

Mechanische slibindikking met een zeefband-indikker

1. Inleiding

Vanwege overbelasting en verscherpte effluent-eisen wordt in Nederland momenteel een groot aantal rioolwater-zuiveringsinrichtingen (rwzi's) uitgebreid. Teneinde bestaande en nieuwe procesonderdelen in de sliblijn zo goed mogelijk te benutten, respectievelijk zo klein mogelijk te kunnen dimensioneren, is het vaak wenselijk slibstromen vergaand in te dikken. In dergelijke situaties blijkt de omschakeling van gravitatie- naar mechanische slibindikking vaak een

Samenvatting

Op de rwzi's Beverwijk en Wervershoof is gedurende een periode van drie weken ervaring opgedaan met een zeefband-indikker (Bellmer Turbodrain) voor de mechanische indikking van enkele veel voorkomende slibsoorten. Deze wijze van indikking is technisch haalbaar gebleken en biedt een alternatief voor conventionele gravitatie-indikking. Het resultaat is afhankelijk van procesparameters van de machine, het al dan niet toepassen van bandspoelwater- en filtraatrecirculatie en de eigenschappen van het in te dikken slib. Het installeren van Zenon-apparatuur ter regulering van de vlokhulpmiddel-dosering dient bij wisselende slibconcentraties te worden overwogen, teneinde een optimaal en stabiel resultaat te verkrijgen.



IR. H. F. VAN DER ROEST
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau BV



IR. H. ROZEMA
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau BV



IR. M. J. L. VAN DE
VONDERVOORT
Hoogheemraadschap van de
Uitwaterende Sluizen in
Kennemerland en Westfriesland



ING. A. H. J. EDELING
Louis Reyners BV

processtechnologisch en financieel aantrekkelijke mogelijkheid te zijn.

In Nederland zijn op dit moment verschillende mechanische slib-indikkings-systemen voorhanden. Op de rwzi's Beverwijk en Wervershoof is van 21 juni tot en met 12 juli 1989 een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van de Bellmer-Turbodrain, een zeefband-indikker. Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking tussen Louis Reyners BV,

Allied Colloïds Nederland BV, Reym Charters, het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland en DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV.

In dit artikel wordt ingegaan op de ervaringen die tijdens dit onderzoek met de Turbodrain zijn opgedaan. Na enige achtergrond-informatie zal worden ingegaan op de opzet en de resultaten van het onderzoek.

2. De Turbodrain

In afb. 1 is een prinsipschets van de Turbodrain weergegeven. In de slib-toevoerleiding wordt via een injectering het vlokhulpmiddel (poly-electrolyet) aan het slib gedoseerd. Het slib en het vlokhulpmiddel worden vervolgens in een 'turbulente menger' intensief met elkaar in contact gebracht. Na een zekere reactietijd komt het mengsel op de (eindloze) zeefband van de Turbodrain. Aan weerszijden van de band zijn instelbare geleideschotten aangebracht om te voorkomen dat het geconditioneerde slib van de band stroomt.

Het vrijkomende water uit het skib (filtraat) loopt onder invloed van de zwaartekracht door de zeefband en wordt in een bak opgevangen. De ontwatering wordt bevorderd door zogenaamde 'schikanen' (zie foto) die het in te dikken slib mengen en keren. Door de beweging van de band wordt het slib naar het einde van de machine getransporteerd, waar een drempel is gesitueerd. Hier hoopt het slib zich op en komt in een roterende beweging. Er vindt een drukopbouw plaats en er treden afschuifkrachten op, waardoor er extra water aan het slib wordt onttrokken.

