

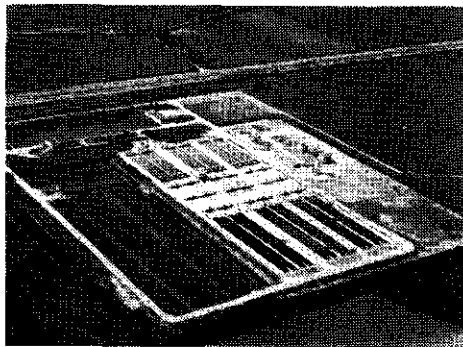
# Bedrijfservaringen met de Zimpro-installatie te Breda

## Inleiding

Momenteel zijn in Nederland twee installaties in bedrijf voor de behandeling van vers slib volgens het Zimmermann-proces, nl. op de rioolwaterzuiveringsinrichtingen te Apeldoorn (260.000 i.e.) en Breda (651.000 i.e.).

Voor beide Zimpro-installaties wordt de lage-drukoxydatie toegepast met een reaktortemperatuur van 180 tot 190 °C en een druk van 20 à 25 ato bij een vrijwel gelijke verblijftijd in de reaktor.

Voor wat betreft de ervaringen met de



Overzicht rioolwaterzuiveringsinrichting te Breda.



IR. E. L. C. KOSTER

Witteveen & Bos,  
raadgevend ingenieursbureau,  
Deventer



IR. J. H. J. M. VAN DER  
GRAAF

Witteveen & Bos,  
raadgevend ingenieursbureau,  
Deventer



IR. J. G. TEN WOLDE

Waterschap West-Brabant,  
Breda

slib door de thermisch-oxydatieve behandeling en de uitstekende ontwateringseigenschappen speelden een belangrijke rol bij de keuze.

Ten tijde van de keuze van het Zimpro-proces was het aantal installaties in de wereld nog zeer beperkt en beschikte men alleen in de USA over ervaring met vooral hoge-drukinstallaties.

De inmiddels ingezette ontwikkeling van de lage-drukinstallaties maakte de toepassing van dit proces zowel technologisch als economisch meer aantrekkelijk, zeker wanneer het ging om een grote installatie als die te Breda, met ongunstige prognoses voor de slibkarakteristiek m.b.t. slibgisting en ontwateringseigenschappen.

Het probleem van de hydrolyse, waarbij N- en P-verbindingen in oplossing kunnen gaan, de afbreekbaarheid van het filtraat, afkomstig van de ontwateringsinrichting, alsmede de BOD- of COD-belasting hiervan op de zuiveringsinrichting bleef op de achtergrond.

De sedert vele jaren konstant blijvende prijzen voor elektriciteit of brandstoffen speelden toen in de jaarlijkse exploitatiekosten, zeker in Nederland, met zijn pas in exploitatie gebrachte grote aardgasvoorraden, niet meer dan een ondergeschikte rol. In die periode waren de toekomstverwachtingen ten aanzien van de afvoer van het gesteriliseerde produkt met een hoog droge-stofgehalte naar de landbouw zeker hooggespannen, ofschoon over de feitelijke betekenis voor de landbouw toen weinig bekend was.

Het is begrijpelijk, dat men zich destijds over een eventuele garantie voor een continue afzet aan de landbouw niet al te druk hoefde maken, omdat er altijd nog interventiemogelijkheden waren zoals dumping en verbranding, waartoe het sterk ontwaterde slibprodukt zich uitstekend zou lenen. Kortom in hoge mate een slibbehandelingsproces met zeer gunstige technologische kenmerken voor een optimale oplossing van het slibstabilisatie- en ontwateringsprobleem.

Afb. 1 - Schematisch overzicht van de Zimpro-installatie te Breda, capaciteit 2 x 320 m<sup>3</sup>/d vers slib (primair en surplus actief slib).

installatie te Apeldoorn, welke in 1969 in bedrijf is gesteld, en thans een capaciteit heeft van 175 m<sup>3</sup> vers slib per dag, rapporteerden Van Zelle en Wouda [1]. Onlangs is deze installatie uitgebreid tot de dubbele capaciteit.

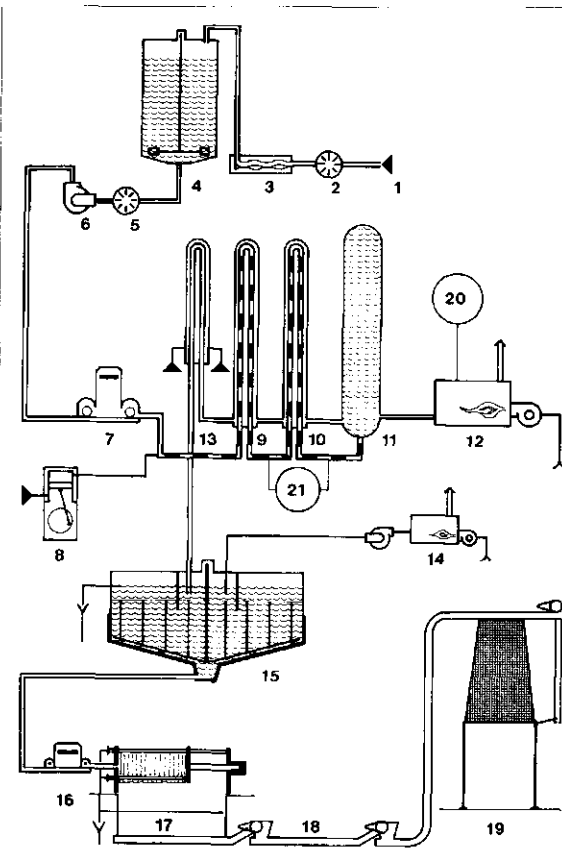
De installatie van Breda is in 1973 in bedrijf genomen en heeft een capaciteit van 2 x 320 m<sup>3</sup> vers slib per dag; ontwatering vindt plaats door middel van filterpersen. In dit artikel wordt gerapporteerd over de recente ervaring — van begin 1973 tot half 1975 — met de installatie te Breda.

