

Technologische ontwerpgrondslagen van de rwzi Kralingseveer

Inleiding

De rwzi Kralingseveer, gelegen naast de Van Brienoordbrug te Rotterdam, verzorgt de zuivering van het afvalwater van een deel van Rotterdam, een deel van Capelle aan den IJssel en van Bergschenhoek. De capaciteit van deze installatie bedraagt 300.000 i.e. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van de technologische ontwerpgrondslagen, waarbij tevens wordt ingegaan op de technische implicaties van de in het kader van de Hinderwet gestelde eisen (onder andere geluid- en geuremissie, kiemverspreiding).



TH. MULLER
DHV Raadgevend Ingenieurs-
bureau BV
afdeling Milieutechnologie



ING. A. H. M. SENGERS
Hoogheemraadschap Schieland

Naast de ontwerpgrondslagen wordt een toelichting gegeven op de keuze in uitvoeringsvorm van een aantal procesonderdelen. De technologische ontwerpgrondslagen zijn te onderscheiden in: afvalwaterbehandeling; slibverwerking; luchtbehandeling; energievoorziening. De onderdelen luchtbehandeling en energievoorziening worden elders in dit nummer beschreven. Naast de ontwerpgrondslagen worden de bedrijfsresultaten over de periode 1 oktober 1985-31 maart 1986 vermeld.

De afvalwaterbehandeling

Capaciteit

De rwzi Kralingseveer is ontworpen voor de volgende capaciteit:

BZV ₅	: 16.300 kg/d
N(Kj)	: 3.100 kg/d
primaair slib	: 12.100 kg/d
dwa	: 3.500 m ³ /h (excl. lekwater van de riolering)
rwa	: 12.800 m ³ /h

De inwonerequivalentie bedraagt ca. 300.000, waarvan 22% bedrijfsafvalwater. Een groot deel van dit bedrijfsafvalwater is van huishoudelijke aard.

Procesonderdelen

In het navolgende worden de procesonderdelen beschreven; tevens worden de ontwerpgrondslagen vermeld.

Het ontvangwerk

In het overdekte ontvangwerk komt het via de zes binnenkomende persleidingen aange-

rooster kan door middel van schuiven worden afgesloten.

De aanvoer wordt dan verwerkt door het andere rooster of indien deze de totale aanvoer niet kan verwerken wordt een gedeelte van de aanvoer via een noodoverlaat om de roosters heen geleid.

De roostergoedverwijdering vindt plaats in een gesloten ruimte. De afgezogen lucht uit deze ruimte wordt naar het luchtbehandelingsysteem afgevoerd.

Geïnstalleerd zijn:

aantal roosters	: 2
capaciteit elk	: 6.400 m ³ /h
spleetwijdte	: 15 mm
aantal roostergoedpersen	: 1
capaciteit	: 0,75 m ³ /h
type	: vijzelpers

voerde afvalwater tezamen. De afgezogen ventilatielucht wordt naar het luchtbehandelingsysteem gevoerd.

De grofvuilbehandeling

Om verstoppingen van onderdelen van het zuiveringsproces te voorkomen worden de grove delen in het afvalwater met behulp van twee harkroosters verwijderd, zodat deze componenten geen hinder meer veroorzaken in de verschillende onderdelen van de installatie. De toevoer en de afvoer van elk

Het verdeelwerk I

Het verdeelwerk I verdeelt de aangevoerde waterhoeveelheid in gelijke delen over de vier voorbezinktanks van de rwzi.

De waterverdeling vindt plaats door het water uit een centrale ruimte over te laten storten in goten.