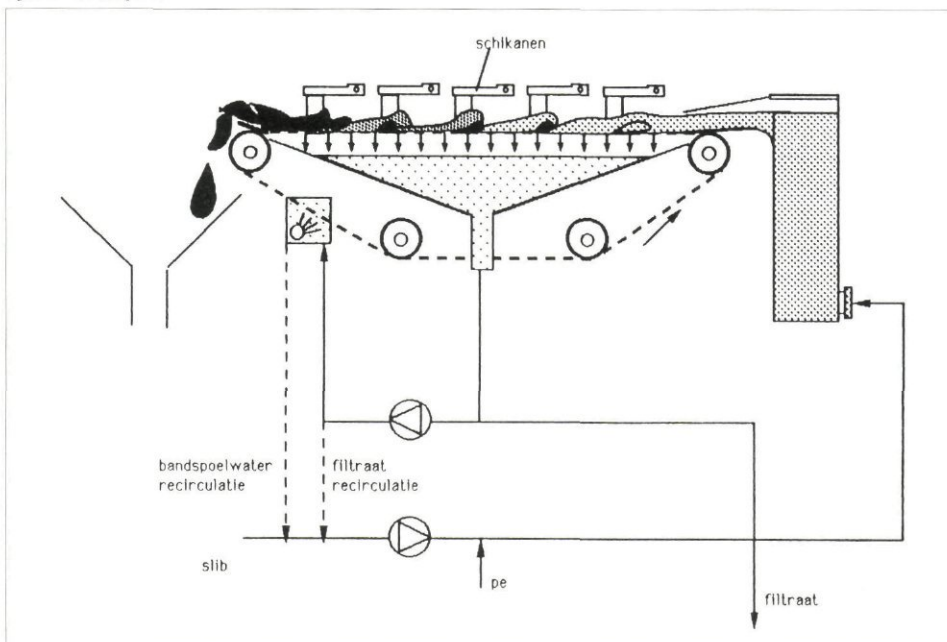
Het ingedikte slib dat over de dempel stort, wordt opgevangen in een trechter en van hieruit verder getransporteerd. De snelheid van de zeefband kan worden ingesteld van circa 5 tot 50 m/h en beïnvloedt de verblijftijd van het slib op de zeefband en de additionele indikking bij de drempel.

De zeefband wordt gereinigd door filtraat of extern water (drinkwater, bronwater of effluent) via sproeinozzles onder hoge druk op de band te spuiten.

Het centreren van de zeefband wordt geregeld met behulp van een automatisch werkende hydraulische regeling.

De droge-stofconcentratie van het in te dikken slib kan sterk variëren. Om op deze variaties adequaat te kunnen

Afb. 1 - Principe-schets Turbodrain.



reageren kan de Turbodrain van zogenaamde 'Zenon'-apparatuur worden voorzien. Hiermee wordt de vlokhuipmiddeldosering geregeld op basis van een vergelijking tussen de rheologische eigenschappen van het geconditioneerde en het niet-geconditioneerde slib.

3. Opzet en uitvoering van het onderzoek

Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van een mobiele installatie met een Turbodrain van het type BBE1. De effectieve bandbreedte van deze machine is 1.050 mm. Op de zeefband van de Turbodrain zijn op regelmatige afstand van elkaar in 5 rijen 4 of 5 schikanten geplaatst. Het spoelwaterdebiet bedraagt 6 m³/h. De elektrische aansluitwaarde van de installatie, inclusief slibpompen en vlokhuipmiddelaanmaak- en doseerinrichting bedraagt circa 21 kW.

Het onderzoek is uitgevoerd met de volgende slibsoorten:

Rwzi Beverwijk - laagbelast actief-slibstelsysteem met voorbezinking en slibgisting

- secundair spuislib
- gravitair ingedikt secundair spuislib
- uitgegist (primaire plus secundaire) slib
- gravitair ingedikt uitgegist (primaire plus secundaire) slib

Rwzi Wervershoof - zeer laagbelast actief-slibstelsysteem met simultaan aërobe slibstabilisatie

- spuislib ('oxydatieslootlib')
- gravitair ingedikt spuislib (ingedikt 'oxydatieslootlib')

Voor alle slibsoorten is voorafgaande aan het onderzoek op laboratoriumschaal het optimale vlokhuipmiddel geselecteerd. Het proefprogramma was zo opgezet, dat voor elke slibsoort bij verschillende



hydraulische belastingen relaties konden worden vastgesteld tussen het droge-stofgehalte van het ingedikte slib en het specifieke vlokhuipmiddelverbruik. In afb. 2 is een dergelijke relatie weergegeven.

De in dit artikel weergegeven relaties zijn alle verkregen door uit te gaan van een minimum vlokhuipmiddeldosering en deze dosering langzaam op te voeren via een 'optimum' naar een maximum (zie afb. 2). Dit houdt in dat telkenmale is gestart met enige vorm van bandversmering (vergelijk werking zeefbandpers), waardoor de resultaten bij hogere doseringen enigszins zijn beïnvloed. Derhalve mogen de weergegeven resultaten worden beschouwd als minimaal haalbaar.

Tijdens het onderzoek zijn tevens het effect van de (partiële) recirculatie van bandspoelwater en filtraat, en de verlenging van de contacttijd tussen het slib en het vlokhuipmiddel bestudeerd. Tenslotte zijn duurproeven uitgevoerd met het secundaire spuislib van de rwzi Beverwijk. Bij deze duurproeven is

gebruik gemaakt van de hiervoor genoemde Zenon-apparatuur.

