

Constructie van slibdroogvelden ten behoeve van mechanische ruiming

Drainage van de droogbedden

Tot 1963 werden de slibdroogbedden van de rioolwaterzuiveringsinstallaties uitgevoerd zoals aangegeven in afb. 1. Men dacht toen namelijk, dat het overtollige slibwater sneller zou worden afgevoerd, indien de drainlaag uit lagen grind van verschillende korrelgrootte bestond. Nadien is echter de aanleg van de droogvelden vereenvoudigd. De drainlaag werd toen uitgevoerd als één pakket van grof scherp zand in een laagdikte van 21 - 25 cm (afb. 2), waardoor de vulling van de droogbedden aanzienlijk goedkoper werd. De tijdsduur van drogen bleek namelijk in ons sterk wisselend klimaat bij beide constructiewijzen niet noemenswaard te verschillen.

Het in het drainpakket ingedrongen slibwater moet worden afgevoerd. De afvoer geschiedt door middel van een of meer afvoerleidingen, gebed in een grindkoffer. De afvoer- of drainleidingen hebben lange tijd bestaan uit buizen, die uit klei waren gebakken. Dergelijke buizen hebben het nadeel, dat de af te voeren hoeveelheid drainwater alleen via de voegen tussen de buizen in de buis terecht komt. Door de korte buislengte (± 33 cm) ontstaan vele voegen, hetgeen de kans op verstoppingen vergroot. Na 1945 is de gladde plastic drainbuis uit polyvinylchloride (pvc) op de markt gekomen. Deze pvc-buis bezit enige voordelen ten opzichte van de aarden drainbuis, te weten: hij is bestand tegen corrosie; hij is inwendig glad; hij heeft een grotere lengte en de afvoer is niet afhankelijk van de voegen. Het slibwater wordt afgevoerd via evenwijdig met de as aangebrachte zaagsneden, die met glasvlies kunnen worden omwikkeld tegen het dichtslibben.

In de laatste jaren heeft de zgn. ribbel-drainbuis van plastic zijn intrede gedaan. De voordelen hiervan ten opzichte van gladde plastic drainbuis zijn: grotere grondrukweerstand; geringer gewicht; leverbaar aan één stuk (geen voegen). Een nadeel zou kunnen zijn de geringere afvoercapaciteit. Deze is echter nog ruimschoots voldoende voor slibdroogbedden.

Droogbedden zijn voorts in het algemeen opgebouwd uit losse betonplanken en betonpalen of uit vaste, ter plaatse gestorte, betonwanden, dan wel uit opgehoogde aarden wallen. De toevoer van het slib geschiedt door middel van pers- of vrije valleidingen al of niet uitmondend in betonnen goten. Uit deze persleiding en/of betonnen goot wordt het slib op de droogbedden afgelaten.

Overkapte slibdroogbedden

Slibdroogbedden met een overkapping, met het doel de droogtijd van het opgebrachte slib te verkorten, zijn in ons land slechts toegepast in de zuiveringsinstallatie Emmeloord. Over het gehele jaar genomen blijkt het geringe voordeel van het snellere drogen niet op te wegen tegen de hogere investerings- en onderhoudskosten.

De voordelen van overkapte droogvelden zijn:

1. onder slechte weersomstandigheden kan het ruimen van het slibdroogbed toch voortgang vinden;
2. bij regen, sneeuw of mist komt nagenoeg geen „vreemd” water op het slib terecht;
3. de verdamping neemt toe door de trek.

De nadelen zijn:

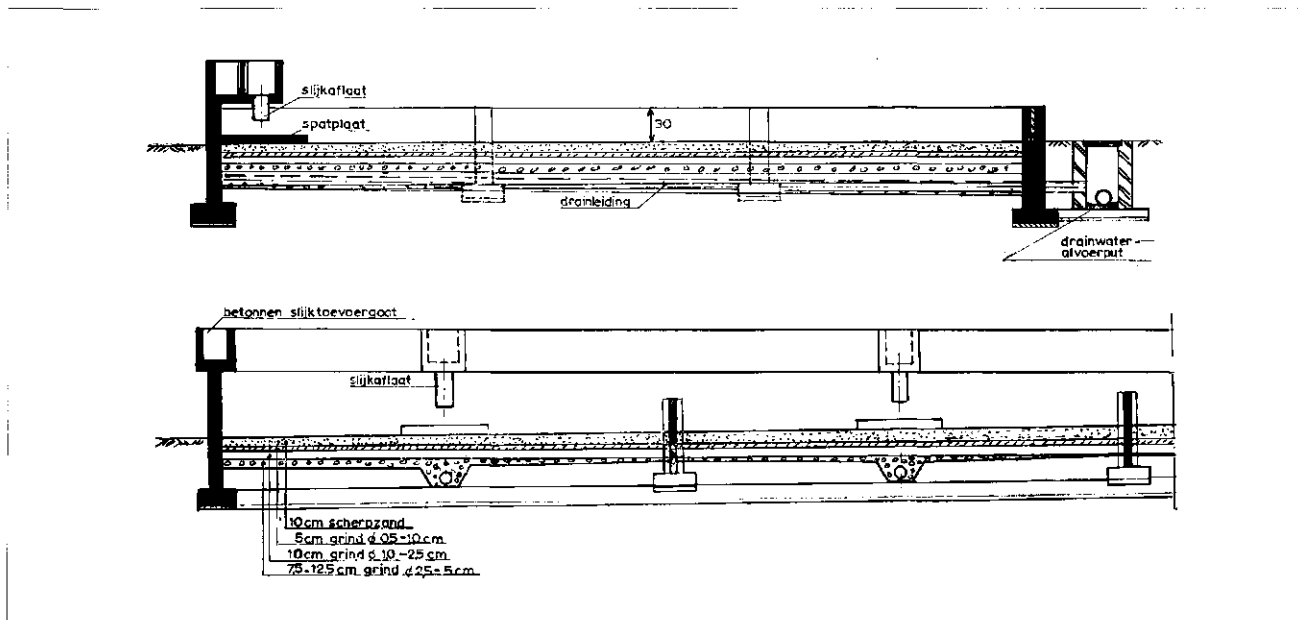
1. het personeel werkt niet graag onder de overkapping wegens de aldaar heersende tocht (dit geldt zowel bij nat als bij droog weer);
2. het effect van „doorvriezen” wordt geringer;
3. de rechtstreekse verdamping door de zon neemt af;
4. er kan slechts met de hand worden geruimd.

