



Peter Vermij, Rijkswaterstaat Waterdienst

Richard van Hoorn, Rijkswaterstaat Waterdienst

Henk de Heer, Rijkswaterstaat Waterdienst

Verspreiding van metalen uit afvalwater

Rijkswaterstaat heeft een model ontwikkeld om voor heel Nederland de totaalvrucht aan zware metalen die huishoudens op oppervlaktewater lozen beter te kunnen benaderen. In de bestaande modellen werd namelijk onvoldoende rekening gehouden met wijzigingen in rioolstelsels, zoals de realisatie van bergingsvoorzieningen en het afkoppelen van de regenwaterafvoer van de riolering. Het model is toepasbaar voor zowel hemelwatergerelateerde (hwa) als niet-hemelwatergerelateerde (dwa) processen. Met het model kan een benadering worden gemaakt van de effecten van systeemwijzigingen, zoals afkoppelen of de ombouw van gemengde of gescheiden stelsels naar verbeterd gescheiden (VGS) stelsels op de verdeling van de zware metalen over de verschillende afvoerroutes. Emissieregistratie gebruikt het model om een inschatting te maken van alle rioolgerelateerde emissies. Dit artikel beschrijft de werking van het model. Het wordt toegelicht aan de hand van de riolerings-situatie in 2004 voor het metaal zink.

Het model is gebaseerd op het aantal inwoners dat loost via verschillende afvoerroutes. Op basis van de volumeverdeling over die routes wordt de procentuele verdeling van de vruchten aan zware metalen over de verschillende bestemmingen benaderd. De percentages bij gemengde stelsels zijn bepaald op grond van het aantal uren overstort per jaar bij een stelsel dat voldoet aan de basisinspanning; de percentages bij gescheiden stelsels zijn mede gebaseerd op een schatting van het landelijke percentage verkeerde aansluitingen op het riool van twee procent. Bij de benadering van de vuilvruchtverdeling is ook rekening gehouden met slib dat bij reiniging, calamiteiten en uit straatkolken als zodanig uit de riolen wordt verwijderd. Ook houdt men rekening met de vuilvrucht uit het verdampte water (deze vrucht is verdeeld over lozing via riolen, rechtstreekse lozing op oppervlaktewater en infiltratie in de bodem). Verder zijn theoretische effecten van voorzieningen als bergbezinkbassins - waardoor een gedeelte van de vuilvrucht wordt teruggehouden - in de benaderingen verwerkt.

In rioolwaterzuiveringen bindt een deel van de zware metalen zich aan het slib en wordt dus niet geloosd. Voor de verschillende zware metalen blijkt dat het zuiveringsrendement van een rwzi varieert. Het rendement is ook afhankelijk van de

De Wet op de gemeentelijke watertaken biedt de gemeenten een kader om per soort water (afval-, hemel- en grondwater) hun riolerings- of stedelijk waterbeleid vorm te geven. De waterschappen volgen deze ontwikkeling op de voet, waarbij zij nog aanvullend onderscheid maken in 'dun' water en 'vreemd' water. Zowel gemeenten als waterschappen zijn hierbij op zoek naar een goede invulling van de zo gewenste doelmatigheid in de afvalwaterketen.

Het denken in termen van onderscheiden waterstromen heeft er voor gezorgd dat een sterke behoefte bestaat in inzicht in de consequenties van een keuze voor de omgang met een bepaalde waterstroom voor het functioneren van de afvalwaterketen als geheel. Deze behoefte bestaat zowel op landelijk niveau (leidt afkoppelen tot een lagere emissie aan zware metalen?) als op het niveau van een individuele rwzi (leidt de verwerking van dun water tot een verstoring van de doelmatige werking van de rwzi?).

In het afgelopen jaar is een aantal initiatieven ontplooid om grip te krijgen op de effecten van een bepaalde wijze van omgaan met de onderscheiden waterstromen op de totale emissie vanuit de afvalwaterketen. Het is hierbij opvallend dat niet alleen meer is gekeken naar traditionele parameters als CZV en nutriënten, maar dat ook zware metalen in de beschouwing worden meegenomen. Twee onderzoeken zijn in opdracht van de Waterdienst uitgevoerd: het ontwikkelen van een model voor rioolgerelateerde emissies en de implementatie van een dun watertool. De andere twee zijn in opdracht van STOWA uitgevoerd: de modelstudie EMOS en een studie naar het effect van afkoppelen op de rwzi.

