

Grote oxydatiesloten, type „Carrousel” R

1. Inleiding

Dit artikel is een bewerking van een voordracht, die door de eerstvermelde schrijver is gehouden op het Aquatech congres 1969 te Amsterdam. Behalve in de syllabus van de congresstukken zijn deze gegevens nog niet nader gepubliceerd.

Uitgaande van de geschiedenis van het ontstaan van de oxydatiesloot wordt tegen de achtergrond van de ontwikkeling van bouwkosten en energiekosten, een nadere analyse gegeven van de tendens om tot steeds grotere oxydatiesloten te komen.

Bij deze schaalvergroting doet zich de vraag voor of oppervlaktebeluchters, roterende om een verticale as, in oxydatiesloten kunnen worden toegepast en of nieuwe methoden van slibverwerking van invloed zijn op het ontwerp van de oxydatiesloot.

Hierbij komen o.m. de navolgende facetten aan de orde:

- inbreng van zuurstof;
- stroomsnelheid in het circuit;
- inhoud van het circuit;
- produktie van surplusslib;
- verwerking van surplusslib;
- jaarlijkse bedrijfskosten.

2. Ontwikkeling van de oxydatiesloot

Alvorens over te gaan tot het beschouwen van grote oxydatiesloten, lijkt het goed bij het begin van de ontwikkelingsgeschiedenis van de oxydatiesloot te beginnen. De uitgangspunten voor de ontwikkeling van de oxydatiesloot door dr. ir. A. Pasveer zijn:

- aerobe afbraak van het afvalwater;
- zuivering van het afvalwater door middel van actief slib;
- economische bouw van kleine installaties mogelijk maken door vermindering van het aantal te bouwen onderdelen.

Het bleek mogelijk te zijn de voorbezinktank, de actief slib-tank, de nabezinktank en de slibgistingstanks met alle toebehoren te vervangen door één — in de grond gegraven — sloot, mits:

- de zuurstoftoevoer werd verhoogd van de bij actief slib gebruikelijke waarde van ca. 1,5 x de BOD belasting tot 2,5 x de BOD belasting;
- de sloot een inhoud kreeg van 300 liter per 54 gr. BOD/etmaal (één niet voorbezonden inwoner equivalent).

Tot nog toe wordt de zuurstof bij de oxydatiesloot ingebracht door middel van kooiroteren — ontwikkeld door TNO als een modificatie van de Kessener borstels — en wordt ook de voortbeweging van het water in de sloot door de kooiroteren bewerkstelligd. Snelheden van 25-30 cm/sec. blijken voldoende te zijn om het actief slib in suspensie te houden. Door de rotor van tijd tot tijd stil te zetten, bezinkt het slib en kan het bovenstaande — gezuiverde — water worden afgelaten.

Het slib is het meest interessante deel van het proces in de oxydatiesloot. Mede door de aerobe afbraak, blijkt er slechts 30 gram (droge stof) surplus slib per inwoner per dag te worden geproduceerd. (Een traditionele actief slib-installatie levert 85 gr. slib droge stof per inwoner per dag). Bij een slibhoeveelheid van 4 gram/liter is er in de oxydatiesloot per inwoner equivalent 300 l x 4 gr./l = 1200 gr. slib in de

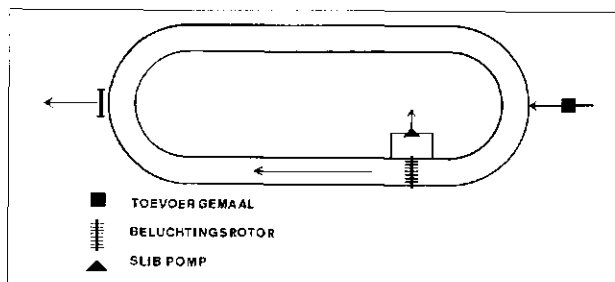
sloot aanwezig. Dat wil zeggen, de gemiddelde slibleeftijd is 1200 gr. : 30 gr./ctm. = 40 etmalen. Deze grote verblijftijd van het slib in aerobe omgeving, leidt tot een gemineraliseerd slib, dat zonder verdere nabehandeling op droogvelden kan worden gedroogd, en geen stank meer veroorzaakt. Het effluent van een oxydatiesloot heeft over het algemeen een zeer lage BOD (1-10 mg/l) en zuiveringspercentages > 98 % zijn als normaal te beschouwen.

Vijftien jaar geleden werd volgens dit principe van dr. ir. A. Pasveer de eerste oxydatiesloot gebouwd, in Voorschoten, voor 360 i.e. (afb. 1). Omdat de sloot ook als nabezinkruimte wordt benut, zijn zowel de beluchting in het circuit als de aflaat van effluent discontinu. Vreest men voor kortsluiting tussen inlaat en aflaat, dan zal ook het inlaten discontinu dienen te geschieden. Dit laatste zal tijdens regenval echter niet mogelijk zijn en leidt tot het lozen van voorbezonden afvalwater bij regen.

Om dit probleem te ondervangen is door dr. ir. A. Pasveer het type „Noordwijk” ontwikkeld (afb. 2), alwaar aan het hoofdcircuit, 2 zijcircuits zijn toegevoegd, die afwisselend als bezinkruimte kunnen dienen.

