

## SUMMARY

### Experiences with dairy waste water plants

Dairy factories in Holland are handling 6.6 million tons of milk per year and are discharging 0.9 million inhabitant equivalents (1 i.e. = 54 g BOD<sub>5</sub>). After discussing pros and cons of a waste water treatment system managed by the factories instead of the local authorities, a description is given of several oxidation ditches. The BOD-removal usually is over 99 % and the amount of excess sludge is small. Although the plants (capacity up to 12.000 i.e.) are soundly built, the construction costs are 50 % or less compared to the construction costs of many municipal sewage works.

# Ervaringen met zuiveringsinstallaties bij de zuivelindustrie

## Inleiding

De verontreiniging van de Nederlandse oppervlaktewateren wordt voor een belangrijk gedeelte veroorzaakt door voedingsmiddelen-industrieën waaronder de zuivelindustrie een belangrijke plaats inneemt. Door toepassing van afvalwatercoëfficiënten en gemiddeld geldende correctiefactoren kan de totale vervuiling van de zuivelindustrie worden geschat op 0.9 miljoen inwoner-ekwivalenten à 54 g BOD<sub>5</sub>.

Het ligt voor de hand dat het oppervlaktewater in de directe omgeving van veel zuivelbedrijven ernstig verontreinigd is. Nu van overheidswege in toenemende mate de strijd tegen de waterverontreiniging wordt aangebonden, hebben verschillende grote bedrijven besloten om tot de bouw van een zuiveringsinstallatie over te gaan.

## Wel of niet zuiveren in eigen beheer

De vraag of zuivelbedrijven hun afvalwater in eigen beheer mochten zuiveren dan wel dienen aan te sluiten op een zuiveringsstelsel in groter verband, kan niet altijd op de zelfde wijze worden beantwoord. Belangrijke punten van overweging kunnen zijn:

1. de investeringskosten en de jaarlijkse kosten van een eigen zuiveringsinstallatie in vergelijking tot de zuiveringslasten die door de waterbeheerder worden opgelegd. Momenteel variëren de zuiveringslasten afhankelijk van de plaats van vestiging van nihil tot meer dan f 5,— per i.e. per jaar. Wanneer de lasten op dit niveau zouden blijven is de exploitatie van een eigen zuiveringsinstallatie onvoordelig en kunnen de bedrijven hun afvalwater goedkoper door overheidsinstanties laten behandelen. Voor de naaste toekomst worden echter zuiveringslasten van f 10,— tot f 15,— per i.e. per jaar verwacht. De exploitatie van een eigen installatie is dan wel voordelig. Het is voor een bedrijf niet mogelijk om het meest gunstige moment af te wachten, want zodra een waterbeheerder inves-

teringen voor zuiveringsmaatregelen ten behoeve van een bedrijf doet, is dat bedrijf verplicht om minstens de kapitaalslasten daarvan te dragen.

Niet alle bedrijven hebben de keuze tussen de alternatieven „zelf zuiveren” en „laten zuiveren”. Soms worden zuiveringsmaatregelen dwingend door de waterbeheerder voorgeschreven. Bij de hier bedoelde keuze spelen kostenoverwegingen dan geen rol meer.

2. de mogelijkheid tot het lozen van effluent. Hoewel de BOD<sub>5</sub> van gezuiverd zuivelafvalwater vaak minder dan 20 mg/l bedraagt, bestaat toch gevaar voor secundaire waterverontreiniging wanneer onvoldoende verdunning optreedt in het ontvangende oppervlaktewater.

3. de instelling van directie en personeel van het bedrijf betreffende de noodzakelijkheid van het nemen van zuiveringsmaatregelen. Voorwaarde voor het zuiveren in eigen beheer is dat niet alleen de zuiveringsinstallatie goed wordt beheerd, maar ook dat zorg wordt besteed aan een correcte gang van zaken binnen het bedrijf.

4. de toekomst van het bedrijf. Speciaal in de zuivelindustrie komen de laatste jaren veel bedrijfsconcentraties en bedrijfssluitingen voor. In de coöperatieve sector nam sinds 1940 het aantal verenigingen met 45 % en het aantal bedrijven met 34 % af. Hoewel deze ontwikkelingen doorgaans niet op lange termijn zijn te voorzien, moet met redelijke mate van zekerheid aangenomen kunnen worden dat het bedrijf in de toekomst zal blijven bestaan.

