

SUMMARY

The question of sludgetreatment.

The main purpose with all questions about sludgetreatment is to reduce its volume by withdrawal of water.

The obvious means for small treatment plants are: anaerobic digestion and application of drying beds. For big plants, situated in densely populated areas it becomes extremely difficult to acquire the space required for sludge drying beds.

Under these circumstances this method of sludgetreatment can not be applied. The sludge has to be pumped over a long distance and to be treated elsewhere.

Methods of sludgetreatment consuming less space are: vacuum filtration, followed by composting, combined with domestic garbage or incineration of the sludgecake.

Under special circumstances there may be reasons for the application of heat-conditioning of the sludge, e.g. the Porteous- or the Zimpro-process. Using these methods, water and sludge can be separated by filtration, without the addition of chemicals.

As an example, the total space needed for a plant for 1 million p.e. is calculated for each of the divers methods of sludgetreatment.

Het vraagstuk van de slibverwerking *

De verontreinigende bestanddelen welke in afvalwater aanwezig zijn, moeten daaruit worden verwijderd. Het eenvoudigste middel daartoe is, afscheiding van slibstoffen door bezinking. Hierdoor wordt langs mechanische weg een deel van de verontreinigende bestanddelen bijeengebracht in een veel kleiner volume namelijk in een hoeveelheid slib die gering is ten opzichte van het totale te behandelen kwantum afvalwater.

Na bezinking zijn in het water nog verontreinigende bestanddelen in opgeloste, colloïdale of zwevende toestand aanwezig en deze stoffen moeten eveneens worden verwijderd.

Bij de daartoe toegepaste zuiveringsprocessen worden deze stoffen omgezet, een deel ervan ontwijkt in gasvormige toestand, maar altijd blijft er een hoeveelheid slibstoffen over die wederom door bezinking van de vloeistof moet worden gescheiden. Zo ontstaat er in de diverse stadia van het zuiveringsproces slib.

Dit slib, waarvan de voornaamste eigenschappen in de eerste voordracht van deze cursus reeds uitvoerig zijn behandeld, is een waterrijke substantie met allerlei onplezierige eigenschappen. Het materiaal is aan gisting onderhevig, waarbij stankontwikkeling optreedt, het geproduceerde gas bevat methaan (CH₄) en is brandbaar. Voorts bevat het slib een groot aantal organismen van faecale herkomst waardoor dit materiaal besmettingsgevaar oplevert.

Het slib dat op de installaties wordt teruggehouden moet op enigerlei wijze worden verwerkt. Deze manipulaties met het slib vormen een essentieel deel van de behandeling van het afvalwater.

Imhoff drukte dit kernachtig uit door te stellen:

„Een zuiveringsinstallatie waarbij het probleem van het verwijderen en onschadelijk maken van het slib niet is opgelost, is niets waard”.

Bij het behandelen van de slibstoffen worden de volgende doeleinden nagestreefd:

1. Het watergehalte van het slib — en daarmee het volume — moet worden verkleind.
2. Het slib moet worden omgezet in een verwerkbaar en homogeen product dat min of meer stabiel is en niet stinkt.
3. Voor het restant moet zo mogelijk een bestemming worden gevonden die nut afwerpt.

De wijze van behandelen van het slib die met het oog op bovengenoemde doelstellingen wordt gekozen verschilt van geval tot geval.

De keuze wordt namelijk sterk bepaald door de plaatselijke situatie, door de grootte van de installatie en door de geaardheid van het slib zelve. Het vraagstuk van de meest doelmatige behandelingsmethode voor het slib behoort mede door deze verscheidenheid in de keuzemogelijkheden, tot de moeilijkste in de zuiveringstechniek.

Met name is dit het geval voor grote installaties. Dikwijls is een goede oplossing hiervoor slechts stapsgewijze te benaderen. Elke stap zal namelijk genomen moeten worden nadat op tech-

nische schaal met het te behandelen slib ervaring is opgedaan, die nodig is om de consequenties van een verdergaande bewerking van het slib te kunnen beoordelen.

Een bijzonder ruimtelijk aspect krijgt het slibvraagstuk vooral in dichtbevolkte gebieden.

In dergelijke gebieden is bijvoorbeeld het terreinoppervlak dat nodig is om slijkdroogvelden aan te leggen vaak niet beschikbaar. Toch is de beproefde methode van slijkdroging in de meeste gevallen in ons land nog steeds de goedkoopste oplossing gebleken.

Uit de in het tijdschrift „Water” van 9 maart 1967 no. 5 gepubliceerde resultaten van de door de NVA gehouden enquête inzake de productie en de afzet van afvalwaterzuiveringsslib in Nederland, blijkt dat van de bijna 300 installaties in Nederland welke bij deze enquetering zijn aangeschreven er meer dan de helft behoren tot de categorie der kleine installaties, dat wil zeggen installaties waarop minder dan 5000 inwonerekwivalenten (i.e.) zijn aangesloten. Het aantal installaties van meer dan 100.000 i.e. bedroeg daarentegen slechts 9. Van de kleine installaties gaat het slib in hoofdzaak naar landbouwers en naar de beheerders van plantsoenen en sportvelden.

