaft reactor bestaat uit een verticale schacht van 30 tot 150 meter diepte en een diameter van 0,4 tot 6 meter. Schachten met grotere diameters (tot 9 meter) verkeren in het ontwerpstadium. Uit praktijkervaringen wordt een schacht met een diepte van 60 meter als globaal optimum beschouwd.

In de schacht bevinden zich twee kanalen waardoor het actiefslibmengsel circuleert, de "downcomer" (het kanaal met de neerwaartse stroming), en de "riser" (het kanaal met de opwaartse stroming). De interne circulatie wordt in stand gehouden door de "airlift" werking van de lucht, die in de "downcomer" wordt gebracht (figuur 1). De lucht is tevens noodzakelijk voor de zuurstofvoorziening van het actiefslib.

De lucht wordt ingebracht op enige diepte in de "downcomer". Doordat de neerwaartse snelheid van het water groter is dan de stijgsnelheid van de luchtbellen, worden de bellen meegesleept naar beneden. Door de toenemende hydrostatische druk gaat de zuurstof veel sneller in oplossing dan onder atmosferische druk en komt er meer zuurstof beschikbaar voor de bacteriën.

In de "riser" expandeert de aanwezige lucht. Er ontstaat een verschil in dichtheid tussen de gasvrije waterkolom in de "downcomer" ten opzichte van het punt waar lucht wordt geïnjecteerd en de kolom van het lucht-water mengsel in het overeenkomstige deel van de "riser" (zie figuur 2). Daardoor wordt de stroming onderhouden. Omdat de circulatie niet zelfstartend is, moet voor het starten eerst lucht in de "riser" worden geïnjecteerd.

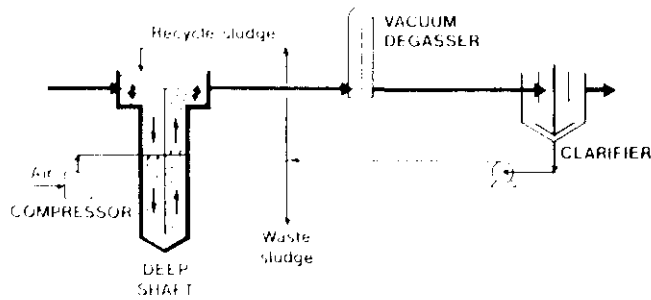
Bij het Deep Shaft systeem kunnen problemen ontstaan bij de scheiding water-slib-lucht. Om deze problemen te ondervangen zijn de volgende uitvoeringsvormen ontwikkeld:

- vacuümontgassing en bezinking
- flotatie
- tweetraps proces met gecombineerd systeem actiefslib/beluchte ontgasser en bezinking.

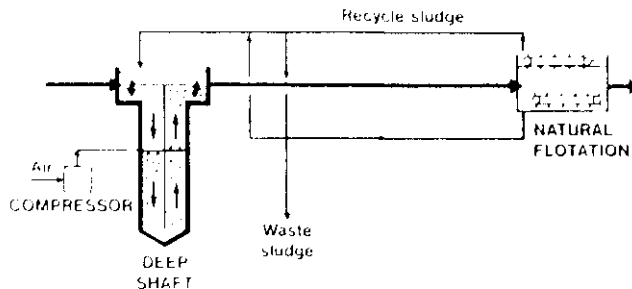
Deze drie uitvoeringsvormen zijn weergegeven in figuur 3.

Uit informatie van ICI blijkt dat voor de keuze van een bepaalde uitvoeringsvorm in de gehanteerde ontwerpgrondslagen rekening wordt gehouden met de specifieke omstandigheden. Flotatie wordt bijvoorbeeld toegepast in situaties waarbij een traditionele bezinktank in verband met ruimtegebrek niet mogelijk is en in situaties waarbij gewerkt wordt met een hoog slibgehalte (10 tot 15 gram per liter).

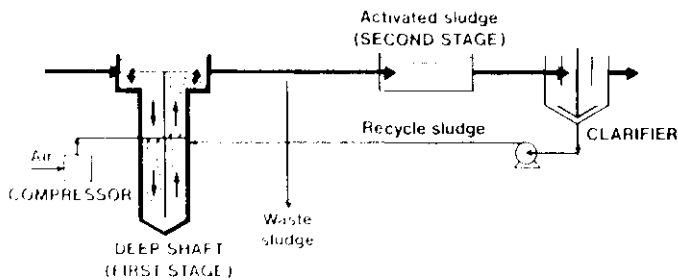
a SEDIMENTATION



b FLOTATION



c 2-STAGE PROCESS



Figuur 3 Drie uitvoeringsvormen van het Deep Shaft systeem

2.2

Bouwtechnieken

Het Deep Shaft systeem heeft een schacht nodig van 30 tot 150 meter diep. Deze schachten kunnen alleen worden gebouwd door gespecialiseerde bedrijven. Om deze schacht te bouwen staan vier technieken te beschikking [16]:

- boren
- heien
- graven
- caissonbouw.

Boren

Deze methode is ontwikkeld voor de oliewinning en kan worden toegepast tot een diameter van circa 2 meter, in zachte bodems tot 3 meter. De bereikbare diepte is vele honderden meters. Er wordt een boortoren gebruikt waarin de gehele installatie is opgehangen.

3 HISTORIE

3.1 Algemeen

Het Deep Shaft systeem voor de behandeling van afvalwater is door ICI in de zeventiger jaren ontwikkeld uit een fermentatieproces voor de produktie van microbieel eiwit. ICI meende, door besparingen op ruimtebeslag en investeringen, een veelbelovend systeem te hebben ontwikkeld en heeft het beluchtingssysteem geïntroduceerd.

Tegen de toenmalig gewekte verwachtingen in bleef een doorbraak van het Deep Shaft systeem uit. De oorzaak hiervan wordt gezocht in:

- de concurrentie in Nederland van anaërobe systemen, die in dezelfde jaren werden ontwikkeld voor hoog- en middelgeconcentreerd (met name industrieel) afvalwater;
- de praktijkresultaten die ten opzichte van optimistische claims tegenvielen;
- in de beginperiode onvoldoende kennis bij ICI van de eisen en kenmerken van de afvalwatermarkt.

In 1978 werd PCI licentiehouders voor het Verenigd Koninkrijk. PCI verbeterde het concept. In Engeland werden drie proefinstallaties gebouwd voor de behandeling van stedelijk afvalwater, al dan niet gemengd met industrieel afvalwater, in Aylesbury, Billingham en Tilbury (bijlage 2).

Elders in de wereld werd het Deep Shaft systeem vooral gebruikt voor de behandeling van middel- en hooggeconcentreerd (>250 mg BZV/l), voornamelijk industrieel afvalwater.

3.2 Huidige stand van zaken

Er is inmiddels een aantal zuiveringsinrichtingen uitgevoerd volgens het principe "Deep Shaft" (zie bijlage 1) waarvan:

- 40 in Japan
- 1 in de Verenigde Staten van Amerika
- 4 in Engeland
- 3 in Canada
- 2 in West Duitsland.

