

D4.3 Monitoring Report

Fijnzeven op rwzi Aarle-Rixtel

Het effect van fijnzeven op het rwzi proces



Co-funded by the Eco-innovation
Initiative of the European Union

Grant agreement no:	630492
Deliverable number:	D4.3
Partner responsible:	WAM
Deliverable author(s):	R. Kras
Quality assurance:	K. Roest (KWR)
Planned delivery date:	30 April 2017
Actual delivery date:	31 October 2017
Dissemination level:	PU = Public

Inhoud

Summary	4
Samenvatting.....	7
1. Introductie	10
2. Onderzoek; materiaal en methode	13
2.1. Analyseresultaten en metingen	15
3. Prestaties Fijnzeef	16
3.1. Operationele ervaring fijnzeefinstallatie.....	16
3.2. Balans	18
3.3. Verwijderingsrendement	19
3.4. Zeefgoed.....	23
3.5. Rejectstroom	25
4. Prestaties rwzi	26
4.1. Operationele ervaring rwzi t.g.v. fijnzeef.....	26
4.2. Proces condities.....	26
4.3. Effluentconcentraties	27
4.4. Slibsamenstelling en slibbezinking (SVI).....	30
4.5. Spuislibproductie.....	32
4.6. Slibontwatering	33
4.7. Beluchting.....	34
4.8. Energieverbruik	35
5. Conclusie	37
6. Aanbevelingen.....	40
BIJLAGEN	42
1. Analysemethoden	
2. Deeltjesgrootteverdeling influent	
3. Flowschema rwzi Aarle Rixtel	
4. Flowschema fijnzeven op rwzi Aarle Rixtel	
5. Balans over fijnzeefinstallatie	
6. Analysegegevens	

Summary

The treatment of sewage water with finescreens has been used in Norway for many years as physical sewage treatment. ScreenCap investigates a new application of finescreens, being a pre-treatment step of influent before it is fed to a biological waste water treatment plant (wwtp) to obtain more treatment capacity at the wwtp. Until now, the impact on the waste water treatment process is not fully known... The impact includes parameters such as aeration flow and sludge production, sludge settling and dewatering, effluent quality and energy consumption.

ScreenCap determines the effect of influent treatment with finescreens on the sewage treatment process. For this purpose, a finescreen plant consisting of eight finescreens has been taken into operation on one of two identical, independent waste water treatment lanes of the wwtp Aarle-Rixtel (capacity 272,000 pollution equivalents (p.e.)).

During the period 13 October 2016 to 15 August 2017 intensive monitoring took place on the performance of the finescreens and both waste water treatment lanes. By comparing the results of the finescreens-equipped and conventional waste water treatment lane, the effect of the finescreen pre-treatment could be determined.

Prior to the ScreenCap study, a zero measurement was conducted, confirming that both waste water treatment lanes were comparable at the start of the ScreenCap study.

The performance and impact of the finescreens is shown in table 1.

Parameter	Value
Removal efficiency (net):	
SS ^{*)}	20-25 %
COD	10-15 %
BOD	15 %
N	2 %
P	2 %
Production of screenings	1275 kg dm/d
Energy consumption ^{**)}	53 W/m ³
Effect on wwtp process:	
Effluent concentrations (COD, N, P)	comparable
Sludge settling (SVI)	comparable
Sludge dewatering	comparable
Aeration flow	15% decrease
Waste sludge production	10% decrease
Capacity wwtp	10% increase

^{*)} SS analyses conform NEN 872 using glassfilter with pore size 1.2 µm

^{**)} Total energy consumption, including the location-specific pumping step. Without pumping an energy-neutral/positive installation can possibly be achieved

Tabel 1: Performance and impact of the finescreens for main parameters

Finescreen operation

During the finescreen operation, stubborn contamination was found on the sieve bands which could not be removed properly. This leads to additional maintenance and wear on the bands and loss of capacity. It seems a location-specific problem in which the composition of the influent plays a role. Research on the cause and solutions is recommended to improve finescreen performance.

Other optimizations can be achieved with the performance of the dewatering press (increase dry substance (DM) content, reduce contamination load in dewatering water) and with various control strategies.

Finescreen performance

Based on analysis results and other measurement data, a balance sheet for suspended solids (SS) and chemical oxygen demand (COD) has been drawn up for the finescreens installation..

The net SS removal efficiency of the finescreen is 20-25%. This is lower than the 49% mentioned in the Technological Design (TD). Explanations for this are the use of a smaller pore size filter in the laboratory for the SS analysis, the indication that influent of wwtp Aarle-Rixtel contains relatively small particles (in comparison to influent of wwtp Beemster) and various operational issues that have occurred during the investigation, such as stubborn fouling of the finescreen bands. Further research on these causes is recommended.

The net COD removal efficiency of the finescreen is 10-15%, which is also lower than the Technological Design (30%). Net BOD removal efficiency is 15%, which is just above the value in TD (11%). The removal efficiency of both nitrogen (N) and phosphorus (P) is approximately 2%.

The reject flow of the finescreen installation consists of the water that is released during the dewatering of screenings, and drainage and rinsing water that is released during the (soap) cleaning of the finescreens. Compared to the influent, the SS load in the reject flow is 8%. During the dewatering of screenings, 26% of the dry matter that was separated with the finescreens is returned to the reject flow via the dewatering water. This reject flow therefore contains a high waste load, which is returned to the influent and thus has a negative effect on the net removal efficiency of the finescreen. It is recommended to investigate how to reduce the waste load of the reject stream or to investigate whether another destination for the reject water is possible, as this will lead to improved finescreen performance.

The production of screenings (1275 kg dm / d) is in practice about 40% of the design, which is explained by the lower SS removal efficiency.

The screenings consists of about 67% of fibers, about 10% of proteins, 8% of fat and 9% of ash. The dry matter content (27%) of the screenings is almost the value mentioned in the TD (30%) but higher values could probably be obtained at stable operation. The screened material is well-digestable and produces 2-3 times more biogas compared to regular surplus sludge cake of wwtp Aarle-Rixtel.

Wwtp performance

The performance of the waste water treatment lane that is equipped with finescreens is similar to the conventional wwtp lane. The effluent concentrations (COD, N, P) are similar, the sludge settling (SVI) is equal and no differences are observed during dewatering of the sludge mixture in comparison to the past without finescreens in operation.

Microscopic analysis shows that the cellulose content in the sludge of the finescreen wwtp lane is halved in comparison with the conventional lane.

In the wwtp lane, which is equipped with finescreens, 10% less waste sludge is produced, and the required aeration flow is about 15% lower than in the conventional lane.

Energy

The total energy consumption of the wwtp has increased by approximately 8% (1142 kWh/day) due to the operation of the finescreens on one of the two wwtp lanes. The finescreen installation consumes significantly more energy than the savings on aeration and sludge dewatering. A large part (40%) of energy consumption consists of the required pumping energy, which is location-specific. The second major item (21%) is the energy consumed by the blowers of the air knife of the finescreens. Without the pumping step, an energy-neutral or even energy positive installation could possibly be achieved if the efficiency of the finescreens improve and energy-saving measures prove to be effective.

Capacity increase wwtp Aarle-Rixtel

The influent pre-treatment with finescreens resulted in a 10% capacity increase on one wwtp lane of wwtp Aarle-Rixtel during Screencap research.

The results of the determination of the net removal efficiency, the production of screenings, the reduction of waste sludge production and the reduction of aeration flow are well matched and confirm the wwtp capacity increase.

Effect at higher finescreen efficiency

Research on optimization possibilities of the finescreen installation is recommended. At higher finescreen efficiencies, the effect on the wwtp process is expected to be in line with the current results. The aeration flow and the waste sludge production will decrease proportionally, and sludge settling and dewatering will remain comparable. During the Screencap research, hardly any reduction of the BOD / N ratio was measured. Especially because this is in contradiction with the observed relatively high BOD removal efficiency of the finescreens, this relationship remains an important parameter. At higher removal efficiency, it is expected that the BOD / N ratio will continue to decline, with potentially negative consequences for the denitrification process resulting in increased nitrate concentration in the effluent.

Comparison to wwtp Beemster

During the same period, finescreens were implemented at wwtp Beemster as well. The performance of the finescreens at wwtp Beemster is better than at wwtp Aarle-Rixtel. The removal efficiency for SS and COD is at wwtp Beemster about 1.5 times higher and the production of screenings at wwtp Beemster is higher. The problems with stubborn contamination and tearing finescreen bands do not occur at wwtp Beemster.

The main cause of these differences is the large amount of fine (sand?) particles in the influent of Aarle-Rixtel. The influent of the wwtp Beemster contains relatively more particles that are larger than the mesh size used in comparison to wwtp Aarle-Rixtel. In addition, the SS concentration in the influent of wwtp Beemster's is 50% higher, leading in general to higher efficiency.

Samenvatting

De behandeling van rioolwater met fijnzeven wordt in Noorwegen al jarenlang toegepast als fysische zuivering van rioolwater. Een nieuwe toepassing van fijnzeven is als voorbehandelingsstap van influent voordat het aan een biologische zuivering wordt gevoed, om meer zuiveringscapaciteit op de rwzi te verkrijgen. De gevolgen voor het zuiveringsproces zijn echter niet exact bekend. Het gaat dan om parameters zoals het luchtdebiet en de spuislibproductie, de bezinking en ontwatering van slib, de effluentconcentraties en het energiegebruik.

Gedurende het Screencap onderzoek is bepaald wat het effect van influent-fijnzeven is op het rioolwaterzuivering (rwzi) proces. Daartoe is op één van de twee identieke, onafhankelijke zuiveringsstraten van de rwzi Aarle-Rixtel (capaciteit 272.000 inwonerequivalenten (i.e.)) een fijnzeefinstallatie bestaande uit 8 fijnzeven in bedrijf genomen. In de periode 13 oktober 2016 t/m 15 augustus 2017 heeft intensieve monitoring plaatsgevonden van de fijnzeefinstallatie en van beide zuiveringsstraten.

Door de resultaten van de fijnzeef-zuiveringsstraat te vergelijken met de conventionele zuiveringsstraat is het effect van de fijnzeef-voorbehandeling op het rwzi proces bepaald.

Voorafgaand aan het Screencaponderzoek is een nulonderzoek uitgevoerd, welke heeft bevestigd dat beide zuiveringsstraten bij aanvang van het Screencap onderzoek vergelijkbaar waren.

De belangrijkste prestaties van de fijnzeven en het effect op de belangrijkste parameters van de rwzi staan in onderstaande tabel 2 weergegeven.

Parameter	Waarde
Verwijderingsrendementen (netto):	
ZS ^{*)}	20-25 %
CZV	10-15 %
BZV	15 %
N	2 %
P	2 %
Zeefgoed productie	1275 kg ds/d
Energieverbruik ^{**)}	53 W/m ³
Effect op rwzi proces:	
Effluent concentraties (CZV, N, P)	vergelijkbaar
Slib bezinking (SVI)	vergelijkbaar
Slib ontwatering	vergelijkbaar
Beluchttings debiet	15% reductie
Spuislib productie	10% reductie
Capaciteits rwzi	10% toename

^{*)} ZS analyse uitgevoerd volgens NEN 872 met een glasfilter met poriegrootte 1,2 µm

^{**)} Totale energieconsumptie, inclusief de lokatiespecifieke pomp-stap. Zonder pomp-stap is mogelijk een energieneutrale of -positieve installatie haalbaar.

Tabel 2: De belangrijkste prestaties van de fijnzeven en het effect op de belangrijkste parameters van het rwzi proces

Fijnzeefoperatie

Tijdens de fijnzeefoperatie bleek hardnekkige vervuiling te ontstaan op de zeefbanden, welke niet goed verwijderd kon worden. Dit leidt tot extra onderhoud en slijtage aan de zeefbanden en tot capaciteitsverlies. Het lijkt een locatiespecifiek probleem waarbij de samenstelling van het influent een rol speelt. Onderzoek naar de oorzaak en oplossingen wordt aanbevolen, om de fijnzeefprestaties te verbeteren.

Andere optimalisatieslagen zijn te behalen bij de prestaties van de ontwateringspers (verhogen droge stof (DS) gehalte, verlagen vuilvracht in perswater) en bij diverse regelingen.

Fijnzeefprestaties

Op basis van analyseresultaten en overige meetgegevens is een goed kloppende balans opgesteld over de fijnzeefinstallatie voor de parameters zwevende stof (ZS) en chemisch zuurstof verbruik (CZV).

Het netto ZS-verwijderingsrendement van de fijnzeef bedraagt 20-25%. Dit is lager dan de 49% die in het Technologisch Ontwerp (TO) genoemd wordt. Verklaringen hiervoor zijn het gebruik van een ander type filter met kleinere poriegrootte op het laboratorium bij de ZS-analyse, de indicatie dat het influent van rwzi Aarle-Rixtel relatief veel kleine deeltjes bevat (t.o.v. rwzi Beemster), en diverse operationele aandachtspunten die zijn opgetreden gedurende het onderzoek zoals hardnekkige vervuiling van de fijnzeefbanden. Nader onderzoek naar deze oorzaken wordt aanbevolen.

Het netto CZV-verwijderingsrendement van de fijnzeef bedraagt 10-15%, hetgeen ook lager is dan het Technologisch Ontwerp (30%). Het netto BZV verwijderingsrendement ligt op 15%, hetgeen juist hoger is dan de waarde in het TO (11%). Het verwijderingsrendement van zowel stikstof (N) als fosfor (P) bedraagt circa 2%.

De rejectstroom van de fijnzeefinstallatie bestaat uit het perswater dat vrijkomt bij de zeefgoed ontwatering en uit drain- en spoelwater dat vrijkomt bij de (zeep)reiniging van de fijnzeven. Ten opzichte van het influent bedraagt de ZS vracht in de rejectstroom 8%. Bij de ontwatering wordt 26% van de droge stof vracht uit het gewonnen natte zeefgoed geperst, en via het perswater teruggevoerd naar de rejectstroom. Deze rejectstroom bevat dus een forse vuilvracht, welke naar het influent geretourneerd wordt en zodoende een negatief effect heeft op het netto verwijderingsrendement van de fijnzeef. Aanbevolen wordt om te onderzoeken hoe de vuilvracht van de rejectstroom verminderd kan worden of te onderzoeken of een andere bestemming voor het reject water mogelijk is, omdat dit tot verbeterde fijnzeefprestaties zal leiden.

De zeefgoedproductie (1275 kg ds/d) ligt in praktijk op 40% van het ontwerp, hetgeen verklaard wordt door het lagere ZS verwijderingsrendement.

Het zeefgoed bestaat voor circa 67% uit vezels, circa 10% eiwitten, 8% vetten en 9% asrest. Het drogestofgehalte (27%) van zeefgoed benadert de waarde die genoemd is in het TO (30%) maar zou bij stabiele operatie hoger moeten kunnen. Het zeefgoed is goed vergistbaar en levert 2-3 keer meer biogas op t.o.v. de gebruikelijke slibkoek van rwzi Aarle-Rixtel.

Rwzi prestaties

De zuiveringsprestaties van de zuiveringsstraat die is uitgevoerd met de fijnzeven en de conventionele zuiveringsstraat zijn vergelijkbaar. De effluentconcentraties (CZV, N, P) zijn vergelijkbaar, de slibbezinking (SVI) is gelijk en er worden bij slibontwatering van het slibmengsel geen verschillen geconstateerd ten opzichte van het verleden.

Door middel van microscopische analyse is bepaald dat het cellulosegehalte in het slib van de fijnzeefstraat is gehalveerd t.o.v. de conventionele straat.

In de zuiveringsstraat die is uitgevoerd met fijnzeven wordt 10% minder spuislib geproduceerd, en het benodigde luchtdebiet ligt circa 15% lager dan in de conventionele straat.

Energie

Het totale energieverbruik van de rwzi is met circa 8% (1142 kWh/dag) toegenomen ten gevolge van de ingebruikname van de fijnzeven op één van beide zuiveringsstraten. De fijnzeef installatie verbruikt aanzienlijk meer energie dan de besparing op beluchting en slibontwatering. Een groot deel (40%) van het energieverbruik bestaat uit de benodigde pompenergie, welke locatiespecifiek is. De tweede grote post (21%) is de energie die verbruikt wordt voor de blowers van het luchtmes van de fijnzeven. Zonder de pompstap is een energieneutrale of energie positieve installatie wellicht te bewerkstelligen als de rendementen van de fijnzeef verbeteren en energiebesparende maatregelen effectief blijken.

Capaciteitsvergroting rwzi Aarle-Rixtel

De influentvoorbehandeling met fijnzeven heeft op rwzi Aarle-Rixtel gedurende het Screencap onderzoek een capaciteitsvergroting van 10% op één zuiveringsstraat opgeleverd.

De resultaten van de bepaling van het netto verwijderingsrendement, de zeefgoedproductie, de verlaging van de spuislibproductie en de verlaging van beluchtingsdebiet komen goed met elkaar overeen en bevestigen de rwzi-capaciteitsvergroting.