Het slib dat door grote installaties moet worden afgezet, wordt voor een gedeelte afgenomen door de tussenhandel, een ander deel wordt gedumpt op zogenaamde baggerbergplaatsen. Wat er met het slib gebeurt dat door de tussenhandel wordt afgenomen is niet bekend.

Naar gelang de bevolkingsdichtheid in Nederland toeneemt en voor de lozing

*) 2e Vakantie cursus in behandeling van afvalwater, gehouden door de Afdeling der Weg- en Waterbouwkunde van de T.H. Delft, op 30 en 31 maart 1967. Les no. 2.

op oppervlaktewater van het door bevolking en industrie afgevoerde afvalwater de eis van voorafgaande zuivering wordt gesteld, zal het percentage der bevolking, waarvan het afvalwater in een installatie wordt behandeld, toenemen.

De slibhoeveelheden waarvoor in de toekomst een bestemming moet worden gevonden zullen dan ook veel grotere problemen gaan geven dan thans het geval is.

De voortgaande verstedelijking in bepaalde streken van Nederland zal er toe leiden dat de installaties die gebouwd gaan worden, steeds groter van capaciteit zullen worden. Dit zal moeten gebeuren in een gebied waar de verwerving van de vereiste bouwgrond steeds moeilijker zal zijn. Er zal een steeds sterkere concurrentie zijn te verwachten met andere belangen die eveneens aanspraak maken op ruimte, zoals bijvoorbeeld ten behoeve van recreatieve doeleinden.

Onder deze omstandigheden komt er een moment, waarbij niet meer de factor „kosten”, die ondermeer voor de aankoop van terrein nodig zijn, doorslaggevend is voor de keuze van de methode van behandeling van het slib, doch de bestemming die men aan het gebruik van de beschikbare ruimte wenst toe te kennen.

Deze bestemming van de bodem wordt neergelegd in een door de betrokken gemeente vastgesteld uitbreidingsplan. Daarbij zal rekening moeten worden gehouden met de in een streekplan vastgestelde richtlijnen, teneinde regionale aspecten tot hun recht te laten komen. In laatstgenoemde plannen komt een bestemming als bijvoorbeeld „droogvelden voor slib van rioolwaterzuivering” of „stortplaats voor bagger van rioolwaterzuivering” bepaald niet voor.

Het is al heel mooi indien op zo'n streekplankaart zou zijn aangegeven een bestemming: „ruimte voor de behandeling van afvalwater”.

Het moge duidelijk zijn dat zodra hiertoe aanleiding bestaat, over de juiste plaats en over de grootte van de daartoe vereiste ruimte het nodige valt te zeggen. Vooral de grootte zal goed moeten kunnen worden verantwoord.

Hoe dichter nu de bebouwde kernen bijeen komen te liggen, des te groter zal de drang zijn om de ruimten daartussen vrij te houden van stedelijke of industriële objecten.

Met dit vooruitzicht in gedachten lijkt het verstandig om ijverig te zoeken naar methoden voor behandeling van afvalwater, waarbij op de daarvoor

vereiste ruimte kan worden bespaard. Zoals nader zal blijken, biedt de keuze van de methode van behandeling van het slib in dit opzicht het meeste perspectief.

De installatie waarin het afvalwater wordt behandeld bestaat uit diverse onderdelen die bij geen enkel project achterwege kunnen blijven en waarvoor dus altijd ruimte moet kunnen worden gevonden.

Deze onderdelen zijn: de gemalen, roosters, zandvangsers, bezinkrichtingen en beluchtingsruimten, waarin de afvalstoffen ten dele worden geoxydeerd en omgezet in slib.

De afscheiding van slib kan nog bevorderd worden door het toedienen van chemicaliën.

De kwaliteit van het effluent kan zodoende worden verbeterd, de slibhoeveelheden nemen dan echter toe.

De hiervoor genoemde onderdelen van de zuiveringsinstallatie zullen bij voorkeur op een aaneengesloten terrein moeten worden gegroepeerd. Daarbij zal de met het oog op toekomstige uitbreiding vereiste ruimte moeten worden gereserveerd. De plaats van de installatie zal bij voorkeur op korte afstand moeten liggen van het ontvangende water, anderzijds moet de afstand tot de rand van de bebouwing ruim genoeg zijn (tenminste honderd meter). Bij aansluiting van meerdere kernen op één installatie zal een plaats nabij het zwaartepunt der totale bebouwing het gunstigste zijn.

De plaatskeuze van de installatie is dan ook een kwestie van zorgvuldige overweging. Een factor die daarbij in belangrijke mate meetelt is: de kosten van transport van het afvalwater over grotere afstanden. In het vlakke land zijn deze kosten naar verhouding vrij hoog, in het bijzonder wanneer veel kruisingen met waterwegen in het tracé van de transportleidingen voorkomen.

De transportkosten van slib, dat in waterrijke toestand gemakkelijk in buisleidingen kan worden verplaatst, zijn veel lager, omdat de hoeveelheden daarvan slechts een fractie zijn van het totale te zuiveren kwantum afvalwater.

De behandeling van het slib

In de eerste inleiding van deze cursus is reeds vermeld welke soorten slib bij de behandeling van afvalwater ontstaan en de voornaamste chemische en fysische eigenschappen zijn daarin besproken.

De hoeveelheden slib die behandeld moeten worden zijn nog steeds zeer

groot, cijfers daaromtrent zijn onder meer te vinden in: „Imhoff, Taschenbuch der Stadtentwässerung”.