## Keuze slibbehandelingssysteem

Bij de keuze van het slibbehandelingssysteem voor Breda heeft de invloed van het industriële afvalwater een overwegende rol gespeeld.

Kenmerkend was het grote aandeel van de conservenindustrie, met een sterk organisch slib, fluktuerende belasting en minder gunstige eigenschappen voor anaërobie slibstabilisatie.

De algemene proceskenmerken van het Zimmermann-proces zoals o.a. de ongevoeligheid voor wisseling in de samenstelling van het slib, alsmede toxische stoffen, voorts de volledige sterilisatie van het verse



1. aanvoer vers slib, 2 x 320 m<sup>3</sup>/d;
2. grove verkleiner, 2 x 50 m<sup>3</sup>/h;
3. versslibpomp, 2 x 55 m<sup>3</sup>/h;
4. mengtank, 190 m<sup>3</sup>;
5. fijne verkleiner, (2+2) x 15 m<sup>3</sup>/h;
6. voordrukpomp, (2+2) x 15 m<sup>3</sup>/h;
7. hogedrukpomp, (2+1) x 15 m<sup>3</sup>/h;
8. luchtkompressor, 28 atm., 2 x 205 m<sup>3</sup>/h;
9. warmtewisselaar 1, 2 x 30,3 m<sup>2</sup>;
10. warmtewisselaar 2, 2 x 40,3 m<sup>2</sup>;
11. reaktor, verblijftijd 30 min., temperatuur 2 x 170-210 °C;
12. stoomketel, 2 x 850.000 kcal/h;
13. nakoeler, 2 x 10,0 m<sup>2</sup>;
14. katalytische naverbranding;
15. geoxydeerd slibtank, 2 x 640 m<sup>3</sup>;
16. filterpersvoedingspomp, (3+2) x 5 m<sup>3</sup>/h;
17. filterpers, 3 x 0,70 kamers, 1,20 x 1,20 m, 6 atm.
18. kettingtransporteurs;
19. slibkoeksilo, 100 m<sup>3</sup>;
20. ketelvoedingwatersysteem;
21. zuurspoelsysteem.

maar tevens met alle kenmerken van de technisch hoog ontwikkelde procesindustrie, welke hoge eisen stelt aan bedienend personeel en van mechanische en elektrische uitvoering.

**Karakteristiek vers slib**

De karakteristiek van het verse slib te Breda wordt voornamelijk gekenmerkt door het grote aandeel van de conservenindustrie. Ten behoeve van de te ontwerpen Zimpro-installatie heeft ook laboratorium-onderzoek plaatsgevonden naar de behandelbaarheid van het Breda-slib.

Daartoe zijn monsters, afkomstig van een proefinstallatie op semi-technische schaal nader geanalyseerd.

De voornaamste kenmerken waren o.a.

- a. drogestofpercentage 5 %;
- b. organisch gehalte d.s. 66 %;
- c. chemisch zuurstofbeh. COD 46 g/l.

De bedrijfsresultaten te Breda moeten worden beschouwd als de feitelijke uitkomst uit de praktijk van de behandeling van huishoudelijk en industrieel afvalwater door middel van het actief slib proces (slibbelasting 0,4 kg BOD/kg ds d), ontworpen voor een belasting van 651.000 i.e. (COD 35), waarvan 50 % afkomstig van de conservenindustrie.

Het verse slib heeft een wisselend drogestofgehalte van gemiddeld 3,5 tot 6 %, met een gering aandeel van 25 % primair slib t.o.v. 75 % surplusslib.

Kenmerkend is voorts de lage gloeirrest van 27 %, hetgeen neerkomt op een organisch gehalte van 73 %.

Het COD-gehalte bedroeg 46,4 g/l bij een drogestofgehalte van 4,0 %, hetgeen niet geheel overeenkomt met ontwerpbelasting.

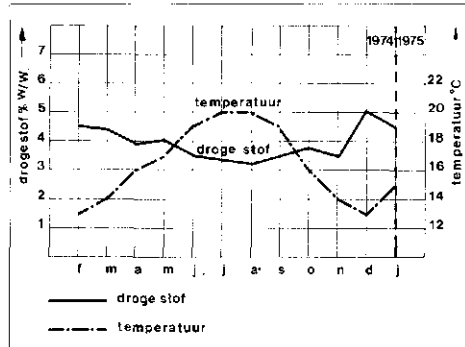
**Algemene karakteristiek Zimpro-installatie**

Voor een schematisch overzicht van de aangehouden ontwerpcriteria, de voornaamste onderdelen van de Zimpro-installatie en de toegepaste ontwateringsinrichting te Breda, zie afb. 1.

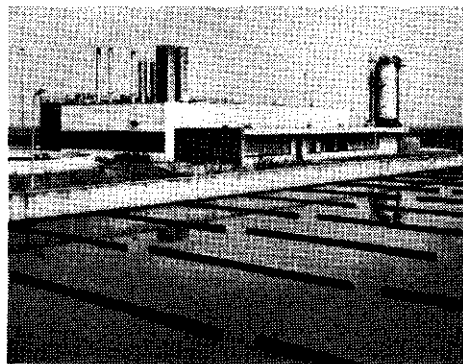
**Indikking en buffering**

Het is in principe mogelijk vers slib met drogestofgehalten tot ca. 8 % zonder veel problemen thermisch te behandelen. Daardoor zou ook een meer economisch ontwerp voor de Zimpro-installatie kunnen worden bereikt.

In Breda ligt de situatie ongunstig door het zeer hoge gehalte aan organische stoffen. De resultaten van de voorindikers, welke continu worden bedreven, zijn wisselend. Duidelijk is de invloed van zomer en winter over de periode februari 1974 tot en met 1975 met wisselende percentages van 3,4 tot 5 % bij een actuele drogestofbelasting van 17,5 kg/m<sup>2</sup>. dag (afb. 2).



Afb. 2 - Verloop van het indikken van gemengd primair- en surplusslib in 1974.



Zimpro installatie.