Effect bij hoger fijnzeef-rendement

Onderzoek naar optimalisatiemogelijkheden van de fijnzeefinstallatie wordt aanbevolen. Bij hogere fijnzeefrendementen zal het effect op het rwzi proces naar verwachting in lijn liggen met de hier waargenomen resultaten. Het beluchtingsdebiet en de spuislibproductie zullen evenredig afnemen, en slibbezinking en ontwatering zullen vergelijkbaar blijven. Tijdens het Screencap onderzoek is nauwelijks een verlaging van de BZV/N verhouding gemeten. Mede omdat dit in tegenspraak is met het relatief hoge BZV rendement van de fijnzeef, blijft deze verhouding wel een aandachtspunt. Bij een hoger verwijderingsrendement wordt verwacht dat de BZV/N verhouding verder gaat dalen, met mogelijk negatieve gevolgen voor het denitrificatieproces en oplopende nitraat concentratie in het effluent.

Vergelijking met rwzi Beemster

Op rwzi Beemster zijn in dezelfde periode ook fijnzeven in bedrijf genomen. De prestaties van de fijnzeven op rwzi Beemster zijn beter dan op rwzi Aarle-Rixtel. Het verwijderingsrendement voor ZS en CZV ligt op rwzi Beemster circa 1,5 keer hoger en ook de zeefgoedproductie ligt op rwzi Beemster hoger. De problemen met hardnekkige vervuiling en scheurende zeefbanden treden op rwzi Beemster niet op.

De belangrijkste oorzaak voor deze verschillen is het grote aandeel fijne (zand?)deeltjes in het influent van Aarle-Rixtel. Het influent van de rwzi Beemster bevat relatief meer deeltjes die groter zijn dan de toegepaste maaswijdte in vergelijking met rwzi Aarle-Rixtel. Daarnaast is het ZS-gehalte in het influent van rwzi Beemster circa anderhalf keer hoger, hetgeen in het algemeen tot hoger rendement leidt.

1. Introductie

Fijnzeven als inflent voorbehandeling

De behandeling van rioolwater met fijnzeven wordt in Noorwegen al jarenlang toegepast als fysische zuivering van rioolwater. Nieuw is het om de fijnzeven te gebruiken als voorbehandelingsstap van influent voordat het aan de biologie wordt gevoed. De fijnzeven verwijderen voornamelijk onopgeloste bestanddelen uit het influent, welke voor een groot deel bestaan uit cellulosevezels die afkomstig zijn van toiletpapier. Het fijnzeven van influent resulteert in meer zuiveringscapaciteit op de rwzi doordat minder vuilvracht naar de biologie wordt gevoerd, en doordat het zuiveringsslib meer biologische activiteit en minder inert materiaal zal bevatten.

Screencap project

Omdat het gebruik van fijnzeven voorafgaand aan biologische zuivering nieuw is, zijn de gevolgen voor het zuiveringsproces nog onbekend. De verwachting is dat door de voorbehandeling effecten optreden op het benodigde luchtdebiet, spuislibproductie, slibsamenvatting, slibeigenschappen zoals bezinkbaarheid en ontwaterbaarheid, effluentconcentraties etc. In het Screencap project worden de effecten op het rwzi proces onderzocht.

Partners in het Screencap project zijn het kennisinstituut KWR Watercycle Research Institute die het management en de wetenschappelijke borging verzorgt, CirTec (voorheen BWA) als leverancier van de fijnzeven en Waterschap Aa en Maas die de eigenaar is van de testlocatie rwzi Aarle-Rixtel.

De looptijd van het Screencap project bedraagt 3 jaar, het project is gestart op 1 november 2014 en eindigt op 31 oktober 2017.

Gedurende het eerste jaar van het project heeft het ontwerp van de fijnzeefinstallatie plaatsgevonden, waarna in de periode van januari tot oktober 2016 het project is gerealiseerd. De officiële inbedrijfname van de fijnzeefinstallatie vond plaats op 13 oktober 2016.

Het onderzoek naar de effecten van fijnzeven op het rwzi proces heeft gelopen van 13 oktober 2016 t/m 15 augustus 2017 en is beschreven in dit rapport.

Rwzi Aarle-Rixtel

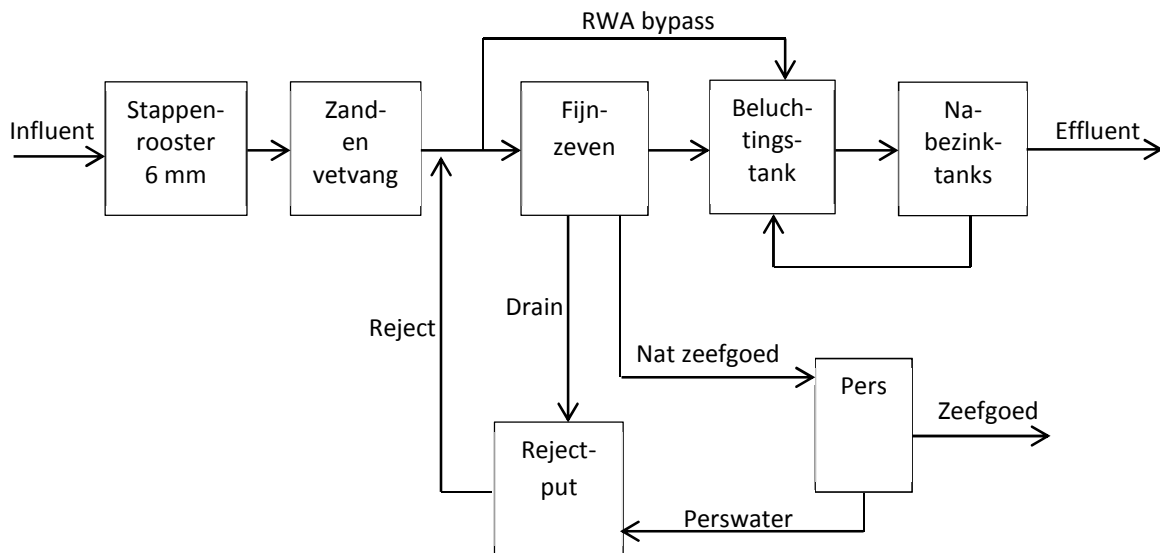
De rwzi Aarle-Rixtel is volbelast, en de prognoses geven aan dat de vuilvracht in het influent zal toenemen met circa 10%. Om op de toekomst voorbereid te zijn, is besloten de capaciteit van de rwzi uit te breiden middels fijnzeven.

De rwzi Aarle-Rixtel bestaat uit twee identieke, onafhankelijke zuiveringsstraten (zie foto 1). Daardoor is dit een ideale testlocatie. Op één van beide zuiveringsstraten (AT1) is de fijnzeef in bedrijf genomen, en vervolgens zijn de prestaties van deze aangepaste zuiveringsstraat vergeleken met de prestaties van de conventionele straat (AT2).

De capaciteit van rwzi Aarle-Rixtel is 272.000 inwoner equivalenten (i.e.). Het influentdebiet bedraagt onder droge omstandigheden (DWA) circa 1500-2500 m³/h influent, hetgeen bij hevige regenval (RWA) kan oplopen tot maximaal 14.000 m³/h.

Beide zuiveringsstraten bestaan uit één beluchtingstank en vijf nabezinktanks. Slibretour van de nabezinktanks naar de beluchtingstank blijft gescheiden, dus het slib van beide straten wordt niet gemengd. Ontvangst van het afvalwater is nog wel gemeenschappelijk, evenals de fysische voorbehandeling welke bestaat uit een stappenrooster met spleetwijdte 6 mm, gevolgd door een gecombineerde zand- en vetvanger. Na de zandvanger wordt het influent gesplitst in 2 gelijke stromen naar beide beluchtingstanks. Het spuislib uit beide straten blijft niet gescheiden maar wordt gemengd in de gravitaire indikker waarna het middels centrifuges ontwaterd wordt.

Ten behoeve van het Screencap project is een fijnzeefinstallatie geplaatst tussen de zandvanger en de beluchtingstanks. Nadat in de zandvanger het influent verdeeld is in twee gelijke stromen, wordt het vanuit de overloopcompartimenten van de zandvanger verpompt naar de fijnzeefinstallatie. Het filtraat van de fijnzeef wordt gravitair naar de beluchtingstank afgevoerd. Het afgevangen zeefgoed wordt ontwaterd d.m.v. persen en afgevoerd naar containers. Perswater dat bij de ontwatering vrijkomt wordt tezamen met drain- en spoelwater van de fijnzeefreiniging, als rejectwater teruggevoerd naar de overloopcompartimenten van de zandvanger. In onderstaande figuur 1 een vereenvoudigd schema van de fijnzeven in de rwzi, een uitgebreider schema van de rwzi en fijnzeefinstallatie is te vinden in de bijlagen 3 en 4.



Figuur 1: Blokschema van rwzi Aarle-Rixtel met fijnzeefinstallatie



Foto 1: Luchtfoto rwzi Aarle-Rixtel

Ontwerp fijnzeefinstallatie

Het Technologisch Ontwerp (TO) van de fijnzeefinstallatie is gebaseerd op de gemiddelde influentsamenstellingen zoals beschreven in het jaarverslag rwzi's 2013. De prestaties van de fijnzeven zijn gebaseerd op de ervaringen die op rwzi Blaricum zijn opgedaan en zijn beschreven in de Stowa rapporten 2010-19 en 2014-W-01.

Het ontwerp van de fijnzeefinstallatie op rwzi Aarle-Rixtel gaat uit van 8 fijnzeven die ieder maximaal 500 m³/h kunnen verwerken. De totale hydraulische capaciteit van de fijnzeefinstallatie komt hiermee op 4000 m³/h, hetgeen ruim voldoende is om onder DWA omstandigheden al het influent te verwerken. Gedurende regenperiodes (RWA) zal het eerste deel van het verhoogde wateraanbod nog steeds via de fijnzeven verwerkt worden, maar indien het debiet verder oploopt zal een deel van het influent via de RWA- bypass rechtstreeks naar de beluchtingstanks gevoerd worden. Bij een jaargemiddeld debiet van 2800 m³/h verwerkt iedere fijnzeef 350 m³/h.

Beide zuiveringsstraten hebben een eigen fijnzeefstraat, welke uit 4 fijnzeven bestaat. Gedurende het screencap onderzoek worden de fijnzeven alleen op zuiveringsstraat AT1 bijgenomen.

Uitgangspunt is dat fijnzeefstraat 1 daartoe in bedrijf is, maar bij periodes met meer wateraanbod (RWA) of tijdens storingen of reinigingen is gedurende de Screencap onderzoeksperiode ook de capaciteit van fijnzeefstraat 2 beschikbaar voor AT1.

Aanvankelijk waren de fijnzeefstraten voorzien van fijnzeven met zeefdoek met verschillende maaswijdte, fijnzeefstraat 1 bevatte fijnzeven met de "standaard" maaswijdte 350 µm en fijnzeefstraat 2 bevatte fijnzeven met een fijnere maaswijdte 210 µm. Het idee hierachter was om de invloed van de maaswijdte op de rendementen te bepalen. In praktijk bleek dit lastig en gedurende het onderzoek zijn alle fijnzeven uiteindelijk voorzien van het standaard zeefdoek met 350 µm maaswijdte.



Foto2: Fijnzeefgebouw rwzi Aarle-Rixtel

2. Onderzoek; materiaal en methode

Onderzoekperiode

Het Screencap onderzoek naar de effecten van de fijnzeef-voorbehandeling van influent op het zuiveringsproces, heeft plaatsgevonden in de periode 13 oktober 2016 t/m 15 augustus 2017. De gemiddelde influentconcentraties lagen in de onderzoeksperiode hoger dan de gemiddelde concentraties die in het Technologisch Ontwerp zijn genoemd, de concentraties zwevende stof (ZS), stikstof (N) en fosfor (P) lagen circa 20% hoger, het chemisch zuurstofverbruik (CZV) lag circa 10% hoger en het biologisch zuurstofverbruik (BZV) lag circa 30% hoger. Voor de betrouwbaarheid van het Screencap onderzoek heeft dit geen gevolgen.

Nulonderzoek

Voordat het fijnzeefonderzoek van start ging is een nulonderzoek uitgevoerd. Hierbij zijn voor beide straten de analyseresultaten, de trends van de in-line metingen en de procescondities van het voorafgaande jaar vergeleken. Bovendien zijn er een aantal extra analyses uitgevoerd, die niet in het reguliere monsterschema voorkomen. Dit nulonderzoek heeft bevestigd dat beide zuiveringsstraten bij start van het fijnzeefonderzoek vergelijkbaar waren.

Monitoringsplan

Voorafgaand aan het fijnzeefonderzoek is een gedetailleerd monitoringsplan opgesteld. Dit monitoringsplan richt zich zowel op de prestaties van de fijnzeef als op het effect op het rwzi proces. Onder de prestaties van de fijnzeef vallen onder andere de verwijderingsrendementen van diverse componenten zoals zwevende stof (ZS), chemisch zuurstof verbruik (CZV), biologisch zuurstof verbruik (BZV), stikstof (N), fosfor (P) etc. Ook de zeefgoedproductie en het energieverbruik vallen onder de prestaties van de fijnzeef. Hiertoe worden diverse stromen naar en van de fijnzeef bemonsterd en geanalyseerd. De stromen waarvan debietsproportionele verzamelmonsters zijn genomen zijn het influent, de toevoer van de fijnzeef en de afvoer van de fijnzeef (filtraat). Steekmonsters zijn genomen van het nat zeefgoed, het geperst zeefgoed, het rejectwater en het perswater. Het energieverbruik van de totale fijnzeefinstallatie en van de verschillende onderdelen wordt geregistreerd.

Bij het effect op het rwzi proces wordt gekeken naar het effect van de veranderde influentsamenstelling op slibkarakteristieken zoals de bezinkbaarheid (SVI), slibsamenstelling, cellulosegehalte en de slibontwatering. Ook het effect op de effluentkwaliteit (CZV, N, P) wordt beschouwd, evenals het effect op beluchtingsdebiet, spuislibproductie, energieverbruik en onderhoud. Hiertoe worden de effluentstromen en het slib bemonsterd en geanalyseerd. De slibmonsters zijn steekmonsters. Van het totaal effluent en van effluent AT1 zijn debietsproportionele verzamelmonsters genomen, terwijl van effluent AT2 steekmonsters zijn genomen van de afloop van één van de vijf nabezinktanks. Bovendien zijn diverse onderdelen van de rwzi en beide zuiveringsstraten voorzien van in-line analyzers, (debiet)meters en energieverbruiksmeters waarvan de meetwaarden worden geregistreerd.

Door de prestaties van zuiveringsstraat AT1 (fijnzeven) en zuiveringsstraat AT2 (conventioneel) met elkaar te vergelijken, wordt de impact van de fijnzeven bepaald.

Analyses zijn zowel uitgevoerd door Aquon (gecertificeerd lab) als door rwzi personeel. Diverse specialistische analyses zijn via Aquon uitbesteed aan andere laboratoria, bv de cellulose analyse bij Masterlab en de vergistbaarheid bij Opure. Zie bijlage 1 voor een overzicht van de analysemethoden.

Analyse zwevende bestanddelen (ZS)

Er zijn verschillende NEN methoden voor bepaling van ZS in watermonsters, welke verschillende typen filters voorschrijven. Aquon gebruikt volgens NEN 872 een glasfilter met poriegrootte 1,2 μm , terwijl op het rwzi lab volgens NEN 6621 een papierfilter met poriegrootte 4-12 μm wordt gebruikt. Bovendien is er bij eerder onderzoek op rwzi Blaricum gebruik gemaakt van weer een ander filter, namelijk een zwartband papierfilter met poriegrootte 12-25 μm .

Bij de vergelijking van ZS resultaten is het belangrijk dat hetzelfde type filter wordt gebruikt. In praktijk blijkt de poriegrootte veel invloed te hebben op de verkregen resultaten, en tevens een grote invloed te hebben op het berekende verwijderingsrendement van de fijnzeef.

Meer hierover verderop in de rapportage, bij de ZS-verwijderingsrendementen van de fijnzeef.

Cellulose analyse

Er zijn geen standaardmethoden voor bepaling van het cellulose gehalte in zeefgoed, slib of waterige stromen. Wel zijn er enkele methoden in ontwikkeling.

- Bij voorgaande onderzoeken is het cellulose gehalte in zeefgoed bepaald met de “van Soest methode”. De resultaten in zeefgoed kwamen daarbij overeen met de verwachting. De van Soest methode wordt gebruikt in de veevoederindustrie. Bij deze methode wordt het monster achtereenvolgens in een neutraal, een zuur en een sterk zuur oplosmiddel gebracht, waarbij de verschillende vezeltypen achtereenvolgens in oplossing gaan. Het gehalte van de verschillende vezeltypen (cellulose, hemicellulose en lignine) wordt gravimetrisch bepaald. Gedurende het Screencap onderzoek zijn zowel monsters van zeefgoed als monsters van slib via de van Soest methode geanalyseerd op het vezelgehalte. In de loop van het onderzoek bleken de resultaten van de slibmonsters niet overeen te komen met de verwachting, en bleek dat de van Soest methode niet geschikt is voor slibmonsters.
- Microscopische vezeltelling: Om een indruk te verkrijgen van het cellulose gehalte in slib, zijn slibmonsters door Aquon microscopisch geanalyseerd. Door het aantal vezels in een 0,15 ml preparaat te tellen en dit terug te rekenen naar aantal vezels per ml, worden de gehalten in AT1 en AT2 vergeleken.
- Microscopische analyse: een kwalitatieve indruk van het cellulose-vezelgehalte is verkregen door diverse slib- en watermonsters enkele malen onder een specialistische microscoop bij de papierindustrie te bekijken.
- Enzymatische analyse: enzymatische analyse van cellulose wordt gebruikt bij andere onderzoeken naar de toepassing van fijnzeven op rwzi's. Hierbij wordt cellulose enzymatisch omgezet naar suikers. Na bepaling van het suikergehalte kan het cellulose gehalte teruggerekend worden. De resultaten komen wat lager uit dan de van Soest methode. De methode lijkt bruikbaar voor zeefgoed maar de bruikbaarheid voor slibmonsters wordt nog onderzocht. Deze methode is niet toegepast tijdens het Screencap onderzoek.