De daarin gegeven cijfers hebben betrekking op huishoudelijk afvalwater. Wanneer in aanmerking wordt genomen dat in Nederland in een tijdsverloop van circa 20 jaar het afvalwater van 15 miljoen Nederlanders aan een biologische zuivering moet worden onderworpen, dan zal alleen al door deze producenten van huishoudelijk afvalwater een hoeveelheid zuiverings-slib worden aangeboden van 750.000 ton per jaar, berekend als anaëroob vergist steekvast materiaal met een watergehalte van 60%. Om slib te verkrijgen van een dergelijke samenstelling door toepassing van de klassieke methode van gisting en droging aan de lucht op gedraineerde droogbedden, is aan ruimte voor droogbedden alleen reeds een oppervlakte van 300 hectare nodig. Wanneer de hiervoor benodigde terreinen zouden worden aangekocht en bouwrijp gemaakt voor een prijs van f 25,— per m² (dat is f 250.000,— per hectare) dan zijn de daaruit voortvloeiende kosten, berekend als jaarlijkse kosten per inwonerekwivalent, niet meer dan enkele dubbeltjes. Bij een aankoop van het terrein van f 25,— per m², een afschrijving in 40 jaar en een rentevoet van 6%, bedragen deze kosten f 0,33 per inwonerekwivalent per jaar. T.o.v. de totale kosten van de slibbehandeling, die al gauw op enige guldens per inwonerekwivalent per jaar uitkomen, is dit bedrag slechts bescheiden. Het zullen dan ook niet spoedig deze met de aankoop van terrein gemoeide kosten zijn, die tot een andere methode van slibbehandeling dan door droging op droogvelden, nopen.

De moeilijkheden om een geschikt terrein van voldoende grootte te vinden en te reserveren zijn vooral in dicht bebouwde delen van Nederland evenwel zo groot, dat alleen al daarom naar andere methoden van behandeling van het slib wordt uitgezien.

Bij de hiervoor opgegeven hoeveelheden slib is geen rekening gehouden met slib van industriële herkomst. Prognoses omtrent de mogelijke ontwikkeling van de industriële technologie zijn zo moeilijk, dat ook de daarbij te verwachten slibhoeveelheden niet zijn te kwantificeren. Evenmin is rekening gehouden met mogelijke toepassing van een zogenaamde derde zuiveringstrap welke ten doel heeft fosfaat- en stikstofverbindingen uit het effluent te verwijderen. Wanneer tot toepassing van deze aanvullende zuive-

ring zou worden overgegaan, worden de slibhoeveelheden circa 25 % groter. In delen van Nederland met een in hoofdzaak nog agrarische structuur, zal op economische gronden vooralsnog de klassieke methode van behandeling van het slib wel zijn aangewezen. In die gebieden zal voor het slib ook wel een afzet zijn te vinden in de landbouw.

In deze inleiding zal het accent daarom meer worden gelegd op de problemen in dichtbevolkte stedelijke gebieden en de daarmee samenhangende ruimtelijke aspecten. Dit kan het beste worden gedemonstreerd aan de hand van een voorbeeld.

Hiertoe is uitgekozen het ontwerp van de zuiveringsinstallatie voor Haarlem. Dit project is momenteel in uitvoering. Het plan voor de installatie is opgezet voor 250.000 i.e., het is een traditionele installatie, werkende volgens het actief slibproces, voorzien van een zandvang, voorbeluchting, bezinkinrichting, gevolgd door beluchtingsruimten volgens het inka-systeem, gevolgd door nabezinking. Het slib wordt na indikking onderworpen aan een anaërobe gisting, uitgevoerd in twee trappen. Na gisting wordt het slib afgelaten op droogbedden, welke voorzien zijn van mechanische slibruimers. De figuur 1 laat zien welk gedeelte van de voor de installatie vereiste ruimte door de slibdroogvelden wordt ingenomen.

Tabel 1 geeft hiervan een nadere specificatie.

TABEL I - Installatie voor Haarlem: (250.000 i.e.) oppervlakten in hectares, ingenomen ten behoeve van diverse onderdelen.

1. gemalen, zandvang, voorbeluchting, bezinkruimten, actiefslibruimten en nabezinkruimten	3.3
2. ruimten voor slibgisting, indikkers en gashouder	0.5
3. slibdroogbedden	5.7
4. opslagruimten en overhoeken	1.5
Totaal	11.—

Uit de tabel volgt dat de ruimte welke door de slibdroogvelden wordt ingenomen meer dan de helft bedraagt van het totaal oppervlak dat voor de installatie nodig is.

Het slib moet periodiek worden geruimd, het moet dan voldoende droog zijn. Bij een watergehalte van 60% is het voldoende steekvast en kan het met mechanische middelen worden opgenomen en afgevoerd. Het gedroogde produkt kan worden benut voor verbetering van de structuur van zandgronden. Voor het slib zal op die manier een blijvende afzet kunnen worden gevonden; anders is er sprake van een nog niet opgelost probleem. Bij grote installaties zijn deze problemen te verwachten. Aan de hand van een gefingeerd voorbeeld zal daarom voor een dergelijke installatie een aantal alternatieve mogelijkheden worden behandeld.