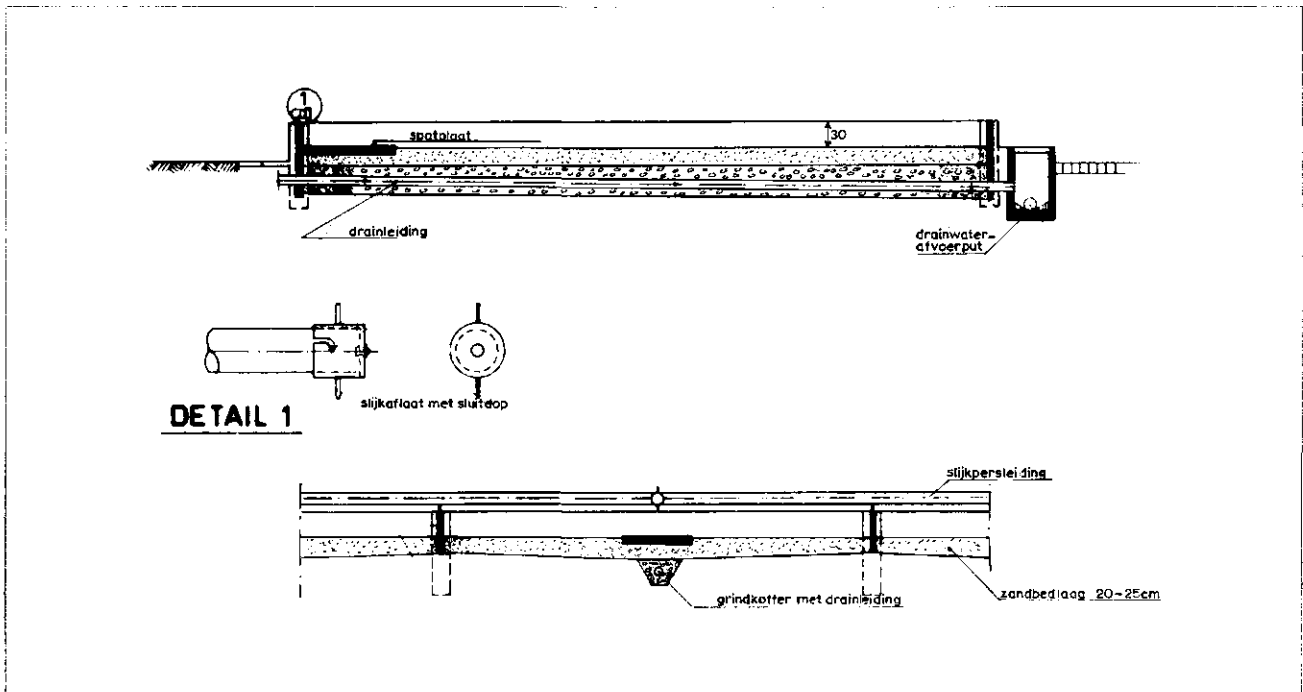
In Engeland met zijn gelijkwaardig klimaat is men tot dezelfde conclusies gekomen.

Mechanische ruiming van slibdroogbedden

Er zijn slechts weinig rioolwaterzuiveringsinstallaties, waar het drogen en verwerken van uitgegist slib niet met moeilijk-

Afb. 1 - Slibdroogbedden volgens oude constructie.





Afb. 2 - Slibdroogbedden volgens nieuwe constructie.

heden gepaard gaat; nu eens zijn er te weinig droogbedden, dan weer levert de ruiming van de bedden grote problemen op. Een tekort aan droogbedden kan het gevolg zijn van een niet-economische werkwijze (bijv. er wordt teveel slib op een bed afgelaten of het droogbed wordt niet op tijd geruimd).

Om de problemen bij de ruiming der droogbedden het hoofd te bieden, gaat men hoe langer hoe meer over tot mechanisatie van de ruiming. Hiervoor zijn aangepaste droogbedden nodig, nl. bedden met een geheel of gedeeltelijk verharde bodemconstructie. Een bodem, die slechts uit zand bestaat, leent zich minder voor het mechanisch laden van het slib (door middel van een laadschop).

De investeringskosten zullen door de gewijzigde betonconstructie oplopen; de exploitatiekosten verschillen echter van geval tot geval, afhankelijk van de keuze van het ruimings-mechanisme.

Het onderzoek naar de werking van slibdroogbedden met een verharde bodem is en wordt in ons land op verscheidene zuiveringinstallaties uitgevoerd en wel op de droogbedden met een geheel verharde, dus gesloten bodem met een gedeeltelijk verharde, niet gesloten bodem. In het midden of aan de zijkanten van het bed is een drainage-sleuf van ± 40 cm breedte aanwezig, welke is opgevuld met grind en waarin zich een afvoerdrainleiding bevindt.

Geheel verharde gesloten bodems zijn: 1. warm asfalt; 2. beton.

Gedeeltelijk verharde gesloten bodems zijn: 1. klinkers op een drainbed (zand); 2. koud asfalt op een drainbed;

3. poreuze tegels op een drainbed; 4. betonnen rijstroken op een drainbed (afb. 3).

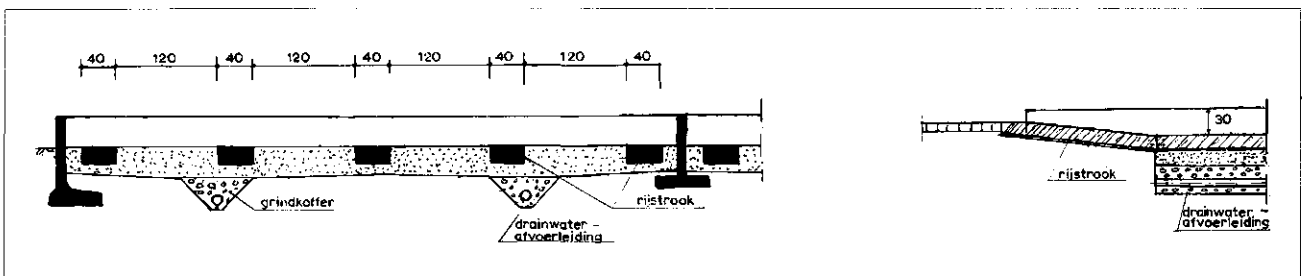
Blijken droogbedden met een geheel of gedeeltelijk verharde bodem effectief te zijn voor de ontwatering van het slib, dan rijst de vraag met welk mechanisch hulpwerktuig het gedroogde slib van de bedden moet worden opgenomen zonder dat beschadiging van de bodem kan optreden. In het algemeen zal dit een rijdende wagen zijn, voorzien van een laadschop. De verscheidenheid in dergelijke apparatuur is zeer groot; alleen zijn de apparaten nog niet altijd aangepast aan het ruimen van slibdroogbedden.