Van de bovengenoemde installaties zijn er 14 bestemd voor de behandeling van stedelijk afvalwater, 4 voor de behandeling van stedelijk afvalwater gemengd met industrieel afvalwater en 32 voor de behandeling van industrieel afvalwater.

Opvallend is dat in Japan circa vier maal zoveel installaties gebouwd zijn volgens het Deep Shaft systeem als totaal in de rest van de wereld. Daarbij speelt het grote ruimtegebrek in Japan een belangrijke rol.

In Japan wordt het systeem ook gebruikt voor de behandeling van zogenaamd "keukenafvalwater", dat wil zeggen alle huishoudelijk afvalwater uitgezonderd het afvalwater afkomstig van toiletten. Na behandeling van dit afvalwater in de Deep Shaft installatie wordt het effluent gebruikt als spoelwater voor toiletten.

4 CLAIMS, REFERENTIES EN ERVARINGEN

4.1 Geclaimde voordelen

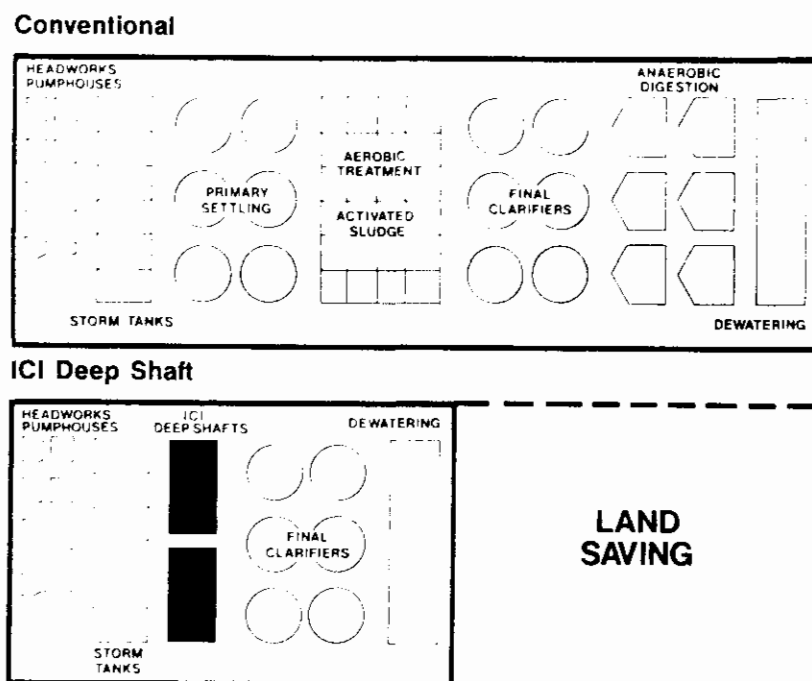
De houder van het patent, ICI, en de licentiehouders voor het Verenigd Koninkrijk, PCI, stellen dat het Deep Shaft systeem de volgende voordelen biedt [7]:

- geringer ruimtebeslag (ca 50% van conventioneel systeem);
- geen afzonderlijke slibstabilisatie nodig;
- goede ontwaterbaarheid van het slib;
- besparing op de kapitaalslasten voor grote zuiveringsinrichtingen voor afvalwater met een BZV boven 400 g/m³;
- geen milieubezwaren als geluid- en stankemissie;
- lage slibvolume-index.

Deze voordelen worden hieronder toegelicht en waar mogelijk van commentaar voorzien.

Ruimtebeslag

Het Deep Shaft systeem zou 50% minder oppervlak nodig hebben in vergelijking met een conventioneel actiefslibstelsysteem (zie figuur 4).



Figuur 4 Geclaimde ruimtebesparing door toepassing van het Deep Shaft systeem

Besparing op investeringen

ICI stelt dat in 30% van de gevallen, waarin in Japan gekozen wordt voor het Deep Shaft systeem, dit gedaan is op basis van de hoogte van de investeringen. In de overige 70% is dit gedaan vanwege het ruimtegebruik.

In de literatuur zijn geen gegevens gevonden over vergelijkingen van de investeringen voor het Deep Shaft systeem en andere systemen voor de behandeling van stedelijk afvalwater.

Milieubezwaren

Doordat de reactor ondergronds is opgesteld en de bovengrondse delen klein zijn, met name bij het gebruik van vacuümontgassing en slibwaterscheiding door middel van flotatie, wordt gesteld dat de emissies van stank en geluid vrijwel nihil zijn.

Bij toepassing van bellenbeluchting als ontgassingsmethode zijn echter bovengronds grote open tanks aanwezig. De geuremissie van die tanks is zeker niet verwaarloosbaar. In de ontgassingstank bevindt zich echter reeds gezuiverd afvalwater, zodat verwacht kan worden dat deze emissie minder is dan van de meeste traditionele systemen.

In de literatuur zijn geen vermeldingen aangetroffen over de opslag van slib dat niet onmiddellijk kan worden ontwaterd.

Bij de opslag van het niet-gestabiliseerde surplus-slib is stankontwikkeling voorstelbaar.

Slibvolume-index

De lage slibvolume-index (SVI \leq 100 g/ml) wordt toegeschreven aan de afwezigheid van draadvormende bacteriën. Er wordt gesteld dat draadvorming wordt onderdrukt door:

- de mechanische stress als gevolg van de hoge turbulentiegraad in de reactor;
- de sterk wisselende zuurstofgehalten in het systeem.

Er wordt gesteld dat in een Deep Shaft systeem zelden licht slib kan optreden, ongeacht het type afvalwater dat wordt behandeld.

4.2

Zuivere zuurstof

Brignal [8] geeft drie redenen waarom extra zuurstoftoevoer, door toepassing van zuivere zuurstof of zuurstofverrijkte lucht, weinig zinvol is:

- aan de bacteriële zuurstofbehoefte kan met gecompriëerde lucht goed worden voldaan;
- de fractie stikstof in de lucht is nodig om de airlift in stand te houden, de hoeveelheid koolzuur die ontstaat uit de biologische activiteit is onvoldoende om de volumevermindering door zuurstofconsumptie te compenseren;
- de extra investeringen voor zuurstofverrijking of voor opslag van zuurstof moeten worden afgewogen tegen de besparing op compressoren.

Van beide systemen wordt gesteld dat het voorschakelen van een Deep Shaft een goede en economisch haalbare oplossing biedt voor uitbreiding van een bestaande zuiveringsinrichting [8].

De bedrijfsvoering van de Deep Shaft installatie in Leer (zie bijlage 2) is zodanig dat er goede nitrificatie optreedt in de ontgassings-tanks en dat de kolom 's-nachts gebruikt wordt als voordennitrificatieruimte [17].

5 TOEPASBAARHEID VAN HET DEEP SHAFT SYSTEEM VOOR DE BEHANDELING VAN STEDELIJK AFVALWATER IN NEDERLAND

5.1 Algemeen

Voor het gebruik van het Deep Shaft systeem voor de Nederlandse situatie zijn de volgende aspecten van belang:

- effluentkwaliteit (BZV, zwevende stof, P, N_{Kj} , NO_3^-);
- energieverbruik;
- slibproductie en ontwaterbaarheid;
- ruimtegebruik.

