

# De proefinstallatie voor zuivering van afvalwater van het Laboratorium voor Gezondheidstechniek te Delft

## 1. Inleiding

Het Laboratorium voor Gezondheidstechniek is gehuisvest in één der Stevinlaboratoria, deel uitmakend van de afdeling der Civiele Techniek van de Technische Hogeschool te Delft. In vroeger jaren, toen de afdeling was gehuisvest in het voormalige gebouw voor Weg- en Waterbouwkunde, nam de afstudeerrichting gezondheidstechniek een bescheiden plaats in binnen de afdeling, ook wat de beschikbare ruimte voor het laboratorium betrof. Door de verhuizing naar het nieuwe gebouwen-



IR. R. G. VELDKAMP  
Laboratorium voor Gezondheidstechniek, Technische Hogeschool Delft

complex kreeg gezondheidstechniek de beschikking over een ruim laboratorium\*. Deze uitbreiding viel nagenoeg samen met een toenemende belangstelling voor ons vakgebied. Met het betrekken van het nieuwe laboratorium kreeg men ook de beschikking over een achter het gebouw gelegen buitenterrein. Indertijd is besloten om dit terrein te bestemmen voor de bouw van een proefinstallatie voor de behandeling van afvalwater.

Tot op heden was het slechts mogelijk om op het gebied van de afvalwaterzuivering spuurwerk op kleine schaal te verrichten binnen het laboratorium. Om dit fundamenteel gericht onderzoek aan de praktijk te kunnen relateren, is een installatie op grotere schaal een noodzakelijke tussenfase. Voor de proefinstallatie is dan ook een zodanige grootte gekozen, dat vertaling van de onderzoekresultaten naar de praktijk zonder meer mogelijk is. In de te bouwen installatie zal in de toekomst research worden gedaan door de medewerkers verbonden aan het laboratorium als ook door studenten die afstuderen in de richting gezondheidstechniek. Het doel waartoe de installatie dient is dan ook driedelig:

a. Het voor de studenten aanschouwelijk maken van de verschillende onderdelen van een zuiveringsinstallatie zoals deze in de praktijk voorkomen. Hierbij dient het geheel als illustratie van datgene wat in de colleges wordt behandeld.

b. Studenten de mogelijkheid bieden een gedeelte van hun afstudeerwerk te koppelen aan de proefinstallatie. Dit werk kan

bestaan uit een onderzoek van korte duur, zoals een deelonderzoek in een groter projekt onder leiding van een wetenschappelijk medewerker van het laboratorium. Een andere mogelijkheid is het werken aan een onderzoek dat zich over een langere tijd uitstrekt, in de orde van grootte van maximaal zes maanden.

c. Het doen van wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de zuivering van afvalwater door de medewerkers verbonden aan het laboratorium, waar mogelijk in samenwerking met andere vakgroepen van de Technische Hogeschool.

In de toekomst zal gestreefd worden naar een zo goed mogelijke integratie van het studentenwerk in het lopende researchwerk. De benutting van het buitenterrein behoeft niet beperkt te blijven tot voornoemde installatie. Er is nog voldoende ruimte voor het realiseren van andere opstellingen die te groot zijn voor plaatsing binnen het laboratorium.

## 2. Algemene aspecten

De basis van een goed ontwerp is een uitgebreide oriëntatie van het terrein waarop men zich begeeft. Men kan beginnen met een literatuuronderzoek om al spoedig tot de ontdekking te komen dat vele proefinstallaties gebouwd zijn voor één type onderzoek en derhalve een te gericht karakter hebben. Nuttiger is daarom het bezoeken van een aantal bedrijven en instellingen waar men ervaring heeft met het bouwen en exploiteren van proefinstallaties. Uit gesprekken met deskundigen kan zo veel informatie worden gewonnen. Dan blijkt al snel dat er een grote verscheidenheid van meningen en opvattingen bestaat, waaruit later een doelbewuste keuze moet worden gemaakt. Na deze beginfase kan worden begonnen met het eigenlijke ontwerp.

Vergelijkt men het ontwerp van een proefinstallatie met dat van een praktijkinstallatie, dan komen belangrijke verschillen naar voren.

Bij het bouwen van een praktijkinstallatie gaat men uit van een aantal min of meer vaststaande gegevens, zoals de te verwerken hoeveelheid afvalwater, de samenstelling ervan, de zuiveringsmethode (die mede afhangt van de verlangde kwaliteit van het effluent en de jaarlijkse kosten) en men baseert daarop het ontwerp.