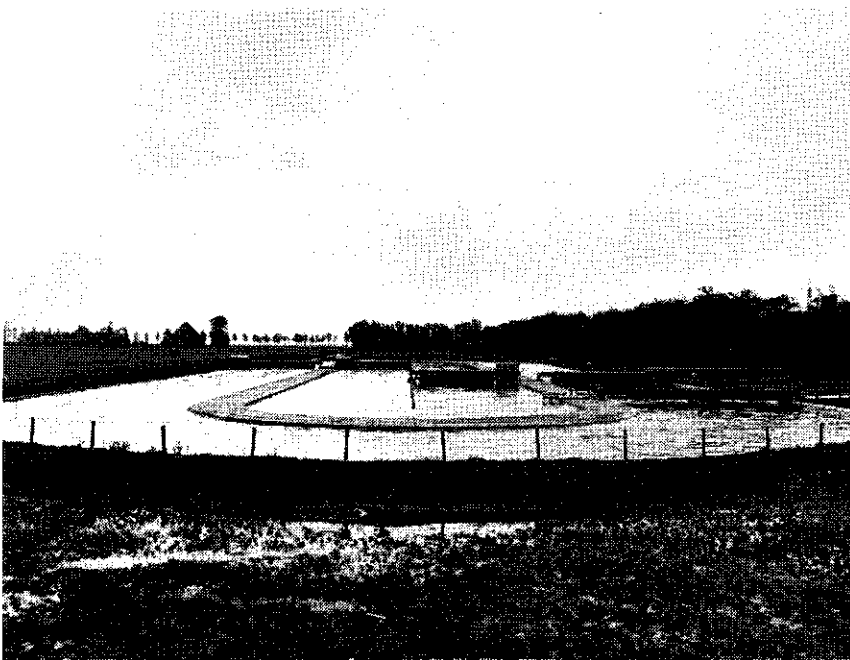
Na overweging van genoemde punten blijkt dat het voor veel bedrijven aantrekkelijk is om het afvalwater in eigen beheer te gaan zuiveren. De meeste van deze bedrijven zijn gelegen in gebieden waar de waterbeheerder een „actief” zuiveringsbeleid voert. Er zijn echter ook bedrijven waar zuiveringsinstallaties zijn gebouwd of gebouwd zullen worden die zijn gelegen in gebieden met een „passief” zuiveringsbeheer.

## Keuze van het type zuiveringsinstallatie

Een particuliere zuiveringsinstallatie dient behalve bedrijfszeker ook eenvoudig van opzet te zijn. Daarom is in het verleden steeds gekozen voor de oxydatiesloot. Momenteel wordt ook een variant toegepast. De oxydatiesloot heeft naast veel voordelen het nadeel dat veel grondoppervlakte nodig is. Met de introductie van verticale puntbeluchters is het mogelijk geworden om een veel grotere waterdiepte toe te passen zodat de oppervlakte kleiner kan worden. De grondslagen van de oxydatiesloot blijven echter gehandhaafd.

Met de zuivering van zuivelafvalwater is gedurende enkele jaren ervaring opgedaan in twee proefoxydatiesloten (inhoud 25 m<sup>3</sup>). Daarbij is gebleken dat periodieke stootgewijze overbelastingen weinig invloed hebben op de slibkwaliteit. De stootbelastingen werden wekelijks toegediend in de vorm van melk of melkproducten met een vervuilingkracht die enkele keren groter was dan de normale dagelijkse belasting. Deze constatering is van belang omdat in elke fabriek wel eens ongelukjes en ook wel gewone werkzaamheden voorkomen waarbij gedurende korte tijd sterk verontreinigd afvalwater wordt geloosd.

Naast de grote mate van ongevoeligheid voor stootbelasting is het een voordeel dat het spuislib goed is gestabiliseerd. Omdat zuivel afvalwater bovendien praktisch geen primair slib bevat kan de slibhuishouding eenvoudig zijn. De afwezigheid van pathogene kiemen maakt het mogelijk dat het spuislib in ingedikte maar nog vloeibare vorm kan worden afgevoerd en aangewend als landbouwmeststof. De slibaanwas bedraagt ca. 30 % van de verwijderde BOD<sub>5</sub>. In buitenlandse literatuur wordt wel beweerd dat bij normale belasting in oxydatiesloten voor de zuivering van zuivelafvalwater geen slib aanwas plaats heeft. Deze bewering is in strijd met Nederlandse ervaringen, tenzij wordt geaccepteerd dat het slib met het effluent wordt afgevoerd, ofwel dat onjuist wordt bemonsterd.



Afb. 1 - De oxydatiesloot bij „Aurora” te Opmeer, bestaande uit 2 volledig gescheiden circuits met een gezamenlijke capaciteit van bijna 10.000 i.e.

#### Dimensioneringsgrondslagen

Bedrijven die hun koelwater afzonderlijk lozen en zich verder enige beperking opleggen met betrekking tot het waterverbruik, lozen afvalwater met concentraties ver boven 1000 mg/l. De BOD-slibbelasting is daarom een betrouwbaarder dimensioneringsgrondslag dan de verblijftijd. Aanvankelijk werd per m<sup>3</sup> beluchtingsruimte gerekend met 5 i.e. à 35 g BOD<sub>5</sub>, later met 3 i.e. à 54 g BOD<sub>5</sub> en tegenwoordig met 200 g BOD<sub>5</sub> per dag. Bij een minimaal te handhaven slibconcentratie van 4 g/l bedraagt de BOD-slibbelasting dus 50 g BOD<sub>5</sub> per kg slib per dag. In de praktijk is de slibbelasting vaak lager omdat het slibgehalte meestal hoger is, soms zelfs 8 g/l of meer.

De beluchtingscapaciteit is gebaseerd op een per etmaal gemiddelde OC-load verhouding van 2 en een zuurstofinbrengend vermogen van 2 kg/uur per m borstel. Deze wijze van berekening impliceert dat ook in de ongunstigste perioden het zuurstofaanbod de zuurstofbehoefte kan overtreffen.

