

NN31050.83-1

1983-01

stora

Slibontwatering

5. Filterpersen - slibkarakterisering en optimaal gebruik van anorganische chemicaliën (Onderzoek)

Bibliotheek STOWA

stowa

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

serie: thema zuiveringstechniek
Slibontwatering en slibbehandeling

83-1

32/01/03-1

stora

postbus 414, 2280 AK rijswijk

☎ 070 - 980.287

stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

str. winston churchill-laan 273

BIBLIOTHEEK DE HAAFF

Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE Wageningen

2 DEC 2003

Slibontwatering

**5. Filterpersen – slibkarakterisering en optimaal gebruik
van anorganische chemicaliën
(Onderzoek)**

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.

1702742



0000 0928 9220

<u>Inhoud</u>	1 - 11
Ten geleide	111
1 SAMENVATTING	1
2 INLEIDING	2
3 ONTWATERING VAN SLIB MET FILTERPERSEN	3 - 4
3.1 Mechanisme van conditionering van slib met $\text{FeCl}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$	3
3.2 Werkwijze in de praktijk	3 - 4
4 AARD EN OPZET VAN HET ONDERZOEK	5
4.1 Uitgangspunten	5
4.2 Opzet	5
5 ONDERZOEK NAAR METHODEN VOOR LABORATORIUMCONDITIONERING EN SLIBKARAKTERISERING	6 - 12
5.1 Inleiding	6 - 7
5.2 Standaardroerder - $\text{FeCl}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$ (1 1)	7 - 8
5.3 'Jar-test'-apparaat - $\text{FeCl}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$ (1 1)	8 - 10
5.4 COST-voorschrift - FeCl_3 (0,25 1)	10 - 12
5.5 Discussie	12
6 SLIBKARAKTERISERING EN PRAKTIJKRESULTATEN	13 - 20
6.1 Parameters	13 - 14
6.2 Werkwijze	14 - 16
6.3 Relatie tussen karakterisering en praktijkresultaten	17
6.4 Gebruik van de karakteriseringsmethode	17 - 20
7 BEPALING VAN DE BENODIGDE HOEVEELHEID CHEMICALIËN	21 - 24
7.1 Methode	21 - 22
7.2 Vergelijking van laboratoriumresultaten met de praktijk	23 - 24
8 FYSISCH-CHEMISCH ONDERZOEK	25 - 27
8.1 Bepaling van de opnamecapaciteit voor ijzer en calcium	25 - 26

8.2	Buffercapaciteit van geconditioneerd slib	26 - 27
9	LITERATUUR	28
	Bijlagen	29 - 41
	1. Overzicht van filterpersen voor de ontwatering van chemisch geconditioneerd slib (1982)	29
	2. Eigenschappen van technisch geconditioneerd slib	30
	3. Bepaling van de benodigde hoeveelheid $\text{FeCl}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$ voor slibben van een achttal rwzi's	31 - 41

Ten geleide

Bij de ontwatering van zuiveringsslib is steeds sprake van een compromis tussen de kwaliteit van het uitgangsmateriaal, het droge-stofgehalte van het eindproduct 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 is uitgevoerd in de onderdelen:

- literatuuronderzoek naar de aard van de waterbinding in zuiverings-slib (deel 1);
- inventarisatie van het verband tussen slibeigenschappen en de resultaten van slibverwerkingsapparatuur (deel 2);
- optimalisering van de ontwatering met zeefbandpersen, als functie van de slibstabilisatie (aëroob of anaëroob), het type en de hoeveelheid polyelektrolyt (deel 3, twee rapporten). Op basis van deze twee rapporten is een handleiding (deel 4) samengesteld om de resultaten van dit onderzoek voor de praktijk van alle dag te ontsluiten;
- optimalisering van het verbruik aan anorganische chemicaliën, het einddrogestofgehalte en het verband daartussen bij ontwatering met filterpersen.

Het laatstgenoemde deelonderzoek bestaat uit het toetsen en ontwikkelen van laboratoriummethoden om deze optimalisering te kunnen bewerkstelligen (het voorliggende rapport) en een handleiding voor de praktijk (deel 6).

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

Rijswijk, februari 1983.

De directeur van de STORA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

★

De Onderzoekadviescommissie, die tot dit project adviseerde, bestond uit: prof.ir. A.C.J. Koot (voorzitter), drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff (secretaris) en dr.ir. H.J. Eggink, prof.dr. P.G. Fohr, ir. R. Karper, ir. C.H. Kuggeleijn, ir. J.S. Kuyper, ir. Th.G. Martijn, ir. H.A. Meijer, ir. H.M.J. Scheltinga, dr.ir. D.W. Scholte Ubink, ir. J. van Selm, ir. M. Tiessens, drs. A.A. Wismeijer (leden).

1 SAMENVATTING

Bij slibconditionering met anorganische stoffen worden altijd twee chemicaliën gebruikt, in Nederland meestal FeCl_3 en Ca(OH)_2 . Voor dit laatste wordt veelal uitgegaan van CaO dat voor gebruik geblust wordt.

Het voorliggende onderzoek is gericht op optimalisering van het verbruik aan bovengenoemde conditioneringsmiddelen, het einddrogestofgehalte van het slib en de samenhang daartussen.

Daarbij is gezocht naar mogelijkheden om deze optimalisering op laboratoriumschaal uit te voeren; vervolgens is nagegaan in hoeverre de uitkomsten op deze schaal overdraagbaar zijn naar de praktijk.

Conditionering en karakterisering op laboratoriumschaal blijken goed uitvoerbaar met de standaardroerder. De andere onderzochte methoden bieden ten opzichte hiervan geen voordelen. Bovendien blijkt deze werkwijze ook geschikt om de optimale hoeveelheid chemicaliën vast te stellen.

Hiertoe worden de dosering van zowel FeCl_3 -(2.5, 5, 7.5, 10 gew. %) als van Ca(OH)_2 -(10, 20, 40, 60 gew. %) gevarieerd. Als ontwateringsparameters worden daarbij bepaald: MFT-% droge stof, afzuigtijd, CST en pH.

Het optimum ligt bij een combinatie van FeCl_3 en Ca(OH)_2 die gelijktijdig voldoet aan de volgende voorwaarden: $\text{pH} \geq 12$, afzuigtijd $\leq 100\text{S}$, MFT $\geq 21\%$ droge stof, bij een zo laag mogelijke CST.

De uitkomsten van het laboratoriumonderzoek stemmen goed overeen met de resultaten op technische schaal. Dit blijkt uit onderzoek aan slib van acht verschillende rioolwaterzuiveringsinrichtingen.

Fysisch-chemische metingen aan de opnamecapaciteit van slib voor ijzer en kalk tonen eveneens een goede overeenkomst tussen laboratoriumuitkomsten en praktijkschaal.

Tenslotte is de buffercapaciteit van slib op technische schaal bepaald. Deze is meestal groter dan 100 mmol HCl per liter slib. Bepaling van deze buffercapaciteit is een mogelijkheid voor een snelle controle op de kalkdosering.

Op een groot aantal rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) in Nederland wordt het zuiveringsslib mechanisch ontwaterd alvorens een verdere verwerking of afzet van dat slib plaatsvindt. Bij de mechanische ontwatering van slib worden thans en zullen mogelijk ook in de toekomst vooral zeefbandpersen en filterpersen worden toegepast.

Na literatuurstudies over de aard van de waterbinding in slib¹ en de relatie tussen slibeigenschappen en prestaties van slibverwerkingsapparatuur² is optimalisering van slibontwatering met zeefbandpersen onderzocht en gerapporteerd³. Dit heeft tevens geresulteerd in een handleiding voor selectie en gebruik van polyelektrolyten bij verwerking van slib met zeefbandpersen⁴.

In dit onderzoek wordt aandacht geschonken aan het optimaliseren van de conditionering van slib met anorganische chemicaliën in relatie tot de verwerking van slib met filterpersen.

In 1981 waren 12 rwzi's in Nederland voorzien van filterpersen die een gezamenlijke verwerkingscapaciteit van 4,2 miljoen inwoner-equivalenten (i.e.'s) hadden. Per i.e. wordt per jaar voor enkele guldens aan chemicaliën verbruikt. Een op zichzelf geringe vermindering van het verbruik aan chemicaliën zal echter, gezien het grote aantal i.e.'s, aanzienlijke besparingen opleveren. Naast dit rapport bestaat een praktische handleiding⁶ met voorschriften voor optimale verwerking van slib met filterpersen in de praktijk. Daarin zal worden aangegeven hoe de verwerkingsmogelijkheid van slib met filterpersen kan worden vastgesteld.

3 ONTWATERING VAN SLIB MET FILTERPERSEN

Bij het conditioneren van slib met anorganische chemicaliën worden altijd twee chemicaliën gebruikt. In Nederland zijn dit meestal FeCl_3 en $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Veelal wordt uitgegaan van CaO dat voor het gebruik wordt geblust. De toepassing van afvalkalk is eveneens mogelijk. Op één rwzi wordt thans AlCl_3 gebruikt in plaats van FeCl_3 . Dit onderzoek is gericht op het gebruik van FeCl_3 en $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

3.1 Mechanisme van conditionering van slib met $\text{FeCl}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$

Bij toevoeging van FeCl_3 -oplossing daalt de pH van het uitgangsslib (ca. 7) tot lage waarden (3-5). Hierbij worden, afhankelijk van de pH, twee- en driewaardige ijzerhydroxy- (H_2O) - en ijzerhydroxyl- (OH^-) -complexen gevormd die polymeriseren. Deze positief geladen verbindingen interfereren met de negatief geladen carboxylgroepen in de slibdeeltjes. Het colloïdale materiaal van het slib wordt hierbij uitgevlokt, waardoor de ontwatering van slib beter kan plaatsvinden. Het colloïdale materiaal verstopt namelijk de waterafvoerkanalen in het slib. De aldus gevormde tere slibvlokken kunnen nog niet als zodanig worden verwerkt in filterpersen. Hiertoe dient de pH met behulp van calciumhydroxyde te worden verhoogd tot 12 of meer. Het positieve Ca-ion vormt namelijk de schakel tussen het bij hoge pH negatief geladen ijzerhydroxydepolymeer en het negatief geladen slibdeeltje. Hierdoor ontstaat een stevige slibvlok die goed verwerkbaar is op filterpersen.

Bij verhoging van de pH ontwijkt in zekere mate NH_3 . Ook wordt daarbij CaCO_3 en CaSO_4 gevormd. De aanwezigheid van relatief veel (bi)carbonaat of het gebruik van ijzer(II)sulfaat als conditioneringsmiddel beïnvloedt het conditioneringsproces in negatieve zin; er wordt dan teveel CaCO_3 en/of CaSO_4 gevormd. Van de toegevoegde hoeveelheid Ca^{2+} is dan een kleinere hoeveelheid werkzaam bij de feitelijk conditionering van slib. In dit licht gezien is het duidelijk dat pH-verhoging met behulp van NaOH niet effectief werkt. Het gaat immers om de brugfunctie van het calciumion.

Bij een pH kleiner dan 11,5 worden vrij kwetsbare slibvlokken gevormd die slecht bestand zijn tegen mechanische krachten. Bij $\text{pH} \geq 12,2$ is (theoretisch) vast $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aanwezig, hetgeen inhoudt dat dan meer dan voldoende kalk is toegevoegd.

3.2 Werkwijze in de praktijk

Bij het conditioneren van slib in de praktijk worden verschillende werkwijzen en roertijden aangehouden na toevoeging van FeCl_3 en na toevoeging van $\text{Ca}(\text{OH})_2$, al of niet gevolgd door na-indikking van het aldus geconditioneerde slib. De invloed van opslag van geconditioneerd slib op het bereikbare drogestofgehalte is reeds bestudeerd³. In dit onderzoek zijn relatief korte conditioneringstijden toegepast, waarna het slib direct is onderzocht op de diverse ontwateringsparameters.

Bij toepassing van filterpersen is het eindpunt van de filtratie afhankelijk van veel (praktijk)factoren (figuur 1).

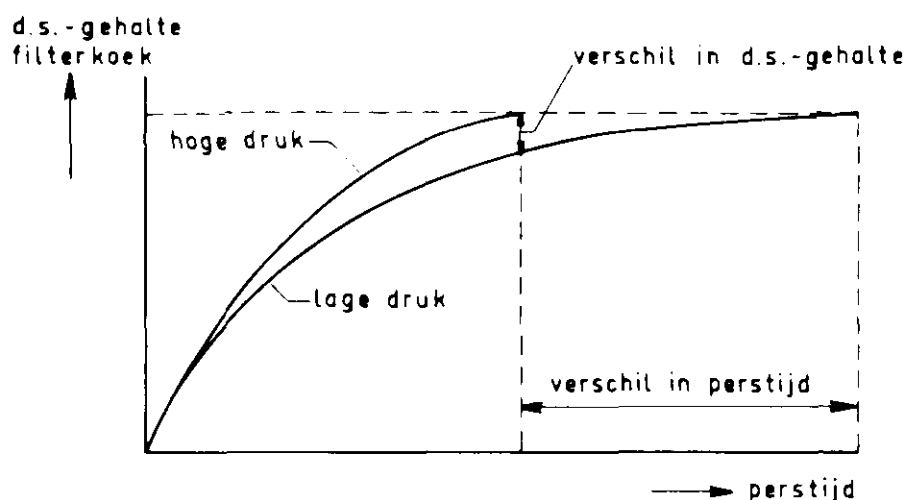


Fig. 1. Het verband tussen drogestofgehalte en perstijd

Het einddrogestofgehalte van de filterkoek is afhankelijk van de eigenschappen van het uitgangsmateriaal (slib) vóór conditionering, de hoeveelheid chemicaliën (soms 50% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ten opzichte van het uitgangsdrogestofgehalte), de persdruk en de perstijd. Soms moet ernaar gestreefd worden aan bepaalde eisen van het einddrogestofgehalte te voldoen⁷; de perstijd is dan niet doorslaggevend. Soms moet een bepaalde, grote hoeveelheid slib in een korte tijd worden verwerkt. De volumetrische verwerkingscapaciteit wordt dan zo hoog gekozen dat nog een redelijk drogestofgehalte gehaald kan worden, waarbij de koek nog goed van de filterplaten loslaat.

Deze aspecten illustreren dat slibben met dezelfde basiseigenschappen op twee verschillende rwzi's of in twee verschillende perioden op eenzelfde rwzi niet altijd op dezelfde wijze zullen worden ontwaterd. Bij de interpretatie van de resultaten van het karakteriseringsonderzoek en de vergelijking met de praktijkresultaten dient hiermede rekening te worden gehouden.

4 AARD EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

4.1 Uitgangspunten

Het onderzoek beoogt het optimaliseren van de verwerking van slib met filterpersen uit te voeren met behulp van eenvoudige methoden die niet-gecompliceerde laboratoriumapparatuur vereisen. Bij voorkeur zal aansluiting moeten worden gevonden bij bestaande of reeds eerder ontwikkelde methoden voor laboratoriumconditionering en slibkarakterisering^{3,4,5}. Ook zullen de karakteriseringsmethoden goed moeten aansluiten bij de gangbare praktijk in Nederland. Karakterisering met FeCl_3 alleen (COST-voorschrift⁶) wordt wel beschouwd en geëvalueerd, doch de praktijkcombinatie $\text{FeCl}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$ verdient bij het karakteriseringsonderzoek op laboratoriumschaal de voorkeur.

4.2 Opzet

Bij het onderzoek valt de nadruk op het optimaliseren van de conditionering en karakterisering van slib met $\text{FeCl}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$ in samenhang met de praktijkresultaten van filterpersen.

In het eerste deel van het onderzoek worden de laboratoriumconditionerings- en slibkarakteriseringsmethoden nagegaan die het best bruikbaar zijn in de praktijk. Op basis van verzamelde informatie over hoeveelheid chemicaliën, perstijd en drogestofgehalte van de filterkoek zijn drie slibben gekozen met, naar verwachting, uiteenlopende kwaliteiten (uitgegist slib - rwzi Nieuwgraaf, aëroob gestabiliseerd slib - rwzi Katwijk, vers slib - rwzi Mierlo).

In het tweede deel van het onderzoek zijn de beste karakteriserings- en conditioneringsmethoden toegepast op slibben van een achttal rwzi's waar thans met filterpersen wordt ontwaterd. Op deze wijze kan een samenhang van karakteriseringsgegevens met bedrijfsresultaten worden verkregen.

Bijlage I geeft een overzicht van de thans in Nederland aanwezige filterpersen.

