

# De technologie van de vuilverbrandings- en rioolwaterzuiveringsinstallatie te Dordrecht

## De vuilverbranding

### Inleiding

Het aangeboden vuil bestaat voornamelijk uit huisvuil. De samenstelling van het huisvuil varieert echter nogal sterk, o.a. door de onregelmatige aanvoer van grofvuil. Ook de aanvoer van bedrijfsvuil van o.a. winkelbedrijven draagt hiertoe bij. De inhomogeniteit van het materiaal komt het duidelijkst naar voren in de verbrandingswaarde. Minder opvallend is de wisseling in samenstelling ten aanzien van plastic materialen. Deze materialen, die voor een belangrijk deel uit PVC bestaan, ontleden bij verbranding in o.a. zoutzuur. Een optimale regeling van de rookgasreiniging is hierdoor dan ook moeilijk te bereiken.

De inhomogeniteit van het vuil vormt dan ook één van de belangrijkste problemen bij de procesvoering.

### De procesgang

De procesgang met betrekking tot de installatie kunnen we verdelen in:

- de aanvoer van het vuil;
- de opslag;
- de verkleining van het grofvuil;
- de verbranding;
- de behandeling van de slakken;
- de rookgasreiniging;
- de schoorsteen;
- de verwijdering van de vliegias;
- de neutralisatie van het waswater.

### De aanvoer, opslag en verkleining van het vuil

Het aangevoerde vuil bevat brandbaar en niet brandbaar, grof en klein materiaal. Het deel van het onbrandbare materiaal, dat eenvoudig af te zonderen is, zoals bouwpuin, wordt op de vuilstortplaats in de Crayensteinpolder gedeponeerd. Het grove brandbare materiaal wordt in een aparte bunker opgeslagen. Van hieruit wordt het in de verkleiningsinstallatie gebracht. Deze verkleiningsinstallatie van het type Lindemann werkt volgens het principe van de guillotine en heeft een capaciteit van ca. 100 m<sup>3</sup> per uur.

Het verkleinde vuil wordt samen met het andere kleine vuil opgeslagen in een grote bunker.

De inhoud van genoemde bunker is totaal 2500 m<sup>3</sup>, zodat een voorraad voor 2 à 3 dagen procesvoering mogelijk is. De vuilbunkers zijn beide overdekt en afsluitbaar, ter voorkoming van stank-

overlast voor de omgeving. Het vuil wordt immers vrij snel door bacteriën aangegrepen onder de ontwikkeling van minder aangename geuren.

Een bijkomend voordeel van de overdekte bunkers is, dat het vuil niet nat wordt tengevolge van regen of sneeuw, waardoor een verlaging van de verbrandingswaarde wordt voorkomen.

### De verbranding

De verbranding van het huisvuil vindt plaats in drie ovens van het type „Martin”. Elke oven heeft een capaciteit van 7 ton per uur.

De verbranding in de oven wordt gestart met aardgasbranders met een capaciteit van 10<sup>6</sup> kcal/h. Wanneer de verbranding eenmaal gestart is, dan worden deze branders uit bedrijf genomen en onderhoudt het vuur zichzelf. Tenminste, wanneer de calorische waarde van het vuil niet veel lager is dan 1400 kcal/kg.

De temperatuur in de vuurhaard wordt ingesteld tussen 930 en 980 °C. Er wordt aangenomen, dat bij temperaturen boven 900 °C de verbranding zodanig is, dat de stankveroorzakende componenten volledig verbrand worden.

De temperatuur van 980 °C wordt bij voorkeur niet overschreden, daar de levensduur van de bemetseling in de oven en rookgaskanalen bij hogere temperaturen duidelijk verkort wordt.

De regeling van het verbrandingsproces vindt plaats door een drietal parameters te variëren, nl.:

- de toevoersnelheid van het vuil;
- de calorische waarde van het vuil (door menging of selectie);
- de toevoer van brandstofdrukt, zowel onderwind als secundaire lucht.

De toevoersnelheid van het vuil kan geregeld worden door middel van een hydraulisch bediende doseerinstallatie, de vultrechter. Tevens kan vanaf het instrumentenpaneel met behulp van een zgn. gammapiloot waargenomen worden, of de trechters nog voldoende gevuld zijn.