Het bovengenoemde onderzoek is nog niet afgesloten; er worden op dit moment nog diverse proeven genomen. Het Hoogheemraadschap van Rijnland zal te zijner tijd de resultaten van een onderzoek op dit punt publiceren. Er kunnen dus nog geen eindconclusies worden getrokken. Wel kan als zeer voorlopige conclusie worden gesteld, dat over het gehele jaar gemeten: 1. slibdroogbedden met een gesloten bodem nauwelijks voldoen; 2. slibdroogbedden met een bodem met poriën kunnen voldoen; 3. slibdroogbedden voorzien van rijstroken voldoen wat betreft de droogbaarheid van het opgebrachte slib (al zullen er altijd uitzonderingen blijven bestaan).

Het mechanisch ruimen met behulp van aangepaste laadschoppen voldoet zeker bij elke soort verharding van het droogbed, mits het te ruimen slib een zodanig droge stofgehalte heeft bereikt, dat dit niet aan het opneemmechanisme blijft plakken.

In Engeland en Amerika zijn op dit gebied eveneens uit-

Afb. 3 - Schema slibdroogbedden met verharde rijstroken.

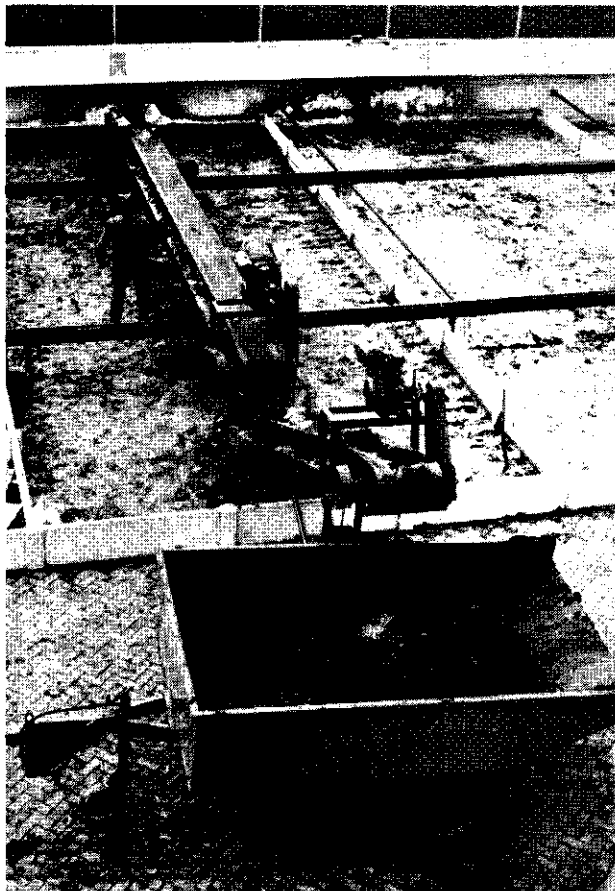




Afb. 4 Decanteer-aflaat.

voerige onderzoeken verricht voor uitgegist en gestabiliseerd slib. Uit deze onderzoeken is gebleken, dat alleen in de warme streken in Amerika (het San Antonio River Basin in Texas en Salt-Lake City in Utah) succes is geboekt met droogbedden met een verharde bodem, aangezien de droogtijd ten opzichte van onverharde droogbedden door het warme klimaat praktisch niet langer was en het voordeel van het mechanisch ruimen volledig kon worden benut. In Engeland daarentegen met zijn natte klimaat waren de resultaten aanzienlijk slechter. De winst ligt evenals in ons land alleen in de mogelijkheid van mechanisch ruimen van slib met een hoger watergehalte. Algemeen kan dus gesteld worden, dat de duur van de droging, over een jaar genomen,

Afb. 5 - Transport van het met de hand geruimde slib d.m.v. een transportband.



bij geheel verharde droogbedden met een of meer drain-sleuven voor uitgegist slib geen winst inhoudt.

Nu het aantal zuiveringsinstallaties met ver doorgevoerde beluchting en mineralisatie of stabilisatie van het slib zo toeneemt, waarbij de voornaamste exploitatiekosten buiten de rente en afschrijving door de slibverwerking worden gevormd, kan men zich afvragen hoe het gemineraliseerde slib zich gedraagt op geheel of gedeeltelijk verharde droogbedden.

Sliblagunes

In afgelegen gebieden lijken sliblagunes aantrekkelijk, aangezien de transportkosten van slib in waterrijke, dus verpompbare toestand relatief het laagst zijn.

In Nederland worden als regel geen sliblagunes voor het verwerken van slib toegepast. Uitzonderingen op deze regel zijn o.a. de volgende rioolwaterzuiveringsinstallaties: Amsterdam-West voor 400.000 i.e., Velsen voor 79.000 i.e., Uithoorn voor 27.500 i.e., Zaandam-Oost voor 70.000 i.e. en Bussum voor 60.000 i.e. Dit zijn ontwerp-capaciteiten.

De lagunes worden over een periode van 1-5 jaar gevuld en leveren de eerste jaren geen moeilijkheden op, maar na afloop van deze periode moet worden uitgezien naar afvoer van het slib of naar andere verwerkingsmogelijkheden.

De lagunes zijn in het algemeen opgebouwd uit omdijkte stukken land (dijkhoogte 1,30-1,50 m), al of niet voorzien van decanteer-aflaten (afb. 4). De aanlegkosten zijn evenals bij droogbedden geheel afhankelijk van plaats en omstandigheden. Wat betreft de exploitatiekosten zou volgens de bedrijfsvoerder van de installatie Uithoorn (zie „De Klaarmeester”, 5e jaargang no. 4, juli 1970) het gebruik van de sliblagune over een periode van 5 jaar een besparing van exploitatiekosten van $\pm f$ 79.000,— hebben opgeleverd.

Het ruimen en afvoeren kan bij sliblagunes — evenals dit het geval is bij met de hand geruimde droogbedden — worden uitbesteed of in eigen beheer worden uitgevoerd.

De in Nederland in gebruik zijnde lagunes zijn bestemd voor de verwerking van slib afkomstig uit slibgistingstanks. Of lagunes zich zullen lenen voor gemineraliseerd slib al dan niet na indikking of stabilisatie lijkt ontkennend te moeten worden beantwoord.

Voorbeelden in het buitenland van het gebruik van lagunes voor uitgegist slib zijn o.a. in Milwaukee en Winnipeg in Amerika, Mogden en Maple Lodge in Engeland en bij installaties in het Emschergenossenschaft en het Lippeverband in Duitsland.

Verpompen van slib over grote afstand

Het verpompen van *vers* slib over grote afstand wordt in ons land toegepast op de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Eindhoven (traject Eindhoven - Mierlo \pm 6 km, droge stofgehalte \pm 4 %, belasting \pm 350.000 i.e.), (het slib wordt daarna verder verwerkt met behulp van een Komline-Sanderson-coilfilter) en van 's-Gravenhage (belasting \pm 2.000.000 i.e.), waar het slib over een afstand van 10 km uit de kust in zee wordt gepompt.

