



Wouter van Riel, Waterschap Brabantse Delta, thans student Wageningen Universiteit
 Jack Jonk, Waterschap Brabantse Delta
 Etteke Wypkema, Waterschap Brabantse Delta

Relatie tussen neerslag en afvalwaterdebiet

De afgelopen jaren besteedde Waterschap Brabantse Delta veel aandacht aan de relatie tussen regenval en de aanvoer op de rwzi. Deze gegevens zijn routinematig voorhanden. Door een specifieke bewerking van het cijfermateriaal zijn conclusies te trekken over de hoeveelheid rioolvreemd water én de omvang van het op de riolering aangesloten verharde oppervlak. Deze cijfers geven inzicht in twee belangrijke kostenveroorzakende factoren bij de zuiveringstaak. Het waterschap heeft besloten de gegevens in te brengen in huidige en toekomstige studies om na te gaan of optimalisatie mogelijk is. Het geïnventariseerde verharde oppervlak blijft wel als uitgangspunt dienen: de ontwikkelde methode ter bepaling van het verhard oppervlak dient als aanvulling. In dit artikel presenteren we de methode en enkele resultaten van de bepaling van rioolvreemd water en het aangesloten verharde oppervlak.

Rioolvreemd water en het aangesloten verharde oppervlak lijken twee onderwerpen die totaal los van elkaar staan. Het verkrijgen van inzicht in beide onderwerpen begint echter bij dezelfde basis: de analyse van de regenval in relatie tot het afvalwaterdebiet. Daarbij vormen zowel rioolvreemd water als het verharde oppervlak twee belangrijke kostenveroorzakende elementen voor een afvalwaterzuiveringsinrichting (zie afbeelding 1).

Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van dagsommen neerslag die zijn verkregen via radarneerslag (24 uur). Neerslagcijfers zijn onder andere beschikbaar via metingen van de KNMI-neerslagstations. Recentelijk

is ook radarneerslag geïntroduceerd als betrouwbare bron van neerslaggegevens (zie H₂O nr. 6, 2008). Voor dit onderzoek is dan ook gebruik gemaakt van radarneerslag als basis voor regencijfers (dagsommen van 8.00 tot 8.00 uur). In enkele gevallen is gecorrigeerd met gegevens van KNMI-neerslagstations, vanwege foutieve gegevens van de radarneerslag. Het debiet op droge dagen geeft inzicht in de aanwezigheid van rioolvreemd water. Een droge dag is gedefinieerd als een dag waarop gisteren en vandaag 0,5 mm of minder neerslag gevallen is. Rioolvreemd water is het verschil tussen de gemeten droogweerafvoer en de verwachte afvalwaterhoeveelheid (theoretisch waterverbruik). De hoeveelheid

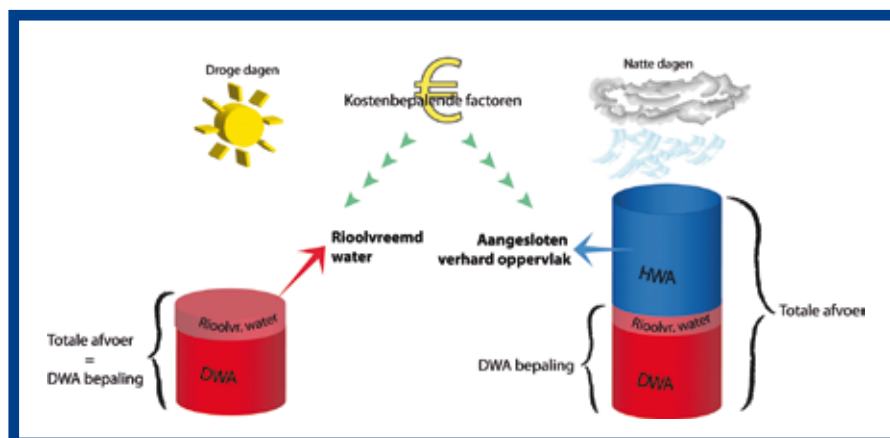
rioolvreemd water wordt vervolgens uitgedrukt als percentage van het theoretische waterverbruik. Waterschap Brabantse Delta registreert zowel het afvalwaterdebiet als de neerslag op exact hetzelfde tijdstip (8.00 uur). Door STOWA¹⁾ is voorgesteld ook 'morgen droog' mee te nemen als criterium in de 'droge-dag-definitie'. Dit vanwege eventuele verschillen in registratie van neerslag en debiet. Bij dit onderzoek is dat niet van toepassing geweest.