4. Onderzoekresultaten

4.1. Algemeen

Voor de beoordeling van de werking van de Turbodrain zijn drie parameters van belang, te weten het droge-stofgehalte van het ingedikte slib, het droge-stofafscheidingsrendement en het specifieke vlokhuipmiddelverbruik.

Met betrekking tot de toegepaste vlokhuipmiddelen dient te worden opgemerkt dat bij de interpretatie van de afbeeldingen rekening moet worden gehouden met het feit dat het toegepaste vlokhuipmiddel Zetag 78FS40 slechts 50% actieve polymeerbestanddelen bezit. Gezien het grote aantal onderzoeksgegevens is voor de bespreking van de onderzoeksresultaten gekozen voor een grafische weergave.

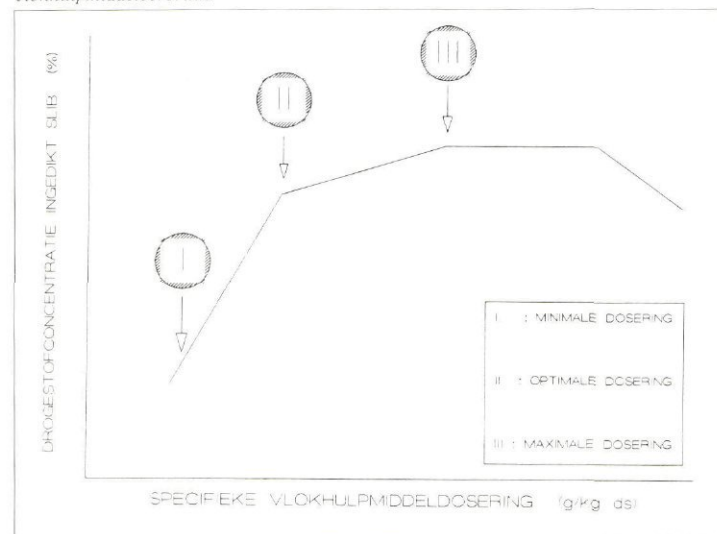
4.2. (Gravitair ingedikt) secundair spuislib

Tijdens het onderzoek is zowel het secundaire- als het gravitair ingedikte spuislib van de rwzi Beverwijk verwerkt. Dat dit slib met de conventionele gravitatie-indikking niet eenvoudig kan worden ingedikt, blijkt uit de weergegeven onderzoeksgegevens in tabel I.

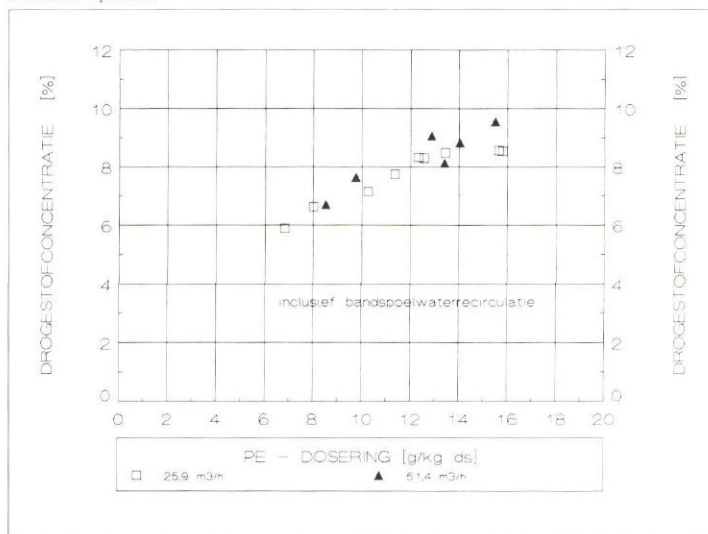
TABEL I - Algemene gegevens secundair spuislib.

Parameter	Eenheid	Waarde
<i>Secundair spuislib:</i>		
Droge-stofconcentratie	%	0,26 - 0,82
Slibvolume-index (verdund)	ml/g	140 - 210
Temperatuur	°C	17 - 18
Gloeirest	%	28
<i>Gravitair ingedikt secundair spuislib:</i>		
Droge-stofconcentratie	%	1,46 - 1,80

Afb. 2 - Relatie tussen droge-stofgehalte van het ingedikte slib en specifiek vlokhuipmiddelverbruik.



Afb. 3 - Droge-stofgehalte versus vlokhuipmiddeldosering - secundair spuislib.



Secundair spuislib:
Onder verschillende procesomstandigheden zijn de mogelijkheden van de Turbodrain met het secundaire spuislib onderzocht.