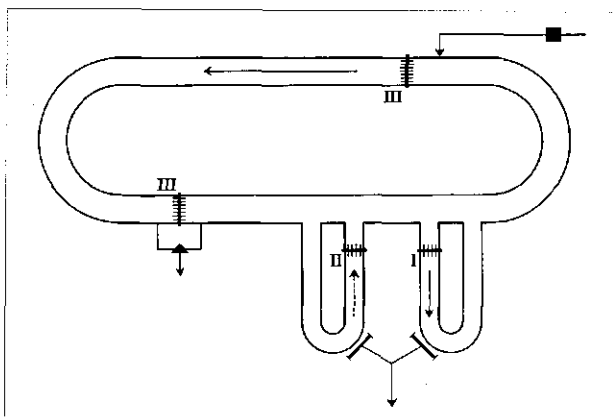
Een andere oplossing is gevonden door een deel van het hoofdcircuit in de lengte in tweeën te delen, en om de beurt een van de 2 benen van dit slootgedeelte als nabezinktank te doen fungeren (afb. 3). Beluchting en inlaat zijn continu en aflaat is vrijwel continu, behoudens tijdens wisselen van bezinkgedeelte. Dit type sloot werd door ons voor het eerst in Berkel gebouwd en staat bekend als type „Berkel”.

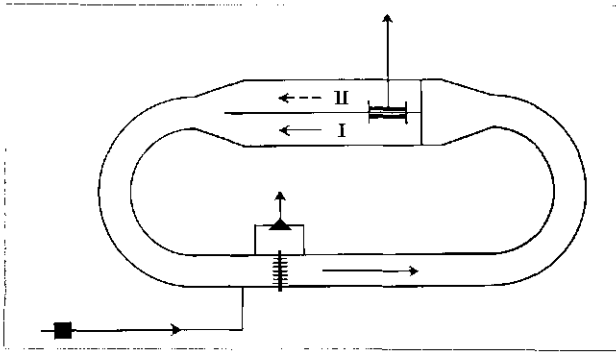
Al spoedig bleek dat het bouwen van een aparte nabezink-



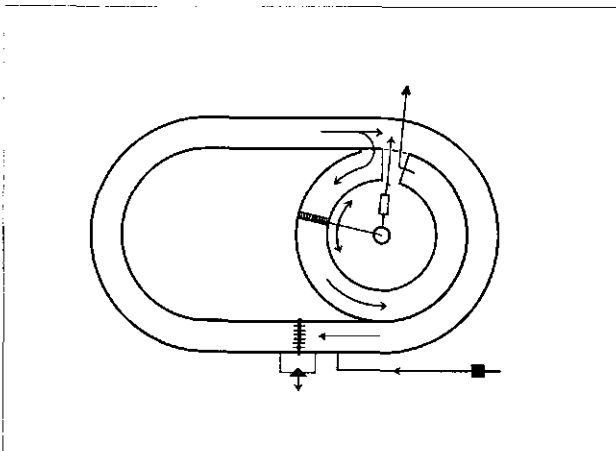
Afb. 1 - Oxydatiesloot type „Voorschoten”.

Afb. 2 - Oxydatiesloot type „Noordwijk”.

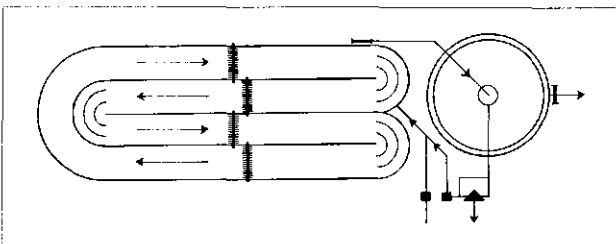




Afb. 3 - Oxydatiesloot type „Berkel”.



Afb. 4 - Oxydatiesloot type „Kettingkast”.



Afb. 5 - Oxydatiesloot type „Scherpenzeel”.

ruimte toch wel voordelen bood. Zo ontstond ondermeer het type „Kettingkast”, een naam die aan de hand van afb. 4 geen nadere toelichting behoeft. De nabezinkruimte — te klein voor een ronde tank — is hier gemaakt als een cirkelvormig kanaal, waaraan één klein stukje van de cirkel ontbreekt. Het in dit kanaal bezonken slib wordt verwijderd door middel van een slibzuiger, die hevelt naar een bemalen slibputje in het midden van het cirkelvormige kanaal. De slibzuiger wordt door middel van een regelklok zodanig gestuurd dat er in het begin van het bezinkcircuit, alwaar het overgrote deel van het slib bezinkt, ook de ruiming van het slib het meest intensief is.

Wordt de oxydatiesloot nog groter, dan wordt het aantrekkelijk om een aparte, meestal ronde, nabezinktank te bouwen. Het beluchtingscircuit heeft dan het oorspronkelijk landelijke slootkarakter verloren en wordt uitgevoerd als een soort slingeroot, met bochten van 180°. Hier weer een plaatsnaam, type „Scherpenzeel” (afb. 5).

Uit de geschetste ontwikkeling blijkt dat de biologische grondslagen van dr. ir. A. Pasveer — per i.e. veel actief slib met extra zuurstoftoevoer in veel ruimte, dus slib met een

grote leeftijd — een zeer goede greep zijn geweest, die de civiel ingenieurs heeft geïnspireerd tot vele uitzonderingsvormen.

Wel is daarbij gebleken dat, bij installaties met een nabezinktank, de inhoud van het beluchtingscircuit kan worden teruggebracht van 300 l/i.e. naar 250 l/i.e., mits de inhoud van de nabezinktank minstens 50 l/i.e. bedraagt.

Een verdere reductie van de inhoud van de beluchtingsruimte gaat ten koste van de mate van mineralisatie van het slib en heeft een verhoging van de productie van surplus-slib ten gevolge. Zo mag men bij een inhoud van 150-200 l/i.e. niet meer verwachten dat het slib goed is gemineraliseerd. Hierdoor is het drogen van het slib op droogbedden niet meer mogelijk. Bovendien moet dan rekening worden gehouden met een surplus-slibproductie van circa 40 gr./i.e., en dus met een vergroting van de slibverwerkingsinstallatie met circa 1/3 van die voor een oxydatiesloot met een inhoud van 250 l/i.e.