In het gekozen voorbeeld wordt uitgegaan van het afvalwater van circa 1 miljoen i.e. Dit afvalwater is van normale samenstelling en wordt be-

handeld in een biologische installatie, werkende volgens het actiefslibproces. De daarmee verkregen reductie van het zuurstofbindend vermogen van het afvalwater, gemeten als B.O.D.₅ bedraagt 95 %.

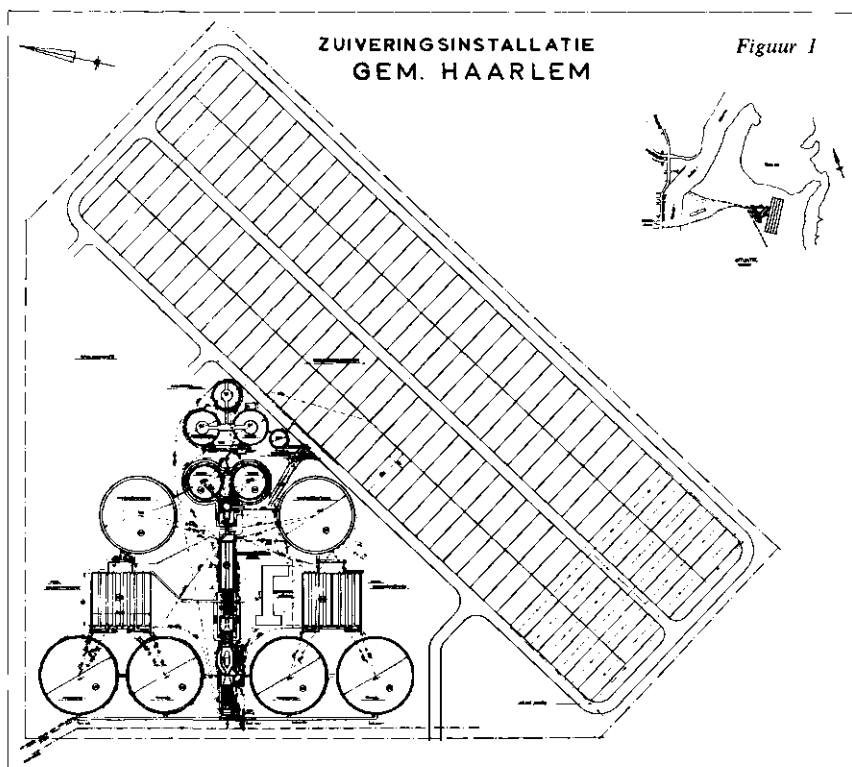
Bovengenoemde aanname is voor Nederland reëel. De prognose voor de installatie van bij voorbeeld Eindhoven en omgeving overschrijdt reeds de 1 miljoen i.e.

Voor enkele stedelijke gebieden in het westen, zoals langs de Rotterdamse Waterweg gaan de gedachten eveneens uit naar installaties van een dergelijke grootte. Zo is op de kaart voor het streekplan „Rechter Maasoever”, reeds een plaats ingeruimd voor zo'n installatie ten westen van Vlaardingen. De grootte van het aldaar aangegeven terrein is evenwel zodanig, dat zonder meer reeds gesteld kan worden dat er voor slijkdroogvelden geen ruimte beschikbaar zal zijn.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de nader te bespreken mogelijkheden van slibverwerking. Uit de vele methoden die in de literatuur zijn te vinden is daarbij reeds een keuze gedaan. De in de tabel onder 1 vermelde methode is het basis-geval, namelijk de klassieke methode, bestaande uit biologische zuivering, anaërobe gisting en droging aan de lucht op droogbedden. Aangenomen is verder dat ook hier de gisting verloopt in twee trappen, een warme gisting gevolgd door indikking, waarbij slib en slibwater worden gescheiden. Het slibwater wordt teruggevoerd naar het aanvoerriool en het uitgegiste slib dat na indikking nog circa 95 % water bevat, wordt afgelaten op de droogbedden.

De jaarlijks uit de indikkers af te laten slibhoeveelheid is onder de voorafgaande aannamen te stellen op: circa 400.000 ton, met een gehalte aan droge stof van 20.000 ton. Na het vullen van de droogbedden, hetgeen 7 x per jaar zal moeten kunnen gebeuren, neemt het watergehalte af. In hoofdzaak is dit een gevolg van de verdamping. De invloed van de drainerende werking van de droogbedden is vermoedelijk gering. Wanneer het watergehalte door verdamping en ontwatering tot 60 % is gedaald, kan het slib mechanisch worden geruimd. Het droogbed kan dan voor de ontvangst van een nieuwe charge van vers slib worden toebereid. Voor elke charge is gemiddeld een droogtijd van 50 dagen beschikbaar. In Nederland met zijn wisselend klimaat is dit een zwak punt bij toepassing van slibdroogbedden.

De droogtijd welke nodig is om een



steekvaste massa te vormen neemt snel toe met de laagdikte, waarmee het natte slib op de bedden wordt afge-
laten.

