

NN31014.1977.29

BIBLIOTHEEK DE WITTE
Droevendaalsesteeg 34
3512 CA Utrecht
6700 AE Wageningen

stora

**Kostenbesparing op
afvalwaterzuiveringsinrichtingen**

25 JAN 2005

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0832 2089

Rapportnummer: 29-090-77
 datum : oktober 1977
 dikt. : J.H. Kop

Inhoud

	Inhoud	I - III
	TEN GELEIDE (wordt nog toegevoegd)	
1	SAMENVATTING	1 - 2
2	INLEIDING	3 -10
2.1	Overwegingen die tot het onderzoek geleid hebben	3 - 4
2.2	Taakstelling en beperkingen van het onderzoek	4 - 6
2.3	Onderzoekingsveld en methodiek	6 -10
2.3.1	<i>sectoren van besparingsmaatregelen</i>	6 - 7
2.3.2	<i>te onderzoeken zuiveringsinrichtingen</i>	7 - 8
2.3.3	<i>de slibverwerkingsfactor in de kostenvergelijkingen</i>	8
2.3.4	<i>besparing op de stichtingskosten</i>	8 -10
2.3.5	<i>de nulvariant</i>	10
2.3.6	<i>gevoeligheidsanalyse</i>	10
3	DEFINITIES	11 -14
4	UITGANGSPUNTEN VOOR HET ONDERZOEK	15 -25
4.1	Grootte van de zuiveringsinrichtingen	15
4.2	Randvoorwaarden	15 -16
4.2.1	<i>soort afvalwater</i>	15
4.2.2	<i>hydraulische ontwerpcapaciteit</i>	15
4.2.3	<i>effluenteisen</i>	16
4.3	Technologische uitgangspunten	16 -22
4.3.1	<i>slibbelasting</i>	16 -17
4.3.2	<i>nabezinking</i>	17 -18
4.3.3	<i>slibverwerking</i>	18 -19
4.3.4	<i>defosfatering</i>	19 -22
4.3.5	<i>overige technologische uitgangspunten</i>	22
4.4	Prijzen en termijnen	22 -25
5	SYSTEEMVARIATIE	26 -33
5.1	Inleiding	26 -29
5.2	Resultaten	29 -31
5.2.1	<i>conclusies ten aanzien van effluent-klasse I (met vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof)</i>	29

5.2.2	<i>conclusies ten aanzien van effluent-klasse II</i> <i>(zonder vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof)</i>	30
5.2.3	<i>de hydraulische ontwerpcapaciteit</i>	30 -31
5.3	Gevoeligheidsanalyse	31 -33
6	BESPARING OP MATERIALEN EN BOUWWIJZEN	34 -48
6.1	Inleiding	34
6.2	Besparingsmaatregelen	34 -46
6.3	Gekozen zuiveringsinrichtingen	46 -47
6.4	De besparingsberekening	47 -48
7	BESPARING DOOR COMBINATIE VAN DE BESPARING OP MATERIALEN EN BOUWWIJZEN EN SYSTEEMVARIATIE	49 -50
8	NIEUWE ONTWIKKELINGEN	51 -57
8.1	Inleiding	51
8.2	In Vena behandeling	52 -53
8.3	Beluchting met behulp van zuivere zuurstof	52 -53
8.4	Deep Shaft beluchting	53 -54
8.5	Anaeroob actief slib	54 -56
8.6	Mechanische slibindikking (met de schotelcentrifuge)	56 -57
9	ANDERE BESPARINGSMOGELIJKHEDEN	58 -59
10	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	60 -68
10.1	Inleiding	60
10.2	Conclusies ten aanzien van systeemvariatie	60 -61
10.3	Conclusies ten aanzien van materialen en bouwwijzen	61 -67
10.4	Conclusies ten aanzien van besparingen door combinatie van de besparing op materialen en bouwwijzen en systeemvariatie	67
10.5	Conclusies ten aanzien van nieuwe ontwikkelingen	67 -68
10.6	Conclusies ten aanzien van andere besparingsmogelijkheden	68

10.7	Aanbevelingen	68
11	LITERATUURLIJST	69 -70
11.1	Dimensionering nabezinktanks	69
11.2	Defosfatering	69
11.3	Onweegbare factoren bij de keuze van een zuiveringsinrichting	69
11.4	In Vena behandeling	69
11.5	Beluchting met behulp van zuivere zuurstof	69
11.6	Anaeroob actief slib	70
Bijlage 1	Overwegingen bij de keuze van zes grootten van zuiveringsinrichtingen ten behoeve van het onderzoek	70 -72
Bijlage 2	Uitgangspunten ten behoeve van de kostenramingen van de diverse zuiveringsinrichtingen	73 -80
Bijlage 3	Algemeen overzicht van mogelijke besparingen op materialen en bouwwijzen	81 -82
Bijlage 4	Berekening van de besparing op materialen en bouw- wijzen	90 -126
Bijlage 5	Systeemvariatie	127 -135

ERRATA

Fig. 3, fig. 4: Te lezen "STICHTINGSKOSTEN OF CONTANTE WAARDE"
in plaats van "CONTANTE WAARDE"

Laatste tabel van bijlage 5: Voor tabelnummering te lezen "37" in
plaats van "16".

SAMENVATTING

Het onderhavige onderzoek betreft alleen de besparing op de stichtingskosten van nieuw te bouwen zuiveringsinrichtingen voor hoofdzakelijk biologisch afbreekbaar afvalwater. Uit de gevonden resultaten kunnen met enige voorzichtigheid, ook conclusies getrokken worden voor bestaande zuiveringsinrichtingen die aangepast moeten worden aan grotere vuillasten, hydraulische belastingen of zwaardere lozingseisen.

Onder stichtingskosten is verstaan de som van:

- de investeringskosten voor de zuiveringsinrichting zelf
- de kosten van terreinverwerving
- de geactualiseerde vervangingskosten van installatie-onderdelen
- de geactualiseerde exploitatiekosten, zoals energie-, bedienings-, onderhouds- en slibafvoerkosten

De besparingen zijn practisch alleen gezocht in de investeringen, maar de repercussies hiervan op de geactualiseerde vervangingskosten en geactualiseerde exploitatiekosten zijn wel in de beschouwingen en berekeningen opgenomen. Besparingen die bereikt kunnen worden door beproefde zuiveringssystemen te variëren en te combineren, zijn gequalificeerd en gequantificeerd (128 systemen in totaal).

Uit een groot aantal aangegeven besparingsmogelijkheden op bouwmaterialen en bouwwijze van zuiveringsinrichtingen zijn 19 besparingsmogelijkheden als meest effectieve geselecteerd. Met behulp van deze 19 besparingsmogelijkheden zijn voor 4 typen en 6 grootten (qua i.e.) van zuiveringsinrichtingen de maximaal mogelijke besparingen op materialen en bouwwijze van een zuiveringsinrichting berekend.

Besparingen op stichtingskosten door het toepassen van nieuwe methoden voor de voorbehandeling van afvalwater, zuivering van afvalwater en verwerking van surplusslib, voor zover deze methoden op practijkschaal reeds voldoende getoetst zijn in Nederland en in het buitenland, zijn slechts gequalificeerd, niet gequantificeerd.

Overige besparingen, zoals besparingen als gevolg van maatregelen op organisatorisch gebied of in het beleidsvlak, zijn genoemd en waar mogelijk globaal gequantificeerd.

De belangrijkste conclusies uit het onderzoek zijn vermeld in hoofdstuk 10.

Het onderhavige onderzoek is beperkt door z'n algemeenheid en door het feit dat alle kostenberekeningen uitgevoerd zijn op basis van één prijspeil, namelijk dat van 1 januari 1977.

De bedoeling van het onderzoek is, dat de resultaten ervan een hulpmiddel en een leidraad mogen vormen voor de ontwerper c.q. de beleidsman bij diens werk om te komen tot een optimale oplossing voor "zijn" zuiveringsinrichting. De aangedragen besparingsmogelijkheden kunnen dienen als kwalitatieve maar ook als kwantitatieve "check-list" bij dat werk.

Bedacht moet worden dat het onderzoek slechts elementen aandraagt voor het economische keuzemodel en geen waarderingssysteem biedt voor de overige factoren die mede bepalend kunnen zijn voor het zuiveringssysteem, de situering en de verschijningsvorm van een zuiveringsinrichting.

Overwegingen die tot het onderzoek geleid hebben

Op 31 december 1976 waren in Nederland 566 zogenaamde biologische zuiveringsinrichtingen in bedrijf, d.w.z.:

- 420 inrichtingen met een ontwerpcapaciteit van 14.200.505 i.e. voor het zuiveren van hoofdzakelijk huishoudelijk afvalwater
- 146 inrichtingen met een ontwerpcapaciteit van 1.987.511 i.e. voor het zuiveren van hoofdzakelijk industrieel afvalwater

Volgens het Indicatief Meerjaren Programma (IMP) 1975-1979 van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat zouden in de periode 1976-1979 globaal nog 180 zuiveringsinrichtingen voor het zuiveren van hoofdzakelijk huishoudelijk afvalwater gebouwd moeten worden met een totale ontwerpcapaciteit van 7,4 miljoen i.e.

De reeds gebouwde zuiveringsinrichtingen voor voornamelijk huishoudelijk afvalwater zijn in het algemeen tot stand gekomen via ontwerpen voor de overheid, al of niet met medewerking van adviesbureaus. In vergelijking met de gereedgekomen zuiveringsinrichtingen voor hoofdzakelijk industrieel afvalwater liggen de investeringskosten en de stichtingskosten van de zuiveringsinrichtingen voor voornamelijk huishoudelijk afvalwater, gerekend per i.e., aan de hoge kant, zelfs als men correcties invoert voor het feit dat de hydraulische belasting voor "industriële" zuiveringsinrichtingen over het algemeen lager is dan die voor zuiveringsinrichtingen voor huishoudelijk afvalwater.

Het lijkt onaannemelijk om te veronderstellen dat vroeger door onbedachtzaamheid of door opzet te duur ontworpen en gebouwd zou zijn. Het is juist bekend dat in het verleden ten behoeve van de bouw van een zuiveringsinrichting kostenvergelijkingen werden gemaakt, terwijl de bouw zelf plaats vond onder nauwkeurig toezicht aan de hand van degelijke bestekken.

Toch ligt de vraag voor de hand, gezien de resultaten bij zuiveringsinrichtingen voor niet-huishoudelijk afvalwater, of bij zuiveringsinrichtingen voor huishoudelijk afvalwater de kosten per i.e., zowel ten aanzien van de investeringen als de stichtingskosten, door bepaalde besparingen of combinaties van besparingen niet enigermate gereduceerd zouden kunnen worden. Het is immers mogelijk, dat men tot nu toe bij zuiveringsinrichtingen voor huishoudelijk afvalwater:

- te vroeg een te grote reservecapaciteit aanbracht
- de te verwachten vuillast niet exact genoeg kon bepalen
- zonder een voorafgaande proefzuivering zich moest behelpen met aannamen voor het zuiveringsproces
- te vaak ruimten en apparatuur voor experimenten mede moest voorzien

- te grote zekerheden inbouwde ten aanzien van laboratorium- en kantoorruimten
- mede met het oog op bedrijfsveiligheid en eventueel experimenteren een te uitgebreide en te fijn geregelde sturing (bijv. debietverdeling, debietmeting) ontwierp
- te duurzame constructies wenste
- kostenvergelijkingen opstelde volgens methoden, die volgens de huidige inzichten niet tot een optimaal resultaat leiden
- wel degelijk besparingen doorvoerde op materialen en bouwwijzen, maar dit te incidenteel deed (de doorgevoerde besparingen bij de ene zuiveringsinrichting werden niet of onvoldoende overgedragen op een overeenkomstige andere zuiveringsinrichting) of niet deed voor alle onderdelen van een zuiveringsinrichting, terwijl de som van een reeks kleine besparingen kan leiden tot een grote besparing.

Voordat met het onderzoek naar besparingsmogelijkheden voor zuiveringsinrichtingen voor hoofdzakelijk huishoudelijk afvalwater begonnen kon worden, diende eerst de vraag beantwoord te worden, of het waard was daar geld en tijd aan te besteden.

Immers voor de te bouwen zuiveringsinrichtingen in de periode 1976 - 1979 zijn de voorbereidingen ver gevorderd en voor enkele zuiveringsinrichtingen zijn de uitvoeringswerkzaamheden reeds begonnen, terwijl het aantal te bouwen zuiveringsinrichtingen na 1979 zeer specifiek en gering zal zijn.

Toch is tot onderzoek besloten om de volgende redenen:

- het totaal ontbreken van een rubricering met betrekking tot qualificatie en quantificering van besparingsmogelijkheden werd ongewenst geacht
- resultaten op korte termijn werden toch nog nuttig geacht voor de resterende te bouwen zuiveringsinrichtingen
- er is op gerekend dat de resultaten hun nut kunnen hebben, via bepaalde interpretatiemethoden, voor de reeds bestaande zuiveringsinrichtingen, die aangepast zullen moeten worden aan zwaardere hydraulische belastingen, hogere vuilbelastingen, zwaardere lozingseisen etc.

2.2 Taakstelling en beperkingen van het onderzoek

Het is praktisch onmogelijk, en dit onderzoek heeft ook niet die pretentie, dat met de resultaten van het onderzoek voor elke nog te bouwen, te wijzigen of uit te breiden zuiveringsinrichting en detail direct de meest economische oplossing aangedragen zou kunnen worden. Immers reeds uit praktische overwegingen diende het onderzoek beperkt gehouden te worden, hetgeen met zich meebrengt dat de resultaten op zich in mindere of meerdere mate inhoudelijk beperkt zullen zijn.

En zelfs alleen kijkend naar het economisch beslissingsmodel, leek het niet zinnig, noch economisch haalbaar, *a priori* in te spelen op alle mogelijke, vaak zeer specifieke en gedetailleerde eisen die, bijvoorbeeld voortvloeiende uit de lokale situatie, aan een zuiveringsinrichting gesteld kunnen worden (fundering e.d.).

Verder dient bedacht te worden, dat niet alleen het economisch beslissingsmodel (op basis van investeringskosten, financieringskosten, exploitatiekosten en restwaarden en de eventuele besparingen daarop) bepalend hoeft te zijn voor de keuze van een zuiveringsinrichting, maar dat ook andere factoren mede van beslissende invloed kunnen zijn, zoals:

- aanpassingsvermogen van de zuiveringsinrichting en flexibiliteit ten aanzien van nieuwe ontwikkelingen
- eigenschappen van het surplusslib
- efficiency van het zuiveringsproces
- bedrijfsvoering van de zuiveringsinrichting
- de relatie van de zuiveringsinrichting ten opzichte van het omringende milieu

Een moeilijkheid bij deze "andere" factoren is, dat zij gedeeltelijk economisch onweegbaar zijn en gedeeltelijk wel secundaire economisch meetbare effecten sorteren.

In ieder geval heeft het niet in de bedoeling gelegen, dat het onderzoek in de plaats zou treden van het gedetailleerde onderzoek- en ontwerpwerk dat nu eenmaal voor iedere zuiveringsinrichting nodig is. Er is wel bewust naar het volgende gestreefd. De resultaten dienen:

- als hulpmiddel te fungeren bij het zoeken naar de meest economische oplossing voor een zuiveringsinrichting
- een algemeen geldend instructief karakter te hebben voor die gebieden en zaken waar dit mogelijk is
- overzichtelijk te zijn (handig naslagwerk)
- zo doorzichtig te zijn, dat bij afwijkende condities de ontwerper c.q. beleidsman aan de hand van de resultaten en de gegevens en berekeningen, die ten grondslag liggen aan die resultaten, door eigen interpretatie tot bruikbare conclusies kan komen
- de ontwerper c.q. beleidsman kwalitatief en kwantitatief tot steun te zijn, in die zin, dat zij enerzijds een geheugensteun vormen, een opsomming zijn, een check-list van mogelijke besparingen (kwalitatief aspect) en anderzijds, hoe globaal ook, het effect van de voorgestelde besparingsmaatregelen financieel zichtbaar maken (kwantitatief aspect)

2.3 Onderzoekingsveld en methodiek

2.3.1 *Sectoren van besparingsmaatregelen*

Besparingen op de investerings- en exploitatiekosten van zuiveringsinrichtingen worden meestal bereikt door het nemen van een reeks van diverse soorten maatregelen en het veelal combineren van verschillende soorten maatregelen. Getracht is om die maatregelen in de volgende aparte rubrieken onder te brengen.

1. Systeemvariatie

Het lijkt aannemelijk te veronderstellen dat de juiste keuze van een beproefde zuiveringsmethode, of een juiste combinatie van beproefde zuiveringsmethoden, substantieel zal bijdragen in het komen tot de meest economische oplossingen, terwijl een verkeerde of niet optimale keuze duidelijk waarneembare kostenverhogingen ten gevolge zal hebben. In hoofdstuk 5 en de bijlagen 2 en 5 wordt uitgebreid op deze materie ingegaan. De besparingen zijn zowel kwalitatief als kwantitatief aangegeven.

2. Besparingen op materialen en bouwwijzen.

Is eenmaal een zuiveringssysteem vastgesteld dan liggen zuiveringsnormen, procesgang en dimensionering der onderdelen van een zuiveringsinrichting vast, maar er blijft een behoorlijke vrijheid over, en dus ook de mogelijkheid tot het introduceren van besparingen bij de keuze van (bouw)materialen voor de installatie, vormgeving en rangschikking der onderdelen en de manier van bouwen. Een uiteenzetting over deze materie is te vinden in hoofdstuk 6 en de bijlagen 3 en 4. De besparingen zijn op uitgebreide wijze kwalitatief en globaal kwantitatief aangegeven en op beperkte schaal tevens gedetailleerd kwantitatief (cijfermatig).

3. Combinatie van systeemvariatie en besparingen op materialen en bouwwijzen.

Een maximale besparing in de sector "systeemvariatie" en een maximale besparing in de sector "materialen en bouwwijze" behoeven per zuiveringsinrichting in combinatie nog niet de optimale economische oplossing voor die zuiveringsinrichting te leveren. In hoofdstuk 7 wordt op dat probleem ingegaan.

4. Besparingen door het toepassing van nieuwe ontwikkelingen.

Wat de nieuwe ontwikkelingen betreft, is gedacht aan nieuwe methoden ten behoeve van de voorbehandeling van afvalwater, aan nieuwe zuiveringsmethoden en aan nieuwe methoden ten behoeve van de verwerking van het surpluslib.

Nieuwe methoden kunnen tot besparingen leiden. Een onderzoek hiernaar op dit gebied mocht dus niet ontbreken. Wel is bij dit onderzoek de beperking opgelegd dat:

- er reeds duidelijke indicaties aanwezig moesten zijn dat kostenbesparingen verwacht zouden mogen worden
- voldoende ervaring op practijkschaal reeds in Nederland of in het buitenland aanwezig moest zijn.

In hoofdstuk 8 worden de geselecteerde methoden behandeld en de mogelijke besparingen worden alleen globaal kwalitatief aangegeven.

5. Andere besparingen.

Hiermede zijn die besparingen bedoeld die in het organisatorische vlak liggen en eventueel in het beleidsvlak. Voor de opsomming wordt verwezen naar hoofdstuk 9. Naast het kwalitatief aangeven van de besparingen is ook een poging gedaan, zij het op globale wijze, enkele besparingen ook kwantitatief te presenteren.

2.3.2 te onderzoeken zuiveringsinrichtingen

Het onderzoek is beperkt tot zuiveringsinrichtingen voor hoofdzakelijk biologisch afbreekbaar afvalwater. Het loonde de kosten en de moeite niet om de overige categorieën van zuiveringsinrichtingen aan een besparingsonderzoek te onderwerpen, omdat:

- het betreffende aantal zuiveringsinrichtingen gering is
- iedere zuiveringsinrichting practisch "uniek" zal zijn, zodat algemene conclusies nauwelijks te trekken zullen zijn of nauwelijks of niet toegepast zullen kunnen worden
- "industriële" zuiveringsinrichtingen in het algemeen reeds met een minimum aan kosten worden gerealiseerd

De verscheidenheid in de grootte (i.e.) van de nog te bouwen zuiveringsinrichtingen is zeer groot, van kleiner dan 1.000 i.e. tot groter dan 100.000 i.e. per zuiveringsinrichting. Gezocht is naar een beperkt aantal representatieve zuiveringsinrichtingen (qua grootte), opdat de resultaten van de kostenvergelijkingen op redelijke wijze geïnterpoleerd en geëxtrapoleerd zouden kunnen worden. Eén en ander is uitgewerkt in hoofdstuk 4 en bijlage 1.

Bij zuiveringsinrichtingen voor hoofdzakelijk biologisch afbreekbaar afvalwater treft men nogal uiteenlopende hydraulische belastingen of hydraulische ontwerpcapaciteiten aan. Om de resultaten van kostenvergelijkingberekeningen zo toegankelijk mogelijk te maken en zo algemeen geldend als mogelijk, zijn bij de studie kostenvergelijkingen opgesteld voor minimale hydraulische ontwerpcapaciteiten (benedengrens), maximale hydraulische ontwerpcapaciteiten (bovengrens) en een "gemiddelde" veel voorkomende hydraulische ontwerpcapaciteit, namelijk 30 l/i.e. per uur. Nadere toelichting hierop wordt gegeven in hoofdstuk 4.

In de toekomst zullen de eisen ten aanzien van het effluent van de zuiveringsinrichtingen van plaats tot plaats verschillen: van zeer streng via streng tot minder streng. De zwaarte van de eis heeft invloed op de kosten van een zuiveringsinrichting. Hier diende rekening mee gehouden te worden. Om wederom op redelijke wijze de resultaten van de kostenvergelijkingen te kunnen interpreteren, interpoleren en eventueel extrapoleren zijn de kostenvergelijkingsberekeningen geënt op 2 "effluentklassen". Detailinformatie wordt hierover verstrekt in hoofdstuk 4.

2.3.3 *de slibverwerkingsfactor in de kostenvergelijkingen*

Alle kostenvergelijkingen zijn gebaseerd op de premisse dat, ongeacht het type zuiveringssysteem, door de zuiveringsinrichting een slib wordt geproduceerd dat geschikt is voor nat transport en deponering op landbouwgronden of vuilstortplaatsen en dat uit het oogpunt van de kosten voor transport en deponering gelijksoortig is.

Aan deze premisse kan praktisch worden voldaan. Deze aanname heeft ook het grote voordeel dat per zuiveringssysteem met één slibverwerkingsvariant kan worden volstaan en dat niet ook nog een groot aantal slibverwerkingsvarianten apart behoeft te worden doorgerekend. Voor de duidelijkheid zijn per zuiveringssysteem de stichtingskosten (voor de nulvariant) vermeld *inclusief en exclusief* de kosten voor afvoer van het natte slib (zie bijvoorbeeld bijlage 5). Op deze manier blijven de uitkomsten van de kostenvergelijkingen hun waarde behouden voor degene die met een afwijkend slibverwerkingssysteem te maken heeft. Hij of zij behoeft alsdan slechts de kosten van zijn of haar specifieke slibverwerkingssysteem bij de "netto" stichtingskosten op te tellen.

2.3.4 *besparing op de stichtingskosten*

Onder stichtingskosten wordt in dit verband verstaan de som van de onderstaande kosten:

- investeringskosten van de zuiveringsinrichting zelf
- kosten van terreinverwerving
- ontsluitingskosten
- geactualiseerde vervangingskosten van installatie-onderdelen
- geactualiseerde exploitatiekosten, zoals energie-, bedienings-, onderhoudskosten en kosten voor slibafvoer

Geactualiseerde renteverliezen tijdens de bouw zijn buiten beschouwing gelaten, omdat zij in principe zeer sterk gereduceerd kunnen worden door een gerichte leenpolitiek. Ook geactualiseerde winsten of verliezen op heffingen zijn buiten de berekeningen gehouden, omdat deze problematiek alleen speelt bij lozing op rijkswater.

Besparing op de stichtingskosten is te effectueren door sommatie van besparingen op alle categorieën waaruit de stichtingskosten bestaan.

Het onderzoek heeft zich toegespitst op besparingen in de volgende categorieën:

- investeringskosten van de zuiveringsinrichting zelf
- vervangingskosten van installatie-onderdelen
- onderhoudskosten
- bedieningskosten
- energiekosten
- kosten voor slibafvoer

Er is geen onderzoek gepleegd naar de eventueel mogelijke besparingen bij terreinverwerving en ontsluiting, voornamelijk vanwege het geringe aandeel in de totale kosten voor deze posten.

De besparing op onderhouds- en bedieningskosten is, niet gezocht in verhoogde efficiency e.d., maar alleen in de investeringen en herinvesteringen; besparing kan alsdan zowel positief als negatief zijn.

De besparing in energiekosten is gezocht in het toepassen van automatische regeling van het beluchtingssysteem en in zuiveringssystemen waarbij eigen energie-opwekking voor slibgistingsgas mogelijk zou zijn.

De kosten voor slibafvoer staan in directe relatie tot het wel of niet indikken van het slib.

Alle berekende besparingen zijn gesplitst opgegeven, namelijk op de investeringskosten sec (dat zijn dus de investeringskosten voor de zuiveringsinrichting zelf, de kosten van het eventuele adviesbureau en de kosten voor de BTW) opgegeven en als besparingen op de totale stichtingskosten.

Het actualiseren van de vervangingskosten, de energie-, bedienings- en onderhoudskosten en slibafvoerkosten vindt plaats volgens de bekende contante waarde methodiek.

Bij de contante waarde methodiek worden bedragen, die in achtereenvolgende jaren worden ontvangen of uitgegeven, herleid tot één investeringsbedrag (= de contante waarde) op het begintijdstip.

De contante waarde CW_{Fi} van een uit te geven bedrag Fi in het jaar i bij een rentevoet, of discontovoet d , kan men uitdrukken als volgt:

$$CW_{Fi} = \frac{Fi}{\left[1 + \frac{d}{100}\right]^{i-1}}$$

Tenslotte zij opgemerkt, wellicht ten overvloede, dat de besparing op stichtingskosten alleen zuiveringsinrichtingen betreft en niet de overige delen van het afvalwatersysteem, zoals de riolering, de afvalwatertransportleidingen, of de constructies voor het opvangen van afvalwater en effluent in het grondwater of het open water.

2.3.5 *de nulvariant*

Begrippen als besparing, kostenvergelijking e.d. indiceren dat een vergelijkingsbasis nodig is. Als vergelijkingsbasis voor elk onderzoek zuiveringssysteem is de zogenaamde nulvariant gekozen, die gedefinieerd is (zie hoofdstuk 3) als "de conventioneel uitgewerkte bouwkundige en mechanisch/electrische variant van een zuiveringssysteem", terwijl het begrip conventioneel gedefinieerd is als "zoals in het algemeen in de afgelopen jaren via ontwerpen voor de Nederlandse overheid, al of niet met medewerking van adviesbureaux, tot stand gebracht".

In hoofdstuk 4 en de bijlagen 2 en 4 is getracht om cijfermatig en zo gedetailleerd mogelijk de samenstellende elementen van de nulvariant zichtbaar te maken, opdat voor een ieder duidelijk zij hoe de nulvariant per zuiveringssysteem bepaald is, of kan worden.

2.3.6 *gevoeligheidsanalyse*

Alle kostenvergelijkingen zijn gebaseerd op het prijspeil van 1 januari 1977.

Dit betekent dat de resultaten en conclusies uit het onderhavige onderzoek hun geldigheid mogen hebben met betrekking tot de toestand op 1 januari 1977, maar dat die geldigheid in lichte of zware mate aangetast kan zijn op een ander tijdstip, als niet alleen lonen en prijzen *absoluut* veranderd zullen zijn, maar ook in hun *verhouding* tot elkaar.

Het was niet doenlijk, binnen het kader van dit beperkte onderzoek alle éénmaal onderzochte zuiveringsvariëaties en besparingen op materialen en bouwwijze op basis van het prijspeil van 1 januari 1977 (reeds 978 berekeningen in totaal) nogmaals te onderzoeken op basis van enkele andere historische of geprognoseerde indices (prijspeilen). Wel is een enkele steekproef uitgevoerd door bijvoorbeeld de energieprijzen drastisch te verhogen. Hieraan zijn ook wel enkele algemene conclusies te ontlelen. Eén en ander is uitgewerkt in hoofdstuk 5.

3. DEFINITIES.

Ter verduidelijking van de in dit rapport gehanteerde termen en begrippen, ter voorkoming van steeds herhaalde explicaties in de tekst en ter verhoging van de leesbaarheid van het rapport, zijn een beperkt aantal "definities" (aanduidingen, omschrijvingen, inhoudsbepalingen) in dit hoofdstuk opgenomen.

Voor de in deze lijst ontbrekende definities en normstellingen wordt verwezen naar verdere omschrijvingen in de tekst en naar bijlagen 2 en 3.

<i>Begrip</i>	<i>Definitie</i>
- actief slibinstallatie	- zuiveringsinrichting voor hoofdzakelijk biologisch afbreekbaar afvalwater volgens het aeroob actief slib proces met slibbelastingen variërend van 0,05 tot 0,2 kg BZV per kg droge stof per etmaal.
- actualiseren	- het herleiden van inkomsten of uitgaven gedaan in de tijd ná een begintijdstip, en het herleiden van een restwaarde op een moment in de tijd, tot respectievelijk een éénmalige ontvangst of uitgave en waarde op dat begintijdstip.
- afschrijvingstermijn	- termijn waarbinnen het bedrag aan investeringen voor een object van de activa afgevoerd wordt.
- afvalwatersysteem	- het totale systeem voor de opvang en verwerking van afvalwater, bestaande uit de onderdelen riolering, transportleiding, zuiveringsinrichting en ontvangend grondwater en open water.
- afvalwaterzuiveringsinrichting	- zuiveringsinrichting voor hoofdzakelijk biologisch afbreekbaar afvalwater.
- bouwwijze	- vormgeving van een bouwwerk en manier waarop een bouwwerk wordt gebouwd.
- Carrousel	- verdiepte uitvoering van de oxydatiesloot met beluchting door turbinebeluchters.

*Begrip**Definitie*

- | | |
|---|--|
| - constructie | - bouwwerk ontstaan door samenvoeging van materialen. |
| - contante waarde methodiek | - rekenkundige methode voor het actualiseren van inkomsten, uitgaven en restwaarden. |
| - conventioneel | - zoals in het algemeen in de afgelopen jaren via ontwerpen voor de Nederlandse overheid, al of niet met medewerking van adviesbureaux, tot stand gebracht. |
| - deelmineralisatie | - aerobisch actief slib proces met een slibbelastings van circa 0,1 kg BZV per kg droge stof per etmaal en nabehandeling van het surplusslib door middel van chemische- of aerobe conditionering. |
| - defosfatering (vergaande fosfaatverwijdering) | - dusdanige verwijdering van het fosfaat uit het afvalwater, dat het totale gehalte aan P in het effluent van de zuiveringsinrichting gelijk is aan of minder is dan 2 mg/l. |
| - denitrificatie (vergaande stikstofverwijdering) | - dusdanige verwijdering van N uit het afvalwater, dat in het effluent van de zuiveringsinrichting de gehalten aan NH_4 in de zomer en winter gelijk zijn aan of minder zijn dan respectievelijk 3 mg/l en 10 mg/l en het gehalte aan NO_3 in de zomer gelijk is aan of minder is dan 10 mg/l. |
| - discontovoet | - de in rekening gebrachte jaarlijkse interest, uitgedrukt in procenten. |
| - economische levensduur | - termijn, waarna de boekwaarde van het object gelijk aan nul wordt gesteld. |
| - effluentklasse I | - categorie van effluënten van zuiveringsinrichtingen met het kenmerk van vergaande fosfaat- en stikstofverwijdering. |

*Begrip**Definitie*

- | | |
|-----------------------------------|---|
| - effluentklasse II | - categorie van effluenten van zuiveringsinrichtingen, zonder het kenmerk van vergaande fosfaat- en stikstofverwijdering. |
| - exploitatiekosten | - uitgaven voor het bedrijven van zuiveringsinrichtingen, zoals energie-, onderhouds- en bedieningskosten. |
| - hydraulische ontwerp-capaciteit | - het maatgevend debiet waarop de zuiveringsinrichting gedimensioneerd is. |
| - installatie | - zuiveringsinrichting. |
| - investeringskosten | - de uitgaven voor een zuiveringsinrichting op het begintijdstip van de actualiseringsperiode ten behoeve van ontwerp en bouw, inclusief directiekosten en BTW. |
| - momentane lasten | - lasten, zoals die zich op het moment voordoen. |
| - nulvariant | - de conventioneel uitgewerkte bouwkundige en mechanisch/electrische variant van een zuiveringssysteem. |
| - oxydatiesloot | - ondiepe circuitvormige beluchtingsruimte van een zuiveringsinrichting, met beluchting door middel van horizontaal opgestelde borstels. |
| - Pasveercondities | - zeer zwak belast aeroob actief slib proces met een slibbelasting van 0,05 kg BZV per kg droge stof. |
| - projectperiode | - de voor de contante waarde methodiek beschouwde duur van een project. |
| - prijspeil | - de index van prijzen en lonen op 1 januari 1977. |
| - restwaarde | - boekwaarde van een zuiveringsinrichting of een onderdeel daarvan aan het eind van de projectperiode. |

*Begrip**Definitie*

- | | |
|---|--|
| - stichtingskosten | - het geheel van investeringskosten en geactualiseerde kosten. |
| - systeemvariatie | - het opvoeren van diverse zuiveringssystemen, die voldoen aan effluentklasse I of II. |
| - traditioneel ontworpen installatie | - zuiveringsinrichting voor hoofdzakelijk biologisch afbreekbaar afvalwater (effluentklasse II), zoals die in het algemeen in de afgelopen jaren via ontwerpen voor de overheid, al of niet met medewerking van adviesbureaux, tot stand is gekomen. |
| - zuiveringsmethode (zuiveringssysteem) | - niet experimenteel proces voor de zuivering van hoofdzakelijk biologisch afbreekbaar afvalwater. |
| - zwak belast actiefslib | - aeroob actief slib proces met een slibbelasting van circa 0,2 kg BZV per kg droge stof per etmaal. |

4 UITGANGSPUNTEN VOOR HET ONDERZOEK

4.1 Grootte van de zuiveringsinrichtingen.

Mede in aansluiting op de uitkomsten van het rapport "De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater" (Indicatief Meerjarenprogramma 1975-1979) en de uitkomsten van het STORA-onderzoek "Volume-correctie" is ten behoeve van de kostenberekeningen het onderzoek beperkt tot zes grootten van afvalwaterzuiveringsinrichtingen, te weten:

1.000, 3.000, 10.000, 30.000, 60.000 en 100.000 inwoner equivalenten.

