



**Datum**  
6 april 2017

# Massabalans regenwaterslib

Een onderzoek naar mogelijke optimalisatie van  
slibreiniging

F. Speet



## Colofon

---

Opdrachtgever

Bedrijf

Waternet

Sector

Beleid en Assets

Team

Projectleider

Joost Louter

Projectnummer

---

Opdrachtnemer

Sector

TOP

Afdeling

Onderzoek en Advies

Projectleider

Mark Nijman

Kwaliteitsborger

Mark Nijman

Projectnummer

---

Rapport

Rapporteur

Floor Speet

Versie

2017v01

Rapportnummer

19.016439

Trefwoorden

Hemelwater, Hemelwaterafvoer, Riolering, Oppervlaktewater

---

# Inhoud

<b>1. Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2. Doel van het project</b>	<b>5</b>
<b>3. Wat is slib?</b>	<b>5</b>
<b>4. Overzicht slibroute</b>	<b>6</b>
4.1 Straatreiniging	6
4.1.1 Frequentie	6
4.1.2 Kosten en hoeveelheid	7
4.1.3 Conclusie straatreiniging	7
4.2 Kolken	7
4.2.1 Hoeveelheid slib kolkenreiniging	7
4.2.2 Kosten kolkenreiniging	8
4.2.3 Overige inzichten slib in kolken	8
4.2.4 Extra kosten verstopte kolk(leiding)	8
4.2.5 Conclusie kolken	9
4.3 Zonkenreiniging	9
4.3.1 Kosten zonkenreiniging	9
4.3.2 Conclusie zonken	9
4.4 Hemelwaterstelselreiniging	9
4.4.1 Kosten hemelwaterstelselreiniging	9
4.5 Uitstroom naar oppervlaktewater	10
4.5.1 Hoeveelheid uitstromend slib naar het oppervlaktewater	10
4.5.2 Conclusie uitstroom naar oppervlaktewater	10
4.6 Baggeren	10
4.6.1 Kosten	11
<b>5. Overzicht</b>	<b>11</b>
<b>6. Conclusie, discussie en aanbevelingen</b>	<b>12</b>
6.1 Conclusie	12
6.2 Discussie	12
6.2.1 Dataverzameling	12
6.2.2 Zand en slib	12
6.3 Aanbevelingen	13
<b>7. Bibliografie</b>	<b>14</b>

## 1. Inleiding

Een deel van de onopgeloste bestanddelen in afspoelend regenwater bezinkt in het regenwaterstelsel. Deze bezinking kan plaatsvinden in kolken, zonken, leidingen of uiteindelijk in het oppervlaktewater. In deze keten van straatvuil tot oppervlaktewateremissie wordt het slib op verschillende plaatsen en door verschillende partijen verwijderd. De keten begint bij de veegwagens van de stadsreiniging. Deze verwijderen een deel van het (zwerf)vuil op straat, waardoor dit niet tot afspoeling kan komen. Stadsdelen en Waternet verwijderen het vuil dat is opgehoopt in de regenwaterkolken. Waternet (riolering) reinigt het hemelwaterriool, en het vuil dat alsnog in het oppervlaktewater terecht komt (en daar bezinkt) wordt verwijderd door te baggeren (Waternet-Watersystemen).

Waternet heeft eerder al onderzoek gedaan naar het functioneren van (bezink)voorzieningen in het (hemelwater)stelsel, die emissies vanuit het regenwater naar het oppervlaktewater moeten voorkomen (Julianabak, bezinkleiding Ookmeerweg, putklep). Tijdens het putkleponderzoek (Middenweg en laboratoriumonderzoek) is gebleken dat (bij hevige regen) slib in de kolk kan uitspoelen naar het stelsel. Dit riep vragen op over bijdrage van vuil/slib afscheiding in een regenwaterkolk in verhouding tot afvang in het riool en uitspoeling naar oppervlaktewater.

De onderzoeksvraag die hieruit voortkomt is: 'Wat is de massabalans van vaste delen over het regenwaterstelsel'. Inzicht in deze massabalans kan een bijdrage leveren aan keuzes met betrekking tot waar het vuil in regenwater het efficiëntste kan worden afgevangen en verwijderd. Is dit op straat, in de kolk, het stelsel, bezinkvoorzieningen of via baggeren van de waterbodem? Daarbij is een financieel-economische analyse van de huidige keten (en de keten met voorzieningen) wenselijk.

## 2. Doel van het project

Het doel van het project is inzicht te krijgen in massastromen van straatvuil in de stedelijke omgeving van Amsterdam en kosten die gemoeid zijn met de reiniging. Met deze informatie kan mogelijk een optimalisatie gedaan worden.

De onderzoeksvraag is:

Welke optimalisatiemogelijkheden zijn er in de massabalans van vaste stof in het regenwaterriool in Amsterdam?

Met de deelvragen:

- Hoe ziet de vaste-stofroute in het regenwaterriool eruit?
- Wat is de massabalans van vaste stof in het regenwaterriool?
- Welke kosten worden gemaakt ten behoeve van deze vaste stof? (onder andere verwerking en verwijdering)
- Welke hergebruiksmogelijkheden zijn er?
- Welke kostenbesparingen kunnen gemaakt worden?