In eerste instantie is het effect van *bandspoelwaterrecirculatie* bestudeerd (zie afb. 1). Uit een groot aantal proeven is gebleken dat bandspoelwaterrecirculatie een aantal belangrijke voordelen heeft, namelijk een hoger droge-stofgehalte van het ingedikte slib en een hoger droge-stofafscheidingsrendement bij een gelijk-blijvende vlokhelpmiddeldosering en slibdoorzet.

In tweede instantie is de invloed onderzocht van een langere *contacttijd* tussen slib en vlokhelpmiddel. De resultaten blijken door deze maatregel echter niet te verbeteren.

Wel blijkt er enige verbetering te constateren indien naast bandspoelwaterrecirculatie ook partiële *filtraatrecirculatie* wordt toegepast.

In afb. 3 zijn de onderzoeksresultaten grafisch weergegeven.

Uit afb. 3 blijkt dat bij een vlokhelp-middelverbruik van circa 12 g/kg ds, droge-stofgehalten tot 9 à 10% haalbaar zijn. Het droge-stofafscheidingsrendement varieert, afhankelijk van de vlokhelp-middeldosering van ruim 90 tot 99%. Opvallend is het feit dat binnen de marges van het onderzoek, het resultaat min of meer onafhankelijk is van de slibdoorzet. Zelfs bij een (niet weergegeven) slib-doorzet van 67 m³/h (ruim 300 kg ds/h) blijft het resultaat nagenoeg gelijk aan het resultaat bij 20 m³/h (circa 100 kg ds/h).

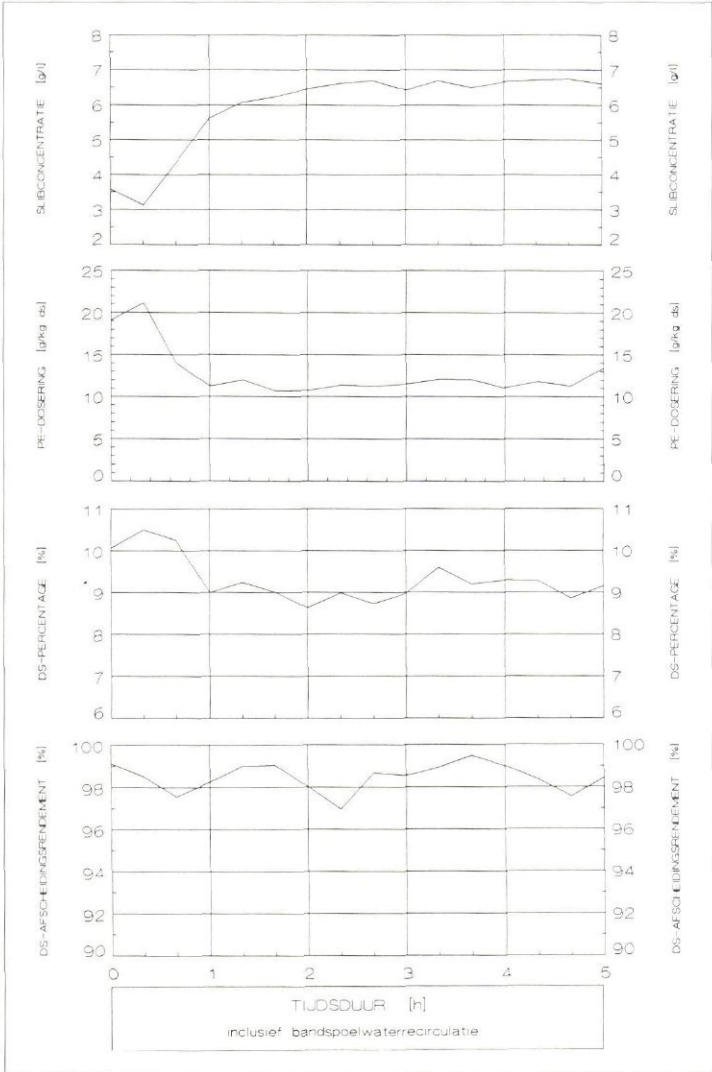
In afb. 4 en 5 is het verloop van twee duurproeven weergegeven. Tijdens beide duurproeven is een doorzet van 15,6 m³/h ingesteld. Bij een hogere doorzet kon als gevolg van het trillingsniveau van de mobiele opstelling de Zenon-apparatuur niet goed functioneren.