Voor een verdere gedetailleerde verantwoording van de keuze van deze zes grootten van zuiveringsinrichtingen ten behoeve van het onderzoek wordt verwezen naar bijlage 1.

4.2 Randvoorwaarden.

4.2.1 soort afvalwater.

Het onderzoek betrof, zoals reeds gesteld, slechts zuiveringsinrichtingen die in hoofdzaak biologisch afbreekbaar afvalwater verwerken. Eén inwoner equivalent is gesteld op:

54 gram BZV
10 gram N
3 gram P

Ondanks dat uit de praktijk bekend is, dat in veel gevallen 54 gram BZV niet gehaald wordt per inwoner equivalent, is deze maat voor het onderzoek aangehouden, omdat het een algemeen erkende ontwerpnorm is.

4.2.2 hydraulische ontwerpcapaciteit.

Met betrekking tot de hydraulische ontwerpcapaciteit van de zuiveringsinrichtingen zijn de volgende regelgrenzen aangehouden:

droogweeraanvoer <i>benedengrens</i>	- 10 l/i.e. per uur [*]
droogweeraanvoer <i>bovengrens</i>	- 20 l/i.e. per uur [*]
regenpompovercapaciteit <i>benedengrens</i>	- max. 20 l/i.e. per uur ^{**}
regenpompovercapaciteit <i>bovengrens</i>	- max. 50 l/i.e. per uur ^{***}

^{*} zijnde het uurgemiddelde van: $\frac{\text{aanvoer per etmaal}}{\text{periode van 10 uur}}$

^{**} gebaseerd op 40 m² verhard oppervlak per i.e. en een regenpompovercapaciteit van 0,5 mm/uur.

^{***} gebaseerd op 50 m² verhard oppervlak per i.e. en een regenpompovercapaciteit van 1 mm/uur.

4.2.3 *effluenteisen*

Wat de te stellen eisen aan het effluent van de zuiveringsinrichtingen betreft, is ten behoeve van de berekeningen uitgegaan van twee klassen van lozingseisen, die overeenkomen met twee van de drie klassen lozingseisen, die recentelijk bestudeerd zijn door een werkgroep uit de Kring van Hoofden van Technische Diensten van de Zuiveringsschappen en vastgelegd in het rapport "De biologische Zuiveringsinstallatie van morgen", te weten:

<u>gehalten</u>	<u>effluentklasse I</u> (met vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof)	<u>effluentklasse II</u> (zonder vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof)
gehele jaar:		
BZV	< 10 mg/l	< 20 mg/l
zwevende stof	< 10 mg/l	< 20 mg/l
P	< 2 mg/l	geen eisen
's zomers:		
NH ₄	< 3 mg/l	< 15 mg/l
NO ₃	< 10 mg/l	geen eisen
's winters:		
NH ₄	< 10 mg/l	geen eisen
NO ₃	geen eisen	geen eisen

4.3 Technologische uitgangspunten.

4.3.1 *slibbelasting*

Waar in de rapportering sprake is van aerobe actief slib installaties, geldt dit zuiveringsinrichtingen met een slibbelasting variërend van 0,05 tot 0,2 kg BZV/kg droge stof per etmaal, in de volgende 3 categorieën:

- Pasveercondities : 0,05 kg BZV/kg d.s. per etmaal
- Deelmineralisatie : 0,1 kg BZV/kg d.s. per etmaal
- Zwak belast actief slib: 0,2 kg BZV/kg d.s. per etmaal

Wat de conditionering van het surplus actief slib betreft, is ervan uitgegaan, dat bij:

- zwak belaste actief-slib installaties het slib met behulp van anaerobe gisting of door een chemische nabehandeling geconditioneerd wordt,

- deelmineralisatie het slib door een chemische of een aerobe nabehandeling geconditioneerd wordt,
- Pasveercondities, gezien de slibleeftijd van 20 dagen of meer, het surplusslib voldoende gemineraliseerd zal zijn.

4.3.2 *nabezinking*

Ten aanzien van het gehalte aan zwevende stof in het effluent is gesteld, dat aan de effluenteisen wordt voldaan mits *tijdens RWA* de slibvolumebelasting 0,3 m/uur bedraagt .

Rekenend met de formule

$$\text{Oppervlaktebelasting} = \frac{\text{slibvolumebelasting}}{\text{droge stof gehalte} \times \text{slibindex}} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$$

komt dit in tabelvorm op het volgende neer (zie ook figuur 1 en bijlage 2):

Zuiverings- systeem	slib- belasting**	slib- index (ml/g)	droge stof gehalte in de beluchtungs- ruimte (g/l)	oppervlakte- belasting (m/uur)
Pasveer- condities	0,05*	75*	4*	1*
	0,05	75	6	0,67
	0,05	125	3,5	0,67
Deelmine- ralisatie	0,1*	100*	3*	1*
	0,1	100	6	0,5
	0,1	150	4	0,5
Zwak belast actief slib	0,2*	100*	3*	1*
	0,2	150	2	1

Voor bestaande installaties waar de eis voor het gehalte aan zwevende stof niet gehaald word, biedt "effluent-polishing" door bijvoorbeeld zandfiltratie, een oplossing.

* uitgangswaarden voor de "nulvariant"

** (kg BZV/kg d.s. per etmaal)

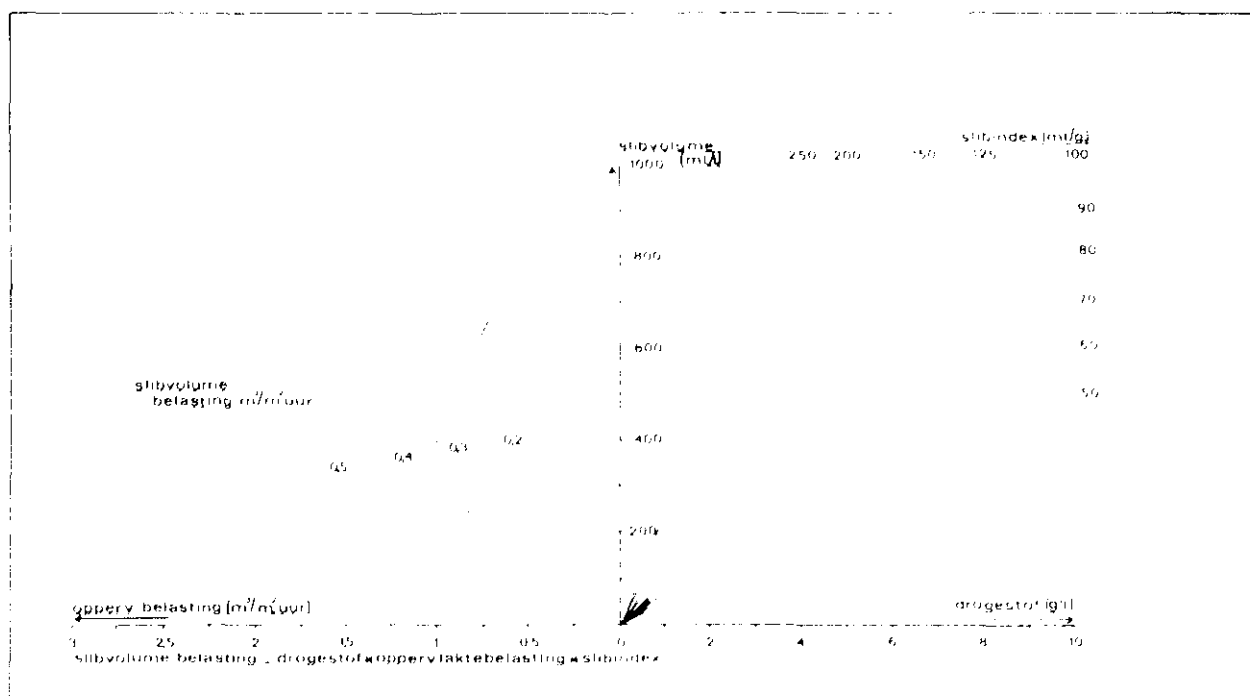


Fig. 1. Verband tussen oppervlakte belasting en slib-
volume belasting.¹

4.3.3 *slibverwerking*

De eisen welke aan het slib in verband met de afzet van het slib gesteld worden, bepalen in hoofdzaak de methode van slibbehandeling en slibverwerking.

Onderkend is, dat de methoden van behandeling en verwerking een niet onbelangrijke invloed kunnen hebben op de keuze van het zuiverings-systeem.

Het onderzoek is beperkt tot de volgende categorieën van slibbehandeling, die een min of meer vergelijkbaar eindproduct opleveren:

- anaeroob gestabiliseerd slib met een droge stof gehalte ná indikking van 4-6%,
- aeroob gestabiliseerd slib met een droge stof gehalte ná indikking van 2,5-4%,
- niet gemineraliseerd, doch met behulp van kalk gestabiliseerd slib, met een droge stof gehalte ná indikking van 4-6%.

Bij de kostenvergelijkingen zijn *niet* de kosten voor de verdere verwerking van het slib inbegrepen. Een uitzondering is gemaakt voor de kosten voor natte afvoer van het slib. Per uitgewerkt zuiverings-systeem is alsdan de contante waarde van de stichtingskosten *met* en *zonder* afvoer van het natte slib opgegeven.

De toekomstige gebruiker van dit rapport kan voor zijn specifieke geval, de kosten voor natte afvoer vervangen, door de kosten volgend uit zijn methode voor de verdere verwerking van het slib.

4.3.4 *defosfatering*

De beschouwde systemen voor defosfatering zijn vòòr-precipitatie en simultane precipitatie. Hoewel onderkend is dat nã-precipitatie veelal een zeer gunstige invloed heeft op de effluentkwaliteit, is dit systeem bij het onderzoek vanwege de relatief hoge bouwkosten buiten beschouwing gelaten.

Defosfatering heeft een productie van extra slib tot gevolg. Bovendien neemt het asgehalte van het slib toe. Indien hiermede bij het ontwerp geen rekening wordt gehouden, zou bij simultane precipitatie de slib-leeftijd bekort worden en de organische stof (slib)-belasting verhoogd worden.^{3*} Het gevolg hiervan zou kunnen zijn, dat het slib minder ver gemineraliseerd raakt en dat in het algemeen de effluentkwaliteit verslechtert.^{**}

Normaliter wordt bij een ontwerp de kans op een verminderde slibmineralisatie en afnemende effluentkwaliteit ondervangen door, bij gelijkblijvende beluchtingscapaciteit (voor zover andere factoren dat toelaten):

- óf het beluchtingsvolume te vergroten en het droge stofgehalte gelijk te houden,
- óf het beluchtingsvolume gelijk te houden en het droge stofgehalte te verhogen.

Ten behoeve van de kostenvergelijkingen is onderzocht welke van de twee oplossingen de meest economische zuiveringsinrichting zou opleveren.

* De resultaten van het recente onderzoek naar simultane defosfatering met behulp van kalk bij de zuiveringsinrichting Enter² wijzen in deze richting.

** Waarnemingen in Elburg tonen dit verschijnsel niet. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat door de toevoeging van chemicaliën de bezinking van het slib in de nabezinktank beter verloopt en het zwevende stof gehalte in het effluent daalt.

		Beluchtingsvolume vergroten en droge stofgehalte gelijk houden		Beluchtingsvolume gelijk- houden en droge stofge- halte verhogen	
instal- latie grootte (i.e.)	hydraul. ontwerp- capaciteit	investerings- kosten	stichtings- kosten	investerings- kosten	stichtings- kosten
3.000	10	1185	2806 (2545)	1142	2757 (2496)
3.000	30	1257	2918 (2657)	1223	2882 (2621)
3.000	70	1459	3120 (2949)	1435	3187 (2926)
30.000	10	4125	13259 (10860)	3868	12978 (10579)
30.000	30	4884	14305 (11906)	4670	14081 (11681)
30.000	70	6479	16522 (14122)	6348	16408 (14009)
100.000	10	11413	39535 (31880)	11096	39199 (31544)
100.000	30	14190	43354 (35700)	14017	43209 (35555)
100.000	70	19245	50221 (42567)	19338	50432 (42777)
N.B. investeringskosten x f. 1.000,-- stichtingskosten x f. 1.000,--, opgegeven met en (zonder) kosten voor afvoer van nat slib.					

Tabel 1. Simultane defosfatering bij continu werkende zuiveringsinrichtingen,
onder Pasveercondities.

		Beluchttingsvolume vergroten en droge stofgehalte gelijk houden		Beluchttingsvolume gelijk- houden en droge stofge- halte verhogen	
instal- latie grootte (i.e.)	hydraul. ontwerp- capaciteit	investerings- kosten	stichtings- kosten	investerings- kosten	stichtings- kosten
3.000	10	1069	2712 (2451)	1022	2662 (2401)
3.000	30	1139	2822 (2561)	1127	2815 (2554)
3.000	70	1340	3110 (2849)	1360	3147 (2886)
30.000	10	3548	12810 (10411)	3362	12621 (10221)
30.000	30	4296	13834 (11434)	4258	13836 (11437)
30.000	70	5866	16001 (13601)	6460	16921 (14521)
100.000	10	9673	38310 (30655)	9012	37614 (29960)
100.000	30	12412	42048 (34394)	12257	42012 (34357)
100.000	70	17397	48764 (41110)	18541	50517 (42863)
N.B. investeringskosten x f. 1.000,-- stichtingskosten x f. 1.000,--, opgegeven met en (zonder) kosten voor afvoer van nat slib.					

Tabel 2. Simultane defosfatering bij continu werkende zuiveringsinrichtingen, onder deelmineralisatiecondities.

Aan de hand van de uitkomsten van investeringsberekeningen en contante waarde berekeningen (zie tabel 1 en 2) voor zuiveringsinrichtingen van 3.000, 30.000 en 100.000 inwoner equivalenten onder Pasveercondities en deelmineralisatie-omstandigheden en een hydraulische belasting van 10, 30 en 70 liter per inwoner equivalent per uur, is ten behoeve van de kostenvergelijkingen aan die methode de voorkeur gegeven waarbij het beluchttingsvolume gelijk gehouden wordt en het droge stofgehalte verhoogd wordt.

N.B. Uit de tabellen moge blijken, dat bij deelmineralisatie het systeem met vergroot beluchtingsvolume in aanmerking komt voor alle grootten van zuiveringsinrichtingen, zodra de hydraulische ontwerpcapaciteit extreem hoog wordt.

Bij Pasveercondities is het praktisch om het even welk systeem wordt toegepast, zij het dat uit de berekeningen vrijwel steeds een licht voordeel blijkt voor het systeem met gelijkblijvend beluchtingsvolume, behalve bij 3.000 i.e. en 100.000 i.e. en 70 l/i.e.uur.

4.3.5 *Overige technologische uitgangspunten*

Voor de overige technologische uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 2.

4.4 Prijzen en termijnen.

Voor de kostenvergelijkingen ten behoeve van de systeemvariatie (zie hoofdstuk 5) is per zuiveringssysteem steeds uitgegaan van de "nul-variant" voor wat de investerings- en stichtingskosten betreft. Het cijfermatige voorbeeld in bijlage 2 voor een actief slib installatie met vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof (effluentklasse I) met behulp van simultane precipitatie, voor 30.000 i.e. en 30 l/i.e. per uur moge één en ander verduidelijken.

Als vergelijkingsbasis voor de kostenvergelijkingsberekeningen, waarbij materialen en bouwwijze gevarieerd worden (zie hoofdstuk 6), is per zuiveringsinrichting-grootte de nulvariant gekozen, die overeenkomt met een conventioneel ontwerp voor een hydraulische ontwerp-capaciteit van 30 l/i.e. per uur en een effluentklasse II. Dit leverde een totaal op van 12 nulvarianten voor deze kostenvergelijkingsberekeningen als gevolg van het combineren van 6 installatie-grootten en 4 zuiveringssystemen (zie hoofdstuk 6, par. 6.3). In bijlage 4 zijn de 12 nulvarianten cijfermatig uitgewerkt.

De ramingen zijn gebaseerd op het prijspeil van 1 januari 1977. De kosten voor terreinverwerving zijn wel verwerkt in de ramingen, evenals het tarief voor de belasting op de toegevoegde waarde. In de ramingen zijn ook de directiekosten opgenomen, dat wil zeggen alleen die voor de adviseur(s). De nauwkeurigheid van de ramingen komt overeen met die van een "normale" raming van de principaal bij een openbare aanbesteding.

Voor verdere details wordt verwezen naar bijlage 2.

In hoofdstuk 2 is aangegeven, dat voor een verantwoorde methode van vergelijking tussen de stichtingskosten van de diverse zuiveringsinrichtingen de "contante waarde"-methodiek is gehanteerd.

De opgegeven besparingen in bijlage 4, voor besparingen door middel van wijzigingen in materialen en bouwwijzen, zijn dan ook niet alleen vermeld ten opzichte van de *investeringskosten* van de "nulvariant", maar ook en juist ten opzichte van de *stichtingskosten* van de "nulvariant".

Een probleem bij de contante waarde methode vormt het bepalen van de periode, waarover het project beschouwd dient te worden, de zogenaamde projectperiode. Meestal wordt hiervoor genomen de periode die overeenkomt met de langste economische levensduur van één der onderdelen van het project. In dit geval was dat 40 jaar, namelijk de gekozen economische levensduur van bouwkundige onderdelen van een "traditioneel ontwerp". Dit bracht wel het probleem met zich mee, dat voor onderdelen van de zuiveringsinrichting met een kortere economische levensduur (mechanische onderdelen bijvoorbeeld) de herinvesteringsbedragen en de restwaarde bij $T = 40$ jaar geschat moesten worden.

N.B.1. Voor de eenvoud van de presentatie werden economische levensduur, afschrijvingsperiode en "werkelijke" levensduur gelijk aan elkaar gesteld. Voor de aangehouden waarden van de economische levensduur van de diverse onderdelen wordt verwezen naar bijlage 2.

De volgende restwaarden zijn aangenomen op het tijdstip $T = 40$ jaar:

Aangekochte gronden	: 0	% van de koopkosten.
Mech./elec.onderdelen	: 33,3	% van de investeringskosten.

Voor de overzichtelijkheid is geen inflatie ingecalculeerd. Dit houdt niet in, dat er geen rente in rekening gebracht zou moeten worden. Voor de inflatievrije berekeningen is een discontovoet van 4% aangehouden.

N.B.2. Een mogelijkheid om bij zuiveringsinrichtingsonderdelen met een kortere levensduur dan de projectperiode (houten kuipen bijvoorbeeld) het steeds weer schatten van de herinvesteringskosten (na 10 jaar, 20 jaar etc.) te omzeilen, bestaat in het *a priori* toekennen van een levensduur gelijk aan de projectperiode (40 jaar bijvoorbeeld) in het rekenmodel van het betrokken zuiveringsinrichtingsonderdeel en het zodanig rekenkundig verhogen van de onderhoudskosten van dat onderdeel, dat die gestelde langere economische levensduur ook gehaald wordt.

Alsdan zijn, wat het rekenmodel betreft, voor het betrokken onderdeel aan elkaar gelijk:

CONTANTE WAARDE VAN		CONTANTE WAARDE VAN	
Investering op tijdstip "0"	=	Investering op tijdstip "0"	
+ verhoogd onderhoud		+ herinvestering(en)	
		+ normaal onderhoud	
	- restwaarde van het onderdeel		

Tenslotte, ter illustratie, een grafiek om te laten zien, dat en in welke mate de investeringen van het bouwkundige gedeelte van een zuiveringsinrichting met een korte economische levensduur lager moeten zijn dan de investeringen voor het bouwkundige gedeelte van een zuiveringsinrichting met een langere economische levensduur, in het geval dat de *contante waarde van de stichtingskosten* van beide zuiveringsinrichtingen gelijk is.

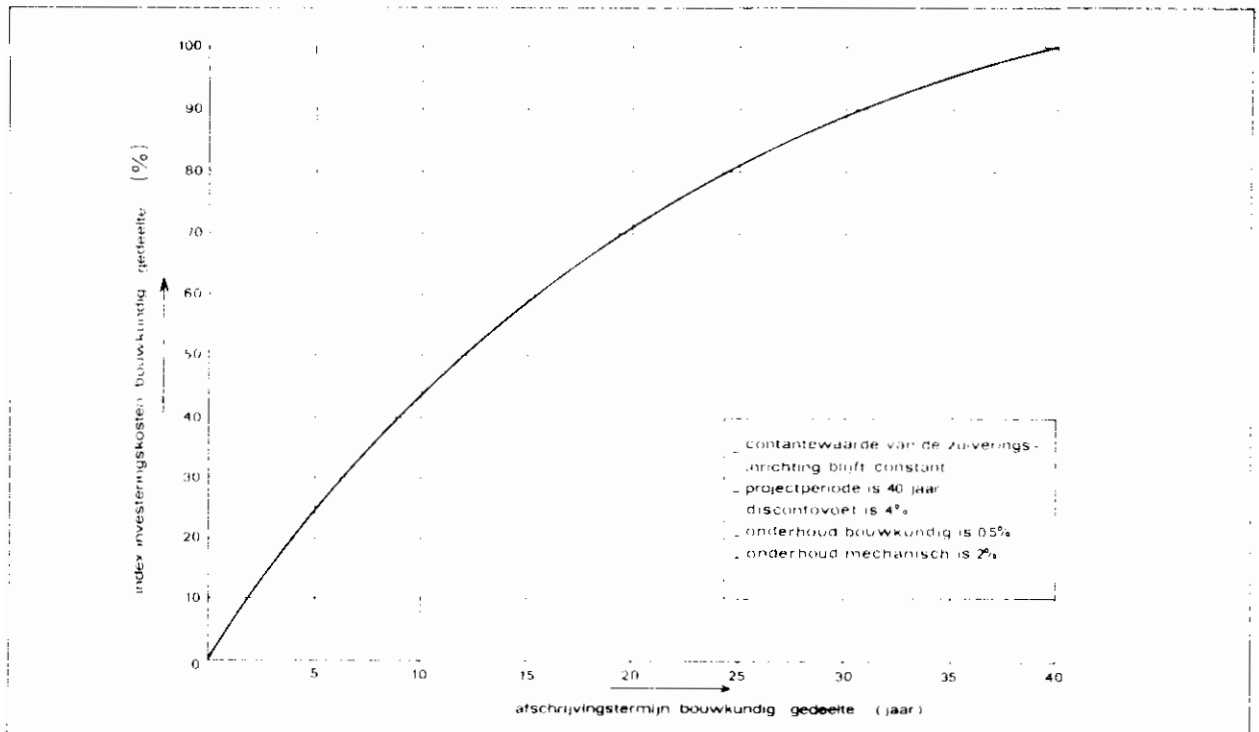


Fig. 2. Noodzakelijke verandering in de investering voor het bouwkundige gedeelte van een zuiveringsinrichting als gevolg van een verandering in de afschrijvingstermijn van het bouwkundige gedeelte

In figuur 2 is namelijk een theoretisch berekende kromme uitgezet, die de relatie aangeeft tussen de economische levensduur van een zuiveringsinrichting (x-as van de grafiek), in dit geval bepaald door de afschrijvingstermijn van het bouwkundige gedeelte, en de maximaal toelaatbare investeringskosten voor het bouwkundige gedeelte van die zuiveringsinrichting (y-as van de grafiek), uitgedrukt als percentage van de investeringskosten voor het bouwkundige gedeelte van een zuiveringsinrichting met een economische levensduur van 40 jaar, onder de voorwaarde dat de *contante waarde van de stichtingskosten* van de verschillende zuiveringsinrichtingen dezelfde blijft.

Voor de berekening van de kromme zijn energie-, bedienings-, en onderhoudskosten zo reeël mogelijk geraamd en is rekening gehouden met herinvesteringen voor en restwaarden van bouwkundige en mechanisch-electrische zuiveringsinrichtingsonderdelen met economische levensduren van minder dan 40 jaar.

Uit de figuur blijkt dat, bij gelijkblijvende contante waarde van de stichtingskosten, de investeringskosten voor het bouwkundige gedeelte van een zuiveringsinrichting met een economische levensduur van 15 jaar 60% zouden *moeten* zijn (of minder) van de investeringskosten voor het bouwkundige gedeelte van een zuiveringsinrichting met een economische levensduur van 40 jaar.

Inleiding

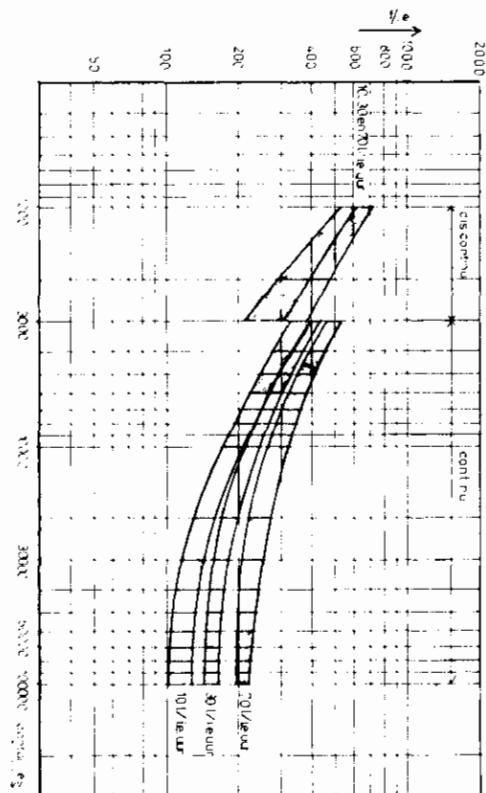
Alvorens onderzocht werd welke besparingen op bouwwijzen en constructies mogelijk zijn, is nagegaan of vergelijking van alternatieve zuiveringssystemen tot kostenbesparingen zou kunnen leiden. Het STORA-onderzoek bood namelijk de mogelijkheid om een groot aantal verschillende zuiveringssystemen bij diverse hydraulische ontwerp-capaciteiten met elkaar te vergelijken, aan de hand van uniforme uitgangspunten voor de dimensionering en raming van onderdelen. Daartoe zijn voor de twee effluentklassen, (zie 3.2.3.), en de verschillende grootten van zuiveringsinrichtingen 128 alternatieve zuiveringssystemen geselecteerd voor de berekening. De systemen die in aanmerking kwamen zijn in tabel 3, gegroepeerd volgens hoofdgroepen, aangegeven.

Zuiveringssystemen	Effluentklasse I <i>met</i> vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof	Effluentklasse II <i>zonder</i> vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof
Pasveercondities		x
Pasveercondities met simultane fosfaatverwijdering	x	
Pasveercondities met vóór-precipitatie	x	
Deelmineralisatiecondities		x
Deelmineralisatiecondities met simultane fosfaatverwijdering	x	
Deelmineralisatiecondities met vóór-precipitatie	x	
Zwak belast actief slib		x
Tweetraps oxydatie bedden-actief slib met simultane fosfaatverwijdering	x	
Tweetraps oxydatie bedden-actief slib met vóór-precipitatie	x	

Tabel 3. Zuiveringssystemen.

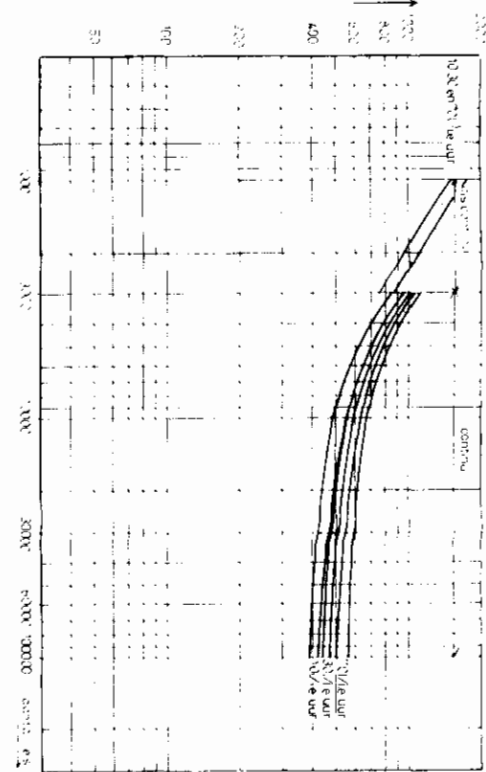
INVESTERINGEN

PASIEERCONDITIES



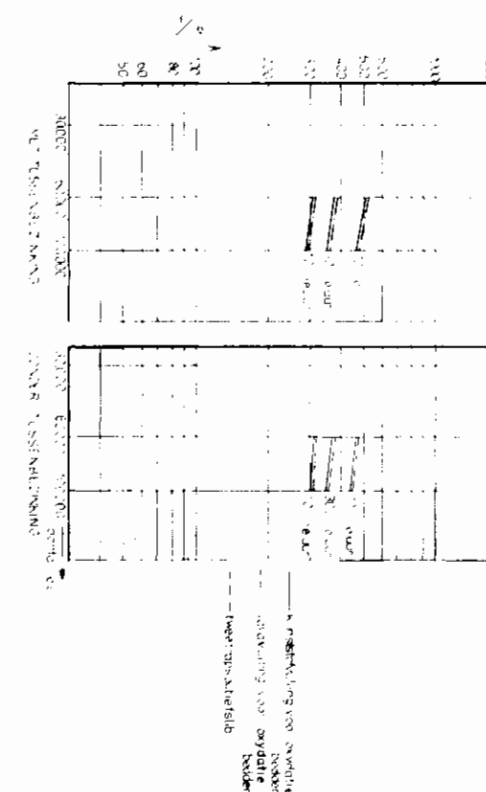
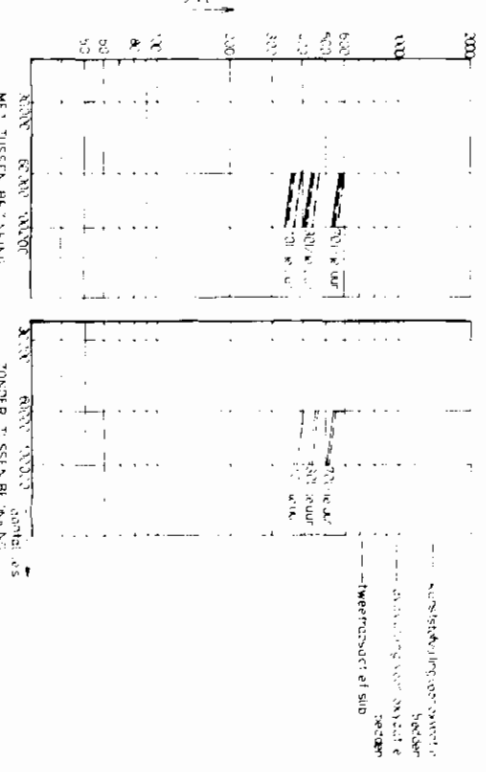
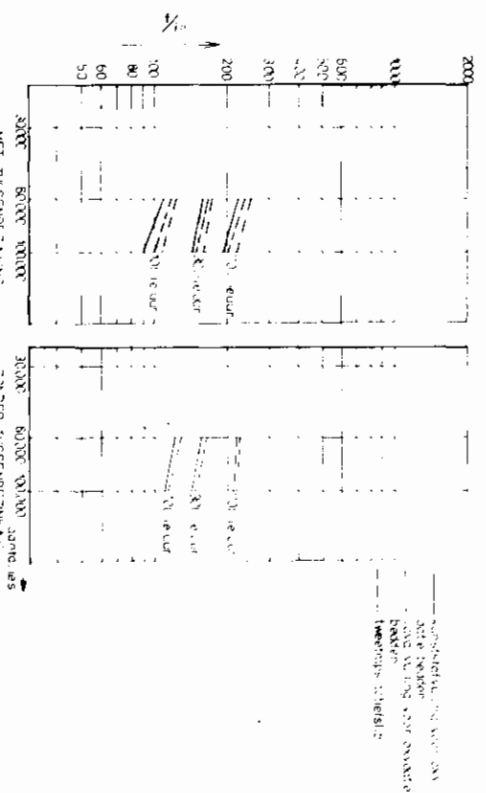
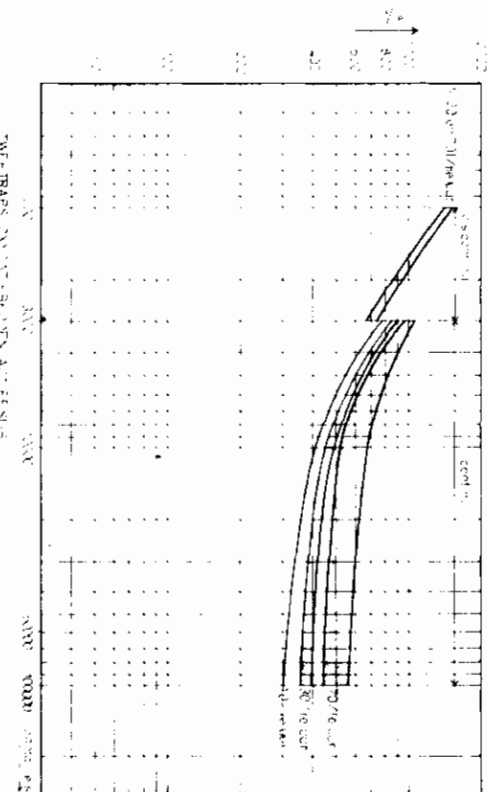
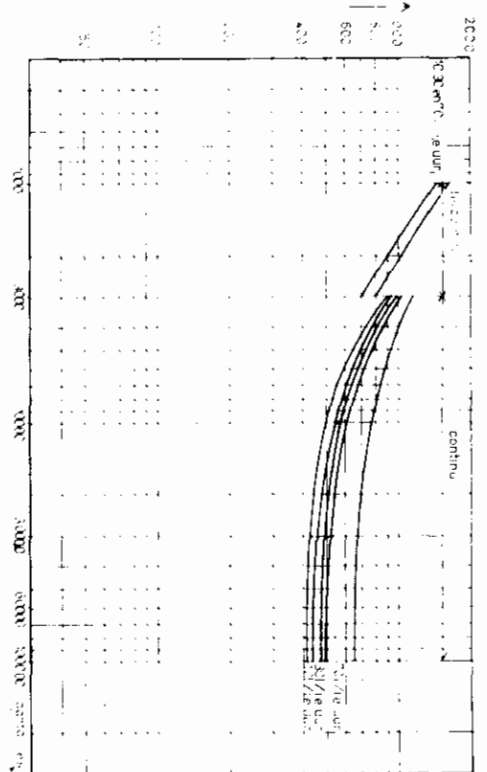
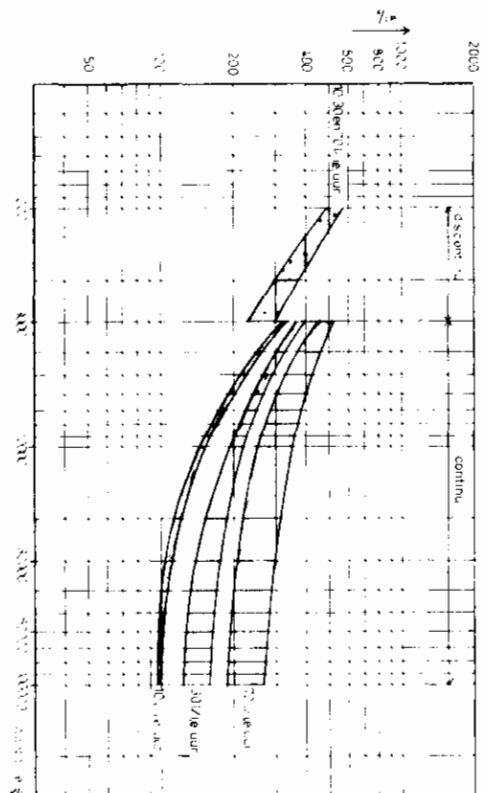
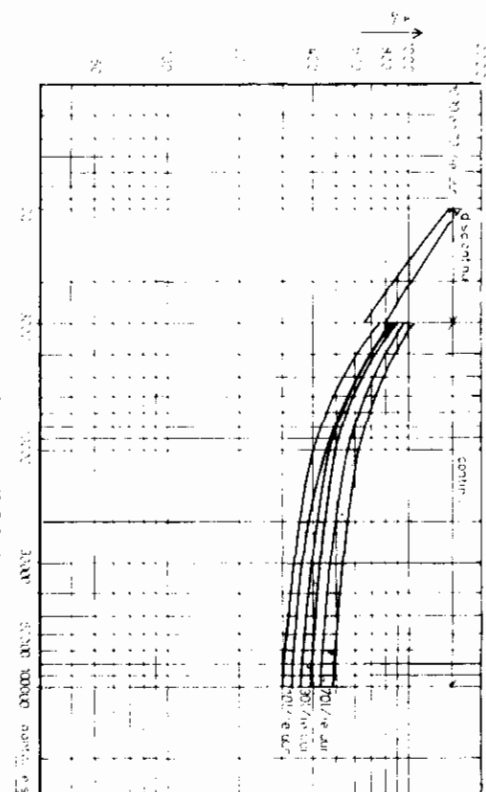
CONTANTE WAARDE, met slijstofvoer