Het debiet op de overige (natte) dagen geeft inzicht in de omvang van het aangesloten verharde oppervlak. Hiervoor dient de hemelwaterafvoer (hwa) te worden bepaald. Dit is gedaan door op elke natte dag de jaargemiddelde dwa af te trekken van het gemeten afvalwaterdebiet op die dag. De grootte van de hwa wordt bepaald door het inloopverlies, de neerslag en het aangesloten verharde oppervlak (alleen voor gemengde stelsels):

$$hwa = f_i \cdot A \cdot r$$
 waarin hwa de hemelwaterafvoer in kubieke meter is, f_i de factor voor inloopverlies, A de oppervlakte in m² en r de neerslagdiepte in meters.

De meetgegevens (hwa en neerslag) zijn geclusterd in regenperiodes. Een regenperiode is gedefinieerd als een aaneengesloten periode van één of meer natte dagen. Met andere woorden, een periode tussen droge dagen in. Per regenperiode zijn neerslag en hwa gesommeerd. Uit de richtingscoëfficiënt van het lineaire verband

Afb. 1: Onderscheid in droge en natte dagen als basis voor de bepaling van twee kostenbepalende factoren voor een rwzi: rioolvreemd water en het aangesloten verharde oppervlak.



is het oppervlak te bepalen. Dit is benoemd als 'het schijnbaar verharde oppervlak (SVO)' (zie afbeelding 2). Hierbij geldt: schijnbaar verhard oppervlak = $f_v \cdot A$.

Wat willen we uiteindelijk bereiken met schijnbaar verhard oppervlak? Dit afgeleide oppervlak is (per rwzi of rioolgemaal) te vergelijken met het geïnventariseerde verhard oppervlak. Het is hierbij nodig een correctie uit te voeren op het geïnventariseerde, verharde oppervlak.

Relatie schijnbaar en geïnventariseerd verhard oppervlak

Het geïnventariseerde oppervlak dient gecorrigeerd te worden voor verliezen (overstort en inloopverlies) bij verschillende stelseltypen. Bij de bepaling van het schijnbaar verharde oppervlak is uitgegaan van een volledig gemengd stelsel zonder overstort. Om het geïnventariseerde, verharde oppervlak hiermee te vergelijken is het nodig dat te vertalen naar een volledig gemengd stelsel zonder optredend verlies.

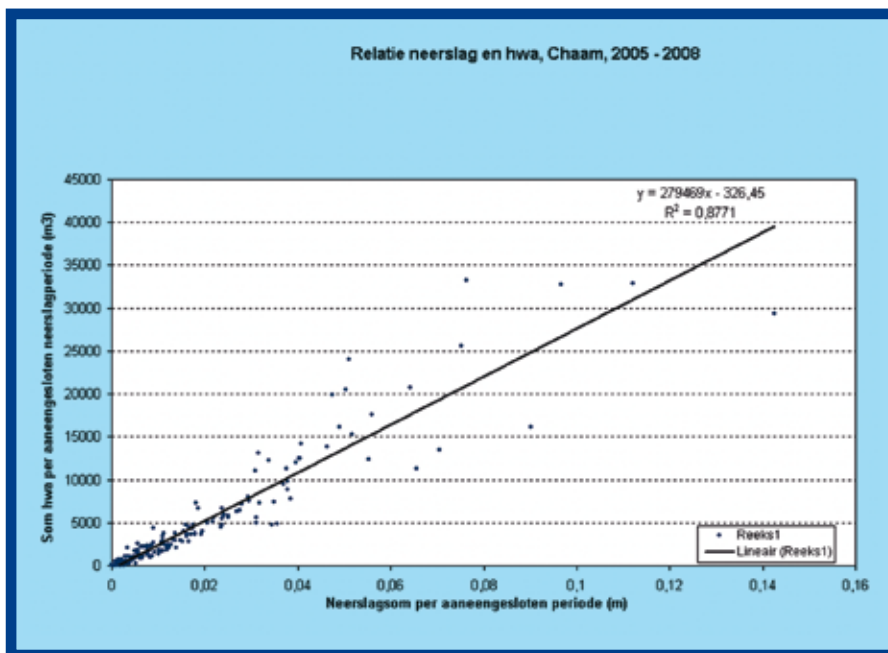
De volgende stappen zijn gevolgd: een vertaling van het verbeterd gescheiden stelsel naar een gemengd stelsel (via correctiefactor), bepaling van inloopverlies f_v , controle van correctiefactoren voor geïnventariseerd verhard oppervlak en het vergelijken van het gecorrigeerd verhard oppervlak met het schijnbaar verhard oppervlak.