De gekozen zuiveringswijze wordt van te voren bepaald als zijnde de beste en de meest economische. In het ontwerp stadium van een proefinstallatie kent men dergelijke vaste uitgangspunten niet. Bij voorkeur dienen er meerdere zuiveringsmethoden in toegepast te kunnen worden, de verschillende

onderdelen moeten op diverse manieren na elkaar geschakeld kunnen worden (by-passes), een bepaalde behandeling van het afvalwater moet in meervoud kunnen geschieden, er moet een mogelijkheid zijn tot uitbreiding, enz. Voorts is het aantal grootheden dat in een proefinstallatie moet worden gemeten aanmerkelijk meer dan in de praktijk, omdat elk onderzoek pas geëvalueerd en gekarakteriseerd kan worden met een voldoende aantal bedrijfsgegevens. Dit alles is samen te vatten tot één uitgangspunt: de installatie moet zo flexibel mogelijk zijn. Dit facet komt vooral naar voren in de biologische trap, waarop later nog wordt teruggekomen.

Enkele belangrijke ontwerpcriteria zijn:

- Hoe groot wordt de installatie?
- Welke zuiveringsmethode(n) zullen toegepast worden?
- Hoeveel zuiveringsstraten worden er gebouwd?
- Hoe worden de diverse onderdelen gedimensioneerd?
- Wordt de installatie wel of niet bovengronds gebouwd?
- Van welke materialen worden de onderdelen vervaardigd?
- Welke grootheden worden gemeten en op welke manier?
- Op welke onderzoeken komt de nadruk te liggen?

De beantwoording van deze criteria zal in het hierna volgende aan de orde komen.

## 3. Gezondheidstechnische aspecten

Het belangrijkste ontwerpgegeven vormt wel de vraag: wat wordt de capaciteit van de installatie of met andere woorden, hoe groot is de rioolwateraanvoer waarop de installatie wordt gedimensioneerd? Deze is zodanig gekozen dat er een installatie is gebouwd die qua grootte ligt tussen de laboratoriummodellen en de praktijk: een installatie op semi-technische schaal. Een tweede belangrijk gegeven is de gewenste minimum slibproductie waarmee het mogelijk moet zijn reële proeven op het gebied van slibverwerking te beginnen. Deze overwegingen hebben geleid tot een keus van een installatie met een verwerkingscapaciteit van 20 m<sup>3</sup> rioolwater per uur.

Als zuiveringsmethode is gekozen voor een actief-slibinrichting omdat deze een grote flexibiliteit waarborgt. Men kan een groot aantal zuiveringsmethoden inbouwen en het geheel is minder star dan bijv. oxydatiebedden.

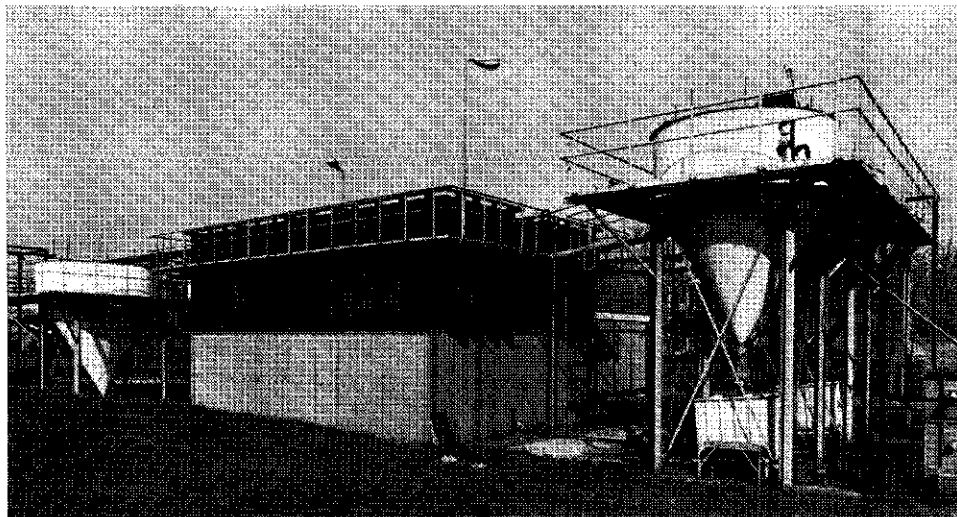
Een ander belangrijk punt dat van invloed is op het gehele ontwerp is de wens om

\* Zie A. C. J. Koot: Vijfentwintig jaar onderwijs in de Gezondheidstechniek aan de Afdeling der Civiele Techniek van de Technische Hogeschool Delft, H<sub>2</sub>O (8) 1975, nr. 1.

vergelijkende proeven te kunnen doen. Dat was aanleiding om de basisinstallatie, d.w.z. de mechanische en biologische zuiveringstrap, in tweevoud te bouwen als twee volkomen identieke zuiveringsstraten.