PASIEERCONDITIES



CONTANTE WAARDE, zonder slijstofvoer

PASIEERCONDITIES



3 Investerings- en stichtingskosten, voor zuiveringssystemen voor effluentklasse I

Inclusief: Aanvergemad
terreinverwerving
Directiekosten
BTW

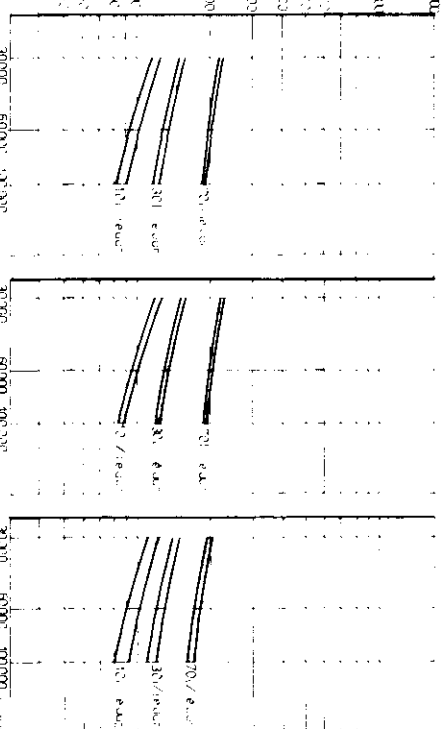
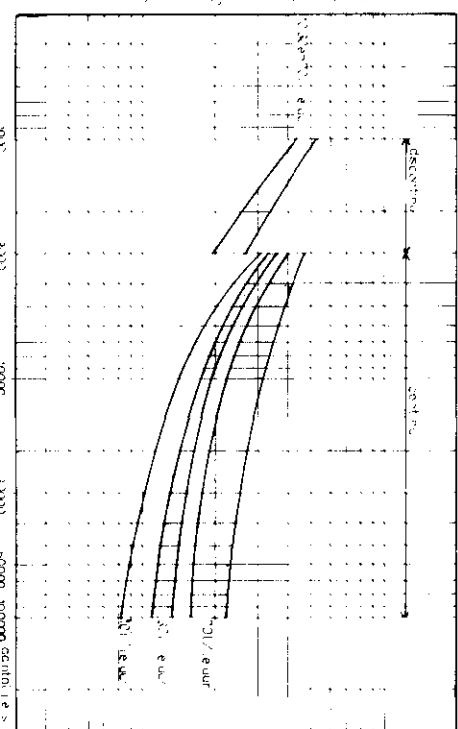
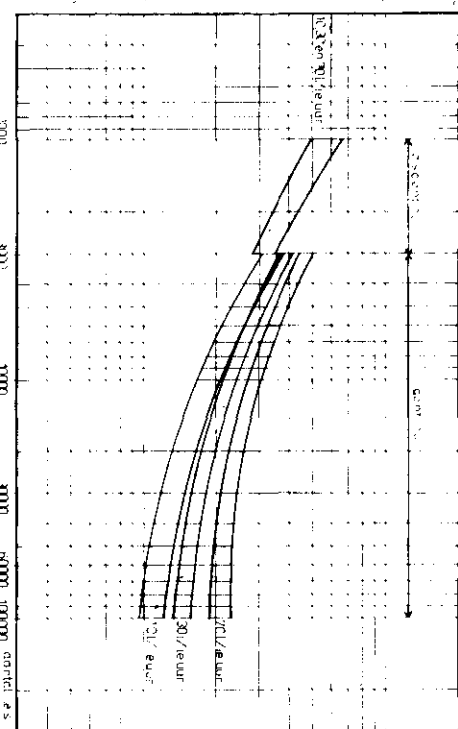
Exclusief: Toevoer
Slibbehandeling

Prijspeil: januari 1977

ZUIVERINGS SYSTEMEN VOOR EFFLUENT KLASSE I (met vergaande - verwijdering van fosfaat en stikstof)

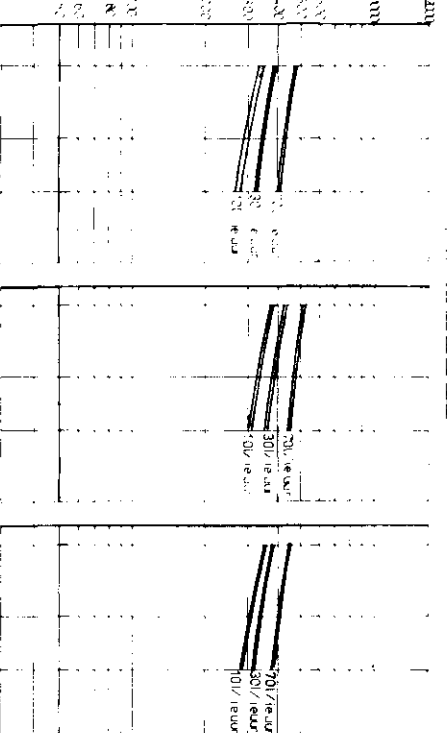
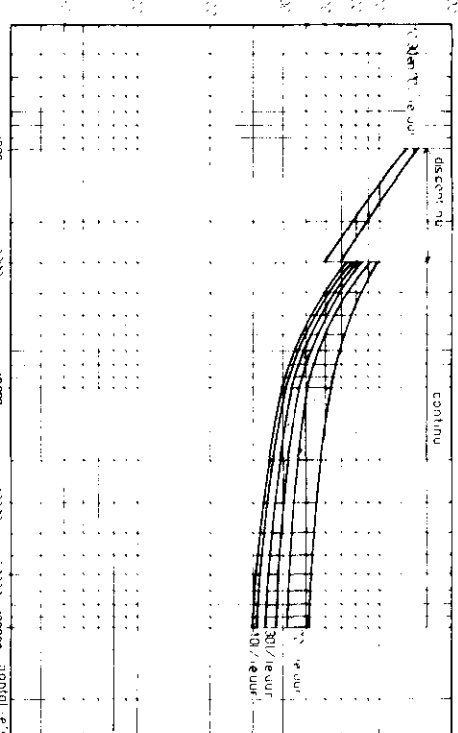
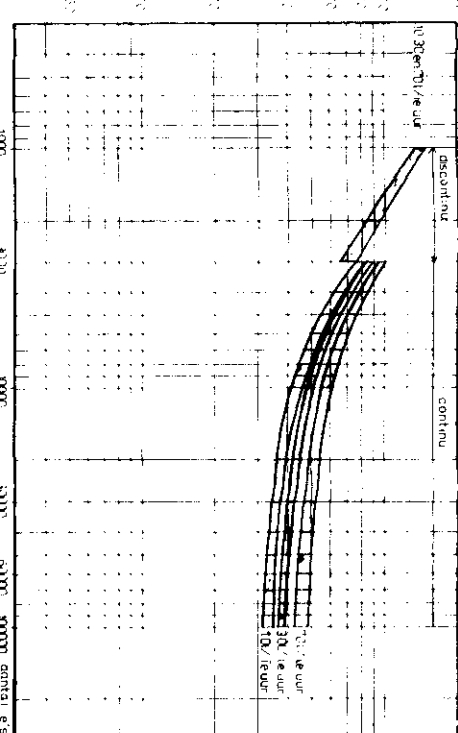
INVESTERINGEN

PASVEER, CONDITIES



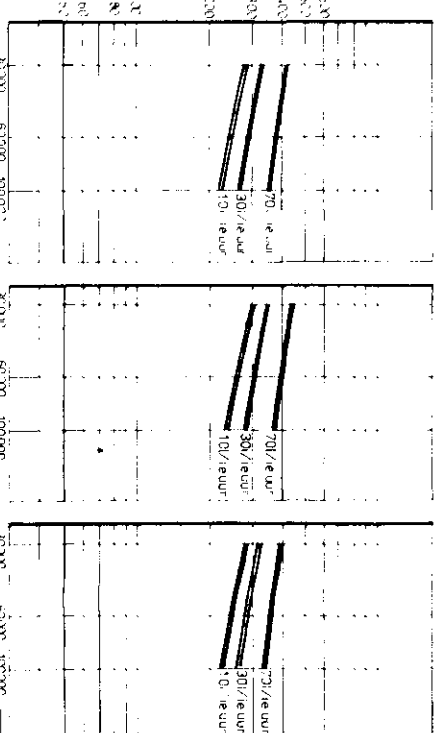
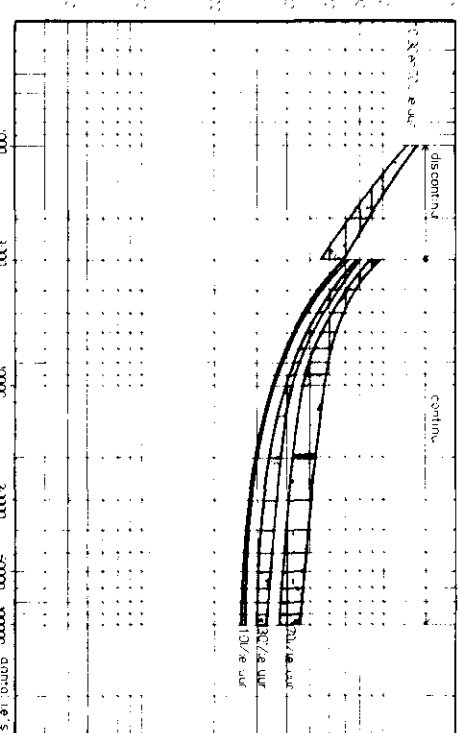
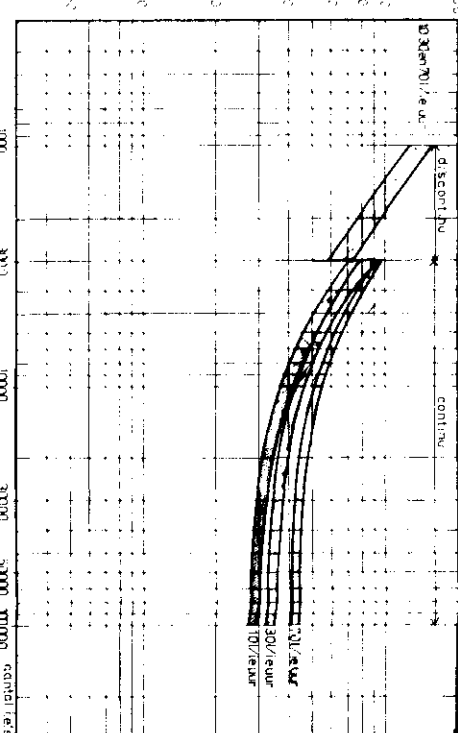
CONTANTE WAARDE, met silbafvoer

PASVEER, CONDITIES



CONTANTE WAARDE, zonder silbafvoer

PASVEER, CONDITIES



Inclusief: Aanvoergemaal
Terraanverwerving
Directiekosten
B.T.W.

Exclusief: Toevoerpool
Slabbehandeling

Prijspeil, januari 1977

ZUIVERINGSSYSTEMEN VOOR EFFLUENT KLASSE II (zonder voorgaande-
verwijdering van fosfaat en stikstof)

Fig. 4. Investerings- en stichtingskosten voor zuiveringsystemen voor effluentklasse II

Van alle systemen zijn de kosten geraamd voor het prijspeil van januari 1977. Dit betreft investeringskosten en stichtingskosten (contante waarde) zowel met slibafvoer als zonder slibafvoer. De kosten zijn aangegeven inclusief het aanvoergemaal, terreinverwerving, directiekosten en BTW en exclusief het toevoerriool en verdergaande slibbehandeling.

5.2 Resultaten

De resultaten zijn voor investeringen en stichtingskosten met en zonder slibafvoer grafisch weergegeven in de figuren 3 en 4.

Gedetailleerde kostenoverzichten kunnen, indien gewenst, bij de Grontmij N.V. ingezien worden.

Uit deze grafieken kunnen de volgende conclusies getrokken worden.

5.2.1 *Conclusies ten aanzien van effluentklasse I (met vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof).*

1. Voor kleine zuiveringsinrichtingen (zeker ≤ 3.000 i.e.) is de keuze voor *discontinue werking* in plaats van continu bedreven inrichtingen, voor alle hydraulische ontwerpkapaciteiten, duidelijk goedkoper.
2. Bovendien kan voor kleine zuiveringsinrichtingen bespaard worden op de investeringskosten en de stichtingskosten door een *hoog slibgehalte* in het beluchtingsbassin te kiezen (orde van de besparing bij stijging van het slibgehalte van 3,5 tot 6 gr. per liter: circa 10%).
3. Voor de grotere zuiveringsinrichtingen geldt dat de onderlinge kostenverschillen op basis van Pasveercondities, deelmineralisatiecondities of tweetraps uitvoering gering zijn ($\leq 10\%$).
4. Indien chemische slibstabilisatie tot de mogelijkheden behoort, kan vóór-precipitatie met behulp van kalk ten opzichte van simultane fosfaatverwijdering, kostenbesparend werken. In mindere mate geldt dit voor anaerobe slibstabilisatie en in nog mindere mate indien aerobe slibstabilisatie gewenst is.

5.2.2 Conclusies ten aanzien van effluentklasse II (zonder vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof)

1. De eerste twee conclusies voor effluentklasse I (zie 5.2.1.) met betrekking tot de *discontinu* bedreven zuiveringsinrichtingen (zeker ≤ 3.000 i.e.), zijn eveneens voor effluentklasse II van toepassing.
2. Voor de grotere zuiveringsinrichtingen zijn de kostenverschillen op basis van Pasveercondities en deelmineralisatiecondities gering ($\leq 10\%$).
3. Voor zuiveringsinrichtingen met een capaciteit ≥ 30.000 i.e. is het systeem: zwak belast actief slib, in progressieve mate goedkoper dan de systemen onder Pasveercondities en deelmineralisatiecondities. Dit geldt met name voor de stichtingskosten (besparing bij 100.000 i.e. ten opzichte van Pasveercondities: circa 20%).

5.2.3 de hydraulische ontwerpcapaciteit

De invloed van de hydraulische ontwerpcapaciteit op de investeringen en de stichtingskosten, inclusief de kosten voor slibafvoer, voor de continu werkende zuiveringsinrichtingen, is voor de beide effluentklassen in de tabellen 4 en 5 aangegeven. Hierbij zijn de kosten behorend bij de verschillende ontwerpcapaciteiten steeds vergeleken met de kosten voor de ontwerpcapaciteit van 30 l/i.e. uur.

		Effluentklasse I (met fosfaatverwijdering en vergaande stikstofverwijdering)					Effluentklasse II (zonder fosfaatverwijdering en vergaande stikstofverwijdering)				
		Capaciteit (i.e.)					Capaciteit (i.e.)				
Systeem	Hydraulische ontwerpcapaciteit (l/i.e.uur)	3.000	10.000	30.000	60.000	100.000	3.000	10.000	30.000	60.000	100.000
Pasveer	10	93%	80%	83%	80%	79%	88%	80%	82%	79%	79%
	30	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	70	117%	131%	136%	138%	138%	124%	131%	137%	138%	139%
Deelmineralisatie	10	91%	81%	79%	74%	74%	92%	81%	80%	75%	74%
	30	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	70	121%	129%	152%	152%	151%	121%	128%	143%	146%	147%
Tweetraps	10	-	-	-	79%	74%	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	100%	100%	-	-	-	-	-
	70	-	-	-	140%	145%	-	-	-	-	-
Actief slib	10	-	-	-	-	-	-	-	78%	73%	69%
	30	-	-	-	-	-	-	-	100%	100%	100%
	70	-	-	-	-	-	-	-	144%	155%	156%

Tabel 4. Invloed hydraulische ontwerpcapaciteit op investeringen

		Effluentklasse I (met fosfaatverwijdering en vergaande stikstofverwijdering)					Effluentklasse II (zonder fosfaatverwijdering en vergaande stikstofverwijdering)				
		Capaciteit (i.e.)					Capaciteit (i.e.)				
Systeem	Hydraulische ontwerpcapa- citeit (l/i.e.uur)	3.000	10.000	30.000	60.000	100.000	3.000	10.000	30.000	60.000	100.000
Pasveer	10	96%	89%	92%	91%	91%	93%	88%	91%	89%	89%
	30	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	70	111%	117%	117%	117%	117%	115%	119%	119%	119%	119%
Deelmine- ralisatie	10	95%	90%	91%	90%	90%	95%	89%	91%	89%	89%
	30	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	70	112%	115%	122%	121%	120%	112%	115%	120%	120%	120%
Tweetraps	10	-	-	-	90%	88%	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	100%	100%	-	-	-	-	-
	70	-	-	-	119%	120%	-	-	-	-	-
Actief slib	10	-	-	-	-	-	-	-	88%	86%	84%
	30	-	-	-	-	-	-	-	100%	100%	100%
	70	-	-	-	-	-	-	-	124%	128%	128%

Tabel 5. Invloed hydraulische ontwerpcapaciteit op stichtingskosten

5.3

Gevoeligheidsanalyse

De kostenvergelijkingen en de daaruit voortvloeiende conclusies, welke in het voorgaand zijn behandeld, zijn gebaseerd op de uitgangspunten uit bijlage 2. De onderlinge verhoudingen tussen de kostenelementen, dat wil zeggen kosten voor energie, bediening, slibafvoer enz. lagen daarmee vast (zie tabel 6).

Investeringskosten	55 - 30%
Energie	10 - 20%
Slibafvoer	15 - 10%
Bediening	15 - 25%
Onderhoud en overige kosten	5 - 15%

Tabel 6. Opbouw stichtingskosten.

De variatie in de getallen per kostenelement is een gevolg van:

- de grootte van de zuiveringsinrichting;
- de hydraulische ontwerpcapaciteit;
- het gekozen zuiveringssysteem.

De vraag is gewettigd of de globale conclusies van het rapport ten aanzien van de onderlinge vergelijking van zuiveringssystemen, die gebaseerd zijn op de gefixeerde verhouding tussen de kostenelementen van de nulvariant per beschouwd zuiveringssysteem, hun waarde behouden bij de zich wijzigende verhouding tussen de kostenelementen.

Wel dient hierbij bedacht te worden, dat een absolute wijziging in één van de kostenelementen (energie bijvoorbeeld) niet op zich zelf staat. Zo'n verandering, heeft secundaire effecten, op de overige kostenelementen. De kosten van slibafvoer bijvoorbeeld stijgen bij toename van energiekosten. De verhouding tussen de kostenelementen zal dus in werkelijkheid in geringere mate veranderen dan een rekenkundige geïsoleerde verandering van één van de kostenelementen zou aangeven.

Om het effect van zo'n geïsoleerde verandering te bestuderen, is het effect berekend van een drastische verhoging van de post energie op de stichtingskosten van een zuiveringsinrichting en op de onderlinge verhouding van de kostenelementen (met uitsluiting van de secundaire effecten van de energiekostenverhoging op de overige kostenelementen). In de tabellen 7 en 8 is bijvoorbeeld voor 3 zuiveringssystemen cijfermatig één en ander uitgewerkt voor een conventioneel ontworpen zuiveringsinrichting van 60.000 i.e. bij een hydraulische ontwerpcapaciteit van 30 l/i.e. per uur.

	Investering	Stichtingskosten	
		f. 0,10/kWh	f. 0,30/kWh
Pasveercondities (uitvoering:Carrousel)	8.461.800 (109%)	23.114.300 (116%)	32.452.900 (141%)
Zwak belast actief slib met slibgisting	7.765.100 (100%)	20.511.500 (103%)	25.626.300 (111%)
Zwak belast actief slib slib met slibgisting en eigen energieopwekking	7.954.700 (102%)	20.006.000 (100%)	23.092.600 (100%)

Tabel 7. Invloed van energieprijsstijging op de stichtingskosten.

	f. 0,10/kWh					f. 0,30/kWh				
	investerings	energie	slibafvoer	bediening	onderhoud en overige kosten	investerings	energie	slibafvoer	bediening	onderhoud en overige kosten
Pasveercondities	42	20	14	18	6	30	43	10	13	4
Zwak belast actief slib met slibgisting	45	12	15	20	8	36	30	12	16	6
Zwak belast actief slib met slibgisting en eigen energieopwekking	48	7	16	21	8	42	20	14	18	6

Tabel 8. Invloed van energieprijsstijging op de kostenelementenverhoudingen.

Bij dit voorbeeld van een zuiveringsinrichting voor 60.000 i.e. en 30 l/i.e. per uur blijkt, dank zij de zeer sterke verhoging van de energiekosten, de (marginale) voorkeur voor een installatie volgens het zwak belaste actief slib systeem zonder eigen energieopwekking verlegd te worden naar een duidelijke voorkeur (verschil groter dan 10% in de stichtingskosten) voor een installatie volgens het zwak belaste actief slib systeem met eigen energieopwekking.

De indruk bestaat echter dat voor het overgrote deel van de beschouwde zuiveringssystemen, met inachtname van de genoemde secundaire effecten van een kostenelementverandering op de overige kostenelementen, de globale conclusies van het rapport ten aanzien van de onderlinge vergelijking van zuiveringssystemen, op basis van de vergelijking van stichtingskosten en het prijspeil van 1 januari 1977 in het algemeen hun (relatieve) geldigheid behouden.

6 BESPARING OP MATERIALEN EN BOUWWIJZEN

6.1 Inleiding

Gezien het grote aandeel van de investeringen in de totale stichtingskosten (zie het overzicht in tabel 6 onder 5.3.) voor zuiveringsinrichtingen, is het van groot belang, in het kader van kostenbesparing op afvalwaterzuiveringsinrichtingen, na te gaan op welke manier op de investeringskosten bespaard kan worden.

De kosten voor onderdelen van een zuiveringsinrichting worden voornamelijk bepaald door de bouwwijze van die onderdelen. Aldus is het van belang reeds in een vroeg stadium van het ontwerp de vormgeving en de manier van construeren van die onderdelen vast te leggen, met alle kostenconsequenties van dien. Tevens kunnen bepaalde *materialen*, waaruit het onderdeel is opgebouwd, een belangrijke invloed op de prijs hebben.

De opzet bij dit deel van het onderzoek is daarom geweest, om de meest effectieve maatregelen ter besparing op *materialen en bouwwijzen* van zuiveringsinrichtingen aan te geven en tevens die besparingen zo exact mogelijk te berekenen.

6.2 Besparingsmaatregelen

Allereerst is een lijst gemaakt van besparingsmaatregelen in combinatie met de onderdelen van de zuiveringsinrichting waarop zij van toepassing zouden kunnen zijn. Deze lijst, waarin de orde van grootte van de besparing per onderdeel is aangegeven, is opgenomen als bijlage 3 van dit rapport.

Op basis van deze lijst, zijn voor het verdere onderzoek de hierna genoemde *meest effectieve besparingsmaatregelen* geselecteerd; 19 in totaal.

1. weglaten van een onderdeel van de zuiveringsinrichting.

In aanmerking kwamen die onderdelen, welke eventueel weggelaten zouden kunnen worden, zonder het zuiveringsproces in wezen te veranderen, te weten:

zandvang, verdeelwerken, slibindikker en het bedrijfsgebouw (dat wil zeggen trafo en schakelgedeelte blijven gehandhaafd in simpele prefab opstelling).

2. compacte bouw.

De toepassing van compact gesitueerde onderdelen bijvoorbeeld opstelling in concentrische cirkels of een aaneenschakeling van rechthoekig gevormde onderdelen. Hiervoor kwamen in aanmerking: beluchting, bezinking en slibindikker.

De uitvoering van het bedrijfsgebouw is hierbij gedacht als een zo eenvoudig mogelijk, compact bouwwerk, waarbij de trafo apart is geplaatst (prefab uitvoering).

3. *dunne vloeren.*

Constructief gezien kunnen dunne betonvloeren worden toegepast voor beluchting- en bezinktanks. Hierbij zijn de vloeren *niet* tegen opdrijving bestand. Bij een hoge grondwaterstand kunnen de tanks niet worden drooggezet en daarom zijn springluiken aangebracht.

4. *aarden bassins met door middel van beton beklede taludwanden*

Als alternatief voor rechte, verticale betonwanden is met name voor beluchtingsbassins het gedeeltelijk in de grond uitgegraven bassin met schuine taludwanden beschouwd. Deze wanden worden van een dunnen ca. 10 cm dikke betonkleding voorzien. Aan de onderzijde sluiten ze aan op een dikkere bodemplaat. Deze bassins zijn niet tegen opdrijving beveiligd. Voorbeelden hiervan zijn o.a. te vinden bij de oxydatiesloot voor Renswoude (figuur 5), bij het beluchtingsbassin voor het chemische bedrijf Servo te Delden (figuur 6) en voor de bufferput bij de zuiveringsinrichting voor afbraak van kalvergier te Elspeet (figuur 7).

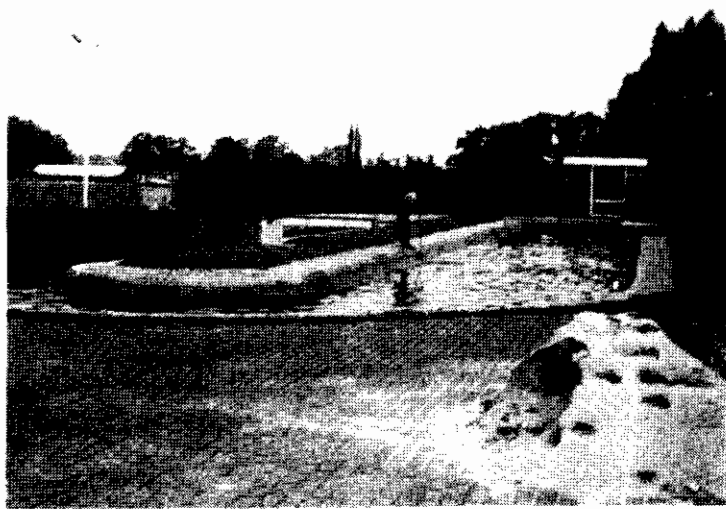


Fig. 5. Oxydatiesloot van de zuiveringsinrichting te Renswoude



Fig. 6. Beluchttingsbassin van de zuiveringsinrichting voor het chemisch bedrijf Servo te Delden



Fig. 7. Bufferput van de zuiveringsinrichting voor kalvergier te Elspeet

5. prefab/standaard elementen

Voor een aantal onderdelen van zuiveringsinrichtingen kan, met het oog op besparing in bouwkosten en tijd, totale prefabricage of samenbouw door middel van standaardelementen worden toegepast. Als mogelijke uitvoeringsvormen zijn in beschouwing genomen: prefab uitvoering van vijzelgemalen door middel van een stalen opleider, prefab putringen of verticaal geplaatste duikerelementen voor kleine indikkers, prefab wandelementen voor beluchtingsinbassins en bezinktanks, prefab gebouw met apart geplaatst trafogebouwtje.

Voorbeelden hiervan zijn onder andere te vinden bij verschillende onderdelen van de zuiveringsinrichtingen voor de wasserij Nooitgedacht te Koudekerk aan de Rijn (figuur 8) en bij het beluchtingsbassin van het vleesverwerkende bedrijf Douma te Nijkerk (figuur 9).

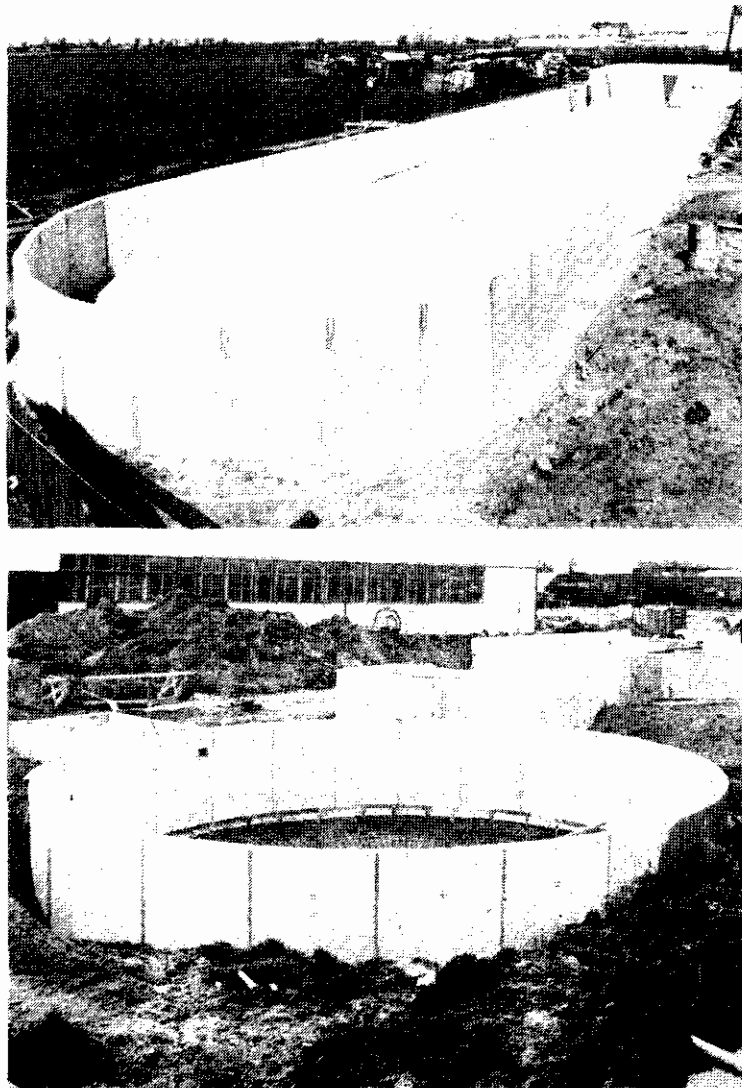


Fig. 8. Carrousel en nabezinktank van de zuiveringsinrichting voor wasserij Nooitgedacht

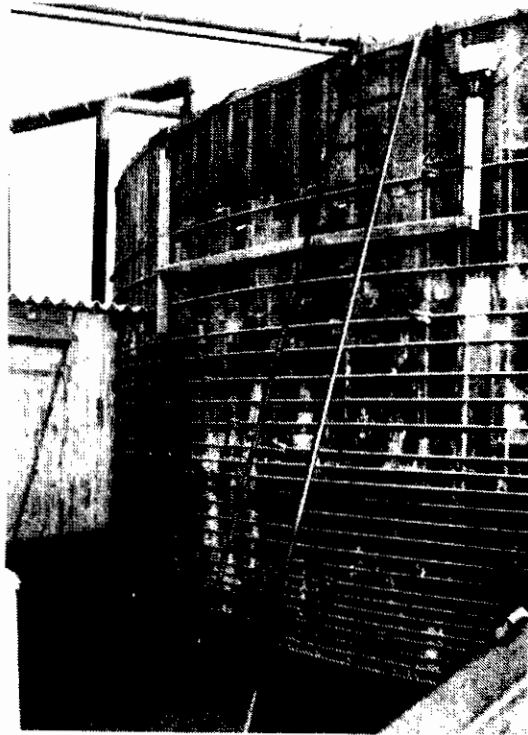


Fig. 9. Beluchtingsbassin van de zuiveringsinrichting voor het vleesverwerkend bedrijf Douma te Nijkerk

6. *rechte bezinktanks.*

De toepassing van bezinktanks met een rechthoekige plattegrond is vergeleken met rond ontworpen bezinktanks. Hierbij is er van uitgegaan, dat voor de voorbezinktanks van pendelschildruimers en voor de nabezinktanks van kettingruimers gebruikt wordt gemaakt.