3. Economische grens van toepasbaarheid van oxydatiesloten

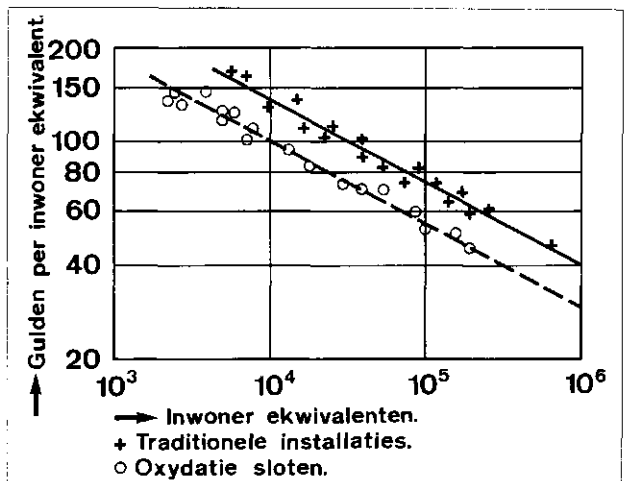
De economische grens van de toepasbaarheid van oxydatiesloten laat zich aan de hand van bouwkosten grafieken (afb. 6) nader uiteenzetten. Deze grafieken, die op dubbel logaritmisch papier zijn uitgezet, geven de bouwkosten per inwoner equivalent van laagbelaste traditionele biologische zuiveringsinstallaties, zowel als die van oxydatiesloten — als functie van de grootte van de installatie.

Het blijkt dat de bouwkosten van een oxydatiesloot ca. 75 % bedragen van de bouwkosten van een laagbelaste traditionele biologische zuiveringsinstallatie.

De jaarlijkse kosten van een zuiveringsinstallatie zijn te splitsen in rente, afschrijving en onderhoud, bediening en energiekosten. Indien de bedieningskosten voor de traditionele installatie en de oxydatiesloot aan elkaar worden gelijkgesteld, moet de post rente, afschrijving en onderhoud over de 25 % verschil in bouwkosten worden vergeleken met de hogere energiepost van de oxydatiesloot (oxydatiesloot: ca. 22 kwh/i.e./jaar versus traditionele installatie ca. 12 kwh/i.e./jaar).

Bij een — hoog aangenomen — energieprijis van f 0,07 per kwh en een — laag aangenomen — post van 10 % van de investeringskosten voor de jaarlijkse kosten voor rente, afschrijving en onderhoud, zijn de extra energiekosten voor 10 kwh/i.e./jaar gelijk te stellen aan de jaarlijkse kosten van f 7,—/i.e. extra investeringskosten. Indien wordt gesteld dat het toepassen van de qua investering goedkope oxydatiesloot alleen interessant is indien de besparing t.g.v. de lagere investering minstens 2 x zo groot is als de extra uitgaven voor

Afb. 6 - Investeringskosten voor zuiveringsinstallaties voor afvalwater (prijsniveau 1970).



de energie, dan ligt de economische grens bij een investeringsverschil van f 14,—/i.e. Dat wil zeggen, dat voor oxydatiesloten die meer dan ca. f 40,—/i.e. aan investeringskosten vergen, de jaarlijkse kosten duidelijk lager zullen zijn dan die van de 1/3 méér kostende traditionele installaties. Volgens afb. 6 ligt de economische grens van de toepasbaarheid van oxydatiesloten, op basis van voornoemde aannamen, thans ongeveer bij 300.000 inwoner equivalenten.

Bij een installatie van 200.000 i.e. is het verschil in bouwkosten minstens f 3.000.000,—. De besparing in jaarlijkse kosten laat zich daarbij becijferen op ca. f 200.000,— d.w.z. op ca. f 1,— per i.e./jaar. Het zal duidelijk zijn dat bij stijgende bouwkosten en vrijwel constant blijvende energieprijzen, deze besparing nog verder kan toenemen en ook de economische grens naar steeds grotere installaties zal verschuiven.

Het is ook gebleken dat een vergelijking — op basis van jaarlijkse kosten — voor een installatie voor 54.000 i.e. tussen een oxydatiesloot en een installatie met hoog belaste oxydatiebedden, ten gunste van de oxydatiesloot is uitgevallen. Het is welhaast onnodig te vermelden, dat het zuiveringsresultaat van de oxydatiesloot veel beter is dan van een installatie met hoog belaste oxydatiebedden.

4. Problemen bij grotere oxydatiesloten

Het verschuiven van het economische breekpunt, naar steeds grotere installaties volgens het principe van de oxydatiesloot, heeft ons als ingenieur uitgedaagd tot het vinden van weer een nieuwe vorm.

Wat is nl. het geval? De maximaal toe te passen slootdiepte is — bij toepassing van kooiroteren — beperkt tot ca. 1,50 m. De voortbeweging van de vloeistof in de sloot, die alleen aangrijpt in de bovenste lagen, geeft problemen met stroming in de diepere lagen van de sloot.

Deze beperking in de diepte leidt bij een installatie voor 50.000 i.e., uitgevoerd als een „Scherpenzeel"-type, tot een „sloot" met een oppervlak van een volwaardig voetbalveld. Bovendien moeten 100 m' kooiroteren voor de zuurstofinbreng en de voortbeweging zorgdragen.

Behalve het grote benodigde oppervlak, gaan ook de totale kosten van de kooiroteren een belangrijke rol spelen. Compleet geleverd en gemonteerd voor 50.000 i.e. moet gerekend worden op een bedrag van ca. f 300.000,—.

Bij het zoeken naar alternatieve beluchtingsapparatuur voor oxydatiesloten kan men de volgende eisen stellen:

- goedkoop in aanschaf per kg ingebrachte zuurstof;
- goede zuurstofinbreng per kwh;
- goede voortstuwing van de vloeistof in een diep „sloot"-circuit.

