

ICEAS in Weesp: meten is weten en omdenken

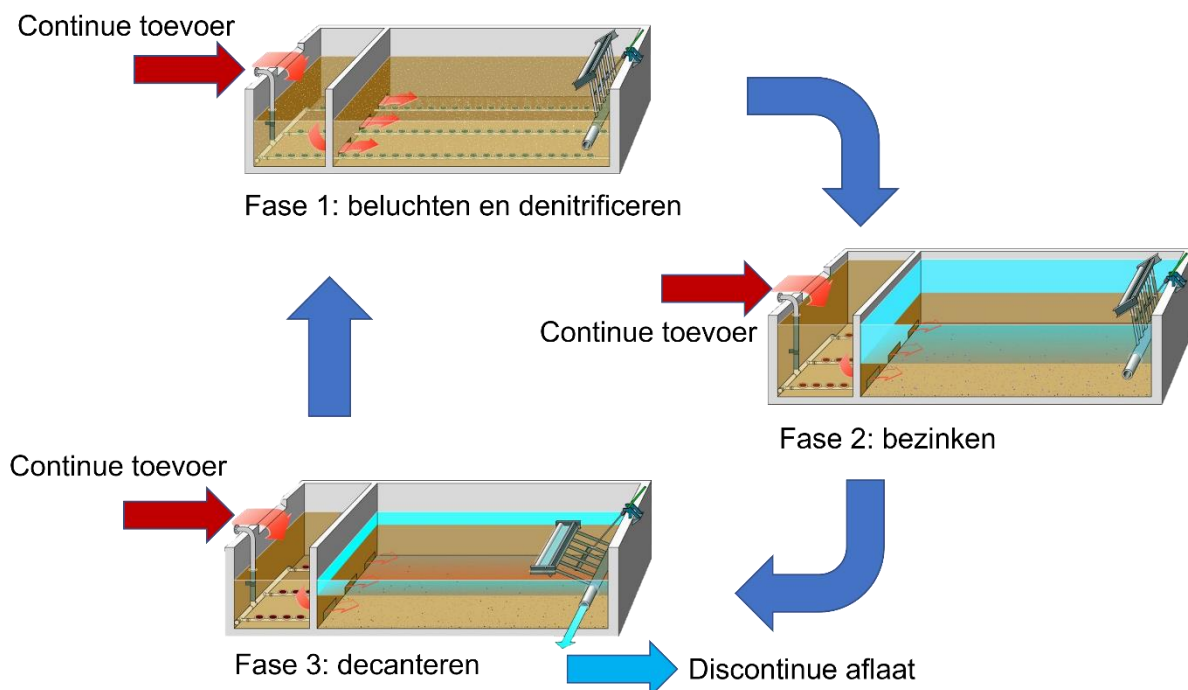
Berend Reitsma, Heleen Niele (TAUW), Hans van Fulpen, Manon Bechger (Waternet)

De nieuwe rwzi Weesp is de eerste in Nederland waar het ICEAS-systeem op volledige schaal wordt toegepast. De auteurs van dit artikel gaan in op de technologie en opstart van het ICEAS-systeem. Het systeem is energiezuinig, compact, vraagt bij de bouw minder grondstoffen en blinkt uit in eenvoud voor beheer en onderhoud. Bij de opstart was er tegenslag door een onverwachte draadvormende bacterie. Door veel te meten en een flinke dosis ‘omdenken’ is het gelukt om de draadvormer te bestrijden en de ICEAS goed in de vingers te krijgen.

De nieuwe rwzi Weesp, sinds februari 2020 in bedrijf, is de eerste in Nederland waar het innovatieve ICEAS-systeem van watertechnologiebedrijf Xylem op volledige schaal wordt toegepast. De officiële opening vond plaats op 14 oktober 2021 [1]. Tijdens het aansluitende symposium 'ICEAS Weesp van Virtual Reality naar 'echt' deelden Waternet, Mobilis, Xylem en TAUW tijdens de bouw en de opstart opgedane vakinhoudelijke kennis en ervaringen. Eerder verscheen op deze site het artikel 'Bouwinformatiemanagement in de zuiveringspraktijk bij nieuwbouw RWZI Weesp [2]'.

Het principe van de ICEAS op rwzi Weesp

Bij een ICEAS gaat de zuivering van afvalwater discontinu, in één volume in een cyclus in drie fasen (zie afbeelding 1). De Engelse afkorting ICEAS staat voor Intermittent Cycle Extended Aeration System.

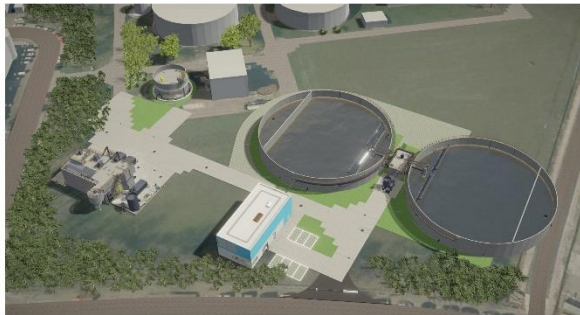


Afbeelding 1. De verschillende fasen van een ICEAS-cyclus

Zoals in afbeelding 1 is te zien, bestaat het zuiveringsproces in een ICEAS uit een cyclus in drie fasen: de fase met beluchten en denitrificeren, de fase met bezinken en de fase met decanteren, waarbij het

gezuiverde afvalwater discontinu wordt afgelaten. Bij de ICEAS is de aanvoer continu, zonder inlaatbuffer. Er zijn geen nabezinktanks en retourslibvoorzieningen nodig. In Nederland is dit de eerste full scale-installatie voor stedelijk afvalwater. Op de rwzi Alblasterdam is deze in hybride vorm al eerder gerealiseerd. Wereldwijd zijn er zeker 1.000 ICEAS'en van Xylem in gebruik en daarnaast nog vele andere typen discontinue systemen zonder aparte nabezinktanks.