Bij de hierna beschreven installaties is de nabezinkinrichting opgebouwd uit door TNO ontwikkelde geprefabriceerde betonelementen. Deze elementen vormen met elkaar een aantal onderling verbonden Dortmundtanks die in de lengterichting worden doorstroomd. Elk element heeft een bezinkruimte van 2,2 m<sup>3</sup> en een slibzak van 1,7 m<sup>3</sup>. Uit de slibzak wordt het slib onder hydrostatische druk naar een goot geleid van waaruit het met een vijzel wordt teruggevoerd naar de beluchtingsruimte. Deze TNO-elementen hebben bij huishoudelijke oxydatiesloten niet in alle opzichten voldaan, voornamelijk omdat de

slibleidingen gemakkelijk verstopt raakten door grove verontreinigingen. Bij oxydatiesloten voor zuivelafvalwater voldoen deze elementen wel goed omdat grove verontreinigingen praktisch niet voorkomen.

De elementen hebben zodanige afmetingen dat, met verwaarlozing van slibzakken en retourslib, bij een verblijftijd van 60 minuten een oppervlaktebelasting van ca. 0,7 m/h ontstaat. Omdat de slibindex van zuivelafvalwaterslib hoger is dan van huishoudelijk slib, wordt meestal een wat langere verblijftijd en dus ook een lagere oppervlaktebelasting gekozen.

#### De oxydatiesloot bij „Aurora” te Opmeer

De coöperatieve zuivelfabriek „Aurora” te Opmeer behoort tot de zeer grote bedrijven op zuivelgebied. Jaarlijks wordt meer dan 80 miljoen kg melk aangevoerd en verwerkt tot boter, kaas, poeder en consumptiemelkartikelen.

De door „Aurora” veroorzaakte waterverontreiniging begon reeds in 1930 historie te maken toen de Gezondheids-

commissie te Hoorn bij het „Ambacht van West-Friesland genaamd De Vier Noorder Koggen” een aanklacht indiende over de vervuiling van het water in de Ringvaart tussen Opmeer en Spanbroek. Sindsdien hebben zich talrijke commissies, instanties en belangengroeperingen bezig gehouden met het probleem zonder tot een oplossing te komen. Het zou interessant zijn om de hele geschiedenis te behandelen, maar volstaan wordt met de mededeling dat tussen 1930 en 1955 door 24 verschillende instanties en groeperingen 58 min of meer officiële stappen zijn ondernomen zoals het beleggen van vergaderingen, het verrichten van studies en het uitbrengen van rapporten. Uiteindelijk werd in 1963 besloten om tot de bouw van een oxydatiesloot over te gaan.

In tabel I is de afvalwaterproductie van „Aurora” vermeld. In mei 1964 werden 14.300 inwoner-ekwivalenten à 54 g BOD<sub>5</sub> geloosd. Door modernisering van de fabriek en door het nemen van interne saneringsmaatregelen kon het inwoner-ekwivalentiegetal ondanks een stijgende melkaanvoer worden teruggedrongen tot ruim 9.000 in april 1967.

Omdat met de bouw van de oxydatiesloot niet op de resultaten van saneringsmaatregelen kon worden gewacht werd besloten om eerst een installatie te bouwen voor de zuivering van een gedeelte van het afvalwater. Deze eerste fase kwam in april 1965 gereed. Voor het resterende afvalwater werd rond de eerste installatie een tweede gebouwd die in oktober 1966 gereed kwam.

De eerste installatie heeft een lang gerekte vorm omdat het eiland, dat door veel oxydatiesloten wordt gevormd, is gereduceerd tot een eenvoudige tussenwand. Dit bespaart zowel grondoppervlakte als taludbekleding. Omdat daarvoor de bochten zeer scherp zijn geworden, moesten geleidewanden worden geplaatst om een vlotte doorstroming van het water te bevorderen.

Beide installaties hebben een aparte nabezinkinrichting met een gemeenschappelijke retourslibvijzel. In tabel IV zijn de belangrijkste gegevens vermeld. Om een goede vergelijking tussen verschillende installaties mogelijk te maken is steeds gerekend met een belasting van 200 g BOD<sub>5</sub> per m<sup>3</sup> per dag.

TABEL I - Afvalwaterproductie van „Aurora” voor en na interne sanering.

Datum	Melkontvangst ton/dag	Afvalwatervolume m <sup>3</sup> /dag	Inwoner-ekwivalenten 1 i.e. = 54 g BOD <sub>5</sub>
mei 1964	240	446	14.300
april 1967			
maandag	261	295	11.600
dinsdag	262	286	9.200
woensdag	263	239	12.600
donderdag	264	232	8.500
vrijdag	266	248	7.000
zaterdag	265	201	6.200
WEEKgemiddelde	263	250	9.180

TABEL II - Zuiveringsresultaten van de oxydatiesloot bij „Aurora”.

