

Zandverwijdering op rioolwaterzuiveringsinstallaties; meer aandacht nodig?

Victor Claessen, Peter van Dijk (waterschap De Dommel), Anna Veldhoen (Witteveen+Bos)

Zandverwijdering krijgt op rioolwaterzuiveringsinstallaties mogelijk niet de aandacht die het verdient. Uit beschikbare meetgegevens van waterschap De Dommel blijkt dat de slibkoek van de slibverwerkinginstallatie (svi) Mierlo op basis van droge stof circa 10% aan zand bevat. De hoge kosten die gemoeid zijn met de slibeindverwerking (centrale slibverbranding bij de SNB te Moerdijk) en in dit geval dus ook voor het zand in dit slib, zijn aanleiding geweest om het aspect zandverwijdering nader te onderzoeken met als onderzoeksvraag: kan de zandrest in slib op een kostenefficiënte manier verder teruggebracht worden? Dit artikel beschrijft de resultaten van het onderzoek.

Alle rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) van waterschap De Dommel zijn uitgerust met zandvangsers in de waterlijn, waarvan de meeste van het type Dorr-Oliver. Daarvan mag verondersteld worden dat zand redelijk efficiënt afgescheiden wordt. Om een idee te krijgen of een zandrest in slib van bijna 10% op basis van droge stof als acceptabel kan worden verondersteld, is informatie over de zandrest in slib opgevraagd bij andere waterschappen. Daarnaast is aanvullend ook voor de slibkoek van de rwzi Tilburg enkele malen de zandrest bepaald (NEN6622; in zoutzuur onoplosbare bestanddelen in slib na uitgloeien), evenals in het ingedikte slib van diverse andere rwzi's in het beheersgebied van waterschap De Dommel.

De zandrest zegt uitsluitend iets over de hoeveelheid zand die aanwezig is in het slib. Om te kunnen beoordelen of de zandvangsers goed functioneren is informatie nodig over de deeltjesgrootte van de zandkorrels in het slib en dus van het zand dat niet wordt verwijderd door de zandvanger. Hiertoe is enkele malen de zeefkromme vastgesteld van het zand in de slibkoek van de centrale slibontwateringslocaties Mierlo en Tilburg. Afbeelding 1 toont de benaming van deze en andere zandfracties.

korrelgroottes van klei tot blokken, met benamingen en toepassingsgebieden:

korrel-grootte (mm)	korrel-grootte (µm)	indeling op korrelgrootte	gebruiksnaam	toepassingen	
630		BLOKKEN	breekgrind		
200		KEIEN			
63		STENEN			
16		GRIND	keurgrind	betonwareindustrie	
5,6	zeer grof				
2	matig grof				
2	2000	fijn	fijn grind		
0,42	420	ZAND	uiterst grof	industriezand (m)	
0,3	300		zeer grof		betonzand
0,21	210		matig grof		metzelzand
0,15	150		matig fijn		ophoogzand
0,105	105		zeer fijn		
0,063	63		uiterst fijn		
0,002	2	SILT	leem	grosf keram. ind. wegeb.	
0	0	KLEI (LUTUM)	klei	ophoog- en vulzand	

m) metselbouw industrie

Afbeelding 1. Korrelgroottes met benaming en toepassingsgebied [1]

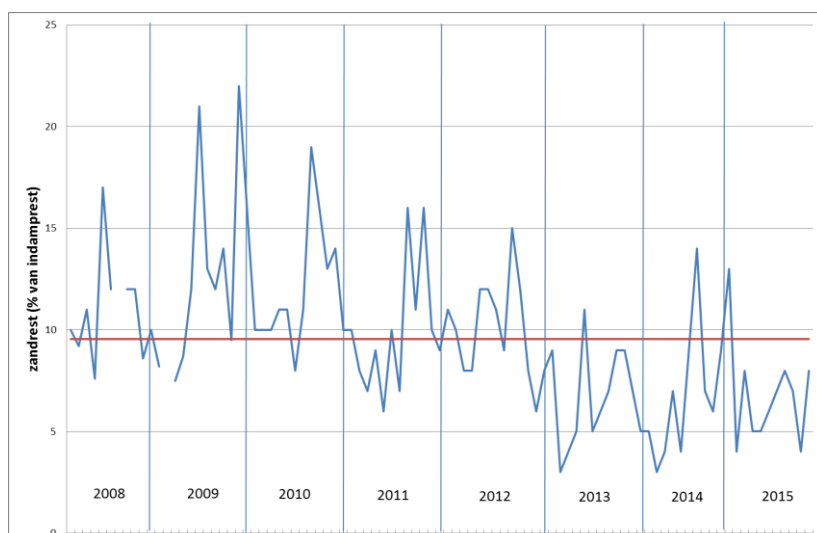
Om een beeld te krijgen of een hydrocycloon effectiever zand afscheidt dan een vlakke zandvanger, is een bezoek afgelegd aan de rwzi Nieuwegein. Deze rwzi beschikt over een hydrocycloon die het zand afscheidt uit het primaire slib van deze rwzi. Er zijn monsters genomen om te laten analyseren op zandrest en zeefkromme.

