

Influentvoorbehandeling met trommelzeven op rwzi Leidsche Rijn

Tonke van de Pol, Bert Geraats (Eliquo Water&Energy), Erik Rekswinkel (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden)

Met de inbedrijfstelling van een trommelzeefinstallatie op rwzi Leidsche Rijn in Utrecht is een fundament gelegd voor toekomstig hergebruik van cellulose. Met deze installatie neemt tevens de zuiveringscapaciteit toe. Voorafgaande aan de oplevering is met een testfase aangetoond dat de gerealiseerde trommelzeefinstallatie voldoet aan de verwachtingen en projecteisen. De trommelzeefinstallatie verwijdert meer dan 30% zwevende stof uit het influent en het zeefgoed wordt ingedikt naar 25% TSS.

Sinds oktober 2019 wordt het afvalwater dat voorheen in Maarssen en Maarssenbroek werd gezuiverd ook op rwzi Leidsche Rijn in Utrecht behandeld. Hierdoor is de belasting van de rwzi vergroot van 76.000 inwonerequivalenten (i.e) en 1.505 m³ per uur naar 140.000 i.e. en 2.840 m³ per uur . Voor de gewijzigde situatie is een ontwerp gemaakt waarbij de rwzi is uitgebreid met een nabezinktank, een nieuw en vergroot beluchtingssysteem en een trommelzeefinstallatie.

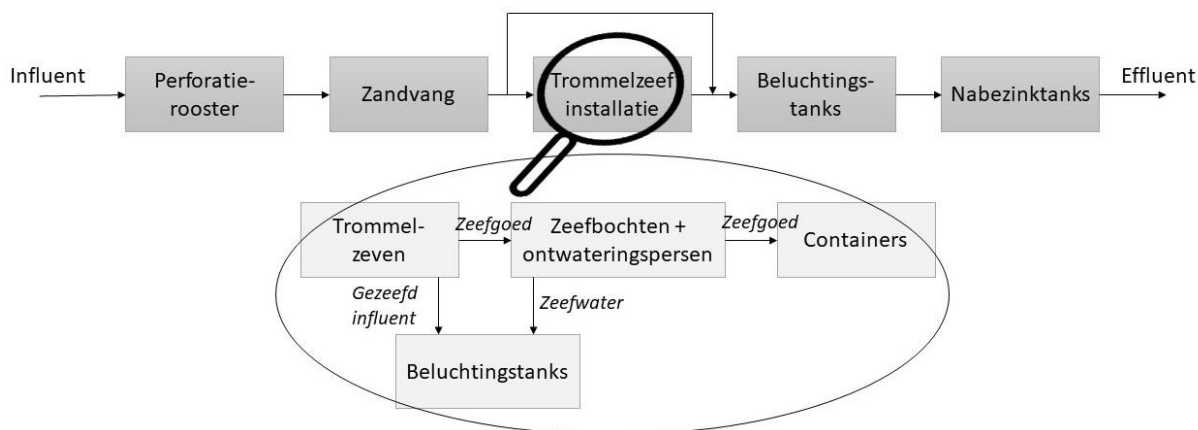
De functie van de trommelzeefinstallatie is om, na roostering en zandvang, zwevende stof uit het influent te verwijderen, in te dikken en in containers af te voeren. De verwijdering van zwevende stof heeft de volgende positieve gevolgen:

- Belastingvermindering van de twee actiefslibtanks. Vooral bij tijdelijke uitbedrijfname van een van beide actiefslibtanks wordt de resterende tank zwaar belast. Een trommelzeefinstallatie genereert, door vermindering van het aandeel niet-actieve organische stof in het actiefslib, extra zuiveringscapaciteit;
- Door afvang van haren en vezels, spoelen voornamelijk opgeloste bestanddelen naar de actiefslibtanks. Hierdoor wordt het risico op een noodgedwongen uitbedrijfname van (één van) de tanks door schade aan de plaatbeluchtingsinstallatie aanzienlijk verkleind;
- De verwijdering van de celluloserijke stroom uit het influent biedt mogelijkheden voor een waardevol hergebruik van deze vezels.