Vertaling naar gemengd stelsel

De oppervlaktes aan gescheiden, gemengd en verbeterd gescheiden stelsel (VGS) dienen te worden bewerkt en kunnen vervolgens bij elkaar worden opgeteld. Gemengde stelsels worden uiteraard meegenomen in de bepaling van het schijnbaar verharde oppervlak. Overstort vanuit gemengde stelsels wordt verwaarloosd en buiten beschouwing gelaten. De uitdaging ligt bij het VGS. Kleine buien worden in hun geheel afgevoerd. Naarmate de neerslagintensiteit groter wordt, vindt meer overstort plaats aan oppervlaktewater en wordt relatief minder water afgevoerd naar een rwzi. Bij overstort neemt het verlies toe; daarmee wordt het oppervlak dat tot volledige afstroming komt kleiner (zie afbeelding 3). Gescheiden stelsels worden niet meegenomen, omdat deze in principe geen invloed hebben op de hwa. Gescheiden stelsels zijn daarom niet relevant voor de berekening van het schijnbaar verhard oppervlak.

Hoe is de correctiefactor f_v te bepalen? Dat kan door een verdeling te maken van neerslag over tijd in combinatie met de pompovercapaciteit (poc). Dit geeft inzicht in welk gedeelte van de neerslag overstort en welk deel afgevoerd wordt. In afbeelding 4 is voor rwzi Chaam deze verdeling weergegeven.

Het af te voeren gedeelte is afhankelijk van de capaciteit van het gemaal (ontwerpgrondslag: poc = 0,3 mm/h, berging = 3 mm). Per bui wordt dus een fractie berekend van de afgevoerde neerslag. Deze fractie geeft daarmee ook aan welk gedeelte van het verharde oppervlak tot volledige afstroming

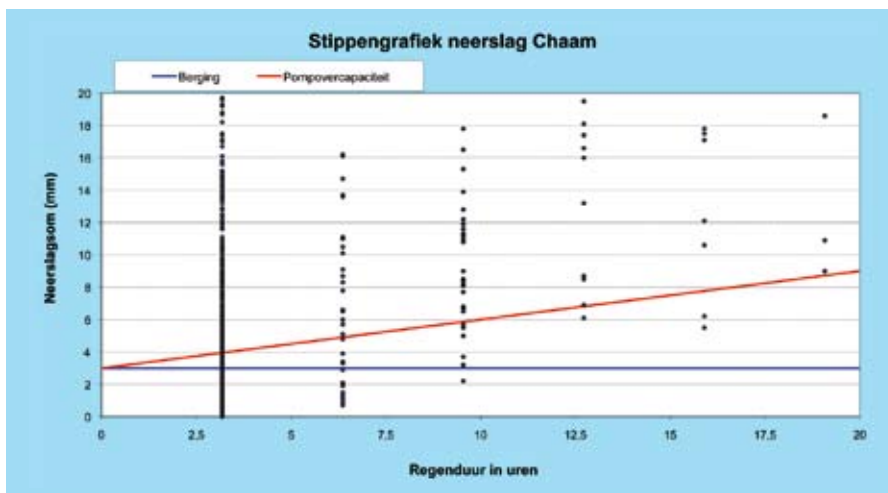


Afb. 2: Relatie neerslag en hwa voor rwzi Chaam voor de bepaling van het schijnbaar verharde oppervlak.