Uit de eerder behaalde onderzoeksresultaten is echter gebleken dat binnen ruime grenzen de slibdoorzet geen significante invloed heeft op het resultaat. In tabel II zijn de ingestelde procesparameters en de bijbehorende resultaten vermeld. Daarbij is de inlooperperiode buiten beschouwing gelaten.

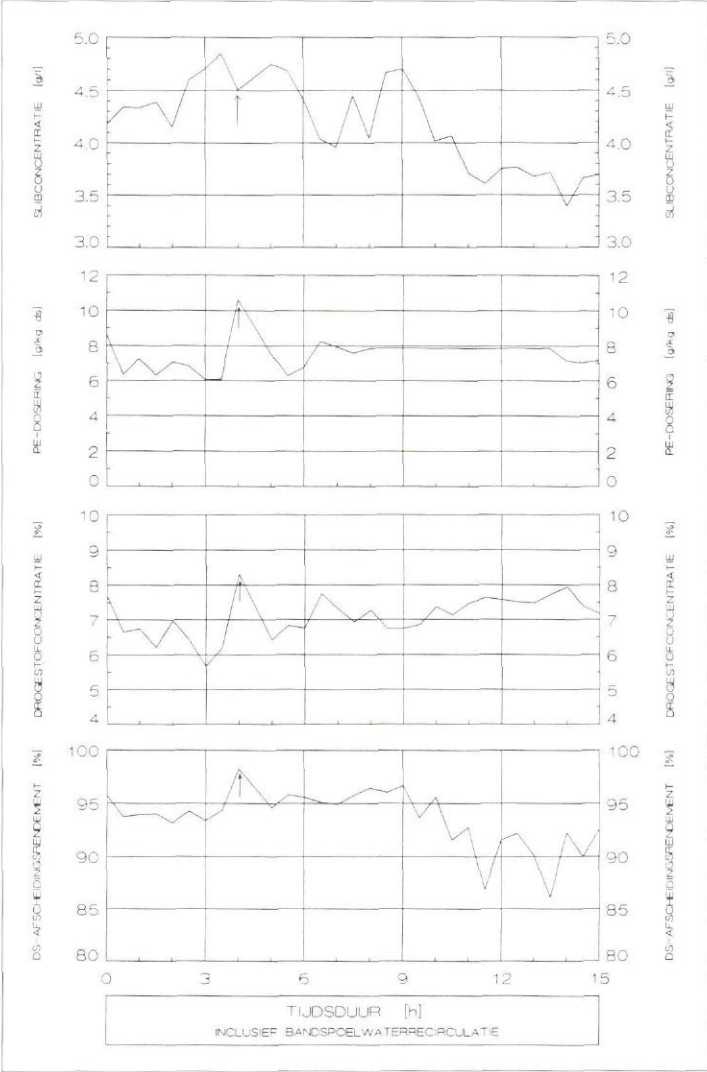
TABEL II – Procesparameters en resultaten duurproef I en II.

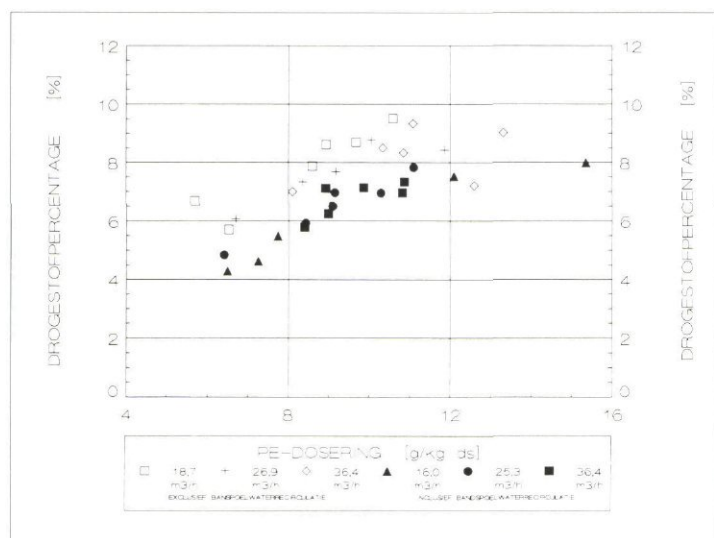
Parameter	Eenheid	Duurproef I	Duurproef II
Slibdoorzet	m ³ /h	15,6	15,6
Ds-belasting	kg/h	101	63
Bandsnelheid	m/h	10,0	12,9
Vlokhelpmiddeldosering	g/kg ds	11,6	7,9
Ds-gehalte ingedikte slib	%	9,1	7,3
Ds-afscheidingsrendement	%	98,5	93,0

Afb. 4 - Duurproef I.