7. *stalen tanks.*

De toepassing van staal in plaats van beton komt in aanmerking voor de beluchtingsbassins en bezinktanks (stalen damwand in combinatie met betonbodem) en voor indikkers en gistingstanks (wandplaten, waar nodig voorzien van verstijvingsringen, in combinatie met betonbodem). In figuur 10 is de toepassing van een stalen indikker voor de zuiveringsinrichting te Harderwijk aangegeven.

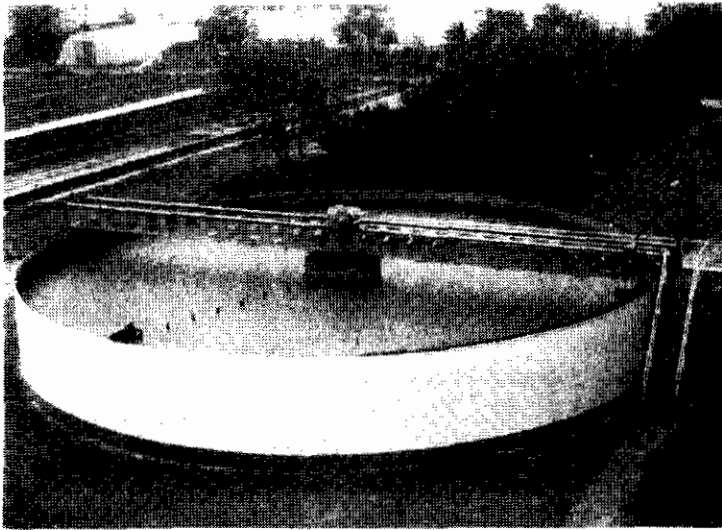


Fig. 10. Stalen indikker van de zuiveringsinrichting te Harderwijk

8. *hout in plaats van beton.*

De toepassing van hout in plaats van beton komt in aanmerking voor de beluchtingsbassins (damwand in combinatie met betonbodem) en voor indikkers (houten duigen met stalen trekstang in combinatie met betonbodem en aparte ondersteuning voor ruimroerwerk). Als voorbeelden kunnen onder andere de oxydatiesloot te Hummelo-Keppel (figuur 11) en het bufferbassin bij het chemische bedrijf Naarden te Naarden (figuur 12) worden aangehaald.



Fig. 11. Oxydatiesloot van de zuiveringsinrichting te Hummelo-Keppel

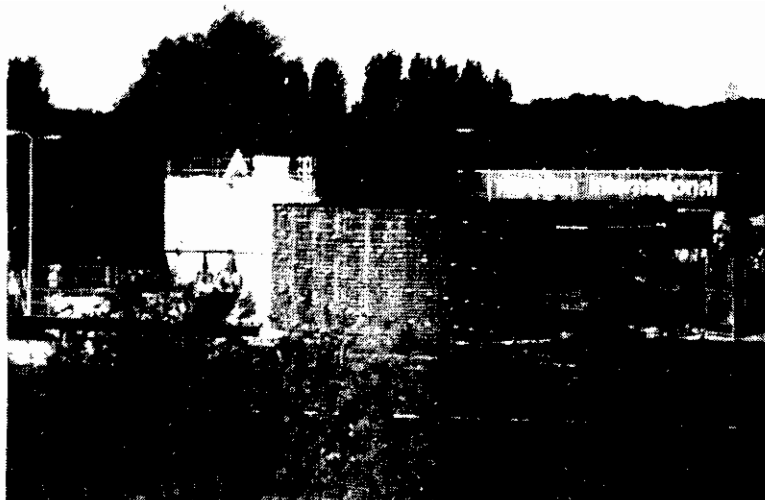


Fig. 12. Houten kuip van de zuiveringsinrichting voor het chemisch bedrijf Naarden

9. *roostergoed rijden in plaats van varen.*

Hierbij zijn volledig overdekte mechanisch gemaakte staafroosters met transportband en vuilcontainer vergeleken met buiten opgestelde snijroosters.

10. *apparatuur in de open lucht.*

Hierbij is met name de open lucht opstelling van motoren beschouwd in vergelijking tot de opstelling met ruime omkasting of in een gebouw. In aanmerking komen: de aandrijvingen van vijzelgemalen voor influent, retourslib en primair slib. Voorbeelden hiervan zijn onder andere te vinden bij de aandrijving van vijzels bij de zuiveringsinrichting Hilversum-Oost (figuur 13) en bij het chemisch bedrijf ACF te Maarssen (figuur 14).

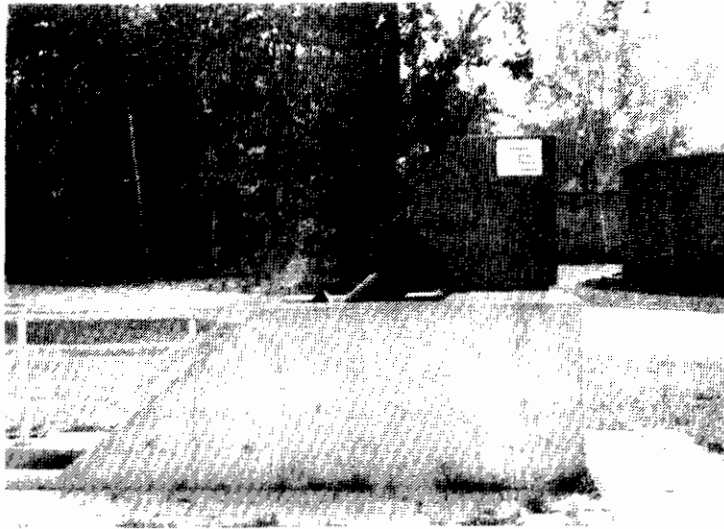


Fig. 13. Primair slibvrijzel van de zuiveringsinrichting Hilversum-Oost

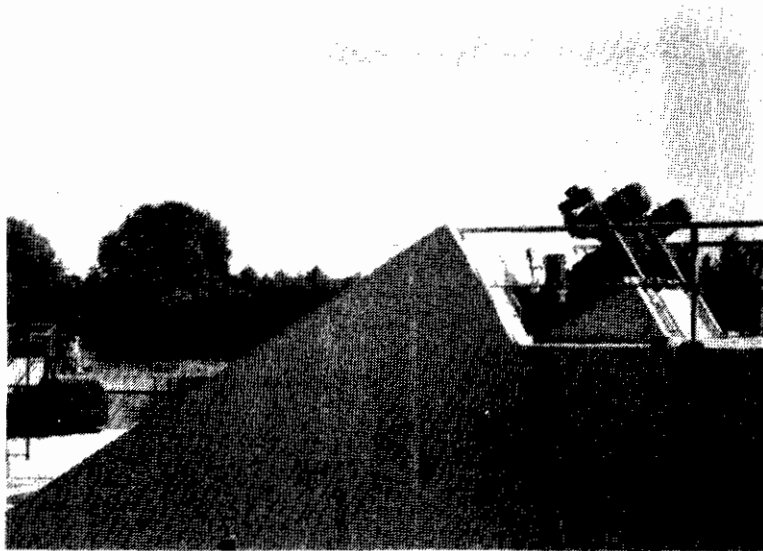


Fig. 14. Slibretourvrijzels van de zuiveringsinrichting voor het chemisch bedrijf ACF

11. *pompen versus vijzels.*

Voor de gemalen ten behoeve van influent, retourslib en primair slib is de uitvoering door middel van droog opgestelde pompen vergeleken met die van vijzels. Hierbij is ervan uitgegaan, dat in plaats van één vijzel minstens twee pompen (één reserve) opgesteld dienen te worden en bij meerdere vijzels een even groot aantal pompen, plus 1 reserve pomp.

12. *lichtere uitvoering van ruimerbruggen.*

Hierbij is gedacht aan de toepassing van een ruimerbrug met een aanzienlijk lagere nuttige belasting dan gebruikelijk (dus geen excursies op de brug). Bij het onderzoek is ervan uitgegaan, dat de brug wordt uitgevoerd als een holle buis, met daarop een smal looppad en een enkele leuning. In figuur 15 zijn een gebruikelijke oplossing en de lichtere uitvoering aangegeven.

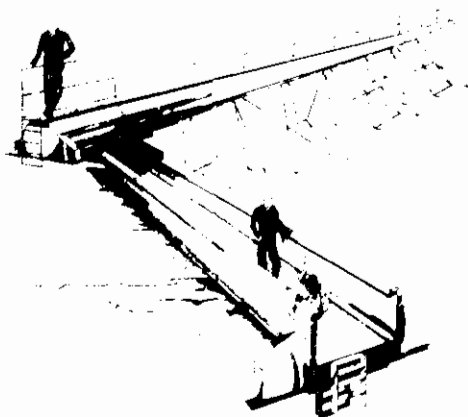


Fig. 15. Lichtere uitvoering van ruimerbruggen in vergelijking tot een gebruikelijke oplossing

13. *omloopgoten in polyesterbeton.*

De toepassing van polyesterbeton voor omloopgoten van bezinktanks is vergeleken met gewapend beton. Polyesterbeton is beton waarbij het cement is vervangen door een polyester bindmiddel. Hierdoor is het beton hoogwaardig chemisch resistent en kan op de wapening tot 100% bespaard worden. De prefab polyesterbeton omloopgoten zijn opgebouwd uit dunne wanden en vloeren, waarbij de vertanding van de overstortrand direct in de vorm is opgenomen. Een voorbeeld hiervan is te vinden bij de zuiveringsinrichting te Groningen in aanbouw (figuur 16).

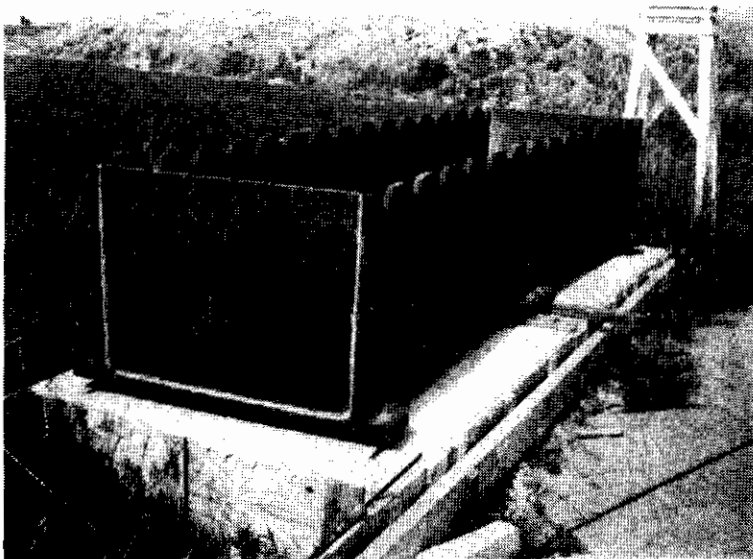


Fig. 16. Polyesterbetonnen omloopgootelementen voor de zuiveringsinrichting Groningen

14. *omloopgoten van gecoat staal.*

De toepassing van volledig gecoat stalen omloopgoten is vergeleken met omloopgoten van gewapend beton. Voorbeelden van gecoate goten zijn te vinden bij de zuiveringsinrichting te Someren-Asten (figuur 17) en gewapend betonnen goten in de zuiveringsinrichting te Hoensbroek (figuur 18).

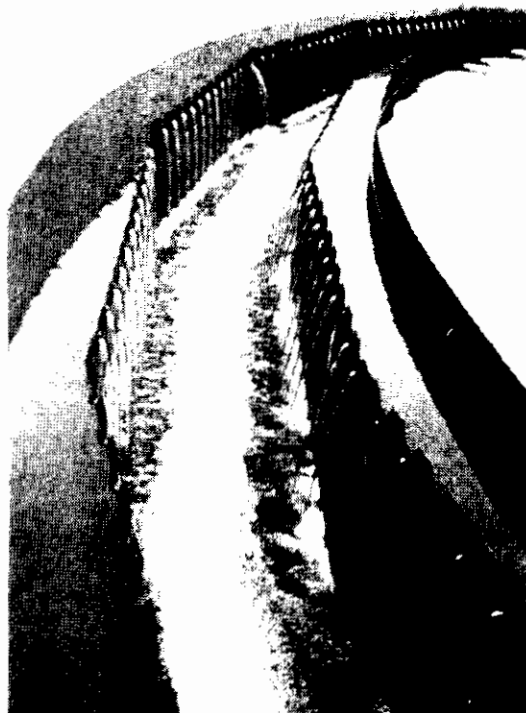


Fig. 17. Stalen omloopgoot van de zuiveringsinrichting Someren-Asten

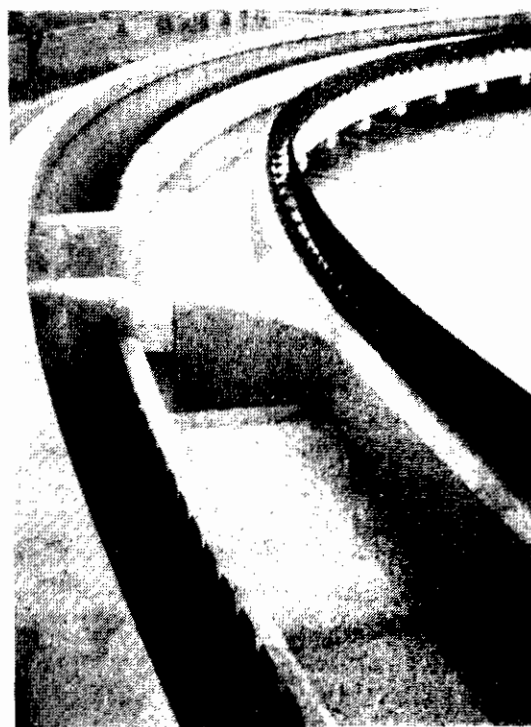


Fig. 18. Betonnen omloopgoot van de zuiveringsinrichting Hoensbroek

15. *zijkantbeluchters en driehoekige beluchters.*

De uitvoering van beluchtingsbassins met beton beklede taludwanden (vergelijk maatregel 4.), in combinatie met drijvende oppervlaktebeluchters, is vergeleken met bassins met verticale wanden en vast opgestelde oppervlaktebeluchters. Voorbeelden zijn onder andere te vinden bij zuiveringsinrichtingen voor kalvergiërafbraak te Elspeet (figuur 19) en voor de textieldrukkerij Texoprint te Boekelo (figuur 20).



Fig. 19. Beluchtingsbassin van de zuiveringsinrichting voor kalvergië te Elspeet



Fig. 20. Beluchtingsbassin van de zuiveringsinrichting voor Texoprint

16. *bellenbeluchting.*

De toepassing van bellenbeluchting, dat wil zeggen beluchting door middel van fijne belen welke ontstaan door luchtinblazing via poreuze elementen op de bodem van de tank, is vergeleken met beluchting door middel van oppervlaktebeluchters. Hierbij zijn voor een juiste vergelijking van de kosten, die van de luchtcompressoren meegeteld. Bij de vormgeving van de tanks is uitgegaan van zogenaamde propstroming. Bellenbeluchting is voor dit onderzoek alleen voor de zuiveringsinrichtingen met zwak belast actiefslib met oppervlaktebeluchting bekeken.

17. *verstelbare overlaat.*

De toepassing van verstelbare overlaten en vast opgestelde oppervlaktebeluchters is vergeleken met verstelbare oppervlaktebeluchters en een vaste overlaat.

18. *O₂-besturing.*

O₂-besturing geschiedt door middel van zuurstofmeting in het water op een bepaalde plaats in het beluchtingsbassin. Bij een verandering van de gemeten waarde zal de beluchtingscapaciteit zodanig automatisch aangepast worden, dat het O₂-gehalte van het water bij het meetpunt min of meer constant blijft.

19. *eigen energie opwekking.*

De toepassing van eigen energieopwekking, in plaats van inkoop van energie, is alleen mogelijk bij die zuiveringssystemen, waarbij gistingsgas vrijkomt. Bij het onderzoek is ervan uitgegaan dat door middel van het gistingsgas eerst electriciteit wordt opgewekt.

N.B. In combinatie met belenbeluchting (zie maatregel 16) kan een nog grotere besparing verkregen worden door de gasmotoren niet eerst electriciteit te laten opwekken, maar direct de luchtcompressoren te laten aandrijven.

6.3 Gekozen zuiveringsinrichtingen

In het kade van dit onderzoek bleek het niet zinnig en niet nodig om voor alle beschouwde zuiveringssystemen (zie hoofdstuk 5) naast de kosten van de nulvariant ook de mogelijke besparing op materialen en bouw wijzen te berekenen en aan te geven.

Wel kwamen die zuiveringssystemen voor berekening en presentatie in aanmerking, die:

- representatief geacht mogen worden voor het veel voorkomende pakket in Nederland,
- interessant kunnen zijn voor de gebruiker van dit rapport.

De keuze van is aangegeven in tabel 9.

no.	Grootte (i.e.)	Zuiveringssysteem	Hydraulische ontwerp capaciteit
1	1.000	ondiepe oxydatiesloot, discontinu	30 l/i.e.uur
2	3.000	ondiepe oxydatiesloot, discontinu	idem
3	3.000	ondiepe oxydatiesloot, continu	idem
4	10.000	ondiepe oxydatiesloot, continu	idem
5	10.000	oxydatiesloot, uitvoering: Carrousel	idem
6	30.000	ondiepe oxydatiesloot, continu	idem
7	30.000	oxydatiesloot, uitvoering: Carrousel	idem
8	30.000	actief slib met slibgisting	idem
9	60.000	oxydatiesloot, uitvoering: Carrousel	idem
10	60.000	actief slib met slibgisting	idem
11	100.000	oxydatiesloot, uitvoering: Carrousel	idem
12	100.000	actief slib met slibgisting	idem

Tabel 9 Gekozen zuiveringssystemen voor berekening kostenbesparingen op materialen en bouwwijzen.

In bijlage 4 zijn per zuiveringsinrichting voor de nulvariant de ontwerpschetsen met afmetingen aangegeven.

6.4

Besparingsberekeningen

Voor elk van de 12 geselecteerde zuiveringsinrichtingen is het effect van de maatregel op een onderdeel zowel ten opzichte van de investeringskosten als ten opzichte van de contante waarde berekend. De uitkomsten behorend bij die maatregel zijn steeds vergeleken met de kosten van de nulvariant.

Aangezien het kostenaandeel van ieder onderdeel in de totale investerings- en stichtingskosten bekend was, was het mogelijk om het effect van de beschouwde besparingsmaatregel per onderdeel, berekend zoals hierboven aangegeven, eveneens te betrekken op de kosten van de totale zuiveringsinrichting. Deze uitkomsten, als percentages uitgedrukt, zijn in tabelvorm in bijlage 4 vermeld.

Uit dit overzicht is de maximaal mogelijke besparing op materialen en bouwwijzen per type en grootte van zuiveringsinrichting samengesteld, door een keuze van die maatregelen te doen, waarbij de besparing per onderdeel maximaal was.

Het blijkt evenwel dat de maximale besparing op de investeringen veelal niet samenvalt met de maximale besparing op de contante waarde.

Daarom is er een splitsing aangebracht in:

- de maximaal mogelijke besparing op de investeringen, met de invloed hiervan op de contante waarde;
- en
- de maximaal mogelijke besparing op de contante waarde, met de invloed hiervan op de investeringen.

N.B. Het blijkt dat een maximaal mogelijke besparing op de investering een negatieve besparing op de contante waarde kan opleveren. Omgekeerde kan zich dit effect vanzelfsprekend niet voordoen.

Het resultaat van één en ander (inclusief de kosten voor slibafvoer) is aangegeven in hoofdstuk 10, paragraaf 10.3. (pag. 62-66). Bedacht dient te worden dat de gegevens uit de bijlagen 3 en 4 theoretisch uitgewerkte algemene voorbeelden zijn. Zij dienen daarom als hulpmiddel voor de opdrachtgever en de ontwerper bij hun keuze in de praktijk, waarbij er rekening mee moet worden gehouden dat locale wisselende omstandigheden de berekende waarden kunnen beïnvloeden.

BESPARING DOOR COMBINATIE VAN DE BESPARING OP MATERIALEN EN BOUWWIJZEN EN SYSTEEMVARIATIE.

Het ligt voor de hand te bedenken dat de maximaal mogelijke besparing bereikt wordt door de maximaal mogelijke besparing op de materialen en bouwwijze van een zuiveringsinrichting (zie hoofdstuk 6) te combineren met de gunstigste variant, die uit de variatie van zuiveringssystemen naar voren komt (zie hoofdstuk 5). Dit hoeft echter niet zo te zijn omdat het in principe mogelijk is, dat bij een iets minder gunstige "zuiveringsvariant" meer en grotere besparingen door te voeren zijn met betrekking tot de materialen en bouwwijze van de technologisch benodigde zuiveringsinrichting, dan bij de gunstigste zuiveringsvariant. Dit is een bekend probleem bij optimaliseringsvraagstukken.

Uit hoofdstuk 5 (systeemvariatie) blijkt evenwel, dat voor de bepaling, of een acceptabele benadering, van de maximaal mogelijke besparing op de stichtingskosten toch een vrij eenvoudige procedure gevolgd kan worden. Immers:

- of de variatie in de stichtingskosten bij de diverse zuiverings-systemen is zo gering (bij effluentklasse I bijvoorbeeld), dat de maximaal mogelijke besparing op de materialen en bouwwijzen alleen bepalend geacht mag worden ter vaststelling van de maximaal mogelijke besparing op de stichtingskosten,
- of de besparing door systeemvariatie is zo evident (actief slib systeem ten behoeve van effluentklasse II voor 100.000 i.e. en meer bijvoorbeeld), dat wel de maximale besparing op de stichtingskosten bereikt wordt door koppeling met de maximaal mogelijke besparing op materialen en bouwwijzen.

Dit hoofdstuk zou niet volledig zijn, als niet de aandacht gevestigd werd op de overweging, dat niet alleen de investerings- en exploitatiekosten bepalend zijn voor de keuze van de zuiveringsinrichting. Vele andere factoren die weliswaar helaas (nog) niet duidelijk financieel te kwantificeren zijn, kunnen van beslissende invloed zijn op de keuze van de zuiveringsinrichting.⁴

Om enkele te noemen:

<i>Eigenschappen van de zuiveringsinrichting</i>	<i>Relatie van de betreffende eigenschap met:</i>
1. Aanpassingsvermogen van de zuiveringsinrichting, flexibiliteit ten aanzien van nieuwe ontwikkelingen	- overbelasting - zwaardere lozingseisen
2. Eigenschappen van het surplusslib	- geproduceerde hoeveelheid - indikkingsgraad - ontwaterbaarheid - gistingseigenschappen (gasproductie)
3. Efficiency van het zuiveringsproces	- BZV verwijdering - N verwijdering - P verwijdering - helderheid van het effluent - bezinkbaarheid van het slib
4. Bedrijfsvoering van de zuiveringsinrichting	- wijze en mate van bediening - wijze en mate van onderhoud - energieverbruik - kans op mechanische storingen - gevoeligheid voor wisselende belastingen, giflozingen en temperatuurschommelingen.
5. Inpasbaarheid van de zuiveringsinrichting in het milieu	- landschap - ruimtebeslag - stank - geluid

Voor het waarden van deze factoren zou te denken zijn aan een waarderingssysteem volgens relatieve normen: groter dan, beter dan etc.

8.1 Inleiding

Niet onvermeld dient te blijven dat verschillende nieuwe ontwikkelingen, waarop de laatste tijd in Nederland de aandacht gevestigd is, interessante mogelijkheden zouden kunnen bieden ten aanzien van kostenbesparingen.

Om tot een keuze van de te behandelen nieuwe ontwikkelingen te komen, is uitgegaan van de volgende criteria:

- duidelijke indicatie, dat kostenbesparing op de zuiveringsinrichtingen verkregen kan worden;
- voldoende ervaring op practijkschaal in Nederland of in het buitenland is reeds aanwezig.

De volgende ontwikkelingen kwamen volgens deze criteria in aanmerking voor een beschouwing:

Voorbehandeling van afvalwater

- Zuurstof- of waterstofperoxydeinjectie in de afvalwatertransportleidingen (in vena behandeling).

Biologisch zuiverings proces

- beluchting met behulp van zuivere zuurstof.
- deep shaft beluchting
- anaeroob actief slib

Slibverwerking

- Mechanische indikking van surplusslib

8.2 In Vena behandeling ^{5,6}

Voor al bij het ontstaan van stankstoffen, zoals waterstofsulfide en mercaptanen in lange aanvoerleidingen voor zuiveringsinrichtingen, wordt heden ten dage ook gedacht aan een voorbehandeling in vena (letterlijk: "in de ader"). Sulfides kunnen het materiaal, waarvan de aanvoerleiding is gemaakt, sterk aantasten. Ze ontstaan door reductie van sulfaten onder anaerode omstandigheden. Injectie van zuurstofhoudende stoffen als zuivere zuurstof en waterstofperoxyde kunnen dit tegengaan. Voor deze stankbestrijding zijn relatief hoge doses oxydatiemiddelen nodig. Het voordeel is echter dat naast stankbestrijding ook een afname van BZV optreedt.

Voor al bij een overbelaste zuiveringsinrichting kan een tijdelijke of blijvende oplossing in deze zin hulp bieden. Twee oxydatiemiddelen zijn bruikbaar: zuivere zuurstof of waterstofperoxyde. Het laatste is een vloeistof, die dus makkelijk te doseren is. Het eerste zal slechts economisch zijn bij grote of lange persleidingen.

Voor- en nadelen

- Voordelen - Stankhinder is verdwenen
- Weinig bouwkundige aanpassingen
- Simultane BZV verwijdering.
- Nadelen - Extra mechanisch/electrische installatie, die meestal niet op de zuiveringsinrichting is geplaatst
- Kosten in sommige gevallen zeer hoog.

Toepassingen

- Bij zuiveringsinrichtingen nabij bebouwingen, waarvan de bewoners hinder van de stank ondervinden.
- Bij hoge sulfaatgehalten in het afvalwater (stank en betoncorrosie).

Besparingen

Door de in Vena behandeling kunnen de volgende maatregelen op de zuiveringsinrichtingen zelve eventueel verminderd of weggelaten worden:

- het aanbrengen van coating,
- voorbeluchting van het afvalwater,
- chemische conditionering van het afvalwater,
- het aanbrengen van afdekconstructies,
- het aanbrengen van afzuiginrichtingen gecombineerd met stank-opheffingsapparatuur.

N.B. Voor verdere informatie over dit onderwerp wordt verwezen naar het aan de gang zijnde STORA-onderzoek op dit gebied.

8.3 Beluchting met behulp van zuivere zuurstof ^{7,8,9,10,11}

Voor de biologische behandeling van afvalwater wordt bij dit systeem zuivere zuurstof gebruikt, die in de meeste gevallen door middel van mechanische roeders wordt ingebracht. Hiermede wordt een hoge overdrachtscoëfficiënt bereikt.

Het systeem bestaat uit een aantal gesloten bekkens in serie. Het parallel lopen van afvalwater en zuurstof is een belangrijk kenmerk van het proces. Het draagt er zorg voor dat het meest verontreinigde water in contact komt met het meest zuurstofrijke gasmengsel. De zuurstoftoevoer wordt geregeld aan de hand van de partiële zuurstofspanning boven de vloeistofspiegel van het eerste bekken. Voorts voorkomt de afdichting van de bekkens de verspreiding van zuurstof, afvalgassen en aerosolen in de lucht.

Voor- en nadelen

- Voordelen - Plotselinge belastingsverhogingen kunnen goed verwerkt worden.
- Gunstige effecten op draadslibvorming.
 - Geen of weinig stankvorming.
 - Hogere slibbelastingen zijn mogelijk en daardoor een klein bouwvolume, bouwkundige besparingen en een relatief geringe terreinbehoefte.
- Nadelen - Alleen toepasbaar bij grote inrichtingen wegens de kosten van de zuurstofaanmaak.
- Strengste effluenteis is in één stap niet haalbaar.
 - Nitrificatieremmende omstandigheden in de bekkens.

Toepassingsgebied

- Effluentklasse II (geen vergaande stikstofverwijdering mogelijk).
- Zowel geschikt voor huishoudelijk afvalwater, als industrieel afvalwater.
- Minimum capaciteit ca. 100.000 i.e.
- Geschikt bij beperkt beschikbare terreinoppervlaktes.

Besparingen

- Kleinere beluchtingstanks.
- Kleinere nabezinktanks (door betere bezinkingseigenschappen van het actief slib).
- Terreingrootte.

8.4

Deep Shaft beluchting

Het hart van het proces is de "deep shaft", een relatief lange schacht, waarin de micro-organismen die voor de zuivering zorgdragen, verblijven. De deep shaft bestaat uit twee gedeeltes, waarin het actief slib mengsel respectievelijk omhoog stroomt (de "riser") en neerwaarts stroomt (de "downcomer") die meestal als concentrische pijpen zijn uitgevoerd. In beide gedeeltes is voorzien in luchttoevoerpunten. Bij normaal bedrijf wordt de lucht in de downcomer toegevoerd, bij de aanvang van het proces echter in de riser. Omdat de circulatiesnelheid ca. 1,5 m/s bedraagt en de stijgsnelheid van de luchtbelllen 0,3 m/s, worden de luchtbelllen meegenomen naar de bodem van de shaft en vervolgens weer naar boven. In een ontgassingstank bovenaan de shaft wordt de vloeistof atmosferisch of onder verminderde druk ontgast. De circulatietijd bedraagt slechts enkele minuten, de verblijftijd voor het afvalwater wordt verkregen door de circulatie. De circulatie wordt onderhouden door het verschil in soortelijke massa van de vulling van riser en downcomer, waardoor de inhoud in cirkulatie blijft. De zuurstof wordt zeer efficiënt overgedragen, doordat de gassen bij toenemende waterdiepte meer en meer oplossen en er dus geen transportweerstand meer overblijft.

Het zuurstofrendement kan bij verdund (huishoudelijk) afvalwater ongeveer 90% bedragen.

Slibafscheiding vindt vrijwel altijd plaats door gebruikmaking van de aanwezige flotatiemogelijkheden. Voor hoge eisen aan het effluent wordt onder vacuüm gewerkt, waardoor een grotere drijvende kracht voor flotatie ontstaat.

Voor- en nadelen

- | | | |
|-----------|---|--|
| Voordelen | - | Compacte bouw is mogelijk |
| | - | Hoge slibbelastingen zijn mogelijk |
| | - | Goede licht-slib bestrijding |
| Nadelen | - | Weinig proceservaring |
| | - | Zuivering slechts tot effluentklasse II (geen vergaande stikstofverwijdering mogelijk) |
| | - | Te korte verblijftijden voor nitrificatie |
| | - | Weinig flexibele installatie |
| | - | Ontgassing t.b.v. slibafscheiding geeft nog problemen |
| | - | Beluchting met compressoren, waardoor een geluids-emissieniveau ontstaat. |

Toepassingsgebied

- Effluentklasse II
- Bij industrieel afvalwater voornamelijk als eerste voorzuiveringstrap geschikt
- Grootte van de zuiveringsinrichting is niet kritisch, evenwel de capaciteit niet kleiner te nemen dan 10.000 i.e.
- Geschikt voor kleine beschikbare terreinen

Besparingen

- Terreingrootte

8.5 Anaeroob actief slib 12,13,14,15

Mede door het onderzoek van de Landbouwhogeschool te Wageningen zijn er zuiveringstechnieken ontwikkeld voor anaerobe zuivering van, met name geconcentreerd, afvalwater. Van de opwaartse doorstromende anaerobe reactor worden twee uitvoeringsvormen toegepast, te weten:

- Het anaerobe filter. Deze reactor is gepakt met vulmateriaal ter voorkoming van te grote uitspoeling van slib en ter verbetering van de horizontale verdeling van het substraat.
- De upflowreactor. In deze reactor is geen pakking aanwezig, waardoor de effectieve ruimte groter is.

Met name de upflowreactor lijkt een veelbelovend zuiveringssysteem. Door het hoge slibgehalte in een reactor (20 kg/m^3) kunnen de vuilbelastingen ook hoog zijn. Gebleken is, dat bij belastingen van 10-20 $\text{kg CZV/m}^3 \cdot \text{d}$ nog goede zuiveringsrendementen kunnen worden bereikt.

In de reactor wordt het substraat omgezet in o.a. het energierijke methaangas.

Voor- en nadelen

- Voordelen - Lage bouwkosten door hoge ruimtelijke vuilbelastingen.
- Eenvoudig slibverwerkingssysteem door een geringe productie van niet-rotbaar slib dat bovendien goed bezinkbaar is.
 - Buiten de reactor zijn geen speciale bezinkingsbassins noodzakelijk, daar het slib in de reactor blijft.
 - Lage nutriëntenbehoefte.
 - Energiebehoefte is geringer door het achterwege blijven van oxydatie met behulp van zuurstofsuppletie; bovendien wordt methaangas geproduceerd.
 - Het anaerobe slib kan ongevoed worden bewaard zonder dat er sprake is van een sterke achteruitgang van de bio-activiteit.
- Nadelen - Er is nog geen bevredigende oplossing gevonden voor de scheiding van gas, effluent en slib bij grootschalige reactoren.
- Opstarten van de reactor met niet-geadapteerd slib duurt lang door de geringe slibaanwas van het slib.
 - Systeem is gevoeliger voor pH-fluctuaties, schokbelastingen en temperatuurfluctuaties groter dan 10°C.
 - Een vooronderzoek van het afvalwater op toepasbaarheid is meestal vereist.
 - Uit het oogpunt van dimensionering en procesvoering is een temperatuur niveau van meer dan 25°C gewenst.
 - Het systeem vereist vooralsnog een goede procesbegeleiding.

Toepassingsgebied

Toepassing wordt vooralsnog verwacht bij:

- Geconcentreerde en warme afvalwaterstromen (meer dan 1.000 gCZV/m³) van biologisch goed afbreekbaar materiaal.
- campagne bedrijven.
- Plantaardig en dierlijke grondstoffen verwerkende bedrijven.