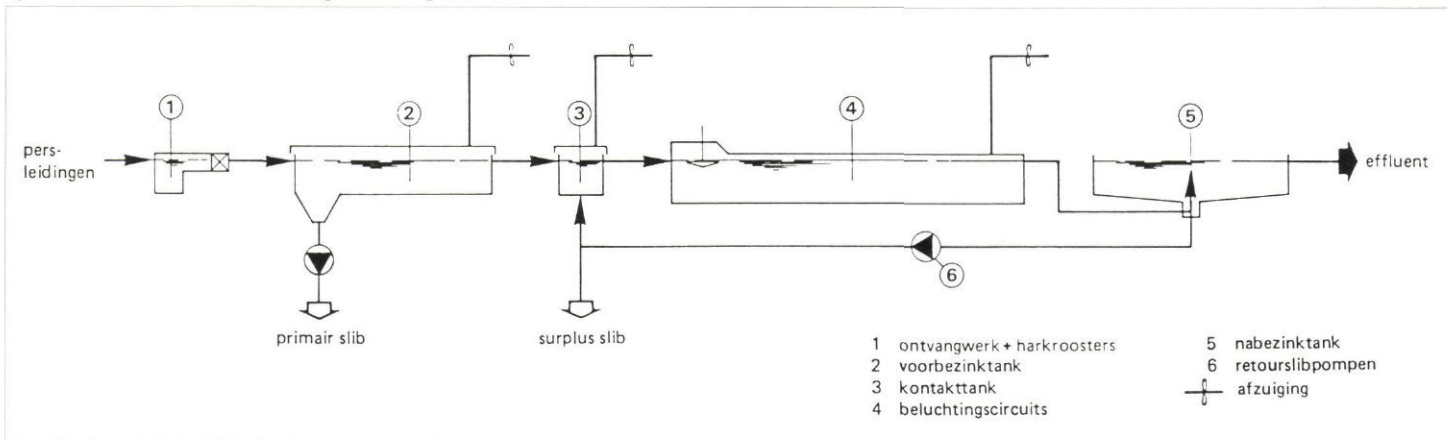
De afvoer van elke overstortgoot kan afgesloten worden, waardoor de er achterliggende bezinktank buiten bedrijf gesteld kan worden. De aanvoer wordt in dit geval over de overige tanks verdeeld.

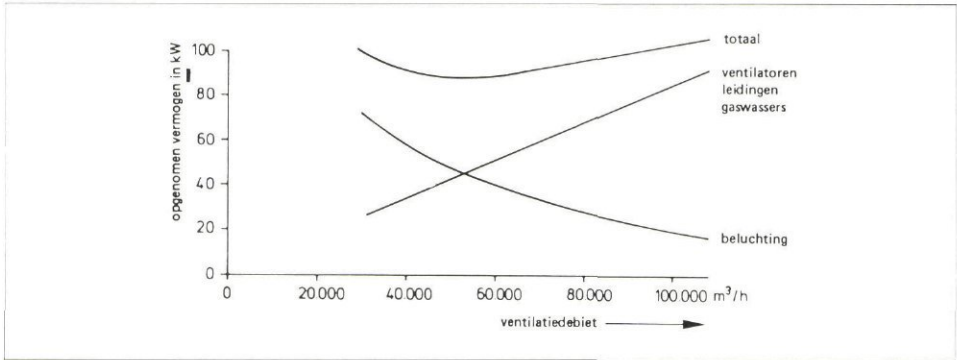
Het verdeelwerk is afgedekt om mogelijke

TABEL I.

	Variant 1	Variant 2
verblijftijd dwa (h)	1,23	2,0
rwa (h)	0,5	0,8
rendement ten aanzien van slibverwijdering:		
dwa (%)	95	100
rwa (%)	85	90
gemiddeld (%)	94	99
afgescheiden organische stof (kg/d)	7.204	7.587
gistinggasproductie (m ³ /d)	2.161	2.276
aantal voorbezinktanks	4	6
investeringskosten		+ f 1.111.000,-
jaarlijkse kosten		+ f 119.000,-

Afb. 1 - Processchema waterbehandeling rwzi Kralingseveer.





Afb. 2 - Optimalisatie ventilatie-debiet.

emissies van stankstoffen te voorkomen; de afgezogen lucht uit de overdekte ruimte wordt afgevoerd naar het luchtbehandelings-systeem.

De voorbezinktanks

In tegenstelling tot oxydatiebeddeninstallaties kunnen bij actief-slibsystemen voorbezinktanks met hoge oppervlaktebelasting (korte verblijftijden) worden toegepast. Uit oogpunt van energieproductie uit het gistingsgas verdienen voorbezinktanks met langere verblijftijd en daardoor een hoger primair-slib-afscheidingsrendement de voorkeur.