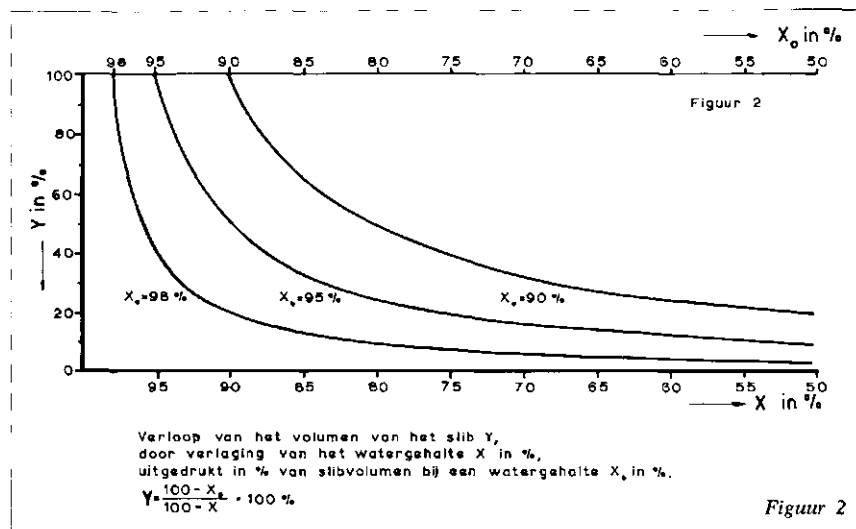
Het is daarom niet verantwoord om de bedden met een grotere laagdikte dan maximaal 30 cm te vullen, om zodoende oppervlak te sparen.

Wanneer er in de naaste omgeving van de zuiveringsinstallatie niet voldoende ruimte aanwezig is voor de aanleg van droogbedden, kan worden overwogen deze elders te projecteren.

Het slib van de installatie moet dan worden verplaatst. Het eerst komt dan transport door middel van buisleidingen in aanmerking. Het meest voor dit transport geschikt is het uitgediste doch niet ingedikte slib (geval 2), dan wel het niet ingedikte verse slib (geval 6). Het watergehalte van het weg te pompen slib is aangenomen op 98 %. Bij een hoeveelheid droge stof van 20.000 ton per jaar, moet dan worden weggepompt: 1.000.000 ton slib per jaar (geval 2). Bij een droge stof gehalte van 31.000 ton per jaar wordt deze hoeveelheid 1.550.000 ton (geval 6). Dat in laatst genoemd geval de te verpompen hoeveelheden groter zijn is toe te schrijven aan het hogere gehalte aan organische stof, dat aanwezig is in het verse slib. Bij het anaërobe gisten van het slib neemt het gehalte aan organische stof in het slib namelijk af. In geval 2 blijft er nog een terrein ter grootte van 29 hectare over dat nodig is voor de diverse onderdelen van de zuiveringsinstallatie en dienstgebouwen, in geval 6 is dit oppervlak iets kleiner door het vervallen van de slibgistingruimten en indikkers. De terreingrootte wordt daarmee teruggebracht tot minder dan 27 ha. Ten opzichte van de terreinbehoefte van 50 ha in het basisgeval 1 is er dus een winst van 21, respectievelijk 23 hectare.

Wat men in een concreet geval zal kiezen: een oplossing volgens geval 2, of volgens geval 6, hangt van een aantal factoren af. Van groot belang is wat met het slib verder kan worden gedaan.

Bij een der grote installaties van Londen, Mogden, wordt het slibgistingsproces in twee stappen uitgevoerd. Ter plaatse van de zuiveringsinstallatie in Mogden wordt het slib eerst aan een korte warme anaërobe gisting onderworpen. Daarbij wordt het in dit stadium vrij-komende methaangas benut. Ter plaatse is evenwel niet voldoende ruimte beschikbaar voor verdere slibbehandeling. Dit slib wordt dus, met 95 % watergehalte, over een afstand



van 11 km weggeperst naar Perry Oaks, waar het aan een tweede, nu koude gisting wordt onderworpen. Het doel van deze tweede trap is een verdere verlagings van gehalte aan organische stof. Het slib zal daardoor beter indikken en gemakkelijker kunnen worden ontwaterd op de aldaar aanwezige droogbedden. De literatuur vermeldt dat het watergehalte hierbij afneemt tot minder dan 50 %.

Het wegpersen van het slib in buisleidingen brengt natuurlijk ook kosten met zich mee, maar deze zijn veel geringer dan die welke men zou moeten maken indien het niet behandelde rioolwater over grote afstanden zou moeten worden weggepompt naar een geschikt terrein, waarop het gehele zuiveringsproces, inclusief de slibdroging zou kunnen plaatsvinden. In de besproken gevallen 2 en 6 gaat het om het verpompen van hoeveelheden welke in orde van grootte liggen van 1 à 1½ % van het in de zuiveringsinstallatie te behandelen kwantum afvalwater.

In Nederland vindt het verpompen van slib over grote afstand toepassing bij de zuiveringsinstallatie van Eindhoven, gebouwd door het Waterschap De Dommel. Het slib wordt hier, van de installatie, welke ligt aan De Dommel ten noordoosten van de stad, gepompt naar het ten oosten van Eindhoven gelegen Mierlo, waar het slib verder wordt behandeld. Het slib wordt hier verpompt in verse toestand. In Mierlo is men dus niet van het slibprobleem af, maar hierover zullen in een der volgende voordrachten nadere bijzonderheden worden vermeld.

