

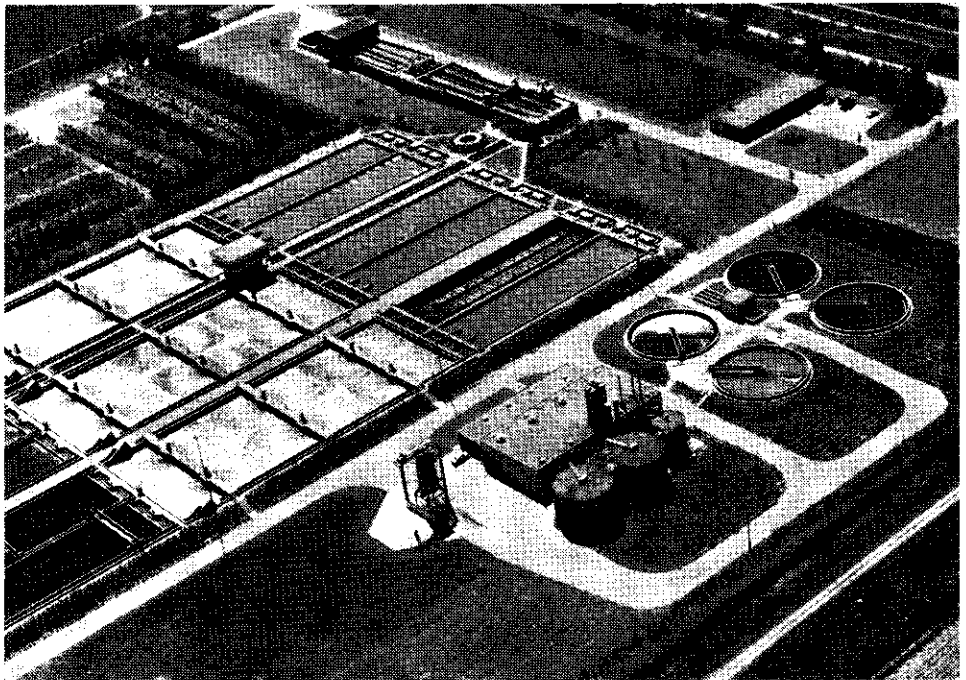
# Bedrijfservaringen rioolwaterzuiveringsinstallatie Breda

## Inleiding

De rioolwaterzuiveringsinstallatie 'Nieuwveer' te Breda is gebouwd in de jaren 1966-1972. De installatie, ontworpen door het raadgevend ingenieursbureau Witteveen + Bos, is van het type hoogbelast actief slib, slibbelasting 0,5 en is voorzien van een thermische slibconditionering volgens het Zimpro-systeem. Mechanische ontwatering vindt plaats met filterpersen. De ervaringen met het slibwerkings-systeem zijn al eerder uitvoerig belicht [1] en zullen in dit artikel buiten beschouwing blijven.



IR. R. E. M. VAN OERS  
Hoogheemraadschap  
West Brabant  
Breda



Overzicht rioolwaterzuiveringsinstallatie Breda.

Het waterzuiveringsgedeelte is zeer compact gebouwd in drie identieke straten. Elke straat bestaat uit twee rechthoekige voorbezinkingstanks voorzien van kettingruimers, één aërietank met zes oppervlaktebeluchters en twee rechthoekige nabezinkingstanks uitgerust met pendelschildruimers. In de ruim vier jaren bedrijfsvoering met de installatie is een groot aantal gegevens verzameld vooral met betrekking tot belasting en rendement van het waterbedrijf, het functioneren van de oppervlaktebeluchters, de slibindikking en de verwerking van intern geproduceerde afvalstromen. Getracht zal worden om aan de hand van de geschetste bedrijfservaringen richtlijnen aan te geven voor het ontwerp van toekomstige installaties.

## Belasting en rendement

### 1. Hydraulische belasting

In Breda heeft men te maken met een gemengd rioelstelsel dat zowel regenwater als afvalwater afvoert naar de zuiveringsinstallatie. Dit geldt ook voor de omliggende gemeenten die via het rioelstelsel van Breda of rechtstreeks op de installatie zijn aangesloten. De hoeveelheden afvalwater die bij droogweer resp. regenweer worden aangevoerd zijn weergegeven in tabel I.

TABEL I - Afvalwaterdebieten in m<sup>3</sup>/hr (1976).

	Ontwerp	RZI
DWA	6.000	4.000
RWA	12.000	9.800

Deze hoeveelheden bepalen de oppervlaktebelasting van voor- en nabezinkingstanks, welke zijn weergegeven in tabel II.

TABEL II - Oppervlaktebelasting in m<sup>3</sup>/hr (1976).

	Voorbezinkingstank		Nabezinkingstank	
	Ontwerp	RZI	Ontwerp	RZI
DWA	1,07	0,72	0,75	0,50
RWA	2,14	1,75	1,50	1,20

Uit de tabellen I en II blijkt dat de installatie hydraulisch niet volledig belast is. De oorzaak hiervan is tweeledig. Op de eerste plaats is het eindgemeente in de stad niet volledig uitgebouwd. Hier bevinden zich een drietal pompen met een capaciteit van elk 3.000 m<sup>3</sup>/hr zodat de maximale aanvoer vanuit Breda gelimiteerd is tot 9.000 m<sup>3</sup>/hr. De resterende 800 m<sup>3</sup>/hr is afkomstig van de gemeenten Prinsenbeek en Terheijden.

Op de tweede plaats heeft er onder invloed van de 'volumecorrectie' een volume-sanering bij de aangesloten industriële plaatsgevonden zodat de droogweeraanvoer eveneens onder de ontwerpgrondslag is gebleven. De lagere aanvoer heeft een gunstig effect op het functioneren van de nabezinkingstanks welke met een oppervlaktebelasting van 1,2 m<sup>3</sup>/hr, bij regenweeraanvoer het actief slib juist binnen kunnen houden.