## 3. Wat is slib?

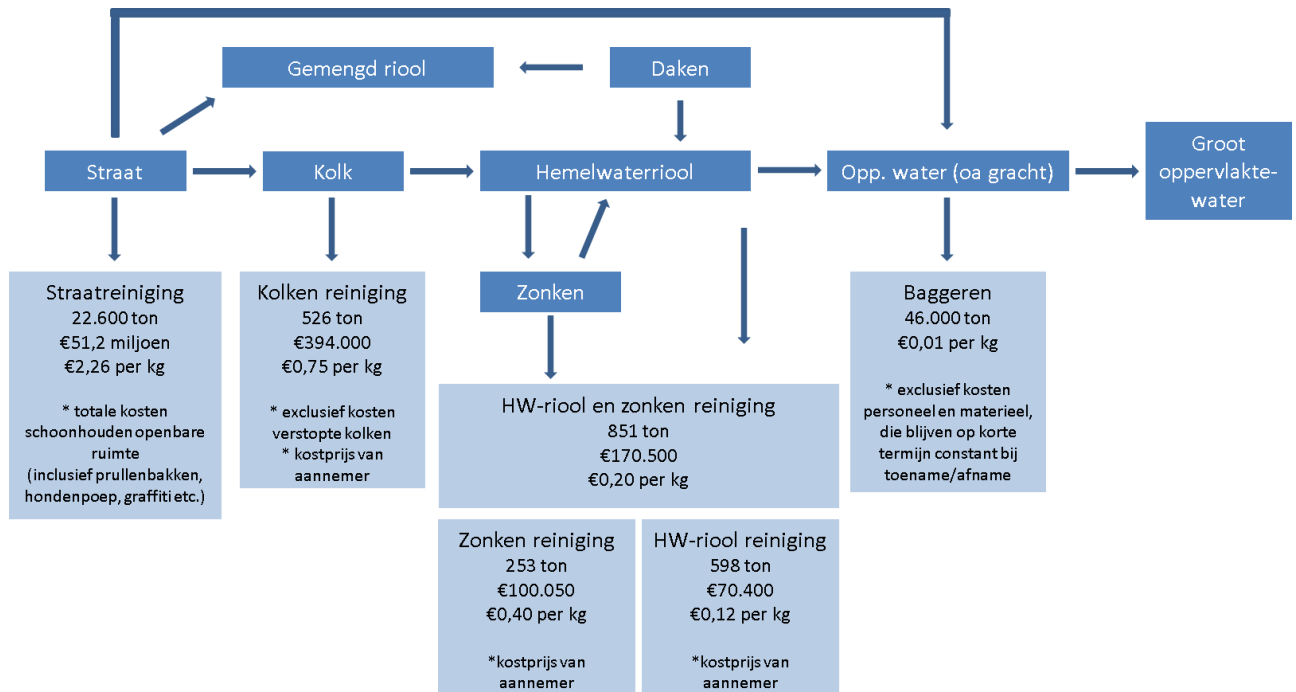
Slib is volgens de Van Dale: 'door water afgezette vaste stoffen'. In dit rapport wordt met slib bedoeld: het vast materiaal in de kolk, riool of gracht. Slib kan hierbij bestaan uit afval, zoals blikjes of papier, zand, modder en water. De verhouding tussen deze materialen verschilt per locatie.

**Tabel 1:Uitgangspunten gebruikt voor de berekening**

1	m <sup>3</sup>	=	1150	kg	slib
1	Liter	=	1,15	kg	slib
0,87	Liter	=	1	kg	slib

## 4. Overzicht slibroute

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de slibroute, met daarbij hoeveelheden en kosten per onderdeel. De achtergrond van deze data wordt in de volgende hoofdstukken toegelicht.



Bij ieder moment van reiniging moet het slib afgevoerd worden, dit zit in de kosten verwerkt. Via de aannemer kost de afvoer van riolslib (uit het riool, kolken of zonken) ongeveer €37 per ton slib. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt in de kwaliteit van het slib. Als bekend is dat het slib ernstig verontreinigd is, moet de reiniging uitgevoerd worden door een specialistische aannemer en moet het slib apart afgevoerd worden. Dit brengt meer kosten met zich mee. Dit is niet meegenomen in dit onderzoek.

### 4.1 Straatreiniging

Straatreiniging wordt in Amsterdam uitgevoerd door de Gemeente Amsterdam. Voor dit onderzoek is gekeken naar het straatvegen. Dit wordt uitgevoerd met veegmachines en soms handmatig. Veegmachines vegen afval en ander vuil van de straat en zuigen het op.

#### 4.1.1 Frequentie

Volgens een rapport uit 2009 van de Rekenkamer Stadsdelen Amsterdam, waren er verschillende cycli van straatreiniging en kosten per stadsdeel. Wegen worden gereinigd met een cyclus die per stadsdeel varieert van maximaal 2 keer per dag tot minimaal 3 keer per week. Hoofdwegen worden hierbij vaker geveegd dan wegen in woonwijken. Woonbuurten worden gereinigd met verschillende cycli van maximaal 2x per week tot minimaal eens per twee weken. Soms is dit afhankelijk van de vervuilingsgraad (Rekenkamer Stadsdelen Amsterdam, 2009).

Het streven is zo min mogelijk zand op te vegen (correspondentie met het afdelingshoofd Schoon van stadsdeel centrum). Zand kan namelijk niet goed verbrand worden en is dus ongewenst. Locaties met veel zand, bijvoorbeeld bij nieuwbouw, worden daarom minder geveegd.