Het bufferen van vers slib in indikers moet zoveel mogelijk worden beperkt, omdat dit tengevolge van rotting de indikresultaten op ongunstige wijze beïnvloedt. In principe is snelle verwerking van vers slib gewenst en bevordert dit de economie van de bedrijfsvoering van de Zimpro-installatie. De buffering kan niet worden gevonden in indikers. Voorzover men afziet van aërobe of anaërobe slibstabilisatie (al of niet partieel) moet voldoende reserve capaciteit in de Zimpro-installatie worden gevonden. Op basis van redelijke dimensioneringsgrondslagen voor de voorindikers mag men niet meer dan 2 à 3 dagen buffering verwachten. Het gehele probleem van buffering ten aan-

zien van de mengtank (na de indikers, maar vóór de Zimpro-installatie), geoxydeerd slib tank alsmede slibopslag van de filtercake dient scherp te worden geanalyseerd op zijn mogelijkheden.

**Hydrolyse**

De slibveranderingen tijdens het thermisch konditioneringsproces en het hierop volgende ontwateringsproces zijn nader onderzocht.

De massabalans volgens afb. 3 en tabel I geeft aan dat ca. 58 % van de Kjeldahl-N en 4 % van de totaal P, die in het slib gebonden is, in oplossing gaan.

TABEL I - Massastromen Zimpro Breda.

	Kj-N	NH <sub>3</sub> -N	tot P	
	kg/d	kg/d	kg/d	m <sup>3</sup> /dag
1. mengtank	1000	145	240	424
1a. in het slib gebonden	650	—	130	—
2. reaktor	1000	210	240	445
3. ingedikt geoxyd. slib	350	60	150	87
4. overloop	650	150	90	358
5. filtraat	180	30	25	65
6. filterkoek	270	30	125	18

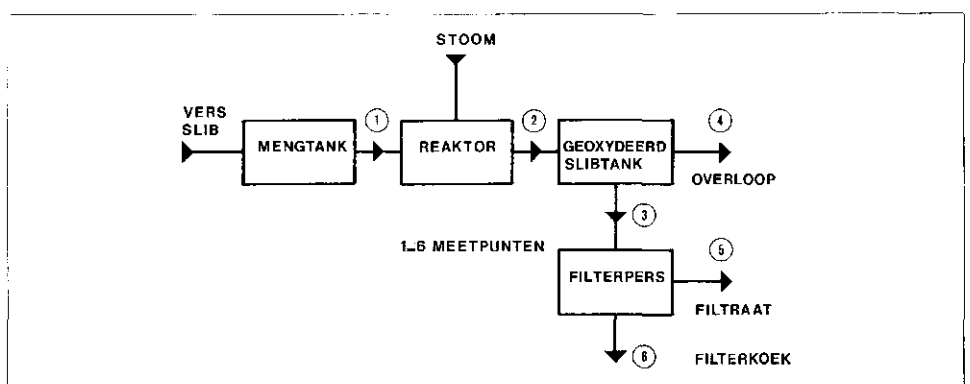
**Energiehuishouding en scaling**

De energiehuishouding kan o.a. worden beïnvloed door het verschijnsel van de 'scaling' in de warmtewisselaars.

Afhankelijk van de samenstelling van het slib kan de scaling min of meer ernstige vormen aannemen, zodanig dat de warmteoverdrachtscoëfficiënten in de warmtewisselaars ongunstig worden beïnvloed. De door de scaling oplopende drukken in de warmtewisselaars beïnvloeden tevens in ongunstige zin de verwerkingscapaciteit van de Zimpro-installatie en deze kan de aangenomen ontwerpcapaciteit daardoor aanzienlijk onderschrijden.

De afnemende capaciteit van de Zimpro-installatie als gevolg van scaling is in het algemeen al een zeer ongewenste zaak. Mede met het oog op de stijgende energieprijzen en de voor de thermisch-oxydatieve behandeling van het verse slib benodigde aanzienlijke hoeveelheden warmte en elek-

Afb. 3 - Massastromen van de Zimpro-installatie.



tricititeit is een dieper inzicht in de energiehuishouding gewenst.

Voor Apeldoorn bestond de scaling voornamelijk uit calciumcarbonaat en -oxalaat en liet zich gemakkelijk verwijderen met warm verdund salpeterzuur met een periodiciteit van de zuurspoeling van 1 x per 3 maanden.

Mede als gevolg van de bijzondere aard van het slib van Breda, dat snel tot verzuring overgaat en het industriële aandeel van de conservenindustrie, is de specifieke samenstelling van de scaling te Breda anders dan van Apeldoorn.

De scale is vrijwel volledig calciumoxalaat ( $Ca_2C_2O_4 \cdot H_2O$ ) dat uiterst moeilijk oplosbaar is.

Mede in relatie tot het energieverbruik en gelet op de hevigheid van het verschijnsel van scaling te Breda is gezocht naar de optimale periodiciteit voor het uitvoeren van de zuurspoeling van de warmtewisselaars.

Ten behoeve van de optimalisatieberekeningen is het model volgens afb. 4 onderzocht.

Tijdens het bedrijf zijn op de punten 1 tot en met 6 temperaturen en drukken gemeten, mede in relatie tot het slibdebiet door de Zimpro-installatie als variabelen in het proces. Als vaste procesparameters zijn ingevoerd o.a. het luchtdebiet, de eigenschappen en afmetingen van de warmtewisselaars, alsmede de reactie-warmte. Voor de berekening van de warmteoverdrachtscoëfficiënten, stoomtoevoer en de snelheden in de warmtewisselaars bij variabele invoergegevens is een computerprogramma vervaardigd.