Op basis van de extra informatie die op deze manier verkregen wordt, kan een goed beeld gevormd worden of de zandafscheiding zoals die momenteel plaatsvindt op de rwzi's van waterschap De Dommel, acceptabel is of op een kostenefficiënte manier verbeterd kan worden door bijvoorbeeld de inzet van hydrocyclonen.

Resultaten svi Mierlo en rwzi Tilburg

Op de slibverwerkingsinstallatie (svi) Mierlo wordt het slib ontwaterd van de rwzi's Boxtel, Eindhoven, Hapert, Sint Oedenrode en Soerendonk. De slibkoek die daarbij ontstaat gaat naar Slibverwerking Noord-Brabant (SNB), waar het verbrand wordt. Op de rwzi Tilburg wordt het eigen slib vergist en daarna, samen met het aangevoerde slib van de rwzi's Biest-Houtakker en Haaren, ontwaterd. Ook deze slibkoek wordt verbrand in Moerdijk.

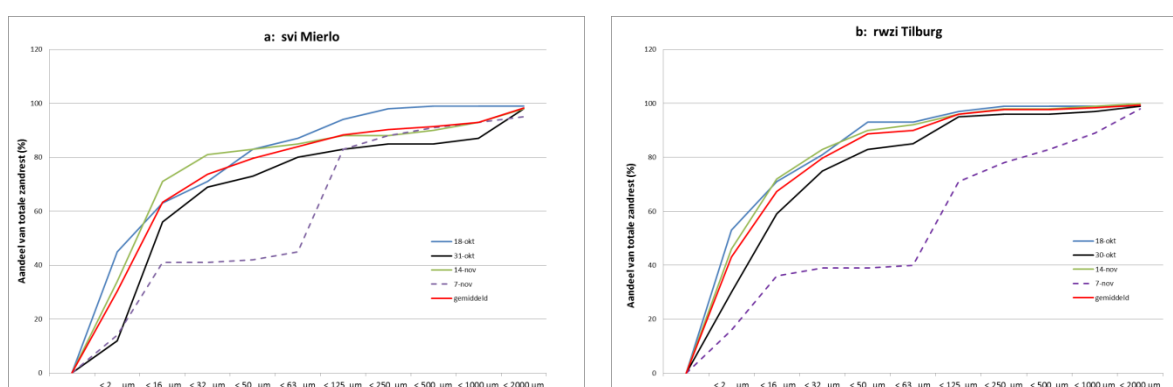
Over de periode 2008 – 2015 is een 90-tal metingen beschikbaar van de zandrest van de slibkoek van Mierlo. Deze gegevens zijn grafisch uitgezet in afbeelding 2. De gemiddelde zandrest over deze periode bedraagt 9,6% van de indamprest van de slibkoek.



Afbeelding 2. Zandrest in de slibkoek van de svi Mierlo; periode 2008 – 2015

In de maanden oktober en november 2012 is in totaal vier keer de slibkoek van de rwzi Tilburg geanalyseerd op zandrest. De gemiddelde waarde voor de zandrest bedraagt 15% van de droge stof. De spreiding tussen de individuele waarnemingen is beperkt; $15\% \pm 1\%$ (absoluut). De gemiddelde zandrest in de slibkoek van de rwzi Tilburg is daarmee hoger dan die van de svi Mierlo. De oorzaak hiervan ligt in het feit dat het slib van de rwzi Tilburg vergist is. Door vergisting wordt een deel van de (organische) droge stof afgebroken en omgezet in biogas. Met het zand gebeurt niets, waardoor het aandeel zand in de resterende droge stof procentueel toeneemt. Als voor dit effect gecorrigeerd wordt, zou de zandrest voor de slibkoek van de rwzi Tilburg uitkomen op circa 10% en daarmee in dezelfde orde van grootte liggen als de zandrest in de slibkoek van de svi Mierlo.

