

2013

Innovatieonderzoek naar automatische slibontwatering



Angela Snip

Wetterskip Fryslân

11-7-2013

Innovatieonderzoek naar automatische slibontwatering

In opdracht van:

Wetterskip Fryslân

In samenwerking met:

Centre of Expertise Watertechnology (CEW), Van Hall Larenstein te
Leeuwarden, Waterschap Noorderzijlvest en Machinefabriek Rusthoven.

*Hogeschool Van Hall Larenstein
te Leeuwarden*

Auteur:

Angela Snip

Begeleiders Van Hall Larenstein:

Jos Theunissen

Geert Truijen

Begeleider Wetterskip Fryslân:

Yede van der Kooij

Begeleider CEW:

Bonnie Bult



Waterschap NOORDERZIJLVEST



Machinefabriek Rusthoven



Voorwoord

Voor u ligt het innovatie onderzoek betreft de automatische slibontwatering. Ik ben een milieukunde student en heb dit onderzoek gedaan vanuit het CEW, allereerst als bijbaantje en vervolgens als afstudeeronderzoek. Ik heb dit onderzoek als erg uitdagend ervaren, omdat er zoveel variabelen inzitten. Ik wil daarom mijn begeleider Yede van der Kooij vanuit het Wetterskip bedanken voor zijn hulp en inzet om mij te begeleiden in het project. Daarnaast wil ik graag de klaarmeester van de rwzi Burdaard bedanken, Jan Hoekstra. Samen zijn wij druk bezig geweest met het vinden van oplossingen en het uitvoeren van de monsternamen. Ook wil ik graag Bonnie Bult bedanken voor zijn expertise vanuit het CEW. En mijn begeleiders vanuit het Van Hall Larenstein Geert Truijen en Jos Theunissen. Daarnaast wil ik Martin Nanninga van Machinefabriek Rusthoven, Willy Poiesz van Waterschap Noorderzijlvest, de medewerkers op het laboratorium van Watterskip Fryslan en alle betrokken klaarmeesters bedanken voor hun expertise en medewerking. Ik heb met veel plezier aan dit project gewerkt, het was een uitdaging en ik heb er veel van geleerd.

Angela Snip

Leeuwarden, 27-05-2013

Begripsbepaling

In onderstaande tabel worden begrippen toegelicht die in dit document gebruikt zijn.

Tabel 1: Begripsbepaling

Rwzi	In een rioolwaterzuiveringsinstallatie wordt het afvalwater wat uit de riolen komt weer gezuiverd voordat het in het oppervlaktewater terecht komt.
Klaarmeester	Medewerker op een rwzi die deze bewaakt en onderhoudt.
SOI	Slibontwateringsinstallatie, hier wordt het slib van de zuiveringen ontwaterd tot 25% d.s.
Frieslandkist	De frieslandkist is een handmatig systeem om te kunnen ontwateren. Het bestaat uit een RvS plaat met daarin gaten over het gehele oppervlakte waar schuifjes voor zijn geplaatst. De klaarmeester kan deze schuifjes openen waardoor hij de waterlagen kan opzoeken. Zodra er slib uit één van deze gaten komt kan de klaarmeester deze weer afsluiten.
Drainzuil	De Drainzuil is een vierkante zuil die op iedere zijde meerdere spleten in de vorm van een brievenbus heeft. Deze spleten worden gevormd door twee stukken rubber. Staat de zuil in de gevulde slibbuffer dan zullen de ontstane vrije waterlagen door de spleten naar de binnenkant van zuil stromen en wordt het water afgepompt. Zodra er slib voor de spleet komt (slib heeft een hogere viscositeit) wordt de spleet dichtgedrukt. In de zuil bevindt zich een as met pennen, het reinigingsmechanisme. De as draait met een gekozen interval een keer rond en de pennen maken dan de spleet vrij van slib zodat het vrije water weer kan stromen.
Decantaat	Het water dat door decanteren met behulp van een drainzuil of frieslandkist vrijkomt.
D.s. gehalte	Het droge stof gehalte is het percentage droge stof wat zich bevindt in het slib/water mengsel. Deze wordt bepaald op het lab van Wetterskip Fryslân aan de hand van het NEN-EN-ISO 5667-3 voorschrift.
SVI	Slibvolume index, de verhouding tussen het slibvolume en de hoeveelheid droge stof. Deze wordt bepaald volgens het NEN 6624 voorschrift.
Slib	Het slib in de slibbufferbakken is secundair slib wat bestaat uit biologisch materiaal afkomstig uit de actiefslibinstallatie op de zuivering, het is een mengsel van anaeroob en aeroob slib.
Geometrie	Hiermee wordt de vorm van de slibbakken bedoeld, na dit onderzoek zal een vergelijking gemaakt worden van het ontwateren van een ronde bak en een rechthoekige bak.
Interval	Bij het interval wordt de slag die het reinigingsmechanisme van de drainzuil maakt per tijdseenheid uitgedrukt. Dus als 2 uur staat vermeld zal de drainzuil een slag maken om de 2 uur.
Cyclus	Een cyclus van de frieslandkist/drainzuil start wanneer de slibbak gevuld wordt en eindigt wanneer de slibbak weer geleegd wordt. Deze cyclus verschilt per keer omdat dit te maken heeft met de capaciteit van de rwzi wat weer effect heeft op de snelheid van het vullen en legen van de slibbakken.
Monsterkasten	De kasten waar het monster in wordt verzameld over een periode van 24 uur debiet proportioneel, zie afbeelding 1 en 2 verderop in het verslag.

Inhoudsopgave

Summary	1
Samenvatting.....	3
1. Inleiding	5
1.1 Aanleiding/achtergrond	5
1.2 Opdracht	6
1.3 Probleemschets.....	6
1.4 Doelstelling.....	6
1.5 Betrokken partijen	6
1.6 Onderzoeksvragen	6
2. Zuiveringen	9
2.1 Inleiding.....	9
2.2 Situatie vóór het project	9
2.3 Verbetering door voortschrijdend inzicht.....	11
2.3.1 Opgestelde standaarden.....	11
2.3.2 Afspraken	11
2.3.3 Werking drainzuil en frieslandkist.....	12
3. Methode van onderzoek locatie Burdaard.....	17
3.1 Inleiding.....	17
3.2 Opstelling	17
3.3 Data verzameling	19
4. Resultaten onderzoek Burdaard.....	25
4.1 Inleiding.....	25
4.2 De ontwatering	25
4.3 Parameters.....	30
4.3.1 Interval drainzuil	31
4.3.2 Relatie algemene parameters.....	31
4.3.3 Relatie d.s. percentage input en output	34
4.4 Discussie resultaten Burdaard	36
4.4.1 inleiding.....	36
4.4.2 Missende gegevens	36
4.4.3 Discussiepunten	36
5. Betekenis voor zuiveringen Wetterskip Fryslân.....	41
5.1 inleiding.....	41
5.2 Economische aspecten.....	41
5.3 Financieel economische aspecten bij toepassing drainzuil	42
5.4 Belasting op de zuivering van het decantaat	44

5.5 CO ₂ voetafdruk	44
6. Conclusie	47
7. Aanbevelingen	49
8. Literatuurlijst	51

Summary

This research started to examine the functioning of the drainzuil at five different sewage treatment plants in Friesland. The aim of this research is find out whether or not a automatically dewatering system is more effective and thereby better than dewatering of sludge by hand. It is examined which factors can contribute to the better functioning of the drainzuil. It has been compared with the current system, the frieslandkist, by answering the main question:

Main question: Can there be a more effective sludge dewatering and/of thickening be realized with the use of a drain column compared to the frieslandkist?

For answering this question the following things are examined:

- the performing of the dewatering of both the drain as the box;
- mass balance sheets are drawn up;
- what parameters have a possible relationship on the dewatering;
- microscopy of the sludge;
- optimum interval of the drain column;
- Economic aspects.

The frieslandkist is a manual system for dewatering. It consists of a stainless steel plate with holes over the entire surface, at the back of this plate sliders are positioned. The operator of the sewage treatment plant can open these sliders for dewatering.

The drainzuil is a pillar that consist of multiple slits (formed with two pieces of rubber) on each side, in the form of a mail box. On each of these slits an pen is placed which moves when the drain has been put on. By each shift water layers move through the slits for dewatering, when sludge comes before the slits it will stop dewatering.

There are 5 sewage treatment plants involved by this project, these are Dokkum, Drachten, Bolsward Harlingen and Burdaard. There was a test location realized at Burdaard during this research. The conclusions are based at the research on this location.

Conclusions

This research has shown a better dewatering by the use of the drainzuil than by use of the frieslandkist. If only the frequency of the drainzuil is set at 6 hours.

The dewatering

The dewatering of the drainzuil functions better compared to the frieslandkist when choosing a lower interval. The average dry matter percentage of the drainzuil that is transported to the SOI at Heerenveen is 4.05%, by the frieslandkist the average value is 3.58%. This means a total improvement of 13,11%.

Empirical research has shown that by the leaching of dry substance in the decantaat mostly occurs by the cleaning action (battle). Preferred is to use this action in the lowest possible frequency. Also dewatering occurs without a cleaning action.

Influence of the parameters on the dewatering

There is probably a relationship with the residence time of the sludge in the sludge thickener on the dewatering in the sludge tanks. When the sludge is longer in the thickener, it is assumed that the dry matter percentage increases. This has negative consequences on the dewatering in the sludge tanks.

Microscopy

A massive growth of filamentous microorganisms leads to the formation of light sludge and a worsening of the sedimentation and dewatering properties of the sludge. Some species are also responsible for creation of driving layers.

Functioning of the drainzuil

By the use of a drainzuil the dewatering can be continued after working hours and in the weekends. The frieslandkist always needs to be operated manually. Because the frieslandkist is normally used 3 times a week instead of 5 days with the drainzuil. It is assumed that there would be less volume of decantaat be dewatered by the use of the firelandkist than by the use of the drainzuil. This indicates that the drain column dewateres better than the frieslandkist.

Economic aspects

During this investigation it has shown that by applying the drainzuil an average percentage is achieved between the dry matter of 3.9% and 4.2%. With the frieslandkist the average dry matter was 3.7% in 2011. The payback period is calculated on the basis of this data. The payback time is between 4.1 and 9.7 years by investing in 20 drainzuilen.. The saving of CO₂ emission is between 0.6 and 1.5 ton of CO₂ per year for location Burdaard. This is a positive side effect.

Recommendations

Because of the short time frame of 5 months and the influences of the seasons it is recommended that this project can only be completed after at least a minimum period of 1 year. The round sludgetank can then be included on Burdaard for further research about the geometry. Also is advised to find out if the duration of the filling of the sludge tanks affects the dewatering of the drainzuil. Recommended is to investigate the health risks by using the manual dewatering for the operators. It is advised to apply the frequency of the drainzuil at 6 hours on the other sewage treatment plants with a drainzuil to see what the effect is on the dewatering. Also is advised to experiment further with the interval to find out when this interval is optimal. Additional research will tell if the conclusions drawn during this research also apply's to the other locations and for the duration of a whole year.

Samenvatting

Dit onderzoek is gestart om het functioneren van de geplaatste drainzuilen op vijf verschillende rioolwaterzuiveringen in Friesland in kaart te brengen. Daarbij wordt onderzocht welke factoren een bijdrage kunnen leveren aan het beter functioneren van de drainzuilen. Hier wordt ook een vergelijk gemaakt met het gebruik van het huidige systeem, de frieslandkist. Waarbij de volgende hoofdvraag wordt beantwoord:

***Hoofdvraag:** Kan met een drainzuil een effectievere slibontwatering en/of indikking gerealiseerd worden t.o.v. de frieslandkist?*

Hierbij wordt onderzocht:

- hoe de ontwatering functioneert van zowel de drainzuil als de frieslandkist;
- massabalansen worden hierbij opgesteld;
- welke parameters mogelijk een relatie hebben op de ontwatering;
- de microscopie van het slib;
- optimale interval van de drainzuil;
- Economische aspecten.

De frieslandkist is een handmatig systeem om te kunnen ontwateren. Het bestaat uit een RvS plaat met daarin gaten over het gehele oppervlakte waar schuifjes voor zijn geplaatst. De klaarmeester kan deze schuifjes openen waardoor hij de waterlagen kan opzoeken. Zodra er slib uit één van deze gaten komt kan de klaarmeester deze weer afsluiten.

De drainzuil is een vierkante zuil die op iedere zijde meerdere spleten in de vorm van een brievenbus heeft. Deze spleten worden gevormd door twee stukken rubber. Staat de zuil in de gevulde slibbuffer dan zullen de ontstane vrije waterlagen door de spleten naar de binnenkant van zuil stromen en wordt het water afgepompt. Zodra er slib voor de spleet komt (slib heeft een hogere viscositeit) wordt de spleet dichtgedrukt. In de zuil bevindt zich een as met pennen. De as draait met een gekozen interval een keer rond en de pennen maken dan de spleet vrij van slib zodat het vrije water weer kan stromen.

Er zijn 5 zuiveringen binnen het Wetterskip die meedoen aan dit project, te verstaan Dokkum, Drachten, Bolsward, Harlingen en Burdaard. Echter is op Burdaard een testlocatie gerealiseerd waardoor dit onderzoek zich alleen richt op deze locatie. Hier zijn alle benodigde gegevens verzameld en de conclusie is hier op gebaseerd.

Op Burdaard is een testlocatie gemaakt waarin monstercasten geplaatst zijn die 24 uur debiet proportioneel monsters neemt voor analyse. De chemische conditie van het decanteerwater is verzameld aan de hand van labonderzoek.

Conclusies

Tijdens de uitvoering van dit onderzoek is gebleken dat met de drainzuil een effectievere slibontwatering en indikking plaatsvindt t.o.v. de frieslandkist wanneer het interval van de drainzuil lager wordt gezet.

De ontwatering gaat beter

De ontwatering van de drainzuil functioneert beter t.o.v. de frieslandkist wanneer gekozen wordt voor een lager interval. Het gemiddelde d.s. gehalte van de drainzuil dat naar de SOI wordt vervoerd is 4,05%, van de frieslandkist is dit 3,58%. Dit betekent een totale verbetering van 13,11%.

Uit empirisch onderzoek is gebleken dat de uitspoeling van droge stof in het decantaat het meest optreedt door de reinigungsactie (slag). Het heeft daardoor de voorkeur deze actie in een zo laag mogelijke frequentie uit te voeren. Gebleken is dat ontwatering ook optreedt zonder reinigungsactie.

Parameters die van invloed zijn op het ontwateringproces

Er is waarschijnlijk een relatie met de verblijftijd van het slib in de indikker op de ontwaterbaarheid in de slibbakken. Naarmate het slib langer in de indikker aanwezig is wordt aangenomen dat het d.s. percentage stijgt. Wat vervolgens negatieve gevolgen heeft op de ontwaterbaarheid in de slibbakken.

Microscopie

Een massale groei van draadvormende micro-organismen leidt tot de vorming van licht slib en een verslechtering van de bezinkings- en ontwateringseigenschappen van het slib. Sommige soorten zijn daarnaast tevens verantwoordelijk voor het ontstaan van drijfslagen.

Functioneren drainzuil

Met de drainzuil kan worden doorgedaan met de ontwatering na werktijd en in het weekend. De frieslandkist moet altijd handmatig bediend worden. Omdat de frieslandkist normaliter 3x per week wordt bediend i.p.v. 5 dagen waar nu op gemeten is kan er van worden uitgegaan dat bij een cyclus automatisch minder m³ decantaat ontwaterd zou worden dan wat nu wordt gesuggereerd. Dit geeft aan dat de drainzuil dan nog beter functioneert dan de frieslandkist.

Economische aspecten

Tijdens dit onderzoek is gebleken dat door toepassing van de drainzuil een gemiddelde d.s. percentage wordt behaald tussen de 3,9 en 4,2%. Met de frieslandkist was de gemiddelde d.s. gehalte 3,7% in 2011. De terugverdientijd is berekend aan de hand van deze gegevens. Hierbij is uitgegaan van 3,9% of 4,2% en een investering van 20 drainzuilen. De terugverdientijd zou dan zitten tussen de 4,1 en 9,7 jaar. Daarnaast is de CO₂ uitstoot berekend waarop bespaard kan worden doordat er minder vrachtwagens hoeven te rijden. Deze besparing zit tussen de 0,6 ton en 1,5 ton CO₂ per jaar voor locatie Burdaard. Dit is een positief neveneffect.

Aanbevelingen

Door het korte tijdsbad van 5 maanden en de invloeden van de seizoenen wordt aanbevolen dat dit project pas wordt afgerond na een periode van minimaal 1 jaar. Hierbij kan dan ook de ronde slibbak op locatie Burdaard worden meegenomen zodat er ook wat gezegd kan worden over de geometrie. Daarnaast wordt geadviseerd om uit te zoeken of de duur van het vullen van de slibbakken invloed heeft op de ontwaterbaarheid van de drainzuil. Eventueel kan ook geëxperimenteerd worden met het tijdelijk onttrekken van het slib via de goot zodat er mogelijk nieuwe waterlagen worden aangeboden bij de drainzuil. Ook wordt geadviseerd te onderzoeken wat voor gezondheidsrisico's het handmatig ontwateren met zich mee brengt voor de klaarmeesters. Daarnaast wordt geadviseerd het interval van 6 uur toe te passen op de andere zuiveringen die ook in het bezit zijn van een drainzuil om te zien wat het effect op de ontwatering is. Ook wordt geadviseerd verder te experimenteren met het interval om te weten te komen wanneer deze optimaal is. Aanvullend onderzoek zal moeten uitwijzen of de conclusies die zijn getrokken tijdens dit onderzoek ook gelden voor de andere locaties en voor een heel jaar.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding/achtergrond

Op de rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) komt een hoeveelheid slib vrij als restproduct van het zuiveringsproces. In Nederland moet volgens de huidige regelgeving dit slib worden verbrand. Als het slib ontstaat bestaat het echter uit 99% water en slechts 1% droge stof (Landelijk afvalwaterbeheersplan 2009-2021 (LAP)). Door diverse stappen wordt op de rwzi het slib ingedikt tot ca. 3,7% d.s. (Beheers- en bedrijfsresultaten zuiveringstechnische werken 2011, 2012, p. Bijlage 10) Vervolgens wordt in 96% van de gevallen dit slib per boot of truck afgevoerd naar de slibontwateringsinstallatie (SOI) in Heerenveen. Als het slib op de SOI in Heerenveen is aangekomen wordt het daar met een filterpers ontwaterd tot 25% d.s. Daarna gaan de slibkoeken per vrachtwagen naar Swiss Combi even verderop in Heerenveen, waar het slib wordt gedroogd tot slibkorrels van 91% d.s. De gedroogde korrels gaan dan per vrachtwagen naar de ENCI in Limburg, waar de slibkorrels als brandstof worden gebruikt in de cementoven en de uiteindelijke asrest in het cement wordt vastgelegd. Het Wetterskip wil graag bezuinigen op de hoge transport- kosten van het slib naar de centrale SOI in Heerenveen door ervoor te zorgen dat er minder vrachtwagens hoeven te rijden door het effect van verbeterde indikking. Deze kosten zijn nu 1,5 miljoen euro per jaar.

De indikking op een rwzi bestaat veelal uit een gravitaire indikking (van 1 naar 2,5% droge stof) en ontwatering in de slibopslag tanks met behulp van een handmatig bediende ontwateringszuil (Frieslandkist¹). Nieuwe technologieën of procesverbeteringen die tot doel hebben de slibontwatering te verbeteren zijn interessant omdat ze direct leiden tot verlaging van de transportkosten. Sinds 2011 is een onderzoek gestart naar drainzuilen² (DB, 2012). Dit is een geautomatiseerde ontwateringszuil. Hieruit is gebleken dat verder onderzoek genoodzaakt is. Daarom is door het bestuur van het Wetterskip besloten om geld vrij te maken voor verder onderzoek naar het functioneren van de drainzuil, en de toepassing ervan in de toekomst. Dit onderzoek is in samenwerking met Waterschap Noorderzijlvest en Machinefabriek Rusthoven uitgevoerd. Op de zuiveringen van Burdaard, Bolsward, Dokkum, Drachten en Harlingen zijn drainzuilen geplaatst voor verder onderzoek.

Werking frieslandkist

De frieslandkist is een handmatig bediend systeem om te kunnen ontwateren. Het bestaat uit een RVS plaat met daarin gaten over het gehele oppervlakte waar schuifjes voor zijn geplaatst. De klaarmeester kan deze schuifjes openen waardoor hij de waterlagen kan opzoeken. Zodra er slib uit één van deze gaten komt kan de klaarmeester deze weer afsluiten.

Werking drainzuil

De drainzuil is een vierkante zuil die op iedere zijde meerdere spleten in de vorm van een brievenbus heeft. Deze spleten worden gevormd door twee stukken rubber. Staat de zuil in de gevulde slibbuffer dan zullen de ontstane vrije waterlagen door de spleten naar de binnenkant van de zuil stromen en wordt het water afgepompt. Zodra er slib voor de spleet komt (slib heeft een hogere viscositeit) wordt de spleet dichtgedrukt. In de zuil bevindt zich een as met pennen. De as draait met een gekozen interval een keer rond en de pennen maken dan de spleet vrij van slib zodat het vrije water weer kan stromen.

SOI Heerenveen

Het vloeibare slib met een drogestof-gehalte van ca. 3,7% wordt naar de slibontwateringsinstallatie te Heerenveen verpompt waar het onder hoge druk verder ontwaterd wordt tot een slibkoek met ±

¹ Zie tabel 1

² Zie tabel 1

26% droge stof. Per eind 2000 worden de slibkoeken verder thermisch gedroogd en vervolgens als brandstof (groene energie) ingezet (www.wetterskipfryslan.nl).

1.2 Opdracht

Dit onderzoek is gestart om het functioneren van de geplaatste drainzuilen op vijf verschillende rioolwaterzuiveringen in Friesland in kaart te brengen. Daarbij wordt onderzocht welke factoren een bijdrage kunnen leveren aan het beter functioneren van de drainzuilen. Hier wordt ook een vergelijking gemaakt met het gebruik van het huidige systeem, de frieslandkist.

De drainzuil zal het spui- slib ontwateren, volgens het principe van decantatie, met een instelbaar interval van het reinigingsmechanisme.

1.3 Probleemschets

Op dit moment wordt 25% van het jaarlijkse budget van de cluster waterzuiveringen binnen het Wetterskip gebruikt voor de slibverwerking voor de jaarlijkse 15.000 ton geproduceerd d.s. De transportkosten van het slib zijn hoog omdat het slib van de rwzi's een laag d.s percentage heeft (Beheers- en bedrijfsresultaten zuiveringstechnische werken 2011, 2012).

1.4 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is een goed overzicht te krijgen in het functioneren van de drainzuil (t.o.v. de frieslandkist).

Hierbij wordt onderzocht of de drainzuil een oplossing biedt om de frieslandkist te vervangen en nagegaan welke verschillende factoren hierbij een belangrijke rol spelen. Ook zal het ontwateringsproces onder de loep worden genomen en inzicht worden verkregen in hoe het systeem het best bedreven kan worden. Uiteindelijk wordt een advies uitgebracht voor het Wetterskip Fryslân over dit onderwerp.

1.5 Betrokken partijen

Er zijn 5 partijen bij dit onderzoek betrokken, te weten het Centre of Expertise Water Technology (CEW), Wetterskip Fryslân, Hogeschool Van Hall Larenstein, Waterschap Noorderzijlvest en Machinefabriek Rusthoven. Elke partij heeft haar eigen rol binnen het project.

1.6 Onderzoeksvragen

Voor het goed uitvoeren van dit onderzoek zijn onderzoeksvragen geformuleerd die zullen dienen als leidraad. Uiteindelijk zal de hoofdvraag van het onderzoek beantwoord worden en een advies worden geformuleerd.

***Hoofdvraag:** Kan met een drainzuil een effectievere slibontwatering en/of indikking gerealiseerd worden dan met de frieslandkist?*

De deelvragen die hieronder staan geformuleerd hebben als doel het beantwoorden van de hoofdvraag. Ook de deelvragen zijn weer onderverdeeld in sub vragen, deze zullen gebruikt worden om de hoofdvraag goed te kunnen beantwoorden.

1. Hoe functioneert de ontwatering van de drainzuil t.o.v. de frieslandkist?

Hierbinnen zal een vergelijking gemaakt worden met de frieslandkist aan de hand van het debiet en het d.s gehalte wat wordt gedecanteerd. Ook wordt er een balans opgesteld per cyclus³ wat duidelijk weergeeft hoeveel slib in de bakken wordt ingevoerd en afgevoerd.

³ Zie tabel 1

De hypothese die bij deze vraag is opgesteld luidt: *‘de duur van het vullen van de slibbak heeft invloed op de ontwaterbaarheid van het slib. Rust in de bak zorgt ervoor dat er waterlagen ontstaan.’* *‘Als de bak in zijn geheel is gevuld wordt er begonnen met ontwateren, als daarna de bak weer wordt bijgevuld kan dit versturend werken, er moet rust komen in de bak.’*

2. Welke parameters zijn van invloed op het ontwateringsproces?

De parameters die gebruikt worden voor de beantwoording van deze vraag zijn: het interval van de drainzuil, SVI, verblijftijd indikker, het d.s. percentage, seizoensinvloeden, geometrie, slibsoort, standtijd van het slib en chemische/fysische parameters. Daarnaast wordt onderzocht welke parameters mogelijk een relatie met elkaar hebben. Mogelijk kan ook een balans worden gemaakt van het volume, d.s. gehalte, P-totaal, N-totaal, $\text{NH}_4\text{-N}$ en Ortho-P tussen de indikker, slibbakken en het decantaat.

Sub vragen bij dit onderwerp:

- **Welk interval kan het beste gebruikt worden voor een optimale ontwatering?**
Standaard reinigingsinterval van de drainzuil wordt gesteld op 2 uur. Mogelijk wordt geëxperimenteerd met het gebruik van andere intervallen om te onderzoeken wanneer de drainzuil beter ontwatert.
- **Is er een relatie tussen de SVI en de ontwatering?** In relatie met de SVI, het d.s. gehalte en microscopie (vorm slibvlokken, aanwezige draadvormers) waarbij de morfologie van het slib wordt meegenomen wordt onderzocht of er een relatie is.
Hypothese bij deze sub vraag luidt: *‘Veel draadvormers in het slib zorgen ervoor dat het slecht ontwatert.’*
- **Is er een relatie van de verblijftijd in de indikker op het d.s. percentage van de output? Is de hoeveelheid wateraflaat te beïnvloeden als voor kortere verblijftijden gekozen wordt?** Onderzocht wordt of er een relatie is met de verblijftijd van de indikker met het droge stof percentage van de output. De gegevens die hierbij worden verzameld zijn het d.s. percentage en de verblijftijd van het ingedikte slib. Daarnaast zijn andere algemene parameters verzameld en ook deze worden in kaart gebracht.

Hypothese bij deze subvraag: *‘verblijftijd van het slib in de indikker heeft invloed op de ontwaterbaarheid in de bak.’*

3. Wat betekent de ingebruikname van drainzuilen voor de praktijk?

Hierin worden technische en praktische aspecten meegenomen.

Op Burdaard is een testlocatie gemaakt waarin monstercasten geplaatst zijn die de chemische conditie van het decanteerwater kunnen weergeven aan de hand van labonderzoek. Hier kan dan een goed vergelijk gemaakt worden tussen het decantaat van de frieslandkist t.o.v. de drainzuil.