#### 4.1.2 Kosten en hoeveelheid

In 2007 waren de totale kosten voor schoonhouden van openbaar terrein<sup>1</sup>, 21,6 M€ voor 8 van de 15 stadsdelen (Rekenkamer Stadsdelen Amsterdam, 2009). Dit zijn de kosten voor het vegen van verharding en het schoonspoelen van straten, maar ook voor het legen van prullenbakken, verwijderen van hondenpoep etc. In 2007 is 9,5 kton vuil verwijderd, waarvan 2,3 kton brandbaar veegvuil (voornamelijk vuil uit vuilnisbakken en van marktterreinen) en 7,25 kton veegzand (voornamelijk van straatvegen). Enkel het veegzand is van belang voor dit onderzoek.

#### 4.1.3 Conclusie straatreiniging

Geëxtrapoleerd naar 15 stadsdelen (oppervlaktegewijs) is 67 M€ uitgegeven aan het schoonhouden van de openbare ruimte en is 22,6 kton veegzand opgehaald. De totale oppervlakte van de onderzochte stadsdelen is 68 km<sup>2</sup>. Dat is 32% van de totale oppervlakte (212 km<sup>2</sup>). De kosten zijn voor alle activiteiten van schoonhouden van openbaar terrein, aangenomen wordt dat er een verhouding is in de kosten voor vegen en andere activiteiten vergelijkbaar met het gewicht tussen veegzand- en brandbaar veegvuil (76% veegzand en 24% brandbaar vuil). Dus geschat € 51,2 miljoen voor veegwerkzaamheden. Dit is €2,26 per opgeveegde kilo veegzand.

Omdat er geen gegevens zijn meegenomen van stadsdeel centrum, is het waarschijnlijk dat zowel de kosten als de hoeveelheid veegzand in werkelijkheid hoger zijn. Vanwege de mate van vervuiling in stadsdeel centrum is de veegfrequentie daar namelijk erg hoog. Onbekend is of de kosten per opgeveegde kilo zand anders zullen zijn.

In de kosten en de hoeveelheid opgehaald veegvuil zijn ook de cijfers verdisconteerd voor – onder andere – het ledigen van prullenbakken en verwijderen van graffiti. In deze hoeveelheden zit dus een grote onzekerheid, de werkelijke kosten en hoeveelheid veegvuil liggen dus lager.

#### 4.2 Kolken

Vanaf de straat komt regenwater eerst terecht in een kolk. De verwachting is dat dit regenwater vooral veel slib bevat tijdens hevige regenval. Vanuit de kolk loopt regenwater via een kolkaansluitleiding in het riool.

Er zijn minimaal 130.000 kolken in Amsterdam (volgens het bestek van kolkenreiniging en inspectie). Uitgaande van een evenredige verdeling van de kolken over de lengte van het riool (1685 km rwa : 526 km gemengd riool) zijn ongeveer 95.000 kolken hiervan aangesloten op het hemelwaterriool.

##### 4.2.1 Hoeveelheid slib kolkenreiniging

Verschillende onderzoeken naar de hoeveelheid slib in kolken geven andere resultaten. Hieronder worden de verschillende inzichten beschreven;

- Volgens het bestek in 2013 werd 1200 ton kolkenslib afgevoerd, dit komt uit 125.000 kolken. Dat is dus gemiddeld 9,6 kg per kolk. (bron: Jeroen Peereboom). De zandvang van een kolk heeft een gemiddelde inhoud van 20 liter, wat betekent dat er gemiddeld 30 kilo slib in een kolk kan (met een verhouding van 1 liter:1,5 kilo). Volgens de afdeling Reiniging, Inspectie en Onderzoek van Waternet bevatten kolken in drukke gebieden, zoals het centrum, vaak meer slib dan kolken in andere gebieden. Ook zit er meer vuilnis in de kolken in het centrum van de stad.
- De kolken in de hele stad worden 1x per jaar gereinigd. In het centrum worden de kolken 2x per jaar gereinigd, dit zijn ongeveer 10.000 kolken. In de drukke straten in het centrum worden kolken 4x per jaar gereinigd, ook marktlocaties worden 4x per jaar gereinigd (correspondentie RI&O, Ron Vogel). Het reinigen van kolken wordt niet afgestemd op toestandsaspecten, er wordt periodiek gereinigd.
- Uit een onderzoek naar de werking van de bezinkleiding op de Ookmeerweg blijkt dat er in 58 kolken 0,16 m<sup>3</sup> slib zit. Dit komt overeen met gemiddeld 2,75 liter slib per kolk. In de zonken van de hemelwaterputten en de bezinkleidingputten was totaal 3,55 m<sup>3</sup> slib aanwezig. Dit is van een verhard oppervlak van 1,7 hectare. De laatste reiniging van de putten was 5 jaar eerder uitgevoerd (Mark Nijman, 2015).
- In Ede en Barneveld wordt minder slib uit de kolken verwijderd, namelijk 6,9 kg per kolk in Ede en 7,4 kg per kolk in Barneveld (Dekkers, 2012). In Almere is 1680 kg droge stof/jaar gemeten voor 7,7 ha (252 kolken), 6,7

<sup>1</sup> vegen verharding, schoonspoelen straten, ledigen prullenbakken, verwijderen hondenpoep, schoonhouden hondenstroken en andere speciale voorzieningen, verwijderen graffiti en wildplak, verwijderen onkruid op de verhardingen, beleid, overhead

kg per kolk, bij tweemaandelijksse reiniging en 602 kg droge stof/jaar, 2,4 kg per kolk, voor jaarlijkse reiniging. Dit is bepaald op basis van slibdiktes en percentage droge stof (Jeroen Langeveld, 2016).