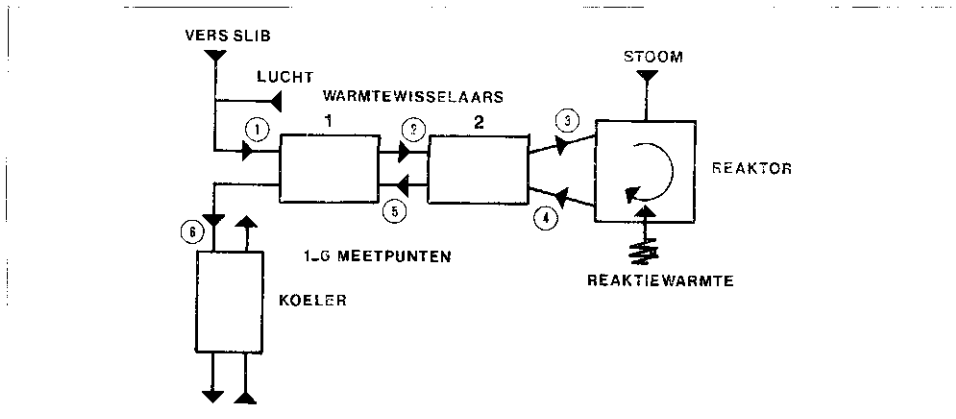
De resultaten van de berekeningen die een absolute nauwkeurigheid in de orde van 10 % en een relatieve in de orde van enige % hebben, zijn in afb. 5 (links) en afb. 6 (rechts) grafisch uitgewerkt.

Afb. 5 geeft de relatie van de afname van de warmteoverdrachtscoëfficiënten in de warmtewisselaars 1 en 2 en de toename van het stoomverbruik  $Q_{ss}$  als functie van de tijd bij een constant debiet van  $320 \text{ m}^3/\text{dag}$  aan vers slib.

Na de zuurspoeling zijn de overdrachtscoëfficiënten het hoogst en het stoomverbruik het laagst.

Tengevolge van de hevige scaling loopt het stoomverbruik van  $27 \text{ kg stoom}/\text{m}^3$  slib op de 1e dag vrijwel lineair op naar  $86 \text{ kg}$  op de 20e dag na de zuurspoeling bij een constant debiet van  $320 \text{ m}^3$  vers slib per dag. Bij voortschrijdende scaling krijgt men het beeld van afb. 6.

Het vereiste debiet van  $320 \text{ m}^3/\text{dag}$  kan niet worden gehandhaafd, de daling van de warmteoverdrachtscoëfficiënten is minder sterk, terwijl er een duidelijke tendens is naar een evenwichtstoestand.



Afb. 4 - Energiestromen van de Zimpro-installatie.

Doordat het slibdebiet  $Q_s$  daalt blijft het relatieve stoomverbruik na een aanvankelijke geringe stijging verder op een constant niveau van  $55 \text{ kg}/\text{m}^3$  slib.

De scalevorming is evenredig met de hoeveelheid slib die wordt verwerkt, terwijl de hoeveelheid zuur die nodig is om de scale op te lossen recht evenredig is met de hoeveelheid scale. De beste resultaten worden bereikt met een zuurspoeling met ca. 7 % salpeterzuur bij ca.  $80^\circ\text{C}$  gedurende 6 tot 12 uur. De frekwentie van zuurspoeling heeft weinig invloed op de

kosten van chemicaliënverbruik (ca. 600 l gekoncentreerd salpeterzuur en 900 l natronloog per zuurspoeling).

Door de scaling wordt de capaciteit beïnvloed en de warmteoverdracht, waarvan de laatste relatie voor de bepaling van de meest optimale periodiciteit van de zuurspoeling van overwegende betekenis is. Tabel II laat zien dat een 14-daagse spoeling in het voordeel is ten opzichte van een 28-daagse spoeling uit oogpunt van kosten.

TABEL II - Economie zuurspoelfrekventie.

spoelfrekventie	2 x in 28 d	1 x in 28 d
gemiddeld stoomverbruik	42 kg/m <sup>3</sup>	58 kg/m <sup>3</sup>
stoomkosten (1,7 ct/kg)	71 ct/m <sup>3</sup>	99 ct/m <sup>3</sup>
jaarlijkse stoomkosten (bij 150.000 m <sup>3</sup> /jaar)	f 106.500,—	f 148.500,—
zuurspoelingen/jaar	34	17
zuurspoelkosten/jaar	f 17.700,—	f 17.700,—

Bijkomende voordelen zijn dat er regelttechnisch minder problemen zijn en dat in de praktijk de scale zich gemakkelijker laat verwijderen.

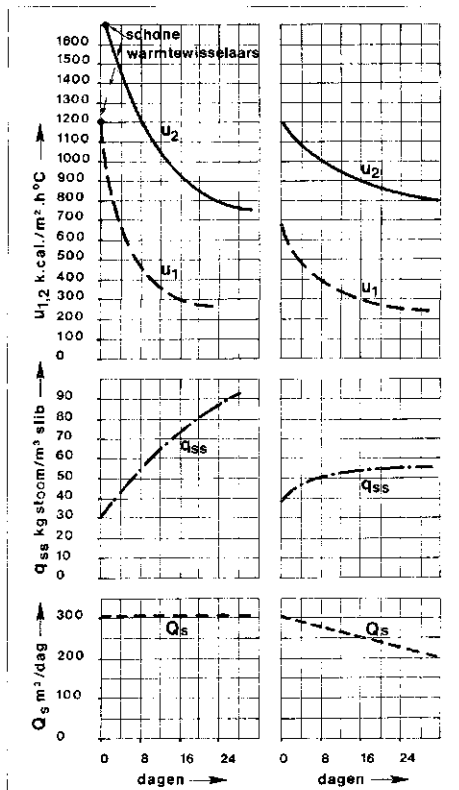
**Energiehuishouding en variabele capaciteit**

In tabel III worden ten behoeve van de oplossing van het vraagstuk voor welke capaciteit het meest gunstige exploitatiebeeld ontstaat twee gevallen naast elkaar uitgewerkt.