Omdat de inhomogeniteiten in de „brandstof” zeer groot zijn, ondanks een zorgvuldige belading door de kraanmachinist, wordt de toevoer van de hoeveelheid vuil en brandstofdrukt vanaf het instrumentenpaneel geregeld.

Naast de temperatuur in de oven is het zuurstofgehalte evenzeer van belang. Het

zuurstofgehalte wordt dan ook continu gemeten en geregistreerd. De ervaring heeft geleerd, dat een gehalte van ca. 10 vol. % zuurstof correspondeert met een goede verbranding.

De hoeveelheid brandstofdrukt kan echter niet onbepaald worden gevarieerd ten behoeve van een optimale instelling van temperatuur en zuurstofgehalte in de rookgassen, daar steeds een geringe onderdruk in de ovens aanwezig moet zijn. Een geringe onderdruk van 3 mm à 5 mm waterkolom is noodzakelijk om te voorkomen, dat rookgassen buiten de ovens treden.

### De behandeling van de slakken

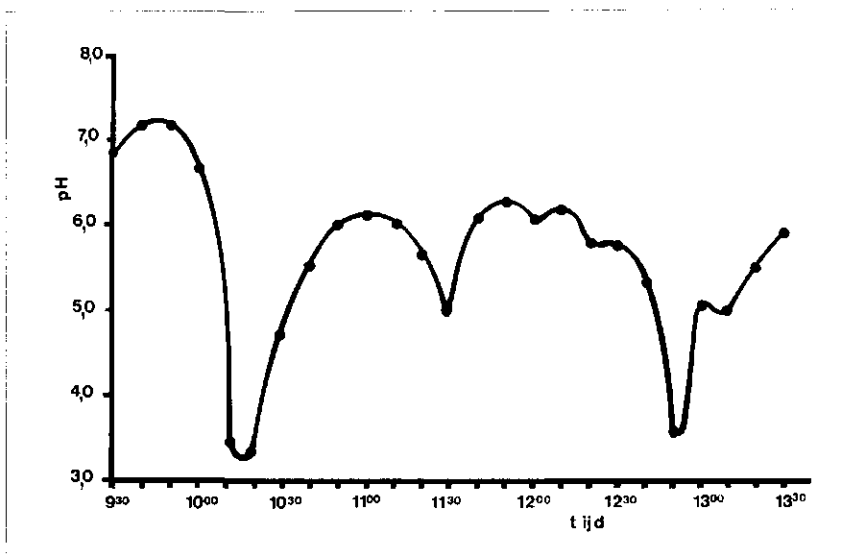
De vaste restanten van het verbrandingsproces, die een temperatuur van ca. 700 °C hebben, worden met water gekoeld. Hierna worden ze via de ontslakker met een transportband naar de ontijzeringsinstallatie gevoerd. Het ijzer wordt in deze installatie met een elektromagneet van de slak gescheiden. Het ijzer en de slak worden met containers afgevoerd. De slak, die nog slechts ca. 15 % van het volume van het aangevoerde vuil heeft, wordt op de vuilstort gedeponeerd. Het ijzer vindt via de schroothandel opnieuw zijn weg naar de staalfabrieken. Het ijzergehalte bedraagt momenteel ca. 30 kg per ton vuil.

