Drinkwaterslib, hoe gaan we er mee om?

Samenvatting

Wanneer een drinkwaterbedrijf slib produceert, hoeft dat geen probleem te zijn. Via een betrekkelijk gering aantal stappen kan worden vastgesteld of er een nuttige toepassing voor dit drinkwaterslib bestaat en op welke wijze het drinkwaterslib dientengevolge verwerkt kan worden. Het betreft de volgende stappen:

1. kwaliteit en kwantiteit van het drinkwaterslib bepalen;
2. eindbestemming van het drinkwaterslib vaststellen (zie afb. 1);
3. noodzakelijke verwerking van het drinkwaterslib vaststellen (zie afb. 2);
4. slibeigenschappen bepalen;
5. de benodigde onderdelen dimensioneren.

In de praktijk blijken dan vier basisconfiguraties voor drinkwaterslibverwerking te worden toegepast in Nederland:

1. droogbedden;
2. indikking + droogbedden;
3. indikking + kunstmatige ontwatering uitbesteden;
4. indikking + conditionering + kunstmatige ontwatering.

Inleiding

Bij de bereiding van drinkwater ontstaat een grote verscheidenheid aan afval- en reststoffen, zoals onder meer drinkwaterslib. Het drinkwaterslib vormt uit kwalitatief en kwantitatief oogpunt het grootste probleem van deze afval- en reststoffen. In het VEWIN-Milieuplan wordt gesteld, dat voor de afval- en reststoffenproblematiek de nadruk gelegd moet worden op het tot 'nuttige' stof omvormen van het afvalprodukt [1].



IR. P. G. J. M. OOSTELBOS
Milfac BV



IR. R. J. N. WILLEMSE
Hubert BV

Als voor drinkwaterslib een 'nuttige' toepassing niet voorhanden is, moet het slib zodanig behandeld worden, dat het op milieuhygiënisch verantwoorde wijze kan worden gestort. In dit kader is een studie verricht naar de praktijk van het hergebruik van spoelwater en drinkwaterslib bij de Nederlandse drinkwaterbedrijven [2, 3].

In deze publikatie wordt specifiek ingegaan op de verwerking van het drinkwaterslib. Er wordt een overzicht gegeven van de factoren die een rol spelen bij het vinden van een geschikte eindbestemming. Ook wordt aangegeven op welke wijze de meest geschikte verwerkingsmethode, passend bij deze eindbestemming, kan worden bepaald. Als voorbeeld is in kader 1 de oplossing van de slibproblematiek bij pompstation Spannenburg (N.V. Waterleiding Friesland) weergegeven.

Eindbestemming en wijze van verwerking

Het vaststellen van de wijze, waarop het drinkwaterslib het best kan worden verwerkt, is afhankelijk van de eindbestemming van het slib. Deze eindbestemming wordt vooral bepaald door de samenstelling en in minder mate door de hoeveelheid van het slib.

Keuzeschema eindbestemming

Uit de praktijk blijkt, dat met 'gezond verstand' in principe voor elk type drinkwaterslib een nuttige en/of milieuhygiënisch verantwoorde bestemming kan worden gevonden. Bij het zoeken van de juiste bestemming voor het drinkwaterslib moeten steeds keuzes worden gemaakt. Een overzicht van de te nemen besluiten bij het vinden van de juiste bestemming voor het drinkwaterslib en de wijze waarop ze samenhangen, zijn weergegeven in afbeelding 1.

De arseenconcentratie van het drinkwaterslib vormt de 'bottle-neck' voor de nuttige toepassing van drinkwaterslib: bij een concentratie groter dan 50 mg/kg droge stof is sprake van een chemische afvalstof (gevaarlijke afvalstof per 1-1-1994). Een dergelijke afvalstof is alleen rechtstreeks nuttig toepasbaar, wanneer een zogeheten 'hoeft-niet-verklaring' is aangevraagd bij en verleend door het ministerie van VROM (de provincie per 1-1-1994). In de praktijk blijkt, dat een 'hoeft-niet-verklaring' wordt verleend tot een concentratie van 100 mg/kg droge stof.