Bij een slibdebiet van respectievelijk  $270$  en  $320 \text{ m}^3/\text{dag}$  kunnen op grond van uitgevoerde berekeningen de specifieke stoomverbruikswaarden worden berekend op respectievelijk  $38$  en  $45 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

TABEL III - Economie bij variabele capaciteit.

capaciteit	270 m <sup>3</sup> /d	320 m <sup>3</sup> /dag
stoomverbruik	38 kg/m <sup>3</sup>	45 kg/m <sup>3</sup>
olieverbruik	2,9 kg/m <sup>3</sup>	3,4 kg/m <sup>3</sup>
oliekosten (f 0,22/kg)	f 0,64/m <sup>3</sup>	f 0,75/m <sup>3</sup>
elektriciteitsverbruik	10,3 kWh/m <sup>3</sup>	8,7 kWh/m <sup>3</sup>
elektriciteitskosten bij 6 ct/kWh	f 0,62/m <sup>3</sup>	f 0,53/m <sup>3</sup>
bij 12 ct/h	f 1,24/m <sup>3</sup>	f 1,06/m <sup>3</sup>



Afb. 5 en 6 - (links) Verloop van de warmteoverdrachtscoëfficiënten,  $U_1$  en  $U_2$ , en het stoomverbruik  $Q_{ss}$ , tegen de tijd bij constant debiet,  $Q_s$ . (rechts) Verloop van de warmteoverdrachtscoëfficiënten,  $U_1$  en  $U_2$ , en het stoomverbruik  $q_{ss}$ , tegen de tijd bij afnemend debiet,  $Q_s$ .

Het specifieke elektriciteitsverbruik verschilt eveneens voor beide gevallen, namelijk respectievelijk 10,3 en 8,7 kWh/m<sup>3</sup>, uitgaande van de aanname dat o.a. de luchtkompressor continu werkt onafhankelijk van het toegepaste debiet.

Met stijgende elektriciteitsprijzen wordt het werken met hoge capaciteit gunstiger. Dit wordt versterkt doordat het aantal procesdagen bij hoge capaciteit ook minder kan zijn, terwijl het voorts procestechnisch gunstig is het verse slib zo snel mogelijk te verwerken (rotting).

### Exploitatiekostenstructuur

In het exploitatiekostenbeeld voor een slibverwerkingsinrichting als een Zimpro-installatie kunnen een 6-tal hoofdgroepen van kosten worden onderscheiden, t.w.

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| 1. energie     | 4. slibtransport   |
| 2. chemikaliën | 5. onderhoud       |
| 3. personeel   | 6. kapitaalslasten |

In het exploitatie-overzicht volgens tabel IV over het jaar 1974 betreffende Breda zijn alleen de groepen 1 t/m 5 opgevoerd. Gelet op de wisselende omstandigheden met betrekking tot rentestandaard, afschrijvingsperiodes of algemene financiering is kostengroep 6 buiten de exploitatie gehouden.

De exploitatiekosten zijn gebaseerd op de huidige jaarlijkse verwerking van een hoeveelheid vers slib van 150.000 m<sup>3</sup>/j of 6.000 ton drogestof/jaar op basis van 4 % drogestof van het verse slib, ofwel 65 % van de ontwerpbelasting.

Uit bovenstaand kostenbericht blijkt het relatief grote aandeel van de personeelskosten (43 %) en de energiekosten (32 %). Bij onderbelasting drukt de personeelslast bij een dergelijke gecompliceerde installatie relatief zwaar; dit geldt deels voor de onderhoudspost.

### Filtratieweerstand

Voor de bepaling van de specifieke filtratieweerstand is uitgegaan van de hiervoor gebruikelijke methode met Whatman filter en Büchner trechter met filterdiameter van 70 mm en een drukverschil  $\Delta P$  van 40 cm Hg.

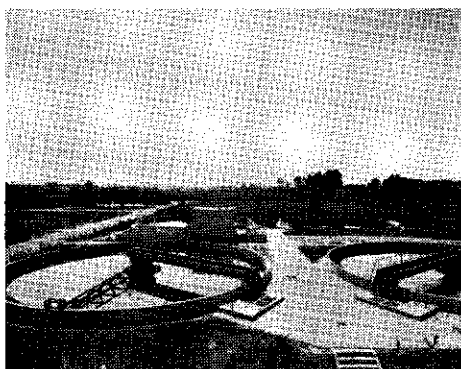
In het algemeen wordt slib dat een specifieke weerstand heeft welke ligt tussen 1 en 40 x 10<sup>7</sup> sek<sup>2</sup>/g beschouwd als uitstekend filtreerbaar.

Naarmate het aandeel van het surplusslib toeneemt in verhouding tot het aandeel primaire slib, neemt de specifieke weerstand toe.

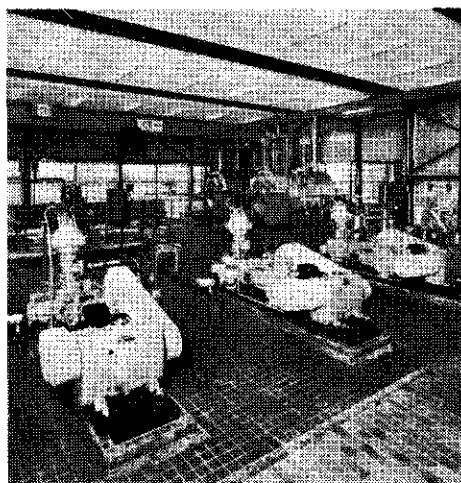
Bij meting van de specifieke weerstand van een mengmonster samengesteld uit een

TABEL IV - Exploitatiekosten Breda (1974).

	f	per m <sup>3</sup> f	per ton d.s. f	% van het totaal
1. <i>Energie</i>				
1.1. olie	126.000,—	0,84	20,90	20
— stoom 50 kg/m <sup>3</sup>				
— olie 3,8 kg/m <sup>3</sup>				
— olie f 0,22/kg				
1.2. elektriciteit	81.000,—	0,54	13,50	12
— 9 kWh/m <sup>3</sup>				
— f 0,06/kWh				
2. <i>Chemicaliën</i>				
2.1. zuurspoelen	18.000,—	0,12	3,—	3
3. <i>Personeel</i>	280.000,—	1,87	46,70	43
— 7 man				
— f 40.000,—/jr				
4. <i>Slibtransport</i>	47.000,—	0,31	7,70	7
— 5300 m <sup>3</sup> filtercake/jr				
— 20 km				
5. <i>Onderhoud</i>	100.000,—	0,67	16,70	15
— 2 % investering				
totaal	652.000,—	4,35	108,50	100
6. <i>Kapitaalslasten</i>	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.