De implementatie van de dun watertool, zoals deze door Tauw, Rijkswaterstaat Waterdienst en een drietal waterschappen is opgepakt, past in het kader van de wens om gezamenlijk tot een zo optimale milieukwaliteit te komen en tegelijk tot een bescherming van zuiveringstechnische werken tegen de laagst maatschappelijke kosten. Het instrument is speciaal ontwikkeld voor het maken van een afweging voor de omgang met dun water en biedt hiermee een minder breed kader dan de overige drie projecten. De onderliggende modellering en aannames hebben daarentegen zeer veel raakvlakken met de studie 'Afkoppelen van hemelwater en vreemd water'.

Lees verder op de volgende pagina

regenval in een bepaald jaar. In een relatief droog jaar zijn door een lagere uitspoeling de rendementen gemiddeld hoger dan in een relatief nat jaar. Uit CBS-gegevens van de totaal op rwzi's aangevoerde influentvrachten aan zware metalen en de totale met effluent afgevoerde vrachten in 2004 zijn de gemiddelde zuiveringsrendementen voor Nederland van rwzi's voor metalen afgeleid.

Benadering volumeverdeling

Voor de dwa en de hwa is in beeld gebracht langs welke routes de stromen worden afgevoerd. Uit gegevens van Stichting RIONED uit 2004 is de verdeling over de verschillende afvoerroutes afgeleid. Vervolgens zijn op basis hiervan én de module C2200 van de Leidraad Riolering volumes per afvoerroute berekend.

Droogweerafvoer

Met uitzondering van lozingen vanuit woningen die niet op het riool zijn aangesloten (ongezuiverde lozingen en lozingen via IBA's), wordt het volledige dwa-volume via rioolstelsels geloosd. Een klein deel hiervan komt rechtstreeks in oppervlaktewater terecht en de rest loost via een rioolwaterzuiveringsinstallatie (zie afbeelding 1 voor een schematische weergave). In tabel 1 is de volumeverdeling van de dwa over de verschillende afvoerroutes weergegeven.

Hemelwaterafvoer

Ook voor de hemelwaterafvoer zijn de verschillende afvoerroutes schematisch in beeld gebracht en is de volumeverdeling over de verschillende afvoerroutes berekend. Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde jaarlijkse neerslaghoeveelheid van 800 millimeter. Alle afgeleide percentages zijn aan deze jaarlijkse neerslaghoeveelheid gerelateerd (zie

Vervolg van vorige pagina

Het model voor rioolgerelateerde emissies van Rijkswaterstaat biedt de mogelijkheid om de gevolgen van een andere manier van omgaan met hemelwater en afvalwater op de totale emissie vanuit de afvalwaterketen in beeld te brengen. Het model beschouwt de afvoerroutes voor hemelwater en afvalwater, waarbij de landelijk gemiddelde situatie het vertrekpunt is. Het resultaat van het model is een procentuele verdeling van de emissie van een zwaar metaal over de verschillende soorten lozingspunten. De onderliggende berekening is volledig statisch: bij een verbeterd gescheiden stelsel wordt op jaarbasis x% rechtstreeks geloosd en gaat 100- x% naar de zuivering, waar het wordt behandeld met een vast rendement. Met dit model kan inzichtelijk worden gemaakt welke effecten tien of 20 procent afkoppelen heeft op de totale emissie vanuit de afvalwaterketen.

Het door ARCADIS in opdracht van STOWA ontwikkelde EMOS-model is evenals het hiervoor geschetste model van Rijkswaterstaat Waterdienst gebaseerd op het bijhouden van de afvoerroutes van water door de afvalwaterketen. EMOS beschouwt echter meer waterstromen en gaat uit van een bakmodelbenadering om de verdeling van de volumestromen te berekenen. Per lozingspunt kan vervolgens op basis van kentallen uit de literatuur een rekenconcentratie worden toegekend aan het via uitlaten of overstorten geloosde water. Voor de rwzi kan gekozen worden voor een benadering met vaste effluentconcentraties of een vast rekenrendement, zoals in het model van Rijkswaterstaat. EMOS is hiermee een model waarmee ook op het niveau van een individuele zuiveringskring de emissies in beeld kunnen worden gebracht.