De trommelzeefinstallatie, die sinds juni 2020 in gebruik is, is ontworpen en gebouwd door Eliquo Water&Energy in samenwerking met onder andere Dutch Spiral, Van Hattum en Blankevoort. De testperiode is recent afgerond, waarin de contractueel overeengekomen prestaties van de installatie zijn aangetoond.

Ontwerp trommelzeefinstallatie

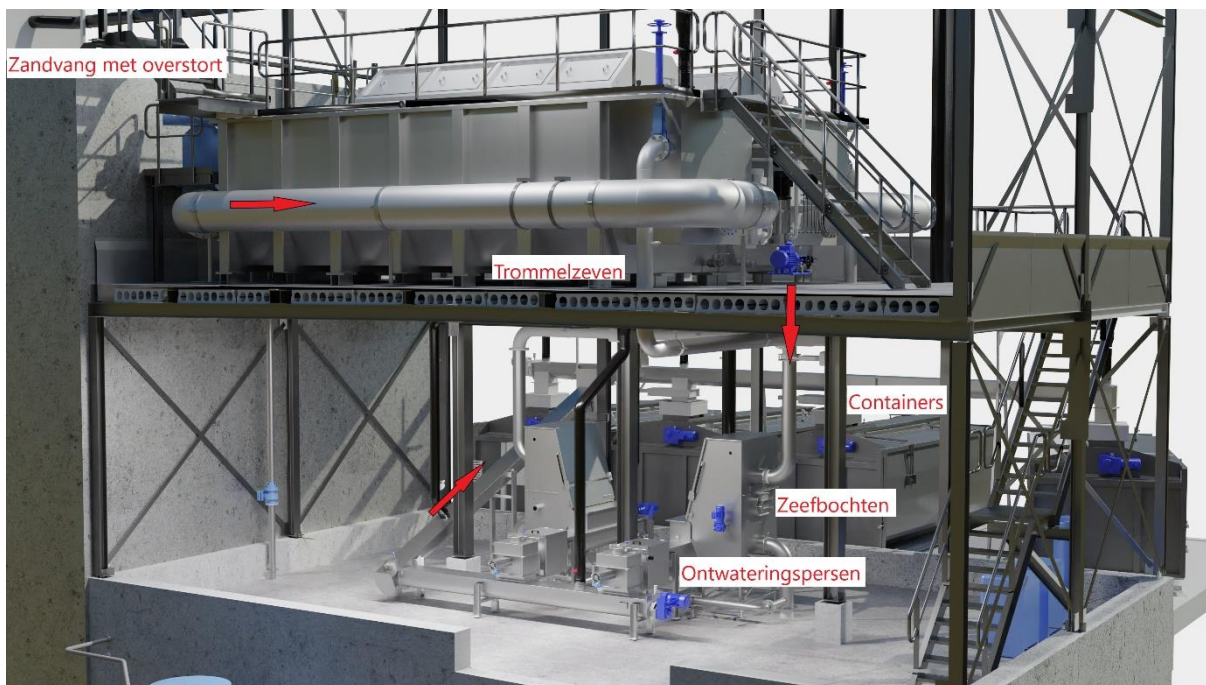
Procesconfiguratie



Afbeelding 1. Processchema van de waterlijn rwzi Leidsche Rijn, ingezoomd op de processtappen van de trommelzeefinstallatie

Afbeelding 1 geeft een processchema weer van de zuiveringsstappen op rwzi Leidsche Rijn en de specifieke processtappen van de trommelzeefinstallatie. Het influent van rwzi Leidsche Rijn passeert achtereenvolgens een perforatieroosterstap (6 mm), een zandvang en vervolgens de trommelzeefinstallatie. In de afloop van de zandvang is een gootconstructie gerealiseerd, gekoppeld aan twee aanvoerleidingen naar twee trommelzeven. De trommelzeefinstallatie behandelt niet het volledige influent-aanvoerdebiet, er is voorzien in een bypass.

