

NN31050.81-7

1981-07

stora

Slibontwatering

3 Optimalisering van slibontwatering met polyelektrolyt (Zeefbandpersen - aëroob slib)

Bibliotheek STOWA

stowa

alleen ter inzage, niet voor uitlening
nagebruik RETOUR s.v.p.

serie: thema zuiveringstechniek
Slibontwatering en slibbehandeling

81-7

37/0100(81-7)

stora

postbus 414, 2280 AK Rijswijk Z.H. ☎ 070 - 980.287

stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

BIBLIOTHEEK DE HAAFF

Dreevendaalsesteeg 4
Postbus 241
5700 AE Wageningen



0000 0928 9303

2 DEC 2003

1702737

Slibontwatering

**3. Optimalisering van slibontwatering
met polyelektrolyt
(Zeefbandpersen - aëroob slib)**

STOWA
Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
tel. 030-321199
fax 030-321766

Publikaties en het publikatieoverzicht
kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
tel. 079-611188
fax 079-613927
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.

Inhoud I

Ten geleide

1	SAMENVATTING	1 - 2
2	INLEIDING	3 - 4
3	ANAËROBE OPSLAG VAN AËROOB GESTABILISEERD SLIB	5 - 17
3.1	Eigenschappen van niet-geconditioneerd slib	6 - 7
3.2	Conditionering met een polyelektrolyt (Praestol 444 K)	7 - 8
3.3	Conditionering met anorganische chemicaliën (FeCl ₃ /kalk)	8 - 17
3.3.1	<i>conditionering na anaërobe opslag</i>	8
3.3.2	<i>opslag van geconditioneerd slib</i>	8 - 17
4	LABORATORIUMONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN ONTWATERING VAN SLIB MET EEN ZEEFBANDPERS	18 - 26
4.1	Slibeigenschappen en prestaties van een zeefbandpers (Klein 15/3)	18 - 22
4.2	Vergelijkend onderzoek van polyelektrolyten	22 - 26
5	SELECTIE VAN POLYELEKTROLYTEN TEN BEHOEVE VAN DE VERWERKING VAN SLIB MET VERSCHILLENDE TYPEN ZEEFBANDPERSEN	27 - 37
5.1	Karakterisering en vergelijking van slibben	27 - 30
5.2	Vergelijking van laboratoriumresultaten met de praktijk	30 - 35
5.3	Fysisch-chemisch onderzoek naar de werking van polyelektrolyten op aëroob gestabiliseerd slib	35 - 37
6	LITERATUUR	38

Ten geleide

Bij de ontwatering van zuiveringsslib is steeds sprake van een compromis tussen de kwaliteit van het uitgangsmateriaal, het drogestofgehalte van het eindprodukt en de kosten, dit als functie van ontwateringsapparatuur, conditioneringsmiddelen, transportafstand en afzetmogelijkheden.

In technische zin gaat het bij dit compromis om kennis van het verband tussen slibeigenschappen, ontwateringskenmerken en prestaties van de ontwateringsapparatuur.

Met het project "Slibontwatering" beoogt het algemeen bestuur van de STORA deze kennis te bundelen, uit te diepen en aan te vullen.

Het onderzoek werd op advies van de Onderzoekadviescommissie* van de STORA door dit bestuur opgedragen aan het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO te Delft en uitgevoerd in vier fasen: literatuuronderzoek naar de aard van de waterbinding in zuiveringsslib (fase 1), inventarisatie van het verband tussen slibeigenschappen en de resultaten van slibverwerkingsapparatuur (fase 2), optimalisering van slibontwatering met polyelectrolyt en zeefbandpersen, zowel voor aëroob (fase 3) als anaëroob gestabiliseerd slib (fase 4).

Om de resultaten van het onderzoek voor de praktijk van alle dag te ontsluiten, wordt het project afgesloten met een handleiding die zal worden samengesteld op basis van de rapporten van de laatste twee fasen.

Het thans voorliggende rapport bevat het resultaat van de derde fase, de optimalisering van de ontwatering van aëroob gestabiliseerd slib met zeefbandpersen en polyelectrolyt als conditioneringsmiddel.

Bij de uitvoering van dit deelproject werd TNO namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit: ir. R. Karper (voorzitter), ir. H.M.J. Scheltinga, ing. J. Teerink, dr.ir. W.C. Witvoet en ing. D. Wouda.

Rijswijk, oktober 1981.

De directeur van de STORA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

* De Onderzoekadviescommissie, die tot dit project adviseerde, bestond uit: prof. ir. A.G.J. Zoet (voorzitter), drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff (secretaris) en dr. ir. H.J. Eggink, prof. dr. P.G. Fohr, ir. R. Karper, ir. G.H. Kuggeleijn, ir. J.S. Kuyper, ir. Th.G. Marrija, ir. H.A. Meijer, ir. H.M.J. Scheltinga, dr. ir. D.W. Schoite Obing, ir. J. van Selm, ir. M. Tiessens, drs. A.A. Wismeljer (leden).

SAMENVATTING

De eigenschappen van aëroob gestabiliseerd zuiveringsslib zijn afhankelijk van de samenstelling van het afvalwater, het type rioolwaterzuiveringsinrichting en de tijd van het jaar.

Om de ontwatering van dit type slib te kunnen optimaliseren is het noodzakelijk te weten welk effect anaërobe opslag van al dan niet chemisch geconditioneerd slib heeft op de ontwateringseigenschappen ervan.

Daarnaast moet men kunnen beschikken over laboratoriummethoden om deze optimalisering, met een goede vertaalbaarheid naar de praktijk, op kleine schaal te kunnen uitvoeren.

Onderzoek naar de invloed van de anaërobe opslag op de eigenschappen van al of niet chemisch geconditioneerd aëroob gestabiliseerd slib, afkomstig van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen te Bunnik en Katwijk, heeft tot de volgende bevindingen geleid:

- . De microbiologische activiteit van het slib veroorzaakt veranderingen in de fysisch-chemische eigenschappen van de slib suspensie. Deze veranderingen zijn na vier dagen anaërobe opslag nog niet erg groot. Dit blijkt uit de geringe veranderingen van de ontwateringsparameters.
- . Bij toenemende opslagtijd en bij gelijkblijvende chemicaliën-dosering nemen ontwateringssnelheid en bereikbaar einddrogestofgehalte in geringe mate af. Dit geldt zowel voor conditionering met polyelektrolyet als met FeCl_3 /kalk.
- . Het blijkt nadelig voor de snelheid van ontwatering en voor het bereikbare einddrogestofgehalte om geconditioneerd slib (FeCl_3 /kalk - pH12) te bewaren in na-indikker of tussenopslag, alvorens het te ontwateren. Chemisch geconditioneerd slib dient snel verwerkt te worden.
- . De resultaten van het onderzoek met de slibben van deze twee rioolwaterzuiveringsinrichtingen komen onderling vrij goed overeen; verwacht wordt dat de voornaamste conclusies ook gelden voor slibben van andere rioolwaterzuiveringsinrichtingen met een zeer laag belast actief-slibproces.

Het onderzoek naar de bruikbaarheid van laboratoriummethoden ter optimalisering van de conditionering en ontwatering van aëroob gestabiliseerd slib met het slib en de zeefbandpers van de rioolwaterzuiveringsinrichting te Bunnik leidde tot de volgende conclusies:

- . Het percentage droge stof van de MFT*-test staat in direct verband met het percentage droge stof dat met de gebruikte zeefbandpers wordt bereikt.
- . De MFT-test (percentage droge stof en afzuigtijd), en ook de turbiditeit- en bentonietproef zijn goed bruikbaar bij de selectie van polyelektrolyten en bieden goede mogelijkheden om de ontwatering met zeefbandpersen te optimaliseren. Deze testen zijn eenvoudig uit te voeren.

*De MFT-test is een modificatie van de filtratietest met een Büchner-trechter waarbij zowel een maat wordt verkregen voor de snelheid van ontwatering (afzuigtijd) als voor het bereikbare drogestofgehalte (percentage droge stof).

- . Van de gebruikte polyelektrolyten zijn de soorten met het hoogste gehalte aan positief geladen groepen het meest geschikt voor aëroob gestabiliseerd slib.
- . Voor de zes onderzochte polyelektrolyten geldt dat, zodra de turbiditeit van het lekwater van de zeefbandpers toeneemt het te bereiken drogestofgehalte afneemt.
- . De turbiditeit van het lekwater van de voorontwateringszone is de beste regelgrootheid voor polyelektrolytdosering.
- . Het einddrogestofgehalte van de koek van de zeefbandpers is weinig te beïnvloeden. Dit geldt zowel voor de onderlinge verschillen tussen de drie beste polyelektrolyten en de hoeveelheid polyelektrolyt als voor de instelling van de machinevariabelen. Dit wijst op een beslissende invloed van het uitgangsslib en het gebruikte type zeefbandpers op het einddrogestofgehalte.

Vorenstaande bevindingen zijn hulpmiddelen voor de beheerder van de rioolwaterzuiveringsinrichting, om te komen tot een methode voor het selecteren van de meest geschikte polyelektrolyt bij een gegeven slibkwaliteit. Als aanvulling en toetsing van deze uitkomsten is het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen van Oisterwijk, Oyen (Oss), Helystad, Bunschoten en Nieuw-Lekkerland (alleen zeefbandpersen) onderzocht. Hieruit bleek:

- . Voor de ontwatering van aëroob gestabiliseerd slib op zeefbandpersen kunnen polyelektrolyten op eenvoudige wijze worden geselecteerd. Voor de onderzochte slibben levert deze selectie meerdere goed verkende polyelektrolyten op, zodat bij de selectie, naast het verbeteren van de ontwateringseigenschappen, ook aspecten als kostprijs en hanteerbaarheid bij het aannemen van de gebruiksoptlossing mee kunnen spelen.
- . Het is belangrijk de maat tijd bij het conditioneren te kunnen variëren; de optimale maat tijd hangt af van type polyelektrolyt en de dosering.
- . De ontwatering van slibben op zeefbandpersen kan worden gekarakteriseerd met behulp van een laboratoriumconditionering bij een aantal doseringen van Praestol 440K, waarbij het percentage droge stof van de IFT-test wordt bepaald. Dit geeft een mogelijkheid om op eenvoudige wijze slibben onderling te vergelijken, uitspraken te doen over de verkregen ontwateringsresultaten bij bestaande installaties en prognoses te geven over de ontwatering van "onbekende" slibben.

INLEIDING

De eigenschappen van zuiveringsslib worden ondermeer bepaald door de samenstelling van het afvalwater, het type en de bedrijfsvoering van de rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi). De eigenschappen van de slibben zijn niet constant en kunnen bij een bepaalde rioolwaterzuiveringsinrichting grote schommelingen vertonen. Het slib dat door een zelfde type rioolwaterzuiveringsinrichting wordt geproduceerd kan van plaats tot plaats sterk in eigenschappen verschillen. De variaties in slibeigenschappen hebben uiteraard invloed op de verdere verwerking van het slib, bijvoorbeeld conditionering met polyelektrolyten en ontwatering met zeefbandpersen.

Er wordt reeds onderzoek verricht¹ naar het beïnvloeden van de eigenschappen van het slib zoals dat bij het zuiveringsproces wordt gevormd. Een voorbeeld hiervan is het zogenaamde "licht"-slibonderzoek, waarbij getracht wordt het ontstaan van draadvormende micro-organismen tegen te gaan. In de dagelijkse praktijk van het slibverwerken zal men nu, en in de toekomst, worden geconfronteerd met variaties in eigenschappen van het biologisch slib.

Het hier beschreven praktijkonderzoek gaat ervan uit dat de eigenschappen van het slib na de biologische zuivering niet onnodig mogen verslechteren tijdens de daaropvolgende stappen in de verwerking. Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van de slibben van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen Bunnik en Katwijk.

Uit literatuuronderzoek² is naar voren gekomen dat praktijkonderzoek in eerste instantie diende te worden afgestemd op de ontwatering met zeefbandpersen, gezien de veelvuldige toepassing ervan en de geringe informatie over de relatie tussen slibeigenschappen en de resultaten van de slibontwatering.

Enkele recente gegevens over de toepassing van zeefbandpersen zijn opgenomen in het overzicht.

	rwzi's met zeefbandpersen totaal	rwzi's met zeefbandpersen aëroob gestab. slib	rwzi's met zeefbandpersen uitgegist slib
aantal	42	34	14
ontwerpcapaciteit miljoen i.e.	3,1	1,9	1,2

Slibverwerking met zeefbandpersen in Nederland (gegevens RIZA-1979)

Het praktijkonderzoek behandelt de selectie en het gebruik van polyelektrolyten voor de verwerking van aëroob gestabiliseerd slib op verschillende typen zeefbandpersen. Hierbij wordt er naar gestreefd de slibben te karakteriseren voor wat betreft hun ontwateringsmogelijkheden.

Bij het onderzoek wordt beschreven hoe met eenvoudige, op het laboratorium uit te voeren, methoden de conditionering en de ontwatering van aëroob gestabiliseerd slib in de praktijk kan worden gevolgd en geoptimaliseerd.

De verkregen inzichten en resultaten worden toegepast op de slibben en de zeefbandpersen van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen Oisterwijk, Oyen (Oss), Lelystad, Bunschoten en Nieuw-Lekkerland.

De verschillende hoofdstukken die de bovengenoemde onderdelen behandelen worden steeds afgesloten met de bijbehorende conclusies.

De veranderingen in de eigenschappen van het slib worden voornamelijk veroorzaakt door de microbiologische activiteit van het slib. Er vindt een voortdurende mineralisatie plaats waarbij organische polymeren omgezet worden in laag moleculaire verbindingen. Het meten van de biochemische parameters (DNA, dehydrogenase en katalase) heeft tot doel een indruk te krijgen over de hoeveelheid biomassa in het slib (DNA) en de activiteit van de biomassa (dehydrogenase en katalase). De fysisch-chemische parameters (ioncapaciteit, geleidbaarheid, turbiditeit en polysuikergehalte) geven informatie over de mate waarin afbraak van organische stoffen of mineralisatie plaatsvindt (ioncapaciteit), over het concentratieverloop van laag moleculaire iogene verbindingen tijdens de anaërobe opslag (geleidbaarheid) en de mate van fragmentatie tijdens de anaërobe opslag (turbiditeit en polysuikergehalte). Als voornaamste parameters om de ontwaterbaarheid van het al of niet geconditioneerde slib vast te leggen, zijn gekozen de specifieke weerstand, de afzuigtijd en de CST (capillary suction time) die een indruk geven van de snelheid van ontwatering, terwijl met de MFT-test tevens een indicatie wordt verkregen over het einddrogestofgehalte. De kwetsbaarheid van de slibvlok voor mechanische krachten is onderzocht met de geroerde CST-methode.

Het onderzoek is uitgevoerd met de slibben van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen Bunnik en Katwijk.

De volgende vragen zijn bestudeerd:

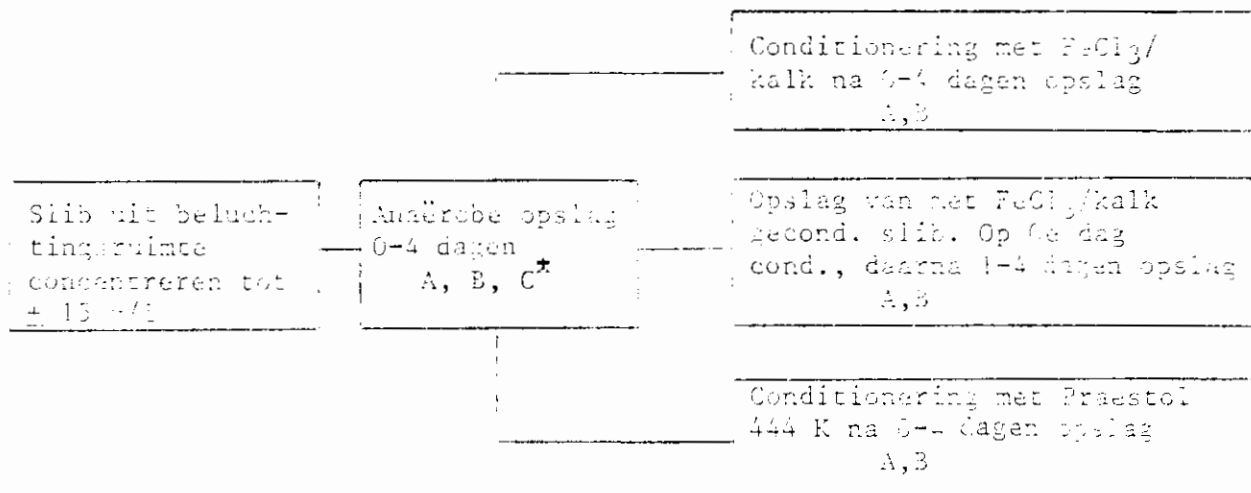
- in welke mate veranderen de eigenschappen van het niet-geconditioneerde slib als gevolg van het verblijf onder aërobe condities in de indikker;
- wat zijn de consequenties ten aanzien van het chemicaliënverbruik bij conditionering met Praestol 444K en FeCl_3 /kalk na opslag onder anaërobe condities;
- welke verandering ondergaat de ontwaterbaarheid van geconditioneerd (FeCl_3 /kalk) slib bij anaërobe opslag tijdens het na-indikken (tussenopslag) van dit geconditioneerde slib.