Een discontinu systeem als de ICEAS heeft als voordeel dat er geen recirculatievoorzieningen nodig zijn, met als gevolg een lager energieverbruik. Ook is het benodigde oppervlak ongeveer 30 procent kleiner. Bij de bouw zijn minder grondstoffen nodig. Het systeem blinkt uit in eenvoud voor beheer en onderhoud. Daarnaast biedt het mogelijkheden voor modulaire uitbreiding als er in de toekomst afvalwater uit Amsterdam zou komen met een totaal andere verhouding tussen regenwaterafvoer en droogwaterafvoer (RWA-DWA). Door het aanpassen van de schakeltijden kunnen alle tanks qua biologische omzettingscapaciteit ook dan optimaal worden ingepast. Op de rwzi Weesp zijn twee parallelle straten toegepast met ronde tanks (zie afbeelding 2).



Afbeelding 2. Twee ronde tanks. Links: bovenaanzicht in VR; rechts: de bodem van de tank (echt)

Ronde ICEAS-tanks komen wereldwijd een stuk minder voor; meestal zijn de tanks rechthoekig. Hier kwamen ronde tanks als meest doelmatige oplossing naar voren.

Prestaties van maart 2020 tot augustus 2021

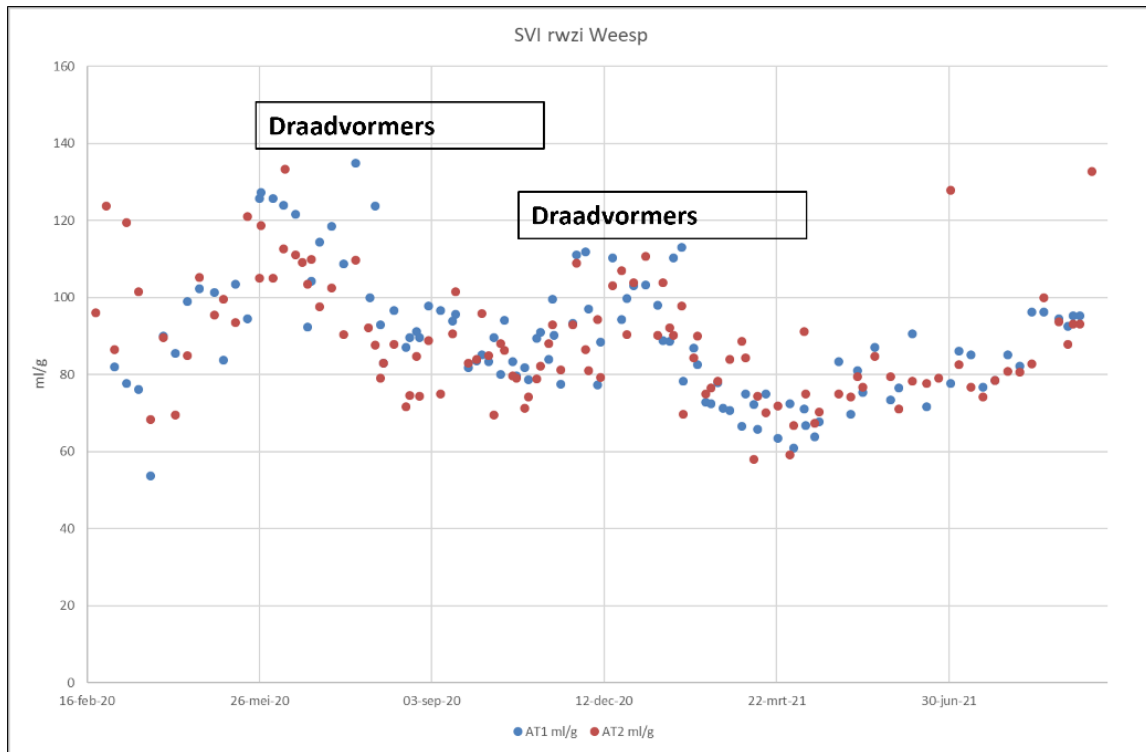
De rwzi is gebouwd op een capaciteit van 51.000 inwonerequivalenten in 2035, met een maximale hydraulische belasting van 1.723 m³/h. De effluenteisen voor N-totaal en P-totaal zijn respectievelijk 10 mg/l en 2 mg/l als voortschrijdend jaargemiddelde. In afbeelding 3 zijn de prestaties voor de verwijdering van stikstof en fosfaat weergegeven. N-totaal en P-totaal voldoen ruim aan de nieuwe effluenteisen. Hierbij moet worden vermeld dat de P-waarden vóór de omschakeling zijn gerealiseerd door de dosering van ijzer. Na de omschakeling is de verwijdering biologisch, door slibgroei en een klein aandeel biologische fosfaatverwijdering. Op basis van de gemeten P-balans en slibproductie is het P-gehalte in het slib berekend op ca. 2,4 %.