### 2. BOD-belasting

De installatie is ontworpen voor een belasting van 650.000 i.e. à 54 g BOD/i.e. In de praktijk wordt dit getal niet gehaald zoals blijkt uit tabel III. De belangrijkste aangesloten industriële bedrijven in Breda zijn in willekeurige volgorde: slachthuis, brouwerij, conservenfabrieken, chemische industrie, verffabriek, zuivelfabriek. Tevens

wordt percolatiewater van een vuilnisstortplaats op de riolering geloosd. Vanwege het grote aandeel van de conservenindustrie is er duidelijk sprake van piekaanvoeren tijdens de campagnes gedurende welke de installatie volledig belast is. De in tabel III aangegeven belastingen zijn jaargemiddelden over 1976.

TABEL III - BOD-belasting van het Bredase afvalwater (1976).

	Ruw afvalwater i.e.'s à 54 g BOD		Voorbezonden afvalwater i.e.'s à 40 g BOD	
	Ontwerp	RZI	Ontwerp	RZI
Inwoners	150.000	150.000	150.000	150.000
Industrie	500.000	185.000	500.000	230.000
Zimpro (filtraat + decantaat)		(60.000)		80.000
Overloop indickers		(100.000)		
Surplusslib		(145.000)		
Totaal netto	650.000	335.000	650.000	460.000
Totaal bruto		(640.000)		

Behalve de reeds eerder besproken volume-sanering bij de industrie is er bij deze bedrijven ook sprake van een vrijwel volledige primair-slibsanering, althans voor wat betreft de zuurstofbindende stoffen in het primaire slib. Dit blijkt uit de vergelijking van de BOD-vrachten voor en na de voorbezinkingstanks: 185.000 x 54 ≈ 230.000 x 40.

Verder komt uit tabel III naar voren dat de tussen haakjes opgenomen recirculatiestromen afkomstig van de thermische conditionering, de indickers en het surplus-slib een groot aandeel hebben in de brutobelasting van de installatie gemeten in de

TABEL IV - Parameters van de biologische trap.

	Ontwerp	RZI	
Slibbelasting		0,4 - 0,5	kg BOD/kg slib . d
Volumebelasting	1,6	± 1,2	kg BOD/m <sup>3</sup> . d
Slibconcentratie		2,3 - 2,8	kg slib/m <sup>3</sup>
Slibindex		150 - 200	ml/g
Slibproductie		0,75	kg slib/kg BOD
Slibleeftijd		± 3	dagen
DWA verblijftijd	2,74	4,11	uren
RWA verblijftijd	1,37	1,68	uren

ontvangkelder. De nettobelasting dient dan ook in het stadsgemaal te worden gemeten. Met uitzondering van de vervuilingswaarde van de thermische conditionering hebben de recirculatiestromen echter geen invloed op de belasting van de aeratietanks.

### 3. De biologische trap

Toen de ontwerpgrondslagen van de installatie werden vastgesteld, werd de volumebelasting van de aeratietanks nog de belangrijkste parameter geacht.

Volgens huidige opvattingen is het zuiveringseffect vooral afhankelijk van de slibbelasting waarbij ook de bezinkingseigenschappen van het slib en de grootte van de nabezinkingstanks een rol spelen.

Tabel IV geeft een vergelijking tussen de ontwerpgrondslagen en de grootheden waarmee in de praktijk wordt gewerkt.

De slibconcentratie waarmee wordt gewerkt in de aeratietanks is betrekkelijk laag.

De slibconcentratie wordt gelimiteerd door de grootte van de nabezinkingstanks en de bezinkingseigenschappen van het actief slib. De bezinkingseigenschappen van het actief slib uitgedrukt in de slibindex zijn vrij slecht. In de praktijk is gebleken dat de slibindex fluctueert met de temperatuur van het afvalwater (zie afb. 1). 's Winters is er sprake van een redelijke slibindex zodat er

dan met een hoger slibgehalte gewerkt kan worden. De oorzaak van de slechte bezinkingseigenschappen kan gelegen zijn in de hoge BOD/N-verhouding van het afvalwater waarvan het industriële aandeel sterk suikerhoudend is. Ook de bij benadering volledige menging van het slibwatermengsel in de aeratietanks kan een negatieve invloed hebben op de bezinkingseigenschappen [2].

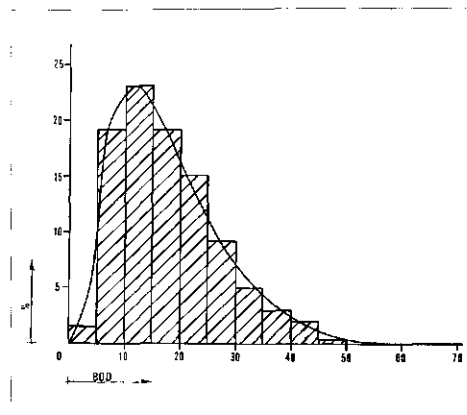
Overigens bevat het slib bij microscopisch onderzoek slechts weinig draadvormige bacteriën. Er is eerder sprake van volumineus slib dat grote hoeveelheden gebonden water bevat.

In de ontwerpfase van een zuiveringsinstallatie zullen in het algemeen weinig of geen gegevens omtrent de slibindex bekend zijn. Het is daarom aan te bevelen in een situatie waarbij slechte indices verwacht kunnen worden de nabezinkingstanks ruim te dimensioneren.

### 4. Effluentkwaliteit en rendement

Tijdens de ontwerpfase is als eis gesteld dat de BOD van het effluent als etmaalgemiddelde lager moest zijn dan 25 mg/l terwijl de BOD maximaal 30 mg/l mocht bedragen.

In afb. 2 is de frequentieverdeling van de BOD-waarden van alle etmaalmonsters in de periode 1974 tot en met 1976 weergegeven. Het effluent werd in genoemde



Afb. 2 - Frequentieverdeling BOD-effluent 1974-1976.

periode elke werkdag volumeproportioneel bemonsterd.