#### 4. Civiel-technische aspecten

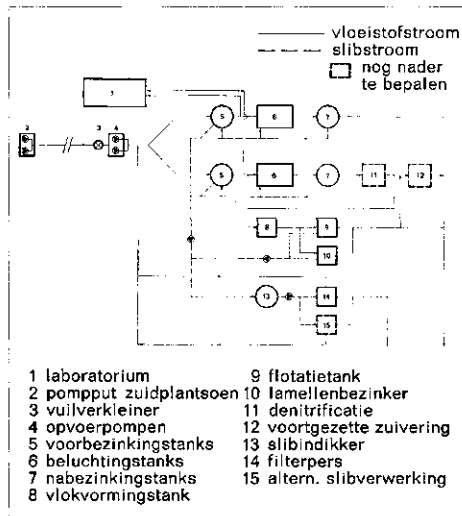
Van belang is verder de keuze van de materialen waaruit men de verschillende onderdelen opbouwt. Te denken valt aan het gebruik van beton of staal. Deze keus stond in dit geval niet op zichzelf maar hield ten nauwste verband met een tweede vraag: wel of niet bovengronds bouwen? Aangezien de bodem in de nabijheid van het laboratorium uit slappe veenlagen bestaat is bij het bouwrijp maken van het buitenterrein de grond met sandpalen verbeterd. De bovenste terreinlaag is weggegraven en vervangen door een zandpakket van ca. 1 m dikte. Deze terreingesteldheid dwong al min of meer in de richting van een bovengrondse installatie, omdat bij het in de grond brengen van bassins door de zandlaag gegraven zou worden met alle daaraan verbonden nadelen. De bassins zouden in dit geval moeten worden onderheid, hetgeen aanzienlijk meer kosten geeft. Het bovengronds bouwen van een installatie heeft bovendien als groot voordeel dat men overal bij kan om veranderingen aan te brengen, zoals bijv. extra aansluitingen. Wil men ten volle profijt hebben van de mogelijkheid van het later aanbrengen van veranderingen, dan valt de keus op staal als constructiemateriaal. In een stalen tank kan op eenvoudige wijze een gat worden geboord of gebrand, in beton levert dit problemen op. De gehele installatie is dus in staal uitgevoerd, zodanig dat de afvalwaterstroom onder vrij verval de diverse trappen doorloopt. Dit betekent een installatie die gebouwd is 'op poten' (zie afb. 1). Iedere tank is ondersteund door kolommen, wat haar van alle kanten zeer toegankelijk maakt. Dit heeft weer tot voordeel dat de



Afb. 2 - Proefinstallatie voor zuivering van afvalwater.

ruimte onder beide beluchtingstanks hoog genoeg is om er rechtop in te kunnen staan en daarom van dak en wanden is voorzien. Op deze wijze is er een ruimte ontstaan die kan dienen voor het opstellen van pompen, compressoren en dergelijke en voor opslag van goederen (zie afb. 2).

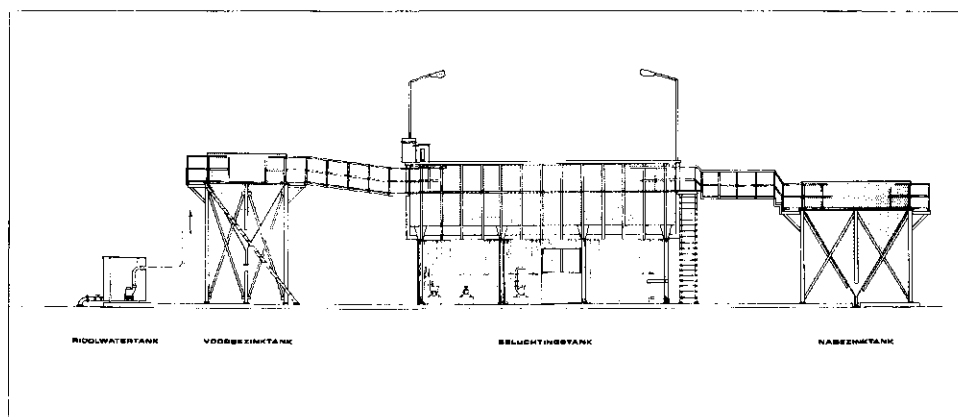
Afb. 3 - Stroomschema proefinstallatie.



Het bouwen in staal heeft wel een belangrijke consequentie. Men moet voor een zeer goede oppervlaktebehandeling van het materiaal zorgen en een frequent onderhoud plegen om roestvorming te voorkomen. Aan de binnenzijde zijn alle tanks behandeld met een teerepoxy-systeem met een grote laagdikte (300  $\mu\text{m}$ ) waarmee tot nu toe goede ervaringen zijn opgedaan. Aan de buitenzijde zijn de tanks en de overige constructies voorzien van een polyurethaansysteem.

De verschillende onderdelen zijn elk afzonderlijk gefundeerd op een betonplaat. Deze platen zijn voldoende stijf om de kolom-belastingen gelijkmatig over het zandpakket te verdelen. Rondom de tanks zijn bordessen aangebracht, die onderling verbonden zijn door loopbruggen. Op twee plaatsen kunnen de bordessen bereikt worden via een trap. Het leidingwerk is grotendeels uitgevoerd in kunststof, voornamelijk in hard-PE. Hieraan werd de voorkeur gegeven boven het eenvoudiger te verwerken PVC, omdat dit materiaal bij lage temperaturen bros wordt met een grotere kans op breuk.

Afb. 1 - Zij-aanzicht proefinstallatie.