Afbeelding 3. Prestaties verwijdering N-totaal en P-totaal voor en na omschakeling

In afbeelding 3 is te zien dat de effluentwaarden voor N-totaal en P-totaal ruim onder de effluenteisen liggen. Drie dagen na enten voldeed de ICEAS al aan de verwachtingen en werden de effluenteisen gehaald. Tijdens de opstartperiode is echter enkele keren uitspoeling van slib geconstateerd. De eerste keer gebeurde dat vrij snel na de opstart. Dit bleek veroorzaakt door een lozing met een zeer hoog cyanidegehalte. De slibuitspoelingen daarna, uitgezonderd een tweetal uitspoelingen tijdens inregelen, werden veroorzaakt door (te) lage bezinksnelheden door slecht bezinkbaar slib. Microscopische inspectie van het slib wees op de aanwezigheid van een ongebruikelijke draadvormige bacterie. Dat bleek ook uit de Slibvolume-index (SVI), waarmee de bezinking van het slib in een maatcilinder wordt gemeten (zie afbeelding 4). Deze was echter niet zodanig hoog dat hiermee de

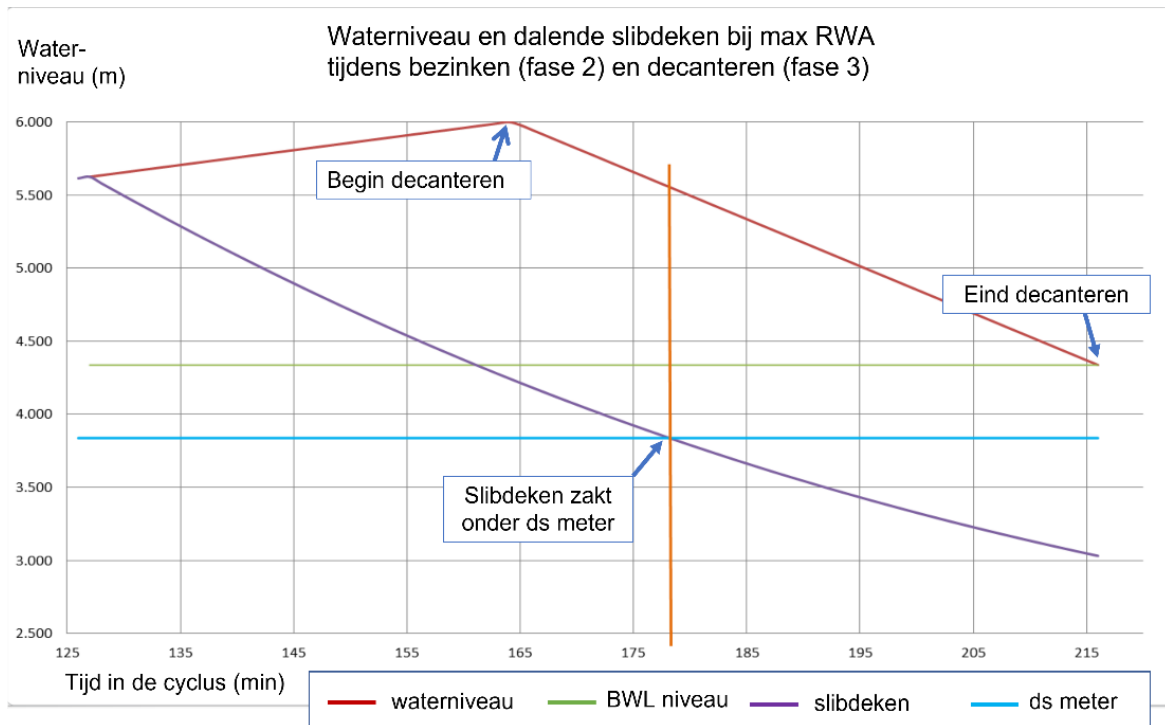
slibuitspoeling verklaard kon worden. Hierbij werd nog gedacht vanuit de ervaringen met continue systemen.