Storten

Wanneer geen nuttige toepassing voorhanden is voor het drinkwaterslib of het arseengehalte van het slib te hoog is, zal het gestort moeten worden. Om drink-

Voorbeeld: pompstation Spannenburg (WLF)

Pompstation Spannenburg is een pompstation van de NV Waterleiding Friesland, waar vanaf 1995 25.000.000 m³ grondwater per jaar kan worden gezuiverd tot drinkwater. Voor het vaststellen van de afzet- en verwerkingsmogelijkheden van het vrijkomende drinkwaterslib is op de eerste plaats de slibproduktie van belang. Naast de drinkwaterproduktie is de samenstelling van het ruwe water van belang.

TABEL – *Samenstelling ruw en rein water Spannenburg*

Parameter	Eenheid	Ruw water	Rein water
Ammonium	mg/l	3,0	0,02
Mangaan	mg/l	0,4	< 0,01
Methaan	mg/l	60,0	< 0,01
IJzer	mg/l	12	0,02

Op basis van deze analysegegevens en drinkwaterproduktie kan worden berekend, dat de slibproduktie circa 1400 ton droge stof (35.000 m³ onbehandeld slib) per jaar zal bedragen.

Het ijzergehalte van het slib is groter dan 30 gewichtsprocent, terwijl de arseenconcentratie kleiner is dan 5 mg/kg droge stof.

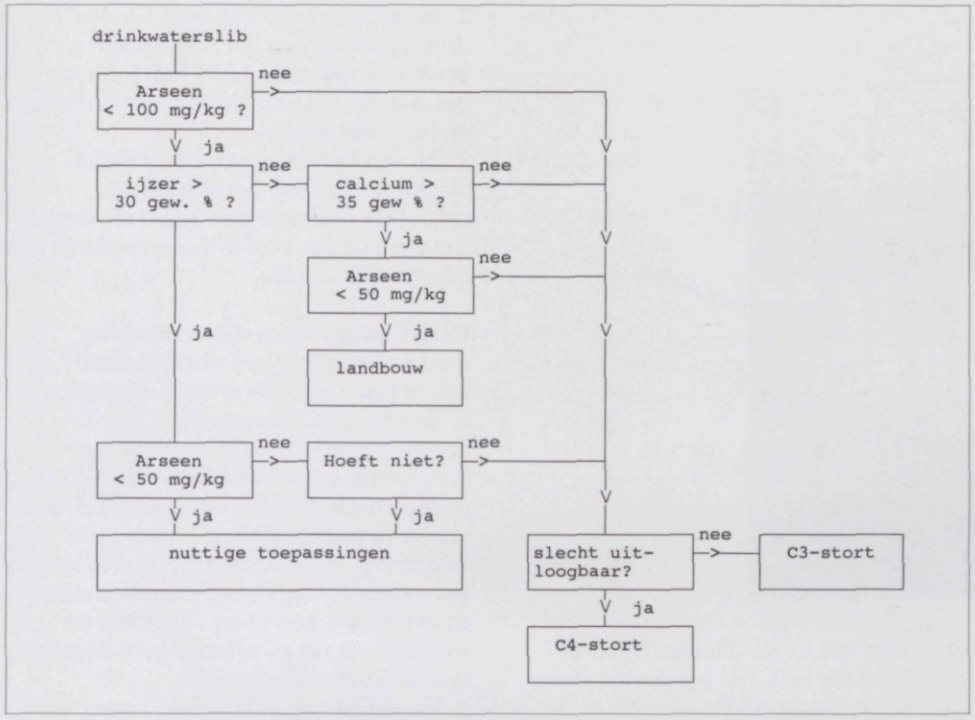
Uit afbeelding 1 volgt dat het drinkwaterslib van pompstation Spannenburg geschikt is voor een nuttige toepassing: het zoeken naar een nuttige toepassing heeft geleid tot gebruik als grondstof voor conditioneringsmiddel rioolwaterzuiveringsslib [7].

Uit afbeelding 2 volgt dat het drinkwaterslib kunstmatig moet worden ontwaterd. Afbeelding 2 geeft bovendien aan, dat het financieel aantrekkelijk is het drinkwaterslib te ontwateren met een mobiele installatie. Aangezien de NV Waterleiding Friesland ook slib van andere pompstations op pompstation Spannenburg wil kunnen verwerken, waardoor de verwerkingscapaciteit boven 1.500 ton droge stof per jaar uitkomt, is een vaste verwerkingsinstallatie het meest voordelig. De verwerkingsinstallatie is opgebouwd uit de volgende processtappen:

1. indikking;
2. conditionering;
3. decanteercentrifuge.

