



AUTEURS



Jeroen Langeveld en Erik Liefting
(Partners4UrbanWater)



Bert Palsma
(STOWA)

Arjo Hof
(Gemeente Almere)



Henk Nijhof
(Waterschap Zuiderzeeland)

AFSTROMEND REGENWATER WAT IS HET RENDEMENT VAN BEZINKVOOR- ZIENINGEN?

‘Een buitje tegen het stof’ is een oude volkswijsheid. Zo is het ook: afstromend regenwater neemt veel verontreinigingen mee en als er gescheiden rioolstelsels zijn, komen deze rechtstreeks in het oppervlaktewater. Om deze emissies te beperken, zijn begin deze eeuw veel bezinkvoorzieningen geplaatst. Hun rendement is echter vaak lager dan producenten en leveranciers beweren. Hoe zit dat?

In Nederland is ruim 95 procent van de huishoudens aangesloten op een zogeheten vrij verval riolering. Een aanzienlijk deel daarvan (22 procent) bestaat uit gescheiden rioolstelsels, dat wil zeggen: een apart vuilwaterstelsel en een apart hemelwaterstelsel. Hemelwaterstelsels regelen de afvoer voor bijna 30.000 hectare aan oppervlakte en ze zorgen ervoor dat jaarlijks 144 miljoen kubieke meter hemelwater op het oppervlaktewater wordt geloosd.

Het echte
rendement van
bezinkvoorzieningen

38

locatie	Almere		Arnhem	Schoonhoven	Krimpen a/d IJssel	Haastrecht *
	(Facet)	significant?	(Facet)	(Facet)	(Facet)	(Aqa)
Cu [µg/l]	18%	Ja	21%	24%	9%	6%
Pb [µg/l]	18%	Ja	36%	19%	19%	46%
Zn [µg/l]	22%	Ja	23%	20%	10%	36%
min.olie C10-C40 [µg/l]	17%	Ja		11%	22%	19%
som PAK-10 [µg/l]	17%	Ja		9%	5%	-66%
onopg. bestand. [mg/l]	18%	Ja	40%	30%	24%	13%
CZV [mg/l]	14%	Ja	18%	8%	3%	17%
P-tot [mg/l]	-4%	Nee	29%			
Ortho-PO4-P [mg/l]	-2%	Nee		15%	-1%	7%
NH4-N [mg/l]	-9%	Nee		-10%	0%	34%
N-Kj [mg/l]	-1%	Nee		13%	0%	27%
N-tot [mg/l]			17%			
E.coli [kve/100ml]	9%	Nee	-46%			
Glyfosaat [µg/l]	12%	Nee				

* Rendement in Haastrecht is gerapporteerd op basis van de rekenkundig gemiddelde influent- en effluentconcentraties (dus niet volumegewogen)

Tabel 1
Gemiddeld verwijderingsrendement (en significantie: groen is significant bij 95% betrouwbaarheidsinterval, blauw bij 67%) van de lamellenafscheider in Almere vergeleken met gemiddelde rendementen uit vergelijkbare onderzoeken in Arnhem, Schoonhoven, Krimpen a/d IJssel en Haastrecht

Rond het begin van deze eeuw waren tal van *beslisbomen* populair. Hiermee konden geschikte maatregelen geselecteerd worden voor de behandeling van dit hemelwater. Doorgaans kwam dit neer op het realiseren van zogeheten *bezinkvoorzieningen*.

Deze waren relatief goedkoop in te passen en zouden, op basis van internationale literatuur, behoorlijk hoge rendementen opleveren. Een uitgebreid onderzoek in Arnhem tussen 2005 en 2007 liet echter zien dat de gemeten rendementen fors achterbleven bij de verwachtingen op grond van de internationale literatuur. In Arnhem was dit vooral te wijten aan een slechte bezinkbaarheid van de zwevende stof in het afstromend hemelwater.

De vraag was of de resultaten uit Arnhem representatief waren voor al het Nederlandse afstromende hemelwater en zo ja, wat Nederlands hemelwater onderscheidt van hemelwater in het buitenland. Om die vraag te kunnen beantwoorden is onderzoek gedaan naar rendementen van *lamellenbezinkers* en naar de bezinkbaarheid van onopgelost materiaal in afstromend hemelwater op locaties in Schoonhoven, Krimpen aan den IJssel en Haastrecht en op drie locaties in Almere.

Rendementen in praktijk

De rendementen van lamellenafscheiders in Almere, Arnhem en Schoonhoven, Krimpen aan den IJssel en Haastrecht zijn opgenomen in figuur 1. Voor Almere is daarbij ook bepaald of de rendementen *significant* anders zijn, met andere woorden: is het gemeten rendement groter dan de meetonzekerheid?