Afbeelding 4. Verloop SVI in de opstartperiode

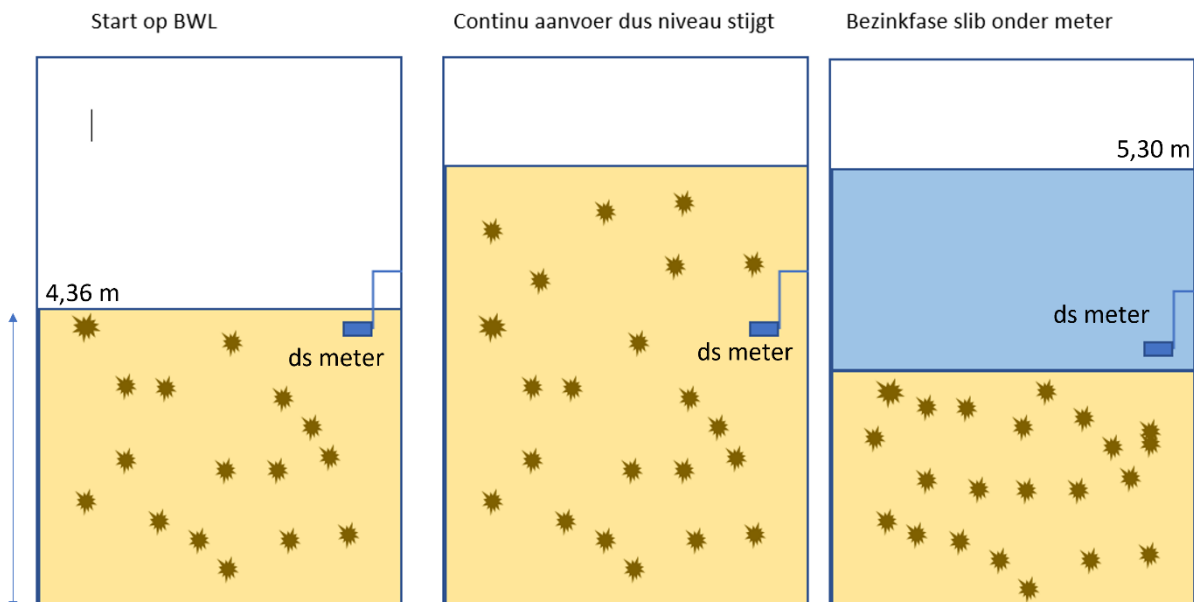
Slibuitspoeling in een ICEAS-systeem ontrafeld

In afbeelding 5 is de bezink- en decanteerfase van de ICEAS voor maximale RWA weergegeven. Aan de bovenste rode lijn is te zien dat het waterniveau bij de start van de bezinkfase nog stijgt, tot het begin van het decanteren en dan in een korte tijd daalt tot het laagste niveau, het Bottom Water Level (BWL), de groene lijn. De paarse lijn is de dalende slibdeken. De lichtblauwe lijn is het waterniveau waar de drogestofmeter (ds-meter) hangt. Deze registreert het tijdstip van het voorbijkomen van de slibdeken (verticale oranje lijn).



Afbeelding 5. Bezink- en decanteerfase ICEAS bij maximale RWA

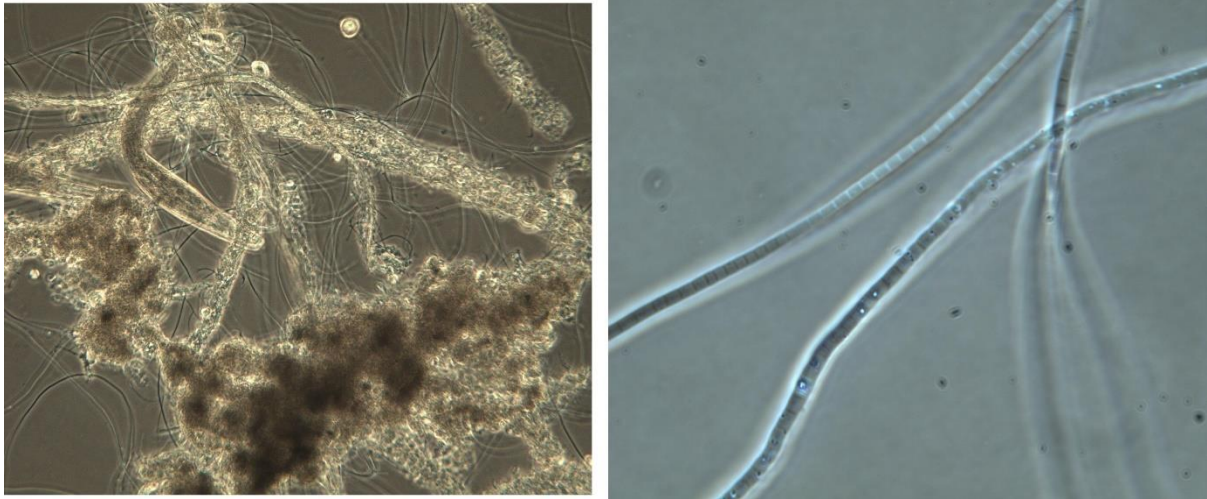
Het is belangrijk dat de bovenste rode lijn en de paarse lijn in afbeelding 5 bij elkaar uit de buurt blijven, anders ontstaat er slibuitspoeling. In afbeelding 6 is het bovenstaande in de ICEAS-tank schematisch weergegeven. Als de slibdeken aan het einde van de decanteerfase voldoende ver onder de het BWL-niveau ligt en dus 'op tijd' de ds-meter is gepasseerd, zal er geen slibuitspoeling optreden.



Afbeelding 6. Toenemend waterniveau vanaf BWL, bezinking slibdeken en (vaste) hoogte ds-meter

Lichtslibproblematiek, verrast door *Thiothrix*

Intensief onderzoek van de slibkwaliteit heeft opgeleverd dat de draadvormende bacterie *Thiothrix* aanwezig was (zie afbeelding 7). Met een fasecontrastmicroscop werden zwavelbolletjes in de draden zichtbaar. In de maanden daarvoor werd gedacht dat het om draadvormer Type 021N ging, een ‘zusje’ van *Thiothrix*, maar dat bleek een vergissing.



