Korrelslib in een industriële zoutafvalwaterzuivering

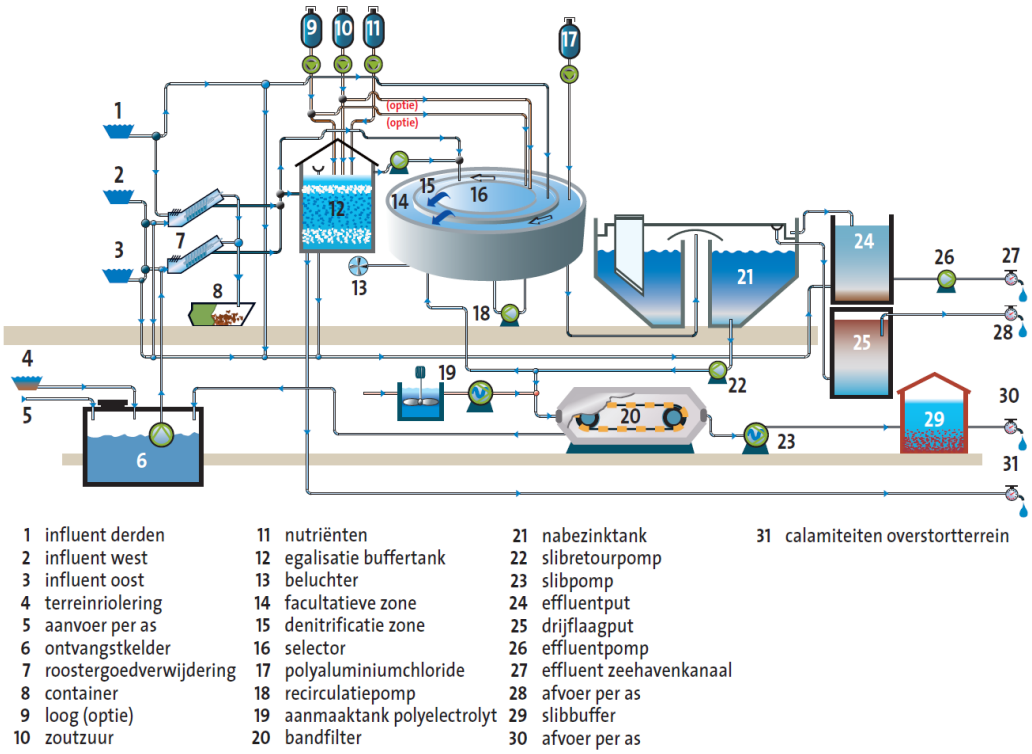
Perry van der Marel (North Water, WLN), Piet de Boks (North Water, Evides Industriewater)

De zoutafvalwaterzuivering (ZAWZI) van North Water in Delfzijl zuivert het zoute afvalwater dat afkomstig is van de aangesloten bedrijven op het Chemiepark. De biologische zuivering is nu vijf jaar in bedrijf en laat een verrassing zien: het aerobe slib in de ZAWZI blijkt na een langzaam selectieproces namelijk niet te bestaan uit vlokken, maar uit korrels. Dit biedt een interessante oplossing voor het opvangen van de voorziene groei in benodigde verwerkingscapaciteit. Bij de aangesloten bedrijven op het Chemiepark en in de nabije omgeving worden momenteel diverse projecten uitgewerkt waarbij aanzienlijke hoeveelheden afvalwater vrij gaan komen. Verder kan dit nieuwe inhoud geven aan wetenschappelijk onderzoek naar korrelslibtechnologie.

In H2O [1] was eerder een bedrijfsportret te lezen van North Water en de dynamiek van de industrie. North Water is een joint venture van Waterbedrijf Groningen en Evides Industriewater, en beheert en exploiteert diverse industriewaterzuiveringen. Eén van die zuiveringen is de zoutafvalwaterzuivering, die in 2008 werd gerealiseerd volgens het DBFO-concept (Design, Build, Finance & Operate) [2]. De ZAWZI zuivert het – gedeeltelijk zoute – industriële afvalwater van het Chemiepark en omliggende industrie in Delfzijl, zodat het niet ongezuiverd geloosd hoeft te worden op het oppervlaktewater. In 2009 ontving North Water hiervoor de *Red de Eems*-Award van de Waddenvereniging. De ZAWZI was tot 2013 in operationeel beheer bij het waterschap Hunze en Aa's, de technologische ondersteuning was in handen van Evides Industriewater. Inmiddels is het beheer overgegaan naar de industriewateroperators van Waterbedrijf Groningen en zijn de technologische werkzaamheden overgedragen naar WLN.