5 ONDERZOEK NAAR METHODEN VOOR LABORATORIUMCONDITIONERING EN SLIB-KARAKTERISERING

5.1 Inleiding

De eigenschappen van de technisch geconditioneerde slibben van de rwzi's Katwijk, Mierlo en Nieuwgraaf en de bijbehorende praktijkresultaten zijn als referenties genomen om de onderzochte methoden van conditionering en karakterisering te kunnen beoordelen. Het overzicht van de metingen aan technisch geconditioneerd slib en andere gegevens zijn opgenomen in tabel 1.

praktijk	KATWIJK afzuigfilterpers		MIERLO afzuigfilterpers		NIEUWGRAAF afzuigfilterpers	
	dosering opgave	dosering het onderzoek	dosering opgave	dosering het onderzoek	dosering opgave	dosering het onderzoek
dosering FeCl ₃ /Al ₂ (SO ₄) ₃ (gew.%)	10/50	10/34	17/40	17/30	7,25	6,25
perstijd [min.]	120	90	120	120	75-90	90
persdruk [bar]	12	13	13	13	15	15
filterkoek droge stof [%]	33	38	33	36	40	37,5
eigenschappen van technisch geconditioneerd slib						
droge stof [%]	42		36		39	
pu	12,0		11,5		11,5	
afzuigtijd [min.]	35		35		40	
MFT- [% d.s.]	18,5		20,7		18,4	
spec. weerstand = 1,5 bar [10 ⁻³ m ² /kg]	0,2		0,3		0,3	
slif [%]	31		20		33	

Tabel 1. Gegevens over persfiltraties en eigenschappen van technisch geconditioneerd slib

Uit tabel 1 blijkt dat het slib van de rwzi Nieuwgraaf zich in de praktijk het best laat ontwateren. Het verbruik aan chemicaliën is bij dit slib minder dan bij de slibben van de rwzi's Mierlo en Katwijk. Bij een relatief korte perstijd van ca. 90 minuten worden drogestofgehalten van 36% en hoger gevonden. Bij het slib van Mierlo worden eveneens drogestofgehalten van ca. 36% gevonden, echter ten koste van een langere perstijd en een hogere dosering van chemicaliën. Het slib van Katwijk heeft een einddrogestofgehalte van 28% bij een perstijd van 60 minuten en een hoge dosering aan chemicaliën. Na 120 minuten persen loopt het drogestofgehalte toch niet verder op dan tot 33%.

Geconditioneerde slibben met goede eigenschappen voor persfiltratie dienen zowel een hoge snelheid van ontwateren te bezitten (lage waarden voor afzuigtijd, CST en specifieke weerstand) als een hoog einddrogestofgehalte (MFT-% d.s. als maat voor het

einddrogestofgehalte).

De slibben van Nieuwgraaf en van Mierlo laten zich, gezien de ongeveer gelijke drogestofgehalten van de uitgangsslibben, het best vergelijken. Het technisch geconditioneerde slib van Nieuwgraaf heeft een lagere afzuigtijd, CST en specifieke weerstand dan dat van Mierlo, hetgeen aansluit bij de kortere pers-tijd. Het slib van Katwijk heeft een goede snelheid van ontwateren zoals blijkt uit de lage waarde voor de specifieke weerstand, die in principe onafhankelijk is van het drogestofgehalte. Het lage bereikte einddrogestofgehalte van dit slib komt ook tot uiting in de lage waarde van het percentage droge stof bij de MFT-test.

5.2 Standaardroerder - FeCl₃/Ca(OH)₂ (1 l)

Bij het onderzoek naar selectie en optimaal gebruik van polyelektrolyten is gebruik gemaakt van de standaardroerder in combinatie met een 0,25 l bekersglas⁴. Het biedt voordelen indien de standaardroerder (incl. roermotor met variabel toerental) ook bij het gebruik van anorganische chemicaliën zou kunnen worden gebruikt. De grotere hoeveelheid chemicaliën (totaal 100 ml; 20 ml FeCl₃-opl. en 80 ml kalksuspensie) die wordt toegevoegd maakt het echter noodzakelijk om met een 1 l bekersglas te werken, waarin 500 ml slib wordt gebracht.

Eerst zijn de aan te houden toerentallen en roertijden na toevoegen van FeCl₃ en Ca(OH)₂ bepaald. Na toevoegen van FeCl₃ dient 15s te worden geroerd bij 1000 omw./min.; na dosering van de kalksuspensie is vervolgens 60 s roeren bij 500 omw./min. voldoende. Langere roertijden leiden niet tot verdere verbetering van de ontwateringseigenschappen van het geconditioneerde slib. Hogere toerentallen leiden in combinatie met genoemde of langere roertijden tot verslechtering van de ontwateringseigenschappen. Daarna is een reeks conditioneringen uitgevoerd bij 3 gew.% FeCl₃ en verschillende hoeveelheden Ca(OH)₂. Aangezien de conditionerings-/karakteriseringsmethoden gevoelig moeten kunnen reageren, is de dosering aan FeCl₃ vrij laag gekozen om zodoende vrij grote verschillen in de eigenschappen van de geconditioneerde slibben zichtbaar te kunnen maken. Er is hier dus geen directe overeenkomst met de praktijkdosering aangehouden. Dit aspect komt in hoofdstuk 6 aan de orde.

De resultaten van de metingen volgens deze werkwijze zijn opgenomen in tabel 2 en figuur 2.

Het geconditioneerde slib van Nieuwgraaf blijkt in vergelijking met dat van Mierlo (gelijke uitgangsdrogestofgehalten) betere ontwateringseigenschappen te bezitten, dat wil zeggen het heeft een lagere afzuigtijd en CST, maar gelijktijdig een hoger percentage droge stof bij de MFT-test. Dit sluit aan bij de verschillen die bij de verwerking van genoemde slibben in de praktijk optreden (tabel 1). Bovendien zijn ook de verschillen in afzuigtijd en CST van de slibben vrij groot, hetgeen eveneens beoogd werd. Het slib van Katwijk laat zich minder goed vergelijken omdat het uitgangsdrogestofgehalte veel lager ligt.

	KATWIJK	MIERLO	NIEUWGRAAF
	aëroob gestab. slib	vers slib	uitgewist slib
d.s. gehalte [g/l]	31	57	50
FeCl ₃ /Ca(OH) ₂ 3/0 gew.% op d.s.			
pH	5,8	5,8	6,8
afzuigtijd 60 ml [s]	660	> 1000	765
CST [s]	97	455	96
FeCl ₃ /Ca(OH) ₂ 3/10 gew.% op d.s.			
pH	11,8	-	-
afzuigtijd 60 ml [s]	215	-	93
MFT-[% d.s.]	10,6	-	-
CST [s]	44	82	37
FeCl ₃ /Ca(OH) ₂ 3/20 gew.% op d.s.			
pH	12,9	13,1	-
afzuigtijd 60 ml [s]	165	245	65
MFT-[% d.s.]	16,4	19,4	24,5
CST [s]	37	58	31
FeCl ₃ /Ca(OH) ₂ 3/40 gew.% op d.s.			
pH	13,1	13,2	-
afzuigtijd 60 ml [s]	165	195	65
MFT-[% d.s.]	20,4	23,2	26,4
CST [s]	34	46	33

Tabel 2. Metingen met standaardroerder bij 3 gew.% FeCl₃ en 0-40 gew.% Ca(OH)₂

5.3 'Jar-test'-apparaat - FeCl₃/Ca(OH)₂ (1 1)

Bij slibconditioneringsonderzoek, maar vooral ook in de drinkwatersector, wordt het zogenoemde 'jar-test'-apparaat frequent toegepast. Dit apparaat heeft een zestal parallel aangedreven bladroeders, waarmee slib in glazen van 1 l kan worden geconditioneerd. In dit onderzoek is nagegaan of dit apparaat voordelen oplevert ten opzichte van de methode die in 5.2 is beschreven. Na toevoegen van FeCl₃ wordt 5 min. geroerd bij 250 omw./min.; na toevoegen van Ca(OH)₂ wordt 10 min. geroerd bij 50 omw./min.

De resultaten van de metingen zijn weergegeven in tabel 3 en in figuur 3. Ook hier blijkt dat het geconditioneerde slib van de rwzi Nieuwgraaf aanzienlijk betere ontwateringseigenschappen heeft (lagere afzuigtijd en CST) dan dat van de rwzi Mierlo. De afzuigtijd en CST zijn beide gevoelige parameters. Het blijkt nauwelijks tijdbesparend om met dit apparaat zes parallelle eenheden te conditioneren, tenzij ook de overige apparatuur zoals MFT-apparaat in zeskoud is opgesteld en meerdere slibben dienen te worden onderzocht. Veelal zal op een rwzi slechts één type slib worden verwerkt. De bepalingmethode volgens 5.2 is eenvoudig, goedkoop en kan desgewenst ook in meerkoud worden opgesteld.

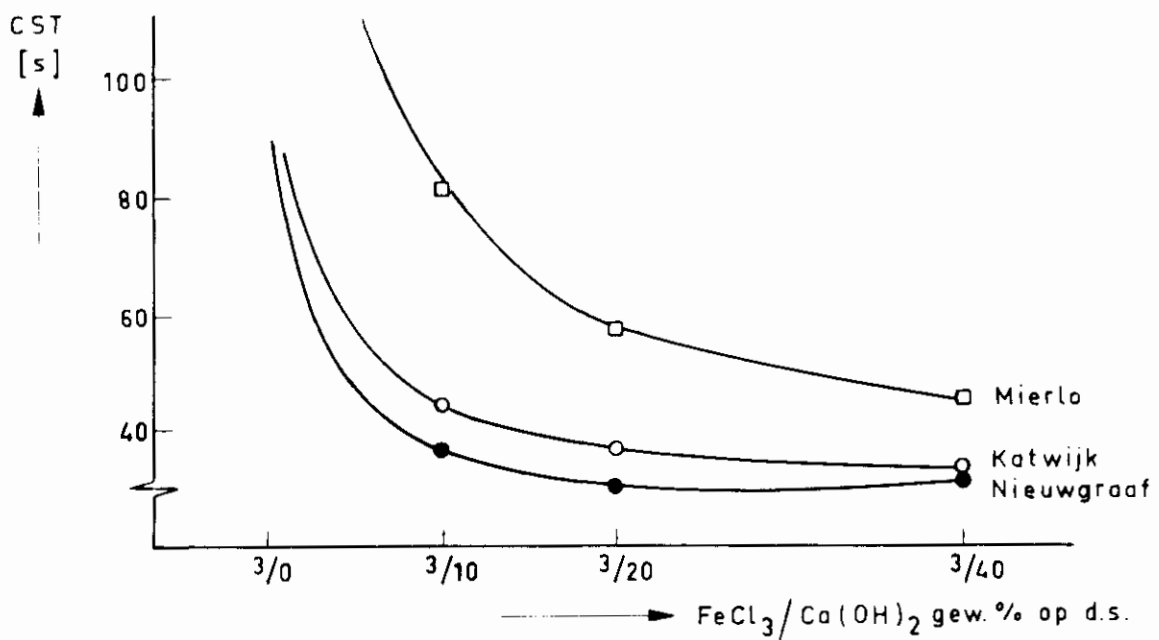
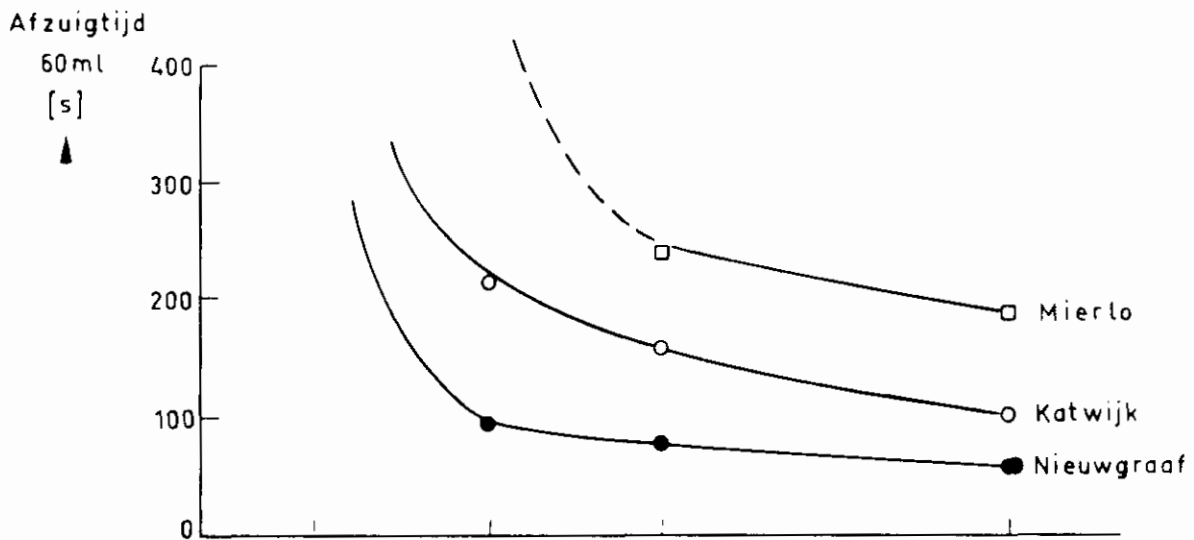
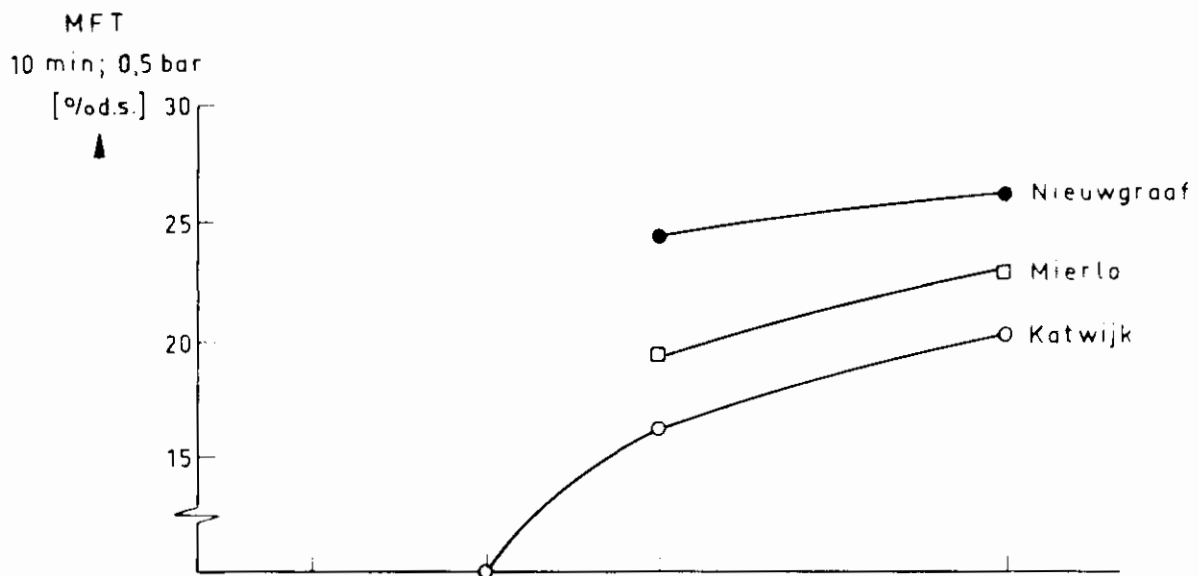


Fig.2. Metingen met standaardroerder bij 3 gew.% FeCl₃ en 0-40 gew.% Ca(OH)₂

	KATWIJK 0,25 l slib	MIERLO 0,25 l slib	NIJEWGRAAF 0,25 l slib
d.s.-gehalte [%/l]	31	27	21
FeCl ₃ /Ca(OH) ₂ 3/19 gew.% op d.s.			
pH	12,1	12,2	12,3
afzuigtijd 60 ml [s]	175	180	180
CST [s]	66	100	50
FeCl ₃ /Ca(OH) ₂ 3/27 gew.% op d.s.			
pH	13,5	13,6	13,5
afzuigtijd 60 ml [s]	320	260	45
CST [s]	56	135	37
FeCl ₃ /Ca(OH) ₂ 3/40 gew.% op d.s.			
pH	13,1	13,2	13,1
afzuigtijd 60 ml [s]	260	490	65
CST [s]	53	107	35
FeCl ₃ /Ca(OH) ₂ 3/60 gew.% op d.s.			
pH	13,2	13,2	-
afzuigtijd 60 ml [s]	150	270	-
CST [s]	46	72	-

Tabel 3. Metingen met 'jar-test'-apparaat bij 3 gew.% FeCl₃ en 0-60 gew.% Ca(OH)₂

5.4 COST-voorschrift - FeCl₃ (0,25 l)

Deze methode omvat het gebruik van de standaardroerder in een 0,25 l bekersglas, waarbij het slib met verschillende hoeveelheden FeCl₃ (geen Ca(OH)₂!) wordt geconditioneerd. Het mengsel van slib en FeCl₃ wordt gedurende 10 tot 110 s geroerd waarbij in totaal viermaal de CST wordt gemeten (na 10, 20, 50 en 110 s)⁸. De resultaten van de metingen zijn vermeld in tabel 4. Ook hier bezit het slib van Nieuwgraaf ten opzichte van dat van Mierlo betere eigenschappen, dat wil zeggen lagere CST-waarden, vooral boven 3 gew.% FeCl₃. Ten opzichte van de praktijk lijkt de afwezigheid van Ca(OH)₂ een nadeel voor dit voorschrift als karakteriseringsmethode. De ontwateringseigenschappen worden hier gemeten bij pH-waarden ≤ 6 , terwijl uit de praktijk bekend is dat de pH met Ca(OH)₂ op minstens 12 gebracht dient te worden teneinde persfilterontwatering mogelijk te maken (zie hoofdstuk 3).