4. Wat is de CO_2 voetafdruk van automatisch ontwateren bij dit project?

De CO_2 -voetafdruk is gebaseerd op de ISO 14064 norm en is één van de eisen uit de CO_2 -Prestatieladder. Hierin wordt de CO_2 uitstoot gemeten als gevolg van vervoer en het energieverbruik. Het geeft aanknopingspunten voor verminderen van CO_2 -uitstoot en kosten.

5. *Is de drainzuil een economisch haalbare oplossing?*

Bij deze deelvraag zal het economische aspect in kaart worden gebracht. Aan de hand van de verkregen gegevens van het onderzoek word bepaald of de drainzuil een aantrekkelijke economische oplossing biedt.

2. Zuiveringen

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de zuiveringen waarbij één of meerdere drainzuilen zijn geplaatst. Ook wordt kort de situatie in kaart gebracht voordat dit verdere onderzoek was gestart. Daarnaast wordt de werking van de frieslandkist en de drainzuil besproken.

De zuiveringen die meedoen aan het onderzoek staan overzichtelijk in onderstaande kaart met rood aangegeven.



Afbeelding 1 overzicht zuiveringen project drainzuilen (Snip)

2.2 Situatie vóór het project

Voordat is gestart met het project is per zuivering het volgende in kaart gebracht:

- wat de gemiddelde droge stof gehalten zijn van het slib dat naar de SOI wordt vervoerd;
- welk interval wordt toegepast op de drainzuil;
- hoe het slib in de slibbakken wordt gepompt;
- van wat voor soort slibbak gebruik wordt gemaakt met een drainzuil;
- de gemiddelde standtijd van het slib in de slibbakken;
- de plaats van de drainzuil in de bak;
- wanneer de drainzuil is geplaatst;
- bijzonderheden.

Tabel 2 overzicht gegevens van de verschillende zuiveringen

	Huidig d.s. percentage	Interval drainzuil	Invoer van het slib	Soort bak en standtijd slib	Plaats drainzuil, wanneer geplaatst	Bijzonderheden
Harlingen	Tussen 3,5 - 4 %	2 uur	Via de bodem van de bak, hoogste punt van de bodem	Vierkant, 1 week	Diepste punt, 15- 03-2012	Water trekt overwegend naar de hoeken toe.
Bolsward	Tussen 2,5 - 3 %	Half uur	Via de bodem van de bak, hoogste punt van de bodem	Vierkant, 5 a 6 dagen	Diepste punt, maart 2012	Het slib wordt erg snel afgevoerd, soms staan tankauto's in de rij.
Drachten	Tussen 3 - 3,5 %	Half uur	Via bovenkant	Vierkant, 2 a 3 dagen	Diepste punt, 2010	Slib blijft hangen in pennen. Rwzi heeft 2 verschillende slibstromen.
Burdaard	Rond 3 %	4 uur	Via de bodem van de bak, zijkant/ hoogste punt van de bodem	Rond, 2 tot 3 weken	Zijkant, hoogste punt , maart 2012	Klaarmeester spuit drainzuil schoon als bak geleegd is.
Dokkum	Tussen 2,4 en 2,9 %	4 uur	Via de bodem van de bak, zijkant/ hoogste punt van de bodem	Rond, 6 tot 8 weken	Zijkant , hoogste punt, juni /juli 2012	Slibindex slechter dan voorheen.

Bolsward

Deze zuivering heeft 2 rechthoekige slibbufferbakken, in beide bakken is een drainzuil geplaatst in maart 2012 in dezelfde hoek waar ook de frieslandkisten gepositioneerd zijn (het diepste punt).

Burdaard

Deze zuivering beschikt over 2 rechthoekige en 1 ronde slibbufferbak, de drainzuil is geplaatst in de ronde slibbufferbak. De drainzuil is in maart 2012 geplaatst tegen de buitenste rand van de bak en heeft nog geen haperingen vertoond. In maart 2013 is 1 van de drainzuilen van Bolsward verplaatst naar 1 van de rechthoekige slibbakken in Burdaard voor onderzoek.

Dokkum

Op de zuivering van Dokkum staan 2 ronde slibbufferbakken en 2 rechthoekige die zijn afgedekt. In één van de ronde bakken is een drainzuil geplaatst tegen de buitenste rand. Deze drainzuil is in juni/juli 2012 geplaatst en heeft nog geen haperingen vertoond.

Drachten

Deze zuivering heeft 2 rechthoekige slibbufferbakken met beide een andere slibstroom, 1 met slib van de na-indikker en 1 met surplus slib. In beide bakken staat een drainzuil. Hier is het eerste onderzoek gestart en de zuilen zijn geplaatst in 2010. De drainzuil heeft een paar haperingen vertoond.

Harlingen

Deze zuivering bezit over 3 slibbufferbakken. In 2 hiervan is elk een drainzuil geplaatst in maart 2012. Deze drainzuilen bevinden zich in de hoek van de bakken tevens het diepste punt van de bodem in de bak. In de bakken waar de drainzuilen zijn geplaatst wordt geen gebruik gemaakt van de frieslandkisten die zich op elke hoek van de bakken bevindt. De 2 kisten die zich het dichtst bij de drainzuil bevinden zijn afgedicht met roestvrijstalen platen zodat deze buiten gebruik zijn gesteld.

2.3 Verbetering door voortschrijdend inzicht

Na de inventarisatie bij de verschillende zuiveringen zijn afspraken gemaakt en standaarden vastgesteld.

2.3.1 Opgestelde standaarden

Voor het goed voltooien van het voorgaande onderzoek zijn standaarden opgesteld. Dit omdat er zoveel verschillende parameters zijn dat er moeilijk een referentiekader gemaakt kan worden. De standaarden en afspraken die zijn vastgesteld en besproken met de betreffende klaarmeesters waren:

- Interval wordt gesteld op 2 uur, behalve in Harlingen hier 1 zuil op 2 uur en 1 zuil op 4 uur.
- Niet meer ontwateren tijdens en na het mengen van het slib, ook met frieslandkist, behalve in Bolsward.
- Op elke locatie waar een drainzuil is geplaatst wordt gebruik gemaakt van dezelfde zuilspleetconfiguratie. (Machinefabriek Rusthoven zorgt ervoor dat alle zuilen dezelfde configuratie krijgen)
- Schoonspuiten van de zuilen/kisten wanneer slibbak leeg is en waar mogelijk.
- Zuil pas aan wanneer bak voor de helft gevuld is.

2.3.2 Afspraken

- **Bolsward**, er wordt niet gemixt⁴ in beide bakken.
- **Dokkum**, 1 bak dient altijd voor de helft gevuld te staan, voor mogelijk betere slibontwatering.
- **Burdaard**, drainzuil ronde bak wordt in het midden geplaatst (met pomp) daarnaast wordt 1 drainzuil in 1 van de rechthoekige bakken geplaatst die komt vanuit de zuivering Bolsward.
- **Harlingen**, bij 1 drainzuil wordt een interval van (bak 1) 2 uur en de andere (bak 2) een interval van 4 uur gehanteerd. In slibbak 3 wordt gebruik gemaakt van 2 frieslandkisten.
- **Drachten**, opereert volgens de opgestelde standaarden.
- **Indikker**, hier wordt onderzocht of er een afhankelijkheid is met de verblijftijd van het slib in de indikker op het ontwateringsproces, deze test wordt uitgevoerd op locatie Burdaard.

Naast deze standaarden is een nieuwe testlocatie ontwikkeld op locatie Burdaard. Op deze locatie is een drainzuil van Bolsward in één van de rechthoekige bakken geplaatst waarbij ook 2 monsterkasten (zie afbeelding 4 en 5 pag. 26) het decantaat gaan bemonsteren. Met behulp van deze kasten kan een goed vergelijk gemaakt worden tussen (het decantaat van) de frieslandkist en de drainzuil. Verder wordt de zuil in de ronde bak verplaatst naar het midden, ook hier zal gebruik gemaakt worden van een monsterkast. De nieuwe opzet van de drainzuilen per locatie ziet er dan als volgt uit:

⁴ Mixen van het slib is bedoeld om het resterende slib homogeen bij de SOI af te leveren.

Tabel 3: Overzicht drainzuilen per locatie

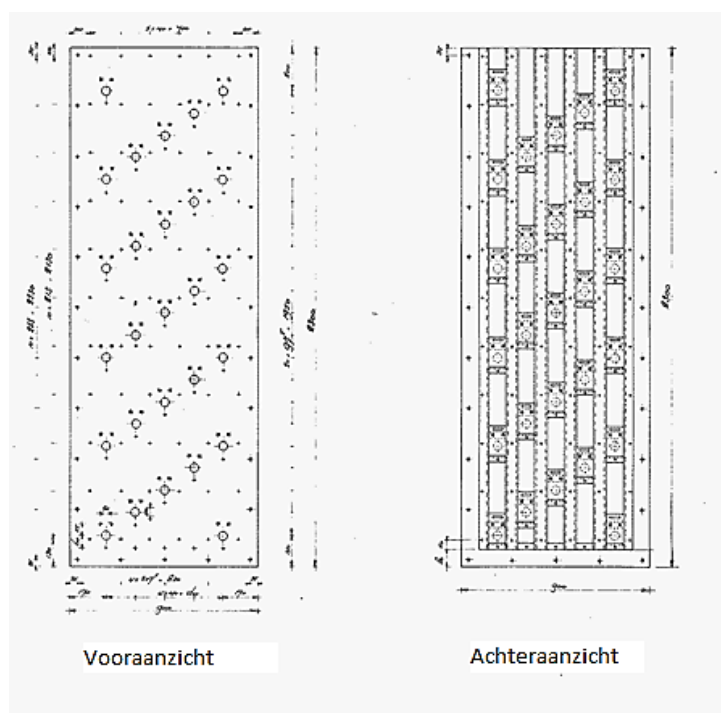
RWZI	Aantal en vorm van de slibbakken	Aantal drainzuilen
Harlingen	3 rechthoekige	2
Bolswaard	2 rechthoekige	1
Drachten	2 rechthoekige	2
Burdaard	2 rechthoekige 1 ronde	2 (1 ronde bak, 1 rechthoekige bak)
Dokkum	2 ronde (afgedicht)	1

Door het beperkte tijdspad van 5 maanden zal dit afstudeeronderzoek zich voornamelijk gaan richten op locatie Burdaard. Hierbij wordt onderzoek gedaan naar het functioneren van slibbak 1 en 2 m.b.t. het functioneren van de frieslandkist en de drainzuil. Slibbak 3, de ronde bak, waarbij de drainzuil wordt verplaatst wordt niet meegenomen in dit onderzoek. Daarnaast wordt er contact gezocht met bedrijven die kunnen helpen bij het onderzoek. Ook aan de hand van literatuuronderzoek wordt er informatie over het onderwerp verzameld.

2.3.3 Werking drainzuil en frieslandkist

Werking van de frieslandkist

Sinds lange tijd wordt door toepassing van een frieslandkist ontwaterd op de rwzi's binnen Wetterskip Fryslân. De frieslandkist is een handmatig systeem om te kunnen ontwateren. Het bestaat uit een RVS plaat met daarin gaten over het gehele oppervlakte waar schuifjes voor zijn geplaatst. Deze plaat is geplaatst in één van de hoeken van een slibbak, met de zijde met gaten tegen het slib. Aan de andere kant van de plaat worden deze openingen afgesloten met schuifjes. De klaarmeester kan deze schuifjes openen waardoor hij de waterlagen kan opzoeken. Zodra er slib uit één van deze gaten komt kan de klaarmeester deze weer afsluiten. Dit is een arbeidsintensieve methode die berust op de kennis en ervaring van de klaarmeester. Figuur 1 geeft een schematisch beeld van de frieslandkist (zie ook bijlage I) en afbeelding 2 en 3 zijn foto's van de frieslandkist.



Figuur 1 vooraanzicht en achteraanzicht van de frieslandkist (Projectondersteuning) M. Carels



Afbeelding 2 foto vooraanzicht frieslandkist



Afbeelding 3 foto achteraanzicht frieslandkist

Werking van de drainzuil.

De Drainzuil is een ontwikkeling van DryTee vof (zie site⁵) en wordt geproduceerd door Machinefabriek Rusthoven. Het is ontwikkeld om water te onttrekken aan het zuiveringsslib.

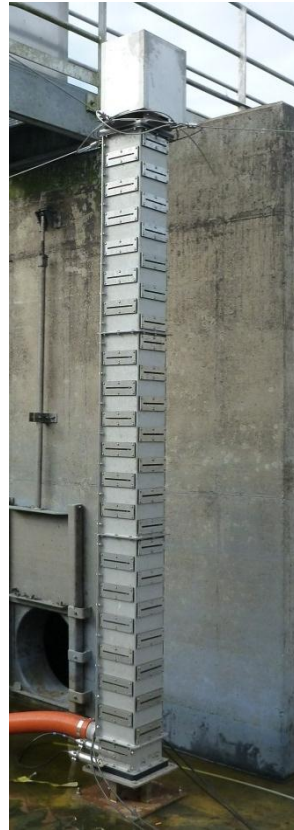
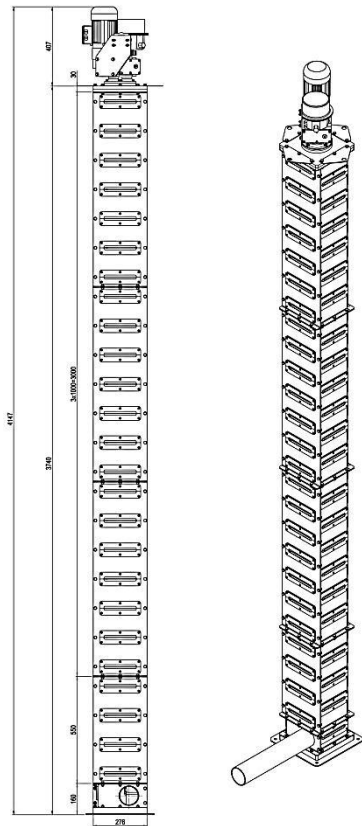
De drainzuil is een koker van RVS, dat is voorzien van gleuven over de gehele hoogte van de koker. Deze gleuven zijn slechts enkele millimeters breed waardoor het slib (dat water bevat) niet uit zichzelf door deze spleten heen kan.

Doordat de zuil is voorzien van een pennetje, in elke gleuf dat men heen en weer kan laten gaan, wordt ter plaatse daarvan het slib aangeroerd. Dit is nodig om de dikke sliblaag tegen de spleten van de drainzuil los te maken zodat het water afgevoerd kan worden. De pen beweging vindt in iedere spleet tegelijk plaats.

Door op vele posities de afwateringsgleuf te positioneren vindt het afvoeren van het water plaats. Op de plaatsen waar het water al een lichte druk uitoefent, wordt het mogelijk dat het water begint te stromen. Op plaatsen waar enkel slib is vindt geen verlies van slib plaats. Men kan het interval

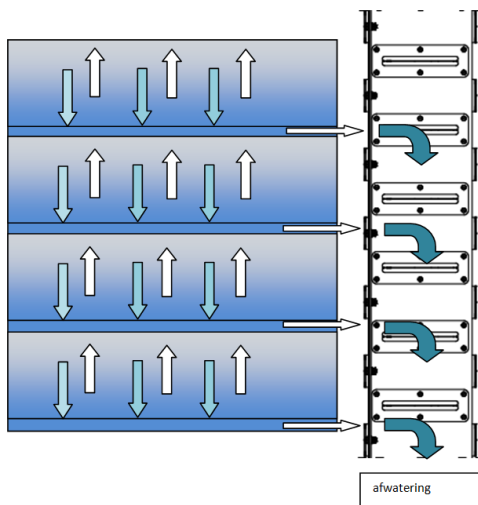
⁵ <http://www.drytee.nl/>

waarmee de pennen bediend worden variëren. Deze rotaties zullen conform het ingestelde interval herhaald worden. In figuur 2 en 3 is een schematische afbeelding en een foto weergegeven van de drainzuil. Voor een volledige weergave zie bijlage II. Figuur 4 geeft een beeld hoe de waterlagen in het slib door de gleuven gaan van de drainzuil.



Figuur 2 schematische weergave drainzuil (Rusthoven)

Figuur 3 foto drainzuil



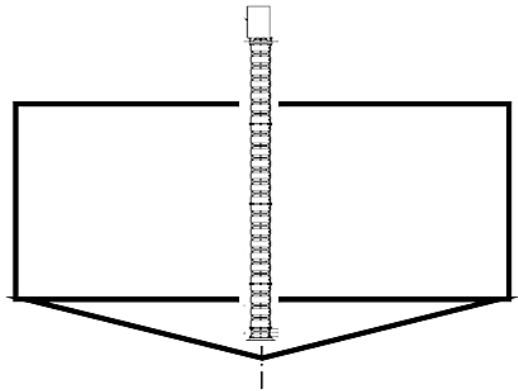
Figuur 4 waterlagen in slib naar drainzuil (Rusthoven)

Positie drainzuil in slibbak

Uitgangspunt voor de meest optimale plaatsing van een drainzuil in de slibbak is ter plaatse van de afvoer. Tegelijk is dat ook het diepste punt en de plaats waarnaar natuurlijke afloop van water plaatsvindt zodra het bassin wordt gevuld (zie figuur 5).



Positie drainzuil in rechthoekig bassin



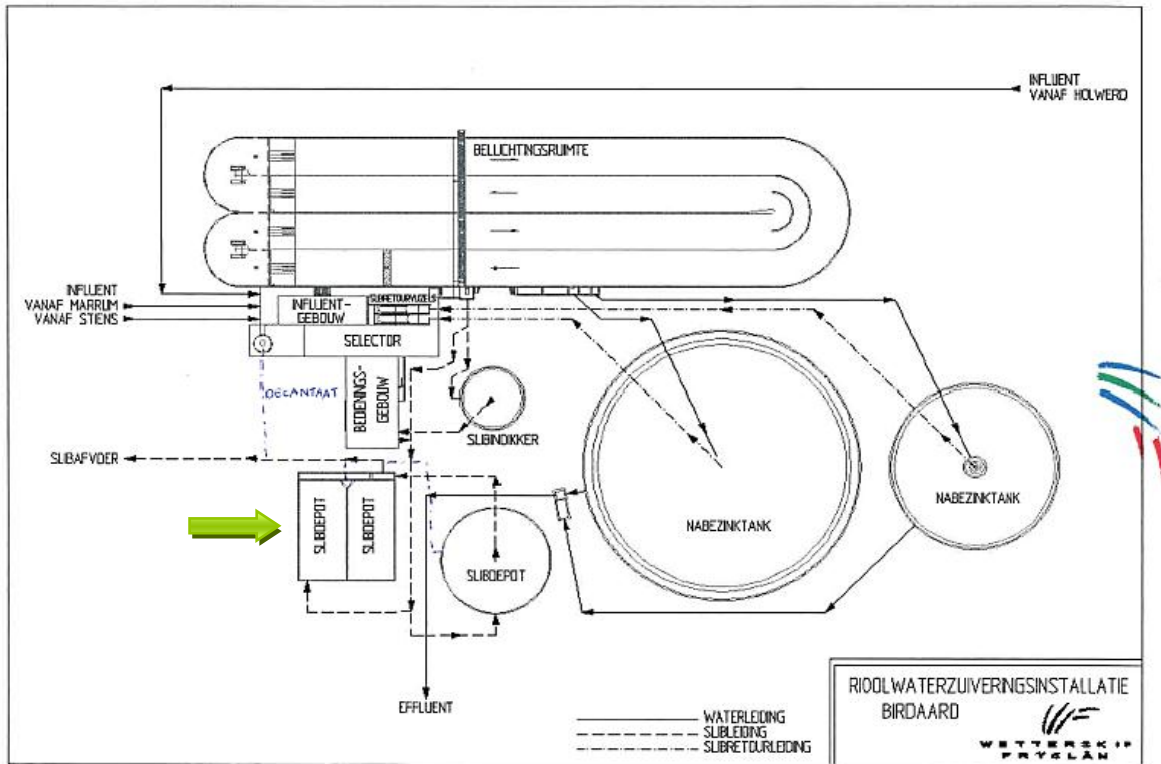
Positie drainzuil in rond bassin

Figuur 5 positie drainzuil ronde en rechthoekige bassin, doorsnede (Rusthoven)

3. Methode van onderzoek locatie Burdaard

3.1 Inleiding

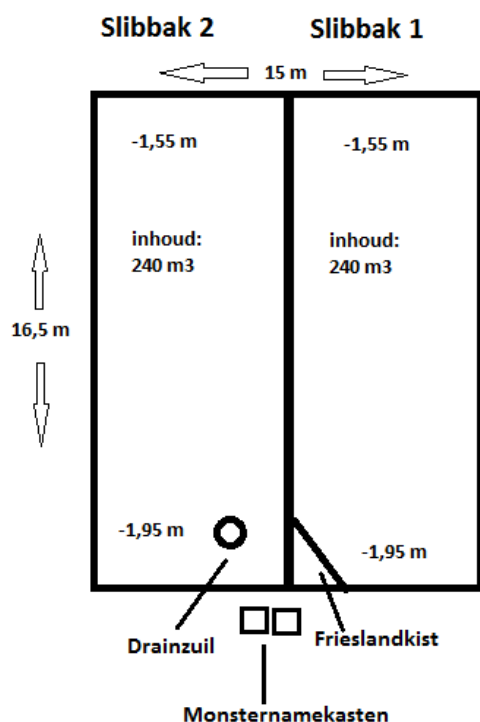
In dit hoofdstuk wordt de methode van onderzoek op locatie Burdaard gedetailleerd uitgelegd. Dit specifieke onderzoek is gestart in december 2012 in overleg met de betrokken partners. In figuur 6 is schematisch de zuivering Burdaard weergegeven. Zie bijlage III voor een grotere afbeelding. De pijl geeft de 2 slibbakken weer waar dit project wordt uitgevoerd.



Figuur 6 schematische kaart van rwzi Burdaard (Hoekstra)

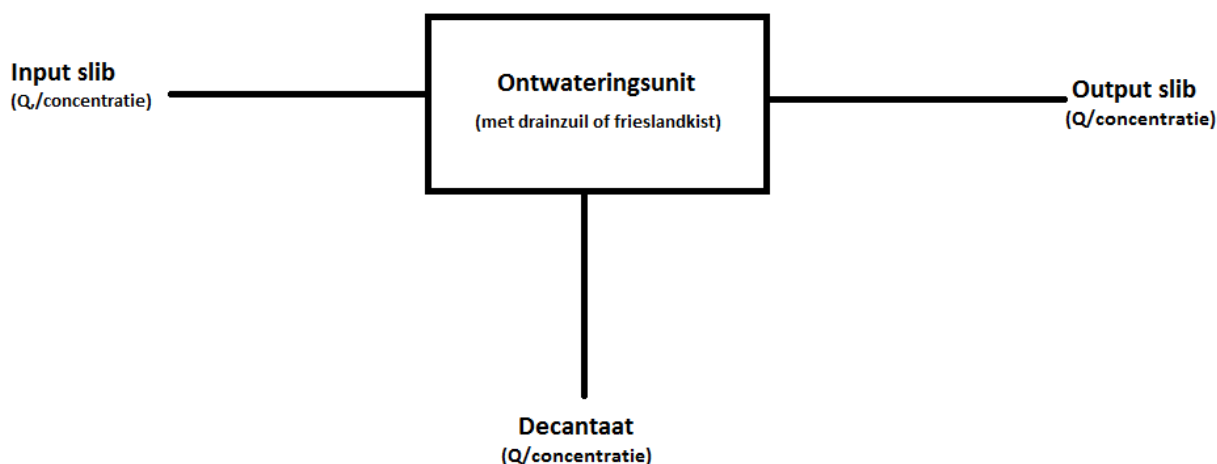
3.2 Opstelling

Op Burdaard is een testlocatie gemaakt waarin monsterkasten geplaatst zijn, bij de slibbakken, die 24-uurs debiet proportioneel monsters neemt voor analyse. De chemische conditie van het decanteerwater wordt verzameld aan de hand van labonderzoek. Hieruit kan vervolgens een goed vergelijk gemaakt worden tussen het decantaat van de frieslandkist t.o.v. de drainzuil. Verder wordt er ook vanuit de indikker bemonsterd. Hieruit zal een balans worden opgemaakt. In figuur 7 is schematisch de opstelling van locatie Burdaard weergegeven van de slibbakken.



Figuur 7 opstelling slibbakken locatie Burdaard bovenaanzicht

Elke slibbak is in het bezit van 1 monsternamekast. Het decanteerwater van de drainzuil is zo zorgvuldig mogelijk vergeleken met het decanteerwater van de frieslandkist met behulp van de monsternamekasten. Dit om te zien of de decanteerzuil eventueel meer/minder/gelijke hoeveelheid d.s. zou doorlaten t.o.v. de frieslandkist. Verder worden de chemische aspecten van het decanteerwater onderzocht omdat dit water weer teruggevoerd wordt via het terreinriool naar het influent van de rwzi. Dit zou een effect kunnen hebben op de prestaties van de rwzi. Daarnaast is een balans gemaakt van de input van de indikker, de output van het slib en het decantaat hierbij zijn ook chemische parameters meegenomen. Belangrijke maatstaven zijn het debiet vanuit de indikker naar de slibbak en de concentratie droge stof. Deze massabalans laat de verschillen zien tussen de input en output van de ontwateringsunit. In figuur 8 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 8: Balans per ontwateringsunit en bijbehorend Q (debiet) en concentraties van de chemische parameters

Afbeelding 4 en 5 geven een beeld van de proefopstelling op locatie Burdaard.



Afbeelding 2 Monsternamekast



Afbeelding 3 Systeem voor monstername

3.3 Data verzameling

Voor het verzamelen van de data zijn parameters opgesteld die per onderdeel zullen worden gemeten. Dit is dagelijks gebeurd of per cyclus van het ingevoerde en afgevoerde slib. Alle parameters zijn in het laboratorium gemeten behalve het debiet, dit wordt gedaan op de zuivering door de klaarmeester. Daarnaast wordt ook nog gebruik gemaakt van algemene parameters zoals de SVI en de buitentemperatuur.

Aan de hand van het invullen van een Excel bestand worden de gegevens verzameld van locatie Burdaard (zie tabel 4).

Tabel 4: Excel invultabel op behoefte van ontwatering

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	Slibbak 1 (kist) decantaat																
2	Datum																
3																	
4	Debiet	Kist aan	Aantal monsters	Vullen	Legen	Ortho-p	P- totaal	N- totaal	CZV	NH4-N	Gloeirest d.s	Gloeiverlies	Droge stof	Onopgelst. Stof	Gloei onop. Stof	Opmerkingen	
5	m3/dag	ja/nee	per dag (monsterkast)	m3	m3	mg/l	mg/l	mg.l	mg/l	mg/l	%	%	%	mg/l			
6																	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1	Datum	Slibbak 2 (zuil) decantaat																
2																		
3																		
4	Debiet	Aantal monsters		Zuil	Vullen	Legen	Ortho-p	P- totaal	N- totaal	CZV	NH4-N	Gloeirest d.s	Gloeiverlies	Droge stof	Onopglst. Stoffen	Gloeirest on. Stff	Opmerkingen	
5	m3/dag	per dag (monsterkast)		aan uit	m3	m3	mg/l	mg/l	mg.l	mg/l	mg/l	%	%	%	mg/l	%		
6																		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Indikker												
2	Datum												
3													
4	Debiet uit	Ortho-p	P- totaal	N- totaal	CZV	NH4-N	Gloeirest d.s	Gloeiverlies	Droge stof	Onopglst. Stoffen	Gloeirest on. Stff	Opmerkingen	
5	m3/dag	mg/l	mg/l	mg.l	mg/l	mg/l	%	%	%	mg/l	%		
6													

	A	B	C	D	E	F	G
1	Algemene parameters						
2	Datum						
3	SVI	Temperatuur	Neerslag		Standtijd slib slibbakken	Slibeigenschappen	
4	ml/g	max °C min °C	mm		dagen		

Parameters input slib en decantaat (zuil en frieslandkist) slibbakken 1 en 2 *dagelijks*⁶ en parameters output slib *per cyclus* .:

- debiet uit (klaarmeester)
- N-totaal (lab)
- P-totaal (lab)
- Ortho- P (lab)
- NH₄-N (lab)
- CZV(lab)
- droge stof (lab)
- gloeirest droge stof (lab)
- onopgeloste stoffen (lab)
- gloeirest onopgeloste stoffen (lab)

Algemene parameters:

- SVI (2 tot 3 keer in de week meet de klaarmeester dit)
- buitentemperatuur (dagelijks)
- neerslag op locatie Burdaard (dagelijks)
- standtijd slib in slibbakken (per cyclus)
- slibeigenschappen (vloggroote, draadvormers enz. met foto evt. filmpje) maandelijks

Deze parameters zijn gedurende het onderzoek tot stand gekomen. Er is gekozen voor deze parameters omdat deze mogelijk een indicatie kunnen geven over de processen die plaatsvinden in de slibbakken. Voor de zekerheid zijn zoveel mogelijk parameters in kaart gebracht. Mocht blijken dat deze gegevens toch van toepassing kunnen zijn voor dit onderzoek dan zijn ze in ieder geval verzameld.