#### 5. Beschrijving van de proefinstallatie

Een schematisch overzicht van de installatie is gegeven in afb. 3. Het rioolwater wordt onttrokken aan het gemeentelijk rioolstelsel van Delft in de nabijheid van het riool-gemaal Zuidplantsoen, waar een aantal riolen uit verschillende wijken samenkomen. Voor dit doel is een aparte put gemetseld waarin twee pompompen het rioolwater beurtelings via een 1075 m lange persleiding naar het buitenterrein verpompen. De aanvoer naar de installatie bedraagt ruim 20 m<sup>3</sup>/uur. De samenstelling van het rioolwater is van overwegend huishoudelijke aard. Enkele gegevens van

het binnenkomende rioolwater zijn verzameld in tabel I. De getallen zijn bepaald aan de hand van steekmonsters, overdag genomen gedurende een periode van 1 jaar.

TABEL I - Gegevens ruw rioolwater.

	gem. waarde	standaard-afwijking	aantal monsters
temperatuur, °C	16,8	—	100
pH	7,8	0,6	100
geleidbaarheid, $\mu$ S/cm	2880	1280	100
troebeling, FTU	150	114	100
bezinkbare stof, ml/l	6,1	14	100
indamprest, mg/l	2875	1280	75
gloeirest, %	48	14	75
BOD, mg O <sub>2</sub> /l	540	235	25
COD, mg O <sub>2</sub> /l	830	228	25
TOD, mg O <sub>2</sub> /l	930	232	20
totaal-P gehalte, mg P/l	11,3	4,1	40
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N gehalte, mg N/l	31	9	40
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N gehalte, mg N/l	1,14	1,28	40
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N gehalte, mg N/l	0,31	0,31	20

Op het buitenterrein wordt het rioolwater via een vuilverkleiner opgevangen in een tank waarin twee dompelpompen zijn gehangen. Deze verpompen het water beurtelings naar de voorbezinkingstanks. De capaciteit van deze pompen is 20 m<sup>3</sup>/uur en ligt derhalve iets onder het aanvoerdebiet. Het teveel aangevoerde rioolwater vloeit via een overstort terug in het riool, waarmee op eenvoudige wijze de cascadeschakeling van beide pompstappen is gerealiseerd. Via een verdeelbak wordt het rioolwater gesplitst in twee gelijke stromen van 10 m<sup>3</sup>/uur naar elke voorbezinkingstank.

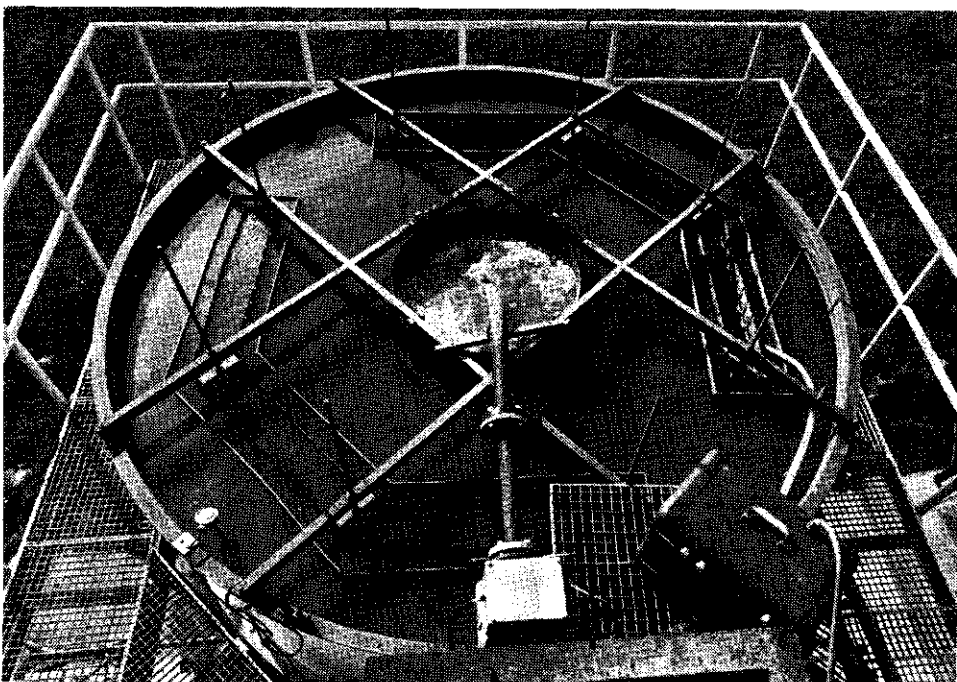
De voorbezinking bestaat uit twee identieke bezinkingstanks. Bij het ontwerpen van de bezinkingstanks is voorbijgegaan aan het experimentele karakter. Er is gestreefd naar een zodanige uitvoering waarvan verwacht mag worden dat de bedrijfsvoering zo weinig mogelijk problemen met zich meebrengt. Met het oog hierop is afgezien van mechanische slibruimers en is gekozen voor ronde dortmundtanks waarvan de wandhelling zo steil is dat het slibtransport door gravitatie plaatsvindt.