Als goedkope apparatuur dienen zich de oppervlaktebeluchters aan. Deze zijn echter in eerste instantie ontwikkeld voor actief slib tanks met belastingen van minstens 700 à 1000 gr. BOD/m³.

Plaats men deze beluchters in grotere tanks, dan neemt het rendement van de zuurstofinbreng drastisch af. Het is dus zaak de beluchtingszone van de oxydatiesloot tot een gedeelte van de slootinhoud te beperken. Blijft nog de vraag: „Hoe krijgen we de rest van de sloot in beweging?"

5. Carrousel

Het antwoord op deze vraag is CARROUSEL®. Dit is een naam voor een puur hydraulische oplossing van het gestelde probleem. Uiteindelijk een verbazingwekkend eenvoudige oplossing!

Het recept is als volgt:

- Men neemt een vierkante tank, met afmetingen die zijn aangepast aan een optimale werking van een oppervlaktebeluchter van de benodigde capaciteit.
- Men verwijdert één zijde van deze tank en verlengt de tank tot de benodigde inhoud aanwezig is.

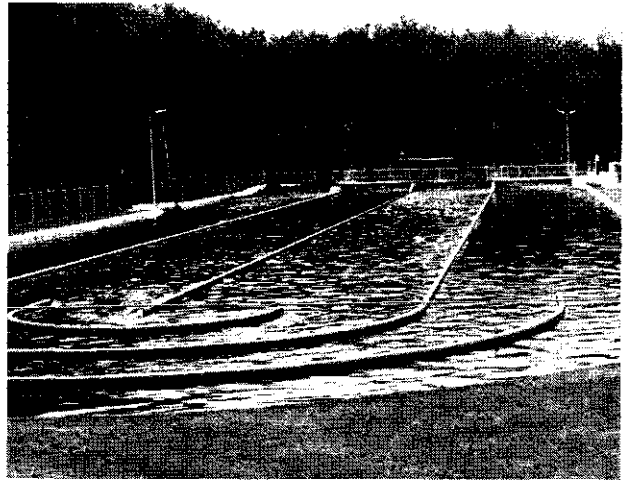
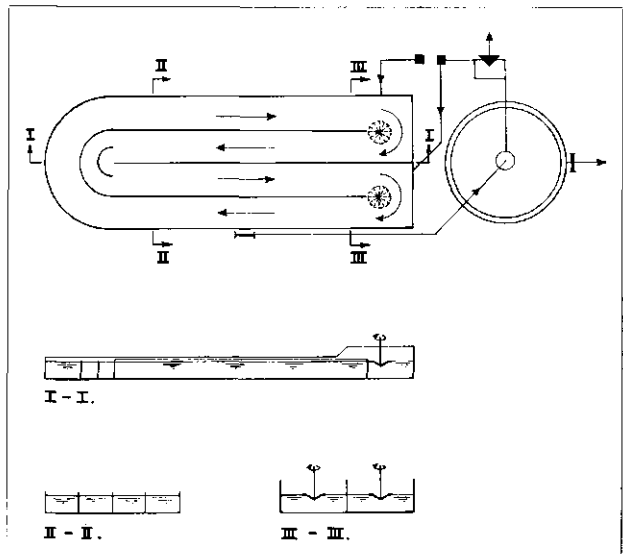


Foto 1 - Het stromingscircuit van het Carrousel prototype in Oosterwolde.

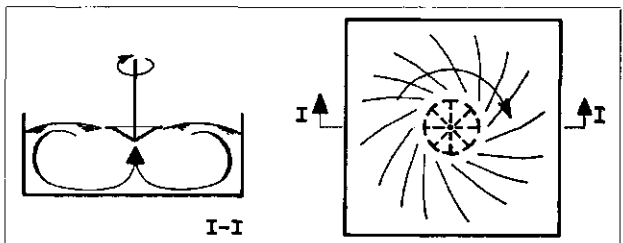
- Men bouwt een middenwand in de lengte-as van de tank, behalve aan beide eind van de tank.
- Men installeert de oppervlaktebeluchter in het midden van de oorspronkelijke vierkante tank.

Zodra nu de oppervlaktebeluchter wordt gestart blijkt er niet alleen zuurstof te worden ingebracht, maar begint ook het water in de „benen" van de tank te stromen (afb. 7). Om dit verschijnsel te kunnen verklaren moet men uitgaan van het stromingspatroon dat door een oppervlaktebeluchter in een vierkante tank wordt opgewekt (afb. 8). Deze beweging is het beste te beschrijven als een spiraalbeweging.



Afb. 7 - Oxydatiesloot type „Carrousel".

Afb. 8 - Stromingspatroon in vierkante tank.



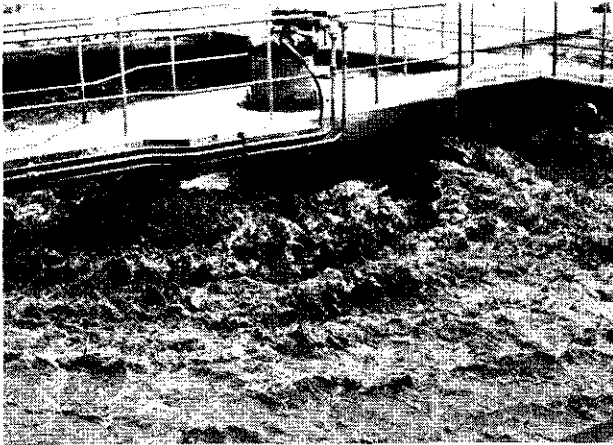


Foto 2 - De beluchtingszone van de Carrousel installatie in Oosterwolde.