De vraag is of de hogere gistingsproductie opweegt tegen de extra kosten van deze grotere voorbezinktanks (onder andere hogere kosten voor ventilatie en luchtbehandeling). Teneinde deze vraag te kunnen beantwoorden zijn in tabel I twee varianten onderling vergeleken.

Uitgaande van een bij variant 2 optredende meeropbrengst aan gistingsgas van 42.000 m³/jaar à f 0,30/m³ (f 13.000,—/jaar) is het volstrekt duidelijk dat toepassing van voorbezinktanks met korte verblijftijd de voorkeur verdient.

De voorbezinktanks zijn als volgt gedimensioneerd:

capaciteit	: 12.800 m³/h
opp. belasting	: max. 4 m³/(m² · h)
oppervlakte	: 3.200 m²
verblijftijd	: min, 0,5 h
kandiepte	: 2 m
mesbelasting	: 35 m³/(m · h)
aantal tanks	: 4
Afmetingen per tank:	
lengte	: 50 m
breedte	: 16 m (2 x 8 m)
diepte	: 2 m
oppervlakte	: 800 m²

Elke tank is voorzien van een hydraulische scheidingswand.
Ten aanzien van de zandverwijdering is gekozen voor zandverwijdering in de sliblijn. Hiertoe wordt het slib vanuit de slibgoten

met behulp van de primair-slibpompen, via de zandcyclonen naar de primair-slibindikker gepompt. In verband met optimale werking van deze ontzanding en ter voorkoming van stankoverlast wordt het bezonken primair slib zo snel mogelijk en zo gelijkmatig mogelijk (en daardoor weinig geconcentreerd) uit de tank gepompt.

Teneinde deze gelijkmatige aanvoer te waarborgen zijn voor zowel de langsruiiming als de dwarsruiiming kettingruiimers toegepast.

Het rendement van de voorbezinktanks is als volgt:

	dwa	rwa
primair-slib-verwijdering	95% 11.495 kg/d	85% 10.285 kg/d
BZV ₅ -verwijdering	24,7% 4.023 kg/d	22% 3.600 kg/d
N(Kj)-verwijdering	8,2% 253 kg/d	7,3% 226 kg/d

Het verdeelwerk II

Het voorbezonken water wordt verdeeld over de twee beluchtingstanks. Tevens zijn kortsluitingsmogelijkheden aangebracht. Het verdeelwerk II is afgedekt. De afgezogen lucht wordt naar het luchtbehandelings-systeem gevoerd.

De contacttanks

Ter voorkoming van de vorming van licht slib zijn contacttanks geprojecteerd. In deze contacttanks worden het voorbezonken water en de retourslibstroom met elkaar gemengd, zodat een hoge vlokbehandeling ontstaat. Zowel de influentstroom als de retourslibstroom kunnen zowel geheel als gedeeltelijk om de contacttanks heen worden gevoerd, zodat de vlokbelading binnen ruime grenzen instelbaar is.
Uitgangspunt voor de dimensionering van de contacttanks is een verblijftijd van 10 minuten bij dwa.
De menging geschiedt met behulp van bellenbeluchting. De luchttoevoer bedraagt 2.000 m³/h. Hiertoe zijn twee compressoren à 1.000 m³/h opgesteld.

Dimensionering

dwa	: 5.200 m³/h
retourslib	: 3.840 m³/h
totaal	: 9.040 m³/h
inhoud	: 1.500 m³
aantal tanks	: 2
inhoud elk	: 750 m³

De beluchtingstanks

Maatgevend voor de dimensionering van de beluchtingstanks is de eis dat in de zomerperiode ten minste 75% van de aangevoerde stikstof wordt genitrificeerd. Teneinde aan deze eis te voldoen zijn de beluchtingstanks ontworpen op een stikstof-slibbelasting van 0,035 kg N/(kg d.s. dag). Deze waarde is gebaseerd op de resultaten van de inventarisatie van bedrijfsgegevens van een groot aantal Nederlandse zuiveringsinrichtingen.