2.1. Analyseresultaten en metingen

Vergelijking analyseresultaten Aquon en rwzi

De analyseresultaten van het laboratorium op de rwzi en van Aquon komen goed overeen.

Er zijn twee verschillen geconstateerd, welke gedurende het onderzoek gecorrigeerd zijn:

1. Bij de analyse van zwevende bestanddelen (ZS) in waterstromen werd op beide laboratoria een ander type filter gebruikt, met andere poriegrootte. Dit zijn geweest een 1,2 µm filter door Aquon en een 12 µm filter door het rwzi lab. Vanaf feb 2017 is op het laboratorium van de rwzi ook gewerkt met 1,2 µm filters.
2. Bij CZV analyse op effluentmonsters werd op de rwzi gewerkt met cuvetten waarbij de resultaten onderin de detectierange van de cuvettest lagen, hetgeen minder betrouwbare resultaten opleverde. Nadat dit is geconstateerd is vanaf feb 2017 overgestapt op een cuvettest met een lager bereik, waardoor de metingen binnen de detectierange van de test vallen.

Hiermee is bij de verwerking van de resultaten rekening gehouden.

Verwerking resultaten

Bij de verwerking van de resultaten bleek er relatief veel spreiding te zijn in de analyseresultaten door de tijd, en werden soms onverwachte resultaten waargenomen. Onverwachte resultaten zijn bijvoorbeeld een hogere concentratie in de afvoer van de fijnzeef t.o.v. de toevoer (negatief rendement!), een hogere concentratie in het influent t.o.v. de toevoer van de fijnzeef etc. Ook bij eerder onderzoek op de rwzi Aarle-Rixtel ¹ en bij onderzoek op andere locaties ² werd grote spreiding geconstateerd. In het algemeen is het altijd lastig om goede representatieve en homogene monsterpunten en monsternamen te verkrijgen in de rwzi. Dat is de meest voor de hand liggende verklaring voor de spreiding en de onverwachte resultaten.

Gedurende de eerste maanden van het onderzoek waren nog niet alle monsterkasten aanwezig en traden er ook regelmatig storingen op in de monsterkasten. Er zijn toen regelmatig steekmonsters genomen. Ook zijn in de eerste maanden van het onderzoek een aantal monsterpunten aangepast of verplaatst naar een betere locatie. Vanaf februari 2017 verliep de monsternamen goed.

Doordat er veel analyseresultaten verkregen zijn gedurende de onderzoeksperiode, en deze bovendien vergeleken kunnen worden met de in-line meetgegevens van de rwzi, kunnen er betrouwbare conclusies getrokken worden.

¹ ACT test in 2014, onderzoek BWA/WSAM naar maaswijdte zeefdoek

² Onder andere rwzi Blaricum, Stowa onderzoek 2010-19 en 2014-W-01

3. Prestaties Fijnzeef

3.1. Operationele ervaring fijnzeefinstallatie

Het influent van zuiveringsstraat AT1 is gedurende de ScreenCap onderzoeksperiode van 13 oktober 2016 tot 15 augustus 2017 vrijwel continue via de fijnzeef behandeld. Mede omdat gedurende het onderzoek ook de fijnzeven van fijnzeefstraat 2 voor zuiveringstraat AT1 beschikbaar waren, is slechts een klein deel (schatting 5-10 %) van het influent van AT1 via de RWA bypass om de fijnzeef geleid. Op die manier is dus een goed beeld verkregen van het effect van de fijnzeven op het rwzi proces, door de prestaties van beide zuiveringsstraten te vergelijken.

De eerste maanden draaide de fijnzeefinstallatie probleemloos, er trad slechts een enkele kleine storing op zoals een falende klep of een storing aan een motor. Na enkele maanden kwamen echter grotere problemen voor, en traden meer storingen en aandachtspunten op. Na aanpassingen aan de fijnzeven draaien deze beter, maar er blijven nog een aantal verbeterpunten. Hieronder een overzicht van de belangrijkste aandachtspunten.

Vervuiling en scheuren van zeefbanden

Het grootste probleem is de vervuiling van de zeefbanden. Dit leidt tot verminderde capaciteit, veel onderhoudswerkzaamheden en is mede de oorzaak van gescheurde zeefbanden. De reiniging bleek onvoldoende effectief.

In de periode van oktober 2016 tot mei 2017 zijn zeven zeefbanden gescheurd. De zeefbanden scheurden in de lengterichting t.g.v. slijtage doordat zij langs geleidestrips schuren. De leverancier CirTec heeft in mei 2017 technische aanpassingen aan de fijnzeven aangebracht ter voorkoming van slijtage en scheuren van de zeefbanden. Dit heeft tot verbetering geleid en de sterke slijtage langs de geleidestrips is hiermee voorkomen. In september 2017 is nogmaals een zeefband gescheurd, deze keer over de volle breedte. Ook was er toen weer een fijnzeefband met een klein scheurtje in de lengterichting.

Gedurende de bedrijfsvoering raken de zeefbanden dichtgesmeerd met vervuiling, en zijn lastig te reinigen met hoge druk en zeepreiniging. Dit resulteert in verminderde capaciteit omdat een deel van het bandoppervlak niet werkt, hetgeen te zien is doordat geen zeefgoed wordt opgebouwd (half september 2017: schatting dat éénderde van het oppervlak niets doet). De vervuilde banden leiden tot ophoping van vervuiling tussen de zeefband en geleidebalk/ luchtmes, hetgeen wekelijks gereinigd wordt d.m.v. waterspuiten. Dit is lastig en arbeidsintensief doordat bij het ontwerp van de installatie dit probleem niet is onderkend en hiervoor geen faciliteiten voorzien zijn.

Gedurende het ScreenCap project zijn aanpassingen gedaan aan het reinigen van de zeefbanden, maar verder onderzoek naar technische optimalisatie is nodig. Hieronder valt o.a. het optimaal type sproeier, afstand sproeier tot band, druk, type zeep, frequentie etc.

Hardnekkige vervuiling, slijtage en scheuren van de zeefbanden lijkt een locatiespecifiek probleem op de rwzi Aarle-Rixtel te zijn. Gescheurde zeefbanden op deze schaal komen niet voor op andere rwzi's met fijnzeven (Beemster, Ulrum, Uithuizermeden, Blaricum en andere buitenlandse referenties van CirTec). Uit indicatief onderzoek van CirTec blijkt dat het influent van rwzi Aarle-Rixtel veel kleine deeltjes bevat ten opzichte van andere locaties. Op de zeefbanden lijkt een fijn-zand/vetmengsel te ontstaan dat zich op de zeefband en in de poriën van de zeefband ophoopt en lastig is te verwijderen. Dit is merkwaardig aangezien rwzi Aarle-Rixtel een zand-/vetvanger heeft.



Foto 3: Fijnzeefstraat, waarin 4 fijnzeven zijn opgesteld onder de afdekkingsluiken

Ontwateringspers

De prestaties van de ontwateringspers voor zeefgoed variëren sterk, zelfs binnen minuten. Het droge stof (DS)-gehalte van het zeefgoed varieert sterk en het perswater bevat een hoge vuilvracht. Gedurende de onderzoeksperiode zijn problemen opgetreden met onderdelen van de pers. Eénmaal is de afvoerleiding van perswater dichtgeslibt, hetgeen tot vervuiling van het gebouw met nat zeefgoed heeft geleid.

Regeling

Diverse regelingen werken in de praktijk niet optimaal. Voorbeelden hiervan zijn:

- Het schakelen van fijnzeven in duo's. Indien er een storing of reiniging plaatsvindt zijn twee fijnzeven uit bedrijf, waardoor slechts de halve capaciteit van de straat beschikbaar is. Daarom heeft het de voorkeur om de fijnzeven afzonderlijk te regelen.
- Bij reiniging/drainen van de fijnzeven wordt drain- en spoelwater geloosd op de reject-put die bij hoog niveau direct afvoert naar het influent. Op dat moment bevat de toevoerstroom dus extra veel vuilvracht, maar is slechts de halve fijnzeef-capaciteit beschikbaar. Hierdoor zal er veel vuilvracht via de RWA bypass lopen. Het is beter om de reject-put eerst op laag niveau te brengen en dan slechts één fijnzeef te reinigen. Dan wordt de vuilvracht in de toevoer tijdens reiniging beperkt, en houdt je 75% zeefcapaciteit beschikbaar.
- Bij drainen van het fijnzeef-compartiment blijft het water aan de vuile zijde staan doordat de zeefband gestopt wordt. Door de band en het luchtmes in bedrijf te houden tijdens het drainen, zal het water vanaf de vuile zijde ook drainen.

Deze aanpassingen in de regeling zijn nog niet doorgevoerd, maar zullen waarschijnlijk leiden tot een verbetering van de resultaten en worden dus aanbevolen.

Hydraulische capaciteit

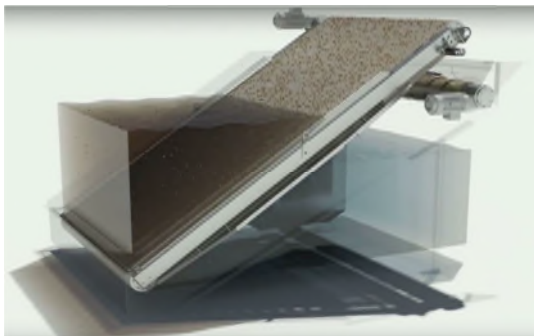
De hydraulische capaciteit van de fijnzeef is in praktijk lager dan het uitgangspunt. Sinds de opstart wordt maximaal 400 m³/h verwerkt per fijnzeef i.p.v. maximaal 500 m³/h tijdens RWA. Dat geldt zowel voor zeefbanden met een maaswijdte van 210 µm als de zeefbanden met maaswijdte 350 µm. Dit heeft te maken met de waargenomen vervuiling van zeefbanden.

Gedurende het project zijn er verschillende aanpassingen en verbeteringen doorgevoerd. Voor bovenstaande aandachtspunten zijn ook nog optimalisatieslagen te maken.

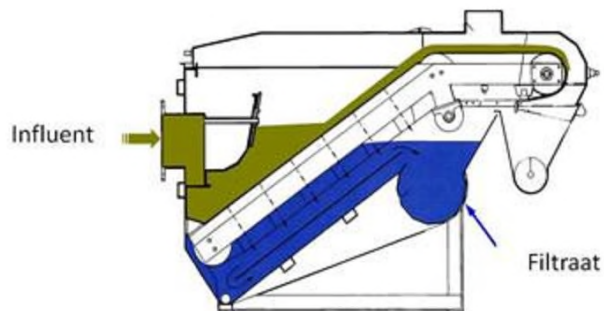
3.2. Balans

Op basis van de analyseresultaten en debieten is een balans opgesteld over de fijnzeefinstallatie voor de parameters ZS en CZV. Uitgangspunten hierbij zijn de influentgegevens, de zeefgoedproductie en de metingen aan de perswater- en rejectstroom. Ter controle zijn de concentraties ZS en CZV in de afloop van de fijnzeef, zoals die uit de balans volgen, vergeleken met de concentraties die gemeten zijn. Zie ook de balans in bijlage 5.

De balans die is opgesteld op basis van de metingen en de zeefgoedproductie klopt goed. Bij terugrekenen van de concentraties in de afvoer van de fijnzeef is het verschil ten opzichte van de gemeten waarden klein (CZV=2% en ZS=7%).



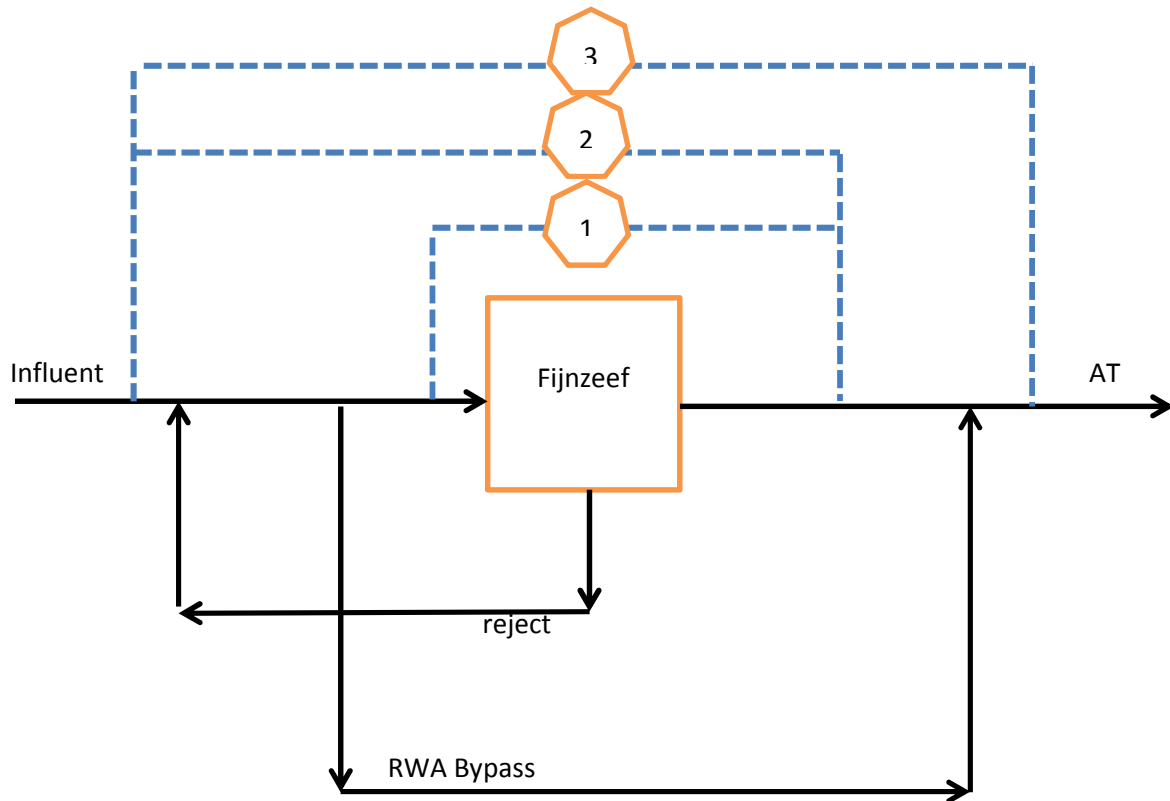
Afbeeldingen: Fijnzeef (schematisch)



3.3. Verwijderingsrendement

Rendement over fijnzeefinstallatie

Het verwijderingsrendement van de fijnzeefinstallatie is afhankelijk van welk deel van de fijnzeefinstallatie wordt beschouwd. Dit is verduidelijkt in onderstaand figuur 2. Op deze manier kan onderscheid gemaakt worden tussen het “bruto” (1), het “netto” (2) en het “overall” (3) rendement.