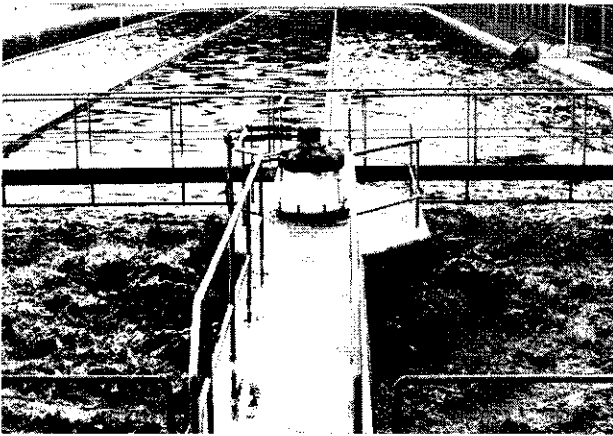
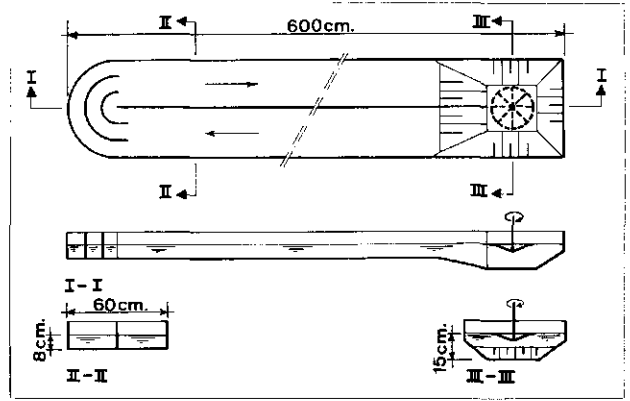
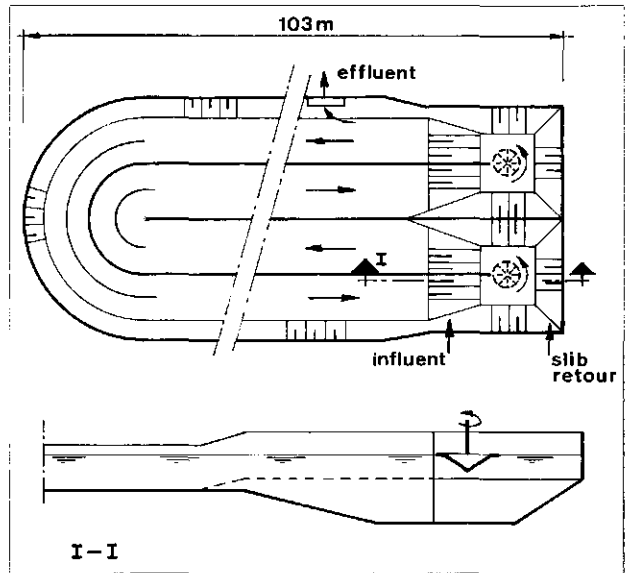


Foto 3 - Installatie te Oosterwolde. Beluchtingszone op de voorgrond. Circuit op de achtergrond. Rechts het afstromende „been”.



Afb. 9 - Schaalmodel 1 : 20.



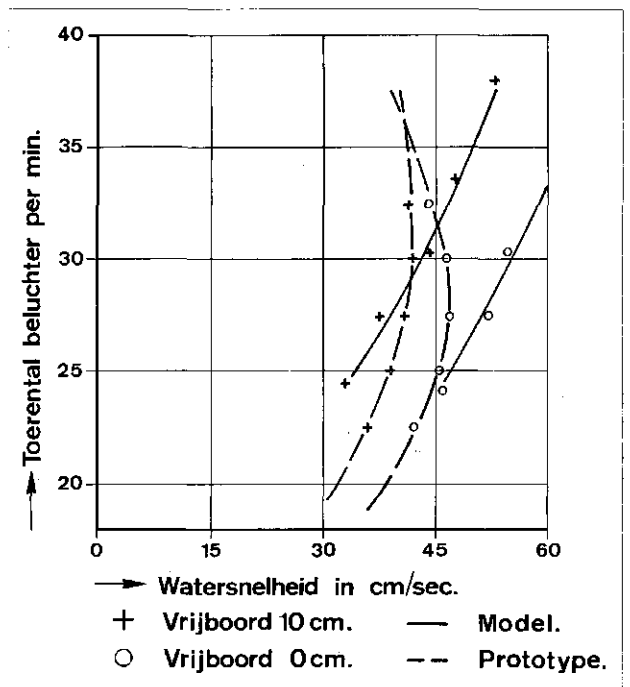
Afb. 10 - Prototype Carrousel in Oosterwolde.

De scheidingswand in de CARROUSEL tank onderschept deze spiraalstroming en geeft een deel van de daarin aanwezige energie af in het aanliggende „been”. In de luwte van de scheidingswand moet de onderbroken spiraalstroom worden aangevuld met een aanstroming uit het andere „been”, voornamelijk langs de bodem van de tank. De stuwing aan de ene zijde en de zuiging aan de andere zijde van de scheidingswand, resulteert in de gewenste stroming van de vloeistof in het circuit.

De sterkte van deze stroming is allereerst bepaald in een hydraulisch model schaal 1 : 20 en daarna op ware grootte in de zuiveringsinstallatie te Oosterwolde. De proeven zijn verricht met een Simcar beluchter, enerzijds omdat hiervan op eenvoudige wijze een model was te maken, anderzijds omdat het open beluchter-type de voorkeur verdient bij het behandelen van ruw — niet voorbezonden — afvalwater, zoals dit het geval is bij oxydatiesloten.