Het anaerobe actiefslib proces mag dan ook beschouwd worden als een eerste-traps zuivering tot ca. 90%-BZV verwijdering. Een tweede trap voor opfrissen van het effluent, dan wel verdergaande BZV-verwijdering en stikstofoxydatie, zal in de praktijk noodzakelijk zijn.

Besparingen

Daar nog geen ervaringen van toepassingen op grote schaal bekend zijn, is het moeilijk om de besparing op investeringskosten en exploitatiekosten te indiceren.

Met betrekking tot de bouwkosten kan een besparing verwacht worden, wanneer zuivering en slibscheiding in de reactor plaats kunnen vinden. Ook de kleinere slibverwerkingcapaciteit draagt bij tot een besparing ten opzichte van conventionele zuiveringsinrichtingen. Met betrekking tot de exploitatiekosten wordt een reductie van de energiekosten (beluchting!) verwacht, wanneer het temperatuur niveau van het afvalwater al voldoende hoog is.

8.6 Mechanische slibindikking (met de schotelcentrifuge)

Onder mechanische slibindikking wordt verstaan het indikken van actief slib door middel van centrifugaalkrachten in plaats van zwaartekracht doch *zonder toevoeging van chemische conditioneringsmiddelen*.

Vanwege de gunstige resultaten met de schotelcentrifuge worden in deze beschouwing niet behandeld, de indikking door middel van flotatie, de "waste-basket"-centrifuge en de decanteercentrifuge.

Afhankelijk van de slibsoorten is met behulp van de schotelcentrifuge, een indikking te verkrijgen tot 5% á 8% droge stof, hetgeen in de praktijk neerkomt op een verdubbeling van het droge stof gehalte bij conventionele statische indikking.

Voor- en nadelen.

- | | |
|-------------|--|
| Voordelen - | Gering bouwvolume. |
| - | Betrekkelijk eenvoudig te automatiseren systeem. |
| - | Halvering van het volume aan ingedikt slib. |
| - | Geen noodzaak voor aanleg c.q. gebruik van statische indikkers. |
| - | Geringe spreiding in de droge stof gehalten van het ingedikte slib. |
| Nadelen - | Energieverbruik ca. $1,5 \text{ kWh/m}^3$ niet ingedikt slib. |
| - | Slijtage door zand. |
| - | De effectiviteit van eventuele conditionering met synthetische polymeren, naderhand, wordt minder. |

Toepassingsgebied

- Natte afvoer van aerob gemineraliseerd of uitgegist slib naar de landbouw.
Halvering van de transportkosten c.q. verdubbeling van de actieradius voor het afzetgebied.
- Verdergaande indikking ten behoeve van natuurlijke ontwatering met sliblagunes.
Halvering van de noodzakelijke lagune-inhoud. Verkorting van de ontwateringstijd behoort tot de mogelijkheden, doch dit is thans nog niet bekend.

- Vergroting van de capaciteit van slibgistingstanks door een grotere droge stof concentratie van het slib.
- Vergroting van de capaciteit van thermische slibconditioneringsinstallaties.

Besparingen

- De kosten van natte afvoer naar de landbouw kunnen met ca. 30% gereduceerd worden.
- Slibgistingstanks kunnen kleiner uitgevoerd worden. Tesa-men met het weglaten van voorindikkers kunnen besparingen op de investeringen verkregen worden.
- Bij toepassing van thermische conditionering kan een investeringsreductie van ca. 30% verkregen worden, terwijl de energiekosten met ca. 40% gereduceerd kunnen worden.

ANDERE BESPARINGSMOGELIJKHEDEN

Met andere besparingsmogelijkheden zijn voornamelijk die besparingsmogelijkheden bedoeld, die liggen in het organisatorische vlak en eventueel in het beleidsvlak.

In een aantal gevallen zouden de volgende procedures tot besparingen kunnen leiden:

1. Herbezinning op de betrouwbaarheid, bruikbaarheid en redelijkheid van basisgegevens met betrekking tot:
 - vuillast (meer metingen nodig)
 - eisen te stellen aan het oppervlaktewater
 - effect van de interne sanering van industrieën
 - prognosetechnieken
2. Herbezinning op de zuiveringsontwerpnormen, bijvoorbeeld door gescheiden RWA voorzieningen op de zuiveringsinrichtingen op te nemen, of door verhard oppervlak af te koppelen.
3. Een zo straf mogelijke projectmanagement invoeren, waaronder het vooraf opstellen van een duidelijk programma van eisen. Het in principe niet meer afwijken van het opgestelde programma van eisen. Eveneens valt hieronder een straffe tijdsplanning voor ontwerp, bestek en bouw. De totale besparing op de bouwsom door een zo straf mogelijke projectmanagement kan liggen in de orde van 5 tot 10%.
4. Vermindering van toezicht tijdens de uitvoering. De mogelijke besparing kan in de orde van 2 tot 5% van de bouwsom liggen. Evenwel is een vereiste dat het bestek eenduidig is. Tevens moet rekening gehouden worden met het risico dat achteraf gecorrigeerd moet worden, hetgeen alsdan vertraging in de bouw oplevert.
5. Ontwerp en realisatie van een zuiveringsinrichting laten plaats vinden in zogenaamd bouwteamverband op basis van een tevoren opgesteld programma van eisen. Het bouwteam wordt gevormd door de opdrachtgever, diens adviseur en de van tevoren geselecteerde bouwkundige aannemer en hoofdleverancier van mechanisch- elektrische apparatuur.
De besparingen genoemd onder 3. en 4. zijn in het algemeen zeer goed door te voeren bij werken in bouwteamverband. De totaal mogelijke besparing kan in de orde van 5 tot 15% van de bouwsom komen te liggen.
6. Bij (zeer) kleine zuiveringsinrichtingen genoeg nemen met hetgeen als *gereed product* op de markt aangeboden wordt en voorhanden is. Door directe aanschaf (geen bestekken e.d.) en miniem toezicht tijdens montage zijn besparingen in de orde van 20% van de bouwsom mogelijk.

Hoewel de bovenaangegeven organisatorische maatregelen substantiële besparingen kunnen opleveren, zijn zij niet verder uitgewerkt in dit rapport. Het effect van deze besparingen, in vergelijking tot de mogelijke besparingen door alleen technische maatregelen, is echter zo groot, dat meer aandacht voor en een verdere uitwerking van deze niet-technische maatregelen op korte termijn gewenst lijkt.

10 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

10.1 Inleiding

Uit de beschouwingen en kostenvergelijkingen welke zijn vastgelegd in de vorige hoofdstukken van dit rapport, kunnen de volgende globale conclusies getrokken. De conclusies op basis van kostenvergelijkingen, zijn getrokken uit de ramingen van de *stichtingskosten*, inclusief de kosten voor natte slibafvoer, dus niet op basis van investeringen alleen.

10.2 Conclusies ten aanzien van systeemvariatie

1. Voor zowel effluentklasse I, als II kunnen voor kleine zuiveringsinrichtingen (< 3.000 i.e.) besparingen, die $\geq 20\%$ zijn, bereikt worden door de keuze voor *intermittente werking en een hoog slibgehalte*.
2. Voor effluentklasse I (vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof) lopen de kosten voor de beschouwde zuiveringssystemen niet ver uiteen ($< 10\%$).
3. Voor effluentklasse I kan vóór-precipitatie met behulp van kalk ten opzichte van simultane defosfatering kostenbesparend werken, mits het slib verder chemisch met kalk gestabiliseerd kan worden.

N.B. Voor simultane defosfatering, is in verband met het handhaven van de slibleeftijd in dit rapport op basis van de kostenvergelijkingen gekozen voor gelijkblijvend beluchtingsvolume (= beluchtingsvolume zonder defosfatering) en verhoging van het slibgehalte. Indien evenwel de hydraulische ontwerpcapaciteit extreem groot wordt, zou de keuze van een vergroot beluchtingsvolume en gelijkblijvend slibgehalte (= slibgehalte zonder defosfatering) in aanmerking kunnen komen voor:

- deelmineralisatie en alle grootten van zuiveringsinrichtingen
 - voor Pasveercondities (< 3.000 i.e.)
 - voor Pasveercondities (> 100.000 i.e.)
4. Voor effluentklasse II (zonder vergaande verwijdering van fosfaat en stikstof) is voor zuiveringsinrichtingen voor meer dan 30.000 i.e. het zwak belast actief slib systeem met slibgisting in progressieve mate goedkoper dan zuiveringssystemen op basis van Pasveercondities en enigszins goedkoper dan deelmineralisatie. Voor kleiner dan 30.000 i.e. zijn de kostenverschillen tussen Pasveercondities en deelmineralisatie gering ($< 10\%$)

5. Het effect van de hydraulische ontwerpcapaciteit op de investeringskosten:
 - is groot
 - wordt groter, naarmate de grootte (i.e.) van de zuiveringsinrichting toeneemt
 - is groter, naarmate per grootte van zuiveringsinrichting, het beluchtingsvolume afneemt
6. Het effect van de hydraulische ontwerpcapaciteit op de stichtingskosten, komt overeen met het effect op de investeringskosten. De relatieve verschillen bij de stichtingskosten zijn echter lager.
7. De invloed van de verhoging van één van de kostenelementen waaruit de stichtingskosten zijn opgebouwd, bijvoorbeeld bediening of energiekosten, kan theoretisch bepaalde verschillen tussen zuiveringssystemen accentueren. Het is in de werkelijkheid echter nooit zo, dat een geïsoleerd kostenelement (sterk) verandert zonder de overige kostenelementen te beïnvloeden. Immers de verhoging van bijvoorbeeld de loonkosten heeft eveneens invloed op de investeringskosten.

10.3 Conclusies ten aanzien van materialen en bouwwijzen

8. Voor de overzichtelijkheid zijn alleen voor effluentklasse II, per grootte van zuiveringsinrichting en een hydraulische ontwerpcapaciteit van 30 l/i.e.uur, de onderstaande theoretisch maximaal mogelijke besparingen (%) per grootte (i.e.) van zuiveringsinrichting ten opzichte van de nulvariant berekend. Niet alleen is de maximaal mogelijke besparing op de stichtingskosten aangegeven met de daaruit voortvloeiende besparing op de investeringskosten, doch tevens de maximaal mogelijke besparing op de investeringskosten met het daaruit voortvloeiende resultaat op de stichtingskosten.

Grootte (i.e.)	Omschrijving van de besparingsmaatregelen	maximale bespa- ring op de in- vesteringen (%)		maximale bespa- ring op de stich- tingskosten (%)	
		bespa- ring op inves- teringen	effect op stich- tings- kosten	bespa- ringen op stich- tings- kosten	effect op inves- teringen
1.000	Weglaten van voorindikker en bedrijfsgebouw, drij- vende beluchters en appa- ratuur in de open lucht bij het aanvoergemaal.	61,3	24,5	-	-
	Weglaten bedrijfsgebouw, drijvende beluchter en indikker van staal.	-	-	24,9	58,4
3.000 (discon- tinu)	Weglaten van voorindik- ker en bedrijfsgebouw, drijvende beluchter en apparatuur in de open lucht bij het aanvoer- gemaal.	57,7	2,8	-	-
	Weglaten van het bedrijfs- gebouw, drijvende be- luchter en indikker van staal.	-	-	20,6	56,2
3.000 (conti- nu)	Weglaten van voorindikker en bedrijfsgebouw, drij- vende beluchter, appara- tuur in open lucht bij het aanvoergemaal en het slibretourgemaal, nabe- zinktank van staal, lichtere uitvoering van ruimerbrug.	42,2	-0,4	-	-
	Weglaten van bedrijfsge- bouw, drijvende beluch- ter en lichtere uitvoe- ring van ruimerbrug.	-	-	16,1	37,3

10.000 (oxyda- tiesloot)	Weglaten van voorindikker en bedrijfsgebouw, drijvende beluchters, apparatuur in de open lucht bij aanvoergemaal en slibretourgemaal, dunne vloer in nabezinktank en lichtere uitvoering van ruimerbrug.	46,4	-8,9	-	-
	Weglaten van bedrijfsgebouw, drijvende beluchters, dunne vloer in nabezinktank en lichtere uitvoering van ruimerbrug.	-	-	14,1	37,8
10.000 (Carrou- sel)	Weglaten van voorindikker en bedrijfsgebouw, drijvende beluchters, apparatuur in open lucht bij aanvoergemaal en slibretourgemaal, dunne vloer in nabezinktank en lichtere uitvoering van ruimerbrug.	42,7	-12,9	-	-
	Weglaten van bedrijfsgebouw, drijvende beluchters, dunne vloer in nabezinktank en lichtere uitvoering van ruimerbrug.	-	-	11,1	33,2
30.000 (oxyda- tiesloot)	Weglaten van zandvang en voorindikker, drijvende beluchters, apparatuur in de open lucht bij het aanvoergemaal, roostergoed ruimen, dunne vloer in nabezinktank, lichtere uitvoering van ruimerbrug, pompen bij slibretourgemaal, geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	44,2	-17,5	-	-
	Weglaten van zandvang, drijvende beluchters met O ₂ -besturing, dunne vloer in nabezinktank, lichtere uitvoering ruimerbrug en geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	-	-	13,9	37,9

30.000 (Carrou- sel)	Weglaten van zandvang en voorindikker, drijvende beluchters, apparatuur in open lucht bij het aanvoergemaal, roostergoed ruimen, dunne vloer in nabezinktank, lichtere uitvoering ruimerbrug, pompen bij slibretour-gemaal en geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	37,9	-23,2	-	-
	Weglaten van zandvang, drijvende beluchters met O_2 -besturing, dunne vloer in nabezinktank, lichtere uitvoering ruimerbrug en geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	-	-	9,9	30,6
30.000 (actief slib met slibgis- ting)	Weglaten van zandvang, drijvende beluchters, apparatuur in open lucht bij het aanvoergemaal, roostergoed ruimen, dunne vloer in voor- en nabezinktank, lichtere uitvoering van de ruimerbruggen, omloopgoten van polyester beton, pompen bij primair slibgemaal, geprefabriceerde elementen bij voor- en naïndikking, geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	15,4	2,2	-	-
	Weglaten van zandvang, bellenbeluchting met O_2 -besturing, dunne vloer in voor- en nabezinking lichtere uitvoering van ruimerbruggen, omloopgoten van polyesterbeton, eigen energieopwekking, geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	-	-	7,0	3,8

60.000 (Carrou- sel)	Weglaten van zandvang, en apart verdeelwerk, drijvende beluchters, apparatuur in open lucht bij het aanvoergemaal, roostergoed ruimen, dunne vloer in nabezinktanks lichtere uitvoering rui- merbruggen, omloopgoten van polyesterbeton, pompen bij slibretourge- maal, geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	37,6	6,9	-	-
	Weglaten van zandvang en apart verdeelwerk, drij- vende beluchters met O ₂ - besturing, dunne vloer in nabezinktanks, lich- tere uitvoering van ruimerbruggen, omloop- goten van polyesterbe- ton en geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	-	-	10,6	34,7
60.000 (actief met slib- gisting)	Weglaten van zandvang, drijvende beluchters, apparatuur in open lucht bij het aanvoergemaal, roostergoed ruimen, dunne vloer in voor- en nabe- zinktanks, lichtere uit- voering van ruimerbruggen omloopgoten van poly- esterbeton, pompen bij slibretourgemaal en pri- mairslibgemaal, gepre- fabriceerde elementen bij voor- en naïndikkers, geprefabriceerd bedrijfs- gebouw en verdeelwerk van staal.	18,2	1,8	-	-
	Weglaten van zandvang, bellen beluchting met O ₂ - besturing, dunne vloer in voor- en nabezinktanks, lichtere uitvoering rui- merbruggen, omloopgoten van polyesterbeton, eigen energieopwekking en ge- prefabriceerd bedrijfs- gebouw.	-	-	7,6	5,1

100.000 (Carrou- sel)	Weglaten van zandvang en apart verdeelwerken, drijvende beluchters, apparatuur in open lucht bij het aanvoergemaal, roostergoed ruimen, dunne vloer in nabezinktanks, lichtere uitvoering van ruimerbruggen, omloopgoten van polyesterbeton, pompen bij slibretourgemaal en geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	38,6	7,1	-	-
	Weglaten van zandvang en aparte verdeelwerken, drijvende beluchters en O_2 -besturing, dunne vloer in nabezinktanks, lichtere uitvoering van ruimerbruggen, omloopgoten van polyesterbeton en geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	-	-	11,0	36,3
100.000 (actief slib met slib- gisting)	Weglaten van zandvang en aparte verdeelwerken, drijvende beluchters, apparatuur in open lucht bij het aanvoergemaal, roostergoed ruimen, dunne vloer in voor- en nabezinktanks, lichtere uitvoering van ruimerbruggen, omloopgoten van polyesterbeton, pompen bij slibretourgemaal en primairslibgemaal, geprefabriceerde elementen bij voor- en naïndikking en geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	18,4	2,4	-	-
	Weglaten van zandvang en aparte verdeelwerken, bellenbeluchting met O_2 -besturing, dunne vloer in voor- en nabezinktanks, lichtere uitvoering van ruimerbruggen, omloopgoten van polyesterbeton, eigen energieopwekking en geprefabriceerd bedrijfsgebouw.	-	-	9,1	6,8

N.B. Aangezien er praktisch nauwelijks verschil bestaat tussen materialen en bouwwijzen voor zuiveringsinrichtingen voor effluentklasse I en II, gelden de bovenstaande conclusies min of meer ook voor effluentklasse I. Eveneens kunnen deze conclusies min of meer getrokken worden voor andere hydraulische ontwerpcapaciteiten dan 30 l/i.e.uur, waarbij de specifieke besparingen op de investeringen bij hogere hydraulische ontwerpcapaciteiten eerder hoger zullen uitkomen dan de hier genoemde waarden.

9. De maximale besparing op de stichtingskosten komt tot stand door de sommatie van een aantal besparingen.
10. Het is onjuist om alleen te letten op de maximale besparing op de investeringen. Een maximale besparing op de investeringen kan namelijk leiden tot een negatieve besparing op de stichtingskosten, dus zelfs tot kostenverhoging.
11. De aangegeven waarden voor nog te bouwen zuiveringsinrichtingen kunnen ook als basisgegevens dienst doen voor zuiveringsinrichtingen die uitgebreid of aangepast moeten worden.

10.4 Conclusies ten aanzien van besparingen door combinatie van de besparing op materialen en bouwwijzen en systeemvariatie

12. Voor effluentklasse I zijn voor alle zuiveringsinrichtingen groter dan 3.000 i.e. de conclusies ten aanzien van materialen en bouwwijzen voornamelijk bepalend voor de mogelijke besparingen. Voor de zuiveringsinrichtingen < 3.000 i.e. is de combinatie van conclusies ten aanzien van systeemvariatie en ten aanzien van materialen en bouwwijzen bepalend voor de maximaal mogelijke besparing.
Wat deelmineralisatie betreft, kunnen de conclusies ten aanzien van de materialen en bouwwijze voor zuiveringsinrichtingen volgens Pasveercondities in kwalitatieve zin gebruikt worden.
13. Voor effluentklasse II zal een combinatie van de conclusies ten aanzien van systeemvariatie en ten aanzien van materialen en bouwwijzen de maximaal mogelijke besparing opleveren.
Wat deelmineralisatie betreft, kunnen de conclusies ten aanzien van de materialen en bouwwijze voor zuiveringsinrichtingen volgens Pasveercondities in kwalitatieve zin gebruikt worden.

10.5 Conclusies ten aanzien van nieuwe ontwikkelingen

14. Van de beschouwde systemen vermeld onder "nieuwe ontwikkelingen" worden de volgende besparingen ten opzichte van traditionele systemen mogelijk geacht.

<i>Systeem</i>	<i>Mogelijke besparingen</i>
Stankbestrijding door zuurstof- of waterstofperoxyde-injectie in afvalwatertransportleidingen (in vena behandeling)	weglaten van coating; weglaten van voorbeluchting; vermindering van chemische conditionering van het afvalwater; weglaten van afdekconstructies; niet aanbrengen van afzuigconstructies in combinatie met stankopheffingsapparatuur.
beluchting met behulp van zuivere zuurstof	kleinere beluchtingsruime; kleinere nabezinkingsruimte; kleinere terreingrootte.
diep shaft beluchting	kleinere terreingrootte.
anaeroob actief slib	kleinere slibverwerkingscapaciteit; reductie energiekosten.
mechanische slibindikking (met schotelcentrifuge)	reductie van slibafvoerkosten; kleinere slibgistingstanks en geen voorindikers.

10.6 Conclusies ten aanzien van andere besparingsmogelijkheden

15. Het effect van de besparingen, die voornamelijk in het organisatorische vlak en eventueel in het beleidsvlak liggen, lijkt zo interessant, dat een nadere studie hiervan gewenst lijkt.

10.7 Aanbevelingen

De conclusies zijn gebaseerd op de algemene uitgangspunten die voor de berekeningen in dit rapport zijn aangehouden.

Het is evident dat de invloed van de locale situatie tot andere getalswaarden kan leiden. Maar ook dan kunnen de aangegeven beschouwingen dienen als leidraad voor te nemen beslissingen.

- 11 LITERATUURLIJST
- 11.1 Dimensionering nabezinktanks
1. Kalbskopf, K.H. - Discussions of the design parameter for secondary sedimentation tanks, Water Research (1972), vol. 6, 429-431.
- 11.2 Defosfatering
2. Simultaan desfosfateren met behulp van kalk, praktijk onderzoek op de rwzi Enter, Waterschap Regge en Dinkel, mei 1977.
 3. Savelkoul, L.P. & Wind, A.P.M. - Fosfaatverwijdering met ferri-chloride; een proef op practijkschaal op de rioolwaterzuiveringsinrichting Amsterdam-West, H₂O, 10, (1977), 472-475.
- 11.3 Onweegbare factoren bij de keuze van een zuiveringsinrichting
4. Hueting, R. - Nieuwe schaarste en economische groei, 1974, Agon Elsevier, Amsterdam.
- 11.4 In Vena behandeling van afvalwater
5. Boon, A.G. - Use of oxygen in the treatment of waste water, H₂O, 10, (1977), 219-222.
 6. Process Design Manual for Sulfide Control in Sanitary Sewerage Systems, U.S. EPA Technology Transfer, Oct. 1974.
- 11.5 Beluchting met behulp van zuivere zuurstof
7. Benefield, L.D. & King, P.H. & Randall, C.W. - The effect of high purity oxygen on the activated sludge process, Journal Water Poll. Contr. Fed., 49, (1977), 269-279.
 8. Chapman, T.D. & Matsch, R.C. & Zander, E.H. - Effect of high dissolved oxygen concentrations in activated sludge systems, Journal Water Poll. Contr. Fed., 48, (1976), 2486-2510.
 9. Kalinske, A.A. - Comparison of air and oxygen activated sludge systems, Journal Water Poll. Contr. Fed., 48, (1976), 2472-2485.
 10. Merrill, M.S. & Parker, D.S. - Oxygen and air activated sludge: another view, Journal Water Pollution Contr. Fed., 48, (1976) 2511-2528.
 11. Roth, G. - Limited site plant uses oxygen, Water and Wastes Engineering, Jan. 1977.

11.6 Anaeroob actief slib

12. Lettinga, G. & Fohr, P.G. & Janssen, G.G.W. - Toepassing van methaangisting voor de behandeling van geconcentreerd afvalwater, H_2O , 5, (1972), 510-517.
13. Lettinga, G. & Stellema, J. - De invloed van ongevoed bewaren op de activiteit van anaeroob slib, H_2O , 7, (1974), 129-133.
14. Lettinga, G. & Van Bellegem, Th.M. - Eindverslag werkgroep "Anaerobe zuivering veenkoloniaal afvalwater".
15. Lettinga, G. & Van Velsen, A.F.M. - Toepassing van methaangisting voor de behandeling van minder geconcentreerd afvalwater, H_2O , 7, (1974), 281-289.

Bijlagen

1 OVERWEGINGEN BIJ DE KEUZE VAN ZES GROOTTEN VAN ZUIVERINGSINRICHTINGEN
TEN BEHOEVE VAN HET ONDERZOEK

1.1 Inleiding

Naast de overweging aan te sluiten op het rapport "De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater" (Indicatief Meerjaren Programma 1975-1979) en het STORA-onderzoek "Volume-correctie" is de keuze van zes grootten van zuiveringsinrichtingen ten behoeve van het kosten onderzoek, te weten inrichtingen voor 1.000, 3.000, 10.000, 30.000, 60.000 en 100.000 i.e., voornamelijk ingegeven door de onderstaande overwegingen.

1.2 Technische overwegingen

- Gevonden resultaten ten aanzien van besparingen voor zuiveringsinrichtingen van 100.000 i.e. kunnen redelijkerwijze geïnterpreteerd en geëxtrapoleerd worden voor grotere inrichtingen, ook omdat deze zuiveringsinrichtingen vaak repetitie-elementen van inrichtingen van 100.000 i.e. bevatten.
- De benedengrens voor zuiveringsinrichtingen met een slibbehandeling, anders dan de volledige aerobe slibmineralisatie, kan gelegd worden op ongeveer 30.000 i.e.
- Ruwweg kan de grootte van 10.000 i.e. als bovengrens aangemerkt worden voor de uitvoering van de oxydatiesloot in ondiepe vorm en als bovengrens voor de middelgrote tot grote zogenaamde compacte zuiveringsinrichtingen.
- Globaal kan in bepaalde gevallen de grootte van 3.000 i.e. nog als bovengrens aangenomen worden voor zuiveringsinrichtingen werkend volgens het principe van de oxydatiesloot zonder aparte nabezinkingsruimte en als bovengrens voor de kleine zogenaamde compacte zuiveringsinrichtingen.

1.3 Overwegingen van andere aard

De uitkomsten van het onderzoek naar de besparing op stichtingskosten van zuiveringsinrichtingen moeten:

- of een voldoende groot aantal inrichtingen betreffen,
- of grote inrichtingen betreffen (grote bouwsom per inrichting),
- of inrichtingen betreffen, met een (relatief) hoog investeringsbedrag per i.e.

Volgens het Indicatief Meerjaren Programma (IMP 1975) van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat zouden van de 180 in de periode van 1976-1979 te bouwen zuiveringsinrichtingen:

slechts 5% (ca. 10) een grootte krijgen groter dan 200.000 i.e., ongeveer 10% (ca. 20) een grootte krijgen groter dan 100.000 i.e., ongeveer 50% (ca. 90) een grootte krijgen groter dan 30.000 i.e., ongeveer 50% (ca. 90) een grootte krijgen kleiner dan 30.000 i.e., ongeveer 25% (ca. 45) een grootte krijgen kleiner dan 10.000 i.e.

De keuze van de zuiveringsinrichting met een grootte van 100.000 i.e. als representatief exemplaar voldoet aan de criteria kwantiteit (20 inrichtingen) en grote bouwsom per inrichting.

Tussen 30.000 en 100.000 i.e. moet ten behoeve van een enigszins verantwoorde interpolatie van gegevens en uitkomsten minstens nog één grootte bestudeerd worden. Uit statistische overwegingen is de grootte van 60.000 i.e. gekozen (ca. 25% van de inrichtingen groter dan 60.000 i.e. en 75% kleiner).

De keuze van de zuiveringsinrichtingen met een grootte kleiner dan 10.000 i.e. voldoet aan het criterium van het relatief hoge investeringsbedrag per i.e. Ook het aantal exemplaren is nog van belang (45), waarbij bedacht moet worden dat dit aantal reeds gedrukt is door de tendens toenemend centraal te zuiveren.

Omdat voor zuiveringsinrichtingen met een grootte kleiner dan 3.000 i.e. bij afnemende grootte de investeringskosten per i.e. snel toenemen en de kostenfactoren ten opzichte van elkaar veranderen, zijn ook de inrichtingen voor 1.000 i.e. bij het onderzoek betrokken. Gezien de mogelijke besparingen op bouwkundige voorzieningen is deze groep onder andere interessant voor kleine industrieën en agrarische bedrijven. De uitkomsten voor de zuiveringsinrichtingen voor 1.000 i.e. worden nog bruikbaar geacht voor die van 500 i.e. (uiterste benedengrens). Onderzoek naar nog kleinere inrichtingen werd niet praktisch en ook niet relevant geacht.

2 UITGANGSPUNTEN TEN BEHOEVE VAN DE KOSTENRAMINGEN VOOR DE DIVERSE ZUIVERINGSINRICHTINGEN

2.1 Inleiding

6 verschillende ontwerpgrootten (i.e.), 3 verschillende hydraulische ontwerpcapaciteiten (10, 30 en 70 l per i.e. per uur) en 128 geselecteerde zuiveringssystemen, hebben aanleiding gegeven tot het opstellen van de kostenramingen voor 978 typen zuiveringsinrichtingen.

De ramingen zijn in de eerste plaats gemaakt ter onderlinge vergelijking. De absolute waarde van de ramingen is betrekkelijk. Wel is bij het ramen getracht van zo reëel mogelijke normen en waarden uit te gaan, hoewel dit normen en waarden betrof geldend voor een "gemiddelde" situatie. Bij een concreet ontwerp zullen de specifieke basisgegevens, voortvloeiend uit de lokale situatie, als uitgangspunten voor de raming dienen. Hiervan uitgaande kunnen de resultaten afwijken van de uitkomsten in dit rapport.

Met het oog op duidelijke behandeling van de stof zijn de uitgangspunten voor de kostenramingen onderverdeeld in twee rubrieken:

Rubriek 1 omvat de gebruikte zuiveringsontwerpnormen, terwijl rubriek 2 gewijd is aan de gehanteerde prijzen en termijnen, zoals rentepercentage, de percentages voor onderhoud en bediening, de energiekosten, de kosten voor slibafvoer en de termijnen voor afschrijving.

Tevens is een voorbeeld opgenomen van een kostenraming voor een zuiveringsinrichting voor 30.000 i.e. met een hydraulische ontwerpcapaciteit van 30 l per i.e. per uur, waarbij zowel vóór-precipitatie als simultane precipitatie (effluentklasse I) in beschouwing zijn genomen.

In het voorbeeld zijn uitgewerkt en expliciet aangegeven:

- de investeringsbedragen
- de exploitatiekosten
- de jaarlijkse kosten
- de contante waarde
- de afleiding van de jaarlijkse kosten uit de contante waarde

2.2 Traditionele zuiveringsontwerpnormen ten behoeve van kostenramingen

De volgende ontwerpnormen zijn bij het onderzoek aangehouden:

1. *zandvang*
 oppervlaktebelasting : $30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{uur}$
2. *voorbezinking*
 Oppervlaktebelasting : $2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{uur}$
 Verblijftijd : + 1 uur
 Randdiepte : 1,5 m
 BZV verwijdering : 35% (54 → 35 gr/i.e.etm).

3. *actief slibbelasting*

	slibbe- lastig (kg BZV/ kg ds.etm.)	slib- gehalte (g/l)	slib- index (ml/g)	nabezinking:	
				opp.bel. (m/h)	rand- diepte (m)
Pasveer	0,05	4	75	1	2
deelmineralisatie	0,1	3	100	1	2
zwak belast act.slib	0,2	3,4	100	1	2

N.B. Combinatie van de traditionele oppervlaktebelasting van $1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{uur}$ en de gewenste slibvolumebelasting van $0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{uur}$, leidt tot bovenvermelde combinaties van slibgehalte en slibindex.

4. *slibretourdebiet* (voor 3 dwa-installaties)

Voor het onderzoek zijn de volgende waarden aangehouden:

	slibretour- gehalte (g/l)	slibretourdebiet		uitspoeling tot (g/l)
		min.	max.	
Pasveer	10	0,7 dwa	1,5 dwa	3,3
deelmineralisatie	10	0,7 dwa	1,5 dwa	3,3
zwak belast act.slib	7	0,5 dwa	1,5 dwa	2,3

5. *slibproductie*

Primair slib bij voorbezinking : 55 g/i.e.etm.

Secundair bij:

- Pasveer : 40-50 g/i.e.etm.
- deelmineralisatie (ná stabilisatie): 40-50 g/i.e.etm.
- zwak belast actief slib : 30 g/i.e.etm.

Bij simultane defosfatering is de extra slibproductie 50% van de secundaire slibproductie, te weten:

- voor Pasveer : 20-25 g/i.e.etm.
- voor deelmineralisatie : 20-25 g/i.e.etm.

6. *indikkers*

De indikkers zijn gedimensioneerd met een toelaatbare droge stof belasting en een vaste randdiepte van 3 m

	Drogestofbelasting (kg/m ² .etm)
Pasveer	30
deelmineralisatie	30
zwak belast actief slib	
- voorindikking	40
- naandikking: gelijk aan voorindikking of verblijftijd van 4-6 dagen	

7. *slibgisting*
 Verblijftijd : 20 etm.
 Drogestofreductie : 30%

2.3 Prijzen en termijnen

Investeringskosten.

De onderdelen van de afvalwaterzuiveringsinrichtingen zijn gedimensioneerd aan de hand van de eerder genoemde ontwerpnormen. De raming is geschied aan de hand van reële prijzen voor de componenten waaruit het onderdeel is opgebouwd (grondwerk, bekisting, beton, mechanische onderdelen enz.).

Enkele prijzen als voorbeeld:

terreinverwerving en ontsluiting	f. 15,--/m ²	
gewapend beton	f. 500,--/m ³	tot
	f. 1.400,--/m ³	
grondwerk	f. 2,--/m ³	tot
	f. 10,--/m ³	

Stichtingskosten

De stichtingskosten zijn berekend volgens de zogenaamde "contante waarde methode".

De rentevoet is 4% (inflatievrij).

De projectperiode is 40 jaar.

De bouwkundige afschrijvingstermijn is 40 jaar.

De bouwkundige levensduur is 40 jaar.

De mechanisch/electrische afschrijvingstermijn is 15 jaar.

De mechanisch/electrische levensduur is 15 jaar.

Onderhoud bouwkundig is 0,5% van de bouwkundige bouwsom *

Onderhoud mechanisch/electrisch is 2% van de mechanisch/electrische bouwsom *

Voor de energiekosten is f. 0,10/kWh aangehouden. Slibafvoer, afhankelijk van de hoeveelheid f. 5,-- tot f. 7,--/m³, zie figuur 21.

* investering minus directiekosten en BTW.