- Uit de gegevens van kolkenreiniging (Waternet) blijkt dat er gemiddeld 5 kg slib uit een kolk gehaald wordt (bron: werkorders 2009-2012 en 2014-2015).

Voor verdere berekeningen wordt de waarde vanuit de werkorders gebruikt.

Er worden dus gemiddeld 10500 kolken per jaar gereinigd (95000 kolken 1x per jaar, plus een deel van de kolken meerdere keren per jaar). In 2016 zijn 130.000 kolken gereinigd, 10500 per jaar is dus een goede inschatting. Bij een hoeveelheid van 5 kg per kolk, leidt dit tot 526 ton kolkenslib.

#### **4.2.2 Kosten kolkenreiniging**

Het grootste deel wordt door een aannemer uitgevoerd voor ongeveer 3,75€ per kolk (voor reiniging, afvoer slib en locatiemeting). De totale inschatting van de kosten van kolkenreiniging komen dus op € 394.000,00. Hierbij wordt uitgegaan van de kostprijs van de aannemer, de uitvoeringskosten van de reiniging van Waternet zijn niet bekend. Daarom zijn de kosten van de aannemer geëxtrapoleerd naar het totale aantal kolken dat per jaar wordt gereinigd. De kosten per kilo slib komen hiermee op €0,75.

Niet alle kolken zijn met een reinigingsvoertuig te bereiken. Een deel van de kolken moet daarom handmatig geleegd worden, dit kost volgens het huidige bestek €1,80 extra ten opzichte van de standaardkosten voor kolkenreiniging. Dit zijn bijvoorbeeld kolken op de stoep of in kleine straatjes of steegjes. Deze kosten zijn niet meegenomen in de berekeningen.

#### **4.2.3 Overige inzichten slib in kolken**

Eerdere onderzoeken hebben andere inzichten op het gebied van het slib in kolken opgeleverd:

- Uit onderzoek in Almere (Stichting RIONED/STOWA, 2016) blijkt dat de hoeveelheid opgehaald slib per jaar toeneemt als er vaker gereinigd wordt in een jaar. Bij tweemaandelijksse reiniging in plaats van jaarlijkse reiniging verdriedubbelt de jaarlijkse sedimentverwijdering bijna. Ook uit onderzoek van Johan Post (Post, 2016), blijkt dat een groot deel van de kolken na een half jaar geen extra slib meer vasthoudt. De hoeveelheid slib in de kolk is dan in evenwicht, er spoelt evenveel uit de kolk als dat erin komt.
- Uit een test blijkt dat in het slib van een hemelwaterkolk 10,4% droge fractie zit. Het droge stofgehalte van het slib was 20,5%, waarvan 24,8% organische stof (Zandvoort, 2013). Omdat te weinig nauwkeurige informatie beschikbaar is over de hoeveelheden slib, worden deze fracties in verdere berekeningen niet gebruikt.

#### **4.2.4 Extra kosten verstopte kolk(leiding)**

Naast de standaard reiniging van kolken, worden jaarlijkse ongeveer 2500 kolken bij Waternet gemeld als verstopte kolk. Deze moeten apart gereinigd worden, kort na het moment van de melding. Dit brengt dus extra kosten met zich mee. Volgens een onderzoek van Johan Post naar het verloop van de vullingsgraad in kolken (Post, 2016), is gemiddeld 5% van de kolken verstopt na een half jaar. Dit komt overeen met 2625 meldingen per halfjaar, 5% van 105000 kolken is 5250 kolken. Dit betekent dat de helft van alle verstopte kolken als klacht bij Waternet wordt gemeld.

Volgens Reiniging en Inspectie zijn verstopte kolken vaak kolken die bij de periodieke reiniging overgeslagen zijn. Als een kolk vol is verstopt hij namelijk snel. Als er veel vuil op straat ligt is er ook een grote kans dat kolken verstopten, zoals bijvoorbeeld na oud en nieuw. Dit wordt vaak veroorzaakt doordat de ingang van de kolk versperd is door bladeren, grasgroei of vuilnis van de straat. Dit probleem rijst minder vaak als de straat beter schoongehouden wordt. Echter soms wordt juist bij de straatreiniging het afval in of richting de kolk gespoten waardoor die verstopt. Analyse van meldings- en reinigingsdata van verstopte kolken en leidingen wijst uit dat in 73% van de gevallen de kolk verstopt is, in 19% is dat de kolkaansluitleiding en in 8% heeft het een andere reden (riool verstopt of extreme neerslag) (Post, 2016). Verstopping van de kolk wordt volgens het onderzoek in 62% van de gevallen veroorzaakt door zand, bladeren of slib. Een verstopte kolkleiding wordt in 32% van gevallen ook hierdoor veroorzaakt.