Na enige proeven bleek de gekozen slootdiepte van 1,60 m voor de beluchtingszone niet voldoende groot te zijn. De waterdiepte moet aldaar zijn aangepast aan de beluchter en moet minstens gelijk zijn aan de diameter van de beluchter. De vorm van het model werd naar deze bevinding aangepast. Afb. 9 toont het model en afb. 10 de, aan de hand van dit model, gebouwde oxydatiesloot te Oosterwolde (voor 14.000 i.e. slootinhoud 3.500 m³) met 4 kanalen 6 m breed, 103 m lang en 1,60 m diep. Beluchtingszone 12 x 12 m², diep 3 m. Twee Simcar beluchters nr. 112 (diameter 2,85 m). De resultaten van de modelproeven — later bevestigd door metingen op ware grootte in Oosterwolde — geven aan dat de stroomsnelheid ligt boven de minimaal benodigde snelheid voor de suspensie van de actief slibdeeltjes (afb. 11).

Afb. 11 - Watersnelheden in het model en het prototype als functie van het toerental en de dompediepte van de Simcar beluchter.



TABEL I - *Bedrijfsresultaten van de CARROUSEL oxydatiesloot te Oosterwolde (steekmonsters)*

| Datum | Influent | | Effluent | | | Slootinhoud | | | | | |
|------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|------------------------|
| | BOD ₅ mg/l | NH ₄ mg/l | BOD ₅ mg/l | NH ₄ mg/l | NO ₃ mg/l | O ₂ mg/l | Bezinksel ml/l | Droogrest mg/l | Gloeirest % | Slibindex mg/l | O ₂ mg/l |
| 30- 9-1968 | 100 | 8,5 | 12 | 9,9 | 13,6 | 7,7 | 60 | 1.300 | 37,6 | 46 | — |
| 10-10-1968 | 220 | 16,1 | 4 | 3,8 | 46 | 2,1 | 140 | 2.000 | 38,5 | 70 | 2,3 |
| 11-11-1968 | 150 | 49,5 | 4 | 0,1 | 98 | 0,4 | 160 | 2.560 | 40,0 | 63 | 2,9 |
| 30-12-1968 | 280 | 29,5 | 1 | 0,6 | 31 | 3,9 | 740 | 6.010 | 33,9 | 106 | 0,4 |
| 4- 2-1969 | 69 | 2,9 | 4 | 0,4 | 46 | 2,9 | 190 | 2.420 | 31,9 | 79 | 2,4 |
| 10- 3-1969 | 190 | 6,3 | 2 | 0,6 | 12 | 3,8 | 320 | 2.710 | 28,9 | 118 | 3,7 |
| 5- 5-1969 | 120 | 9,8 | 3 | 1,4 | 15 | 5,7 | 180 | 4.690 | 35,8 | 38 | 0,8 |

De installatie is in bedrijf gesteld op 26 september 1968. Teneinde de slibvorming te bespoedigen is uitgegist slib uit de slibgistingstank van de bestaande oxydatiebeddeninstallatie in het circuit gebracht.

Reeds na 5 dagen bleef de metyleenblauwproef langer dan 96 uur goed, waaruit bleek dat het effluent niet meer rotbaar was.

Voor de bedrijfsresultaten van de oxydatiesloot in Oosterwolde wordt verwezen naar tabel I. De belasting van de installatie is 2 x bepaald (zie tabel II).

TABEL II - *Resultaten van een continu-bemonstering van het influent van de CARROUSEL oxydatiesloot te Oosterwolde*

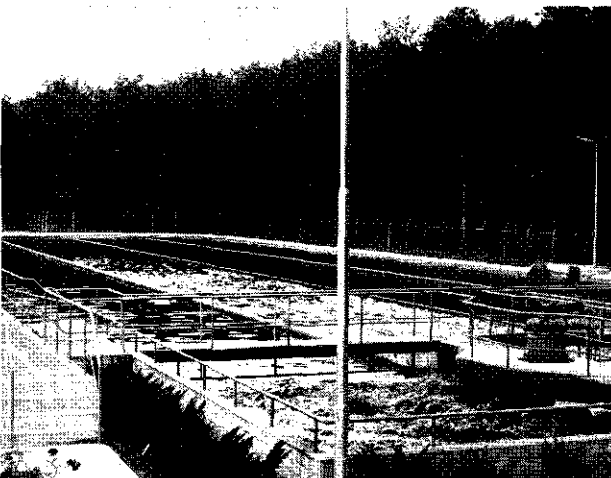
| Dag | Inwonerequivalenten (54 gr. BOD) | |
|-----------------------|----------------------------------|---------------|
| | nov. 1968 | juni 1969 |
| di-wo | 8.250 | — |
| wo-do | 10.500 | — |
| do-vr | 8.400 | 13.500 |
| vr-za | 10.500 | 23.100 |
| za-zo | 3.600 | 18.000 |
| zo-ma | 2.300 | 4.800 |
| ma-di | 12.000 | 15.600 |
| di-wo | 6.200 | 12.700 |
| wo-do | 9.500 | 18.500 |
| do-vr | 7.500 | 15.200 |
| Gemiddeld (werkdagen) | 9.200 | 16.400 |

Ontwerpbelasting: 14.000 inwoner equivalenten.

Na het succesvolle resultaat van de proeven in het prototype van de CARROUSEL in Oosterwolde, is een groter model gebouwd op schaal 1 : 10. Dit model dient in hoofdzaak om de vele in de markt zijnde oppervlakte beluchters te testen onder CARROUSEL condities.

Eerst zijn echter in dit model proeven gedaan, om na te

Foto 4 - *Overzichtsfoto van Carrousel in Oosterwolde.*



gaan of het mogelijk was de „benen” van de sloot dieper te maken. Reeds spoedig bleek, dat de sloot dezelfde diepte kan krijgen als de beluchtingszone. Op deze basis zijn verschillende ontwerpen gemaakt.