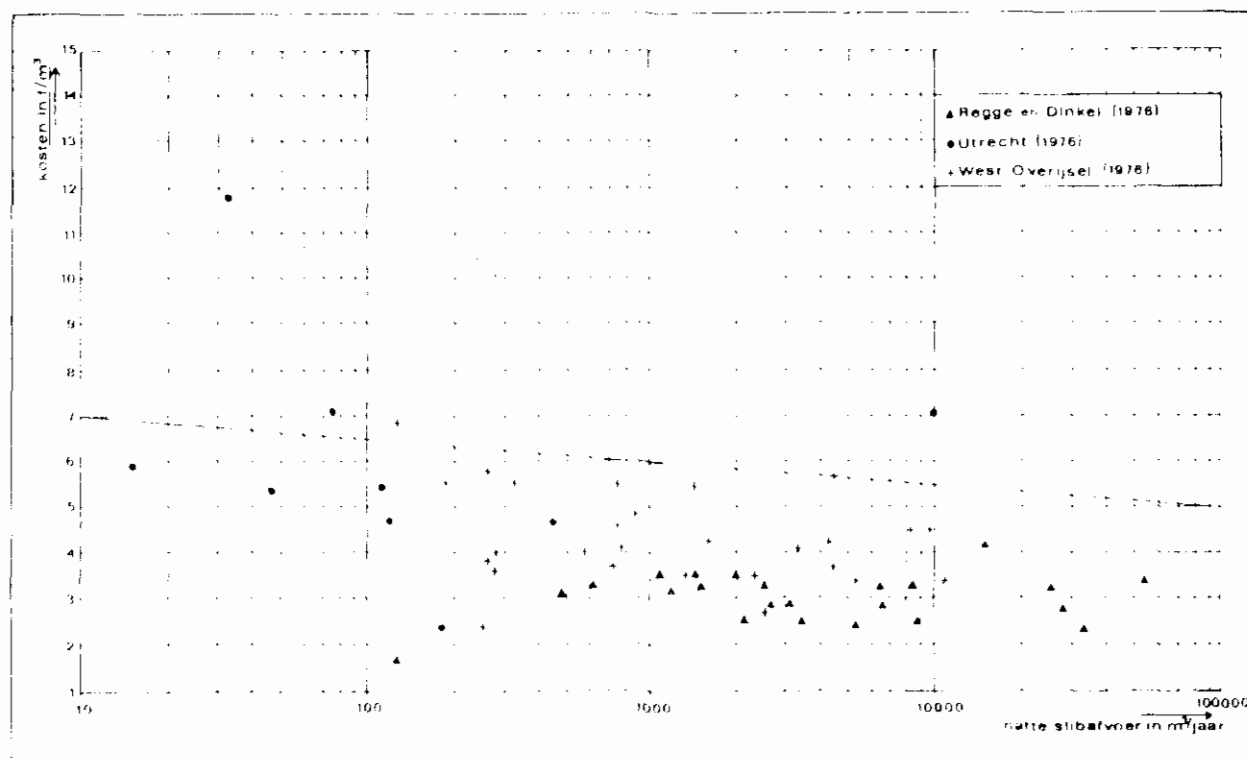


Fig. 21. Kosten voor natte slibafvoer (incl. BTW) in relatie tot de hoeveelheid slib per jaar

2.4 Voorbeeld van een kostenraming

Aan de hand van de voorafgaande uitgangspunten is, als voorbeeld, de volgende kostenvergelijking opgesteld.

Uitgangspunten voor de dimensionering.

grootte	: 30.000 i.e.
hydraulische ontwerp-	: $dwa = 300 \text{ m}^3/\text{uur}$
capaciteit	: $rwa = 900 \text{ m}^3/\text{uur}$
effluentkwaliteit	: klasse I (streng eis)

zuiveringssystemen.

1. Actief slib met slibbelasting 0,05; zonder voorbezinking en simultaan precipitatie.
 - slibgehalte : 4 gr/l
 - slibretour bij dwa : 0,7 dwa
 - bij rwa : 1,5 dwa
 - oppervlaktebelasting : $1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
 - nabezinking : 60 gr/i.e.etm.
 - slibproductie : drogestofbelasting =
 - indikking : $40 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{etm}$

2. Actief slib met slibbelasting 0,05 met voorbezinking en vóór-precipitatie.
 - oppervlakte belasting : $2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
 - voorbezinking : 20 gr/i.e.etm*
 - BOD ná voorbezinking : 4 gr/l
 - slibgehalte in beluchting : 0,7 dwa
 - slibretour bij dwa : 1,5 dwa
 - bij rwa : $1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{uur}$
 - oppervlaktebelasting : $108 \text{ gr}/\text{i.e.etm}$
 - nabezinking : $15 \text{ gr}/\text{i.e.etm}$
 - slibproductie primair : $40 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{etm}$
 - secundair : 20 dagen
 - indikking: drogestofbelasting: 30%
 - gisting: verblijftijd
 - drogestof reductie

*Met dit systeem is in Nederland nog weinig praktijkervaring op gedaan. Voor dit voorbeeld is 20 g BZV/i.e.etm aangehouden hetgeen wellicht een optimistische aanname is.

Overzicht ramingen*

Investerings	Zuiveringssysteem	
	simultaan precipitatie	vóór- precipitatie
aanvoergemaal	358.100	358.100
vuilrooster	80.600	80.600
voorbezinking	-	373.000
beluchting	1.548.000	774.900
nabezinking	560.400	560.400
voorindikking	181.300	183.300
gisting	-	637.700
naindikking	-	191.000
gebouw	148.500	148.500
slibretourgemaal	65.200	57.300
surplusslibgemaal	-	46.000
terreinwerken	421.400	459.000
defosfatering	77.700	77.700
	3.441.200	3.947.500
directie en BTW	1.228.500	1.409.200
totaal investering	4.669.700	5.356.700
	=====	=====
waarvan:		
- bouwkundig	3.151.500	3.433.00
- mechanisch/electrisch	1.518.200	1.923.700
<i>jaarlijkse kosten</i>		
afschrijving bouwkundig	159.200	173.400
afschrijving mechanisch/electrisch	136.500	173.000
onderhoud bouwkundig	11.600	12.600
onderhoud mechanisch/electrisch	22.400	28.400
energie	116.400	75.900**
slibafvoer	116.600	135.200
bediening	100.000	100.000
chemicaliën	45.000	45.000
afschrijving terreinverwerving en ontsluiting	6.400	5.900
totale jaarlijkse kosten met slibafvoer	714.100	749.400
	=====	=====
totale jaarlijkse kosten zonder slib- afvoer	597.500	614.200
	=====	=====

* prijspeil 1 januari 1977

** zonder hergebruik gistingsgas

bijlage 2.

*contante waarde **

Actualiseringsfactoren: **

-	jaarlijkse kosten gedurende 40 jaar	: 19,79277
-	herinvestering in 15de jaar	: 0,55526
-	herinvestering in 30ste jaar	: 0,30832

	simultaan precipitatie	vóór- precipitatie
bouwkundige investering	3.151.500	3.433.000
mechanisch/electrische investering, inclusief herinvesteringen en rest- waarde na 40 jaar	2.323.300	2.943.800
onderhoud bouwkundig	229.600	249.600
onderhoud mechanisch/electrisch	443.400	562.100
energie	2.303.900	1.502.300 ***
slibafvoer	2.307.800	2.676.000
bediening	1.979.300	1.979.300
chemicaliën	890.700	890.700
terreinverwerving en ontsluiting, inclusief restwaarde	<u>126.700</u>	<u>115.700</u>
totale contante waarde met slibafvoer	13.756.200	14.352.300
totale contante waarde zonder slib- afvoer	<u>11.448.400</u> =====	<u>11.676.300</u> =====

berekening jaarlijkse kosten van de contante waarde

Omgekeerd zijn uit de contante waarde bedragen de jaarlijkse kosten af te leiden.

Hiertoe dienen echter de bouwkundige investering en de mechanisch/electrische investering wel bekend te zijn.

Van de mechanisch/electrische onderdelen, die een kortere afschrijvingstermijn hebben dan de projectperiode, kan de contante waarde van de herinvesteringen en de restwaarde berekend worden. De totale contante waarde, verminderd met de bouwkundige investering en verminderd met de contante waarde van de mechanisch/electrische investering, levert de contante waarde van de jaarlijkse kosten voor exploitatie.

* prijspeil 1 januari 1977

** deze factor is het getal waarmee het bedrag, dat in de toekomst wordt uitgegeven, moet worden vermenigvuldigd om de contante waarde van dit bedrag te krijgen.

*** zonder hergebruik gistingsgas

Via de reciproke actualiseringsfactor wordt uit deze contante waarde van de jaarlijkse exploitatiekosten afgeleid. Bij deze kosten moeten vanzelfsprekend de bedragen voor rente en afschrijvingen opgeteld worden, om de totale jaarlijkse kosten van de zuiveringsinrichting te berekenen.

VOORBEELD:

Beschouwd is weer één van de hierboven aangehaalde zuiveringsinrichtingen voor 30.000 i.e. en wel die met simultane precipitatie.

Voor 40 jaar en 4% rente is de annuïteitsfactor 0,5052, en voor 15 jaar en 4% is deze factor 0,08994.

De totale contante waarde met slibafvoer is 13.756.200

bouwkundige investering : 3.151.500
 mechanisch/electrische
 investering : 1.518.200
 geactualiseerde herinves-
 tering in 15de jaar : 843.000
 idem in 30ste jaar : 468.100
 restwaarde in 40ste jaar :- 506.000

totale contante waarde van
 de investeringen 5.474.800

contante waarde van de exploitatiekosten 8.281.400

jaarlijkse kosten

exploitatie : 8.281.400 x 0,05052 = 418.300
 bouwk.invest. : 3.151.500 x 0,05052 = 159.200
 mech/electr.invest. 1.518.200 x 0,08994 = 136.500

totale jaarlijkse kosten met slibafvoer (zie ook pag. 77) 714.100
 =====

3 ALGEMEEN OVERZICHT VAN MOGELIJKE BESPARINGEN OP MATERIALEN EN BOUWWIJZEN

3.1 Inleiding

Het volgende overzicht van eventueel mogelijke technische besparingen op zuiveringsinrichtingen is bedoeld als een geheugensteun voor de ontwerper en een hulpmiddel voor de opdrachtgever. De lijst moet wel met beleid worden toegepast, zeker door de ontwerper. Het is zeker *niet* zo, dat:

- de gesuggereerde maatregel te allen tijde tot een besparing leidt,
- voor elk type en elk formaat zuiveringsinrichting de gesuggereerde maatregel van even groot belang is, of het aangegeven effect sorteert,
- alle aangegeven besparingen bij één zuiveringsinrichting "en masse" kunnen worden aangebracht; een gewogen keuze dient gemaakt te worden

Wel is het de bedoeling van de lijst en de uitgewerkte rekenvoorbeelden in bijlage 4, dat ontwerper en bewindsman er hulpmiddelen bij gekregen hebben om tot een zo economisch verantwoord ontwerp te komen voor iedere nieuw te bouwen of te verbouwen zuiveringsinrichting.

De lijst valt uiteen in twee delen. In het eerste deel worden de besparingen *per onderdeel* van de zuiveringsinrichtingen en het *effect* van de besparing op dat onderdeel zelve, dus niet op de zuiveringsinrichting als geheel, aangegeven.

N.B. Het effect van de besparingen per onderdeel op de zuiveringsinrichting in zijn geheel wordt voor een geselecteerd aantal bezuinigingsmaatregelen (waaronder het totaal weglaten van een onderdeel) behandeld in bijlage 4.

In het tweede deel van de lijst (pagina II.9) worden algemene organisatorische maatregelen en wensen van beleid aangegeven die tot besparingen voor de zuiveringsinrichting als geheel kunnen leiden. De mate van besparing wordt dan ook ten opzichte van de zuiveringsinrichting in zijn geheel opgegeven.

De geraamde besparingen zijn als percentages van de bouwsom (de investeringskosten) + de geactualiseerde exploitatiekosten en vervangingskosten tijdens de levensduur van de zuiveringsinrichting aangegeven, dus als percentages van de *contante waarde* van het betrokken onderdeel van de zuiveringsinrichting (eerste deel van de lijst) of als percentages van de *contante waarde* van de zuiveringsinrichting in zijn geheel (tweede deel van de lijst). Besparingen betrokken op de investeringskosten alleen zouden onvolledig en misleidend kunnen zijn.

De geraamde besparingen zijn voor de overzichtelijkheid in 5 categorieën onderverdeeld:

geen besparing : $\leq 0\%$ van de contante waarde van de oorspronkelijke constructie
kleine besparing : tussen 0 en 5%
matige besparing : tussen 5 en 10%
grote besparing : tussen 10 en 25%
zeer grote besparing: groter dan 25%

Bewust is in de categorie "geen besparing" de mogelijkheid een "negatieve besparing" ($< 0\%$) opgenomen. Het is immers wel mogelijk dat de invoering van een bepaalde constructie bij de ene zuivering wel tot een besparing leidt en bij de andere zuiveringsinrichting geen besparing oplevert of zelfs kostenverhogend werkt: het vervangen van stalen onderdelen door gewapend beton constructies, of vice versa, bijvoorbeeld.

BESPARING PER ONDERDEEL.

OMSCHRIJVING VAN DE BESPARING	GROOTTE VAN DE BESPARING					OPMERKINGEN
	geen	klein	matig	groot	zeer groot	
	≤ 0%	0-5%	5-10%	10-25%	> 25%	
<i>Aanvoergemaal</i> pompen i.p.v. vijzels opstelling openlucht		x ————— x				Afh. van capaciteit en opvoerhoogte Mechanisch geen besparing
<i> zwevend/vast wril</i> buitenopstelling snijroosters i.p.v. ruimen			x ————— x		x	Denk aan milieuhygiënische bezwaren. Geen gebouw noodzakelijk; geen hygiënische bezwaren
<i>Zandvang</i> zandcycloon i.p.v. goot of Dorr/Geiger-zandvang			x ————— x			Meer onderhoud; minder geschikt voor wisselende zandaanvoer
<i>Voor- en nabesinking en</i> <i>voor- en naïndikking</i> rechte i.p.v. ronde tanks	x — x					Dortmundtanks voor kleine debieten. Bij voorbezinktanks; geen besparing bij nabezinktanks wel i.v.m. ruiming
constructie ruimerbruggen			x ————— x			Grootste besparing door brug onge- schikt te maken voor excursies

BESPARING PER ONDERDEEL.

OMSCHRIJVING VAN DE BESPARING	GROOTTE VAN DE BESPARING				OPMERKINGEN
	geen	klein	matig	groot	
	≤0%	0-5%	5-10%	10-25%	>25%
materiaal omloopgoten					
- gecoat staal	x	x	x	x	x
- aluminium					
- polyesterbeton			x	x	x
aandrijving ruimers		x	x	x	x
staal i.p.v. beton	x	x			
Toepassing "dunne" vloeren		x	x	x	x
Vereenvoudiging in leu- ningen en bordessen		x	x	x	x
Toepassing en voorspanning	x	x	x	x	x
Toepassing systeembekisting	x	x	x	x	x
Toepassing prefab/standaard- elementen	x	x	x	x	x
Belichting					
Bellenbelichting i.p.v. opper- vlakbelichting	x	x	x	x	x

T.o.v. roestvaststaal: groot - zeer groot
T.o.v. gecoat staal
Afhankelijk van lengte en aantal
elementen
Bij indikers: halve brug + randaan-
drijving op ruimer
Indikers: denk om corrosie proble-
men
Speciaal bij wet droogzetten van
tanks.
Kleine bordessen in staal, leuning
van vierkante pijp, i.v.m. snijwerk
aan staanders
Afh. van afmetingen
Speciaal bij grotere installaties;
verkorting bouwtijd.
Verkorting bouwtijd door standaardi-
satie

Energiebesparing; luchtleidingen
kort, elementen niet ophaalbaar,
goede luchtzuivering.

BESPARING PER ONDERDEEL.

OMSCHRIJVING VAN DE BESPARING	GROOTTE VAN DE BESPARING					OPMERKINGEN
	geen	klein	matig	groot	zeer groot	
	≤0%	0-5%	5-10%	10-25%	>25%	
Drijvende beluchters			x	x		Mechanisch geen besparing. Besparing praktisch alleen door energiebesparing. Denk aan hydraulische en regel- technische consequenties. Speciaal voor kleinere installaties
Regeling van de beluchting		x	x			
Verstelbare overlaat i.p.v. verstelbare beluchters		x		x		
Toepassing aarden bassins met beklede taluds			x		x	Speciaal bij niet droogzetten van tanks. Minimaal 15 cm. Kleine bordessen in staal, leuning van vierkante pijp i.v.m. snijwerk aan staanders Afh. van afmetingen. Speciaal bij grotere installaties. Verkorting bouwtijd door standaardi- satie. Bijv. damwanden bij oxydatiesloot. Grootste besparingen bij grote installaties.
Toepassing "dunne" vloeren		x	x			
Kleinere wanddikten	x	x				
Vereenvoudiging in leuning en bordessen		x		x		
Toepassing voorspanning	x	x				
Toepassing systeem bekisting		x	x			
Toepassing prefab/standaard- elementen	x		x			
Toepassing hout	x		x			
Trafo's decentraliseren door dicht bij beluchting te plaatsen	x			x		

BESPARING PER ONDERDEEL.

OMSCHRIJVING VAN DE BESPARING	GROOTTE VAN DE BESPARING					OPMERKINGEN
	geen klein matig groot zeer groot					
	≤0%	0-5%	5-10%	10-25%	> 25%	
Automatisering door zuurstof- sturing	x			x		Voornamelijk energiebesparing, afh. van systeem en grootte van de installatie. Afhankelijk van grootte en aantal.
Toepassing kunststof- vulmateriaal i.p.v. lavasteen in oxydatiebedden	x			x		
Automatisering van Pompen i.p.v. vijzels		x	x			Afhankelijk van capaciteit en op- voerhoogte Geen mechanische besparing. Geen mechanische besparing.
Opstelling in openlucht Toepassing prefabvijzels		x	x	x		
Automatisering van Pompen i.p.v. vijzels		x	x			Afhankelijk van capaciteit en opvoerhoogte. Geen mechanische besparing.
Opstelling open lucht			x	x		
Verlaging Staal i.p.v. beton Toepassing systeembekis- ting	x	x				Denk aan corrosieproblemen. Verkorting bouwtijd.
Toepassing voorspanning		x	x	x		

BESPARING PER ONDERDEEL.

OMSCHRIJVING VAN DE BESPARING	GROOTTE VAN DE BESPARING				OPMERKINGEN
	geen	klein	matig	groot	
	≤0%	0-5%	5-10%	10-25%	
Kleinere betondelen in staal uitvoeren Eigen energieopwekking uit gistinggas		x x	x		Denk om corrosieproblemen. Afh. van zuiveringssysteem en grootte van de installatie.
				x	
Bedrijfsgebouw					
Grootte en uitvoering					
Trappen	x	x			Indeling en aanzien slechts functioneel.
Bedieningspaneel			x	x	Afh. van veiligheidseisen en gemak bij bediening.
Automatisering	x			x	Minimaliseren door simplificatie en decentralisatie; afh. van hobbyïsme.
Eisen/controles	x				Alleen zinvol als personeelsbe- sparing mogelijk is; kan ook energie- verbruik verminderen.
- welstandcommissie	x				)
- bouw/woningdiensten	x				) afhankelijk van eisen.
- arbeidsinspectie		x	x		)

BESPARING PER ONDERDEEL.

OMSCHRIJVING VAN DE BESPARING	GROOTTE VAN DE BESPARING				OPMERKINGEN
	geen	klein	matig	groot	zeer groot
	≤ 0%	0-5%	5-10%	10-25%	> 25%
Terreelbedekken Compacte bouw	x	x	x		
Compacte situering		x	x		
Materiaalkaare van terreinleidingen	x	x			
Onderhoudsarme terrein afwerking			x		
Terreelbedekken Eenvoudige vormgeving		x	x		
Geen aparte bouwwerken		x			
Verminderen van het aantal				x	x

Speciaal voor kleinere installaties;
kosten van terreinverwerving.
Minder leidingwerk, wegen, onderhoud
terreinen.
Afh. van grondslag, b.v. ook boven-
grondse leidingen.
Meer bodembedekkers, verharding.

Bij aparte bouwwerken geen ronde of
veelhoekige vormgeving.
Verdeelwerk opnemen in onderdelen
van installatie.
Idem.

BESPARING M.B.T. DE HELE ZUIVERINGSINRICHTING

OMSCHRIJVING VAN DE BESPARING	GROOTTE VAN DE BESPARING					OPMERKINGEN
	geen	klein	matig	groot	zeer groot	
	≤ 0%	0-5%	5-10%	10-25%	> 25%	
Uitvoering		x	x			Meer functioneel
Milieueisen		x	x			Afh. van situering; is betrek- kelijk bij verscherping van eisen.
Bijtijds met mech./elec. factor rekening houden		x				Meer "confectie" i.p.v. maatwerk; bouwkundig werk aanpassen.
Meer vrijheid aan de aannemers laten inzake de keuze en prijs- vorming van materialen en uitvoeringssystemen.		x				Rekening houden met standaardi- saties, vooral in mechanische sector; wel <i>minimum norm</i> hanteren.

4 BEREKENING VAN DE BESPARINGEN OP MATERIALEN EN BOUWWIJZEN

4.1 Inleiding

Van alle voorkomende onderdelen van de zuiveringsinrichting is nagegaan:

- óf zij werkelijk nodig zijn,
- óf de constructies niet eenvoudiger uitgevoerd kunnen worden door keuze van andere materialen en bouwwijzen.

Voor de verschillende grootten zijn voor elke zuiveringsinrichting in deze bijlage de volgende gegevens vermeld.

1. *Nulvariant.*
Voor elke grootte en type van zuiveringsinrichting ten opzichte waarvan besparingen berekend zijn, zijn de afmetingen van de onderdelen opgegeven, zijn de bouwkundige en mechanisch/electrische aanneemsommen vermeld en is de situering in een figuurtje aangegeven.
2. De besparingen op investeringskosten en stichtingskosten van de desbetreffende onderdelen zijn per onderdeel als percentages van de kosten van de nulvariant van de gehele zuiveringsinrichting aangegeven.

Tevens is de totaal mogelijke besparing als gevolg van één bepaald soort besparingsmaatregel (weglaten van onderdelen bijvoorbeeld) als percentage van de kosten van de nulvariant van de gehele zuiveringsinrichting aangegeven.

De maximaal mogelijke besparing aan materialen en bouwwijze per door-gerekende zuiveringsinrichting is op eenvoudige wijze uit deze berekende besparingen afgeleid en aangegeven in tabel

4.2

Installatie 1

Grootte : 1.000 i.e.
 Type : discontinue oxydatiesloot
 Capaciteit : 30 m³/uur

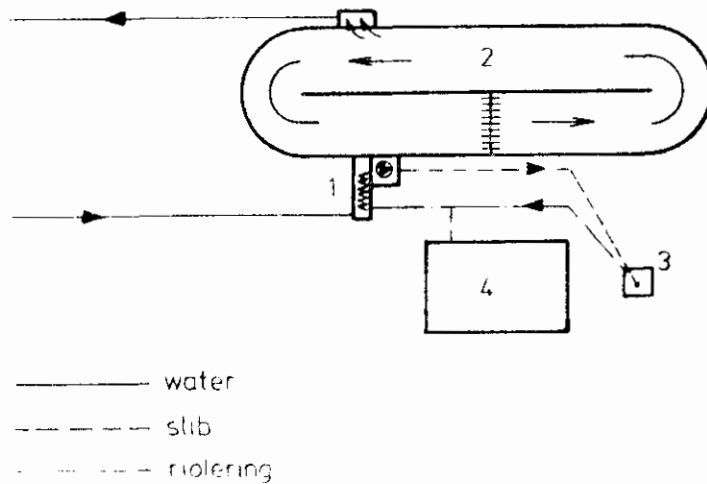
Afmetingen onderdelen.

1. aanvoer gemaal : opvoerhoogte ca. 4 m
 2. beluchting : 2 x 3,5 x 31 x 1,5 m
 3. voorindikking : 2 x 2 m en 3 m diep
 (zonder ruim-roerwerk)
 4. gebouw : 6 x 9,5 x 3,5 m

Aanneemsommen (exclusief directie en BTW)

bouwkundig : f. 267.000,--
 mechanisch/electrisch : f. 38.000,--
 totaal : f. 305.000,--

=====



INSTALLATIE 1.	Besparing op de investeringskosten in 't a.u. van de totale installatie					Besparing op de exploitatiekosten in 't a.u. van de totale installatie				
	aanvoer-gemaal	beluchting	voor-indkking	gebouw	totaal	aanvoer-gemaal	beluchting	voor-indkking	gebouw	totaal
Besparingen:										
Weglaten onderdeel			6,0	27,6	33,6			0,8	18,9	19,7
Compacte bouw				6,9	6,9				2,3	2,3
Aarden bassins		25,6			25,6		2,4			2,4
Prefab/standaardelementen	- 0,0	9,8	2,8	8,5	21,1	- 0,9	- 0,6	0,3	2,9	1,7
Stalen tanks		17,5	3,3		20,8		2,4	0,9		3,3
Hout i.p.v. beton		6,6	1,4		8,0		- 2,4	- 0,6		- 3,0
Apparatuur in open lucht	0,2				0,2	- 0,3				- 0,3
Pompen versus vijzels	- 7,7				- 7,7	- 4,3				- 4,3
Drijvende beluchters		27,5			27,5		5,1			5,1

Tabel 10. Kostenbesparingen voor een zuiveringsinrichting voor 1.000 i.e.
(uitvoering: ondiepe oxydatiesloot; discontinue bedreven)

4.3 Installatie 2

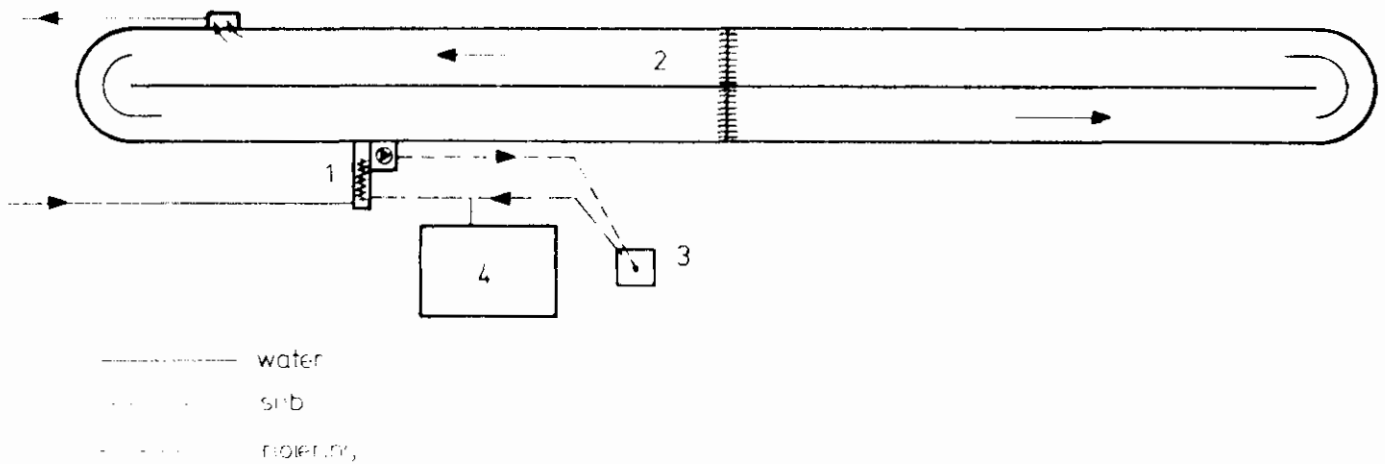
Grootte : 3.000 i.e.
Type : discontinue oxydatiesloot
Capaciteit : 90 m³/uur

Afmetingen onderdelen

- | | | |
|----|---|---------------------------|
| 1. | aanvoergemaal | : opvoerhoogte ca. 4 m |
| 2. | beluchting | : 2 x 3,5 x 86,4 x 1,5 m |
| 3. | voorindikking
(zonder ruim-roerwerk) | : 2,4 x 2,4 m en 3 m diep |
| 4. | gebouw | : 6 x 9,5 x 3 m |

Aanneemkomsten (exclusief directie en BTW)

bouwkundig	: f. 484.000,--
mechanisch/electrisch	: <u>f. 99.000,--</u>
totaal	: f. 583.000,--



INSTALLATIE 2.	Besparing op de zuiveringskosten in de totale installatie					Besparing op de stichtingskosten in de totale installatie				
	aanvoer-gemaal	beluchting	voor-indikking	gebouw	totaal	aanvoer-gemaal	beluchting	voor-indikking	gebouw	totaal
Besparingen:										
Weglaten onderdeel			3,7	14,4	18,1			-17,2	10,4	- 6,8
Compacte bouw				3,6	3,6				1,5	1,5
Aarden bassins		28,3			28,3		- 3,3			- 3,3
Prefab/standaardelementen	0,0	13,7	1,2	4,5	19,4	- 1,1	0,2	- 0,3	1,8	0,6
Stalen tanks		23,2	2,3		25,5		3,5	0,1		3,6
Hout i.p.v. beton		6,8	0,5		7,3		- 5,2	- 0,9		- 6,6
Apparatuur in open lucht	0,1				0,1	- 0,5				- 0,5
Pompen versus vijzels	- 1,6				- 1,6	- 1,5				- 1,5
Drijvende beluchters		39,5			39,5		10,1			10,1

Tabel 11. Kostenbesparingen voor een zuiveringsinrichting voor 3.000 i.e.
(uitvoering: ondiepe oxydatiesloot; discontinu bedreven)

4.4

Installatie 3

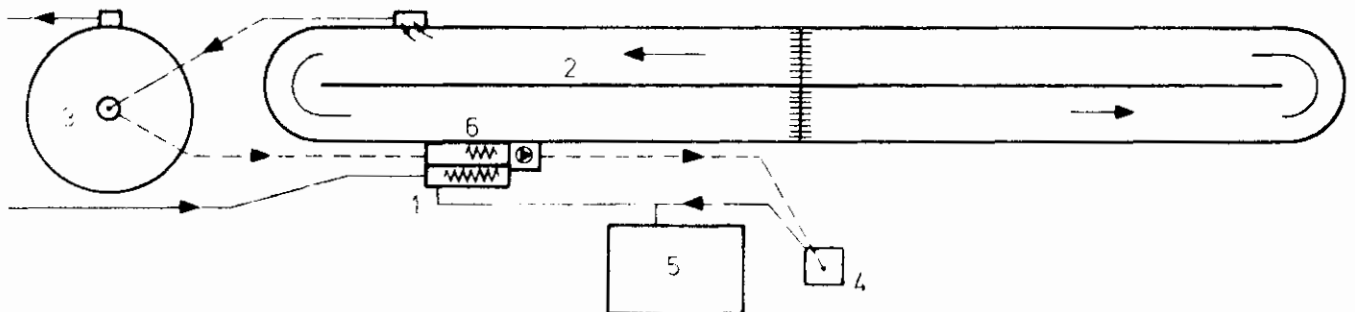
Grootte : 3.000 i.e.
 Type : continue oxydatiesloot
 Capaciteit : 90 m³/uur

Afmetingen onderdelen

1. aanvoergemaal : opvoerhoogte ca. 4 m
 2. beluchting : 2 x 3,5 x 72 x 1,5 m
 3. nabezinking : Ø 10,7 m en 2 m diep
 4. voorindikking : 2,4 x 2,4 m en 3 m diep
 (zonder ruim-roerwerk)
 5. gebouw : 6 x 9,5 x 3,5
 6. slibretourgemaal : 45 m³/uur

Aanneemvormen (exclusief directie en BTW)

bouwkundig : f. 548.000,--
 mechanisch/electrisch : f. 215.000,--
 totaal : f. 763.000,--
 =====



— water
 --- slib
 - - - - - riolering

INSTALLATIE 3.	Besparing op de investeringskosten in 7 van de totale installatie.							
	aanvoert-gemaal	beluchting	nabe-zinking	slibretour-gemaal	voort-indkking	gebouw	terrein-werken	totaal
Besparingen:								
Weglaten onderdeel					2,8	11,5		14,3
Compacte bouw	0,0	- 0,1	- 0,3	- 0,0	0,0	2,8	0,8	3,2
Aarden bassins		21,0						21,0
Prefab/standaardelementen	0,0	4,3	- 1,0	0,0	0,9	3,4		7,6
Rechte bezinktanks			- 2,2					- 2,2
Stalen tanks		14,0	1,9		1,8			17,7
Hout i.p.v. beton		3,0			0,4			3,4
Apparatuur in open lucht	0,1			0,1				0,2
Pompen versus vijzels	- 1,2			- 0,4				- 1,6
Uitvoering ruimerbruggen			0,6					0,6
Omloopgoten van staal			0,3					0,3
Taludwanden en drijvende beluchters		25,2						25,2

Tabel 12. Besparingen op de investeringskosten voor een zuiveringsinrichting voor 3.000 i.e.
(uitvoering: ondiepe oxydatiesloot; continu bedreven)

INSTALLATIE 3.	Besparing op de stichtingskosten in % van de totale installatie.							
Besparingen:	aanvoer- gemaal	beluchting	nabe- zinking	slibre- tourgemaal	voor- indkking	gebouw	terrein- werken	totaal
Weglaten onderdeel					-14,8	8,8		- 6,0
Compacte bouw	0,0	2,8	1,1	- 0,0	0,0	1,2	0,3	5,4
Aarden bassins		1,0						1,0
Prefab/standaardelementen	- 0,9	- 2,5	- 2,3	- 0,8	- 0,2	1,5		- 5,2
Rechte bezinktanks			- 1,7					- 1,7
Stalen tanks		1,9	- 1,3		0,0			0,6
Hout i.p.v. beton		- 4,5			- 0,7			- 5,2
Apparatuur in open lucht	- 0,4			- 0,0				- 0,4
Pompen versus vijzels	- 1,2			- 0,5				- 1,7
Uitvoering ruimerbruggen			0,4					0,4
Omloopgoten van staal			- 1,0					- 1,0
Taludwanden en drijvende beluchters		6,9						6,9

Tabel 13. Besparingen op de stichtingskosten voor een zuiveringsinrichting voor 3.000 i.e.
(uitvoering: ondiepe oxydatiesloot; continu bedreven)