Als niet alleen de kolk verstopt is, maar ook de aansluitleiding, zijn de kosten van ontstoppen hoger. Als de leiding verstopt is moet deze met hogedruk gereinigd worden, dit kost €15 extra ten opzichte van ontstoppen van de



kolk. Als een verstopte kolk ontstopt wordt, betekent dit niet dat hij gereinigd wordt, er wordt enkel gezorgd dat hij weer door kan stromen.

De winst die behaald kan worden is niet alleen minder onderhoud, maar ook de meldingencyclus. Een melding komt vaak bij de gemeente Amsterdam binnen, vervolgens wordt het in MORA gezet, daarna komt de melding bij Waternet binnen en moet dit worden verwerkt.

#### 4.2.5 Conclusie kolken

Kolken (105000 per jaar)	Per kolk	Per kg	Per jaar
Hoeveelheid	5 kg		526 ton
Kosten (aannemer)	€3,75	€0,75	€394.000,00

Voor de berekening van de kosten zijn de kosten voor een aannemer aangehouden.

#### 4.3 Zonkenreiniging

Eens in de 5 jaar worden zonken geleeagd. Gemiddeld worden er jaarlijks 12038 putten geleeagd (bron: werkorder 2009-2013 en 2015), aangenomen wordt dat dit gelijk is aan het aantal zonken.

##### 4.3.1 Kosten zonkenreiniging

De reiniging reinigt gemiddeld 90 zonken per dag (= 8 uur), voor €93,50 per uur (volgens de aanbesteding). De kosten zijn dus €8,31 per zonk. In zonken bevindt zich gemiddeld 21 kg slib (bron: werkorder 2009-2013 en 2015). Omdat geen gegevens bekend zijn over de kosten van reiniging door Waternet zelf, worden de kosten van de aannemer gebruikt. De aannemer voert ook het grootste deel van het werk uit. Dit leidt tot gemiddeld €0,40 per kilo verwijderd slib en een totaal van €100.050,00.

##### 4.3.2 Conclusie zonken

Zonken (12038 per jaar)	Per object	Per kilo	Per jaar
Hoeveelheid	21 kg		253 ton
Kosten (aannemer)	€8,31	€0,40	€100.047,77

Voor de berekening van de kosten zijn de kosten voor een aannemer aangehouden, als alle werkzaamheden door een aannemer uitgevoerd zouden worden.

#### 4.4 Hemelwaterstelselreiniging

Het hemelwaterstelsel wordt eens in de 13 jaar gereinigd. Volgens de planning wordt per jaar 260 km hemelwaterriool gereinigd (Waternet, 2010). Volgens de werkorders wordt er gemiddeld 114 km hemelwaterriool gereinigd (over de jaren 2009-2012 en 2014-2016). In Amsterdam ligt in totaal 1650 km regenwaterriool (Waternet, 2010). Uitgaande van een periodieke reiniging van eens in de 13 jaar is dat 126 km per jaar. De hoeveelheid gereinigde kilometers uit de werkorders lijkt het meest betrouwbaar, omdat dit weergeeft wat daadwerkelijk is uitgevoerd, dus deze waarde wordt gebruikt.

Volgens de werkorders wordt bij reiniging gemiddeld 5,2 kg slib uit een meter riool gehaald (bron: werkorders).

##### 4.4.1 Kosten hemelwaterstelselreiniging

De aannemer reinigt het grootste gedeelte van het hemelwaterstelsel. Dit kost €142 per uur (volgens de aanbesteding), in 8 uur wordt maximaal 700 meter gereinigd. De kosten zijn dus €0,62 per meter riool. Met 598 ton slib per jaar leidt dit tot €0,12 per kg slib.

Regenwaterrioolreiniging	Per uur	Per meter	Per kg	Per jaar
Hoeveelheid	87,5 m	5,2 kg		114 km / 598 ton
Kosten (aannemer)	€142,00	€0,62	€0,12	€70.429,00

Voor de berekening van de kosten zijn de kosten voor een aannemer aangehouden, als alle werkzaamheden door een aannemer uitgevoerd zouden worden.

#### 4.5 Uitstroom naar oppervlaktewater

Een deel van het slib stroomt via het regenwaterriool richting het oppervlaktewater. Vooral bij hevige buien is de verwachting dat veel slib uitspoelt. Het water stroomt uit naar het oppervlaktewater via een regenwateruitlaat. Amsterdam heeft er ongeveer 4430 (Waternet, 2010). De meeste metingen die gedaan zijn naar uitstromend slib komen van bezinkvoorzieningen of uitstroombakken.

##### 4.5.1 Hoeveelheid uitstromend slib naar het oppervlaktewater

Overzicht uitstroom-waarden	TSS	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> /ha/jaar	Mg/liter
Oude Julianaontvangsbak (Kluck & Sa'ad)	900 kg TSS/ha/j (50% zand)	90 m <sup>3</sup> /jaar (2003-2007) 33 m <sup>3</sup> /jaar (1994-2002)	7,2 m <sup>2</sup> /ha/jaar (2003-2007)	1200 mg slib/liter water
Oude Julianaontvangsbak (Waternet)		250 m <sup>3</sup> voor 3 tot 5 jaar		
Algemeen (Fuchs et al.)	200-400 kg TSS/ha			50-100 mg/l
Ookmeerweg	70 kg TSS/ha/ja			38 mg/l
Almere	0-110 kg droge stof/ha/jaar			

Verschillende onderzoeken naar uitstroom van slib geven verschillende waarden;