Het zuiveringsproces

De ZAWZI ontvangt via een rioolstelsel industrieel afvalwater van zo'n dertig aangesloten bedrijven, die niet allemaal bepalend zijn voor de totale kwaliteit en kwantiteit. Daarnaast wordt er afvalwater per as aangevoerd, en op de zuivering verwerkt. Dit biedt mogelijkheden om met name zout afvalwater uit de regio te verwerken, dat minder geschikt is voor zoetwaterafvalwaterzuiveringen. De zuivering is een conventioneel systeem (afbeelding 1). Na de grofvuilverwijderaar wordt het afvalwater (via het riool en per as) in een egalisatietank gebracht, waarin fluctuaties in kwaliteit (calamiteiten of productiestops van bedrijven) en kwantiteit (bijv. door regenval) worden afgevlakt. Vanuit de egalisatietank wordt het afvalwater naar de biologische zuiveringsstap gepompt die bestaat uit drie concentrische ringen, te beginnen met een selector in het midden. Vandaaruit stroomt het water successievelijk door de anoxische zone en de beluchte zone en stort dan over naar een nabezinktank. Het geklaarde water wordt geloosd op het Eems-Dollard estuarium. Het bezonken slib wordt retour gepompt, en het surplus wordt na bandindikking afgevoerd naar de slibvergisting op de rioolwaterzuivering in Garmerwolde.

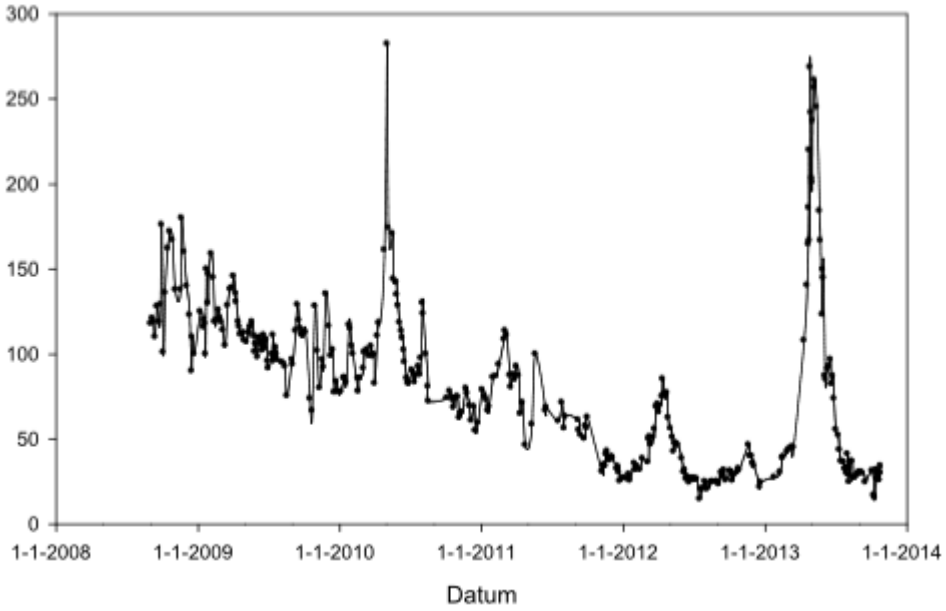


Afbeelding 1. Schematische weergave van de zoutafvalwaterzuivering (ZAWZI)

De slibvolume-index

De ZAWZI is laagbelast ontworpen, voor een slibbelasting van 0,15 kilogram chemisch zuurstofverbruik (CZV) per kilogram drogestof (DS) per dag. Diverse malen is de slibbelasting een dag of enkele dagen veel hoger geweest (tot 0,67 kg CZV/kg DS.d) met behoud van een goed zuiveringsrendement. Verder is bij het ontwerp uitgegaan van een drogestofgehalte van vijf gram per liter en een slibvolume-index van 150 milliliter per gram drogestof. Deze index is een maat voor de bezinkbaarheid van het slib en wordt bepaald door een liter actief-slibmengsel uit de beluchte zone in een maatcilinder van een liter gedurende een half uur te laten bezinken. Het bezonken slibvolume wordt dan afgelezen (ml) en gedeeld door het drogestofgehalte van het slib (gram) wat door indrogen wordt bepaald. Belangrijk zorgpunt destijds was het gedrag van het slib als reactie op fluctuerende zoutgehaltes. Gevreesd werd voor perioden met een zekere slibuitspoeling door hoge slibvolume-indexen (= slechte bezinking).