De trommelzeefinstallatie van Leidsche Rijn bestaat uit twee parallel opgestelde fijnmazige HUBER-trommelzeven (Type Drum Screen LIQUID [1]). De door de trommels afgevangen zwevende stof, het zeefgoed, wordt ontwaterd met twee zeefbochten en twee ontwateringspersen. Het ontwaterde zeefgoed wordt naar drie schroefcontainers afgevoerd door middel van een asloos schroeftransport. Het zeefwater uit de beide ontwateringsstappen wordt naar de actiefslib tanks teruggevoerd. De trommelzeefinstallatie is modulair gebouwd. In afbeelding 2 is een schematische tekening te zien met een overzicht van de trommelzeefinstallatie.



Afbeelding 2. Schematische tekening van de trommelzeefinstallatie: afloop zandvang; twee trommelzeven; twee zeefbochten, twee ontwateringspersen en schroefcontainers voor opslag van het ontwaterde zeefgoed

Dimensionering

De droogweeraanvoer (DWA) bij rwzi Leidsche Rijn is 1400 m³ per uur, de regenweeraanvoer (RWA) is 2840 m³ per uur. De trommelzeefinstallatie is ontworpen op basis van de uitgangspunten in tabel 1. Niet het volledige RWA-debiet hoeft te worden behandeld. Wanneer de aanvoer de maximale capaciteit van de trommelzeefinstallatie overschrijdt, wordt het overschot omgeleid naar de beluchtingstanks.

Tabel 1. Uitgangspunten influent voor dimensionering trommelzeefinstallatie

		Gemiddeld	Maximaal
Debiet	m ³ h ⁻¹	1084	1850
Concentratie TSS	mg l ⁻¹	307	94
Vracht TSS	kg h ⁻¹	332	174

Trommelzeven



Afbeelding 3. Links: positionering van een trommelzeef op rwzi Leidsche Rijn. Rechts: binnenaanzicht van de korf van een trommelzeef, met bovenin de opvanggoot

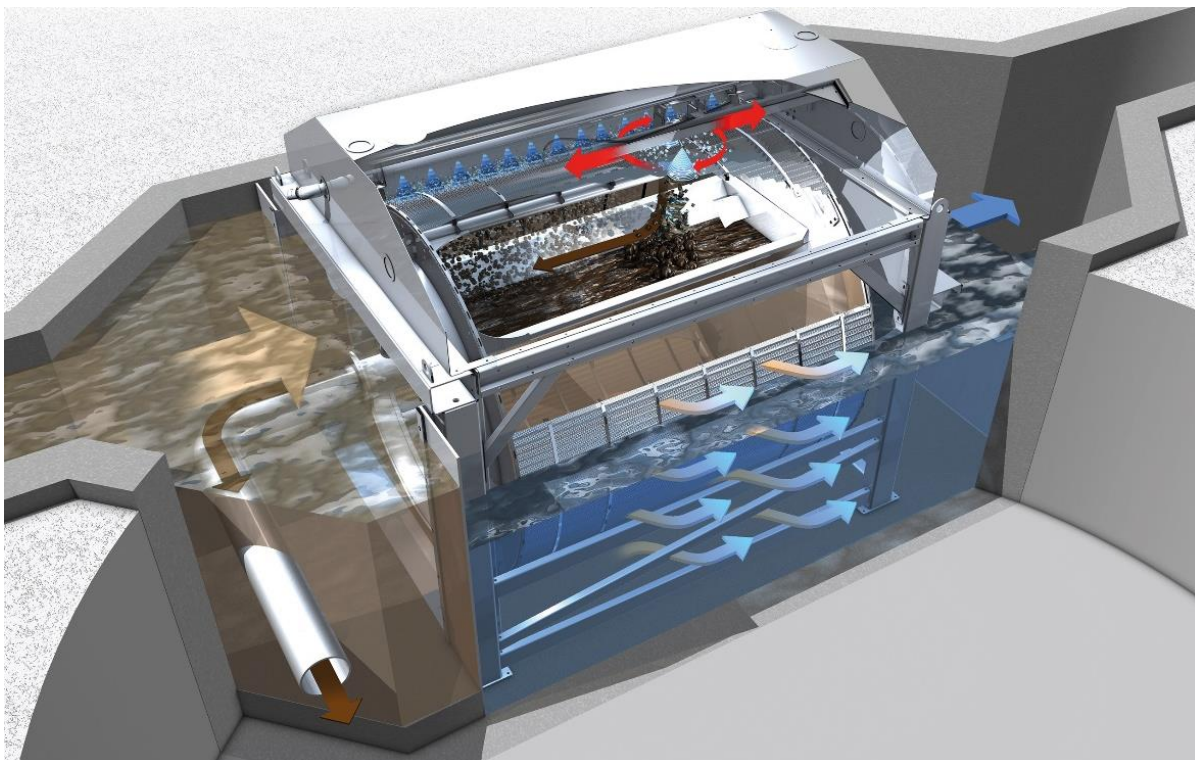
De hydraulische capaciteit van de trommels is $2 \times 925 \text{ m}^3$ per uur, bij de opgegeven concentratie totale zwevende stof (Total Suspended Solids, TSS). De trommelzeven zijn voorzien van een zeefkorf, met 0,3 mm maaswijdte. Er zijn diverse types zeefkorven en maaswijdtes beschikbaar. Het influent stroomt van binnen naar buiten door de korf. Het zeefgoed wordt door de trommel ingevangen en blijft aan de binnenzijde van de korf in geconcentreerde vorm achter.