Van het zand in de slibkoek van Mierlo en Tilburg is per locatie vier keer een zeefkromme bepaald om de samenstelling in deeltjegrootte (op massabasis) van het zand vast te stellen. Deze gegevens zijn grafisch verwerkt in afbeelding 3 (respectievelijk 3a en 3b). Uit deze figuur blijkt dat in beide grafieken de zeefkromme van 7 november voor het traject van $16\ \mu\text{m}$ tot $125\ \mu\text{m}$ duidelijk afwijkt van de overige drie. Dat is de reden dat deze waarnemingen bij het vaststellen van de gemiddelde zeefkromme buiten beschouwing zijn gelaten. Gemiddeld blijkt voor Mierlo het overgrote deel van het zand (85%) in de slibkoek te bestaan uit fracties kleiner dan $63\ \mu\text{m}$, die omschreven kunnen worden als silt (leem) of uiterst fijn zand (afbeelding 1). Voor rwzi Tilburg blijkt dat aandeel zelfs nog hoger te liggen: 90%.

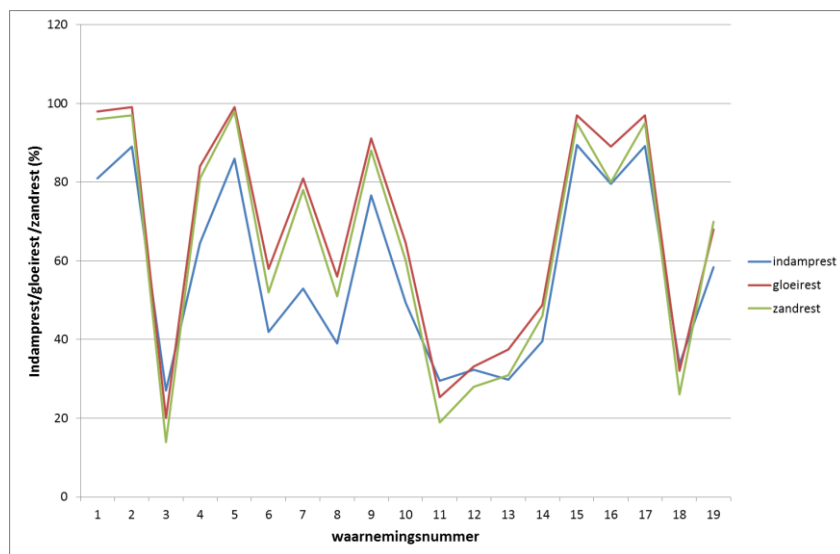


Afbeelding 3. Fractionering zandrest van de slibkoek van de svi Mierlo (3a) en rwzi Tilburg (3b); 2012

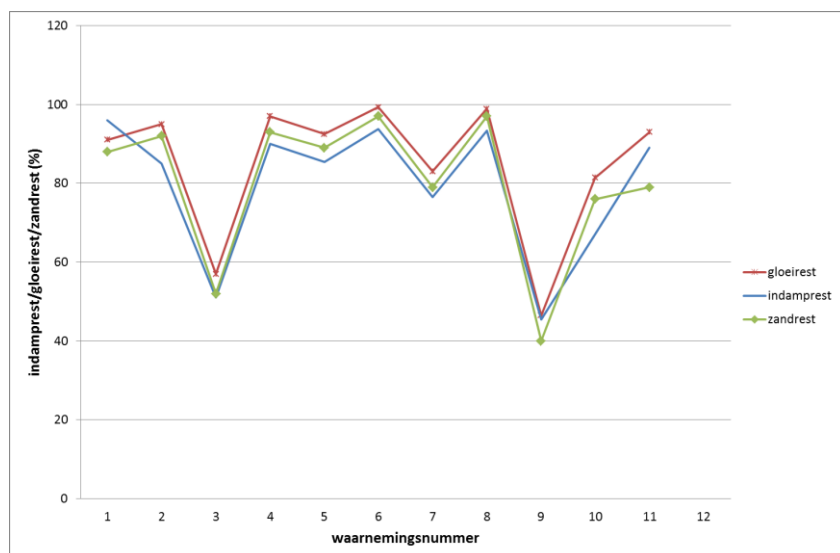
Resultaten zandvangmateriaal rwzi Eindhoven en rwzi Tilburg