	Influent	Effluent	Reductie
COD mg/l	1.077	40	96 %
BOD <sub>5</sub> mg/l	866	5	99 %
NO <sub>3</sub> mg/l	—	58	
NO <sub>2</sub> mg/l	—	sp.	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	—	sp.	
pH	7,5	7,8	

In tabel II is het gemiddelde vermeld van een groot aantal zuiveringsresultaten die bij steekbemonsteringen sinds het einde van de inwerkperiode zijn gevonden. Het influent is sterk verontreinigd. De meeste waarden liggen tussen 800 en 2500 mg/l BOD<sub>5</sub>. Tijdens het schoonmaken van de poedertoren loopt de concentratie op tot 9.000 mg/l BOD<sub>5</sub>.

De slibkwaliteit in het algemeen is goed. De slibindex schommelt rond 100. De kleur is rood-bruin ten gevolge van het voorkomen van speciale bacteriën (Corynebacteriaceae) die in zuivelafvalwater op de voorgrond treden.

Het zuurstofgehalte in de oxydatiesloot bedraagt tijdens de belastingsperiode 1 - 4 mg/l. Het ligt in de bedoeling om een systeem te ontwikkelen waardoor het mogelijk wordt de zuurstoftoevoer nauwkeurig aan de behoefte aan te passen. Het energieverbruik bedraagt gemiddeld 3.800 kWh per week met minima in de winter van 2.000 en maxima in de zomer van 6.000 kWh per week.

Sinds de ingebruikname van de eerste oxydatiesloot zijn twee keer moeilijkheden voorgekomen met de bezinkbaarheid van het slib. Nog tijdens de inwerkperiode ontstond vermoedelijk ten gevolge van langdurige overbelasting zeer volumineus slib met talrijke draadvormige organismen. Door gedurende enkele weken de belasting drastisch te verlagen verdwenen de draadvormige organismen en werd de bezinkbaarheid weer normaal.

De tweede moeilijkheid trad op tijdens een zeer warme periode in de zomer van 1967. In de voorafgaande weken was getracht door vermindering van de beluchtingscapaciteit te besparen op de energiekosten. Nadat de kleur van het slib donkerder was geworden werd onmiddellijk weer de maximale beluchtingscapaciteit ingeschakeld. Enkele dagen later traden echter bezinkmoeilijkheden op. Het slib had in een bezinkglas een sponsachtig uiterlijk. Van draadvormige bacteriën was echter geen sprake.

Om tot een oplossing van de moeilijkheden te komen werd als volgt geredeneerd. Onder normale omstandigheden treedt nitrificatie op. Tijdens de periode met verminderde beluchting was dat niet mogelijk en is veel ammoniak ontstaan. Na inschakeling van de maximale beluchtingscapaciteit ontstond een overvloedig zuurstofaanbod dat mede onder invloed van de hoge temperatuur aanleiding gaf tot een snelle nitrificatie. In



Afb. 2 - De oxydatiesloot bij „West-Friesland” te Lutfjewinkel. In de scherpe bochten zijn geleideschotten aangebracht. De circuits worden gescheiden door dijken met een kruinbreedte van 2 m. Capaciteit ruim 12.000 i.e.

de nabezinkruimte trad vervolgens een zuurstoftekort op dat weer aanleiding gaf tot een snelle denitrificatie. Het gevolg was dat kleine stikstofgasbelletjes ontstonden die zich hechten aan de slibvlokken en een vlotte bezinking verhinderden. Gebruik makend van de ervaringen van dr. Pasveer werd gedurende enkele uren per dag de beluchting volledig stopgezet zodat denitrificatie in de oxydatiesloot zelf kon plaats vinden. Inderdaad zijn daarmee de moeilijkheden binnen enkele dagen verholpen. De winning van spuislib vindt plaats door het bezonken slib uit de nabezinking rechtstreeks naar een afgedamde sloot te laten lopen. In de damwand is een schuif aangebracht waarover het water dat na enige tijd boven op het slib komt te staan kan worden afgelaten. Ongeveer 2 dagen na het vullen van de sloot kan het bovenstaande water worden afgelaten. Daarna begint het slib te drijven. Inmiddels is dan een concentratie bereikt van 20 - 30 g/l. Per keer kan ca. 50 m<sup>3</sup> ingedikt slib worden afgevoerd. Het is mogelijk door centrifugeren een concentratie van 80 - 85 g/l te bereiken zonder toevoeging van flocculatiemiddelen. Met een experiment op praktijkschaal zijn goede resultaten bereikt. Het centrifugaat behoeft niet hel-

der te zijn omdat het naar de oxydatiesloot kan worden teruggevoerd. De centrifugekosten waren in dit geval echter hoger dan de kosten voor extra slibtransport omdat de centrifugecapaciteit slechts voor een klein gedeelte benut kon worden. Een centrifuge biedt voor slibontwatering op grotere schaal beslist goede mogelijkheden.