Afb. 5 - Duurproef II.





Afb. 6 - Drogenstofgehalte versus vlokhuilmiddeldosering – gravitair ingediktd secundair spuislib.

Duurproef I:

Voor de eerste duurproef is uitgegaan van een ruime vlokhuilmiddeldosering. Uit afb. 4 blijkt dat na circa 1 uur de Zenon-apparatuur deze dosering stabiliseert.

Onder de weergegeven procescondities worden een droge-stofgehalte en droge-stofafscheidingsrendement bereikt, die overeenkomen met de verwachting op basis van de eerder behaalde onderzoeksresultaten (zie afb. 3).

Duurproef II:

Voor de tweede duurproef is uitgegaan van een krappe vlokhuilmiddeldosering. De instelling is echter na 4 uur gewijzigd, omdat de zeefband regelmatig versmeerde. Uit afb. 5 blijkt dat 1 à 2 uur na deze wijziging de Zenon-apparatuur de dosering stabiliseert. De daling van het droge-stofafscheidingsrendement aan het einde van de duurproef dient niet verkeerd te worden geïnterpreteerd. Deze daling komt volledig voor rekening van de dalende spuislibconcentratie. De filtraatkwaliteit blijft namelijk met een droge-stofconcentratie van 0,3 tot 0,5 g/l op eenzelfde niveau.

De resultaten van duurproef II komen ook overeen met de eerder behaalde onderzoeksresultaten (zie afb. 3).

Gravitair ingediktd secundair spuislib:

In afb. 6 zijn de resultaten weergegeven van de indikking van gravitair ingediktd secundair spuislib.

Uit afb. 6 kan worden afgelezen dat recirculatie van bandspoelwater in dit geval geen positieve invloed heeft op het indikkingsresultaat. Voor een gelijk eind-droge-stofgehalte dient circa 1 tot 2 g/kg ds vlokhuilmiddel extra te worden

gedoseerd.

Daarentegen neemt het droge-stofafscheidingsrendement toe van circa 98% tot ruim 99%. Uit afb. 6 blijkt verder dat droge-stofgehalten tot 9 à 10% haalbaar zijn. Hiervoor is een vlokhuilmiddeldosering nodig van circa 10 à 12 g/kg ds. Ook hier is het opvallend dat het resultaat slechts marginaal afhankelijk is van de slibdoorzet. Bij de weergegeven hydraulische doorzet varieert de droge-stofbelasting van 250 tot 600 kg ds/h.

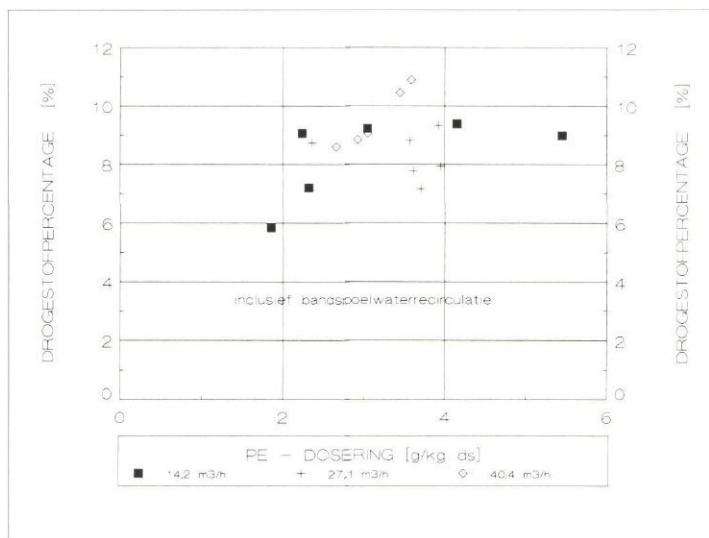
4.3. (Gravitair ingediktd) uitgegist slib

Tijdens het onderzoek is zowel het uitgegiste- als het gravitair ingediktd uitgegiste slib van de rwzi Beverwijk met de Turbodrainer verwerkt. De onderzoeksgegevens zijn weergegeven in tabel III.

De resultaten met uitgegist slib van de rwzi Beverwijk zijn weergegeven in afb. 7. De resultaten met gravitair ingediktd uitgegist slib komen hiermee verregaand overeen, zodat hierop niet verder wordt ingegaan. Bij een slibdoorzet van 14 tot 40 m³/h (300-1.100 kg ds/h) kan een droge-stofgehalte van 9 à 10% worden bereikt. De daarvoor benodigde hoeveelheid vlokhuilmiddel (DP 7-4405 – ≈ 100% actief) is 2 tot 3 g/kg ds. Het droge-stofafscheidingsrendement ligt ruimschoots boven 99%. Ook bij de indikking van uitgegist

TABEL III – Algemene gegevens uitgegist slib.

