

## Effect van afkoppelmaatregelen op de oppervlaktewaterkwaliteit - een beslissingsondersteunend model

*Arjen Koomen, Arjon Buijert (Arcadis), Ronald Bakkum (Hoogheemraadschap van Delfland), Bart Budding (APPM)*

**De doelstelling van de nieuwe Hemelwateraanpak van het Hoogheemraadschap van Delfland is om een heldere beschrijving te formuleren voor het anders omgaan met hemelwater. In de afweging van varianten was het aspect waterkwaliteit lastig te beoordelen. Waterkwaliteit kan namelijk getoetst worden op het effect van piekbelastingen vanuit riooloverstorten en op de gemiddelde waterkwaliteit. Onduidelijk was in hoeverre het afkoppelen van hemelwater uit een gemengd rioolstelsel de oppervlaktewaterkwaliteit in Delfland beïnvloedt. Deze studie geeft inzicht wat afkoppelen van hemelwater voor de stikstof- en fosforconcentratie in de boezem van Delfland kan betekenen.**

Het Hoogheemraadschap van Delfland werkt aan het opstellen van een toekomststrategie voor hemelwater: de Hemelwateraanpak. Met de Hemelwateraanpak werkt Delfland naar een meer natuurlijke wijze van omgaan met hemelwater, waarbij het waterschap de volgende leidende principes wil hanteren:

1. Vasthouden – bergen – afvoeren (gericht op waterkwantiteit)
2. Schoonhouden – scheiden – schoonmaken (gericht op waterkwaliteit)
3. Duurzaam gebruik – hoogwaardig hergebruik – begin lokaal, bij de bron [1]

In de huidige situatie wordt in Delfland het meeste hemelwater dat in stedelijk gebied op verhard oppervlak valt op twee manieren afgevoerd:

- Samen met het huishoudelijk afvalwater via de gemengde riolering naar een van de afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's). Als het hard regent biedt de gemengde riolering niet voldoende berging en afvoer voor al het hemelwater. Om rioolwater op straat te voorkomen, zijn overstortpunten gemaakt waarbij het teveel aan rioolwater op het oppervlaktewater kan overstorten. Dit geeft alleen bij hevige neerslag een piekbelasting op het oppervlaktewater met rioolwater met hoge concentraties aan vervuilende stoffen.
- Gescheiden van het huishoudelijk afvalwater naar het oppervlaktewater. Het hemelwater kan naar het oppervlaktewater worden afgevoerd met een hemelwaterriool en hemelwateruitlaten, maar ook ongerioleerd (bijvoorbeeld bovengronds via goten). In beide gevallen leidt het apart afvoeren van hemelwater tot een grotere aanvoer van hemelwater op het oppervlaktewatersysteem.

Door een systeemverandering, waarbij wordt ingezet op het afkoppelen van hemelwater van verhard oppervlak dat op de gemengde riolering is aangesloten en het vasthouden van hemelwater, wordt gewerkt aan het vergroten van de 'sponswerking' van het stedelijke gebied. Door deze sponswerking houdt de stad het hemelwater langer vast en wordt het vertraagd afgevoerd. Het watersysteem is zo beter bestand tegen de gevolgen van klimaatverandering, zoals extreme neerslag en droogte. Daarnaast wordt minder hemelwater afgevoerd naar de gemengde riolering en de AWZI's. Dat leidt op langere termijn tot lagere investeringskosten bij renovatie en vervanging van de AWZI's. Ook zal de overstort uit het gemengde rioolstelsel op het oppervlaktewater verminderen, waardoor de

piekbelasting van vervuild rioolwater op het oppervlaktewater afneemt. Bij de hemelwateraanpak ligt daarom het scheiden van rioolwatersystemen (voor hemelwater en huishoudelijk afvalwater) voor de hand.