### De rookgasreiniging

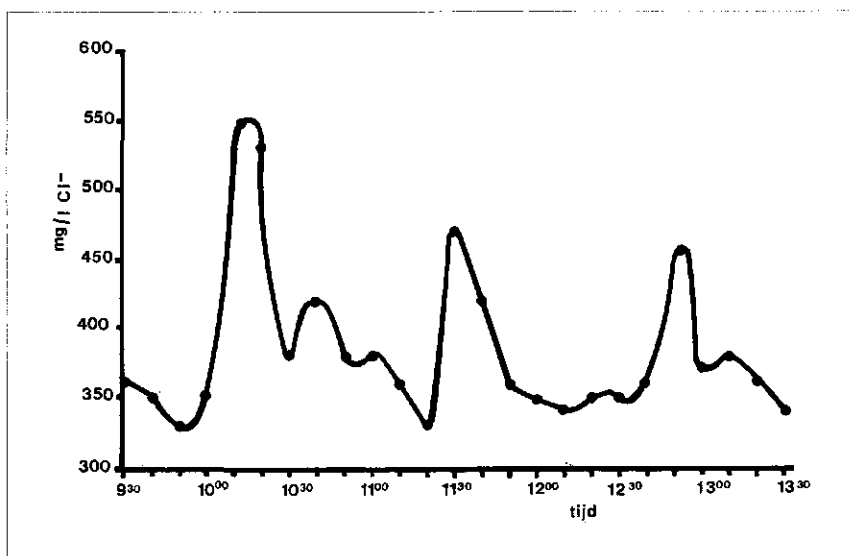
Nadat de rookgassen de oven verlaten hebben, passeren zij de radiaalstroomwassers. Achter elke oven is één wasser geplaatst. Het is echter ook mogelijk, door de aanwezigheid van een aantal rookgasschuiven, bijv. de rookgassen van oven nr. 1 te behandelen in de rookgaswasser van oven nr. 2, als deze oven tenminste buiten bedrijf is.

De stroom rookgassen — 2500 à 4000 Nm<sup>3</sup>/h per oven — worden met 70 à 100 m<sup>3</sup>/h effluent van de rioolwaterzuivering gewassen. De rookgassen koelen hierbij af tot ca. 80 °C, terwijl het water tot dezelfde temperatuur wordt verwarmd. De waterdruppels, waarin stofdeeltjes, aerosoldeeltjes, zwaveldioxide en zoutzuur opgenomen zijn, worden in de wasser weer van de rookgassen gescheiden. Het verzamelde waswater wordt hierna naar één van de drie vliegiasbassins geleid.

De afscheiding van de waterdruppels is een essentieel onderdeel van de rookgasreiniging. Immers, wanneer een aanzienlijke hoeveelheid water als druppels de schoorsteen verlaat, dan wordt een

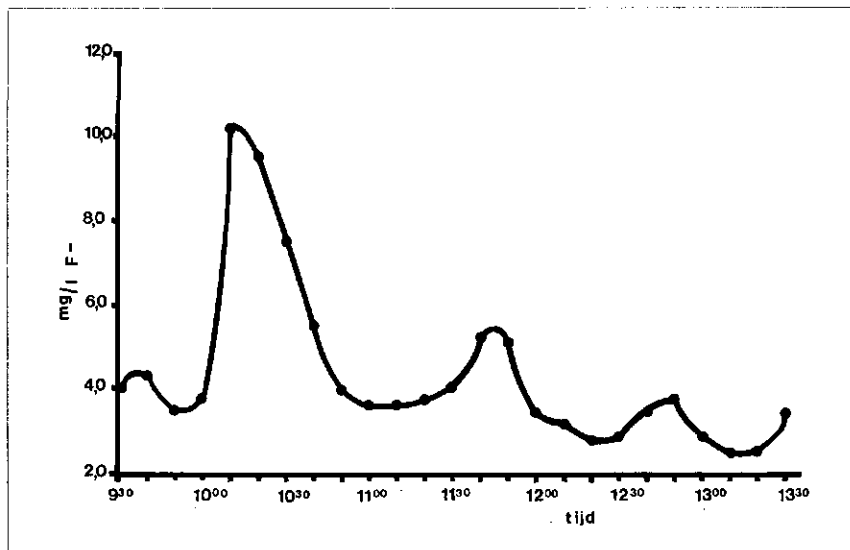


Afb. 5 - De pH van het waswater als functie van de tijd.



Afb. 6 - De toename van het Cl-gehalte van het waswater als functie van de tijd.

Afb. 7 - De toename van het F-gehalte van het waswater als functie van de tijd.



deel van de uitgewassen verontreinigingen alsnog uitgeworpen. Deze uitworp vindt dan doorgaans tevens dicht bij de schoorsteen plaats, zodat een hoge immissie rondom de installatie op kan treden. Een bijkomend effect bij een onvoldoende werking van de druppelafscheiding is, dat bij ongunstige weersomstandigheden de waterdruppels op de wegen bevriezen en daardoor gladheid van het wegdek veroorzaken.