Doordat de trommel ronddraait, wordt een laag van zeefgoed opgebouwd aan de binnenzijde, waardoor gedeeltelijke koekfiltratie plaatsvindt. Door deze laag neemt de stromingsweerstand toe en stijgt het waterniveau stroomopwaarts van de korf. De draaisnelheid van de trommel staat in relatie met het niveauverschil tussen de aanvoer- en de afvoerszijde van de trommel. Bij oplopend niveauverschil zal de trommel sneller gaan draaien.

Aan de bovenzijde spuit een sproeisysteem water van buitenaf op het trommeloppervlak om de koeklaag van zeefgoed te verwijderen. Het sproeisysteem wordt gevoed met het effluent van de zeeftrommel. Dit betekent dat er geen bedrijfswater nodig is voor het sproeien. Het zeefgoed wordt opgevangen in een opvanggoot die over de gehele lengte van de korf is aangebracht.

Naast dit sproeisysteem bevat de trommel ook nog een hogedrukreinigingssysteem. Dit systeem wordt gevoed met (gebroken) drinkwater en reinigt de trommels vanaf de buitenzijde met hogedruk. De sproeitijd en frequentie zijn instelbaar, voor rwzi Leidsche Rijn is een frequentie van tweemaal daags ingesteld met een duur van vier minuten.

Het gezeefde water stroomt via de buitenkant van de korf door naar de beluchtingstanks. Het zeefgoed wordt opgevangen door de opvanggoot en vervolgt zijn weg naar de ontwateringsfase.



Afbeelding 4. Schematisch overzicht van de werking van de HUBER-trommelzeef (Drum Screen Liquid)

Ontwatering van zeefgoed: zeefbochten en ontwateringspersen

Het ingevangen zeefgoed dat wordt afgevoerd uit de trommelzeven, heeft een TSS-concentratie van ongeveer 1,0% en wordt onder vrij verval naar de ontwateringsfase gevoerd. Deze ontwateringsfase bestaat uit twee stappen: een zeefbocht en een ontwateringspers.

De zeefbochten dikken het zeefgoed in tot een TSS-concentratie van ongeveer 4%. Vervolgens wordt het zeefgoed met een ontwateringspers ontwaterd tot een TSS-concentratie van $\geq 25\%$. Vanuit de ontwateringspers wordt het ontwaterde zeefgoed via een schroefstelsel naar de schroefcontainers getransporteerd. De ontwateringspers is voorzien van zogenoemde 'wedge wire'-secties, waar het zeefgoed doorheen wordt geperst. De ontwateringspers is uitgerust met een reinigingssysteem dat de pers reinigt met bedrijfswater.

Het zeefwater van de zeefbochten en de ontwateringspersen wordt afgevoerd naar de beluchtingstanks.