4.5 Installatie 4

Grootte	: 10.000 i.e.
Type	: continue oxydatiesloot
Capaciteit	: 300 m ³ /uur

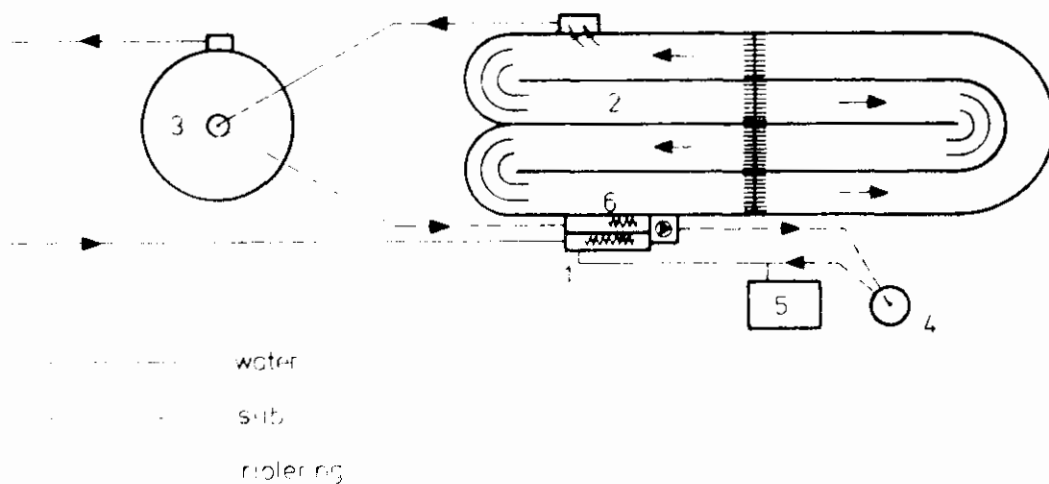
Afmetingen onderdelen

1. aanvoergemaal	: opvoerhoogte ca. 4 m
2. beluchting	: 4 x 5,75 x 78,3 x 1,5 m
3. nabezinking	: Ø 19,55 m en 2 m diep
4. voorindikking	: Ø 4,95 m en 3 m diep
5. gebouw	: 6 x 9,5 x 3 m
6. slibretourgemaal	: 150 m ³ /uur

Aanneemkosten (exclusief directie en BTW)

bouwkundig	: f. 1.140.500,--
mechanisch/electrisch	: f. 475.000,--
totaal	: f. 1.615.500,--

=====



INSTALLATIE 4.	Besparing op de investeringskosten in % van de totale installatie.							
Besparingen:	aanvoer- gemaal	beluchting	nabe- zinking	slibretour- gemaal	voor- indikking	gebouw	terrein- werken	totaal
Weglaten onderdeel					8,3	6,4		14,7
Compacte bouw	0,0	- 0,4	- 0,5	- 0,1	0,0	1,3	0,7	1,0
Dunne vloeren		5,0	1,7					6,7
Aarden bassins		20,5						20,5
Prefab/standaardelementen	- 0,0	2,3	0,0	- 0,0	- 0,0	1,6		3,9
Rechte bezinktanks			- 4,3					- 4,3
Stalen tanks		14,6	- 1,7		- 0,7			12,2
Hout i.p.v. beton		2,1			- 0,1			2,0
Apparatuur in openlucht	0,2			0,1				0,3
Pompen versus vijzels	- 0,1			- 0,0				- 0,1
Uitvoering ruimerbruggen			0,3					0,3
Omloopgoten van staal			- 0,1					- 0,1
Taludwanden en drijvende beluchters		29,4						29,4

Tabel 14. Besparingen op investeringskosten voor een zuiveringsinrichting van 10.000 i.e.
(uitvoering: ondiepe oxydatiesloot)

INSTALLATIE 4.	Besparing op de stichtingskosten in % van de totale installatie.							
Besparingen:	aanvoer- gemaal	beluchting	nabe- zinking	slibretour- gemaal	voor- indikking	gebouw	terrein- werken	totaal
Weglaten onderdeel					-22,4	4,7		-17,7
Compacte bouw	0,0	3,8	0,3	- 0,0	0,0	0,6	0,3	5,0
Dunne vloeren		1,0	0,4					1,4
Aarden bassins		- 2,6						- 2,6
Prefab/standaardelementen	- 1,4	- 4,6	- 1,9	- 0,4	- 0,0	0,7		- 7,6
Rechte bezinktanks			- 3,8					- 3,8
Stalen tanks		1,4	- 4,1		- 1,0			- 3,7
Hout i.p.v. beton		- 6,2			- 0,9			- 7,1
Apparatuur in openlucht	- 0,5			- 0,1				- 0,6
Pompen versus vijzels	- 0,7			- 0,4				- 1,1
Uitvoering ruimerbruggen			0,2					0,2
Omloopgoten van staal			- 0,8					- 0,8
Taludwanden en drijvende beluchters		8,8						8,8

Tabel 15. Besparingen op stichtingskosten voor een zuiveringsinrichting van 10.000 i.e.
(uitvoering: ondiepe oxydatiesloot)

4.6 Installatie 5

Grootte : 10.000 i.e.
 Type : Carrousel
 Capaciteit : 300 m³/uur

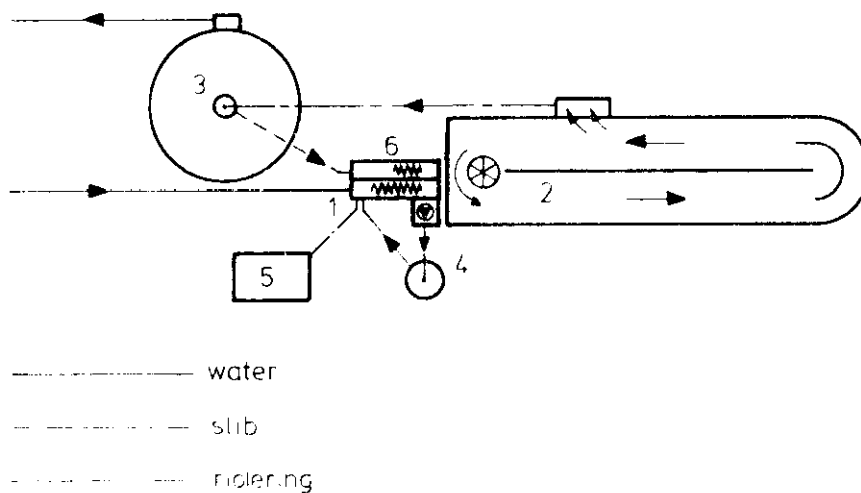
Afmetingen onderdelen.

1. aanvoergemaal : opvoerhoogte ca. 4 m
 2. beluchting : 2 x 7 x 56 x 3,5 m
 3. nabezinking : Ø 19,55 m en 2 m diep
 4. voorindikking : Ø 4,95 m en 3 m diep
 5. gebouw : 6 x 9,5 x 3,5 m
 6. slibretourgemaal : 150 m³/uur

Aanneemsommen (exclusief directie en BTW)

bouwkundig : f. 980.500,--
 mechanisch/electrisch : f. 475.000,--
 totaal : f. 1.455.500,--

=====



INSTALLATIE 5.	Besparingen op de investeringskosten in 1960-61 voor de installatie.							
	aanvoert- gemaal	beluchting	nabe- zinking	slibretour- gemaal	voort- indikking	gebouw	terrein- werken	totaal
Besparingen:								
Weglaten onderdeel					9,2	7,1		16,3
Compacte bouw	0,0	- 6,6	- 3,1	- 0,1	0,0	1,4	0,7	- 7,7
Dunne vloeren		3,4	1,9					5,3
Aarden bassins		20,3						20,3
Prefab/standaardelementen	- 0,0	- 19,6	0,0	- 0,0	- 0,0	1,8		- 17,8
Rechte bezinktanks			- 4,7					- 4,7
Stalen tanks		- 18,6	- 1,9		- 0,8			- 21,3
Hout i.p.v. beton					- 0,1			- 0,1
Apparatuur in open lucht	0,2			0,1				0,3
Pompen versus vijzels	- 0,1			- 0,0				- 0,1
Uitvoering ruimerbruggen			0,3					0,3
Omloopgoten van staal			- 0,1					- 0,1
Taludwanden en drijvende beluchters		23,9						23,9

Tabel 16. Besparingen op investeringskosten voor een zuiveringsinrichting van 10.000 i.e.
(uitvoering: Carrousel)

INSTALLATIE 5.					
Besparing op de stichtingskosten in % van de installatie.					
Besparingen:					
aanvoer-gemaal					
beluchting					
nabe-zinking	-0,8	-0,1	0,0	0,6	0,3
slibretour-gemaal		-23,4	5,0		-18,4
voor-indikking					
gebouw					
terrein-werken					
totaal					
Weglaten onderdeel	0,0	0,9	-0,8	0,9	-18,4
Compacte bouw	0,0	0,9	-0,8	0,9	0,3
Dunne vloeren		0,4			
Aarden bassins		0,9			
Prefab/standaardelementen	-1,4	-16,5	-2,0	-0,5	-19,6
Rechte nabezinktanks		-4,0			-4,0
Stalen tanks		-19,8	-4,3	-1,1	-25,2
Hout i.p.v. beton				-1,0	-1,0
Apparatuur in open lucht	-0,5		-0,1		-0,6
Pompen versus vijzels	-0,7		-0,4		-1,1
Uitvoering ruimerbruggen			0,2		0,2
Omloopgoten van staal			-0,8		-0,8
Taludwanden en drijvende beluchters	5,5				5,5

Tabel 17. Besparingen op stichtingskosten voor een zuiveringsinrichting van 10.000 i.e. (uitvoering: Carrousel)

4.7

Installatie 6

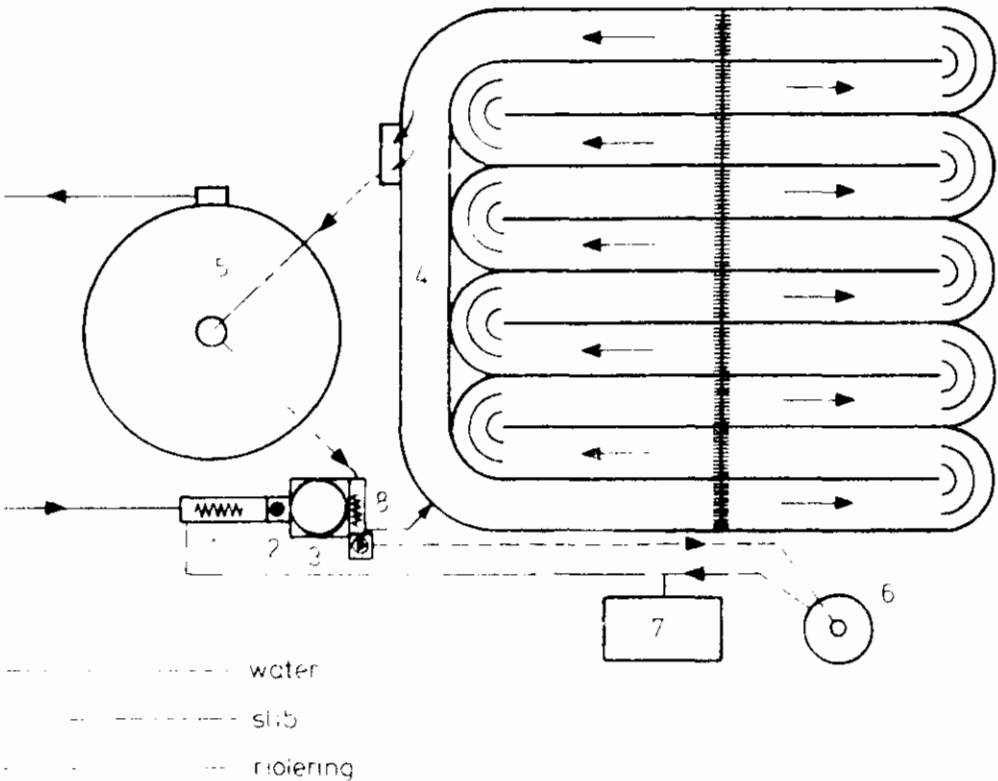
Grootte	: 30.000 i.e.
Type	: continue oxydatiesloot
Capaciteit	: 900 m ³ /uur

Afmetingen onderdelen.

1. aanvoergemaal	: opvoerhoogte ca. 5 m
2. snijrooster	: 1 x 900 m ³ /uur
3. zandvang	: Ø 6,20 m
4. beluchting	: 10 x 6,75 x 80 x 1,5 m
5. nabezinking	: Ø 33,85 m en 2 m diep
6. voorindikking	: Ø 8,55 m en 3 m diep
7. gebouw	: 8 x 16 x 3,5 m
8. slibretourgemaal	: 450 m ³ /uur

Aanneemkosten (exclusief directie en BTW)

bouwkundig	: f. 2.852.000,--
mechanisch/electrisch	: f. 932.500,--
totaal	: f. 3.784.500,--
	=====



INSTALLATIE 6.		Besparing op de investeringskosten in % van de totale installatie.							
Besparingen:	aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvuil- verwerking	zandvang	beluchting	nabe- zinking	slibretour- gemaal	voor- indikking	gebouw	totaal
Weglaten onderdeel			0,9				4,5		5,4
Compacte bouw								1,6	1,6
Dunne vloeren				6,3	2,2				8,5
Prefab/standaardelementen				11,1	0,1	0,0	0,1	2,1	13,4
Rechte bezinktanks					- 6,7				- 6,7
Stalen tanks				19,2	- 1,5		- 1,0		16,7
Hout i.p.v. beton							- 0,1		- 0,1
Roostergoed ruimen		0,2							0,2
Apparatuur in open lucht	0,2					0,0			0,2
Pompen versus vijzels	- 0,4					0,1			- 0,3
Uitvoering ruimerburggen					0,1				0,1
Omloopgoten van staal					- 0,3				- 0,3
Taludwanden en drijvende beluchters				33,9					33,9
O ₂ -besturing				- 1,3					- 1,3

Tabel 18. Besparingen op investeringskosten voor een zuiveringsinrichting van 30.000 i.e.
(uitvoering: ondiepe oxydatiesloot)

INSTALLATIE 6.		Besparing op de stichtingskosten bij 5 van de totale installatie.								
Besparingen:		aanvoer-gemaal	zwevend/vastvuilverwerking	zandvang	beluchting	nabe-zinking	slibretour-gemaal	voor-indikking	gebouw	totaal
Weglatten onderdeel				0,7				-27,6		-26,9
Compacte bouw									0,6	0,6
Dunne vloeren					1,3	0,5				1,8
Prefab/standaardelementen					0,1	-1,6	-0,2	-0,2	0,8	-1,1
Rechte bezinktanks						-5,2				-5,2
Stalen tanks					3,0	-3,4		-1,0		-1,4
Hout i.p.v. beton								-0,7		-0,7
Roostergoed ruimen			-0,8							-0,8
Apparatuur in openlucht		-0,3					-0,1			-0,4
Pompen versus vijzels		-1,2					-0,4			-1,6
Uitvoering ruimerbruggen						0,1				0,1
Omloopgoten van staal						-0,7				-0,7
Taludwanden en drijvende beluchter					9,5					9,5
O ₂ -besturing					2,3					2,3

Tabel 19. Besparingen op stichtingskosten voor een zuiveringsinrichting van 30.000 i.e.
(uitvoering: ondiepe oxydaatiesloot).

4.8

Installatie 7

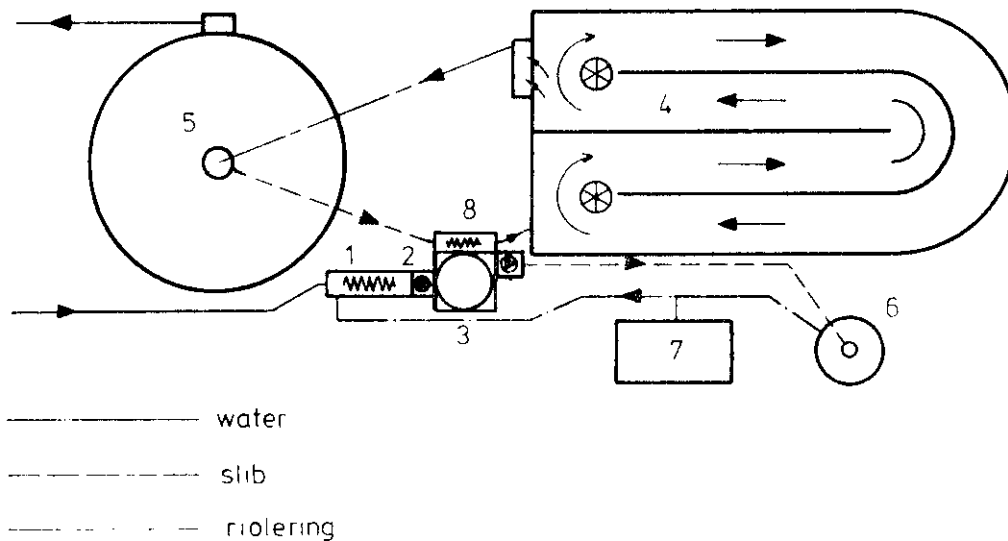
Grootte : 30.000 i.e.
 Type : Carrousel
 Capaciteit : 900 m³/uur

Afmetingen onderdelen.

1. aanvoergemaal : opvoerhoogte ca. 5 m
 2. snijrooster : 1 x 900 m³/uur
 3. zandvang : Ø 6,20 m
 4. beluchting : 4 x 8 x 64 x 4 m
 5. nabezinking : Ø 33,85 m en 2 m diep
 6. voorindikking : Ø 8,55 m en 3 m diep
 7. gebouw : 8 x 16 x 3,5 m
 8. slibretourgemaal : 450 m³/uur.

Aanneemsommen (exclusief directie en BTW)

bouwkundig : f. 2.310.000,--
 mechanisch/electrisch : f. 932.500,--
 totaal : f. 3.242.500,--
 =====



INSTALLATIE 7.	Besparing op de investeringskosten in 3 van de totale installatie.								
Besparingen:	aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvul- verwerking	zandvang	beluchting	nabe- zinking	slibretour- gemaal	voor- indikking	gebouw	totaal
Keglaten onderdeel			1,1				5,2		6,3
Compacte bouw								1,8	1,8
Dunne vloeren				1,8	2,6				4,4
Prefab/standaardelementen				-13,3	0,1	0,0	0,1	2,4	-10,7
Rechte bezinktanks					-7,8				-7,8
Stalen tanks				-7,1	-1,7		-1,1		-9,9
Hout i.p.v. beton							-0,1		-0,1
Roostergoed ruimen		0,2							0,2
Apparatuur in open lucht	0,3					0,0			0,3
Pompen versus vijzels	-0,5					0,1			-0,4
Uitvoering ruimerbruggen					0,2				0,2
Omloopgoten van staal					-0,3				-0,3
Taludwanden en drijvende beluchters				25,8					25,8
Verstelbare overlaat				-1,0					-1,0
O ₂ -besturing				-1,5					-1,5

Tabel 20. Besparingen op investeringskosten voor een zuiveringsinrichting van 30.000 i.e.
(uitvoering: Carroussel)

INSTALLATIE 7.	Besparing op de stichtingskosten in % van de totale installatie.								
Besparingen:	aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvull- verwerking	zandvang	beluchting	nabe- zinking	slibretour- gemaal	voor- indikking	gebouw	totaal
Weglaten onderdeel			0,8				-29,2		-28,4
Compacte bouw								0,7	0,7
Dunne vloeren				- 0,4	0,6				0,2
Prefab/standaardelementen				-11,0	- 1,7	- 0,2	- 0,2	0,9	-12,2
Rechte bezinktanks					- 5,5				- 5,5
Stalen tanks				-10,7	- 3,6		- 1,1		-15,4
Hout i.p.v. beton							- 0,7		- 0,7
Roostergoed ruimen		- 0,8							- 0,8
Apparatuur in openlucht	- 0,3					- 0,1			- 0,4
Pompen versus vijzels	- 1,3					- 0,4			- 1,7
Uitvoering ruimerbruggen					0,1				0,1
Omloopgoten van staal					- 0,7				- 0,7
Taludwanden en drijvende beluchters				5,1					5,1
Verstelbare overlaat				2,7					2,7
O ₂ -besturing				2,4					2,4

Tabel 21. Besparingen op stichtingskosten voor een zuiveringsinrichting van 30.000 i.e.
(uitvoering: Carrousel)

4.9

Installatie 8

Grootte	: 30.000 i.e.
Type	: actief slib met slibgisting
Capaciteit	: 900 m ³ /uur

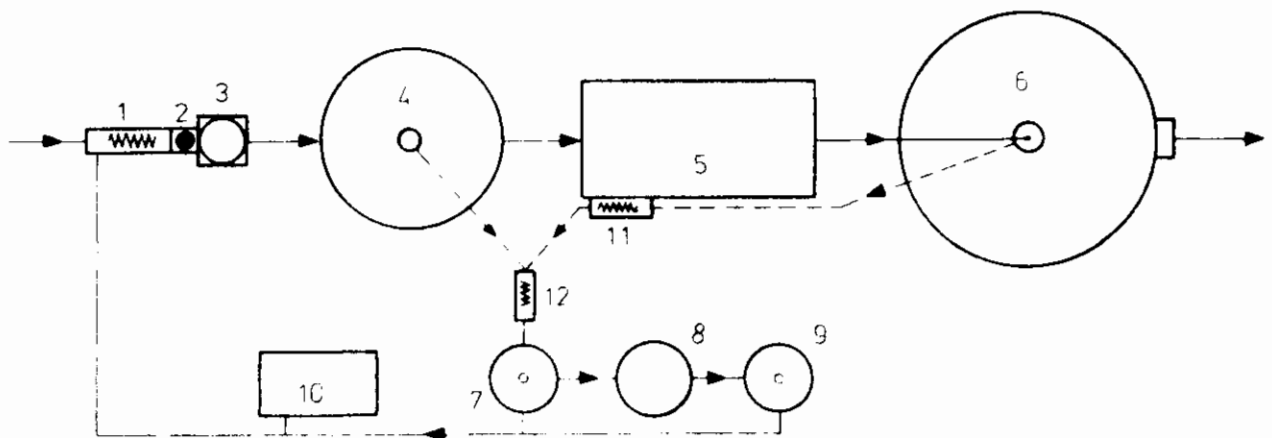
Afmetingen onderdelen.

1. aanvoergemaal	: opvoerhoogte ca. 5 m
2. snijrooster	: 1 x 900 m ³ /uur
3. zandvang	: Ø 6,20 m
4. voorbezinking	: Ø 23,95 m en 1,50 m diep
5. beluchting	: 15,20 x 30,40 x 3,80 m
6. nabezinking	: Ø 33,85 m en 2 m diep
7. voorindikking	: Ø 9,05 m en 3 m diep
8. gisting	: Ø 9,75 m en 13,75 m diep
9. naindikking	: Ø 9,05 m en 3 m diep
10. gebouw	: 8 x 16 x 3,50 m
11. slibretourgemaal	: 385,70 m ³ /uur
12. surplusslibgemaal	: 48 m ³ /uur

Aanneemsommen (exclusief directie en BTW)

bouwkundig	: f. 2.088.000,--
mechanisch/electrisch	: f. 1.298.500,--
totaal	: f. 3.386.500,--

=====



— water
 - - - - - slib
 - - - - - riolering

INSTALLATIE 8.		Besparing op de investeringskosten in 5 van de totale installatie.												
Besparingen:		aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvul- verwerking	zandvang	voor- bezinking	beluchting	nabe- zinking	slibretour- gemaal	primaairslib- gemaal	voor- indikking	gisting	na- indikking	gebouw	totaal
Weglaten onderdeel				1,0										1,0
Compacte bouw													1,7	1,7
Dunne vloeren					1,0	0,7	2,5							4,2
Prefab/standaardelementen					0,1	- 2,4	0,1	0,0	- 0,0	0,1		0,1	2,3	0,3
Rechte bezinktanks					- 2,9		- 7,5							-10,4
Stalen tanks						- 2,4	- 1,7			- 0,1	- 0,0	0,1		- 4,1
Hout i.p.v. beton										- 0,1		0,1		0,0
Roostergoed ruimen			0,2											0,2
Apparatuur in openlucht	0,3							0,0	0,1					0,4
Pompen versus vijzels	- 0,5							- 0,0	0,3					- 0,2
Uitvoering ruimerbruggen					0,1		0,1							0,2
Omloopgoten in polyesterbeton					1,0		1,4							2,4
Omloopgoten van staal					- 0,1		- 0,3							- 0,4
Taludwanden en drijvende beluchters						5,0								5,0
Bellen beluchting						- 2,8								- 2,8
Verstelbare overlaat						- 0,6								- 0,6
O ₂ -besturing						- 0,9								- 0,9
Eigen energieopwekking											- 1,9			- 1,9

Tabel 22. Besparingen op investeringskosten voor een zuiveringsinrichting van 30.000 i.e.
(uitvoering: actief slib met slibgisting).

Besparing op de stichtingskosten in % van de totale installatie													
INSTALLATIE 8.	aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvuil- verwerking	zandvang	voor- bezinking	beluchting	nabe- zinking	slibretour- gemaal	primaïrslib- gemaal	voor- indikking	gisting	na- indikking	gebouw	totaal
Besparingen:			0,8										0,8
Weglaten onderdeel												0,7	0,7
Compacte bouw													
Dunne vloeren				0,2	0,0	0,6							0,8
Prefab/standaardelementen				- 0,9	- 2,2	- 1,7	- 0,2	- 0,3	- 0,2		- 0,2	0,9	- 4,8
Rechte bezinktanks				- 2,3		- 5,6							- 7,9
Stalen tanks					- 2,9	- 3,6			- 0,5	- 1,9	- 0,5		- 9,4
Hout i.p.v. beton									- 0,8		- 0,7		- 1,5
Roostergoed ruimen		- 0,8											- 0,8
Apparatuur in open lucht	- 0,3						- 0,1	0,0					- 0,4
Pompen versus vijzels	- 1,3						- 0,4	- 0,1					- 1,8
Uitvoering ruimerbruggen				0,1		0,1							0,2
Omloopgoten in polyesterbeton				0,2		0,1							0,3
Omloopgoten van staal				- 0,4		- 0,7						- 1,1	- 1,1
Taludwanden en drijvende beluchters					0,8								0,8
Bellen beluchting					1,0								1,0
Verstelbare overlaat					1,9								1,9
O ₂ -besturing					1,5								1,5
Eigen energieopwekking										1,5			1,5

Tabel 23. Besparingen op stichtingskosten voor een zuiveringsinsrichting van 30.000 i.e.
(uitvoering: actief slib met slibgisting)

4.10

Installatie 9

Grootte : 60.000 i.e.
 Type : Carrousel
 Capaciteit : 1.800 m³/uur

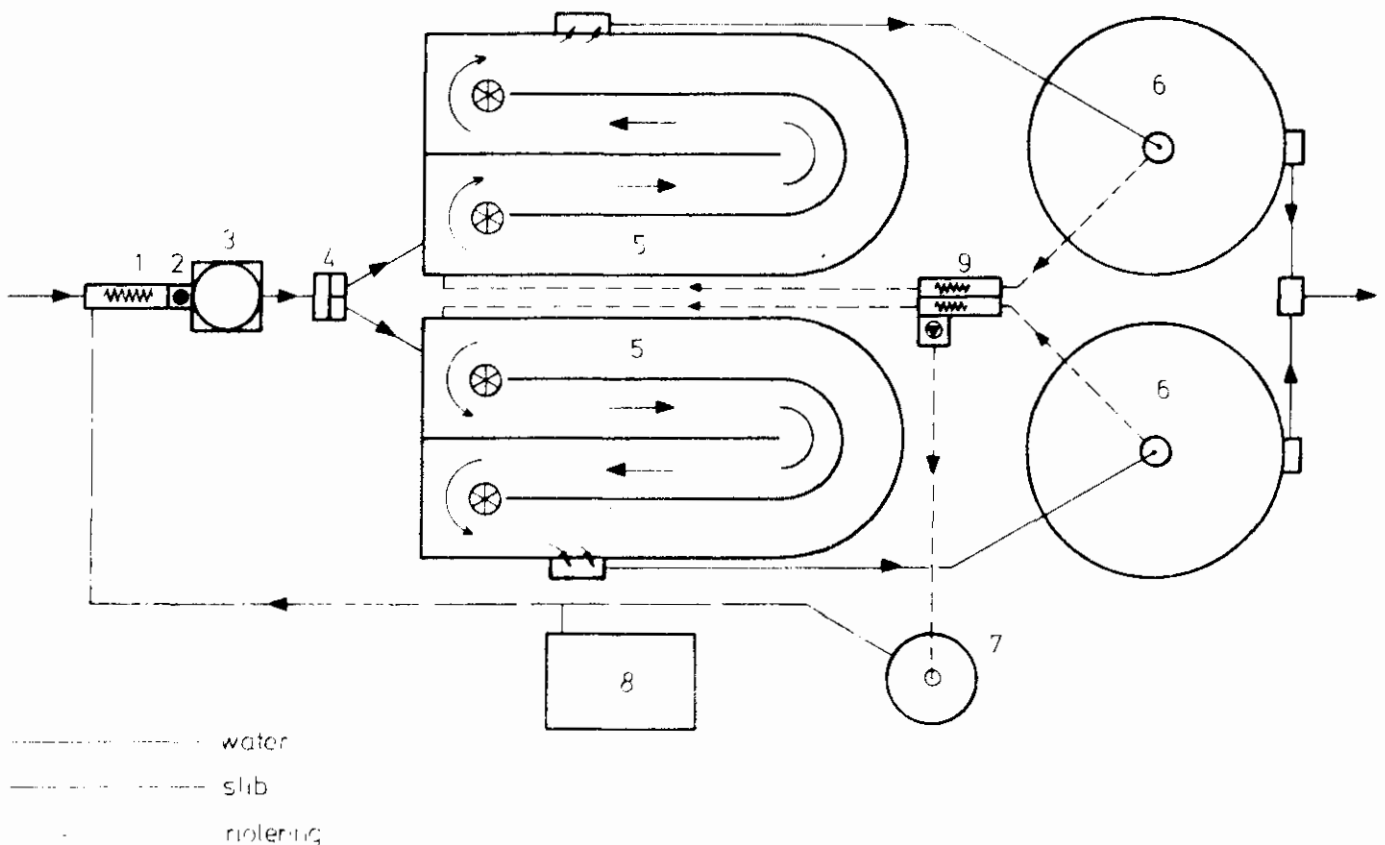
Afmetingen onderdelen.

1. aanvoergemaal : opvoerhoogte ca. 6 m
2. snijrooster : 1 x 1.800 m³/uur
3. zandvang : Ø 8,75 m
4. verdeelwerk : 3 x 4 x 4 m
5. beluchting : 2 x (4 x 8 x 64 x 4) m
6. nabezinking : 2 x Ø 33,85 en 2 m diep
7. voorindikking : Ø 12,10 m en 3 m diep
8. gebouw : 13 x 20 x 3,5 m
9. slibretourgemaal : 2 x 450 m³/uur

Aanneemsommen (exclusief directie en PTW)

bouwkundig : f. 4.518.000,--
 mechanisch/electrisch : f. 1.590.000,--
 totaal : f. 6.108.000,--

=====



INSTALLATIE 9.	Besparing op de investeringskosten in % van de totale installatie.									
Besparingen:	aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvuil- verwerking	zandvang	beluchting	na- bezinking	slibretour- gemaal	voor- indikking	gebouw	verdeel- werken	totaal
Weglaten onderdeel			0,8						0,6	1,4
Dunne vloeren				2,0	2,7					4,7
Prefab/standaardelementen				-14,1	0,1	- 0,0	0,0	3,1		-10,9
Rechte bezinktanks					- 8,2					- 8,2
Stalen tanks				- 6,7			- 1,0		0,2	- 7,5
Hout i.p.v. beton							- 0,4			- 0,4
Roostergoed ruimen		0,6								0,6
Apparatuur in open lucht	0,4					0,0				0,4
Pompen versus vijzels	- 1,1					0,3				- 0,8
Uitvoering ruimerbruggen					0,2					0,2
Omloopgoten in polyesterbeton					1,5					1,5
Omloopgoten van staal					- 0,3					- 0,3
Taludwanden en drijvende beluchters				27,4						27,4
Verstelbare overlaat				- 1,1						- 1,1
O ₂ -besturing				- 1,6						- 1,6

Tabel 24. Besparingen op investeringskosten voor een zuiveringsinrichting van 60.000 i.e.
(uitvoering: Carrousel)

INSTALLATIE 9.	Besparing op de stichtingskosten in % van de totale installatie.									
Besparingen:	aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvul- verwerking	zandvang	beluchting	nabe- zinking	slibretour- gemaal	voort- indikking	gebouw	verdeel- werken	totaal
Weglaten onderdeel			0,6						0,3	0,9
Dunne vloeren				0,7	0,6					1,3
Prefab/standaardelementen				-11,4	-1,8	-0,2	-0,2	1,1		-12,5
Rechte bezinktanks					-5,7					-5,7
Stalen tanks				-10,6			-0,9		-0,0	-11,5
Hout i.p.v. beton							-0,8			-0,8
Roostergoed ruimen		-0,7								-0,7
Apparatuur in open lucht	-0,2					-0,1				-0,3
Pompen versus vijzels	-1,9					-0,3				-2,2
Uitvoering ruimerbruggen					0,1					0,1
Omloopgoten in polyesterbeton					0,1					0,1
Omloopgoten van staal					-0,7					-0,7
Taludwanden en drijvende beluchters				5,3						5,3
Verstelbare overlaat				2,9						2,9
O ₂ -besturing				2,5						2,5

Tabel 25. Besparingen op stichtingskosten voor een zuiveringsinrichting van 60.000 i.e.
(uitvoering: Carroussel)

4.11 Installatie 10

Grootte	: 60.000 i.e.
Type	: actief slib met slibgisting
Capaciteit	: 1.800 m ³ /uur

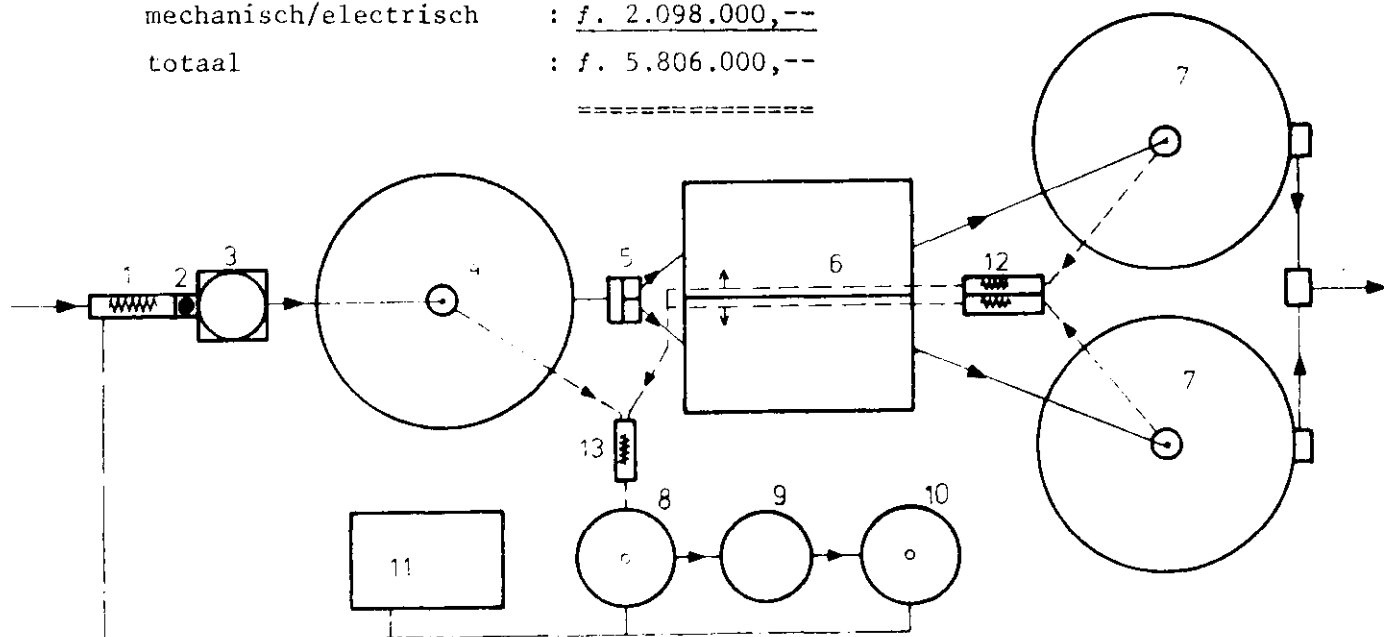
Afmetingen onderdelen.