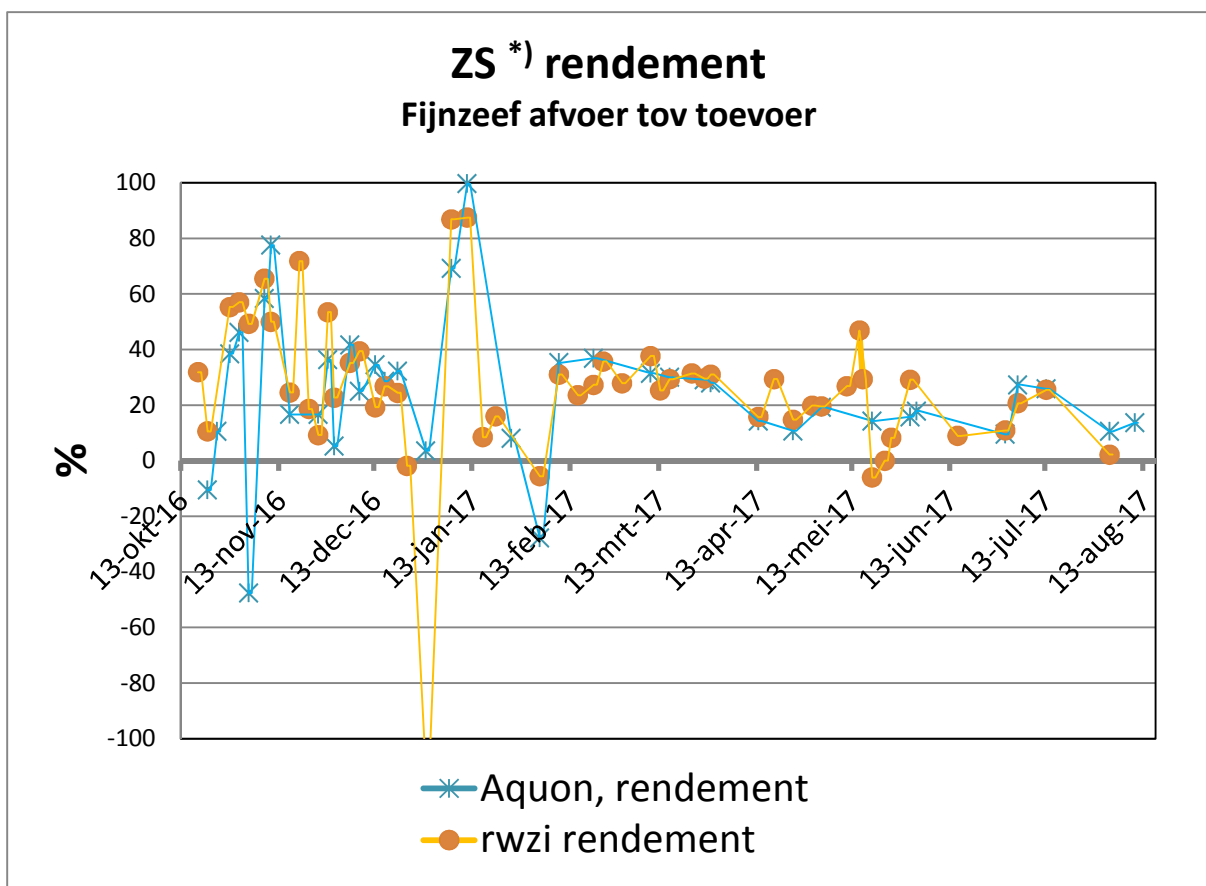


Figuur 2: Overzicht rendementsbepalingen fijnzeefinstallatie

1. Bruto rendement. Direct gemeten over de fijnzeef: afvoer en toevoer worden met elkaar vergeleken.
2. Netto rendement. Hierbij wordt de afvoer van de fijnzeef met het rwzi influent vergeleken, en wordt geen rekening gehouden met het rejectwater (perswater, drainwater).
3. Overall rendement. Hierbij wordt rekening gehouden met de RWA bypass. Dit rendement geeft de impact op rwzi belasting.

Analyseresultaten t.b.v. rendementsbepaling

De bruto en netto rendementen zijn gedurende de onderzoeksperiode voor de verschillende componenten (ZS, CZV, BZV... etc) berekend, en deze blijken in praktijk flink te variëren. Het is bekend dat er veel variatie zit in de samenstelling van afvalwater door de tijd. Ook bij eerder onderzoek op de rwzi Aarle-Rixtel³ en bij onderzoek op andere locaties⁴ werd grote spreiding geconstateerd. Ter illustratie in onderstaand figuur 3 een weergave van het bruto ZS-rendement, waaruit de variatie blijkt. Na 4 februari 2017 zijn alle monsternamekasten probleemloos in bedrijf, en zijn de variaties minder groot. Overigens wordt dat beeld van minder grote variaties na februari niet in alle rendementsgrafieken waargenomen, in andere gevallen wordt ook na 4 februari nog veel variatie geconstateerd. Door het gebruik van gemiddelden over de gehele onderzoeksperiode met goed werkende monsterkasten wordt echter een duidelijk beeld van de rendementen verkregen.



^{*)} ZS analyse volgens NEN872 met glasfilters met 1.2 µm poriegrootte

Figuur 3: Bruto verwijderingsrendement van ZS over de gehele onderzoeksperiode (13-okt 2016 t/m 15 aug 2017)

³ ACT test in 2014, onderzoek BWA/WSAM naar maaswijdte zeefdoek

⁴ Onder andere rwzi Blaricum, Stowa onderzoek 2010-19 en 2014-W-01

Methodiek ter bepaling gemiddeld rendement

Voor berekening van het gemiddelde verwijderingsrendement kunnen verschillende perioden en methodieken gebruikt worden.

1. Gehele periode: de analyseresultaten van de gehele periode waarin de monsternamekasten goed gewerkt hebben (4 feb t/m 15 aug 2017), op basis van de gemiddelde concentraties in de waterstromen.
2. Stabiele periode: met name stabiele operatie/ procesvoering en stabiele toevoerstromen. De periode is een maand of langer en is niet voor alle processtappen identiek.
3. Zeefgoedproductie. Uit de hoeveelheid en de samenstelling van het zeefgoed kan het rendement van verschillende componenten teruggerekend worden.

Rendement Fijnzeef

Het gemiddelde verwijderingsrendement van de fijnzeef is bepaald met de drie verschillende berekeningsmethodieken zoals hiervoor beschreven. Op basis van deze drie verschillende berekeningen is onderstaande tabel 3 opgesteld voor de range van het netto rendement van de fijnzeefinstallatie (afvoer fijnzeef t.o.v. rwzi influent). In de tabel zijn ook de verwachte rendementen uit het Technologisch Ontwerp weergegeven.

	Screencap Resultaten	Technologisch Ontwerp	
ZS ^{*)}	20-25	49	%
CZV	10-15	30	%
BZV	15	11	%
Nkj	2	0	%
Ptot	2	8	%

^{*)} ZS-analyse bij Screencap met glasfilter poriegrootte 1,2 µm, en bij Technologisch Ontwerp met papierfilter 12-25 met poriegrootte 12-25 µm

Tabel 3: Netto verwijderingsrendement van de fijnzeven, o.b.v. Screencap resultaten en volgens Technologisch Ontwerp (TO)

Bespreking resultaten rendementen

- TO was gebaseerd op ervaringen van o.a. fijnzeef rwzi Blaricum (Stowa onderzoek 2010, 2014).
- De bepaling van ZS is voor Screencap met andere filters gedaan dan op rwzi Blaricum en daarmee ook anders dan in de uitgangspunten voor het TO. Hoe groter de poriegrootte van de labfilters, hoe hoger het berekende ZS-rendement wordt. Bij een éénmalig onderzoek bleek het rendement bij poriegrootte 1,2 µm, welke gedurende het Screencap onderzoek is gebruikt, op 25% te liggen, terwijl bij een grotere poriegrootte van 12 µm het rendement 45% bedroeg. De verwachting was dat het rendement bij het gebruik van de nog grotere poriegrootte van 12-25 µm, welke op rwzi Blaricum was gebruikt, nog hoger ligt, maar dit kon niet bevestigd worden omdat er bij de meting iets fout ging. Aanbeveling is om dit verder te onderzoeken.
- Het verwijderingsrendement komt voor de belangrijk parameter CZV in praktijk op ongeveer 50% van het TO. De rendementen voor N en P zijn laag, zowel in de praktijk als in het TO.
- Het lagere verwijderingsrendement (CZV) resulteert tot een lagere uitbreiding van de rwzi capaciteit. De inschatting is dat de capaciteitsuitbreiding van rwzi AR in de praktijk op ongeveer 10% uitkomt.

- Het BZV rendement is opvallend hoog ten opzichte van het TO en ten opzichte van het CZV rendement. De verwachting was dat met name het minder goed afbreekbare deel van de CZV (vezels) wordt tegengehouden. Makkelijk afbreekbare CZV zoals opgeloste vetzuren worden niet verwijderd. Op basis van het hoge BZV verwijderingsrendement zou juist een relatief groot deel van het makkelijk afbreekbaar CZV in zeefgoed terecht komen. Dat zou betekenen dat het filtraat relatief wat minder goed afbreekbaar CZV bevat. Over het algemeen is de indruk dat de BZV analyse lastig is en niet zo betrouwbaar, daarom is voorzichtigheid geboden met deze resultaten.
- Op rwzi Beemster loopt momenteel ook een praktijkonderzoek naar fijnzeven. Op rwzi Beemster is geen zandvanger/ vetvanger en ligt de concentratie zwevende bestanddelen in het influent circa anderhalf keer hoger dan op rwzi Aarle-Rixtel. Ten opzichte van de prestaties op rwzi Aarle-Rixtel, worden op de rwzi Beemster hogere rendementen behaald. Het influent van rwzi Aarle-Rixtel blijkt erg veel kleine deeltjes te bevatten t.o.v. rwzi Beemster. Zie ook de meetgegevens in bijlage 2. Dit leidt tot lagere verwijderingsrendementen op de fijnzeef van rwzi Aarle-Rixtel. De deeltjesgrootteverdeling van het influent is slechts enkele keren bepaald (Aarle-Rixtel 2x, Beemster 1x) dus de waarneming is nog indicatief en het is moeilijk om hier al definitief een conclusie uit te trekken. Net als op rwzi Aarle-Rixtel ligt op rwzi Beemster het gemeten BZV verwijderingsrendement hoger dan het ontwerp.
- Door de vervuilde zeefbanden (zie operationele ervaringen) is een deel van het zeefbandoppervlak niet effectief. Bij goede werking van de volledige zeefband zal het rendement hoger liggen.



Foto 4: Fijnzeefbanden met filterkoek. Op de rechter foto is de verminderde werking van een vervuilde zeefband te zien

3.4. Zeefgoed

Zeefgoedproductie en samenstelling

De hoeveelheid en de samenstelling van het zeefgoed dat in de onderzoeksperiode is geproduceerd staan in onderstaande tabel 4. In deze tabel staan ook de waarden uit het Technologisch Ontwerp weergegeven. Meer detail over de samenstelling van het zeefgoed (bv metalen, stookwaarde, elementen) is te vinden in bijlage 6.

	Screencap Resultaten	Technologisch Ontwerp ^{*)}	
Zeefgoedproductie	4.777	10.800	kg/d
	1.275	3.240	Kg ds/d
	465	1.182	tds/jr
DS gehalte	26,7	30	%
GR (asrest)	9	-	m%
Vezels...	67	-	m%
.....bestaande uit: Cellulose	55	-	m%
Hemicellulose	7	-	m%
Lignine	5	-	m%
Eiwitten ^{**)}	10	-	m%
Vetten	8	-	m%

^{*)} Technologisch ontwerp teruggerekend naar één fijnzeefstraat

^{**)} Eiwitten berekend uit Nkj gehalte

Tabel 4: Zeefgoedproductie en samenstelling van het zeefgoed

Bespreking resultaten zeefgoedproductie

- De zeefgoedproductie bedraagt in praktijk ongeveer 40% ten opzichte van het Technologisch Ontwerp. De lagere zeefgoedproductie komt overeen met het lagere ZS-verwijderingsrendement van de fijnzeven.
- Het DS gehalte van het ontwaterde zeefgoed (26,7%) ligt iets lager dan het TO (30%). In praktijk blijkt het DS gehalte flink te variëren, perioden met 15% en ruim 30% DS wisselen elkaar af. Op basis van praktijkervaringen op ander locaties zouden hogere DS-gehaltes haalbaar moeten zijn.
- Aandachtspunt bij verdergaande ontwatering van zeefgoed is de kwaliteit van de rejectstroom.
- De samenstelling van het zeefgoed komt overeen met de samenstelling zoals in eerder onderzoek⁵ bepaald. Het zeefgoed bestaat voor het grootste deel uit vezels (67%), deze vezels zijn dan voornamelijk cellulose (55%) en in mindere mate hemicellulose (7%) en lignine (5%). Naast vezels bestaat de rest van de organische bestanddelen van het zeefgoed voornamelijk uit eiwitten (10%) en vetten (8%).

⁵ ACT test in 2014

Zeefgoed vergisting

Zeefgoed kan vergist worden, waarbij biogas wordt geproduceerd. De vergistbaarheid van zeefgoed is bepaald en vergeleken met de vergistbaarheid van spuislib en slibkoek. Zie onderstaande tabel 5 voor de belangrijkste parameters.

	Zeefgoed	Slibkoek	Spuislib 1	Spuislib 2	
Methaan	58	66	69	68	vol % CH ₄
Biogasproductie	166	59	2,3	2,8	Nm ³ /ton nat
	644	259	241	251	Nm ³ /tds
	715	350	342	360	Nm ³ /tos
CZV rendement ^{*)}	72	40	41	45	%
Niet vergistbaar	91	159	7	8	kg ds/ton nat

^{*)} CZV rendement: het deel van de CZV dat wordt omgezet naar biogas

Tabel 5: Vergistbaarheid van zeefgoed, spuislib en slibkoek na 50 dagen vergisting

Bespreking resultaten vergisting

- Zeefgoed is beter vergistbaar dan slib (slibkoek, spuislib), zowel op basis van nat product, op basis van DS als op basis van organische stof (OS).
- Zeefgoed levert factor 2-3 keer zoveel biogas. Het CZV rendement van zeefgoed ligt bijna 2 keer zo hoog als van slib. Daarentegen is het methaangehalte in het biogas dat wordt geproduceerd uit zeefgoed circa 10% lager dan in het biogas uit slib.
- Het niet-vergistbare aandeel in zeefgoed is bijna 2 keer zo laag als in slibkoek.



Foto 5: zeefgoed

3.5. Rejectstroom

De rejectstroom bestaat uit twee verschillende stromen, namelijk:

1. het perswater van de zeefgoed-ontwateringspersen,
2. het drainwater dat vrijkomt bij spoelen / reinigen van de zeefbanden.

Deze twee stromen worden afgevoerd naar de rejectput, en vanuit deze put weer teruggepompt naar het betreffende compartiment van de zandvanger.

Het debiet en de samenstelling van het rejectwater en het perswater en de hieruit berekende gegevens van het drainwater zijn weergegeven in onderstaande tabel 6. Hierin staan tevens de uitgangspunten van het Technologisch Ontwerp, teruggerekend naar één straat.

	Rejectwater		Perswater		Drainwater		
	Screencap	Technol. Ontwerp	Screencap	Technol. Ontwerp	Screencap	Technol. Ontwerp	
Debiet	86	108	34	38,4	52	69,6	(m ³ /d)
ZS	6.370	6.657	13.250	18.420	1.872	150	(mg/l)
	548	719	451	707	97	10	(kg/d)
GR	36	-	37	-	-	-	%
CZV	7.978	9.926	13.091	27.100	4.635	450	(mg/l)
	686	1.072	445	1041	241	31	(kg/d)
BZV	2.027	3.731	3.685	10.165	962	187	(mg/l)
	174	403	125	390	50	13	(kg/d)

Tabel 6: Debiet en samenstelling van reject-, pers- en drainwater. TO voor één straat

Bespreking resultaten rejectstroom

- De vuilvracht in het rejectwater ligt in praktijk lager dan in het TO. De ZS- en CZV- vracht liggen in praktijk op circa 75% en 60% ten opzichte van het TO. Indien de vuilvracht van de rejectstroom wordt beschouwd t.o.v. de zeefgoedproductie, dan is de rejectstroom circa 2 keer hoger dan in het TO.
- In het TO is de vuilvracht in rejectwater vooral afkomstig van perswater, en bevat het drainwater nauwelijks vuilvracht (2% van de rejectstroom). In de praktijk (teruggerekend o.b.v. de balans) voegt het drainwater toch een flinke vuilvracht toe aan het rejectwater (20-35%). Echter, de opvallend hoge CZV/ZS-verhouding in drainwater lijkt niet juist, en wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de samenstelling van het drainwater is teruggerekend uit gegevens van rejectwater en perswater (= balans over rejectput). De hoge verhouding wordt in ieder geval niet verklaard door het zeepverbruik want dat ligt veel lager.
- De vuilvracht in de rejectstroom is aanzienlijk t.o.v. de influentvrachten (ZS 8%, CZV 4 %).
- Via het perswater wordt 26% van het verwijderde zeefgoedmateriaal teruggevoerd naar het influent (zie ook balans), in het TO is dit lager (18%).
- Opvallend is de hoge gloeirest in de rejectstroom (GR=36%) en in het perswater (GR=37%) ten opzichte van het zeefgoed (nat en geperst zeefgoed bevat respectievelijk GR 11,4% en 9,0%, zie verderop) en t.o.v. de fijnzeef toe- en afvoer (GR = 18% en 20%). Het lijkt erop dat veel anorganisch materiaal uit zeefgoed wordt geperst.
- De CZV/ZS verhouding in perswater ligt relatief laag (1,25) t.o.v. verwachting (primair slib en zeefgoed = circa 1,4), maar wordt verklaard door de hoge GR%.
- De CZV/BZV verhouding in rejectwater ligt op circa 4 hetgeen relatief hoog is t.o.v. influent (2,3). Het rejectwater bevat relatief minder goed biologisch afbreekbare componenten.
- Representatieve monsternamen van de rejectput is lastig. De put is niet van een menger voorzien, zodat bezinking in de put zal optreden. Monsternamen vindt plaats nadat de pomp handmatig is gestart. Monstersamenstelling wordt beïnvloed door het tijdstip van handmatige monsternamen, het niveau in de put en de hoeveelheid bezinksel, of er wel of geen reinigingswater in de put aanwezig is etc.