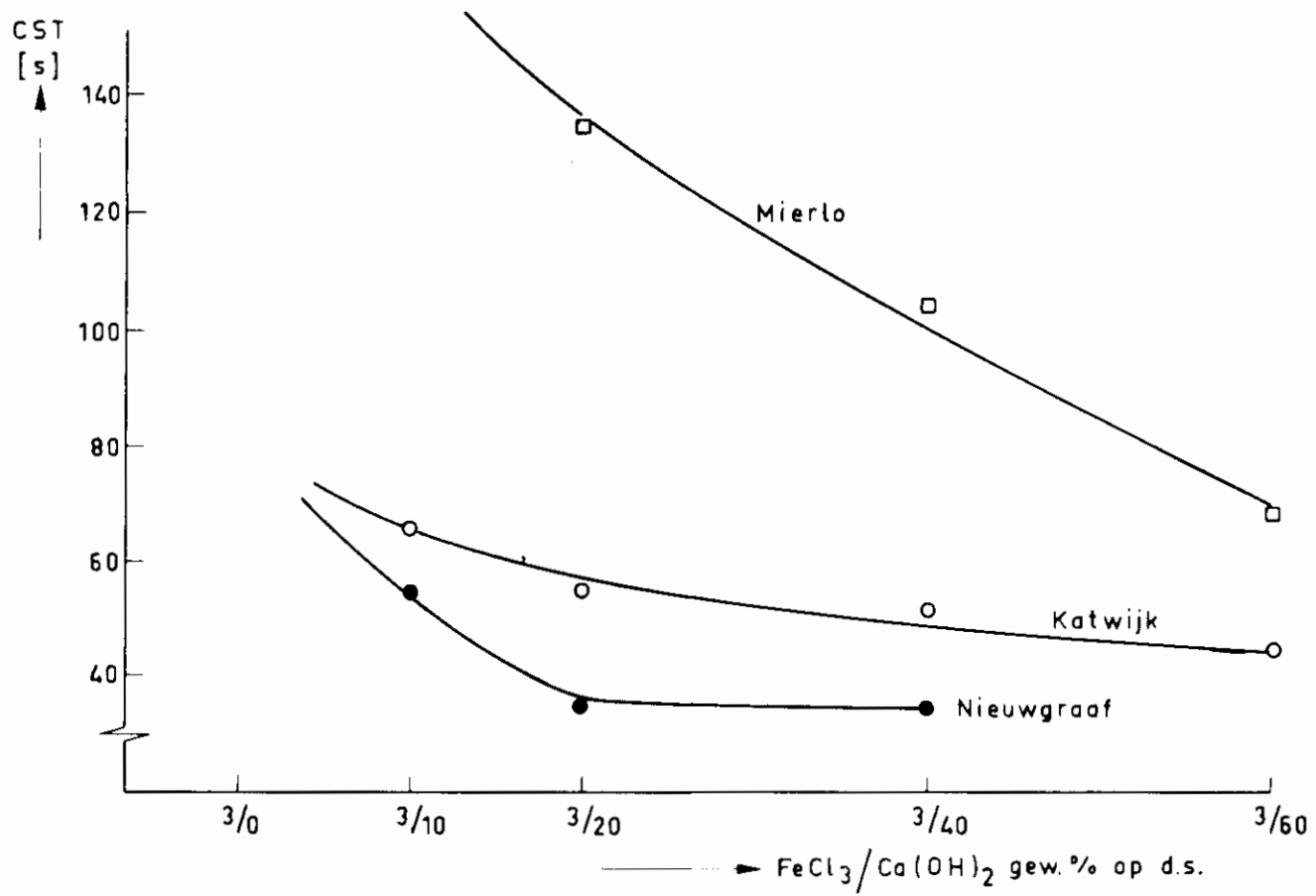
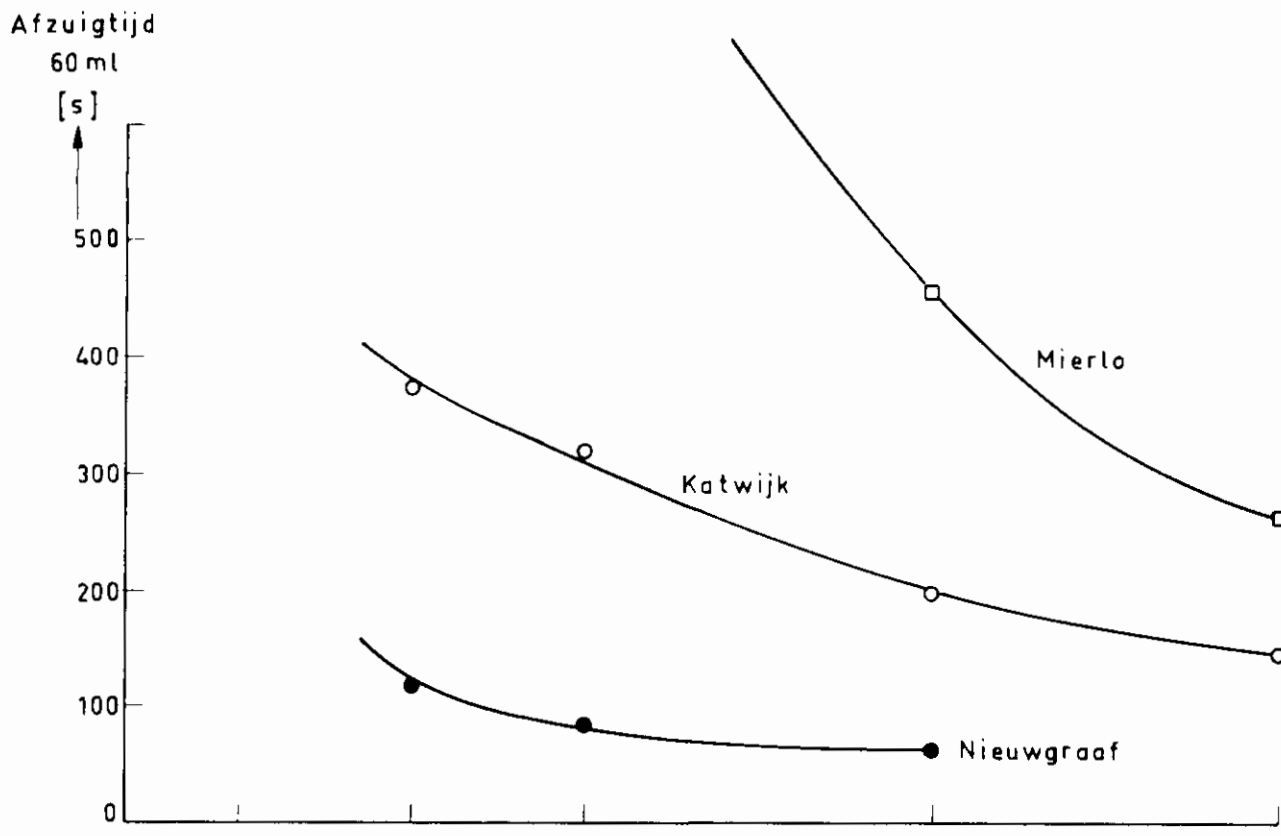


Fig.3. Metingen met 'jar-test'-apparaat bij 3 gew.% FeCl₃ en 0-60 gew.% Ca(OH)₂

	WERKWIJZ aërosol gestab. slib	MIRFLU pers. slib	NIEBUKRAAF vrijgest. slib
d.s.-gehalte [%/.]	31	27	0
<u>FeCl₃ 1 gew.% op d.s.</u>			
CST [s]			
na 10 s roeren	115	255	240
" 20 s "	128	350	290
" 50 s "	138	-	360
" 110 s "	148	-	-
pH	6,0	6,1	6,9
<u>FeCl₃ 3 gew.% op d.s.</u>			
CST [s]			
na 10 s roeren	51	103	82
" 20 s "	64	150	100
" 50 s "	70	160	141
" 110 s "	78	-	-
pH	5,9	5,6	5,2
<u>FeCl₃ 8 gew.% op d.s.</u>			
CST [s]			
na 10 s roeren	24	80	36
" 20 s "	27	83	39
" 50 s "	29	65	42
" 110 s "	32	81	-
pH	4,5	3,9	1,9
<u>FeCl₃ 16 gew.% op d.s.</u>			
CST [s]			
na 10 s roeren	32	155	60
" 20 s "	31	150	43
" 50 s "	32	300	65
" 110 s "	31	320	68
pH	1,8	1,8	-

Tabel 4. Metingen volgens COST-voorschrift bij
1-16 gew.% FeCl₃

5.5

Discussie

De uitvoering van de conditionering/karakterisering op laboratoriumschaal met anorganische chemicaliën (FeCl₃/Ca(OH)₂) blijkt goed uitvoerbaar met de standaardroerder. De andere onderzochte methoden bieden ten opzichte hiervan geen voordelen. Bovendien is gebleken dat deze werkwijze ook geschikt is om de optimale hoeveelheid chemicaliën vast te stellen. Hiertoe dienen zowel de dosering aan FeCl₃-(2,5-5-7,5-10 gew.%) als Ca(OH)₂-(10-20-40-60 gew.%) gevarieerd te worden. Als ontwateringsparameters zijn daarbij te bepalen: MFT- \bar{c} droge stof, afzuigtijd, CST en pH.

6 SLIBKARAKTERISERING EN PRAKTIJKRESULTATEN

Bij de voortzetting van het onderzoek is beoogd om met behulp van de gekozen apparatuur voor conditionering op laboratoriumschaal de karakterisering van slib, gericht op ontwatering met filterpersen, nader uit te werken. De karakterisering zal daarbij moeten aansluiten op de praktijkresultaten.

Een complicatie is echter dat zowel de snelheid van ontwatering als het bereikbaar drogestofgehalte moet worden beoordeeld.

6.1 Parameters

In bijlage 2 worden de waarden van parameters voor technisch geconditioneerd slib gegeven.

De metingen zijn in het voor- en najaar van 1982 aan geconditioneerd slib van een achttal rwzi's verricht. Voor meer informatie over de filterpersen van de betreffende rwzi's wordt verwezen naar bijlage 1.

Aan bijlage 2 zijn de waarden van de parameters te ontleen waarbij geconditioneerd slib in de praktijk goed verwerkbaar is. Deze gegevens zijn opgenomen in tabel 5.

<u>werkwijze en praktijkresultaten</u>		
dosering aan chemicaliën: FeCl ₃ 6-15 gew.% t.o.v. droge stof Ca(OH) ₂ 20-60 gew.% t.o.v. droge stof		
persdruk	:	ca. 15 bar
perstijd	:	60-150 min.
drogestofgehalte filterkoek	:	27-40%
drogestofgehalte voor filtratie	:	45-70 g/l
<u>eigenschappen van technisch geconditioneerd slib</u>		
pH	:	12-12,5 veelal 12,2
afzuigtijd 60 ml	:	35-200 veelal 60-100 s
specifieke weerstand (0,5 bar)	:	0,2-1.10 ¹² m/kg veelal 0,3-0,5.10 ¹² m/kg
CST	:	25-60 s veelal 30-50 s
MFT-% d.s. (10 min., 0,5 bar)	:	21-30% veelal ca. 22% d.s.

Tabel 5. Overzicht van praktijkresultaten en bijbehorende eigenschappen van geconditioneerd slib

De pH is een zeer belangrijke parameter. Aan de eis $pH \geq 12$ zal altijd voldaan moeten worden. In het hoofdstuk over fysisch-chemisch onderzoek zal op dit punt nader worden ingegaan. Een tweede voorwaarde waaraan meestal voldaan moet worden is een afzuigtijd (60 ml) van ≤ 100 s. Dit duidt aan dat de filtratie met redelijke snelheid verloopt. Het drogestofgehalte van de MFT-test dient dan tevens $\geq 21\%$ te zijn. Als karakteriseringsparameter voor de snelheid van ontwatering wordt de afzuigtijd gekozen omdat deze als onderdeel van de MFT-test wordt uitgevoerd en bovendien de afzuigtijd een gevoeliger parameter is dan de CST of de specifieke weerstand.

6.2 Werkwijze

Met de standaardroerder wordt in een bekersglas van 1 liter een reeks conditioneringen uitgevoerd bij $FeCl_3/Ca(OH)_2$ -doseringen van 2,5-5-7,5-10/10-20-40-60 gew.% betrokken op droge stof. Het uitgangsvolume van het slib bedraagt 500 ml, het toegevoegde volume aan chemicaliën bedraagt bij alle doseringen 100 ml. Na het toevoegen van $FeCl_3$ wordt 15s geroerd bij 1000 omw./min., na het toevoegen van kalkoplossing wordt vervolgens 60 s geroerd bij 500 omw./min. Hierna worden van het geconditioneerde slib de pH, afzuigtijd (60 ml) en MFT-% droge stof bepaald*. Vervolgens worden grafieken opgesteld van pH, afzuigtijd en MFT-% droge stof tegen de $Ca(OH)_2$ -dosering met de dosering van $FeCl_3$ als variabele. Hierna wordt gekeken bij welke combinaties van $FeCl_3/Ca(OH)_2$ -dosering gelijktijdig wordt voldaan aan de waarden van de parameters: $pH \geq 12$, afzuigtijd ≤ 100 s en MFT $\geq 21\%$ d.s. Als voorbeeld zijn metingen aan het slib van de rwzi Katwijk opgenomen (figuur 4).

Bij 2,5 gew.% $FeCl_3$ wordt bij ca. 16 gew.% $Ca(OH)_2$ aan de pH-voorwaarde voldaan; aan de eisen ten aanzien van afzuigtijd of MFT kan bij deze dosering aan $FeCl_3$ niet worden voldaan. Bij 5 gew.% $FeCl_3$ wordt $pH = 12$ bij 20 gew.% $Ca(OH)_2$ bereikt, zakt de afzuigtijd bij ca. 23 gew.% $Ca(OH)_2$ naar 100 s en bereikt de MFT 21% d.s. bij ca. 25 gew.% $Ca(OH)_2$. Conclusie: bij 5 gew.% $FeCl_3$ voldoet 25 gew.% $Ca(OH)_2$. Bij 7,5 gew.% $FeCl_3$ is ca. 25 gew.% $Ca(OH)_2$ nodig om op $pH = 12$ te komen, 15 gew.% $Ca(OH)_2$ om minder dan 100 s afzuigtijd te bereiken en ca. 18 gew.% $Ca(OH)_2$ om aan de MFT-eis te voldoen. Conclusie: bij 7,5 gew.% $FeCl_3$ voldoet 25 gew.% $Ca(OH)_2$. Op analoge wijze blijkt dat voor 10 gew.% $FeCl_3$ ca. 35 gew.% $Ca(OH)_2$ vereist is om gelijktijdig aan de drie gestelde eisen te voldoen.

De aldus gevonden combinaties van $FeCl_3/Ca(OH)_2$ worden vervolgens uitgezet in de karakteriseringsgrafiek (figuur 5). Goede slibben hebben weinig $FeCl_3$ en $Ca(OH)_2$ nodig om toch verwerkbaar te zijn op filterpersen. Arbitrair kan worden gesteld dat goede slibben minder dan 5 gew.% $FeCl_3$ en minder dan 30 gew.% $Ca(OH)_2$ vereisen. Meer dan 7,5% $FeCl_3$ en 40 gew.% $Ca(OH)_2$ duidt op relatief slechte eigenschappen van het niet-geconditioneerde slib. Slechte slibben kunnen alleen ten koste van veel chemicaliën worden ontwaterd.

*Zie handleiding

pH, afzuigtijd en MFT als functie van kalkdosering bij verschillende doseringen van FeCl₃

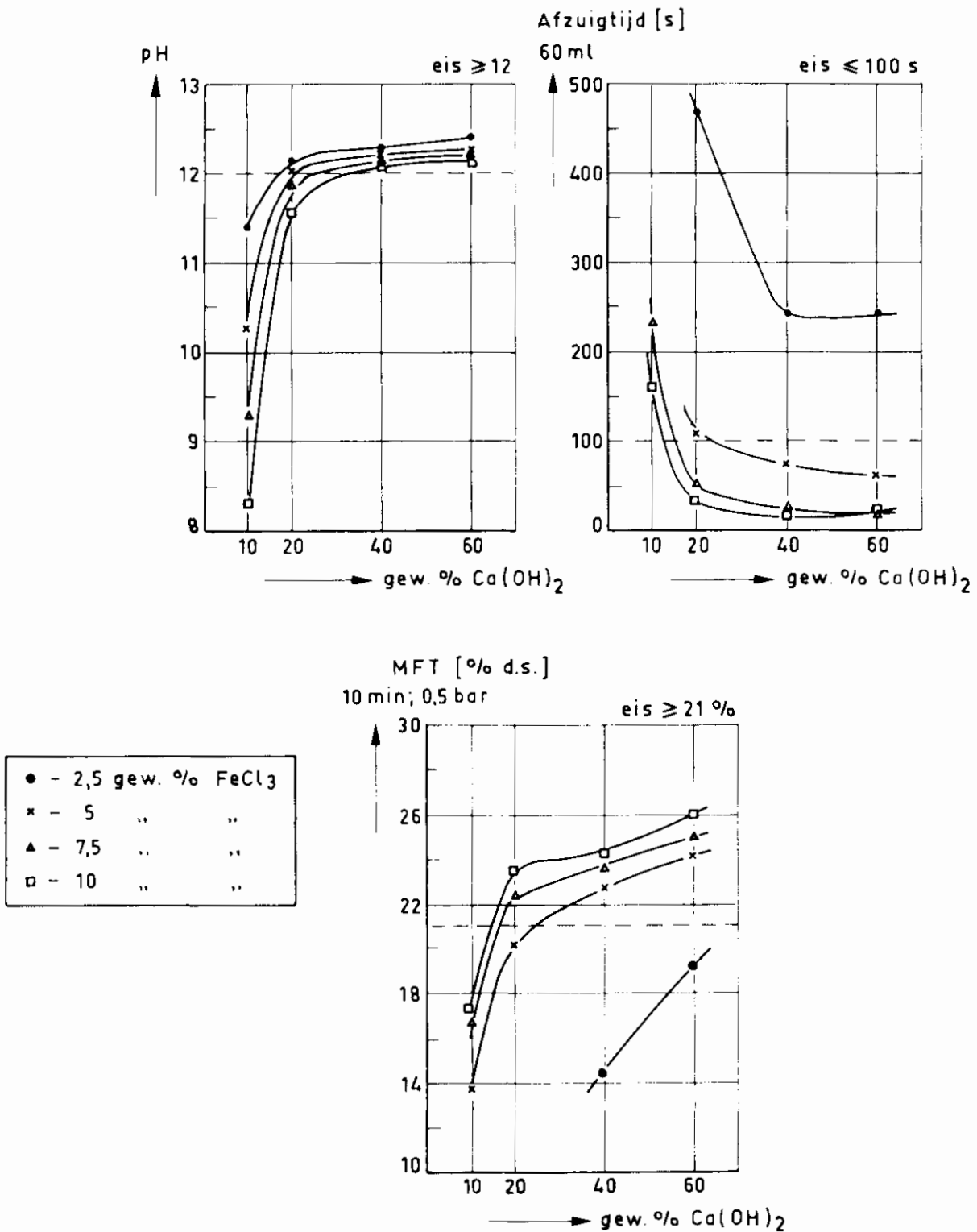


Fig.4. Grafieken ten behoeve van slibkarakterisering (rwzi Katwijk - 18-03-1982)