Afbeelding 5. Foto van zeefbocht met ontwateringspers op rwzi Leidsche Rijn

Technische projecteisen

Bij de aanbesteding van de bouw van de trommelzeefinstallatie heeft Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) proceseisen aan de installatie gesteld. Deze zijn opgesomd in tabel 2.

≥

		Eis
TSS-concentratie ontwaterd zeefgoed	%	≥ 25
Netto verwijderingsrendement TSS	%	≥ 30
Beschikbaarheid	%	≥ 95
Energieverbruik	$kWh\ j^{-1}$	≤ 150.624
Bedrijfswaterverbruik	$m^3\ h^{-1}$	≤ 5.222
Proceswaterverbruik	$m^3\ j^{-1}$	≤ 292

Resultaten testperiode

In de periode van april tot en met augustus 2020 zijn, aan de hand van een samen met HDSR overeengekomen testplan, de prestaties van de trommelzeefinstallatie gemeten, om aan te tonen of de installatie aan de projecteisen voldoet. Om dit vast te stellen zijn gedurende de testperiode enkele parameters online gemeten en offline analyses uitgevoerd. Deze zijn opgesomd in tabel 3.

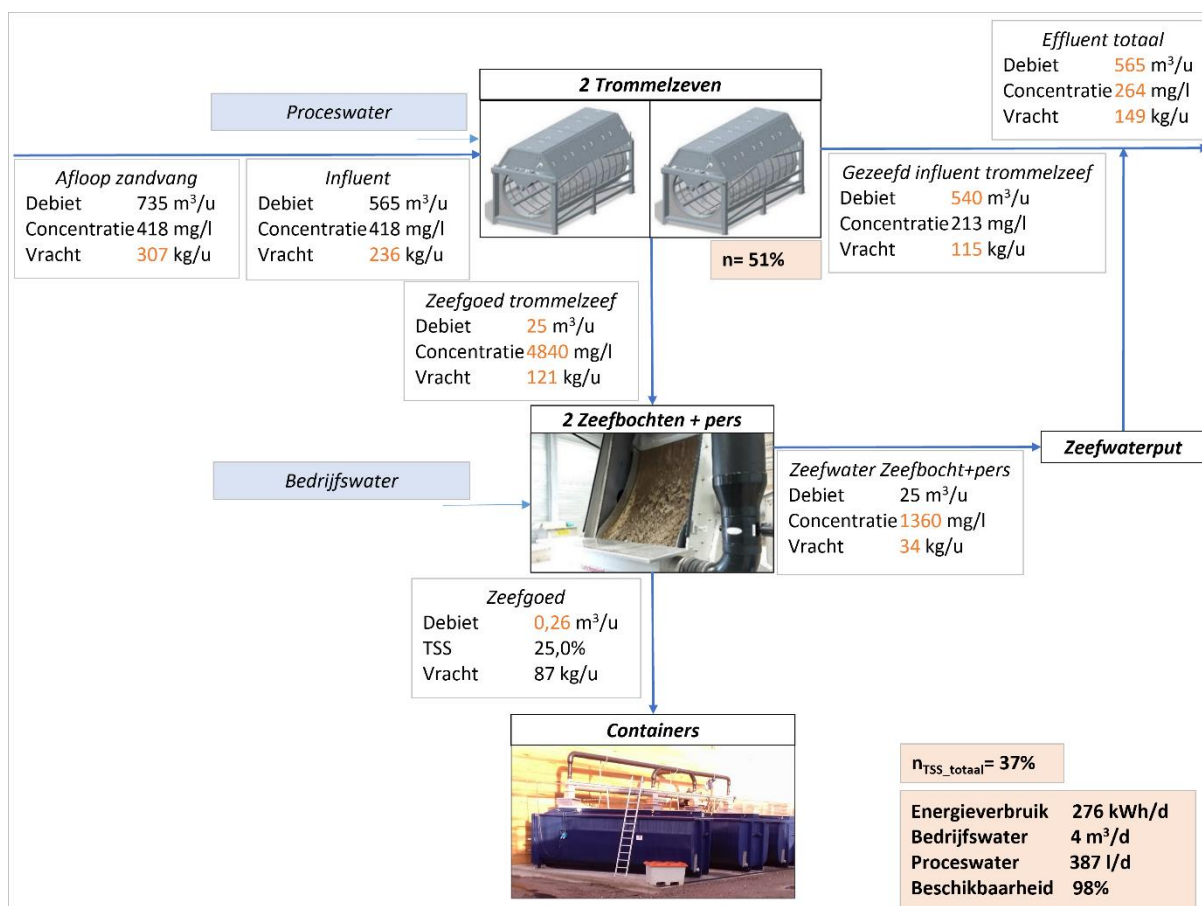
Tabel 3. Overzicht van geanalyseerde parameters gedurende de testperiode