De belangrijkste gegevens van de tanks zijn:

grootste diameter	3,00 m
hoogte van het cilindergedeelte	1,05 m
totale hoogte	3,65 m
helling van het conisch gedeelte	60°
diameter centrale invoer	0,80 m
nuttige inhoud	12,5 m <sup>3</sup>
theoretische verblijftijd	1 uur
oppervlaktebelasting	1,5 m <sup>3</sup> /uur
vloeistofniveau boven het maaiveld	5,60 m

De tanks worden elk ondersteund door vier kolommen waaraan het omloopbordes is bevestigd.

In elke tank hangen twee overstortgoten met



Afb. 4 - Boven aanzicht voorbezinkingstank.

getande rand, beide in hoogte verstelbaar zodat ze nauwkeurig waterpas gehangen kunnen worden (zie afb. 4).

De afvoeren zijn met flexibele slangen aan de tankwand verbonden. Een gedeelte van het bezonken rioolwater kan naar het laboratorium worden verpompt waar het gebruikt wordt om de kleine installatie binnen het laboratorium te voeden. Het slib wordt periodiek afgetapt en opgevangen in een meetbak om de slibproductie te kunnen bepalen. Ingeval het slib niet verwerkt wordt in volgende behandlings-

trappen, wordt het geloosd op het riool. De beluchtingstanks zijn uitgevoerd als rechthoekige bakken met afgeschuinde hoeken bij de bodem (zie afb. 5).

De belangrijkste gegevens van de tank zijn:

lengte	10,00 m
breedte	2,50 m
nuttige hoogte	2,50 m
tankhoogte	2,91 m
inhoud	60 m <sup>3</sup>
theoretische verblijftijd	6 uur
vloeistofniveau boven het maaiveld	5,10 m

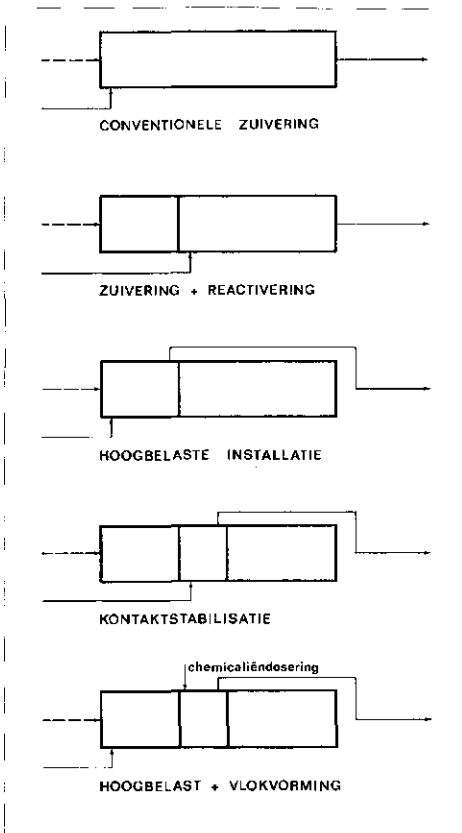
Elke tank wordt ondersteund door acht kolommen met een lengte van 2,45 m. Dit betekent dat de ruimte onder de tanks benut kan worden hetgeen gerealiseerd is door rondom een wandconstructie van golfplaten aan te brengen.

Elke tank kan door plaatsing van een aantal uitneembare schotten in compartimenten worden verdeeld. De inhoud van de compartimenten zijn 20, 12 en 28 m<sup>3</sup>.

Dit biedt de mogelijkheid tot het bedrijven van verschillende zuiveringsmethoden (afb. 6). Het effluent van de voorbezinkingstanks kan op twee plaatsen ingevoerd worden, namelijk in het eerste en tweede compartiment. Het retour-slib komt aan het begin van de tank binnen. In elk compartiment is een overstort aangebracht die kan worden afgesloten met een houten schot. Door verkleining van de inhoud kan de verblijftijd worden verkort tot bijv. 2 uur, waardoor een hoogbelaste actief-slibinstallatie wordt verkregen. Ook kan door plaatsing van tussenschotten de volledig

Afb. 5 - Beluchtingstank.