Beschouwt men de 25 mg/l BOD-eis als maatgevend dan werd hieraan door 80 % van alle waarnemingen voldaan. Samen genomen zal dit percentage nog iets hoger hebben gelegen daar de niet gemeten effluentkwaliteit in het weekend als gevolg van de dan optredende lagere belasting gemiddeld iets beter zal zijn geweest dan op werkdagen. De gemiddelde BOD-waarde van het effluent over de periode 1974 tot en met 1976 bedroeg 17 mg/l. De gemiddelde gehalten aan Kjeldahlstikstof en totaalfosfor bedroegen resp. 40 mg/l en 8 mg/l zodat er sprake was van een goede effluentkwaliteit. Behalve de goede effluentkwaliteit werden ook goede verwijderingspercentages van BOD, Kjeldahlstikstof en totaalfosfor gemeten. Een overzicht wordt weergegeven in tabel V.

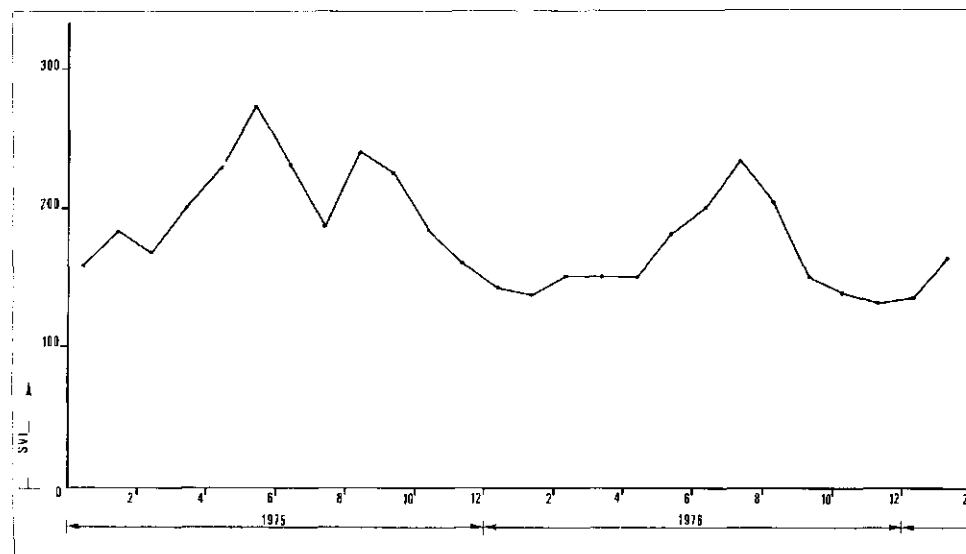
TABEL V - Rendement uitgedrukt in verwijderingspercentages.

	Biologie	Totale installatie
BOD	94 %	96 %
N	40 %	12 %
P	60 %	40 %

Opvallend zijn de hoge verwijderingspercentages voor stikstof en fosfor. Dit verschijnsel wordt veroorzaakt door de vastlegging van deze stoffen in het spuislib waarbij de in vergelijking met huishoudelijk afvalwater lage stikstof en fosforconcentraties verantwoordelijk zijn voor het hoge reductiepercentage. Per inwoner-equivalent wordt in huishoudelijk afvalwater 10 gram stikstof en 3 gram fosfor aangetroffen. Voor het Bredase afvalwater bedragen deze cijfers resp. 5 g N/i.e. en 1,5 g P/i.e.

Overigens komt een gedeelte van de vastgelegde nutriënten tijdens de thermische conditionering weer vrij. Om deze reden is de totale N en P verwijdering in de installa-

Afb. 1 - Verloop slib-volume-index 1975-1976.



tie lager dan de eliminatie in de biologische trap.

**Zuurstofinbreng en zuurstofsturing**

**1. Aeratietanks en beluchters**

Elk van de drie parallel geschakelde zuiveringsstraten bevat een rechthoekige aeratie-tank met een inhoud van ca. 5.400 m<sup>3</sup> bij een waterdiepte van 2,40 m. In elke tank zijn 6 oppervlaktebeluchters aangebracht van het type Gyrox 254 S. Alle beluchters worden aangedreven door elektromotoren van 45 KW. Voor de regeling van de zuurstofinbreng staan drie mogelijkheden ter beschikking: — het toerental is regelbaar op 26 of 39 r.p.m.; — de indompelingsdiepte is verstelbaar; — de draairichting van de beluchters is omkeerbaar.

De werktuigbouwkundige ervaringen met deze machines zijn gunstig. In de afgelopen vier jaren zijn geen mechanische of elektrische storingen opgetreden. Er werden bij geen enkele indompeldiepte of combinaties van indompeldiepten staande golven gevormd in het bassin. En tenslotte is zeker vermeldenswaard dat geluid, spatten en trillingen op een acceptabel niveau liggen.

**2. Zuurstofinbrengend vermogen**

Voor de ingebruikname van de zuiveringsinstallatie zijn OC-metingen uitgevoerd, in schoonwater, met één beluchter in een afgeschermd gedeelte van één aeratie-tank [3].

De resultaten staan weergegeven in tabel VI. De afkortingen hebben de volgende betekenis:

- HT = hoog toerental, 39 r.p.m.
- LT = laag toerental, 26 r.p.m.
- Sto = draairichting met schoepen stotend.
- Sle = draairichting met schoepen slepend.

TABEL VI - Resultaten OC-meting met één beluchter.

