

2016 05A



stowa

Stichting

RIONED

Regenwaterproject Almere

Uitgebreide samenvatting

Regenwaterproject Almere

Uitgebreide samenvatting

Voorwoord

Deze publicatie is een uitgebreide samenvatting van het onderzoeksrapport van het meerjarige Regenwaterproject Almere. In dit project hebben Waterschap Zuiderzeeland en Gemeente Almere met financiële ondersteuning van Stichting RIONED en STOWA de doelmatigheid onderzocht van mogelijke maatregelen om de oppervlaktewaterkwaliteit in Almere te verbeteren.

Zo was een van de vragen of een kostbare maatregel als het ombouwen van een gescheiden rioolstelsel naar een verbeterd gescheiden systeem zinvol is. Het meerjarige meet- en onderzoeksproject heeft een schat aan kennis opgeleverd en duidelijke aanbevelingen over de effectiviteit van investeringen om de waterkwaliteit te verbeteren. Ombouw van het gescheiden naar een verbeterd gescheiden stelsel zal de oppervlaktewaterkwaliteit niet verbeteren. Daarentegen blijken maatregelen als het opsporen en verhelpen van fout-aansluitingen en het vaker reinigen van kolken de water- en waterbodempkwaliteit te verbeteren.

Voor bestelling van extra exemplaren van de voorliggende samenvatting, voor het downloaden van het volledige eindrapport van het Regenwaterproject Almere, of voor de complete set meetwaarden gaat u naar: <http://www.riool.net/almere>

Dankzij de samenwerking tussen gemeente, waterschap, onderzoekers en kennisinstellingen heeft het Regenwaterproject Almere een zeer doelmatig resultaat opgeleverd. Dit kan als voorbeeld dienen voor alle regio's die nut en noodzaak van investeringen in waterkwaliteit verder willen onderbouwen. Graag wensen we u veel nuttig gebruik van de resultaten van dit onderzoek toe.

Hugo Gastkemper, Stichting RIONED
Joost Buntsma, STOWA

Mei 2016

Inhoud

1	Inleiding	8
1.1	Achtergrond	8
1.2	Opzet onderzoeksprogramma	8
1.3	Selectie onderzoekslocaties	9
1.4	Leeswijzer	10
2	Pilot 1: de waterkwaliteit in hemelwaterriolering	11
2.1	Inleiding en doel pilot	11
2.2	Onderzoeksopzet	11
2.3	Conclusies	12
2.3.1	Afstromend hemelwater Almere relatief schoon	12
2.3.2	Weinig verschil in kwaliteit afstromend hemelwater Almeerse wijken	12
2.3.3	Wijken gebouwd vóór en na 1985: geen eensluitende conclusie	12
2.3.4	Sterke dynamiek in waterkwaliteit tijdens neerslag	12
3	Pilot 2: de invloed van vaker kolken reinigen	13
3.1	Inleiding en doel pilot	13
3.2	Onderzoeksopzet	13
3.3	Conclusies	14
3.3.1	Zesmaal zo vaak reinigen, driemaal zo veel vuilvracht afvangen	14
3.3.2	Geen schoner hemelwater bij vaker kolken reinigen	14
4	Pilot 3: het functioneren van uitstroombakken	15
4.1	Inleiding en doel pilot	15
4.2	Onderzoeksopzet	15
4.3	Conclusies	16
4.3.1	Grote variatie in aangroeisnelheid	16
4.3.2	Enkele overschrijdingen MTR-waarden	16
4.3.3	Herkomst slib niet vast te stellen	16
5	Pilot 4: het rendement van een lamellenafscheider	17
5.1	Inleiding en doel pilot	17
5.2	Onderzoeksopzet	17
5.3	Conclusies	18
5.3.1	Verwijderingsrendement lamellenafscheider 14-22%	18
5.3.2	Gemeten rendement onder potentieel rendement lamellenafscheider	18
6	Pilot 5: de hoeveelheid en kwaliteit van drainagewater	19
6.1	Inleiding en doel pilot	19
6.2	Onderzoeksopzet	19
6.3	Conclusies	20
6.3.1	Grondwater Almere bevat relatief veel arseen en nutriënten	20
6.3.2	Hoeveelheid grondwater varieert per gebied tussen 1,5 en 4 m ³ /h	20
7	Pilot 6: futaansluitingen en de bijdrage aan de emissie	21
7.1	Inleiding en doel pilot	21
7.2	Onderzoeksopzet	21
7.3	Conclusies	22
7.3.1	Baljuwstraat en Palembangweg geen futaansluitingen, Sluis acht futaansluitingen	22
7.3.2	Fouten bij aanleg waarschijnlijk oorzaak futaansluitingen	22
7.3.3	Forse toename emissie door futaansluitingen gebied Sluis	23

8	Pilot 7: het watersysteem: kwaliteitsproblemen en jaaremissies	24
8.1	Inleiding en doel pilot	24
8.2	Onderzoeksopzet	24
8.3	Conclusies	24
8.3.1	Fosfaat en arseen problematisch voor oppervlaktewaterkwaliteit	24
8.3.2	Arseen, zink en minerale olie problematisch voor waterbodempkwaliteit	25
8.3.3	Vracht probleemstoffen vanuit hemelwater, grondwater, foutaansluitingen en overige bronnen	25
9	Synthese: oppervlaktewaterkwaliteit Almere verbeteren door verminderen emissie hemelwaterstelsels	26
9.1	Is sprake van een water- en waterbodempkwaliteitsprobleem in Almere?	26
9.2	Welke bijdrage leveren de hemelwaterstelsels aan deze problemen?	26
9.3	Welke bijdrage kunnen de onderzochte maatregelen leveren om de emissie van probleemparameters te verminderen?	27
9.4	Kan een kleinere emissie uit de hemelwaterstelsels de water- en waterbodempkwaliteitsproblemen ver genoeg terugdringen?	28
10	Synthese: wel of geen grootschalige ombouw naar VGS?	30
11	Synthese: alternatieve maatregelen	31
12	Synthese: verder onderzoek	32
	Literatuur	33
	Colofon	34

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Gemeente Almere en Waterschap Zuiderzeeland werken sinds 2004 intensief samen om het functioneren van de afvalwaterketen en de kwaliteit van het watersysteem in Almere te verbeteren. Aan het begin van de samenwerking gingen zij ervanuit dat door de gestage doorontwikkeling van Almere de druk op het watersysteem zou toenemen en daarmee de KRW-doelstellingen in gevaar zouden kunnen komen. Binnen de Optimalisatiestudie Almere (OSAL) hebben gemeente en waterschap in 2005 onder meer een traditionele oplossing conform de basisinspanning bestudeerd: het ombouwen van alle gescheiden stelsels in Almere naar verbeterd gescheiden stelsels (VGS). Dit zou circa € 50 miljoen kosten. Een derde hiervan zou voor rekening komen van de gemeente voor aanpassingen aan het rioolstelsel en transportsysteem, het waterschap zou twee derde moeten financieren voor aanpassingen aan de rwzi (*Lenting et al., 2005: eindrapportage OSAL fase B*).

Doelmatige investering?

Gemeente en waterschap vroegen zich af of deze investering doelmatig zou zijn. Draagt een dergelijke grootschalige ombouw aantoonbaar bij aan de waterkwaliteit in Almere of levert het toch vooral een ‘papieren’ winst op? De feitelijke kwaliteit van het afstromende hemelwater was onbekend en daarmee ook het effect van lozing ervan in het watersysteem. Weegt doorspoeling van het systeem met al het beschikbare hemelwater niet uiteindelijk op tegen de extra geloosde vracht? Spelen andere factoren zoals foutaansluitingen en de kwaliteit van drainagewater niet een veel dominantere rol in de kwaliteit van het ontvangende water? En als afstromend hemelwater toch te vies blijkt, wat kunnen we daar dan aan doen? Welk kosteneffectieve maatregelen kunnen geloosde vuilvrachten werkelijk helpen verminderen?

Eerst onderzoeken, dan investeren

Samen met STOWA en Stichting RIONED hebben Gemeente Almere en Waterschap Zuiderzeeland besloten de investeringsbeslissing uit te stellen en eerst op zoek te gaan naar antwoorden op bovenstaande vragen. Dit heeft geleid tot een van de grootste meet- en onderzoeksprojecten op het gebied van hemelwater in Nederland van de afgelopen jaren: het Regenwaterproject Almere. Dit is een uitgebreide samenvatting van het eindrapport van het project.

1.2 Opzet onderzoeksprogramma

De aanbeveling van de OSAL was een onderzoeksprogramma uit te voeren met pilots en metingen om meer inzicht te krijgen in:

- de waterkwaliteit van afstromend hemelwater in Almere;
- de effecten van maatregelen in en rond de riolering om deze kwaliteit verder te verbeteren, zoals gebruik van een lamellenafscheider en het vaker reinigen van straatkolken en uitstroombakken;
- de bijdrage van andere bronnen aan de oppervlaktewaterkwaliteit, zoals kwelwater en foutaansluitingen.

Deze aanbeveling is vertaald in een onderzoeksprogramma met zeven pilots (*Liefting et al., 2010: meetplan pilots OSAL*). Elke pilot behandelt een specifiek onderwerp en probeert een of meerdere onderzoeksvragen gerelateerd aan dit onderwerp te beantwoorden. De pilots zijn:

Pilot 1 De waterkwaliteit in hemelwaterriolering.

Pilot 2 De invloed van vaker kolken reinigen.

Pilot 3 Het functioneren van uitstroombakken.

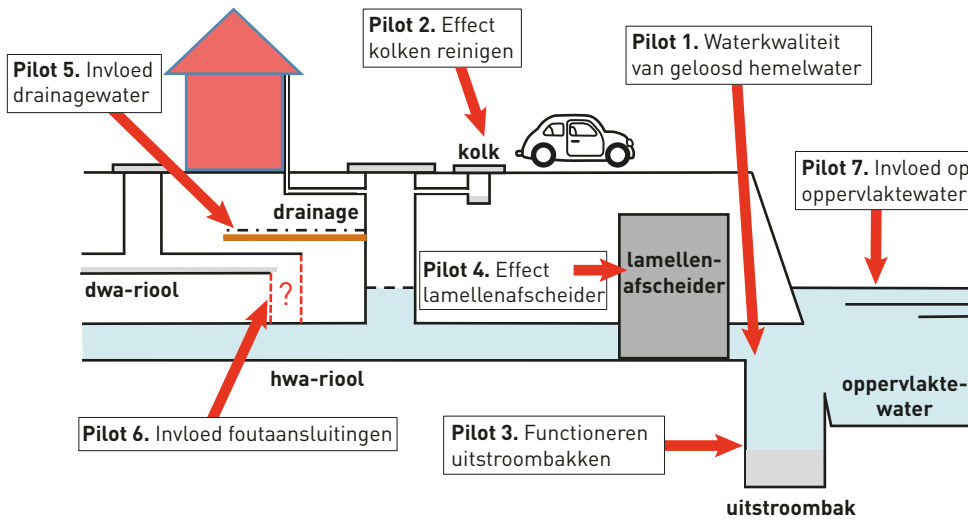
Pilot 4 Het rendement van een lamellenafscheider.

Pilot 5 De hoeveelheid en kwaliteit van drainagewater.

Pilot 6 Foutaansluitingen en de bijdrage aan de emissie.

Pilot 7 Het watersysteem: kwaliteitsproblemen en jaaremissies.

Pilots 1 en 7 vormen de ruggengraat van het Regenwaterproject Almere: het meten van de kwaliteit van afstromend hemelwater uit de (hemelwater)riolering en het inschatten van het effect hiervan op de oppervlaktewaterkwaliteit. Pilots 5 en 6 zijn brongericht: welke (mogelijke) invloed hebben drainagewater en foutaansluitingen op de kwaliteit van het geloosde hemelwater? Pilots 2, 3 en 4 richten zich op maatregelen: welk effect hebben het vaker reinigen van kolken en uitstroombakken en het gebruik van een lamellenafscheider? Figuur 1.1 geeft een overzicht van de samenhang tussen de pilots.