Procedure monstername

Bij de start van de monstername werd in de eerste 5 cycli elke dag een monster afgenomen. Van de rechthoekige bakken, van zowel de drainzuil als de frieslandkist, is het decantaat verzameld. Maar

⁶ 5 werkdagen in de week

ook de slib van de indikker is verzameld. Daarna zal bepaald worden of het dagelijks verzamelen van deze monsters genoodzaakt blijkt, zo niet dan zal er een andere frequentie van monstername worden toegepast.

Totaal is er per monstername (input, decantaat, output) minimaal 1,5 liter nodig om alle monsters te kunnen analyseren van 1 monsterpunt. Bij de start van de ontwatering is geprobeerd elke dag een monster af te nemen in de 3 monsterpotten. Dit van het decantaat van zowel de drainzuil als de frieslandkist. De monsterkast van de drainzuil is zo ingesteld dat bij een debiet van 200 liter er een monster wordt afgenomen van 200 ml. Bij de frieslandkist wordt na 200 liter een monster afgenomen van 100 ml. Op deze manier wordt er per dag (wanneer ontwatering plaatsvindt) genoeg decantaat verzameld voor monstername.

Ook van de indikker zijn dagelijks monsters afgenomen in de 3 monsterpotten. Wanneer er wordt begonnen met de bemonstering van slibbak 3 (de ronde slibbak) komt er nog 1 monsterpunt van het decantaat van deze bak bij. Tijdens dit onderzoek is dit niet toegepast omdat de proefopstelling van de ronde slibbak niet gerealiseerd kon worden binnen de gestelde planning.

Ook van het slib dat wordt afgevoerd vanuit de slibbakken wordt per cyclus 1 mengmonster in een literfles geleverd aan het lab om het N-totaal, P-totaal, CZV, ammonium, ortho- fosfaat, droge stof gehalte en gloeirest te meten.

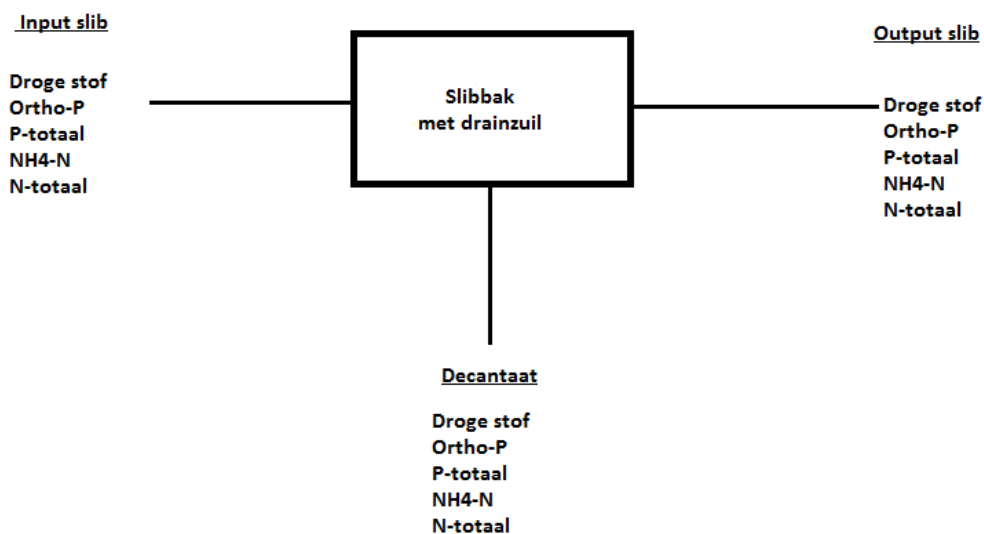
Deze monsters zijn in de eerste 5 cycli van slibbak 1 en 2 elke dag naar het laboratorium gebracht (wanneer er monster genomen kon worden). Het lab kreeg bijna elke dag 9 monsterpotten geleverd. Daarnaast werd nog na een cyclus een mengmonster van de output van de slibbakken geleverd en een monsterpotje voor de microscopie.

Dataverwerking

De medewerkers van het laboratorium van Wetterskip Fryslân leverden wekelijks de gegevens aan bij de onderzoeker. De data zijn vervolgens geanalyseerd en verwerkt in Excel en Word. Hiernaast zijn balansen opgesteld van bijbehorende parameters zoals in figuur 9 en 10 schematisch zijn weergegeven.

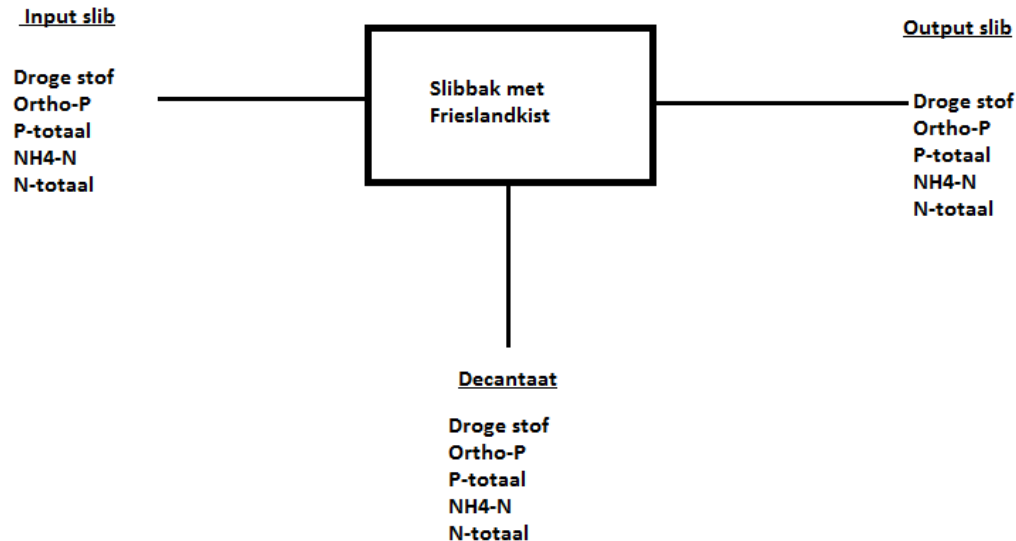
Van de parameters Ortho-P, $\text{NH}_4\text{-N}$, N-totaal en droge stof worden balansen gemaakt bij zowel de frieslandkist als bij de drainzuil. Ter controle wordt een balans van het P-totaal gemaakt, omdat bij deze parameter geen verandering plaats zou moeten vinden in de slibbak gedurende een cyclus.

Parameterbalans



Figuur 9: Balans parameters slibbak 2 met drainzuil

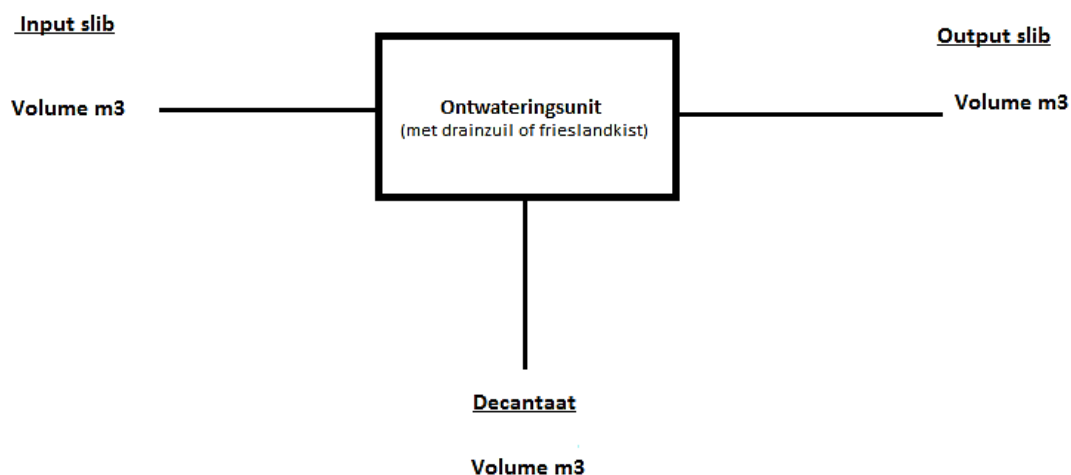
Bij input slib en decantaat wordt de totale waarde in kg/cyclus van het totale slib (vanuit de indikker en het decantaatwater) gebruikt voor alle parameters. Dit wordt allemaal omgerekend want het lab biedt de gegevens van het slib aan in procenten en/of in mg/l. Bij het output slib wordt bij elke 36 m³ een monster afgenomen, hier wordt een mengmonster van gemaakt en daarvan worden de benodigde parameters geanalyseerd.



Figuur 10: Balans parameters slibbak 1 met frieslandkist

Omdat in de slibbak het proces anaeroob doorgaat zal aan het einde van de cyclus meer ammonium en ortho-fosfaat in het water zitten door de ontbinding van het slib. Daarom zijn naast de balansen ook grafieken gemaakt om het verloop hiervan aan te tonen.

Volumebalans



Figuur 11: Volumebalans

Ook bij het vullen, legen en ontwateren zal een balans worden opgesteld. De balans wordt hier als volgt berekend: $V_{in} = V_{decantaat} + V_{uit}$ van een cyclus. Omdat bij het legen van de bak vaak wat slib achterblijft zal hierbij rekening worden gehouden bij de berekening en een correctie worden uitgevoerd.

Verder wordt gekeken naar het verloop in tijd van de gemeten parameters. Dit wordt weergegeven in tabellen en grafieken. Ook wordt per monstername een foto gemaakt van de monsters zodat er een visueel beeld gegeven wordt. De ene keer zal het slib/water mengsel mogelijk beter bezinken dan de andere keer en kan onderzocht worden in welke periode er beter ontwaterd wordt. Daarnaast worden er gegevens verzameld van de microscopie van het slib. Hier worden foto's van gemaakt en het monster wordt geanalyseerd in het lab.

Daarnaast wordt ook gekeken naar de economische aspecten. Berekend wordt of de investering van de drainzuil haalbaar is en welke terugverdientijd dit zou opleveren. Dit is berekend aan de hand van het d.s. percentage van de drainzuil t.o.v. de frieslandkist en weergegeven in een grafiek. Daarnaast wordt ook gekeken naar het aantal vrachtwagens wat mogelijk minder hoeft te rijden als de drainzuil beter functioneert. Hier wordt dan ook gekeken naar de CO₂ voetafdruk en wordt het aantal tonnen CO₂ berekend wat mogelijk bespaard zou kunnen worden.

Voor de benodigheden behorend bij dit onderzoek zie bijlage IV en voor de handleiding betreffende monstername zie bijlage V.

4. Resultaten onderzoek Burdaard

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de deelvragen beantwoord en de resultaten weergegeven. In de hoofdstukken discussie en conclusie wordt hier verder op ingegaan.

4.2 De ontwatering

Onderzocht wordt of met de drainzuil meer decantaat kan worden afgelaten dan met de frieslandkist. Hierbinnen zal een vergelijking gemaakt worden met de drainzuil t.o.v. de frieslandkist aan de hand van het debiet en het d.s. gehalte wat wordt gedecanteerd. Ook wordt er een balans opgesteld per cyclus wat duidelijk weergeeft hoeveel slib er in de bakken wordt gepompt en hoeveel er wordt afgevoerd.

Perioden cycli

In tabel 5 wordt de periode van een cyclus weergegeven met de begindata en einddata van een cyclus per slibbak. Ook zijn de data per cyclus weergegeven met de output van het d.s. gehalte van beide slibbakken. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de eerst 5 cycli van de slibbak met drainzuil en de eerst 4 cycli van de slibbak met frieslandkist.

Tabel 5: data cycli slibbak 1 en 2 en d.s. output

	Periode drainzuil	Droge stof output drainzuil	Periode frieslandkist	Droge stof output frieslandkist
1^{ste} cyclus	5/3 – 18/3	3,41%	12/3 – 25/3	3,63%
2^{de} cyclus	19/3 – 2/4	3,75%	26/3 – 11/4	3,06%
3^{de} cyclus	3/4 – 19/4	4,36%	12/4 – 26/4	3,87%
4^{de} cyclus	20/4 – 2/5	4,06%	27/4 – 13/5	3,8%
5^{de} cyclus	3/5 - 22/5	4,08%	-	-

Decantaat

In tabellen 6 en 7 wordt een overzicht van het decantaat weergegeven van de drainzuil en de frieslandkist. Te zien is bij de tabel met de zuil dat deze meer is gaan ontwateren naarmate de tijd vordert. Dit is ook goed te zien aan het percentage van de ontwatering over het volume van de slibbakken. Ook stijgt het droge stof percentage van de output van het slib. Daarnaast is tijdens de 4^{de} cyclus het interval van de zuil aangepast van 2 uur naar 6 uur. Te zien is dat daardoor het d.s. gehalte van het decantaat aanzienlijk daalt van gemiddeld 0,86% naar 0,25%. Dit laatste percentage is vergelijkbaar met het percentage van de frieslandkist. Deze is gemiddeld 0,22% van het decantaat. Daarnaast is ook de kist meer gaan ontwateren gedurende de tijd en is het droge stof gehalte van het slib dat naar de SOI gaat redelijk hetzelfde gebleven. Ook is in de tabellen het gemiddelde d.s. gehalte van de input weergegeven. Wat opvalt is dat het percentage gemiddeld lager wordt gedurende de tijd, zie tabel 6 en afbeelding 4.

Drainzuil

Tabel 6 overzicht decantaat drainzuil

Drain- zuil	Totaal volume input	Totaal volume decantaat	Percentage ontwaterd van totale input	Droge stof output	Gemiddelde d.s.% decantaat	Gemiddelde d.s.% input	interval
1 ^{ste}	313 m3	101,1 m3	32,36 %	3,41%	0,74%	2,60%	2 uur
2 ^{de}	242 m3	88,4 m3	36,53%	3,75%	0,88%	2,60%	2 uur
3 ^{de}	317,2 m3	155,6 m3	49,05%	4,36%	0,97%	2,30%	2 uur
4 ^{de}	286,25 m3	147,8 m3	51,63%	4,06%	0,38%	2,38%	Deels 2 en deels 6 uur
5 ^{de}	286,6 m3	178,3 m3	62,2%	4,08%	0,25%	2,17%	6 uur

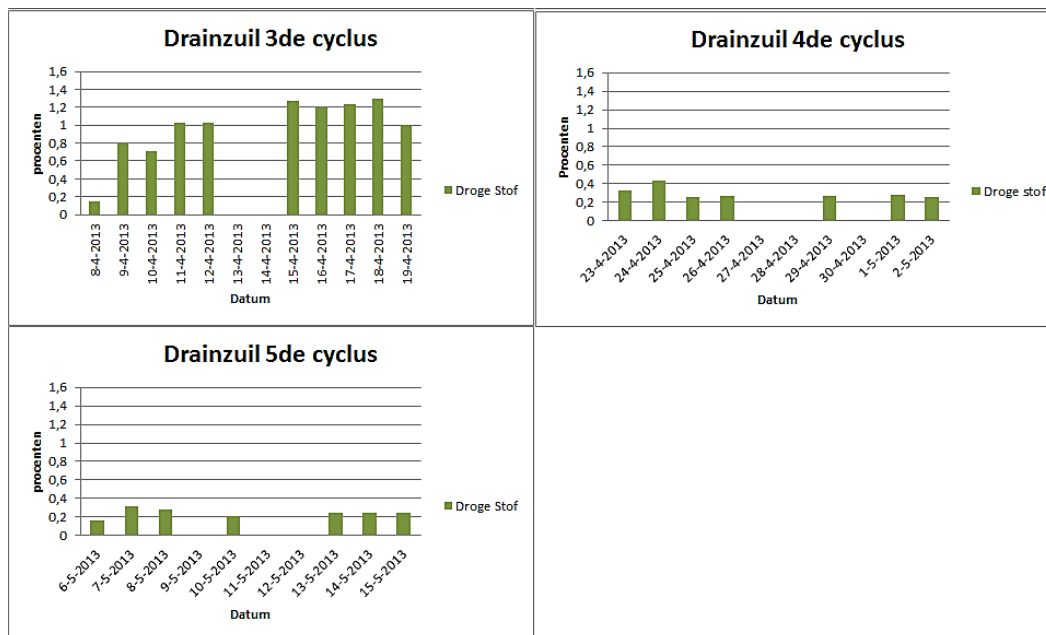
Frieslandkist

Tabel 7 overzicht decantaat frieslandkist

Friesland- kist	Totaal volume input	Totaal volume decantaat	Percentage ontwaterd van totale input	Droge stof output	Gemiddelde d.s.% decantaat	Gemiddelde d.s.% input
1 ^{ste}	278 m3	67,9 m3	24,42%	3,63%	0,25%	2,85%
2 ^{de}	253,2 m3	24,5 m3	9,68%	3,06%	0,25%	2,72%
3 ^{de}	250,5 m3	98,5 m3	39,32%	3,87%	0,19%	2,31%
4 ^{de}	288,8 m3	150,2 m3	52%	3,8%	0,18%	2,15%

Over het algemeen zit in het decantaat van de drainzuil een hoger droge stof gehalte dan in de frieslandkist per cyclus. Maar wanneer het interval van de drainzuil wordt aangepast naar 6 uur komt hier verandering in.

In grafiek 1 is ingezoomd op de 3^{de} t/m de 5^{de} cycli van de drainzuil om de verschillen van het d.s. gehalte in het decantaat weer te geven. Vanaf de 4^{de} cyclus is het experiment gestart met een interval van 6 uur. Dit experiment is niet uitgevoerd bij de 1^{ste} 2 cycli omdat eerst in kaart werd gebracht hoe de drainzuil functioneerde met een interval van 2 uur. Opvallend is het verschil van het droge stof gehalte in het decantaat dat afneemt bij de 4^{de} cyclus wanneer de drainzuil functioneert op een interval van 6 uur. Zie ook bijlage VI en VII voor de grafieken van de frieslandkist en de volledige grafieken van de drainzuil.



Grafiek 1 d.s. percentage in decantaat drainzuil 3^{de} t/m 5^{de} cyclus

Slibbalans op basis van het volume.

Geprobeerd is om een juiste massabalans te maken van de in- en output van het slib. De input minus de totale output geeft weer wat er in de slibbak over zou blijven. Dit wordt dan weer verrekend met het overgebleven slib van de vorige cyclus. In tabel 8 en 9 wordt de berekening van de slibbalans van de drainzuil en frieslandkist weergegeven. Te zien is dat regelmatig slib overblijft in de bakken, dit komt doordat de vrachtwagens per keer 36 m³ vervoeren. Als er minder dan 36 m³ in de slibbak overblijft wordt dit niet uitgereden omdat de vrachtauto's niet met een halfvolle tank mogen rijden.

Drainzuil

Tabel 8 slibbalans op basis van het volume slibbak met drainzuil

Drainzuil	Input	Output slibbak	Output decantaat	Totaal over	Berekening met restant vorige cyclus
1 ^{ste} cyclus	313 -	180 -	101,1 =	31,9	Nulsituatie: +31,9 m ³
2 ^{de} cyclus	242 -	170 -	88,4 =	-16,4	31,9 -16,4= 15,5 m ³
3 ^{de} cyclus	317,2 -	144 -	155,6 =	17,6	15,5 + 17,6= 33,1 m ³
4 ^{de} cyclus	286,25 -	177 -	147,8 =	-38,55	- 38,55 + 33,1 = -5,45 m ³
5 ^{de} cyclus	286,6-	138 -	178,3=	-29,7	-29,7 + -5,45= -35,24 m ³ (bak is leeg)

Frieslandkist

Tabel 9 slibbalans op basis van het volume slibbak met frieslandkist

Frieslandkist	Input	Output slibbak	Output decantaat	Totaal over	Berekening met restant vorige cyclus
1 ^{ste} cyclus	278 -	210 -	67,9 =	0,1	Nulsituatie: 0,1m ³
2 ^{de} cyclus	253,2 -	180 -	24,5 =	48,7	Over in bak is 48,7 m ³
3 ^{de} cyclus	250,5 -	177 -	98,5 =	-25	Over in bak is 48,7- 25= 23,8 m ³
4 ^{de} cyclus	288,8 -	144 -	150,2=	-5,4	-5,4 + 23,8 = 18,4 m ³

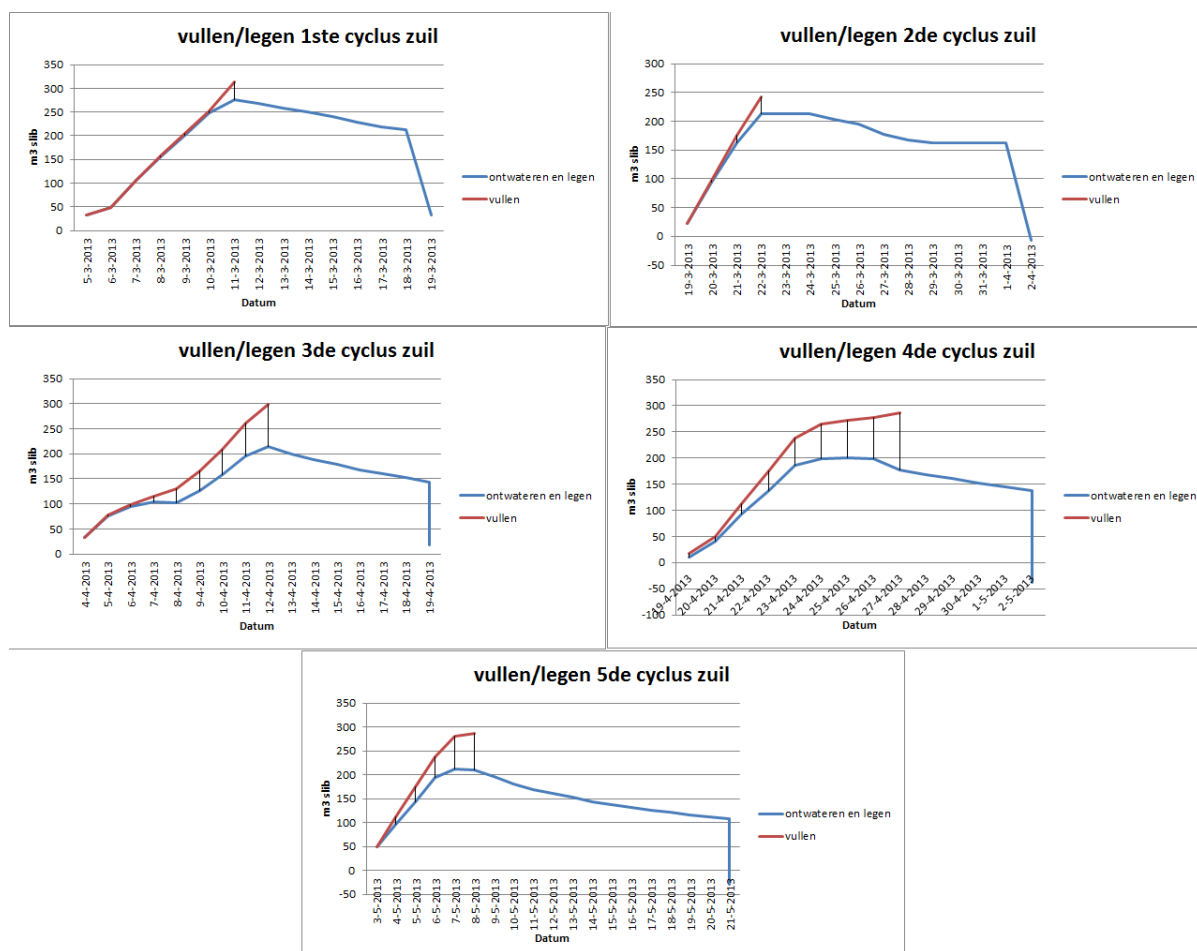
Duur van het vullen en legen

Omdat het vullen niet met een constant frequentie gebeurt zijn de vulcycli van beide slibbakken in kaart gebracht per cyclus (in zowel een tabel als een grafiek). Hierbij is de duur van de cyclus en het vullen, beide uitgedrukt in dagen, weergegeven. Daarnaast is ook het percentage van de tijd dat er is gevuld over een cyclus benoemd en staat de droge stof gehalte dat is behaald aan het einde van de cyclus vermeld.

Drainzuil

Tabel 10 vulcicy drainzuil

Drainzuil	Tijdsduur cyclus	Waarvan gevuld	Percentage vullen van de cyclustijd	Droge stof gehalte output
1 ^{ste}	14 dagen	7 dagen	50%	3,41%
2 ^{de}	13 dagen	4 dagen	30%	3,75%
3 ^{de}	17 dagen	10 dagen	58%	4,36%
4 ^{de}	14 dagen	9 dagen	64%	4,06%
5 ^{de}	19 dagen	6 dagen	31%	4,08%



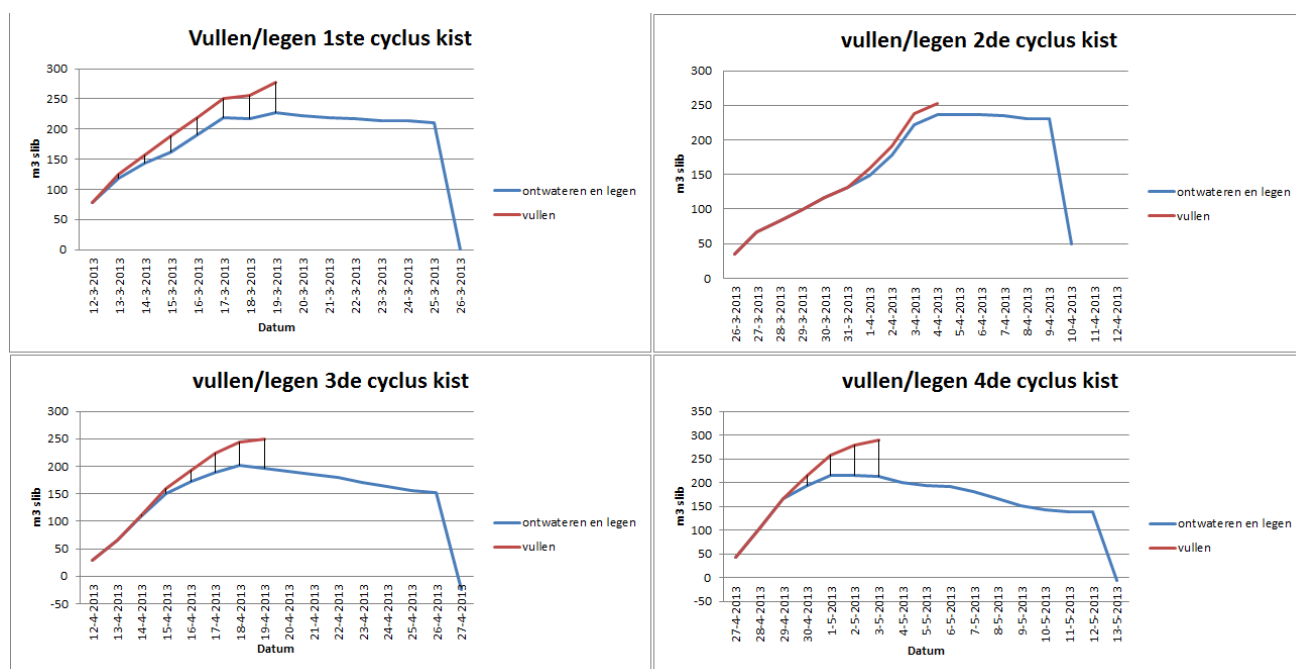
Grafiek 2 vulcicy drainzuil

Totaal is 809 m³ slib afgevoerd met een droge stofgehalte van 3,91% (cyclus 1 t/m 5) zie spreadsheet bijlage VIII. Deze gegevens worden vergeleken met de andere 4 cycli van de frieslandkist die hierna worden vermeld.