Snelh./draair.	Indompeling	Gemiddeld rendement	Max OC
HT/Sto	max. 5 cm	1,82 kg O <sub>2</sub> /KWh	90 kg O <sub>2</sub> /hr
HT/Sle	5 - 20 cm	1,73 kg O <sub>2</sub> /KWh	80 kg O <sub>2</sub> /hr
LT/Sto	5 - 20 cm	1,75 kg O <sub>2</sub> /KWh	60 kg O <sub>2</sub> /hr
LT/Sle	0 - 20 cm	1,61 kg O <sub>2</sub> /KWh	32 kg O <sub>2</sub> /hr

Opgemerkt wordt dat de stand HT/Sto in de praktijk niet bruikbaar is vanwege overschrijding van het maximaal op te nemen vermogen, zodat als maximaal in te brengen hoeveelheid zuurstof 80 kg O<sub>2</sub>/hr per beluchter aangehouden dient te worden. Per etmaal kan dus 18 x 80 x 24 = 34.560 kg zuurstof worden ingebracht, ervan uitgaande dat de zes beluchters per aeratie-

tank elkaar op het punt van de zuurstofinbreng niet beïnvloeden. De BOD-vracht bedraagt volgens het ontwerp 650.000 x 0,040 = 26.000 kg BOD. Op basis van vorenstaande gegevens bedraagt de OC/load-factor 34.560/26.000=1,33. De ontwerpeis OC/load = 1,5 wordt dus met de huidige beluchters niet gehaald. Vermeldenswaard hierbij is de opgave van de fabrikant met betrekking tot het rendement van de beluchters. Volgens fabrieksopgave zou 2,3 kg zuurstof/KWh ingebracht kunnen worden, hetgeen tot een theoretische OC/load van 1,8 had geleid. Overigens heeft de zuurstofinbreng in de afgelopen jaren nooit aanleiding gegeven tot een slecht functioneren van de biologische trap, ook niet in perioden met hoge belasting.

**3. Zuurstofsturing**

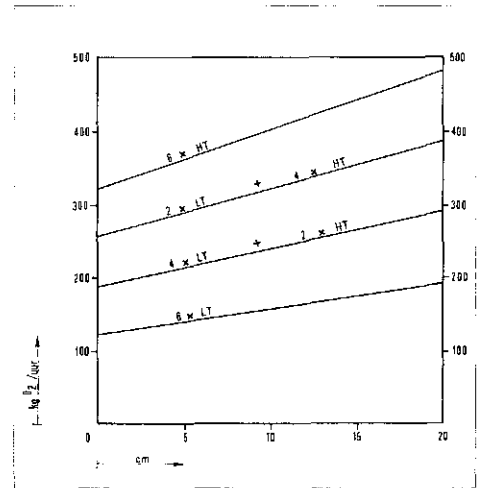
De drie aeratietanks zijn elk uitgerust met een systeem van zuurstofsturing. Bij de installatie Breda is deze voorziening noodzakelijk om de volgende drie redenen:

- a. het betreft hier een hoogbelaste installatie met korte verblijftijden in de aeratietanks dus weinig buffering;
  - b. door het grote aandeel van de industriële vuillast bestaan er grote verschillen in afvalwateraanbod tussen de werkdagen en het weekend;
  - c. de aangesloten industrieën zijn in hoofdzaak seizoenbedrijven zodat er per seizoen grote verschillen in afvalwateraanbod kunnen optreden.
- Om aan deze fluctuaties het hoofd te bieden is voor de schommelingen zoals onder a. beschreven een snelle automatische sturing wenselijk (toerentalschakeling); voor de onder b. beschreven schommelingen zal behalve een automatische sturing ook een bijsturing met de hand gewenst kunnen zijn (toerentalschakeling + indompelingsdiepte); voor de seizoensschommelingen genoemd onder c. zal in het algemeen naast de automatische sturing een bijregeling met de hand zonder meer noodzakelijk zijn (toerentalschakeling + indompelingsdiepte).

Welke eisen worden verder aan een automatisch zuurstofsturingssysteem gesteld? Dit zijn:

- a. een representatief meetpunt in de aeratie-tank moet aanwezig zijn;
- b. het regelbereik dient zo groot mogelijk te zijn;
- c. het mechanisch rendement in het regelbereik dient zoveel mogelijk constant te zijn.

Om de aan de specifieke Bredase eisen en



Afb. 3 - Het zuurstofinbrengend vermogen van zes beluchters als functie van de indompelingsdiepte.

aan de algemene eisen voor zuurstofsturing zo goed mogelijk te voldoen is gekozen voor het volgende systeem: De zuurstofconcentratie wordt gemeten achterin de vrijwel volledig gemengde aeratietank.

Bij een gemeten zuurstofconcentratie van minder dan 1/2 mg/l worden de zes beluchters met tussenpozen, twee aan twee, van achter naar voor in toerental opgeschakeld. Bij de gemeten zuurstofconcentratie van meer dan 2 mg/l geschiedt het omgekeerde.

De draairichting is slepend terwijl gewerkt wordt met een maximale indompelingsdiepte.

Het mechanisch rendement in dit werkgebied bedraagt 1,61 - 1,73 kg zuurstof/KWh, terwijl een regelbereik ontstaat van 180 - 480 zuurstof/hr (zie afb. 3). Met deze zuurstofinbreng zijn theoretisch vuillast-schommelingen op te vangen variërend van 216.000 tot 576.000 i.e.

Binnen deze grenzen vallen de werkdag-weekend-verschillen, doch ook de seizoensschommelingen worden hiermede volledig opgevangen. Geconcludeerd mag worden dat het geïnstalleerde zuurstofsturingssysteem zowel theoretisch als praktisch goed voldoet.

**4. Energieverbruik belichting**

In 1976 bedroeg het gemiddelde energieverbruik van de beluchters 12.000 KWh/dag bij een belasting van 460.000 i.e. à 40 g BOD. Het BOD-rendement bedroeg 94 %. Uit deze cijfers volgt een specifiek energieverbruik van 0,7 KWh/kg verwijderde BOD. Uit een in 1975 gehouden enquête onder Nederlandse beheerders van rioolwaterzuiveringsinstallaties bleek het specifiek energieverbruik van hoogbelaste actief slib-installaties met oppervlaktebeluchters

gemiddeld 0,8 KWh/kg verwijderde BOD te bedragen [4].

De in Breda gemeten waarde steekt hier tegen gunstig af.