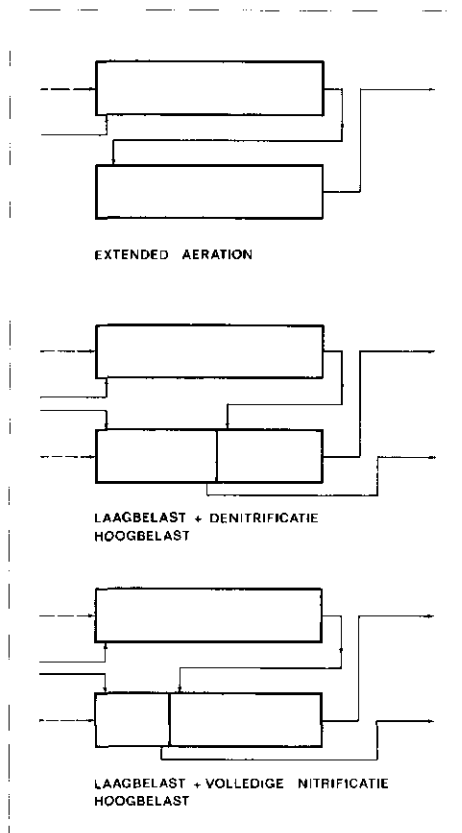




Afb. 6a - Mogelijke zuiveringmethoden in de biologische trap.

gemengde tank worden veranderd in een tank met enigszins een propstroming. Een andere mogelijkheid is het eerste compartiment te gebruiken als anaëroob geroerd bassin voor een gedeeltelijke denitrificatie en de rest van de tank als beluchtingsruimte. Door plaatsing van beide schotten kan een zuivering volgens het principe van de contact-stabilisatie gecreëerd worden. Ook is de mogelijkheid ingebouwd om beide beluchtingstanks geheel of gedeeltelijk in serie te schakelen, waardoor de verblijftijd verlengd kan worden. Door het aanbrengen van voldoende overstorten, leidingen en afsluiters wordt een flexibel geheel verkregen, waarin voor elk type zuivering de nabezinkingstanks toch gescheiden kunnen functioneren (afb. 7).

Als beluchting is gekozen voor een bellenbeluchting. Hoewel de inbouw van puntbeluchters ook is overwogen is van toepassing hiervan afgezien. Praktijkervaring heeft namelijk geleerd dat het inbouwen van puntbeluchters in kleine tanks problemen kan geven met de eisen die aan een beluchtingssysteem gesteld worden: voldoende zuurstofinbreng en voldoende turbulentie. Bij voldoende zuurstofinbreng geven zij een te hoge turbulentie; brengt men de turbulentie in overeenstemming met de praktijk, dan is het zuurstofinbrengend

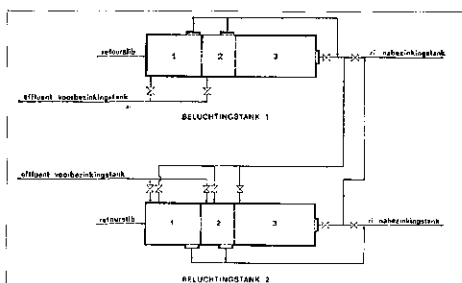


Afb. 6b - Mogelijke zuiveringmethoden in de biologische trap.

vermogen te laag. Daar komt nog bij dat een langwerpige tank zich minder goed leent voor de inbouw van puntbeluchters. De luchttoevoer vindt plaats door middel van een aantal over de tankbodem verspreide beluchtingselementen. Het luchtdebiet kan gevarieerd worden over de lengte van de tank (tapered aeration). De nabezinkingstanks zijn wat de constructie betreft gelijk aan die van de voorbezinkingstanks, dus ook ronde dortmundtanks met een centrale invoer. Zij zijn echter wat ruimer gedimensioneerd. De belangrijkste gegevens van de nabezinkingstanks zijn:

grootste diameter	4,10 m
hoogte van het cilindergedeelte	1,05 m
totale hoogte	4,60 m
helling van het conisch gedeelte	60°
diameter centrale invoer	0,95 m

Afb. 7 - Leidingschema beluchtingstanks.



nuttige inhoud	27,5 m <sup>3</sup>
theoretische verblijftijd	2,25 uur
oppervlaktebelasting	0,8 m <sup>3</sup> /uur
vloeistofniveau boven het maaiveld	4,60 m

De ondersteuning van de tanks en de bevestiging van het omloopbordes is gelijk aan die bij de voorbezinkstanks.

Ook hier wordt het effluent afgevoerd via twee overstortgoten met een getande rand, die in hoogte verstelbaar zijn. In het geval dat het effluent niet gebruikt wordt in verdere zuiveringstrappen kan het op het riool geloosd worden. De tanks zijn beveiligd met een overloop die rechtstreeks op het riool afvoert. Het retour-slib wordt onder uit de trechters via een doorgaande leiding met pompen naar het begin van de beluchtingstanks getransporteerd.

De slibindikker is uitgevoerd als een gravimetrische indikker met een diameter van 1,50 m en een kanthoogte van 2,05 m. Het slib wordt centraal ingevoerd, 0,60 m onder de vloeistofspiegel. In de tank is een hekroerwerk gemonteerd met een variabele aandrijving, trappenloos instelbaar van 0 tot 1,5 omw/min, wat neerkomt op een omtreksnelheid van 0 tot 0,11 m/sec.

De roerstaven kunnen verwisseld worden voor andere types en het aantal roerstaven is variabel.