- De oude Julianaontvangsbak zorgde voor een uitstroom van 900 kg TSS/ha/j (50% zand) (Theo Janse). In de Julianabak heeft zich in de periode 2003-2007 350 m<sup>3</sup> slib opgehoopt, 90 m<sup>3</sup>/jaar, dat is gemiddeld 7,2 m<sup>3</sup>/ha/jaar. In de periode daarvoor (1994-2002) was dit maar 270 m<sup>3</sup>, 33 m<sup>3</sup> per jaar. Met de aanname van een gemiddelde neerslag van 600 mm per jaar en geen uitstroom van slib, betekent dit gemiddeld 1200 mg/l slib in het water dat uit de hemelwateruitlaat stroomt (Kluck & Sa'ad, 2008). Dit is aan de hoge kant door foutaansluitingen van huishoudelijk afvalwater. Het aangesloten verharde oppervlakte is niet exact bekend, ten tijde van de aanleg van de Julianabak, in 2004, was dit 12,1 hectare. De totale aangesloten oppervlakte nu is 17,3 hectare. Een andere schatting van hetzelfde project geeft 250 m<sup>3</sup> slib over 3 tot 5 jaar dat zich verzamelt in de (nieuwe) Julianabak, hierbij wordt wel aangegeven dat hier ook nog foutaansluitingen van huishoudelijk afvalwater op lozen. Dit slib bestond voor 20% uit droge stof, waarvan 50% zand (Waternet, 2013).
- Bij grotere stelsels in bebouwde gebieden in andere steden is de uitstroom 200 – 400 kg TSS/ha (50-100 mg/l) (Fuchs et al).
- In uitstroombakken in Almere is een variatie van 0 tot 110 kg droge stof per jaar per hectare gemeten. Dit is bepaald op basis van slibdiktes en percentage droge stof (Stichting RIONED/STOWA, 2016).
- De uitspoeling bij de bezinkvoorziening bij de Ookmeerweg is 55 kg TSS in 5,5 maand, dus ongeveer 120 kg TSS/jaar, dus naar schatting 70 kg/ha/j. Met een gemiddelde concentratie van 38 mg/l. Hier zijn 17 kolken op aangesloten, dus 5,2 kg TSS per kolk in 5,5 maanden.
- In een onderzoek naar slibaanwas in de Amstel (Waternet, 2013) wordt gesteld dat er 3000 m<sup>3</sup> slib per jaar uit het hemelwaterstelsel komt (als extrapolatie van de Julianabak).

##### 4.5.2 Conclusie uitstroom naar oppervlaktewater

Het is lastig om hieruit een betrouwbare conclusie te trekken over de totale uitstroom. In ieder gebied zal dit verschillend zijn en is dit waarschijnlijk sterk afhankelijk van het landgebruik in de aangesloten oppervlakte. Omdat een waarde voor het uitstromend slib niet in verdere berekeningen gebruikt wordt, is hier geen concluderende waarde aan gekoppeld.

#### 4.6 Baggeren

Vanuit de Papaverweg wordt ongeveer 40.000 m<sup>3</sup> in Amsterdam gebaggerd per jaar (volgens planning). Dit is in een oppervlakte van 3,6 miljoen m<sup>2</sup> water, waar de geschatte aanwas 36.000 m<sup>3</sup>/jaar is. (bron: baggerplanning) In een notitie over baggeraanwas in Amsterdam (Portengen, 2013) wordt beschreven dat de riooloverstorten verwaarloosbaar zijn in vergelijking met de overige baggerhoeveelheden. Ook de run-off van de straat wordt daar

niet in meegenomen omdat dit incidentele belastingen zijn. Er staat niets beschreven over de hemelwateruitlaten, maar als de straat en riooloverstorten verwaarloosbaar zijn, dan zal dit ook zo zijn voor de hemelwateruitlaten.

#### 4.6.1 Kosten

De kosten voor baggeren zijn redelijk constant. Als er minder gebaggerd hoeft te worden blijven de kosten voor materiaal en mensen (op korte termijn) gelijk. Kosten die wel veranderen zijn de kosten voor het afvoeren van het baggerslib.

Het grootste deel van de bagger wordt afgevoerd naar de haven in Amsterdam, waar het wordt geloosd in een diepe haven. Dit kost 11 tot 14,25 € per m<sup>3</sup> excl. BTW. Ongeveer 5% van de bagger is te vervuild en wordt door Nauerna verwerkt, dit is als het slechter is dan klasse A of B. Dit kost €23 per ton bagger. 1 m<sup>3</sup> bagger is 1,1 tot 1,2 ton.