Schematisch overzicht van het eerste deel van het onderzoek

De eigenschappen van het slib dat aan de beluchtingsruimte is onttrokken en dat vervolgens is ingedikt tot circa 15 g/l, zijn direct hierna vastgelegd. Het slib is daarna gedurende vier dagen anaëroob opgeslagen waarbij dagelijks de ontwateringsparameters en de fysisch-chemische zowel als de biochemische parameters zijn gemeten.

Om de invloed van de anaërobe opslag op de conditionering met organische (Praestol 444K) en anorganische (FeCl_3 /kalk) chemicaliën te leren kennen is elke dag een deel van het anaëroob opgeslagen slib hiermee behandeld en zijn de ontwateringsparameters en de fysisch-chemische parameters bepaald.

De opzet van dit onderzoek is in het volgende schema weergegeven.



Onderzoek

- * A-ontwateringsparameters
- B-fysisch-chemische parameters
- C-biochemische parameters

2.1 Eigenschappen van niet-geconditioneerd slib

Het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Katwijk is als gevolg van de lagere slibbelasting sterker gemineraliseerd dan het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Duijck (0,13 resp. 1,045 kg BOD_5 /kg slib.dag). Dit komt tot uiting in de lagere zuurstofverbruikssnelheid (2,6 resp. 3,6 mg O_2 /g org.stof.h), het lagere gehalte aan biomassa of levend celmateriaal (0,47 resp. 1,71 g/kg) en de geringere dehydrogenase-activiteit van de biomassa.

Microscopisch beeld

Voor beide slibben geldt dat de vlokgroottesverdeling en het uiterlijk (het microscopisch beeld) onveranderd blijven tijdens de opslag onder anaërobe condities gedurende de vier dagen volgend op de dag van de monstername.

Microchemische samenstelling

Het DNA-gehalte van beide slibben verandert niet of nauwelijks tijdens de anaërobe opslag. Dit geldt eveneens voor het dehydrogenase- en katalasegehalte. Men kan uit het voorgaande concluderen dat er een vrij stabiel evenwicht is tussen de actieve biomassa en het overige organische materiaal in het slib. Een situatie die past bij goed gemineraliseerd slib. Bij belasting, na een periode van anaërobie, kan dit type slib direct weer normaal functioneren als actiefslib.

Veranderingen in fysisch-chemische eigenschappen

De veranderingen in de fysisch-chemische eigenschappen zijn duidelijk meetbaar tijdens de vier dagen van opslag. De veranderingen in zowel

pH, ioncapaciteit, geleidbaarheid als turbiditeit zijn terug te voeren op de microbiologische activiteit van het slib.

Ontwateringsparameters

Uit de gemeten ontwateringsparameters blijkt dat zowel de afzuigtijd als de specifieke weerstand toenemen gedurende de anaërobe opslag. De specifieke weerstand van het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Bunnik vertoont een toeneming van $1,8 \cdot 10^{12}$ naar $2,5 \cdot 10^{12}$ m/kg. Bij het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Katwijk stijgt de weerstand van $3,2 \cdot 10^{12}$ naar $7,7 \cdot 10^{12}$ m/kg. Het blijkt dat de afzuigtijd gevoeliger is dan de CST om de verandering in de ontwaterbaarheid aan te geven. Bij het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Bunnik neemt bijvoorbeeld de afzuigtijd toe van 80 naar 120 s terwijl de CST varieert tussen 20 en 26 s.

De verslechtering van de ontwaterbaarheid van niet-geconditioneerd slib speelt een directe rol bij de toepassing van droogbedden. Uit de resultaten blijkt dat voor dit slib de verslechtering van de ontwaterbaarheid van een beperkte omvang is. Het is te verwachten dat hierdoor de verwerking op droogbedden nauwelijks zal worden beïnvloed.

3.2 Conditionering met een polyelektrolyt (Praestol 444 K)

Anaërobe opslag van het slib beïnvloedt het effect van de chemicaliën op de ontwaterbaarheid van het slib bij de conditionering.

De conditionering is elke dag uitgevoerd met een dosering tussen 0 en 9 g Praestol 444 K/kg droge stof (d.s.). De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in de tabellen 1 (p.13) en 2(p.15). Hieruit blijkt dat de reactie van het slib op de toevoeging van conditioneringsmiddel op alle dagen een overeenkomstig beeld vertoont voor wat betreft de snelheid van ontwatering (afzuigtijd, CST) en de bestendigheid van het slib tegen mechanische krachten (geroerde CST). De slibben vertonen onderling duidelijke verschillen.

Slib van rioolwaterzuiveringsinrichting Bunnik

De snelheid van ontwatering neemt sterk toe als gevolg van de dosering van polyelektrolyt. Een hogere dosering dan 3 g Praestol 444 K/kg d.s. leidt niet tot een verdere verlaging van de afzuigtijd, die varieert tussen 9-15 s (figuur 1, p. 11). De verslechtering van de snelheid van ontwatering van het anaëroob bewaarde uitgangsmateriaal (na vier dagen opslag neemt de afzuigtijd toe van 50 naar 95 s) blijkt opgeheven te worden door het polyelektrolyt. Hiervoor is echter geen extra polyelektrolytdosering vereist. Ten aanzien van het effect van anaërobe opslag op het einddrogestofgehalte levert het percentage droge stof van de MFT-test een indicatie op (figuur 1). In het begin van de opslag (na monstername) worden hogere drogestofgehalten gevonden dan later. Uit deze figuur blijkt tevens dat het Praestolverbruik van circa 6 g/kg d.s., dat in de praktijk van de rioolwaterzuiveringsinrichting Bunnik wordt toegepast, noodzakelijk is voor het bereiken van een hoog einddrogestofgehalte. Lagere doseringen hebben wel een goede ontwaterings-snelheid tot gevolg maar resulteren in een te laag drogestofgehalte. Dit laatste is belangrijk in verband met het op de ontwatering volgende droogproces van het slib.

Slib van rioolwaterzuiveringsinrichting Katwijk

De ontwaterbaarheid van dit slib neemt toe als gevolg van de conditionering. Bij een optimale dosering van 5 à 6 g Praestol/kg d.s. wordt de grootste ontwateringssnelheid en het laagste drogestofgehalte bereikt (figuur 2, p. 16). Tevens kan worden vastgesteld dat anaërobe opslag nadelig is voor het bereiken van hoge drogestofgehalten. In het begin van de opslag worden hogere waarden gevonden dan later.

Conclusie

Wanneer aëroob gestabiliseerd slib anaëroob wordt opgeslagen en daarna conditionering met Praestol 444 K plaatsvindt, valt bij toenemende opslagtijd en bij gelijke chemicaliëndosering een geringe afname in ontwateringssnelheid en bereikbaar einddrogestofgehalte waar te nemen.

3.3 Conditionering met anorganische chemicaliën (FeCl₃/kalk)

3.3.1 conditionering na anaërobe opslag

Het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Katwijk wordt in de praktijk met een dosering van FeCl₃/kalk van ongeveer 9, respectievelijk 40 gewichtsprocenten op basis van het drogestofgehalte van het slib geconditioneerd. De dosering aan chemicaliën is hoog, maar is niet ongebruikelijk voor zuiveringsystemen waarin simultane aërobe stabilisatie plaatsvindt. Na inleidend onderzoek is bij de proeven gewerkt met de dosering FeCl₃/kalk circa 10/50 gew. % op d.s.

Erder is reeds vastgesteld dat het anaëroob opgeslagen uitgangsslib vrij stabiel is vooral in zijn biochemische eigenschappen, terwijl ook de ontwateringsparameters niet sterk veranderen. Dit geldt ook voor de reactie van het slib op de conditionering met Praestol 444 K. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de conditionering met FeCl₃/kalk tot dezelfde bevindingen leidt.

De meetresultaten aan beide slibben zijn opgenomen in de tabellen 3 (p. 14) en 4 (p. 16) en de figuren 3 (p. 15) en 4 (p. 17). De gemeten parameters, afzuigtijd, specifieke weerstand, turbiditeit en andere veranderen weinig gedurende de vier dagen van opslag.

Conclusie

Indien conditionering van aëroob gestabiliseerd slib plaatsvindt na anaërobe opslag, en ontwatering spoedig daarop volgt, heeft opslag weinig invloed op de benodigde hoeveelheid chemicaliën en het bereikbare einddrogestofgehalte.

3.3.2 opslag van per wettelanderd slib

Chemisch geconditioneerd slib passeert in de praktijk in enkele gevallen (methode van F. Savant) opnieuw een indikker alvorens de eigenlijke ontwatering met filterpersen plaatsvindt. De verblijftijd in de nadelikker (tussenval) varieert tussen nul en vier dagen, afhankelijk van de werwijze op de rioolwaterzuiveringsinrichting. Om na te gaan of deze tussenopslag invloed heeft op de ontwateringsparameters is een portie van het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen Bunnik en Katwijk na conditionering op de day van verzamelaar gedurende de daaropvolgende vier dagen onderzocht.

De resultaten zijn opgenomen in de tabellen 3 (p. 14) en 4 (p. 16) en de figuren 3 (p. 15) en 4 (p. 17).

Slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Bunnik

Het slib is chemisch gezien goed geconditioneerd, dat wil zeggen: pH en het zuurverbruik van de supernatant* vertonen een overeenkomstig beeld als bij het slib dat elke dag direct na conditionering wordt onderzocht (eerste gedeelte van tabel 3). Toch gaat de ontwaterbaarheid duidelijk achteruit.

Met een toename in de turbiditeit van de supernatant gaat een toename van de afzuigtijd, CST en specifieke weerstand gepaard. De snelheid van ontwateren daalt sterk, maar evenzeer neemt het bereikbare eind-drogestofgehalte af van 24 naar 17% (derde dag). Ter vergelijking wordt verwezen naar figuur 3. Wanneer niet-behandeld slib na drie dagen opslag wordt geconditioneerd met dezelfde hoeveelheid chemicaliën wordt bij de MFT-test 23% droge stof gevonden. De opslag van chemisch geconditioneerd slib, zelfs van één of twee dagen, blijkt erg nadelig voor de ontwaterbaarheid van het slib te zijn.

Het gedrag van het geconditioneerde slib na een bewaartijd van vier dagen is moeilijk te verklaren. De specifieke weerstand, de afzuigtijd en het drogestofgehalte wijken sterk af in vergelijking met de andere metingen.

Slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Katwijk

Er vindt bij dit slib een geringe verslechtering van de ontwaterbaarheid plaats. Met een toename in de turbiditeit van de supernatant gaat een geleidelijke toename van de afzuigtijd gepaard. Het bereikbare drogestofgehalte van de MFT-test loopt langzaam terug van 22,0 naar 20,4% (figuur 4).

Conclusie

Hoewel de verschillen tussen de resultaten van beide werkwijzen, conditionering na opslag respectievelijk opslag na conditionering, met het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Katwijk kleiner zijn dan bij het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Bunnik (zie figuur 3) komt toch opnieuw naar voren dat chemisch geconditioneerd slib snel verwerkt dient te worden.

* bovenstaande vloeistof na centrifugeren van de slibsuspensie

Omschrijving van de toets	1			2			3			4			5			6		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. Uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
2. Na conditionering d.s. 10,4 g/l																		
3. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
4. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
5. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
6. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
7. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
8. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
9. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
10. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
11. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
12. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
13. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
14. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
15. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
16. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
17. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
18. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
19. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
20. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
21. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
22. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
23. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
24. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
25. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
26. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
27. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
28. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
29. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
30. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
31. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
32. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
33. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
34. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
35. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
36. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
37. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
38. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
39. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
40. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
41. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
42. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
43. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
44. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
45. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
46. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
47. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
48. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
49. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
50. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
51. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
52. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
53. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
54. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
55. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
56. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
57. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
58. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
59. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
60. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
61. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
62. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
63. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
64. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
65. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
66. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
67. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
68. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
69. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
70. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
71. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
72. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
73. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
74. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
75. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
76. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
77. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
78. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
79. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
80. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
81. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
82. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
83. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
84. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
85. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
86. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
87. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
88. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
89. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
90. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
91. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
92. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
93. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
94. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
95. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
96. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
97. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
98. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		
99. Na uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l																		
100. Na uitgangsmateriaal d.s. 10,4 g/l																		

Tabel 1. Metingen van geconditioneerd alib(Priestol 444 K) van de rwt-bank.

Uitgangsmateriaal d.s. 12,5 g/l , na conditionering d.s. 10,4 g/l . Ook het niet-gecon-
ditioneerde uitgangsmateriaal is tot 10,4 g/l verdund en daarna geanalyseerd.

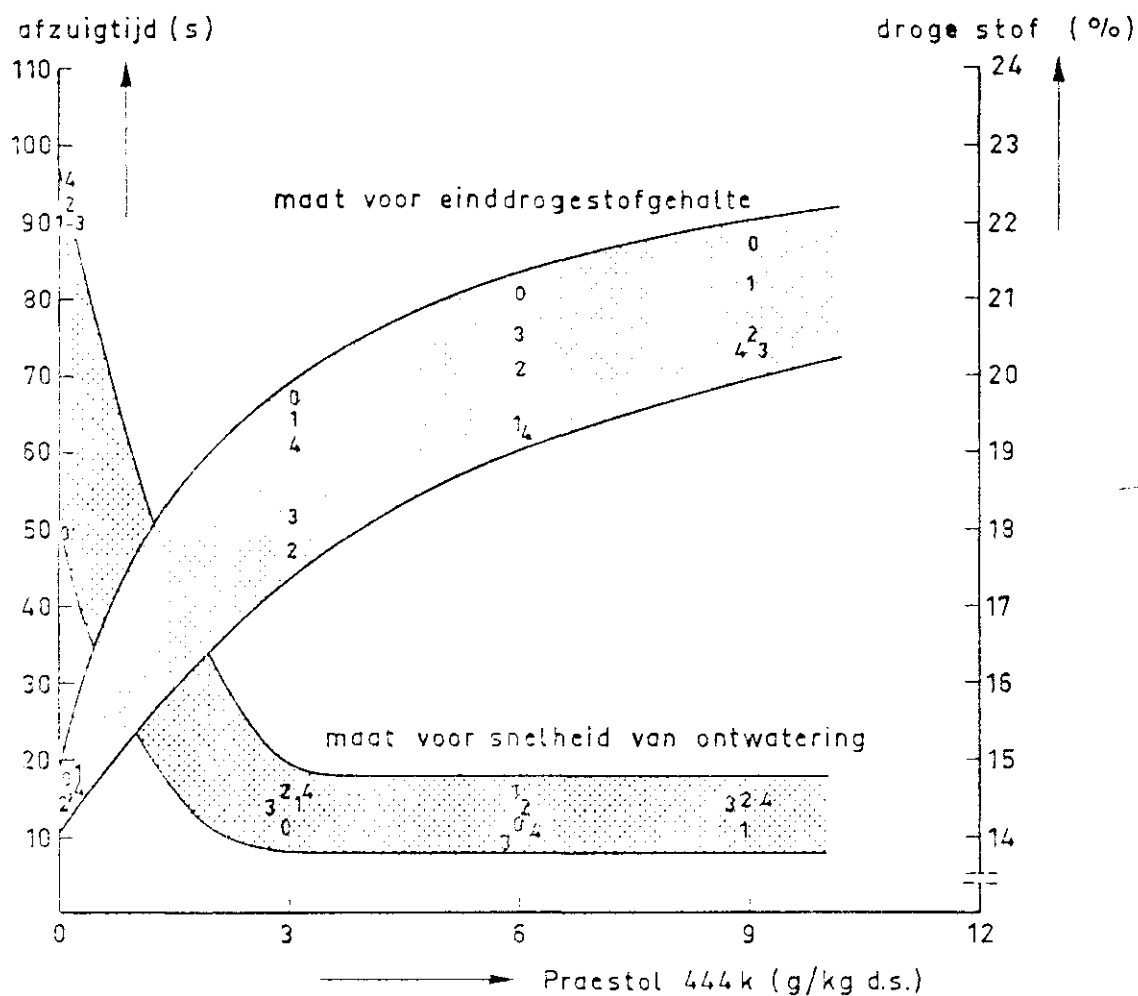


Fig.1. Geconditioneerd slib (Praestol 444 K) van de rwzi Bunnik
MFI-test na 0-4 dagen anaëroobe opslag.