Afbeelding 7. Microscopische analyses van slib uit de rwzi Weesp tijdens de lichtslibproblematiek (december 2020). Links: 100 maal vergroot, rechts: 1.000 maal. Rechts zijn zwavelbolletjes zichtbaar (foto's Arjan Borger, Sweco)

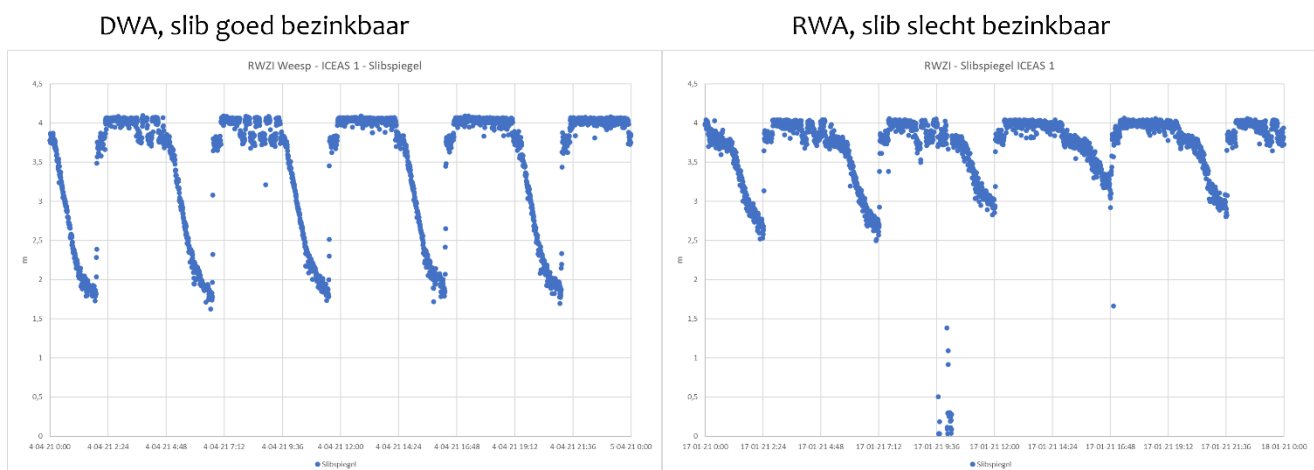
Deze draadvormers komen niet vaak voor in stedelijk afvalwater. Na onderzoek konden deze gelinkt worden aan een naburig bedrijf, waar periodiek batches met hoge concentraties sulfaat, sulfide en zwavel werden geloosd. *Thiothrix* kan deze zwavel opslaan, daar energie uit halen en vervolgens als een ‘accu’ gebruiken om te overleven. Het kan enkele maanden duren om na het stoppen van de lozing weer af te komen van deze draadvormer. Tijdens het onderzoek werd vastgesteld dat een ICEAS niet specifiek gevoeliger is voor zwavel dan andere, continue, (bio-P-) systemen. Deze knelpunten zijn veroorzaakt door de specifieke lokale situatie.

Metten en berekenen slibbezinksnelheden

In een ICEAS is er enerzijds het dalen van de slibdeken of -spiegel en anderzijds de opstroomsnelheid van het binnenkomende afvalwater. Bij maximale RWA kan dit wel een opstroomsnelheid opleveren van 0,6 m/h. Dat betekent dus:

Slibbezinksnelheid = slibdekendaalsnelheid + opstroomsnelheid (bij het debiet in de cyclus)

De slibdekendaalsnelheid kan bepaald worden uit de online meetwaarden van een slibspiegelmeting. De meetapparatuur hiervoor is bij de ICEAS niet standaard aanwezig, maar nu tijdelijk in een van de twee ICEAS-tanks geïnstalleerd. In afbeelding 8 is hiervan een plot weergegeven, waarbij te zien is wat het effect is van RWA en DWA en van de bezinkbaarheid van het slib. Bij RWA en slecht bezinkbaar slib gaan de meetwaarden van het niveau van de slibdeken haast niet meer omlaag. Hierbij moet wel worden vermeld dat een slibspiegelmeting altijd onder water moet blijven en dus alleen het ‘onderste afbuigende’ deel van de slibdekendaling meet. Het deel daarboven vanaf het moment dat de beluchting uit gaat, levert (na een opstartfase, waarin het slib nog ronddwarrelt) de hoogste snelheden op. De ICEAS-cycli zijn goed zichtbaar.