Een probleem apart vormt de aan- en afvoer van het slib indien de indikker continu bedreven moet worden. Men wordt geconfronteerd met zeer kleine debieten, derhalve slibpompen van minimale afmetingen. Eventueel kan een oplossing gevonden worden in intermitterend pompen.

In de onmiddellijke nabijheid van de installatie staat een bedieningsgebouwtje, deels ingericht als laboratorium, deels als onderkomen voor de klaarmeester.

De laboratoriumruimte wordt gebruikt voor het verrichten van de routineanalyses ter beoordeling van de werking van de verschillende zuiveringsprocessen. In de andere ruimte verricht de klaarmeester zijn administratieve en onderhoudswerkzaamheden. In deze ruimte is tevens het centrale bedieningspaneel ondergebracht, waarin zijn gemonteerd de bedieningsschakelaars, signaallampen, urentellers, meetwaarde-omvormers, meetversterkers, registratie- en aflesapparatuur, etc.

### 6. De automatisering en beveiliging

Bij het ontwerpen van de installatie is grote aandacht besteed aan een ongestoorde bedrijfsvoering. Getracht is om mogelijke storingen zoveel mogelijk op te vangen en daarmee de continuïteit van de proeven veilig te stellen. Dit vergt veel extra voorzieningen, maar voor een dubbele actief-

slibinstallatie die slechts 25 % van de tijd direkt bewaakt wordt, is dit een noodzaak. Elke tank is tegen overstromen beveiligd met een overstort die rechtstreeks afvoert op het riool.

De aan- en opvoerpompen voor het rioolwater zijn in tweevoud geïnstalleerd en zijn bij storingen automatisch elkaars reserve. Voor de beluchting van het actief-slib is in geval van storingen een reserve-compressor opgesteld die automatisch op een van beide beluchtingstanks ingezet wordt. Indien om een of andere reden de druk in een luchtleidingnet wegvalt, schakelt de compressor uit.

De pompen zijn waar dit nodig is beschermd tegen drooglopen.

Alle bedrijfsstoringen worden gemeld op het bedieningspaneel door signallampen. De meest belangrijke storingen worden bovendien nog gemeld door een algemeen signaal. Dit is op twee manieren mogelijk:

1. Tijdens de diensturen door een claxon-sigitaal. De volgende storingen worden op deze manier kenbaar gemaakt: het uitvallen van een van de aanvoerpompen; het gedurende langere tijd wegvallen van de aanvoer; het uitvallen van het snijrooster; het uitvallen van beide opvoerpompen; het wegvallen van de druk in een van de leidingnetten voor beluchting; het uitvallen van de compressor voor de bediening van de pneumatische afsluiters; het uitvallen van de compressor voor de pneumatische meetapparatuur; het uitvallen van een der slibpompen.

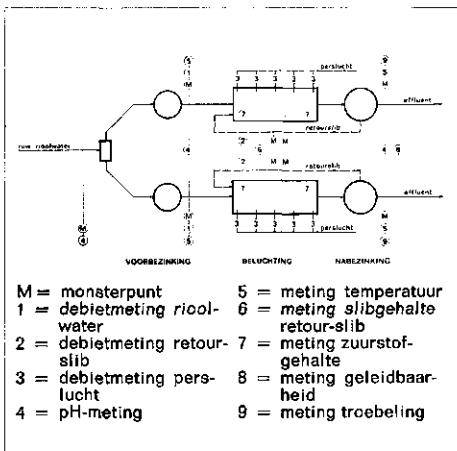
2. Buiten diensttijd door alarmering via een telefoonaansluiting naar een ontvanger bij het verantwoordelijke personeelslid. In dit geval zijn het de vijf eerstgenoemde storingen. Om bij het wegvallen van de netspanning toch te signaleren wordt deze alarmering gevoed met batterijen. Het automatisch kiesapparaat wordt in dit geval automatisch omgeschakeld op een noodvoeding.

Het hele stuurstroombesluit met de diverse regelingen werkt op een laagspanning van 24 V.

Bij alle pompen en dergelijke zijn in de onmiddellijke nabijheid ervan werkschakelaars gemonteerd om de mogelijkheid te bieden deze ter plaatse in en uit te schakelen. Indien een apparaat via zijn werkschakelaar is uitgeschakeld, wordt dit eveneens op het bedieningspaneel gesignaleerd.

## 7. De meetapparatuur en de analyses

Een installatie waarin een diversiteit aan



Afb. 8 - Overzicht meet- en monsterpunten.

proeven mogelijk is, is alleen dan compleet indien er voldoende gegevens ter beschikking komen om een oordeel over de werking van de onderscheiden zuiveringstrappen mogelijk te maken. Een aantal van deze gegevens kan verkregen worden door continu-metingen, waartoe een aantal meetinstrumenten in de installatie is ingebouwd. De overige grootheden worden verkregen door diverse analyses aan monsters die op enkele plaatsen uit de installatie worden genomen. In afb. 8 wordt een schematisch overzicht gegeven van de grootheden die continu gemeten worden en de plaats waar dit gebeurt. Tevens is hierin aangegeven waar wordt bemonsterd.