Online metingen	Offline analyses
Influentdebiet	Concentratie influent trommelzeven
Debiet naar trommelzeven	Concentratie gezeefd influent trommelzeven
Debiet naar zeefwaterput	Concentratie zeefwater in out
Verbruik proces- en bedrijfswater	TSS-percentage zeefgoed
Verbruik elektriciteit	

Resultaten

In afbeelding 6 is een *process flow diagram* (PFD) van het gehele proces van de trommelzeefinstallatie weergegeven. De gegevens in dit diagram betreffen de resultaten uit de testperiode.

- Gedurende de testperiode hebben de trommelzeven een TSS-vracht van 236 kg/u verwerkt. De trommelzeven hebben hiervan 51% afgevangen. Door de ontwatering met zeefbochten en ontwateringspersen is het zeefgoed gemiddeld ontwaterd tot 25% droge stof. Dit zeefgoed is met een TSS-vracht van 87 kg/u naar de containers afgevoerd. Het gezeefde influent van de trommelzeven en het zeefwater van de zeefbochten en ontwateringspersen, is met een TSS-vracht van 149 kg/u naar de beluchtingstanks teruggevoerd.
- Op basis van de in- en uitgaande TSS-vracht van de trommelzeefinstallatie is het netto TSS-verwijderingsrendement bepaald. Gedurende de testperiode is netto 37% van de ingaande TSS-vracht verwijderd.
- Het hogedruksproeisysteem van de trommelzeven verbruikte gemiddeld 387 liter proceswater per dag. Het sproeisysteem van de ontwateringspersen verbruikte 4 m³ bedrijfswater per dag.



Afbeelding 6. Process flow diagram met de resultaten uit de testperiode: gemiddeldes van de analyses en de metingen uitgevoerd tijdens de testperiode; Oranje: berekende waarden, berekeningen gemaakt op basis van de resultaten van de analyses en de metingen

Capaciteit

De trommelzeven hebben gedurende de testperiode 77% van de aangevoerde TSS-vracht verwerkt. Terwijl volgens het ontwerp de capaciteit van de trommels voldoende moet zijn om de volledige TSS-vracht te kunnen verwerken:

- Verwachte aanvoer ontwerp: 332 kg TSS h⁻¹
- Werkelijke aanvoer: 307 kg TSS h⁻¹
- Verwerkte vracht: 236 kg TSS h⁻¹

In werkelijkheid is een gedeelte van de aangevoerde vracht omgeleid via de bypass. Wanneer deze bypass wordt meegenomen in de bepaling van het rendement van de trommelzeefinstallatie, blijkt een netto TSS-verwijderingsrendement van 28% behaald te zijn gedurende de testperiode.

Het capaciteitsverlies werd veroorzaakt doordat gedurende de testperiode regelmatig sprake was van plotselinge hoge pieken in de aanvoer van het influent. Het influentdebiet steeg dan in een paar minuten tijd van 0 naar 1000 m³/u. Het effect hiervan was dat de besturing van de trommelzeven het aanvoerdebiet en daarmee ook de aanvoer van TSS naar de trommelzeven verlaagde, waardoor een gedeelte van de aanvoer werd omgeleid.

Data-analyse heeft laten zien dat het debiet naar de trommelzeven ongeveer 20% van de tijd werd teruggeregeld en de aanvoer van het influent naar de trommelzeefinstallatie hierdoor verlaagd werd. Dit verklaart waarom er in werkelijkheid 77% van de aangevoerde vracht verwerkt is.