Metingen (metode)	Metingen (metode)					Metingen (metode)				
<p>1. pH van de oplossing</p> <p>2. Conductiviteit</p> <p>3. Vrij chloor</p> <p>4. Totale chloor</p> <p>5. Ammonium</p> <p>6. Nitriet</p> <p>7. Nitraat</p> <p>8. Zwaartepunt</p> <p>9. Hardheid</p> <p>10. Calcium</p> <p>11. Magnesium</p> <p>12. Zink</p> <p>13. Koper</p> <p>14. Mangan</p> <p>15. IJzer</p> <p>16. Natrium</p> <p>17. Kalium</p> <p>18. Fosfaat</p> <p>19. Silica</p> <p>20. Sulfide</p> <p>21. Cyanide</p> <p>22. Fluoride</p> <p>23. Borate</p> <p>24. Chloride</p> <p>25. Sulfate</p> <p>26. Nitrate</p> <p>27. Ammonium</p> <p>28. Nitriet</p> <p>29. Nitraat</p> <p>30. Zwaartepunt</p> <p>31. Hardheid</p> <p>32. Calcium</p> <p>33. Magnesium</p> <p>34. Zink</p> <p>35. Koper</p> <p>36. Mangan</p> <p>37. IJzer</p> <p>38. Natrium</p> <p>39. Kalium</p> <p>40. Fosfaat</p> <p>41. Silica</p> <p>42. Sulfide</p> <p>43. Cyanide</p> <p>44. Fluoride</p> <p>45. Borate</p> <p>46. Chloride</p> <p>47. Sulfate</p> <p>48. Nitrate</p> <p>49. Ammonium</p> <p>50. Nitriet</p> <p>51. Nitraat</p> <p>52. Zwaartepunt</p> <p>53. Hardheid</p> <p>54. Calcium</p> <p>55. Magnesium</p> <p>56. Zink</p> <p>57. Koper</p> <p>58. Mangan</p> <p>59. IJzer</p> <p>60. Natrium</p> <p>61. Kalium</p> <p>62. Fosfaat</p> <p>63. Silica</p> <p>64. Sulfide</p> <p>65. Cyanide</p> <p>66. Fluoride</p> <p>67. Borate</p> <p>68. Chloride</p> <p>69. Sulfate</p> <p>70. Nitrate</p> <p>71. Ammonium</p> <p>72. Nitriet</p> <p>73. Nitraat</p> <p>74. Zwaartepunt</p> <p>75. Hardheid</p> <p>76. Calcium</p> <p>77. Magnesium</p> <p>78. Zink</p> <p>79. Koper</p> <p>80. Mangan</p> <p>81. IJzer</p> <p>82. Natrium</p> <p>83. Kalium</p> <p>84. Fosfaat</p> <p>85. Silica</p> <p>86. Sulfide</p> <p>87. Cyanide</p> <p>88. Fluoride</p> <p>89. Borate</p> <p>90. Chloride</p> <p>91. Sulfate</p> <p>92. Nitrate</p> <p>93. Ammonium</p> <p>94. Nitriet</p> <p>95. Nitraat</p> <p>96. Zwaartepunt</p> <p>97. Hardheid</p> <p>98. Calcium</p> <p>99. Magnesium</p> <p>100. Zink</p> <p>101. Koper</p> <p>102. Mangan</p> <p>103. IJzer</p> <p>104. Natrium</p> <p>105. Kalium</p> <p>106. Fosfaat</p> <p>107. Silica</p> <p>108. Sulfide</p> <p>109. Cyanide</p> <p>110. Fluoride</p> <p>111. Borate</p> <p>112. Chloride</p> <p>113. Sulfate</p> <p>114. Nitrate</p> <p>115. Ammonium</p> <p>116. Nitriet</p> <p>117. Nitraat</p> <p>118. Zwaartepunt</p> <p>119. Hardheid</p> <p>120. Calcium</p> <p>121. Magnesium</p> <p>122. Zink</p> <p>123. Koper</p> <p>124. Mangan</p> <p>125. IJzer</p> <p>126. Natrium</p> <p>127. Kalium</p> <p>128. Fosfaat</p> <p>129. Silica</p> <p>130. Sulfide</p> <p>131. Cyanide</p> <p>132. Fluoride</p> <p>133. Borate</p> <p>134. Chloride</p> <p>135. Sulfate</p> <p>136. Nitrate</p> <p>137. Ammonium</p> <p>138. Nitriet</p> <p>139. Nitraat</p> <p>140. Zwaartepunt</p> <p>141. Hardheid</p> <p>142. Calcium</p> <p>143. Magnesium</p> <p>144. Zink</p> <p>145. Koper</p> <p>146. Mangan</p> <p>147. IJzer</p> <p>148. Natrium</p> <p>149. Kalium</p> <p>150. Fosfaat</p> <p>151. Silica</p> <p>152. Sulfide</p> <p>153. Cyanide</p> <p>154. Fluoride</p> <p>155. Borate</p> <p>156. Chloride</p> <p>157. Sulfate</p> <p>158. Nitrate</p> <p>159. Ammonium</p> <p>160. Nitriet</p> <p>161. Nitraat</p> <p>162. Zwaartepunt</p> <p>163. Hardheid</p> <p>164. Calcium</p> <p>165. Magnesium</p> <p>166. Zink</p> <p>167. Koper</p> <p>168. Mangan</p> <p>169. IJzer</p> <p>170. Natrium</p> <p>171. Kalium</p> <p>172. Fosfaat</p> <p>173. Silica</p> <p>174. Sulfide</p> <p>175. Cyanide</p> <p>176. Fluoride</p> <p>177. Borate</p> <p>178. Chloride</p> <p>179. Sulfate</p> <p>180. Nitrate</p> <p>181. Ammonium</p> <p>182. Nitriet</p> <p>183. Nitraat</p> <p>184. Zwaartepunt</p> <p>185. Hardheid</p> <p>186. Calcium</p> <p>187. Magnesium</p> <p>188. Zink</p> <p>189. Koper</p> <p>190. Mangan</p> <p>191. IJzer</p> <p>192. Natrium</p> <p>193. Kalium</p> <p>194. Fosfaat</p> <p>195. Silica</p> <p>196. Sulfide</p> <p>197. Cyanide</p> <p>198. Fluoride</p> <p>199. Borate</p> <p>200. Chloride</p> <p>201. Sulfate</p> <p>202. Nitrate</p> <p>203. Ammonium</p> <p>204. Nitriet</p> <p>205. Nitraat</p> <p>206. Zwaartepunt</p> <p>207. Hardheid</p> <p>208. Calcium</p> <p>209. Magnesium</p> <p>210. Zink</p> <p>211. Koper</p> <p>212. Mangan</p> <p>213. IJzer</p> <p>214. Natrium</p> <p>215. Kalium</p> <p>216. Fosfaat</p> <p>217. Silica</p> <p>218. Sulfide</p> <p>219. Cyanide</p> <p>220. Fluoride</p> <p>221. Borate</p> <p>222. Chloride</p> <p>223. Sulfate</p> <p>224. Nitrate</p> <p>225. Ammonium</p> <p>226. Nitriet</p> <p>227. Nitraat</p> <p>228. Zwaartepunt</p> <p>229. Hardheid</p> <p>230. Calcium</p> <p>231. Magnesium</p> <p>232. Zink</p> <p>233. Koper</p> <p>234. Mangan</p> <p>235. IJzer</p> <p>236. Natrium</p> <p>237. Kalium</p> <p>238. Fosfaat</p> <p>239. Silica</p> <p>240. Sulfide</p> <p>241. Cyanide</p> <p>242. Fluoride</p> <p>243. Borate</p> <p>244. Chloride</p> <p>245. Sulfate</p> <p>246. Nitrate</p> <p>247. Ammonium</p> <p>248. Nitriet</p> <p>249. Nitraat</p> <p>250. Zwaartepunt</p> <p>251. Hardheid</p> <p>252. Calcium</p> <p>253. Magnesium</p> <p>254. Zink</p> <p>255. Koper</p> <p>256. Mangan</p> <p>257. IJzer</p> <p>258. Natrium</p> <p>259. Kalium</p> <p>260. Fosfaat</p> <p>261. Silica</p> <p>262. Sulfide</p> <p>263. Cyanide</p> <p>264. Fluoride</p> <p>265. Borate</p> <p>266. Chloride</p> <p>267. Sulfate</p> <p>268. Nitrate</p> <p>269. Ammonium</p> <p>270. Nitriet</p> <p>271. Nitraat</p> <p>272. Zwaartepunt</p> <p>273. Hardheid</p> <p>274. Calcium</p> <p>275. Magnesium</p> <p>276. Zink</p> <p>277. Koper</p> <p>278. Mangan</p> <p>279. IJzer</p> <p>280. Natrium</p> <p>281. Kalium</p> <p>282. Fosfaat</p> <p>283. Silica</p> <p>284. Sulfide</p> <p>285. Cyanide</p> <p>286. Fluoride</p> <p>287. Borate</p> <p>288. Chloride</p> <p>289. Sulfate</p> <p>290. Nitrate</p> <p>291. Ammonium</p> <p>292. Nitriet</p> <p>293. Nitraat</p> <p>294. Zwaartepunt</p> <p>295. Hardheid</p> <p>296. Calcium</p> <p>297. Magnesium</p> <p>298. Zink</p> <p>299. Koper</p> <p>300. Mangan</p> <p>301. IJzer</p> <p>302. Natrium</p> <p>303. Kalium</p> <p>304. Fosfaat</p> <p>305. Silica</p> <p>306. Sulfide</p> <p>307. Cyanide</p> <p>308. Fluoride</p> <p>309. Borate</p> <p>310. Chloride</p> <p>311. Sulfate</p> <p>312. Nitrate</p> <p>313. Ammonium</p> <p>314. Nitriet</p> <p>315. Nitraat</p> <p>316. Zwaartepunt</p> <p>317. Hardheid</p> <p>318. Calcium</p> <p>319. Magnesium</p> <p>320. Zink</p> <p>321. Koper</p> <p>322. Mangan</p> <p>323. IJzer</p> <p>324. Natrium</p> <p>325. Kalium</p> <p>326. Fosfaat</p> <p>327. Silica</p> <p>328. Sulfide</p> <p>329. Cyanide</p> <p>330. Fluoride</p> <p>331. Borate</p> <p>332. Chloride</p> <p>333. Sulfate</p> <p>334. Nitrate</p> <p>335. Ammonium</p> <p>336. Nitriet</p> <p>337. Nitraat</p> <p>338. Zwaartepunt</p> <p>339. Hardheid</p> <p>340. Calcium</p> <p>341. Magnesium</p> <p>342. Zink</p> <p>343. Koper</p> <p>344. Mangan</p> <p>345. IJzer</p> <p>346. Natrium</p> <p>347. Kalium</p> <p>348. Fosfaat</p> <p>349. Silica</p> <p>350. Sulfide</p> <p>351. Cyanide</p> <p>352. Fluoride</p> <p>353. Borate</p> <p>354. Chloride</p> <p>355. Sulfate</p> <p>356. Nitrate</p> <p>357. Ammonium</p> <p>358. Nitriet</p> <p>359. Nitraat</p> <p>360. Zwaartepunt</p> <p>361. Hardheid</p> <p>362. Calcium</p> <p>363. Magnesium</p> <p>364. Zink</p> <p>365. Koper</p> <p>366. Mangan</p> <p>367. IJzer</p> <p>368. Natrium</p> <p>369. Kalium</p> <p>370. Fosfaat</p> <p>371. Silica</p> <p>372. Sulfide</p> <p>373. Cyanide</p> <p>374. Fluoride</p> <p>375. Borate</p> <p>376. Chloride</p> <p>377. Sulfate</p> <p>378. Nitrate</p> <p>379. Ammonium</p> <p>380. Nitriet</p> <p>381. Nitraat</p> <p>382. Zwaartepunt</p> <p>383. Hardheid</p> <p>384. Calcium</p> <p>385. Magnesium</p> <p>386. Zink</p> <p>387. Koper</p> <p>388. Mangan</p> <p>389. IJzer</p> <p>390. Natrium</p> <p>391. Kalium</p> <p>392. Fosfaat</p> <p>393. Silica</p> <p>394. Sulfide</p> <p>395. Cyanide</p> <p>396. Fluoride</p> <p>397. Borate</p> <p>398. Chloride</p> <p>399. Sulfate</p> <p>400. Nitrate</p> <p>401. Ammonium</p> <p>402. Nitriet</p> <p>403. Nitraat</p> <p>404. Zwaartepunt</p> <p>405. Hardheid</p> <p>406. Calcium</p> <p>407. Magnesium</p> <p>408. Zink</p> <p>409. Koper</p> <p>410. Mangan</p> <p>411. IJzer</p> <p>412. Natrium</p> <p>413. Kalium</p> <p>414. Fosfaat</p> <p>415. Silica</p> <p>416. Sulfide</p> <p>417. Cyanide</p> <p>418. Fluoride</p> <p>419. Borate</p> <p>420. Chloride</p> <p>421. Sulfate</p> <p>422. Nitrate</p> <p>423. Ammonium</p> <p>424. Nitriet</p> <p>425. Nitraat</p> <p>426. Zwaartepunt</p> <p>427. Hardheid</p> <p>428. Calcium</p> <p>429. Magnesium</p> <p>430. Zink</p> <p>431. Koper</p> <p>432. Mangan</p> <p>433. IJzer</p> <p>434. Natrium</p> <p>435. Kalium</p> <p>436. Fosfaat</p> <p>437. Silica</p> <p>438. Sulfide</p> <p>439. Cyanide</p> <p>440. Fluoride</p> <p>441. Borate</p> <p>442. Chloride</p> <p>443. Sulfate</p> <p>444. Nitrate</p> <p>445. Ammonium</p> <p>446. Nitriet</p> <p>447. Nitraat</p> <p>448. Zwaartepunt</p> <p>449. Hardheid</p> <p>450. Calcium</p> <p>451. Magnesium</p> <p>452. Zink</p> <p>453. Koper</p> <p>454. Mangan</p> <p>455. IJzer</p> <p>456. Natrium</p> <p>457. Kalium</p> <p>458. Fosfaat</p> <p>459. Silica</p> <p>460. Sulfide</p> <p>461. Cyanide</p> <p>462. Fluoride</p> <p>463. Borate</p> <p>464. Chloride</p> <p>465. Sulfate</p> <p>466. Nitrate</p> <p>467. Ammonium</p> <p>468. Nitriet</p> <p>469. Nitraat</p> <p>470. Zwaartepunt</p> <p>471. Hardheid</p> <p>472. Calcium</p> <p>473. Magnesium</p> <p>474. Zink</p> <p>475. Koper</p> <p>476. Mangan</p> <p>477. IJzer</p> <p>478. Natrium</p> <p>479. Kalium</p> <p>480. Fosfaat</p> <p>481. Silica</p> <p>482. Sulfide</p> <p>483. Cyanide</p> <p>484. Fluoride</p> <p>485. Borate</p> <p>486. Chloride</p> <p>487. Sulfate</p> <p>488. Nitrate</p> <p>489. Ammonium</p> <p>490. Nitriet</p> <p>491. Nitraat</p> <p>492. Zwaartepunt</p> <p>493. Hardheid</p> <p>494. Calcium</p> <p>495. Magnesium</p> <p>496. Zink</p> <p>497. Koper</p> <p>498. Mangan</p> <p>499. IJzer</p> <p>500. Natrium</p> <p>501. Kalium</p> <p>502. Fosfaat</p> <p>503. Silica</p> <p>504. Sulfide</p> <p>505. Cyanide</p> <p>506. Fluoride</p> <p>507. Borate</p> <p>508. Chloride</p> <p>509. Sulfate</p> <p>510. Nitrate</p> <p>511. Ammonium</p> <p>512. Nitriet</p> <p>513. Nitraat</p> <p>514. Zwaartepunt</p> <p>515. Hardheid</p> <p>516. Calcium</p> <p>517. Magnesium</p> <p>518. Zink</p> <p>519. Koper</p> <p>520. Mangan</p> <p>521. IJzer</p> <p>522. Natrium</p> <p>523. Kalium</p> <p>524. Fosfaat</p> <p>525. Silica</p> <p>526. Sulfide</p> <p>527. Cyanide</p> <p>528. Fluoride</p> <p>529. Borate</p> <p>530. Chloride</p> <p>531. Sulfate</p> <p>532. Nitrate</p> <p>533. Ammonium</p> <p>534. Nitriet</p> <p>535. Nitraat</p> <p>536. Zwaartepunt</p> <p>537. Hardheid</p> <p>538. Calcium</p> <p>539. Magnesium</p> <p>540. Zink</p> <p>541. Koper</p> <p>542. Mangan</p> <p>543. IJzer</p> <p>544. Natrium</p> <p>545. Kalium</p> <p>546. Fosfaat</p> <p>547. Silica</p> <p>548. Sulfide</p> <p>549. Cyanide</p> <p>550. Fluoride</p> <p>551. Borate</p> <p>552. Chloride</p> <p>553. Sulfate</p> <p>554. Nitrate</p> <p>555. Ammonium</p> <p>556. Nitriet</p> <p>557. Nitraat</p> <p>558. Zwaartepunt</p> <p>559. Hardheid</p> <p>560. Calcium</p> <p>561. Magnesium</p> <p>562. Zink</p> <p>563. Koper</p> <p>564. Mangan</p> <p>565. IJzer</p> <p>566. Natrium</p> <p>567. Kalium</p> <p>568. Fosfaat</p> <p>569. Silica</p> <p>570. Sulfide</p> <p>571. Cyanide</p> <p>572. Fluoride</p> <p>573. Borate</p> <p>574. Chloride</p> <p>575. Sulfate</p> <p>576. Nitrate</p> <p>577. Ammonium</p> <p>578. Nitriet</p> <p>579. Nitraat</p> <p>580. Zwaartepunt</p> <p>581. Hardheid</p> <p>582. Calcium</p> <p>583. Magnesium</p> <p>584. Zink</p> <p>585. Koper</p> <p>586. Mangan</p> <p>587. IJzer</p> <p>588. Natrium</p> <p>589. Kalium</p> <p>590. Fosfaat</p> <p>591. Silica</p> <p>592. Sulfide</p> <p>593. Cyanide</p> <p>594. Fluoride</p> <p>595. Borate</p> <p>596. Chloride</p> <p>597. Sulfate</p> <p>598. Nitrate</p> <p>599. Ammonium</p> <p>600. Nitriet</p> <p>601. Nitraat</p> <p>602. Zwaartepunt</p> <p>603. Hardheid</p> <p>604. Calcium</p> <p>605. Magnesium</p> <p>606. Zink</p> <p>607. Koper</p> <p>608. Mangan</p> <p>609. IJzer</p> <p>610. Natrium</p> <p>611. Kalium</p> <p>612. Fosfaat</p> <p>613. Silica</p> <p>614. Sulfide</p> <p>615. Cyanide</p> <p>616. Fluoride</p> <p>617. Borate</p> <p>618. Chloride</p> <p>619. Sulfate</p> <p>620. Nitrate</p> <p>621. Ammonium</p> <p>622. Nitriet</p> <p>623. Nitraat</p> <p>624. Zwaartepunt</p> <p>625. Hardheid</p> <p>626. Calcium</p> <p>627. Magnesium</p> <p>628. Zink</p> <p>629. Koper</p> <p>630. Mangan</p> <p>631. IJzer</p> <p>632. Natrium</p> <p>633. Kalium</p> <p>634. Fosfaat</p> <p>635. Silica</p> <p>636. Sulfide</p> <p>637. Cyanide</p> <p>638. Fluoride</p> <p>639. Borate</p> <p>640. Chloride</p> <p>641. Sulfate</p> <p>642. Nitrate</p> <p>643. Ammonium</p> <p>644. Nitriet</p> <p>645. Nitraat</p> <p>646. Zwaartepunt</p> <p>647. Hardheid</p> <p>648. Calcium</p> <p>649. Magnesium</p> <p>650. Zink</p> <p>651. Koper</p> <p>652. Mangan</p> <p>653. IJzer</p> <p>654. Natrium</p> <p>655. Kalium</p> <p>656. Fosfaat</p> <p>657. Silica</p> <p>658. Sulfide</p> <p>659. Cyanide</p> <p>660. Fluoride</p> <p>661. Borate</p> <p>662. Chloride</p> <p>663. Sulfate</p> <p>664. Nitrate</p> <p>665. Ammonium</p> <p>666. Nitriet</p> <p>667. Nitraat</p> <p>668. Zwaartepunt</p> <p>669. Hardheid</p> <p>670. Calcium</p> <p>671. Magnesium</p> <p>672. Zink</p> <p>673. Koper</p> <p>674. Mangan</p> <p>675. IJzer</p> <p>676. Natrium</p> <p>677. Kalium</p> <p>678. Fosfaat</p> <p>679. Silica</p> <p>680. Sulfide</p> <p>681. Cyanide</p> <p>682. Fluoride</p> <p>683. Borate</p> <p>684. Chloride</p> <p>685. Sulfate</p> <p>686. Nitrate</p> <p>687. Ammonium</p> <p>688. Nitriet</p> <p>689. Nitraat</p> <p>690. Zwaartepunt</p> <p>691. Hardheid</p> <p>692. Calcium</p> <p>693. Magnesium</p> <p>694. Zink</p> <p>695. Koper</p> <p>696. Mangan</p> <p>697. IJzer</p> <p>698. Natrium</p> <p>699. Kalium</p> <p>700. Fosfaat</p> <p>701. Silica</p> <p>702. Sulfide</p> <p>703. Cyanide</p> <p>704. Fluoride</p> <p>705. Borate</p> <p>706. Chloride</p> <p>707. Sulfate</p> <p>708. Nitrate</p> <p>709. Ammonium</p> <p>710. Nitriet</p> <p>711. Nitraat</p> <p>712. Zwaartepunt</p> <p>713. Hardheid</p> <p>714. Calcium</p> <p>715. Magnesium</p> <p>716. Zink</p> <p>717. Koper</p> <p>718. Mangan</p> <p>719. IJzer</p> <p>720. Natrium</p> <p>721. Kalium</p> <p>722. Fosfaat</p> <p>723. Silica</p> <p>724. Sulfide</p> <p>725. Cyanide</p> <p>726. Fluoride</p> <p>727. Borate</p> <p>728. Chloride</p> <p>729. Sulfate</p> <p>730. Nitrate</p> <p>731. Ammonium</p> <p>732. Nitriet</p> <p>733. Nitraat</p> <p>734. Zwaartepunt</p> <p>735. Hardheid</p> <p>736. Calcium</p> <p>737. Magnesium</p> <p>738. Zink</p> <p>739. Koper</p> <p>740. Mangan</p> <p>741. IJzer</p> <p>742. Natrium</p> <p>743. Kalium</p> <p>744. Fosfaat</p> <p>745. Silica</p> <p>746. Sulfide</p> <p>747. Cyanide</p> <p>748. Fluoride</p> <p>749. Borate</p> <p>750. Chloride</p> <p>751. Sulfate</p> <p>752. Nitrate</p> <p>753. Ammonium</p> <p>754. Nitriet</p> <p>755. Nitraat</p> <p>756. Zwaartepunt</p> <p>757. Hardheid</p> <p>758. Calcium</p> <p>759. Magnesium</p> <p>760. Zink</p> <p>761. Koper</p> <p>762. Mangan</p> <p>763. IJzer</p> <p>764. Natrium</p> <p>765. Kalium</p> <p>766. Fosfaat</p> <p>767. Silica</p> <p>768. Sulfide</p> <p>769. Cyanide</p> <p>770. Fluoride</p> <p>771. Borate</p> <p>772. Chloride</p> <p>773. Sulfate</p> <p>774. Nitrate</p> <p>775. Ammonium</p> <p>776. Nitriet</p> <p>777. Nitraat</p> <p>778. Zwaartepunt</p> <p>779. Hardheid</p> <p>780. Calcium</p> <p>781. Magnesium</p> <p>782. Zink</p> <p>783. Koper</p> <p>784. Mangan</p> <p>785. IJzer</p> <p>786. Natrium</p> <p>787. Kalium</p> <p>788. Fosfaat</p> <p>789. Silica</p> <p>790. Sulfide</p> <p>791. Cyanide</p> <p>792. Fluoride</p> <p>793. Borate</p> <p>794. Chloride</p> <p>795. Sulfate</p> <p>796. Nitrate</p> <p>797. Ammonium</p> <p>798. Nitriet</p> <p>799. Nitraat</p> <p>800. Zwaartepunt</p> <p>801. Hardheid</p> <p>802. Calcium</p> <p>803. Magnesium</p> <p>804. Zink</p> <p>805. Koper</p> <p>806. Mangan</p> <p>807. IJzer</p> <p>808. Natrium</p> <p>809. Kalium</p> <p>810. Fosfaat</p> <p>811. Silica</p> <p>812. Sulfide</p> <p>813. Cyanide</p> <p>814. Fluoride</p> <p>815. Borate</p> <p>816. Chloride</p> <p>817. Sulfate</p> <p>818. Nitrate</p> <p>819. Ammonium</p> <p>820. Nitriet</p> <p>821. Nitraat</p> <p>822. Zwaartepunt</p> <p>823. Hardheid</p> <p>824. Calcium</p> <p>825. Magnesium</p> <p>826. Zink</p> <p>827. Koper</p> <p>828. Mangan</p> <p>829. IJzer</p> <p>830. Natrium</p> <p>831. Kalium</p> <p>832. Fosfaat</p> <p>833. Silica</p> <p>834. Sulfide</p> <p>835. Cyanide</p> <p>836. Fluoride</p> <p>837. Borate</p> <p>838. Chloride</p> <p>839. Sulfate</p> <p>840. Nitrate</p> <p>841. Ammonium</p> <p>842. Nitriet</p> <p>843. Nitraat</p> <p>844. Zwaartepunt</p> <p>845. Hardheid</p> <p>846. Calcium</p> <p>847. Magnesium</p> <p>848. Zink</p> <p>849. Koper</p> <p>850. Mangan</p> <p>851. IJzer</p> <p>852. Natrium</p> <p>853. Kalium</p> <p>854. Fosfaat</p> <p>855. Silica</p> <p>856. Sulfide</p> <p>857. Cyanide</p> <p>858. Fluoride</p> <p>859. Borate</p> <p>860. Chloride</p> <p>861. Sulfate</p> <p>862. Nitrate</p> <p>863. Ammonium</p> <p>864. Nitriet</p> <p>865. Nitraat</p> <p>866. Zwaartepunt</p> <p>867. Hardheid</p> <p>868. Calcium</p> <p>869. Magnesium</p> <p>870. Zink</p> <p>871. Koper</p> <p>872. Mangan</p> <p>873. IJzer</p> <p>874. Natrium</p> <p>875. Kalium</p> <p>876. Fosfaat</p> <p>877. Silica</p> <p>878. Sulfide</p> <p>879. Cyanide</p> <p>880. Fluoride</p> <p>881. Borate</p> <p>882. Chloride</p> <p>883. Sulfate</p> <p>884. Nitrate</p> <p>885. Ammonium</p> <p>886. Nitriet</p> <p>887. Nitraat</p> <p>888. Zwaartepunt</p> <p>889. Hardheid</p> <p>890. Calcium</p> <p>891. Magnesium</p> <p>892. Zink</p> <p>893. Koper</p> <p>894. Mangan</p> <p>895. IJzer</p> <p>896. Natrium</p> <p>897. Kalium</p> <p>898. Fosfaat</p> <p>899. Silica</p> <p>900. Sulfide</p> <p>901. Cyanide</p> <p>902. Fluoride</p> <p>903. Borate</p> <p>904. Chloride</p> <p>905. Sulfate</p> <p>906. Nitrate</p> <p>907. Ammonium</p> <p>908. Nitriet</p> <p>909. Nitraat</p> <p>910. Zwaartepunt</p> <p>911. Hardheid</p> <p>912. Calcium</p> <p>913. Magnesium</p> <p>914. Zink</p> <p>915. Koper</p> <p>916. Mangan</p> <p>917. IJzer</p> <p>918. Natrium</p> <p>919. Kalium</p> <p>920. Fosfaat</p> <p>921. Silica</p> <p>922. Sulfide</p> <p>923. Cyanide</p> <p>924. Fluoride</p> <p>925. Borate</p> <p>926. Chloride</p> <p>927. Sulfate</p> <p>928. Nitrate</p> <p>929. Ammonium</p> <p>930. Nitriet</p> <p>931. Nitraat</p> <p>932. Zwaartepunt</p> <p>933. Hardheid</p> <p>934. Calcium</p> <p>935. Magnesium</p> <p>936. Zink</p> <p>937. Koper</p> <p>938. Mangan</p> <p>939. IJzer</p> <p>940. Natrium</p> <p>941. Kalium</p> <p>942. Fosfaat</p> <p>943. Silica</p> <p>944. Sulfide</p> <p>945. Cyanide</p> <p>946. Fluoride</p> <p>947. Borate</p> <p>948. Chloride</p> <p>949. Sulfate</p> <p>950. Nitrate</p> <p>951. Ammonium</p> <p>952. Nitriet</p> <p>953. Nitraat</p> <p>954. Zwaartepunt</p> <p>955. Hardheid</p> <p>956. Calcium</p> <p>957. Magnesium</p> <p>958. Zink</p> <p>959. Koper</p> <p>960. Mangan</p> <p>961. IJzer</p> <p>962. Natrium</p> <p>963. Kalium</p> <p>964. Fosfaat</p> <p>965. Silica</p> <p>966. Sulfide</p> <p>967. Cyanide</p> <p>968. Fluoride</p> <p>969. Borate</p> <p>970. Chloride</p> <p>971. Sulfate</p> <p>972. Nitrate</p> <p>973. Ammonium</p> <p>974. Nitriet</p> <p>975. Nitraat</p> <p>976. Zwaartepunt</p> <p>977. Hardheid</p> <p>978. Calcium</p> <p>979. Magnesium</p> <p>980. Zink</p> <p>981. Koper</p> <p>982. Mangan</p> <p>983. IJzer</p> <p>984. Natrium</p> <p>985. Kalium</p> <p>986. Fosfaat</p> <p>987. Silica</p> <p>988. Sulfide</p> <p>9</p>										