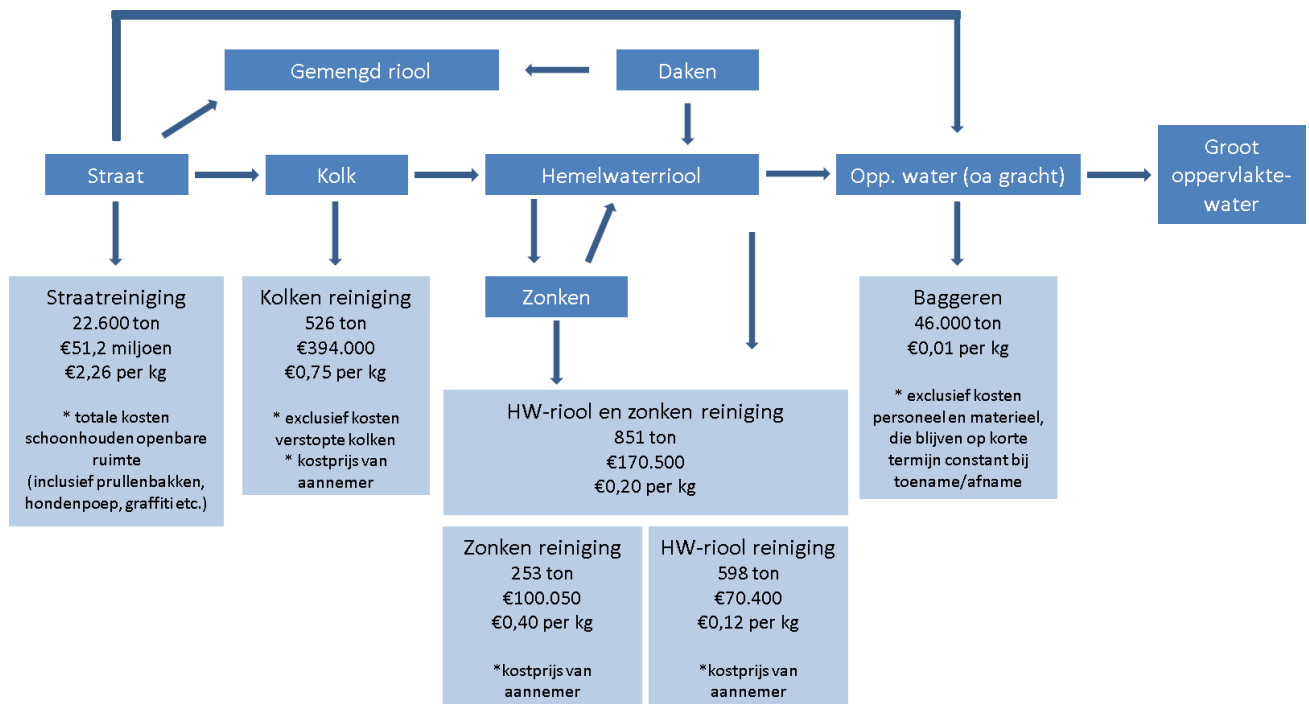
Door bootschroeven in de watergangen wordt slib verspreid. Vroeger kwam veel meer slib in de watergangen in Amsterdam omdat doorgespoeld werd vanuit het IJmeer.

Er wordt ongeveer 50 cm slib gebaggerd per 20/30 jaar.

Baggeren	Per jaar gebaggerd	Verwerkingskosten	Verwerkingskosten
Hoeveelheid	40.000 m <sup>3</sup>		€ 5.260.000,00
Kosten	Onbekend	€13,15 per m <sup>3</sup>	€0,01 per kg

## 5. Overzicht

Onderdeel	Kosten per kg slib	Hoeveelheid per object	Kosten per object	Totaal gewicht	Totaal kosten
<b>Straatreiniging (212 km<sup>2</sup>)</b>	€2,26 per kg slib			22600 ton per jaar	€51,2 miljoen per jaar
<b>Reiniging kolken hemelwater (95.000)</b>	€0,75 per kg slib	5.2 kg per kolk	<b>€3,75 per kolk</b>	526 ton per jaar	€394.000,00 per jaar
<b>Reiniging zonken</b>	€0,40 per kg slib	21 liter per zonk	<b>€8,31 per zonk</b>	253 ton per jaar	€100.050,00 per jaar
<b>Reiniging hemelwaterriool</b>	€0,12 per kg slib	5,2 kg per meter riool	€0,62 per meter riool	598 ton per jaar	€70.429,00 per jaar
<b>Baggeren</b>	€0,01 per kg verwerkingskosten (excl. Baggeren)			46.000 ton per jaar	€ 526.000,00 per jaar verwerkingskosten



## 6. Conclusie, discussie en aanbevelingen

### 6.1 Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat er weinig data wordt opgeslagen over het reinigen van slib en zand in de openbare ruimte en het riool. Dit maakt het lastig om specifieke conclusies te trekken op het gebied van kostenbesparing. Wel zijn er een aantal trends die opvallen;

- De data over de straatreiniging is niet opgesplitst per activiteit. Er kan daarom weinig gezegd worden over de kosten van straatvegen alleen. In de huidige berekening lijkt het straatvegen erg kostbaar per kilo slib, maar dit kan in werkelijkheid anders zijn.
- Het verwerken van zand als afval is kostbaar. Het opvegen van zand wordt daarom bij het straatvegen zoveel mogelijk vermeden. Dit zand komt vervolgens terecht in de riolering.
- De uitstroom van slib/zand uit het gemengd of hemelwaterriool is slechts een klein deel van de totale hoeveelheid slib in het oppervlaktewater. Een afname of toename van uitstroom vanuit het riool leidt dus nauwelijks tot een wijziging in de kosten van het baggeren.
- Het reinigen van kolken/kolkaansluitleidingen die verstopt zijn door een ophoping van slib/zand is kostbaar.
- Er is nog te weinig data beschikbaar om een inschatting te maken wat de kostenbesparingen van maatregelen zijn.