Voorindikers, 4 stuks.



Hogedrukpompen.

groot aantal dagmonsters wordt een waarde gevonden van 46 x 10<sup>7</sup> sek<sup>2</sup>/g.

Bij deze waarde voor de specifieke filterweerstand bedraagt de cyclusduur voor de lage druk filterpersen 2 à 3 uur bij een persdruk van 6 ato met een netto filteropbrengst van ca. 5

kg/m<sup>2</sup> . h. Het drogestofgehalte van de filtercake bedraagt gemiddeld 55 %.

De vervuiling van het filterdoek dient te worden voorkomen, daar anders de cyclusduur toeneemt.

Thans wordt na 30 charges het doek van de filterpersen schoongemaakt en wordt verder onderzocht of door wijziging van het filterdoekmateriaal nog verdere optimalisatie valt te bereiken. Dit onderzoek is nog niet afgesloten.

### Filtraatbehandeling

Het filtraat van de Zimpro-installatie wordt gekenmerkt door een COD van 15.000 mg/l, een BOD van 8.500 mg/l, een Kjeldahl-N van 1300 mg/l en een totaal P-gehalte van 330 mg/l bij een pH van 4-5. De verhouding COD : BOD van 1,8 wijst op goede afbreekbaarheid.

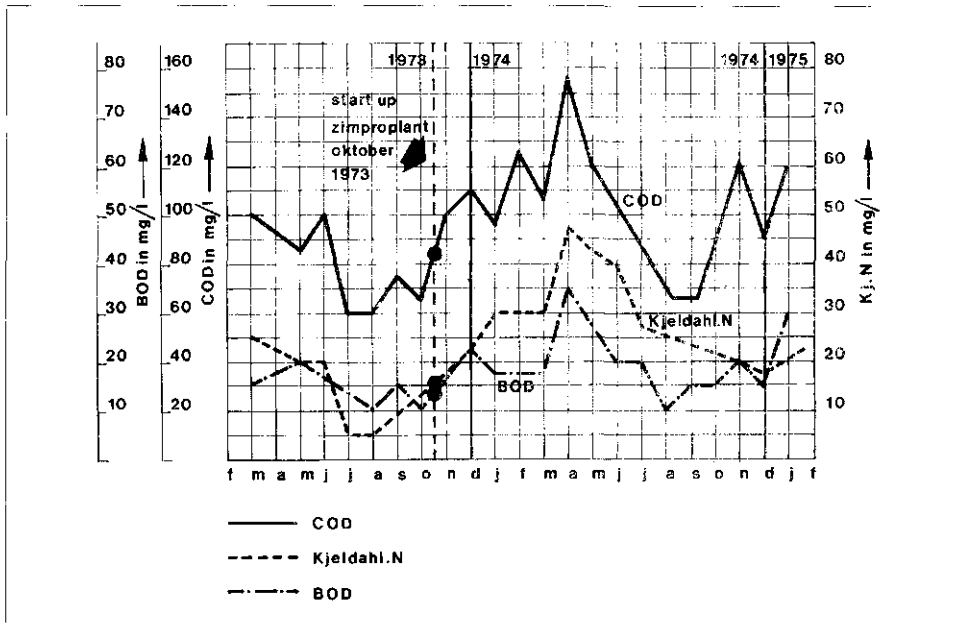
De huidige wijze van filtraatbehandeling is terugvoer van het filtraat naar de zuiveringsinrichting.

Gebruikmakend van de effluentcijfers over 1973 en 1974 is een voorlopige evaluatie gemaakt van de invloed van het filtraat op de zuiveringsresultaten.

Dit was mogelijk omdat in 1973 de Zimpro-installatie nog niet werkte, terwijl in 1974 deze installatie vol in bedrijf was (zie afb. 7). Het jaargemiddelde over 1973 voor BOD, COD en Kjeldahl-N bedraagt respectievelijk 15, 80 en 16, terwijl voor 1974 een stijging wordt gevonden tot respectievelijk 20, 100 en 28.

Het P-gehalte ondergaat geen aantoonbare wijziging en blijft op ca. 8 mg P/l.

De hoeveelheid filtraat bedraagt gemiddeld 450 m<sup>3</sup>/d, met een COD van 15.000 mg/l ofwel een hoeveelheid van 6750 kg COD/d. De extra COD-last in het effluent in 1974



Afb. 7 - Invloed van het filtraat en dekanat van de Zimpro-installatie op de kwaliteit van het effluent van de zuiveringsinrichting te Breda.

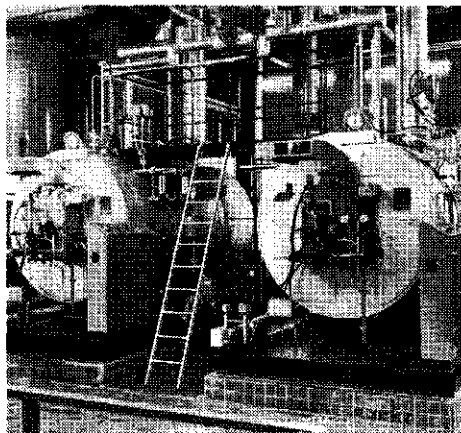
van de zuiveringsinrichting bedraagt ca. 20 mg COD/l, hetgeen neerkomt op rond 1000 kg COD/dag. De COD-verwijdering bedraagt dus ca. 85 %. De totale hoeveelheid Kjeldahl-N ten gevolge van het filtraat bedraagt 585 kg/dag op basis van 1380 mg Kjeldahl-N/l. Het effluent in 1974 vertoont een stijging met een vrijwel gelijke N-last, zodat de verwijdering nihil is (slibbelasting 0,3 - 0,4 kg BOD/kg ds d). De invloed van het P-gehalte van het filtraat op de resultaten van het effluent in 1974 kan worden verwaarloosd, althans is kwantitatief moeilijk aantoonbaar.