Parameter	Eenheid	Waarde
<i>Uitgegist slib:</i>		
Droge-stofconcentratie	%	2,1 - 3,4
Temperatuur	°C	36
Gloeirest	%	39
<i>Gravitair ingediktd uitgegist slib:</i>		
Droge-stofconcentratie	%	3,5 - 4,8



Afb. 7 - Drogenstofgehalte versus vlokhuilmiddeldosering – uitgegist slib.

TABEL IV – Algemene gegevens oxydatieslootslib.

Parameter	Eenheid	Waarde
<i>Spuislib:</i>		
Droge-stofconcentratie	%	0,37 - 0,55
Slibvolume-index (verdund)	ml/g	175
Temperatuur	°C	20
Gloeirest	%	32
<i>Gravitair ingediktd spuislib:</i>		
Droge-stofconcentratie	%	2,1 - 3,0

slib valt op dat het resultaat niet afhankelijk is van de slibdoorzet.

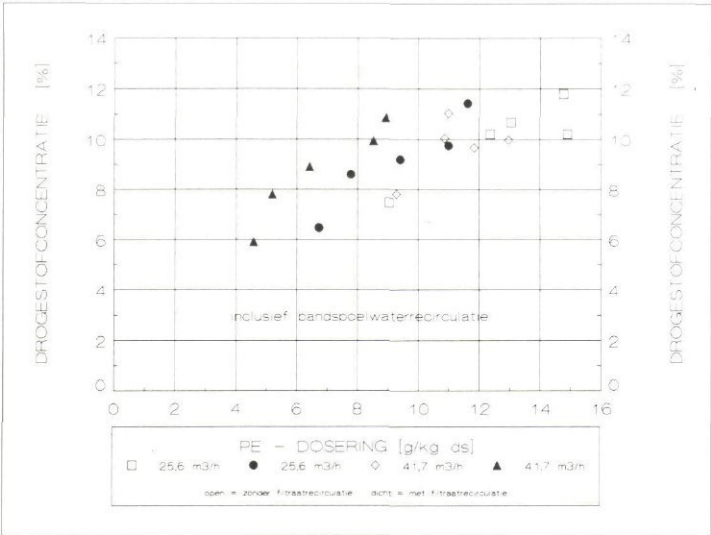
4.4. (Gravitair ingediktd) oxydatieslootslib

Tijdens het onderzoek is zowel het spuislib – alsook het gravitair ingediktd spuislib – van de rwzi Wervershoof ingediktd. Enige onderzoeksgegevens zijn weergegeven in tabel IV.

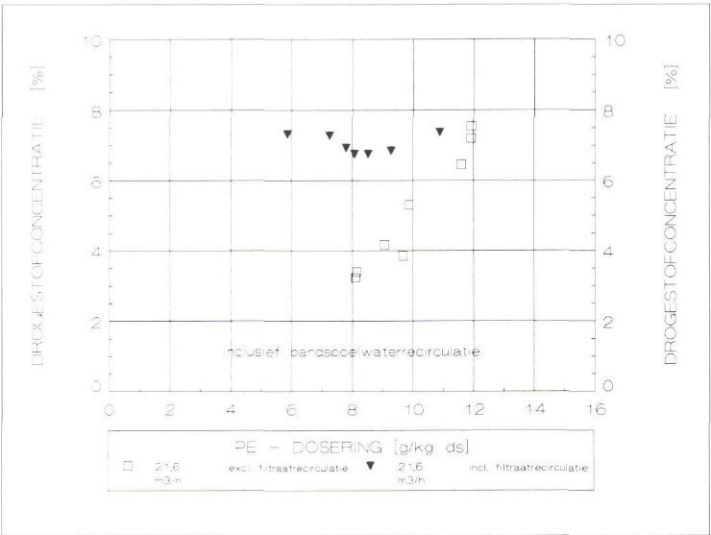
Oxydatieslootslib:

Bij de indikking van het spuislib van de rwzi Wervershoof is op basis van de positieve resultaten op de rwzi Beverwijk uitgegaan van bandspoelwaterrecirculatie. Daarnaast is getracht verder inzicht te krijgen in het effect van filtraatrecirculatie. De toegepaste recirculatieverhouding is ingesteld op 0,4 (dat wil zeggen 40% van de hydraulische doorzet). In afb. 8 zijn de resultaten van deze experimenten grafisch weergegeven.