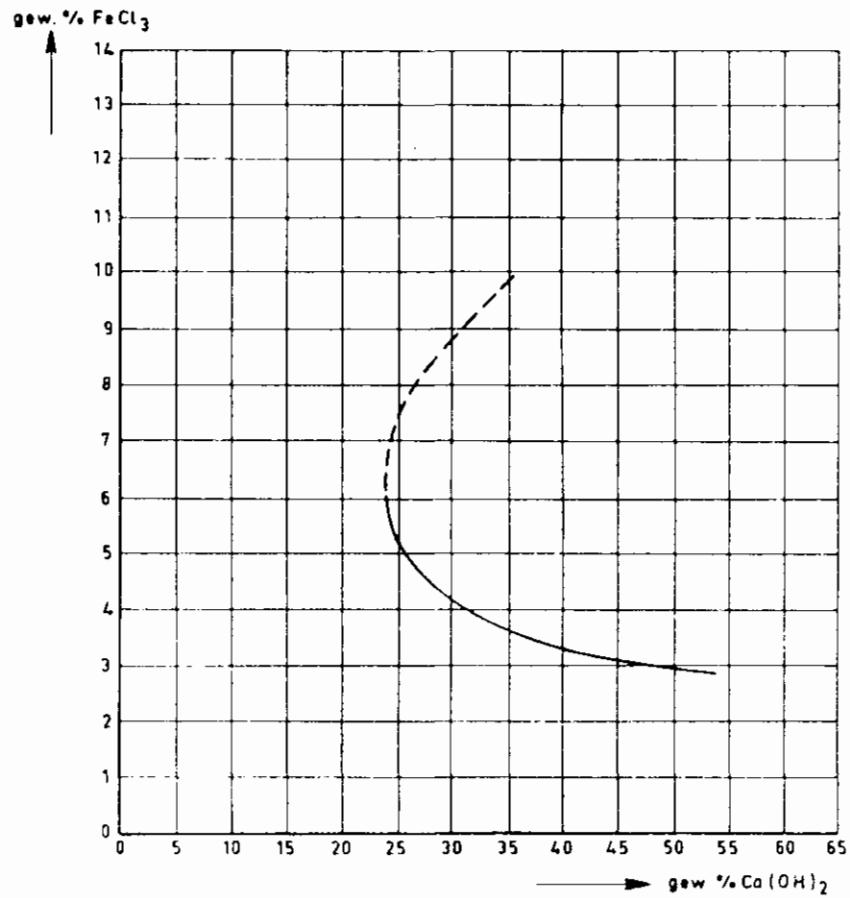


Fig.5. Karakterisering van slib voor ontwatering met filterpersen (rwzi Katwijk - 18-03-1982)

Toelichting

- . Combinaties van doseringen van $FeCl_3$ en $Ca(OH)_2$, waarbij het op laboratoriumschaal geconditioneerde slib gelijktijdig voldoet aan de volgende waarden voor de parameters:
 $pH \geq 12$, afvaltijd ≤ 100 s en MPT ≤ 217 d.o.
- . De resultaten zijn ontloend aan figuur 4
- . De overdosering van chemicaliën is aangegeven door de --- lijn
- . Goed slib vereist ≤ 5 gew.% $FeCl_3$ en ≤ 30 gew.% $Ca(OH)_2$
- . Slecht slib vereist $> 7,5$ gew.% $FeCl_3$ en ≤ 10 gew.% $Ca(OH)_2$

Figuur 5 laat zien dat een overmaat aan $FeCl_3$ (--- deel van de lijn) ook een onnodige hoeveelheid kalk vereist (vgl. 7,5 en 10 gew.% $FeCl_3$).

Het resultaat van metingen aan een aantal slibben is opgenomen in figuur 6.

6.3 Relatie tussen karakterisering en praktijkresultaten

De karakterisering van slib voor ontwatering met filterpersen kan geschieden met behulp van figuur 6 in combinatie met tabel 6.

De lijnen in figuur 6 geven de minimale hoeveelheden van FeCl_3 en $\text{Ca}(\text{OH})_2$ waarmee bij de laboratoriumconditionering wordt voldaan aan eisen ten aanzien van pH, afzuigtijd en MFT. Deze lijnen zijn karakteristiek voor een gegeven slib. Zij geven de ondergrens van de hoeveelheden chemicaliën aan waarmee in de praktijk optimaal voor wat betreft snelheid van ontwatering en bereikbaar drogestofgehalte gefiltreerd kan worden.

In de praktijk zal veelal met een overmaat aan chemicaliën worden gewerkt. In tabel 6 zijn praktijkresultaten opgenomen die behoren bij de slibben die in de karakteriseringsgrafiek (figuur 6) zijn opgenomen. Plaatselijke omstandigheden kunnen bepalen of in een bepaalde periode gewerkt moet worden met een korte perstijd of dat langere perstijden (hogere drogestofgehalten en/of lagere dosering van chemicaliën) moeten worden aangehouden.

Uit figuur 6 blijkt dat de slibben van de rwzi's Nieuwgraaf (nr.9, nr.10), Amsterdam-0 (nr.1), Helmond (nr.4), Venlo (nr.12) en Katwijk (nrs. 5,6,7) karakteriseringslijnen hebben die (ten dele) in het gebied 'goed' liggen.

Het slib van Renkum ligt in het gebied 'slecht' en de slibben van Mierlo (nr.8), Garmerwolde (nr.3) en Amsterdam-0 (latere meting nr.2) zijn 'matig goed' verwerkbaar op filterpersen.

Het slib van de rwzi Nieuwgraaf is in februari (nr.9) en in september (nr.10) gekarakteriseerd. De karakteriseringslijnen liggen niet ver uiteen (fig.6); de bijbehorende praktijkresultaten eveneens (tabel 6).

Het slib van de rwzi Katwijk is in maart (nr.5) en in september (nrs.6,7) gekarakteriseerd. Ook hier is het verschil in slibeigenschappen bij beide metingen vrij gering. Dit blijkt ook uit de praktijkresultaten. Vermindering van de dosering aan FeCl_3 van 10-11 gew.% naar 7-8 gew.% is mogelijk, hetgeen echter een verlaging van het drogestofgehalte veroorzaakt. (Experiment op praktijkschaal naar aanleiding van het laboratoriumonderzoek).

Het slib van de rwzi Amsterdam is in april (nr.1) en in september (nr.2) onderzocht. De slibeigenschappen zijn, zoals vastgelegd met karakteriseringsmethoden, minder goed geworden. De praktijkresultaten tenderen eveneens in die richting.

6.4 Gebruik van de karakteriseringsmethode

Voor de ontwatering van een gegeven slib met een filterpers zal eerst karakterisering van het slib dienen plaats te vinden. Dit houdt het vastleggen in van de verwerkbaarheid van dit slib. Hiertoe wordt de karakteriseringsmethode uitgevoerd, waarna een curve in figuur 6 wordt getekend.

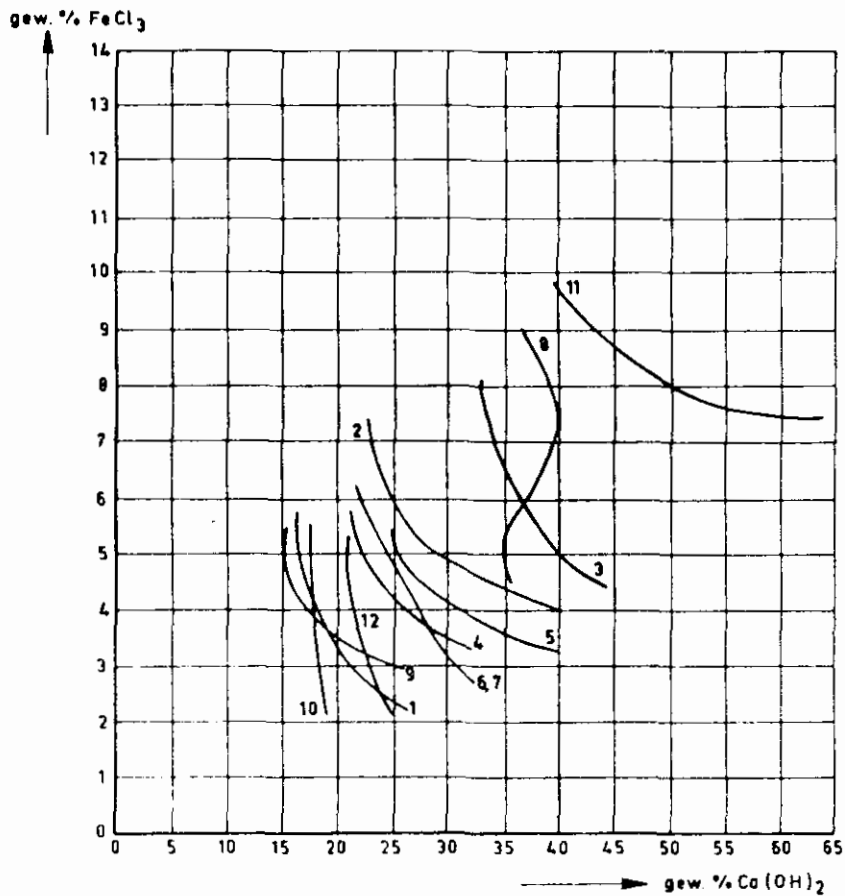


Fig.6. Karakterisering van slib voor ontwatering met filterpersen

Toelichting

- . Combinaties van doseringen van $FeCl_3$ en $Ca(OH)_2$ waarbij het op laboratoriumschaal geconditioneerde slib gelijktijdig voldoet aan de volgende waarden voor de parameters:
 $pH > 12$, afzuigtijd < 100 s en MFT $> 21\%$ d.s.
- . Alleen het relevante deel van de karakteriseringslijn te weergegeven (zie figuur 6)
- . Goed slib vereist < 5 gew.% $FeCl_3$ en < 30 gew.% $Ca(OH)_2$
- . Blecht slib vereist $\geq 7,5$ gew.% $FeCl_3$ en ≥ 40 gew.% $Ca(OH)_2$
- . Voor nummers en bijbehorende praktijkresultaten zie tabel C

Karakteriseringslijnen van het overeenkomstige type slib die daarbij in de nabijheid liggen, geven via tabel 6 een indruk van in de praktijk bereikte resultaten met slibben met ongeveer gelijke eigenschappen.

Modificaties in het zuiveringsproces, in de slibverwerking en in de samenstelling van het influent en ook seizoensinvloeden resulteren vaak in een verandering van de slibeigenschappen. In deze gevallen is het wenselijk om de slibeigenschappen door middel van karakterisering vast te leggen.

Ook bij sterk wisselende bedrijfsresultaten van filterpersen of benodigde hoeveelheid chemicaliën is karakterisering van het slib noodzakelijk om na te gaan of het uitgangsslib sterk van eigenschappen wisselt of dat andere oorzaken een rol spelen. Overigens dient onderkend te worden dat de fluctuaties in eigenschappen van slib afhankelijk zijn van het type slib. Uitgegist slib en vers slib zullen bijvoorbeeld sterk verschillend reageren op een grote regenwateraanvoer.

Nr.	plaats	type slib (d.s. in g/l)	gegevens	chemicalien		perstijd [min.]	persdruk [bar]	droge stof [%]	opmerkingen
				% FeCl ₃	% CaCO ₃				
1	Amsterdam-0	uitgegist (+0)	opgave tijdens onder- zoek	12 - 15	40 - 50	60	15	38	opstartfase
2	Amsterdam-0	uitgegist (36)	tijdens onder- zoek	6	26	90	15	30 - 36	
3	Garmerwolde	uitgegist (+0)	opgave tijdens onder- zoek	8	26	150	15	30	
4	Helmond	vers (+2)	opgave tijdens onder- zoek	7 - 8	28 - 30	150	15	36	kalklaag*
5	Helmond	vers (+2)	opgave tijdens onder- zoek	5	30	120	15	33	AlCl ₃ i.p.v.
6	Katwijk	acroob gest. (38)	opgave tijdens onder- zoek	5	20 - 30	150	15	30 - 37	FeCl ₃
7	Katwijk	acroob gest. (38)	opgave tijdens onder- zoek	10	30	120	15	33	FeCl ₃ hoog*
8	Katwijk	acroob gest. (38)	opgave tijdens onder- zoek	10 - 11	37 - 38	75	15	28	
9	Mierlo	vers (+4)	opgave tijdens onder- zoek	10 - 11	37	75	15	30	FeCl ₃ hoog*
10	Nieuwgraaf	uitgegist (+4)	opgave tijdens onder- zoek	7 - 8	28	75	15	27	
11	Nieuwgraaf	uitgegist (+4)	opgave tijdens onder- zoek	7	30	75 - 90	15	41	
12	Sensum	uitgegist (33)	opgave tijdens onder- zoek	7	30	90	15	37	
13	Venlo	acroob gest. (40)	opgave tijdens onder- zoek	7	25	75 - 90	15	41	
14	Venlo	acroob gest. (40)	opgave tijdens onder- zoek	6 - 7	25 - 28	90	15	37	
15	Venlo	acroob gest. (40)	opgave tijdens onder- zoek	7	25	110	15	30	
16	Venlo	acroob gest. (40)	opgave tijdens onder- zoek	6	25	110	15	30	
17	Venlo	acroob gest. (40)	opgave tijdens onder- zoek	8	50	120 - 150	15	40	
18	Venlo	acroob gest. (40)	opgave tijdens onder- zoek	8 - 10	50 - 60	120	15	39	
19	Venlo	acroob gest. (40)	opgave tijdens onder- zoek	9	30	75 - 105	11 - 12	33	FeCl ₃ hoog*
20	Venlo	acroob gest. (40)	opgave tijdens onder- zoek	8 - 9	35 - 40	105	11 - 12	27	lage druk

Tabel 6. Praktijkresultaten behorende bij de karakteriseringsgrafiek (fig.6)

*Conclusie naar aanleiding van laboratoriumonderzoek.

7 BEPALING VAN DE BENODIGDE HOEVEELHEID CHEMICALIËN

In de dagelijkse praktijk is een optimaal gebruik van de benodigde (hoeveelheden) chemicaliën noodzakelijk. De benodigde hoeveelheid chemicaliën c.q. de aanpassing daarvan hangt onder andere af van de fluctuaties in het drogestofgehalte van het slib, in de eigenschappen van het slib en van de mate waarin controle op de ontwateringseigenschappen op laboratoriumschaal mogelijk is. De methode voor conditionering op laboratoriumschaal blijkt uitstekend te voldoen om de voor een bepaald slib benodigde hoeveelheid chemicaliën vast te stellen.

7.1 Methode

Met de standaardroerder wordt in een bekersglas van 1 liter een reeks conditioneringen uitgevoerd bij $\text{FeCl}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$ -doseringen van 2,5-5-7,5-10/10-20-40-60 gew.% betrokken op droge stof. Het uitgangsvolume van het slib bedraagt 500 ml, de toegevoegde hoeveelheid chemicaliën 100 ml. Na het toevoegen van FeCl_3 wordt 15 s geroerd bij 1000 omw./min., na het toevoegen van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -oplossing wordt vervolgens 60 s geroerd bij 500 omw./min. Hierna worden van het geconditioneerde slib de pH, afzuigtijd (60 ml) en MFT-% droge stof en de CST bepaald*.

Vervolgens worden grafieken opgesteld van pH, afzuigtijd, CST en MFT-% droge stof tegen de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -dosering met de dosering van FeCl_3 als variabele. In de grafieken zijn de gebruikelijke praktijkgebieden voor de waarden van de diverse parameters aangegeven. De pH moet als regel niet lager zijn dan 12 à 12,5. De afzuigtijd (60 ml) moet zo laag mogelijk zijn (snelle ontwatering). De CST dient eveneens zo laag mogelijk te zijn (snelle ontwatering). Het drogestofgehalte van de MFT-test dient zo hoog mogelijk te zijn.