1. aanvoergemaal	: opvoerhoogte ca. 6 m
2. snijrooster	: 1 x 1.800 m ³ /uur
3. zandvang	: Ø 8,75 m
4. voorbezinking	: Ø 33,85 m en 1,5 m diep
5. verdeelwerk	: 3 x 4 x 4 m
6. beluchting	: 2 x 15,20 x 30,40 x 3,80 m
7. nabezinking	: 2 Ø 33,85 m en 2 m diep
8. voorindikking	: Ø 12,80 m en 3 m diep
9. gisting	: Ø 12,25 m en 17,30 m diep
10. naindikking	: Ø 12,80 m en 3 m diep
11. gebouw	: 13 x 20 x 3,50 m
12. slibretourgemaal	: 2 x 385,7 m ³ /uur
13. surplusslibgemaal	: 97 m ³ /uur.

Aanneemsommen (exclusief directie en BTW)

bouwkundig	: f. 3.708.000,--
mechanisch/electrisch	: f. 2.098.000,--
totaal	: f. 5.806.000,--

=====



----- water
 slib
 - - - - - riolering

INSTALLATIE 10.	Besparing op de investeringskosten in % van de totale installatie.													
Besparingen:	aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvuil- verwerking	zandvang	voor- bezinking	beluchting	na- bezinking	slibretour- gemaal	primaïrslib- gemaal	voor- indikking	gisting	na- indikking	gebouw	verdeel- werken	totaal
Weglaten onderdeel			0,9											0,9
Dunne vloeren				1,4	0,7	2,9								5,0
Prefab/standaardelementen				0,0	- 1,7	0,1	0,0	- 0,0	0,1		0,1	3,2		1,8
Rechte bezinktanks				- 3,0		- 8,6								-11,6
Stalen tanks					3,0				- 0,6	- 0,2	- 0,4		0,4	- 3,8
Hout i.p.v. beton									- 0,5		- 0,4			- 0,9
Roostergoed ruimen		0,7												0,7
Apparatuur in open lucht	0,4						0,0	0,0						0,4
Pompen versus vijzels	- 1,2						0,2	0,2						- 0,8
Uitvoering ruimerbruggen				0,1		0,2								0,3
Omloopgoten in polyesterbeton				0,8		1,6								2,4
Omloopgoten in staal				- 0,2		- 0,3								- 0,5
Taludwanden en drijvende beluchters					5,0									5,0
Bellenbeluchting					- 3,2									- 3,2
Verstelbare overlaat					- 0,7									- 0,7
O ₂ -besturing					- 1,0									- 1,0
Eigen energieopwekking										- 1,8				- 1,8

Tabel 26. Besparingen op investeringskosten voor een zuiveringsinrichting van 60.000 i.e.
(uitvoering: actief slib met slibgisting)

Besparing op de stichtingskosten in % van de totale installatie.														
INSTALLATIE 10.	aanvoert- gemaal	zwevend/ vastvuil- verwerking	zandvang	voort- bezinking	beluchting	na- bezinking	slibretour- gemaal	primaarslib- gemaal	voort- indikking	gisting	na- indikking	gebouw	verdeel- werken	totaal
Besparingen:			0,6											0,6
Weglaten onderdeel				0,3	0,1	0,6								1,0
Dunne vloeren				- 0,9	- 1,7	- 1,9	- 0,2	- 0,2	- 0,2		- 0,2	1,1		- 4,2
Prefab/standaardelementen				- 2,4		- 6,0								- 8,4
Rechte bezinktanks					- 3,0				- 0,7	- 1,7	- 0,6		- 0,1	- 6,1
Stalen tanks									- 1,0		- 1,0			- 2,0
Hout i.p.v. beton														- 0,7
Roostergoed ruimen	- 0,7													- 0,7
Apparatuur in open lucht	- 0,2						- 0,1	- 0,0						- 0,3
Pompen versus vijzels	- 2,0						- 0,4	- 0,0						- 2,4
Uitvoering ruimerbruggen				0,1		0,1								0,2
Omloopgoten in polyesterbeton				0,1		0,1								0,2
Omloopgoten in staal				- 0,4		- 0,8								- 1,2
Taludwanden en drijvende beluchters					0,6									0,6
Bellenbeluchting					1,2									1,2
Verstelbare overlaat					1,9									1,9
O ₂ -besturing					1,7									1,7
Eigen energieopwekking										1,7				1,7

Tabel 27. Besparingen op stichtingskosten voor een zuiveringsinrichting van 60.000 i.e.
(uitvoering: actief slib met slibgisting)

4.12

Installatie 11

Grootte : 100.000 i.e.
 Type : Carrousel
 Capaciteit : 3.000 m³/uur
 (voor figuur, zie volgende bladzijde)

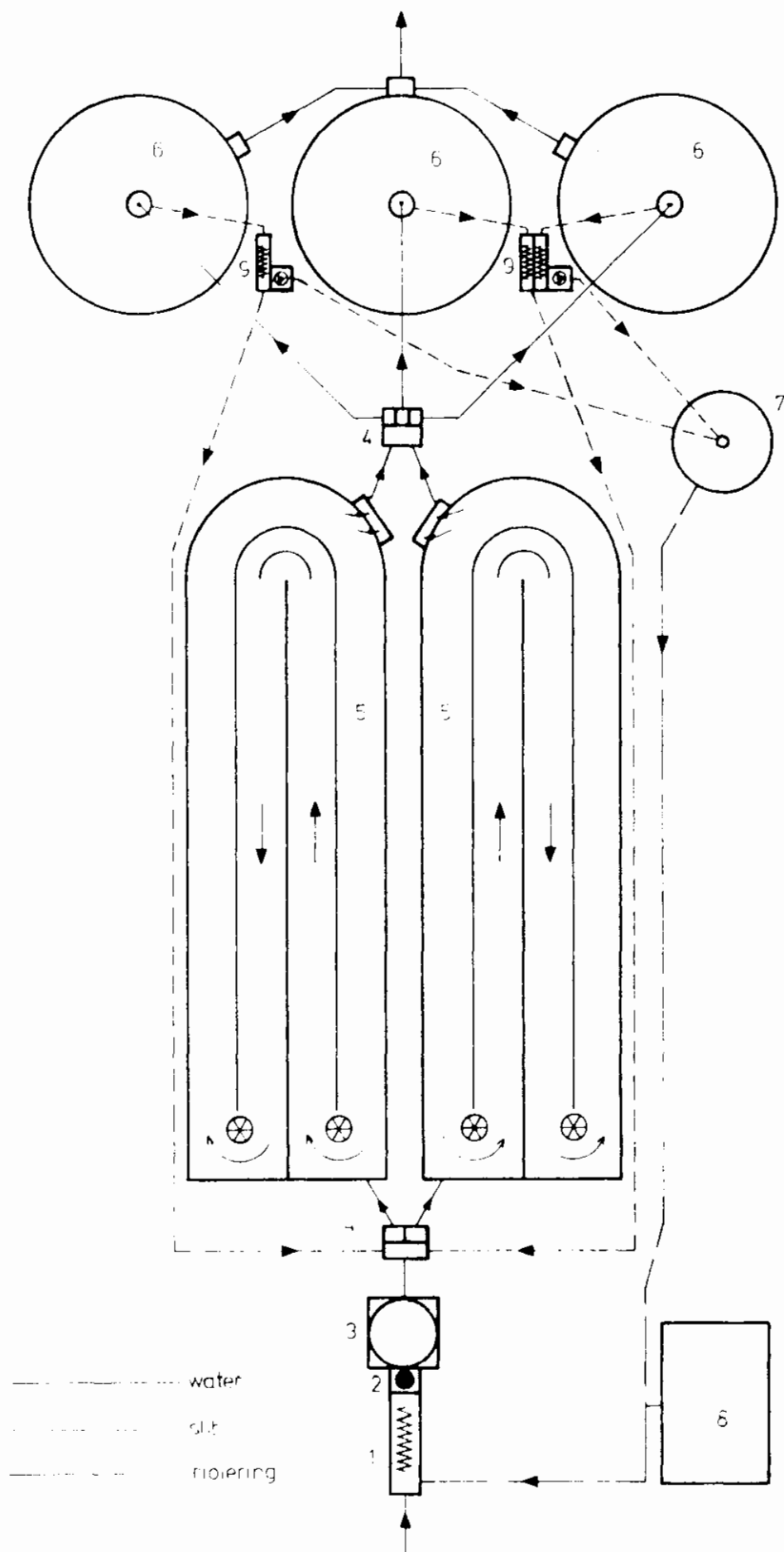
Afmetingen onderdelen.

1. aanvoergemaal : opvoerhoogte ca. 7 m
2. snijrooster : 1 x 3.000 m³/uur
3. zandvang : Ø 11,30 m
4. verdeelwerk : 2 x (2 x 8 x 4) m
5. beluchting : 2 x (4 x 8 x 122 x 4) m
6. nabezinking : 3 x Ø 35,70 m en 2 m diep
7. voorindikking : Ø 15,60 m en 3 m diep
8. gebouw : 17 x 25 x 3,50 m
9. slibretourgemaal : 3 x 500 m³/uur

Aanneemsommen (exclusief directie en BTW)

bouwkundig : f. 7.626.000,--
 mechanisch/electrisch : f. 2.295.000,--
 totaal : f. 9.921.000,--

=====



INSTALLATIE 11.	Besparing op de investeringskosten in % van de totale installatie.									
Besparingen:	aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvul- verwerking	aanvaang	beluchting	na- bezinking	slibretour- gemaal	voor- indkking	gebouw	verdeel- werken	totaal
Weglaten onderdeel			0,7						1,2	2,1
Dunne vloeren				2,3	2,6					4,9
Prefab/standaardelementen				-11,5	0,1	- 0,0	0,0	2,8	- 8,6	
Rechte bezinktanks					- 8,2				- 8,2	
Stalen tanks				- 9,6			- 0,9		0,9	- 9,6
Hout i.p.v. beton							- 0,3		- 0,3	
Roostergoed ruimen	0,1									0,1
Apparatuur in open lucht	0,4					0,0				0,4
Pompen versus vijzels	- 0,6					0,2			- 0,4	
Uitvoering ruimerbruggen					0,2					0,2
Omloopgoten in polyesterbeton					2,0					2,0
Omloopgoten van staal					- 0,4				- 0,4	
Taludwanden en drijvende beluchters				28,4						28,4
Verstelbare overlaat				- 1,1					- 1,1	
O ₂ -besturing				- 1,6					- 1,6	

Tabel 28. Besparingen op investeringskosten voor een zuiveringsinrichting van 100.000 i.e.
(uitvoering: Carrousel)

INSTALLATIE 11.		Berekening op de stichtingskosten van de aan de gemeente toegekende besparingen.									
Besparingen:		aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvuil- verwerking	zandvang	beluchting	na- bezinking	slibretour- gemaal	voor- indikking	gebouw	verdeel- werken	totaal
Weglaten onderdeel				0,4						0,4	0,8
Dunne vloeren					- 0,3	0,5					0,2
Prefab/standaardelementen					-10,5	- 1,8	- 0,3	- 0,2	1,0		-11,8
Rechte bezinktanks						- 5,8					- 5,8
Stalen tanks					-12,7			- 0,8		0,2	-13,3
Hout i.p.v. beton								- 0,7			- 0,7
Roostergoed ruimen			- 0,9								- 0,9
Apparatuur in open lucht		- 0,0					- 0,1				- 0,1
Pompen versus vijzels		- 2,0					- 0,4				- 2,4
Uitvoering ruimerbruggen						0,1					0,1
Omloopgoten in polyesterbeton						0,3					0,3
Omloopgoten van staal						- 0,8					- 0,8
Taludwanden en drijvende beluchters					5,7						5,7
Verstelbare overlaat					3,0						3,0
O ₂ -besturing					2,6						2,6

Tabel 29. Besparingen op de stichtingskosten voor een zuiveringsinrichting van 100.000 i.e.
(uitvoering: Carroussel)

4.13 Installatie 12

Grootte : 100.000 i.e.
 Type : actief slib met slibgisting
 Capaciteit : 3.000 m³/uur
 (voor figuur, zie volgende bladzijde)

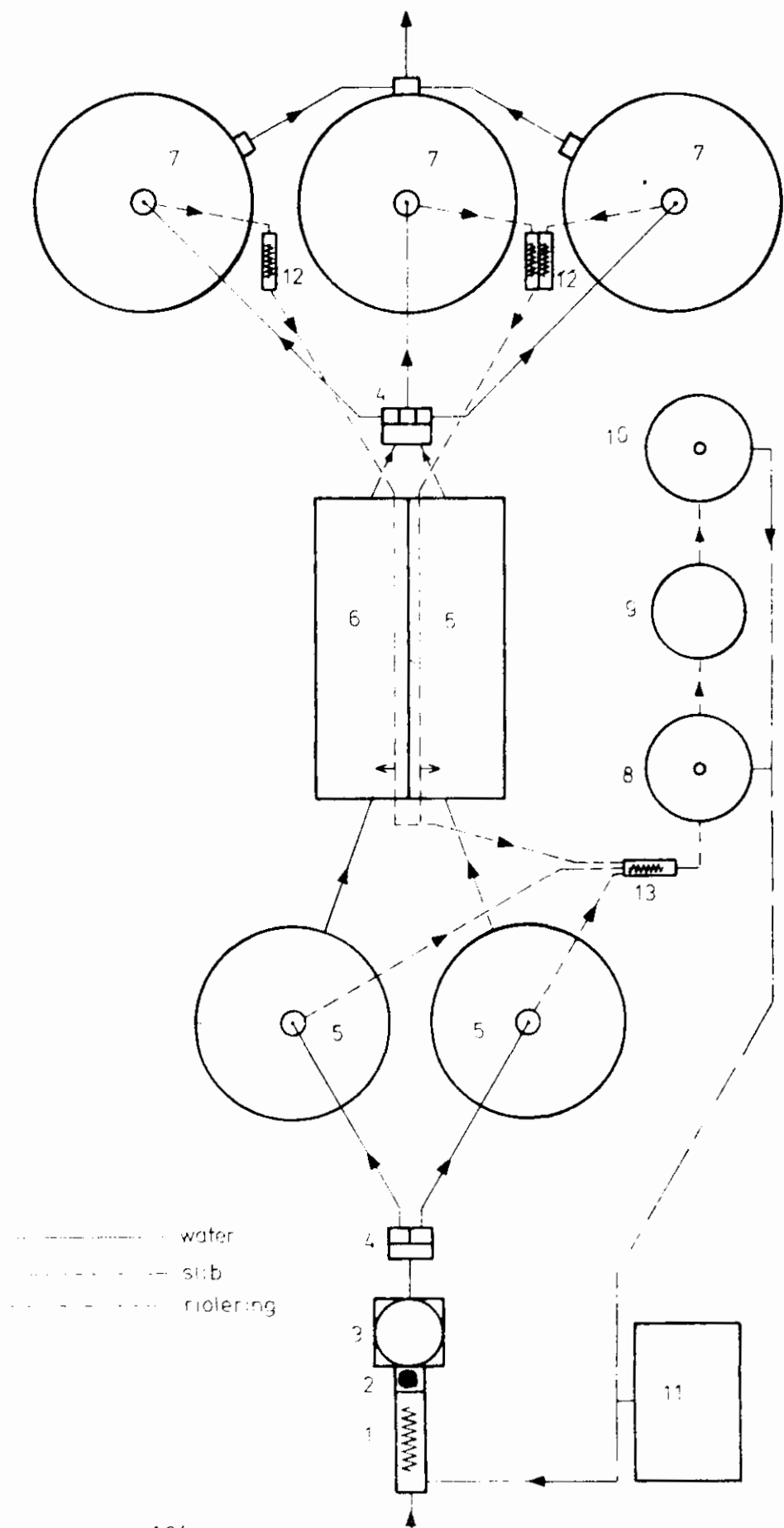
Afmetingen onderdelen.

1. aanvoergemaal : opvoerhoogte ca. 7 m
2. snijrooster : 1 x 3.000 m³/uur
3. zandvang : Ø 11,30 m
4. verdeelwerk : 2 x (4 x 4 x 4) m
5. voorbezinking : 2 x Ø 30,90 m en 1,50 m diep
6. beluchting : 2 x (15,80 x 47,40 x 3,90) m
7. nabezinking : 3 x Ø 35,70 m en 2 m diep
8. voorindikking : Ø 16,50 m en 3 m diep
9. gisting : Ø 14,50 m en 20,50 m diep
10. naindikking : Ø 16,50 m en 3 m diep
11. gebouw : 17 x 25 x 3,50 m
12. slibretourgemaal : 3 x 428 m³/uur
13. surplusslibgemaal : 2 x 80 m³/uur

Aanneemsommen (exclusief directie en BTW)

bouwkundig : f. 5.981.000,--
 mechanisch/electrisch : f. 3.048.000,--
 totaal : f. 9.029.000,--

=====



INSTALLATIE 12.	Besparing op de investeringskosten in % van de totale installatie.													
Besparingen:	aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvuil- verwerking	zandvang	voor- bezinking	beluchting	nabe- zinking	slibretour- gemaal	primaïrslib- gemaal	voor- indikking	gisting	na- indikking	gebouw	verdeel- werken	totaal
Weglaten onderdeel			0,7										0,8	1,5
Dunne vloeren				1,7	0,7	2,8								5,2
Prefab/standaardelementen				0,0	- 1,2	0,1	0,0	- 0,0	0,1		0,1	3,1		2,2
Rechte bezinktanks				- 2,8		- 9,0								-11,8
Stalen tanks					- 3,0				- 0,6	- 0,4	- 0,5		0,7	- 3,8
Hout i.p.v. beton									- 0,5		- 0,4			- 0,9
Roostergoed ruimen		0,1												0,1
Apparatuur in open lucht	0,5						0,0	0,1						0,6
Pompen versus vijzels	- 0,6						0,1	0,4						- 0,1
Uitvoering ruimerbruggen				0,1		0,2								0,3
Omloopgoten van polyesterbeton				1,0		2,1								3,1
Omloopgoten van staal				- 0,1		- 0,4								- 0,5
Taludwanden en drijvende beluchters					4,6									4,6
Bellenbeluchting					- 2,9									- 2,9
Verstelbare overlaat					- 0,7									- 0,7
O ₂ -besturing					- 1,1									- 1,1
Eigen energieopwekking										- 1,7				- 1,7

Tabel 30. Besparingen op investeringskosten voor een zuiveringsinrichting van 100.000 i.e.
(uitvoering: actief slib met slibgisting)

INSTALLATIE 12.	Besparing op de stichtingskosten in % van de totale installatie.													
Besparingen:	aanvoer- gemaal	zwevend/ vastvul- verwerking	zandvang	voor- bezinking	beluchting	na- bezinking	slibretour- gemaal	primaarslib- gemaal	voor- indikking	gisting	na- indikking	gebouw	terrein- werken	Totaal
Meglaten onderdeel			0,5										0,5	1,0
Dunne vloeren				0,4	0,1	0,6								1,1
Prefab/standaardelementen				- 1,0	- 1,5	- 1,9	- 0,2	- 0,2	- 0,2		- 0,2	1,1		- 4,1
Rechte bezinktanks				- 2,2		- 6,3								- 8,5
Stalen tanks					- 3,0				- 0,7	- 1,6	- 0,6		0,1	- 5,8
Hout i.p.v. beton									- 1,0		- 0,9			- 1,9
Roostergoed ruimen		- 1,0												- 1,0
Apparatuur in open lucht	- 0,0						- 0,1	- 0,0						- 0,1
Pompen versus vijzels	- 2,1						- 0,4	- 0,0						- 2,5
Uitvoering ruimerbruggen				0,1		0,1								0,2
Omloopgoten in polyesterbeton				0,2		0,3								0,5
Omloopgoten van staal				- 0,4		- 0,9							- 1,3	
Taludwanden en drijvende beluchters					0,4									0,4
Bellenbeluchting					1,4									1,4
Verstelbare overlaat					2,0									2,0
O ₂ -besturing					1,8									1,8
Eigen energieopwekking										2,1				2,1

Tabel 31. Besparingen op de stichtingskosten voor een zuiveringsinrichting van 100.000 i.e.
(uitvoering: actief slib met slibgisting)

SYSTEEMVARIATIE

Navolgend zijn in de tabellen 32 tot en met 37 de onderzochte zuiveringssystemen aangegeven, per grootte van zuiveringsinrichting en voor de twee effluentklassen.

Als voorbeeld van de kostenramingen, behorend bij deze systemen, is het overzicht voor een zuiveringsinrichting van 100.000 i.e. voor effluentklasse II in tabel 38 opgenomen.

De resultaten van alle kostenramingen zijn grafisch samengevat in de figuren 3 en 4 (zie hoofdstuk 5).

Grootte van de zuiveringsinrichting : 1.000 i.e.
 Bedrijfsvoering : discontinu
 Niet opgenomen onderdelen : behandeling zwevend vuil,
 zandvang en voorbezinking

*Met simultane fosfaatverwijdering (Effluentklasse I)***

No.	Zuiveringssysteem	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
1	Pasveercondities	4,4	70
2	idem	6,7	70
3	idem	3,9	115
4	deelmineralisatie *	4,2	90
5	idem *	8,3	90
6	idem *	5,6	135

Zonder fosfaatverwijdering (Effluentklasse II).

No.	Zuiveringssysteem	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
7	Pasveercondities	4	75
8	idem	6	75
9	idem	3,5	125
10	deelmineralisatie *	3	100
11	idem *	6	100
12	idem *	4	150

Tabel 32. Overzicht zuiveringssystemen voor 1.000 i.e.

* inclusief gescheiden aerobe slibmineralisatie

** bij gelijkblijvend beluchtingsvolume en verhoging van het slib-
 gehalte

Grootte van de zuiveringsinrichting : 3.000 i.e.
 Bedrijfsvoering : beschouwd zijn zuiveringsinrichtingen met *discontinu* bedrijf én zuiveringsinrichtingen met *continu* bedrijf.
 Niet opgenomen onderdelen : behandeling zwevend vuil, zandvang en voorbezinking.

Met simultane fosfaatverwijdering (Effluentklasse I)**

No. ***	Zuiveringssysteem	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
1(en 7)	Pasveercondities	4,4	70
2(en 8)	idem	6,7	70
3(en 9)	idem	3,9	115
4(en 10)	deelmineralisatie*	4,2	90
5(en 11)	idem*	8,3	90
6(en 12)	idem*	5,6	135

Zonder fosfaatverwijdering (Effluentklasse II)

no. ***	Zuiveringssysteem	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
13(en 19)	Pasveercondities	4	75
14(en 20)	idem	6	75
15(en 21)	idem	3,5	125
16(en 22)	deelmineralisatie*	3	100
17(en 23)	idem*	6	100
18(en 24)	idem*	4	150

Tabel 33. Overzicht zuiveringssystemen voor 3.000 i.e.

- * inclusief gescheiden aerobe slibmineralisatie
- ** bij gelijkblijvend beluchtingsvolume en verhoging van het slibgehalte
- *** zowel *discontinue* (als *continue*) bedrijfsvoering

Grootte van de zuiveringsinrichting : 10.000 i.e.
 Bedrijfsvoering : continu
 Niet opgenomen onderdelen : behandeling zwevend vuil, zand-
 vang en voorbezinking

*Met simultane fosfaatverwijdering (Effluentklasse I)***

No.	Zuiveringssysteem	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
1	Pasveercondities	4,4	70
2	idem	6,7	70
3	idem	3,9	115
4	deelmineralisatie*	4,2	90
5	idem*	8,3	90
6	idem*	5,6	135
7	deelmineralisatie met propstrooming*	4,2	90
8	idem*	8,3	90

Zonder fosfaatverwijdering (Effluentklasse II)

No.	Zuiveringssysteem	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
9	Pasveercondities	4	75
10	idem	6	75
11	idem	3,5	125
12	deelmineralisatie*	3	100
13	idem*	6	100
14	idem*	4	150
15	deelmineralisatie met propstrooming*	3	100
16	idem*	6	100

Tabel 34. Overzicht zuiveringssystemen voor 10.000 i.e.

* inclusief gescheiden aerobe slibmineralisatie

** bij gelijkblijvend beluchtingsvolume en verhoging van het slib-
 gehalte

bijlage 5.

Grootte van de zuiveringsinrichting	: 30.000 i.e. (alléén Effluent-klasse I)
Bedrijfsvoering	: met zwevend vuil versnijding en continue beluchting
Niet opgenomen onderdelen	: zandvang

Fosfaatverwijdering door voor-precipitatie

No.	Zuiveringssysteem*	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
1	Pasveercondities	4	75
2	idem	6	75
3	idem	3,5	125
4	deelmineralisatie	3	100
5	idem	6	100
6	idem	4	150
7	deelmineralisatie met propstroming	3	100
8	idem	6	100

*Met simultane fosfaatverwijdering***

No.	Zuiveringssysteem	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
9	Pasveercondities	4,4	70
10	idem	6,7	70
11	idem	3,9	115
12	deelmineralisatie***	4,2	90
13	idem***	8,3	90
14	idem***	5,6	135
15	deelmineralisatie met propstroming***	4,2	90
16	idem***	8,3	90

Tabel 35. Overzicht zuiveringssystemen voor 30.000 i.e. en Effluentklasse I

- * systemen met slibgisting, gescheiden aerobe slibmineralisatie en chemische slibstabilisatie
- ** bij gelijkblijvend beluchtingsvolume en verhoging van het slibgehalte
- *** systemen met gescheiden aerobe slibmineralisatie en systeem met chemische slibstabilisatie

Grootte van de zuiveringsinrichtingen : 30.000, 60.000 en 100.000 i.e.
(Effluentklasse II)
Bedrijfsvoering : met zwevend vuil versnijding en
continue beluchting
Niet opgenomen onderdelen : zandvang

Zonder fosfaatverwijdering

No.	Zuiveringssysteem*	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
<i>Voorbezinking traditioneel</i>			
1	actief slib	3	100
2	idem	2	150
3	actief slib met propstroming	3	100
<i>Voorbezinking hoger belasten</i>			
4	actief slib	3	100
5	idem	2	150
6	actief slib met propstroming	3	100
<i>Voorbezinking met chemische precipitatie**</i>			
7	actief slib	3	100
8	idem	2	150
9	actief slib met propstroming	3	100
<i>Voorbezinking afnemig</i>			
10	actief slib	3	100
11	idem	2	150
12	actief slib met propstroming	3	100
13	Pasveercondities	4	75
14	idem	6	75
15	idem	3,5	100
16	deelmineralisatie	3	100
17	idem	6	100
18	idem	4	150
19	deelmineralisatie met prop- stroming	3	100
20	idem	6	100

Tabel 36. Overzicht zuiveringssystemen voor 30.000, 60.000 en 100.000 i.e.
en Effluentklasse II

* De systemen 1 tot en met 12 met slibgisting en chemische slibstabilisatie, de systemen 16 tot en met 20 met gescheiden aerobe slibmineralisatie en chemische slibstabilisatie

** *zonder vergaande fosfaatverwijdering*

Grootte van de zuiveringsinrichtingen : 60.000 en 100.000 i.e.
(Effluentklasse I)
Bedrijfsvoering : met zwevend vast vuil versnijding
en continue beluchting
Niet opgenomen onderdelen : zandvang

Fosfaatverwijdering door vóór-precipitatie

No.	Zuiveringssysteem [★]	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
1	Pasveercondities	4	75
2	idem	6	75
3	idem	3,5	125
4	deelmineralisatie	3	100
5	idem	6	100
6	idem	4	150
7	deelmineralisatie met prop- stroming	3	100
8	idem	6	100
9	oxydatiebedden met kunst- stofvulling, tussenbezin- king en actief slib	3	100
10	idem, echter <i>zonder</i> tussenbezinking	3	100
11	oxydatiebedden met lava- vulling tussenbezinking en actief slib	3	100
12	idem, echter <i>zonder</i> tussenbezinking	3	100

Vervolg van de tabel, zie pag. 134

★ systemen 1 tot en met 8 met slibgisting, gescheiden aerobe
slibmineralisatie en chemische slibstabilisatie, de systemen
9 tot en met 12 met slibgisting en chemische slibstabilisatie.

*Met simultane fosfaatverwijdering**

No.	Zuiveringssysteem**	Slibgehalte in beluchting (g/l)	Slibindex (ml/g)
<i>Voorbezinking afwezig</i>			
13	Pasveercondities	4,4	70
14	idem	6,7	70
15	idem	3,9	115
16	deelmineralisatie	4,2	90
17	idem	8,3	90
18	idem	5,6	135
19	deelmineralisatie met prop-stroming	4,2	90
20	idem	8,3	90
21	twee traps actief slib		
<i>Voorbezinking traditioneel</i>			
22	oxydatiebedden met kunststofvulling, tussenbezinking en actief slib	4,5	70
23	idem, echter zonder tussenbezinking	3,3	90
24	oxydatiebedden met lavavulling, tussenbezinking en actief slib	4,5	70
25	idem, echter zonder tussenbezinking	3,3	90
<i>Voorbezinking hoger belasten</i>			
26	oxydatiebedden met kunststofvulling, tussenbezinking en actief slib	4,5	70
27	idem, echter zonder tussenbezinking	3,3	90
28	oxydatiebedden met lavavulling, tussenbezinking en actief slib	4,5	70
29	idem, echter zonder tussenbezinking	3,3	90

Tabel 37. Overzicht zuiveringssystemen voor 60.000 en 100.000 i.e. en effluentklasse I

* bij gelijkblijvend beluchtingsvolume en verhoging van het slibgehalte.

** systemen 16 tot en met 20 met gescheide aerobe slibmineralisatie en chemische slibstabilisatie, systemen 21 tot en met 29 met slibgisting en chemische slibstabilisatie.

GROOTTE : 100.000 IE
EFFLUENTKLASSE II

WIJZE VAN SLIBSTABILISATIE		ANAE ROOB						AE ROOB						CHEMISCH GESTABILISEERD					
HYDRAULISCHE ONTWERPCAPACITEIT (L / IE UUR.		SLIBGEHALTE IN BELUCHTING (G/L)		10		30		70		10		30		70		10		30	
VOORBEZINKING TRADITIONEEL				INVEST. KOSTEN	STICHT. KOSTEN	INVEST. KOSTEN	STICHT. KOSTEN	INVEST. KOSTEN	STICHT. KOSTEN	INVEST. KOSTEN	STICHT. KOSTEN	INVEST. KOSTEN	STICHT. KOSTEN	INVEST. KOSTEN	STICHT. KOSTEN	INVEST. KOSTEN	STICHT. KOSTEN	INVEST. KOSTEN	STICHT. KOSTEN
ACTIEF SLIB		3		8000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
IDEM.		2		4000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
IDEM, MET PROPSTROMING		3		9000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
VOORBEZINKING HOGER BELASTEN		3		8000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
ACTIEF SLIB																			
IDEM.		2		8000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
IDEM, MET PROPSTROMING		3		9000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
VOORBEZINKING MET CHEM. PRECIPITATIE		3		8000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
ACTIEF SLIB																			
IDEM.		2		8000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
IDEM, MET PROPSTROMING		3		9000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
VOORBEZINKING AFWEZIG		3		8000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
ACTIEF SLIB																			
IDEM.		2		8000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
IDEM, MET PROPSTROMING		3		9000	34500	10000	40000	10000	40000							6000	27000	10000	20000
PASVEERCONDITIES		4																	
IDEM.		6																	
IDEM.		3.5																	
DEELMINERALISATIE		3																	
IDEM		6																	
IDEM		4																	
IDEM, MET PROPSTROMING		3																	
IDEM, MET PROPSTROMING		6																	

TABEL 16 OVERZICHT KOSTENRAMINGEN VOOR EEN ZUI-
VERINGS IN RICHT. VAN 100000 IE EN EFFL. KL. II