Afb. 3: Optelling van geïnventariseerd verhard oppervlak van drie stelseltypen is enkel mogelijk wanneer deze vertaald worden naar een gemengd stelsel.

Afb. 4: Relatie regenduur in uren en neerslagsom, in combinatie met poc en berging VGS, als basis voor de bepaling van de afgevoerde fractie neerslag.



is gekomen. Een bui is gedefinieerd als een regenperiode (aaneengesloten periode van natte dagen).

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van dagelijkse neerslagsommen. Het is echter onrealistisch de gevallen neerslag homogeen te verdelen over 24 uur per dag. In plaats daarvan is gekozen voor een gemiddelde spreiding van het aantal neerslagen per natte dag. In Nederland regent het ongeveer 700 uren per jaar, verdeeld over 220 dagen (bron: KNMI). Dit resulteert in 3,18 uren neerslag per natte dag. De gemiddelde afgevoerde fractie over de jaren 2005 - 2008 is op deze wijze berekend op 0,51. Dit houdt in dat gemiddeld circa de helft van het aangesloten verharde oppervlak aan VGS zich manifesteert als een gemengd stelsel.

Bepaling van inloopverlies

Uit literatuur²⁾ is bekend dat 50 tot 60 procent van de jaarlijks gevallen neerslag tot rioolloop leidt. Dit resulteert in een inloopverlies van 40 tot 50 procent. Het geïnventariseerde, verharde oppervlak moet worden gecorrigeerd voor dit inloopverlies. Dit geldt uiteraard zowel voor het gemengde stelsel als voor het VGS.

Het inloopverlies is bepaald door een theoretische hwa te bepalen wanneer het inloopverlies 0 procent zou zijn. Hierbij geldt: $hwa (m^3) = 10 \times oppervlak (ha.) \times neerslag (mm)$.

Het verschil tussen deze theoretische hwa en de werkelijke hwa bepaalt het werkelijke inloopverlies. Het gemiddelde inloopverlies (berekend over rwzi Halsteren en Lage

Zwaluwe, periode 2005-2008) is circa 40 procent. Dit komt overeen met de waarden die Van de Ven²⁾ ook rapporteerde.

Controle correctiefactoren

Om de gekozen correctiefactoren te controleren wordt het geïnventariseerde, verharde oppervlak gecorrigeerd voor inloopverliezen en bijdrage van het VGS. Hiermee wordt het 'theoretisch schijnbaar verharde oppervlak' bepaald. Via deze weg wordt bepaald wat het schijnbaar verharde oppervlak zou moeten zijn, door het toepassen van de correcties voor de invloed van het VGS en het inloopverlies. Deze vergelijking kan als volgt worden weergegeven:
 $SVO_g = f_i (VO + f_{vgs} \cdot VO_{vgs})$
 $SVO_g = 0,6 (VO_g + 0,5 \cdot VO_{vgs})$

waarin SVO_g het schijnbaar verhard oppervlak van het gemengd stelsel is, f_i de correctiefactor van het inloopverlies, VO_g het verhard oppervlak gemengd stelsel, f_{vgs} de correctiefactor van het aandeel verbeterd gescheiden stelsel en VO_{vgs} het verhard oppervlak verbeterd gescheiden stelsel

Deze controleslag is uitgevoerd op de zuiveringen Rijen en Waspik (zie tabel). De verhouding tussen schijnbaar verhard oppervlak en het gecorrigeerde, geïnventariseerde oppervlak is bijna 1. De correctiefactoren zijn daarmee goed bepaald.