Op basis van de indikproef is het oppervlak en het volume vastgesteld op respectievelijk 30 m² en 180 m³ bij toepassing van 0,2 mg Superfloc A110 per liter. Op basis van de bekerglas- en de persproef is het eind drogestofgehalte vastgesteld op 28 tot 30% bij toepassing van het vlokmiddel Nalco 525. Het einddroge-stofgehalte is bevestigd door praktijkproeven met de Kuiperszeefbandpers van Hubert BV en de Alfa Laval Sharples decanter, type nx-416.

Uit oogpunt van bedrijfszekerheid, onderhoudsgevoeligheid, alsmede de mogelijkheid tot automatisering heeft de Waterleiding Friesland gekozen voor de toepassing van een decanteercentrifuge.



Afb. 1 - Stroomschema eindbestemming drinkwaterslib.

waterslib dat valt onder het regime van de Wet Chemische Afvalstoffen, te mogen storten, is men aangewezen op stortplaatsen met juiste voorzieningen en vergunningen om chemisch afval te storten. In de meeste provincies bestaan dergelijke stortplaatsen nog niet.
De overheid heeft daarom een praktische oplossing aangedragen: slecht uitloogbaar afval heeft voornoemde strenge voorzieningen niet nodig, maar kan bij het 'gewone' afval worden gestort. Er zijn normen vastgesteld om onderscheid te maken tussen matig uitloogbaar (C3-categorie) en slecht uitloogbaar (C4-categorie) afval.

Nuttige toepassingen

Uit onderzoek, dat is uitgevoerd in opdracht van de VEWIN-projectgroep 'Afval- en reststoffenproblematiek drinkwaterproduktie' blijkt, dat circa 40% van zowel het coagulatie- als het spoelwaterslib zal moeten worden gestort en circa 60% nuttig kan worden toegepast [9]. Deze nuttige eindbestemmingen zijn te verdelen in twee categorieën [4, 5, 6, 7]:

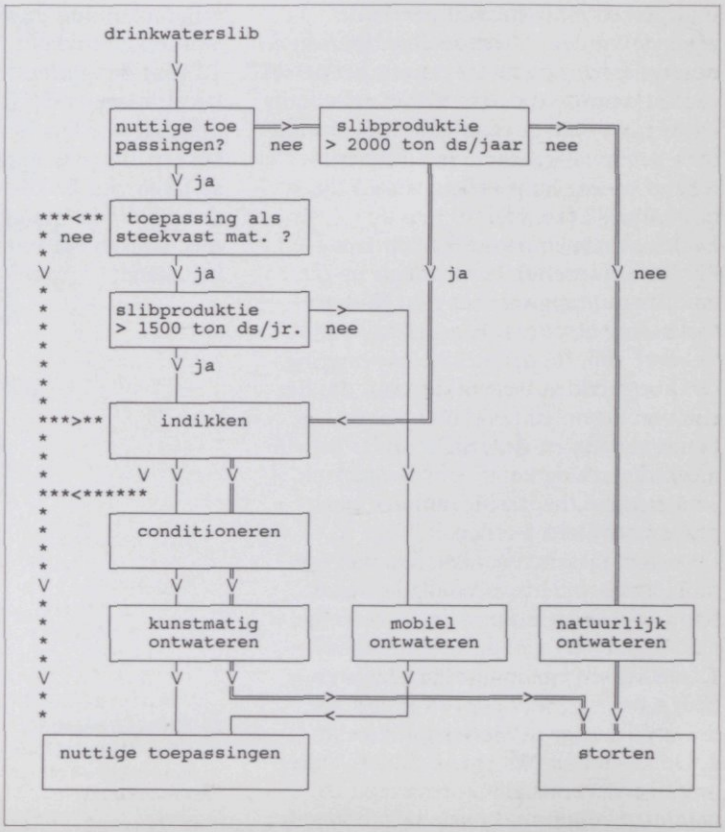
1. toepassing bij afvalwaterbehandeling:
- zwavelwaterstofbinding in rioolstelsels, beluchtingsbassins en slibgistingstanks;
- defosfatering;
- slibconditionering;

2. andere toepassingen:
- ijzerhoudend slib als grondstof steen- en betonindustrie, alsmede staalindustrie;
- kalkhoudend slib als kalkmeststof en als grondstof voor beton- en steenindustrie.