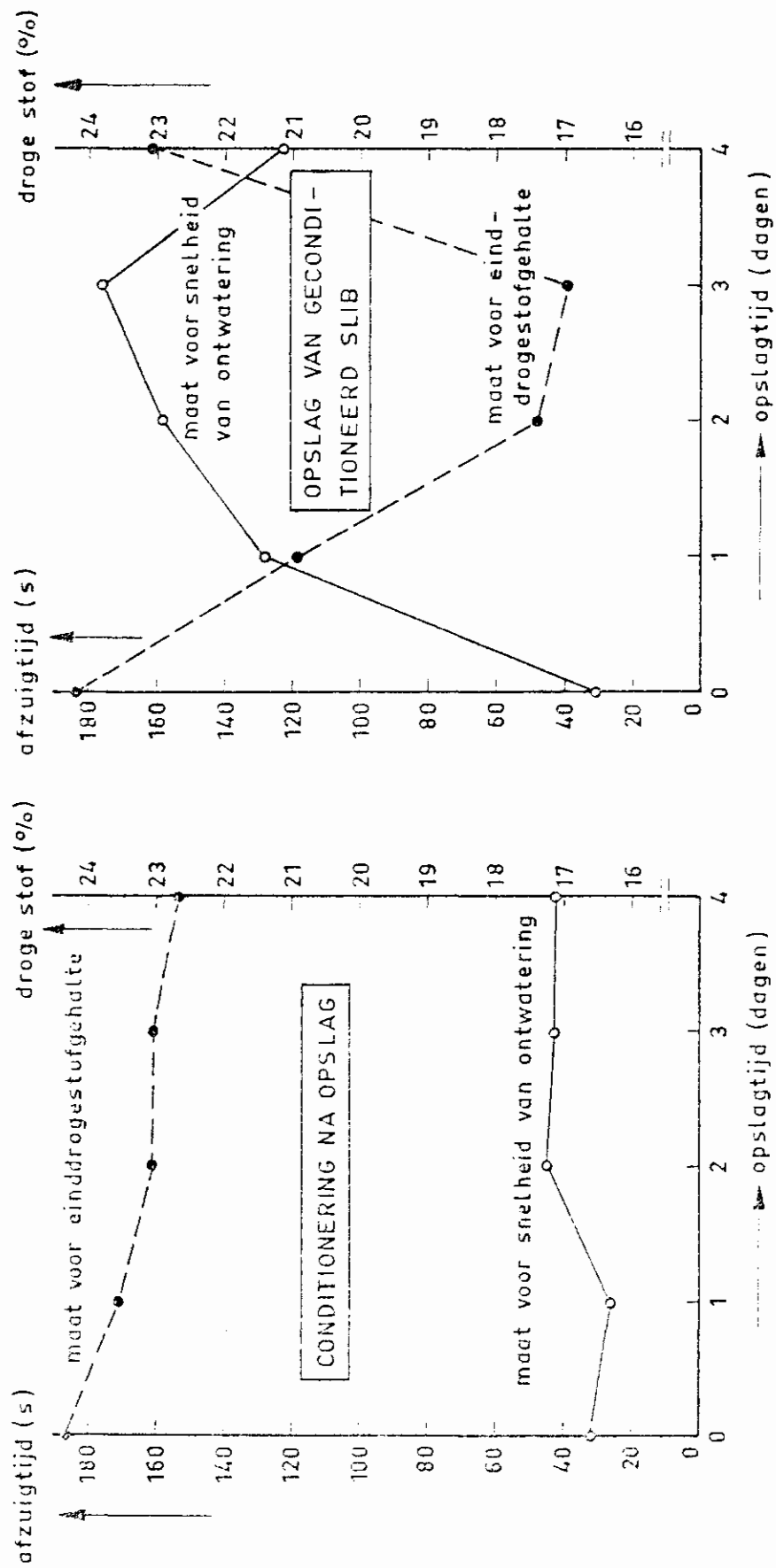


Fig.3. MPT-test bij geconditioneerd ($\text{FeCl}_3/\text{kalk}$) slib van de rzzi. Bunk