Een andere mogelijkheid is het verpompen van het slib door een leiding ver in zee. In Den Haag is een daartoe strekkend plan in uitvoering. De slib-

leiding mondt uit op 10 km zeewaarts van de laagste waterlijn. Ook in dit geval wordt het slib in verse toestand en sterk verdund met water, afgevoerd. De verwachting bestaat dat dit slib in zee niet zal gaan opdrijven, althans dat het zodanig dispergeert dat aan het strand geen indicaties van deze lozing meer zijn terug te vinden.

Op grond van de ervaringen opgedaan bij de bestaande lozing van afvalwater van Den Haag en andere gemeenten, is niet te verwachten dat ter plaatse van het lozingspunt van de slibleiding op 10 km uit de kust accumulatie van slibstoffen op de bodem zal plaatsvinden. Van de stad Boston in de Verenigde Staten, wordt het uitgediste slib door een leiding 8½ km in zee gebracht. Van het slibprobleem is men op die manier af.

Voor de Londense agglomeratie zijn eveneens dergelijke plannen in voorbereiding.

Wil men het natte slib op een andere manier dan door middel van een buisleiding naar elders afvoeren, dan zal een voorafgaande indikking van het slib nodig zijn.

Het volume van het slib neemt namelijk sterk af met de verlagings van het percentage water. Figuur 2 geeft dit bijzonder duidelijk weer. Uit deze grafiek is gemakkelijk af te lezen dat wanneer het gelukt om het watergehalte van het slib te verminderen van 98 % tot 95 %, het volume van de oorspronkelijke hoeveelheid slib afneemt tot 40 % daarvan.

Stellen we het soortelijk gewicht van de droge stof op 1 ton per m³, hetgeen uiteraard een benadering is, dan is deze volumevermindering gemakkelijk in te zien. De hoeveelheid droge stof verandert namelijk niet wanneer het watergehalte daalt.

Een miljoen ton slib met 98 % water bevat 20.000 ton droge stof. Daalt nu het watergehalte tot 95 %, dan vermindert het gewicht en derhalve ook het volume tot 400.000 ton. Bij transport van deze massa behoeven de 600.000 ton water dus niet meer te worden vervoerd. Door indikking is een daling van het watergehalte van 98 % tot 95 % wel te bereiken.

In de Duitse literatuur komen zelfs cijfers voor van een vermindering door indikking tot 85 %. Er wordt evenwel niet vermeld of dit betrekking heeft op vers slib of op slib, afkomstig van een actiefslibproces, waarvan bekend is dat indikking over het algemeen moeilijk is.

Uit het vorenstaande blijkt duidelijk dat, wanneer het slib per as of per schip moet worden vervoerd, het van het grootste belang is om de mogelijkheden tot indikking zoveel mogelijk te benutten. Bij indikking tot 95 % is het slib evenwel over korte afstand nog goed te verpompen, zodat de vulling van tankwagens of schepen, door een leiding van uit de installatie geen moeilijkheden zal opleveren.

Wanneer het slib goed is uitgegist, verloopt het indikkingsproces gunstiger. We zagen reeds dat door het gistingproces zelf de hoeveelheid droge stof afneemt door afbraak van een gedeelte van de organische stof. De eigenschappen van het slib verbeteren hierdoor aanzienlijk. Het slib stinkt niet meer en het gevaar van de ontwikkeling van brandbaar gas is niet meer te duchten. Het transport op andere wijze dan door buisleidingen is nu minder gevaarlijk en verdient nadere overweging (geval 3).

Bij een eventueel vervoer per as, levert het transport van 400.000 ton nat slib per jaar een niet gering vervoersprobleem op. Bij gebruik van 5 tons vrachtwagens komt dit neer op 80.000 vrachtwagens per jaar. Bij een werkweek van 5 dagen van 10 uur zijn dat 32 vrachten per uur of 1 vracht per 2 minuten.

In een dergelijk geval zal dan ook eerder afvoer per schip aanbeveling verdienen. Ligt de installatie in de buurt van groot vaarwater met een gemakkelijke verbinding naar zee, dan zal gebruik van een coaster voor afvoer en storting op grote afstand van de kust in aanmerking kunnen komen. Een dergelijk schip zou dienst kunnen doen voor meerdere installaties langs dezelfde vaarweg. Bij storting in zee op voldoende afstand van de kust behoeven de gevaren van verontreiniging van badstranden geen rol te spelen. In

Engeland wordt op deze wijze reeds gedurende vele jaren slib afgevoerd. Hetzelfde gebeurt met het slib van de installatie van Boston in de Verenigde Staten en met het slib van de installatie van Hamburg. Bezwaren van de kant van de visserij zijn niet vernomen. Wel zal er een goed overleg plaats moeten hebben met visserij deskundigen. Op de storting zelf zal van overheidswege toezicht moeten worden gehouden.

Een verdere verlaging van het watergehalte van het slib dan door indikking, is te bereiken door filtratie.

Hiervoor bestaan verschillende methoden, welke in deze voordracht niet kunnen worden behandeld.