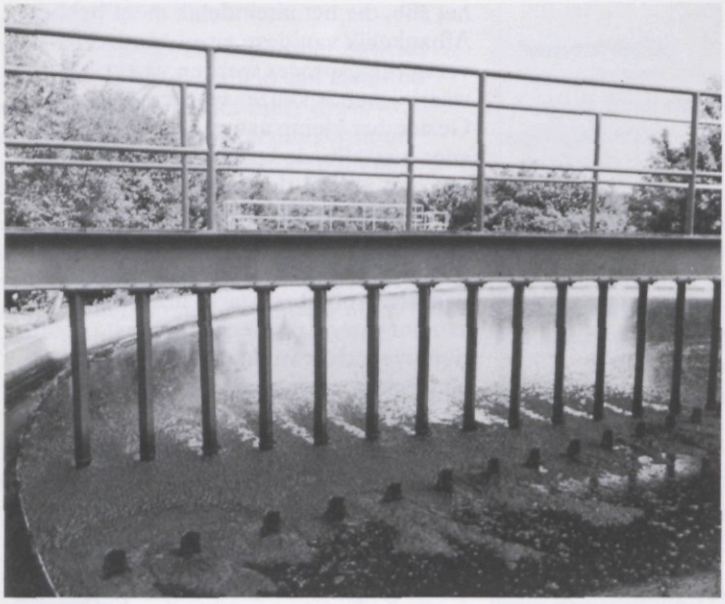
Wanneer de eindbestemming van het drinkwaterslib is vastgesteld, kan gekeken worden naar de meest geschikte verwerkingsmethode.

Keuzeschema verwerking

De eindbestemming van het drinkwaterslib stelt eisen aan de kwaliteit van het slib, die het uiteindelijk moet hebben. Afhankelijk van deze eisen kan het beste verwerkingsproces worden vastgesteld, waarbij steeds keuzes worden gemaakt. Gezien het kleine aantal toepassingen voor 'nat' slib, de lagere werkzaamheid van 'nat' slib en de hogere transportkosten zal de hoeveelheid ijzerhoudend slib, dat als zodanig wordt toegepast waarschijnlijk beperkt blijven. Bij de verwerking zal derhalve vooral aandacht besteed worden aan ontwatering tot een steekvast produkt. Een overzicht van de te nemen besluiten en de wijze waarop ze samenhangen, is weergegeven in afbeelding 2.
De conditionering is bedoeld om de ontwaterbaarheid van het slib bij verwerking te vergroten. In de praktijk blijkt, dat de voorkeur wordt gegeven aan chemische conditionering, dat wil zeggen toevoeging van hulpstoffen, zoals ferrichloride, poly-electrolyten en kalk. De fysische methoden zijn door het grote energieverbruik aanzienlijk duurder en daardoor minder aantrekkelijk [9].
De indikking is bedoeld om het drogestofgehalte van het slib te verhogen, zodat, vooral bij weinig geconcentreerd slib, het slibvolume aanzienlijk gereduceerd kan worden. Door toevoegen van chemicaliën, zoals bijvoorbeeld electrolyten, kan de indikking worden verbeterd. Bij de indikking kan een keuze gemaakt worden tussen gravitatie-indikkers (bezinking) en flotatie-indikkers [10, 11, 12].



Afb. 2 - Stroomschema verwerking drinkwaterslib.



Een Hubert slibindikker met roerwerk.

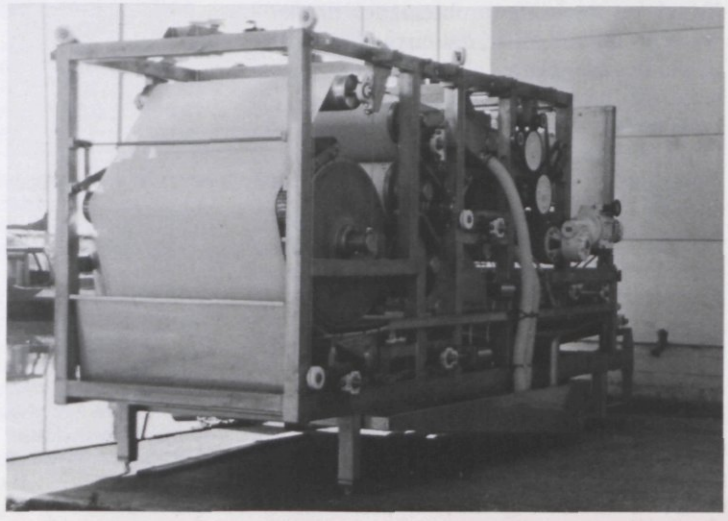
De bedoeling van ontwatering is het verhogen van het droge-stofgehalte totdat een steekvast produkt wordt geproduceerd. Onderscheiden worden natuurlijke en kunstmatige ontwatering.