In afbeelding 2 is de ontwikkeling in slibvolume-index weergegeven sinds de opstart van de zuivering.



Afbeelding 2. Ontwikkeling in slibvolume-index van de ZAWZI in de periode september 2008 tot oktober 2013

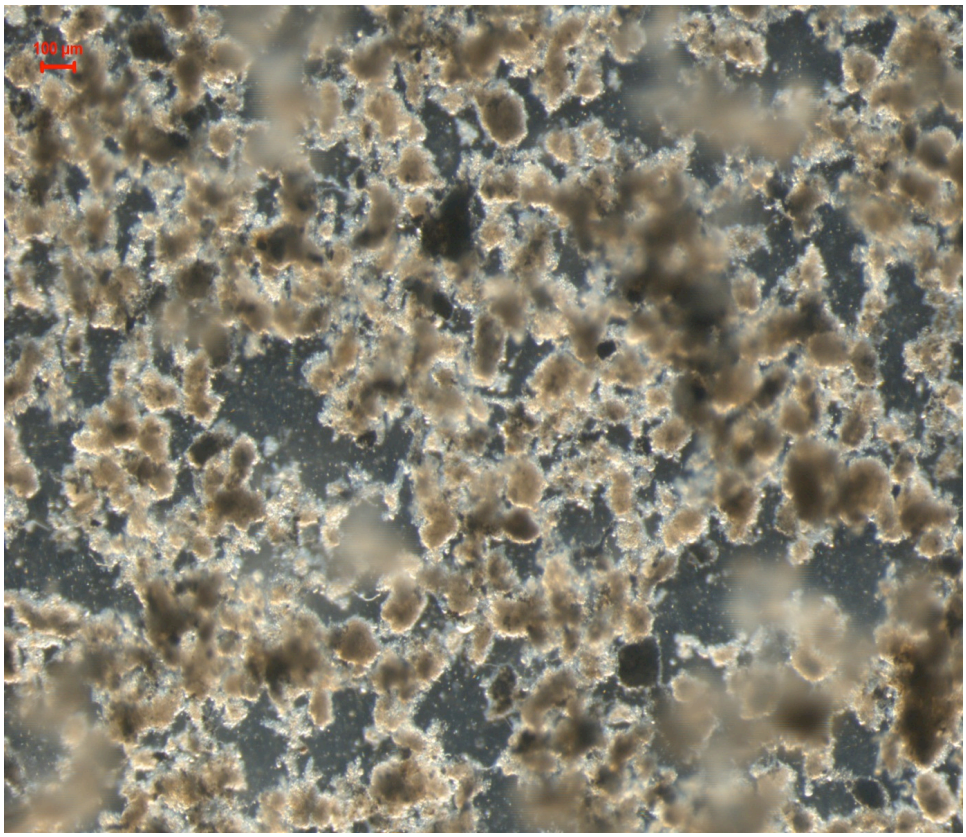
In afbeelding 2 is te zien dat de slibvolume-index het eerste jaar nog sterk fluctueert maar daarna geleidelijk in de jaren afneemt, en dat deze nu veel lager is dan waarop de ZAWZI is ontworpen. Dit geeft aan dat het slib steeds beter is gaan bezinken en dat het slib in de huidige situatie vrij snel op de bodem van de nabezinktank ligt. Dat wordt ook wel eens als negatief ervaren, omdat kleinere slibdeeltjes nu niet worden afgevangen door de zogenoemde slib-deken. Met het verloop en de hoogte van de slibvolume-index, en daarnaast de incidenteel vrij hoge slibbelastingen die probleemloos verwerkt zijn, werd begin 2013 verondersteld dat er in plaats van slibvlokken wellicht slibkorrels aanwezig zouden zijn. Deze opportune gedachte werd daarna geparkeerd, omdat de slibvolume-index in maart dat jaar plotseling steeg tot schrikbarend hoge waarden. Er zijn destijds slibanalyses uitgevoerd in samenwerking met Wetsus (promovendus L. Faust). In tegenstelling tot wat gebruikelijk is bevatte het geklaarde water ongeveer evenveel eiwitten en suikers (extracellulair polymere substanties, EPS) als het slib. Hiervoor bestaat nu nog geen goede verklaring, maar zeker is dat het slibbeeld duidelijk verstoord was.