Figuur 1.1 Schematisch overzicht samenhang zeven pilots

1.3 Selectie onderzoekslocaties

De kwaliteit van afstromend hemelwater in stedelijk gebied varieert in tijd en plaats. Uit eerder onderzoek (STOWA, 2007: regenwaterdatabase) is bekend dat het type oppervlak waarop de regen valt de kwaliteit beïnvloedt. Met hemelwater dat over een druk bereden weg afstroomt, komen bijvoorbeeld meer oliën en zware metalen mee dan met hemelwater dat op een rustige lokale weg valt. Onderzoek naar de kwaliteit van afstromend hemelwater moet dus onderscheid maken tussen verschillende soorten verhard oppervlak.

In Almere is onderscheid gemaakt tussen drie typen gebieden met een ander vervuilingrisico:

- weinig risico (woonwijken gebouwd na 1985 met relatief schone oppervlakken);
- verhoogd risico (woonwijken en wegen gebouwd vóór 1985);
- hoog risico (industrieterreinen, wegen, markten, parkeerplaatsen en dreven).

Vanaf 1985 zou de bouwsector in Nederland structureel minder uitlogende materialen hebben toegepast. De verwachting was dan ook dat wijken gebouwd na 1985 waarschijnlijk minder koper en zink naar het watersysteem afvoeren.

Naast het vervuilingrisico is bij de selectie van onderzoekslocaties rekening gehouden met praktische aspecten, zoals grootte van het gebied, veiligheid en toegankelijkheid. Tijdens het in 2009 uitgevoerde selectieproces (de zogenoemde QuickScan) is uit de 840 hemelwateruitlaten in Almere een selectie gemaakt van drie onderzoekslocaties: Baljuwstraat, Sluis en Palembangweg. De kenmerken van deze onderzoekslocaties staan in tabel 1.1, de ligging ziet u in figuur 1.2.

Stroomgebied	Landgebruik	Verhard oppervlak [ha]	Typering verhard oppervlak
Baljuwstraat	Stadscentrum met marktterrein, drukke parkeerplaatsen en dreven	7,7	hoog risico
Sluis	Centrumgebied met winkels, kantoren en woningen, gebouwd vóór 1985	7,0	verhoogd risico
Palembangweg	Woonwijk, gebouwd na 1985	5,2	weinig risico

Tabel 1.1 Kenmerken onderzoekslocaties Baljuwstraat, Sluis en Palembangweg

Figuur 1.2 Ligging onderzoekslocaties A (Baljuwstraat), B (Sluis) en C (Palembangweg) in Almere



1.4 Leeswijzer

De hoofdstukken 2 tot en met 8 geven elk een korte samenvatting van een pilot. Deze hoofdstukken hebben eenzelfde opbouw met een inleiding op het onderwerp, de onderzoeksopzet en de conclusies.

Hoofdstuk 2 belicht pilot 1 De waterkwaliteit in hemelwaterriolering.

Hoofdstuk 3 belicht pilot 2 De invloed van vaker kolken reinigen.

Hoofdstuk 4 belicht pilot 3 Het functioneren van uitstroombakken.

Hoofdstuk 5 belicht pilot 4 Het rendement van een lamellenafscheider.

Hoofdstuk 6 belicht pilot 5 De hoeveelheid en kwaliteit van drainagewater.

Hoofdstuk 7 belicht pilot 6 Foutaansluitingen en de bijdrage aan de emissie.

Hoofdstuk 8 belicht pilot 7 Het watersysteem: kwaliteitsproblemen en jaaremissies.

De hoofdstukken 9 tot en met 12 vormen de synthese.

Hoofdstuk 9 gaat over de vraag of de oppervlaktewaterkwaliteit in Almere te verbeteren is door de emissie uit hemelwaterstelsels te verminderen.

Hoofdstuk 10 belicht of grootschalige ombouw naar VGS een doelmatige maatregel is.

Hoofdstuk 11 behandelt mogelijke alternatieve maatregelen.

Hoofdstuk 12 doet aanbevelingen voor verder onderzoek.

2 Pilot 1: de waterkwaliteit in hemelwaterriolering

2.1 Inleiding en doel pilot

De kwaliteit van geloosd hemelwater uit de hemelwaterriolering kan de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater sterk beïnvloeden. Maar ook andere bronnen kunnen bijdragen aan de vervuiling, zoals kwel, inlaatwater, rwzi-effluent, bladeren van bomen, hondenpoep en uitwerpselen van waterdieren (zie RIONED, 2009). Om waterkwaliteitsproblemen op te lossen, is daarom inzicht nodig in de verhouding tussen geloosde vrachten vanuit deze verschillende bronnen. Want als de problemen maar beperkt zijn toe te schrijven aan de hemelwaterriolering, zullen maatregelen aan die riolering weinig effect sorteren.

Tijdens de OSAL is precies zo'n maatregel beschouwd: het ombouwen van (een deel van) de hemelwaterriolering in Almere naar een verbeterd gescheiden stelsel (VGS). Om in te schatten hoe doelmatig deze ingrijpende maatregel is, moet 'de' kwaliteit van het afstromende hemelwater uit de huidige hemelwaterstelsels in Almere bekend zijn. In Nederland is de kwaliteit van afstromend hemelwater al veel bemeaten. Resultaten hiervan staan in de STOWA-regenwaterdatabase (STOWA, 2007). Maar in deze meetdata zit een zeer grote spreiding, waarvan de oorzaken niet afdoende bekend zijn. Hierdoor is uit de database geen 'representatieve kwaliteit' van afstromend hemelwater voor de Almeerse stroomgebieden af te leiden. Voor het regenwaterproject is besloten dit kennishiaat met eigen metingen op te vullen. Het doel van pilot 1 is daarmee: de kwaliteit van afstromend hemelwater in Almere in beeld brengen.

2.2 Onderzoeksopzet

Bij de hemelwateruitlaten van stroomgebieden Baljuwstraat, Sluis en Palembangweg is de waterkwaliteit gedurende een jaar in beeld gebracht. Hiervoor is op twee manieren gemeten (zie figuur 2.1):

- monsternamen tijdens neerslag door geautomatiseerde monsternamemasten;
- continue metingen door onlinesensoren.



Figuur 2.1 Monsternamemast (links), ophanging continue sensoren (rechtsboven) en zicht op debietsensor en continue sensoren vanuit rioolstelsel (rechtsonder) bij onderzoekslocatie Baljuwstraat
N.B. Het stelsel staat normaal vol en is voor inspectie leegepompt.

De monsternamemasten hebben tijdens neerslag (als het debiet bij de hemelwateruitlaat boven een drempelpeil komt) elke minuut een klein monster genomen en dit geloosd in een groot verzamelvat. Na elke bui ging het verzamelmonster naar een laboratorium dat het analyseerde op veertig parameters, waaronder nutriënten, microverontreinigingen, zware metalen, hygiënische en algemene parameters. Een klein deel van de verzamelmonsters is afgetapt en vervoerd naar de TU Delft om de valsnelheden (bezinkbaarheid) van onopgeloste bestanddelen te bepalen. De laboratoriumanalyse leverde een analyseresultaat per parameter voor die specifieke bui: een Event Mean Concentration (EMC). Om een jaargemiddelde kwaliteit te krijgen (Site Mean Concentration (SMC)), zijn vele buien bemonsterd (meer dan dertig per locatie) en zijn de analyseresultaten volumeproportioneel gemiddeld. Deze SMC wordt beschouwd als representatief voor 'de' kwaliteit van het afstromende hemelwater.

Met de continue sensoren is de dynamiek in waterkwaliteit tijdens buien bestudeerd. Door plotselinge stroomversnellingen in het riool kan de concentratie zwevende stof snel toenemen,

waardoor eerder bezonken materiaal resuspendeert. Metingen met sensoren voor turbiditeit (tur) hebben dit proces in beeld gebracht. De dynamiek van verdunning met hemelwater is in kaart gebracht met sensoren voor elektrisch geleidend vermogen (EGV).

2.3 Conclusies

2.3.1 Afstromend hemelwater Almere relatief schoon

De concentraties van de verschillende parameters in het afstromende hemelwater in Almere zijn relatief laag ten opzichte van nationale en internationale referenties. Een mogelijke verklaring hiervoor zijn de specifieke eigenschappen van de Almeerse (en Nederlandse) hemelwaterstelsels: verdronken riolen met geen of nauwelijks afschot en daardoor lage stroomsnelheden in de stelsels. Hierdoor speelt bezinking een veel grotere rol in het transport van hemelwater dan in veel buitenlandse stelsels.

Mogelijk spelen ook foutaansluitingen een rol. Vóór de metingen van pilot 1 zijn in de drie onderzochte hemelwaterstelsels zo veel mogelijk foutaansluitingen opgespoord en verholpen (zie pilot 6 (hoofdstuk 7)). De meetresultaten in Almere zijn hierdoor niet of nauwelijks beïnvloed door afvalwater vanuit foutaansluitingen.

2.3.2 Weinig verschil in kwaliteit afstromend hemelwater Almeerse wijken

De kwaliteit van het afstromende hemelwater in de verschillende wijken is voor veel parameters onderling goed vergelijkbaar. Toch zijn er enkele duidelijke uitzonderingen. De ouderdom van de onderzochte wijk bij Sluis is mogelijk een verklaring voor de gemeten hoge loodconcentraties. Het grondwater op de Palembangweg is de oorzaak van significant hogere concentraties arseen, ijzer en totaal fosfaat op deze locatie. Daarnaast kent Palembangweg (een nieuwe wijk met weinig risico) lagere concentraties zink, koper en minerale oliën en lagere waarden voor hygiënische parameters (intestinale enterococci en E. coli) dan de locaties Baljuwstraat en Sluis.

De onopgeloste bestanddelen in het hemelwater van alle drie locaties in Almere zijn matig bezinkbaar. De potentiële rendementen van zuiverende voorzieningen die zijn gebaseerd op het principe van bezinking zijn daarmee per definitie relatief laag.

2.3.3 Wijken gebouwd vóór en na 1985: geen eensluidende conclusie

Voor de QuickScan (zie paragraaf 1.3) zijn in 2009 tijdens neerslag uit dertig hemelwateruitlaten verdeeld over Almere in totaal honderd steekmonsters genomen. Uit de analyse-resultaten bleek dat wijken gebouwd vóór 1985 aanzienlijk 'viezer' zijn dan wijken gebouwd na 1985: het aantal overschrijdingen van MTR-waarden lag significant hoger.

Ook de analyseresultaten van pilot 1 leveren hogere SMC's voor zink, koper, lood, minerale oliën en hygiënische parameters voor Sluis (woonwijk gebouwd vóór 1985) dan voor Palembangweg (woonwijk gebouwd na 1985). Maar onduidelijk is in hoeverre de hoeveelheid grondwater bij Palembangweg (vier keer meer dan bij Sluis) via verdunning bijdraagt aan de gevonden lage concentraties voor genoemde parameters.

2.3.4 Sterke dynamiek in waterkwaliteit tijdens neerslag

De kwaliteit van afstromend hemelwater varieert op alle drie locaties sterk tijdens hemelwaterafvoer. De continue troebelheidsmetingen laten zien dat het afvoerdebiet vaak een directe relatie heeft met de concentratie onopgeloste bestanddelen en daaraan gebonden stoffen. Een sterk en plotseling toenemend debiet leidt vaak tot een piek in concentratie onopgeloste stoffen.

De geleidbaarheidsmetingen geven vooral informatie over de verhouding tussen grond- en hemelwater in de riolering. Vóór de regen zit in de (verdronken) stelsels vaak grondwater, bij grote buien komt hiervoor (deels) hemelwater in de plaats. Na de bui vervangt langzaam instromend grondwater geleidelijk weer het hemelwater in de stelsels, met bijbehorende hogere geleidbaarheidswaarden.

Oppervlaktewater dat eventueel via de hemelwateruitlaat instroomt, kan de hier beschreven processen verstoren.