5.2 Effluentkwaliteit

De BZV-verwijdering is vooral afhankelijk van de slibbelasting. De gemiddelde BZV-verwijdering van de installaties voor de behandeling van stedelijk afvalwater bedraagt circa 90%. Als de slibbelasting juist wordt gekozen, kan een laag BZV (20 - 25 mg/l) in het effluent worden gehaald.

Uit de literatuur kan worden afgeleid dat het gehalte aan zwevende stof in het effluent van de Deep Shaft installaties niet afwijkt van het gehalte in andere typen installaties. In Japan is het zwevendestofgehalte lager dan 20 mg/l (incidentele waarnemingen). Voor Nederlandse condities, waarbij een tweede biologische behandelingstrap noodzakelijk lijkt, zal het zwevendestofgehalte in het effluent voornamelijk worden bepaald door de tweede trap.

De fosfaatconcentratie in het effluent wordt bij de bestaande Deep Shaft installaties niet systematisch gemeten. Gelet op het aërobe zuiveringsproces kan er van uitgegaan worden dat fosfaatverwijdering plaatsvindt door afvang en biologische inbouw van fosfaat in het surpluslib.

Onder de huidige condities in Nederland kan dan ook een verwijdering van circa 35% worden verwacht.

In het kader van het nieuwe eutrofiëringsbestrijdingsbeleid zullen aan de stikstofverwijdering hogere eisen worden gesteld dan tot nu toe. Per 1 januari 1995 moet per beheersgebied tenminste 75% van de influentstikstofvracht worden verwijderd op de rioolwaterzuiveringsinrichtingen (ten opzichte van de vracht in 1985). Voor nieuwe inrichtingen groter dan 20.000 i.e. zal mogelijk bovendien een concentratie-eis van 10 mg N_{tot} /l als jaargemiddelde gaan gelden.

Aan deze N-verwijderingseisen zal het Deep Shaft systeem in het algemeen niet kunnen voldoen vanwege de relatief lage slibleeftijd. Ook denitrificatie is in principe niet mogelijk behalve in een twee-fasen installatie, zoals bij de zogenaamde "Leer" variant.

5.4 Slibproductie en ontwaterbaarheid

De slibproductie kan op grond van de beschikbare gegevens niet goed worden geëvalueerd. Het is niet mogelijk om een uitspraak te doen over meer of minder productie ten opzichte van conventionele actief-slibinstallaties.

Het slib heeft over het algemeen een slibvolume-index lager dan 100 ml/g. Enige voorzichtigheid ten aanzien van de vertaling naar Nederlandse condities is geboden, omdat de procedure voor het bepalen van de SVI in het buitenland vaak anders is dan in Nederland.

Over de ontwaterbaarheid van het surplusslib zijn slechts gegevens gevonden die betrekking hebben op CST (zie § 4.2) van twee Deep Shaft installaties. Uit vergelijking met surplusslib van een oxydatiesloot wordt het niet uitgesloten geacht dat het surplusslib van een Deep Shaft installatie beter ontwaterbaar is.

5.5 Ruimtegebruik

De oorspronkelijke uitvoeringsvorm van het Deep Shaft systeem kan een besparing geven van het ruimtegebruik. Door de aangekondigde scherpere eisen van stikstof- en fosfaatverwijdering zijn aanvullende procesonderdelen nodig die kunnen worden voor- of nageschakeld. Daarmee gaan de relatieve voordelen van het ruimtegebruik en kosten deels verloren.

Twee procesroutes, die uit het oogpunt van kosten nog interessant zouden kunnen zijn, zijn weergegeven in figuur 5 (§ 4.5).

5.6 Evaluatie

Hoewel enkele belangrijke aspecten nog niet volledig kunnen worden geëvalueerd (energieverbruik, slibproductie, slibstabilisatie en bedrijfskosten) is het perspectief op de toepasbaarheid onder Nederlandse condities als volgt.

De toepasbaarheid lijkt in die gevallen gunstig waarin evenwicht bestaat tussen een hoge specifieke zuurstofvraag door het biologisch proces enerzijds en de hoge energie-inbreng door het beluchtings- en voortstuwingsproces anderzijds.

Hoewel een exacte concentratiegrens niet kan worden aangegeven, lijkt dit evenwicht bij hogere BZV-concentraties in het aangevoerde afvalwater te liggen. Indicatief moet hierbij gedacht worden aan gehalten ruim boven de gemiddelde waarde onder Nederlandse condities van 200 - 250 mg/l.

6 KOSTENVOORBEELD

6.1 Inleiding

In het kader van de inventarisatie van het Deep Shaft systeem en de toepasbaarheid hiervan in Nederland voor de behandeling van stedelijk afvalwater is een kostenraming gemaakt van de bouwkosten van een Deep Shaft systeem voor de behandeling van het afvalwater van 50.000 i.e. Om een vergelijking te kunnen maken tussen de bouwkosten van het Deep Shaft systeem en een conventioneel zuiveringssysteem is ook een kostenraming gemaakt van een laagbelast actiefslibstelsysteem voor een zelfde verwerkingscapaciteit.

6.2 Uitgangspunten en ontwerpgrondslagen

Bij de vergelijking van de systemen Deep Shaft en actiefslib systeem is er van uitgegaan dat bij beide systemen eenzelfde effluentkwaliteit verkregen wordt (BZV < 20 mg/l).

Voor de raming van de bouwkosten zijn de volgende uitgangspunten en ontwerpgrondslagen gehanteerd.

6.2.1 Deep Shaft

Uitgangspunten:

type afvalwater	:	stedelijk
vervuiling	:	50.000 i.e. à 54 g BZV
DWA	:	150 liter/dag (excl. lekwater) 10 liter/uur
RWA	:	3 x DWA

Ontwerpgrondslagen:

wateraanvoer:	- DWA	:	7500 m ³ /dag 500 m ³ /uur
	- RWA	:	1500 m ³ /uur
vervuiling		:	2700 kg BZV per dag
aanvoerput		:	inhoud 50 m ³
rooster		:	staafrooster
aanvoergemaal		:	capaciteit 1500 m ³ /h
zandvanger			
	- type	:	Dorr
	- opp.belasting	:	30 m ³ /m ² .h
Deep Shaft:			
	- slibbelasting	:	0,5 kg BZV/kg slib d.s. per dag
	- slibgehalte	:	5 kg/m ³
	- volume	:	700 m ³
	- diepte	:	70 m
	- diameter	:	3,60 m
	- rendement	:	90% BZV verwijdering
Head tank		:	volume 390 m ³
beluchtings/ontgassingstank			
	- BZV-belasting	:	270 kg BZV/dag
	- slibbelasting	:	0,05 kg BZV/kg slib d.s. per dag
	- slibgehalte	:	5 kg/m ³
	- volume	:	1080 m ³

6.3 Kostenraming

De bouwkosten voor de twee verschillende systemen zijn weergegeven in de bijlagen 3 en 4. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen mechanische werken, elektrische installatie en civiele werken. Het resultaat van de optelling van de verschillende posten is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 - Bouwkosten van Deep Shaft- en Actiefslibsysteem

	<u>Deep Shaft</u>	<u>Laagbel.actiefslib</u>
civiele werken	f 4.350.000 ¹⁾	f 3.500.000
mechanische werken	f 1.950.000	f 1.800.000
electrotech.werken	f 1.050.000 -----	f 1.050.000 -----
totaal	f 7.350.000	f 6.350.000

1) waarvan bouwkosten Deep Shaft f 1.100.000

De nauwkeurigheid van de genoemde bedragen is circa 30%. Het verschil van 1 miljoen gulden tussen de berekende bedragen valt binnen deze marge.