#### Samenstelling en bestemming van de filtercake

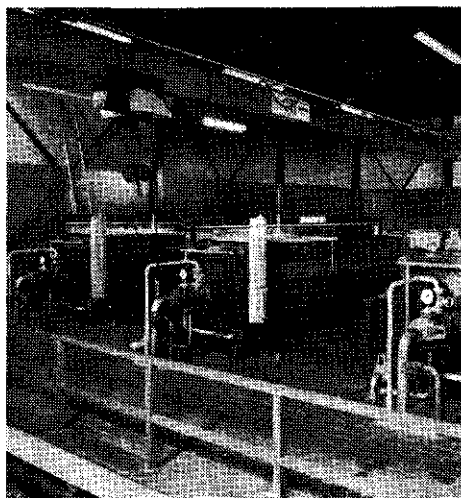
De landbouwkundige waarde van de filtercake wordt in het algemeen bepaald door de C/N verhouding en het gehalte aan zware metalen [3].

De optimale C/N verhouding, waarbij de koolstof wordt bepaald met behulp van de TOC-methode en de stikstof als Kjeldahl-N met inbegrip van nitriet en nitraat, beide uitgedrukt als stikstof, bedraagt 6,24. Een mengmonster te Breda leverde een C/N verhouding op van 19,4. Dit betekent een teveel aan koolstof en te weinig stikstof. Door middel van compostering kan stikstofverrijking van het uitgangsmateriaal plaatsvinden. De directe verwerking van de filtercake met de grond moet voor het gewas in het eerste jaar minder optimaal worden geacht.

Het (atomaire absorptie) onderzoek naar de zware metalen in de filtercake volgens tabel V geeft een beeld van de samenstelling van een min of meer industrieel slib; het is



Stoomketels.



Filterpersen.

een momentopname van de huidige situatie waarbij nog veel bedrijven ongesaneerd zijn. Bij onderzoek is gebleken dat de mobiliteit

TABEL V - Gehalte zware metalen filtercake Breda.

	mg/kg DS	mg/kg DS toelaatbaar
Ni	250	50
Cd	96	10
Cr	95	500
Mu	211	—
Zn	1621	2000
Pb	339	500
Cu	318	500
Hg	3	10

van de zware metalen in het verse slib gering is, dat wil zeggen ten gevolge van de thermische behandeling gaan de metalen niet in oplossing maar blijven in de vaste stof achter.

Bij de aan te houden grenswaarden voor het gehalte aan zware metalen volgens tabel V bedragen de officieus toelaatbare maximale giften voor bouwland en grasland resp. 2 en 1 ton drogestof/ha/jaar, waarin een veiligheid van 2,5 is opgenomen.

Voor de hoge kant te zijn. In het algemeen verdient het aanbeveling preventief te werk te gaan bij het vergunningenbeleid ter beperking van het zware metalengehalte in de filtercake.

De voor de hand liggende oplossing om de jaarlijkse giften te verminderen op basis van Cd of Ni als limiterende factor verdient uit oogpunt van de volksgezondheid geen aanbeveling.

#### Moelijkheden bij het opstarten van de Zimpro-installatie

De niet verwachte aanwezigheid van polystyreen in het verse slib afkomstig van een chemisch bedrijf veroorzaakte bij de start-up van de installatie te Breda in juni 1973 ernstige verstoppingen in de warmtewisselaars en de nakoeler.

De concentratie van het polystyreen in het slib was in de orde van 6 tot 10 % van het drogestofgehalte. Gebleken is dat het polystyreen bij verwarming tot 125 à 135 °C vloeibaar wordt, coaguleert en bij afkoeling als grote harde brokken vast wordt. De verstoppingen zijn verwijderd door te spoelen met perchlooretheen. Het bleek noodzakelijk de desbetreffende industrie af te koppelen en een belangrijk gedeelte van de riolering van Breda geheel te reinigen. Nadat de concentratie van het polystyreen was gedaald tot onder de waarde van 300 mg/l werd de installatie in oktober 1973 weer opgestart.

In de hierna volgende periode is het polystyreengehalte op een aantal plaatsen in de installatie gemeten, waarbij bleek, dat het gehalte na oxydatie nog ca. 60 % bedroeg van dat in het ruwe slib. Uit de literatuur [2] is evenwel bekend dat volledige degradatie van polystyreen pas geschiedt bij 200 °C en na enkele tientallen uren. Daarom is het

waarschijnlijk dat de zgn. 'crosslinking' van het polystyreen er de oorzaak van is dat deze stof zich aan de kwantitatieve bepaling onttrekt.

### Ervaringen bij normaal bedrijf

Na het opnieuw opstarten van de installatie van Breda in oktober 1973 bleek, ondanks de wisselende samenstelling van het verse slib, het proces zonder storingen te verlopen. Bij de lay-out van de slibbehandelingsinstallatie is uitgegaan van het principe van de zorgvuldige selectie van hoogwaardige apparatuur, naast het creëren van ruime omloop en ontstoppingsmogelijkheden en het inbouwen van reserve-eenheden, wat in de praktijk zijn grote waarde heeft bewezen.

Het gesloten ontwaterings- en afvoersysteem te Breda bestaande uit filterpersen, kettingtransporteurs en silo-opslag blijkt in de praktijk uitstekend te voldoen.

De ervaring met het spoelen van de filterdoeken van de filterpersen heeft geleerd, dat semi- of volautomatische spoelinrichtingen gewenst zijn ter beperking van de mankracht.

Het afgassenprobleem kan niet afdoende worden opgelost met katalytische verbranding zoals dit in de installatie was voorzien (400 à 450 °C). De toepassing van thermische naverbranding op de installatie te Apeldoorn leert dat verregaande eliminatie van dit probleem mogelijk is.