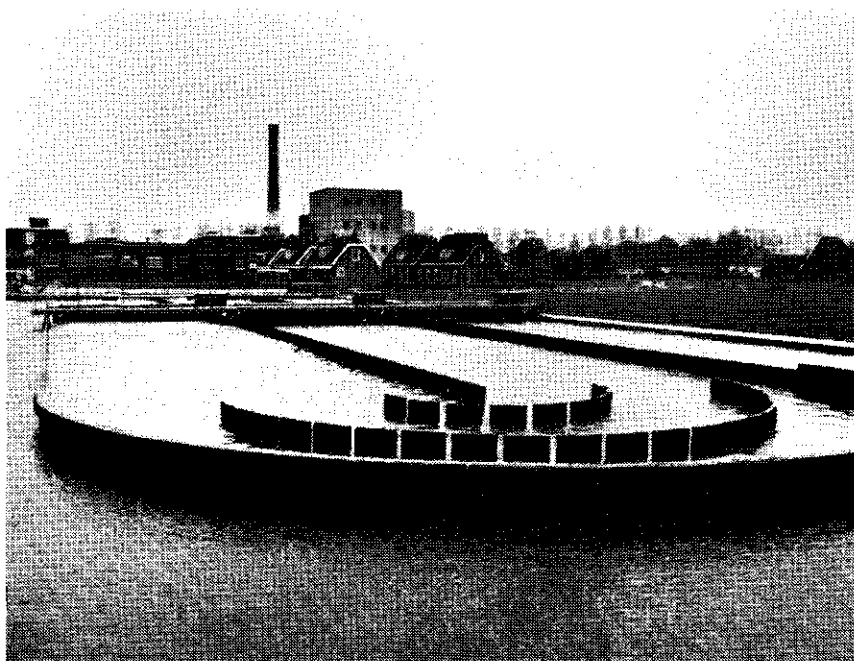
Om een indruk te krijgen van de samenstelling en de bemestingswaarde van zuivelafvalwaterslib is een monster onderzocht waarvan de resultaten in tabel III worden vergeleken met huishoudelijk zuiveringsslib en stalrest.

#### De oxydatiesloten bij „West-Friesland” te Lutfjewinkel en „Neerlandia” te Stomporetoren

De zuivelfabrieken in Lutfjewinkel en Stomporetoren behoren eveneens tot de zeer grote zuivelbedrijven in Nederland. De eerste heeft een inwoner-ekwivalentiegetal van 8.000 - 10.000, de tweede van 6.000 - 8.000 (gebaseerd op 54 gr. BOD<sub>5</sub> per i.e.). In het verleden loosden beide fabrieken het afvalwater op watergangen behorende tot het gebied van het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en West-Friesland. Door hantering van de „Ver-

TABEL III - Samenstelling van zuivelslib, uitgegist huishoudelijk zuiveringsslib en stalrest.

	zuivelslib	stalrest	huishoudelijk zuiveringsslib
droge stof	100 %	100 %	100 %
gloeirest	25 %	37 %	50 %
zuivere N	6,1 %	2,6 %	2,3 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (oplosbaar in mineraal zuur)	5,5 %	1,6 %	1,7 %
CaO (oplosbaar in mineraal zuur)	7,2 %	2,3 %	4,7 %
K <sub>2</sub> O (oplosbaar in water)	nihil	2,1 %	0,3 %



Afb. 3 - De oxydatiesloot bij „Neerlandia” te Stompeteren met een capaciteit van 8.000 i.e. De circuits worden gescheiden door uit perronelementen bestaande keerwanden. In de bochten zijn deze versterkt door een betonnen balk.

ordering bestrijding verontreiniging Schermerboezem c.a.” door het Hoogheemraadschap is zuivering van het bedrijfsafvalwater dwingend voorgeschreven.

Bij beide fabrieken is in 1968 een oxydatiesloot in gebruik genomen. Om de inwerking te bespoedigen zijn de installaties geënt met slib uit de nabij gelegen installatie te Opmeer. Het ligt in de bedoeling om op de installatie te Lutjewinkel de dorpskern aan te sluiten zodra de riolering gereed is. Ook in Stompeteren zal de riolering van de bebouwingskern rondom de fabriek op de oxydatiesloot worden aangesloten.

Omdat de breedte van de beluchtingscircuits begrensd wordt door de maximaal toepasbare lengte van de beluchtingsrotoren moest voor het verkrijgen van voldoende inhoud een zeer lang gekrakte vorm ontstaan. Door de circuits

in U-vorm aan te leggen kon worden voorkomen dat de benodigde oppervlakte-bouwgrond al te onvoordelige afmetingen kreeg.

De circuits in de installatie te Lutjewinkel worden gescheiden door dijken met een kruinbreedte van 2 m. In Stompeteren zijn uit perronstukken bestaande keerwanden gebruikt. Beide installaties zijn uitgerust met een nabezinking bestaande uit TNO-elementen en een slijterugvoervijzel.

Sinds het eind van de inwerkperiode bedraagt de BOD-reductie in Lutjewinkel meer dan 99 %. Van de installatie te Stompeteren zijn nog te weinig analyseresultaten bekend, maar de eerste gegevens duiden eveneens op een uitstekende BOD-reductie.

Beide installaties kunnen in eerste instantie gemakkelijk worden uitgebreid door het waterpeil te verhogen. De

capaciteit van de beluchtingsrotoren is dan nog groot genoeg. Voor een eventuele grotere uitbreiding is terrein in reserve gehouden. In tabel IV zijn de belangrijkste gegevens van de drie installaties vermeld.