EVALUATIE

Het Deep Shaft systeem werd in 1975 aangekondigd onder de kop: "ICI breakthrough in sewage treatment; cash, land and energy saved".

De genoemde voordelen hebben een grote belangstelling voor het systeem veroorzaakt. Deze belangstelling heeft echter niet geleid tot een grootschalige toepassing.

Uit de in dit rapport beschreven studie blijkt dat een aantal aspecten, zoals energieverbruik, slibproductie, slibstabilisatie en bedrijfskosten, nog niet volledig kunnen worden geëvalueerd. Vooral nog moet ervan worden uitgegaan dat de slibproductie en de slibstabilisatie niet significant zal afwijken van die in conventionele systemen. Het energieverbruik is potentiëel wellicht iets lager, maar dit blijkt in de praktijk niet zonder meer te kunnen worden gerealiseerd. Evenwicht tussen een hoge specifieke zuurstofvraag van het biologisch proces enerzijds en de hoge energie-inbreng door het beluchtungs- en voortstuwingsproces anderzijds is daarvoor een voorwaarde. Aan deze voorwaarde lijkt alleen te worden voldaan bij een relatief hoge BZV-waarde in het aangevoerde afvalwater. Deze waarde is aanzienlijk hoger dan de gemiddelde BZV-waarde van het stedelijk afvalwater in Nederland.

De bouwkosten wijken niet aanzienlijk af van die van een conventioneel actiefslib systeem.

De voordelen van het Deep Shaft systeem moeten dus vooral worden gezocht in ruimtebesparing. Dit voordeel zal in specifieke situaties een belangrijke rol kunnen spelen, maar kan in het algemeen in Nederland voor de behandeling van stedelijk afvalwater niet in grote mate worden gerealiseerd.

Aan de in dit rapport beschreven studie kunnen geen extra argumenten worden ontleend om de nadere bestudering van het Deep Shaft systeem te intensiveren.

CONCLUSIES

- Een volledige evaluatie van het Deep Shaft systeem is niet mogelijk omdat van een aantal aspecten (energieverbruik, slibproductie, slibstabilisatie, kosten, investeringen) onvoldoende bekend is.
- Mede vanwege de verscherping van de lozingseisen (N en P) is te verwachten dat de toepassing van het Deep Shaft systeem in Nederland voor de behandeling van stedelijk afvalwater slechts in zeer specifieke gevallen aantrekkelijk zal zijn.
- Uit bedrijfsgegevens van Deep Shaft installaties blijkt dat de gemiddelde BZV-verwijdering bij de behandeling van stedelijk afvalwater circa 90% bedraagt, waarbij eindconcentraties in het effluent van gemiddeld 33 mg/l bereikt worden (3 - 170 mg/l).
- Het ontwerp van de Deep Shaft installatie is over het algemeen zodanig dat de slibleeftijd 1 à 2 dagen is. Een dergelijke slibleeftijd is te kort om in gematigde klimaatzones nitrificatie te laten optreden.
Door uitbreiding van het Deep Shaft systeem met een nageschakelde beluchtingstank en door aanpassing van het conventionele Deep Shaft ontwerp (toevoeging van een vijzel volgens het systeem "Leer") kan in principe nitrificatie en denitrificatie worden bewerkstelligd.
- Uit een raming van de bouwkosten voor een rioolwaterzuiveringsinrichting van 50.000 i.e. blijkt dat de bouwkosten van een Deep Shaft installatie niet significant verschillen van die van een laagbelast actiefslib systeem.
- De beheersbaarheid van het Deep Shaft systeem kan worden vergroot door de hydraulische stabiliteit te verbeteren. Dit kan worden bereikt door een afzonderlijke voortstuwer (vijzel) te installeren zoals bijvoorbeeld bij de Deep Shaft installatie in Leer (Duitsland) is gedaan. Daarmee kan ook een betere zuurstofhuishouding worden verkregen en kunnen omstandigheden gecreëerd worden waarbij denitrificatie op kan treden. Het is bij de gebruiker niet bekend welke invloed deze modificatie heeft op het totale energieverbruik.
- Op grond van de beschikbare gegevens kan de slibproductie van het Deep Shaft systeem niet goed worden geëvalueerd. Op basis van een theoretische benadering van het proces hoeft niet te worden aangenomen dat de slibproductie sterk zal afwijken van die van een laagbelast actiefslib systeem.
- De opmerkelijke belangstelling in Japan voor de toepassing van het Deep Shaft systeem kan onder andere worden verklaard uit de specifieke Japanse omstandigheden zoals de lokale behoefte aan hergebruik van water.
Daarnaast spelen de zeer hoge kosten en de beschikbaarheid van de grond in de grote stedelijke gebieden een belangrijke rol. Deze omstandigheden zijn niet vergelijkbaar met de Nederlandse situatie.

REFERENTIES

- 1 Anon. (1979) The ICI Deep Shaft Effluent Treatment Process. ICI Produktinformatie.
- 2 Anon. (1983) Deep Shaft II., World Water, Sept. 1983, p. 50.
- 3 Anon. (1987) Het ICI-Deepshaft Systeem en de Multireactor, Onderzoeksplan DHV Raadgevend Ingenieursbureau.
- 4 Anon. (1987) Deep Shaft "Knife Edge" Technology in Tilbury., Surveyor, vol. 168, no. 4953, 16 July 1987, pp. 12, 13.
- 5 Anon. (1987) World's largest deep shaft. Water Services, Vol. 91, no. 1098, p. 347.
- 6 Anon. (1987) Deep shaft reaches new heights. WQI No. 3, 1987, pp. 18, 19.
- 7 Anon. (1988) Deep Shaft Activated Sludge Process for treatment of sewage and industrial wastewater. Produktinformatie PCI 1201 Process.
- 8 Brignal. W.J. (1982) Latest Developments in the Deep Shaft Wastewater Treatment Process., Public Health Engineer, Vol. 10, No. 3, 159 - 163.
- 9 Cox, G.C. et al. (1980) Use of the Deen-Shaft Process in Upgrading and Extending Existing Sewage-Treatment Work.
- 10 Daly, P.G. and Shen, C.C. (1988) The Deep Shaft Biological Treatment Process., 43rd Annual Purdue Industrial Waste Conference, May 1988.
- 11 Fields, P.R. (1988) Sewage Treatment by Deep Shaft in the UK: a Major New Development. Annual Conf. Japan Sew. Works Assoc., Tokyo, May 1988.
- 12 Fields, P.R., Daly, P., Kobayashi, O and Hashimoto, S. (1989) Industrial Wastewater Treatment with Deep Shaft., Preprint Japan Sewage Works Association Conference, May 1989.
- 13 Hemming, M.L. (1979) General Biological Aspects of Waste-Water Treatment Including the Deep-Shaft Process. Wat. Poll. Control 78, pp. 312-325.
- 14 Hines, D.A., Bailey, M., Ousby, J.C. and Roesler, F.C. (1975) The ICI Deep Shaft Aeration Process for Effluent Treatment., Paper presented at the Conference of the Institution of Chemical Engineers, York, England, April 1975.
- 15 Robinson, A.B. and Cowen, R. (1985) Design and Construction Features of the Second Generation Tilbury Deep-Shaft Plant. Water Poll. Control. Vol. 84, nr. 4 p. 515.
- 16 Anon. J.C.J. Deep Shaft Design Manual - Chapter 12 "Shaft construction".
- 17 Bulte, AWZI Leer - mondelinge informatie 1989.
- 18 Dunlop E.H., Characteristics of sludge produced by the Deep Shaft, Society of Chemical Industry, Conference, 1977
- 19 STORA, Slibontwatering, delen 2 en 3, Optimalisering van slibontwatering met polyelectroliet, 1981/82.
- 20 Persoonlijke waarnemingen - Tilbury, 1989.