4. Prestaties rwzi

4.1. Operationele ervaring rwzi t.g.v. fijnzeef

Minder onderhoud aan de rwzi wordt verwacht doordat bv. minder spinsels aan (meet)apparatuur aanklitten omdat deze door de fijnzeef ook verwijderd worden. In praktijk is er nog geen invloed merkbaar geweest gedurende onderhoudswerkzaamheden aan meetapparatuur.

De effecten op vervuiling van voortstuwars, beluchtingselementen en ophoping bezinksel in AT, vallen binnen de Screencap onderzoeksperiode niet te beoordelen omdat hier geen onderhoud aan is geweest.

4.2. Proces condities

De procescondities en regelstrategieën zijn in beide zuiveringsstraten identiek.

De voorbehandeling van de voeding naar AT1 met fijnzeven, resulteert in kleine verschillen in slibgehalte, slibbelasting en slibleeftijd. Zie onderstaande tabel 7.

	AT1	AT2	
Slibgehalte	4.9	5.2	g/l
Slibbelasting	0.15	0.17	kg CZV/kg ZS.d
Slibleeftijd	15.6	15.2	dag

Tabel 7: Gemiddelde procesparameters beluchtingstank AT1 en AT2

Toelichting regelstrategie spuislib

Het slibgehalte in de beluchtingstank is de resultante van de regelstrategie voor het spuislib. Het setpoint voor de slibvracht naar de centrifuges wordt ingesteld door de operator, en de regelstrategie bepaalt vervolgens o.b.v. de slibgehalten in straat AT1 en AT2 in welke verhouding slib wordt gespuid. Vanuit de straat met het hoogste slibgehalte wordt in verhouding het meeste slib gespuid.

4.3. Effluentconcentraties

Analyseresultaten

Het effluent van beide zuiveringsstraten en het totaal effluent (mengsel van beide straten) is op verschillende parameters gemeten. Zowel door Aquon als door de rwzi. Gemiddelde waarden van de analyseresultaten gedurende de gehele Screencap onderzoeksperiode zijn weergegeven in onderstaande tabel 8.

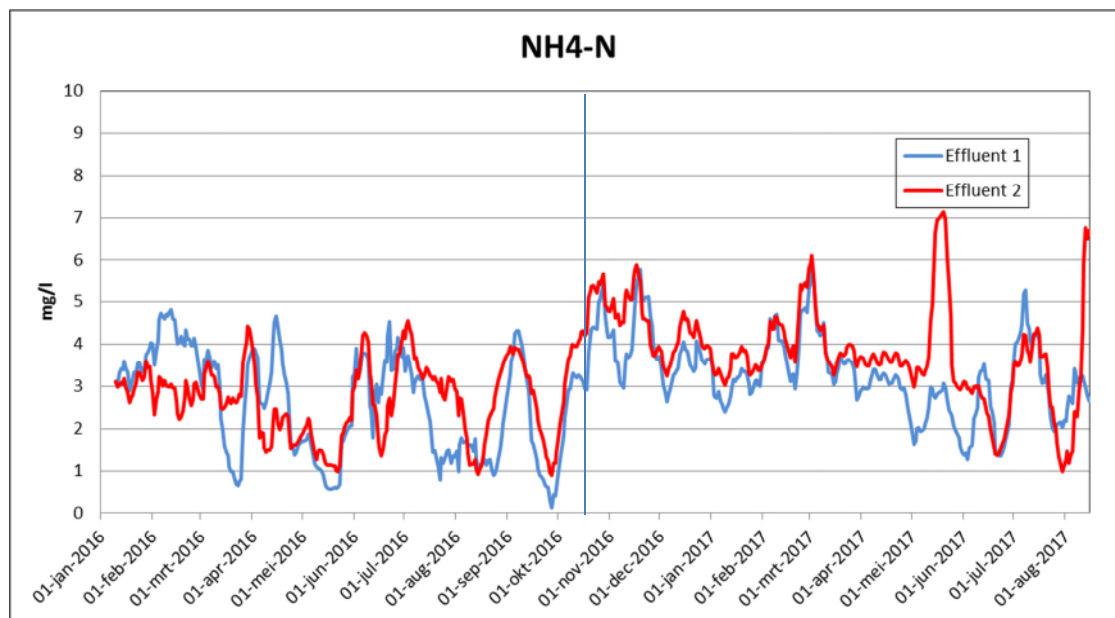
	Effl 1	Effl 2 ^{*)}	Effl totaal	
CZV	44	44	43	mg/l
Nkj	4.6	4.7	4.6	mg/l
NH4-N	2.7	2.9	3.2	mg/l
NO23-N	3.3	2.1	3.8	mg/l
P	0.5	0.6	0.6	mg/l

^{*)} Effluent 2 is een steekmonster, terwijl effluent 1 en totaal effluent allebei 24-uurs verzamelmonsters zijn.

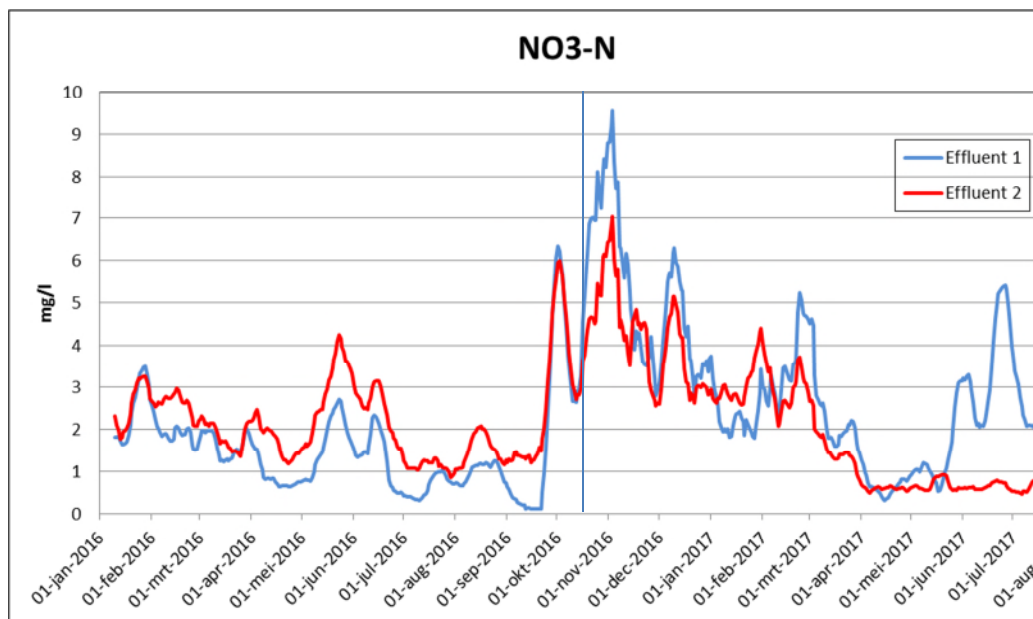
Tabel 8: Gemiddelde analyseresultaten in effluent 1 (fijnzeef) effluent 2 (conventioneel) en in het mengsel van beide effluënten

In-line analysers

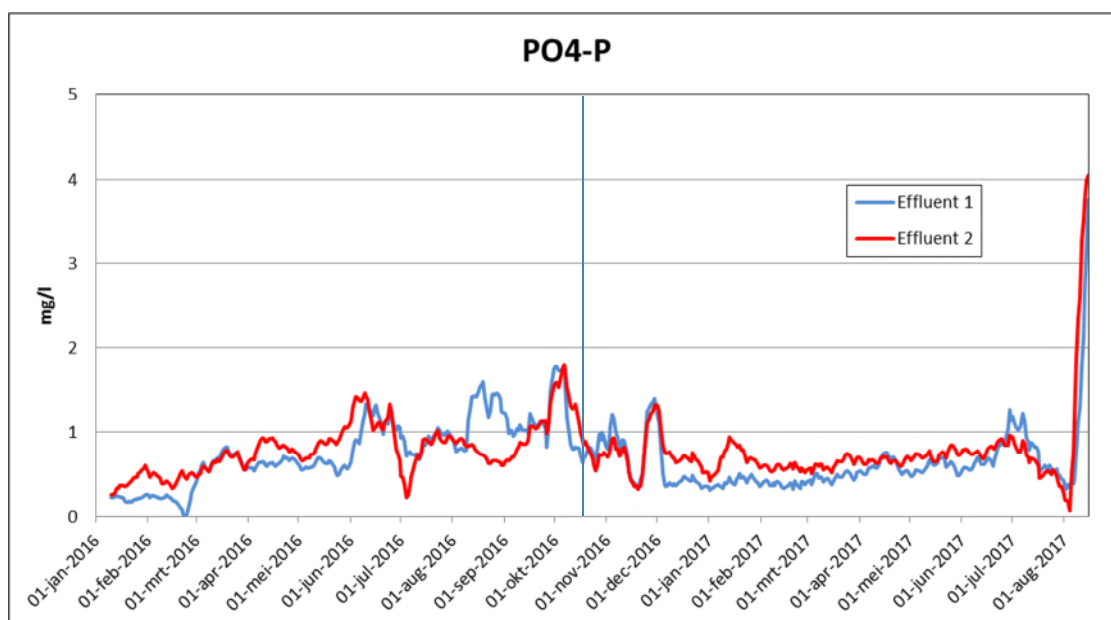
Beide zuiveringsstraten zijn voorzien van in-line analysers, welke vergelijkbare waarden als het effluent behoren te geven. In onderstaande figuren 4, 5 en 6 is de trend van de analysers weergegeven vanaf 1 januari 2016 tot het einde van de screencap periode (15 augustus 2017). Met een lijn is de datum van inbedrijfname van de fijnzeven aangegeven (13 oktober 2016).



Figuur 4: In-line trend van ammoniumconcentratie in de afloop van beluchtingstank naar nabezinktanks



Figuur 5: In-line trend van nitraatconcentratie in de afloop van beluchtingstank naar nabezinktanks



Figuur 6: In-line trend van fosfaatconcentratie in de afloop van beluchtingstank naar nabezinktanks

De gemiddelde waarden van de in-line analysers gedurende de Screencap onderzoeksperiode zijn weergegeven in onderstaande tabel 8.

		AT1	AT2	delta (%)
NH₄-N (mg/l)	gemidd	3,3	4,0	17
	st.dev	1,9	2,1	
NO₃-N (mg/l)	gemidd	3,5	2,3	-49
	st.dev	3,3	2,1	
PO₄-P (mg/l)	gemidd	0,7	0,8	15
	st.dev	0,8	0,8	

Tabel 8: Gemiddelde waarden van in-line analysers gedurende het screencap onderzoek

Bespreking resultaten effluentconcentraties

- De effluenten van AT1 en AT2 zijn vergelijkbaar met elkaar. De verschillen zijn klein en liggen binnen de standaarddeviatie.
- De gemiddelde BZV/P verhouding is door de fijnzeven enigszins gedaald van 35 naar 33, maar ligt nog steeds ruimschoots boven de ondergrens van 15 - 20 die voor goede biologische fosfaatverwijdering wordt aangehouden. De fosfaatverwijdering is goed blijven verlopen tijdens het Screencap onderzoek.
- De kleine verschillen tussen AT1 en AT2 zijn de gemiddelde concentratie $\text{NO}_3\text{-N}$ die in het effluent van de fijnzeefstraat iets hoger lijkt te liggen, terwijl de concentraties $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{PO}_4\text{-P}$ juist iets lager lijken in de fijnzeefstraat. Betreffende de nitraatconcentraties die in effluent 1 wat hoger lijken te liggen, twee opmerkingen. Ten eerste is de verwachting op basis van de nitraatconcentraties in de verzamelmonsters van totaal effluent en effluent 1 dat de concentratie in effluent 2 iets hoger zouden liggen dan effluent 1, terwijl het resultaat van het steekmonster van effluent 2 juist wat lager uitkomt. Een tweede opmerking betreft het opvallende verschil tussen de in-line $\text{NO}_3\text{-N}$ trends van AT's 1 en 2 dat ontstaat vanaf juni 2017, hetgeen waarschijnlijk wordt veroorzaakt door afwijking van de analyzers welke in augustus 2017 is geconstateerd.
- De oorzaak van deze kleine verschillen in effluentconcentraties zou mogelijk kunnen zijn:
 - Lagere BZV/N in de voeding van de fijnzeefstraat. Echter op basis van de gemiddelde metingen zijn de verschillen beperkt (influent: BZV/N = 4,5 en afvoer fijnzeef: BZV/N = 4,4) en liggen gemiddeld ruim boven de ondergrens van 3. Overigens is dit wel opvallend, op basis van de verwijderingsrendementen van de fijnzeef zou je een sterkere afname van BZV/N verwachten van circa 10-15% lager.
 - Beluchttingsregeling: indien AT1 iets meer belucht wordt zal NH_4 en PO_4 (in het algemeen) dalen en zal $\text{NO}_3\text{-N}$ oplopen t.g.v. nadelig effect op de denitrificatie. De O_2 -trends vertonen echter weinig verschil in AT1 en AT2, maar ten gevolge van een geringe afwijking van de metingen zouden er toch verschillen kunnen zijn tussen beide tanks.
 - Actiever slib. Door verwijdering van de vezels uit het influent zijn minder vezels aanwezig in de biologie waardoor het gehalte actieve massa in de biologie groter wordt bij het gebruik van een vergelijkbaar slibgehalte in de AT. Daarentegen zal dan ook de endogene ademhaling hoger zijn, waardoor minder zuurstof beschikbaar is voor omzetting van de componenten in het afvalwater.

4.4. Slibsamenstelling en slibbezinking (SVI)

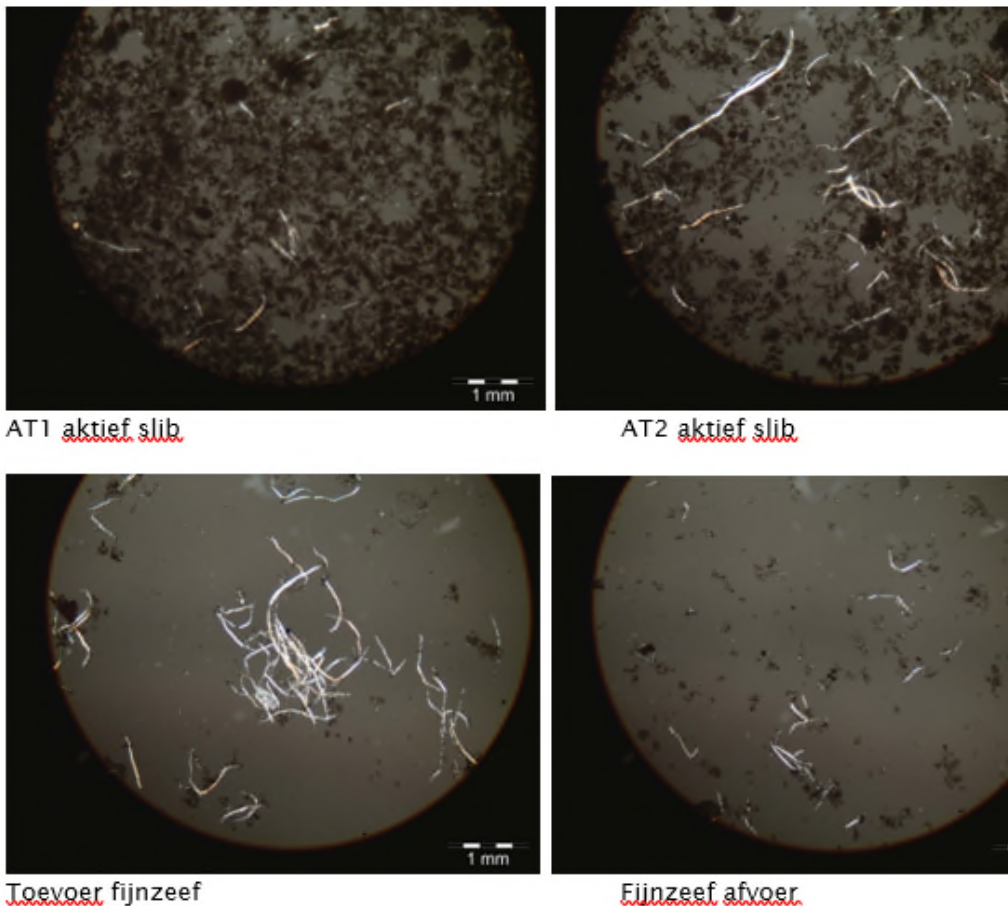
Slibmonsters van de beluchtingstanken AT1 en AT2 zijn op diverse parameters geanalyseerd. In onderstaande tabel 9 staan de resultaten weergegeven van het slibgehalte (ZS), de gloeirest (GR), de bezinkbaarheid (SVI = Slib Volume Index) en het vezelgehalte. Als maat voor het cellulosegehalte is via microscopische telling het aantal vezels in actief slib bepaald.