### 6.2 Discussie

#### 6.2.1 Dataverzameling

Het verzamelen van de data om een overzicht te maken van de slibbalans is lastig. De informatie is verspreid, bij Waternet en de gemeente Amsterdam. Bovendien worden veel onderdelen niet bijgehouden, of niet in vergelijkbare eenheden. Een massabalans opstellen met een hoge nauwkeurigheid is daarom lastig. De gemaakte balans geeft dus enkel een gevoel van de eenheden weer, cijfers kunnen niet exact vergeleken worden.

#### 6.2.2 Zand en slib

Er is weinig bekend of het verschil uitmaakt voor de kans op verstopping of er zand of slib in het riool aanwezig is. Verstopt het eerder door zand of door slib? En bevindt zich nu voornamelijk zand of slib in het riool? Hoe meet je dat?

### 6.3 Aanbevelingen

Overlast en kosten kunnen worden verminderd door te voorkomen dat zand en slib in de kolk en leiding van het hemelwater- en gemengd riool komen. Dit kan voorkomen worden door één van de volgende acties:

- Vaker zand van de straat weg te vegen. Dit leidt tot een mogelijke kostenbesparing voor de rioolreiniging en moet uitgevoerd worden door de Gemeente Amsterdam. Zand komt zo niet in de riolering, reinigingskosten en verstopping kunnen worden verminderd. Zand kan zo mogelijk op een meer winstgevende wijze afgezet worden.
- Vaker legen van de kolken. Slib en zand uit de kolk stroomt zo niet door naar de rioolleiding. Ook voorkomt dit een verstopping van de kolk.
- Minder vaak periodiek legen van de kolken en dit budget gebruiken voor meer inspectie of oplossen van verstoppingen. Na ongeveer een half jaar ontstaat een evenwichtssituatie in een kolk, dus dan is reiniging niet altijd de meest effectieve oplossing.
- Zand en slib door het riool spoelen richting het oppervlaktewater. Dit zal waarschijnlijk leiden tot minder kosten voor reiniging, het zand hoeft niet afgevoerd te worden. Voor de baggerhoeveelheid zal dit weinig verschil maken, omdat de uitstroom maar een klein gedeelte van de totale baggerhoeveelheid bedraagt.
- Ander ontwerp van de straat of de kolk. Op lange termijn zal bijvoorbeeld een kolkloze straat toegepast kunnen worden. Dit moet wel gecombineerd worden met meer straatvegen of doorspoelen van het riool.

De volgende voordelen kunnen hiermee bereikt worden:

- Minder verstopte kolken
- Minder reinigingskosten
- Minder zandslijtage bij een gemengd stelsel, zand zorgt voor slijtage aan gemaalpompen etc.
- Kans voor de verwerking van zand in de proeftuin zand
- Kans voor een kolkloze straat

Om dit te bereiken zijn de volgende acties nodig:

- Verder onderzoek naar de kosten van vegen en de te besparen kosten bij reiniging. Om de onzekerheden in de data die in dit rapport beschreven worden weg te nemen.
- Onderzoek naar haalbaarheid van nieuwe systemen of methodes om zand en slib te verwijderen en riool te reinigen (hieronder valt bijvoorbeeld het vaker reinigen van kolken).
- Onderzoek naar mogelijkheden om te komen tot een nieuwe kostenverdeling tussen gemeente en Waternet over het schoonhouden van de straat en de kolken/riolering.

## 7. Bibliografie

- Boughalala, M. (2016). Gesprekken RI&O. (F. Speet, Interviewer)
- Dekkers, M. (2012). *Kolken enzo - samenwerking bij reinigen, inspecteren en vegen in de afvalwaterketen*. Gemeente Barneveld, Gemeente Ede en Waterschap Vallei en Veluwe.
- Fuchs, S., Dimitrova, S., Kiemle, L., Kittlaus, S., & Weber, T. (n.d.). *Suspended solid management in urban systems*. KIT.
- Jeroen Langeveld, E. L. (2016). *Regenwaterproject Almere*. Stichting RIONED/STOWA.
- Kluck, J., & Sa'ad, K. (2008). *Bezinkingskarakteristieken van verontreinigingen in regenwater*.
- Mark Nijman, N. E. (2015). *Werking bezinkleiding Hemelwaterstelsel Ookmeerweg*. Amsterdam: Waternet.
- Portengen, J. (2013). *Notitie 'Baggeraanwas in de Amsterdamse stadsgrachten'*. Amsterdam: Waternet.
- Post, J. (2016). *Beheer van kolken en rioolaansluitingen*. Stichting RIONED/STOWA.
- Rekenkamer Stadsdelen Amsterdam. (2009). *Schoonhouden van de openbare ruimte*. Amsterdam: Rekenkamer Stadsdelen Amsterdam.
- Stichting RIONED/STOWA. (2016). *Regenwaterproject Almere*. Almere: Stichting RIONED/STOWA.
- Vogel, R. (2016). Gesprekken RO&I. (F. Speet, Interviewer)
- Waternet. (2010). *Breed Water - Plan Gemeentelijke watertaken 2010-2015*. Amsterdam.
- Waternet. (2013). *Bijlage Slibaanwas vanuit de Amstel*. Waternet.
- Waternet. (2016, 11 29). VBA werkorders en rapportages.
- Zandvoort, M. (2013). *Persen biomassa stromen*. Amsterdam: Waternet.