De geleverde installatie moet bij een goede afstelling:

- het stofgehalte verlagen tot minstens 150 mg/m<sup>3</sup>;
- het zwaveldioxide voor 60 % verwijderen;
- het zoutzuur met 70 % verlagen.

De verrichte metingen, uitgevoerd tijdens de eerste maanden dat de installatie in bedrijf was, geven de indruk, dat de installatie aan de gestelde eisen moet kunnen voldoen. De interpretatie van de discontinu uitgevoerde metingen is echter niet eenvoudig, omdat de rookgassamenstelling sterk varieert. De afb. 5, 6 en 7 geven hiervan een indicatie. In deze afb. zijn resp. de pH, de toename van het chloride- en het fluoridegehalte van het waswater weergegeven gedurende een periode van 4 uur. Er wordt dan ook overwogen continu-metende apparatuur te installeren.

Deze apparatuur zal een optimale instelling van de rookgasreiniging mogelijk kunnen maken.

#### De schoorsteen

De rookgassen passeren na de radiaalstroomwassers de rookgasventilatoren. Deze ventilatoren transporteren de rookgassen naar één schoorsteen en compenseren hierdoor tevens het drukverlies dat in de waterdruppelafscheiders optreedt. De schoepen van de ventilatoren worden continu gespoeld met ca. 7 m<sup>3</sup> water per uur ter verwijdering van vliegias. Het water dient tevens als extra koeling van de ventilatorschoepen.

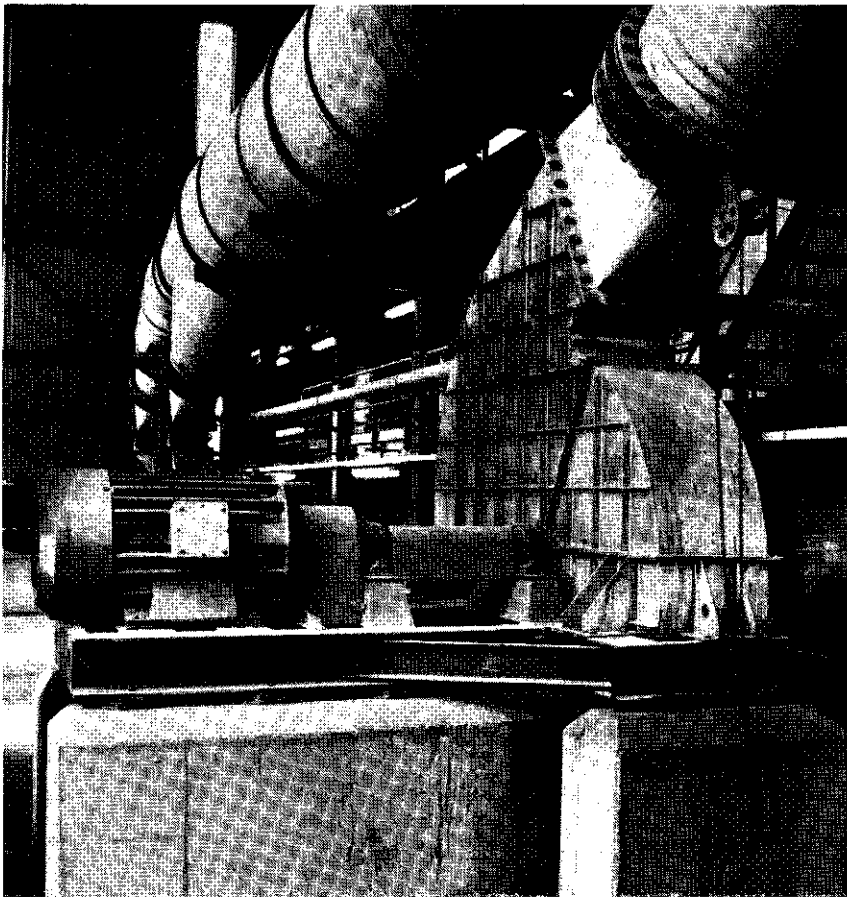
De schoorsteen bestaat, evenals de gaswassers, leidingen en ventilatoren, uit roestvrij staal, dat bestand is tegen zoutzuurhoudend water en lucht.