	AT 1	AT 2	
ZS	4,9	5,2	g/l
GR	25	23	%
SVI	73	72	ml/g
Vezelgehalte	216	398	aantal/ml

Tabel 9: Analyseresultaten van slib uit beluchtingstanken AT1 en AT2

Bespreking resultaten

- Slibgehalte:
 - Het gemiddelde actief slibgehalte in AT1 ligt circa 0,3 g/l lager dan in AT2, hetgeen een verschil is van 7%.
 - Dit is een resultante van de voorbehandeling met fijnzeven en de regelstrategie voor het spuislib.
- Gloeirest:
 - De gloeirest in slib AT1 ligt wat hoger, dit betekent dat het slib wat minder organisch materiaal bevat. Alhoewel de verschillen gering zijn, komt het overeen met de verwachting dat het zeefgoed dat de fijnzeven afvangen een hoog organisch gehalte heeft t.o.v. het influent, waardoor relatief meer anorganisch (asrest) over blijft in de voeding naar de biologie.
- SVI: De slibvolume index is vergelijkbaar in beide AT's. Dus er is geen effect waargenomen van de fijnzeven op de slibbezinking.
- Vezelgehalte: zie ook figuur 7 voor het microscopisch beeld van diverse monsters.
 - De vezelstelling laat zien dat het vezelgehalte in het actief slib van AT1 de helft is van AT2. De resultaten hebben wel een flinke spreiding.
 - Niet alle vezels worden in de fijnzeefstaat verwijderd, ongeveer de helft van de vezels komen toch in de voeding naar de AT terecht. Mogelijke oorzaken hiervan:
 - Vezels die door de mazen van de fijnzeefband gaan
 - Interne overstort in de fijnzeefcompartimenten
 - RWA bypass (inclusief bypass tijdens spoelen/ reinigen)
 - Interne stroom, welke centraat van de centrifuges bevat

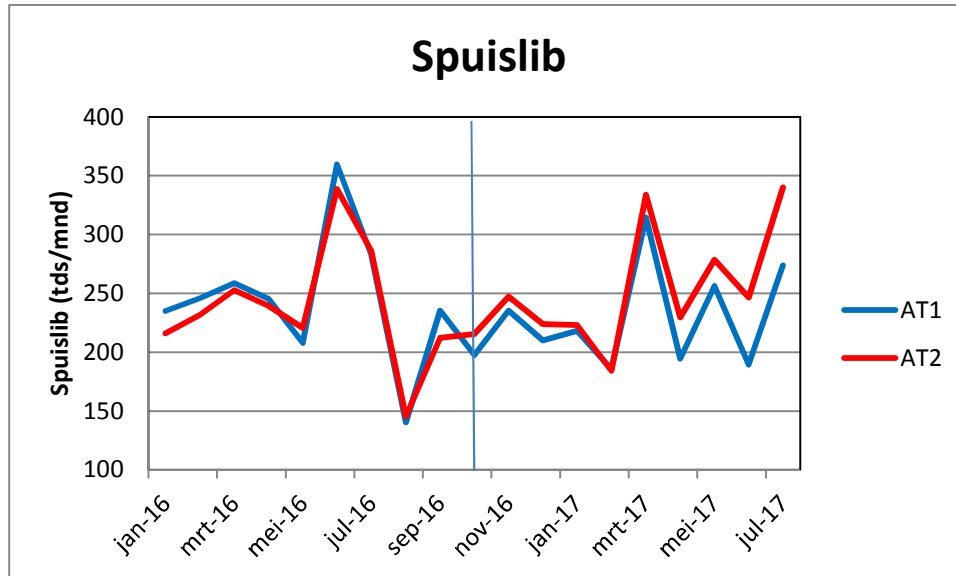


Figuur 7: Microscopisch beeld van de cellulosevezels in toevoer en afvoerstromen van de fijnzeef, en in het actief slib van beide AT's

Het cellulosegehalte in slib is ook bepaald via de “van Soest methode”. Gedurende het onderzoek kwamen de resultaten niet overeen met de verwachting en met het microscopisch beeld. Er werd geen verschil geconstateerd tussen AT1 en AT2, het geanalyseerde vezelgehalte van beide straten bleef gedurende het Screencap onderzoek gelijk aan elkaar. Bovendien was het vezelgehalte in het slib relatief hoog, namelijk 30%. Indien dit volledig uit cellulose bestaat, en niet wordt afgebroken in de rwzi, dan zou het overeenkomen met de toiletpapier balans over de rwzi. Maar de vezels bleken voor meer dan de helft uit hemicellulose te bestaan, voor circa éénderde uit lignine en bevatte slechts een laag aandeel aan cellulose. Mede op basis van de samenstelling van zeefgoed, werd een hoog gehalte cellulosevezels verwacht. Op basis van deze resultaten is geconcludeerd dat de van Soest methode niet geschikt is voor slibmonsters. Afwijkingen en mogelijke storingen van de analysemethode treden op ten gevolge van het relatief hoge asgehalte in het slib, biologische componenten van het slib, zowel bacteriën als overig organisch materiaal (zaadjes, vezels). Mogelijk treedt meer afbraak van cellulose in de biologie op dan verwacht, op rwzi Beemster worden met een enzymatische methode relatief lage cellulose gehalten gevonden. Aanbeveling is om de analyse van cellulose en het gedrag van cellulose in de rwzi verder te onderzoeken.

4.5. Spuislibproductie

De spuislibproductie van zuiveringsstraat AT1 en AT2 zijn weergegeven in onderstaande grafiek vanaf januari 2016. Met een lijn is de inbedrijfname van de fijnzeven aangegeven (13 oktober 2016).



Figuur 8: Spuislibproductie in zuiveringsstraat AT1 en AT2

De gemiddelde waarden van spuislibproductie in beide zuiveringsstraten gedurende de Screencap onderzoeksperiode zijn weergegeven in onderstaande tabel 10.

		AT1	AT2	delta (%)
Spuislib	(tds/mnd)	206	228	10

Tabel 10: Spuislibproductie in de zuiveringsstraten AT1 en AT2

Bespreking resultaten spuislibproductie

- De verwachting was dat de reductie aan spuislibproductie in de fijnzeefstraat AT1 circa 30% zou zijn, namelijk vergelijkbaar met de verwachte zeefgoedproductie (uitgedrukt in tds) omdat de fijnzeef voornamelijk slecht-afbreekbaar materiaal zou verwijderen. De spuislibproductie in AT1 met fijnzeven is in de praktijk ongeveer 10% lager dan in AT2. Jaarlijks zijn er wel variaties (jan-okt 2016 zelfs 3% meer slibproductie in AT1).
- Een verklaring voor de beperkte afname is:
 - Het lagere rendement van de fijnzeef en de lagere zeefgoedproductie
 - De fijnzeef verwijdert ook goed afbreekbaar materiaal (BZV rendement)

4.6. Slibontwatering

De gemiddelde waarden van de slibkoekproductie, het droge-stofgehalte en het polymeerverbruik (PE) en het energieverbruik bij de slibontwatering zijn weergegeven in onderstaande tabel 11. De slibontwateringsprestaties van de fijnzeefstraat en de conventionele straat kunnen niet afzonderlijk vergeleken worden omdat beide spuislibstromen gemengd worden in de sliblijn. Hiervoor was aanvankelijk het idee om het slib van één van beide straten te bufferen om zo het verschil te kunnen testen in de centrifuges, maar in de Screencap onderzoeksperiode is dit niet getest. Daarom zijn in de tabel niet alleen de gegevens van de Screencap periode weergegeven, maar ook de gegevens van de voorafgaande periode (januari t/m september 2016).

	Slibkoekproductie	DS-gehalte	PE-verbruik ^{*)}	Energieverbruik
	tds/mnd	ds%	kg PEact/tds_uit	kWh/d
jan'16-sept'16	454	22,6	18,4	1.272
okt'16-aug'17	467	21,8	17,0	1.290
delta (%)	3	-3	-8	1

^{*)} Polymeer (PE) verbruik uitgedrukt in actief PE per ton (ds) geproduceerd slibkoek

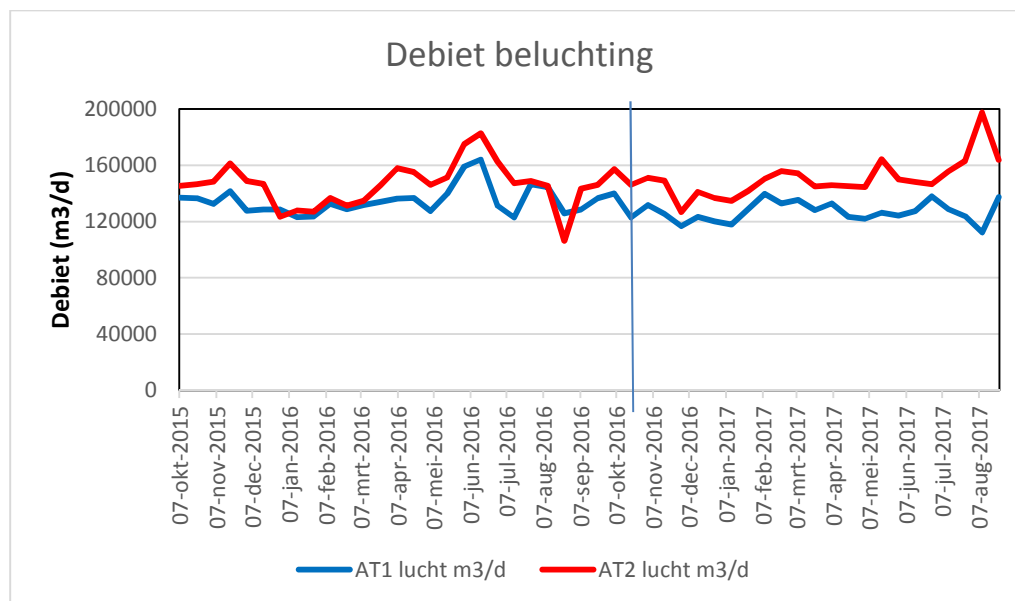
Tabel 11: Prestaties slibontwatering gedurende de screencap onderzoeksperiode (okt'16 – aug'17) en het gedurende de periode jan-sept 2016 voorafgaand aan de inbedrijfname van de fijnzeven

Bespreking resultaten slibontwatering

Vanuit de bedrijfsvoering worden geen verschillen ervaren bij de slibontwatering. Ook uit de tabel blijken geen opvallende verschillen ten opzichte van het verleden. De geringe verschillen liggen binnen de normale jaarlijkse variaties. Uit de tabel blijkt geen verschil in energieverbruik.

4.7. Beluchting

Het beluchtingsdebiet naar beide zuiveringsstraten is weergegeven in figuur 9 vanaf oktober 2015. Zodoende is zowel de Screencap periode als het jaar daaraan voorafgaand weergegeven. Met een lijn is de inbedrijfname van de fijnzeven aangegeven (13 oktober 2016).



Figuur 9: Beluchtingsdebiet in zuiveringsstraat AT1 en AT2

De gemiddelde luchtdebieten en het energieverbruik van beide zuiveringsstraten gedurende de Screencap onderzoeksperiode zijn weergegeven in onderstaande tabel 12.

		AT1	AT2	delta (%)
Luchtdebiet	(m ³ /d)	126.490	149.686	15
E beluchting	(kWh/d)	3.137	3.587	13

Tabel 12: Luchtdebiet en beluchtingsenergie in de zuiveringsstraten AT1 en AT2

Bespreking resultaten beluchting:

- Het luchtdebiet voor de beluchting in de fijnzeefstraat AT1 ligt in de onderzoeksperiode 15 % lager dan in AT2. Jaarlijks worden wel variaties gezien (voorgaand jaar was AT1 ook al 8% lager), maar sinds de opstart van de fijnzeef is het verschil groter.
- De beluchtingsenergie van AT1 ligt in de onderzoeksperiode 13% lager (450 kWh/d) dan AT2. Ter vergelijking was de beluchtingsenergie in het voorgaande jaar juist 2% hoger in AT1, hetgeen apart is omdat het luchtdebiet in AT1 in het voorgaande jaar ook juist lager was dan AT2. Een verklaring hiervoor is niet bekend.
- De resultaten komen overeen met de verwachting dat het beluchtingsdebiet en de benodigde energie zou dalen. Er zal minder zuurstof (lucht) benodigd zijn voor biologische omzetting, doordat de vuilvracht in de voeding daalt ten gevolge van de fijnzeef voorbehandeling. De grootte van de afname is afhankelijk van:
 - o verwijderingsrendement van de fijnzeef,
 - o afbreekbaarheid van de verwijderde componenten,
 - o veranderende samenstelling van het influent zal beluchtingsefficiëntie (alfa factor) beïnvloeden.
- De afname van beluchtingsdebiet en -energie komt qua ordegrrootte overeen met de eerder genoemde capaciteitsuitbreiding (afname van de vuilvracht) van 10%.

4.8. Energieverbruik

Het effect van de fijnzeven op het energieverbruik van de rwzi levert een besparing op voor het energieverbruik voor beluchting en voor slibverwerking. Daarentegen is er een toename van het energieverbruik ten gevolge van de fijnzeefinstallatie zelf.

Het effect op het energieverbruik voor beluchting is in voorgaand hoofdstuk weergegeven (450 kWh/d).

Voor het energieverbruik voor de slibontwatering wordt aangenomen dat deze recht evenredig is met de afname in spuislibproductie. Dit komt overeen met een verlaging van 64 kWh/d.

Het gemiddeld energieverbruik van de volledige fijnzeefinstallatie is 1.656 kWh/d. De grootste energieverbruikers zijn de transportpompen en de blowers, zie ook onderstaande tabel 13.

Uitgedrukt in energieverbruik per m³ behandeld afvalwater komt het totale energieverbruik van de fijnzeefinstallatie op 53 W/m³, en het energieverbruik exclusief de pompen op 32 W/m³ afvalwater.

	Energieverbruik	
Totaal	1.656	kWh/d
Waarvan:		
Voedingspompen	40	%
Blowers	21	%
Fijnzeefbanden	3	%
Ontwateringspers	1	%
Overig*)	34	%

*) Overig: hieronder vallen luchtbehandeling, transportschroeven, drainpompen, hogedrukpompen, zeepreiniging, ventilatie, verlichting, tracing etc.

Tabel 13: Energieverbruik fijnzeefinstallatie en verdeling per component

Een overzicht van het effect van de fijnzeven op het energieverbruik van de rwzi staat in onderstaande tabel 14 weergegeven:

Afname energieverbruik:		
Beluchting	- 450	kWh/d
Slibverwerking	- 64	kWh/d
Toename energie verbruik:		
Fijnzeefinstallatie en -gebouw	1.656	kWh/d
Overall effect:		
toename energieverbruik	1.142	kWh/d
toename zonder locatiespecifieke pompen	480	kWh/d

Tabel 14: Het effect van de fijnzeven op het energieverbruik van de rwzi (één fijnzeefstraat)

Bespreking energieverbruik

- De voorbehandeling van influent met fijnzeven leidt op rwzi Aarle-Rixtel tot een forse toename van het energieverbruik. Bij bedrijfsvoering van één straat neemt het energieverbruik toe met 1.142 kWh/d. Dit is 8% van het totaalverbruik van de rwzi.
- De besparing op energieverbruik is voor 85-90% het gevolg van de afname van beluchtingsenergie. Daarnaast is er een besparing op energie voor slibverwerking, maar deze is relatief beperkt (10-15%).
- De grootste energieverbruiker van de fijnzeefinstallatie zijn de transportpompen, deze verbruiken 40% van de totale energie. Dit is locatie specifiek, op de rwzi AR was een pompfase nodig omdat er onvoldoende hydraulisch verval was om de fijnzeven direct tussen zandvang en biologie te kunnen plaatsen. De tweede grote verbruiker (21 %) zijn de blowers voor het luchtmes van de fijnzeef. De zeefbanden, transportschroeven, persen en overige apparatuur verbruiken relatief weinig energie. De post “overig” is relatief groot, aanbevolen wordt om te onderzoeken wat de grootste verbruikers hiervan zijn.
- Doordat tijdens het Screencap onderzoek relatief meer utilities en equipment in bedrijf zijn geweest, zal bij inbedrijfname van de fijnzeven op beide zuiveringsstraten het extra energieverbruik wel verder toenemen maar niet verdubbelen (schatting 12%).
- Indien het rendement van de fijnzeef hoger is, levert dit meer besparing op energieverbruik voor actief slib beluchting en slibverwerking.
- Mogelijkheden voor energiebesparing op de fijnzeefinstallatie vooral richten op optimale instelling voor de blowers van het luchtmes en de transportpompen.
- Indien geen pompen worden gebruikt, komt het energieverbruik van de fijnzeefinstallatie op circa 1.000 kWh/d, hetgeen 2x hoger is als de besparing op beluchting en slibverwerking. Bij hoger rendement van de fijnzeven en bij energiebesparende maatregelen zou wellicht energie-neutraliteit bereikt kunnen worden.

5. Conclusie

Onderzoek

Het influent van zuiveringsstraat AT1 is gedurende de onderzoeksperiode van 13 oktober 2016 tot 15 augustus 2017 vrijwel continue via de fijnzeefinstallatie behandeld. Slechts een klein deel van het influent (schatting 5-10%) is via de RWA bypass om de fijnzeef geleid. Op die manier is een goed beeld verkregen van het effect van de fijnzeven op het rwzi proces, door de prestaties van de zuiveringsstraat AT1 met de prestaties van de conventionele zuiveringsstraat AT2 te vergelijken.