Frieslandkist

Tabel 11 vulcycli frieslandkist

Frieslandkist	Tijdsduur cyclus	Waarvan gevuld	% Vullen van de cyclustijd	Droge stof gehalte output
1 ^{ste}	14 dagen	8 dagen	57%	3,63%
2 ^{de}	17 dagen	10 dagen	58%	3,06%
3 ^{de}	15 dagen	8 dagen	53%	3,87%
4 ^{de}	18 dagen	7 dagen	38%	3,8%



Grafiek 3 vulcycli frieslandkist

Totaal is 711 m3 slib afgevoerd met een droge stofgehalte van 3,58% (cyclus 1 t/m 4) zie spreadsheet bijlage VIII. Hierin is deze berekening uitgevoerd.

Start van de ontwatering

Ook is in kaart gebracht wanneer er met de frieslandkist of drainzuil wordt begonnen met ontwateren. Opvallend zijn de verschillen van de start van het ontwateren zodra een cyclus begint. Bij de kist verschilt dit per cyclus (zie tabel 12). Wanneer het interval van de drainzuil verlaagd wordt van 2 naar 6 uur tijdens de 4^{de} cyclus is te zien dat de ontwatering al begint zodra de slibbak wordt gevuld. Dit doet de drainzuil uit zichzelf door het drukverschil wat ontstaat in de drainzuil. De drainzuil wordt steeds pas aangezet wanneer de slibbak voor de helft is gevuld (zie standaarden paragraaf 2.3.1).

Tabel 12 start van ontwatering drainzuil en frieslandkist per cyclus

Cyclus	Drainzuil (dagen)	Frieslandkist (dagen)
1 ^{ste}	6	0
2 ^{de}	1	7
3 ^{de}	2	1
4 ^{de}	0	3
5 ^{de}	0	

4.3 Parameters

Om de parameters die zijn verzameld in kaart te brengen is ervoor gekozen massabalansen te maken van zowel de drainzuil als de frieslandkist. De parameters die hierbij zijn meegenomen zijn het volume in m³. De parameters d.s., Ortho-P, P-totaal, NH₄-N en het N-totaal zijn berekend in kilogrammen over de totale massa van de input, output of decantaat. Daarnaast is gekeken naar het interval van de drainzuil. Ook wordt geprobeerd een relatie aan te tonen tussen de algemene parameters maar ook de standtijd van het slib in relatie met het d.s. gehalte in de output.

Massabalansen

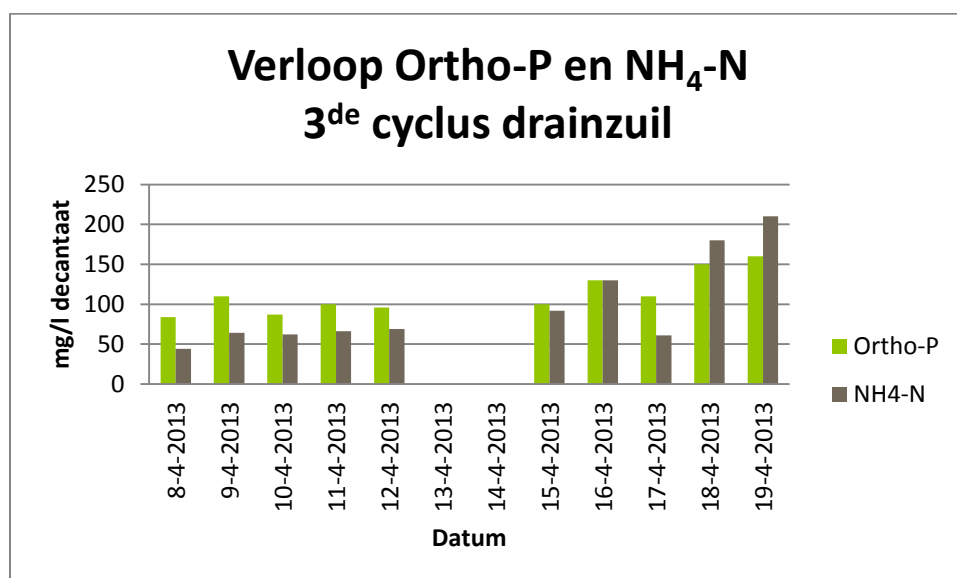
In bijlage IX zijn de massabalansen van de drainzuil en de frieslandkist weergegeven. Onder elke balans is in een tabel weergegeven in hoeverre een balans is bereikt. Dit is uitgedrukt in percentages waarbij een min- teken een tekort aangeeft in de balans.

Een deel van het N-totaal zal door denitrificatie worden omgezet in stikstofgas en lachgas (N₂O). CZV wordt omgezet in CO₂ en methaan. Verder zal een deel van het slib/water mengsel verdampen en bij regen neemt het volume toe, dit zijn daardoor geen goede parameters voor een massabalans. Het is nog onbekend of er in de slibbuffers droge stof wordt omgezet. De gloeirest (anorganische fractie) zou naar verwachting wel in balans moeten zijn, omdat hierin geen omzettingen plaats vinden.

Het volume en P-totaal dienen als referentiekader om te zien of er een balans is.

Te zien is dat bij de balansen, die staan vermeld in bijlage IX, dat de parameters zodanig fluctueren dat hier nog geen duidelijke conclusie uit getrokken kan worden. Een paar cycli hebben een sluitende massabalans terwijl andere cycli dit totaal niet hebben.

Verder valt op dat de parameters Ortho-P en NH₄-N van het decantaat oplopen naarmate het slib langer in de slibbakken ligt. Een voorbeeld is weergegeven in grafiek 4 van de 3^{de} cyclus van de drainzuil. Voor de grafieken van de andere cycli en die van de kist zie bijlage X en XI.



Grafiek 4 verloop Ortho-P en NH₄-N 3^{de} cyclus drainzuil

4.3.1 Interval drainzuil

Tijdens de start van dit onderzoek is het standaardinterval gesteld op 2 uur van de drainzuil. Bij het uitvoeren van dit onderzoek is gebleken dat dit interval te hoog is. Gebleken is dat er meer d.s. in het decantaat monster van de drainzuil zat vergeleken met het decantaat monster van de frieslandkist. Daarom is een experiment gedaan met een aanpassing van het interval naar 6 uur om te onderzoeken of de drainzuil dat beter functioneert.

Experiment Burdaard

Vanaf 26-04-2013 is de drainzuil op een interval van 24 uur gesteld, hij ontwaterde toen prima. De dag erop (27-04) heeft de drainzuil om half 9 een slag gemaakt, toen de klaarmeester om half 3 ging kijken bij de zuil ontwaterde hij helemaal niet meer dus heeft hij de zuil op een interval van 6 uur gezet. Die dag erop ontwaterde de zuil 30 m³ vrij helder water met weinig slib. De andere dagen heeft hij ook goed ontwaterd, opvallend bij alle monsters was te zien dat het water helder was met een klein bezinklaagje (voor foto's van de monsters zie bijlage XII en XIII). Ook ontwaterde de drainzuil meer m³ decantaat dan voorheen. Het analyseonderzoek in het lab van de bijbehorende monsters hebben ook uitgewezen dat de d.s. gehalten in het monster aanzienlijk lager waren. Deze monster waren vergelijkbaar met de monsters van de frieslandkist die overigens een gemiddelde van 0,22% d.s in het monster heeft. Gebleken is dat de drainzuil uit zichzelf, door het drukverschil wat ontstaat in de zuil, begint te ontwateren tijdens het vullen van de bak. Wanneer de drainzuil aan wordt gezet wordt in de eerste 2 minuten veel slib afgevoerd, daarna bevat het decantaat meer water.

4.3.2 Relatie algemene parameters

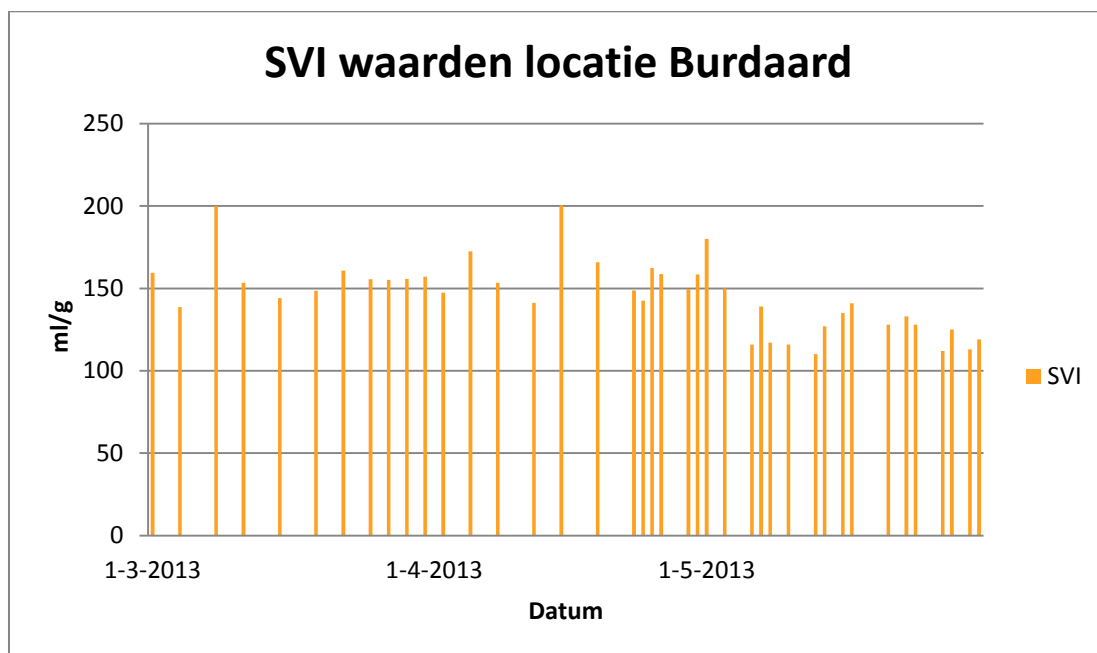
Om een relatie aan te kunnen tonen tussen de SVI en de ontwatering zijn de SVI en d.s. gegevens verzameld over de maanden maart t/m mei. Ook zijn de gegevens van de buitentemperatuur en neerslag op de zuivering bijgehouden gedurende het project. Daarnaast zijn de jaargegevens van de slibbelasting voor locatie Burdaard verzameld. Ook is er microscopisch onderzoek verricht naar de output van de slibbakken. In relatie met de SVI, het d.s. gehalte en microscopie waarbij de morfologie van het slib wordt meegenomen is onderzocht of er een relatie is.

Tabel SVI

Tabel 13 geeft de gemiddelde SVI waarden van locatie Burdaard weer over de maanden februari t/m mei. Daarnaast is in grafiek 5 het verloop te zien van de SVI waarden. In zowel de tabel als de grafiek is te zien dat de SVI waarden zijn gedaald in de maand mei.

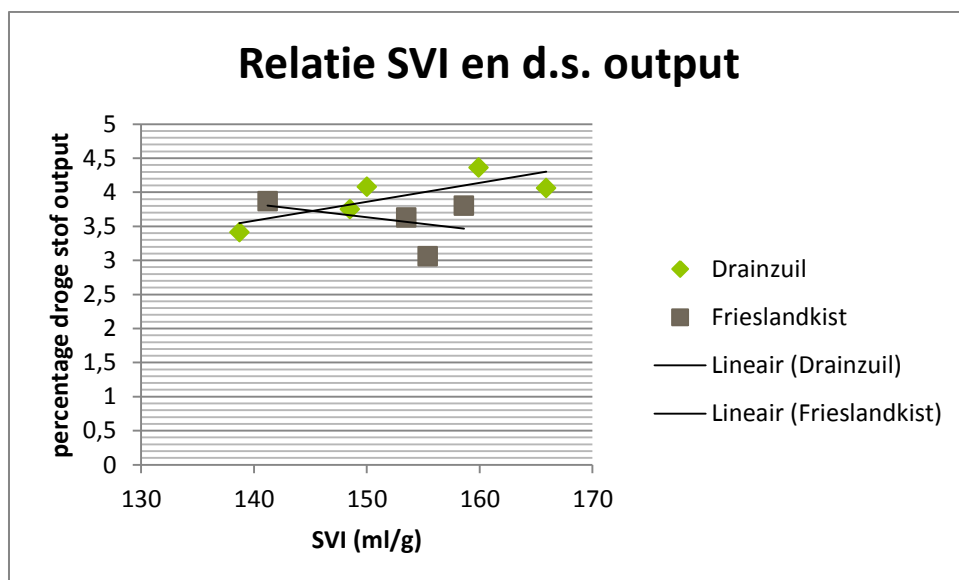
Tabel 13 gemiddelde SVI waarden Burdaard maart t/m mei (Hoekstra)

	Maart	April	Mei
Gemiddelde SVI (ml/g)	157,16	158,4	128,76



Grafiek 5 SVI waarden Burdaard

Daarnaast is ook in een spreidingsgrafiek (grafiek 6) de waarden van de output van zowel de drainzuil als de frieslandkist uitgezet tegen de SVI waarden. Hierbij zijn de gemiddelde SVI waarden van de start van een cyclus gebruikt en de output gegevens van het eind van een cyclus. De SVI waarden die zijn gebruikt zijn gemeten uit de carrousel.



Grafiek 6 relatie SVI en d.s. output

Temperatuur en neerslag

Ook zijn er gegevens van de buitentemperatuur verzameld. In tabel 14 zijn de gemiddelde minimum en maximum waarden weergegeven van de maanden maart t/m mei.

Tabel 14 tabel gemiddelde minimum en maximum buitentemperatuur maart t/m mei en gemiddelde neerslag

Temperatuur	Maart	April	Mei
Maximum	5,8 °C	13,3 °C	16,3 °C
Minimum	-1,1 °C	4,7 °C	8,2 °C
Neerslag (gemiddelde in mm/dag)	2,3 mm	1,6 mm	5,4mm

Slibbelasting Burdaard

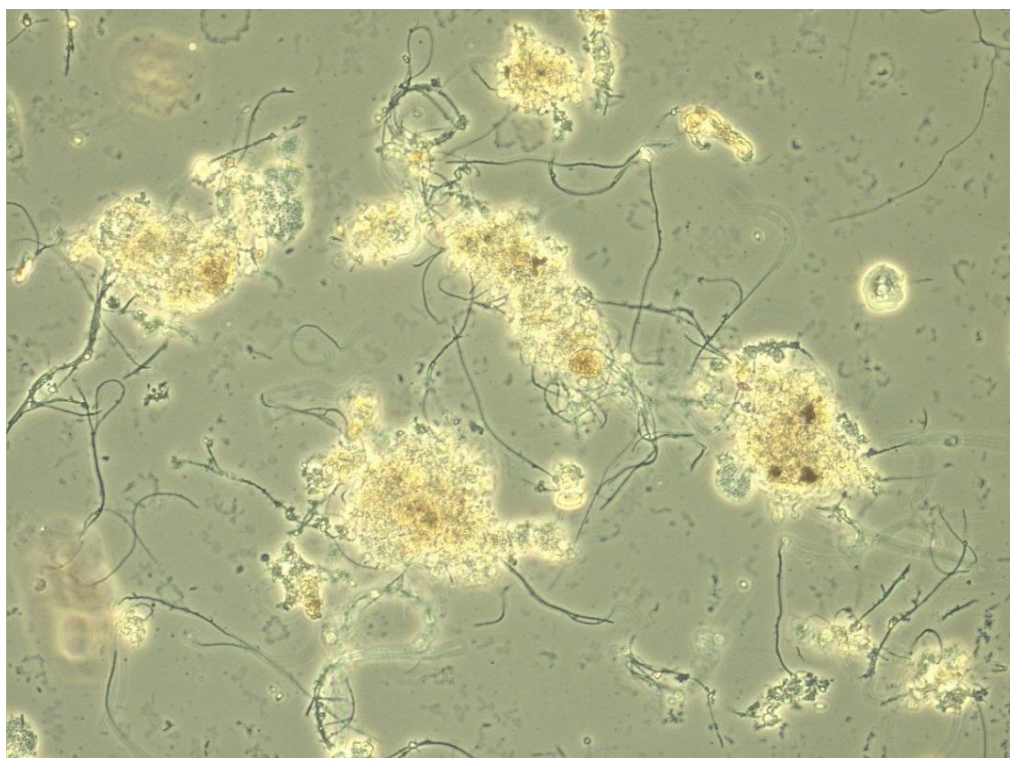
Over het algemeen is de slibbelasting laag op locatie Burdaard, In tabel 15 zijn de gegevens per jaar weergegeven.

Tabel 15 overzicht slibbelasting Burdaard (Fryslan)

	2008	2009	2010	2011	2012
kg BZV/kg d.s.	0,045	0,052	0,051	0,052	0,046

Microscopisch onderzoek (slibeigenschappen)

Hieronder is een voorbeeld weergegeven van de output van slibbak 2 op 11-04-2013 (afbeelding 6). Op de foto is goed te zien dat er draadvormers aanwezig zijn. Daaronder is in een tabel (tabel 16) aangegeven welke draadvormers dit zijn, voor de volledige lijst zie bijlage XIV.



Afbeelding 4 foto van de microscopie output drainzuil van 11-04-2013

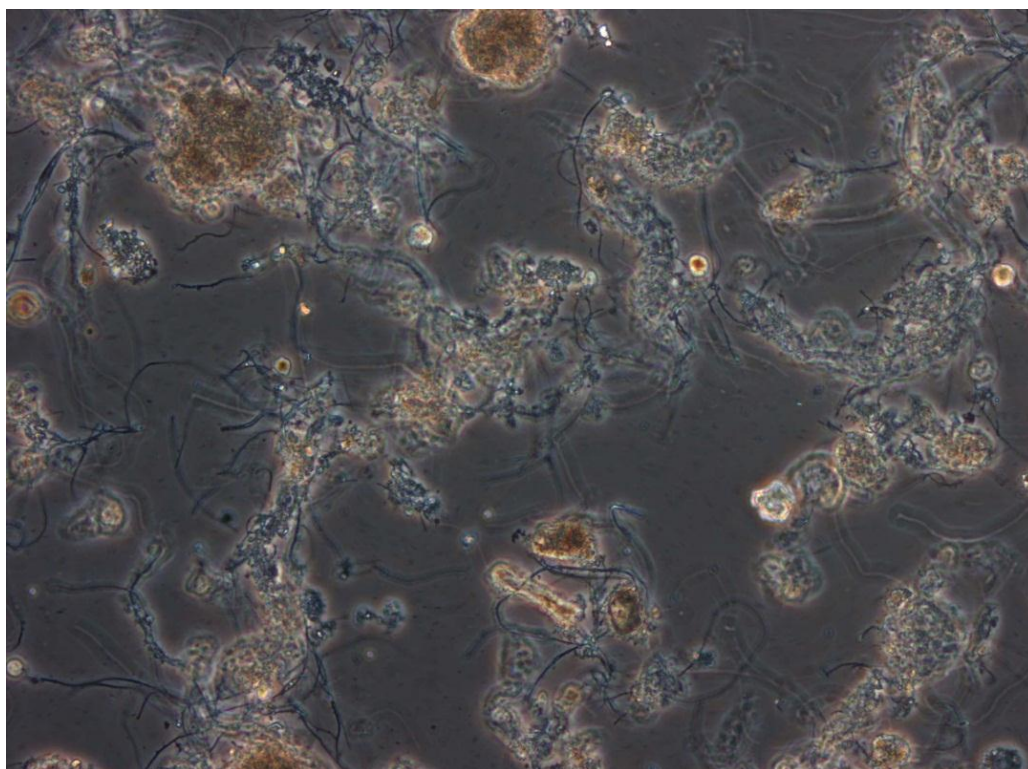
Tabel 16 draadvormige micro-organismen output drainzuil van 11-04-2013

DRAADVORMIGE MICRO-ORGANISMEN *				CATEGORIE	3
"Blauwwieren"		S. natans		Type 0914	
H. hydrossis		Thiothrix		Type 0961	
M. parvicella	X	Type 0041		Type 1851	
N. limicola I		Type 0092			
N. limicola II	O	Type 021 N			
N. limicola III		Type 0581			
Nocardia (Actinomyceten)		Type 0803		Diverse typen	

* X = dominerend; O = secundair.

De in tabel 16 genoemde slibsoorten functioneren het beste bij een lagere slibbelasting dan 0,3 kg BZV/kg d.s./dag (STOWA, 1999-2001).

Op 22-05-2013 is ook een microscopisch onderzoek gedaan naar de output van slibbak 2 (afbeelding 7). Te zien is dat hier meer draadvormers aanwezig zijn t.o.v. afbeelding 6. Hier kwamen dezelfde slibsoorten naar voren dan bij het monster van 11-04-2013 met nog een paar extra (zie bijlage XV).



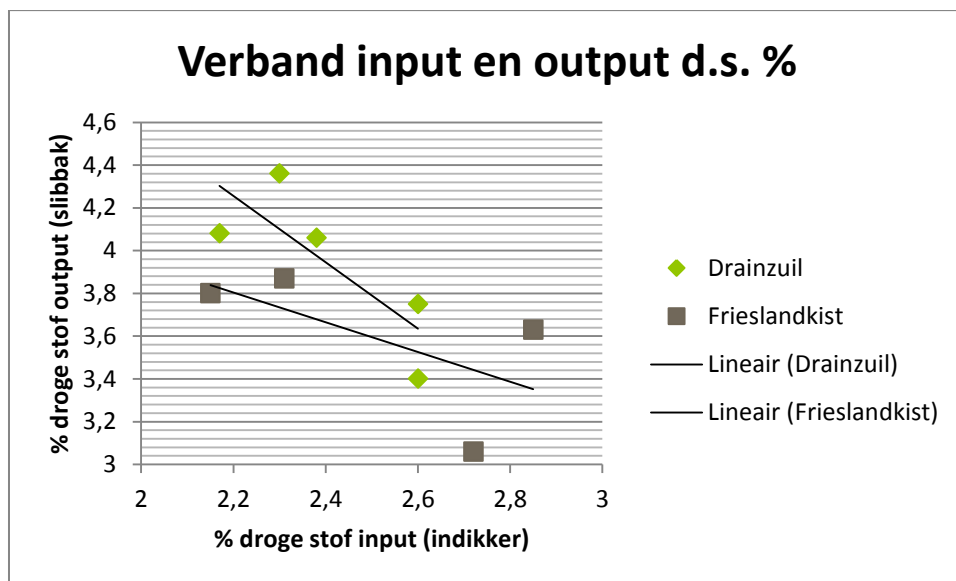
Afbeelding 5 foto van de microscopie output drainzuil van 22-05-2013

4.3.3 Relatie d.s. percentage input en output

Onderzocht wordt of er een relatie is tussen de verblijftijd van de indikker en het droge stof percentage van de output. Gegevens die zijn verzameld zijn de gemiddelde drogestof percentages van het ingedikte slib en de output per cyclus per slibbak.

Verband input en output d.s. gehalte

In grafiek 7 is op de X-as het gemiddelde d.s. percentage van de input naar de slibbakken weergegeven per cyclus. Op de Y-as is het d.s. percentages van de output van de slibbakken weergegeven per cyclus. Dit om een mogelijk verband tussen deze waarden te kunnen aantonen.



Grafiek 7 verband input en output d.s.%

In de grafiek is te zien dat wanneer het d.s. gehalte van de input laag is het d.s. gehalte van de output hoger wordt. Er is dus een kleine samenhang te zien tussen X de input van de d.s. en Y de output van de d.s. Tabel 17 geeft de gebruikte waarden voor de grafiek weer.

Tabel 17 d.s. percentage van input- en outputstroom

Drainzuil	Output slibbak 2 (%)	Input (%)
1 ^{ste} cyclus	3,4	2,6
2 ^{de} cyclus	3,75	2,6
3 ^{de} cyclus	4,36	2,3
4 ^{de} cyclus	4,06	2,38
5 ^{de} cyclus	4,08	2,17

Frieslandkist	Output slibbak 1 (%)	Input (%)
1 ^{ste} cyclus	3,63	2,85
2 ^{de} cyclus	3,06	2,72
3 ^{de} cyclus	3,87	2,31
4 ^{de} cyclus	3,8	2,15

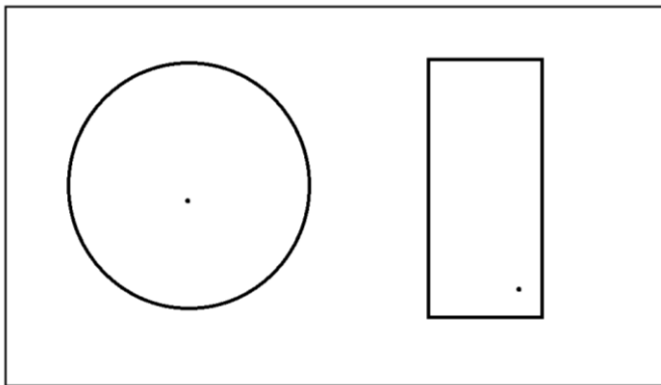
4.4 Discussie resultaten Burdaard

4.4.1 inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten onder de loep genomen van de beantwoorde vragen.

4.4.2 Missende gegevens

Tijdens dit onderzoek is niet verder ingegaan op de geometrie van de bakken (figuur 19). Dit komt doordat de drainzuil die in slibbak 3 (ronde slibbak) niet is verplaatst volgens de juiste planning. Daardoor is ervoor gekozen om tijdens dit onderzoek alleen te richten op slibbak 1 en 2. Als dit onderzoek wel was uitgevoerd had hier mogelijk een conclusie uit kunnen komen dat de ronde of rechthoekige bak beter zou ontwateren.