Een aantal van deze filtratiemethoden zal echter in de volgende voordrachten aan de orde komen. Om het slib voldoende filtreerbaar te maken is vooraf een menging met chemicaliën nodig. Hiervoor worden ondermeer gebruikt kalk en ijzerchloride. De laatste tijd komen er ook polymeren aan de markt die voor dit doel kunnen worden gebruikt. Ook combinaties van deze stoffen kunnen een beter resultaat geven. Belangrijk is dan wel de volgorde waarin ze worden gedoseerd. Het nadeel van deze conditioneringsmiddelen is, dat de slibhoeveelheden er vrij belangrijk door toenemen. In tabel 2 is dit onder meer te zien uit de cijfers voor droge stof in de gevallen 4, 7 en 8, waarbij de gehalten circa 13 % hoger zijn dan van het niet geconditioneerde slib. Wanneer de hoeveelheid droge stof toeneemt met 13 % dan neemt de hoeveelheid ingediknat slib afhankelijk van het watergehalte met een veelvoud daarvan toe. Door het filtratieproces, waarbij het watergehalte is terug te brengen tot 75 %, wordt een filterkoek verkregen, waarvan het volume aanzienlijk kleiner is dan die van het ingedikte natte slib. In geval 4 wordt de hoeveelheid verminderd tot 90.000 ton en in geval 8 tot 140.000 ton.

De filterkoek die na dit proces overblijft moet ook een bestemming krijgen. Deze kan zijn: afvoeren en dumpen op een daarvoor geschikte plaats. Een andere oplossing kan zijn: een gezamenlijke verwerking met huisvuil tot compost. Door de hoge temperatuur die bij dit composteringsproces optreedt, wordt de kwaliteit van het eindprodukt zodanig verbeterd en van schadelijke organismen ontdaan, dat de meeste hygiënische bezwaren tegen verwerking van rioolslib in de landbouw zijn ondervangen.

Helemaal eensluidend zijn de uitspra-

ken op dit punt nog niet. Zo meent prof. Eyer, directeur van het Pettenkofer Instituut in München dat om volledige zekerheid in dit opzicht te verkrijgen het slib zou moeten worden gepasteuriseerd bij een temperatuur van 95° C.

In verband met de verwerking van de filterkoek tezamen met huisvuil, tot compost, moet worden opgemerkt dat met de toevoeging van conditioneringsmiddelen ter vergroting van de filtreerbaarheid dan wel de nodige voorzichtigheid moet worden betracht. Ingeval het gaat om het conditioneren met uitgegist slib, kan het gebruik van polymeren, met het oog op de verwerking tot compost uitkomst bieden. Ingeval met vers slib wordt gewerkt kan de toevoeging van kalk, ter verhoging van de pH van het slib vermoedelijk niet worden gemist met het oog op stankoverlast die anders zou kunnen optreden. Voor het bereiden van compost kan een te hoge pH evenwel bezwaar opleveren.

Een nog verdere verlaging van het watergehalte wordt bereikt door de slibkoek te verbranden.

Dit is weergegeven door de gevallen 5 en 9.

Van het slib, met de daaraan toegevoegde conditioneringsmiddelen blijft dan een hoeveelheid as over van circa 10.000 ton per jaar. De verbranding kan bij voorkeur gebeuren in combinatie met verbranding van huisvuil.

In het geval van verbranden van het slib is er voordeel te behalen door het weglaten van de anaërobe gisting. Door toevoeging van de chemicaliën voor vergroting van de filtreerbaarheid, wordt het bezwaar van stankvorming onderdrukt.

Dit geldt uiteraard ook bij de gecombineerde verbranding van huisvuil en slibkoek. Bij compostering van huisvuil en slibkoek kan men ook overwegen om de anaërobe gisting achterwege te laten.

Om het verse slib voldoende filtreerbaar te maken blijft de toevoeging van conditioneringsmiddelen nodig doch de dosis hiervan mag niet zo hoog zijn, dat het composteringsproces wordt verstoord.

Uit de cijfers van tabel 2 van het terrein dat voor de zuiveringsinstallatie nodig is, blijkt dat wanneer de slibdroogbedden kunnen vervallen, zoals bij de gevallen 4, 5, 7, 8 en 9, er betrekkelijk weinig terreinbesparing ter plaatse van de zuiveringsinstallatie meer mogelijk is. Er is in die gevallen dan ook geen aanleiding om de filter- en verbrandingsinstallaties niet te bou-

wen op het terrein van de zuiveringsinstallatie zelf. In de in tabel 2 aangegeven cijfers voor het terreinoppervlak is de ruimte voor deze onderdelen dan ook begrepen.

Bij gemeenschappelijke compostering van de slibkoek met huisvuil of gecombineerde verbranding van slibkoek en huisvuil is het probleem van het transport van de slibkoek het fraaist op te lossen, door ook de composteringsinrichting respectievelijk verbrandingsinstallatie, op hetzelfde terrein te plaatsen als de zuiveringsinstallatie.

Bij een zuiveringsinstallatie met een omvang als in het onderhavige voorbeeld, zal het probleem van de afzet van de grote hoeveelheid compost niet eenvoudig zijn; en dit zal in de toekomst niet gemakkelijker worden.

Voor kleinere installaties in een meer agrarisch ingericht deel van Nederland dan in het verstedelijkte westen, zullen hiervoor in de toekomst eerder goede mogelijkheden blijven bestaan. Voor grote installaties ten behoeve van een stedelijke agglomeratie met een miljoen inwonerekwivalenten zal de gezamenlijke verbranding van huisvuil en slib eerder in aanmerking komen. Liggen die agglomeraties dicht bij zee, dan zullen de kosten van verbranding nog kunnen worden afgewogen tegen die van afvoer naar zee per schip of per buisleiding. Een dergelijke leiding

zal dan echter wel ver in zee moeten uitmonden (Den Haag 10 km).