### Konklusies

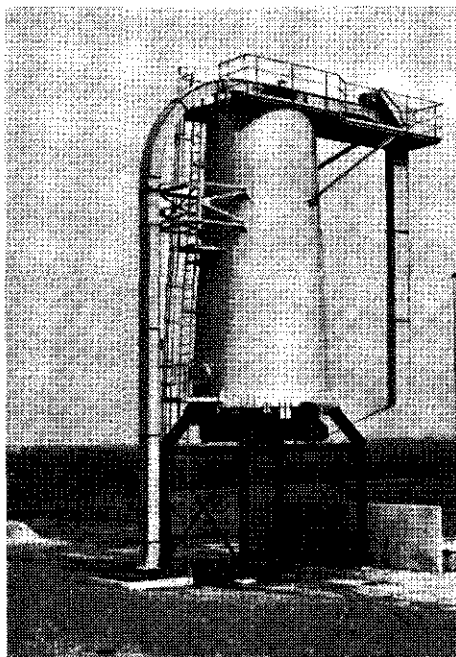
1. De thermische behandeling van vers slib volgens het lage-druk-Zimmermann-proces is blijkens de ervaring met de installaties te Apeldoorn en Breda in Nederland een zeer bruikbaar technologisch alternatief voor de meer 'moeilijke' slibsoorten ten gevolge van mogelijke toxiciteit met betrekking tot slibgisting, fluktuaties in samenstelling en hoeveelheid etc., waarbij een goed onwaterbaar produkt wordt verkregen.

2. Scaling is duidelijk plaatsgebonden en afhankelijk van de samenstelling van het te behandelen slib. In het geval van Breda heeft men een duidelijk voorbeeld van hevige scaling.

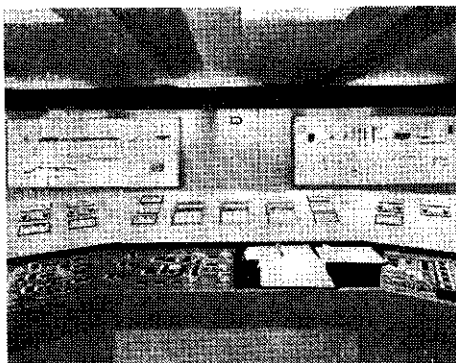
In principe kan het verschijnsel van scaling effectief worden bestreden door optimalisatie van de zuurspoelfrekwentie, waardoor tijdens het proces geen hinder van de scaling wordt ondervonden en ook warmte-economisch een optimum wordt bereikt.

3. De verwerkcapaciteit van de Zimpro-installatie is debietgebonden, terwijl het slibaanbod massagebonden is.

Het kiezen van optimale technologische uitgangspunten ten behoeve van voorzieningen voor indikking en buffering in



Slibsilos.



Bedieningspaneel.

relatie tot het Zimpro-systeem verdient de grootste aandacht.

4. Uit analyses van de massastroom bij de thermische conditionering volgt dat een aantal stoffen in oplossing gaat. De oplosbaarheid blijkt sterk afhankelijk te zijn van de samenstelling van het slib.

5. Uit de analyse van de energiehuishouding van de Zimpro-installatie kan worden afgeleid dat het werken met volle capaciteit economische voordelen biedt t.o.v. het werken met een lagere capaciteit.

6. Het exploitatiekostenbeeld (exclusief kapitaalslasten) wordt in het geval van Breda gekenmerkt door een hoog aandeel van de personeelskosten (43 %) en het energieverbruik (32 %). Vooral de energiekosten moeten worden beschouwd als plaats- en tijdgebonden invloedsfactoren.

7. De technologische conceptie van het Zimmermann-proces en de hiervoor noodzakelijke mechanische en elektrische apparatuur vragen royale, uitstekend gekwalifi-

ceerde mankracht, dit vooral in verband met het 24-uursbedrijf en de gekompliceerdheid van de installatie. Dit type installatie komt dan vooral ook tot zijn recht bij grote zuiveringsinrichtingen of bij gecentraliseerde slibverwerking. De uitvoering van de installatie in meer dan één straat op basis van ruime flexibele ontwerpgrondslagen is vereist.

8. De ervaring met de slibontwaterings- en afvoersystemen van Breda leert dat de ontwatering geen enkel probleem oplevert en dat een gesloten systeem, bestaande uit persfilters, kettingtransporteurs en silo-opslag uit technisch en hygiënisch oogpunt als optimaal moet worden gezien.

Het wassen van de filterdoeken dient zoveel mogelijk te worden geautomatiseerd.

9. De ervaring met de filtraatbehandeling bij een actiefslibinrichting met slibbelasting 0,4 leert in het geval van Breda dat de COD-last wel goed wordt verwijderd, de Kjeldahl-N evenwel niet door het gebrek aan nitrifikatie.

Overigens dient wel rekening te worden gehouden met een verhoging van de belasting van het aëratiegedeelte met 15 à 20 % van de ontwerpbelasting van de zuiveringsinrichting.

10. De filtercake van Breda blijkt op basis van de C/N verhouding wel geschikt te zijn voor landbouwkundige toepassing, zij het niet direkt als meststof op korte termijn maar meer als structuurverbeteringsmateriaal op langere termijn.

11. De zware metalen blijken in het geval van Breda bij de thermische behandeling nauwelijks in oplossing te gaan. In het geval van landbouwkundige verwerking van een filtercake van deels industriële oorsprong, dient veel aandacht te worden gegeven aan het bij de bron terughouden van metalen zoals o.a. nikkel, cadmium, zink, lood, koper en kwik.

12. Voor het opstarten van de Zimpro-installatie verdient het aanbeveling het te behandelen verse slib te controleren op het industriële aandeel, met name open kunststofverbindingen, dat blijkens de ervaring met polystyreenoplossingen in de riolering van Breda veel moeilijkheden heeft gegeven.

13. De overlast ten gevolge van afgassen kan volledig worden geëlimineerd door het toepassen van thermische verbranding. Resultaten met katalytische verbranding zijn duidelijk minder.

### Literatuur

1. Zelle, J. van, Wouda, D., H<sub>2</sub>O (5) 1972, M7, pag. 131-137.
2. Encyclopedia of Polymer Science, part 13, p. 234.
3. Haan, D. de, H<sub>2</sub>O (5) 1975, M15, p. 325-328.