Traditioneel afkoppelen, waarbij het hemelwater dat op verhard oppervlak valt rechtstreeks naar open water wordt geleid, kan een hogere gemiddelde belasting op het watersysteem betekenen. Het water uit een hemelwateruitlaat is daarbij aanzienlijk schoner dan een overstort uit een gemengd rioelstelsel [2]. Er komt echter wel veel meer water uit een hemelwateruitlaat. Iedere bui die valt, wordt immers afgevoerd naar het oppervlaktewater. Hierdoor kan de totale vracht aan verontreinigende stoffen die op het oppervlaktewater wordt geloosd bij een gescheiden stelsel op jaarbasis groter zijn dan de vracht door de piekbelastingen bij een gemengd stelsel. Dit blijkt ook uit de STOWA-studie 'Invloed van systeemkeuze op de emissies van het afvalwatersysteem' [3], [4], [5]. Uit dezelfde studie blijkt dat de voorkeur voor een bepaald rioleringsstelsel afhankelijk is van stoffeïenschappen, stelseïenschappen en de aanwezigheid van foutaansluitingen, waarbij afvoer van huishoudelijk afvalwater verkeerd is aangesloten op de hemelwaterafvoer. Hierdoor wordt een continue stroom huishoudelijk afvalwater rechtstreeks op het oppervlaktewater geloosd.

De genoemde gevoeligheden rechtvaardigen een locatiespecifieke benadering voor de systeemkeuze. Voor de systeemkeuze zijn niet alleen de emissies, maar ook de effecten op de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater van belang.

De STOWA-studie gaat ervan uit dat ook het effluent uit de AWZI's op het oppervlaktewater wordt geloosd. Delfland loost momenteel al het effluent op buitenwater, namelijk op de Noordzee, de Nieuwe Waterweg en Het Scheur. Voor het effect op de waterkwaliteit bij Delfland is het daarom voldoende om de piekbelasting vanuit de gemengde riooloverstorten te vergelijken met de diffuse belasting vanuit de hemelwaterafvoersystemen.

Voor deze studie is voor Delfland een watersysteemanalyse gemaakt, op vergelijkbare wijze als bij een studie voor het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden [6], [7]. Daarmee is het mogelijk om de effecten van traditioneel afkoppelen op de waterkwaliteit van de boezemwaterlichamen, specifiek voor de stikstof- en fosforconcentratie, inzichtelijk te maken.

In de studie is inzicht verworven in de herkomst, omvang en reikwijdte van de verschillende bronnen voor stikstof en fosfor die de boezemwaterlichamen belasten. Anderzijds geeft de studie een specifiek antwoord op de vraag wat afkoppelen van verhard oppervlak voor de stikstof- en fosforconcentratie in de boezem van Delfland kan betekenen.

## **Werkwijze**

In de werkwijze wordt onderscheid gemaakt in drie onderdelen die in de volgende paragrafen worden besproken:

1. Modelleren waterkwantiteit
2. Modelleren waterkwaliteit
3. Verwerken resultaten in een overzichtelijk dashboard

### ***Modelleren waterkwantiteit***

De basis voor een goed waterkwaliteitsmodel is een goede beschrijving van het transport van het water. Hiervoor hebben Delfland en Arcadis met het computerprogramma SOBEK een waterkwantiteitsmodel van het oppervlaktewatersysteem van Delfland ontwikkeld. Met dit

hydrologische model kunnen waterkwantiteits- en -kwaliteitsberekeningen gemaakt worden voor zowel neerslag in pieksituaties als voor het hele jaar.

In het kwantiteitsmodel is de berging in de gemengde riolering al opgenomen (op basis van het meest actuele beheerbestand van de gemeenten). Ook de bergbezinkbassins zitten al in het kwantiteitsmodel.

Om de herkomst van inkomende waterstromen in het hydrologische model te kunnen volgen, krijgen de inkomende waterstromen in het model een label. Hiervoor zijn labels gebruikt met geografische en bronherkomst. De geografische labels vermelden de geografische oorsprong, zoals de polder of het deel van de boezem waar het water het model inkomt. De bronlabels vermelden vanuit welke bron het water komt. In dit onderzoek is onderscheid gemaakt in de volgende bronnen:

- Inlaatwater;
- Depositie;
- Glastuinbouw;
- Hemelwateruitlaat;
- Overstort gemengd;
- Drainage natuur;
- Drainage stad;
- Nalevering vanuit de waterbodem.