Interessant is om het specifiek energieverbruik in 1976 te vergelijken met de cijfers tijdens het eerste halfjaar van 1973 toen het zuurstofsturingssysteem te Breda nog niet was geïnstalleerd. Tijdens laatstgenoemde periode bedroeg het specifiek energieverbruik 0,8 - 1,2 KWh/kg verwijderde BOD.

Een voorzichtige schatting geeft aan dat door het zuurstofsturingssysteem tenminste 10 % op de beluchtingskosten wordt bespaard. Voor de installatie Breda betekent dit een besparing van meer dan f 50.000,—/jaar.

### Slibindikking

#### 1. Het belang van een goede indikking

De slibindikking is te Breda een zeer kritisch punt in het totale functioneren van de installatie.

Het resultaat van het indikkingsproces heeft invloed op:

a. het aantal draaiuren van de uit twee units bestaande Zimpro-installatie. Per unit kan maximaal 320 m<sup>3</sup> slib/dag worden verwerkt. Het proces is debietgebonden, het slibaanbod is massagebonden. Indien het indikpercentage daalt tot onder de 2,5 % kan het aanbod op langere termijn niet verwerkt worden;

b. het energieverbruik van het Zimproproces. Elke kubieke meter slib vraagt een bedrag van ca. f 2,30 (1976) aan stookolie en elektrische energie. Een goede indikking geeft minder kubieke meters slib;

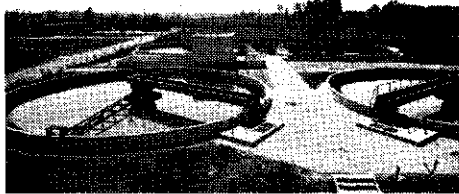
c. de vervuilingswaarde van het filtraatwater en dus op de belasting van de aeratie-tanks.

Als gevolg van de thermische conditionering gaat een deel van het slib in oplossing. Dit gedeelte is groter naarmate het slib dunner is. Zo levert de verwerking van slib met 2 % droge stof bij een aanbod van 16 ton/dag 110.000 i.e. à 40 g BOD. Slib met 4 % droge stof levert slechts 80.000 i.e. Opgemerkt dient te worden dat deze extra belasting weer aanleiding geeft tot extra spuilslibvorming, met andere woorden bij een slecht functionerende indikking neemt de te verwerken hoeveelheid slib meer dan evenredig toe!

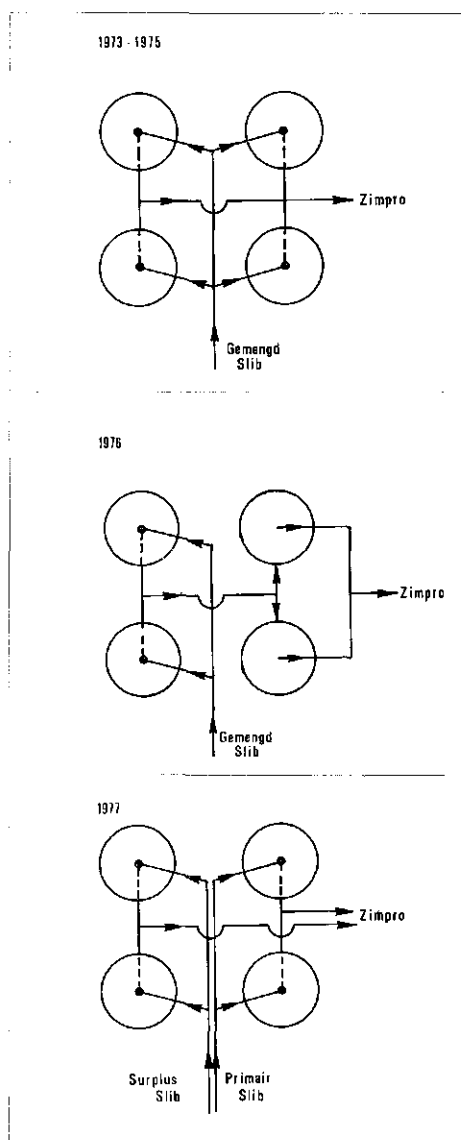
#### 2. Indikkers, ontwerp en praktijk

Zie afb. 4.

De installatie is uitgerust met 4 identieke gravitatie-indikkers. De diameter bedraagt 20 meter en de kantdiepte 2,55 meter.



Afb. 4 - De slibindikkers.



Afb. 5 - Evolutie in de bedrijfsvoering van de indikkers.

TABEL VII.

	Ontwerp	RZI
Slibproductie	32 ton/d	16 ton/d
% prim/sec.	40/60	20/80
d.s.-belasting	25,5 kg/m <sup>2</sup> . d	
hydr. belasting	0,75 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> . hr	
d.s. ingedikt slib	5 %	3 - 5 %

Verdere gegevens staan vermeld in tabel VII.

Uit de tabel blijkt dat de slibproductie in de praktijk de helft bedraagt van de ontwerp-slibproductie.

Opvallend is tevens het sterk teruggelopen aandeel van het primaire slib; de reeds eerder besproken saneringsmaatregelen bij de aangesloten industriële bedrijven spelen hier een rol. Op het totale indikkingsresultaat heeft dit een negatieve invloed. De ontwerp-droge-stofbelasting van 25,5 kg/m<sup>3</sup> . dag was met opzet laag gekozen omdat de indikkers oorspronkelijk ook als buffer waren gedacht. Verderop wordt aangetoond dat buffering in de indikkers niet zonder meer toegepast kan worden indien men een goede indikking wil bereiken.

### 3. Bedrijfsvoering

(zie afb. 5)

In de bedrijfsvoering van de indikkers zijn drie perioden te onderscheiden:

a. de beginperiode 1973 - 1975.