3 Pilot 2: de invloed van vaker kolken reinigen

3.1 Inleiding en doel pilot

Straatkolken zijn een belangrijk 'entrepunt' voor de hemelwaterriolering. Hemelwater dat over wegen en stoepen afstroomt, komt vaak via een straatkolk de riolering in. De meeste straatkolken hebben een zand- en slibvang: een ruimte onder het afvoerpunt in de kolk waarin relatief grove materialen kunnen bezinken (zie figuur 3.1). De zand- en slibvang voorkomt dat deze materialen in de riolering terechtkomen, zich daar ophopen en mogelijk tot verstopping leiden. Als de zand- en slibvang te vol zit, sluit het bezonken materiaal de afvoerroute naar de riolering af en is de kolk verstopt. Om dit zo veel mogelijk te voorkomen, reinigt Gemeente Almere alle straatkolken eenmaal per jaar met een zuigwagen.

Het in de kolken bezonken materiaal vertegenwoordigt een bepaalde vuillast. Dat is een hoeveelheid vuilstoffen die wel van straat afspoelt, maar door de zand- en slibvang niet in de riolering terechtkomt en dus uiteindelijk ook niet in het oppervlaktewater. Wellicht kan de gemeente de oppervlaktewaterkwaliteit verder verbeteren door de straatkolken vaker te reinigen. Aangetoond is dat hoe meer sediment in een kolk zit, hoe minder snel het in de kolk aangroeit (*Post et al*, 2015), dus hoe meer sediment in het riool en oppervlaktewater terechtkomt. Door de kolk tijdig te reinigen, komt de aanwasselheid weer op het originele niveau. In pilot 2 is getest of de kolken meer sediment afvangen als de gemeente ze vaker reinigt (elke twee maanden in plaats van elk jaar) en of daarmee de kwaliteit van het afstromende hemelwater bij een hemelwateruitlaat verbetert.



Figuur 3.1 Kolken reinigen (links), schematisch overzicht kolk (midden) en vervuilde straatkolken (rechts)

3.2 Onderzoeksopzet

Het onderzoek voor pilot 2 heeft gedurende twee jaar plaatsgevonden in het stroomgebied van de hemelwateruitlaat aan de Baljuwstraat. In het eerste jaar heeft de gemeente alle 252 straatkolken in het gebied eenmaal gereinigd, in het tweede jaar elke twee maanden (dus in totaal zes keer). Vóór elke reinigingsronde zijn monsters gestoken uit twintig willekeurig gekozen straatkolken verspreid over het onderzoeksgebied. De kwaliteit van het sediment is bepaald door het mengmonster van de twintig kolken te analyseren. De hoeveelheid slib is vastgesteld door in elke bemonsterde kolk de dikte van de sedimentlaag te meten.

Het eventuele effect op de kwaliteit van het afstromende hemelwater is bepaald door de resultaten van de metingen bij de hemelwateruitlaat tijdens jaar 1 en jaar 2 te vergelijken. Voor jaar 1 (het jaarlijkse reinigingsregime) zijn de resultaten uit pilot 1 gebruikt. De in die pilot afgeleide gemiddelde kwaliteit van afstromend hemelwater (SMC) is in het eerste onderzoeksjaar gemeten bij de normale reinigingsfrequentie van eenmaal per jaar. Het bepalen van de SMC in jaar 2 gebeurde net als in pilot 1: dezelfde automatische monsternamekast is gebruikt, tijdens minimaal dertig buien zijn EMC's bepaald en via volume-proportionele middeling is een SMC afgeleid.

3.3 Conclusies

3.3.1 Zesmaal zo vaak reinigen, driemaal zo veel vuilvracht afvangen

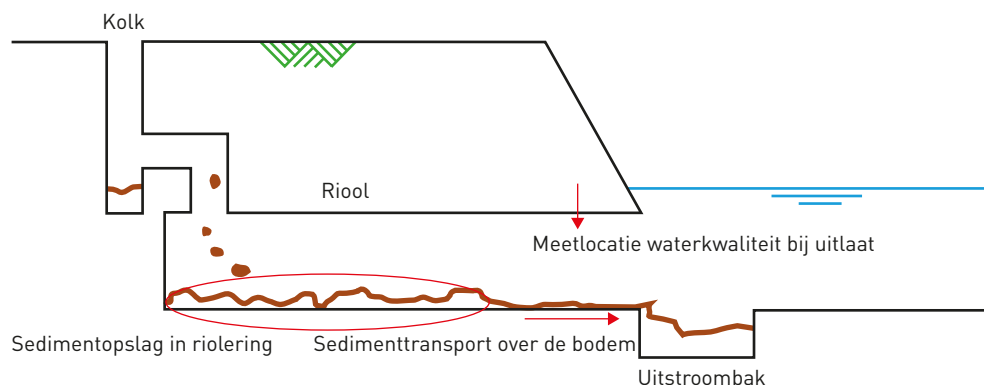
In het gebied afvoerend naar hemelwateruitlaat Baljuwstraat vangen de kolken bij jaarlijkse reiniging ongeveer 600 kg sediment (drogestofequivalent) af. Tweemaandelijks reiniging levert bijna drie keer zo veel op: circa 1.700 kg afgevangen sediment per jaar. Per reinigingsronde neemt de hoeveelheid verzameld sediment dus wel met ongeveer de helft af. De kwaliteit van het afgevangen sediment in beide regimes verschilt niet. Dus als de gemeente de kolken zesmaal per jaar reinigt, verwijdert zij tot bijna drie keer de 'normale' vuilvracht.

N.B. De sedimentopbouw verschilt per kolk sterk en kan ook per gebied significant afwijken door verschillen in aard en gebruik van het afvoerende oppervlak. Als de gemeente de kolken vaker gaat reinigen, kan zij op basis van inzicht in de toename van verwijderd sediment per gebied (mogelijk zelfs per straat) een optimale frequentie ontwikkelen.

3.3.2 Geen schoner hemelwater bij vaker kolken reinigen

Op basis van de metingen aan het geloosde hemelwater bij uitlaat Baljuwstraat is te concluderen dat vaker kolken reinigen niet direct de kwaliteit van het bij de uitlaat geloosde hemelwater verbetert. Wel is in de twintig onderzochte kolken bijna driemaal zo veel sediment met daaraan gebonden verontreinigingen uit de kolken afgevangen voordat dit het riool bereikt. Dat dit geen directe invloed heeft op de kwaliteit van het geloosde hemelwater, zou te verklaren zijn door een verminderde sedimentopbouw in het hemelwaterriool en/of de invloed van sedimenttransport over de bodem (bedloadtransport), die niet is gemeten bij de hemelwateruitlaat (zie figuur 3.2). De verwachting is dat door vaker kolken te reinigen de totale emissie van het hemelwaterstelsel (water en sediment) naar het oppervlaktewater op termijn wel afneemt.

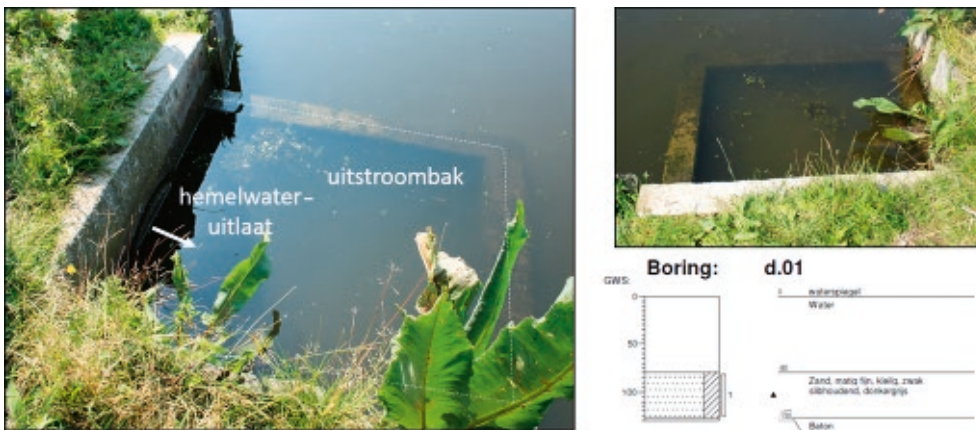
Figuur 3.2 Schematische weergave mogelijke verklaringen voor 'kleinere sedimentaanvoer via kolken leidt niet direct tot meetbaar betere hemelwaterkwaliteit bij uitlaat'



4 Pilot 3: het functioneren van uitstroombakken

4.1 Inleiding en doel pilot

De meeste van de 840 hemelwateruitlaten in Almere hebben uitstroombakken. Dit zijn vierkanten betonnen bakken van circa 1 m³ in het ontvangende oppervlaktewater, waar het hemelwater uit de riolering eerst doorheen stroomt voordat het in het oppervlaktewater terecht komt (zie figuur 4.1). De uitstroombakken zijn bedoeld om sediment af te vangen. Dit gaat als volgt: door de relatief grote afmetingen van de bak (ten opzichte van de inkomende rioolbuis) neemt de stroomsnelheid in de bak af. Hierdoor kunnen grote, makkelijk bezinkbare stoffen die meestromen met het hemelwater en bedloadtransport (relatief grote deeltjes die over de rioolbodem rollen en schuiven) naar de bodem van de bak zinken. Daarmee blijven deze stoffen en alle aangehechte verontreinigingen achter in de bakken en komen ze dus niet in het oppervlaktewater of op de waterbodembodem terecht.



Figuur 4.1 Uitstroombak bij hemelwateruitlaat Palembangweg (links) en boring in verzamelde slib in bak (rechts)

Het is onduidelijk in hoeverre dit ‘theoretisch’ functioneren van uitstroombakken overeenkomt met de praktijk. Blijft inderdaad sediment uit het afstromende hemelwater achter in de bakken? En zo ja, hoe snel bouwt deze sedimentlaag zich op? Hoeveel verontreinigende stoffen vangen de bakken daarmee af? En in hoeverre is de herkomst van het slib in de bakken te bepalen? Het slib kan immers ook uit het oppervlaktewater zelf komen door bijvoorbeeld baggerwerkzaamheden.

Vóór het regenwaterproject beheerde Gemeente Almere de circa 700 uitstroombakken in de stad niet actief; van regelmatige inspectie en/of reiniging was geen sprake. De gemeente had dus onvoldoende inzicht in het functioneren van de bakken en in het eventuele nut van frequente reiniging en inspectie. Het doel van pilot 3 is dit kennisiaat opvullen.

4.2 Onderzoeksopzet

Voor pilot 3 zijn zes uitstroombakken in Almere geselecteerd. De bakken bevinden zich bij de hemelwateruitlaten aan de Palembangweg, Kabelstraat, Karperweg, Wipmolenweg, Rameaugracht en Wittewerf. De locaties Baljuwstraat en Sluis waren niet geschikt voor deze pilot. De hemelwateruitlaat bij Sluis heeft geen uitstroombak en op locatie Baljuwstraat is voor pilot 4 een lamellenafscheider geïnstalleerd, die het functioneren van de uitstroombak beïnvloedt.

De zes uitstroombakken zijn gedurende een jaar zevenmaal onderzocht: een nulmeting en zes tweemaandelijks metingen. Bij elke meting is de slibdikte in de uitstroombak bepaald (zes ‘steken’ per bak), is een slibmonster genomen en is al het slib uit de bak verwijderd. Op basis van de slibdikten in de tijd is de aangroeisnelheid ingeschat. De monsters zijn op veertig parameters geanalyseerd, waaronder nutriënten, microverontreinigingen, zware metalen en korrelgrootteverdeling.

Om de herkomst van het slib te bestuderen, is onderzocht in hoeverre de sedimentkwaliteit in de uitstroombakken overeenkomt met die op de waterbodembodem en in de bezinkbak juist bovenstrooms de lamellenafscheider (zie pilot 4 (hoofdstuk 5)). Van dit laatste sediment

wordt aangenomen dat het uit het hemelwaterstelsel móét komen. Bij eenzelfde sedimentkwaliteit lijkt het logisch dat het sediment in de uitstroombakken volledig uit het stelsel komt. Een duidelijk afwijkende samenstelling kan erop wijzen dat het sediment (deels) uit de waterbodem van het ontvangende oppervlaktewater komt.