REFERENTIELIJST DEEP SHAFT INSTALLATIES

In Action
Worldwide

EXAMPLES OF EXISTING PLANTS

**DEEP
SHAFT**

FULL-SCALE DEEP SHAFT PLANTS			SHAFT SIZE		BOD					
YEAR	LOCATION	Depth (m)	Diam (m)	LOAD (kg/day)	TYPE OF WASTE	FLOW (m ³ /day)	BOD IN	(mg/l) OUT		
DOMESTIC PLANTS										
1	1977	Toyonaka, Japan	100	1.0	700	Domestic	2,400	290	20	
2	1978	Tilbury, UK	130	1.9	7,050	Domestic/Industrial	8,800	800	30	
3	1980	Portage, Canada	150	1.4	5,500	Domestic/Industrial	13,600	400	30	
4	1980	Matsushima, Japan	100	0.7	80	Domestic	500	160	20	
5	1980	Virden, Canada	150	0.8	540	Domestic	2,300	235	30	
6	1981	Leer, Germany	80	2.6	12,480	Domestic/Industrial	15,000	830	80	
7	1985	Osaka, Japan	40	1.2	334	Domestic	530	630	20	
8	1985	Osaka, Japan	40	1.6	250	Domestic	500	500	20	
9	1986	Osaka, Japan	40	1.0	68	Domestic	272	250	5	
10	1986	Tokyo, Japan	50	1.2	255	Food and Domestic	411	620	20	
11	1987	Tilbury, UK	60	5.8	22,000	Domestic/Industrial	30,000	600	60	
12	1987	Mie, Japan	130	0.8	570	Nightsoil	375	1,520	170	
13	1988	Tokyo, Japan	60	1.0	136	Domestic Recycle	400	340	8	
14	1988	Tokyo, Japan	50	1.2	170	Domestic	401	425	20	
15	1988	Kanagawa, Japan	42	1.0	90	Domestic Recycle	150	600	3	
16	1988	Homer, Alaska	150	0.8	450	Domestic	2,800	160	30	
17	1988	Osaka, Japan	40	1.2	117	Domestic Recycle	300	390	10	
18	1991	Osaka, Japan	40	1.0	79	Domestic Recycle	136	600	20	
INDUSTRIAL PLANTS - FOOD										
19	1975	Emlichheim, Germany	100	1.1	2,110	Potato Processing	1,400	2,000	200	
20	1980	Barrie, Canada	150	1.4	5,230	Brewery	2,100	2,500	250	
21	1979	Chiba, Japan	100	2.8	16,500	Corn Starch	8,880	1,860	100	
22	1979	Nagoya, Japan	125	0.9	1,600	Fish Processing	800	2,000	100	
23	1979	Osaka, Japan	100	0.8	200	Food Processing	200	1,000	100	
24	1982	Yokkaichi, Japan	100	2.4	3,000	Bread Production	4,000	750	50	
25	1983	Niigata, Japan	50	0.9	300	Fish Processing	200	1,500	300	
26	1984	Numazu, Japan	50	2.8	10,440	Fish Processing	600	17,400	120	
27	1988	Niigata, Japan	65	1.1	620	Fish Processing	200	3,100	300	
28	1988	Tokyo, Japan	75	1.6	800	Food	1,600	800	300	
29	1988	Kobe, Japan	90	3.0	2,880	Food	1,920	1,500	20	
30	1988	Chiba, Japan	100	1.7	1,285	Dairy Products	1,440	890	8	
31	1989	Yamato, Japan	40	1.5	472	Cattle Food	230	2,050	300	
32	1990	Tochigi, Japan	33	2.9	980	Food	1,400	1,000	300	
INDUSTRIAL PLANTS - PULP & PAPER										
33	1978	Prudhoe, UK	30	6.0	21,600	Pulp/Waste Paper	72,000	300	30	
34	1980	Ohtsu, Japan	100	2.8	3,200	Cardboard Production	20,000	160	10	
35	1983	Tokyo, Japan	75	1.3	740	Printing Plant	2,000	370	30	
36	1984	Ehime, Japan	52	3.5	2,450	Pulp/Waste Paper	7,000	350	20	
37	1984	Tokyo, Japan	100	3.4	7,290	Pulp/Waste Paper	15,000	490	20	
38	1987	Tokyo, Japan	100	3.4	4,500	Pulp/Waste Paper	15,600	290	15	
39	1988	Shikoku, Japan	50	3.6	8,640	Pulp/Waste Paper	45,000	190	20	
INDUSTRIAL PLANTS - GENERAL										
40	1979	Iwate, Japan	30	0.8	250	Sodium Alginate	500	500	120	
41	1980	Fuji, Japan	80	2.0	3,000	Pesticide Production	1,500	2,000	120	
42	1981	Wilton, UK	100	2.0	8,590	Terephthalic Acid	2,560	3,350	300	
43	1982	Tokyo, Japan	100	0.7	400	Incinerator Scrubbing	1,000	400	30	
44	1983	Kashima, Japan	100	2.0	3,380	Phenol Production	1,656	2,040	300	
45	1983	Yokohama, Japan	130	1.3	400	Steel Production	6,720	60	30	
46	1984	Nagoya, Japan	54	1.5	180	Plastics Production	120	1,500	75	
47	1988	Chiba, Japan	75	2.4	1,061	Contract Waste	810	1,310	30	
48	1990	Nagoya, Japan	50	1.5	133	Chemicals Production	38	3,500	20	
INDUSTRIAL PLANTS - FERMENTATION										
49	1986	Hokkaido, Japan	50	1.6	300	Enzyme	350	860	20	
50	1986	Kanagawa, Japan	70	2.5	2,500	Alcohol/Pharms	1,000	2,500	20	

NADERE GEGEVENS VAN ENKELE PRAKTIJKINSTALLATIES

1 Tilbury, Engeland

1.1 Geschiedenis

In 1978 is in Tilbury een proefinstallatie gebouwd; de verantwoordelijke instantie was Anglian Water Authority (AW); PCI is sterk bij de bedrijfsvoering betrokken geweest. De installatie onderscheidde zich van de andere proefinstallaties in Engeland (Aylesbury en Billingham) in:

- diepte 130 m tegen 60 m in Aylesbury
- in Aylesbury was het bereiken van nitrificatie een doelstelling
- in Aylesbury en Billingham wordt uitsluitend stedelijk afvalwater behandeld, in Tilbury is het afvalwater voor een groot deel van industriële oorsprong.