De lengte van de schoorsteen bedraagt 30 m boven het maaiveld. Deze hoogte is berekend volgens VDI 2289, met de aanname, dat de rookgassen in de oven 0,01 vol. % zwaveldioxide en 0,1 vol. % zoutzuur bevatten. In de praktijk is echter gebleken, dat de aanwezigheid van de ovenhal de opstijging van de rookpluim onder bepaalde weersomstandigheden verhindert. De schoorsteen zal dan ook met 25 meter verlengd worden.

#### De verwijdering van de vliegias

Het waswater van de radiaalwassers bevat een belangrijke hoeveelheid vliegias. Het is dan ook aantrekkelijk om deze as te verwijderen, alvorens het in de rioolwaterzuivering komt.

De vliegias kan immers, gezien haar



De zuig-trek-ventilatoren.

## De rioolwaterzuivering

### Inleiding

De rioolwaterzuivering van Dordrecht is opgebouwd uit de klassieke unit-operations:

- zandvang;
- voorbezinking;
- beluchting;
- nabezinking.

De installaties bestaan uit twee identieke eenheden, met elk een capaciteit van 100.000 inwonerequivalenten, terwijl het te zuiveren debiet 0, 3600 of 7200 m<sup>3</sup> per uur bedraagt.

De slibverwerking volgt een minder klassiek patroon; dit onderdeel bestaat na de verwijdering uit de voor- en nabezinkingsruimten uit:

- indikking;
- centrifugatie;
- verbranding.

De verbranding van het slib vindt plaats in een etageoven, die verwarmd wordt met de hete rookgassen van één van de drie vuilverbrandingsovens.

### De zandvang

De dubbel uitgevoerde zandvang van het type Dorr heeft een nuttige oppervlakte van 200 m<sup>2</sup>. De oppervlaktebelasting varieert tussen 0, 18 en 36 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h.

Deze zandvang is ontworpen met als eis, dat zand met een korrelgrootte groter dan 0,15 mm wordt afgevangen, terwijl gesuspendeerd organisch materiaal niet bezinkt. De discontinue aanvoer — 4 à 5 wisselingen per uur — vormt echter een complicerende faktor bij het inregelen en beoordelen van de werking van de installatie.

Een goede werking van de zandvang is echter van belang voor een ongestoord verloopende afvoer van het slib uit de voorbezinkruimte. Daarbij komt, dat de aanwezigheid van zand in het surpluslib extra slijtage aan pompen en centrifuges met zich brengt.

Het afgevangen zand wordt met een zgn. spoelvijzel ontdaan van organisch materiaal, waarna het naar de stortplaats wordt afgevoerd.

### De voorbezinking

De oppervlaktebelasting van de vier voorbezinkruimten is 0, 1 of 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h, afhankelijk van het debiet.

In de voorbezinkruimten wordt het surpluslib van de nabezinking aan de hoofdstroom toegevoegd. Het invoeren van surpluslib op deze plaats heeft tot doel, een betere bezinking van het primaire slib te verkrijgen. Daarbij komt, dat een homogenere samenstelling van het slib bereikt wordt, zodat bij de slib-aftap minder kans op stagnatie is.

Het gemengde slib wordt achtereenvol-

samenstelling, zonder bewerking op de vuilstortplaats gedeponneerd worden, hetgeen een belangrijke ontlasting van de rioolwaterzuivering en de slibverwerkingsinstallatie betekent. Daarbij komt, dat door de relatief hoge watertemperatuur de afmetingen van de bezinkbassins beperkt kunnen blijven. Er zijn drie bezinkbassins, met elk een oppervlakte van 80 m<sup>2</sup> en een inhoud van 180 m<sup>3</sup>. De oppervlaktebelasting is dan ook ca. 3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> h. Eén van de bassins is steeds in bedrijf, terwijl van de andere 2 er resp. in één het vlieggas droogt en de andere geleidigd wordt.