Het verpompen van *uitgegist* slib over grote afstand geschiedt o.a. bij de zuiveringsinstallatie van Tilburg (naar landerijen \pm 5 km, droge stofgehalte \pm 4 %, belasting \pm 300.000 i.e.), van Amsterdam-West (naar lagunes \pm 6,5 km, droge stofgehalte \pm 4 %, belasting \pm 400.000 i.e.) en van Beverwijk (naar de vuilstortplaats \pm 2 km, droge stofgehalte \pm 4 %, belasting \pm 80.000 i.e.). In Beverwijk worden de volgestorte delen van de vuilstortplaats gemetamorphoseerd tot een recreatie-oord, waarin plantsoenen, wandelpaden en speelweiden worden geprojecteerd (zie „De Klaarmeester”, 6e jaargang, nr. 2, jan. 1971). Het tijdens het storten van het slib van het terrein afkomende slibwater wordt teruggevoerd naar de installatie.

Systemen van mechanische ruiming van slibdroogbedden

Voor de verwijdering van het gedroogde slib uit de slibdroogvelden of lagunes zijn diverse systemen mogelijk. In Nederland worden de volgende ruimingssystemen toe-

gepast: handkracht + transportband; handkracht + mono-rail; slijbgraafmachines; laadschop, vacuümwaggen.

Aanvankelijk geschiedde de ruiming uitsluitend met handkracht. Thans worden vooral bij grotere zuiveringsinstallaties steeds meer mechanische hulpmiddelen toegepast. Aan elk der genoemde systemen zijn voor- en nadelen verbonden. Het mechanische hulpmiddel bij de slijbruiming moet voldoen aan de volgende voorwaarden: het moet zijn eenvoudig manoeuvreerbaar; eenvoudig te bedienen; licht in gewicht; kipbaar; goedkoop in exploitatiekosten.

1. Handkracht + transportband

Bij kleinere installaties begint men in het algemeen met het mechaniseren van het transport van het door handkracht opgenomen slijb. Dit geschiedt door toepassing van een transportband (of meerdere transportbanden), die over een vaste baan over de slijdroogbedden rijdt (afb. 5).

2. Handkracht + monorail

De monorailtrein is een samenstel van een zgn. motor-kipwagen, uitgerust met een dieselmotor, en een of meerdere kippbare aanhangwagens (afb. 6 en afb. 7). De bediening is zeer eenvoudig, hiervoor is geen speciaal geschoold personeel noodzakelijk. Het samenstel van wagens wordt aan het einde van zijn rijbaan automatisch tot stilstand gebracht door middel van ingebouwde railstoppen. Een nadeel blijft dat het

gedroogde slijb niet met mechanische hulpwerktuigen kan worden geladen. De railbaan dient eveneens door mankracht te worden verplaatst (twee man kunnen ± 100 m rail in een uur verplaatsen). Tijdens het laden behoeft geen wachttijd voor het vervoermiddel naar buiten de installatie verloren te gaan, zoals bij het gebruik van transportbanden.

3. Slijbgraafmachines

Hiervan zijn in ons land de volgende typen aanwezig: Passavant, Hartley, Geiger.

De *Passavant-machine*, die in 1953 is ontwikkeld, is een compact geheel (afb. 8). De machine loopt door middel van rubber/kunststof wielen of een railbaan respectievelijk op of over de betonnen scheidingswanden van elk droogbed. De overspanning van de brugconstructie bedraagt 5 of 7 m. Verplaatsing van het ene droogbed naar het andere geschiedt evenals bij de twee overige typen graafmachines en bij de eerdergenoemde vast opgestelde transportbanden via een traverse wagen. Deze staat op een railbaan, die langs de droogbedden loopt. Op de brug bevindt zich een rondlopende elevator, die door een elektromotor wordt aangedreven. De transportband is verstelbaar wat betreft de hoogte en de breedte van het droogbed. Een mes snijdt het slijb los, waarna het via een transportband in een verzamelbak of bunker terecht komt. Als de bak gevuld is, wordt hij ge-