Vergelijken van oppervlakken

Middels de vergelijking $(SVO_g = f_i (VO_g + f_{vgs} \cdot VO_{vgs}))$ kan per rwzi het aangesloten

oppervlak vergeleken worden. In totaal is bij 8 van de 16 onderzochte zuiveringen het verschil kleiner dan 20 procent. Dit waren verharde oppervlakken die de afgelopen jaren zijn geheinventariseerd. Er is geen directe aanleiding hiernaar nader onderzoek te doen. Voor de acht overige rwzi's, waarvan het verschil groter dan 20 procent is, wordt dit samen met de gemeenten in OAS-verband verder opgepakt. Daarnaast wil het waterschap deze getallen jaarlijks gaan bepalen om na te gaan wat het effect van afkoppelen is op de aanvoer naar de rwzi.

Aanwezigheid rioolvreemd water

De hoeveelheid rioolvreemd water is voor alle 17 zuiveringen binnen het beheergebied bepaald. Het gemiddelde aandeel rioolvreemd water voor de 17 zuiveringen, over de periode 2005 - 2008, ligt op 51 procent. Dit betekent dat ongeveer 150 procent van de theoretische hoeveelheid afvalwater op de zuiveringen aankomt. De eenvoudige bepaling geeft snel aan waar nader onderzoek gewenst is naar rioolvreemd water. Voor een aantal gebieden binnen het waterschap is dit ook gebeurd en konden duidelijke relaties worden gelegd met hoge oppervlaktewaterstand (waarschijnlijk negatieve overstort) en hoge grondwaterstand en zettingsgevoelige bodem (oorzaak waarschijnlijk instromend grondwater). Onderzoek door STOWA³⁾ heeft aangetoond dat hogere percentages rioolvreemd water voorkomen bij zandiger bodemsoorten. In dit onderzoek is echter aangetoond dat in het beheergebied van Waterschap Brabantse Delta in kleigebied hogere percentages rioolvreemd water voorkomen. De lagere permeabiliteit van klei heeft daarmee een zeer klein effect op het optreden van rioolvreemd water. Middels de gebruikte methodiek om het aandeel rioolvreemd water in te schatten kan alleen een nettoresultaat verkregen worden. Wegzijing van rioolwater en instroming van rioolvreemd water zijn daarmee niet van elkaar te onderscheiden.

Afweging maatregelen tegen rioolvreemd water

Vaak wordt weinig aandacht besteed aan het optreden van rioolvreemd water, omdat het voorkomen ervan erg duur is. Om te kunnen bepalen of maatregelen tegen rioolvreemd water noodzakelijk zijn, dient antwoord te worden gevonden op de volgende vragen:

- Om hoeveel rioolvreemd water gaat het?
- Wat kost het om dit in een bepaalde mate te reduceren of het te accepteren en op te nemen in de dwa?
- Welke milieuwinst is hiermee te behalen?

Met de beschreven methode is de eerste vraag eenvoudig te beantwoorden.

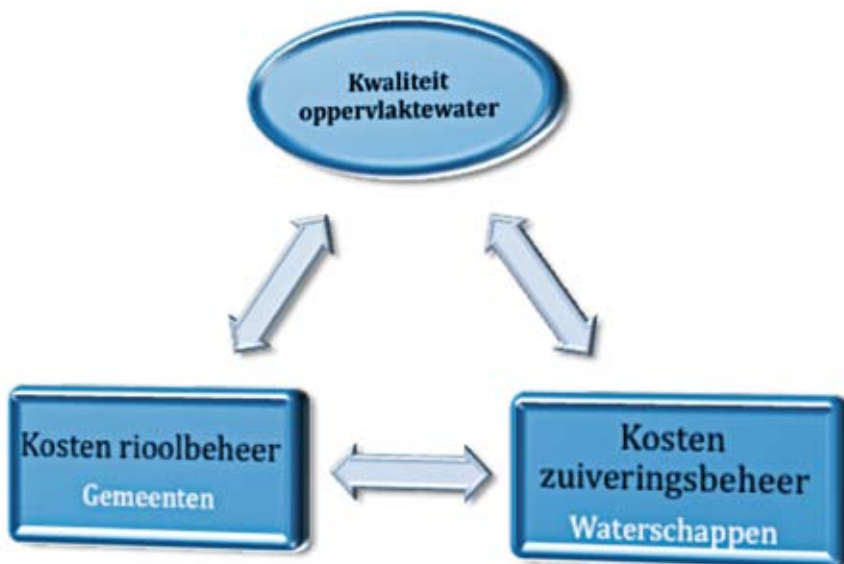
Bij de afwegingen van te nemen maatregelen tegen rioolvreemd water staat voorop dat de samenwerking tussen gemeenten en waterschappen essentieel is. Er dient een balans te worden gevonden in een spanningsdriehoek tussen oppervlaktewaterkwaliteit, zuiveringskosten en kosten voor rioolbeheer (zie afbeelding 5). Voor een effectief maatregelenpakket zijn nauwe samenwerking en kennisoverdracht van de afvalwaterketen noodzakelijk.