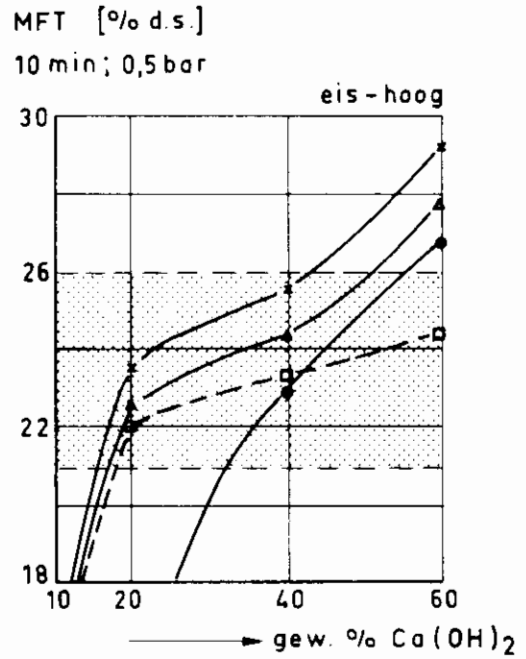
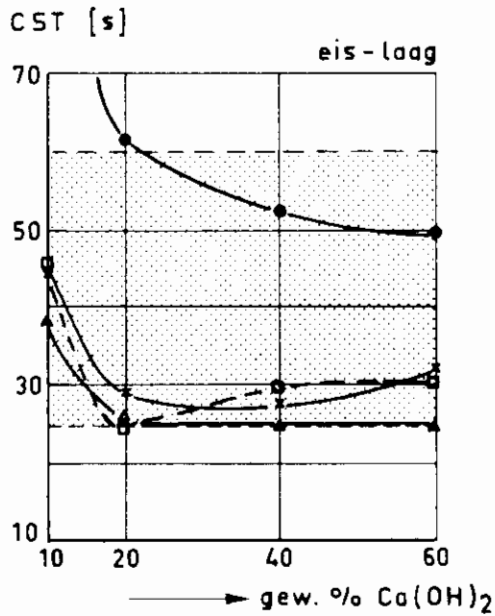
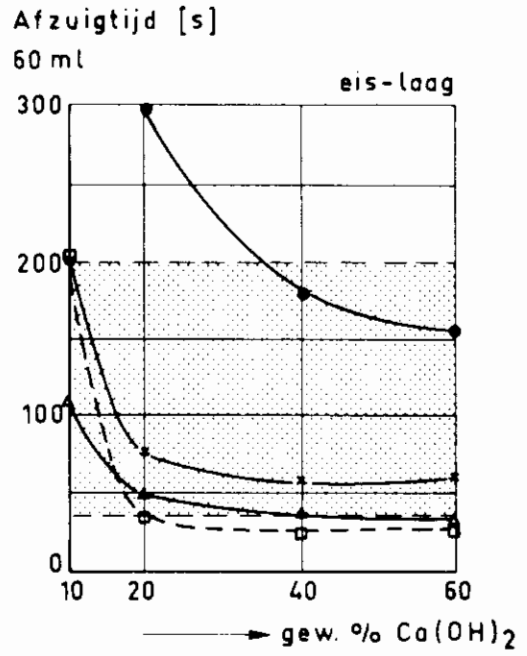
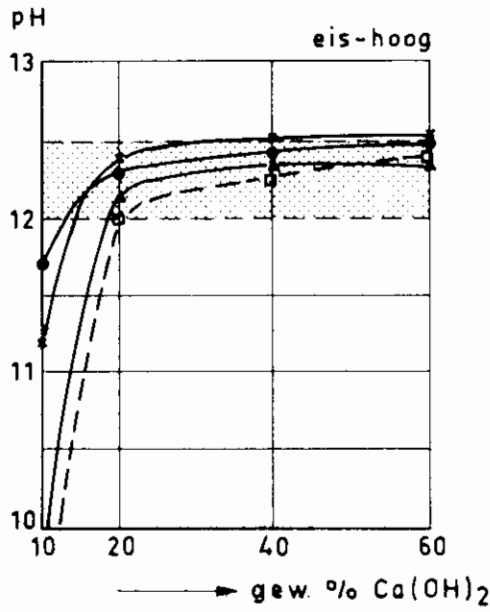
De benodigde hoeveelheid chemicaliën volgt nu uit een vergelijking van de waarden van diverse parameters bij opklimmende doseringen aan FeCl_3 en $\text{Ca}(\text{OH})_2$. De benodigde hoeveelheden chemicaliën zijn die doseringen waarboven relatief weinig verbetering in waarden van de genoemde ontwateringsparameters optreedt.

Als voorbeeld wordt het slib van Nieuwgraaf genomen (zie figuur 7). Boven 5-7,5 gew.% FeCl_3 en boven 20-30 gew.% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ verbeteren de ontwateringseigenschappen nauwelijks of worden ze zelfs slechter (lab. onderzoek). In de praktijk blijkt met 6-7 gew.% FeCl_3 en 25-28 gew.% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ gewerkt te worden.

Dit houdt dus een goede overeenkomst van het resultaat van de laboratoriummethode met de in de praktijk toegepaste hoeveelheden chemicaliën in.

*Zie handleiding

Laboratoriumconditionering



	praktijk gebied
●	2,5 gew. % FeCl_3
×	5 " "
▲	7,5 " "
□	10 " "

conclusie 5 - 7,5 gew. % FeCl_3
 20 - 30 gew. % Ca(OH)_2
 [hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.7. Bepaling van benodigde hoeveelheid FeCl_3 en Ca(OH)_2
 (slib van rwzi Nieuwgraaf 24-02-1982)

7.2

Vergelijking van laboratoriumresultaten met de praktijk

Voor de andere slibben is op analoge wijze de hoeveelheid chemicaliën volgens het laboratoriumonderzoek vastgesteld en vergeleken met de praktijk. De gebruikte grafieken zijn opgenomen in bijlage 3. De resultaten zijn weergegeven in tabel 7.

rwzi	lab. cond.		praktijk cond.		opmerkingen
	gew.% FeCl ₃	gew.% Ca(OH) ₂	gew.% FeCl ₃	gew.% Ca(OH) ₂	
Amsterdam-0 [29-04-82]	5	20 - 30	(12 - 15)	(40 - 50)	opstarten in praktijk
Amsterdam-0 [08-09-82]	5 - 7,5	30	6	56	Ca(OH) ₂ hoog in praktijk
Garmerwolde [15-04-82]	7,5	40	7 - 8	28 - 30	Ca(OH) ₂ laag in praktijk
Helmond AlCl ₃ [24-02-82]	5	30	-	-	AlCl ₃ in praktijk
	5% AlCl ₃	40	5% AlCl ₃	20 - 50	
Katwijk [18-03-82]	7,5	30 - 40	10 - 11	38	FeCl ₃ hoog in praktijk
Katwijk [07-09-82]	5 - 7,5	30	10 - 11	32	FeCl ₃ hoog in praktijk
Katwijk [07-09-82]	5 - 7,5	30	7 - 8	28	(zie hoofdstuk 6.3)
Mierlo [04-03-82]	5 - 7,5	40	7	40 - 50	
Nieuwgraaf [24-02-82]	5 - 7,5	20 - 30	6 - 7	25 - 28	
Nieuwgraaf [15-09-82]	5	30	6	25	
Renkum [24-02-82]	7,5 - 10	40 - 60	8 - 10	50 - 60	
Venlo [17-03-82]	5	30 - 40	8 - 9	35 - 40	FeCl ₃ hoog in praktijk

Tabel 7. Hoeveelheid chemicaliën volgens laboratoriumonderzoek en praktijkwaarden tijdens onderzoek

Uit deze tabel blijkt in het algemeen een goede overeenkomst tussen de hoeveelheden chemicaliën die uit het laboratoriumonderzoek volgen en die in de praktijk (ten tijde van het onderzoek) werden toegepast. In vergelijking met het laboratoriumonderzoek werd op twee rwzi's een relatief hoge dosering aan FeCl₃ toegepast, op één rwzi werd vrij weinig, op een andere rwzi relatief veel Ca(OH)₂ gebruikt. De eerste meting aan het slib van Amsterdam-0 laat zich niet vergelijken omdat de filterpersinstallatie ten tijde van dit onderzoek aan het opstarten was. Het slib van rwzi Helmond is op labschaal met zowel FeCl₃ als AlCl₃ geconditioneerd. De werking van deze chemicaliën bleek nagenoeg gelijk. Zie bijlagen 3.3 en 3.4. Deze methode om de hoeveelheid chemicaliën te bepalen is ook toepasbaar voor AlCl₃.

Er wordt met nadruk op gewezen dat de absolute waarde van de afzuigtijd, CST en MFT na laboratoriumconditionering niet gelijk hoeft te zijn aan die na praktijkconditionering. Mechanische afbraak, veroudering bij tussenopslag, mengintensiteit e.d. kunnen verschillen in de absolute waarden van de parameters veroorzaken. De hier beschreven methode is uitsluitend gericht op de bepaling van de hoeveelheid chemicaliën op basis van relatieve veranderingen in de ontwateringsparameters. De pH vormt hierop een uitzondering.

Voor een snelle indicatie van de ontwaterbaarheid van het technisch geconditioneerde slib kan met de pH, afzuigtijd en CST worden volstaan. Daarnaast verdient het aanbeveling om het hier beschreven laboratoriumonderzoek zo frequent en volledig uit te voeren dat een goed inzicht wordt verkregen in de variatie in eigenschappen van het geconditioneerde slib. Op deze wijze wordt een zo efficiënt mogelijk gebruik van de chemicaliën bereikt.

Het gebruik van fysisch-chemische bepalingen geeft aanvullende informatie over het conditioneren van zuiveringsslib met FeCl_3 en Ca(OH)_2 . In hoofdstuk 3 is ingegaan op de rol van FeCl_3 en Ca(OH)_2 bij het verbeteren van de ontwateringseigenschappen van slib. In verband hiermee zijn twee bepalingen van de opnamecapaciteit van slib voor ijzer en calcium toegepast. Verder wordt een bepalingmethode beschreven waarmee een indruk kan worden verkregen van de buffercapaciteit van (technisch) geconditioneerd slib. Dit aspect is van belang omdat filterkoeken bij opslag een hoge pH moeten behouden. Zakt de pH beneden 12 dan kan de stevigheid van de filterkoek worden beïnvloed en kan het slib tevens gaan stinken als gevolg van microbiologische activiteit.

8.1 Bepaling van de opnamecapaciteit voor ijzer en calcium

Indien voldoende FeCl_3 aan slib wordt toegevoegd, zal op een bepaald moment de maximale belading van het slib aan ijzer worden overschreden. Dan komt er vrij ijzer (in ionvorm) in de waterfase, dat het colloïdale materiaal niet uitvlokt. Teveel FeCl_3 betekent extra chemicaliënkosten (ook extra Ca(OH)_2).

Door middel van een chemische bepaling kan de maximale belading van slib met FeCl_3 worden nagegaan.

Met de eerder beschreven conditioneringsmethode wordt FeCl_3 in opklimmende hoeveelheden aan 500 ml slib toegevoegd (steeds nieuwe porties uitgangsslib). Na 15 s roeren bij 1000 omw./min. wordt het geconditioneerde slib gefiltreerd. Het filtraat wordt met H_2O_2 -oplossing behandeld, waardoor aanwezig Fe(II) in Fe(III) wordt omgezet dat door middel van het rood gekleurde ijzerrhodanide wordt aangetoond.

De opnamecapaciteit voor calcium tot $\text{pH} = 12,2$ wordt als volgt bepaald. Aan één portie slib van 500 ml worden opklimmende hoeveelheden Ca(OH)_2 in poedervorm toegevoegd tot $\text{pH} = 12,2$ is bereikt bij 500 omw./min. en 60 s roeren.

In tabel 8 zijn de resultaten van deze fysisch-chemische testen vermeld (metingen in de periode februari - april 1982).

Uit deze tabel blijkt veelal een vrij goede overeenstemming met de resultaten volgens de laboratoriummethode en de praktijkconditionering (tabel 7).

Enkele verschillen bij de waarden voor FeCl_3 komen mogelijk door een storing van de vorming het ijzerrhodanidecomplex. De kalkopneming ligt lager dan de hoeveelheid die volgens het laboratoriumonderzoek noodzakelijk is. Hierbij worden immers behalve pH ook andere ontwateringsparameters beschouwd.

Alleen bij het slib van Renkum treedt een sterke afwijking op, waarvoor geen verklaring kan worden gegeven.

rwzi	FeCl ₃ -opneming gew. %	Ca(OH) ₂ -opneming* gew. %
Amsterdam-0	8,5	18
Garmerwolde	7	27
Helmond	20	21
Katwijk	5	22
Mierlo	7	33
Nieuwgraaf	6	14
Renkum	15	81
Venlo	4	11

Tabel 8. Opnamecapaciteit voor FeCl₃ en Ca (OH)₂

* exclusief correctie voor de zure FeCl₃-oplossing. Deze correctie be-
draagt afhankelijk van de hoeveelheid FeCl₃ en de sterkte van de FeCl₃-
oplossing 10 à 20 % van de vermelde kalkopneming.

8.2 Buffercapaciteit van geconditioneerd slib

In de praktijk is het vaak niet eenvoudig om fluctuaties in de kalkdosering te vermijden. Een krappe kalkdosering kan uitstekend zijn voor ontwatering op filterpersen; een zekere overmaat aan vast Ca(OH)₂ kan verzuring van de filterkoek bij opslag tegengaan. Vergelijking van de aëroob gestabiliseerde slibben van Katwijk en Venlo (tabel 8) leert dat het niet-geconditioneerde slib van Katwijk een tweemaal zo grote hoeveelheid kalk nodig heeft om pH = 12,2 te bereiken. Bij een overeenkomende kalkdosering in de praktijk (30-40 gew.%) zal de buffercapaciteit van het technisch geconditioneerde slib van Katwijk veel geringer zijn dan dat van Venlo.

Het principe van de bepalingsmethode om hier door middel van laboratoriumonderzoek achter te komen is gebaseerd op een titratie met HCl-oplossing tot pH <10. De resultaten zijn opgenomen in figuur 8. Uit deze figuur blijkt dat het technisch geconditioneerde slib van Katwijk, ten tijde van het onderzoek, een duidelijk lagere buffercapaciteit bezat dan dat van Venlo. Deze bepalingen zijn aan alle slibben éénmaal uitgevoerd. Uit figuur 8 blijkt dat nagenoeg alle slibben bij pH = 11 een buffercapaciteit bezitten van minstens 100 mmol HCl/l slib. Een nadere uitwerking van deze observatie zal voor elk slib, eventueel in relatie tot de verdere verwerking of afvoer van de slibkoeken, dienen plaats te vinden. De methode lijkt in elk geval perspectieven te bieden om de kalkdosering in de praktijk op een snelle en directe manier te kunnen controleren.

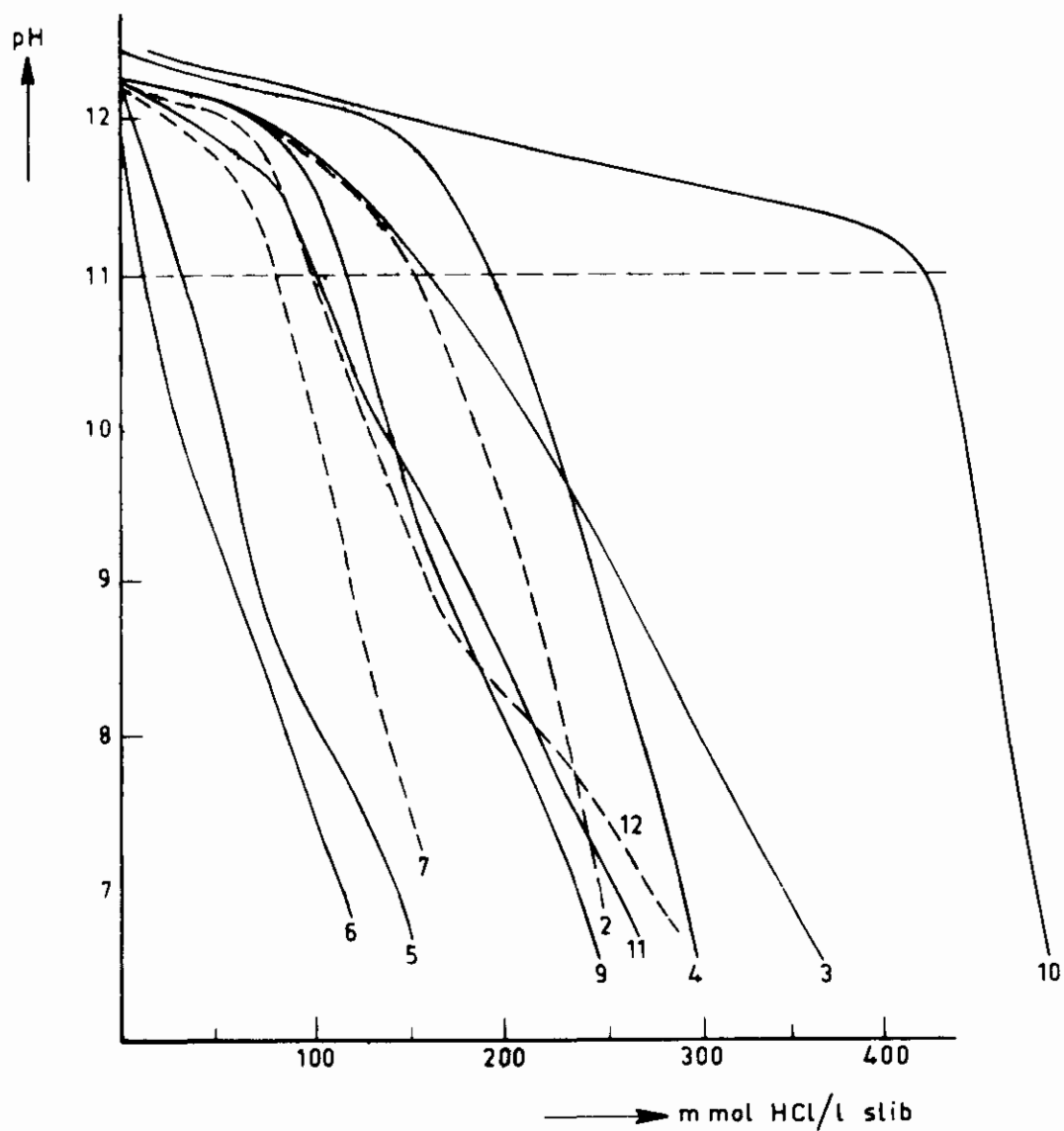


Fig.8. Titratie van technisch geconditioneerde slibben
(voor nrs. zie tabel 6)