4.3 Conclusies

4.3.1 Grote variatie in aangroeisnelheid

De sedimentgroei in de onderzochte uitstroombakken varieert sterk. In de bak bij locatie Wittewerf is het gehele onderzoeksjaar geen sediment aangetroffen en op locatie Kabelstraat in totaal een halve meter. De oorzaak van deze variatie is onbekend. Uitgedrukt in massa droge stof verzamelt zich jaarlijks in de uitstroombakken tussen de 0 en 110 kilogram droge stof per hectare per jaar.

4.3.2 Enkele overschrijdingen MTR-waarden

De samenstelling van het sediment in de zes onderzochte uitstroombakken voldoet voor de meeste parameters aan de MTR-waarden voor oppervlaktewaterbodems. Overschrijdingen zijn er voor arseen (Palembangweg) en zink (Rameaugracht). De kwaliteit past in het beeld dat eerdere monsternamen in 1999 al van de kwaliteit heeft gegeven, hoewel voor minerale olie in het Regenwaterproject Almere geen MTR-overschrijdende concentraties zijn aangetroffen.

4.3.3 Herkomst slib niet vast te stellen

Op basis van slibkwaliteit is niet vast te stellen of het slib volledig uit de hemelwaterriolering komt of ook uit de omliggende waterbodem. De variatie in slibkwaliteit tussen de onderzochte uitstroombakken onderling is voor veel parameters groter dan de verschillen met de referentiewaarden voor het riool en de waterbodem.

5 Pilot 4: het rendement van een lamellenafscheider

5.1 Inleiding en doel pilot

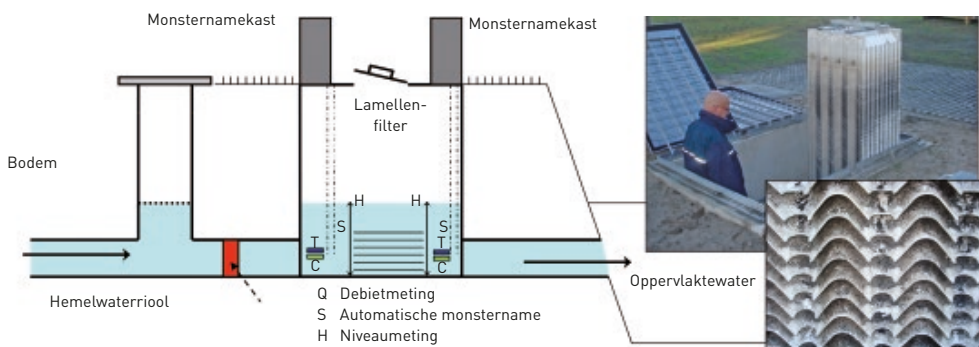
Lamellenafscidders behandelen het hemelwater uit hemelwaterriolering. De afscidders ‘versnellen’ twee processen die al van nature in het water plaatsvinden: bezinking van onopgelost, zwevend materiaal en opdrijving van oliën. Door vele horizontale platen op korte afstand van elkaar in het afstromende hemelwater te plaatsen (zie figuur 5.1 in paragraaf 5.2), neemt het bezinkoppervlak toe. Bij contact met dit oppervlak voert de afscheider het bezonken materiaal af naar een slibkamer onder de lamellenpakketten. Door de korte afstanden tussen de platen kan de afscheider ook kleinere zwevende deeltjes (die langzamer bezinken dan grote deeltjes) verwijderen. Veel verontreinigingen in hemelwater zijn gehecht aan deze relatief kleine onopgeloste deeltjes.

Het verwijderingsrendement van lamellenafscidders is afhankelijk van de aard van de verontreinigingen in het te behandelen hemelwater. De bepalende parameter is de valsnelheid van de zwevende stof. Om de maximale effectiviteit van een lamellenafscheider te bepalen, is daarom inzicht nodig in de valsnelheden van deeltjes in het afstromende hemelwater en in hoeverre vuil zich aan deeltjes met verschillende valsnelheden bindt. Deze informatie is essentieel om goed functionerende bezinkvoorzieningen te ontwerpen.

Ondanks de wijdverbreide toepassing van lamellenafscidders in Nederland was de effectiviteit van deze behandeling vóór het Regenwaterproject Almere maar beperkt onderzocht. Buitenlandse onderzoeken zijn in deze geen goede informatiebron. Nederlands hemelwater is vaak anders van samenstelling dan ‘buitenlands’ hemelwater. Door de combinatie van verdrinken stelsels en een beperkt hoogteverschil kennen veel Nederlandse rioolstelsels lage stroomsnelheden. Hierdoor blijft veel bezinkbaar materiaal in het rioolstelsel achter voordat het de voorziening kan bereiken. Door dit verschil is het effect van een zuiverende voorziening bij ons ook anders. Nederlandse onderzoeken naar het rendement van lamellenafscidders zijn gedaan in Arnhem (Langeveld et al., 2012) en de Krimpenerwaard (Liefsting et al., 2015). Doel van pilot 4 is de kennis over de werking van een lamellenafscheider in de Nederlandse situatie vergroten.

5.2 Onderzoekopzet

Voor pilot 4 is een lamellenafscheider ontworpen en gebouwd op locatie Baljuwstraat. Rondom de lamellenafscheider zijn enkele meetinstallaties aangebracht om het functioneren van de afscheider in de gaten te houden en het zuiveringsrendement te bepalen (zie figuur 5.1). Zo meet een debietsensor de hydraulische belasting (hoeveel water gaat door de afscheider?). Ook zit aan weerszijden van de lamellenpakketten een waterniveausensor. Op basis van de waterniveaus is de oppervlaktebelasting bepaald (doen alle lamellen in de pakketten mee?) en zijn eventuele verstoppingen gedetecteerd. Ten slotte zijn twee monsternamekasten geplaatst: een voor water bovenstrooms de afscheider (influent, dus vóór behandeling) en een voor water benedenstrooms de afscheider (effluent, dus na behandeling).



Figuur 5.1 Schematisch overzicht meetopzet bij lamellenafscheider Baljuwstraat (links), plaatsen lamellenafscheider Baljuwstraat in Almere (rechts) en detail lamellenpakket (inzet)

De bovenstroomse kast is dezelfde kast die in pilot 1 is gebruikt. Voor de samenstelling van het influent van de lamellenafscheider is dan ook de in die pilot afgeleide kwaliteit per bui (EMC) gebruikt en de gemiddelde kwaliteit over alle buien (SMC). Voor de EMC's en SMC van het effluent van de afscheider is de monsternamekast benedenstrooms de afscheider gebruikt. Gedurende een jaar hebben beide kasten automatisch, gelijktijdig en identiek bemonsterd. Daarmee is ook voor het effluent een dataset gegenereerd met minimaal dertig EMC's en een SMC. Om de behaalde rendementen te controleren, zijn bij de reiniging (elke drie maanden) de hoeveelheid en kwaliteit van het slib in de slibkamer bepaald. Elk monster is aanvullend geanalyseerd op valsnelheden van onopgeloste bestanddelen.

5.3 Conclusies

5.3.1 Verwijderingsrendement lamellenafscheider 14-22%

Met een betrouwbaarheid van 68% is voor de lamellenafscheider bij onderzoekslocatie Baljuwstraat een statistisch significant positief rendement gemeten voor de parameters koper (18% rendement), zink (22%), minerale olie (17%), onopgeloste bestanddelen (18%) en CZV (14%). De gemiddelde positieve rendementen van onder meer bacteriën zijn statistisch niet significant. Met een strengere statistische betrouwbaarheid van > 95% is er alleen voor zink een significant positief rendement. Het gemiddelde gemeten rendement ligt voor bijna alle parameters in dezelfde range als bij vergelijkbare onderzoeksprojecten. In alle onderzoeken is de lage bezinkbaarheid van de aanwezige onopgeloste bestanddelen de belangrijkste verklaring voor de lage rendementen.

N.B. De hoeveelheid gevonden slib in de bezinkbak direct bovenstrooms de lamellenpakketten was beduidend groter dan verwacht op basis van het verwijderingsrendement voor onopgeloste stoffen. Mogelijk is de slibaanvoer via bedloadtransport hiervoor een verklaring.

5.3.2 Gemeten rendement onder potentiële rendement lamellenafscheider

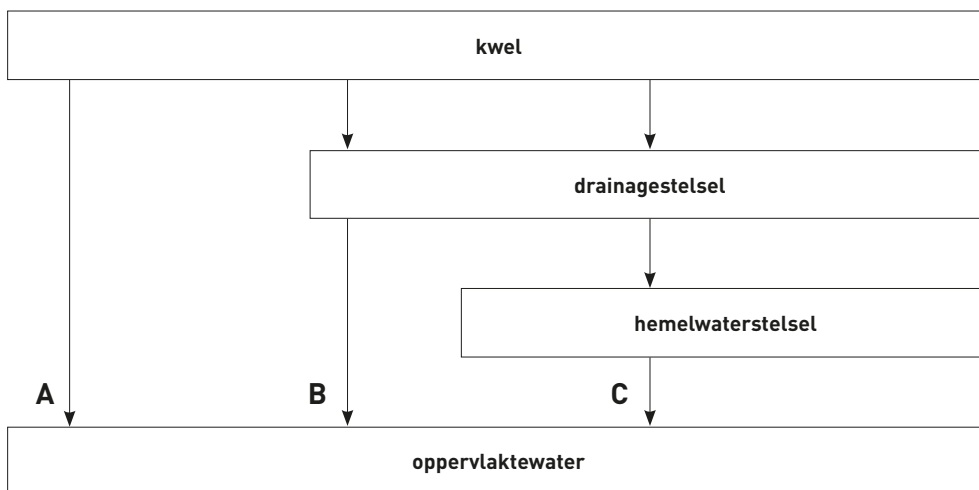
Op basis van de valsnelheidsmetingen bedraagt het potentiële rendement van de lamellenafscheider in Almere ongeveer 30-35%. Voor stoffen die slechts deels aan zwevende stof zijn gebonden, moet het potentiële rendement nog worden gecorrigeerd voor het bindingspercentage. Met gemeten rendementen van 14-22% wordt het potentiële rendement dus niet behaald. Dit impliceert dat de afscheider het bezinkingsoppervlak niet optimaal gebruikt. Bijvoorbeeld doordat de pakketten niet volledig verdronken zijn of door gedeeltelijke verstopping, kortsluitstromen of resuspenderend bezonken materiaal.

6 Pilot 5: de hoeveelheid en kwaliteit van drainagewater

6.1 Inleiding en doel pilot

In Almere bereikt kwelwater via verschillende routes het oppervlaktewater (zie figuur 6.1): als directe kwel op sloten en vaarten (route A), via drainagestelsels direct lozend in het watersysteem (route B) en via drainagestelsels lozend via hemelwaterstelsels (route C). De indruk bestaat dat de hoeveelheid en kwaliteit van dit drainagewater de lokale oppervlaktewaterkwaliteit in Almere sterk kunnen beïnvloeden.

Een tijdens de OSAL uitgevoerde water- en stoffenbalans laat zien dat mogelijk bijna 50% van het jaarlijkse aanbod fosfaat op het gehele watersysteem in Almere uit kwel komt. Een belangrijk deel hiervan voert af via de hemelwaterriolering en draagt dus bij aan ‘emissie’ van deze stelsels. Probleem is dat deze 50% mager onderbouwd is. De kwelwaterkwantiteit (circa 0,5 mm/d ofwel 8 miljoen m³) en -kwaliteit (gemiddeld 2,1 mg P/L) die in de berekeningen gebruikt zijn, zijn op weinig ‘harde’ gegevens gebaseerd. Om het effect van kwel op de oppervlaktewaterkwaliteit beter te kunnen inschatten, is behoefte aan aanvullende, betrouwbare metingen. Doel van pilot 5 is (een deel van) deze behoefte invullen door voor de drie onderzoekslocaties de grondwaterkwaliteit in beeld te brengen en de hoeveelheid drainagewaterafvoer via de hemelwaterriolering (route C) in te schatten.