Analyse van de aanvoergemalen laat zien dat er twee hoofdveroorzakers zijn van de hydraulische piekbelasting. Een beter regelsysteem van deze gemalen zorgt ondertussen voor een meer geleidelijke aanvoer van het influent. Dit voorkomt het capaciteitsverlies en verbetert het netto TSS-verwijderingsrendement van de trommelzeefinstallatie.

TSS-concentratie zeefgoed

Van het ontwaterde zeefgoed zijn tijdens de testperiode dagelijks steekmonsters genomen om de TSS-concentratie te bepalen. In totaal zijn 52 TSS-analyses uitgevoerd, met een gemiddeld resultaat van 25,0%. Hiermee voldeed dit resultaat aan de vooraf gestelde proceseis van 25%.



Afbeelding 7. Een proefmonster van het zeefgoed na de ontwateringspers

Netto TSS-verwijderingsrendement

Uit het influent dat door de trommelzeefinstallatie is verwerkt, diende netto 30% TSS verwijderd te worden. Uit de data in afbeelding 6 kan worden opgemaakt dat van de 236 kg naar de trommels aangevoerde TSS-vracht, slechts 149 kg per uur naar de beluchtingstanks wordt gevoerd. Het netto TSS-verwijderingsrendement van de gehele installatie bedraagt daarmee 37%. Rekening houdend met de bypass bedraagt het netto TSS-verwijderingsrendement 28%.

Beschikbaarheid

De operationele bedrijfsuren van de trommelzeefinstallatie bleken 8-procentpunten lager te zijn dan de projecteis van >95%. De voornaamste oorzaak hiervan betrof het ontbreken van een automatische herstart bij een te hoge vulgraad van de ontwateringspers. Softwaretechnisch is dit ondertussen aangepast. Naast het realiseren hiervan zal ook een sproei-installatie op de zeefbochten het optreden van een hoge vulgraad minimaliseren. Hierdoor is een beschikbaarheid van meer dan 95% zeker haalbaar.

Water- en energieverbruik

Op basis van de online gemeten parameters kon worden vastgesteld dat het water- en energieverbruik binnen de gestelde eisen bleef. Tabel 4 geeft de omvang van het energie- en waterverbruik van de trommelzeefinstallatie ten opzichte van het verbruik van de rest van de zuivering weer.

Tabel 4. Water- en energieverbruik van de trommelzeefinstallatie gedurende de testperiode en van de totale zuiveringsinstallatie in 2019

		Meting testperiode	Totale zuivering (2019)
Energieverbruik	$kWh\ j^{-1}$	133.984	2.109.700
Bedrijfswater	$m^3\ j^{-1}$	1798	6607
Proceswater	$m^3\ j^{-1}$	163	931

De hogedrukreiniging van de trommel bleek de mazen van de trommelkorf uitstekend schoon te houden. De reinigingsfrequentie en duur (2 x per dag 4 minuten) bleken afdoende voor een stabiel bedrijf. Verstopping van de mazen, vetafzetting, of kluwenvorming zijn niet voorgevallen.

Effecten op procesvoering van de beluchtingstanks en de nabezinktanks

De testperiode was te kort om de effecten op de prestaties van het actiefslibstelsysteem te bepalen: eventuele afname van het energieverbruik van de beluchtingstank en spuislibproductie zijn nog niet aantoonbaar. Wel kwamen er gedurende de testperiode enkele andere observaties naar voren.

Van te voren werd, vanwege de verwijdering van biologisch zuurstofverbruik (BZV) in de trommelzeefinstallatie, rekening gehouden met een mogelijk negatief effect op de denitrificatie. Vooralsnog heeft het verwijderen van de zwevende stof, waaronder ook BZV, uit het influent geen aantoonbaar effect op de denitrificatie van het actiefslibstelsysteem. De effluentkwaliteit van de rwzi blijft zeer goed. Hetzelfde geldt voor de slibvolume-index (SVI): de slibvlokken lijken wel kleiner te zijn geworden, maar de verwijdering van de zwevende stof heeft niet geleid tot een lagere (SVI) of hogere concentraties zwevende stof in het effluent.