Dimensionering

toevoer BZV ₅	: 12.275 kg/d
N(Kj)	: 2.846 kg/d
N(Kj)-slibbelasting	: 0,035 kg/(kg d.s. d)
BZV ₅ -slibbelasting	: 0,15 kg/(kg d.s. d)
slibgehalte	: 3 kg/m³
benodigd volume	: 27.500 m³
inhoud contacttanks	: 1.500 m³
geïnstalleerd beluchtingstankvolume	: 26.000 m³
aantal tanks	: 2
volume per tank	: 13.000 m³
diepte	: 4 m

De beluchtingstanks zijn uitgevoerd als omloopreactor met puntbeluchters, waardoor de kosten van afdekking en luchtbehandeling sterk worden beperkt.

De beluchting

Bij het bepalen van de te installeren beluchtingscapaciteit zijn de volgende aspecten van belang:

- 75% stikstofoxydatie in de zomer
 - verminderd beluchtingsrendement door optredende zuurstofuitputting in overdekte beluchtingstanks (afhankelijk van het ventilatie-debiet).
- Op beide aspecten wordt ingegaan.

Stikstofoxydatie

Hoewel slechts 75% stikstofoxydatie wordt geëist is de hoeveelheid actief slib zodanig groot dat bij afvalwatertemperaturen boven 15 °C volledige nitrificatie kan worden verkregen. Mede ter beperking van de heffing op restvervuiling is de beluchtingscapaciteit dan ook gedimensioneerd op volledige nitrificatie.
De benodigde beluchtingscapaciteit bedraagt 1.513 kg O₂/h.
Tijdens de winterperiode is de slibaangroei zodanig hoog dat de voor nitrificatie vereiste minimale slibleeftijd niet wordt bereikt.

De beluchtingscapaciteit voor de winterperiode bedraagt 759 kg O₂/h (standaard-condities).

Invloed van de afdekking op het beluchterrendement

Ter beperking van geuremissie en kiem-verspreiding zijn de beluchtingscircuits volledig afgedekt.

Een belangrijk aspect van beluchting in volledig afgedekte beluchtingstanks is een vermindering van het beluchtingsrendement ten gevolge van optredende zuurstofuitputting. Indien geen ventilatie zou worden toegepast zou het rendement tot nul dalen. Bij zeer hoge ventilatiedebieten zal het rendementsverlies van de beluchters laag zijn, doch de kosten van ventilatie (energie) en luchtbehandeling worden aanzienlijk verhoogd.

Teneinde het meest gunstige ventilatiedebiet te bepalen is een optimalisatieberekening uitgevoerd; de resultaten van deze optimalisatieberekening zijn samengevat in onderstaande grafiek, waarin als energie-verbruik van de beluchters is vermeld het meerverbruik ten opzichte van beluchting bij onbeperkte ventilatie.

Het optimale ventilatiedebiet bedraagt 45.000 à 60.000 m³/h.

In verband met de invloed van een verhoogd CO₂-gehalte in de ventilatielucht (CO₂ afkomstig van het biologisch proces) op het beluchtingsrendement is een ventilatiedebiet van 60.000 m³/h aangehouden. Bij een ventilatiedebiet van 60.000 m³/h treedt ten gevolge van de genoemde zuurstof-uitputting het volgende rendementsverlies op:

's zomers gemiddeld	: 11,1%
maximaal	: 14%
's winters gemiddeld	: 3%
maximaal	: 5%

Rekening houdend met maximaal 14% rendementsverlies bedraagt de benodigde beluchtingscapaciteit 1.760 kg O₂/h:

Geïnstalleerd zijn: aantal beluchters 8
capaciteit elk 220 kg O₂/h

De beluchters zijn voorzien van tweetoeren-aandrijvingen. De schakeling hoog/laag-toeren wordt automatisch gestuurd door middel van in de beluchtingstanks opgestelde zuurstofelektroden.

Het verdeelwerk III

Het actief-slibmengsel van de twee beluchtingstanks wordt verdeeld over de zes nabezinktanks.

Tevens zijn kortsluitmogelijkheden aanwezig.