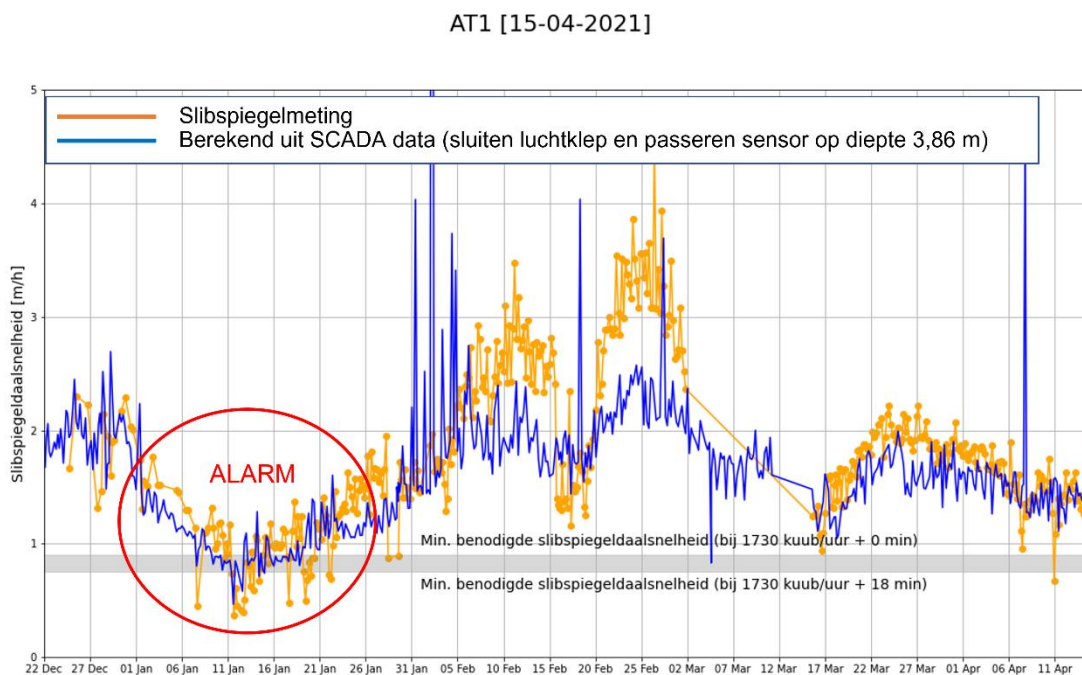
Afbeelding 8. Vaststellen slibdekendaalsnelheid (raaklijn) met de slibspiegelmeting bij verschillende situaties

De slibbezinksnelheden kunnen ook worden berekend uit het startmoment van de bezinking (sluiten klep luchttoevoer) en de bekende waterhoogte en het passeerpunt van de ds-meter (op een vaste bekende hoogte, zie afbeelding 5 en 6). In de bezink- en decanteerfasen zijn er geen hydraulische verstoringen en met de bovengenoemde schakelpunten zijn de snelheden exact te berekenen uit de geregistreerde meetgegevens uit systemen voor Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA). In de praktijk bleek dat de ds-meter na reinigen niet altijd op dezelfde hoogte werd teruggehangen. Deze meting is immers een kwaliteitsmeting en daarbij is de ophanghoogte doorgaans niet van belang. Hier dus wel. De eerste berekeningen op basis van de hierboven genoemde gegevens gaven dus onjuiste uitkomsten.

In afbeelding 9 zijn voor de periode december 2020 tot april 2021 de slibspiegelmeetwaarden én de berekende slibdekendaalsnelheden uit de SCADA-data in één afbeelding opgenomen. Voor de ICEAS Weesp gaat het bezinkproces goed, zolang de slibbezinksnelheden hoger dan 1,5 m/h zijn (daarop is het systeem ontworpen). Dat is alleen kritiek bij RWA. In afbeelding 9 is de slibdekendaalsnelheid weergegeven. De grenswaarde is hier 0,9 m/h (1,5 m/h =slibbezinksnelheid minus 0,6 =max. opstroomsnelheid).

Uit de metingen van de slibbezinksnelheid in de ICEAS blijkt dat goed bezinkbaar slib, waarbij er dus geen hydraulische verstoringen zijn, een bezinksnelheid kan hebben tussen 2 en 4 m/h. Bij een conventionele nabezinktank is dat niet te bepalen. Daar is alleen bekend dat het slib sneller moet bezinken dan de gebruikelijke oppervlaktebelasting van 0,8-1,0 m/h.

De periode vóór december 2020 is niet weergegeven, omdat daarvoor niet duidelijk is op welke hoogte de ds-meter heeft gehangen en de berekende data daardoor niet betrouwbaar zijn. De grijze balk geeft aan dat het mogelijk is de bezinkperiode te verlengen (dat gaat wel ten koste van de reactietijd). In afbeelding 9 is ook te zien wanneer er *Thiothrix*-problemen zijn opgetreden. Dat begon in december 2020 en *Thiothrix* was in januari 2021 volop aanwezig. Dit was te zien aan de dalende slibdekendaalsnelheid. Vervolgens zijn er maatregelen genomen om slibuitspoeling te voorkomen. Dat is gelukt. In maart-april 2021 daalde de snelheid ook, maar nog ruim boven de grenswaarde. Dit werd veroorzaakt doordat er testen zijn gedaan met het verhogen van het slibgehalte naar 4,0-4,5 g/l om het 'operational window' vast te stellen.