Korrelslib

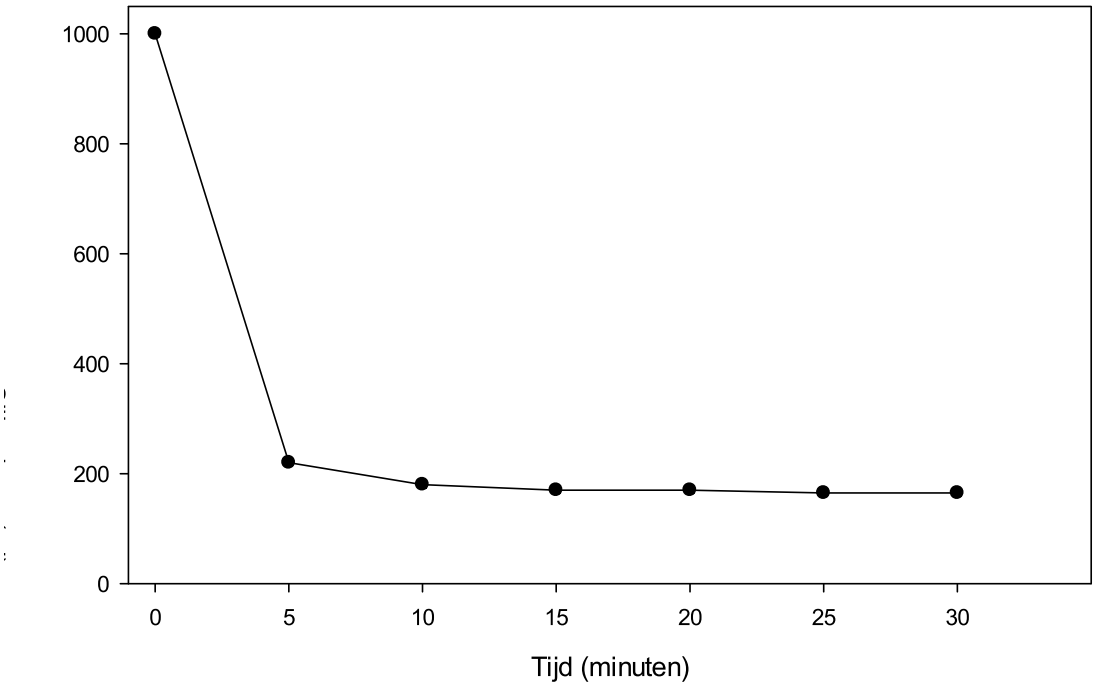
In afbeelding 2 is te zien dat de slibvolume-index zich na een periode van ongeveer twee maanden had hersteld op het lage niveau van daarvoor. In oktober 2013 is met medewerking van de Technische Universiteit Delft (promovendus M. Pronk) met microscopie gerichter gekeken naar typische korrelslib-eigenschappen. Uit het microscopische slibbeeld bleek dat er visueel sprake was van korrelslib in de ZAWZI (afbeelding 3). Tijdens een workshop van de International Water Association (IWA) in september 2004 in München is een eenduidige definitie voor aeroob korrelslib vastgesteld. De definitie luidt als volgt [3]:

“Korrels die worden gevormd op basis van actiefslibvlokken zijn aggregaten van microbiële oorsprong, die niet coaguleren bij lage afschuifkrachten en die significant sneller bezinken dan actiefslibvlokken. Kenmerk van korrelslib is dat de slibvolume-index na vijf minuten vrijwel gelijk is aan de index na dertig minuten, dit in tegenstelling tot actiefslib waar deze verhouding ongeveer 2 bedraagt.”

In 2008 is de ZAWZI opgestart met actief slib uit een zoete conventionele zuivering, dat gevoed werd met zout influent, dat tot 2010 een slibvolume-index had die groter was dan 100 ml/g. Doordat de bezinksnelheid aanzienlijk is versneld in de afgelopen jaren (zie ook afbeelding 4), en door het geringe verschil in slibvolume-index na vijf en na dertig minuten, zou gesteld kunnen worden dat het huidige slib voldoet aan een deel van deze definitie. Nader onderzoek, bijvoorbeeld door middel van deeltjesgrootte-metingen en het toepassen van hydrodynamische belasting, zou ook het eerste deel van de definitie kunnen bevestigen. Zoals in elke afvalwaterzuivering kent de ZAWZI enige hydrodynamische invloeden, zoals de overstort naar de nabezinktank, retourslibpompen, onderwatermengers in de anoxische zone en beluchting in de buitenste ring. Bovendien is er in de zoute zuivering nog een ander type ‘*shear*’, namelijk zoutgehaltefluctuaties. Deze komen met name voor wanneer zout lozende bedrijven een productiestop hebben, maar ook de wisselende hemelwateraanvoer heeft een aanzienlijke invloed. Tot nu toe is de beleving dat deze processen het slib niet opbreken, omdat er nauwelijks een invloed waargenomen wordt op de slibvolume-index.