Figuur 6.1 Afvoer kwel naar oppervlaktewater, deels direct en deels via drainage- en hemelwaterstelsels

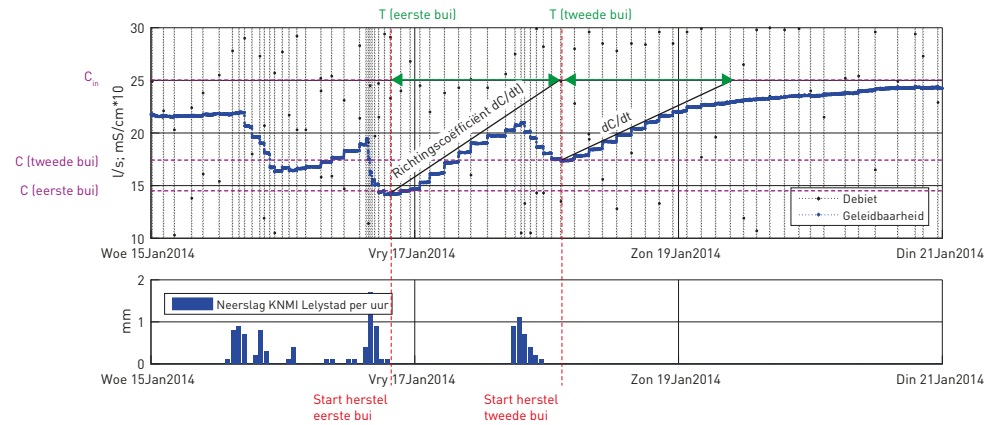
6.2 Onderzoeksopzet

Om de grondwaterkwaliteit in de stroomgebieden Baljuwstraat, Sluis en Palembangweg te bepalen, zijn per stroomgebied tien peilbuizen geïnstalleerd. De peilbuizen zijn gelijk verdeeld over de stroomgebieden en hebben ondiepe filters, waardoor de monsters uit dezelfde bovenste, freatische laag komen waarin ook de drainagesystemen liggen. Gedurende een jaar is elke peilbuis tweemaal bemonsterd (een keer per zes maanden). De monsters zijn geanalyseerd op veertig parameters, waaronder nutriënten, microverontreinigingen, zware metalen en algemene parameters.

Om de hoeveelheid grondwater in de afvoer van de hemelwaterriolering te bepalen, is in deze pilot een methode ontwikkeld die de hersteltijd van het elektrisch geleidend vermogen (EGV) na een bui gebruikt. Na een lange droge periode zit een hemelwaterstelsel met drainageaansluitingen (en zonder foutaansluitingen) vol met grondwater. Zodra het begint te regenen, mengt dit grondwater zich met het afstromende hemelwater. Dit is te zien in een afname van het EGV bij de hemelwateruitlaat, omdat hemelwater vaak een lagere geleidbaarheid heeft dan grondwater. Zodra het stelsel geen hemelwater meer afvoert, zal het zich tijdens droog weer vullen met grondwater/drainagewater. Hierdoor keert de geleidbaarheid terug naar het hogere niveau. In figuur 6.2 ziet u een voorbeeld van dit proces bij twee opeenvolgende buien. Hoe snel de geleidbaarheid zich herstelt, hangt af van de verhouding tussen de instroom van drainagewater en de inhoud van het stelsel. Op basis

van enkele buien in verschillende seizoenen is de instroom van grondwater op deze manier gekwantificeerd. De methode is gevalideerd aan de hand van metingen met debietsensoren die voor enkele buien beschikbaar waren.

Figuur 6.2 Bepalen hoeveelheid drainagewater in hemelwaterriolering aan de hand van EGV-hersteltijd



6.3 Conclusies

6.3.1 Grondwater Almere bevat relatief veel arseen en nutriënten

Het grondwater in Almere bevat voor arseen, ijzer, zwevende stof, chloride en nutriënten veel hogere concentraties dan het afstromende hemelwater. De verhoudingen variëren per parameter en per locatie tussen vier en veertig keer hogere concentraties. Een relatief hoge concentratie in het grondwater kan samenhangen met hogere SMC's bij de hemelwateruitlaat (bijvoorbeeld de concentraties arseen en ijzer op locatie Palembangweg), maar niet altijd (de concentratie ammonium op dezelfde locatie). Som PAK-10, minerale olie, koper en zink komen niet of slechts in lage concentraties voor in het bemonsterde grondwater.

6.3.2 Hoeveelheid grondwater varieert per gebied tussen 1,5 en 4 m³/h

De afvoer van drainagewater via de hemelwaterstelsels is ingeschat aan de hand van de hersteltijd van het elektrisch geleidend vermogen bij de hemelwateruitlaten. Het drainagewaterdebiet is geschat op circa 1,5 m³/h voor de gebieden Baljuwstraat en Sluis en op circa 4 m³/h voor gebied Palembangweg. Op jaarbasis bestaat daarmee circa een kwart (Baljuwstraat en Sluis) tot circa de helft (Palembangweg) van de totale afvoer vanuit de hemelwaterstelsels uit grondwater.

7 Pilot 6: foutaansluitingen en de bijdrage aan de emissie

7.1 Inleiding en doel pilot

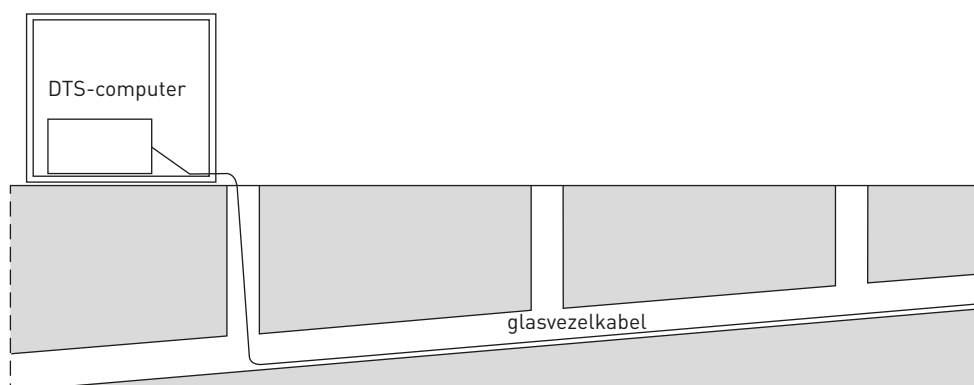
In gebieden met gescheiden riolering komen foutaansluitingen veel voor. Door fouten tijdens de aanleg en een groeiend aantal (foutieve) aanpassingen aan de binnenhuisriolering bij verbouwingen komt afvalwater in de hemelwaterriolering terecht. Via het hemelwaterriool belandt dit afvalwater ongezuiverd in het oppervlaktewater. Hierdoor kan de emissie fors toenemen. Naar schatting is minimaal 5% van de aansluitingen op de Nederlandse hemelwaterstelsels foutief (Schilperoort et al., 2011; Moons, 2014). Overigens zijn foutaansluitingen geen uniek Nederlands probleem. Ook andere Europese en Noord-Amerikaanse landen hebben te maken met foutief aangesloten huisaansluitingen en de gevolgen daarvan, zoals soms ernstige vervuiling van het ontvangende oppervlaktewater.

Het is geen sinecure om foutaansluitingen op te sporen en te verhelpen. Hemelwaterstelsels zijn vaak lang (circa 700 km in Almere) en hebben veel aansluitingen. Hierdoor is het opsporen van foutaansluitingen als het zoeken naar een speld in een hooiberg. Daarnaast bemoeilijkt de ondergrondse ligging van de riolering de zoektocht. Van veel hemelwaterstelsels in Nederland is dan ook onbekend hoeveel foutaansluitingen er zijn en hoeveel die bijdragen aan de emissie van de hemelwaterstelsels in het oppervlaktewater.

Kwaliteitsmetingen van afstromend hemelwater bij hemelwateruitlaten in gebieden met foutaansluitingen zijn niet representatief voor de hemelwaterkwaliteit. Een belangrijk deel van de vuillast kan tenslotte uit afvalwater komen. Daarmee krijgt het hemelwater onnodig het stempel vies, terwijl het niet de bron van de vervuiling is. Om dit te voorkomen, is besloten vóór de metingen in pilot 1 in pilot 6 alle foutaansluitingen in de stroomgebieden Baljuwstraat, Sluis en Palembangweg op te sporen en te verhelpen. Daarnaast is het doel van pilot 6 de bijdrage van de gevonden foutaansluitingen aan de emissie van de hemelwaterstelsels kwantificeren.

7.2 Onderzoeksopzet

Om foutaansluitingen op te sporen, is in deze pilot een relatief nieuwe meetmethode toegepast: Distributed Temperature Sensing (DTS). Deze methode gebruikt glasvezelkabels die in het gehele onderzochte hemelwaterstelsel zijn gelegd (zie figuur 7.1). De uiteinden van de kabels zijn verbonden met een DTS-meetinstrument. De glasvezelkabels dienen als temperatuursensor: eenmaal per minuut meten ze voor elke meter kabel de temperatuur in het riool. De metingen duren enkele weken per stelsel.

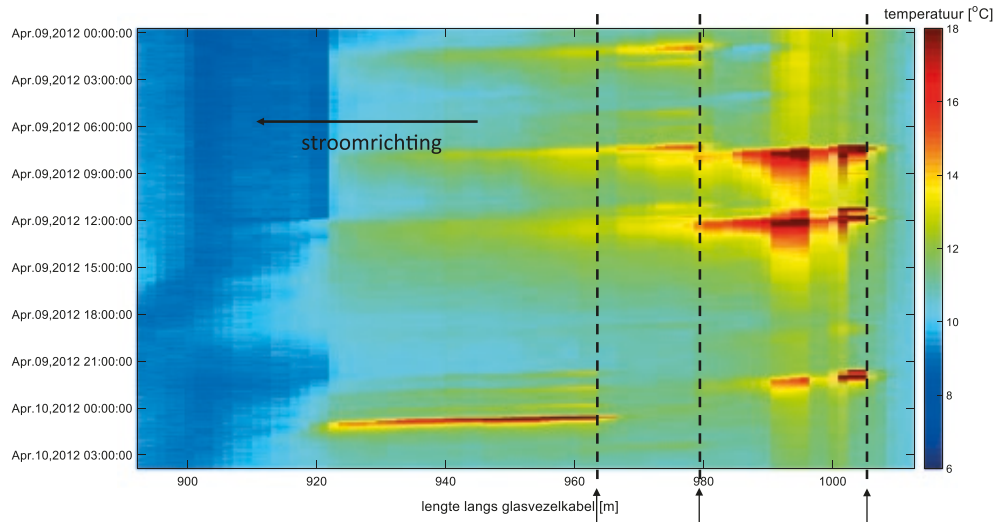


Figuur 7.1 DTS-meetopzet met glasvezelkabel in riool en meetcomputer op maaiveld in beschermende omgeving

In een hemelwaterstelsel zonder foutaansluitingen is bij droog weer een vrij constante temperatuur te verwachten. Als er wel foutaansluitingen zijn, kenmerken deze zich vaak door plotselinge temperatuurvariaties. Afvalwater van een wasmachine of douche is relatief warm, waardoor bij lozing in het hemelwaterstelsel de temperatuur lokaal plotseling stijgt. DTS-meetresultaten tonen voor elke locatie in het riool over een lange periode de temperatuurvariatie in de tijd. Door de DTS-meetresultaten te onderzoeken op 'temperatuurverstoringsen', zijn foutaansluitingen te lokaliseren. Het aantal en karakter van de lozingen bepalen het type foutaansluiting. Twee lozingen per week suggereren bijvoorbeeld een

foutief aangesloten wasmachine, tien of meer lozingen per dag duiden vaak op een foutief aangesloten huishouden. In figuur 7.2 ziet u een voorbeeld van meetresultaten uit onderzoeksgebied Sluis.

Figuur 7.2 Resultaten DTS-metingen in hemelwaterstelsel onderzoeksgebied Sluis
N.B. De zwarte gestreepte lijnen geven de locaties van foutaansluitingen aan waar relatief warm water in het riool komt.