Na inbedrijfstelling van de trommelzeefinstallatie heeft de bedrijfsvoering geconstateerd dat de in de actiefslibtanks aanwezige analyzers duidelijk minder haren/todden verzamelen en er minder onderhoud nodig is. De verwachting is dat hetzelfde verschijnsel zich voordoet op de in de tanks aanwezige mixers en voortstuwers, waardoor deze ook langer storingsvrij kunnen functioneren.

Toekomstmogelijkheden

HDSR bekijkt de potentie van nuttige toepassing van het zeefwater en van het zeefgoed uit de trommelzeefinstallatie.

Zeefwater

Het zeefwater uit de zeefbocht en de ontwateringspers wordt naar de actiefslibtanks gevoerd. Dit zeefwater bevat (kleinere) vezels en heeft een relatief hoog TSS-gehalte (ordegrootte 3 g/l). Als er een nuttige toepassing van dit zeefwater gevonden wordt, stijgt het verwijderingsrendement van zwevende stof van 37 naar 50%. Het effect hiervan op de denitrificatie is echter wel een aandachtspunt.

Uit een intern verricht verkennend onderzoek naar nuttig gebruik van deze stroom is een positief effect op de slibontwatering in Utrecht aangetoond. Het zeefwater kan, verder ingedikt, aan het ingedikte spuislib in de slibbuffer op de rwzi worden gevoegd. Hierdoor wordt het aandeel vezels in de verzamelbuffer op rwzi Utrecht verhoogd. Theoretisch leidt dit tot een betere slibontwatering (minder polymeer dan wel een grotere slibkoek).

Zeefgoed

Op dit moment wordt het zeefgoed naar een huisafvalverbrandingsinstallatie afgevoerd. Er wordt gekeken naar de mogelijkheden om het zeefgoed op een duurzamere manier te verwerken. HDSR sluit zich aan bij lopende initiatieven van waterschap Aa en Maas en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier om over enkele jaren een cellulose-opwerkingsfabriek te realiseren. HDSR heeft zich voorgenomen om haar zeefgoed in deze installatie te laten verwerken. Analyses van het zeefgoed van rwzi Leidsche Rijn op een aantal kritische componenten tonen aan dat dit geschikt is voor verwerking in de toekomstige cellulose-opwerkingsfabriek.

De komende jaren verkent HDSR nog andere afzetroutes van het zeefgoed: verzuring en gebruik als BZV-bron in zuiveringsprocessen; vergisting (biogas); compostering (brandstof) of bijmenging in de slibontwatering (PE-besparing). Mogelijk zal in de verdere toekomst opwerking tot actief kool en inzet bij medicijnrestverwijdering mogelijk blijken, een route die elders (rwzi Ede, Universität Aachen) wordt onderzocht.

Conclusies en aanbevelingen

Met de testperiode is onderbouwd dat de trommelzeefinstallatie voldoet aan de verwachtingen en projecteisen. Met de trommelzeefinstallatie is een meer robuuste bedrijfsvoering met extra zuiveringscapaciteit gerealiseerd. Met de inbedrijfstelling van de installatie is een fundament gelegd voor toekomstig circulair hergebruik van cellulose.

Met 37% netto verwijderingsrendement voor zwevende stof uit het influent en 25% TSS-concentratie van het ingedikte en af te voeren zeefgoed, voldoet de installatie aan de vooraf vastgestelde proceseisen. Het verbruik van elektriciteit, proces- en bedrijfswater bleef onder de bij inschrijving opgegeven waarden. Om alsnog aan de 95%-beschikbaarheidseis van de installatie te voldoen, is een eenvoudige softwaretechnische aanpassing aan de ontwateringspers en een sproei-installatie op de zeefbocht voldoende. HDSR ziet voldoende mogelijkheden om het besturingssysteem van de vijf aanvoergemalen nog te optimaliseren en zodoende de hydraulische aanvoer naar rwzi Leidsche Rijn verder te egaliseren. Dit heeft tot gevolg dat de verwerkingscapaciteit van de trommels verder verhoogd wordt.

Referentie

1. <https://www.dutchspiral.nl/nl/producten/fijnzeven-en-membraaninstallaties/fijnzeef-drum-screen-liquid/>