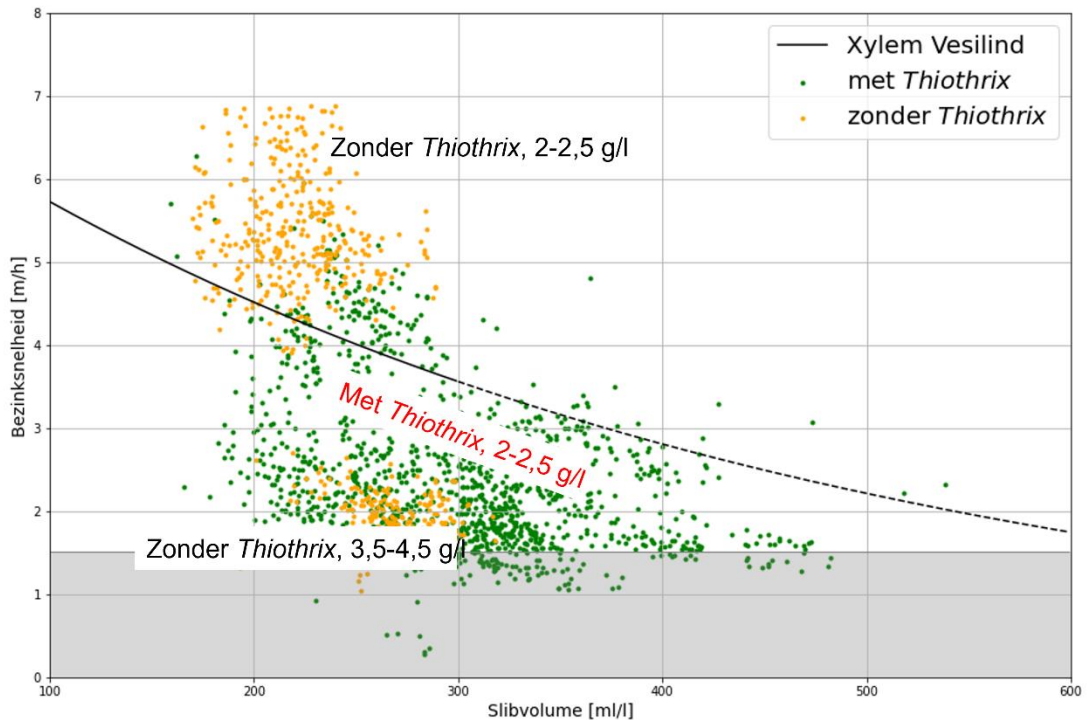


Afbeelding 9. Slibdekendaalsnelheden van de slibspiegelmeting en de berekende snelheden uit SCADA-data, dec. 2020-april 2021

Relatie slibbezinksnelheden en slibvolumina

Met de SCADA-meetdata is geprobeerd een relatie te leggen tussen de slibbezinksnelheid en het slibvolume (dat is het product van de SVI en het momentane slibgehalte), zoals dat gebruikelijk is bij nabezinktanks. Dat bleek echter niet goed mogelijk (zie afbeelding 10). In de afbeelding blijken de punten zonder *Thiothrix* (gele punten) met een zelfde slibvolume, bij een lage SVI en een hoger slibgehalte, andere slibbezinksnelheden te hebben, dan bij een hogere SVI en een lager slibgehalte. Voor een ICEAS is het slibvolume dus geen geschikte parameter om de bezinksnelheid uit af te leiden. De door Xylem gebruikte modellijn van Vesilind (geldig tot 300 ml/l) blijkt in Weesp ook niet goed bruikbaar.

De relatie tussen de bezinksnelheden en het slibgehalte blijkt wél bruikbaar (zie afbeelding 11). De lijn is bepaald zonder de *Thiothrix*-punten. Hieruit kan worden afgeleid dat bij een goede SVI van <100 ml/g het slibgehalte maximaal 4,3 g/l mag zijn.