Het hydrologische model kan zodoende berekenen waar het water geografisch vandaan komt en vanuit welke bron. Hiermee kan met het model op elke willekeurige plaats van het hoofdwatersysteem de samenstelling van het water worden bepaald.

Om het effect van afkoppelen op de waterkwaliteit inzichtelijk te krijgen, is modelmatig alle verharding afgekoppeld. Hierdoor verandert de waterstroming: uit de hemelwateruitlaten komt veel meer water. Dit heeft vervolgens weer effect op de belasting en de processen in het oppervlaktewater.

### ***Modeleren waterkwaliteit***

Na de kalibratie van de waterkwantiteitsmodellering zijn gegevens voor stikstof en fosfor in het model ingevoerd. Op dezelfde manier als bij de waterkwantiteit, zijn ook deze stoffen gelabeld met een geografisch en een bronlabel. Hierdoor is net als de bij de herkomst van het water ook de herkomst van stikstof en fosfor met het model te volgen.

Om inzicht te krijgen in hoeverre stikstof en fosfor in de waterlichamen door transport (door de waterstroming) of door biologische en chemische waterkwaliteitsprocessen worden gestuurd, is het oppervlaktewatermodel zowel met en zonder deze processen doorgerekend.

Specifiek voor de vraag van het effect van afkoppelen van verhard oppervlak op de oppervlaktewaterkwaliteit zijn de kwaliteitsgegevens van de riooloverstorten en bergbezinkbassins in het model ingevoerd. Hiervoor zijn de meest recente emissiegegevens over riooloverstorten gebruikt [2].

Bij de Stowa-studie is gekeken naar de vuilvracht bij verschillende rioleringssystemen. De vracht aan stikstof en fosfor alleen zegt niet voldoende over het effect van de lozingen op de oppervlaktewaterkwaliteit. De waterkwaliteit voor stikstof en fosfor wordt, conform de Kaderrichtlijn Water (KRW) [8], getoetst op de zomerhalfjaargemiddelde concentratie. Daarom is bij deze studie voor de stoffen niet alleen de vracht berekend, maar ook de zomergemiddelde concentratie. De berekening is uitgevoerd voor de huidige situatie en in de hypothetische situatie waarbij 100% van het verharde oppervlak is afgekoppeld door rechtstreekse lozing op het oppervlaktewater.

Uit de Stowa-studie blijkt dat foutaansluitingen van grote invloed zijn op de emissies van de afgekoppelde systemen. Reeds bij een percentage foutaansluitingen van 2% is het aandeel huishoudelijk afvalwater in het geloosde hemelwatervolume een factor 20 keer zo groot als het aandeel huishoudelijk afvalwater in overgestort afvalwater uit gemengde systemen.

Voor deze studie is de gemeten waterkwaliteit van afgekoppelde systemen gebruikt. In de gehanteerde concentraties zit onder andere al een bijdrage van foutaansluitingen.

Voor de kalibratie van de waterkwaliteit zijn de modelresultaten op 119 locaties vergeleken met metingen. Hierbij is niet alleen een vergelijking gemaakt met de absolute concentraties, maar is ook naar de berekende dynamiek in de concentraties gekeken.

### **Resultaten in overzichtelijk dashboard**

Evenals voor de studie voor het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden [6], [7], heeft Arcadis een overzichtelijk dashboard ontwikkeld. Daarmee kunnen de berekende modelresultaten voor elke gewenste locatie van het hoofdwatersysteem worden weergegeven. Het dashboard is hiermee een handig beslissingsondersteunend instrument om maatregelen, zoals het afkoppelen van verhard oppervlak, af te wegen op doelmatigheid.