Afbeelding 3. Korrelslib uit de ZAWZI (M. Pronk, TUD)



Afbeelding 4. Verloop van het slibvolume gedurende een half uur bezinking

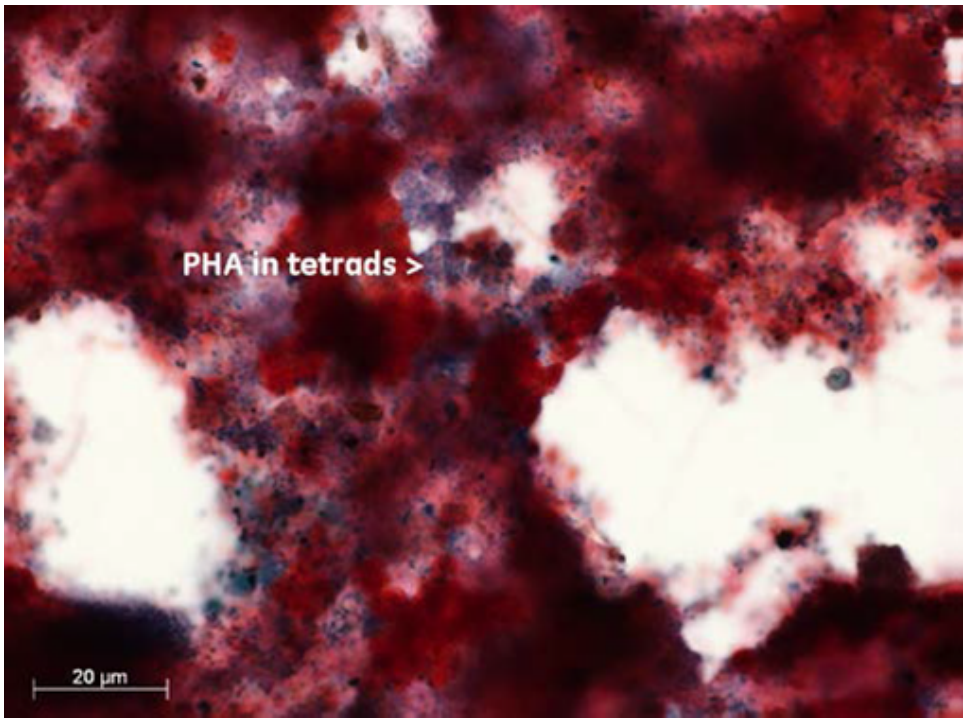
Potentie

De bevindingen tot op heden zijn voor de wetenschap en voor North Water erg interessant. De aandacht richt zich op drie aspecten:

1. Korrelslibselectieproces: uit afbeelding 2 blijkt dat – afgezien van de zogenaamde *hick-ups* – de slibvolume-index geleidelijk daalt over een periode van drie jaar. Het proces dat in deze – conventionele – reactor tot het huidige type slib heeft geleid, lijkt anders te zijn dan de selectiemechanismen voor korrelvorming in de huidige korrelslibreactoren (*Nereda*, Royal HaskoningDHV). Opvallend is bijvoorbeeld de vrij kleine korrelgrootte. Uit zeeffractiebepaling blijkt dat ongeveer 98% van het slib een korreldiameter heeft van minder dan 200 micrometer. Wetenschappelijk gezien kan het interessant zijn om de mechanismen en de microbiële samenstelling van het slib in de ZAWZI en het Nereda-slib met elkaar te vergelijken. Temeer daar het hier een zoute industriële afvalwaterzuivering betreft. De ontwikkeling van korrelslibtechnologie voor zoutwater heeft vooralsnog alleen op laboratoriumschaal de aandacht.
2. Een toekomst als korrelslibreactor: de ZAWZI is ontworpen uitgaande van conventionele actiefslibeigenschappen, waaraan de huidige verwerkingscapaciteit is gekoppeld. Wanneer gebruikgemaakt wordt van korrelslibeigenschappen kan de capaciteit vermoedelijk sterk vergroot worden door toepassen van een hoger drogestofgehalte. De bezinksnelheid is immers veel hoger, getuige het feit dat al het slib na ongeveer vijf minuten al bezonken is (afbeelding 4). Zodoende is de verwachting dat het slib bij gehaltes boven de 5 g/l nog voldoende snel bezinkt in de nabezinktank. Verder heeft de praktijk uitgewezen dat een slibbelasting boven de 0,15 kg CZV/kg DS.d geen problemen voor de zuiveringsprestaties of