Toetsing bijdrage VGS en inloopverlies zuiveringen Rijen en Waspik.

rwzi	geïnventariseerde oppervlakte (ha.)		totale oppervlakte (ha.)*	correctie voor inloop (ha.)	schijnbaar oppervlak (ha.)	verhouding
	gemengd	VGS				
Rijen	331	209,6	435,8	261,5	262,3	1,00
Waspik	40	24,8	52,4	31,4	32,6	0,96

* Het totaal aan oppervlak is de som van gemengd + 0,5•VGS.

Afb. 5: Balans tussen kwaliteit oppervlaktewater en kosten voor rioolbeheer en zuiveringsbeheer als basis voor optimalisering afvalwaterketen.



Conclusies en aanbevelingen

Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat de combinatie van hoge grondwaterstand en kleigrond resulteert in een hoog aandeel rioolvreemd water. Voor de reductie van rioolvreemd water dienen de kosten goed afgewogen te worden tegen de milieuwinst. Aanbevolen wordt de werkelijke effecten van rioolvreemd water te onderzoeken. De ontwikkelde methode om het verharde oppervlak te bepalen is inzetbaar als aanvulling op inventarisaties van het verharde oppervlak. Het verharde oppervlak is hiermee in de tijd te volgen. Zo is de noodzaak tot het nemen van maatregelen te bepalen. Met de opgedane kennis uit dit onderzoek dienen vervolgotrajecten bij gemeenten te worden uitgezet.

Discussie

Het gebruik van radarneerslag kan een aanzienlijke meerwaarde geven voor waterbeheerders (zie H₂O nr. 6, 2008). De waterbeheerder beschikt met radarneerslag over een dicht netwerk van neerslagmetingen. Uit dit onderzoek bleek echter dat radarneerslag niet altijd een meerwaarde biedt, wat wordt

veroorzaakt door foutieve neerslaghoeveelheden. De meerwaarde van radarneerslag is afhankelijk van het doel van de cijfers. In dit onderzoek is neerslag op dagniveau geanalyseerd. In sommige gevallen was correctie via KNMI-neerslagstations noodzakelijk. Over het algemeen kan gesteld worden dat radarneerslag inderdaad een goede bron vormt van neerslagcijfers. Afhankelijk van het doel van de cijfers kan een kritische houding gewenst zijn.

De toegepaste methodiek is bedoeld om een redelijk schatting te geven van de hoeveelheid rioolvreemd water en de omvang van het aangesloten verharde oppervlak. Voor beide methodes is gebruik gemaakt van middelingen van waterhoeveelheden en aannames. Hiermee kan geen volledig representatieve waarde worden verkregen van de werkelijk optredende hoeveelheden rioolvreemd water of grootte van het verharde oppervlak. Desondanks geven de resultaten een beeld waarmee uitspraken gedaan kunnen worden over het functioneren van de betreffende afvalwaterketen.

NOTEN

- 1) STOWA (2003). Rioolvreemd water: onderzoek naar hoeveelheden en oorsprong afvalwater. Rapport 2003-08.
- 2) Van de Ven F. (1990). Van neerslag tot rioolinloop in vlak gebied.
- 3) STOWA (2005). DWAAS: vervolgonderzoek rioolvreemd water. Rapport 2005-20.