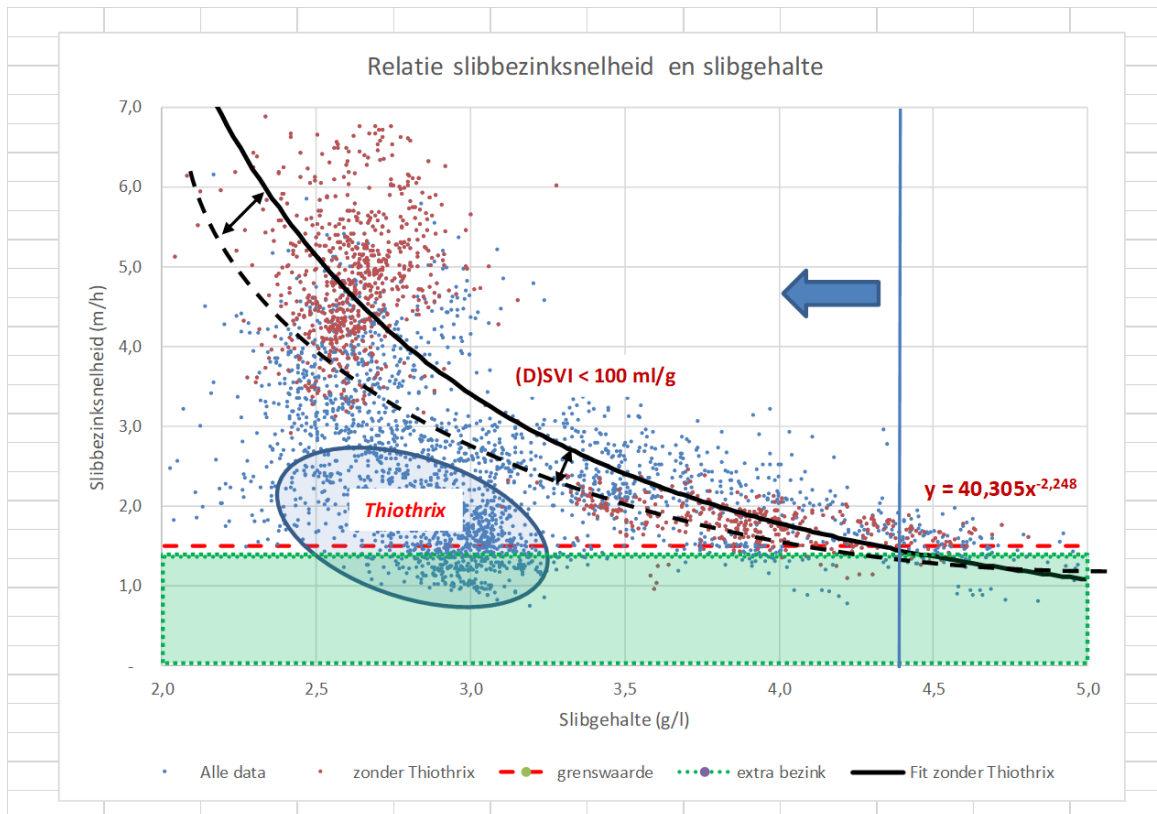


Afbeelding 10. Relatie slibbezinksnelsnelheid en SVI

Metten is weten

Zoals uit het voorgaande is gebleken, kan in een ICEAS het bezinkgedrag van het actiefslib goed gemeten worden. Dat heeft de onderzoekers en beheerders geholpen om te snappen wat er gebeurde en op tijd in te grijpen om slibuitspoeling te voorkomen. Op basis hiervan is het *operational window* voor de toekomst vastgesteld, onder andere welke slibgehalten maximaal toegepast kunnen worden en bij welke slibbezinksnelsnelheden geanticipeerd moet worden op maatregelen (zoals check influentsamenstelling, bestrijden draadvormende bacteriën, verlengen bezinktijden).

Het berekenen van de slibbezinksnelsnelheden gebeurt nu met de hand. Het is denkbaar om in de toekomst de bezinksnelsnelheid uit de SCADA data automatisch in het SCADA te laten berekenen en op het beeldscherm/dashboard weer te geven.



Afbeelding 11. Relatie slibbezinksnelheid en slibgehalte

Omdenken nodig

Door de knelpunten bij de opstart heeft beheer en het opstart- en onderzoeksteam veel over de ICEAS geleerd. Daarbij is wel gebleken dat een verandering van denken ('omdenken') nodig is, van de conventionele continue systemen, naar een discontinu systeem als de ICEAS.

Het eerste punt van 'omdenken' is het steeds veranderende slibgehalte. Bij een met de hand genomen slibmonster op een willekeurig tijdstip is die waarde altijd verdund. Om te vergelijken met andere installaties en tijdstippen is er een referentiewaarde nodig. Dat is het 'BWL-slibgehalte', op het tijdstip direct na de aflat. Daarbij geldt ook nog dat beide straten zich in een verschillende fase in de cyclus bevinden en er niet tegelijk een monster genomen kan worden. Voor de bemonstering is dus een goede timing nodig. Inmiddels wordt een door het SCADA berekend BWL-slibgehalte weergegeven op het beeldscherm.

Het tweede punt van 'omdenken' is dat de hoogte van de ds-meter cruciaal is. Deze moet dus altijd op dezelfde hoogte worden teruggehangen. Bij een continu systeem maakt de hoogte niet uit. Hier dus wel en dat moet bij het beheerteam goed bekend zijn.

Het derde voorbeeld van 'omdenken' is het omgaan met de slibvolume-index (SVI). In Nederland wordt gesproken over de SVI, maar wordt de verdunde (diluted) SVI, oftewel DSVI bedoeld. Bij volumina van meer dan 300 ml/l wordt het slib verdund om de indikeffecten uit de maatcilinder uit te sluiten. Dat is normaliter een werkbaar principe voor continu doorstroomde nabezinktanks. Bij een ICEAS spelen die indikeffecten in de tank ook, waardoor uitgegaan moet worden van de onverdunde SVI. Dat betekent dus dat bij slibvolumina > 300 ml/l de bezinking in een ICEAS kritiek kan worden.

Het vierde punt van 'omdenken' is de mogelijkheid de slibbezinksnelheden te meten en dat goed voorspeld kan worden wanneer er ingegrepen moet worden. Hierbij hebben de opstartervaringen

geleerd welke snelheden bij welk slibgehalte gebruikelijk zijn en wanneer maatregelen nodig zijn. Hiermee hangt samen dat het slibvolume geen geschikte parameter is en dat in plaats daarvan het slibgehalte gebruikt moet worden.

Woord van dank

Dank aan allen die niet specifiek genoemd worden in dit artikel, maar die wel intensief hebben meegewerkt om de knelpunten op te lossen en de opstart van de ICEAS Weesp tot een groot succes te maken.

Referenties

1. *H2O-Techniek*, 19 oktober 2021. 'Waterschap AGV neemt installaties groengas en ICEAS officieel in gebruik'. <https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-techniek/waterschap-agv-installaties-groengas-en-iceas>
2. *Vossebeld, N., Ploeg, N. van der, Welmer, A., Boldrik, M. van (2021). 'Bouwinformatiemanagement in de zuiveringspraktijk bij nieuwbouw RWZI Weesp'. H2O-Online, 19 oktober 2021*
<https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/bouwinformatiemanagement-in-de-zuiveringspraktijk-bij-nieuwbouw-rwzi-weesp>