Figuur 12 Geometrie ronde versus rechthoekige slibbak met drainzuil

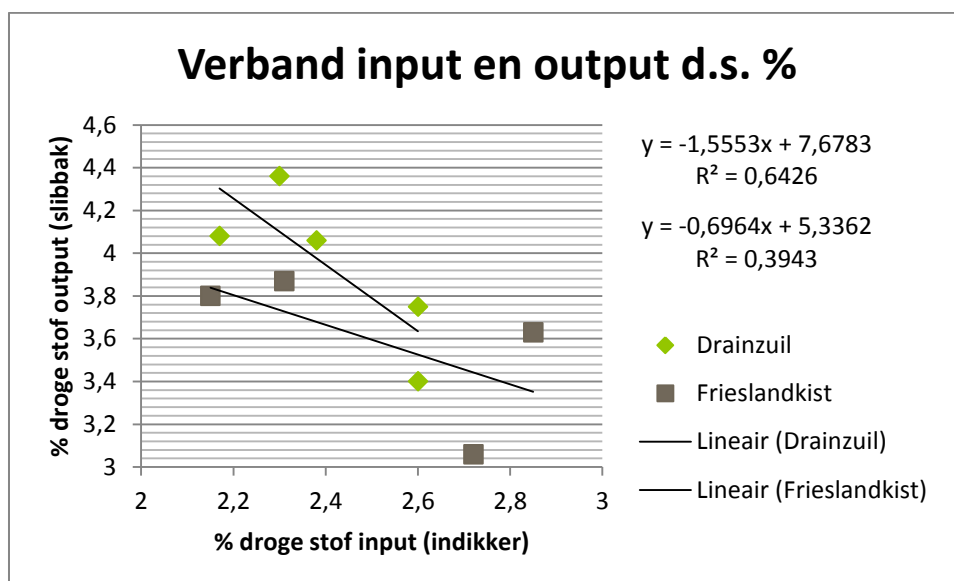
Ook zou onderzocht worden wat de verblijftijd zou zijn van het ingedikte slib (evt. verblijftijd inkorten als experiment) maar dit is niet uitgevoerd. Dit heeft te maken met het feit dat dit niet meetbaar is door het verschil in de capaciteit van de rwzi. Daarnaast valt het debiet dat vanuit de nabezinktank naar de indikker gaat niet vast te stellen omdat dit wisselend is. Dit heeft te maken met de regenwaterafvoer (RWA) en (DWA) droogwaterafvoer van de rwzi.

4.4.3 Discussiepunten

Er is geprobeerd verbanden te vinden bij de gemeten parameters. Ook dit is een erg gecompliceerd onderzoek en hier kan nog niet veel over gezegd worden. Dit heeft waarschijnlijk ook te maken met het beperkte tijdspad van dit onderzoek. Daarom is dit niet verder meegenomen in dit onderzoek omdat de resultaten nog niet concreet genoeg waren.

Ook is bij de deelvraag *‘Is er een afhankelijkheid met de verblijftijd in de indikker? Is de hoeveelheid wateraflaat te beïnvloeden als voor kortere verblijftijden gekozen wordt?’* (paragraaf 4.3.3) gebruik gemaakt van een spreidingsgrafiek. Omdat de verblijftijden van de indikker niet bekend waren is gekeken naar het d.s. gehalte. Hier is er vanuit gegaan dat wanneer het d.s. gehalte van de indikker hoog is de verblijftijd langer is dan wanneer het d.s. gehalte uit de indikker lager is. Waarin op de X-as het gemiddelde droge stof gehalte staat weergegeven van de input en op de Y-as die van de output van de slibbakken. Hieruit kon opgemaakt worden dat er een verband lijkt te zijn, maar gezien de lage R^2 waarde is deze niet significant. In grafiek 8 is te zien dat de regressielijn van de drainzuil een R^2 waarde heeft van 0,6426 en de frieslandkist een R^2 waarde van 0,3943.

Als beide waarden hoger waren geweest dan $R^2 = 0,9$ was dit een betrouwbaarder gegeven geweest. Ook het tijdspad heeft hier een rol gespeeld want 9 cycli (5 van de drainzuil en 4 van de frieslandkist) levert geen goed genoeg referentiekader. Er zouden meer gegeven verzameld moeten worden om hier een concrete uitspraak over te kunnen doen. Echter was de uitkomst van dit onderzoek zodanig interessant dat dit niet onopgemerkt kon blijven en daarom is het wel benoemd. Verder onderzoek zou moeten uitwijzen of het vermoeden klopt.



Grafiek 8 verband input en output d.s met regressielijn

De ontwatering

Bij de ontwatering is een vergelijking gemaakt per cyclus bij de drainzuil en de frieslandkist. Bijvoorbeeld de 1^{ste} cyclus van de drainzuil met 1^{ste} cyclus van de frieslandkist. De vraag is of deze cycli wel met elkaar vergeleken kunnen worden aangezien er een verschil tussen zit van 7-9 dagen. Zie tabel 18 voor de verschillen. Voor dit onderzoek is ervoor gekozen om de cycli wel met elkaar te vergelijken.

Tabel 18 data cycli slibbak 1 en 2 en d.s. output

	Periode drainzuil	Periode frieslandkist	Verskil in starttijd dagen
1 ^{ste} cyclus	5/3 – 18/3	12/3 – 25/3	7
2 ^{de} cyclus	19/3 – 2/4	26/3 – 11/4	7
3 ^{de} cyclus	3/4 – 19/4	12/4 – 26/4	9
4 ^{de} cyclus	20/4 – 2/5	27/4 – 13/5	7
5 ^{de} cyclus	3/5 – 22/5	-	n.v.t.

Balans van het volume.

Tijdens de uitvoering van de massabalans van het volume is een berekening uitgevoerd die per cyclus een overschot of tekort aangeeft in de slibbakken. Zie tabel 19 en 20.

Tabel 19 slibbalans op basis van het volume slibbak met drainzuil

Drainzuil	Input	Output slibbak	Output decantaat	Totaal over	Berekening met restant vorige cyclus
1 ^{ste} cyclus	313 -	180 -	101,1 =	31,9	Nulsituatie: +31,9 m ³
2 ^{de} cyclus	242 -	170 -	88,4 =	-16,4	31,9 - 16,4 = 15,5 m ³
3 ^{de} cyclus	317,2 -	144 -	155,6 =	17,6	15,5 + 17,6 = 33,1 m ³
4 ^{de} cyclus	286,25 -	177 -	147,8 =	-38,55	- 38,55 + 33,1 = -5,45 m ³
5 ^{de} cyclus	286,6 -	138 -	178,3 =	-29,7	-29,7 + -5,45 = -35,24 m ³ (bak is leeg)

Tabel 20 slibbalans op basis van het volume slibbak met frieslandkist

Frieslandkist	Input	Output slibbak	Output decantaat	Totaal over	Berekening met restant vorige cyclus
1 ^{ste} cyclus	278 -	210 -	67,9 =	0,1	Nulsituatie: 0,1
2 ^{de} cyclus	253,2 -	180 -	24,5 =	48,7	Over in bak is 48,7 m ³
3 ^{de} cyclus	250,5 -	177 -	98,5 =	-25	Over in bak is 48,7- 25= 23,8 m ³
4 ^{de} cyclus	288,8 -	144 -	150,2=	-5,4	-5,4 + 23,8 = 18,4 m ³

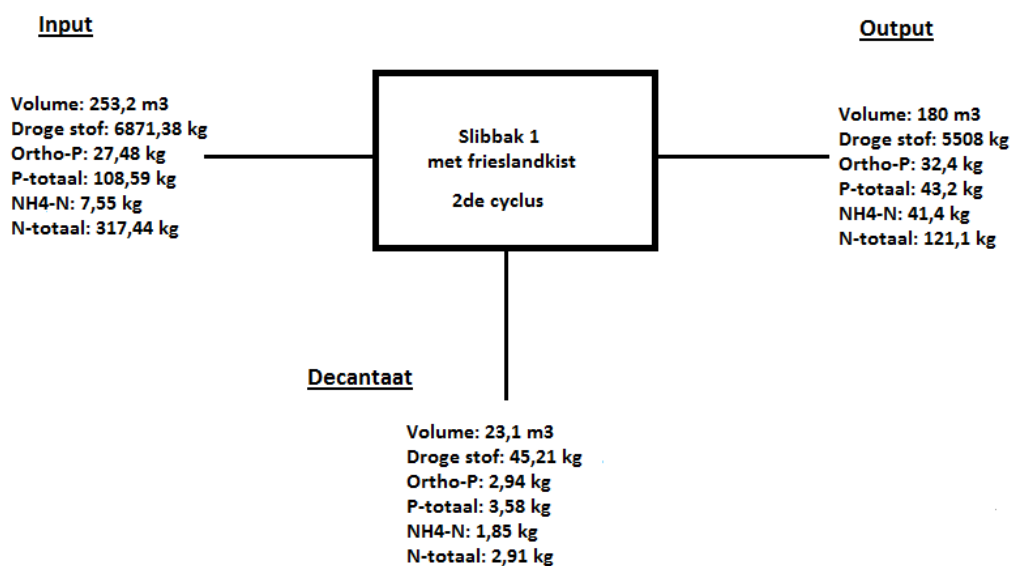
Gebleken is dat de gegevens die zijn verzameld van de indikker niet 100% betrouwbaar zijn. Er is namelijk geen debietmeter gebruikt die de exacte waarden aangeeft van het input debiet. Daardoor aan de hand van een eigen berekening uitgegaan van een standaard debiet. Dit is berekend aan de hand van de oppervlakte van de indikker, de oppervlakte van de slibbak en het aantal pompuren dat nodig was om de slibbak te vullen. Dit is gedurende 2 dagen bijgehouden door de onderzoeker en de klaarmeester van Burdaard en na berekening is een debiet van 13m³/uur vastgesteld. Dit debiet is toegepast om de input te berekenen.

Het debiet van de output en het decantaat is daarentegen wel 100% betrouwbaar. De reden dat de input niet betrouwbaar is zorgt ervoor dat er overschotten en tekorten worden berekend. Daarnaast komt het in de praktijk vaak voor dat de slibbakken in zijn geheel worden gelegeerd en dat er nooit meer dan 36 m³ achterblijft in een slibbak wat is sommige berekeningen wel wordt berekend.

Massabalansen

Doordat de gegevens niet helemaal juist waren van het inputdebiet, ontstaat er ook een verschil in de massabalansen. Daarnaast is het ook voorgekomen dat de gegevens die het laboratorium levert af en toe ook niet kloppen. Dit komt omdat de metingen lastig uit te voeren zijn.

Een voorbeeld is de massabalans van de 2^{de} cyclus met de frieslandkist. Hier is de balans niet gesloten. Opvallend was dat het P-totaal van de output 240mg/l was gemeten (figuur 21). Over het algemeen komt naar voren bij de andere monsters van de output dat het P-totaal ongeveer 600 mg/l is. Wanneer bij deze massabalans het P-totaal wordt aangepast van 240mg/l naar 600mg/l klopt de massabalans wel. Dit is om aan te geven hoe gevoelig deze berekening is als er een fout is gemaakt in de lab analyses.



Figuur 13 massabalans 2^{de} cyclus frieslandkist

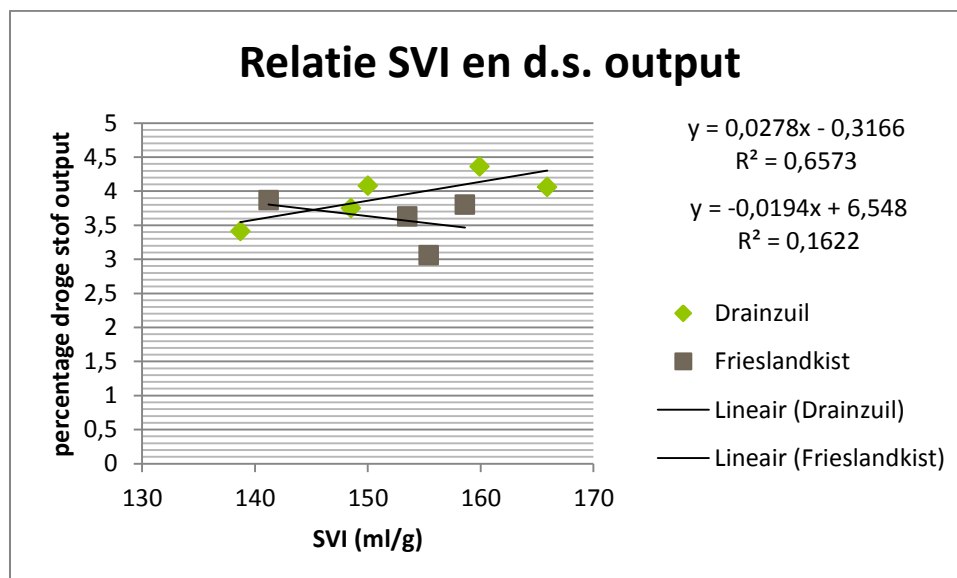
Bij de massabalansen van de frieslandkist zijn een paar uitschieters van de parameters 'P-totaal' en 'volume'. Alleen de eerste cyclus heeft de beste balans. Bij de drainzuil is er over het algemeen sprake van een redelijk goede balans van de cyclussen als gekeken wordt naar de parameters 'volume' en 'P-totaal'.

Verder werd tijdens dit onderzoek de frieslandkist elke dag bediend. Normaliter gebeurt dit maar 3x per week. Het biedt wel een goed referentiekader dat er vanuit gegaan is dat de schuif elke dag wordt bediend. Maar als zou worden uitgegaan van 3x per week zou het aantal m³ dat de frieslandkist totaal ontwatert waarschijnlijk minder zijn.

Daarnaast ontwatert de drainzuil veel m³ sinds deze op een interval van 6 uur is gezet. Hij ontwatert zelfs zo veel dat dit een probleem op kan leveren bij het mixen. Dit omdat de mixer dan boven het slib uit kan komen, waardoor men niet kan mixen.

Relatie SVI en d.s. output

Om een mogelijke relatie aan te tonen tussen de SVI input de d.s. gehalte in de output is geprobeerd deze uit te zetten in een spreidingsgrafiek (grafiek 9). Ook hierbij is de regressielijn uitgezet van zowel de drainzuil als de frieslandkist. De R² waarde van de drainzuil is 0,6573 is, die van de frieslandkist is 0,1622. Ook hierbij geldt dat als beide waarden hoger waren geweest dan R² = 0,9 dit een beter significant gegeven was geweest. Daarnaast zijn nog te weinig gegevens verzameld om hier een conclusie uit te kunnen trekken. Mogelijk zou verder onderzoek moeten uitwijzen of hier een verband uit op te maken valt.



Grafiek 9 relatie SVI en d.s. output met regressielijn (Snip)

Verschil tijdsduur vullen bakken

Gebleken is dat de tijdsduur van het vullen van de slibbakken niet constant is. Dit heeft te maken met het droge stof gehalte van het influent op de zuivering. Als deze een waarde heeft boven de 3,5 gram wordt er sneller afgepompt. Daardoor wordt soms bij een cyclus sneller gevuld dan bij een andere cyclus.

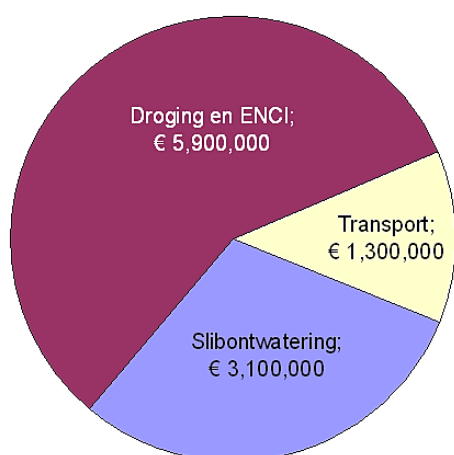
5. Betekenis voor zuiveringen Wetterskip Fryslân

5.1 inleiding

Aan de hand van de verkregen gegevens van dit onderzoek wordt bepaald of de drainzuil een aantrekkelijke economische oplossing biedt. In dit hoofdstuk worden de economische aspecten besproken. Daarnaast wordt berekend wat de investering van de drainzuil financieel betekent voor het Wetterskip Fryslân. Ook wordt de CO2 voetafdruk besproken.

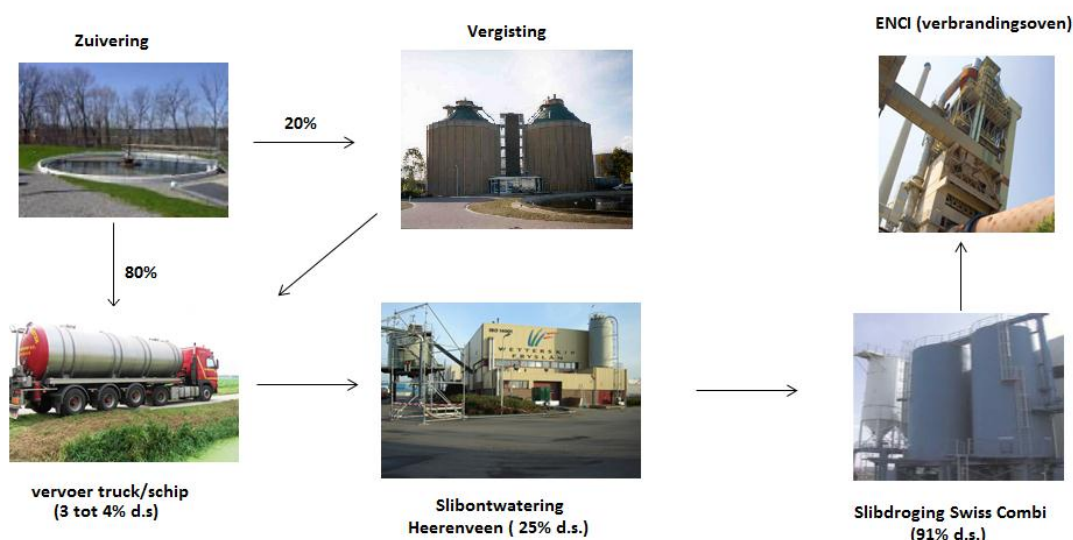
5.2 Economische aspecten

Elk jaar wordt ca. 15.000 ton droge stof slib geproduceerd in Fryslân. De verwerking hiervan kost 10,3 miljoen euro. Hiervan gaat 5,9 miljoen naar de droging en ENCI⁷, 1,3 miljoen naar het transport en 3,1 miljoen naar de slibontwatering. Zie figuur 23.



Figuur 14 overzicht kosten slibverwerking (Kooij)

De huidige slibketen wordt hieronder met figuur 24 weergegeven.



Figuur 15 slibketen (Kooij)

⁷ Eerste Nederlandse Cement Industrie

Het slib wordt op de rwzi ingedikt tot ca. 4% d.s. en vervolgens wordt in 80% van de gevallen dit slib per boot of truck afgevoerd naar de SOI in Heerenveen. Echter nu wordt 20% van het slib eerst nog behandeld in een vergistingsinstallatie en dat gebeurt nu op 4 rwzi's, t.w. Leeuwarden, Drachten, Burgum en Franeker. Door vergisting kan de hoeveelheid slib verminderd worden met ca. 20-25%, wat uiteindelijk weer resulteert in lagere slibafzetkosten aan het eind van de keten. Als het slib op de SOI in Heerenveen is aangekomen wordt het daar met een filterpers ontwaterd tot 25% DS. Daarna gaan de slibkoeken per vrachtwagen naar Swiss Combi even verderop in Heerenveen, waar het slib wordt gedroogd tot slibkorrels 91% DS. Uiteindelijk gaan er dan nog enkele vrachtwagens naar de ENCI in Limburg, waar de slibkorrels thermisch worden verwerkt en de uiteindelijke asrest in het cement wordt vastgelegd (Kooij).

In tabel 21 en 22 zijn de afgevoerde vrachten per cyclus van de drainzuil en frieslandkist weergegeven⁸.

Tabel 21 overzicht vrachten per cyclus drainzuil

Drainzuil	Input	Output slibbak	Aantal vrachtwagens
1^{ste} cyclus	313	180	5
2^{de} cyclus	242	170	5
3^{de} cyclus	317,2	144	4
4^{de} cyclus	286,25	177	5
5^{de} cyclus	286,6	138	4
6^{de} cyclus	266	104	3

Tabel 22 overzicht vrachten per cyclus frieslandkist

Frieslandkist	Input	Output slibbak	Aantal vrachtwagens
1^{ste} cyclus	278	210	6
2^{de} cyclus	253,2	180	5
3^{de} cyclus	250,5	177	5
4^{de} cyclus	288,8	144	4
5^{de} cyclus	307,7	180	5

5.3 Financieel economische aspecten bij toepassing drainzuil

Burdaard

In 2011 is totaal 10792 m³ slib⁹ met een d.s. van 3,7% vervoerd van rwzi Burdaard naar Heerenveen. De transportkosten voor deze hoeveelheid slib bedragen totaal € 43.492,-. Per m³ kost het € 4,03 voor locatie Burdaard.

Alle zuiveringen

De gemeten data van de periode van maart tot mei zijn geëxtrapoleerd naar alle rwzi's gedurende 1 jaar. Een gewogen gemiddelde wordt hier toegepast in de berekening van € 2,61¹⁰ per m³ (exclusief de Waddeneilanden).

⁸ Bij het schrijven van de economische paragraaf zijn de data van de 6^{de} en 5^{de} cyclus drainzuil en frieslandkist ook gebruikt.

⁹ Aanname: 1m³ komt overeen met 1 ton

Totaal wordt op jaarbasis 390.000 ton slib vervoerd naar Heerenveen.

Tijdens dit onderzoek is een gemiddelde d.s. van 3,93% waargenomen in de outputstroom van de drainzuil; voor de frieslandkist bedroeg dit 3,7%. Uitgaande van een verbetering van 3,7 naar 3,9% d.s. betekent dit een verbetering van 5,1% als wordt gekeken naar de tonnen. Dit is 19890 ton slib wat gelijk staat aan 15,4 vrachtwagen op jaarbasis. Wat een totale besparing van 51.714¹¹ euro oplevert. Als wordt geïnvesteerd in drainzuilen¹² voor elke rwzi binnen Wetterskip Fryslân is de terugverdientijd ongeveer 9,7 jaar.

Tijdens het schrijven van dit rapport zijn ook de gegevens verzameld van de 6^e cyclus van de drainzuil en 5^{de} cyclus van de frieslandkist. Hieruit is gebleken dat de drainzuil een d.s. percentage van 5,23% in de output had en de frieslandkist 4,63%. Hierbij gaat het bij de drainzuil om een totale verbetering over alle cycli van 4,2% droge stof. Dit betekent een totale verbetering van 11,9%, dit is 46410 ton slib wat gelijk staat aan 35,7 vrachtwagens op jaarbasis. Wat een totale besparing oplevert van 120.666 euro. Als wordt geïnvesteerd in drainzuilen voor elke rwzi binnen Wetterskip Fryslân is de terugverdientijd 4,1 jaar. Zie tabel 23 voor een meer uitgebreid overzicht van de berekende gegevens.

Tabel 23 overzicht terugverdientijd

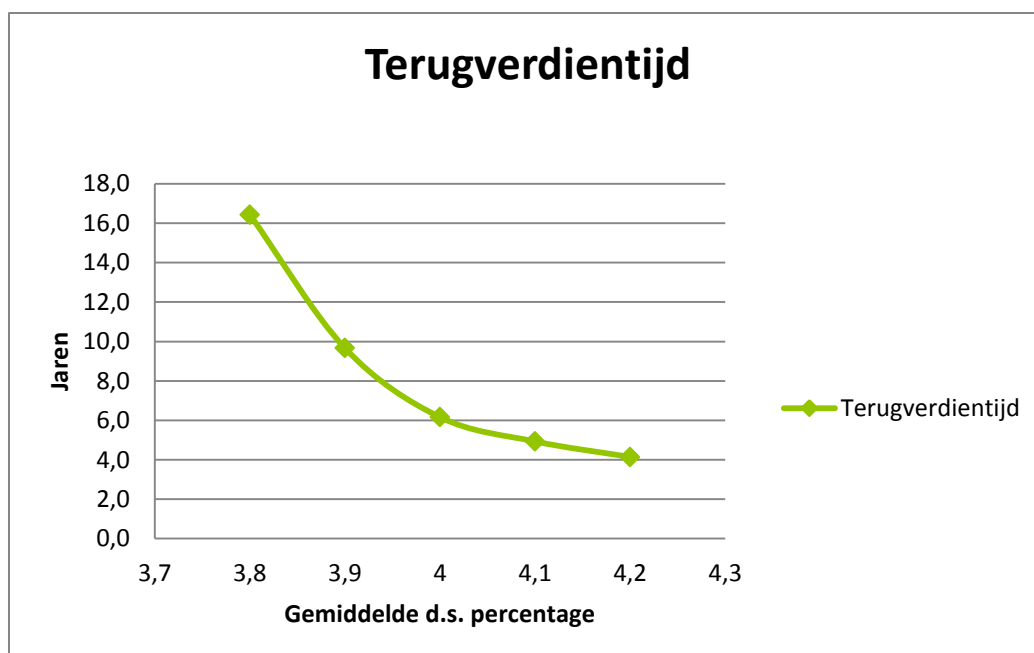
Gemiddelde percentage droge stof	Verbetering in procenten van d.s. 3,7%	Totaal ton slib bespaart	Aantal vrachtwagens	Besparing in euro's	Terugverdientijd
3,9%	5,1%	19890	15,4	51.714	9,7 jaar
4,2%	11,9%	46410	35,7	120.666	4,1 jaar

Wanneer wordt uitgegaan dat op elke zuivering wordt geïnvesteerd met 1 drainzuil is de terugverdientijd tussen de 4 en 17 jaar. Dit hangt af van het d.s. percentage wat wordt behaald door gebruik van een drainzuil. Bij deze berekening is gebruik gemaakt van d.s. percentages tussen de 3,8% en 4,2%. Zie figuur 24 en bijlage XVI.

¹⁰ Inclusief BTW.

¹¹ Hierbij is uitgegaan van een prijs van 2.60 euro per ton slib incl. BTW.

¹² Er is uitgegaan van een investering in 20 drainzuilen met een totale waarde van 500.000 euro



Figuur 24 terugverdiëntijd drainzuilen bij verschillende d.s. percentages

Zie tabel 24 voor de gebruikte waarden van de grafieken.

Tabel 24 berekende waarden bij verschillende d.s. percentages en terugverdiëntijd

Gemiddelde percentage d.s.	Besparing in euro's per jaar	Terugverdiëntijd in jaren
3,8%	€ 30.420,00	16,4
3,9%	€ 51.714,00	9,7
4,0%	€ 81.120,00	6,2
4,1%	€ 101.400,00	4,9
4,2%	€ 120.666,00	4,1

5.4 Belasting op de zuivering van het decantaat

Omdat het decantaat wordt teruggevoerd naar de rwzi is gekeken naar de mogelijke effecten van het rest slib in het decantaat op de belasting in de zuivering. Gekeken is naar de totale hoeveelheid slib die gelijk wordt teruggevoerd naar de zuivering. Hieruit is een gemiddelde berekend tussen de 12 en 18 m³ per dag. Per dag verwerkt de rwzi Burdaard 4000 tot 7000 m³ rioolwater. De verwachting is dat deze kleine hoeveelheid decantaat weinig tot geen invloed heeft op de zuivering.

5.5 CO₂ voetafdruk locatie Burdaard

De CO₂-voetafdruk is gebaseerd op de ISO 14064 norm en is één van de eisen uit de CO₂-Prestatieladder. Hierin wordt de CO₂ uitstoot gemeten als gevolg van vervoer en het energieverbruik. Het geeft aanknopingspunten voor verminderen van CO₂-uitstoot en kosten.

Gekeken is naar de besparing van het aantal vrachtwagens die niet meer hoeven te rijden bij een d.s. percentage van 3,9% en 4,2%. De besparing bij een gemiddelde d.s. percentage van 3,9% leverde 0,6 ton CO₂ op. Bij het percentage van 4,2% d.s. levert dit een besparing op van 1,5 ton CO₂ per jaar. Zie bijlage XVII voor de berekening van deze waarden.