Uit deze afb. blijkt dat er een duidelijk effect optreedt. Voor eenzelfde droge-stofgehalte blijkt bij toepassing van filtraatrecirculatie aanzienlijk minder vlokhuilmiddel (circa 2 g/kg ds) benodigd. Het maximale droge-stofgehalte ligt tussen 10 en 12%. Hiervoor is het vlokhuilmiddelverbruik circa 10 g/kg ds. Het droge-stofafscheidingsrendement



Afb. 8 - Droge-stofgehalte versus vlokhuilmiddeldosering – oxydatieslootlib.



Afb. 9 - Droge-stofgehalte versus vlokhuilmiddeldosering – gravitair ingedikt spuislib.

varieert, afhankelijk van de vlokhuilmiddeldosering van circa 96 tot 99,9%.

Een verhoging van de doorzet van 26 tot 42 m³/h (100-250 kg ds/h) heeft geen invloed op het eindresultaat. Een hogere hydraulische doorzet is niet onderzocht, vanwege technische beperkingen (capaciteit filtraatrecirculatiepomp).

Gravitair ingedikt oxydatieslootlib:
In afb. 9 zijn de resultaten weergegeven van de indikking van gravitair ingedikt spuislib. Uit deze afb. blijkt een opvallend verschil tussen de situatie met en zonder filtraatrecirculatie (recirculatieverhouding van 0,8).
Het maximale droge-stofgehalte blijkt in beide situaties echter ruimschoots te liggen onder de 10 tot 12% bij de indikking van spuislib. Voor eenzelfde eind-droge-stofgehalte is ook meer vlokhuilmiddel benodigd.

5. Evaluatie en samenvatting
Op de rwzi's Beverwijk en Wervershoof zijn van 21 juni tot en met 12 juli 1989 de mogelijkheden onderzocht om de Turbodrain (Bellmer type BBE1) toe te passen voor slibindikking. Tijdens het onderzoek

is gebleken dat deze mechanische vorm van indikking voor verschillende slibsoorten technisch haalbaar is.

De technologische resultaten met de Turbodrain zijn afhankelijk van de standaard procesparameters (bandsnelheid en vlokhuilmiddelverbruik) en het wel of niet toepassen van bandspoelwater- en filtraatrecirculatie. De slibdoorzet is flexibel en heeft binnen ruime grenzen geen significante invloed op de indikkingsresultaten.
Bandspoelwaterrecirculatie verhoogt in alle gevallen het droge-stofafscheidingsrendement. De invloed op de relatie vlokhuilmiddelverbruik en eind-droge-stofgehalte is echter niet eenduidig gebleken.
Filtraatrecirculatie kan leiden tot een vermindering van het vlokhuilmiddelverbruik. Tijdens het onderzoek is proefondervindelijk gebleken dat in het filtraat nog een hoeveelheid werkzaam vlokhuilmiddel aanwezig is, dat bij recirculatie alsnog kan worden gebruikt. De optimale filtraatrecirculatieverhouding dient bij elk slib nader te worden onderzocht.
In tabel V zijn de onderzoeksresultaten kort samengevat.

Het energieverbruik van de Turbodrain komt overeen met de hiervoor genoemde elektrische aansluitwaarde en ligt, afhankelijk van de hydraulische doorzet op 0,3 tot 0,6 kWh/m³ aangevoerd slib. Uit het verloop van de duurproeven is gebleken dat de toepassing van Zenon-apparatuur ter sturing van de vlokhuilmiddeldosering leidt tot een stabiel procesverloop. Bij de indikking van spuislib, waarbij de concentraties in de tijd aanzienlijk kunnen variëren is dergelijke apparatuur noodzakelijk voor een automatische, continue bedrijfsvoering.

TABEL V – Samenvatting onderzoeksgegevens.

	Ds-conc.			Ds-rendement			PE-dosering		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	---	[%]	---	---	[%]	---	- [g/kg ds] -		
Secundair spuislib	6	8	10	90	99	>99	7	11	16*
Ingedikt sec. spuislib	4	8	9	95	>99	>99	6	11	13*
Uitgegist slib	6	9	10	>99	>99	>99	2	3	4
Ingedikt uitgegist slib	6	9	9	>99	>99	>99	2	3	4
Oxydatiesloot'slib	6	10	12	96	>99	>99	5	10	15*
Ingedikt 'oxydatiesloot'slib	7	7	7	>99	>99	>99	6	6	12*

I, II en III → zie afb. 2
* 50% actief