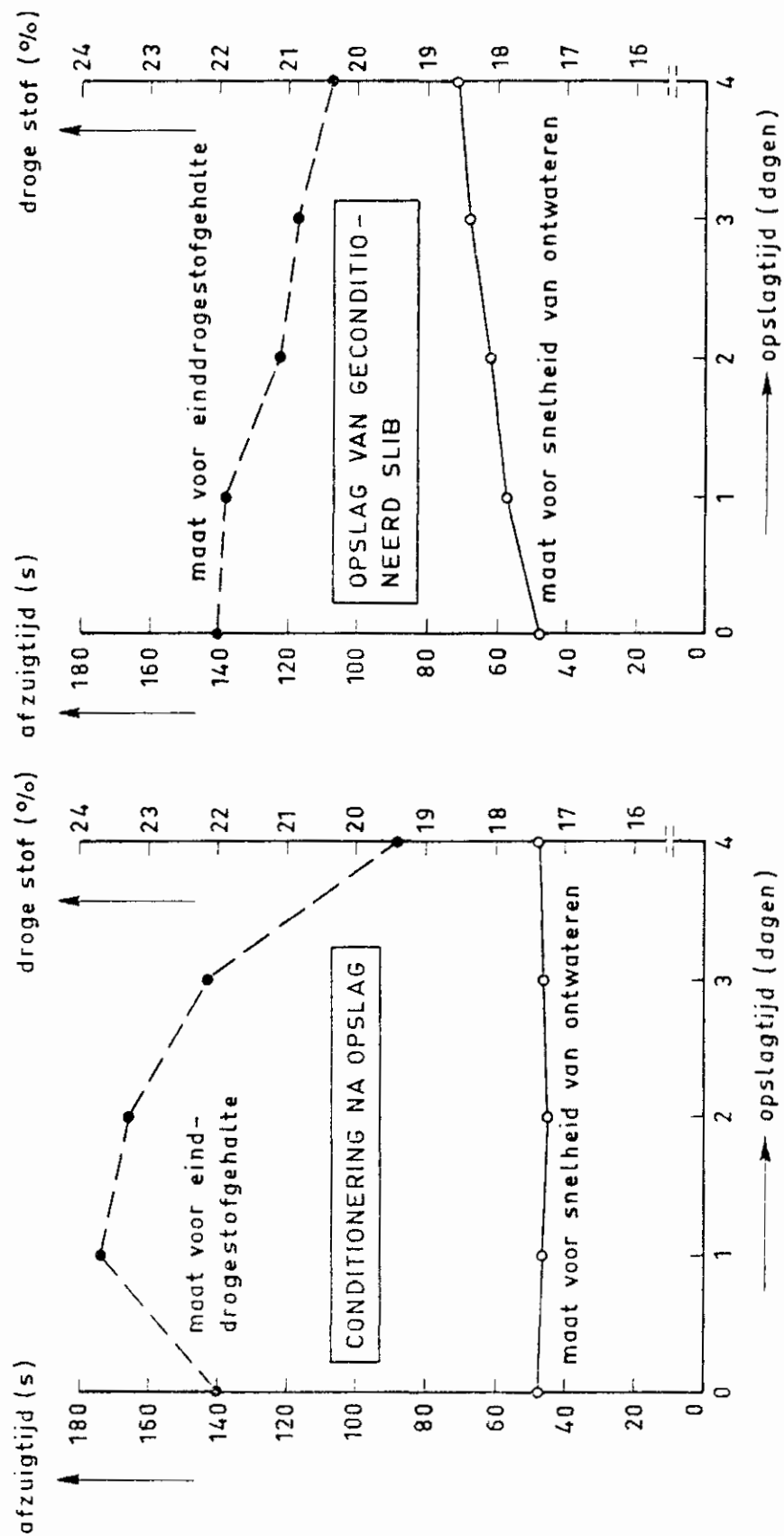


Fig.4. NPT-test bij geconditioneerd ($\text{FeCl}_3/\text{kalk}$) slib van de rwzi Katwijk

LABORATORIUMONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN ONTWATERING VAN SLIB MET EEN ZEEFBANDPERS

In dit hoofdstuk wordt het onderzoek beschreven naar eenvoudige, op het laboratorium uit te voeren, metingen waarmee de conditionering en de ontwatering van aëroob gestabiliseerd slib in de praktijk kan worden gevolgd. Hiertoe is uitgegaan van het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Bunnik dat ter plaatse ontwaterd wordt met een vlakke Klein zeefbandpers van het type 15/3. Er is zowel laboratorium- als praktijkonderzoek uitgevoerd. Het laboratoriumonderzoek omvat de uitvoering van de MFT-test (afzuigtijd en percentage droge stof), de turbiditeitstest, de bentonietproef en een laboratoriumconditioneringstest.

Bij het praktijk-onderzoek is een aantal variabelen in de slibontwatering met de zeefbandpers gewijzigd, te weten bandsnelheid, toerental van de conditionerings- of mengtrommel, het type polyelektrolyt (p.e.) en de dosering van p.e.

Eerst is onderzocht of veranderingen in slibeigenschappen die gemeten worden met de genoemde testen in verband staan met veranderingen in het bereikte einddrogestofgehalte na de zeefbandpers. Vervolgens is onderzocht of de bruikbaarheid van de p.e.'s op laboratoriumschaal kan worden vastgesteld, met andere woorden of p.e.'s op laboratoriumschaal kunnen worden geselecteerd ten behoeve van praktische ontwatering met de betreffende zeefbandpers.

Een vergelijkend onderzoek is op laboratorium- en praktijkschaal uitgevoerd met een zestal verschillende p.e.'s.

4.1 Slibeigenschappen en prestaties van een zeefbandpers (Klein 15/3)

Het einddrogestofgehalte van het slib van de zeefbandpers is afhankelijk van de ontwateringseigenschappen van het slib (beïnvloeding door middel van type en hoeveelheid p.e. en door variatie in mengintensiteit tijdens de conditionering) en het type en de instelling van de zeefbandpers (slibdebiet, bandsnelheid, e.d.).

Variatie van polyelektrolytdosering p.e.

In figuur 5 (p. 19) zijn de resultaten opgenomen van het effect van de variatie van p.e.-dosering op de slibeigenschappen en het einddrogestofgehalte van het slib.

Op twee niveaus van slibdebiet en bandsnelheid is de p.e.-dosering gevarieerd. Deze niveaus zijn $2,8 \text{ m}^3/\text{h}$ bij een bandsnelheid van $0,9 \text{ m/min}$ en $1,4 \text{ m}^3/\text{h}$ bij een bandsnelheid van $0,4 \text{ m/min}$. De eerste instelling (A) is de doorgaans gebruikte; de tweede instelling (B) wordt minder gebruikt, maar levert naar ervaring van de rioolwaterzuiveringsinrichting Bunnik het hoogste drogestofgehalte op.

De p.e.-dosering is gevarieerd tussen 1 en 10 g/kg slib droge stof. Een kwartier tot een half uur na instelling van de gewenste condities werden monsters geconditioneerd slib uit de mengtrommel, filtraat uit te voorontwateringszone en ontwaterd slib van de zeefband genomen. Afhankelijk van de plaats van monstername zijn de monsters onderzocht op MFT (percentage droge stof en afzuigtijd), turbiditeit en drogestofgehalte.

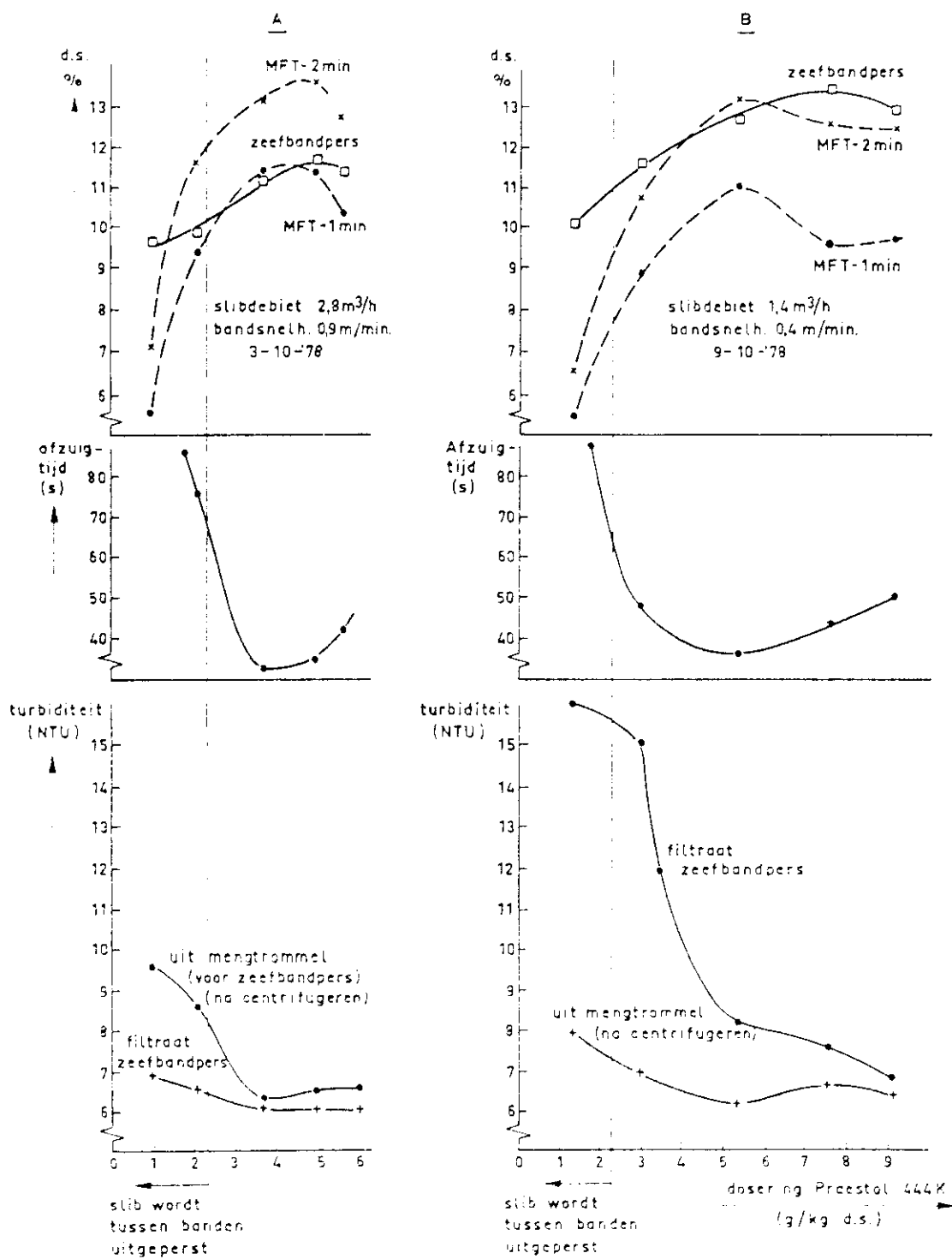


Fig. 5. Invloed van de variatie in polyelektrolyt (Praestol 444 K)

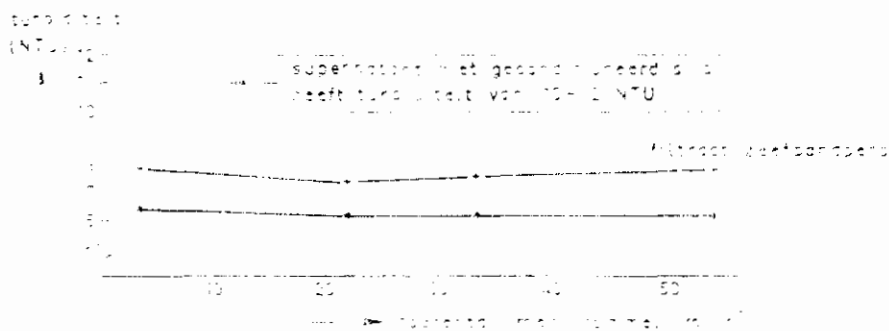
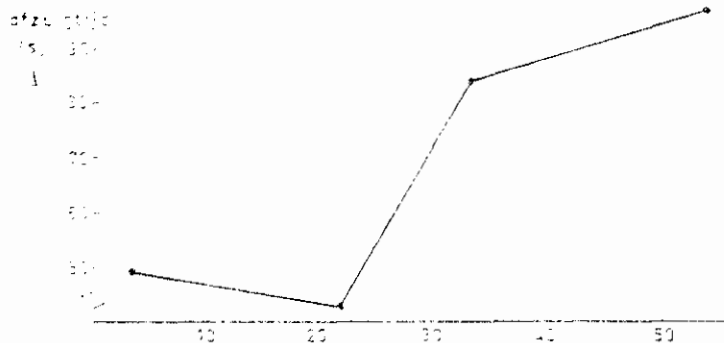
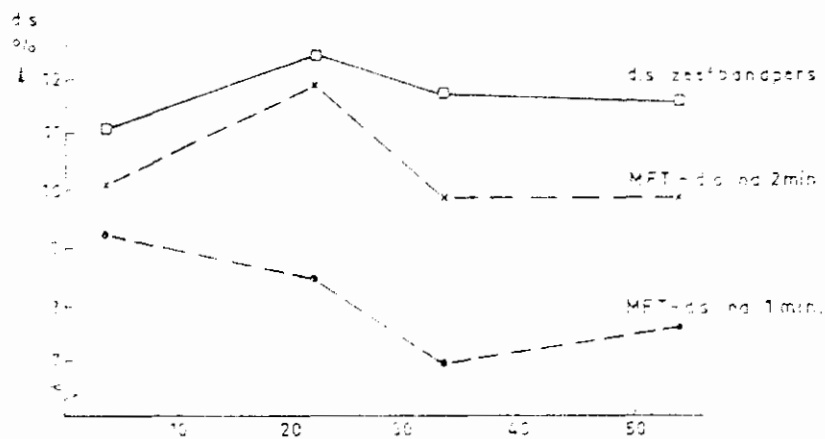