In deze jaren is gewerkt met vier parallel bedreven indikkers met als voeding een mengsel van primair slib en surplusslib. Reeds spoedig werd geconstateerd dat dit slibmengsel tot ca. 5 % kon worden ingedikt, zolang het vers was, met andere woorden niet verzuurd. Ongunstig in dit verband was de korte tijd dat het slib vers kon worden gehouden. Verzuuring trad, vooral bij hogere buitentemperaturen, zeer snel op. Was het slib in de indikkers eenmaal verzuurd dan liep de indikkingsgraad snel terug tot 2 à 3 % droge stof, en was het met de beschikbare verwerkingscapaciteit van de Zimpro-installatie zeer moeilijk om weer tot een goed werkend indikkingsproces te komen. Vooral 's zomers traden problemen op daar naast de hogere temperaturen de dan optredende hogere slibindices van het actief slib de slibindikking extra bemoeilijkten.

In deze jaren is een aantal maatregelen genomen om verzuuring zoveel mogelijk te voorkomen resp. tegen te gaan.

— Door continu een mengsel van primair slib en surplusslib te spuien uit de *voorbezinkingstanks* werd de verblijftijd in deze tanks zoveel mogelijk beperkt.

— Door het slib snel te verwerken kon de verblijftijd in de *indikkers* eveneens beperkt blijven.

Buffering in de indikkers werd zoveel mogelijk vermeden, hiertoe werden silb-spiegelmeters geïnstalleerd.

b. de periode 1976.

Ondanks de hiervoor beschreven maatregelen ontstonden regelmatig problemen als gevolg van de geschetste noodzaak om het uiteraard niet constante slibaanbod praktisch ononderbroken te verwerken.

Elke kortstondige storing in de Zimpro-installatie kon potentieel ernstige gevolgen hebben. Bij onverhoopt optredende verzuring van het slib kon slechts met uiterste krachtsinspanning weer tot een normaal bedrijf worden teruggekeerd.

In de zeer warme zomer van 1976 was er sprake van een zeer moeilijke situatie. Besloten is toen om het indikkingsproces in twee tanks uit te voeren en het ingedikte slib te bufferen in de overige twee indikkers. Door de bij het ontwerp gekozen lage drogestofbelasting van 25,5 kg/m<sup>2</sup>. dag en de lagere slibproductie was dit voor het indikkingsbedrijf geen bezwaar.

Voordelen van dit systeem waren:

- De mogelijkheid om de condities van het indikproces nauwkeurig te regelen. Met name de droge-stofverblijftijd was een belangrijke parameter die met behulp van automatische slibniveausturing goed in de hand kon worden gehouden.
- De buffering van ingedikte slib vond plaats buiten de indikkers, Verzuring in de buffer had geen invloed op het droge-stofgehalte.
- De slibvoorraad werd zichtbaar waardoor een betere planning voor de bedrijfsvoering mogelijk werd (tijdstop van reparaties, zuurspoeling warmtewisselaars etc.).

c. 1977.

Met de onder b. beschreven maatregelen werd niet het beoogde effect bereikt. De oorzaak hiervan dient gezocht te worden in de snelheid waarmee het slibmengsel (voor het overgrote deel surplusslib) verzuurde.

Onder bepaalde omstandigheden trad verzuring op binnen 24 uur wat voor een redelijk indikeffect de minimaal vereiste verblijftijd is.

Het vermoeden bestond dat het verzuringsproces in het slibmengsel als het ware geënt werd vanuit het bestanddeel primair slib. Om deze reden is sinds mei 1977 met een gescheiden slibindikking gewerkt: twee indikkers werden gebruikt voor het surplusslib en de andere twee voor de indikking van het primaire slib.

De resultaten van deze werkwijze waren bemoedigend.

In de zomermaanden juni, juli en augustus (de moeilijke periode voor de slibindikking) van 1977 werd op deze manier het slib (primair + surplus) ingedikte tot gemiddeld 4,3 % droge stof, ongeveer 25 % beter dan in dezelfde periode van drie voorgaande jaren.

Opvallend hierbij was de zeer goede indikking van het primaire slib, 6 tot 8 % droge stof. Verzuring trad bij de indikking van het primaire slib snel op, doch beïnvloedde het resultaat nauwelijks.

De indikking van het surplusslib leidde tot

droge-stofgehalten van 3 - 4 %. Verzuring trad niet snel op. De drogestofbelasting van de surplusslibindikkers moest vrij laag worden gehouden. Bij hoge slibindices (> 200) diende de droge-stofbelasting zelfs tot beneden de 15 kg/m<sup>2</sup>. dag teruggebracht te worden. Hiertoe was het noodzakelijk drie indikkers te voeden met surplusslib en het primaire slib naar slechts één indikker te leiden. Bij droogweer gaf deze werkwijze geen problemen.

Concluderend kan gesteld worden dat de indikking van het Bredase slib zeer veel aandacht vraagt, waarbij volgens de laatste gegevens gescheiden indikking van primair en surplusslib de beste resultaten oplevert. Het verdient aanbeveling bij nieuwe ontwerpen ruime mogelijkheden voor de wijze van bedrijfsvoering van de indikkers in te bouwen.

#### Intern geproduceerde afvalstromen

De interne recirculatiestromen die teruggevoerd worden naar de ontvangkelder op de rioolwaterzuiveringsinstallatie Breda zijn de volgende: surplusslib, overloop indikkers, koelwater Zimpro, overloop na-indikkers (decantaat) en filtraat filterpersen. Zoals reeds eerder opgemerkt zijn de twee laatstgenoemde stromen het belangrijkste daar zij een directe invloed uitoefenen op het waterbedrijf. De chemische samenstelling van beide stromen is vrijwel identiek zodat zij in het verdere betoog als een geheel zullen worden beschouwd. Deze afvalstroom zal worden aangeduid als Zimpro-filtraat.