De extra emissie door foutaansluitingen is ingeschat door het aantal foutief aangesloten vervuilingseenheden (v.e.) te vermenigvuldigen met de vuillast per v.e., rekening houdend met de vermoedelijke typen foutaansluitingen die uit de DTS-metingen afgeleid zijn.

7.3 Conclusies

7.3.1 Baljuwstraat en Palembangweg geen foutaansluitingen, Sluis acht foutaansluitingen

Met inachtneming van enige onzekerheid over één locatie lijkt gebied Baljuwstraat vrij van foutaansluitingen. Ook gebied Palembangweg lijkt geen foutaansluitingen te hebben. In gebied Sluis zijn op acht locaties foutaansluitingen gevonden en verholpen: zes verwisselde huisaansluitingen en twee foutief aangesloten vetafsciederders. Daarnaast zijn waarschijnlijk vier foutaansluitingen van onbekende aard nog niet verholpen. Behalve de foutaansluitingen blijken ook regelmatige vetlozingen in een kolk voor te komen.

7.3.2 Fouten bij aanleg waarschijnlijk oorzaak foutaansluitingen

Het feit dat alle verwisselde huisaansluitingen in slechts een van de drie gebieden zijn gevonden, doet vermoeden dat fouten tijdens de aanleg van de wijk hiervoor verantwoordelijk zijn. Mogelijk zijn deze foutaansluitingen zelfs ter herleiden tot specifieke aannemers. Hiernaar is binnen het Regenwaterproject Almere geen nader onderzoek gedaan.

Vetafsciederders worden meestal aan bestaande systemen gekoppeld. De twee gevonden foutief aangesloten afscheiders rechtvaardigen bijzondere aandacht van de rioleringsbeheerder bij de aansluiting van dergelijke voorzieningen in gescheiden gerioleerde gebieden.

Verder zijn vetlozingen in kolken geconstateerd. Dit is niet zozeer een foutaansluiting, maar wel een significante vervuilingbron in riolering en oppervlaktewater, en dus voor de beheerder een serieus aandachtspunt. Als bij inspectiegegevens of veldbezoek vetafzettingen in de riolering worden aangetroffen, is vervolgonderzoek aan te bevelen.

7.3.3 Forse toename emissie door futaansluitingen gebied Sluis

Afhankelijk van de parameter is de bijdrage van de futaansluitingen in gebied Sluis op jaarbasis klein tot aanzienlijk (zie tabel 7.1). Voor zware metalen is de bijdrage relatief klein (20-50%), maar voor zuurstofvragende stoffen en nutriënten kan de bijdrage van futaansluitingen oplopen tot rond de 100% van de totale emissie door hemelwater (op basis van SMC-waarden uit pilot 1).

Parameter	Toename emissie door futaansluitingen
BZV	> 106%
CZV	97%
N-totaal	48%
P-totaal	86%
Koper	50%
Zink	20%

Tabel 7.1 Toename emissie door futaansluitingen onderzoekslocatie Sluis

8 Pilot 7: het watersysteem: kwaliteitsproblemen en jaaremmissies

8.1 Inleiding en doel pilot

Gemeente Almere en Waterschap Zuiderzeeland werken sinds 2004 intensief samen om het functioneren van de afvalwaterketen en de kwaliteit van het watersysteem in Almere te verbeteren. De kwaliteit van het watersysteem was een belangrijke aanleiding voor de Optimalisatiestudie Almere (OSAL) en aansluitend het Regenwaterproject Almere. Voor de OSAL hebben gemeente en waterschap die kwaliteit onderzocht op basis van eigen metingen in de periode 1990 tot 2002. Hieruit blijkt dat de kwaliteit van het watersysteem te wensen overlaat voor de 'probleemparameters' fosfaat, zink en koper. Voor het Regenwaterproject is de watersysteemkwaliteit opnieuw in beeld gebracht met recentere gegevens.

De herkomst van probleemstoffen voor de water- en waterbodempkwaliteit in Almere is te achterhalen door per bron de jaarvrucht te kwantificeren. Hierbij is onderscheid tussen de bronnen 'hemelwater' (op basis van resultaten uit pilot 1), 'grondwater' (op basis van resultaten uit pilot 5), 'foutaansluitingen' (op basis van resultaten uit pilot 6) en 'overige bronnen' (zoals hondenpoep en bladval, op basis van literatuurwaarden). De verhouding tussen de belasting vanuit deze verschillende bronnen is richtinggevend in de zoektocht naar oplossingen voor de kwaliteitsproblemen.

8.2 Onderzoekopzet

Om de oppervlaktewaterkwaliteit in beeld te brengen, zijn drie deelwatersystemen in Almere gedurende een jaar (2014) tweewekelijks bemonsterd. De monsters zijn verzameld op alle locaties waar water de watersystemen kan verlaten: gemaal Leeghwater in Almere Stad, een duiker bij de Paletlaan in Almere Buiten en de drie uitstroomlocaties van het watersysteem in Almere Haven. Bij elke monsternameronde (25 in totaal) zijn vijf steekmonsters genomen. Dit levert 125 monsters voor oppervlaktewaterkwaliteit op. De gevonden waterkwaliteit op de vijf onderzoekslocaties is representatief geacht voor de waterkwaliteit van het gehele watersysteem in Almere. De waterkwaliteit is vervolgens beoordeeld door de meetresultaten te vergelijken met de KRW-normen voor oppervlaktewater.

Binnen het Regenwaterproject Almere zijn geen slibmonsters genomen uit de waterbodems rondom locaties Baljuwstraat, Sluis en Palembangweg, noch uit waterbodems elders in Almere. In plaats daarvan is een dataset gebruikt uit de Waterbodempkwaliteitskaart beheergebied Waterschap Zuiderzeeland (mei 2013), gebaseerd op slibmetingen uit 2011 en 2012. Deze metingen zijn afkomstig van locaties door geheel Almere en als zodanig representatief voor de gehele stad. De waterbodempkwaliteit is beoordeeld door de meetresultaten te vergelijken met normen voor waterbodemslib.

De jaarvruchten probleemstoffen vanuit de bronnen 'hemelwater', 'grondwater', 'foutaansluitingen' en 'overige bronnen' zijn bepaald door respectievelijk resultaten uit pilot 1, pilot 5 en pilot 6 en literatuurwaarden te gebruiken. Vervolgens zijn de resultaten van de drie onderzoeksgebieden geëxtrapoleerd naar geheel Almere.

8.3 Conclusies

8.3.1 Fosfaat en arseen problematisch voor oppervlaktewaterkwaliteit

Op basis van de metingen is te concluderen dat op nagenoeg alle onderzochte locaties de parameters fosfaat en arseen problematisch zijn voor de waterkwaliteit in Almere. Het rekenkundig jaargemiddelde en/of de maximaal gemeten concentratie voldoen/voldoet niet aan de vigerende norm in de Kaderrichtlijn Water (KRW). Gelet op de zeer strenge gehanteerde norm voor oppervlaktewater geldt arseen niet als probleemparameter voor de waterfase. In tegenstelling tot eerdere bevindingen tijdens de OSAL komen koper en zink niet als breed probleem voor de waterkwaliteit naar voren.

Naast deze generieke probleemparameters zijn er lokale waterkwaliteitsproblemen: verhoogde bacterie- en ammoniumconcentraties (waarschijnlijk) door foutaansluitingen en verhoogde concentraties PAK's (mogelijk) door werkzaamheden aan beschoeiing.

8.3.2 Arseen, zink en minerale olie problematisch voor waterbodempkwaliteit

Op basis van de waterbodempkwaliteitskaart is te concluderen dat de parameters arseen, zink en minerale olie problematisch zijn voor de waterbodempkwaliteit in Almere. De rekenkundig gemiddelde waarden overschrijden de Achtergrondwaarde en/of de Maximale Waarde voor Klasse Wonen uit de Regeling bodempkwaliteit voor grond en baggerspecie. Hiermee is de baggerspecie niet zonder meer overal toepasbaar.

8.3.3 Vracht probleemstoffen vanuit hemelwater, grondwater, foutaansluitingen en overige bronnen

De vrachten fosfaat, minerale olie, zink en arseen die jaarlijks in het watersysteem van Almere terechtkomen vanuit de bronnen 'hemelwater', 'grondwater', 'foutaansluitingen' en 'overige bronnen', staan in tabel 8.1. De voornaamste bron per parameter verschilt: minerale olie voert volledig mee met het hemelwater, terwijl fosfaat en arseen voornamelijk met het grondwater meekomen. Voor zink is zowel hemel- als grondwater de bron.

Bron	fosfaat		minerale olie		zink		arsen	
	[kg/jaar]	[%]	[kg/jaar]	[%]	[kg/jaar]	[%]	[kg/jaar]	[%]
hemelwater	2.236	6-10	561	100	506	44-56	42	9-16
grondwater	16.500-33.000	72-84	0	0	265-530	30-46	217-435	84-91
foutaansluitingen	730	2-3	0	0	41	4-5	0	0
overige bronnen	3.388	9-15	0	0	84	7-9	0	0
totaal	22.854-39.354	100	561	100	896-1.161	100	259-477	100

Tabel 8.1 Absolute en relatieve bijdragen hemelwater, grondwater, foutaansluitingen en overige bronnen aan jaarlijkse emissie probleemparameters fosfaat, minerale olie, zink en arseen in lokale watersystemen Almere
N.B. De belangrijkste bron per parameter is vetgedrukt.

9 Synthese: oppervlaktewaterkwaliteit Almere verbeteren door verminderen emissie hemelwaterstelsels

Op basis van de pilotresultaten gaat de synthese na of de oppervlaktewaterkwaliteit in Almere te verbeteren is door de emissie uit hemelwaterstelsels te verminderen. Dit gebeurt aan de hand van vier vragen:

- 1 Is sprake van een water- en waterbodempkwaliteitsprobleem in Almere?
- 2 Welke bijdrage leveren de hemelwaterstelsels aan deze problemen?
- 3 Welke bijdrage kunnen de onderzochte maatregelen (vaker kolken en uitstroombakken reinigen, lamellenafscheiders plaatsen en/of foutaansluitingen verhelpen) leveren om de emissie van probleemparameters te verminderen?
- 4 Kan een kleinere emissie uit de hemelwaterstelsels de water- en waterbodempkwaliteitsproblemen ver genoeg terugdringen?

De paragrafen 9.1 tot en met 9.4 geven antwoord op deze vragen.

9.1 Is sprake van een water- en waterbodempkwaliteitsprobleem in Almere?

Ja. De resultaten van pilot 7 tonen dat zowel het oppervlaktewater als de waterbodem voor een aantal parameters niet voldoet aan de kwaliteitseisen. In algemene zin zijn dit voor de waterkwaliteit fosfaat en voor de waterbodem arseen, zink en minerale olie. Daarnaast zijn er lokaal problemen met PAK's, ammonium en de hygiënische kwaliteit.

De eventuele aanpak van de problemen moet op hetzelfde schaalniveau gebeuren. Voor de stoffen arseen, fosfaat, zink en minerale olie een generieke aanpak, dus op stadsniveau. Voor PAK's, ammonium en de hygiënische kwaliteit een gerichte aanpak waar de problemen zich voordoen.

9.2 Welke bijdrage leveren de hemelwaterstelsels aan deze problemen?

Voor de vier algemene probleemstoffen heeft pilot 7 de absolute bijdragen in beeld gebracht (in kg/jaar) aan de totale belasting van het oppervlaktewater door hemelwater, drainage-water, foutaansluitingen en overige bronnen (zie tabel 8.1 in paragraaf 8.3.3). Voor hemelwater zijn hiervoor de drie gemeten Site Mean Concentrations (SMC's) uit pilot 1 omgerekend naar een gemiddelde waarde voor afstromend hemelwater in Almere. In combinatie met het jaarvolume hemelwater geeft dat een jaarvracht vuilstoffen per parameter voor hemelwater. Voor het grondwater is de gemeten waterkwaliteit van grondwater uit 30 peilbuizen (zie pilot 5 (hoofdstuk 6)) omgerekend naar een gemiddelde kwaliteit voor geheel Almere. Het was niet eenvoudig om de hoeveelheid kwelwater in Almere te bepalen. Om de onzekerheid in het resultaat te respecteren, is gewerkt met een range aan waarden: 0,5 - 1,0 mm/d. Voor foutaansluitingen zijn de emissieberekeningen uit pilot 6 gebruikt. De bijdragen uit andere bronnen zijn met literatuurwaarden gekwantificeerd (RIONED, 2009).