### **Resultaten**

Voor de huidige situatie berekent het model voor geheel Delfland een jaarlijks overstortvolume uit de gemengde riolering van circa 3 miljoen m<sup>3</sup> en uit de hemelwateruitlaten 31 miljoen m<sup>3</sup>. Als alle neerslag die nu via de gemengde riolering wordt afgevoerd via hemelwateruitlaten naar open water gaat, verschuift deze verhouding. Uit de gemengde riolering komt dan geen overstortwater en uit de hemelwateruitlaten zou dan 63 miljoen m<sup>3</sup> komen. Dat zou een toename van 12 procent van de afvoer via het oppervlaktewater zijn ten opzichte van de huidige situatie (gemiddeld in huidige situatie 240 miljoen m<sup>3</sup>, bij afkoppelen 270 miljoen m<sup>3</sup>). In tabel 1 zijn deze gegevens samengevat.

*Tabel 1. Inkomende waterstromen in het oppervlaktewatersysteem van Delfland in de huidige situatie en in een situatie waarbij 100% van het verhard oppervlak is afgekoppeld van de gemengde riolering*

Gemiddeld inkomend water Delfland (miljoen m <sup>3</sup> /jaar) voor periode 2010-2017		
	Huidige situatie	Afgekoppeld
Totaal	240	270
Waarvan:		
Uit gemengde riooloverstorten	3	0
Uit hemelwateruitlaat	31	63

Door de verandering van het volume uit de overstorten uit het gemengde stelsel, verandert ook de vracht van de stoffen naar het oppervlaktewatersysteem.

In tabel 2 zijn de resultaten samengevat.

Tabel 2. Inkomende vrachten voor stikstof en fosfor in het oppervlaktewatersysteem van Delfland in de huidige situatie en in een situatie waarbij 100% van het verhard oppervlak is afgekoppeld van de gemengde riolering

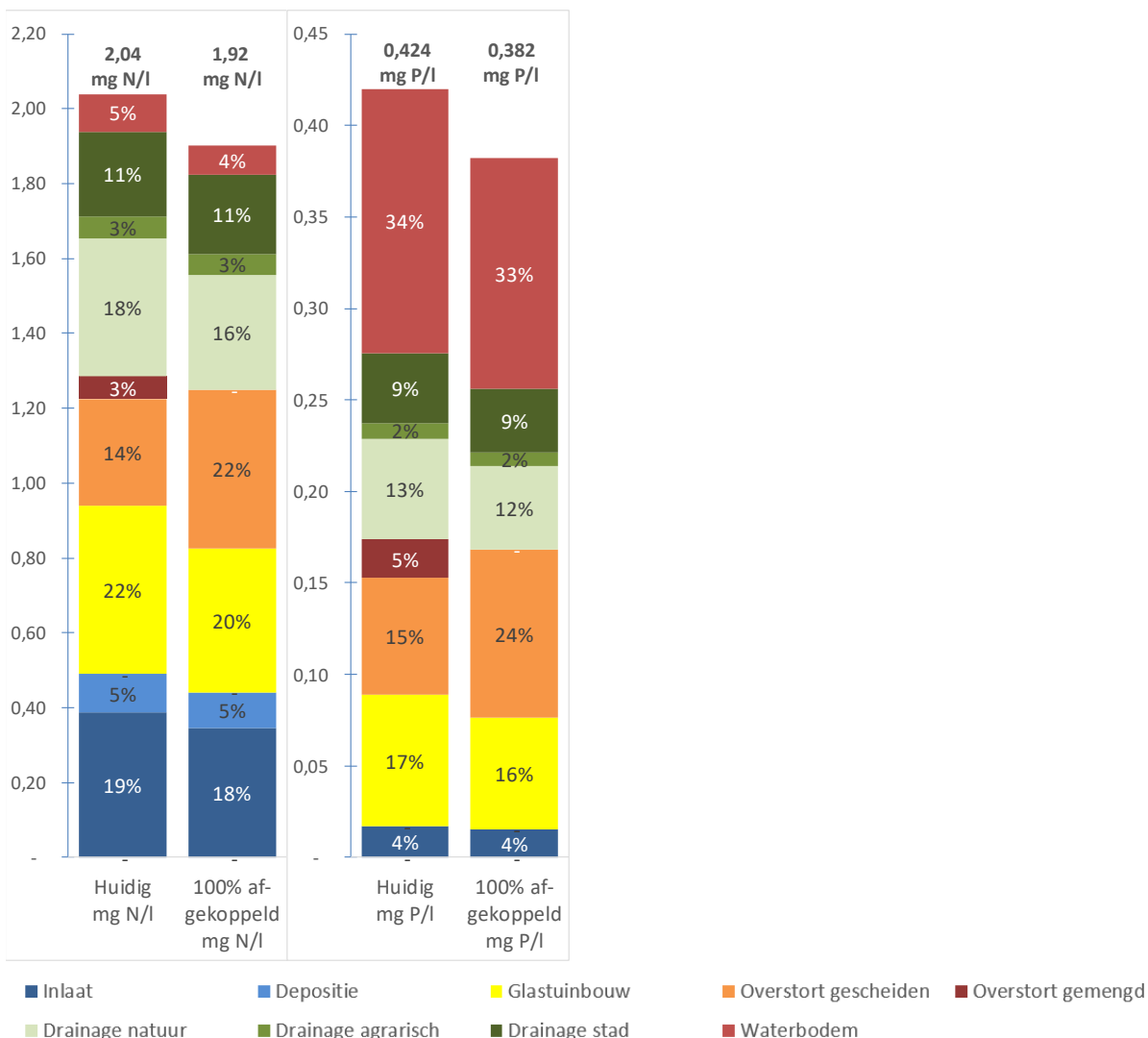
Gemiddeld inkomende vracht stikstof (N) en fosfor (P) in oppervlaktewater Delfland (ton/jaar) voor periode 2010-2017				
	N		P	
	Huidige situatie	Afgekoppeld	Huidige situatie	Afgekoppeld
Totaal	1100	1127	165	167
Waarvan:				
Uit gemengde riooloverstorten	28	0	7	0
Uit hemelwateruitlaat	52	107	8	16