de lozingseisen hebben opgeleverd. Beide facetten afzonderlijk en tezamen illustreren in potentie een veel hogere verwerkingscapaciteit in de huidige installatie. Potentieel betekent dit, dat de ZAWZI niet fysiek zou hoeven te worden uitgebreid om voor de diverse toekomstscenario's van de bedrijvigheid in Delfzijl een passende oplossing te bieden. Wat kritisch is in deze benadering, is in hoeverre het zuiveringsproces robuust is. De sterke toename en het herstel van de slibvolume-index in 2013 (maar piekmomenten zijn vaker zichtbaar, zie afbeelding 2) wijst op een incidenteel verstorende factor die nog niet gevonden is. Tijdens deze verstoringen heeft de zuivering tot nu toe nog afdoende gepresteerd met het oog op de lozingseisen, maar het is onvoldoende duidelijk of dit ook het geval zal zijn bij een hoger drogestofgehalte en een hogere slibbelasting.

3. Biopolymeren: eerder slibonderzoek in 2011 op het slib van de ZAWZI – overigens voor heel andere doeleinden – laat zien dat het slib vrij veel poly-ß-hydroxyalkanoaten (PHA) bevat (afbeelding 5). Eén kilo PHA vertegenwoordigt een marktwaarde van vijf tot tien euro [4]. Aangezien het spuislib nu met de nodige kosten wordt afgevoerd naar de slibvergisting, is het terugwinnen van waardevolle stoffen mogelijk zeer interessant. Dit gezegd hebbend wordt de slibproductie op de ZAWZI ook interessant en die is momenteel veel lager dan waarvan is uitgegaan in het ontwerp. Bovendien is deze per jaar gedaald; met in 2011 een productie van 0,39 g DS/g CZV dat werd verwijderd, in 2012 was dat 0,28 en in 2013 is deze vooralsnog 0,20 g DS/g CZV. Deze daling wordt ook in verband gebracht met de veranderde slibeigenschappen die door de dalende slibvolume-index worden gevisualiseerd. Of dit ook het aandeel PHA in het slib verlaagd moet worden uitgezocht.



Afbeelding 5. PHA in het slib van de ZAWZI (slibonderzoek 2011 door General Electric in opdracht van North Water)

Conclusie

Op de ZAWZI van North Water heeft zich op een verassende manier korrelslib gevormd gedurende een relatief langzaam selectieproces van enkele jaren. De zorgen over slibuitspoeling kunnen zo plaats maken voor uitdagingen naar de toekomst. Zo is de zuiveringscapaciteit in potentie groter dan waar in het ontwerp van is uitgegaan. Door van dit concept gebruik te maken kan zonder grote investeringen voorzien worden in de toenemende vraag vanuit de bedrijven naar zuiveringscapaciteit. Wel zal nog onderzoek moeten worden uitgevoerd, omdat er verstoringen in het slibbeeld zijn geweest die afbreuk doen aan de robuustheid. Wetenschappelijk is het belangrijk de unieke ervaringen van full-scale korrelslibreactor op zoutwater en onderliggend selectiemechanisme te begrijpen, zodat hierop kan worden ingespeeld bij nieuwe zoute zuiveringen. Bijkomend voordeel van de potentie om bio-polymeren uit het slib te oogsten zal worden verkend.

Literatuur

1. Boks, P. A. de, & Beekman, E. (2013). North Water en de dynamiek van de industrie. H2O, 2013(2), 44-46.

2. Boks, P. A. de, Wit, M. de, & Menkveld, W. Zuivering van zout afvalwater van bedrijven bij Delfzijl. H2O, 2009(10), 50-52.

3. STOWA (2006). Aëroob korrelslibtechnologie. STOWA-rapport 2005-35, p.5. Utrecht, Stowa.

4. Wielinga, R. Biopolymeren, plastic met veel minder milieuschade. H2O, 2013(5), 14-15.