Fig. 6. (a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) (k) (l) (m) (n) (o) (p) (q) (r) (s) (t) (u) (v) (w) (x) (y) (z) (aa) (ab) (ac) (ad) (ae) (af) (ag) (ah) (ai) (aj) (ak) (al) (am) (an) (ao) (ap) (aq) (ar) (as) (at) (au) (av) (aw) (ax) (ay) (az) (ba) (bb) (bc) (bd) (be) (bf) (bg) (bh) (bi) (bj) (bk) (bl) (bm) (bn) (bo) (bp) (bq) (br) (bs) (bt) (bu) (bv) (bw) (bx) (by) (bz) (ca) (cb) (cc) (cd) (ce) (cf) (cg) (ch) (ci) (cj) (ck) (cl) (cm) (cn) (co) (cp) (cq) (cr) (cs) (ct) (cu) (cv) (cw) (cx) (cy) (cz) (da) (db) (dc) (dd) (de) (df) (dg) (dh) (di) (dj) (dk) (dl) (dm) (dn) (do) (dp) (dq) (dr) (ds) (dt) (du) (dv) (dw) (dx) (dy) (dz) (ea) (eb) (ec) (ed) (ee) (ef) (eg) (eh) (ei) (ej) (ek) (el) (em) (en) (eo) (ep) (eq) (er) (es) (et) (eu) (ev) (ew) (ex) (ey) (ez) (fa) (fb) (fc) (fd) (fe) (ff) (fg) (fh) (fi) (fj) (fk) (fl) (fm) (fn) (fo) (fp) (fq) (fr) (fs) (ft) (fu) (fv) (fw) (fx) (fy) (fz) (ga) (gb) (gc) (gd) (ge) (gf) (gg) (gh) (gi) (gj) (gk) (gl) (gm) (gn) (go) (gp) (gq) (gr) (gs) (gt) (gu) (gv) (gw) (gx) (gy) (gz) (ha) (hb) (hc) (hd) (he) (hf) (hg) (hh) (hi) (hj) (hk) (hl) (hm) (hn) (ho) (hp) (hq) (hr) (hs) (ht) (hu) (hv) (hw) (hx) (hy) (hz) (ia) (ib) (ic) (id) (ie) (if) (ig) (ih) (ii) (ij) (ik) (il) (im) (in) (io) (ip) (iq) (ir) (is) (it) (iu) (iv) (iw) (ix) (iy) (iz) (ja) (jb) (jc) (jd) (je) (jf) (jg) (jh) (ji) (jj) (jk) (jl) (jm) (jn) (jo) (jp) (jq) (jr) (js) (jt) (ju) (jv) (jw) (jx) (jy) (jz) (ka) (kb) (kc) (kd) (ke) (kf) (kg) (kh) (ki) (kj) (kk) (kl) (km) (kn) (ko) (kp) (kq) (kr) (ks) (kt) (ku) (kv) (kw) (kx) (ky) (kz) (la) (lb) (lc) (ld) (le) (lf) (lg) (lh) (li) (lj) (lk) (ll) (lm) (ln) (lo) (lp) (lq) (lr) (ls) (lt) (lu) (lv) (lw) (lx) (ly) (lz) (ma) (mb) (mc) (md) (me) (mf) (mg) (mh) (mi) (mj) (mk) (ml) (mm) (mn) (mo) (mp) (mq) (mr) (ms) (mt) (mu) (mv) (mw) (mx) (my) (mz) (na) (nb) (nc) (nd) (ne) (nf) (ng) (nh) (ni) (nj) (nk) (nl) (nm) (nn) (no) (np) (nq) (nr) (ns) (nt) (nu) (nv) (nw) (nx) (ny) (nz) (oa) (ob) (oc) (od) (oe) (of) (og) (oh) (oi) (oj) (ok) (ol) (om) (on) (oo) (op) (oq) (or) (os) (ot) (ou) (ov) (ow) (ox) (oy) (oz) (pa) (pb) (pc) (pd) (pe) (pf) (pg) (ph) (pi) (pj) (pk) (pl) (pm) (pn) (po) (pp) (pq) (pr) (ps) (pt) (pu) (pv) (pw) (px) (py) (pz) (qa) (qb) (qc) (qd) (qe) (qf) (qg) (qh) (qi) (qj) (qk) (ql) (qm) (qn) (qo) (qp) (qq) (qr) (qs) (qt) (qu) (qv) (qw) (qx) (qy) (qz) (ra) (rb) (rc) (rd) (re) (rf) (rg) (rh) (ri) (rj) (rk) (rl) (rm) (rn) (ro) (rp) (rq) (rr) (rs) (rt) (ru) (rv) (rw) (rx) (ry) (rz) (sa) (sb) (sc) (sd) (se) (sf) (sg) (sh) (si) (sj) (sk) (sl) (sm) (sn) (so) (sp) (sq) (sr) (ss) (st) (su) (sv) (sw) (sx) (sy) (sz) (ta) (tb) (tc) (td) (te) (tf) (tg) (th) (ti) (tj) (tk) (tl) (tm) (tn) (to) (tp) (tq) (tr) (ts) (tt) (tu) (tv) (tw) (tx) (ty) (tz) (ua) (ub) (uc) (ud) (ue) (uf) (ug) (uh) (ui) (uj) (uk) (ul) (um) (un) (uo) (up) (uq) (ur) (us) (ut) (uu) (uv) (uw) (ux) (uy) (uz) (va) (vb) (vc) (vd) (ve) (vf) (vg) (vh) (vi) (vj) (vk) (vl) (vm) (vn) (vo) (vp) (vq) (vr) (vs) (vt) (vu) (vv) (vw) (vx) (vy) (vz) (wa) (wb) (wc) (wd) (we) (wf) (wg) (wh) (wi) (wj) (wk) (wl) (wm) (wn) (wo) (wp) (wq) (wr) (ws) (wt) (wu) (wv) (ww) (wx) (wy) (wz) (xa) (xb) (xc) (xd) (xe) (xf) (xg) (xh) (xi) (xj) (xk) (xl) (xm) (xn) (xo) (xp) (xq) (xr) (xs) (xt) (xu) (xv) (xw) (xx) (xy) (xz) (ya) (yb) (yc) (yd) (ye) (yf) (yg) (yh) (yi) (yj) (yk) (yl) (ym) (yn) (yo) (yp) (yq) (yr) (ys) (yt) (yu) (yv) (yw) (yx) (yy) (yz) (za) (zb) (zc) (zd) (ze) (zf) (zg) (zh) (zi) (zj) (zk) (zl) (zm) (zn) (zo) (zp) (zq) (zr) (zs) (zt) (zu) (zv) (zw) (zx) (zy) (zz)

tigt. Dit komt overeen met de metingen aan de zeeflampjes zelf, dat wil zeggen met de gemeten waarden van het droogstofgehalte van het zeefbaar silt. Uit de turbiditeitsmetingen kan in dit geval geen optimaal percentage van de mengtrommel worden afgeleid. Dit is te zien aan de lijn, waarmee het verloop van de turbiditeit (NTU) en het percentage van de mengtrommel wordt aangegeven (figuur 1, p. 11).

Het blijkt daarbij van de NTU-test te getuigen bij het optimaal instellen van het percentage van de mengtrommel.

4.1. Verscheiden methoden van slijfanalyse

Uit het voorgaande is gebleken dat eenvoudige laboratoriumtesten zoals de IFT- en de turbiditeitsmetingen kunnen worden gebruikt als behoeve van de slijfwatering met een zeeflampje. Voor de slijfwatering is het verbruik een bepaald silt van groot belang. Het is op de markt zijnde p.e.-stoffen worden onderzocht. Hierbij kunnen de genoemde laboratoriumtesten eveneens worden gebruikt. Het is daarbij wel te danken dat ook de conditionering op het labo-niveau wordt uitgevoerd. Tot dusverre werd uitsluitend het geconditioneerde silt uit de mengtrommel (praktijk) onderzocht. Om te verifiëren dat het afkruisje van de laboratoriumconditionering daadwerkelijk andere conditioneringsovereenkomst heeft dan het silt afkomstig van de praktische conditionering. Dit de mengtrommel, moet de laboratoriumconditionering zoveel mogelijk op de praktische conditionering worden afgesteld.

Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat de laboratoriumconditionering goed uitvoerbaar is. In een afzonderlijk verslag van een onderzoekende partij een overzicht van 1970-1971.

De praktijk is daarbij als variabel te nemen en een goede overeenstemming te bereiken tussen het droogstofgehalte van de IFT-test en laboratorium- respectievelijk praktische conditionering.

4.2. IFT-test

Bij het onderzoek naar de invloed van het percentage p.e. op de slijfwatering van silt van de slijfwaterenleveringsfaciliteit bleek daarbij een aantal p.e.'s gebruikt. Zij vertegenwoordigen het verschil in het percentage kationen (positief geladen) en anionen. Het silt met het laagste percentage kationen wordt gebruikt. Deze zijn de onderzochte typen: Standaard, Tabel 1 heeft hiervan een overzicht. Behalve de merken A, B, C en D betreffende p.e. is het gebruik van een specifiek silt van de leveringsfaciliteit en de praktijk. Het is in tabel 1 vermeld.

merknaam van het conditioneeringsmiddel	percentage kationen geladen groepen	IFT-test resultaat
Practisch 444 H	100	A
Practisch 422 C	100	B
Practisch 411 F	100	C
Practisch A 731	731	D
Superfina C 454	454	E
Merck 100 859	"100"	F

Tabel 1. Onderzoek naar de invloed van het percentage p.e. op de slijfwatering van de slijfwateren

*percentage kationen

Uitvoering

Bij het laboratoriumonderzoek werd het slib volgens de standaardmethode geconditioneerd, terwijl bij het praktijkonderzoek de conditionering zoals te doen gebruikelijk in de mengtrommel plaatsvond. Slib, afkomstig van de laboratoriumconditionering, werd onderzocht op MFT-afzuigtijd, MFT-drogestofgehalte, turbiditeit en bentonietuitvloeking. De laatste test geeft een indruk van het restgehalte aan p.e. in de waterfase. Slib uit de mengtrommel (praktijkconditionering) werd direct daarna ontwaterd op de zeefbandpers. Van het ontwaterde zeefbandslib werd het drogestofgehalte bepaald. Met het filtraat afkomstig uit de voorontwateringszone van de pers werden turbiditeitsmetingen alsmede de bentonietproef uitgevoerd.

Meetresultaten van zowel laboratoriumexperimenten als praktijkexperimenten werden vervolgens onderling vergeleken. Hierbij werden rangorden in bruikbaarheid van de onderzochte p.e.'s vastgesteld. Deze rangorden zijn uiteindelijk vergeleken met de rangorde zoals die bij het gebruik van de verschillende p.e.'s op de zeefbandpers naar voren kwam. Bij het bepalen van deze rangorde is het bereikte drogestofgehalte van het ontwaterde zeefbandslib als criterium aangehouden.

Resultaten

In tabel 6 (p. 24) is een samenvattend overzicht gegeven van de resultaten van het onderzoek.

De goede resultaten voor wat betreft de werking van de p.e.'s A en E zijn bij de MFT-test duidelijk. De overige p.e.'s B, C en F zijn matig tot slecht, terwijl ten aanzien van p.e. D geen duidelijke uitspraak mogelijk is.

Uit de kwalificatie van de onderzochte p.e.'s, die op grond van diverse bepalingsmethoden tot stand kwam, blijkt dat de MFT-test van "lab. geconditioneerd" slib (drogestofgehalte MFT) en de turbiditeitstest uitgevoerd met filtraat uit de voorontwateringszone van de zeefbandpers het beste bij de praktijk aansluiten.

Dat deze beide testen uit het onderzoek als zeer bruikbaar naar voren komen, valt ook af te leiden uit de figuren 6 en 7 (pagina 25) waarin respectievelijk het MFT-drogestofgehalte van het "lab. geconditioneerde" slib en de turbiditeit van het filtraat van de voorontwateringszone van de zeefbandpers tegen het drogestofgehalte van het "zeefbandslib" zijn uitgezet.

Figuur 6 illustreert duidelijk dat de p.e.'s A en E als beste naar voren komen, terwijl de p.e.'s C en F als slecht worden gekwalificeerd. Met uitzondering van p.e. D liggen de punten nagenoeg op een rechte lijn. Dit geeft de goede overeenkomst aan die gevonden is tussen het drogestofgehalte op laboratorium- en praktijkschaal.

Figuur 7 geeft een overeenkomstig beeld te zien. Ook hier valt een duidelijk verband tussen het drogestofgehalte van het "zeefbandslib" en de turbiditeit van het filtraat van de zeefbandpers te zien.

Een lage turbiditeit correspondeert met een hoog drogestofgehalte van het "zeefbandslib" (A, D en E), een hoge turbiditeit met een laag drogestofgehalte (F en C).

test	test uitgevoerd met	laboratorium of praktijk	kwalificatie onderzochte p.e.'s				geen duidelijke uitspraak voor p.e.
			goed	goed tot matig	matig tot slecht	slecht	
cl. s.	"zeelbandslib"	praktijk	A, D, E	B	F	C	
gef. cl. s. -A/F gef. cl. s. -A, E	"lab. gecond." slib	lab.	A, E A, E		B, C, F	C	D B, D, F
	gecond. slib	praktijk		A, E	B, F	D, C	
	niet mengtremmel		A	E	C	D, F	B
turbiditeits- test	"lab. gecond." slib	lab.	goed		matig	slecht	
	supernatant						
	7,5 p.p.e. filtraat		A, B, D, E		F	C	
	7,5 p.p.e. filtraat van zeelbandpers 8,5%	praktijk	A, B, D, E		F	C	
			A, B, D, E		F	C	

Tabel 6. Selectie van polyelektrolyten volgens verschillende methoden ten behoeve van het slib van de Azzi-Bunnik

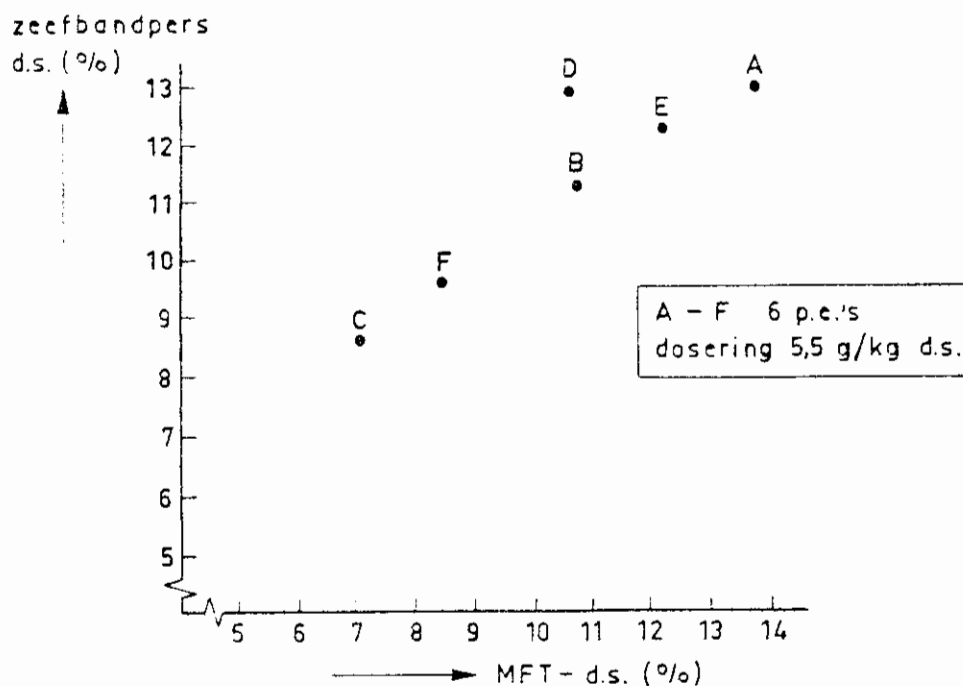


Fig. 6. Einddrogestofgehalte van het slib in de praktijk en volgens de MFT-test

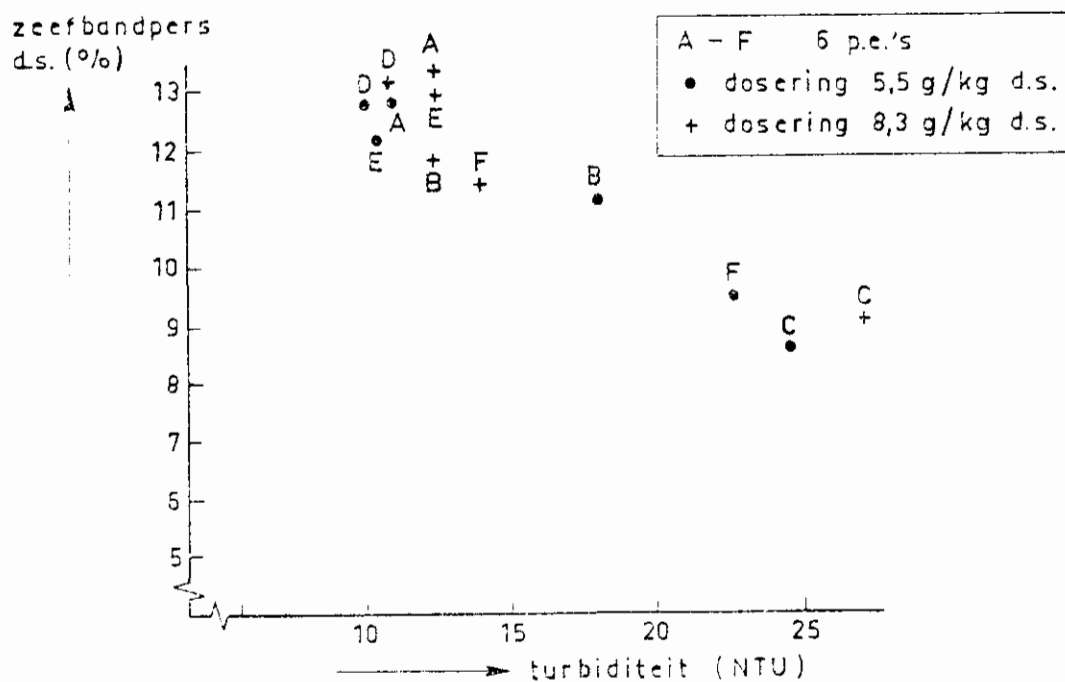


Fig. 7. Einddrogestofgehalte van het slib in de praktijk en turbiditeit van het filtraat (voorontwateringszone)

Overmaat aan polyelektrolyt

De bentonietproef geeft informatie over de interactie van p.e. met slib. Hoe beter de interactie hoe lager het gehalte aan p.e. in de waterfase zal zijn. Bij toenemende p.e.-dosering neemt bij een constante conditioneringstijd het gehalte aan p.e. in de waterfase toe. Bij toename van de conditioneringstijd bij een constante p.e.-dosering neemt de p.e.-concentratie in de waterfase af en de turbiditeit neemt veelal toe als gevolg van grotere afbraak van de slibvlokken. Afbraak van de slibvlok betekent een toename van het aangrijpingsoppervlak voor p.e. ofwel een betere verdeling van het p.e. over het slib. Het totale proces van de noodzakelijke verdeling van p.e. over de slibdeeltjes en de onvermijdelijke mechanische afbraak van de slibvlokken is vrij complex. Hierbij komt nog het verschil in de conditioneringswijze op laboratoriumschaal en in de diverse praktijkopstellingen. Het is aannemelijk dat het bereiken van een hoog drogestofgehalte een zekere overmaat aan p.e. ofwel de aanwezigheid van p.e. in het filtraat dient in te houden. Het is nog niet geheel duidelijk hoe groot de overmaat aan p.e. in de waterfase dient te zijn. Vrij zeker lijkt deze waarde te moeten liggen op $\leq 20 - 30$ mg p.e./l wat inhoudt dat ongeveer 10 - 15% van het toegevoerde p.e. in de waterfase aanwezig zal zijn.