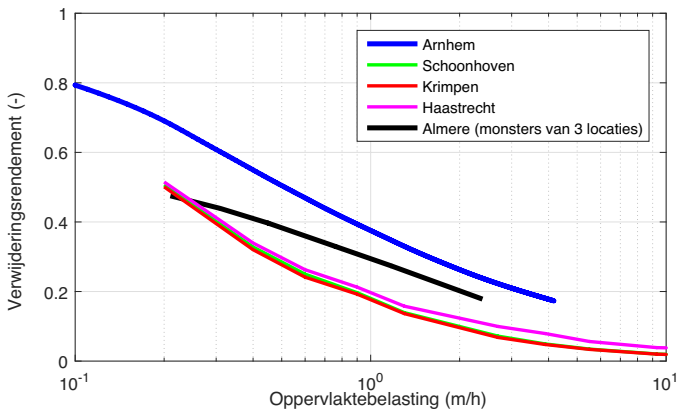
Significante positieve verwijderingsrendementen zijn in Almere gemeten voor koper, zink, minerale olie, onopgeloste bestanddelen en CZV. Voor parameters waarvoor geen significant verwijderingsrendement is gemeten in Almere (nutriënten, bacteriën), zijn ook in de andere meetprojecten de gemeten rendementen soms nihil of negatief.

Het gemiddelde gemeten rendement ligt voor bijna alle parameters voor alle meetlocaties in dezelfde range.

De bezinksnelheid is bepaald door bezinkingsproeven uit te voeren met afstromend hemelwater dat is bemonsterd juist bovenstrooms van de regenwateruitlaten. Op deze locaties is ook het debiet gemeten en is per bui de gemiddelde concentratie van het afstromende hemelwater bepaald.

Voor het bepalen van de valsnelheid is in Almere gebruik gemaakt van een kunststof kolom met een aftapkraantje enkele centimeters boven de onderzijde. Deze kolom (met een doorsnede van 125 millimeter) is gevuld met een goed gemengde hoeveelheid monster (ongeveer 1,5 liter en dus een waterstand van 100 tot 122 millimeter).

Gedurende twee uur is op gezette tijden een kleine hoeveelheid (30 milliliter) monster afgetapt en geanalyseerd op troebelheid. De troebelheid van het monster is een maat voor de hoeveelheid zwevende stof. Hierbij is een lineaire relatie verondersteld tussen troebelheid enerzijds en de concentratie zwevende stof anderzijds. Voor de andere locaties is gebruik gemaakt van een vergelijkbaar meetprincipe. Voor elke afgetapt monster is de bezinksnelheid be-



Figuur 2

rekend door de waterstand in de kolom te delen door de bezinktijd. Deze snelheid is vergelijkbaar met de oppervlaktebelasting van bijvoorbeeld een lamellenafscheider waarbij een debiet (in kubieke meters per uur) wordt behandeld door een oppervlak aan lamellen (in vierkante meters) waarbij deze belasting dus dezelfde eenheid in kubieke meters (ofwel m/h) krijgt.

De resultaten van de drie locaties samen zijn gebruikt om het potentiële rendement van een bezinkvoorziening te bepalen. Het potentiële rendement voor onopgeloste stoffen is het rendement dat verwacht mag worden als een voorziening optimaal ontworpen is. Voor het bepalen van het potentiële rendement is de vracht onopgeloste bestanddelen per bui vermenigvuldigd met de bezinkbaarheid die volgt uit de valsnelheidsproeven. Door deze wijze van berekenen hebben grote buien of buien met hoge gemeten concentraties een groter gewicht in de berekende rendementscurve.

Meetresultaten

In Almere zijn succesvolle bezinksnelheidsmetingen uitgevoerd op monsters van drie locaties: Baljuwstraat (22 monsters), Sluis (17 monsters) en Palembangweg (15 monsters). De bezinkbaarheid van onopgeloste bestanddelen in het afstromende hemelwater voor de drie locaties is vergelijkbaar en consistent gedurende de meetperiode. De berekende potentiële rendementen staan weergegeven in figuur 2. Uit de figuur blijkt dat bij een oppervlaktebelasting van de bezinkvoorziening tussen 0,5 en 1,0 meter per uur het potentiële rendement voor Almere 30 tot 35 procent bedraagt. Met andere woorden: als een bezinkvoorziening volgens ontwerp optimaal functioneert, kan maximaal 30 tot 35 pro-

cent van de onopgeloste bestanddelen in het regenwater door de afscheider verwijderd worden. Voor stoffen die deels aan onopgeloste bestanddelen zijn gebonden, zal het potentiële rendement lager zijn, omdat deze stoffen ook deels opgelost in het water aanwezig zijn.

Het berekende potentiële rendement op basis van de valsnelheidsproeven blijkt in de praktijk ook daadwerkelijk de bovengrens van de gemeten praktijkrendementen voor zwevende stof. Voor stoffen die deels aan zwevende stof zijn gebonden, is het te bereiken rendement uiteraard lager dan voor zwevende stof, omdat alleen het deel dat aan de zwevende stof is gebonden kan bezinken.

In een aantal gevallen zijn lagere verwijderingsrendementen van de lamellenbezinkers gemeten dan theoretisch haalbaar zijn. Dit is te verklaren uit het ontwerp en beheer van de betreffende bezinkvoorzieningen, waardoor bijvoorbeeld kortsluitstromen ontstaan.