Naast de gegevens omtrent zand in de slibkoek van de svi Mierlo en rwzi Tilburg zijn er analysegegevens bekend van het zandvangmateriaal dat afgescheiden wordt door de zandvangsers op

de rwzi's Eindhoven en Tilburg. Tweemaal per jaar worden het drogestofgehalte (indamprest), de gloeirest en de zandrest bepaald. De resultaten hiervan zijn weergegeven in afbeelding 4 (rwzi Eindhoven) en 5 (rwzi Tilburg). Daarnaast zijn deze gegevens samengevat in tabel 1.



Afbeelding 4. Gegevens zandvangmateriaal rwzi Eindhoven; 2008 – 2015



Afbeelding 5. Gegevens zandvangmateriaal rwzi Tilburg; 2012 – 2015

Tabel 1. Gegevens zandvangmateriaal rwzi's Eindhoven en Tilburg

	Rwzi Eindhoven			Rwzi Tilburg		
	Indamprest (%)	Gloeirest (% van ds)	Zandrest (% van ds)	Indamprest (%)	Gloeirest (% van ds)	Zandrest (% van ds)
gemiddeld	57	67	63	79	85	80
st. dev.	24	28	29	18	18	19
aantal waarnemingen	19	19	19	12	12	12

Uit tabel 1 valt voor rwzi Eindhoven af te leiden dat er naast zand ook het nodige organische materiaal (primair slib, vetdeeltjes en dergelijke) afgescheiden wordt in de zandvangsers. Dit hoewel er op deze rwzi veel aandacht besteed is aan het optimaliseren van de zandwassing. De verwachting is dat met name bij droogweeraanvoer (DWA) organisch materiaal tot bezinking kan komen, omdat dan de

oppervlaktebelasting van de zandvangers een factor 6 lager ligt dan waarop ze gedimensioneerd zijn, namelijk regenweeraanvoer (RWA). Cijfermatig kan dit echter niet onderbouwd worden.

Ondanks de grote spreiding in de samenstelling van het zandvangmateriaal, bestaat er een duidelijk verband tussen de gloeirest en het droge stofgehalte van het zandvangmateriaal; hoe hoger de gloeirest, hoe meer droge stof. Dit is logisch, omdat organisch materiaal nu eenmaal gemakkelijker water vasthoudt. Verder kan geconcludeerd worden dat de anorganische fractie voor 94% uit zand bestaat.

Op basis van de samenstelling van het zandvangmateriaal van de rwzi Tilburg kan geconcludeerd worden dat er minder organische stof tot bezinking komt in de zandvanger of dat de zandwassing beter functioneert. Dit resulteert in droger materiaal. Ook nu bestaat de anorganische fractie vrijwel uitsluitend uit zand; ruim 95%.

Resultaten overige rwzi's

Naast de zandrest in de slibkoek van svi Mierlo en rwzi Tilburg, is incidenteel ook de zandrest bepaald in het ingedikte slib van een vijftal middelgrote rwzi's in het beheersgebied van waterschap De Dommel (zie tabel 1). Op rwzi Eindhoven zijn destijds proeven (op pilotschaal) uitgevoerd met een installatie voor Dissolved Air Flotation (DAF). In dit flotatieslib is ook vijf keer de zandrest bepaald. Daarnaast zijn gegevens over de zandrest in slib opgevraagd bij andere waterschappen. Veel waterschappen laten het slib van hun rwzi's echter niet analyseren op zandrest. De resultaten die dit onderzoekspoor heeft opgeleverd zijn eveneens opgenomen in tabel 2.