### De neutralisatie van het waswater

De pH van het waswater varieert blijkens afb. 4 minstens tussen 3,2 en 7,5 tengevolge van de aanwezigheid van zoutzuur. Het waswater is dus nogal corrosief ten opzichte van beton. Het waswater zal dan ook geneutraliseerd moeten worden, omdat de vliegbezinkbassins niet beschermd kunnen worden doordat het slib langs mechanische weg verwijderd wordt. De kans op beschadiging van de coating is daardoor nogal groot. Voor de neutralisatie van het waswater zijn drie mogelijkheden aanwezig:

- a. neutralisatie met calciumhydroxide-suspensie;

- b. neutralisatie met calciumcarbonaat-houdend spoelwater van het Waterleidingbedrijf Baanhoek;

- c. gaswassing met het genoemde spoelwater.

De laatste mogelijkheid is uit technologisch oogpunt het aantrekkelijkst, omdat hiermede tevens een betere rookgasreiniging verwacht mag worden. Voorlopig zal echter vanwege de technische problemen die zich bij deze oplossing voordoen, de onder b. genoemde werkwijze worden gevolgd. Een optimale bedrijfsvoering zal hierbij echter niet eenvoudig zijn, omdat de waswatersamenstelling wat pH betreft aan sterke fluctuaties onderhevig is. Dit probleem geldt echter evenzeer voor de beide andere methoden.

De neutralisatie van het waswater is niet alleen nodig ter voorkoming van de aantasting van de vliegbezinkbassins. De zuurgraad van dit water kan met betrekking tot de goede werking van de rioolwaterzuivering niet te veel van pH 7 à 8 afwijken, daar de biologische processen in de zuivering een hogere, dan wel lagere zuurgraad niet verdragen. Daarbij komt, dat sterke variaties zeker funest zijn voor de bacterieflora in de aërieruimte.

gens met behulp van kettingruimers en Mohnopompen naar de indikker afgevoerd.

#### De beluchting

De twee parallel gesitueerde beluchtingsruimten hebben elk een inhoud van 3000 m<sup>3</sup>. De belasting bedraagt bij volledige benutting 33 inw.eq./m<sup>3</sup>. De verblijftijd van het rioolwater in deze ruimte varieert tussen 1 à 2 uur.

Iedere beluchtingsruimte is uitgerust met 4 oppervlaktebeluchters, elk met een maximale capaciteit van 570 kg O<sub>2</sub>/h. De capaciteit van deze beluchters wordt automatisch ingesteld door een continu metende zuurstofmeter. Het zuurstofgehalte in de beluchtingsruimten wordt op deze wijze op waarden van 1 à 2 mg/l ingesteld. Deze regeling levert een belangrijke bijdrage aan een optimale bedrijfsvoering.

Een te geringe toevoer van zuurstof betekent immers een minder goede kwaliteit van het effluent. Een te hoge inbreng van zuurstof betekent, dat het zuurstofgehalte stijgt, waardoor het rendement van de beluchters sterk daalt.

De tweede parameter die wij kunnen variëren om het proces te beïnvloeden is het actief slibgehalte. Er wordt naar gestreefd om een zo hoog mogelijk slibgehalte in de beluchtingsruimte te creëren; een waarde van 5 g/l is reeds eenvoudig te realiseren.

Een hoog slibgehalte is van belang in verband met een goede BOD<sub>5</sub>-verwijdering, daar de belasting van de aëratieruimte vrij hoog is, terwijl de verwijdering van ammoniak bij lage slibgehalten waarschijnlijk gering zal zijn.

De optimalisering van de processen, die zich afspelen in de beluchtingsruimte is van groot belang, niet alleen uit het oogpunt van de besparing van energiekosten. De kosten, die voortvloeien uit de hogere heffing die bij een slechtere kwaliteit van het effluent afgedragen moeten worden, zijn minstens zo belangrijk. De volgende bedragen geven hiervan een indruk.