BEL I - Jaarlijkse kosten slijdroging en slijbverwijdering

prijsniveau 1971

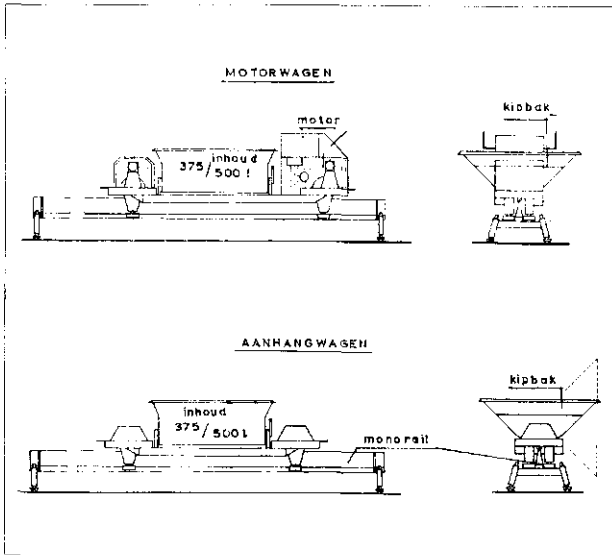
Omschrijving	Hartly-machine		Passavant-machine		Geiger-machine		zware transportband				monorail	
<i>gevens</i>												
ital inwonerekwivalenten	200.000	70.000	200.000	70.000	200.000	70.000	200.000	70.000	200.000	70.000	200.000	70.000
per vl. droogbedden in m ²	40.000	14.000	40.000	14.000	40.000	14.000	40.000	14.000	40.000	14.000	40.000	14.000
erspanning machine in m	30	20	7	7	30	20	30	20	30	20	30	20
te voeren hoef. slijb in m ³	24.332	8.332	24.332	8.435	24.332	8.435	12.514	15.500	4.338	5.420	12.514	15.500
te stofgehalte in %	18	18	18	18	18	18	35	28	35	28	35	28
afcapaciteit in m ³ /h	40	40	20	20	30	30	6½	6½	6½	6½	6½	6½
nelheid in m/sec.	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,5	1,5
oud kipbak in m ³			2,5	2,5	4	2,5						
<i>vesteringen</i>												
cl. grondkosten en												
trating)												
ouwwerken	f	3.000.000,—	1.050.000,—	2.800.000,—	1.000.000,—	3.000.000,—	1.050.000,—	2.000.000,—	700.000,—	1.700.000,—	590.000,—	—
chanische installaties	f	265.000,—	200.000,—	200.000,—	180.000,—	244.000,—	190.000,—	45.000,—	45.000,—	200.000,—	85.000,—	—
aal	f	3.265.000,—	1.250.000,—	3.000.000,—	1.180.000,—	3.244.000,—	1.240.000,—	2.045.000,—	745.000,—	1.900.000,—	675.000,—	—
<i>urlijkse kosten</i>												
j.-8% rente bouwwerken	f	251.400,—	87.990,—	234.640,—	83.800,—	251.400,—	87.990,—	167.600,—	58.660,—	142.460,—	49.442,—	—
j.-8% rente mech. install.	f	27.004,—	20.380,—	20.380,—	18.342,—	24.864,—	19.361,—	4.086,—	4.086,—	20.380,—	8.662,—	—
j.-afschrijv. bouwwerken	f	75.000,—	26.250,—	70.000,—	25.000,—	75.000,—	26.250,—	50.000,—	17.500,—	42.500,—	14.750,—	—
j.-afschrijv. mech. install.	f	13.250,—	10.000,—	10.000,—	9.000,—	12.200,—	9.500,—	* 4.500,—	* 4.500,—	10.000,—	4.250,—	—
derhoud bouwwerken	f	15.000,—	5.250,—	14.000,—	5.000,—	15.000,—	5.250,—	10.000,—	3.500,—	8.500,—	2.950,—	—
derhoud mech. install.	f	3.975,—	3.000,—	3.000,—	2.700,—	3.660,—	2.850,—	675,—	675,—	3.000,—	1.275,—	—
omverbruik	f	1.100,—	500,—	850,—	325,—	900,—	375,—	325,—	210,—	*** 475,—	*** 230,—	—
oneelslasten	f	7.700,—	3.500,—	21.000,—	7.100,—	7.700,—	2.400,—	**110.000,—	** 42.000,—	**110.000,—	** 42.000,—	—
id leveren + verwerken	f							5.600,—	2.600,—	5.600,—	2.600,—	—
o + chauffeur bij rijtijd	f											—
an 20 minuten	f	36.000,—	13.000,—	55.000,—	20.000,—	46.000,—	18.000,—	** 56.000,—	** 26.000,—	** 58.000,—	** 28.000,—	—
aal	f	430.429,—	169.870,—	428.870,—	171.365,—	436.724,—	171.976,—	408.786,—	159.731,—	400.915,—	154.159,—	—
<i>aal/m³ slijb bij rijtijd</i>												
an 20 minuten	f	17,68	20,13	17,62	20,31	17,94	20,38	32,66 (35%)	36,82 (35%)	31,93 (35%)	35,53 (35%)	—
<i>aal/m³ slijb excl. rijtijd</i>												
	f	16,21	18,59	15,36	17,94	16,05	18,25	28,19 (35%)	30,98 (35%)	27,40 (35%)	29,08 (35%)	—
<i>sten per i.e. excl. rijtijd</i>												
	f	1,97	2,24	1,86	2,16	1,95	2,19	1,76 (35%)	1,91 (35%)	1,71 (35%)	1,80 (35%)	—
<i>sten per i.e. incl. rijtijd</i>												
	f	2,15	2,42	2,14	2,44	2,18	2,45	1,88 (28%)	2,12 (28%)	1,83 (28%)	2,01 (28%)	—
								2,04 (35%)	2,28 (35%)	2,00 (35%)	2,20 (35%)	—
								2,21 (28%)	2,55 (28%)	2,18 (28%)	2,48 (28%)	—

* Afschrijvingstermijn 10 j.

† Bij 28% droge stof bij 200.000 en 70.000 inwonerekwivalenten respectievelijk f 135.000 en f 57.000 aan personeelslasten en aan kosten voor auto + chauffeur respectievelijk f 66.000 en f 30.000 voor de zware transportband en respectievelijk f 69.000 en f 32.000 bij de monorail.

‡ Brandstof.

B. Bij kipbak inhoud van 2,5 m³ bij de Geigermachine en bij 200.000 inwonerekwivalenten worden de bedragen p/m³ slijb resp. f 16,40 en f 13,90.

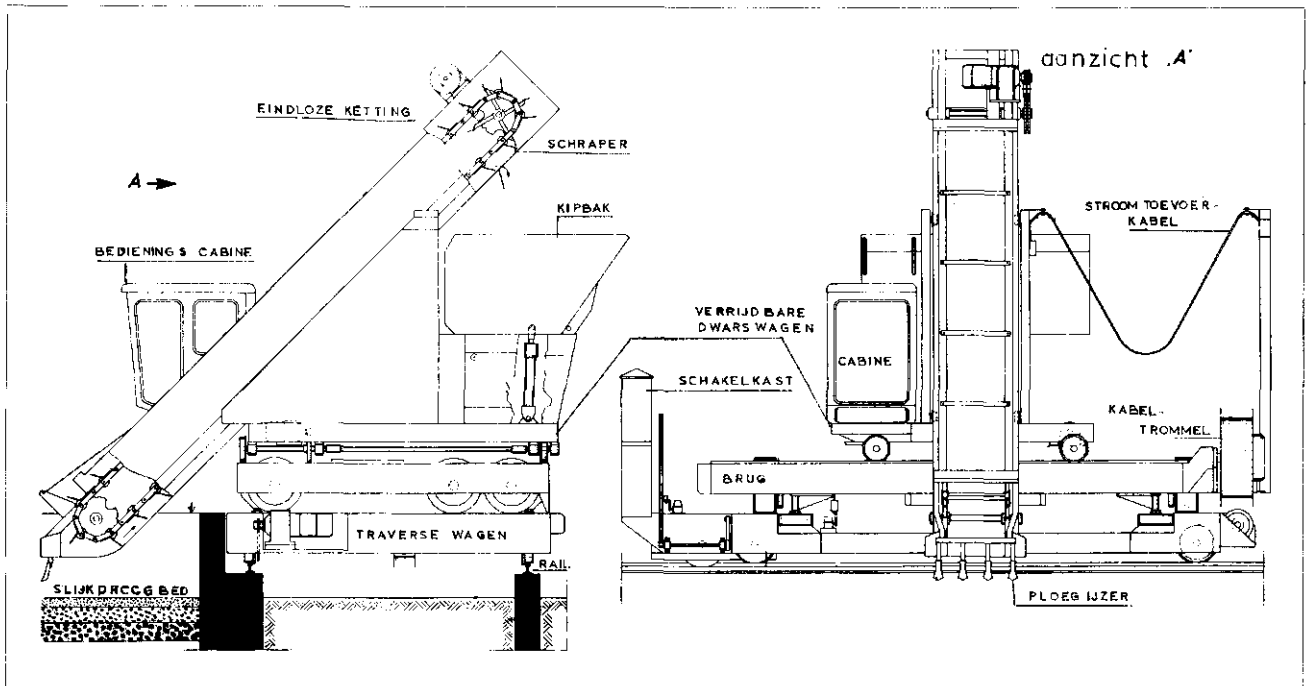


Afb. 6 - Schema monoraïl-transporteur.