Tabel 2. Zandrest in slib van diverse rwzi's

waterschap De Dommel	zandrest (% van de ds)	Overige waterschappen	Zandrest (% van de ds)
		rwzi Aarle-Rixtel	14
rwzi Hapert	9	rwzi Land van Cuijk (AS) (uitgegist slib)	11 16
rwzi Biest-Houtakker	9	rwzi Den Bosch (uitgegist slib)	20
rwzi Haaren	7	rwzi Nieuwveer	10
rwzi Soerendonk	2	rwzi Bath	11
rwzi St Oedenrode	5	rwzi Dongemond	9
		rwzi Rijen	7
rwzi Eindhoven flotatieslib DAF-pilot	12	rwzi Utrecht (1 ^e trap) (2 ^e trap)	6 5

Veel van de resultaten liggen in dezelfde orde van grootte als die van de svi Mierlo en de rwzi Tilburg. De rwzi Soerendonk springt er in positief opzicht uit; met 2% is de zandrest laag te noemen. Rwzi Den Bosch valt juist op vanwege de hoge zandrest in het slib (20%). Weliswaar heeft dit resultaat betrekking op uitgegist slib, maar desondanks is het hoog te noemen. De zandrest in het uitgegiste slib van rwzi Land van Cuijk bedraagt 16%. Als deze waarde wordt gecorrigeerd voor het effect dat slibvergisting heeft op de zandrest, dan komt het in de buurt van de 11% te liggen. Dit wordt bevestigd door de resultaten die bekend zijn van metingen in het actief slib van deze rwzi.

Resultaten rwzi Nieuwegein

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden heeft resultaten aangeleverd van rwzi Nieuwegein. Voor actief slib is een zandrest vastgesteld van 6% en voor het uitgegiste slib van 11%. Deze rwzi onderscheidt zich van de andere doordat hij niet voorzien is van een zandvanginstallatie in de waterlijn, maar van een hydrocycloon in de sliblijn. Met deze cycloon wordt een deel van het zand uit het primaire slib verwijderd.

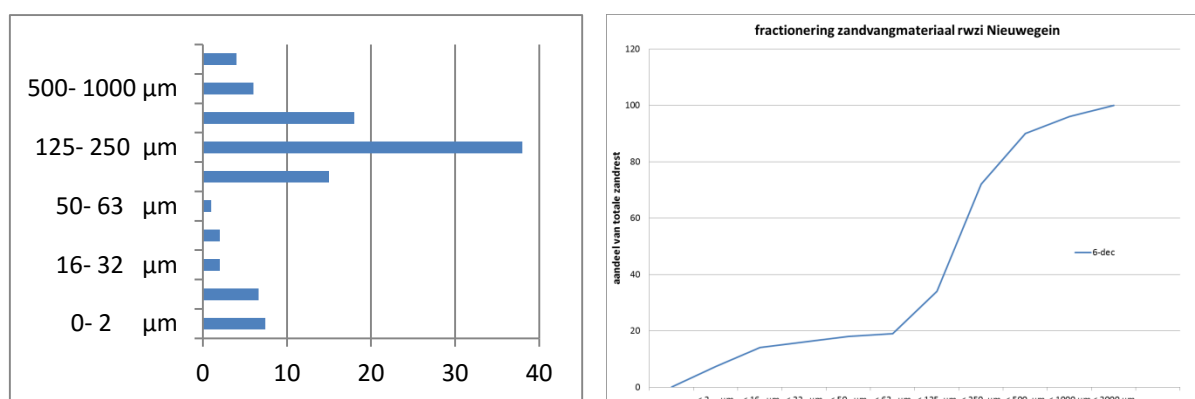
Om de hydrocycloon naar behoren te laten functioneren mag het primaire slib niet te dik worden aangevoerd (2 à 3 %). Daardoor wordt het primaire slib met een relatief hoog debiet onttrokken aan de voorbezinktank. Nadeel hiervan is dat het primaire slib alvorens het naar de slibvergisting afgevoerd kan worden, eerst nog een keer ingedikt dient te worden.