De heffing die afgedragen moet worden wanneer Dordrecht het ongezuiverde water van 100.000 inwoners zou lozen, bedraagt voor 1973 en 1974 respectievelijk ca. f 800.000,— en f 1.100.000,—. Deze bedragen worden door de toe-

passing van zuivering bij een verwijdering van 95 % van de BOD<sub>5</sub> en geen ammoniakverwijdering, verlaagd tot ca. f 232.000,— in 1973 en f 320.000,— in 1974. Wanneer door een optimale bedrijfsvoering een ammoniakverwijdering van 80 % bereikt wordt, dan levert dit een extra jaarlijkse besparing op van resp. f 160.000,— in 1973 en f 220.000,— in 1974.

#### De nabezinking

De nabezinking vindt plaats in vier ruimten, waarvan de oppervlaktebelasting 0,5 à 1,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h bedraagt. Het bezonken slib wordt met behulp van pendelschildruimers, hevels en vizels naar de beluchtings- en voorbezinkruimten gevoerd. De afvoer uit de nabezinkruimte vindt continu plaats, ongeacht de aangeboden hoeveelheid. Hiermede wordt bereikt, dat het slib slechts korte tijd op de bodem ligt, zodat het gemakkelijk te verwijderen blijft.

#### De indikking van het slib

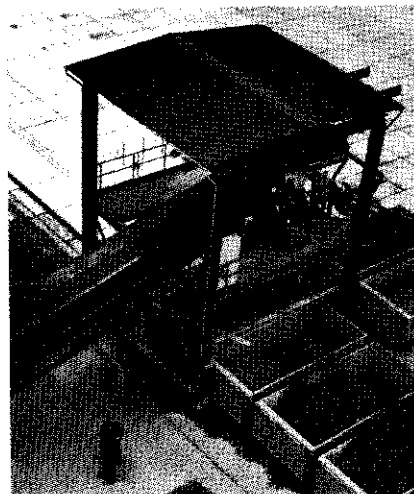
De rioolwaterzuivering produceert een slibstroom, die bestaat uit een mengsel van primair en secundair slib. Dit mengsel wordt in de indikker met een inhoud van 1500 m<sup>3</sup> geconcentreerd en opgeslagen. Tijdens de indikking en opslag ontstaan onwelriekende dampen tengevolge van anaerobe processen. Deze bacteriële activiteiten kunnen worden gestopt door de pH van het water op te voeren tot een waarde van 10 à 11. Deze mogelijkheid is aanwezig doordat een kalksilo met doseerapparatuur hiertoe geïnstalleerd is.

#### De centrifugatie

Nadat het slib geconcentreerd is in de indikker wordt het vaste stofgehalte verder opgevoerd tot ca. 20 à 25 % door middel van centrifugatie. Hiertoe zijn 4 centrifuges geïnstalleerd, type Flottweg. Het toerental van deze centrifuges is laag, nl. 1500 omw./min., hetgeen een belangrijk voordeel betekent met betrekking tot eventuele slijtage.

Het slibgehalte van het centrifugaat wordt door toepassing van polyelectrolyt sterk verlaagd; een gehalte beneden 1 g/l is goed realiseerbaar.

De dosering van polyelectrolyt is noodzakelijk om het gehalte aan slibdeeltjes met geringe afmetingen af te scheiden



De ontslakkingsinstallatie. Op de voorgrond de slakkencontainers; op de achtergrond een oud-ijzercontainers.

om te voorkomen, dat zich in enige maanden een hoge concentratie van moeilijk te verwijderen slib opbouwt. Het centrifugaat wordt immers weer naar de rioolwaterzuivering terug gevoerd.

#### De etageoven

Het ingedikte slib van de centrifuges wordt in de etageoven gepompt. Het nog sterk waterhoudende slib wordt in de etageoven gedroogd en verbrand. De as wordt tenslotte in de oven gekoeld met lucht en met containers naar de vuilstortplaats gebracht.

De benodigde warmte voor het drogen van het slib wordt betrokken van één van de drie vuilverbrandingsovens. De gebruikte rookgassen worden na het verlaten van de etageoven in één van de drie aanwezige radiaalstroomwassers alsnog gereinigd.

Afb. 8 - Schema rioolwaterzuivering.