#### Financiële aspecten

Bij de voorbereiding tot de bouw van de installaties is gestreefd naar doelmatigheid, soliditeit en lage investeringen. Gesteld mag worden dat deze opzet is geslaagd. In alle gevallen is de waterverontreiniging door de bedrijven opgeheven. De installaties te Lutjewinkel en Stompeteren passen geheel in het door de betreffende waterbeheerder opgestelde saneringsplan. Omdat ook de woonkernen zullen worden aangesloten, zijn daarvoor geen extra zuiveringsmaatregelen nodig.

Alle installaties zijn uitgevoerd in 10 cm dik beton met lichte wapening. Riolerings- en pompkelders zijn ruim gedimensioneerd om voldoende buffercapaciteit te creëren. Voor zover nodig zijn bruggen over de beluchtingscircuits, tegelpaden en afrasteringen aangebracht. Bediening en controle vindt plaats vanaf een centraal gelegen, in een gebouw ondergebracht paneel.

Omdat de beluchtingscapaciteit ruim berekend is en omdat in de bochten geleide schotten zijn aangebracht, is de stroomsnelheid hoger dan noodzakelijk. Teneinde het rendement te verhogen en daardoor het energieverbruik te verlagen zijn op enkele plaatsen remschotten aangebracht.

Er zijn geen slijdroogbedden aangelegd. Wel is voorzien in een mogelijkheid om het surplus-slib in te dikken en tijdelijk op te slaan alvorens het wordt afgevoerd.

In tabel V zijn de investeringskosten weergegeven. De kosten voor grondaankoop zijn buiten beschouwing gebleven om een betere onderlinge vergelijking mogelijk te maken.

Opgemerkt dient te worden dat in Lutjewinkel een zeer grote buffercapaciteit in het riool is gecreëerd. Dit is gedaan

TABEL IV - Belangrijkste gegevens van de beschreven installaties.

	„Aurora” te Opmeer		„West-Friesland” Lutjewinkel	„Neerlandia” Stompeteren
	1e sloot	2e sloot		
<i>Oxydatiesloot</i>				
Ingebruikname	april '65	okt. '66	mei '68	sept. '68
Slootinhoud	m <sup>3</sup> 1025	1640	3300	2160
Waterdiepte	m 1,00	1,00	1,00	1,00
Capaciteit (bij 200 g BOD/m <sup>3</sup> dag) i.e. à 54 g	3800	6100	12300	8000
<i>Beluchtingsrotoren</i>				
Type	hoekijzer	hoekijzer	hoekijzer	hoekijzer
Draaisnelheid	o.p.m. 100	70	80	80
Werkzame lengte	m 2 x 5	2 x 6	4 x 7	3 x 6
Geinstall. vermogen	p.k. 2 x 15	2 x 15	4 x 20	3 x 15
<i>Nabezinking</i>				
Min. verblijfstijd	min. 66	66	97	63
Max. opp. belasting	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h 0,61	0,61	0,51	0,71

om in de periode van hoog energieverbruik in de fabriek en tijdens de zgn. speruren het energieverbruik in de oxydatiesloot te beperken.

Hierdoor zijn de bouwkundige investeringskosten ca. f 10.000,— hoger dan strict noodzakelijk was. Ook de kosten voor elektrische apparatuur zijn hoger dan nodig was omdat het primaire schakel- en controlepaneel in de fabrieksgebouwen moest worden ondergebracht. Het secundaire paneel bevindt zich in een bedieningsgebouw bij de installatie.

Betrouwbare gegevens betreffende de jaarlijkse kosten zijn alleen van de installatie te Opmeer bekend. Deze zijn in tabel VI vermeld.

TABEL VI - Jaarlijkse kosten van de oxydatiesloot te Opmeer.

Afschrijving in 25 jaar	f 11.600,—
Rente 6½ %	„ 9.425,—
Bediening	„ 6.000,—
Onderhoud	„ 1.000,—
Slibafvoer (ca 1500 m <sup>3</sup> /jaar)	„ 3.500,—
Energieverbruik f 0,08 per kWh bruto	„ 16.000,—
<b>totale jaarlijkse kosten</b>	<b>f 47.525,—</b>
Jaarlijkse kosten per i.e. à 54 g	f 4,80

De jaarlijkse kosten per inwoner-ekwivalent zijn berekend door de jaarlijkse kosten te delen door de capaciteit. Een betere uitdrukkingwijze is moeilijk te geven omdat het inwoner-ekwivalentgetal in de verschillende jaargetijden aanzienlijke verschillen vertoont. De jaarlijkse kosten bedragen ruim 16 % van de investeringen.