Conclusies

- . Het drogestofgehalte van de MFT-test staat in direct verband met het drogestofgehalte dat met de gebruikte zeefbandpers wordt bereikt. Dit blijkt bij het aanbrengen van veranderingen in ontwateringseigenschappen van het slib door middel van conditioneringswijze (roerintensiteit), type of hoeveelheid polyelektrolyt.
- . Vooral de MFT-test (drogestofgehalte en afzuigtijd), maar ook de turbiditeit en de bentonietproef zijn goed bruikbaar bij de selectie van polyelektrolyten en bieden goede mogelijkheden om de ontwatering met zeefbandpersen te optimaliseren. De metingen zijn eenvoudig uit te voeren.
- . Uit vergelijkend onderzoek met zes verschillende polyelektrolyten blijkt dat, zodra de turbiditeit van het lekwater van de zeefbandpers toeneemt, het bereikte drogestofgehalte afneemt.
- . Van de gebruikte polyelektrolyten zijn de soorten met de hoogste gehalten aan positief geladen groepen het meest geschikt voor het onderzochte type slib.
- . Indien de keuze van een of meer polyelektrolyten vastligt, biedt de turbiditeit van het lekwater van de voorontwateringszone de beste perspectieven als regelgrootheid voor de polyelektrolytdosering.
- . Het is opvallend hoe weinig het einddrogestofgehalte van de koek van de zeefbandpers te beïnvloeden is. Dit geldt zowel voor de onderlinge verschillen bij de drie beste polyelektrolyten, de hoeveelheid polyelektrolyt als voor de instelling van de machinevariabelen. Dit wijst op een beslissende invloed van het uitgangsslib en van het gebruikte type zeefbandpers op het eindresultaat (drogestofgehalte).

SELECTIE VAN POLYELEKTROLYTEN TEN BEHOEVE VAN DE VERWERKING VAN SLIB MET VERSCHILLENDE TYPEN ZEEFBANDPERSEN

Na de succesvolle resultaten die met het slib van de rwzi Bunnik bereikt zijn, zijn vervolgens de slibben van de rwzi's Oisterwijk, Oyen (Oss), Lelystad, Bunschoten en Nieuw-Lekkerland onderzocht. Het betreft hier een verdere studie naar de mogelijkheden om p.e.'s te selecteren voor de verwerking van aëroob gestabiliseerd slib op verschillende typen zeefbandpersen. Het onderzoek is uitgevoerd als een momentopname (eenmalig), waarbij uitsluitend laboratoriumtesten, voornamelijk MFT en turbiditeit, werden uitgevoerd. Als variabelen bij het laboratoriumonderzoek, in casu de conditionering op laboratoriumschaal, zijn gebruikt: het type p.e., de p.e.-dosering en de roertijd of roerintensiteit. Behalve het selecteren van veel gebruikte p.e.'s op hun bruikbaarheid biedt het onderzoek de mogelijkheid om de ontwateringseigenschappen van een aantal slibben en/of typen zeefbandpersen te vergelijken en om eventuele voorstellen te doen in de richting van een verbeterde werkwijze.

Bij het onderzoek is gestreefd naar variatie in type zeefbandpers en type p.e. . Het slibtype (aëroob gestabiliseerd slib) is daarentegen bewust niet gevarieerd; uiteraard wel de herkomst van het onderzochte slibtype. Enkele relevante gegevens zijn opgenomen in tabel 7, p. 28).

De typen zeefbandpersen met zigzagvormige banden werken bij hogere persdrukken (tot ca. 7 bar) dan de vlakke persen. Hierdoor kunnen hogere drogestofgehalten worden gehaald dan bijvoorbeeld met de Klein (15/3) vlakke zeefbandpers mogelijk is. De MFT-test wordt met behulp van een Büchnertrichter uitgevoerd bij een persdruk van 0,5 bar. De verkregen drogestofgehalten komen in absolute zin goed overeen met de praktijkresultaten van de Klein (15/3) vlakke pers (zie 4.2).

Deze overeenkomst bestaat niet in absolute zin ten aanzien van de andere persen (hogere persdruk), maar wel in relatieve zin. Selectie van p.e.'s blijkt namelijk goed mogelijk op een lager niveau van drogestofgehalten. Aanpassing van de MFT-test aan elke specifieke situatie is uiteraard mogelijk, zij het dat de meest aantrekkelijke eigenschap van de MFT-test, de eenvoud van de uitvoering, dan verdwijnt. Het primaire doel is immers te komen tot een bruikbare en eenvoudige testmethode.

5.1 Karakterisering en vergelijking van slibben

Het nut van een karakteriseringsmethode ten behoeve van de ontwatering van slib met een zeefbandpers is tweërlei. Enerzijds kan in vergelijkbare praktijksituaties (zelfde type zeefbandpers) worden aangegeven in hoeverre slechtere ontwateringsresultaten kunnen worden toegeschreven aan van "nature" slechte ontwateringseigenschappen van het slib dan wel aan andere oorzaken (type p.e., bedrijfsvoering). Anderzijds kan van een onbekend slib een voorspelling gedaan worden over de mogelijk te verwachten bedrijfsresultaten.

rwzi	cap. (i.e.)	slibbelasting BZV/kg d.s. dag	type zeefbandpers	type poly- elektrolyt	dosering g/kg d.s.	praktijk % d.s.
Bunnik	30.000	0,05	Klein (15/3)-vlak	Praestol 444 K	5-7	ca. 12,5
Bunschoten	30.000	0,05	Klein (15/3)-vlak	Praestol K 270FI	2-4	ca. 10 [*] (12)
Oisterwijk	55.000	0,05	Klein-S 15	Zetag 63	ca. 4	ca. 17
Lelystad	80.000	0,035	Bellmer-Winkel-2	Sedipur CF 900	ca. 4,5	ca. 16,5
Oss (Oyen)	300.000	0,07	Bellmer-Winkel-2	Praestol 436 K	ca. 10	ca. 16
Nieuw- Lekkerland	9.500	0,045	Willmes Cont.	Sedipur CF 900	3-4	ca. 19

Tabel 7. Gegevens over rwzi's, type zeefbandpers, p.e.-verbruik en drogestofgehalten

* Ten tijde van onderzoek 10%, meestal 12%.

In dit onderzoek is als standaard p.e. Praestol 444 K genomen. Uit de verkregen resultaten is figuur 8 samengesteld. In deze figuur is voor verschillende slibben het percentage droge stof van de MFT-test uitgezet tegen de p.e.-dosering. De lijnen in de figuur hebben betrekking op de volgende uitgangspunten:

- drogestofgehalte van de onderzochte slibben 31-37 g/l
- condities MFT-test: 0,5 bar; 10 minuten
- type p.e.: Praestol 444 K
- roertijd bij laboratoriumconditionering: optimaal (maximaal drogestofgehalte bij roertijdvariatie van 10 tot 110 s).

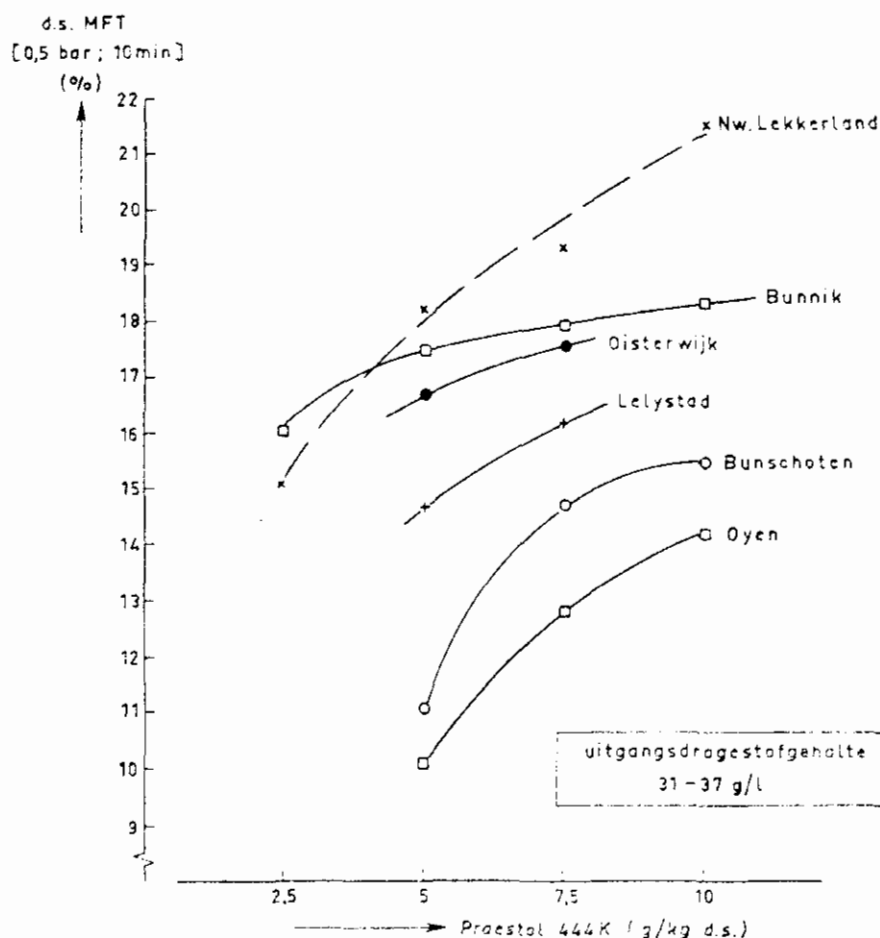


Fig. 8. Drogestofgehalte van de MFT-test en dosering van Praestol 444 K na conditionering bij optimale roertijd.

Figuur 8 maakt het mogelijk de onderzochte slibben onderling te vergelijken. Duidelijk is bijvoorbeeld te zien dat de ontwateringseigenschappen van het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Nieuw-Lekkerland aanmerkelijk beter zijn dan die van het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Oyen.

Dit is in overeenstemming met de praktijk (tabel 7) waar bij lagere p.e.-doseringen slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Nieuw-Lekkerland tot een hoger drogestofgehalte wordt ontwaterd dan slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Oyen. Overigens moet hierbij wel worden opgemerkt dat het type zeefbandpers verschilt.

Wanneer een onbekend slib een ontwateringskarakteristiek vertoont die bijvoorbeeld ligt tussen die van het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Bunnik en die van het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Oisterwijk kan op basis van de gegevens van tabel 7 worden voorspeld dat overeenkomstige resultaten zijn te verwachten met de op genoemde rioolwaterzuiveringsinrichtingen in gebruik zijnde typen zeefbandpers respectievelijke p.e.'s.

Uitbreiding van figuur 8 met de gegevens van andere slibben zal de gebruikswaarde voor de praktijk beduidend vergroten.

5.2 Vergelijking van laboratoriumresultaten met de praktijk

In tabel 8 is een volledig overzicht gegeven van de onderzochte p.e.'s en de gebruikte codes. In de tabel is tevens aangegeven welke 5 p.e.'s bij het onderzoek van elke slibsoort zijn gebruikt. Daaraan zijn de p.e.'s toegevoegd die bij een bepaalde rioolwaterzuiveringsinrichting gebruikt worden.

code	naam	% positief geladen groepen**	leverancier	opmerkingen
* A	Praestol 444 K	100	Stockhausen	standaard p.e.
* B	" 423 K	50	"	
* C	" 411 K	25	"	
* D	" A751	75	"	
E	Superfloc C 454	70	Cyanamid	
* F	Hercofloc 359	"hoog"	Hercules	
G1	Zetag 63	?	Allied Colloid	
G2	Praestol 433 K	80%	Stockhausen	
H	Sedipur CF 900	"hoog"	BASF	
K	Praestol K270 FL	90%	Stockhausen	identiek aan Praestol 444 K
L	Praestol 436 K	90%	Stockhausen	

Tabel 8. Overzicht polyelektrolysen

* in elk onderzoek gebruikte p.e.'s

** volgens opgave van leverancier

De evaluatie van de praktijkresultaten en de laboratoriumresultaten heeft betrekking op het vergelijken van het drogestofgehalte van het slib van de zeefbandpers en het drogestofgehalte van de MFT-test. Tijdens het onderzoek zijn verschillende series van MFT-metingen (condities: 0,5 bar, 10 minuten) uitgevoerd, te weten:

- serie a : onderzoek aan slib uit menginstallatie - praktijkconditionering.
- serie b : onderzoek aan slib na laboratoriumconditionering met in de praktijk gebruikte type p.e. en p.e.-dosering bij optimale roertijd.
- serie c : onderzoek aan slib na laboratoriumconditionering met beste p.e. volgens laboratoriumonderzoek bij praktijk p.e.-dosering en optimale roertijd.

De resultaten van genoemde MFT-metingen zijn vermeld in tabel 9. In deze tabel zijn boven de streep enkele gegevens over de slibconditionering en ontwatering op de beschouwde rwzi opgenomen. Onder de streep zijn het drogestofgehalte van de MFT-test en het drogestofgehalte van het zeefbandslib vermeld. De tussen haakjes geplaatste aanduiding correspondeert met de codering van de p.e.'s uit tabel 8.

omschrijving \ rwzi	Oisterwijk	Oyen	Lelystad	Bunschoten	Nieuw-Lekkerland
type zeefbandpers	Klein - 5	Bellmer	Bellmer	Klein vlak	Willmes
slibdebiet (m ³ /h)	7,5	10,5	10,0	3,3	2,2
" (kg d.s./m h)	170	225	180	80	70
ontwateringstijd (min)	6 - 8	2 - 3	3 - 4	2	6 - 7
polyelektrolyt-dosering (g/ kg d.s.)	ca 4	ca 10	4 - 5	2 - 4	3 - 4
type polyelektrolyt	G1	L	H	K	H
d.s. zeefbandslib Z	16,9	16,3	16,5	9,6	18,9
serie a MFT-Z d.s. praktijkconditionering met praktijk p.e. (code)	12,9 (G1)	11,0 (D)	14,0 (H)	9,4 (K)	15 (H)
serie b MFT-Z d.s. laboratoriumconditionering met praktijk p.e. (code)	11,8 (G1)	13,4 (L)	14,2 (H)	9,7 (K)	15 (H)
serie c MFT-Z d.s. laboratoriumconditionering met beste p.e. (code)	16,7 (A)	14,2 (A)	14,7 (L)	9,7 (K)	15 (A)

Tabel 9. Vergelijking van einddrogestofgehalte van zeefbandslib en drogestofgehalte van MFT-test.

Uit de tabel volgt dat met uitzondering van het slib van de rwzi Bunschoten de resultaten van de MFT-test van serie a lager zijn dan de einddrogestofgehalten in de praktijk. De verklaring hiervoor is reeds eerder in dit hoofdstuk gegeven. De met de zeefbandpersen van de typen Klein - S, Bellmer en Willmes toegepaste druk is aanzienlijk groter dan de bij de MFT-test toegepaste druk van 0,5 bar. De reden dat de MFT-test desondanks bij een druk van 0,5 bar is uitgevoerd is reeds besproken. Voor de rioolwaterzuiveringsinrichtingen Bunschoten en Bunnik, die beide met een vlakke Klein zeefbandpers zijn uitgerust, blijkt het drogestofgehalte van de MFT-test ongeveer gelijk aan het drogestofgehalte van het zeefbandslib te zijn. Deze persen werken bij een geringe persdruk en een relatief korte verblijftijd van het slib.

Onderlinge vergelijking van de bereikte MFT-resultaten geeft het volgende interessante beeld te zien.