Natuurlijke ontwatering gebeurt door drainage en verdamping en vindt plaats in droogbedden [13]. Bij kunstmatige ontwatering vindt ontwatering plaats door mechanische krachten op het drinkwaterslib uit te oefenen. Kunstmatige ontwatering kan worden uitgevoerd in zeefbandpersen, decanteercentrifuges, filterpersen en vacuümfilters. In de praktijk worden vooral zeefbandpersen en decanteercentrifuges toegepast: het betreft continue processen, die relatief eenvoudig kunnen worden geautomatiseerd. Bovendien zijn in vergelijking met filterpersen relatief weinig hulpstoffen, zoals kalk, noodzakelijk [14, 15].
De keuze tussen natuurlijke en kunstmatige ontwatering berust deels op de eindbestemming van het slib. Nuttige toepassing betekent de noodzaak van 'schoon' slib. Bij natuurlijke ontwatering op droogbedden bestaat de kans, dat het slib verontreinigd raakt met stenen, plantenresten en dergelijke, zodat het slib niet aanmerking komt voor hergebruik. Voor nuttige toepassingen moet kunstmatig ontwaterd worden.
De keuze tussen een vaste dan wel een mobiele ontwateringsinstallatie is een financiële keuze en daarom afhankelijk van de omvang van de slibproduktie.
1. De kosten van natuurlijk ontwateren bedragen ± f 250,- per ton droge stof, d.w.z. f 10,- per m³ onbehandeld slib.
2. De kosten van mechanisch ontwateren met een vaste installatie bedragen bij volledige benutting van de verwerkingscapaciteit van de installatie, 2.000 ton droge stof per jaar, f 275,- per ton droge stof, dat wil zeggen f 11,- per m³. Naarmate de slibhoeveelheden afnemen, zullen de investeringskosten zwaarder wegen, waardoor ook de totale kosten zullen oplopen.
3. De kosten van mechanisch ontwateren met een mobiele installatie bedragen bij volledige benutting van de verwerkingscapaciteit (circa 80% van vaste installatie) circa f 375,- per ton droge stof, d.w.z. f 15,- per m³ onbehandeld slib.
Op basis van voornoemde financiële criteria kunnen de volgende conclusies worden getrokken:
1. voor de eindbestemming storten kan het drinkwaterslib te allen tijde het meest efficiënt worden verwerkt op droogbedden. Bij een slibproduktie > 2.000 ton droge stof/jaar zijn de kosten van toepassing van droogbedden van gelijke orde-grootte als mechanisch ontwateren met een vaste installatie;
2. bij een nuttige toepassing van het drinkwaterslib kan het slib tot een produktie van circa 1.500 ton droge stof per jaar het best worden verwerkt met een mobiele installatie;
3. bij een nuttige toepassing van het drinkwaterslib kan het slib bij een produktie van meer dan 1.500 ton droge stof per jaar het best worden verwerkt met een vaste installatie.

Basisconfiguraties slibverwerking
Bij de verwerking van drinkwaterslib kunnen de volgende processen worden onderscheiden. Een overzicht wordt gegeven in tabel I. In de praktijk van de slibverwerking worden zeer veel werkwijzen en combinaties toegepast. Zij liggen tussen twee extremen, te weten natte afvoer van 'ingedikt' slib en de combinatie van een indikkings-, een conditioneringsen een ontwateringsstap. Genoemde combinaties zijn in principe te reduceren tot vier basisconfiguraties:
1. droogbedden, bijvoorbeeld pompstation Wierden (COGAS): jaarproduktie van 170 ton droge stof aan ijzerhoudend spoelwaterslib met een hoog arseengehalte (> 100 mg/kg droge stof) wordt via twee batchgewijs bedreven bezinkbassins met een droge-stofgehalte van 1 à

TABEL I – *Overzicht slibverwerkingsmethodes.*

Proces		Methoden
indikking		bezinking flotatie
conditionering	chemisch	organische stoffen anorganische stoffen
	fysisch	warmtebehandeling vriesdooiproces
ontwatering	natuurlijk	slibvijver droogbed
	kunstmatig	zeefbandpers decanteercentrifuge filterpers vacuümfilter



De Kuipers zeefbandpers, waarmee de experimenten op het pompstation te Spannenburg zijn uitgevoerd.