Deze besparing is economisch niet zinvol omdat 1 ton CO₂ € 11,40 oplevert (www.milieucentraal.nl). Maar omdat met de drainzuil geld bespaard kan worden op transportkosten is het een positief neveneffect dat er ook op de CO₂ uitstoot bespaard kan worden.

6. Conclusie

Bij dit hoofdstuk gaat het om de beantwoording van de hoofdvraag: 'Kan met een drainzuil een effectievere slibontwatering en/of indikking gerealiseerd worden dan met de frieslandkist?'

Tijdens de uitvoering van dit onderzoek is gebleken dat met de drainzuil een effectievere slibontwatering en indikking plaatsvindt dan met de frieslandkist wanneer het interval van de drainzuil lager wordt gezet.

Wanneer de drainzuil op een interval van 6 uur is gezet functioneerde de drainzuil beter dan de frieslandkist.

Puntsgewijs zijn hieronder de voordelen van de drainzuil opgesomd:

- Met de drainzuil kan worden doorgegaan met de ontwatering na werktijd en in het weekend;
- De drainzuil hoeft niet elke dag bedient te worden waardoor de klaarmeester niet elke dag op de zuivering aanwezig hoeft te zijn;
- De klaarmeester hoeft niet boven het decantaat te staan zoals bij de frieslandkist om deze te bedienen, dit zou ook beter zijn voor de gezondheid van de klaarmeester;
- De frieslandkist moet altijd handmatig bediend worden;
- De drainzuil ontwatert meer m³ decantaat dan de frieslandkist per cyclus;
- De drainzuil op locatie Burdaard functioneert technisch goed, er zijn weinig tot geen complicaties.

De ontwatering gaat beter

De ontwatering van de drainzuil functioneert beter dan met de frieslandkist wanneer gekozen wordt voor een interval van 6 uur. Aan de hand van een berekening is dit aangetoond. Het totale afgevoerde d.s. gehalte in kg is gedeeld door de totale output van de slibbak van alle cycli wat vervolgens door 10 is gedeeld om het percentage d.s. te meten wat uiteindelijk is afgevoerd. Deze percentages zijn vergeleken met elkaar (van de frieslandkist en de drainzuil) en hier is een verschil te zien van 0.33% d.s. Dit levert een verbetering op van de methode met drainzuil van 9,14% betreft de ontwatering.

Uit empirisch onderzoek is gebleken dat de uitspoeling van droge stof in het decantaat het meest optreedt door de reinigingsactie (slag). Het heeft daardoor de voorkeur deze actie in een zo laag mogelijke frequentie uit te voeren. Gebleken is dat ontwatering ook optreedt zonder reinigingsactie tijdens het vullen van de bak en tussen reinigingsacties in.

Na dit onderzoek is bij de opeenvolgende cycli blijvend gebruik gemaakt van het interval van 6 uur, ook hieruit werd de bovenstaande conclusie bevestigd.

De hypothese die bij dit onderwerp waren opgesteld: *'de duur van het vullen van de slibbak heeft invloed op de ontwaterbaarheid van het slib. Rust in de bak zorgt ervoor dat er waterlagen ontstaan.'* *'Als de bak in zijn geheel is gevuld wordt er begonnen met ontwateren, als daarna de bak weer wordt bijgevoerd kan dit verstoring werken, er moet rust komen in de bak.'* is hierbij nog niet bevestigd.

Parameters die van invloed zijn op het ontwateringsproces

De volgende hypothese is tijdens dit onderzoek grotendeels bevestigd: *'verblijftijd van het slib in de indikker heeft invloed op de ontwaterbaarheid in de bak.'* Er is waarschijnlijk een relatie met de verblijftijd van het slib in de indikker op de ontwaterbaarheid in de slibbakken. Aangetoond is dat er een mogelijk verband is tussen het d.s. gehalte van de input op de d.s. gehalte van de output. Naarmate het slib langer in de indikker aanwezig is wordt aangenomen dat het d.s. percentage stijgt. Wat vervolgens negatieve gevolgen heeft op de ontwaterbaarheid in de slibbakken.

Daarnaast zijn de SVI-gehalten in kaart gebracht voor de maanden maart t/m mei, hieruit kon geen duidelijk verband gehaald worden.

Microscopie

De hypothese die is opgesteld door de onderzoeker over de aanwezige draadvormers luidt als volgt: *‘veel draadvormers in het slib zorgen ervoor dat het slecht ontwaterd’*. Deze hypothese wordt bevestigd door de STOWA. Waarin staat dat een massale groei van draadvormende micro-organismen leidt tot de vorming van licht slib en een verslechtering van de bezinkings- en ontwateringseigenschappen heeft van het slib (STOWA, 1999-2001, pp. 43,44). Deze hypothese is niet bevestigd tijdens de uitvoering van het onderzoek.

Functioneren drainzuil

Met de drainzuil kan worden doorgegaan met de ontwatering na werktijd en in het weekend. De frieslandkist moet altijd handmatig bediend worden. Omdat de frieslandkist normaliter 3x per week wordt bediend, i.p.v. 5 dagen waar nu op gemeten is, kan er van worden uitgegaan dat bij een cyclus automatisch minder m³ decantaat ontwaterd zou worden dan wat nu wordt gesuggereerd. Dit geeft aan dat de drainzuil dan nog beter functioneert dan de frieslandkist. Omdat de klaarmeester de drainzuil niet handmatig hoeft te bedienen en hij minder uren in de week in de buurt van het decantaat zou staan wordt hij ook minder blootgesteld aan gevaarlijke gassen. Dit zou een positief effect kunnen hebben op de gezondheid van de klaarmeester.

Economische aspecten

Tijdens dit onderzoek is gebleken dat door toepassing van de drainzuil een gemiddelde d.s. percentage wordt behaald tussen de 3,9 en 4,2%. Met de frieslandkist was de gemiddelde d.s. gehalte 3,7% in 2011. De terugverdientijd is berekend aan de hand van deze gegevens. Hierbij is uitgegaan van 3,9% of 4,2% en een investering van 20 drainzuilen. De terugverdientijd zou dan zitten tussen de 4,1 en 9,7 jaar. Geconcludeerd kan worden dat dit een korte terugverdientijd is en dit zeer interessant is voor het Wetterskip om hierin te investeren.

Daarnaast is de CO₂ uitstoot berekend waarop bespaard kan worden doordat er minder vrachtwagens hoeven te rijden. Deze besparing zit tussen de 0,6 ton en 1,5 ton CO₂ per jaar voor locatie Burdaard. Dit is een positief neveneffect.

7. Aanbevelingen

Door het korte tijdspad van 5 maanden en de invloeden van de seizoenen wordt aanbevolen dat dit project pas wordt afgerond na een periode van minimaal 1 jaar. Hierbij kan dan ook de ronde slibbak op locatie Burdaard worden meegenomen zodat er ook wat gezegd kan worden over de geometrie. Daarnaast wordt geadviseerd om uit te zoeken of de duur van het vullen van de slibbakken invloed heeft op de ontwaterbaarheid van de drainzuil. Eventueel kan ook geëxperimenteerd worden met het tijdelijk onttrekken van het slib via de goot (in de slibbak) zodat er mogelijk nieuwe waterlagen worden aangeboden bij de drainzuil. Daarnaast is het belangrijk dat er rust in de slibbak komt, hierdoor hebben de waterlagen mogelijk de tijd om te ontstaan. Hier dient aanvullend onderzoek naar gedaan te worden maar ook naar het ontstaan van waterlagen. Ook is het belangrijk dat er een debietmeter komt bij de inputpomp zodat men een betrouwbare massabalans kan maken.

Ook wordt geadviseerd te onderzoeken wat voor gezondheidsrisico's het handmatig ontwateren met zich mee brengt voor de klaarmeesters. Hier dient met name onderzoek gedaan te worden naar lachgas (N_2O), methaangas (CH_4), waterstofsulfide (H_2S) en toluene wat vrijkomt in de slibbakken. Dit onderzoek zou moeten uitwijzen wat de vrijgekomen gevaarlijke stoffen voor mogelijke effecten dit op de gezondheid kan hebben bij de klaarmeester. Daarnaast wordt aanbevolen het interval van 6 uur toe te passen op de andere zuiveringen die ook in het bezit zijn van een drainzuil. Dit om te zien wat het effect op de ontwatering is. Ook wordt geadviseerd verder te experimenteren met het interval om te weten te komen wanneer deze optimaal is. Aanvullend onderzoek zal moeten uitwijzen of de conclusies die zijn getrokken tijdens dit onderzoek ook gelden voor de andere locaties en voor een heel jaar.

8. Literatuurlijst

Wetterskip Fryslân. (2012). *Beheers- en bedrijfsresultaten zuiveringstechnische werken 2011*. Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân. DB, B. (2012). Kooij, Y. van der. *verbeterde slibindikking met slibzuil (fase 2)*. Leeuwarden.

Fryslân, Wetterskip. (sd). meerjarenoverzicht 2008-2012. *bijlage rwzi getallen 2012*. Leeuwarden, Friesland.

Landelijk afvalwaterbeheersplan 2009-2021 (LAP). (sd). Opgeroepen op juni 10, 2013, van sectorplan 16 Waterzuiveringsslib: <http://www.lap2.nl/sectorplan.asp?b=19>

Projectondersteuning. (sd). Wetterskip Fryslân.

STOWA. (1999-2001). *Handleiding procesbewaking door microscopisch slibonderzoek*. Utrecht: STOWA.

www.milieucentraal.nl. (sd). Opgeroepen op juni 26-6-2013, 2013, van <http://www.milieucentraal.nl/themas/klimaat-en-milieu Problemen/klimaatverandering/klimaatcompensatie>

www.wetterskipfryslan.nl. (sd). Opgeroepen op Februari 23, 2013, van http://www.wetterskipfryslan.nl/infotype/presspeil/popup_default.asp?ObjectID=2198

Intranet Wetterskip Fryslân

Monsterneming en conservering versie 8.1
Methoden en tarievenlijst 2013

Afbeeldingen

M. Carels
J. Hoekstra
Y. van der Kooij
M. Nanninga
A. Snip

Documenten

Slibontwatering een voorstudie.

Cd-rom

Procesbeheer van actief-slibinstallaties door microscopisch onderzoek

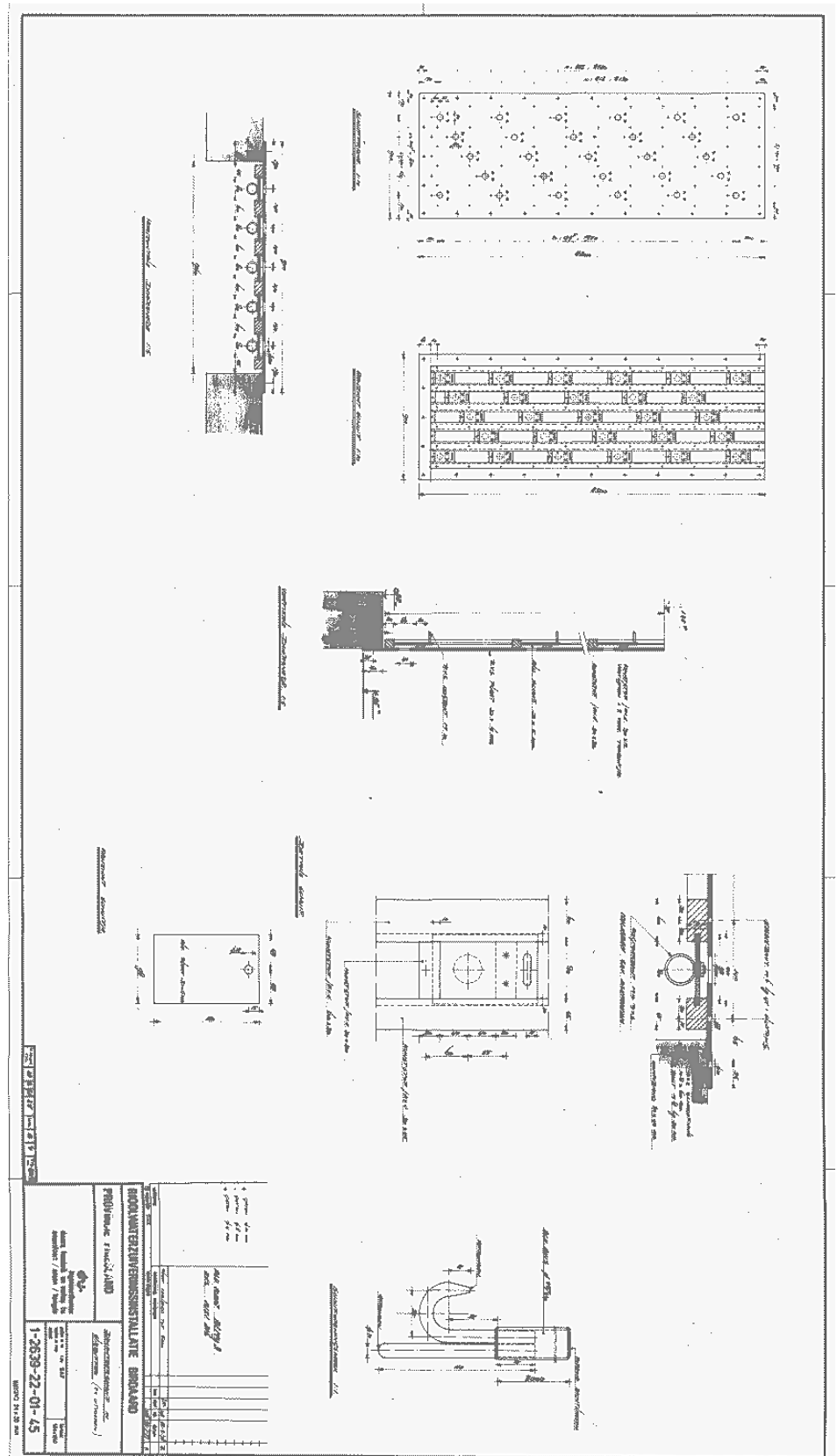
Innovatieonderzoek naar automatische slibontwatering

Bijlagen

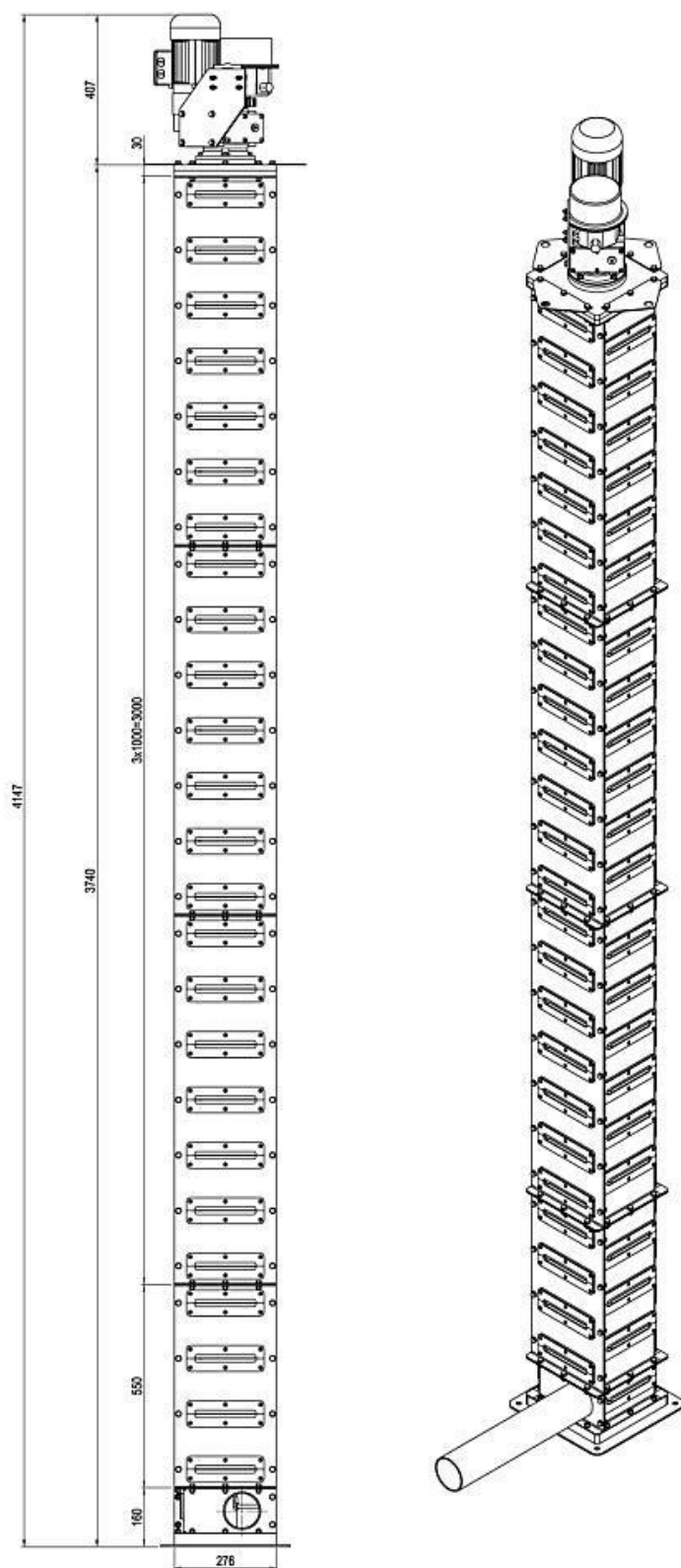
Inhoudsopgave bijlagen

I. Schematische weergave frieslandkist	
II. Schematische weergave drainzuil	
III. Schematische weergave rwzi Burdaard	
IV. Benodigdheden monsternamen	
V. Handleiding monsternamen rwzi Burdaard	
VI. Overzicht droge stof percentage drainzuil.....	
VII. Overzicht droge stof percentage frieslandkist.....	
VIII. Berekening verschil droge stof.....	
IX. Massabalansen	
X. Verloop Ortho-P en $\text{NH}_4\text{-N}$ drainzuil	
XI. Verloop Ortho-P en $\text{NH}_4\text{-N}$ frieslandkist.....	
XII. Foto's monsters drainzuil cycli 2 t/m 5	
XIII. Foto's monsters frieslandkist cycli 1 t/m 4.....	
XIV. Rapportage microscopisch onderzoek 11-4-2013 output drainzuil.....	
XV. Rapportage microscopisch onderzoek 22-05-2013 output drainzuil.....	
XVI. Berekening terugverdiendtijd	
XVII. Berekening CO_2 voetafdruk 3,9% en 4,2%	

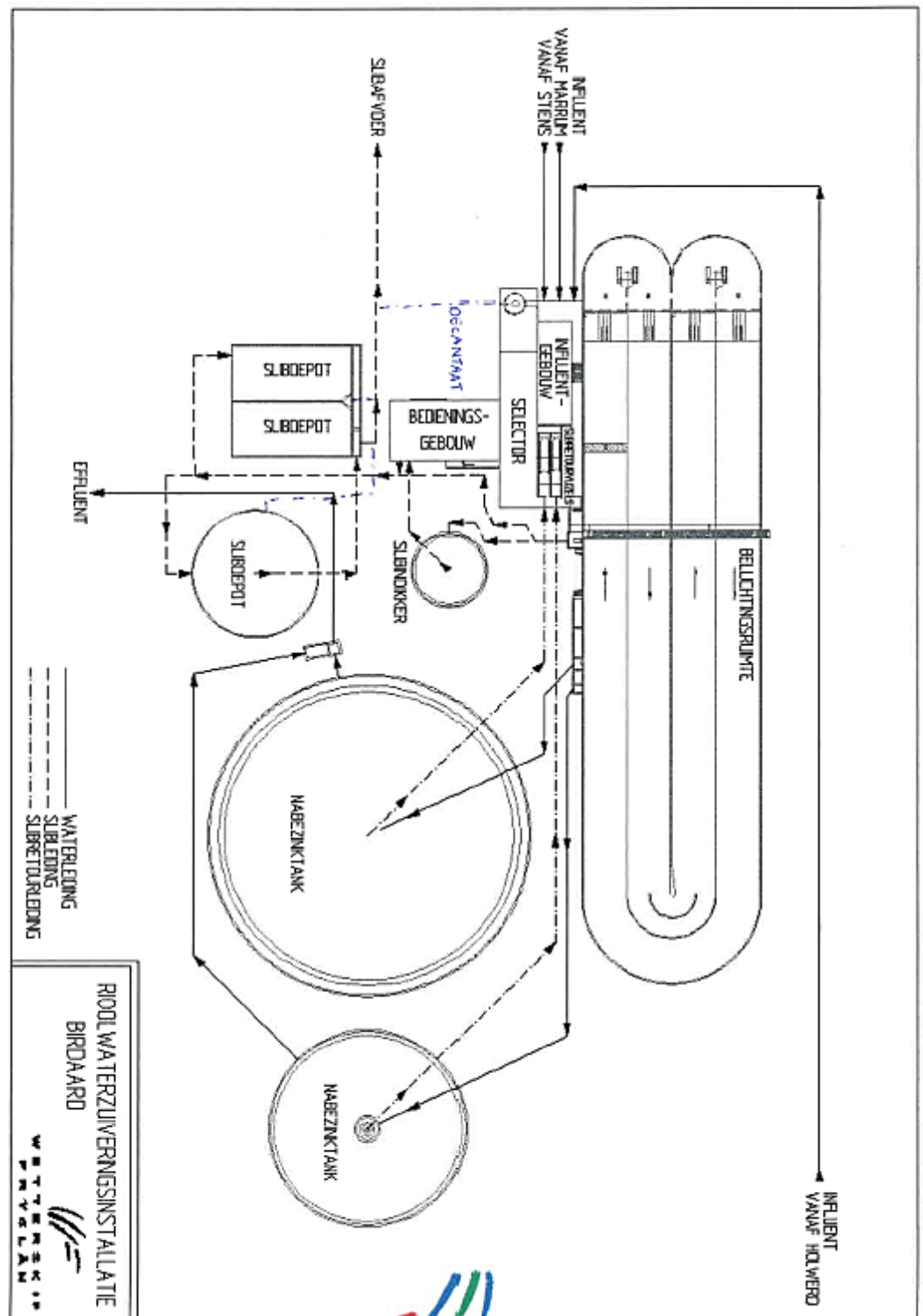
I. Schematische weergave frieslandkist



II. Schematische weergave drainzuil



III. Schematische weergave rwzi Burdaard



IV. Benodigheden monstername

Hieronder is in een tabel overzichtelijk weergegeven welk monstername apparatuur nodig is voor het onderzoek op de testlocatie.

Parameter	Afbeelding monsterpot/code	Hoeveelheid	Filtreren	Houdbaarheid	Opmerkingen
CZV, stikstof totaal, fosfaat totaal en organische stof (ook chloride wordt bepaald)	FGH013 	400 ml	nee	28 dagen	Bevat zwavelzuur. Voor CZV ook flesje FGH004 (100 ml) inleveren
Chloride, nitriet, nitraat, ammonium ortho-fosfaat, sulfaat, fluoride, bromide	FGH004 	100 ml	Ja, ter plekke	1 dag	Koelen
Droge stof, gloeirest, onopgeloste stoffen	FGH014 	1000 ml	nee	28 dagen	Onopgeloste stoffen koelen

Filtratiekit		60 ml per spuit	n.v.t.	n.v.t.	Voor gebruik spuit tweemaal voorspoelen met monster
--------------	---	--------------------	--------	--------	---

V. Handleiding monstername rwzi Burdaard

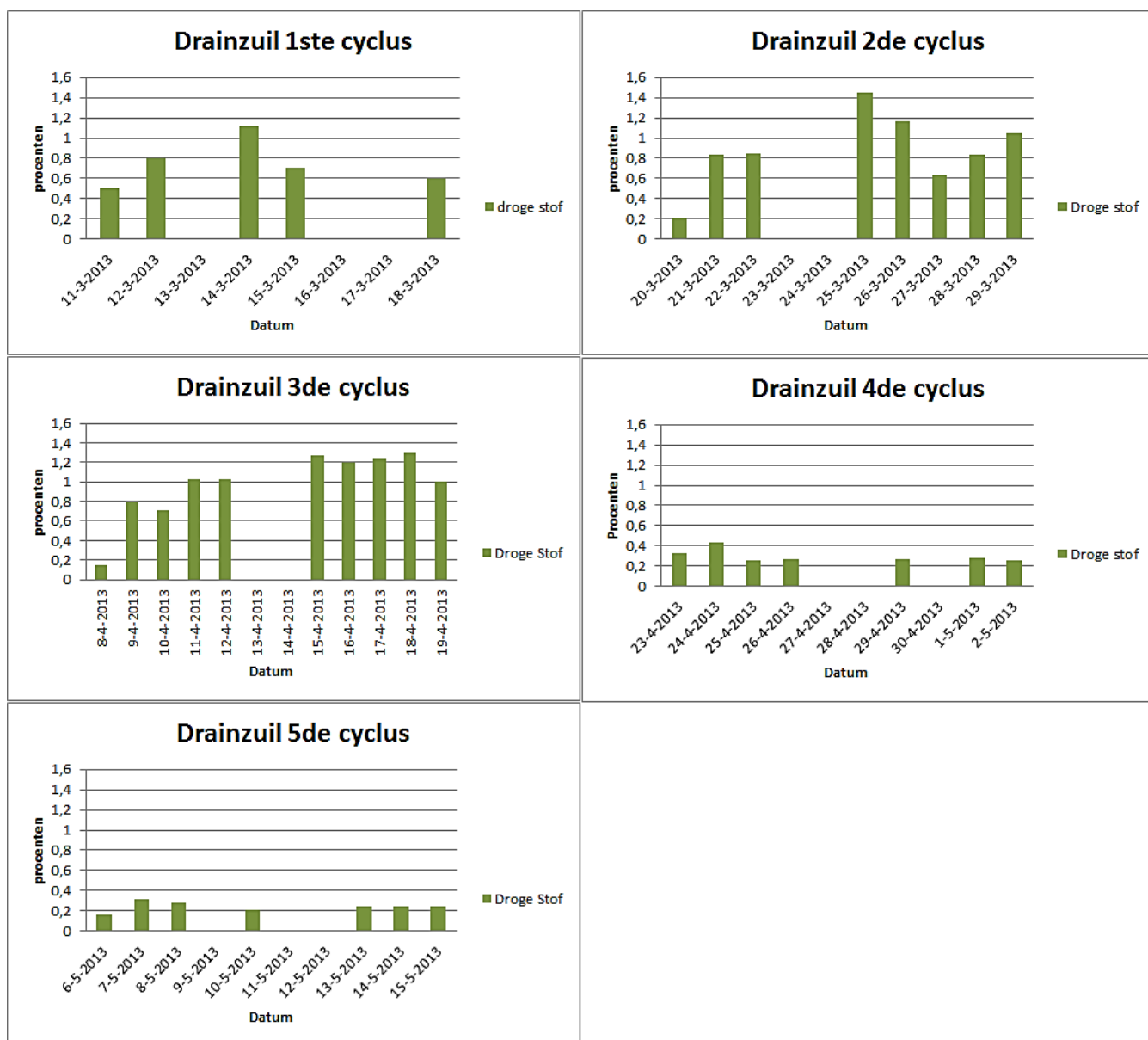
Benodigdheden

- Sleutel van gebouw
- Mondkapjes
- Overal
- Laarzen
- Monsterflessen FGH 004, FGH 013, FGH 014
- Latex handschoenen
- Trechter
- Monsterschep