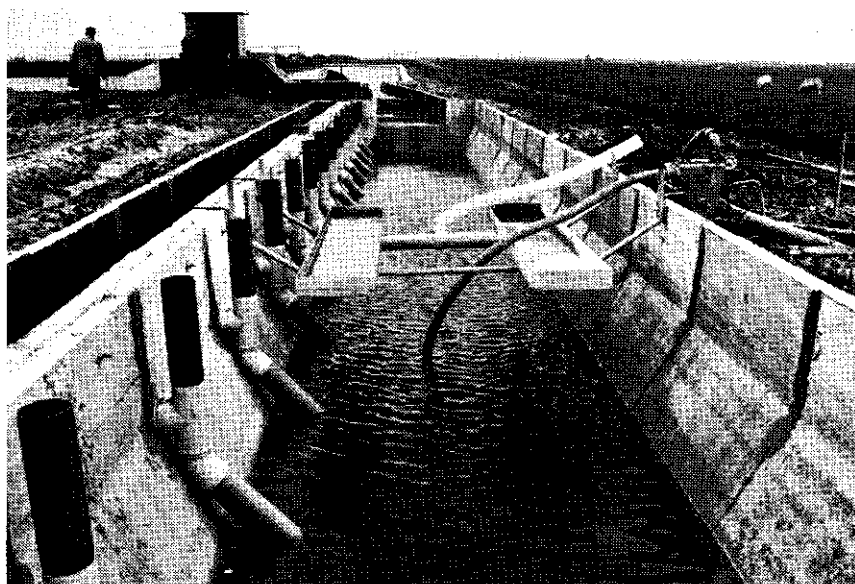
Het energieverbruik bedraagt gemiddeld 22 kWh per i.e. per jaar (totaal verbruik: capaciteit). Dit is iets hoger dan in sommige huishoudelijke oxydatiesloten en wordt voornamelijk veroorzaakt door het feit dat de verblijfstijd in zuiveloxydatiesloten lang is (vaak meer dan een week). Er is dan meer energie nodig voor het in beweging houden van het water.

Wanneer aangenomen mag worden dat de jaarlijkse kosten van de oxydatiesloten te Lutjewinkel en Stompertoren eveneens 16 % van de investering bedragen dan betekent dit dat per jaar per inwoner-ekwivalent resp. f 5,72 en f 5,98 moet worden betaald.

Naar mag worden verwacht zullen de door de waterbeheerders op te leggen zuiveringslasten deze bedragen reeds over enkele jaren overtreffen, om rond 1980 2 à 2½ keer zo hoog te zijn. In het licht van de toekomstige ontwikkeling kan het voor particuliere bedrijven dus zeer aantrekkelijk zijn om een eigen zuiveringsinstallatie te hebben. Alleen wanneer overheidsinstallaties wel en particuliere installaties niet worden gesubsidieerd wordt het verschil minder gunstig. Het moet evenwel redelijk worden geacht dat ook particuliere installaties, mits deze aan normaal te stellen eisen voldoen, voor de zelfde subsidie-

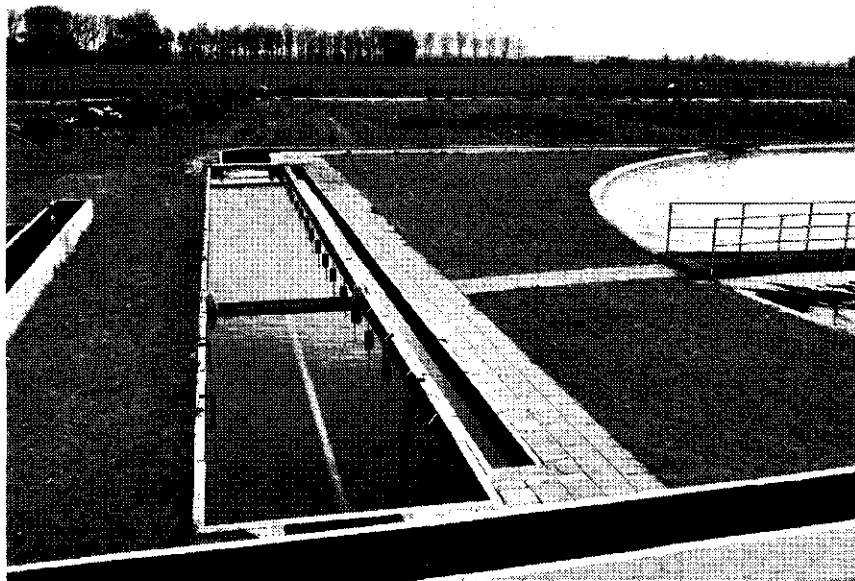
TABEL V - Investeringskosten van de beschreven installaties.

	„Aurora” Opmeer	„West-Friesland” Lutjewinkel	„Necrlandia” Stompertoren
<i>Bouwjaar</i>	1965-1966	1968	1968
<i>Bouwkundig</i> (o.a. aanleg circuits, aan- en afvoerriool, nabezinking, lozingsconstructie, architectenhonorarium)	f 185.000,—	f 314.700,—	f 190.000,—
<i>Mechanisch</i> (o.a. beluchting, pompen, vijzels)	„ 65.000,—	„ 82.800,—	„ 64.000,—
<i>Overige investeringen</i> (o.a. electr. apparatuur, bekabeling, schakelkast, afrastering, verharding, advieskosten, monsterapparatuur)	„ 40.000,—	„ 42.000,—	„ 45.000,—
<i>Totale investering</i>	f 290.000,—	f 439.500,—	f 299.000,—
<i>Investering per i.e. à 54 g</i> (totale investeringscapaciteit)	f 29,29	f 35,73	f 37,37



Afb. 4 - De nabezinkinrichting te Stompertoren kort voor het gereed komen. Uit elke slibzak (niet zichtbaar) wordt het slib afzonderlijk afgevoerd naar de slibgoot (links). De donkere uiteinden van de slibpijpen zijn zodanig gemaakt dat door draaiing het retour-slibdebiet is te regelen. In het midden is de effluent-aflaatconstructie te zien.