In mei van dit jaar is bij de zuivelfabriek „De Prinses” te Ursem in Noord-Holland, een CARROUSEL oxydatiesloot voor 8.000 i.e. gereedgekomen, met een diepte van 2,50 m.

Verder zijn in voorbereiding en gedeeltelijk ook reeds aanbesteed de plannen voor CARROUSEL oxydatiesloten in:

| | |
|-----------------------------|--------------|
| Zuidhorn | 8.000 i.e. |
| Borger | 8.000 i.e. |
| Strijen | 12.000 i.e. |
| Stadskanaal-Musselkanaal | 12.500 i.e. |
| Ferwerderadeel | 12.000 i.e. |
| Warga (zuivelfabriek) | 20.000 i.e. |
| Meppel | 40.000 i.e. |
| Gulpen-Wylre | 44.000 i.e. |
| Lichtenvoorde | 48.000 i.e. |
| Maarn-Woudenberg | 40.000 i.e. |
| Rhenen-Amerongen-Leersum | 54.000 i.e. |
| Brielle-Oostvoorne-Rockanje | 54.000 i.e. |
| Beemster | 65.000 i.e. |
| Winterswijk | 77.000 i.e. |
| Krimpen a/d IJssel | 30.000 i.e. |
| Losser | 25.000 i.e. |
| Zuidlaren | 19.000 i.e. |
| Bodegraven | 50.000 i.e. |
| Ubach over Worms (Rimburg) | 75.000 i.e. |
| Geestmerambacht | 100.000 i.e. |
| Kerkrade (Kaffeberg) | 150.000 i.e. |
| Sittard | 200.000 i.e. |
| Hoensbroek | 200.000 i.e. |

In totaal 23 installaties voor tezamen ca. 1.400.000 i.e.

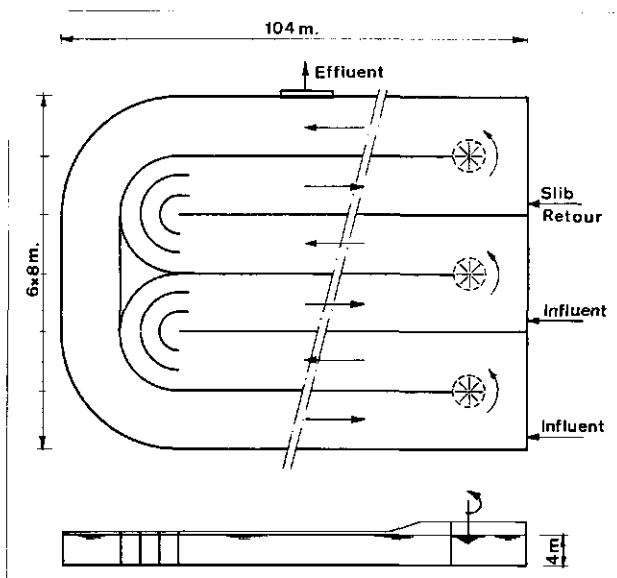
De grootste onder hen, die thans in uitvoering zijn, hebben CARROUSEL circuits met een inhoud van 19.000 m³, met een waterdiepte van 4 m en zijn 104 m lang en 48 m breed, (verdeeld in 6 kanalen van ieder 8 m breed). In de 3 beluchtingszones (ieder 16 x 16 m²) zijn beluchters opgesteld met een diameter van 3,66 m (afb. 12).

Volgens de verwachtingen zullen 2 beluchters in staat zijn voldoende stroming in het circuit op te wekken. In de installatie Kaffeberg nabij Kerkrade zullen twee van deze circuits het afvalwater van 150.000 i.e. gaan zuiveren.

De beluchtingsapparatuur voor deze installaties, compleet geleverd en gemonteerd, kost per 25.000 i.e. ca. f 50.000,—, d.w.z. ca. f 2,— per i.e. Indien hier kooiroteren zouden zijn toegepast, zouden de kosten ca. f 6,— per i.e. zijn geweest. Bij een totale bouwsom, variërend — naar gelang van de grootte van de installatie — tussen f 40,— en f 60,— per i.e., betekent dit dat de kosten van de beluchtingsapparatuur worden teruggebracht van 15 à 10 % tot 5 à 3 % van de totale bouwsom.

6. Slibverwerking

Bij het groter worden van de oxydatiesloten doet zich het probleem van de slibverwerking wel extra gelden. Op econo-



Afb. 12 - Schets van een Carrousel circuit met een inhoud van 19.000 m³.

mische gronden blijft het drogen van slib op slibdroogbedden nog steeds de minst kostbare oplossing en in eerste instantie dient daarom terdege te worden nagegaan of er een mogelijkheid is om het aldus gedroogde slib in de landbouw te verwerken. Er zijn in Nederland nog vele — actieve — beheerders van zuiveringsinstallaties die het surplus-slib op deze goedkope wijze weten kwijt te raken. Ook als er een mogelijkheid is het slib ergens te storten, kunnen slibdroogbedden zeker nog op hun plaats zijn.

Er kunnen zich echter ook omstandigheden voordoen dat voor de slibverwerking naar meer technische oplossingen moet worden gezocht. Het kan zijn dat er niet voldoende ruimte beschikbaar is voor het bouwen van slibdroogbedden, of dat er planologische bezwaren tegen zijn. In dichtbevolkte gebieden kan bij gebrek aan voldoende landbouwgronden of dumpgelegenheid, het afzetten van surplus-slib op onoverkoombare moeilijkheden stuiten. Daarom hebben wij, ook mede op instigatie van het RIZA, voor het drogen van het slib van oxydatiesloten, het thermische droogproces — zoals dit o.a. geschiedt in de Seiler-Koppers slibdrooginstallatie — aan een nadere beschouwing onderworpen.