De te bereiken rendementen liggen fors lager dan in de internationale literatuur is beschreven. Het hemelwater uit Nederlandse hemelwaterstelsels blijkt relatief slecht bezinkbaar, waardoor internationale ontwerprichtlijnen (en te verwachten rendementen) vaak niet opgaan. Waarschijnlijk is dit te wijten aan te weinig capaciteit voor het transport van sediment in de Nederlandse regenwaterriolen (door een gebrek aan hydraulisch verhang) en de gewoonte om regenwaterriolen 'verdrongen' aan te leggen, waardoor deze in de praktijk werken als bezinkvoorzieningen voor het beter bezinkbare materiaal.

Conclusies

Het potentiële rendement van een bezinkvoorziening is afhankelijk van de oppervlaktebelasting en de bezinkbaarheid van de verontreinigingen. Dit laatste is een gegeven, het eerste is een ontwerpkeuze. Bij een oppervlaktebelasting van 1 meter per uur, die vaak als nominale belasting bij het ontwerp van een lamellenafscheider wordt gehanteerd, ligt het potentiële verwijderingsrendement van een bezinkvoorziening voor onopgeloste bestanddelen in afstromend

Het echte rendement van bezinkvoorzieningen

hemelwater op maximaal 37 procent. Deze rendementen blijken fors lager te zijn dan in de internationale literatuur beschreven staat.

Deze conclusies laten zien hoe riskant het is om zonder meer ontwerpgrondslagen en bijbehorende rendementen voor bezinkvoorzieningen voor hemelwater uit de internationale literatuur over te nemen. Dat geldt bijvoorbeeld in Arnhem. Een eerdere controle op de achterliggende uitgangspunten, in dit geval de eigenschappen van het te behandelen medium, zou hebben voorkomen dat lamellenafscidders in de beslisbomen voor de omgang met hemelwater zouden zijn opgenomen als 'goedkope optie met redelijk rendement'. Immers, voor een redelijk rendement (bijvoorbeeld 70 procent of meer) is met de lage bezinkbaarheid van Nederlands hemelwater een fors grotere voorziening nodig.

Terwijl we in Nederland afstromend hemelwater op dit moment beschouwen als welkome bron voor de aanvulling van het oppervlaktewater, wordt in Duitsland veel onderzoek gedaan naar technieken voor de behandeling van hemelwater gericht op verwijdering van prioritaire stoffen, waarbij de aandacht zich vooral richt op verwijdering van de fijne deeltjes (kleiner dan 63 nanometer).

De verwachting is dat in Duitsland de verwijdering van deze deeltjes voor verontreinigde stedelijke gebieden binnenkort vereist zal worden. Mochten we in Nederland beleidsmatig overwegen om dezelfde keuze gaan maken, dan geldt: eerst onderzoeken of de Duitse onderzoeken ook opgaan voor de Nederlandse situatie.

Jeroen Langeveld
(Partners4UrbanWater)
Erik Liefing
(Partners4UrbanWater)
Bert Palsma
(STOWA)
Arjo Hof
(Gemeente Almere)
Henk Nijhof
(Waterschap Zuiderzeeland)

Literatuur

Langeveld J.G., Liefing 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.

Liefing H.J., Boogaard F.C., Korving J. en Langeveld J.G. (2015). *Lamellenafscidders Krimpenerwaard: resultaten praktijkonderzoek*. Partners4UrbanWater/Tauw/Witteveen+Bos i.o.v. Gemeente Capelle aan den IJssel, kenmerk 1220194_R_150413, 14 april 2015.

Langeveld J.G., Liefing H.J. en Schilperoort, R.P.S. (2016). Regenwaterproject Almere. Volledige rapportage. Stichting RIONED/STOWA 2016-05B

SAMENVATTING

Afstromend regenwater dat via gescheiden rioolstelsels op het oppervlaktewater wordt geloosd, leidt op jaarbasis tot een aanzienlijke belasting met verontreinigingen van het oppervlaktewater. Een belangrijk deel van deze verontreinigingen is gebonden aan zwevende stof. De afgelopen jaren is in het kader van diverse STOWA/RIONED-projecten onderzoek gedaan naar de samenstelling van het regenwater en naar de behandelbaarheid in bezinkvoorzieningen.

In dit artikel zijn de resultaten van deze onderzoeken gebundeld aan de hand van de hoofdvraag: wat is de bezinkbaarheid van de verontreinigingen in het regenwater uit gescheiden rioolstelsels in Nederland?

De metingen in Nederland laten zien dat de bezinkbaarheid van het zwevende stof in het regenwater [zeer] laag is en ook flink lager dan volgt uit internationale literatuur. Het hydraulisch ontwerp van het rioolstelsel en het ontwerp en beheer van de straatkolken en de inrichting van het maaiveld zijn hiervoor mogelijk verklarende factoren.

Met de resultaten van dit onderzoek kunnen toekomstige bezinkvoorzieningen beter worden ontworpen.