De nabezinktanks

Aan het effluent van de nabezinking is de eis gesteld dat het gemiddelde gehalte aan bezinkbare bestanddelen niet meer mag bedragen dan 0,3 ml/l en dat geen enkel monster meer dan 0,5 ml/l mag bevatten. Uitgaande van een slibgehalte van 3,0 g/l en een slibvolume-index van 150 ml/g bedraagt het slibvolume bij dwa 450/ml/l. In de evenwichtssituatie bij rwa (30% slib-buffering in de nabezinktanks) bedraagt het slibvolume in de aëratietanks 0,7 x 450 = 315 ml/l.

De toelaatbare oppervlaktebelasting bij dit slibvolume bedraagt 0,97 m³/(m² · h).

Oppervlakte	: 13.196 m ²
Aantal tanks	: 6
Afmetingen elk	: diam. 52,9 m, diepte 2 m

De tanks hebben geen drijfllaagafvoer-voorzieningen en zijn voorzien van enkelzijdige overstortgoten.

De retourslibvijzels

Uitgegaan is van een slibvolume-index van 150 ml/g.

De maximum retourslibcapaciteit bedraagt hierbij 0,6 x rwa.

Per nabezinktank is een retourslibvijzel opgesteld; hierdoor wordt bereikt dat aan elke bezinktank een gelijke hoeveelheid retourslib wordt onttrokken.

Geïnstalleerd zijn:
6 vijzels à 640/1.280 m³/h.

De hoeveelheidsmeting

Vanuit de nabezinktank stroomt het effluent via een verzamelleiding naar de debietmeting. De geloosde hoeveelheid wordt continu geregistreerd en gesommeerd. Het verkregen signaal wordt gebruikt voor de sturing van de retourslibvijzels.

De effluentlozing

Het effluent wordt via een hevel naar de lozingsconstructie gevoerd.

Slibbehandeling

Capaciteit

Het in het zuiveringsproces afgescheiden primair slib en surplusslib wordt na indikking naar de slibgistingstanks gevoerd. Het uit-gegiste slib wordt na indikking met behulp van zeeffbandpersen ontwaterd. De capaciteit van de slibbehandeling bedraagt ca. 22.000 kg d.s./d (wintersituatie). De slibbehandeling omvat de volgende onderdelen.

Zandverwijdering

Het in het primair slib aanwezige zand wordt met behulp van twee zandcyclonen afgescheiden.

Na elke zandcycloon is een zandwasser aangebracht waarmee de met het zand meegevoerde organische verontreinigingen worden verwijderd.

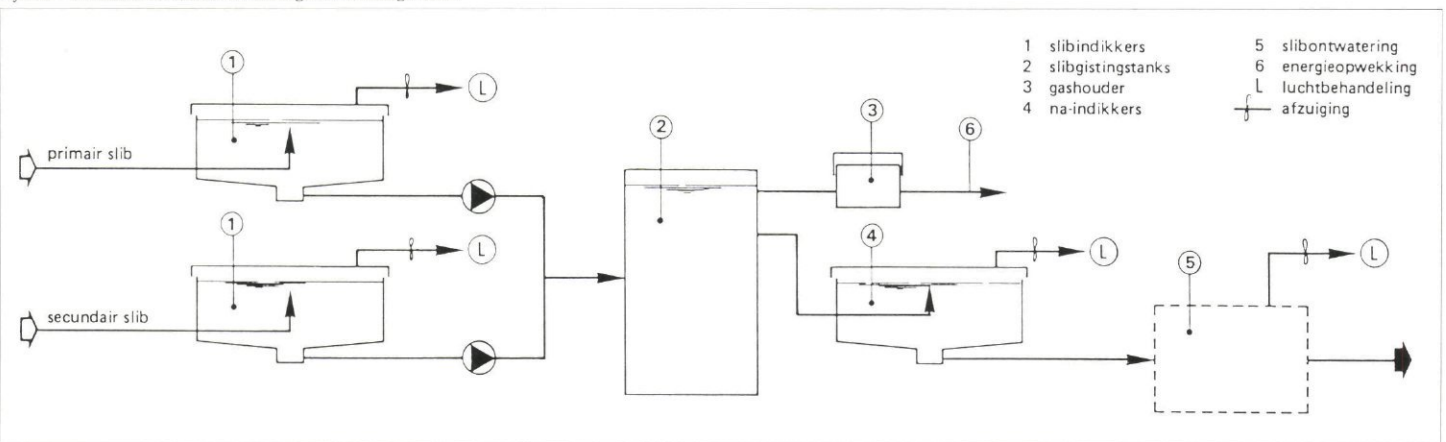
Het gereinigde zand wordt in containers opgevangen.