De effecten op het waterbedrijf zijn:

- de aeratietanks worden extra belast waardoor 15 à 20 % meer zuurstof ingebracht moet worden en een extra hoeveelheid surplusslib gevormd wordt;
- de Zimpro-filtraatstroom heeft een penetrante geur waardoor stankoverlast kan optreden met name in de vuilwaterkelder en de zandvanginstallatie;
- de slecht afbreekbare humuszuren in de filtraatstroom zijn de oorzaak van een intensieve bruinkleuring van het effluent van de zuiveringsinstallatie.

Een aantal alternatieven is onderzocht om bovengenoemde effecten te bestrijden.

#### 1. Directe injectie in een aeratietank.

De Zimpro-filtraatstroom bevat geen bezinkbare stoffen zodat directe injectie in een aeratietank geen invloed had op het totale energieverbruik van de beluchting. Onderzocht is of het actief slib in deze tank zich zou aanpassen aan dit speciale geconcentreerde substraat, zodat mogelijk een betere totaal-effluentkwaliteit zou ontstaan. In de praktijk is echter niet gebleken dat

de effluentkwaliteit veranderde, ook de bruinkleuring werd niet verminderd.

Er werd wel een positief effect geconstateerd ten aanzien van de stankemissie.

Door het Zimpro-filtraat onder het vloei-stofoppervlak van de aeratietank te injecteren werd een groot gedeelte van de stankstoffen geëlimineerd. Deze conclusie is gebaseerd op zintuigelijke waarnemingen, doelgericht onderzoek naar verwijderingspercentages van specifieke stoffen is niet uitgevoerd.

#### 2. Anaerobe behandeling

De meest veelbelovende behandeling van het Zimpro-filtraat is de anaerobe vergisting. De redenen voor deze gunstige perspectieven zijn de volgende:

- de afvalstroom is hoog geconcentreerd; BOD 8.000 - 12.000 mg/l;
- de afvalstroom is goed biologisch afbreekbaar; COD/BOD = 2;
- de optimale gistingstemperatuur van ± 30 °C kan zonder extra kosten in stand worden gehouden door het slib dat de Zimpro-reactor verlaat minder te koelen;
- de (geringe) slibaanwas van een dergelijk proces kan zonder problemen als primair slib verwerkt worden;
- met het geproduceerde gistinggas kunnen de stookoliekosten van het thermische conditioneringsproces worden verminderd.

Om de mogelijkheden van filtraatvergisting te onderzoeken is een langdurig laboratoriumexperiment opgezet met behulp van een zgn. upflowreactor welke in bruikleen was verkregen van de afdeling Waterzuivering van de Landbouwhogeschool in Wageningen.

De gebruikte apparatuur is weergegeven in afb. 6.

De proefopstelling bestond uit een anaerobe reactor (1) met een inhoud van 30 liter. Het reactorvat was voorzien van een spits toelopende bodem waarin het effluent (11) werd aangevoerd. In de reactor was een roerder geplaatst (3) waarvan de roermotor (7) was aangesloten op een tijdschakelaar (8). Roertijd en frequentie werden hiermede ingesteld. Bij de experimenten werd elke 10 minuten 15 seconden geroerd. De reactor werd in opwaartse richting doorstroomd. Het vrijkomende gas werd met behulp van een gasgeleider (4) in de gasruimte (5) opgevangen en via een waterslot (10) en een gasmeter (9) afgevoerd. Het effluent (12) passeerde eerst een bezinker (6) alvorens de reactor te verlaten. Het geheel stond opgesteld in een verwarmde ruimte welke middels een thermostat op ± 30 °C werd gehouden. Het doel van de proef was om een zo hoog mogelijke COD-afbraak te bewerkstelligen bij een zo kort mogelijke verblijftijd.

Op advies van de afdeling Waterzuivering van de LH werd een volumebelasting nagestreefd van 10 kg COD/m<sup>3</sup>. dag. In een aantal stappen werd de volumebelasting tijdens de duur van het experiment opgevoerd. De gemiddelde resultaten over de periode met volumebelasting 10 kg COD/m<sup>3</sup>. dag staan vermeld in tabel VIII.

TABEL VIII.

	Influent	Effluent	Rendement
pH	4,5 - 5,5	7,5 - 8,5	—
BOD	7.000 mg/l	700 mg/l	90 %
COD	14.000 mg/l	3.500 mg/l	75 %
N	1.500 mg/l	1.300 mg/l	10 %
P	150 mg/l	100 mg/l	30 %
VI. Vetzuren	3.500 mg/l	900 mg/l	75 %
Gasprod.	± 0,4 m <sup>3</sup> /kg afgebroken COD		

De volgende conclusies kunnen uit het onderzoek worden getrokken:

- anaerobe vergisting van het Zimpro-filtraat is mogelijk;
- bij een volumebelasting van 10 kg COD/m<sup>3</sup>. dag trad nog een stabiel gistingproces op;
- de BOD-afbraak bedroeg bij genoemde belasting 90 %;
- de gasproductie bedroeg ca. 0,4 m<sup>3</sup>/kg afgebroken COD.

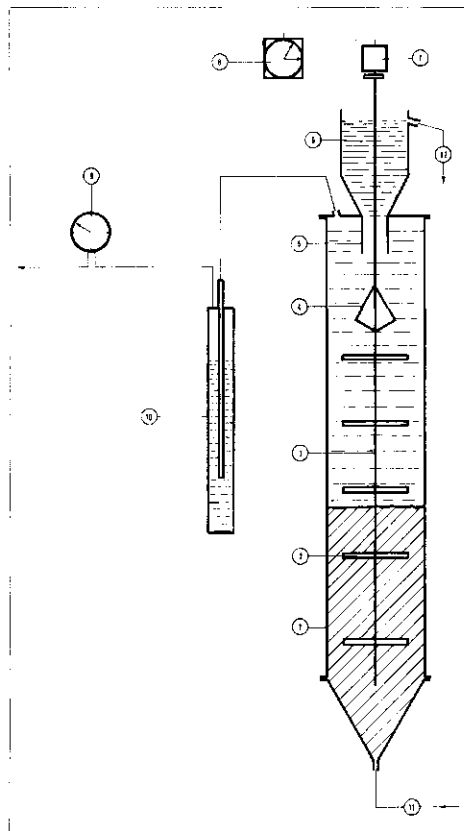
Indien de experimentele gegevens vertaald zouden kunnen worden naar de praktijk van de installatie Breda dan zou dat inhouden:

- een reactorvolume van ± 600 m<sup>3</sup> met een vloeistofverblijftijd van ongeveer 36 uur;
- een vermindering van de belasting van de aeratietanks met ca. 70.000 i.e. à 40 g BOD, overeenkomend met een besparing van ongeveer 700.000 KWh per jaar;
- een vermindering van de surplusproductie met ± 2 ton droge stof per dag;
- een gasproductie van 2.000 m<sup>3</sup>/dag hetgeen calorisch het huidige stookolieverbruik benadert.