Tot slot nog een paar korte opmerkingen naar aanleiding van de tweede helft van tabel 2 (gevallen 10 t/m 15). Hierin is voor hetzelfde basisgeval een 6-tal varianten gegeven welke betrekking hebben op de processen die in de nog volgende voordrachten in deze cursus zullen worden behandeld.

Beide processen zijn zogenaamde hitteconditioneringen. Door de hoge temperatuur en druk waarop het slib wordt gebracht, verandert de samenstelling ervan zodanig dat de scheiding van slib en water gemakkelijker tot stand komt.

Na decanteren van het afgescheiden water, blijft er een slibsubstantie over die zonder toevoeging van chemicaliën kan worden ontwaterd door filtratie. Bij het Porteousproces vindt de hittebehandeling plaats onder anaërobe omstandigheden, bij het Zimproproces daarentegen wordt onder hoge druk zuurstof uit de lucht toegevoerd, waardoor een deel van de organische stoffen in het afvalwater worden geoxideerd.

Deze oxydatie kan al naar gelang het proces is ingericht, variëren van 15 % tot 85 % van de organische stof. In het eerste geval spreekt men van lage oxydatie Zimpro (l.o.), in het tweede geval van hoge oxydatie Zimpro (h.o.).

In verband met de hoge bedrijfskosten (energie verbruik) van laatstgenoemd proces, (h.o.) zal toepassing daarvan in Nederland, voornamelijk op grote financiële bezwaren stuiten. Het is niet het geval met het lage oxydatie proces, dat onder bepaalde omstandigheden ook voor Nederland, overweging waard is.

De filterkoek die na filtratie overblijft, zowel bij Porteous als bij Zimpro, kan desgewenst worden verbrand. Er blijft dan een asrest over van 6000 ton per jaar. Van alle mogelijkheden is dit de kleinste rest waarvoor dan ook nog een bestemming moet worden aangegeven.

Hygiënische bezwaren zijn er tegen dit materiaal niet meer. Het zou mogelijk zijn deze as te verwerken in bouwmaterialen, of anders voor het opheffen van bouwterrein, of voor wegen.

Gelukt het om op die manier er een bestemming voor te vinden dan is dat meegenomen. Niet is te verwachten dat het materiaal zoveel opbrengt dat de kosten van het proces der slibbehandeling er weer uitkomen.

Gelukt het niet een bestemming voor de as te vinden, dan is er in Nederland altijd wel ergens een zandput te vullen, waarin men een dergelijke hoeveelheid tot in de lengte van jaren zal kunnen storten.

TABEL 2

Biologische zuivering van 1.000.000 inwonerekwivalenten van 54 gr. B.O.D. ₅				Benodigd terrein in ha		Af te voeren hoeveelheid			Opmerkingen
Zuivering volgens het actiefslib-procédé				totaal	t.b.v. slibbehandeling	droge stof in ton/jaar	% water	totaal ton/jaar	
Reduktie B.O.D. ₅ in effluent ten opzichte van rioolwater 95 %									
1	anaëroob gisten	indikken	drogen afvoeren	50	23	20.000	60	50.000	basis geval
2	anaëroob gisten		wegpersen	29	2	20.000	98	1.000.000	bijvoorbeeld: naar zee of elders te behandelen
3	anaëroob gisten	indikken	afvoeren	30	3	20.000	95	400.000	naar zee per schip
4	anaëroob gisten	indikken	conditioneren filtreren afvoeren	31	4	22.600	75	90.000	composteren m. huisvuil
5	anaëroob gisten	indikken	conditioneren filtreren verbranden	32	5	10.000		10.000	tesamen met huisvuil
6		indikken	wegpersen	< 27	< 1	31.000	98	1.550.000	bijvoorbeeld: naar zee of elders te behandelen
7		indikken	conditioneren afvoeren	27	< 1	35.000	95	700.000	naar zee per schip
8		indikken	conditioneren filtreren afvoeren	28	1	35.000	75	140.000	composteren m. huisvuil
9		indikken	conditioneren filtreren verbranden	29	2	10.000		10.000	tesamen met huisvuil
10		indikken	Porteous wegpersen	27	< 1	31.000	85	206.000	bijvoorbeeld: naar baggerstortplaats
11		indikken	Porteous filtreren afvoeren	28	± 1	31.000	75	124.000	naar droogbedden elders
12		indikken	Porteous filtreren verbranden	29	± 2	6.000		6.000	tesamen met huisvuil
13		indikken	Zimpro (l.o.1) wegpersen	27	< 1	28.500	85	190.000	bijvoorbeeld: naar baggerstortplaats
14		indikken	Zimpro (l.o.1) filtreren afvoeren	28	± 1	28.500	75	114.000	naar droogbedden
15		indikken	Zimpro (l.o.1) filtreren verbranden	29	± 2	6.000		60.000	tesamen met huisvuil

1) (l.o.) = lage oxydatie van de in het slib aanwezige organische stof (15% oxydatie)