Afb. 7 - Monoraïl met motorwagen en kipkar.



Afb. 8 - Schema slijbgraafmachine type Passavant.



ledigd in een afvoertransportmiddel (afb. 9). De machine kan door één man worden bediend.

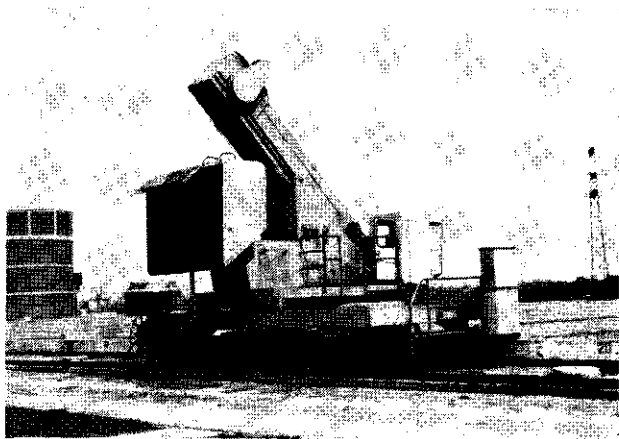
Om het droogproces te bespoedigen kan de verse sliblaag worden geploegd door middel van messen. Dit losploegen is eveneens met de beide andere graafmachines mogelijk. Door het ploegen van de sliblaag wordt het drogingsoppervlak vergroot. In sommige gebieden buiten ons land kan dit tot een vermindering van het aantal droogbedden leiden. In het natte klimaat van Nederland is dit echter nog niet bewezen.

Ondanks de hogere kapitaalsuitgaven ten opzichte van handkracht — al of niet met transportbanden — kan een aanmerkelijke besparing op de exploitatiekosten worden verkregen (zie tabel I).

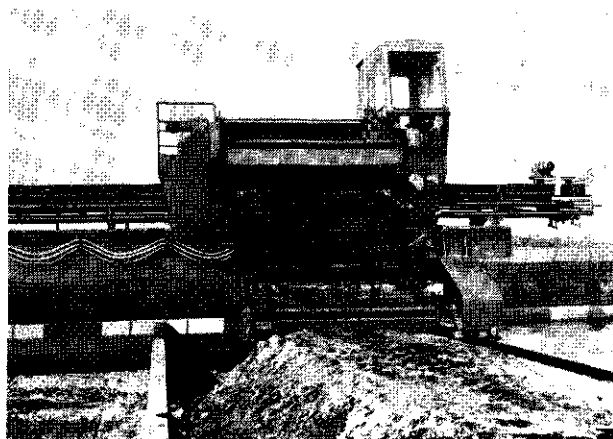
Indien geen eigen energiebron aanwezig is (aggregaat), moet wel gelet worden op de constructie van de kabeltrommel; deze moet nl. zodanig zijn, dat de kabel niet van de scheidingwand kan vallen, want de kans op kabelbreuk is bij vallen van de kabel niet gering. De rijsnelheid is in vijf trappen regelbaar tussen 0-26 cm/sec.

De *Hartley-machine* bestaat uit een brug met daarop een verrijdbare elevator (afb. 10, 11, 12 en 13). De brug is voorts voorzien van een bedieningscabine. De brug-overspanning is zo groot, dat meerdere droogbedden tegelijk worden overbrugd. De machine loopt over rails, gelegen op verzwaaarde scheidingswanden van beton. De elevator-bladen zijn bevestigd aan eindloze kettingen, die draaibaar zijn door middel van een elektromotor. De elevator brengt het opgegraven slib op een over de lengte-as van de brug lopende transportband. De transportband is omkeerbaar, zodat aan beide zijden kan worden afgevoerd. Op de brug kan een generator worden opgesteld voor de energievoorziening. Met de hark kan — door deze een kwartslag te draaien — het zandbed worden afgevlakt, bijv. na herstelwerkzaamheden van het zandbed. De af te graven laagdikte van het gedroogde slib kan nauwkeurig worden ingesteld; dit geldt tevens voor de Passavant- en de Geiger-machine.

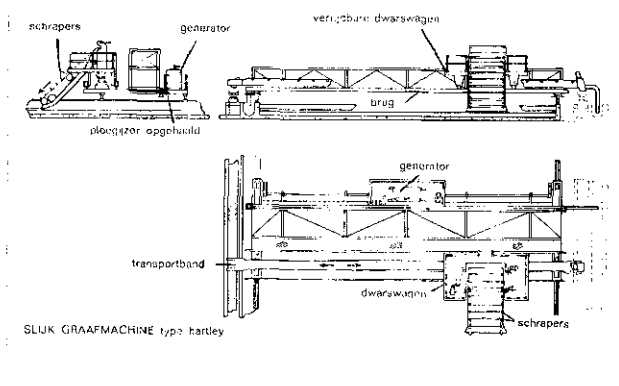
De bediening van de traverse is uit veiligheidsoverwegingen alleen mogelijk via een aparte schakeling buiten de machine om. Bij de nadering van een tussenmuur komen ook hier de



Afb. 9 - Passavant-machine met links een neergeklapte verzamelbak.



Afb. 12 - Gezicht op de graafelevator met rechts de bedieningscabine.



Afb. 10 - Schema Hartley-machine.

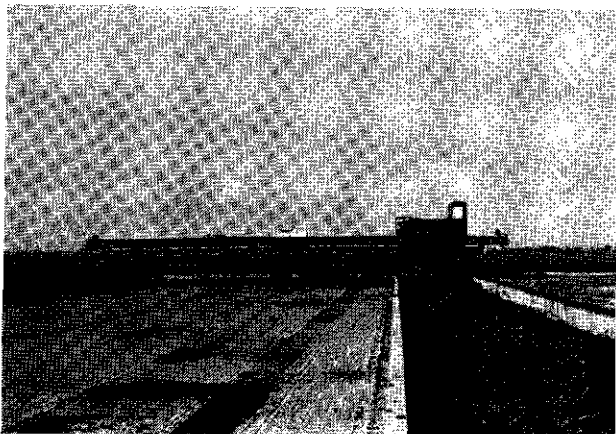


Afb. 13 - Gezicht op de transportband.