In tabel 8.1 ziet u ook de relatieve bijdragen per parameter. Minerale olie komt 100% uit het afstromende hemelwater. Voor fosfaat ligt het aandeel uit hemelwater onder de 10% van de totale fosfaatbelasting, terwijl meer dan 75% van het fosfaat uit het drainagewater komt. De rest van het fosfaat komt uit foutaansluitingen en andere bronnen. Voor arseen geldt een soortgelijk resultaat, met als belangrijkste verschil dat foutaansluitingen en andere bronnen geen arseen lozen. Voor zink ligt de bijdrage uit afstromend hemelwater op circa 50%, van de overige 50% komt het grootste deel uit het grondwater en een klein deel uit foutaansluitingen en overige bronnen.

De geconstateerde lokale waterkwaliteitsproblemen hangen deels samen met foutaansluitingen (hygiënische kwaliteit en ammonium) en deels met belasting uit overige bronnen (PAK's uit beschoeiing).

9.3 Welke bijdrage kunnen de onderzochte maatregelen leveren om de emissie van probleemparameters te verminderen?

In het Regenwaterproject Almere zijn vier maatregelen onderzocht die de emissie van probleemstoffen arseen, fosfaat, zink en minerale olie naar het oppervlaktewater kunnen helpen verminderen:

- kolken vaker reinigen (pilot 2);
- uitstroombakken vaker reinigen (pilot 3);
- lamellenafscieder plaatsen (pilot 4);
- foutaansluitingen verhelpen (pilot 6).

Uitgangspunten

Deze maatregelen zijn in de pilots onderzocht voor een of meerdere onderzoekslocaties. Voor deze synthese zijn de resultaten per pilot voor de vier probleemstoffen opgeschaald naar geheel Almere. De uitgangspunten hierbij waren:

- Het rendement van vaker kolken reinigen zoals gemeten voor onderzoekslocatie Baljuwstraat is representatief gesteld voor geheel Almere. Door de kolken zesmaal per jaar te reinigen, is bij locatie Baljuwstraat een extra vracht van 1.078 kg sediment (als kg droge stof) afgevangen. Opschalen naar geheel Almere is gebeurd naar rato van het verharde oppervlak: 7,7 ha voor Baljuwstraat tegen 1.384 ha voor geheel Almere. Samen met de gemeten vuilconcentraties in het kolkenslib geeft deze maatregel de in tabel 9.1 weergegeven jaarlijkse reducties.
- Het rendement van tweemaandelijks reinigen van de zes onderzochte uitstroombakken is representatief gesteld voor alle 700 uitstroombakken in geheel Almere. In de zes onderzochte bakken is gedurende een jaar circa 1 ton sediment (ds) verwijderd. Geëxtrapolerd naar alle 700 bakken is dat ongeveer 122 ton ds. Voor de kwaliteit van het verwijderde sediment zijn de rekenkundig gemiddelden aangehouden van de zes gemeten slibkwaliteiten.
- Voor het rendement van de lamellenafscieder is uitgegaan van de hoeveelheid sediment die gedurende het onderzoeksjaar is opgevangen in de bezinkbak (227 kg ds) en onder de lamellenpakketten (38 kg ds) van de afscieder aan de Baljuwstraat. Opschalen naar geheel Almere is gebeurd naar rato van het verharde oppervlak: 7,7 ha voor Baljuwstraat tegen 1.384 ha voor geheel Almere. Samen met de gemeten vuilconcentraties in beide typen slib geeft het plaatsen van lamellenafscieder de in tabel 9.1 weergegeven jaarlijkse reducties.
- De reductie door het verhelpen van foutaansluitingen is ingeschat door aan te nemen dat de drie onderzochte gebieden gezamenlijk representatief zijn voor geheel Almere. Dit betekent dat de vuilbelasting door de gevonden foutaansluitingen (fosfaat: 10,5 kg/jaar en zink: 0,6 kg/jaar) in de drie gebieden worden opgeschaald door te wegen naar verhard oppervlak (19,9 ha voor de drie gebieden versus 1.384 ha voor geheel Almere).

Tabel 9.1 geeft een overzicht van de jaarlijks te bereiken emissiereductie met de vier onderzochte maatregelen, afgezet tegen de jaarlijkse emissie.

	Jaarlijkse emissie (inclusief foutaansl.)	Reductie foutaansl. verhelpen	Reductie 6x/jaar kolken reinigen	Reductie 6x/jaar uitstroombakken reinigen	Reductie lamellenafscieder
Parameter	<i>berekend pilot 1 + 6</i>	<i>metingen pilot 6</i>	<i>metingen pilot 2</i>	<i>metingen pilot 3</i>	<i>metingen pilot 4</i>
fosfaat (kg/a)	2.966	730	368	269	81
min.olie (kg/a)	561	0	349	53	94
zink (kg/a)	548	41	65	29	29
arsen (kg/a)	42	0	0,4	4	0,7

Tabel 9.1 Jaarlijkse emissie hemelwaterstelsel (via de waterfase) en te behalen emissiereducties bij onderzochte maatregelen

Kolken vaker reinigen

Het vaker reinigen van straatkolken komt voor minerale olie en zink naar voren als meest effectieve maatregel in de hemelwaterstelsels. Zeker voor minerale olie is dit niet onlogisch, omdat deze stof alleen via de kolken meekomt. Bovendien volgt uit de slibmetingen in kolken, lamellenafscieder, uitstroombakken en oppervlaktewater dat de concentraties door verdunning en wellicht beperkte afbraak steeds verder afnemen. Het reinigen van

straatkolken heeft voor arseen nauwelijks toegevoegde waarde. Dat klopt met de eerdere conclusie dat arseen vooral uit drainagewater komt en beperkt in hemelwater voorkomt.

Uitstroombakken vaker reinigen

Het vaker reinigen van uitstroombakken heeft minder effect dan het vaker reinigen van straatkolken. Dit komt doordat:

- niet alle 840 uitlaten in Almere een uitstroombak hebben (in totaal 700 uitstroombakken);
- de hoeveelheid te verwijderen slib vijf keer kleiner is dan bij straatkolken;
- de concentratie minerale olie in het slib in uitstroombakken ruim vier keer lager is dan in het slib in de straatkolken. Voor stoffen in drainagewater, zoals fosfaat en arseen, liggen de concentraties in het slib in de uitstroombakken overigens hoger dan in de kolken.

Lamellenafscidders plaatsen

Voor de meeste probleemstoffen heeft gebruik van lamellenafscidders ook een beperkt effect. Een afscheider reduceert alleen de concentratie minerale olie met ongeveer 17%.

Foutaansluitingen verhelpen

Het verhelpen van foutaansluitingen is voor fosfaat de meest effectieve maatregel in de hemelwaterstelsels. Voor arseen en minerale olie heeft deze maatregel geen effect, omdat deze stoffen normaliter niet in afvalwater van foutaansluitingen voorkomen. Voor zink ligt de verwijdering onder de 10% van de totale emissie.

Conclusie

Voor probleemparameter fosfaat levert het verhelpen van foutaansluitingen de grootste emissiereductie op. Voor minerale olie en zink geeft tweemaandelijks kolkenreiniging het beste resultaat. Arseen is met de onderzochte maatregelen nauwelijks te beïnvloeden, omdat dit bijna geheel uit het grondwater komt.

9.4 Kan een kleinere emissie uit de hemelwaterstelsels de water- en waterbodempkwaliteitsproblemen ver genoeg terugdringen?

Waterkwaliteit: fosfaat

De onderzochte maatregelen in en rond de hemelwaterriolering lossen het waterkwaliteitsprobleem met fosfaat niet op. Als de gemeente alle vier maatregelen uitvoert, betekent dat ongeveer een halvering van de jaarlijkse emissie fosfaat vanuit de hemelwaterstelsels: van circa 3.000 kg naar 1.500 kg. Maar dit is slechts een reductie van 3-5% ten opzichte van de totale emissie in het watersysteem. Zelfs in het extreme geval dat aanvullende maatregelen de emissie via hemelwater op nul brengen, levert dit een maximumreductie op van 6-10% van de totale emissie. Door de dominantie van de aanvoer van fosfaat via het grondwater is het waterkwaliteitsprobleem niet op te lossen met maatregelen die zich richten op hemelwater.

Waterbodempkwaliteit

Voor de waterbodempkwaliteitsproblemen met arseen, zink en minerale olie is de emissie wel terug te dringen met maatregelen aan het hemelwaterstelsel. Maar het effect op de waterbodempkwaliteit is mede afhankelijk van het aandeel sediment uit hemelwaterstelsels in het totale slib in de watergangen. De waterbodempkwaliteit volgt uit de som van de totale belasting van de vervuilende parameters, gedeeld door het volume aan slib waarin deze vervuiling neerslaat. Het terugbrengen van de emissie van arseen, zink en minerale olie vanuit hemelwaterstelsels gaat gepaard met een evenredige reductie van de hoeveelheid vaste stoffen uit die stelsels. Deze drie stoffen zijn tenslotte grotendeels gebonden aan deeltjes.

Onder de aanname dat de hoeveelheid sediment uit hemelwaterstelsels een zeer kleine bijdrage levert aan de totale hoeveelheid bagger in de watergangen, is de benodigde reductie van de totale belasting voor arseen, zink en minerale olie bepaald. Uitgangspunt is dat de 95%-percentielwaarde van de waterbodempkwaliteit moet voldoen aan de Maximale Waarde voor Klasse Wonen uit het Besluit bodempkwaliteit voor grond en baggerspecie (Rbk, 2007). Dit levert voor arseen een gewenste reductie op van 27% van de totale belasting, voor zink 46% en voor minerale olie 73% (zie tabel 9.2).

	Huidige 95%-percentiel-waarde waterbodembodem	Maximale Waarde voor Klasse Wonen	Benodigde reductie
Parameter	[mg/kg ds]	[mg/kg ds]	[%]
arseen	36,88	27	27%
zink	371,83	200	46%
minerale olie	700,68	190	73%

Tabel 9.2 Benodigde emissie-reducties om 95%-percentiel-waarde waterbodemkwaliteit onder Maximale Waarde voor Klasse Wonen te krijgen

Arseen

Voor arseen lijkt een emissiereductie van 27% niet mogelijk met de onderzochte maatregelen die de kwaliteit van afstromend hemelwater verbeteren. De som van de vier maatregelen levert een reductie van circa 5 kg op jaarbasis, nog geen 1-2% van de totale emissie. Net als bij fosfaat is de aanvoer van arseen via het grondwater zo dominant dat maatregelen die zich richten op hemelwater nauwelijks effect hebben.

Minerale olie

Voor minerale olie lijkt een emissiereductie van 73% wel haalbaar met een of meerdere van de onderzochte maatregelen. Aangezien de volledige vracht meekomt met het afstromende hemelwater, is het effect van maatregelen een-op-een door te vertalen naar het effect op de totale emissie. De reductie van de meest veelbelovende maatregel (tweemaandelijke kolkenreiniging) ligt met 62% al dicht in de buurt van de gewenste reductie.

Zink

De benodigde reductie voor zink is met 46% van dezelfde orde als de bijdrage vanuit de hemelwaterstelsels aan de totale emissie. Met andere woorden: alleen als de gemeente 80-100% van de emissie van afstromend hemelwater kan afvangen, kan zij de waterbodemkwaliteit via deze route afdoende aanpakken. De vier onderzochte maatregelen geven een gezamenlijke reductie van ongeveer 30%. De conclusie is dan ook dat voor zink de benodigde emissiereductie niet haalbaar lijkt met de onderzochte maatregelen.