Hieruit blijkt dat de totale vracht aan stikstof op het oppervlaktewatersysteem door afkoppelen met circa 2% stijgt en voor fosfor 1%.

Omdat de effecten van het afkoppelen van verhard oppervlak op de vracht geen inzicht geven in de verandering op de stikstof- en fosforconcentraties is voor vier regio's binnen de boezem van Delfland de verandering in de concentratie met het model berekend.

Door de hogere dichtheid aan gemengde riooloverstorten in de regio Oostboezem Haaglanden, wordt in deze regio het grootste effect van het afkoppelen van hemelwater van het gemengde riool verwacht op de oppervlaktewaterkwaliteit. In dit artikel worden daarom alleen de resultaten voor deze regio gepresenteerd (zie afbeelding 1).

### Concentratie



Afbeelding 1. Zomergemiddelde concentratie (in mg/l) in huidige en afgekoppelde situatie in de Oostboezem Haaglanden

Uit de studie komen de volgende resultaten:

- Uit een afgekoppeld stelsel komt circa tien keer zoveel water als uit een gemengd stelsel (van 3 miljoen m<sup>3</sup>/jaar uit overstorten vanuit de gemengde riolering naar 32 miljoen m<sup>3</sup>/jaar uit hemelwateruitlaten).
- Dit is wel afhankelijk van het seizoen: in het winterhalfjaar is het verschil aanzienlijk groter dan in het zomerhalfjaar 7 keer.
- De hoeveelheid hemelwater vanaf verharding in Delfland neemt hierdoor toe van 34 mln m<sup>3</sup>/j naar 63 mln m<sup>3</sup>/j.
- In het winterhalfjaar neemt hierdoor de belasting sterk toe (+60%N en +40% P). In het zomerhalfjaar blijft de belasting ongeveer gelijk (N: -1% tot + 4% en P: -1% tot 5,2%).
- In de boezem van Delfland zijn gemengde overstorten afhankelijk van de regio, verantwoordelijk voor 0% tot 6% van de nutriëntenvrucht op jaarbasis,
- Door af te koppelen komt er minder piekbelasting op het oppervlaktewater en wordt de belasting op het watersysteem veel constanter. De nutriënten worden hierdoor sneller het watersysteem uitgespoeld.