Op rwzi Nieuwegein zijn monsters genomen van het primaire slib dat naar de hydrocycloon wordt afgevoerd. Daarvan zijn de droge stof, gloeirest en zandrest bepaald. Daarnaast zijn monsters genomen van het afgescheiden zandvangmateriaal en is hiervan de zeefkromme vastgesteld. Helaas was het niet mogelijk om de uitgaande primaire slibstroom van de hydrocycloon te bemonsteren nadat het zand is verwijderd. Om vast te stellen of er nog veel zand doorslaat bij de voorbezinktank is ook een monster van het ingedikte secundaire slib geanalyseerd op droge stof, gloeirest en zandrest. De resultaten van deze metingen zijn ondergebracht in tabel 3 en afbeelding 6.

Tabel 3. Resultaten zandrest in de monsters van rwzi Nieuwegein

	Primair slib	Secundair slib	Zandvangmateriaal
Droge stof (%)	0,3	4,8	58
Gloeirest (% van ds)	25	18	69
Zandrest (% van ds)	5	7	77

Uit de samengestelde afbeelding 6 blijkt dat het zandvangmateriaal, dat afgescheiden wordt door de hydrocycloon uit het primaire slib, voor circa 70% bestaat uit zand met een korrelgrootte tussen 63 en 500 μm en voor nog eens 10% uit zand met een nog grotere diameter. Dit is in lijn met de verwachting op basis van de gegevens van svi Mierlo, waaruit blijkt dat het slib juist voornamelijk de hele fijne fractie bevat en dat de grotere fractie wordt afgescheiden.



Afbeelding 6. Fractionering en zeefkromme van het zandvangmateriaal van de rwzi Nieuwegein

Discussie

Aan de hand van de zandrest in de slibkoek van svi Mierlo en rwzi Tilburg, respectievelijk 11% en 15%, kan berekend worden dat de eindverwerkingskosten voor deze zandfractie op basis van de variabele SNB-kosten van € 125,- per ton droge stof (ds), neerkomen op respectievelijk € 226.000,- en € 122.000,- per jaar. Daarbij is er vanuit gegaan dat de jaarlijkse slibproductie van de svi Mierlo 16.400 ton ds aan slibkoek bedraagt en die van de rwzi Tilburg 6.500 ton.

Uit de zeefkrommen van het zand in de slibkoek van zowel svi Mierlo als rwzi Tilburg blijkt dat de fractie met korrelgrootte <63 μm zeer groot is en wel respectievelijk 85 en 90% bedraagt.

Uit afbeelding 1 blijkt dat op basis van deze korrelgrootte het zand dat doorslaat bij de zandvanginstallaties als silt of als uiterst fijn zand betiteld kan worden. Gesteld mag worden dat een zandvanginstallatie van het type Dorr-Oliver niet bedoeld is om silt of deze uiterst fijne zandfracties af

te scheiden en dat de zandvanginstallatie op de rwzi's in het beheersgebied van waterschap De Dommel dus effectief hun werk doen.

Gegevens van andere rwzi's in Nederland laten in grote lijnen hetzelfde beeld zien als vastgesteld in Mierlo en Tilburg en bevestigen daarmee het beeld dat de zandvangs op onze rwzi's zeker niet slecht functioneren.

Om te kijken of een hydrocycloon effectiever zand afscheidt zijn monsters geanalyseerd van rwzi Nieuwegein. Uit analyses van het zandvangmateriaal blijkt dat het zand dat afgescheiden wordt door deze cycloon voor 20% bestaat uit de uiterst fijne zandfractie. Dit zegt echter niets over de samenstelling en de hoeveelheid zand die nog in het slib aanwezig is nadat het de hydrocycloon is gepasseerd en daarmee over de effectiviteit waarmee het zand uit het slib wordt afgescheiden. Op het moment van bemonsteren op rwzi Nieuwegein was het niet mogelijk om de uitgaande slibstroom te bemonsteren en daarmee deze effectiviteit vast te stellen.

Het zandvangmateriaal bevat (relatief veel) organisch materiaal. Vermoedelijk ligt de bezinksnelheid van zandkorrels met een diameter kleiner dan 63 μm in dezelfde orde van grootte als veel organisch materiaal en zijn deze fracties daardoor niet of nauwelijks onderling te scheiden door technieken als hydrocycloon of een vlakke zandvanger (type Dorr-Oliver).