Op basis van de ervaringen met de proefinstallatie heeft PCI verschillende modificaties in het ontwerp aangebracht. Met de bouw van de praktijkinstallatie volgens gemodificeerd ontwerp werd in 1985 begonnen. In maart 1987 is de installatie in gebruik genomen.

De installatie te Tilbury wordt als de eerste installatie van de tweede generatie beschouwd [2][7]. De installatie is met een ontwerp-capaciteit 325.000 i.e. de grootste Deep Shaft ter wereld [7].

1.2 Proefinstallatie

De ervaringen met de proefinstallatie die hebben geleid tot modificaties in het ontwerp van de praktijkinstallatie worden hieronder samengevat [15]:

Stroomsnelheid

Het bleek moeilijk de stroomsnelheid in de reactor onder controle te houden, het gebeurde soms dat de stroomrichting omkeerde. Op de nieuwe installatie is een regeling aangebracht.

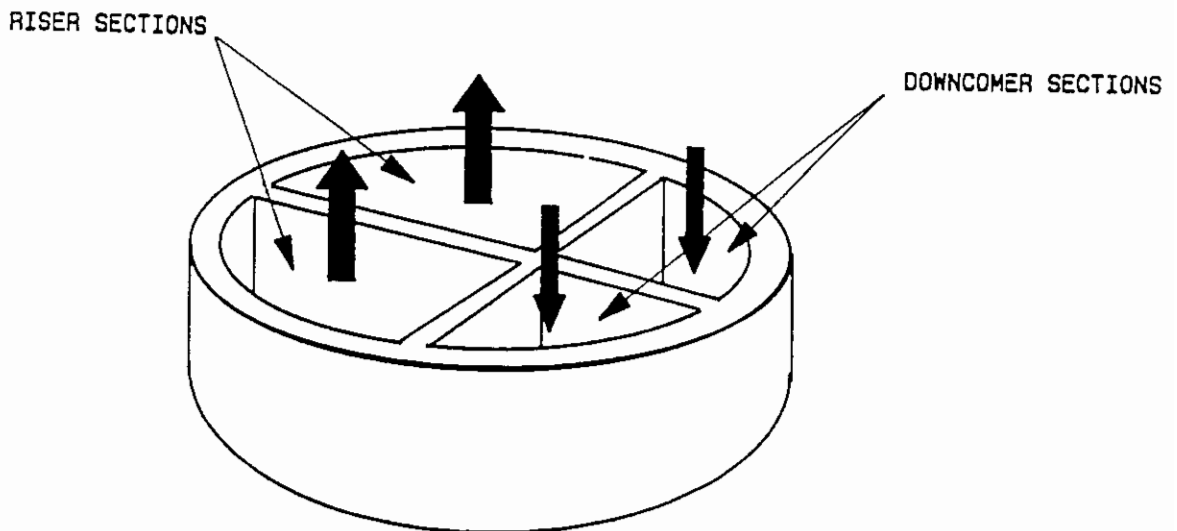
Schuim.

Er trad vaak hardnekkige schuimvorming op. In de nieuwe installatie werd ook voor schuim gevreesd, omdat het binnenkomende water veel detergents bevatte afkomstig van de industrie. In de praktijkinstallatie bleek echter geen hinderlijke schuimvorming op te treden.

Drijfslaag en omhoogkomende slibdeken in nabezinktank.

De oorzaak wordt toegeschreven aan de lozing van warm water op het aanvoerstelsel. Nadat deze lozing beëindigd werd, trad het probleem minder op. Een andere oorzaak was de moeilijke stuurbaarheid van de slibhoeveelheid tijdens RWA-omstandigheden. Men heeft geprobeerd dit probleem in de praktijkinstallatie te ondervangen met een automatische sturing van de slibspui.

Section of Tilbury Split Shaft



Figuur 8 Verdeling in sectoren van de reactorschacht

1.4 Werking praktijkinstallatie

 Omtrent de werking van de installatie is het volgende bekend:

- de stroomsnelheidsregeling, zoals beschreven in paragraaf 1.3 is recent in gebruik genomen (september 1990);
- er treden geen problemen op met schuimvorming [15];
- de slibspuiregeling (MLSS-control) werkt nog niet goed, desondanks treedt geen uitspoeling van slib op doordat SVI en bezinkbaarheid van het slib zeer goed zijn [11].

Tijdens het werkbezoek werd echter een forse slibuitspoeling waargenomen. PCI wees erop dat de slibuitspoeling werd veroorzaakt doordat zowel debiet als vracht het dubbele van de ontwerpcapaciteit zijn;

- er is een gemiddeld specifiek energieverbruik van 1- 1,5 kg/kWh bereikt; door het knijpen van de beluchting is incidenteel 2 kg/kWh bereikt, terwijl bij een piekaanvoer van 3,5 maal de gemiddelde aanvoer incidenteel 4 kg BZV/kWh is bereikt.

De gegevens betreffende de efficiëntie van de BZV-verwijdering zijn vermeld in tabel 2.

Tabel 2 BZV-belasting en BZV-verwijdering Deep Shaft Tilbury

BZV-influent	gemiddeld	g/m ³	600
	maximaal	g/m ³	1600
BZV-effluent	ontwerp	g/m ³	60
	gemiddeld	g/m ³	40
	80-perc.	g/m ³	60

2

Leer, Duitsland

In 1977 zijn plannen uitgewerkt voor de uitbreiding van de mechanische zuiveringsinrichting van de stad Leer.

Gekozen is voor een twee-traps systeem met als eerste trap het Deep Shaft systeem in verband met het geringe ruimtebeslag en een eenvoudiger afgasbehandelingssysteem.

De ontwerpgrondslagen zijn:

-	DWA	1350 m ³ /h
-	RWA	3600 m ³ /h
-	dagaanvoer	22.500 m ³
-	vervuiling	
	. stedelijk afvalwater	2400 kg BZV/d
	. industrieel afvalwater	2400 kg BZV/d
	. zuivelafvalwater	2400 kg BZV/d

2.1

Onderdelen

De zuiveringsinrichting bestaat uit drie straten met de volgende onderdelen:

- roostergoedverwijdering met behulp van rotostrainer;
- beluchte zandvanger.