1. SLIBONTWATERING.
 1. Aard van de waterbinding in slib (literatuur), STORA, Rijswijk 1981.
2. SLIBONTWATERING.
 2. Slibeigenschappen en resultaten van slibverwerkingsapparatuur (literatuur), STORA, Rijswijk 1981.
3. SLIBONTWATERING.
 3. Optimalisering van slibontwatering met polyelektrolyt (zeefbandpersen - aëroob slib), STORA, Rijswijk 1981.
4. SLIBONTWATERING.
 3. Optimalisering van slibontwatering met polyelektrolyt (zeefbandpersen - uitgegist slib), STORA, Rijswijk 1981.
5. SLIBONTWATERING.
 4. Zeefbandpersen - slibkarakterisering, keuze en optimaal gebruik van polyelektrolyt (Handleiding), STORA, Rijswijk 1981.
6. SLIBONTWATERING.
 6. Filterpersen - slibkarakterisering en optimaal gebruik van anorganische chemicaliën (Handleiding), STORA, Rijswijk 1983.
7. SLIBONTWATERING TOT MEER DAN 40% DROGE STOF, STORA, Rijswijk 1979.
8. European co-operation and co-ordination in the field of scientific and technical research COST project 68-EUCO/PS/48/75, Sewage Sludge Processing (final report, november 1975).

rwa	systeem	capaciteit slib		verwerk slib hoeveelheid {ton d.s./jaar}	filterpers					koek- dikte p. vrs [cm]	volumet- chemi- calien [m ³]
		aantal [i.e.]	type		merk	aantal kamers	plaat- grootte [cm x cm]	aantal kamers	plaat- grootte [cm x cm]		
Garnertwilde (gem. ten Bover)	AT	300.000	uitgegist	3000	Bittershaus & Blecher	3	80	150 x 150	3	5,1	FeCl ₃ ⁵⁾ Ca(OH) ₂
Nieuwgraaf	CF, AT twee- traps	330.000	uitgegist) (alleen primaar slib)	700 (incl. slib van andere rwi's)	Passavant	2	100	150 x 150	4	b	FeCl ₃ Ca(OH) ₂
Renkum	AT	120.000	uitgegist	600	Bittershaus & Blecher	1	125	120 x 120	3	3,9	FeCl ₃ ⁵⁾ Ca(OH) ₂
Nijmegen	AT	285.000	uitgegist ²⁾	ca. 4000 (ontwerp)	Bittershaus & Blecher	2	115	120 x 120	3	3,8	FeCl ₃ Ca(OH) ₂
Amsterdam-0	AT	750.000	uitgegist	ca. 8000 (ontwerp)	Netsch	4	120	150 x 150	3	6,1	FeCl ₃ ⁵⁾ Ca(OH) ₂
Katwijk	OS	160.000	aëroob gestabili- seerd ³⁾	2200	Passavant	2	100	150 x 150	3	b	FeCl ₃ Ca(OH) ₂
Mierlo (Centr. Slib- verwerking Eindhoven)	AT	750.000	vers slib	7500	Passavant	2	125	150 x 150	3	7,5	FeCl ₃ ⁵⁾ Ca(OH) ₂
Helmond	AT	360.000	vers slib ⁴⁾	5900	Passavant	2	125	150 x 150	3	7,5	AlCl ₃ ⁵⁾ Ca(OH) ₂
Venlo	OS	200.000	aëroob gestabili- seerd	2500	Passavant	2	110	150 x 150	3	6,6	FeCl ₃ Ca(OH) ₂

Tabel 9. Overzicht van filterpersen voor de ontwatering van chemisch geconditioneerd slib (1982)

1) Dec. van het slib (vnl. secundair) wordt afgevoerd naar de landbouw.

2) In bedrijf 1982.

3) Incl. slib van rwi Leiden-Noord.

4) van slibstroom wordt met FeCl₃ en kalk geconditioneerd.

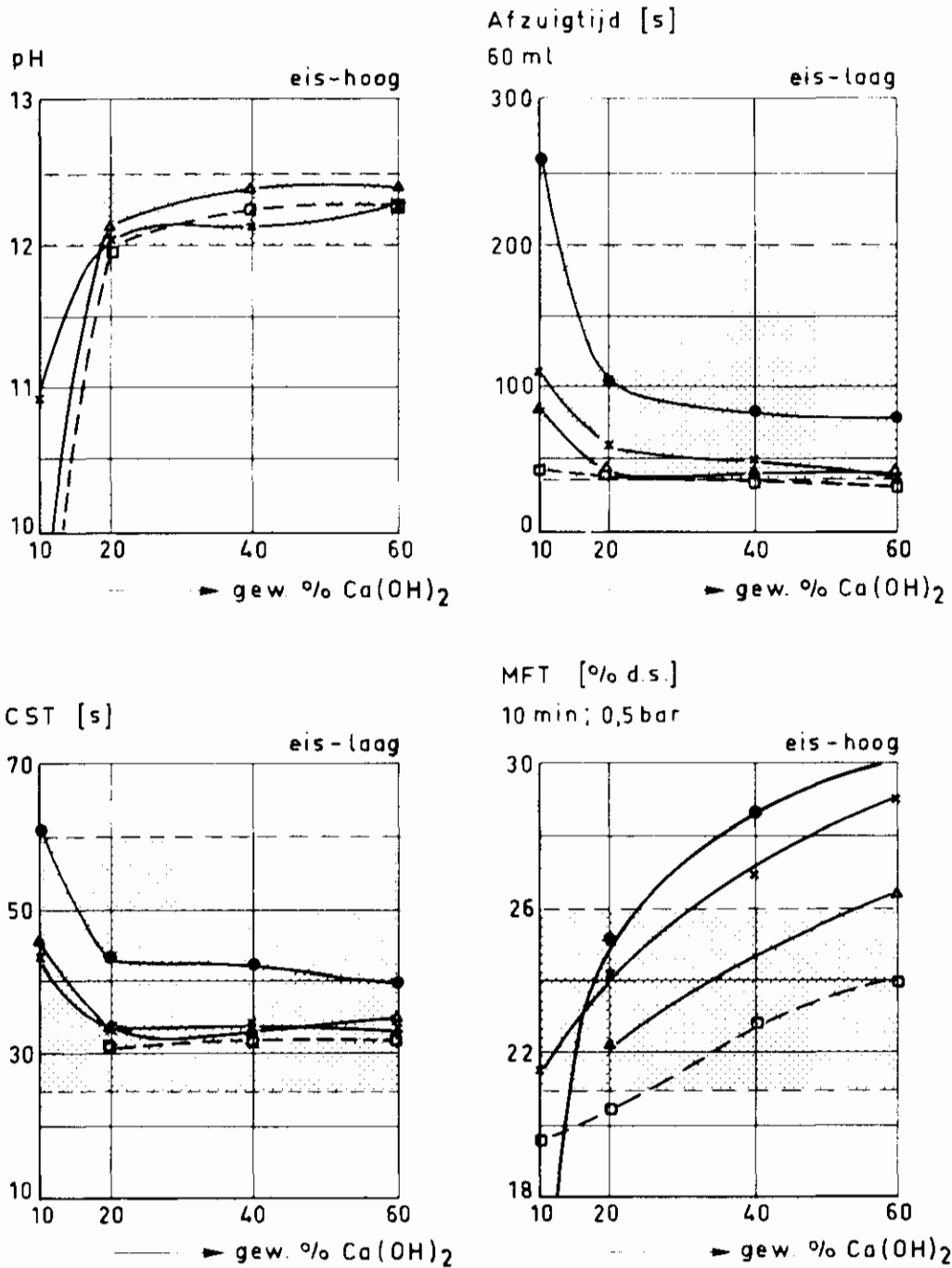
5) Kalk wordt gebiust CaO → Ca(OH)₂

rwzi	datum 1982	droge stof [g/l]	pH	afzuigtijd (60 ml) [s]	MFT-d.s. (%)	specifieke filtratie- weerstand (0,5 bar) [.10 ¹² m/kg]	geroerde OST [s]			
							0	10	40	
Amsterdam-0	27/4	47	12,6	55	22,3	0,37	37	44	51	63
Amsterdam-0	28/4	36	12,6	58	25,8	0,31	36	-	-	-
Amsterdam-0	7/9	46	12,2	58	24,2	0,55	31	36	42	46
Garmerwolde ¹⁾	14/4	62	12,3	200	21,7	1,0	60	79	102	120
Helmond	2/3	59	12,5	105	24,7	0,56	47	54	62	76
Helmond	19/4	45	12,5	67	25,3	0,50	45	48	60	68
Katwijk	16/3	45	12,1	52	20,9	0,39	28	38	41	48
Katwijk	7/9	41	12,0	46	23,6	0,37	25	30	34	46
Mierlo ²⁾	2/3	59	12,4	520	12,9	3,7	135	158	170	-
Nieuwgraaf	23/3	56	12,2	42	-	0,29	27	32	39	55
Nieuwgraaf	14/9	70	12,2	68	30,1	0,31	37	-	-	-
Kenkum	23/3	50	12,2	79	22,5	0,65	32	42	55	68
Venlo	15/3	49	12,2	35	21,1	0,25	27	34	47	56

Tabel 10. Eigenschappen van technisch geconditioneerd slib

1) Vrij krappe dosering.

2) Verslechtering van de eigenschappen van het slib, monsterneming?



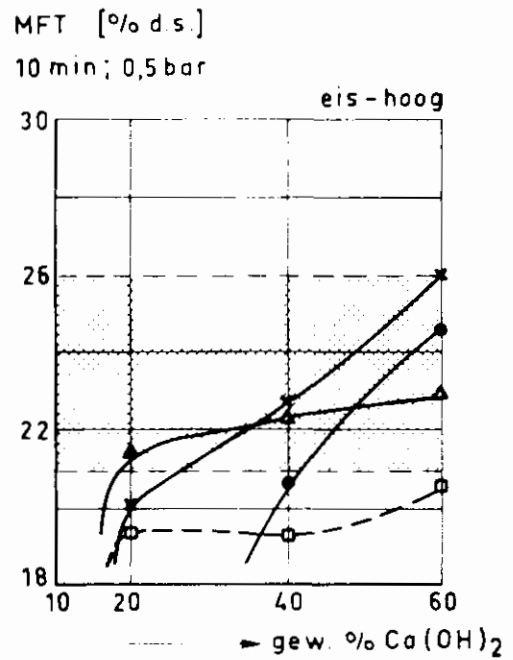
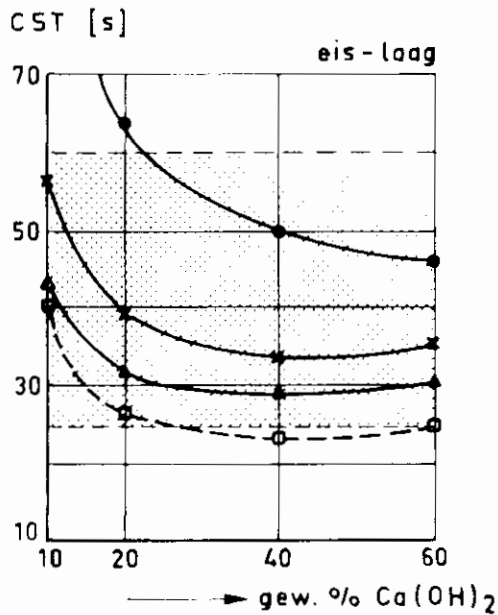
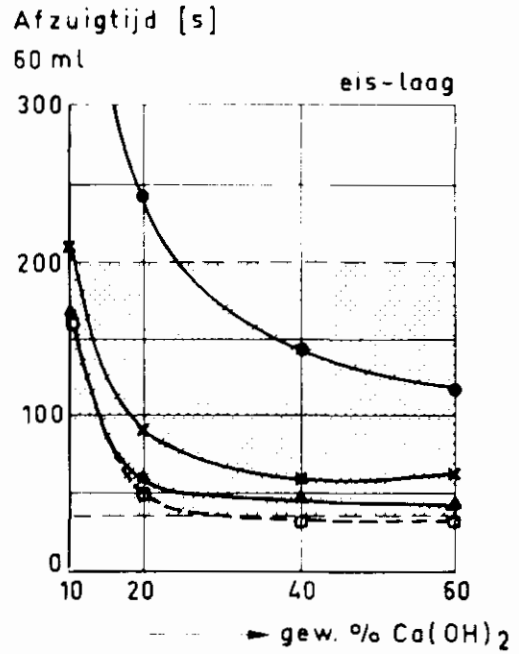
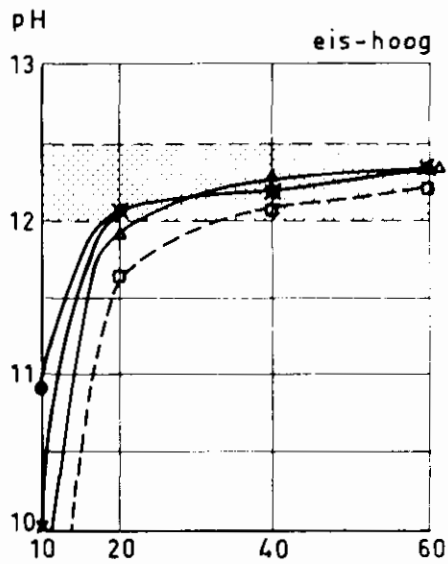
praktijk gebied

● - 2,5 gew. % FeCl₃
 x - 5 " "
 ▲ - 7,5 " "
 □ - 10 " "

conclusie 5 gew. % FeCl₃
 20 - 30 gew. % Ca(OH)₂
 [hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.9. Bepaling van de benodigde hoeveelheid FeCl₃ en kalk (slib van rwzi Amsterdam-0 29-04-'82)

Laboratoriumconditiënering

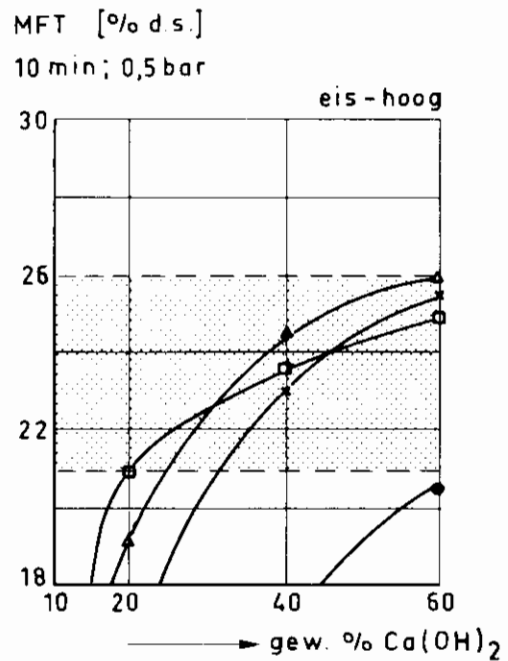
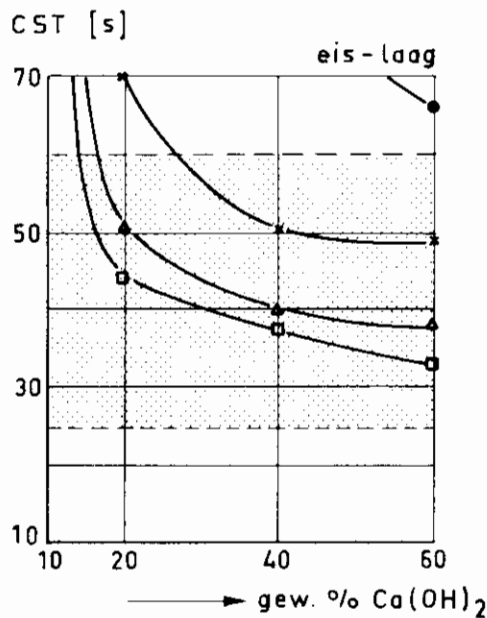
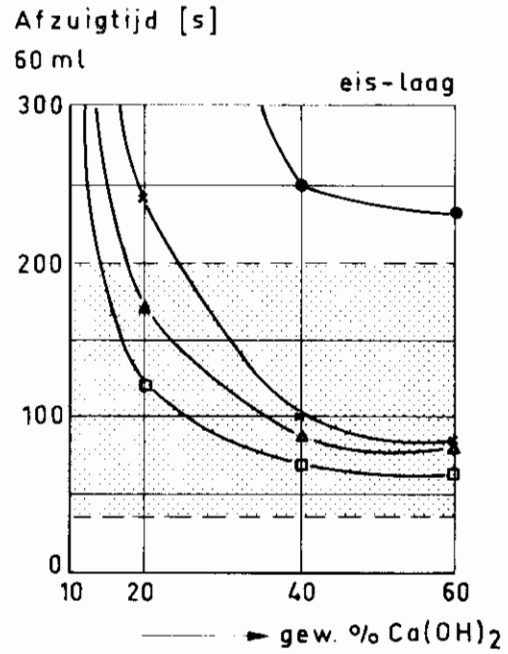
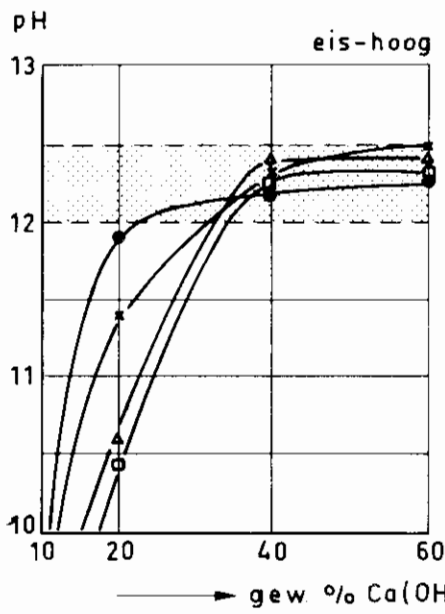


	praktijk gebied
●	- 2,5 gew. % FeCl ₃
x	- 5 " "
▲	- 7,5 " "
◻	- 10 " "

conclusie 5 - 7,5 gew. % FeCl₃
 30 gew. % Ca(OH)₂
 [hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.10. Bepaling van de benodigde hoeveelheid FeCl₃ en kalk (slib van rwzi Amsterdam-0 08-09-'82)