Aangezien voor svi Mierlo en rwzi Tilburg geen fractionering/zeefkromme is vastgesteld van het zandvangmateriaal, kunnen gegevens hieromtrent dus ook niet vergeleken worden met die van het zandvangmateriaal van de rwzi Nieuwegein. Op basis van de resultaten voor droge stof, gloeirest en zandrest van het zandvangmateriaal kan geconcludeerd worden dat ook het zandvangmateriaal van de rwzi Nieuwegein nog behoorlijk nat is en het nodige organisch materiaal bevat. De verwachting is dan ook dat een hydrocycloon niet beter zal functioneren dan een vlakke zandvanger.

Conclusies en aanbevelingen

De volgende conclusies zijn te trekken uit het beperkte onderzoek naar zandrest in slib(koek) van de rwzi's van met name waterschap De Dommel:

- De zandrest in de slibkoek van svi Mierlo en rwzi Tilburg bedraagt respectievelijk 10% en 15%. Als voor Tilburg gecorrigeerd wordt voor het effect van slibvergisting komt de zandrest in de slibkoek voor deze rwzi uit op 10% en ligt daarmee in dezelfde orde van grootte als die van svi Mierlo.
- Op basis van de zandrest in de slibkoek van beide installaties kan berekend worden dat de eindverwerkingskosten van dit zand (aanwezig in de slibkoek) uitkomen op in totaal € 348.000,- per jaar (variabele SNB-kosten).
- De zandfracties met een diameter > 63 μm worden over het algemeen goed verwijderd door de zandvanginstallaties op de rwzi's. Het zand in de slibkoek van svi Mierlo en rwzi Tilburg bestaat dan ook respectievelijk voor 85% en 90% uit zandkorrels met een diameter kleiner dan 63 μm .
- de zandfracties < 63 μm worden gerekend tot silt [2] of uiterst fijne zandfracties [1]. Deze worden nauwelijks afgescheiden met een vlakke zandvanger of hydrocycloon.
- Navraag bij de andere waterschappen laat zien dat de zandrest in slib over het algemeen varieert tussen de 5 en 14%, waarbij het merendeel rond de 10% uitkomt. Diverse waterschappen bepalen de zandrest in slib niet en beschikken daarom niet over deze gegevens.
- De verwachting is dat een hydrocycloon niet beter functioneert dan de huidige vlakke zandvangs. Vermoedelijk ligt de bezinksnelheid van zandkorrels met een diameter <63 μm in dezelfde orde van grootte als dat van veel organisch materiaal en zijn deze fracties daardoor niet of nauwelijks onderling te scheiden door technieken als een hydrocycloon of een vlakke zandvanger. Dit kan echter onvoldoende onderbouwd worden door cijfermateriaal.

Het valt te overwegen om van het zandvangmateriaal van de rwzi's Eindhoven en Tilburg de fractionering vast te laten stellen. Dan wordt inzicht verkregen in het aandeel zandkorrels met diameter <math><63 \mu\text{m}</math> dat wordt afgescheiden met een vlakke zandvanger type Dorr-Oliver. In combinatie met het gehalte aan organische stof van het zandvangmateriaal kan dan het vermoeden dat deze beide fracties, uiterst fijn zand en organische stof, moeilijk te scheiden zijn, beter onderbouwd worden.

Er zijn geen relatief eenvoudige scheidingstechnieken voor handen om op een kosteneffectieve manier deze uiterst fijne zandfractie in de water- of sliblijn af te scheiden.

STOWA is recent gestart met het opstellen van een Handboek Zandverwijdering, een project dat wordt uitgevoerd door Witteveen+Bos (STOWA-project 432678). Dit handboek verzamelt de ervaringen met zandverwijdering van de Nederlandse waterschappen en biedt op basis daarvan handreikingen om de verwijdering van zand te kunnen optimaliseren en bij renovatie en nieuwbouw goed onderbouwde keuzes te maken. Publicatie van dit handboek wordt in de loop van 2016 verwacht. Bij het opstellen van het handboek zal blijken of de kleine korrelgrootte ook op andere locaties een probleem is en hoe hiermee kan worden omgegaan.

Referenties

1. <http://www.joostdevree.nl/shtmls/zand.shtml>, geraadpleegd maart 2016
2. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Korrelgrootte>, geraadpleegd maart 2016