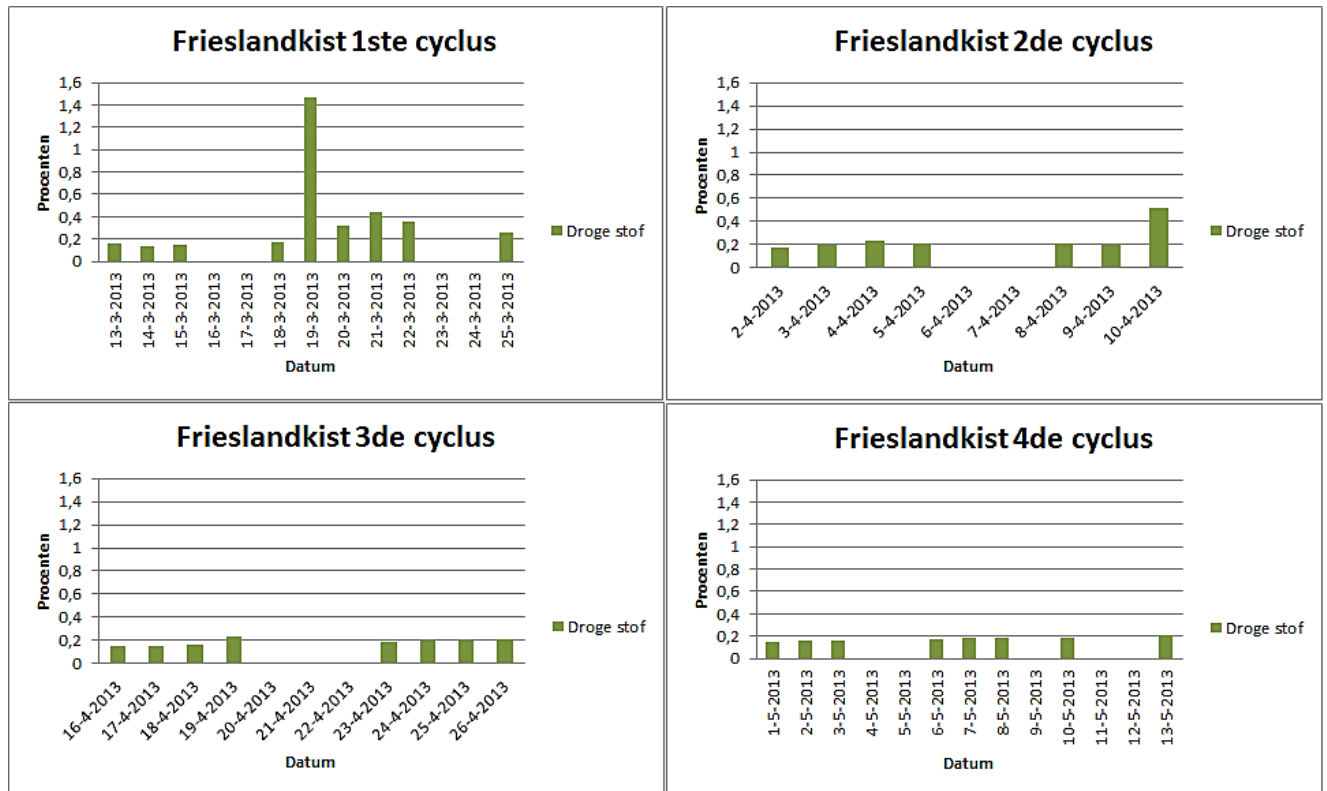
1. Voor de drainzuil, afwater schuifjes en de slibpomp zijn elk 3 monsterpotten die gevuld moeten worden. Het betreft de monsterpotten:
 - FGH 004 (90% vullen)
 - FGH 013 (90% vullen) (bevat zwavelzuur)
 - FGH 014 (90% vullen)
2. Plak de stickers met de goede datum op de potjes, gooi de stickers die niet zijn gebruikt van die datum weg.
3. Als eerste worden monsters genomen uit het monstervat van de afwaterklepjes, dit gaat als volgt:
 - Open de monsterkast
 - Zet de monstername uit door op "uit" te drukken
 - Neem het monstervat uit de kast en roer het water
 - vul de 3 flesjes tot 90% (zorg ervoor dat FGH013 als laatste gevuld wordt iv het zwavelzuur)
 - Leeg het monstervat in de terreinriolering en spoel hem om bij de kraan aan de muur
 - Zet het monstervat terug in de monsterkast
 - Druk op aan en daarna op automatisch
4. Als tweede worden de monsters genomen van de drainzuil (als deze in werking is)
 - Gaat volgens zelfde principe als eerste, maar zorg ervoor dat je de monsterschep en trechter hebt afgespoeld met water voordat je deze weer opnieuw in gebruik neemt.
5. Als derde worden er monsters genomen vanuit de slibpomp
 - Zet in de besturingsruimte de pomp van de slib-indikker op hand aan
 - Tap van het kraantje na de pomp slib in de 2 grootste flesjes
 - Tap van het kraantje na de pomp slib in een bakje en giet dit in het kleine flesje
 - Zet in de besturingsruimte de pomp van de slib-indikker op bbs (automatisch)
6. Spoel in het lab de flesjes af onder de kraan en maak ze droog met een theedoek.
7. Aan het einde van een cyclus wordt een mengmonster genomen van het slib, dit monster moet in pot FGH011 ook dient een klein potje met blauwe dop gevuld te worden, deze is voor microscopisch onderzoek. Er is een sticker voor pot 11 maar niet voor het kleine potje, hiervoor dient het inschrijfformulier E8 te worden ingevuld. Zet op het potje met stift de datum en van welke slibbak het monster afkomstig is.

8. Neem een foto van de monsters van de drain en schuif van flesjes FGH 013 en FGH 014. Zorg ervoor dat het monster tijd heeft gehad om te kunnen bezinken en gebruik de kaartjes met 'schuif' en 'drain' erop om aan te tonen om welk monster het gaat.
9. Noteer op het kladblok de slibstanden (debiet en aantal monsternames) vanuit het SCADA > slib> rapport, Jan Hoekstra zet de gegevens in excel
10. Breng de monsters in een krat naar het lab in Leeuwarden en neem een leeg krat mee terug. Laat iemand op het lab weten dat je de monsters hebt gebracht.

VI. Overzicht droge stof percentage drainzuil



VII. Overzicht droge stof percentage frieslandkist



VIII. Berekening verschil droge stof

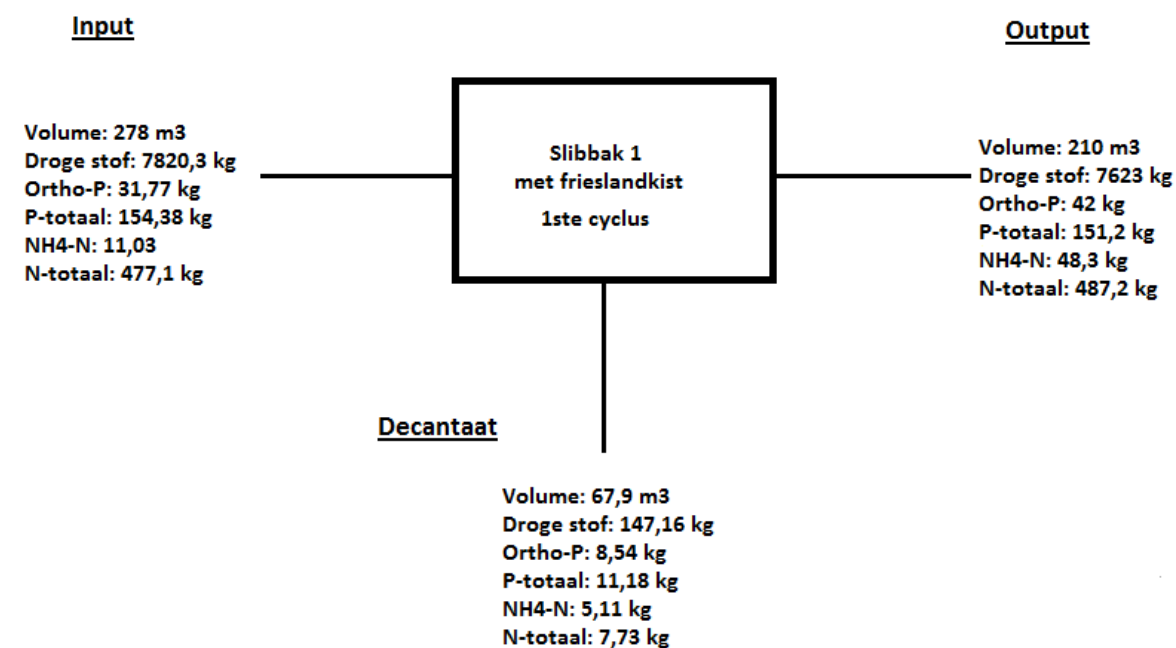
Drainzuil	Input	Output slibbak	Output decantaat	Drainzuil	Duur	Waarvan gevuld	% Vullen van de cyclustijd	Droge stof gehalte output	Afgevoerd d.s.totaal	
1 ^{ste} cyclus	313	180	101,1	1 ^{ste}	14 dagen	7 dagen	50%	3,41%	61,38	
2 ^{de} cyclus	242	170	88,4	2 ^{de}	13 dagen	4 dagen	30%	3,75%	63,75	
3 ^{de} cyclus	317,2	144	155,6	3 ^{de}	17 dagen	10 dagen	58%	4,36%	62,784	
4 ^{de} cyclus	286,25	177	147,8	4 ^{de}	14 dagen	9 dagen	64%	4,06%	71,862	
5 ^{de} cyclus	286,6	138	178,3	5 ^{de}	19 dagen	6 dagen	31%	4,08%	56,304	3,91%
		809							316,08	
Friesland-kist	Input	Output slibbak	Output decantaat	Friesland-kist	Duur	Waarvan gevuld	% Vullen van de cyclustijd	Droge stof gehalte output		
1 ^{ste} cyclus	278	210	67,9	1 ^{ste}	14 dagen	8 dagen	57%	3,63%	76,23	
2 ^{de} cyclus	253,2	180	24,5	2 ^{de}	17 dagen	10 dagen	58%	3,06%	55,08	
3 ^{de} cyclus	250,5	177	98,5	3 ^{de}	15 dagen	8 dagen	53%	3,87%	68,499	
4 ^{de} cyclus	288,8	144	150,2	4 ^{de}	18 dagen	7 dagen	38%	3,80%	54,72	3,58%
		711							254,529	
									verschil	0,33%
									verbetering	9,14%

Het totale afgevoerde d.s. gehalte in kg is gedeeld door de totale output van de slibbak van alle cycli wat vervolgens door 10 is gedeeld om het percentage d.s. te meten wat uiteindelijk is afgevoerd. Deze percentages zijn vergeleken met elkaar en hier is een verschil te zien van 0.33% d.s. wat een verbetering van de methode met drainzuil oplevert van 9,14%.

IX. Massabalansen

Hierna volgen de massabalansen van de drainzuil en de frieslandkist. Onder deze balansen is in een tabel weergegeven in hoeverre een balans is bereikt, uitgedrukt in percentages waarbij een min-teken een tekort aangeeft in de balans. Het volume en de P-totaal dienen als referentie kader om te zien of er een balans is.

1^{ste} cyclus frieslandkist massabalans



Verskil:

Parameter	Volume	Droge stof	Ortho-P	P-totaal	NH4-N	N-totaal
Afwijking van balans in %	0%	-1%	59%	5%	384%	4%

2^{de} cyclus frieslandkist massabalans:

Input

Volume: 253,2 m3
Droge stof: 6871,38 kg
Ortho-P: 27,48 kg
P-totaal: 108,59 kg
NH4-N: 7,55 kg
N-totaal: 317,44 kg



Output

Volume: 180 m3
Droge stof: 5508 kg
Ortho-P: 32,4 kg
P-totaal: 43,2 kg
NH4-N: 41,4 kg
N-totaal: 121,1 kg

Decantaat

Volume: 23,1 m3
Droge stof: 45,21 kg
Ortho-P: 2,94 kg
P-totaal: 3,58 kg
NH4-N: 1,85 kg
N-totaal: 2,91 kg

Parameter	Volume	Droge stof	Ortho-P	P-totaal	NH4-N	N-totaal
Afwijking van balans in %	-20%	-19%	29%	-57%	472%	-61%

3^{de} cyclus frieslandkist massabalans:

Input

Volume: 259,3 m3
Droge stof: 6009,94 kg
Ortho-P: 23,20 kg
P-totaal: 116,57 kg
NH4-N: 10,17 kg
N-totaal: 385,04 kg



Output

Volume: 177 m3
Droge stof: 6849,94 kg
Ortho-P: 56,64 kg
P-totaal: 111,51 kg
NH4-N: 63,72 kg
N-totaal: 410,64 kg

Decantaat

Volume: 98,5 m3
Droge stof: 293,72 kg
Ortho-P: 12,49 kg
P-totaal: 18,44 kg
NH4-N: 11,40 kg
N-totaal: 26,56 kg

Parameter	Volume	Droge stof	Ortho-P	P-totaal	NH4-N	N-totaal
Afwijking van balans in %	6%	19%	198%	11%	639%	14%

4^{de} cyclus frieslandkist massabalans:

Input

Volume: 288,8 m3
 Droge stof: 6214,14 kg
 Ortho-P: 35,17 kg
 P-totaal: 133,26 kg
 NH4-N: 7,90 kg
 N-totaal: 415,26 kg



Output

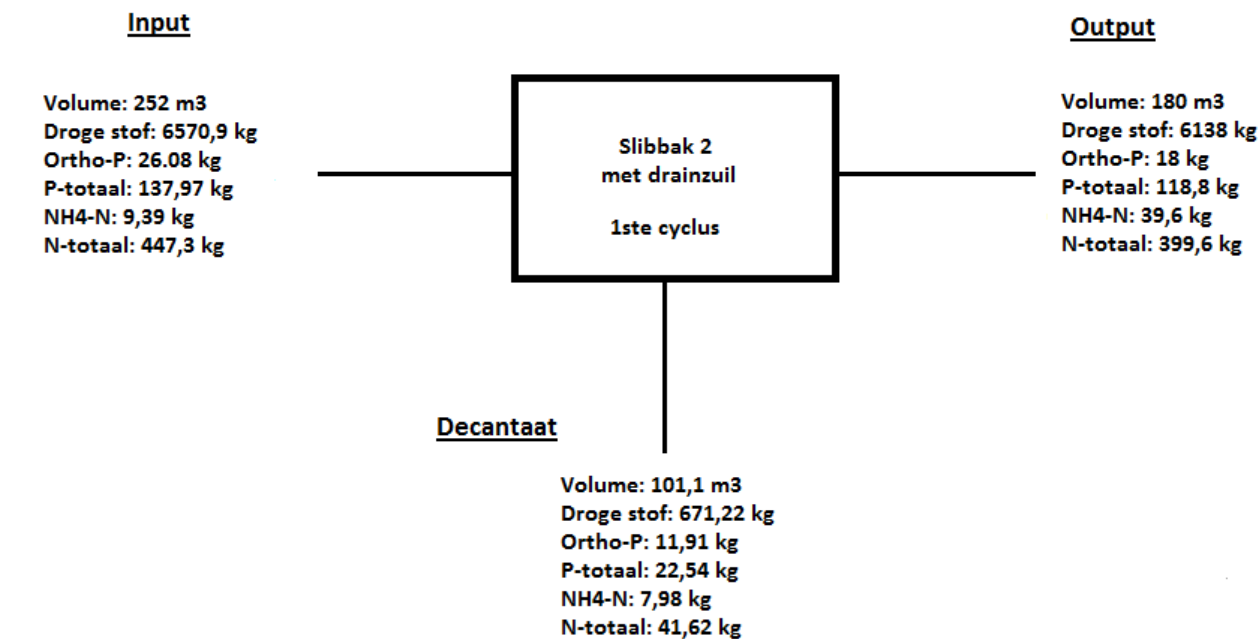
Volume: 144 m3
 Droge stof: 5472 kg
 Ortho-P: 27,36 kg
 P-totaal: 89,28 kg
 NH4-N: 36 kg
 N-totaal: 316,8 kg

Decantaat

Volume: 150,1 m3
 Droge stof: 254,65 kg
 Ortho-P: 21,84 kg
 P-totaal: 15,29 kg
 NH4-N: 10,86 kg
 N-totaal: 190,86 kg

Parameter	Volume	Droge stof	Ortho-P	P-totaal	NH4-N	N-totaal
Afwijking van balans in %	2%	-8%	40%	-22%	493%	22%

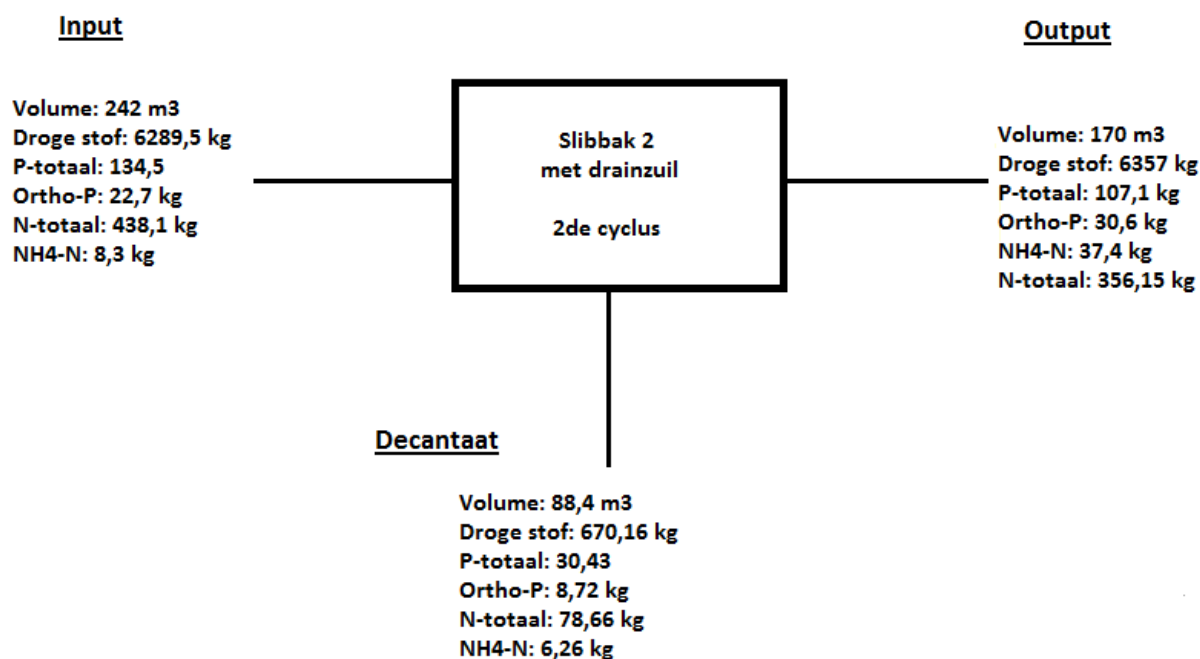
1^{ste} cyclus drainzuil massabalans:



Hier waren geen gegevens van de indikker van bekend, daarom is het gemiddelde gebruikt van de input van de 2 de cyclus om deze massabalans te maken.

Parameter	Volume	Droge stof	Ortho-P	P-totaal	NH4-N	N-totaal
Afwijking van balans in %	12%	4%	15%	2%	407%	-1%

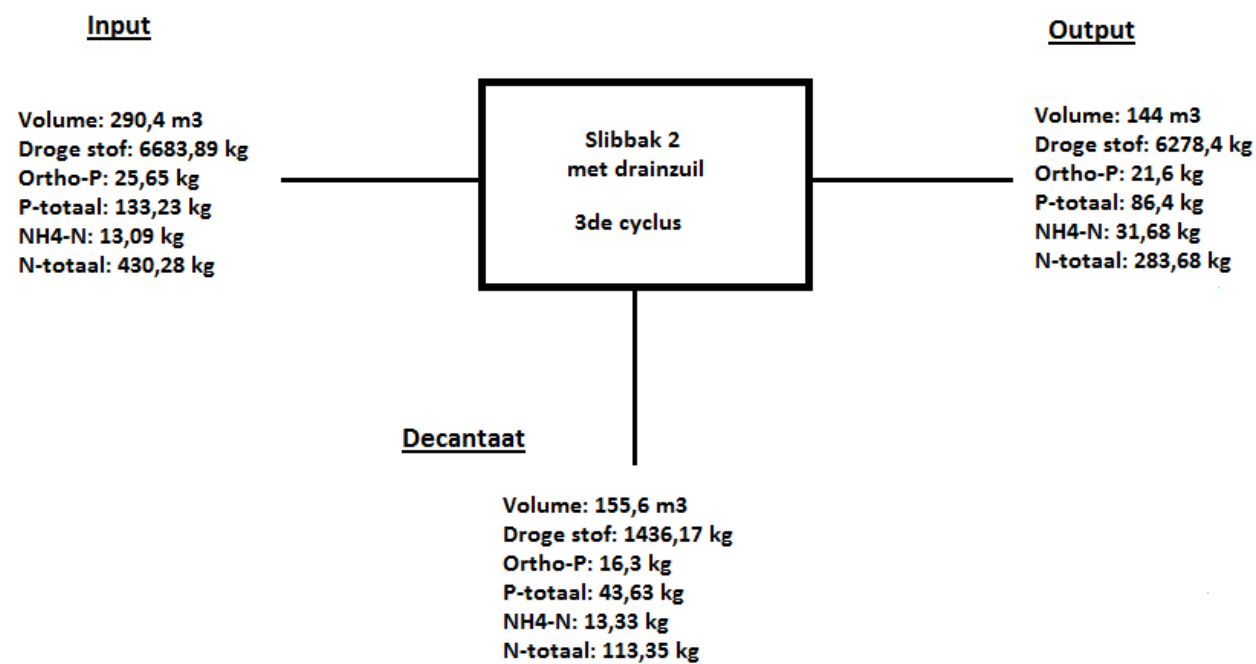
2^{de} cyclus drainzuil massabalans:



Omdat er geen gegevens bekend waren van P-totaal, N-totaal is het gemiddelde gebruik van de output slib van de 1^{ste} en 3 de cyclus, op deze manier is de massabalans gemaakt.

Parameter	Volume	Droge stof	Ortho-P	P-totaal	NH4-N	N-totaal
Afwijking van balans in %	7%	15%	79%	5%	439%	1%

3^{de} cyclus drainzuil massabalans:

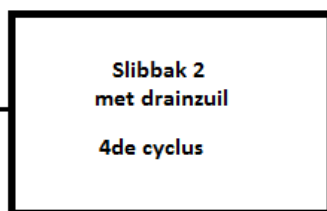


Parameter	Volume	Droge stof	Ortho-P	P-totaal	NH4-N	N-totaal
Afwijking van balans in %	3%	15%	48%	-2%	244%	-8%

4^{de} cyclus drainzuil massabalans:

Input

Volume: 286,25 m3
Droge stof: 6387,22 kg
Ortho-P: 24,55 kg
P-totaal: 126,69 kg
NH4-N: 13,40 kg
N-totaal: 419,93 kg



Output

Volume: 177 m3
Droge stof: 7168,5 kg
Ortho-P: 28,32 kg
P-totaal: 123,9 kg
NH4-N: 38,94 kg
N-totaal: 460,2 kg

Decantaat

Volume: 147,8 m3
Droge stof: 511,38 kg
Ortho-P: 15,57 kg
P-totaal: 21,62 kg
NH4-N: 14,07 kg
N-totaal: 34,1 kg

parameter	Volume	Droge stof	Ortho-P	P-totaal	NH4-N	N-totaal
Afwijking van balans in %	13%	20%	79%	15%	296%	18%

5^{de} cyclus drainzuil massabalans:

Input

Volume: 336,6 m3
Droge stof: 7295,28 kg
Ortho-P: 48,54 kg
P-totaal: 115,97 kg
NH4-N: 8,82 kg
N-totaal: 468,6 kg



Output

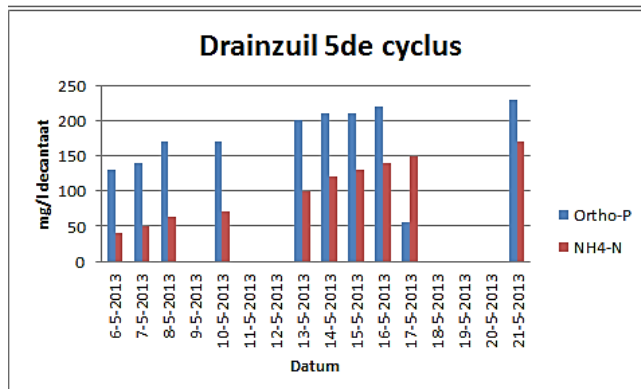
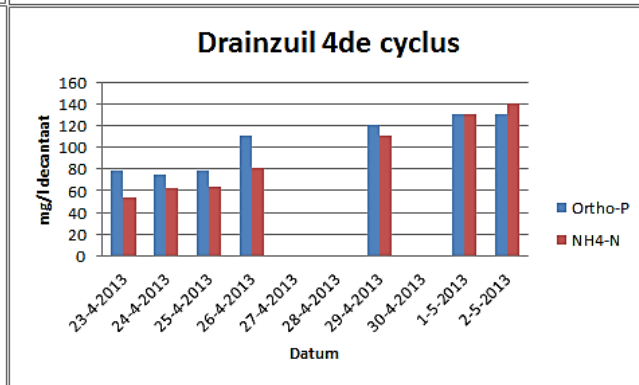
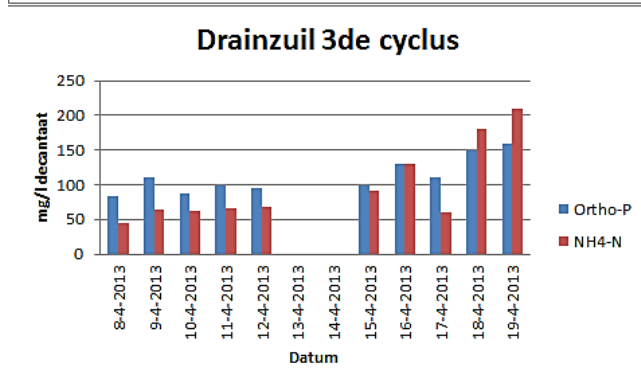
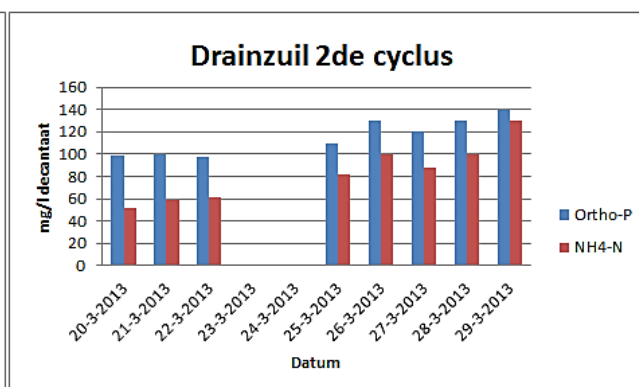
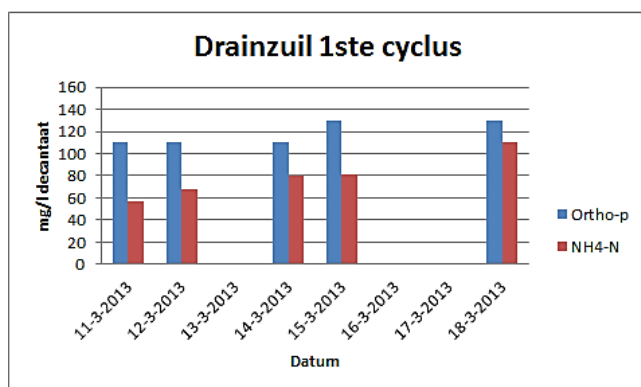
Volume: 138 m3
Droge stof: 5630,4 kg
Ortho-P: 34,5 kg
P-totaal: 99,36 kg
NH4-N: 35,88 kg
N-totaal: 325,68 kg