10 Synthese: wel of geen grootschalige ombouw naar VGS?

De OSAL is destijds gestart om de vraag te beantwoorden hoe gemeente en waterschap de afvalwaterketen optimaal kunnen inrichten om het watersysteem minimaal nadelig te beïnvloeden. Passend bij de tijdgeest is daarbij als referentie ombouw van de gescheiden rioolstelsels naar VGS aangenomen. Dit zou in 2005 ongeveer 50 miljoen euro kosten. Op basis van huidige inzichten zou het een veelvoud van dat bedrag zijn.

Verbetering waterbodemp kwaliteit voor minerale olie, zink en arseen

Een standaard-VGS voert op jaarbasis ongeveer twee derde van het afstromende hemelwater en nagenoeg al het aangesloten drainagewater af naar de rwzi. In Almere is circa een derde van het drainagewater aangesloten op een hemelwaterstelsel. Met andere woorden: de ombouw naar VGS levert rendementen op van grofweg 66% op de geloosde jaarvrachten vanuit hemelwater en 33% op de jaarvrachten vanuit grondwater. Daarmee is het benodigde rendement op minerale olie (73%, zie tabel 9.2 in paragraaf 9.4) nagenoeg behaald. Ook de rendementen op zink en arseen komen met 50% respectievelijk 39% boven de benodigde rendementen in tabel 9.2 uit. Voor deze parameters lijkt ombouw naar VGS dus te kunnen bijdragen aan een oplossing van de waterbodempkwaliteitsproblemen.

Geen verbetering voor fosfaat

Voor de eutrofiëring door fosfaat speelt naast de fosfaatbelasting de verblijftijd in het oppervlaktewatersysteem een grote rol. De huidige verblijftijd (met aangesloten hemelwaterstelsels) is ongeveer 28 dagen. Bij deze verblijftijd kan het ecosysteem elk beetje fosfaat opnemen dat aan het oppervlaktewatersysteem wordt toegevoegd. In de huidige situatie leidt het toevoegen van hemelwater, ondanks een lagere fosfaatconcentratie, tot een slechtere waterkwaliteit. Pas bij een verblijftijd in het watersysteem van minder dan tien dagen kan een lagere fosfaatconcentratie in het hemelwater de waterkwaliteit verbeteren. Maar een en ander staat niet in verhouding tot de kosten die nodig zijn om het gescheiden hemelwaterstelsel om te bouwen naar een VGS. Om de waterkwaliteit te verbeteren, zijn maatregelen in het watersysteem waarschijnlijk doelmatiger, zoals aanleg van natuurvriendelijke oevers en extensief maaibeheer.

Niet doelmatig

Grootschalige ombouw naar VGS komt dus neer op een investering van een veelvoud van 50 miljoen euro, waardoor de waterbodem voor een aantal parameters weliswaar schoner wordt maar de waterkwaliteit niet verbetert. De conclusie is dan ook dat grootschalige ombouw naar VGS niet doelmatig is.

11 Synthese: alternatieve maatregelen

Uit de onderzoeksresultaten van het Regenwaterproject Almere blijkt dat de vier onderzochte alternatieven voor de ombouw naar een VGS op zichzelf niet leiden tot een gezond watersysteem (zie paragraaf 9.3). De resterende belasting van drie van de vier probleemstoffen (arseen, zink en fosfaat) blijft ook na eventuele implementatie van de onderzochte maatregelen te hoog. De grote vuilvrachten in het drainagewater voor arseen, fosfaat en (in mindere mate) zink blijven de bepalende factor, terwijl de vier maatregelen erop zijn gericht om de hemelwateremissie te verminderen. Dit neemt niet weg dat wel degelijk zinvolle alternatieven beschikbaar zijn.

Bezinkzones in het oppervlaktewater

De in pilot 7 gemeten relatief goede waterkwaliteit bij gemaal Leeghwater laat zien dat bezinkzones in het oppervlaktewater de concentraties van aan deeltjes gebonden verontreinigingen kunnen verlagen. Zandfilters en helofytenfilters in het oppervlaktewater zoals toegepast in verschillende VINEX-locaties, zouden voor fosfaat een oplossing kunnen bieden.

Kolken reinigen versus baggeren

De concentratie minerale olie is flink te verminderen door de straatkolken zes keer per jaar te reinigen in plaats van een keer per jaar. Daarmee verwijdert de gemeente deze probleemstof dicht bij de bron. Ook kan zij minerale olie van de waterbodem verwijderen door te baggeren, waarmee ze ook meteen zink en arseen wegneemt. Ecologisch gezien zou eens per tien jaar baggeren een goede frequentie zijn om de ecologische kwaliteit te verbeteren. Voor de doelmatigheid van de maatregel is het zinvol een goede kosten-batenanalyse te maken, in verband met de afzet van de bagger (afhankelijk van de klasse waartoe de bagger behoort).

Foutaansluitingen verhelpen

Bij een lokaal waterkwaliteitsprobleem is het zinvol te onderzoeken of in het achterliggende gebied foutaansluitingen aanwezig zijn. Als deze er zijn, is het verstandig de foutaansluitingen te verhelpen.

VGS 2.0

Het VGS 2.0 (een moderne versie van een VGS) is een alternatief voor het opsporen van foutaansluitingen en het in het watersysteem verwijderen van fosfaat. Het nieuwe systeem komt voort uit de proeftuin 'Anders omgaan met VGS' van STOWA en Stichting RIONED. Een VGS 2.0 voert alleen vies water in een hemelwaterstelsel af naar de rwzi en loost het schone water in de lokale watergang. In Almere is het hemelwater schoon genoeg om lokaal te kunnen lozen en is het water van foutaansluitingen te vies om lokaal te lozen. Met de hoge gehalten arseen en fosfaat is ook het drainagewater in Almere eigenlijk te vies om te lozen. De pilots in Almere hebben geleerd dat geleidbaarheid een goede indicator is om het verschil tussen hemel- en drainagewater te detecteren. Dit betekent dat het relatief eenvoudig zou moeten zijn om in Almere het principe van VGS 2.0 te introduceren.

12 Synthese: verder onderzoek

Het Regenwaterproject Almere heeft veel informatie opgeleverd die te gebruiken is om het Almeerse hemelwaterbeleid te actualiseren en het waterhuishoudingsplan 2017-2021 op te stellen. Daarnaast is behoefte aan verder onderzoek naar voren gekomen om:

- Meer inzicht te krijgen in de hoeveelheid kwelwater in het stedelijk watersysteem in Almere, zodat de relatieve bijdrage van de lozingen vanuit hemelwaterstelsels beter te bepalen is.
- Meer inzicht te krijgen in het slib dat via de bodem van het hemelwaterstelsel het oppervlaktewater bereikt, het zogenaamde bedloadtransport. Het advies is meer algemeen onderzoek uit te voeren naar de accumulatie van sediment op de bodem van hemelwaterriolering.
- Ook aandacht te schenken aan de ecologische doelstelling van de Kaderrichtlijn Water (KRW). De probleemdefinitie van de water- en waterbodemkwaliteit in Almere was in dit project alleen gebaseerd op de (fysisch-)chemische KRW-doelstellingen. Aanbevolen wordt om de resultaten nogmaals tegen het licht te houden met het oog op de eventueel gestelde ecologische doelstelling voor de KRW-wateren en niet-KRW-wateren in Almere.

Literatuur

- Langeveld J.G., Liefthing H.J. en Boogaard F.C. (2012). *Uncertainties of stormwater characteristics and removal rates of stormwater treatment facilities: implications for stormwater handling*. Water Research, 46 (2012), 6868-6880.
- Lenting N., Rossen W. en Linckens A. (2005). *OAS Almere fase B. Eindrapportage*. DHV Water BV i.o.v. Waterschap Zuiderzeeland en Gemeente Almere, kenmerk WA-WA20051207, 19 december 2005.
- Liefthing H.J., Boogaard F.C. en Langeveld J. (2010). *OSAL: meetplan pilots*. Royal Haskoning en Tauw i.o.v. Waterschap Zuiderzeeland en Gemeente Almere, kenmerk 9T4403.A0/R0007/Nijm, 21 oktober 2010.
- Liefthing H.J., Boogaard F.C., Korving J. en Langeveld J.G. (2015). *Lamellenafscheiders Krimpenerwaard: resultaten praktijkonderzoek*. Partners4UrbanWater/Tauw/Witteveen+Bos i.o.v. Gemeente Capelle aan den IJssel, kenmerk 1220194_R_150413, 14 april 2015.
- Moons J. (2014). *Met geluidsmetingen foutaansluitingen opsporen*. Vakblad Riolering, jaargang 20, januari 2014, 28-29.
- Post, J., Pothof, I., Langeveld, J. en Clemens, F. (2015). *Modelling progressive sediment accumulation in gully pots: a Bayesian approach*. Proceedings of 10th International Urban Drainage Modelling Conference, Québec, Canada, September 2015.
- Regeling bodemkwaliteit voor grond en baggerspecie (Rbk, 2007)*. Via www.overheid.nl, geraadpleegd 30 november 2015.
- RIONED (2009). *Oppervlaktewaterkwaliteit: wat zijn relevante emissies?* RIONEDreeks 13, Stichting RIONED, Ede, januari 2009.
- Schilperoort R.P.S., de Haan C. en Langeveld J.G. (2011). *Opsporen en classificeren van foutaansluitingen*. Vakblad Riolering, jaargang 18, december 2011, 14-15.
- STOWA (2007). *Regenwaterdatabase. De feiten over de kwaliteit van afstromend regenwater*. Rapport 2007-21, STOWA, Utrecht.

STOWA en Stichting RIONED in het kort

Stichting RIONED is de koepelorganisatie voor de riolering en het stedelijk waterbeheer in Nederland. In RIONED participeren alle partijen die bij de rioleringszorg betrokken zijn: overheden (gemeenten, waterschappen, rijk en provincies), bedrijven (leveranciers, adviesbureaus, inspectiebedrijven en aannemers) en onderwijsinstellingen. De belangrijkste taak van Stichting RIONED is het beschikbaar stellen van kennis aan de vakwereld. Dit doet RIONED door onderzoek, het bundelen van bestaande kennis en het op vele manieren informeren en bij elkaar brengen van professionals.

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

© 2016 Stichting RIONED en STOWA

Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Disclaimer

Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van deze publicatie.

Voor extra exemplaren van deze samenvatting, voor het downloaden van het volledige eindrapport van het Regenwaterproject Almere, of voor de complete set meetwaarden gaat u naar: <http://www.riool.net/almere>

auteurs

Jeroen Langeveld, Erik Liefing en Rémy Schilperoort, Partners4UrbanWater

tekstadvies

Karlijn Kunst

omslagfoto

Ingeborg Baars, Gemeente Almere

begeleidingscommissie

Ingeborg Baars, Gemeente Almere

Ton Beenen, Stichting RIONED

Arjo Hof, Gemeente Almere

Melanie Kuiper, Waterschap Zuiderzeeland

Henk Nijhof, Waterschap Zuiderzeeland

Bert Palsma, STOWA

vormgeving

Jelle de Gruyter, gaw ontwerp+communicatie b.v., Wageningen

druk

Drukkerij Modern b.v., Bennekom

rapportnummer


2016-05A

isbn/ean

978 90 5773 699 5



stowa
Stichting
RIONED



Frits Huis, Gemeente Almere: Het gescheiden rioolstelsel van Almere leverde als onderzoeksgebied resultaten die zowel landelijk als internationaal van belang zijn. Op lokaal niveau kunnen wij de Almeerder meer inzicht bieden om gezamenlijk met het waterschap de maatschappelijke middelen kosteneffectief in te zetten voor verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Lida Schelwald-Van der Kley, Waterschap Zuiderzeeland: De schat aan kennis uit het onderzoek levert duidelijke aanbevelingen over de effectiviteit van investeringen ter verbetering van de waterkwaliteit. Maatregelen zoals het opsporen en verhelpen van foutaansluitingen en meer frequente reiniging van kolken zijn nuttige maatregelen die de water- en waterbodemkwaliteit verbeteren.

ISBN/EAN 978 90 5773 699 5