TABEL II – *Bruto-bedbelasting en benodigd droogbedoppervlak.*

	Spoelwater-slib	Coagu-latieslib	Onthar-dingsslib
bruto-bedbelasting kg d.s./m^2/jaar	100-200	50-100	500-700
droogbedareaal $m^2/10^6$ m^3	40- 80	300-600	100-300

Het ingedikte slib wordt via 2 parallel opgestelde decanteercentrifuges ontwaterd tot 25 à 30% droge stof. Alhoewel de droge-stofproduktie slechts 750 ton per jaar bedraagt en de eindbestemming storten is, is niet gekozen voor de toepassing van droogbedden. Vanwege de ligging in de duinen is echter gekozen voor de minder landschapsontsierende toepassing van kunstmatig ontwateren.

TABEL III – *Dimensioneringsgrootheden gravitatie-indikker.*

Slibsoort		Belasting [kg/m^2 · uur]	D.s.-gehalte gewichts-%
coagulatieslib	goed indikbaar	3 – 5	10 – 20
	slecht indikbaar	0,1 – 0,2	< 5
ijzerhoudend slib	zonder hulpstoffen	n.b.	6 – 15
	met hulpstoffen	3 – 5	6 – 15
kalkhoudend slib		10	15 – 25

2% afgescheiden. Dit slib wordt batchgewijs in droogbedden gebracht, waar het na een half jaar met een droge-stofgehalte van circa 50% wordt afgevoerd naar een stortplaats;
2. indikking + droogbedden, bijvoorbeeld pompstation Nuland (RNH): jaarproduktie van 150 ton droge stof aan ijzerhoudend spoelwaterslib wordt via twee batchgewijs bedreven bezinkbassins met een droge-stofgehalte van 1 à 2% afgescheiden. Dit slib wordt via een slibindikker, waar het droge-stofgehalte verhoogd wordt tot circa 10% in droogbedden gebracht. Na een half jaar wordt het slib met een droge-stofgehalte van circa 35% afgevoerd naar een stortplaats;
3. indikking + kunstmatige ontwatering uitbesteden, bijvoorbeeld pompstation Seppe (WNWB): jaarproduktie van 630 ton droge stof aan spoelwaterslib, bestaat uit 80% carry-over uit de reactor en 20% ijzerhoudend spoelwaterslib. Dit slib wordt met een droge-stofgehalte van circa 6% in een betonnen bassin gebracht. Van tijd tot tijd wordt het slib ontwaterd met mobiele ontwateringsapparatuur tot een droge-stofgehalte van 30%. Eindbestemming is afhankelijk van de 'markt': in het verleden is een deel van het ijzerhoudend slib toegepast in de afvalwaterzuivering, een deel is getest in de baksteenindustrie, een deel is afgevoerd naar Frankrijk voor toepassing in de bosbouw en een deel is gestort;
4. indikking + conditionering + kunstmatige ontwatering, bijvoorbeeld voorzuivering Katwijk (EWR): 500.000 m^3 ijzerhoudend flotatieslib wordt met een droge-stofgehalte van 0,15% continu gevoed aan een flotatie-indikker, die het droge-stofgehalte verhoogd tot 1,5 à 3%.