De debieten van het aangevoerde rioolwater en van het retour-slib worden gemeten met magnetisch-inductieve doorstroommeters. Deze meetmethode is ongevoelig voor vaste bestanddelen in het rioolwater en zal weinig kans geven op moeilijkheden. Tijdens een eerste proefperiode is wel gebleken dat de meting zeer gevoelig is voor luchtbellen in de vloeistofstroom, zodat dit verschijnsel te allen tijde vermeden dient te worden. Van het uit de biologische trap geloosde spuislib wordt het debiet niet rechtstreeks gemeten. De spuislibaftap wordt met een tijdsklok periodiek ingeschakeld en de spuitijd kan worden gevarieerd met een instelbaar tijdrelais, zodat de per dag gespuide hoeveelheid hieruit te berekenen is.

De pH-meting is gecombineerd met de monstername. De meetelektroden hangen in continu doorstroomde overstortbakjes, waardoor zij gemakkelijk te controleren of te vervangen zijn. Het zuurstofgehalte in de beluchtingstanks wordt gecontroleerd met dompelektroden; per tank zijn twee elektroden beschikbaar. Om een indruk te hebben van de hoeveelheid vaste stof die teruggepompt wordt naar de beluchtingstanks, wordt in de slib-

retourleiding het gehalte continu gemeten met behulp van gammastraling. Deze meetmethode lijkt er vooralsnog een, waarbij een storingsvrije werking gegarandeerd is. De troebeling wordt in het effluent van de nabezinkingstanks gemeten als controleparameter op een goede werking van de installatie. Het plotseling oplopen van de troebeling kan een snelle indicatie geven van een niet optimaal verloopend zuiveringsproces, waarna er eventueel ingegrepen kan worden.

Alle op deze wijze gemeten grootheden worden continu geregistreerd op een aantal 6-puntsrecorders.

Ter algemene informatie kan nog opgemerkt worden dat aan een storingsvrije werking van de apparatuur zoveel mogelijk aandacht is besteed. Van sommige metingen zoals de pH en het zuurstofgehalte is bekend dat zij erg storingsgevoelig zijn. Om storingen zoveel mogelijk te elimineren zijn de meetkabels waar nodig van een goede afscherming voorzien en geheel gescheiden gehouden van de andere elektrische bedrading voor de sterkstroomapparatuur. Bovendien is op het buitenterrein een aparte meettaarde geslagen. De overige parameters worden met de bekende analysetechnieken bepaald aan de monsters die uit de installatie worden getrokken. Het gaat hier om bepalingen zoals de biologische verontreiniging, de droog-, indamp- en gloeirest, de diverse stikstof- en fosforverbindingen, etc. Er wordt naar gestreefd om ook deze analyses waar mogelijk te automatiseren, zodat en het analyserwerk aantrekkelijker wordt en er tijd wordt bespaard. Met betrekking tot de biologische verontreiniging kan gesteld worden dat binnen het laboratorium de voorkeur uitgaat naar de TOD-meting als snelle, nagenoeg automatische bepaling boven de bewerkelijke BOD-meting. Alle grootheden worden iedere dag genoteerd op een speciaal ontworpen analyseformulier en vanaf deze formulieren opgeslagen via de computer. Met behulp van hiervoor geschreven programma's kunnen deze gegevens later mathematisch en statistisch verwerkt worden.

## 8. Slotopmerking

Een belangrijke bijdrage aan het tot stand komen van de proefinstallatie is geleverd door de Centrale Werkplaats van de Technische Hogeschool. Hier zijn alle onderdelen van de basisinstallatie vervaardigd voor zover ze in staal zijn uitgevoerd. Bovendien heeft de Centrale Werkplaats de montage van de onderdelen en de aanleg van het leidingwerk voor een belangrijk

## **De proefinstallatie voor zuivering van afvalwater van het laboratorium voor Gezondheidstechniek te Delft**

deel voor zijn rekening genomen.

In dit artikel is een overzicht gegeven van de vormgeving van de proefinstallatie voor mechanisch-biologische zuivering van afvalwater. De installatie verwerkt een hoeveelheid rioolwater van 20 m<sup>3</sup>/uur, wat in onze omstandigheden overeenkomt met ruim 3000 inwoner-equivalenten. Het hier beschreven gedeelte vormt de basisinstallatie. Deze basisinstallatie zal in de nabije toekomst worden uitgebreid met een aantal zuiveringstrappen die gericht zijn op een verdergaande zuivering van het afvalwater. De uitbreiding zal bestaan uit een installatie voor flotatie, een installatie voor verwijdering van stikstofverbindingen door biologische denitrificatie, een eenheid voor de verwijdering van fosfaten, gevolgd door een filtratie-opstelling en installaties voor desinfectie en toepassing van actieve kool. In de te bouwen uitbreiding zullen waar mogelijk geavanceerde technieken worden toegepast. In een later te verschijnen artikel zullen deze installaties meer gedetailleerd worden beschreven.