- Hierdoor kan de zomergemiddelde waterkwaliteit (mg/l) in de Oostboezem met ongeveer 5% verbeterd worden wanneer alle gerioleerde verharding wordt afgekoppeld. In de Westboezem is het effect beperkt.
- Voor de Delflandse situatie blijkt dat door het afkoppelen van verhard oppervlak, zowel de zomervrucht op de boezem als de zomerconcentratie in de boezem nagenoeg hetzelfde blijft.
- Door afkoppelen neemt de nutriëntenbijdrage van hemelwateruitlaten toe. Het wordt daardoor ook steeds belangrijker om aandacht te schenken aan 'schone' hemelwateruitlaten. Bijvoorbeeld door het opsporen van foutaansluitingen, het voorkomen van lozingen en het hergebruik van hemelwater.

## Conclusie

Met deze studie is inzicht verkregen in de verandering van de oppervlaktewaterkwaliteit op basis van de stikstof- en fosforconcentratie in de boezem van het Hoogheemraadschap van Delfland bij verdere afkoppeling van verhard oppervlak.

De berekeningen laten zien dat het gescheiden afvoeren van hemelwater de gemiddelde oppervlaktewaterkwaliteit in de boezem van Delfland op basis van de stikstof- en fosforconcentratie niet wezenlijk verslechtert (waarbij het effluent van de AWZI's op buitenwater terecht komt).

Daarnaast leidt het gescheiden en ongerioleerd afvoeren van hemelwater per definitie tot het verminderen van de piekbelasting (als gevolg van overstorten uit het gescheiden systeem). De conclusie is dus dat de oppervlaktewaterkwaliteit bij Delfland gebaat is bij het gescheiden of ongerioleerd afvoeren van hemelwater.

Deze uitkomsten bieden voor de Hemelwateraanpak van Delfland meer handelingsmogelijkheden om in de toekomst anders met hemelwater om te gaan.

Of afkoppelen bij andere waterschappen tot dezelfde effecten leidt, hangt af van de stelseigenschappen, het oppervlaktewatersysteem en of de lozingen van de AWZI's op het eigen of het buitenwater plaatsvinden. Voor de systeemkeuze is een locatiespecifieke benadering nodig waarbij voor de systeemkeuze niet alleen van de emissies van belang zijn, maar ook de effecten op de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater.

## Referenties

1. Hoogheemraadschap van Delfland, (2018). *Strategie Delfland Circulair, Ontwerp voor besluitvorming*.
2. Langeveld, J. (2018). *Nieuwe emissiegetallen riooloverstorten*. <https://www.riool.net/nieuwe-emissiegetallen-riooloverstorten> , geraadpleegd juni 2019.
3. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (2009). *Invloed van systeemkeuze op de emissies van het afvalwatersysteem*. STOWA-rapport 31 (2009).
4. Palsma, B., Glasbergen, M. en Zuidervliet, J. (2009). 'EMOS: emissiemodel voor keuze rioolsysteem'. *H2O 2* (2009), 38-41
5. Zuidervliet, J., Jong, J. de en Palsma, B. (2009). 'Resultaten onderzoek naar invloed keuze rioolstelsel op emissies'. *H2O 4* (2009), 25-27
6. Koomen, A. (2014). *Afstemmen effluenteisen RWZI met KRW-doelen ontvangend oppervlaktewater, Fase 1 modelmatige aanpak*. Arcadis 078155777:A

7. Spanjers, B. Jong, H. de Werf, E. van de, Koomen, A. en Buijert, A. (2015). 'Beslissingsondersteunend Model voor nutriëntenmaatregelen in De Stichtse Rijnlanden'. *H2O-Online*, 10 juni 2015
8. EU (2000). *Kaderrichtlijn Water*; Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad. 23 oktober 2000.