Literatuur

1. VEWIN-Milieuplan (1991). *Besluit van de Algemene Ledenvergadering van de VEWIN op 22 maart 1991.*
2. DHV Water BV (1993). *Manual Spoelwaterverwerking Hubert BV.* Amersfoort, april 1993.
3. Milfac BV (1993). *Manual Drinkwaterslibverwerking Hubert BV.* Leeuwarden, oktober 1993.
4. Verberne, A. J. P. (1992). *Hergebruik van drinkwaterslib voor defosfatering haalbaar?* H_2O (25) 1992, nr. 18, p. 478-485.
5. Koppers, H. M. M. en Heijman, S. G. J. (1992). *Oplossingsrichtingen voor reststoffen van waterleidingbedrijven.* KIWA-mededeling 119, mei 1992.
6. Cornwell, D. A. en Koppers, H. M. M. (1990). *Slib, Schlamm, Sludge.* American Water Works Association Research Foundation KIWA Ltd.
7. Oostelbos, P. G. J. M. *et al.* (1993). *Toepassen van ijzerhoudend drinkwaterslib voor conditionering rioolwaterzuiveringsslib is aantrekkelijk.* H_2O (26) 1993, nr. 10, p. 265-269.
8. Graveland, A. *et al.* (1987). *Slibproblematiek bij waterleidingbedrijven.* KIWA-mededeling 98; januari 1987.
9. Meijers, A. P. *et al.* (1984). *Vergelijkend onderzoek van vlokmiddelen.* Kiwa-mededeling nr. 70: juli 1984.
10. Noorthoorn van der Kruijff, J. F. *et al.* (1979). *Stora-rapport, slibontwatering ten opzichte van meer dan 40% droge stof.* Literatuuronderzoek.
11. Veldkamp, R. G. (1980). *Slibindikking door zwaartekracht*(I): theoretische grondslagen.* H_2O (13) 1980, nr. 13, p. 300-308.
12. Veldkamp, R. G. (1980). *Slibindikking door zwaartekracht (II): ontwerpgrondslagen.* H_2O (13) 1980, nr. 17, p. 394-399.
13. de Moel, P. J. (1980). *Ontwatering van drinkwaterslib op slibdroogbedden.* Kiwa-mededeling 63; maart 1980.
14. KIWA-onderzoek SWO 90.314. *(milieu-)technische en economische evaluatie van mechanische slib-ontwatering bij het zuiveringsbedrijf Andijk (PWN).*
15. Roest, H. F. van der, Salome, A. A. en Koornneef, E. (1991). *Slibontwatering met een nieuwe generatie zeefbandpersen en decanteercentrifuges.* H_2O (24) 1991, nr. 12.

● ● ●

Rwzi-effluent

• *Vervolg van pagina 549.*

beschreven studie is een aantal varianten geselecteerd waarmee verschillende kwaliteiten effluent kunnen worden behaald. De varianten bestaan steeds uit een aantal combinaties van zuiveringstechnieken.
In de exploitatiekostenberekening zijn op de grondkosten na alle kosten in rekening gebracht. Voor een rwzi met een capaciteit van 100.000 i.e. variëren de exploitatiekosten van f 45,–/i.e. (f 0,61/m^3) voor vlokfiltratie en cascadebeluchting tot f 1.188,–/i.e. (f 16,27/m^3) voor de combinatie van microfiltratie, hyperfiltratie en cascadebeluchting.
De variant 1c bestaande uit vlokfiltratie, denitrificatie, chemische oxydatie met ozon en actief-koolfiltratie combineert een hoog verwijderingsrendement met relatief lage kosten, f 185,–/i.e. (f 2,50/m^3).

Vooral membraanfiltratietechnieken blijken tot hoge kosten te leiden vanwege de hoge kapitaalslasten en de verwerking van de geproduceerde volumineuze afvalstroom, het brijn genaamd.
Door toepassing van een buffer kan naar schatting een kostenbesparing worden verkregen variërend van 25 tot 50%. Daar staat wel tegenover dat enkele malen per jaar niet het gehele aanbod van rwzi-effluent kan worden verwerkt.

Wat betreft de milieu-aspecten scoort vooral membraanfiltratie minder door het hoge energieverbruik, de brijnproduktie en -verwerking. Vlokfiltratie heeft grondstoffen nodig in de vorm van vlokmiddelen en produceert een hoeveelheid slib, circa 10% van de slibproduktie van de huidige rwzi.
Aangezien de milieu-aspecten indicatief beoordeeld zijn, verdient het aanbeveling deze diepgaander te analyseren, bijvoorbeeld door een levenscyclusanalyse (LCA).

Voordat eventuele toepassing in de praktijk overwogen wordt, verdient het aanbeveling om voorafgaand onderzoek op semi-praktijkschaal uit te (doen) voeren.

● ● ●

Workshop GIS-Analyse

Het expertisecentrum Geo-informatiekunde Nederland (GEON) organiseert een workshop GIS-Analyse. De workshop vindt plaats op 2 november 1995.
Nadere inlichtingen: GEON,
Postbus 3037, 9701 DA Groningen,
telefoon 050 - 74 97 60.