Afb. 5 - De nabezinkinrichting in Lutjewinkel in bedrijf. De slibgoot loopt ondergronds door naar de slibvijzel (niet zichtbaar).



regeling in aanmerking komen als overheidsinstallaties. Momenteel zijn verschillende subsidieaanvragen in behandeling waarvan het resultaat door de betreffende bedrijven met spanning wordt afgewacht.

### Slotbeschouwing

Een van de meest opvallende gegevens uit het voorgaande is de lage investering per inwoner-ekwivalent in vergelijking met de veelal gehanteerde richtprijs van rond f 100,— per inwoner. Op enkele punten is weliswaar gebruik gemaakt van gunstige omstandigheden, maar dit verklaart het aanzienlijke prijsverschil slechts ten dele.

Als gunstige omstandigheid kan worden aangemerkt de beperkte maximale uurafvoer. Dit werd echter steeds bereikt door ingrijpende rioleringsvoorzieningen o.a. de aanleg van afzonderlijke riolering voor niet-verontreinigde lozingen. Ondanks de beperkte maximale uurafvoer werden ter wille van de bedrijfszekerheid toch nabezinkinrichtingen gebouwd.

Een andere gunstige omstandigheid is dat geen slibdroogbedden aangelegd behoeften te worden. Er is alleen voorzien in slibindik- en opslagruimte omdat transport van vloeibaar slib goedkoper is dan de aanleg van droogbedden. De hygiënische betrouwbaarheid van zuivelafvalwaterslib is daarbij een gunstige bijkomstigheid.

Bouwkundig gezien is er geen essentieel verschil vergeleken met soortgelijke installaties elders. De bedieningsgebouwen konden zeer eenvoudig worden uitgevoerd omdat laboratoriumruimte, sanitaire voorzieningen etc. reeds op het fabrieksterrein aanwezig zijn.

De genoemde gunstige omstandigheden verklaren de vaak optredende prijsverschillen slechts ten dele. Dit doet de vraag rijzen of het economisch gezien niet voordeliger is wanneer zuivelfabrieken de afvalwaterzuivering zelf ter hand nemen in plaats van de in het vooruitzicht gestelde jaarlijkse heffingen van 10 à 15 gulden per inwoner-ekwivalent te betalen. Het voetstoots aangenomen voordeel van combinatie is bij de genoemde kosten moeilijk houdbaar.

Ondanks het financiële voordeel is een eigen zuivering niet altijd uitvoerbaar. De belangrijkste oorzaak daarvan is dat effluent-lozingen op bepaalde waterlopen niet worden toegestaan. Hydraulisch en hygiënisch zijn de bezwaren meestal van ondergeschikt belang, maar biologisch kan een ongewenste toestand ontstaan wanneer het effluent op een watergang wordt geloosd waar onvoldoende verdunning optreedt.

Op grond van het voorgaande lijkt het economisch verantwoord wanneer waterbeheerders met een actieve zuiverings-taak industrieën in meerdere mate dan thans het geval is zouden stimuleren zelf hun afvalwaterzuivering ter hand te nemen. Naast de genoemde financiële



Afb. 6 - De beluchtingsrotoren te Opmeer. In het binnenste circuit zijn 2 rotoren van elk 5 m opgesteld, in het buitenste circuit 2 rotoren van elk 6 m werkzame lengte.



Afb. 7 - Invoerconstructie voor het afvalwater te Opmeer. Op de voorgrond wordt het verdeeld over de binnenste en de buitenste oxydatiesloot. Deze constructie doet tevens dienst als meetvoorziening.

redenen speelt het achterwege blijven van een rioleringsbelasting een belangrijke rol. Ook kunnen bedrijven vaak sneller een zuiveringsinstallatie bouwen omdat zij minder aan investeringsbeperkingen en ambtelijk vooroverleg gebonden zijn dan overheidsinstanties. De specifieke kennis van de afvalwater-eigenschappen in het bedrijf kan ten voordele van een eigen zuivering zijn. Het wetsontwerp betreffende luchtverontreiniging hecht aan soortgelijke facetten grote waarde.

Zeker niet in de laatste plaats moet worden genoemd de factor bedrijfsuitbreiding of zoals in de zuivelindustrie veelvuldig voorkomt bedrijfssluiting. De

risico's van deze ontwikkelingen die inherent zijn aan industriële bedrijvigheid komen bij de exploitatie van particuliere zuiveringsinstallaties niet voor rekening van derden.

Bij een objectieve beoordeling van alle factoren, waarbij de omvang van de industriële vervuiling ten opzichte van die der natuurlijke inwoners niet buiten beschouwing mag blijven, zal in veel gevallen de keuze duidelijk zijn. In twijfelgevallen, waartoe vooral de bedrijven van beperkte omvang of de ongunstig gesitueerde bedrijven behoren, is aansluiting op een riolerings- en zuiveringsstelsel in groter verband de aangewezen weg.