Nu is in feite een dergelijke drooginstallatie niets anders dan een technische uitvoering voor het verdampen van een bepaalde hoeveelheid water uit het slib, door toevoeging van warmte. Het is dus zonder meer duidelijk dat voor de economie van dit droogproces het watergehalte van het ingevoerde slib een grote rol speelt. De vraag doet zich voor of er een goedkopere manier van ontwateren is te realiseren voor het eerste deel van het ontwateringsproces. Als men n.l. kans ziet om het watergehalte van het ingevoerde slib terug te brengen van bv. 95 % tot 80 %, is de hoeveelheid te verdampen water tot ongeveer één kwart teruggebracht.

Eén van de methoden van vóórontwatering die zich daarvoor aandient, is die met slibcentrifuges. Naar de werking van deze centrifuges met slib uit oxydatiesloten is door ons een onderzoek in gesteld. Over de resultaten hiervan wordt gerapporteerd door Onstwedder, Pepping en De Man.

Op basis van de genomen proeven laten de kosten van het centrifugeren van het slib van oxydatiesloten zich berekenen. Een centrifuge met een capaciteit van 5 m³/uur kan 1.000 kg slib droge stof indikken van 4 % dr.st.gehalte tot minstens 15 % dr.st.gehalte voor f 130,— (bij een 8-urige werkdag). Bij een 24 uur bedrijf dalen deze kosten tot ca. f 100,— per 1.000 kg slib droge stof.

Een indikking van 4 % naar 15 % houdt in dat per 1.000 kg

slib droge stof $(96/4 - 85/15) \times 1.000 = 18.350$ kg water wordt verwijderd à f 130,—, dit wil zeggen ca. 0,7 cent per liter verwijderd water.

Het verdampen van water uit slib met een 6-tons Seiler-Koppers installatie — dat is een installatie die per uur 6.000 liter water kan verdampen — kost bij een 8-urige werkdag ca. 1,5 cent/liter. Bij een kleinere installatie kunnen deze kosten oplopen tot ca. 2 cent/liter.

Uit deze cijfers blijkt dat op economische gronden de voorkeur kan worden gegeven aan het verwijderen van water uit het slib d.m.v. slibcentrifuge, vóórdat het slib in een Seiler-Koppers droogtrommel wordt gevoerd.

De kosten van het op deze wijze tot 95 % dr.st.gehalte ontwateren van 1.000 kg slib droge stof bedragen bij een 8-urige werkdag ca. f 215,—. Bij een 24-uur bedrijf zijn deze kosten ca. f 180,— per 1.000 kg slib dr. st.

In een oxydatiesloot wordt per jaar 30 gr. x 365 = ca. 11 kg droge stof surplus-slib per inwoner equivalent geproduceerd. De kosten van slibbehandeling met een installatie bestaande uit centrifuge(s) en Seiler-Koppers droogtrommel(s) bedragen bij een oxydatiesloot f 2,35 à f 2,— per i.e./jaar.

7. Invloed van de reductie van de slootinhoud

Indien de inhoud van het beluchtingscircuit van de oxydatiesloot wordt gereduceerd van 250 l/i.e. naar 200 à 150 l/i.e. is de kostenbesparing, bij een bouw prijs van het circuit van f 30,— per m³, f 1,50 à f 3,00 per i.e. Dit leidt tot een vermindering van de jaarlijkse kosten met f 0,15 à f 0,30 per i.e. Hier staat tegenover een toename van de hoeveelheid surplus-slib met circa 1/3 en dus ook een kostenstijging van de slibbehandeling met $1/3 \times f 2,35$ à f 2,00/i.e./jaar = ca. f 0,70/i.e./jaar.

Of, bekeken van de andere kant, de minderkosten van een kleiner circuit worden gecompenseerd door de meerkosten van de slibontwatering van slechts 10 % meer surplus-slib.

Vooralsnog lijkt er daarom geen aanleiding te zijn, de grondslagen van de oxydatiesloot te wijzigen in het licht van nieuwe ontwikkelingen in de technieken van slibbehandeling.

8. Slotopmerkingen

— De oxydatiesloot heeft bewezen een robuuste zuiveringsinstallatie te zijn. Het verloop van de bouwkosten en energiekosten wijst in de richting van een behoefte naar grotere sloten. Teneinde de oppervlakte van de installaties te beperken, zouden deze sloten grotere diepten moeten kunnen krijgen.

— De oppervlaktebeluchter dient zich aan als een goedkope en efficiënte beluchter met een grote beluchtingscapaciteit. Bij het systeem CARROUSEL wordt gebruik gemaakt van de hydraulische eigenschappen van dit type beluchter, waarbij deze in staat blijkt te zijn — met een gering energieverbruik — voldoende snelheid en turbulentie in diepe sloten te kunnen opwekken.

— Bij toepassing van het type CARROUSEL zal de economische grens voor het toepassen van oxydatiesloten verschuiven naar steeds grotere installaties. Thans ligt deze grens ongeveer bij 300.000 i.e.

— De slibproductie van een oxydatiesloot die gebouwd is volgens de grondslagen van dr. ir. A. Pasveer (slootinhoud 250 l/i.e.) zal ongeveer 30 gr. slib droge stof per dag bedragen. Dit slib laat zich goed drogen op droogbedden.

— Indien een thermische slibbehandeling wordt overwogen, levert het voorschakelen van een mechanische ontwatering vóór de droogtrommel een economisch voordeel op.

— Het laat zich aanzien dat het verkleinen van de inhoud van het beluchtingscircuit — ook bij mechanische slibbehandeling — geen voordelen biedt. In tegendeel, de jaarlijkse kosten van de mechanische slibbehandeling nemen meer toe, dan de jaarlijkse kosten van het verkleinde circuit afnemen. Bovendien sluit men bij deze oplossing het drogen van het slib op droogbedden uit, en is de zuiveringsinstallatie minder robuust onder wisselende omstandigheden.