Laboratoriumconditionering



	praktijk gebied
●	- 2,5 gew. % FeCl ₃
×	- 5 " "
▲	- 7,5 " "
□	- 10 " "

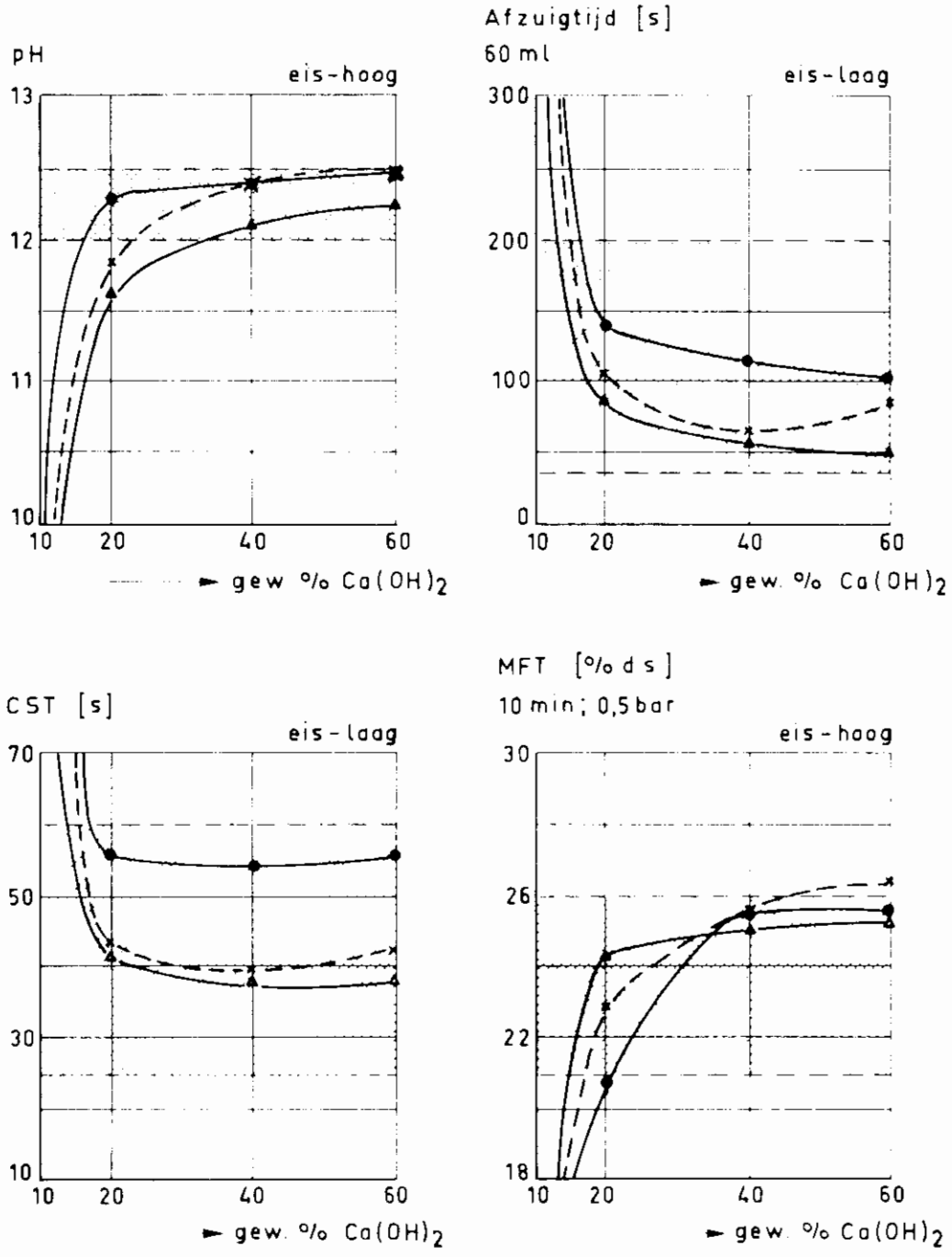
conclusie

7,5 gew. % FeCl₃
40 gew. % Ca(OH)₂

[hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.11. Bepaling van de benodigde hoeveelheid FeCl₃ en kalk (slib van rwzi Garmerwolde 15-04-'82)

Laboratoriumconditiënering



praktijk gebied

● - 2,5 gew. % FeCl₃

x - 5 " "

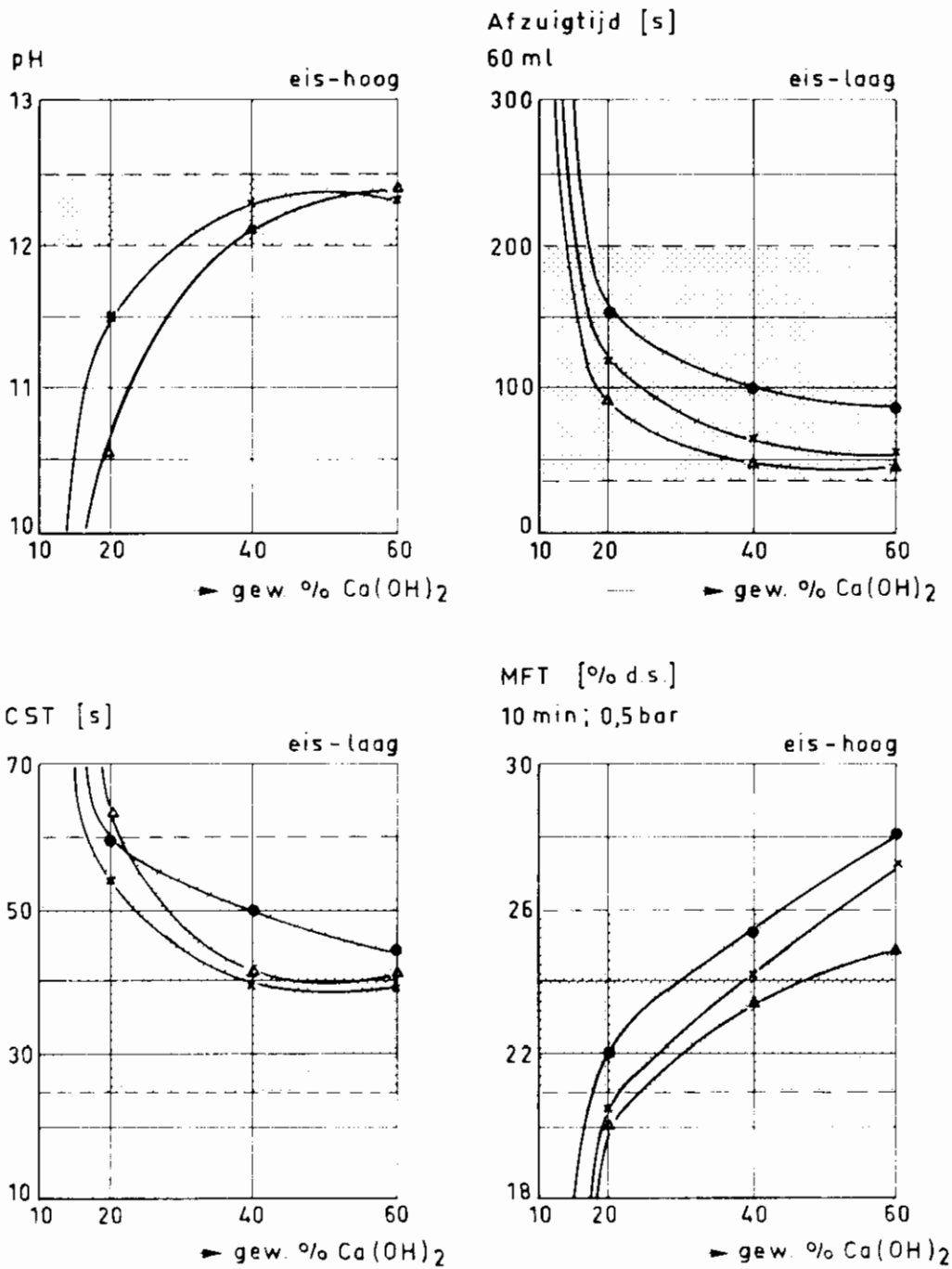
▲ - 7,5 " "

conclusie 5 gew. % FeCl₃
30 gew. % Ca(OH)₂

[hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.12. Bepaling van de benodigde hoeveelheid FeCl₃ en kalk (slib van rwzi Helmond 21-04-'82)

Laboratoriumconditionering

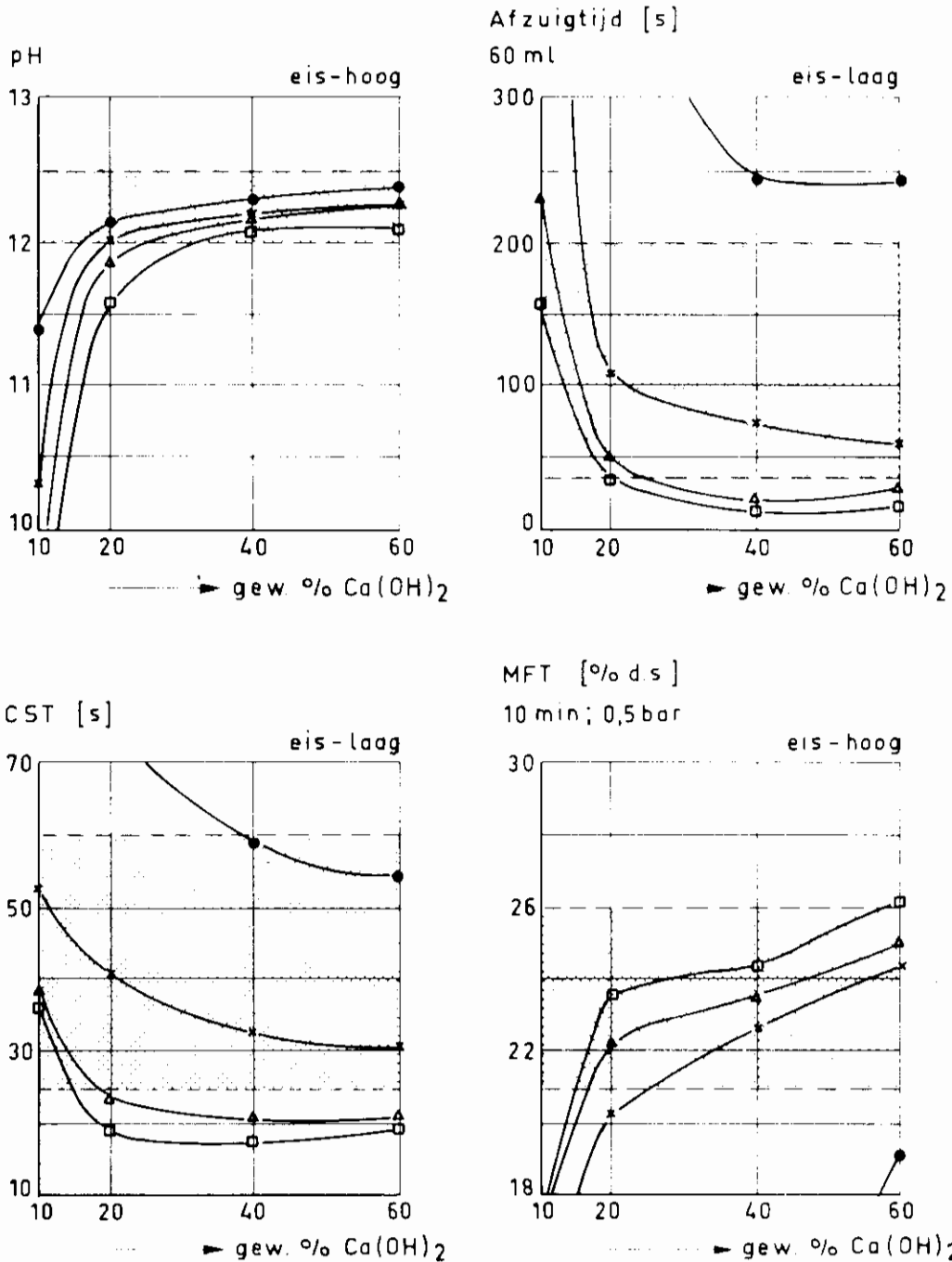



----- praktijk gebied
 ● - 2,5 gew. % AlCl_3
 x - 5 " "
 ▲ - 7,5 " "

conclusie 5 gew. % AlCl_3
 40 gew. % Ca(OH)_2
 [hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.13. Bepaling van de benodigde hoeveelheid AlCl_3 en kalk (slib van rwzi Helmond 24-02-'82)

Laboratoriumconditionering

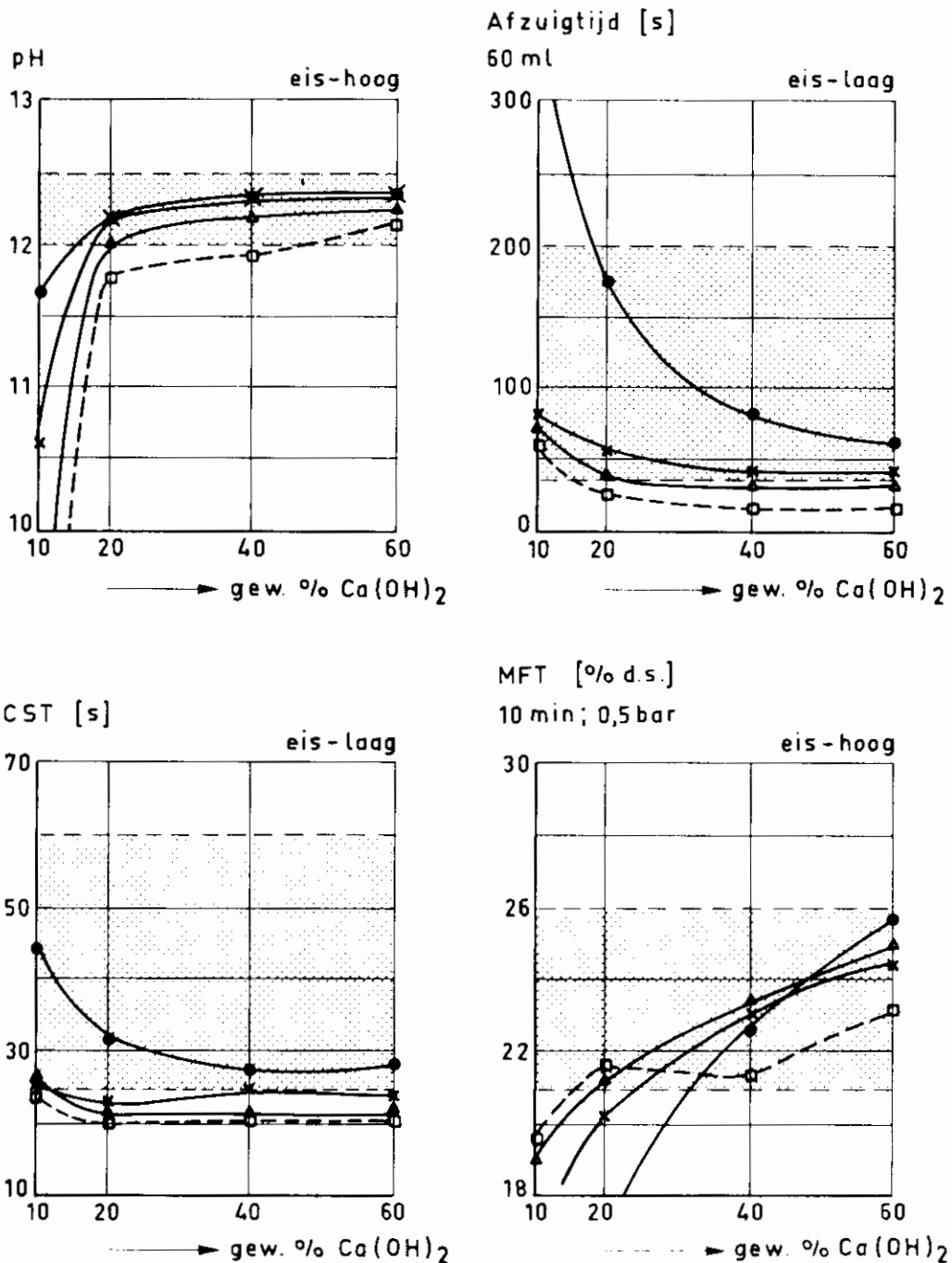


	praktijk gebied
●	- 2,5 gew. % FeCl ₃
x	- 5 " "
▲	- 7,5 " "
□	- 10 " "

conclusie 7,5 gew. % FeCl₃
 30-40 gew. % Ca(OH)₂
 [hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.14. Bepaling van de benodigde hoeveelheid FeCl₃ en kalk (slib van rwzi Katwijk 18-03-'82)