Dimensionering

aantal cyclonen	: 2
capaciteit elk	: 60 m ³ /h
uitlaatopening	: 50 mm

De ruimte waarin de cyclonen, zandwassers en containers zijn geplaatst wordt geventileerd. De ventilatielucht wordt naar het luchtbehandelingssysteem gevoerd.

Afb. 3 - Processchema slibverwerking rwzi Kralingseveer.



De primair-slibindikker

Het van de zandcyclonen afkomstige primair slib wordt naar de indikker gevoerd.

Dimensionering

toevoer	: 11.500 kg d.s./d
d.s.-belasting	: 60 kg/(m ² · d)
afmetingen	: diameter 16 m diepte 3 m

Uitgaande van indikking tot 7% d.s. bedraagt het volume aan ingedikt primair slib 164 m³/d. Dit slib wordt met behulp van een traploos regelbare verdringerpomp, capaciteit 8-16 m³/h (+ reservepomp) naar de slibgistingstanks gevoerd.

De secundair-slibindikker

Het van de biologische trap afkomstige surplusslib wordt naar de indikker voor secundair slib gevoerd.

Dimensionering

toevoer	: 10.350 kg d.s./d
d.s.-belasting	: 25 kg/(m ² · d)
afmetingen	: diameter 23 m diepte 3 m

Uitgaande van indikking tot 3% d.s. bedraagt het volume aan ingedikt slib 345 m³/d. Voor transport naar de slibgistingstanks is een traploos regelbare verdringerpomp, capaciteit 8-16 m³/h geïnstalleerd. Zowel de primair-slibindikker als de secundair-slibindikers zijn afgedekt. De ventilatielucht wordt naar de luchtbehandelingsinstallatie gevoerd.

De slibgistingstanks

Bij de dimensionering van de slibgistingstanks is uitgegaan van een verblijftijd van het slib van 20 dagen. Bij een slibaanvoer van 509 m³/d bedraagt het volume van de gistingruimte 5.100 m³.

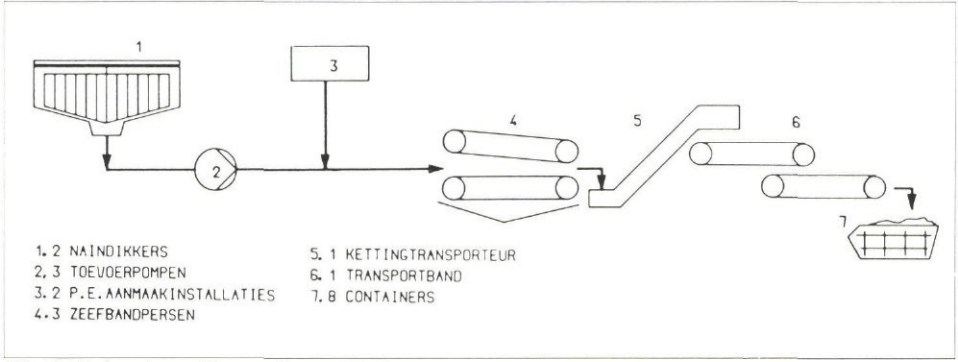
Aantal tanks	: 2
afmetingen elk	: diameter 19 m hoogte 18 m

Om het gistingproces optimaal te laten verlopen en de vorming van drijfslagen tegen te gaan wordt de tankinhoud intensief gemengd met behulp van een gasinblaas-systeem. De geïnstalleerde gasinblaas-capaciteit is 2 m³/(m² · h).