1e trap

- 3 Deep Shafts met head tanks, waarvan 2 in bedrijf
 - . diepte 81 m
 - . diameter riser 2,61 m; diameter downcomer 1,65 m
 - . volume Deep Shaft 1296 m³
 - . volume head tank 801 m
 - . slibgehalte 5 kg/m³
 - . volumebelasting 3,43 kg BZV/m³.d
 - . slibbelasting 0,69 kg BZV/kg slib.d
 - . BZV verwijdering 90%.

2e trap

- 3 Rotoflow installaties
 - . volume 990 m³
 - . slibgehalte 5 kg/m³
 - . volumebelasting 0,24 kg BZV/m³.d
 - . slibbelasting 0,05 kg BZV/kg slib.d
- 3 nabezinktanks
 - . diameter 42 m.

De slibleeftijd (in eerste + tweede trap) is circa 8 dagen, waardoor nitrificatie mogelijk is. Uit de bedrijfsgegevens blijkt dat inderdaad nitrificatie optreedt.

Een belangrijke aanpassing in het systeem is de installatie van een vijzel op de Deep Shaft met een capaciteit van 800 m³/h waardoor een afzonderlijke voortstuwing van het water wordt verkregen (figuur 10). Hierdoor is de beheersbaarheid van het systeem vergroot. Onafhankelijk van de luchtinbreng in de downcomer, kan door deze aanpassing de vloeistofcirculatie in het systeem gehandhaafd blijven.

De voordelen van deze aanpassing zijn een betere hydraulische stabili-

3 Tokyo en Osaka, Japan

In Japan is inmiddels een groot aantal Deep Shaft installaties gebouwd (40). Het merendeel is bedoeld voor de behandeling van industrieel afvalwater, en industrieel afvalwater gemengd met huishoudelijk afvalwater.

Een klein aantal (12) is bedoeld voor de behandeling van uitsluitend huishoudelijk afvalwater. Van deze 12 installaties zijn er 8 in gebruik voor de behandeling van het afvalwater van grote gebouwen (kantoren). De helft hiervan heeft een recyclingsysteem voor de behandeling van het zogenaamde keukenafvalwater dat na behandeling in de Deep Shaft installatie wordt gebruikt als spoelwater in de toiletten. De reden voor de behandeling van het keukenafvalwater en het hergebruik zijn de hoge kosten van de drinkwatervoorziening.

Er zijn geen bedrijfsgegevens verkregen over het energieverbruik en de slibproductie van het Deep Shaft systeem.

In Japan zoekt men naar alternatieve afzetmogelijkheden voor het slib en niet direct naar zuiveringssystemen met een lagere slibproductie.

In Tokyo wordt circa 85% van het surplusslib van de zes bestaande actiefslibinstallaties verbrand.

4.1 Deep Shaft installatie Keiyo Kogyo - Tokyo (figuur 11)

De Deep Shaft installatie is in april 1990 opgestart en is bedoeld voor de verwerking van industrieel afvalwater. Naast de Deep Shaft is ook een anaërobe zuivering aanwezig voor de verwerking van zeer hoog geconcentreerd afvalwater.

Verwerkt worden nu afgekeurde partijen van bierbrouwerij, soft drinks, zuivelfabriek, vetvanger van restaurant, slib.

Enkele gegevens van de Deep Shaft:

- diepte 75 m
- diameter 2,4 m
- volume 339 m³
- headtank 100 m³
- luchttoevoer 25 Nm³/min (3 compressoren 2 x 9 m³/min en 1x 6 m³/min)
- snelheid 0,4 m/sec
- energie 1,527 kg O₂/kWh
- ontwerpbelasting anaërobe voorzuivering: 400 m³/dag; BZV 20.000 mg/l
- ontwerpbelasting Deep Shaft: 910 m³/d; BZV 1.500 m.

Tegenover de Deep Shaft installatie ligt één van de zes zuiveringsinrichtingen (actiefslib) van Tokyo, inclusief de slibverbranding. Het effluent van de Deep Shaft wordt geloosd op de gemeentelijke riolering. Het slib van de Deep Shaft wordt afgevoerd naar de verbrandingsinstallatie.

4.2 Deep Shaft Umeda Centre, Osaka (figuur 12)

De Deep Shaft van het Umeda Centre behandelt keukenafvalwater dat daarna gebruikt wordt als spoelwater voor de toiletten, waarna het afvalwater geloosd wordt op de gemeentelijke riolering.

Ontwerpgrondslagen

-	wateraanvoer		272 m ³ /d	
			<u>influent</u>	<u>effluent</u>
-	pH	[-]	5-9	5-9
-	BZV	[mg/l]	249	10
-	CZV _{Mn 1)}	[mg/l]	200	20
-	d.s.	[mg/l]	249	5
-	vet/olie	[mg/l]	75	5

Deep Shaft:

-	diepte	[m]		40
-	diameter	[m]		7,11
-	slibbelasting	[kg BZV/kg slib.d]		0,5
-	BZV-verwijdering	[kg/d]		62,5

1) CZV_{Mn} - CZV bepaald door oxydatie met kaliumpermanganaat

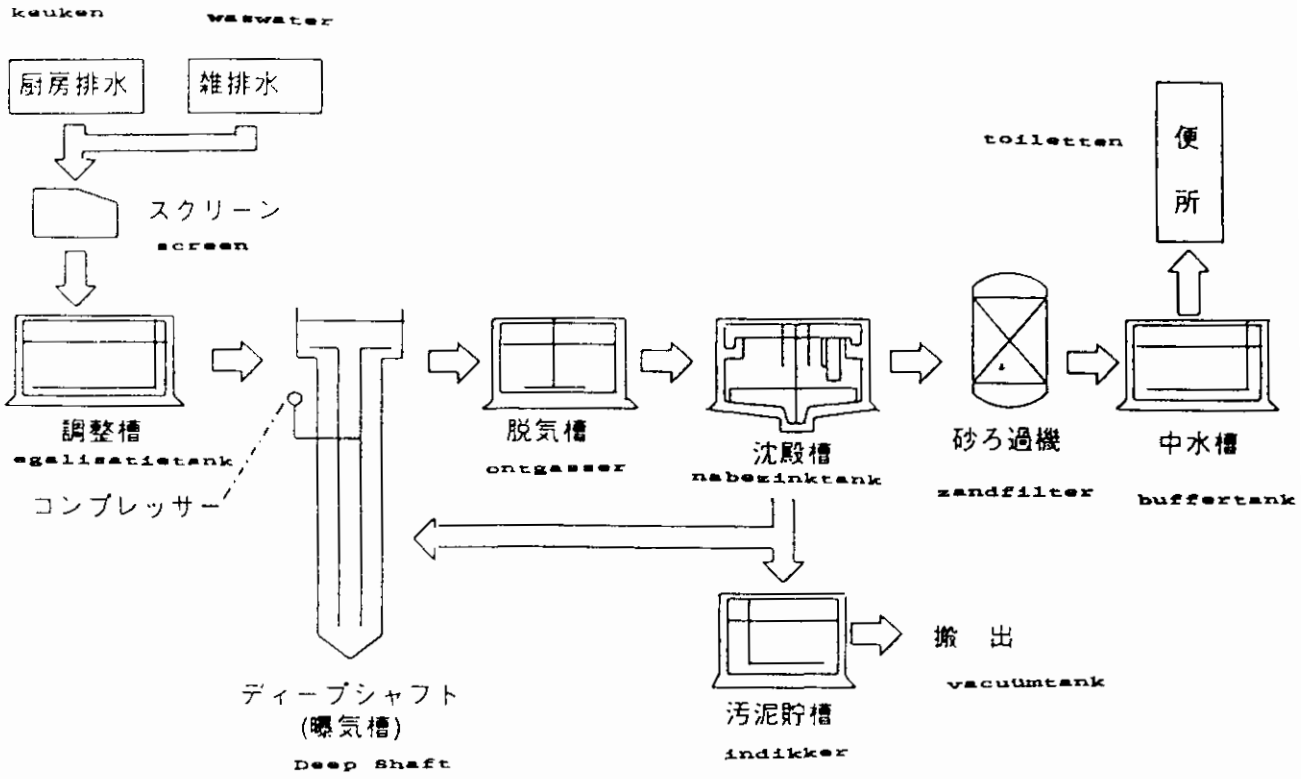
Enkele resultaten (gemiddelde waarden november 1988)