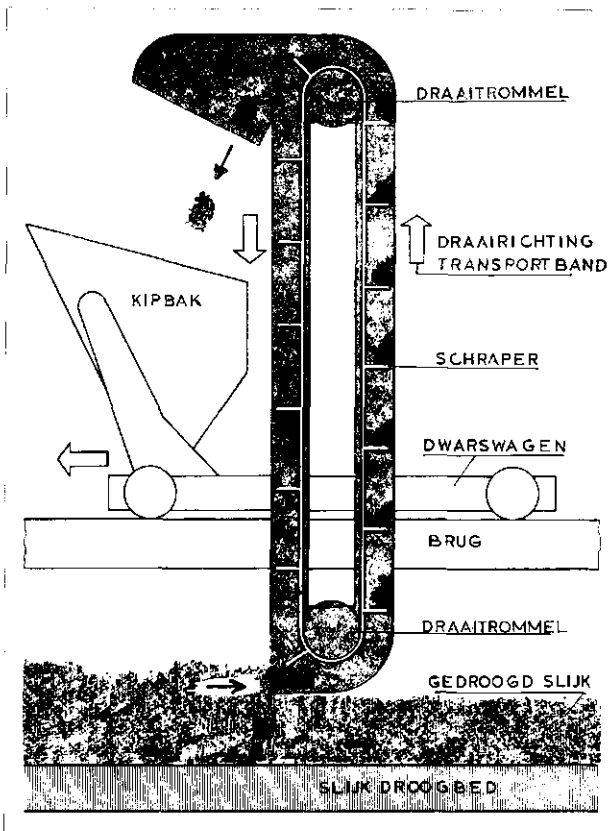
elevator en de hark automatisch tot stilstand door middel van ingebouwde stopinrichtingen. De rijsnelheid ligt tussen de 10 en 20 cm/sec. en de graafcapaciteit tussen de 40 en 60 m³ per uur volgens de leverancier.

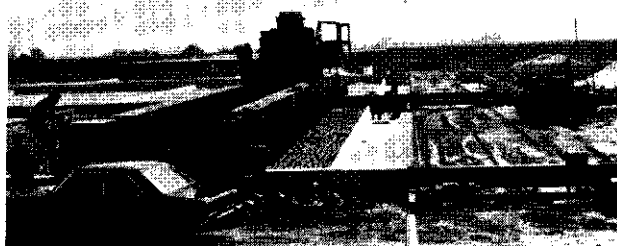
De Geiger-machine lijkt qua werking op een combinatie van de twee vorige machines (afb. 14, 15 en 16). Ook hier een rijdende brug met een zo groot mogelijke overspanning (max. 30 m). Op de brug een verplaatsbare elevator, thans in verticale stand opgebouwd. Het opgenomen slib wordt op een transportband of in een kipbak gedeponneerd. De kipbak heeft een nadeel, dat deze na gevuld te zijn moet worden verreden om te worden geleid.

Afb. 11 - Een opgestelde Hartley-machine met in het midden op de brug achter de transportband de generator.



Afb. 14 - Schema graafmechanisme van de Geiger-machine.





Afb. 15 - Geiger-machine.



Afb. 16 - Geiger-machine met in het midden het graafgedeelte. Te zien is, dat een gedeelte van het slib is opgenomen.

De elevator kan hier in tegenstelling tot die van de beide vorige machines 360° om de verticale as worden gedraaid, zodat in twee richtingen kan worden afgegraven. De energievoorziening kan zowel met kabel en kabeltrommel als met een generator worden uitgevoerd. Ook hier is een eenmansbediening van de machine voldoende.

Voor al deze grote graafmachines en voor de zwaar geconstrueerde transportbanden geldt dat bij stilstand de rembekrachtiging groot genoeg moet zijn.

4. Laadschop

Bij gebruik van een mechanische terreinwagen voor het ruimen van gedroogd slib kan van twee gedachten worden uitgegaan:

- het gebruik wordt beperkt tot de slibuiming;
- het gebruik dient voor meerdere doeleinden.

Voor beide gevallen geldt dat de wagen moet voldoen aan de volgende eisen: korte draaicirkel; stabiliteit; meerdere versnellingen zowel vooruit als achteruit; vierwielige aan-

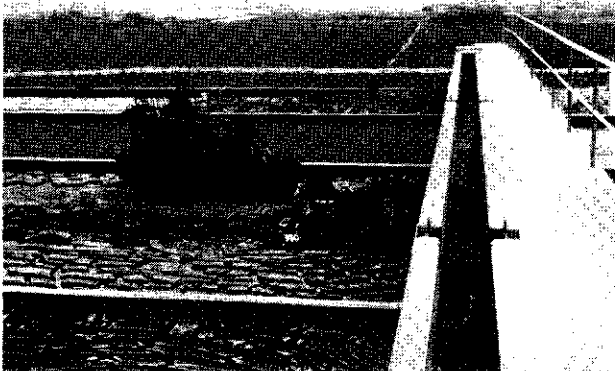
TABEL II - Jaarlijkse kosten slibdroging en slibverwijdering

prijsniveau 1971

Omschrijving	oxydatiebedden				oxydatiesloot	
	handkracht	handkracht + transportband	met laadschop op verharde droogbedden	met natte afvoer + deel droogbedden (vacuümwagen)	handkracht + transportband	deel droogbedden met natte afvoer + (vacuümwagen)
<i>Gegevens</i>						
aantal inwonerekwivalenten	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
oppervl. droogbedden in m ²	3.000	3.000	3.000	2.000	10.000	5.000
af te voeren hoeve. slib in m ³	2.160	2.160	2.160	9.000	1.300	6.570
vaste stofgehalte in %	25	25	25	6 *	25	5 *
graafcapaciteit in m ³ /h	2,2	3,5	12	12	3,5	12
inhoud in l			300	6.000		
<i>Investeringsen</i> (excl. grondkosten en bestrating)						
bouwwerken	f 165.000,—	175.000,—	205.000,—	90.000,—	550.000,—	225.000,—
mechanische installaties	f —,—	25.000,—	28.000,—	18.000,—	25.000,—	18.000,—
totaal	f 165.000,—	200.000,—	233.000,—	108.000,—	575.000,—	243.000,—
<i>Jaarlijkse kosten</i>						
40 j.-8% rente bouwwerken	f 13.827,—	14.665,—	17.179,—	7.542,—	46.090,—	18.855,—
10 j.-8% rente mech. install.	f —,—	3.725,—	4.172,—	2.682,—	3.725,—	2.682,—
40 j.-afschrijv. bouwwerken	f 4.125,—	4.375,—	5.125,—	2.250,—	13.750,—	5.625,—
10 j.-afschrijv. mech. install.	f —,—	2.500,—	2.800,—	1.800,—	2.500,—	1.800,—
onderhoud bouwwerken	f 825,—	875,—	1.025,—	450,—	2.750,—	1.125,—
onderhoud mech. install.	f —,—	375,—	420,—	270,—	375,—	270,—
stroomverbruik	f —,—	270,—	325,— **	275,— **	625,—	525,— **
personeelslasten	f 28.000,—	17.000,—	8.200,—	7.200,—	48.500,—	5.100,—
zand leveren + verwerken	f 810,—	800,—	—,—	500,—	2.400,—	1.200,—
auto + chauffeur bij rijtijd van 20 minuten	f 25.000,—	15.000,—	5.600,—	18.000,—	43.000,—	14.000,—
totaal	f 72.577,—	59.585,—	44.646,—	40.969,—	163.715,—	51.182,—
totaal/m ³ slib bij rijtijd van 20 minuten						
	f 33,58	27,58	26,68	4,55	125,—	7,77
totaal/m ³ slib excl. rijtijd						
	f 32,44	20,64	18,07	4,35	92,85	5,65
kosten per i.e. incl. rijtijd						
	f 2,41	1,98	1,48	1,36	5,45	1,70
kosten per i.e. excl. rijtijd						
	f 2,33	1,48	1,30	1,30	4,02	1,23

* Alles gerekend met natte afvoer, Droogbedden zijn alleen een uitwijkmogelijkheid.