De belangrijkste prestaties van de fijnzeven en het effect op de belangrijkste parameters van de rwzi staan in onderstaande tabel 15 weergegeven.

Parameter	Waarde
Verwijderingsrendementen (netto):	
ZS ^{*)}	20-25 %
CZV	10-15 %
BZV	15 %
N	2 %
P	2 %
Zeefgoed productie	1275 kg ds/d
Energieverbruik ^{**)}	53 W/m ³
Effect op rwzi proces:	
Effluent concentraties (CZV, N, P)	vergelijkbaar
Slib bezinking (SVI)	vergelijkbaar
Slib ontwatering	vergelijkbaar
Beluchttings debiet	15% reductie
Spuislib productie	10% reductie
Capaciteits rwzi	10% toename

^{*)} ZS analyse uitgevoerd volgens NEN 872 met een glasfilter met poriegrootte 1,2 µm

^{**)} Totale energieconsumptie, inclusief de lokatiespecifieke pomp-stap. Zonder pomp-stap is mogelijk een energieneutrale of -positieve installatie haalbaar.

Tabel 15: De belangrijkste prestaties van de fijnzeven en het effect op de belangrijkste parameters van het rwzi proces

Fijnzeefoperatie

Tijdens de fijnzeefoperatie bleek hardnekkige vervuiling te ontstaan op de zeefbanden, welke niet goed verwijderd kon worden. Dit leidt tot extra onderhoud en slijtage aan de zeefbanden, en tot capaciteitsverlies. Het lijkt een locatiespecifiek probleem waarbij de samenstelling van het influent een rol speelt. Dit verdient verder onderzoek.

De hydraulische capaciteit is tijdens het Screencap onderzoek beperkt gebleven tot 400 m³/h per fijnzeef, terwijl in het Technologisch Ontwerp het maximale debiet per fijnzeef 500 m³/h is tijdens RWA. Hierbij speelt de vervuiling ook een rol.

Andere optimalisatieslagen zijn te behalen bij de prestaties van de ontwateringspers (DS%, vuilvracht perswater) en bij diverse regelingen.

Fijnzeefprestaties

Op basis van analyseresultaten en overige meetgegevens is een goed kloppende balans opgesteld over de fijnzeefinstallatie voor de parameters zwevende stof (ZS) en chemisch zuurstof verbruik (CZV).

Het netto ZS-verwijderingsrendement⁶ van de fijnzeef bedraagt 20-25%, hetgeen lager is dan de waarde die in het Technologisch Ontwerp (49%)⁷ genoemd is. Verklaringen hiervoor zijn het type filter (poriegrootte) dat op het laboratorium bij de ZS-analyse is gebruikt, de indicatie dat het influent van rwzi Aarle-Rixtel relatief veel kleine deeltjes bevat (t.o.v. rwzi Beemster), en diverse aandachtspunten en optimalisatiemogelijkheden betreft de fijnzeefoperatie zoals hiervoor genoemd.

Het netto CZV-verwijderingsrendement van de fijnzeef bedraagt 10-15%, hetgeen de helft is van het Technologisch Ontwerp. Het netto BZV verwijderingsrendement ligt op 15%, hetgeen juist hoger is dan de waarde in het TO (11%). Het verwijderingsrendement van zowel stikstof als fosfor bedraagt circa 2%.

De rejectstroom van de fijnzeefinstallatie bevat een forse vuilvracht; ten opzichte van het influent bedraagt de ZS vracht in de rejectstroom 8%. Via het perswater wordt 26% van de ZS uit het gewonnen natte zeefgoed teruggevoerd naar de rejectstroom. Doordat het rejectwater naar het influent geretourneerd wordt, heeft het een negatief effect op het netto verwijderingsrendement.

De zeefgoedproductie (1.275 kg ds/d) ligt in praktijk lager dan het ontwerp, namelijk op circa 40% t.o.v. het TO. Dit wordt verklaard door het lagere ZS verwijderingsrendement.

Het zeefgoed bestaat voor circa 67% uit vezels, welke voornamelijk uit cellulosevezels bestaan (circa 80% van de vezels, dus circa 55% van het zeefgoed). Daarnaast bevat het zeefgoed circa 10% eiwitten, 8% vetten en 9% asrest. Dit komt overeen met de verwachting op basis van eerder onderzoek⁸.

Het drogestofgehalte (27%) van zeefgoed benadert de waarde die genoemd is in het TO (30%) maar zou bij stabiele operatie hoger moeten kunnen.

Het zeefgoed is goed vergistbaar en levert 2-3 keer meer biogas op t.o.v. de gebruikelijke slibkoek van rwzi Aarle-Rixtel.

Rwzi

De zuiveringsprestaties van de zuiveringsstraat die is uitgevoerd met de fijnzeven en de conventionele zuiveringsstraat zijn vergelijkbaar. De effluentconcentraties (CZV, N, P) zijn vergelijkbaar, de slibbezinking (SVI) is gelijk en er worden bij slibontwatering van het slibmengsel geen verschillen geconstateerd ten opzichte van het verleden.

Door middel van microscopische analyse is bepaald dat het cellulosegehalte in het actief slib van de fijnzeefstraat is gehalveerd t.o.v. de conventionele straat.

In de zuiveringsstraat die is uitgevoerd met fijnzeven wordt 10% minder spuislib geproduceerd, en het benodigde luchtdebiet ligt circa 15% lager dan in de conventionele straat. Deze waarden komen qua ordegrootte overeen met het verwijderingsrendement van de fijnzeven.

⁶ ZS analyse tijdens Screencap uitgevoerd met glasfilter met poriegrootte 1,2 µm

⁷ ZS analyse in het Technologisch Ontwerp uitgevoerd met zwartband papierfilter met poriegrootte 12-25 µm

⁸ ACT test in 2014

Energie

Het totale energieverbruik van de rwzi is met circa 8% (=1.142 kWh/dag) toegenomen ten gevolge van de ingebruikname van de fijnzeven op één van beide zuiveringsstraten. Doordat tijdens het Screencap onderzoek relatief meer utilities en equipment in bedrijf zijn geweest, zal bij inbedrijfname van de fijnzeven op beide zuiveringsstraten het extra energieverbruik wel verder toenemen maar niet verdubbelen (schatting 12%). De toename van het energieverbruik wordt veroorzaakt doordat de fijnzeefinstallatie aanzienlijk meer energie verbruikt dan de besparing op actief slib beluchting en slibontwatering. Een aanzienlijk deel (40%) van het energieverbruik bestaat uit de benodigde pompenergie, welke locatiespecifiek is. De tweede grote post (21%) is de energie die verbruikt wordt voor de blowers van het luchtmes van de fijnzeven. Zonder de pompstap is een energieneutrale installatie wellicht te bewerkstelligen als de rendementen van de fijnzeef verbeteren en energiebesparende maatregelen effectief blijken.

Capaciteitsvergroting rwzi Aarle-Rixtel

De influentvoorbehandeling met fijnzeven heeft op rwzi Aarle-Rixtel gedurende het Screencap onderzoek een capaciteitsvergroting van 10% op één zuiveringsstraat opgeleverd. De resultaten van de bepaling van het netto verwijderingsrendement, de zeefgoedproductie, de verlaging van de spuislibproductie en de verlaging van beluchtingsdebiet komen goed met elkaar overeen en bevestigen de rwzi-capaciteitsvergroting.

Effect bij hoger fijnzeefrendement

Bij hogere fijnzeefrendementen zal het effect op het rwzi proces naar verwachting in lijn liggen met de hier waargenomen resultaten. Het beluchtingsdebiet en de spuislibproductie zullen evenredig afnemen, en slibbezinking en ontwatering zal vergelijkbaar blijven. Tijdens het Screencap onderzoek is nauwelijks een verlaging van de BZV/N verhouding gemeten. Mede omdat dit in tegenspraak is met het relatief hoge BZV rendement van de fijnzeef, blijft deze verhouding wel een aandachtspunt. Bij een hoger verwijderingsrendement wordt verwacht dat de BZV/N verhouding verder gaat dalen, met mogelijk negatieve gevolgen voor de denitrificatieproces en oplopende nitraat ($\text{NO}_3\text{-N}$) in het effluent. Voor de biologische fosfaatverwijdering blijft de BZV/P verhouding naar verwachting voldoende hoog.

Vergelijking met rwzi Beemster

Op rwzi Beemster zijn in dezelfde periode ook fijnzeven in bedrijf genomen. De prestaties van de fijnzeven op rwzi Beemster zijn beter dan op rwzi Aarle-Rixtel. Het verwijderingsrendement voor ZS en CZV ligt op rwzi Beemster circa 1,5 keer hoger en ook de zeefgoedproductie ligt op rwzi Beemster hoger. De problemen met hardnekkige vervuiling en scheurende zeefbanden treden op rwzi Beemster niet op.

Belangrijkste oorzaak voor deze verschillen is het grote aandeel fijne (zand?)deeltjes in het influent van Aarle-Rixtel. Het influent van rwzi Beemster bevat relatief meer deeltjes die groter zijn dan de toegepaste maaswijdte in vergelijking met rwzi Aarle-Rixtel. Daarnaast is het ZS-gehalte in het influent van de rwzi Beemster circa anderhalf keer hoger, hetgeen in het algemeen tot hoger verwijderingsrendement leidt.

6. Aanbevelingen

Optimalisatie fijnzeef operatie

Mede gebaseerd op de waarneming dat een groot deel van het zeefbandoppervlak niet effectief is, is de verwachting dat het rendement van de fijnzeven na succesvolle optimalisatie met factor 1,5X kan toenemen. Ook slijtage en onderhoudswerkzaamheden aan de fijnzeven zal afnemen. Optimalisatie is mogelijk op de volgende aspecten:

- Onderzoek naar hardnekkige verontreiniging van de fijnzeefbanden. Hierbij zowel aandacht voor de herkomst en het ontstaan van de vervuiling als voor de effectieve verwijdering van de vervuiling. Aandachtspunten van het onderzoek zijn analyse en samenstelling van de verontreiniging en het zeefdoek, effectieve reinigingsmethode (type zeep, concentratie, heet water) testen op labschaal en in praktijk, hoge druk sproeiers, frequentie van sproeien en reinigen, inwerktijd van zeep, effectiviteit luchtmes, etc.
- Diverse regelingen werken in praktijk niet optimaal en kunnen verbeterd worden. Voorbeelden hiervan zijn het schakelen van fijnzeven in duo's, het terugvoeren van rejectwater tijdens het drainen van fijnzeefcompartimenten, de stilstand van de fijnzeef tijdens de drainfase... etc.
- Ontwateringspers. Enerzijds gericht op het verhogen van de DS-gehalte (scheelt transportbewegingen), en anderzijds gericht op kwaliteitsverbetering van het perswater (verlaging vuilvracht in interne retourstroom).

Rejectstroom naar slibindikers:

Onderzoek de mogelijkheid om de rejectstroom (of perswater) direct af te voeren naar de slibindikers, waarna deze gezamenlijk met het slib ontwaterd wordt. De rejectstroom bevat een hoge vuilvracht en wordt nu teruggevoerd naar het influent om opnieuw via de fijnzeven behandeld te worden. De concentratie ZS in het rejectwater is vergelijkbaar met spuislib (circa 1%). Deze aanpassing heeft diverse voordelen. De vuilvracht naar de fijnzeven wordt lager hetgeen resulteert in hoger netto verwijderingsrendement en meer capaciteitsvergroting van de rwzi. Een ander voordeel is dat waarschijnlijk minder slijtage aan zeefbanden gaat optreden omdat deze stroom een relatief hoge gloeirest bevat.

Deeltjesgrootteverdeling influent

Bepaal nog enkele keren de deeltjesgrootteverdeling in het influent van rwzi Aarle-Rixtel en ook in het influent van enkele andere rwzi's met fijnzeven, om inzicht te verkrijgen in de relatie tussen deeltjesgrootteverdeling en verwijderingsrendement van de fijnzeef. Probeer inzicht te krijgen in de oorzaak van verschillen in deeltjesgrootteverdeling, bijvoorbeeld de invloed van pers- en vrijverval stelsels, industriële lozers, bodemgesteldheid, aanwezigheid van een zand- en vetvanger op de rwzi etc.

Energiebesparing

Onderzoek de mogelijkheden om energie te besparen op de grootste energieverbruikers. Energieverbruik van de blowers van de fijnzeef kan wellicht verlaagd worden door optimalisatie van het luchtmes (afstelling, druk, debiet). Mogelijk kan door slimme regeling energie bespaard worden op de transportpompen.

Cellulose

- Analysemethoden. Onderzoek de toepasbaarheid en de onderlinge verschillen van analysemethoden (van Soest, enzymatisch) van cellulose in slib, zeefgoed, influent etc. Onderzoek welke storingen optreden, welke overige “vezels” worden gemeten, etc.
- Cellulosebalans over de rwzi: bepaal hoeveel cellulose via het influent aangevoerd wordt (o.b.v. analyses en theoretisch o.b.v. kentallen voor toiletpapierverbruik), hoeveel cellulose in de rwzi wordt omgezet, hoeveel cellulose wordt afgevoerd via slib en via zeefgoed. Indien er afbraak van cellulose optreedt in de rwzi, bepaal dan of er een seizoenseffect is.

BIJLAGEN

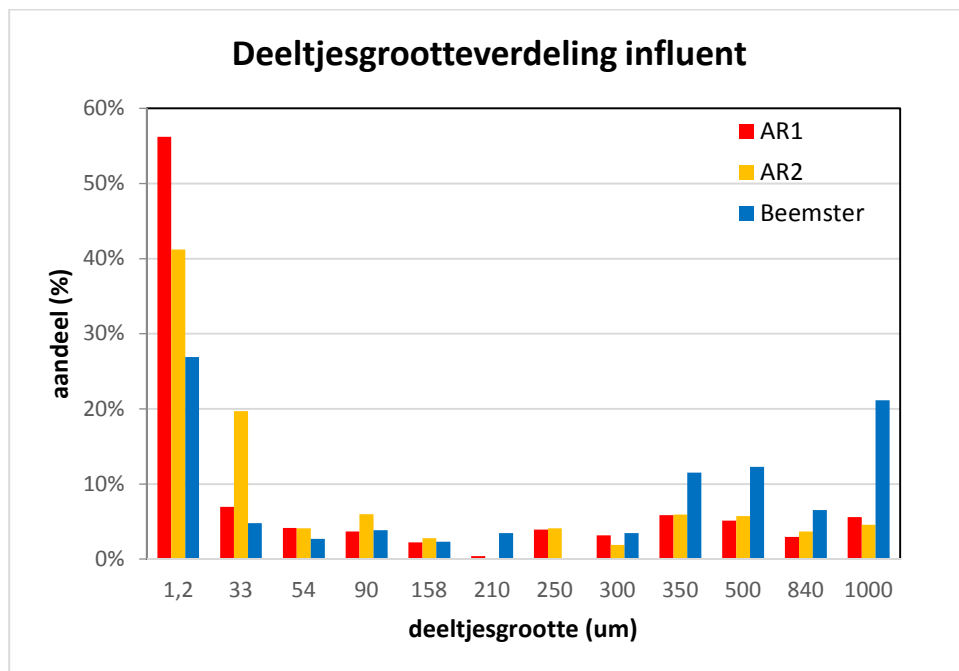
- 1. Analysemethoden**
- 2. Deeltjesgrootteverdeling influent**
- 3. Flowschema rwzi Aarle Rixtel**
- 4. Flowschema fijnzeven op rwzi Aarle Rixtel**
- 5. Balans over fijnzeefinstallatie**
- 6. Analysegegevens**

Bijlage 1: Analysemethoden

Methode	Analyse door:	Techniek	Norm
ZS	Aquon	gravimetrie	NEN-EN 872
DS	Aquon	gravimetrie	NEN- EN 12880
Gloeirest van de ZS	Aquon	gravimetrie	NEN- EN 12879
Gloeirest van de DS	Aquon	gravimetrie	NEN- EN 12879
BZV	Aquon	electrochemie	NEN-EN 1899-1
Nkj	Aquon	titrimetrie	NEN- ISO 5663
CZV	Aquon	fotometrie	NEN 6633
NH4-N	Aquon	fotometrie	NEN 6604 (2007) vervallen norm
NO23-N	Aquon	fotometrie	NEN 6604 (2007) vervallen norm
P totaal	Aquon	autoclaaf	NEN-EN-ISO 6878 (ontsluiting) NEN-EN-ISO 15681-2 (analyse)
PO4-P	Aquon	fotometrie	NEN 6604 (2007) vervallen norm
Olie en vetten	Aquon	gravimetrie, directe extractie	eigen methode
Metalen, incl. voorbehandling:	Aquon	ontsluiting	divesre, zie website Aquon
calorische waarde	Aquon		
Slibactiviteit	Aquon		eigen methode
vergistbaarheid	Aquon, Opure	biogasproductie	
cellulose (incl. hemicellulose en lignine)	Aquon, Masterlab	gravimetrie	van Soest methode
eiwitten	Aquon		berekend uit Nkj (factor 6,25)
kiemgetal	Aquon		
microscopisch slibonderzoek	Aquon	microscopie	eigen methode
microscopische vezel telling	Aquon	microscopie	eigen methode
ZS	rwzi	gravimetrie	
CZV	rwzi	fotometrie	cuvet Machery Nagel
Ntot (cuvet)	rwzi	fotometrie	cuvet Machery Nagel
NH4-N	rwzi	fotometrie	cuvet Machery Nagel
NO23-N	rwzi	fotometrie	cuvet Machery Nagel
P totaal	rwzi	fotometrie	cuvet Machery Nagel
PO4-P	rwzi	fotometrie	cuvet Machery Nagel
SVI	rwzi	volumetrisch	