Laboratoriumconditiënering

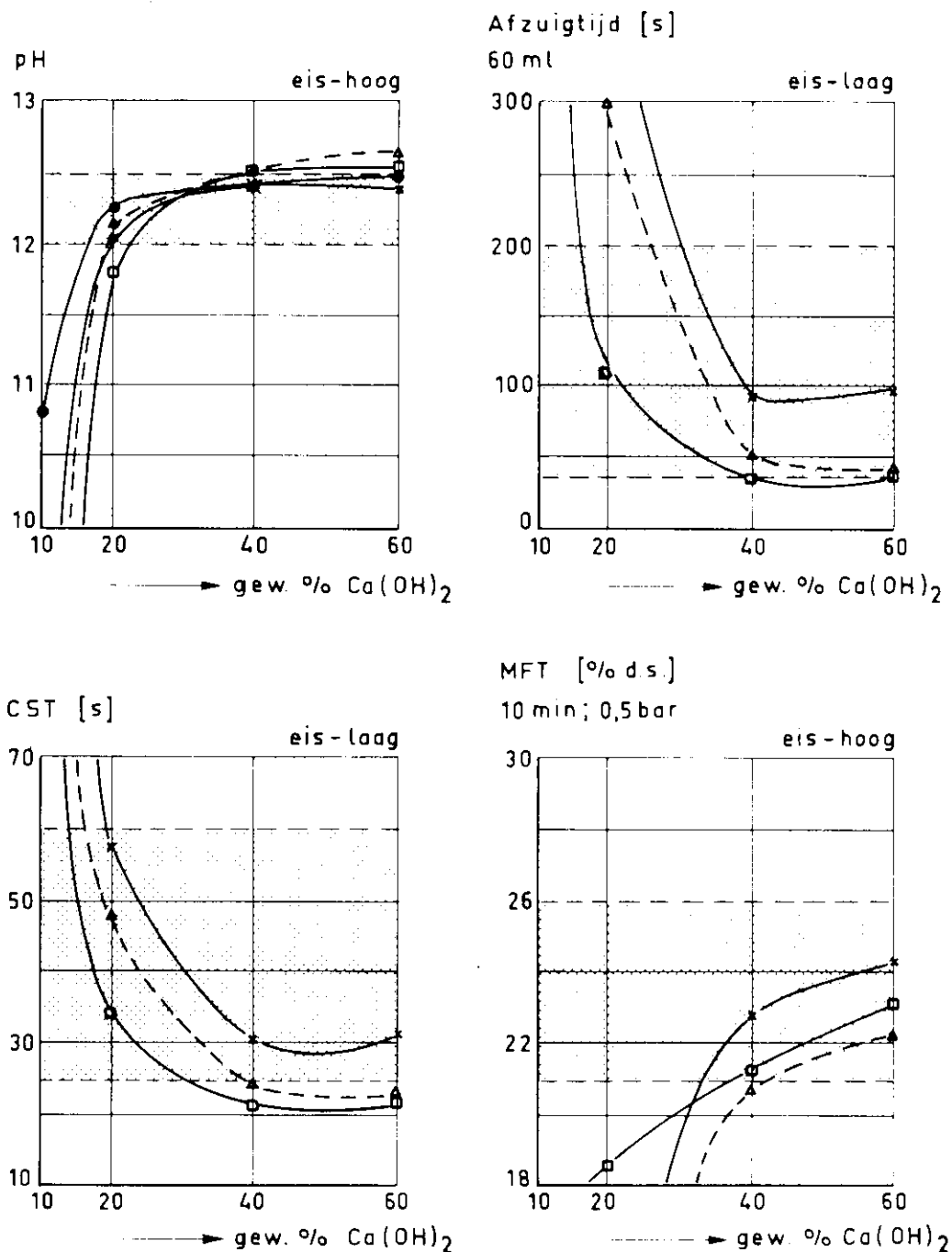


	praktijk gebied
●	- 2,5 gew. % FeCl_3
×	- 5 " "
▲	- 7,5 " "
□	- 10 " "

conclusie 5 - 7,5 gew. % FeCl_3
 30 gew. % $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 [hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.15. Bepaling van de benodigde hoeveelheid FeCl_3 en kalk (slib van rwzi Katwijk 08-09-'82)

Laboratoriumconditiënering

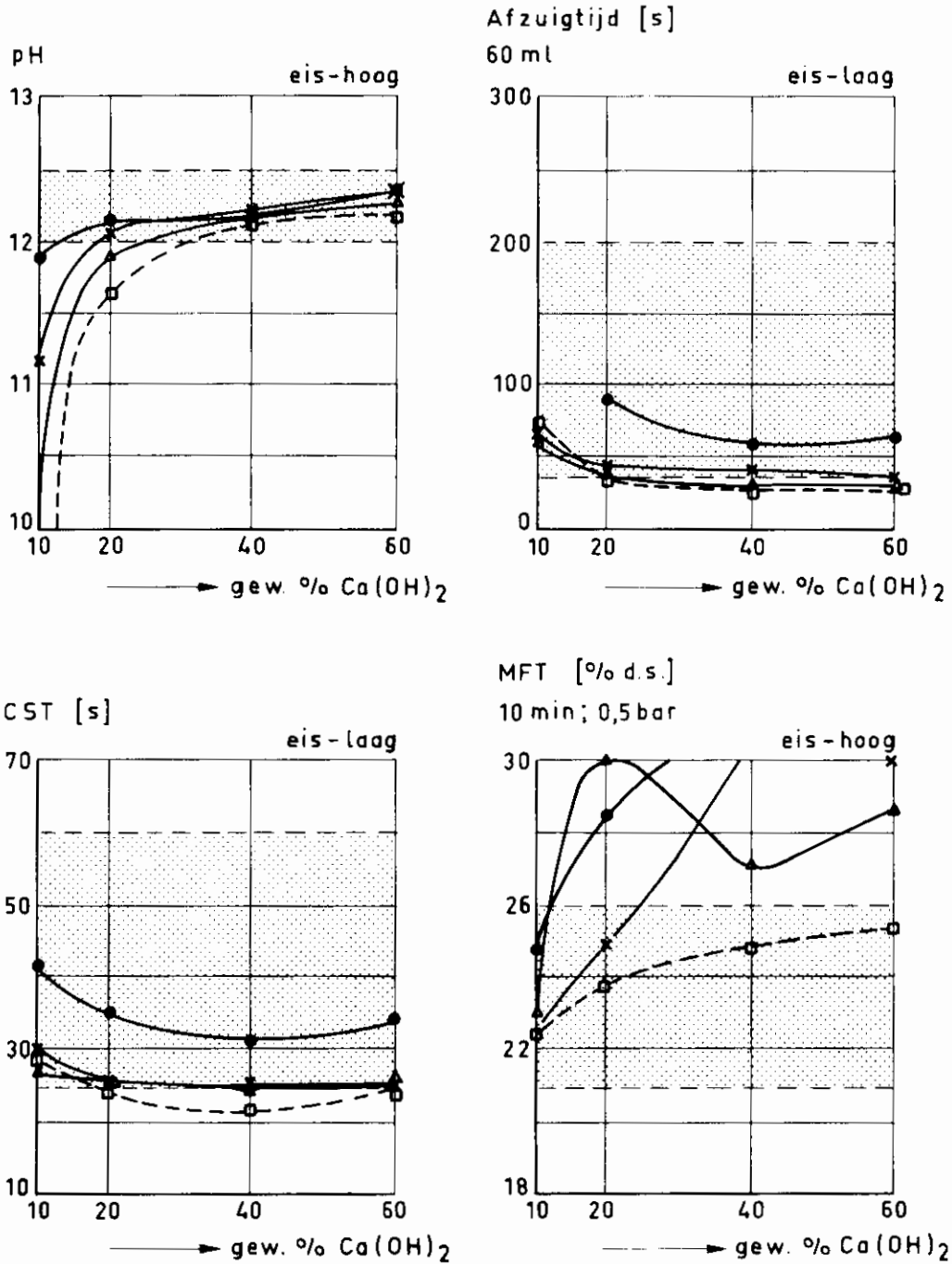


	praktijk gebied
●	- 2,5 gew. % FeCl ₃
×	- 5 " "
▲	- 7,5 " "
□	- 10 " "

conclusie 5 - 7,5 gew. % FeCl₃
 40 gew. % Ca(OH)₂
 [hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.16. Bepaling van de benodigde hoeveelheid FeCl₃ en kalk (slib van rwzi Mierlo 04-03-'82)

Laboratoriumconditiënering



	praktijk gebied
●	- 2,5 gew. % FeCl ₃
×	- 5 " "
▲	- 7,5 " "
□	- 10 " "

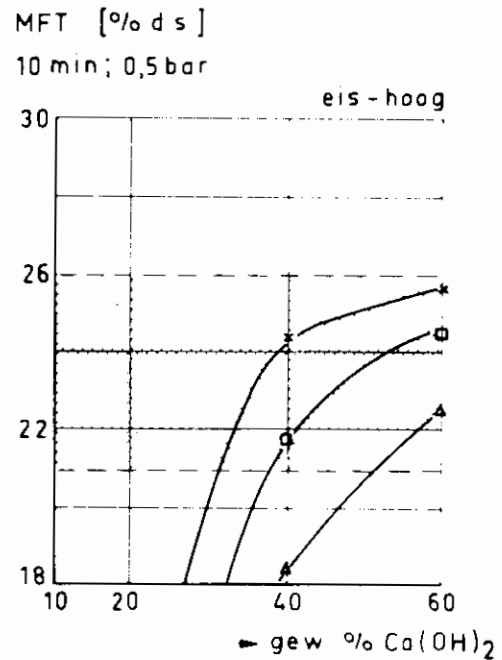
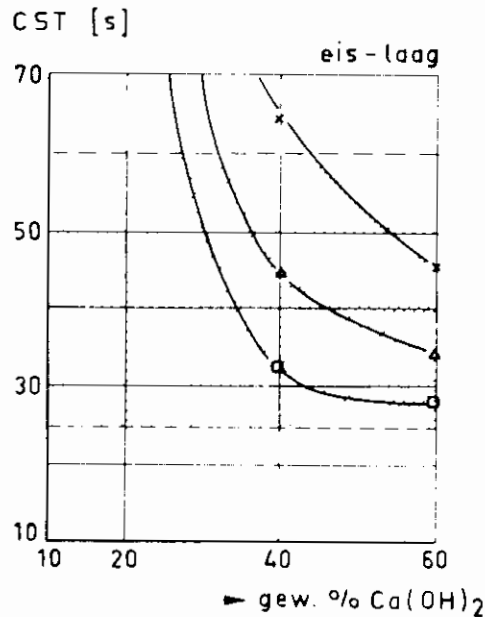
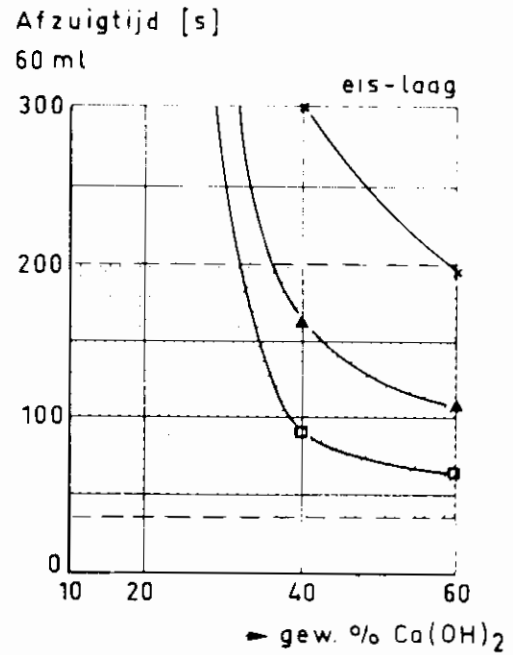
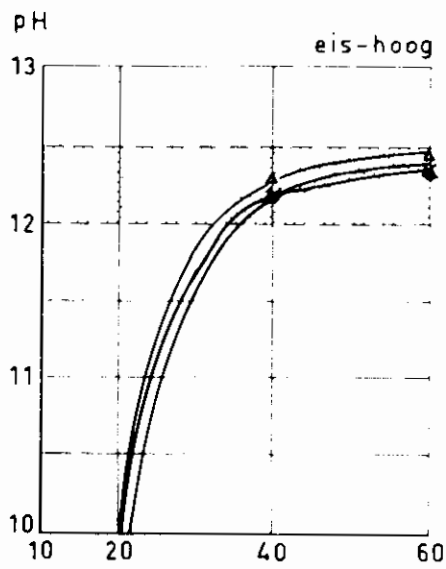
conclusie

5 gew. % FeCl₃
30 gew. % Ca(OH)₂

[hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.17. Bepaling van de benodigde hoeveelheid FeCl₃ en kalk (slib van rwzi Nieuwgraaf 15-09-'82)

Laboratoriumconditionering

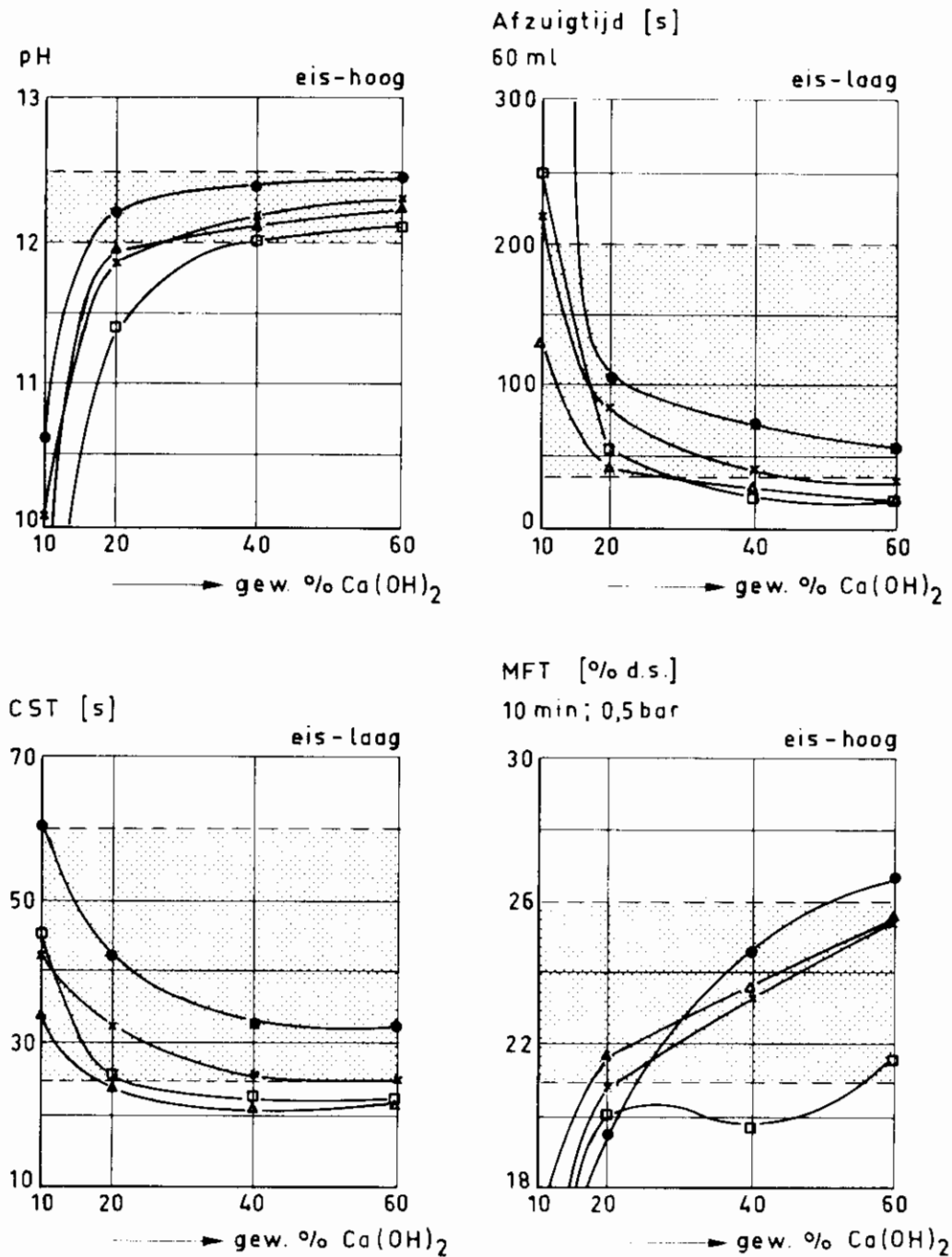


praktijk gebied	
●	- 2,5 gew. % FeCl ₃
×	- 5 " "
▲	- 7,5 " "
□	- 10 " "

conclusie 7,5 - 10 gew. % FeCl₃
40 - 60 gew. % Ca(OH)₂

[hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.18. Bepaling van de benodigde hoeveelheid FeCl₃ en kalk (slib van rwzi Renkum 24-02-'82)



praktijk gebied

● - 2,5 gew. % FeCl_3
 × - 5 " "
 ▲ - 7,5 " "
 □ - 10 " "

conclusie 5 gew. % FeCl_3
 30 - 40 gew. % Ca(OH)_2
 [hogere doseringen geven relatief weinig verbetering in de ontwateringeigenschappen]

Fig.19. Bepaling van de benodigde hoeveelheid FeCl_3 en kalk (slib van rwzi Venlo 17-03-'82)