** Brandstof.



Afb. 17 - Ruimen van een verhard droogbed met behulp van een laadschop.

drijving. Voor het laatste geval moet de demontage en de montage van hulpwerktuigen als veegsproeimachine, sneeuwruimer, laadschop etc. op een eenvoudige en snelle wijze kunnen geschieden (afb. 17).

Een nadeel van het gebruik van een laadschop kan zijn de sterke vervuiling van de rijweg door het af- en aanrijden van de wagen (afb. 18).

5. Vacuümwagen

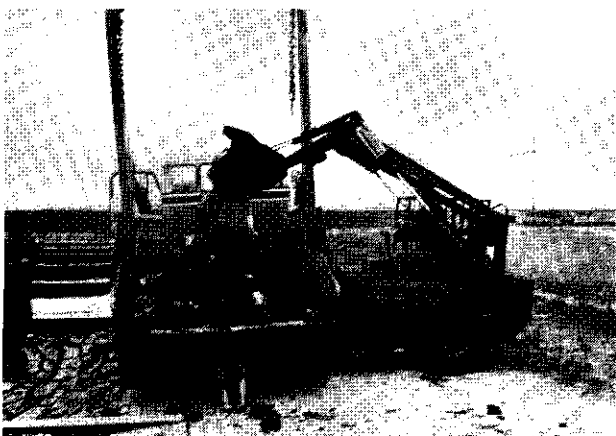
Het gebruik van een wagen met vaste of losse tank, die onder vacuüm gevuld kan worden, is het eenvoudigste mechanische hulpmiddel om slib in vloeibare vorm rechtstreeks of via een slibdroogbed af te voeren. In Nederland wordt op verscheidene kleinere en grotere installaties van dit systeem gebruik gemaakt, o.a. in de gemeenten Holten, Vriezenveen, Alkmaar, Scherpenzeel en Hazerswoude.

Voorbeelden van het in het groot verspreiden van vloeibaar slib over gras- en bouwland zijn het Niersverband in Duitsland en de zuiveringsinstallatie te Slough in Engeland.

Kosten van mechanisch geruimde droogbedden

Ten einde een inzicht te verkrijgen in de kosten van mechanisch of met de hand geruimde droogbedden zijn in tabel I ter vergelijking exploitatie-overzichten samengesteld voor actief slibinstallaties voor de hypothetische gevallen van 200.000 en 70.000 i.e. In tabel II zijn de exploitatie-overzichten samengesteld van enige variaties in het ruimen van droogbedden voor een installatie met oxydatiebedden en een oxydatiesloot voor 30.000 i.e. Hierbij dient het volgende te worden opgemerkt. De annuïteiten zijn berekend met een

Afb. 18 - Vervuiling van de rijweg.



rentevoet van 8 % en een afschrijvingstermijn voor de bouwkundige werken van 40 jaar en voor de mechanische installaties van 20 jaar. De onderhoudskosten voor de bouwwerken zijn aangenomen op 0,5 % en voor de mechanische installaties op 1,5 % van de investeringskosten. De kosten zijn gelegen op het prijsniveau van 1971. Er is geen rekening gehouden met de eventuele opbrengstwaarde van het slib. Het droge stofgehalte van het slib na uitgisten is op 4 % gesteld. De invloed van de gekozen droge stofgehalten is groot en uit de vele variaties hierin is een willekeurige keuze gemaakt. Behalve het droge stofgehalte zijn nog de volgende variabelen te noemen: graafcapaciteit machine/mens; rijsnelheid machine/mens; inhoud kipbak/kruiwagen.

Voor het aantal malen vullen van een droogbed is het theoretische getal van 7 x per jaar aangehouden. Volgens gegevens uit de praktijk zal dit cijfer tussen de 4 en 5 x per jaar vullen van een droogbed gelegen zijn.

Op grond van de in beide tabellen gegeven kostenvergelijkingen kan worden gesteld, dat het gebruik van mechanische apparatuur voor grote installaties naast het hygiënische voordeel ook een economisch voordeel biedt boven de met de hand geruimde slibdroogbedden (al dan niet met mechanische hulpmiddelen).

Voor kleinere installaties blijkt natte afvoer van het slib beslist voordelen te bieden.

Literatuur

- Helvert, A. J. J. van: *De afvoer van uitgestigt rioolslib te Beverwijk*. De Klaar meester 6 (1971) (2) 8.
- Koot, A. C. J.: *Slibverwerking* (algemene inleiding). *H₂O 1* (1968) (1) 22.
- Melick, L. van: *Toepassingsmogelijkheden onkosten van thermische slibdroging in Seiler-Koppens-installatie*. *H₂O 1* (1968) (17) 372.
- Nijkamp, J.: *Waarom een betonbodem in een slibdroogbed*. De Klaar meester 5 (1970) (4) 17.
- Randall, C. W.: *Are paved dryingbeds effective for dewatering digested sludge*. *Water and Sewage Works 115* (1969) (10) 373.
- Randall, C. W. and Thomas Koch, C.: *Dewatering characteristics of aerobically digested sludge*. *Journal Water Pollution Control Federation 41* (1969) (5) R 215.
- South, W. T.: *Asphalt paved sludge beds in Salt Lake City*. *Water and Sewage works 105* (1958) (8) 347.
- Scheltinga, H. M. J.: *Hygiënische aspecten van zuiverings-slib*. *Water 51* (1967) (10) 205.
- Verhaagen, J.: *Productie en afzet van afvalwaterzuiverings-slib in Nederland*. *Water 51* (1967) (5) 101.
- Vater, W.: *Stand der Schlammenwässerung und -beseitigung*. *Berichte der abwassertechnischen Vereinigung e.V.* 20 (1968) 217.
- Water Pollution Research* (1962) 63.
- Water Pollution Research* (1965) 83.
- Wismeyer, A. A.: *Slib, soorten en eigenschappen*. *H₂O 1* (1968) (2) 42.
- Zijlstra, K. C.: *Het vraagstuk van slibverwerking*. *H₂O 1* (1968) (4) 94.