Voor meer detail over de analysemethoden van Aquon, zie de website:
<http://www.aquon.nl/downloads/downloads.aspx>

Bijlage 2: Deeltjesgrootteverdeling influent



Deeltjesgrootteverdeling influent Aarle Rixtel (2x) en Beemster



Bijlage 3: flowschema rwzi Aarle Rixtel

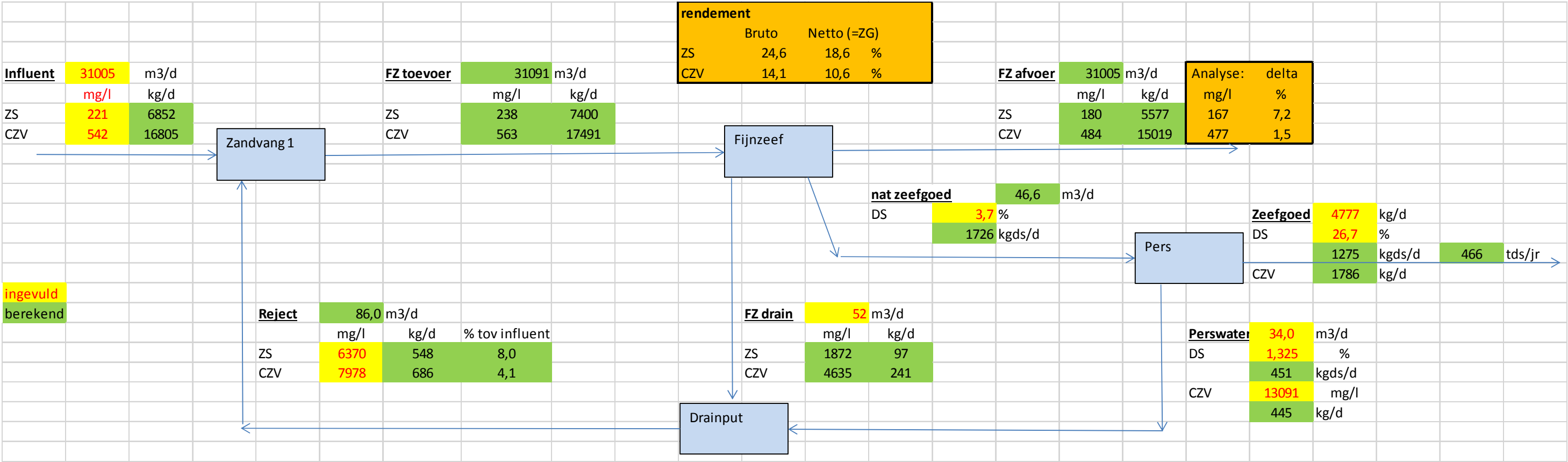




Bijlage 4: flowschema fijnzeven op rwzi Aarle Rixtel



Bijlage 5: Balans over fijnzeefinstallatie





Bijlage 6: Analysegegevens

Influent:

	Aquon										rwzi									
Datum	ZS	CZV	BZV	NKj	Ptot	CZV/BZV	CZV:N	CZV:P	BZV:N	BZV:P	ZS	CZV	Ntot	NH4-N	NO23-N	Ptot	PO4-P	CZV:N	CZV:P	
						berekend	berekend	berekend	berekend	berekend								berekend	berekend	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	-	-	-	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	-	
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017																				
gemiddelde	224	532	226	53	6,9	2,4	10	78	4,3	33	199	531	51	24	1	7	5	11	77	
st dev	61	129	62	14	1,7	0,3	2	12	1,2	6	77	143	15	8	1	2	1	2	15	
aantal	45	44	43	45	45	42	44	43	44	43	36	42	41	40	40	39	38	39	39	
Periode: 4 febr t/m 15 aug 2017																				
gemiddelde	226	567	243	52	7,1	2	11	81	4,5	35	217	517	49	28	1	7,0	5	11	73	
st dev	56	101	51	8	1,4	0	1	12	1,1	5	87	147	14	10	0	1,8	1	2	16	
aantal	30	29	28	30	30	27	29	28	29	28	20	20	19	19	19	19	19	19	19	

Toevoer fijnzeef:

	Aquon														rwzi											
Datum	ZS	GR	CZV	BZV	NKj	NH4-N	NO23-N	Ptot	PO4-P	CZV:BZV	CZV:N	CZV:P	BZV:N	BZV:P	ZS	CZV	CZVf	Ntot	Ntot f	NH4-N	NO23-N	Ptot	Ptot f	PO4-P	CZV:N	CZV:P
										berekend	berekend	berekend	berekend	berekend											berekend	berekend
	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l			mg/l		-	-	-	-	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	-
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017																										
gemiddelde	273	19,6	672	257	58			7,3		2,7	11,4	90	4,4	34	252	625	311	54	48	26	1,3	7,3	5,2	5,5	11,1	88
st dev	186	5,7	430	138	15			2,3		0,7	5,2	30	1,6	10	272	293	149	16	14	9	0,5	2,5	1,3	1,5	4,1	23
aantal	39	39	39	34	39			39		34	39	39	34	34	53	56	55	54	51	49	49	51	51	49	39	39
Periode: 4 febr t/m 15 aug 2017																										
gemiddelde	215	17,5	535	224	49			6,4		2,5	11,1	87	4,5	35	215	549	267	50	44	33	1,3	7,1	5,3	5,5	9,3	72
st dev	46	4,7	128	58	11			1,7		0,5	1,5	22	0,6	10	57	162	104	13	12	10	0,3	1,5	1,3	1,3	1,7	15
aantal	17	17	17	17	17			17		17	17	17	17	17	28	28	28	25	25	23	23	23	24	23	11	11

Afvoer Fijnzeef:

	Aquon														rwzi											
Datum	ZS	GR	CZV	BZV	NKj	NH4-N	NO23-N	Ptot	PO4-P	CZV:BZV	CZV:N	CZV:P	BZV:N	BZV:P	ZS	CZV	CZVf	Ntot	Ntot f	NH4-N	NO23-N	Ptot	Ptot f	PO4-P	CZV:N	CZV:P
										berekend	berekend	berekend	berekend	berekend											berekend	berekend
	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l			mg/l		-	-	-	-	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	-
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017																										
gemiddelde	173	22,6	499	200	53			6		2,5	9,7	78	3,9	32	153	497	306	52	47	26	1,3	6,8	5,2	5,3	10	75
st dev	57	6,3	147	69	15			2		0,5	2,1	14	1,1	7	55	151	130	15	14	10	0,6	1,8	1,4	1,4	2	16
aantal	41	40	41	36	41			41		36	41	41	36	36	54	57	56	55	52	50	50	52	51	51	54	52
Periode: 4 febr t/m 15 aug 2017																										
gemiddelde	165	20,2	478	208	48			6		2,3	10,1	76	4,4	33	168	476	270	50	45	33	1,2	7,1	5,3	5,6	9	68
st dev	47	5,7	129	65	13			2		0,3	1,1	9	0,7	6	50	113	100	13	13	10	0,2	1,5	1,2	1,2	2	10
aantal	19	19	19	19	19			19		19	19	19	19	19	29	29	29	26	26	24	24	24	24	25	26	24



Geperst zeefgoed:

Nat zeefgoed:

	Aquon		rwzi
Datum	DS	GR	DS
	%	%	%
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017			
gemiddelde	3,9	11,4	3,5
st dev	0,7	2,6	0,8
aantal	33	33	43

Perswater:

	Aquon				rwzi		
Datum	ZS	GR	CZV	BZV5	ZS	CZV	CZV f
	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Periode: 4 febr t/m 15 aug 2017							
gemiddelde	13524	37	12838	3685	12977	13345	1701
st dev	12006	17	7321	2611	8653	5637	1504
aantal	17	17	17	17	21	24	25

Reject water:

	Aquon				rwzi		
Datum	ZS	GR	CZV	BZV5	ZS	CZV	CZV f
	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Periode: 10 maart t/m 15 aug 2017							
gemiddelde	4355	36	6987	2027	8385	8969	1303
st dev	6120	24	9062	2955	7335	5485	861
aantal	13	13	13	13	16	18	18

Effluent 1:

	Aquon					rwzi							
Datum	ZS	CZV	BZV	NKj	Ptot	ZS	CZV	Ntot	NH4-N	NO23-N	Nkj	Ptot	PO4-P
											berekend		
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017													
gemiddelde	5,6	41,8	4,2	4,6	0,5	4,6	53,1	8,0	2,7	3,3	4,6	0,5	0,3
st dev	2,1	7,9	3,0	2,3	0,5	3,5	14,5	4,0	2,3	2,3	2,9	0,3	0,3
aantal	36	36	35	36	36	35	43	41	43	43	42	41	43

Effluent 2:

	Aquon					rwzi							
Datum	ZS	CZV	BZV	NKj	Ptot	ZS	CZV	Ntot	NH4-N	NO23-N	Nkj	Ptot	PO4-P
											berekend		
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017													
gemiddelde	6,2	42,0	3,9	5,0	0,6	4,2	52,4	7,2	2,9	2,1	4,5	0,5	0,2
st dev	2,3	9,1	2,4	1,6	0,6	3,0	15,3	2,4	1,3	1,7	2,0	0,3	0,3
aantal	35	35	35	35	35	31	39	36	38	37	37	37	38

Totaal effluent:

	Aquon										rwzi						
Datum	ZS	CZV	BZV	NKj	NH4-N	NO23-N	Ntot	Ptot	PO4-P	ZS	CZV	Ntot	NH4-N	NO23-N	Nkj	Ptot	PO4-P
							berekend								berekend		
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017																	
gemiddelde	5,9	41,0	4,0	4,7	1,7	4,2	8,0	0,5	0,1	4,6	52,0	8,4	3,2	3,3	4,6	0,6	0,3
st dev	2,2	7,9	2,2	2,4	0,0	4,1	4,7	0,4	0,0	3,0	14,5	4,2	3,2	2,4	2,4	0,4	0,3
aantal	51	51	51	51	1	50	39	50	1	35	44	41	43	43	38	40	41

Beluchtingstank AT1:

	Aquon											rwzi	
Datum	ZS	GR	NKj	Microscopisch beeld vezels	Aktiviteit: nitrif. (tox) sneltest	Aktiviteit: respiratie meting	Aktiviteit: respiratie- meting	Denitr. Snelh	Nitr.Snelh	P-opn.Snelh	P-afg.Snelh.	ZS	SVI
							berekend						
	mg/l	%	mg/l	vezels/ml	mgN/gds.h	mgO2/l.h	mgO2/gDS.h	mgN/gDS.h	mgN/gDS.h	mgP/gDS.h	mgP/gDS.h	g/l	ml/g
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017													
gemiddelde	4808	24,5	325	216	1,8	14,5	3,2	3,6	3,6	14,2	12,6	4,8	73
st dev	576	2,0	7	146	0,4	2,5	0,7	0,0	0,0	0,7	1,1	0,6	5
aantal	28	26	2	16	5	5	5	1	1	2	2	40	38

Beluchtingstank AT2:

	Aquon										rwzi		
Datum	ZS	GR	NKj	Microscopisch beeld vezels	Aktiviteit: nitrif. (tox) sneltest	Aktiviteit: respiratie meting	Aktiviteit: respiratie- meting	Denitr. Snelh	Nitr.Snelh	P-opn.Snelh	P-afg.Snelh.	ZS	SVI
							berekend						
	mg/l	%	mg/l	vezels/ml	mgN/gds.h	mgO2/l.h	mgO2/gDS.h	mgN/gDS.h	mgN/gDS.h	mgP/gDS.h	mgP/gDS.h	g/l	ml/g
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017													
gemiddelde	5164	22,9	363	398	1,5	15,0	2,9	3,0	3,0	12,6	12,4	5,2	72
st dev	712	1,9	0	203	0,5	2,5	0,7	0,0	0,0	1,0	0,7	0,8	7
aantal	28	27	2	15	5	5	5	1	1	2	2	40	38



Spuislib AT1:

	Aquon																												rwzi							
Datum	DS	GR	NKj	EOV	eiwit (berekend)	NDF	ADF	ADL	cellulose (berekend)	hemicellulose (berekend)	lignine (berekend)	vergistbaarheid, na ca 30 dagen					vergistbaarheid, na ca 50 dagen							metalen (mg/kgds)								DS				
					factor 6.25				ADF-ADL	NDF-ADF	ADL	ds%	OS% in DS	Biogasprod. Nm3/ton nat	Biogasprod. (berekend) Nm3/tds	Biogasprod. (berekend) Nm3/tos	ds%	OS% in DS	Biogasprod. Nm3/ton nat	Methaan vol % CH4	CZV- rendement %	H2S ppm	Niet- vergistbaar (netto) kgds/ton nat	Biogasprod. (berekend) Nm3/tds	Biogasprod. (berekend) Nm3/tos	As mg/kg	Cd kg	Cr g	Fe mg/kg	Cu mg/kg	Hg kg	Pb mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg	%	
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017																																				
gemiddelde	1,0	29	63	35	39	30,0	13,8	9,6	4,2	16,1	9,6	0,8	70,3	1,7	210	299	1,0	70,6	2,3	69	41	280	6,5	241	342	4,6	1,2	46	12500	605	0,5	113	33	700	1,1	
st dev	0,3	8	4	0	3	2,5	1,3	1,0	0,7	2,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,2	0,3	0,4	2	3	26	1,5	4	4	0,5	0,1	9	1500	75	0,1	18	8	60	0,3	
aantal	31	31	2	2	2	13	13	13	13	13	13	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32

Spuislib AT2:

Datum	DS	GR	NKj	EOV	eiwit (berekend)	NDF	ADF	ADL	cellulose (berekend)	hemicellulose (berekend)	lignine (berekend)	vergistbaarheid, na ca 30 dagen					vergistbaarheid, na ca 50 dagen							metalen (mg/kgds)								DS				
					factor 6.25				ADF-ADL	NDF-ADF	ADL	ds%	OS% in DS	Biogasprod.	Biogasprod. (berekend)	Biogasprod. (berekend)	ds%	OS% in DS	Biogasprod.	Methaan	CZV- rendement	H2S	Niet- vergistbaar (netto)	Biogasprod. (berekend)	Biogasprod. (berekend)	As	Cd	Cr	Fe	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn		
	%	%	g/kg	g/kg	gew%	%	%	%	%	%	%	%	%	Nm3/ton nat	Nm3/tds	Nm3/tos	%	%	Nm3/ton nat	vol % CH4	%	ppm	kgds/ton nat	Nm3/tds	Nm3/tos	mg/kg	mg/ kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017																																				
gemiddelde	1,1	27	59	588	37	29	13,9	9,0	4,9	15,2	9,0	1,1	71	2,6	237	333	1,1	70	2,8	68	45	220	8,0	251	360	4,3	1,1	46	12500	580	0,4	110	31	705	1,2	
st dev	0,3	4	3	565	2	6	3,1	2,1	1,1	3,4	2,1	0,0	1	0,1	6	1	0,0	3	0,3	1	7	57	1,4	38	40	0,6	0,0	5	500	40	0,1	10	5	15	0,3	
aantal	32	32	2	2	2	14	14	14	14	14	14	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	33	

Centrifugekoek:

	Aquon																												rwzi			
Datum	DS	GR	NKj	Ptot	calorische waarde	vergistbaarheid, na ca 30 dagen					vergistbaarheid, na ca 50 dagen								metalen (mg/kgds)										DS			
						ds%	OS% in DS	Biogasprod.	Biogasprod. (berekend)	Biogasprod. (berekend)	ds%	OS% in DS	Biogasprod.	Methaan	CZV- rendement	H2S	Niet- vergistbaar (netto)	Biogasprod. (berekend)	Biogasprod. (berekend)	As	Cd	Cr	Fe	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	Mo	Sb	V	
	%	%	g/kg	g/kg	kJ/g			Nm3/ton nat	Nm3/tds	Nm3/tos			Nm3/ton nat	vol % CH4	%	ppm	kgds/ton nat	Nm3/tds	Nm3/tos	mg/k g	mg/ kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
Periode: 13 okt 2016 t/m 15 aug 2017																																
gemiddelde	21,7	24,0	64	38	16	22,7	74,0	52	228	308	22,7	74,0	59	66	40	262	159	259	350	3,9	1,2	47	11600	585	0,4	92	30	938	7,3	14	10,4	22,2
st dev	1,2	2,9	3	9	0	0,0	0,6	3	12	14	0,0	0,6	1	0	1	7	2	6	5	0,1	0,0	7	1510	15	0,1	14	4	121	0,5	5	0,6	4,2
aantal	28	28	9	9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	33