- Met uitzondering van het slib van de rwzi Oyen blijkt het drogestofgehalte van serie a nagenoeg gelijk aan dat voor serie b te zijn. Voor slib van de rwzi Oyen is er een duidelijk verschil. Het drogestofgehalte van serie b is hoger dan van serie a. Het verschil tussen serie a en serie b is dat slib en p.e. (in beide gevallen gelijk) anders gemengd zijn; serie a heeft betrekking op slib uit de menginstallatie, serie b op slib uit de laboratoriumconditionering. Uit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat verbetering van de menging in de onderhavige praktijksituatie tot verhoging van het drogestofgehalte van het zeefbandslib kan leiden. Dit dient echter op praktijkschaal te worden geverifieerd.
- Met uitzondering van het slib van de rwzi Oisterwijk blijken de resultaten van serie b tenaastebij gelijk te zijn aan die van serie c. Bij slib van de rwzi Oisterwijk is het drogestofgehalte van serie c duidelijk hoger dan dat van serie b. Het verschil tussen serie c en serie b is dat slib weliswaar op dezelfde wijze is geconditioneerd (zelfde menging) maar dat een verschillend p.e. is gebruikt; serie b op basis van het p.e. van de rwzi en serie c op basis van het beste p.e. volgens het laboratoriumonderzoek. Aangezien bij het slib van de rwzi Oisterwijk serie c beter uitkomt dan serie b, betekent dit dat in Oisterwijk niet het beste p.e. met het oog op het bereikbare drogestofgehalte van het slib is gebruikt. Ook dit kan eventueel nader worden geverifieerd.

Uit voorgaande beschouwing blijkt het mogelijke nut van laboratoriummetingen voor de praktijk. Immers op betrekkelijk snelle en eenvoudige wijze worden aanwijzingen verkregen die kunnen leiden tot een verbeterde werkwijze zoals het beter mengen van slib en p.e. en de keuze van een beter p.e.

Roschtaandacht bij conditionering

In het voorgaande is gesteld dat het vergelijken van slibben op basis van het drogestofgehalte van de MFT-test dient te geschieden bij optimale roertijd.

Het belang van het roeren of de menging van polyelektrolyt en slib kan met behulp van figuur 9 duidelijk worden gemaakt. De figuur is samengesteld uit de resultaten van MFT-metingen waarbij de roertijd tijdens de laboratoriumconditionering is gevarieerd.

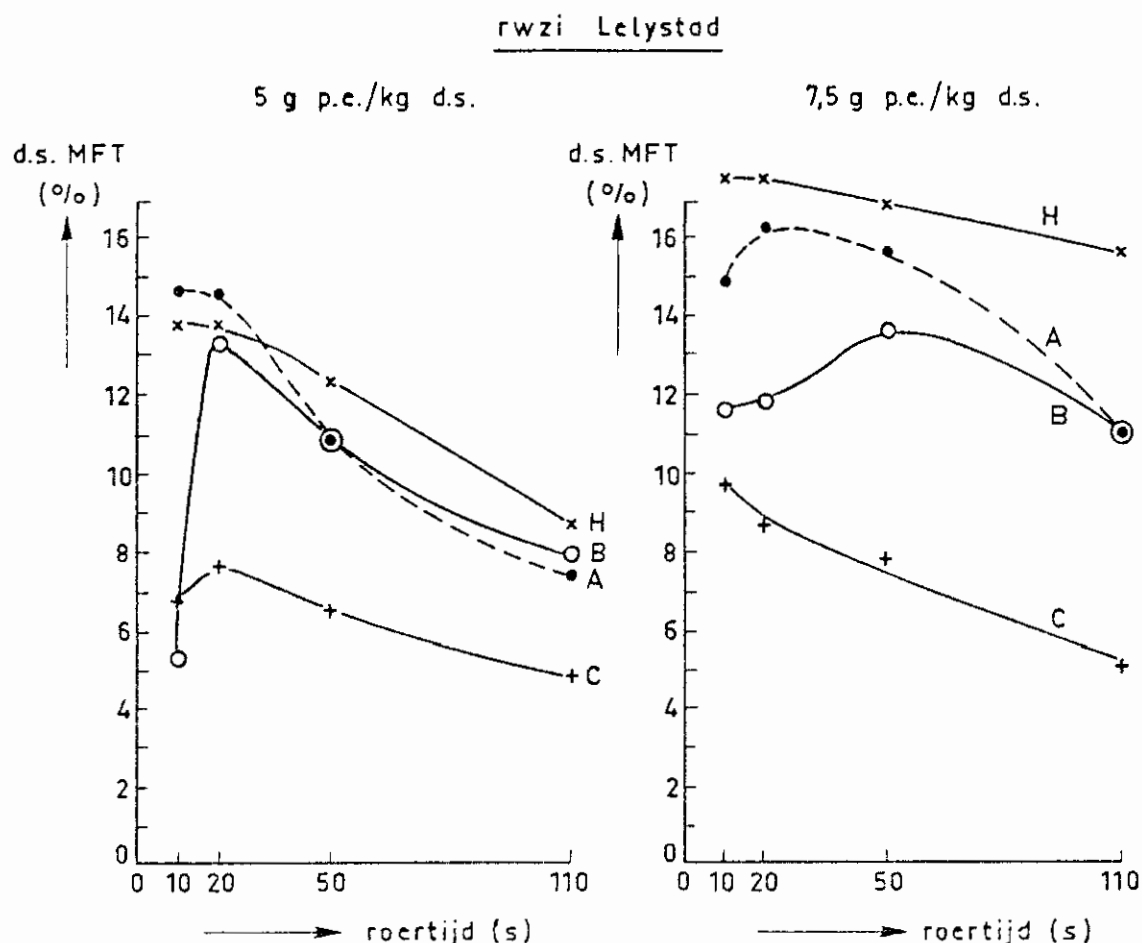


Fig. 9. Invloed van de roertijd bij de conditionering op de ontwatering (slib van de rwzi Lelystad)

In de figuur is voor de p.e.'s A, B, C en H bij de doseringen 5 en 7,5 g/kg droge stof de MFT-waarde van op het laboratorium geconditioneerd slib uitgezet tegen de roertijd (in seconden). Het toerental van de standaardroerder waarmee de laboratoriumconditionering werd uitgevoerd bedroeg 1000 omwentelingen per minuut. Dit toerental is niet gevarieerd. De figuur laat zien dat er een optimale roertijd bestaat. Deze blijkt afhankelijk van het type p.e. en de p.e.-dosering te zijn.

Selectie van polyelektrolyten op basis van MFT-waarden

Met behulp van de verkregen meetresultaten, in het bijzonder uit de waarden van de MFT, gemeten voor de verschillende slibben bij diverse typen p.e. en p.e.-doseringen, kunnen de p.e.'s worden geselecteerd.

De gebruikte selectiecriteria zijn:

- > 90% van het maximaal bereikte drogestofgehalte van de MFT-test
→ p.e. is goed
- 80 - 90% van het maximaal bereikte drogestofgehalte van de MFT-test
→ p.e. is matig
- < 80% van het maximaal bereikte drogestofgehalte van de MFT-test
→ p.e. is slecht

Het maximaal bereikte drogestofgehalte van de MFT-test van het op het laboratorium geconditioneerde slib geeft de hoogste waarde aan die voor een bepaald slib bij één bepaalde p.e.-dosering werd bereikt. Het type p.e. waarmee de hoogste waarde werd bereikt wordt dus gekwalificeerd als zijnde goed evenals het p.e. of de p.e.'s waarmee een drogestofgehalte van > 0,9 van de hoogste waarde werd verkregen.

In tabel 9 is het resultaat van de selectie samengevat.

rwzi	p.e. g/kg d.s.	basis MFT - % d.s.			praktijk p.e.
		goed	matig	slecht	
Oisterwijk	5	AD	BCD	CFGH	G
	7,5	A	BCD	CFGH	
Oyen	5	AB	D	C	L
	7,5	AL	BD	CF	
	10	AL	C	BDF	
Lelystad	2,5	BH	AD		H
	5	ABDH		CF	
	7,5	AH	D	BCF	
Bunschoten	5	AK	BD	CF	K
	7,5	AK	D	BCF	
Nieuw- Lekkerland	2,5	ABDEH		C	H
	5	ABDH	F	C	
	7,5	ADH			
Bunnik	2,5	AD	BCF	F	AH
	5	AE	F	BCE	
	7,5	AE	F	BCE	
	10	AE	BF	BC	

Tabel 9. Evaluatie van de onderzochte polyelektrolyten op een aantal slibben

Uit de tabel is zonder meer te zien welke van de onderzochte p.e.'s

voor de onderzochte aëroob gestabiliseerde slibben tot de goede en welke tot de slechte gerekend moeten worden. Tevens is te zien (vergelijk kolom 3 en kolom 6) dat met uitzondering van de rioolwaterzuiveringsinrichting Oisterwijk op alle rioolwaterzuiveringsinrichtingen voor de ontwatering van het desbetreffende slib goede p.e.'s worden gebruikt. De tabel geeft daarnaast andere voor de praktijk nuttige informatie weer. Het blijkt namelijk dat er in veel gevallen meer p.e.'s voor wat betreft de ontwaterbaarheid goed blijken te voldoen. Bij de keuze uit meer mogelijkheden zullen behalve verbetering van de ontwaterbaarheid andere aspecten zoals kostprijs en de hanterbaarheid van het produkt (oplossen) een rol spelen.

De tabel laat tevens zien dat een aantal p.e.'s over een groot gebied (met betrekking tot de dosering) goed bruikbaar is. Het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Nieuw-Lekkerland heeft goede ontwateringseigenschappen en geeft met vrijwel elke p.e. goede resultaten. Zelfs met een voor aëroob gestabiliseerd slib slecht p.e. als F geeft het slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Nieuw-Lekkerland nog redelijke resultaten.

5.3 Fysisch-chemisch onderzoek naar de werking van polyelektrolyten op aëroob gestabiliseerd slib

Zuiveringsslib heeft na indikking een drogestofgehalte van 3-4% en bevat voornamelijk organisch materiaal (60-80%). Naast vlokken met een diameter van enkele tienden millimeters bevat het zuiveringsslib ook slibfragmenten. De slibfragmenten manifesteren zich o.a. als lichtverstrooiend materiaal in het supernatant van zuiveringsslib. De lichtverstrooiing kan naast visuele waarneming (turbiditeit) gemeten worden met een turbiditeits- of troebelheidsmeter. De turbiditeit is groter naarmate de concentratie aan lichtverstrooiende fragmenten hoger is. Het is aannemelijk dat bij uitpersen van zuiveringsslib de slibfragmenten in de waterfase van het slib de poriën in het zuiveringsslib verstoppen. Dit leidt tot een verminderde afvoer van water en dus tot een slibkoek met een lager drogestofgehalte. De relatie tussen de turbiditeit van het filtraat van de zeefbandpers en het drogestofgehalte van de slibkoek werd duidelijk gevonden bij het zuiveringsslib uit Bunnik. Een hogere turbiditeit van het filtraat correspondeert met een lager drogestofgehalte van de slibkoek. Daarnaast neemt bij toenemende p.e.-dosering de turbiditeit van het filtraat af. De meting van de turbiditeit van het filtraat van de zeefbandpers kan gesimuleerd worden door de meting van de turbiditeit van filtraat van een zeefbandfilter (laboratoriumopstelling). Beide metingen geven dezelfde werkingsvolgorde van zes p.e.'s.

De aanwezigheid van p.e.'s in filtraat kan aangetoond worden met de bentonietproef. Het p.e. in het filtraat veroorzaakt uitvlokking van de bentoniet suspensie. In deze paragraaf worden de resultaten van de p.e.-werking weergegeven door genoemde testen, op zuiveringsslibben van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen Oisterwijk, Oyen, Lelystad, Bunschoten en Nieuw-Lekkerland vermeld. Per zuiveringsslib is minimaal de werking van zes p.e.'s onderzocht.

Selectie van polyelektrolyten op basis van turbiditeit

De werking van diverse p.e.'s is in tabel 10 aangegeven met een notatie lopende van goed naar slecht op basis van de gemeten turbiditeiten. De vermelde gegevens betreffen de laboratoriummetingen die uitgevoerd zijn met de p.e.-dosering, die gelijk is aan of dicht bij de praktijkdosering van het betreffende slib ligt.

rwzi	dosering g/kg d.s.	categorie of rangorde p.e.*							praktijk p.e.
		goed → slecht							
Oisterwijk	5	B (22)	A (34)	G2 (41)	D (41)	<u>G1</u> (46)	F (46)	C (74)	G1
Oyen	10	<u>L</u> (22)	D (25)	A (41)	B (44)	F (52)	C (160)		L
Lelystad	5	<u>H</u> (36)	D (45)	B (51)	F (73)	A (78)	C (100)		H
Bunschoten	5	A (250)	<u>K</u> (240)	D (590)	B (730)	F (800)	C (850)		K
Nieuw- Lekkerland	5	B (52)	<u>H</u> (58)	F (58)	D (59)	A (69)	C (91)		H

Tabel 10. Selectie of rangorde van polyelektrolyten op basis van turbiditeitsmetingen (laboratoriumconditionering 20 s roeren)

* letter = code p.e.; tussenhaakjes turbiditeitswaarden (NTU).

Uit de rangorde in deze tabel blijkt dat de interactie van de p.e.'s C en F met diverse slibben slecht is, terwijl voor de andere p.e.'s, afhankelijk van het slib, een goede of matige interactie met het slib kan worden verkregen. Met uitzondering van het slib van de rwzi Oisterwijk blijkt, dat het in de praktijk gebruikte p.e. vooraan in de rangorde van goed naar slecht te vinden is. Op basis van dit resultaat mag worden gesteld dat bij de overige rwzi's met een goed of vrij goed gekozen p.e. wordt gewerkt, maar dat daarnaast nog andere p.e.'s in beschouwing kunnen worden genomen b.v. Nieuw-Lekkerland (2, 7, 8), Bunschoten (A), Lelystad (D, E) en Oyen (D).

Genoemde alternatieven leveren bij de turbiditeitsmetingen waarden op die niet sterk verschillen. De relatie tussen turbiditeit en bereikbaar drogestofgehalte is nog moeilijk in zijn algemeenheid te kwantificeren, zodat volstaan moet worden met een indicatie.

Het is eveneens niet mogelijk om de turbiditeit van de diverse slibben onderling te vergelijken om daarmede een uitspraak te doen over de kwaliteit of verwerkbaarheid (karakterisering) van de slibben.

Overmaat aan polyelektrolyten

Het onderzoek met de bentonietproef aan de slibben van de rwzi's Bunschoten, Lelystad, Nieuw-Lekkerland, Oisterwijk en Oss leidt tot analoge resultaten en beschouwingen als bij het onderzoek aan het slib van de rwzi Bunnik (zie hoofdstuk 4.2). Voor selectie van p.e.'s leent de bentonietproef zich minder goed dan de MFT-test of de turbiditeit. Uit de test blijkt dat voor het bereiken van een hoog drogestofgehalte een zekere overmaat aan p.e., ofwel de aanwezigheid van p.e. in het filtraat, gegeven moet worden. Het is nog niet geheel duidelijk hoe groot de overmaat aan p.e. in de waterfase moet zijn. Vrij zeker lijkt deze waarde te moeten liggen op $\leq 20 - 30$ mg p.e./l, wat inhoudt dat ongeveer 10 - 15% van het toegevoerde p.e. in de waterfase aanwezig zal zijn.

Conclusies

- . Slibben kunnen worden gekarakteriseerd, voor wat betreft hun ontwateringsmogelijkheden op zeefbandpersen, met behulp van een laboratoriumconditionering bij een aantal doseringen van Praestol 444K waarbij het percentage droge stof van de MFT-test wordt bepaald. Dit schept de mogelijkheid om op eenvoudige wijze slibben onderling te vergelijken, uitspraken te doen over de verkregen ontwateringsresultaten bij bestaande installaties en prognoses te geven over de ontwateringsmogelijkheden van andere "onbekende" slibben.
- . Op eenvoudige wijze kunnen polyelektrolyten worden geselecteerd ten behoeve van de ontwatering van aëroob gestabiliseerd slib op zeefbandpersen. Voor de onderzochte slibben blijkt keuze uit een aantal goed werkende polyelektrolyten mogelijk. Selectie op meer gronden dan uitsluitend de werkzaamheid kan worden overwogen. In dit verband kan worden gedacht aan de kostprijs en aan de hanteerbaarheid van het polyelektrolyt bij het aanmaken van de gebruiksooplossing.
- . Een variabele mengtijd bij het conditioneren is belangrijk. De optimale mengtijd is afhankelijk van het type polyelektrolyt en de gebruikte dosering.

LITERATUUR

1. Voorkomen en bestrijden van licht slib; de rol van de biosorptie
STORA, Rijswijk 1981.
2. Slibontwatering; slibeigenschappen en eigenschappen van ontwaterings-
apparatuur (literatuur)
STORA, Rijswijk 1981.