Uitgaande van een gistinggasproductie van minimaal 300 l/kg organische stoftoevoer, 67% organische stof in het primair slib en 80% organische stof in het surplusslib, bedraagt de gasproductie ca. 4.800 m³/d.

De gashouder

Ten behoeve van een gelijkmatige toevoer van gistingsgas naar de gasmotoren en het kunnen opvangen van pieken in de gas-



Afb. 4 - Processchema slibverwerking rwzi Kralingseveer.

productie is een gashouder van 700 m³ inhoud aanwezig.

De gaszuivering

Teneinde te voorkomen dat het gistingsgas een voor de gasmotoren te hoog gehalte aan H₂S bevat, wordt FeCl₃ (41%) aan het te vergisten slib toegevoegd.

Verbruik	: max. 600 l/d
Voorraadtank	: 20 m ³
Dosering	: 2 pompen à 0-200 l/h (waarvan 1 reserve)

De dosering vindt plaats als de gasinblazing in bedrijf is (gerekend is op 4 h/dag).

De na-indikers

Het uitgestist slib wordt in de na-indikker ingedikt. Als dimensioneringsgrondslag is gekozen voor 4 dagen verblijftijd, waardoor tevens bufferruimte voor het tijdens het weekend geproduceerde slib aanwezig is.

Dimensionering

slibaanvoer	: 502 m ³ /d
verblijftijd	: 4 dagen
afmetingen elk	: diameter 21 m kantdiepte 3 m

Het naar de indikers gevoerde uitgestiste slib bevat 2,9% droge stof. Na indikking bevat het slib naar verwachting 5% droge stof. De na-indikers zijn afgedekt. De ventilatielucht wordt naar het luchtbehandelings-systeem afgevoerd.

Slibontwatering

Capaciteit
Het ingedikte uitgestiste slib wordt met behulp van polymeren geconditioneerd en in bandpersen ontwaterd.

De ontwateringsapparatuur is gedimensioneerd uitgaande van een 40-urige werkweek.

Uitgestist slib	: volume 293 m ³ /d à 5% d.s. 14.671 kg d.s./d
-----------------	--

Slibconditionering

De aanmaakvoorraadtanks voor de poly-

meerdoseerapparatuur zijn in verband met een zo groot mogelijke bedrijfszekerheid opgezet in twee afzonderlijke units. Per zeefbandpers is een polymerdoseerpomp voorzien. De polymeren worden vlak voor de persen met het te ontwateren slib gemengd. Afhankelijk van de aanmaak-concentratie bedraagt de verblijftijd in de aanmaak- en voorraadtank 1,4-2,1 uur. Uitgegaan is van een polymerdosering van max. 9 gram/kg slib droge stof. Gemiddeld verbruik 4,5 kg/kg slib d.s. De mogelijkheid van dosering van vloeibare polymeren is voorzien. Hiertoe is een voorraadtank van 6 m³ geprojecteerd, voorzien van 2 doseerpompen à 0-100 l/h (waarvan 1 reserve).

Doseercapaciteit	: 6-18 m ³ /h
Aantal	: 3
Capaciteit elk	: 2-6 m ³ /h

De zeefbandpersen

Voor het aantal benodigde bandpersen is uitgegaan van een bandbreedte van de pers van ca. 2,5 m. De maximale toelaatbare capaciteit van deze pers is dan 20 m³/h.

Slibaanvoer	: 293 m ³ /d 2.051 m ³ /week bij 40-urige werkweek: 51 m ³ /h
-------------	---

Aantal zeefbandpersen	: 3
-----------------------	-----

Per pers is een slibtoevoerpomp geïnstalleerd welke tevens gebruikt kan worden om ingedikt slib terug te pompen in de slibgistingstanks.

Het droge-stofgehalte van het ontwaterde slib zal ca. 20% bedragen.

Stortgewicht	: 800 kg/m ³
--------------	-------------------------

Slibafvoer

Het ontwaterde slib wordt in containers opgevangen en vervolgens afgevoerd naar een terrein aan de Hartelmond te Rotterdam. De opgestelde containers kunnen het slib-volume van één werkdag bufferen. Er zijn acht containers à 15 m³ aanwezig.

• Slot op pagina 233