Decantaat

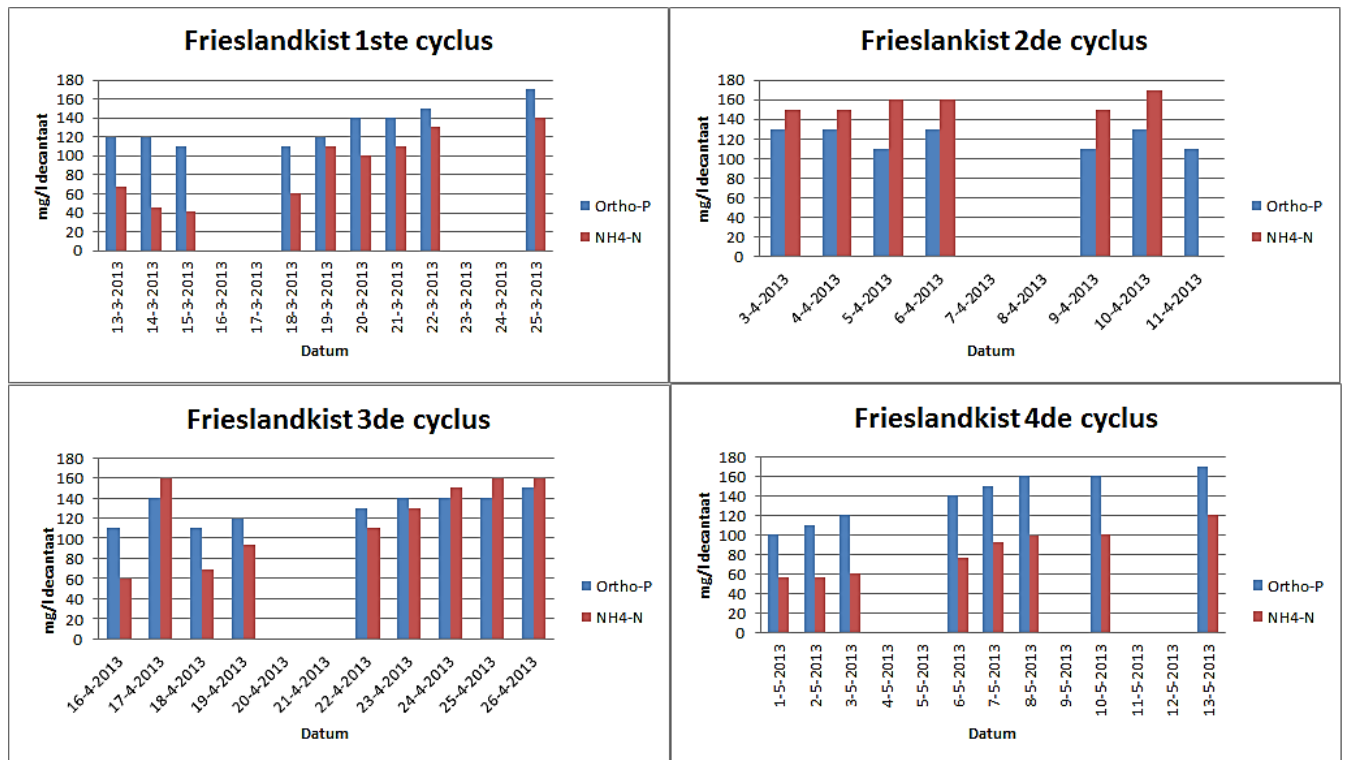
Volume: 178,3 m3
Droge stof: 420,12 kg
Ortho-P: 30,08 kg
P-totaal: 36,6 kg
NH4-N: 15 kg
N-totaal: 25,2 kg

Parameter	Volume	Droge stof	Ortho-P	P-totaal	NH4-N	N-totaal
Afwijking van balans in %	-6%	-17%	33%	17%	477%	-25%

X. Verloop Ortho-P en NH₄-N drainzuil



XI. Verloop Ortho-P en NH₄-N frieslandkist



XII. Foto's monsters drainzuil cycli 2 t/m 5

Drainzuil 2^{ste} cyclus interval 2 uur
(gestart met vullen op 19-03-2013)

Mengmonster output slibbak van vorige cyclus met zuil, 18-03-2012



Dag 1: 20-3-2013, slibbak halfvol, zuil uit. d.s 0,21 %



Dag 2: 21-3-2013, zuil aan, d.s. 0,83 %



Dag 3: 22-3-2013, zuil aan, d.s. 0,85%



Dag 6: 25-3-2013, zuil aan, d.s. 1,45%



Dag 7: 26-3-2013, zuil aan, d.s. 1,16 %



Dag 8: 27-3-2013, zuil aan, d.s. 0,63%



Dag 9: 28- 3 -2013, d.s. 0,84 %



Dag 10: 29-03-2013 d.s. 1,05%, geen foto

Dag12: 02-04-2013, bak geleegd. 03-04-2013 mengmonster met een d.s. van 3,75%, geen foto. Te weinig monster, maar wel een kleine monsterpot gevuld en parameters: ammonium, ortho-fosfaat en droge stof zijn hiervangemeten, meer parameter lukt simpelweg niet.

Drainzuil 3^{de} cyclus interval 2 uur
(Gestart 03-04-2013 met vullen bak.)

Dag 3: 05-04-2013, zuil uit, d.s. 0,2%



Dag 6: 08-04-2013 weekendmonster, zuil uit, d.s. 0,15%



Dag 7: 09-04-2013, zuil aan d.s. 0,8%



Dag 8: 10-04-2013, zuil aan, d.s. 0,71%



Dag 9: 11-04-2013, zuil aan, d.s. 1,03%



Dag 10: 12-04-2013, zuil aan, d.s. 1,03%



Dag 13: 15-04-2013 weekendmonster, zuil aan, d.s. 1,27%



Dag 14: 16-04-2013, zuil aan, d.s. 1,2%



Dag 15: 17-04-2013, zuil aan, d.s. 1,24%



Dag 16: 18-04-2013, zuil aan, d.s 1,3%



Dag 17: 19-04-2013, zuil aan, d.s 1,0%



Dag 18: Mengmonster 22-04-2013, d.s 4,36%



Drainzuil 4^{de} cyclus wijziging interval
(Gestart met vullen op 22-04-2013.)

Dag 1: 22-04-2013: geen monsters omdat de monsterkast in storing staat, geeft RAM-code, zuil uit.

Dag 2: 23-04-2013 zuil aan, interval 2 uur, d.s. 0,33 %



Dag 3: 24-04-2013 zuil aan, frequentie 2 uur, d.s. 0,44 %



Dag 4: 25-04-2013 zuil aan, frequentie 24 uur, d.s. 0,26 %



Dag 5: 26-04-2013, zuil aan frequentie 6 uur, d.s. 0,27%



Dag 6: 29-04-2013 weekendmonster, zuil aan frequentie 6 uur, d.s. 0,27%



Dag 8: 01-05-2013 zuil aan, d.s. 0,28%



Dag 9: 02-05-2013 zuil aan, d.s. 0,26%



Dag 10: 03-05 mengmonster, d.s. 4,06%. Geen foto.

Drainzuil 5^{de} cyclus interval 6 uur

(Gestart op 03-05-2013, zuil uit tot bak voor de helft is gevuld, daarna zuil aan met een interval van 6 uur.)

Dag 4: 06-05-2013 zuil uit, weekend monster, d.s. 0,16%



Dag 5: 07-05-2013 zuil aan, d.s. 0,32%



Dag 6: 08-05-2013 zuil aan, d.s. 0,28%



Dag 8: 10-05-2013 zuil aan, d.s. 0,21%



Dag 11: 13-05-2013 weekendmonster, zuil aan, d.s. 0,24%



Dag 12: 14-05-2013 zuil aan, d.s. 0,25%



Dag 13: 15-05-2013 zuil aan, d.s. 0,25%



Dag 14: 16-05-2013 zuil aan, d.s. 0,27%



Dag 15: 17-05-2013 zuil aan, d.s. 0,28%



Dag 18: 21-05-2013 zuil aan, d.s. 0,27%



22-5 mengmonster d.s. 4,08% en monster voor microscopisch onderzoek. Geen foto.

XIII. Foto's monsters frieslandkist cycli 1 t/m 4

Frieslandkist 1^{ste} cyclus

(gestart met vullen op 12-03-2013, per 19-3 zijn is begonnen met het maken van foto's)

Dag 8: 19-03-2013 kist aan (slib is overgelopen in het monster), d.s. 1,47%



Dag 9: 20-03-2013 kist aan, d.s. 0,32%



Dag 10: 21-03-2013 kist aan, d.s. 0,44%



Dag 11: 22-03-2013 kist aan, d.s. 0,35%



Dag 14: 25-03-2013 weekendmonster, d.s. 0,26%



Dag 15: 26-03-2013, mengmonster output slibbak, d.s. 3,63%



Frieslandkist 2e cyclus

(gestart op 26-03-2013 met vullen bak)

Dag 8: 02-04-2013 kist aan, monster van paasweekend 3 dagen, d.s. 0,18%



Dag 9: 03-04-2013 kist aan d.s. 0,2%



Dag 10: 04-04-2013 kist aan, d.s 0,23%



Dag 11: 05-04-2013 kist aan, d.s. 0,21%



Dag 14: 09-04-2013 weekendmonster, weekend kist uit, maandag kist aan, d.s. 0,21%



Dag 15: 10-04-2013 mengmonster, d.s. 3,06%. (Te weinig monster daardoor in een klein monsterpotje)



Frieslandkist 3de cyclus

(Gestart 12-04-2013 met vullen bak)

Dag 4: 16-04-2013 kist aan, d.s. 0,15 %



Dag 5: 17-04-2013 kist aan, d.s. 0,15 %



Dag 6: 18-04-2013 kist aan, d.s. 0,16%



Dag 7: 19-04-2013 kist aan, d.s. 0,23%



Dag 10: 22-04-2013 kist aan, d.s. onbekend.



Dag 11: 23-04-2013 kist aan, d.s. 0,19%



Dag 12: 24-04-2013 kist aan, ds. 0,2 %



Dag 13: 25-04-2013 kist aan, d.s. 0,2 %



Dag 14: 26-04-2013 kist aan, d.s. 0,21 %



Dag 15: 27-04-2013 mengmonster, d.s. 3,87%. Geen foto.

Frieslandkist 4^{de} cyclus

Begonnen met vullen op 26-04, 27/4 en 28/4 weekend. 29/4 nog geen monster. Vanaf 30/4 monster (geen voor lab i.v.m. Koninginnedag)

Dag 5: 01-05-2013 kist aan, d.s. 0,15%



Dag 6: 02-05-2013 kist aan, d.s. 0,16%



Dag 7: 03-05-2013 kist aan, d.s. 0,16%



Dag 10: 06-05-2013 weekendmonster, kist aan, d.s. 0,17%



Dag 11: 07-05-2013 kist aan, 0,19%



Dag 12: 08-05-2013 kist aan, d.s. 0,19%



Dag 14: 10-05-2013 ook monster van 09-05-2013, d.s. 0,19%



Dag 17: 13-05-2013 weekendmonster, d.s. 0,21%



Dag 18: 14-05-2013 mengmonster + monster voor microscopisch onderzoek, d.s. 3,8%



XIV. Rapportage microscopisch onderzoek 11-4-2013 output drainzuil

Rapportagelijst microscopisch slib. SPV A061.

Omschrijving monsterpunt : RWZI carrousel Burdaard
 Datum : 11-04-2013
 Volgnummer ILIS : 13? Behandeld door : M.E.M. de Vries

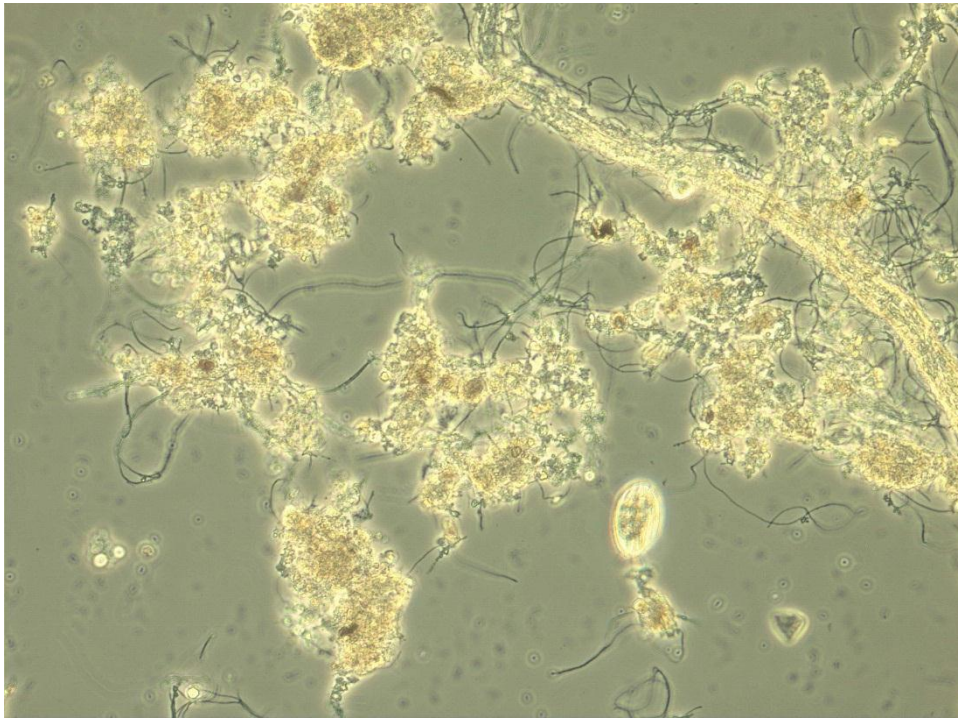
DRAADVORMIGE MICRO-ORGANISMEN *				CATEGORIE 3			
"Blauwwieren"		S. natans		Type 0914			
H. hydrossis		Thiothrix		Type 0961			
M. parvicella	X	Type 0041		Type 1851			
N. limicola I		Type 0092					
N. limicola II	0	Type 021 N					
N. limicola III		Type 0581					
Nocardia (Actinomyceten)		Type 0803		Diverse typen			
PROTOZOEN - ROTIFEREN - NEMATODEN - AMOEBEN **							
Ciliaten (vrij zwemmende)		Lionotus		Monosiga			
Carchesium		Paramaecium		Pleuromonas			
Epistylis		Spirostomum		Poterialendron			
Opercularia		Trachelophyllum	±	Trepomonas			
Vorticella		monokol. Denitrificerende bact ?					
Aspidisca	+			Amoeben	±		
Blepharisma				Schaalamoeben			
Chilodonella		Flagellaten		Heliozoa			
Colpidium		Bodo		Rotiferen	+		
Euplotes		Hexamitus		Nematoden			
VLOKMORFOLOGIE							
	structuur		vlogkrooite				
	open	compact	klein	middel	groot	Diversiteit	
Stevige, afgeronde vlok						Losse cellen ***	
Stevige, onregelmatige vlok		+	+			Zoogloea's **	
Losse, afgeronde vlok						Spirocheten **	
Losse, onregelmatige vlok		+		++	+	Spirillen **	
Agglomeraten met draden						Org. vezels **	±

* X = dominerend; 0 = secundair.

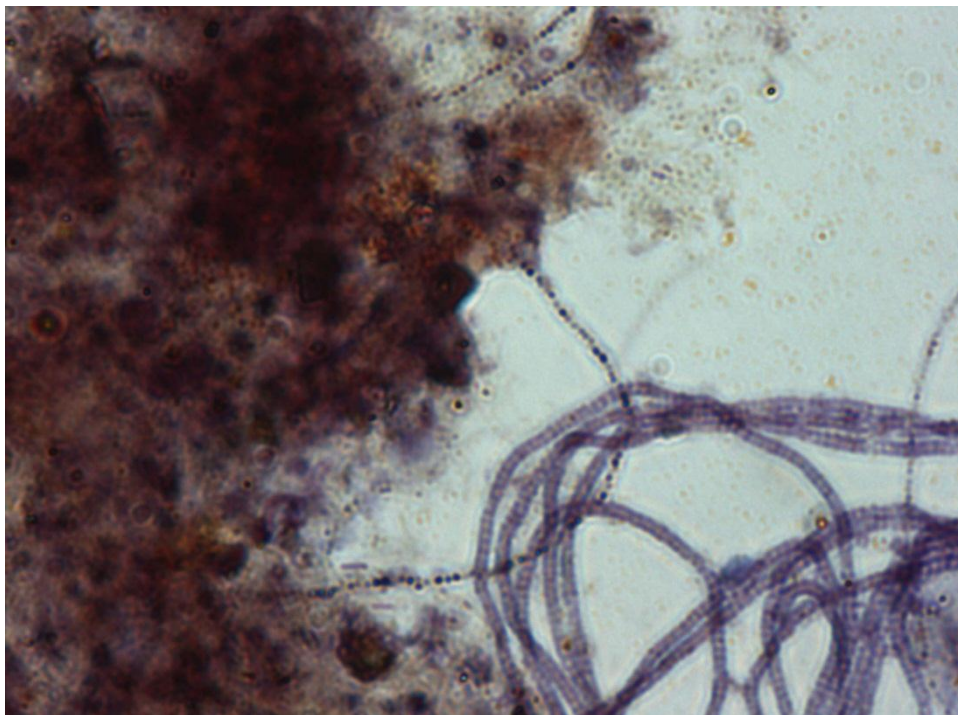
** - = niet gezien; ± = incidenteel; + = weinig cellen of deeltjes (5-10 per preparaat); ++ = veel cellen of deeltjes (enkele tientallen per preparaat).

*** ± = weinig; + = enkele tientallen per beeld; ++ = honderden per beeld.

Opmerkingen: Veel organische vezels en organismen.



vergroting 100x –vlokvorm



vergroting 1000x – organische vezels en een Chachesium.

XV. Rapportage microscopisch onderzoek 22-05-2013 output drainzuil

Rapportagelijst microscopisch slib. SPV A061.

Omschrijving monsterpunt : RWZI Burdaard

Datum : 22-05-2013

Volgnummer ILIS : 1306045

Behandeld door : M.E.M. de Vries

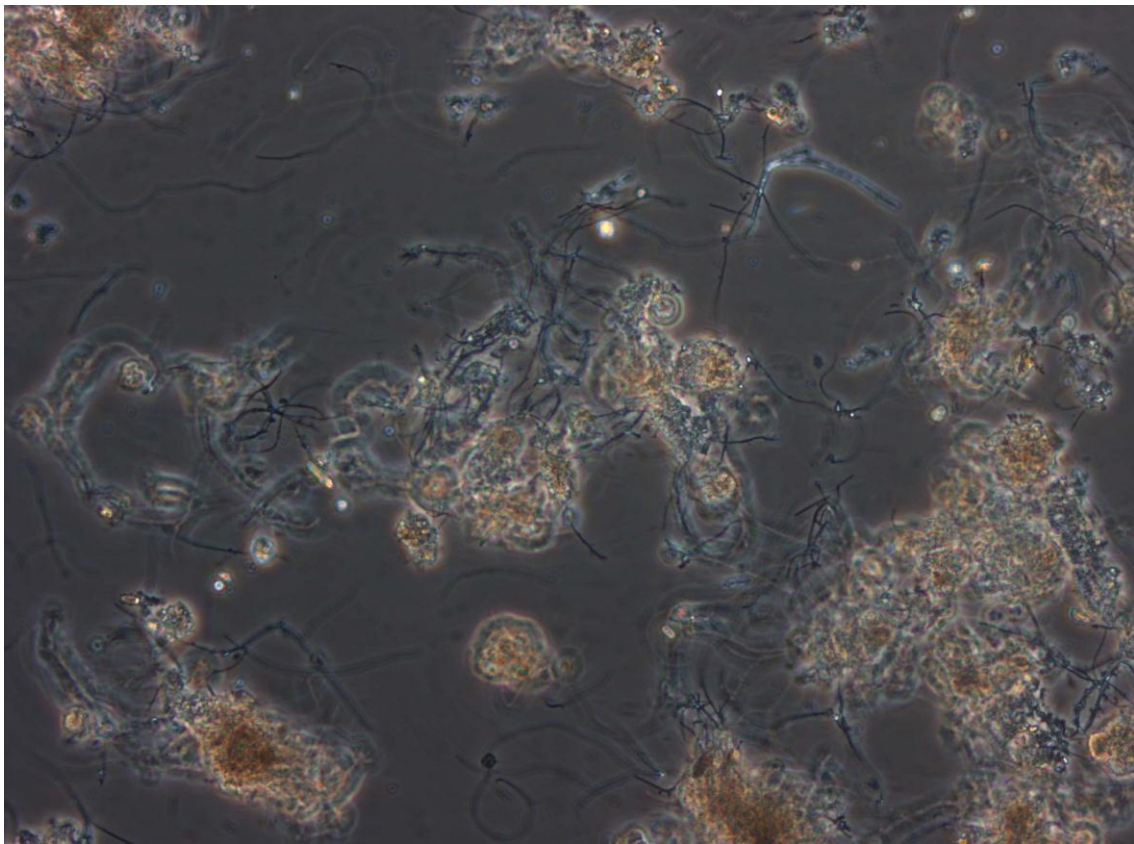
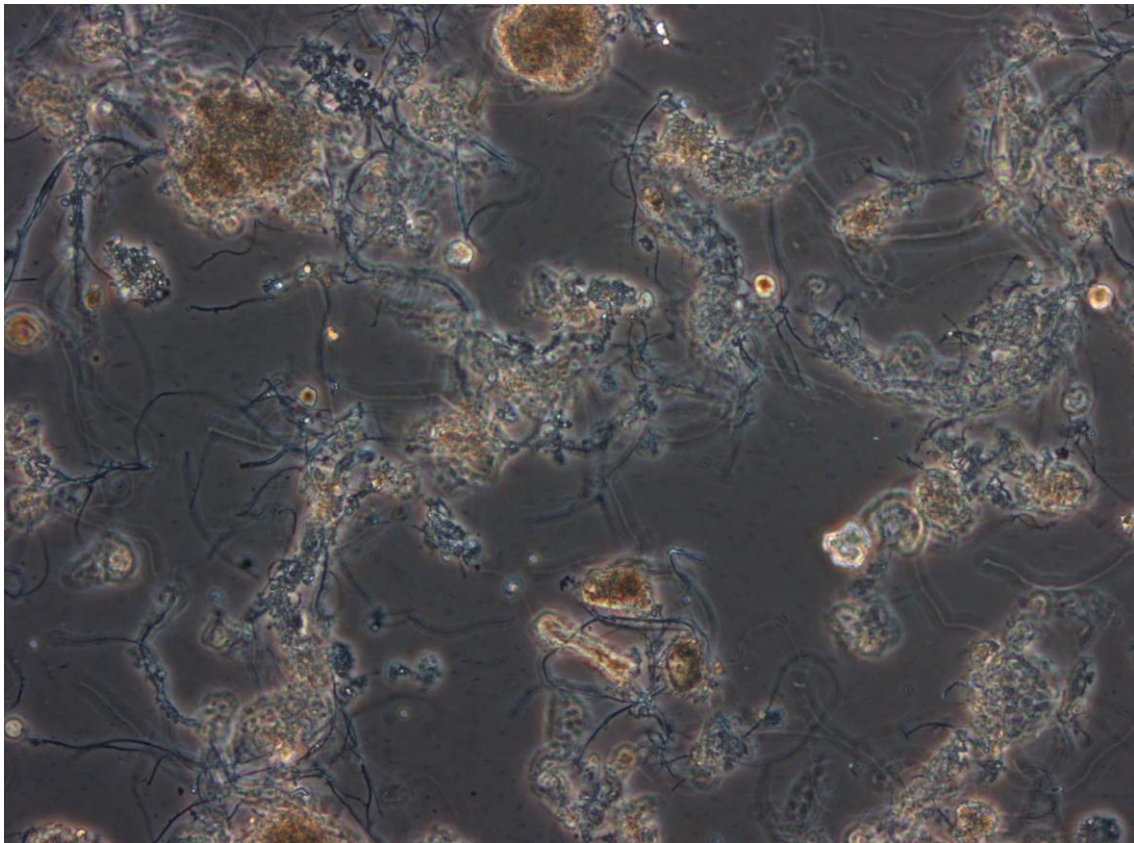
DRAADVORMIGE MICRO-ORGANISMEN *				CATEGORIE 4		
"Blauwwieren"		S. natans		Type 0914		
H. hydrossis		Thiothrix		Type 0961		
M. parvicella		Type 0041		Type 1851		
N. limicola I		Type 0092				
N. limicola II		Type 021 N				
N. limicola III		Type 0581				
Nocardia (Actinomyceten)		Type 0803		Diverse typen		
PROTOZOEN - ROTIFEREN - NEMATODEN - AMOELEN **						
Ciliaten (vrij zwemmende)		Lionotus		Monosiga		
Carchesium		Paramaecium		Pleuromonas		
Epistylis		Spirostomum		Poterialendron		
Opercularia		Trachelophyllum		Trepomonas		
Vorticella		monokol. Denitrificerende bact ?				
Aspidisca				Amoeben		
Blepharisma				Schaalamoeben		
Chilodonella		Flagellaten		Heliozoa		
Colpidium		Bodo		Rotiferen		
Euplotes		Hexamitus		Nematoden		
VLOKMORFOLOGIE						
	structuur		vlogkrootte			
	open	compact	klein	middel	groot	Diversiteit
Stevige, afgeronde vlogk						Losse cellen ***
Stevige, onregelmatige vlogk						Zoogloea's **
Losse, afgeronde vlogk						Spirocheten **
Losse, onregelmatige vlogk		+		++	++	Spirillen **
Agglomeraten met draden						Org. vezels ** ±

* X = dominerend; O = secundair.

** - = niet gezien; $\pm$ = incidenteel; + = weinig cellen of deeltjes (5-10 per preparaat); ++ = veel cellen of deeltjes (enkele tientallen per preparaat).

± = weinig; + = enkele tientallen per beeld; ++ = honderden per beeld.

Opmerkingen: Geen draden gedetermineerd, geen kleuring



Vergroting 100x

XVI. Berekening terugverdientijd

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	jaartal	m3/jaar	droge stof		ton d.s.	ton d.s met drain	verschil	vrachten	verbetering
3	2011	10792	3,7		399,304				
4	2013	10792	3,8			10508,0	284,0	7,9	3%
5	2013	10792	3,9			10238,6	553,4	15,4	5,1%
6	2013	10792	4			9982,6	809,4	22,5	8%
7	2013	10792	4,1			9739,1	1052,9	29,2	10%
8	2013	10792	4,2			9507,2	1284,8	35,7	11,9%

K	L	M	N	O	P	Q	R	S
per jaar ton	percentage van 390.000	vrachtwagens jaarbasis	prijs per ton	besparing in euro's p.j		kosten drain	20 stk	tvf in jaern
			2,6					
390000	11700	325		€ 30.420,00				16,4
390000	19890	553		€ 51.714,00		€ 25.000,00	€ 500.000,00	9,7
390000	31200	867		€ 81.120,00				6,2
390000	39000	1083		€ 101.400,00				4,9
390000	46410	1289		€ 120.666,00				4,1

XVII. Berekening CO2 voetafdruk 3,9% en 4,2%

[illegible][illegible]