Influent

wateraanvoer	[m ³ /d]	77
pH	[-]	6,9
temperatuur	[°C]	27,3
BZV	[mg/l]	280
CZV	[mg/l]	88
d.s.	[mg/l]	74
vet/olie	[mg/l]	73

Deep Shaft

pH	[-]	6,9
temperatuur	[°C]	28
O ₂	[mg/l]	0,3
d.s.	[mg/l]	6800
SV ₃₀	[%]	55



Figuur 12 Schema Deep Shaft installatie Umeda centre

Deep Shaft

Budgetraming Mechanisch/Electrische installatie

Mechanische installatie

1.	Grofvuilrooster	140.000
	Roostergoedpers	50.000
2.	Influentpompen (3) incl. leidingwerk en appendages	250.000
3.	Ruimer zandvanger, instelvanen Zandwasser	100.000 60.000
4.	Vijzels in headtank (2)	310.000
5.	Compressoren (2), incl. leidingwerk en beluchters	170.000
6.	Ruimer nabezinktank, 2/3 D, incl. aandrijving	200.000
7.	Slibretourpompen (3) (leidingwerk civiel)	250.000
8.	Afzuigventilatoren (2) Afzuigkanalen Biofilter	50.000
9.	Diversen	
	pompjes	30.000
	ventilatie bedrijfsruimten	10.000
	verwarming bedrijfsruimten	20.000
	aansluiting nutsbedrijven	PM
	drinkwater installatie	20.000
	bedrijfswater installatie	40.000
	diversen en onvolledigheid	100.000
		<hr/>
		1.950.000 + PM

Laagbelast actief-slib-Carrousel
boekingsnummer B0315-01-004

Budgetraming Mechanisch/Electrische installatie

Mechanische installatie

1.	Grofvuilrooster	140.000
	Roostergoedpers	50.000
2.	Influentpompen (3) incl. leidingwerk en appendages	250.000
3.	Ruimer zandvanger, instelvanen Zandwasser	100.000 60.000
4.	Beluchters (3) 100 Kw - diam. 3,75 m	375.000
5.	Idem	
6.	Ruimer nabezinktank, 2/3 D, incl. aandrijving	200.000
7.	Slibretourpompen (3) (leidingwerk civiel)	250.000
8.	Afzuigventilatoren (2) Afzuigkanalen Biofilter	50.000
9.	Diversen	
	pompjes	30.000
	ventilatie bedrijfsruimten	10.000
	verwarming bedrijfsruimten	20.000
	aansluiting nutsbedrijven	PM
	drinkwater installatie	20.000
	bedrijfwater installatie	40.000
	diversen en onvolledigheid	100.000
		<hr/>
		1.795.000 + PM

Raming civiele werken - Carrousel
 bouwkundige werken

Nr.	Code	Bouwdeel	Kosten
15	10	Influentgemaal aanvoerpomp	f 301.000,--
20	16	Zandvanger (Dorr) zandvanger	f 129.000,--
25	27	Carrousel circuit beluchtingstank	f 1780.000,--
30	36	Ketourslibgemaal slibretourpomp	f 120.000,--
35	35	Bezinktank rond nabezinktank	f 981.000,--
40	V	Meetgoot meetgoot	f 4.000,--
45	5	Transportleidingen tranpportleidingen	f 106.000,--
50	7	Wegverhardingswerk weg- en terrein- verharding	f 86.000,--
55	70	Biofilter compostfilter	f 23.900,--
Subtotaal			f 3531.200,-- =====
RAMING TOTAAL			f 3531.200,--

**PUBLIKATIREEKS "TOEKOMSTIGE GENERATIE
RIOOLWATERZUIVERINGSINRICHTINGEN RWZI 2000"**

- 1 "Behandeling van stedelijk afvalwater in de toekomst".
Een haalbaarheidsonderzoek. I Eindrapport; II Werkrapport.
DBW/RIZA, TNO-Maatschappelijke Technologie en Witteveen & Bos
Raadgevende ingenieurs
Juli 1986
- 2 "Toekomstige generatie rioolwaterzuiveringsinrichtingen; RWZI 2000"
Onderzoekplan.
DBW/RIZA, STORA
Januari 1988
- 3 "Jaarverslag 1988".
DBW/RIZA, STORA
Maart 1989
- 4 "Slibontwatering; een voorstudie".
TU-Delft, TU-Eindhoven
RWZI 2000 89-01
Januari 1989
- 5 "Knelpunten bij de invoering van defosfatering".
Witteveen & Bos Raadgevende ingenieurs
RWZI 2000 89-02
April 1989
- 6 "Selectieve verwijdering van zware metalen uit ruw rioolwater met behulp van
een magneetsysteem".
Smit-Nymegen, TNO-Maatschappelijke Technologie
RWZI 2000 89-03
Oktober 1989
- 7 "Verwijdering van zware metalen uit zuiveringsslib door elektrolyse".
TNO-Maatschappelijke Technologie
RWZI 2000 89-04
Oktober 1989
- 8 "Hydrolyse van zuiveringsslib in combinatie met anaërobe vergisting".
TNO-Maatschappelijke Technologie
RWZI 2000 89-05
Oktober 1989

- 17 "Verkenning Bio-Denitro/Bio-Denipho".
Witteveen & Bos Raadgevende ingenieurs
RWZI 2000 90-06
Juni 1990
- 18 "Linpor-sponsjes als dragermateriaal bij de aërobe zuivering van rioolwater".
TNO-Maatschappelijke Technologie
RWZI 2000 90-07
Oktober 1990
- 19 "Jaarverslag 1990".
RIZA, STORA
RWZI 2000 91-01
Maart 1991
- 20 "Deep Shaft-systemen; een inventarisatie".
DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV
RWZI 2000 91-02
Maart 1991