Op basis van het voorgaande kan de anaerobe filtraatvergisting voor de installatie Breda zonder meer als een veelbelovend project worden beschouwd.

### Conclusies en aanbevelingen

- Het waterbedrijf van de rioolwaterzuiveringsinstallatie Breda heeft de afgelopen jaren zeer behoorlijk gefunctioneerd. Het geproduceerde effluent lag gedurende meer dan 80 % van de tijd beneden de als eis gestelde 25 mg/l BOD met een gemiddelde van 17 mg/l BOD.
- De slibbelasting van de installatie bedroeg ongeveer 0,5 kg BOD/kg slib/dag bij gemiddeld 70 % van de ontwerpbelasting. Limiterende factoren om de slibbelasting te verlagen c.q. de slibconcentratie op te



Afb. 6 - Laboratoriumopstelling anaerobe reactor.

voeren waren de hoge slibindex en de hoge oppervlaktebelasting van de nabezinkings-tanks.

Bij het dimensioneren van nieuwe rioolwaterzuiveringsinstallaties verdient het aanbeveling om bij een te verwachten slechte slibindex aanzien van de nabezinkingstanks een ruime marge in te bouwen, met name geldt dit voor rioolwaterzuiveringsinstallaties met procentueel veel industrieel afvalwater.

3. Zoals bij de installatie Breda is gebleken kan bij hoogbelaste actiefslibinstallaties een forse N- en P-reductie worden bereikt middels vastlegging in het biologisch slib. Gunstige omstandigheden in dit verband zijn een hoge secundair slibproductie en in verhouding tot de BOD lage N- en P-concentraties in het influent.

4. Bij een hoogbelast actiefslibstelsysteem is zuurstofsturing van de beluchters vooral ten aanzien van het overall-rendement van groot belang.

Bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie Breda werd hierdoor tenminste 10 % op de beluchtingskosten bespaard. De combinatie: volledig gemengd systeem-opervlaktebeluchters-zuurstofsturing functioneert zowel technologisch als mechanisch bijzonder goed. Dit ondanks de tegengevallen maximale zuurstofinbreng van de oppervlaktebeluchters en wellicht mede dankzij de sanering van de industriële vuilast waardoor lange perioden met

100 %-belasting niet vaak meer optreden.

5. De slibindikking is te Breda een zeer kritisch punt in het totale functioneren van de installatie.

Moeilijkheden hier werken niet alleen door in de verdere slibverwerking maar na verloop van tijd ook in het waterbedrijf.

Naar aanleiding van de geschetste ervaringen verdient het aanbeveling spuislib van hoogbelaste actiefslibinstallaties zo vers mogelijk in te dikken en geen buffering in de indickers toe te passen.

Bovendien is het bij nieuw te bouwen installaties gewenst mogelijkheden te creëren om primair en secundair slib zowel gescheiden als gemengd te kunnen indikken. Deze aanbevelingen gelden des te sterker naarmate de nieuw geplande slibverwerking gedimensioneerd wordt op een dagelijks te verwerken slibvolume, zoals het geval is bij thermische conditionering of in mindere mate bij een slibgistingssysteem.

Tot slot zij nog opgemerkt dat het verstandig is er rekening mee te houden dat het primair slibaandeel afkomstig van industriële vervuilers onder druk van de zuiveringsheffing de neiging zal vertonen sterk af te nemen waardoor het resultaat van de slibindikking kan teruglopen.

6. Hoewel het uit hydraulisch oogpunt voor de hand ligt om alle recirculatiestromen van een rioolwaterzuiveringsinstallatie terug te voeren naar de ontvangkelder kan het nuttig zijn hier in bepaalde gevallen van af te wijken.

Voor de installatie Breda geldt dit vooral voor de stromen afkomstig van de na-indickers en de filterpersen daar deze een penetrante geur verspreiden en omdat zij geen slib bevatten direct in de beluchtingsruimte kunnen worden geïnjecteerd, waar de stankstoffen snel worden geabsorbeerd aan het actief slib.

7. Ongeveer 15 à 20 % van de totale belasting op de aeratietanks is afkomstig van de na-indickers en de filterpersen.

Deze zeer geconcentreerde afvalstroom is goed biologisch afbreekbaar. Een afzonderlijke behandeling in een zgn. anaerobe upflowreactor is op laboratoriumschaal succesvol gebleken. Het onderzoek hieraan zal worden voortgezet.

### Literatuur

- Koster, E. L. C., Graaf, J. H. J. M. van der, Wolde, J. G. ten, *Bedrijfservaringen met de Zimpro-installatie te Breda*, H<sub>2</sub>O (9) 1976 nummer 3, pagina 46 tot en met 51.
- Rensink, J. H., *De invloed van het voedingspatroon op het ontstaan van licht slib bij verschillende belastingen*, H<sub>2</sub>O (7) 1974 nummer 22, pagina 480.
- Beproevingen beluchters op de rioolwaterzuiveringsinstallatie Breda*. Meetrapport Witteveen + Bos, juni 1973.
- Ponsen, R. A., *Optimalisering van energieverbruik*, H<sub>2</sub>O (9) 1976 nummer 5, pagina 95.