In het door Grontmij en Royal Haskoning uitgevoerde project 'Effect van afkoppelen en vreemd water op de rwzi' is onderzocht in hoeverre de variaties in het afvalwateraanbod door bijvoorbeeld afkoppelen of het reduceren van vreemd water doorwerken op het functioneren van de rwzi. Het functioneren van de rwzi is hierbij gesimuleerd met SIMBA, dat hierbij is uitgebreid voor de berekening van de emissie van zware metalen. Eén van de belangrijke conclusies is dat de in het model van Rijkswaterstaat en het model EMOS gehanteerde aanpak, waarbij gerekend is met vaste rendementen op de rwzi, een goede benadering is voor dergelijke emissieanalyses.

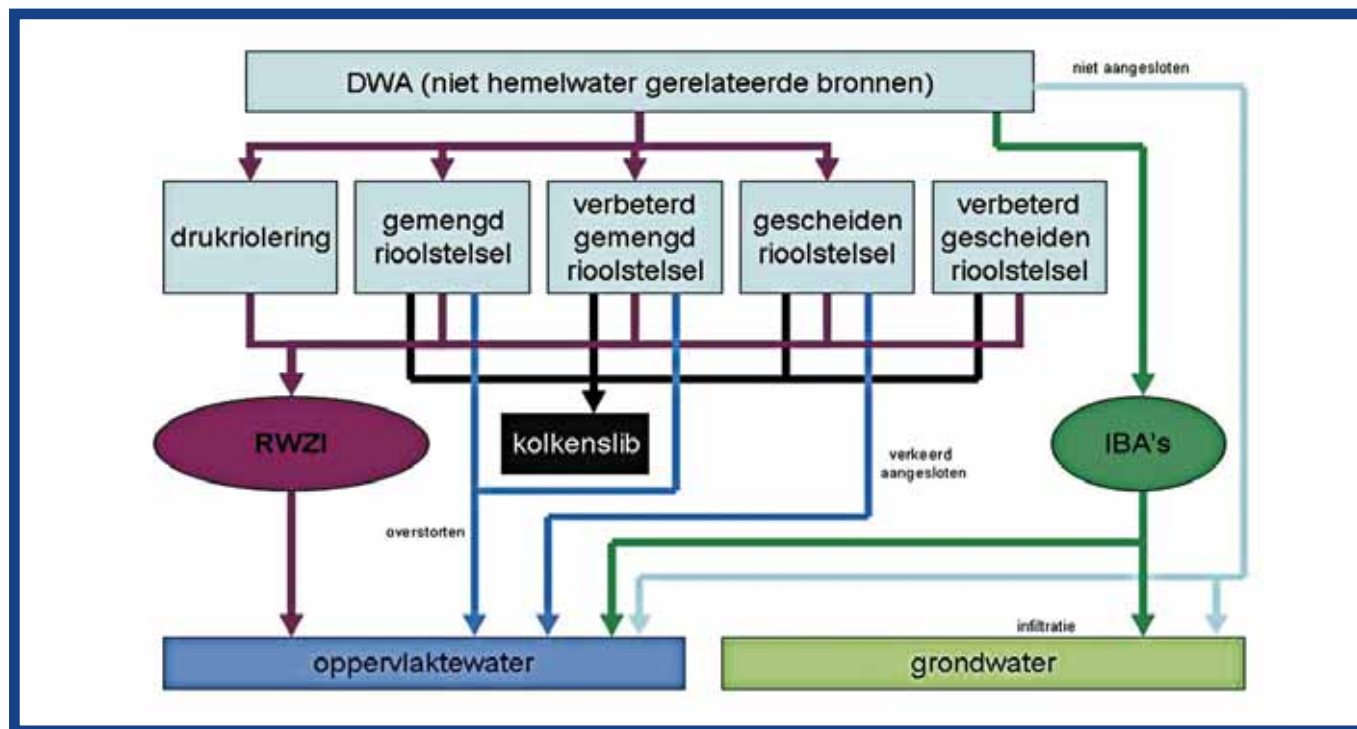
In dit en de drie hiernavolgende artikelen zijn de geschetste initiatieven overzichtelijk samengevat om in één keer een overzicht te bieden van de ontwikkelingen op het vlak van modellering van emissies vanuit de afvalwaterketen. Deze artikelen bieden gemeenten en waterschappen wellicht nieuwe inzichten en inspiratie die zij kunnen inzetten bij het maken van keuzes bij de invulling van de omgang met de verschillende waterstromen binnen de afvalwaterketen.

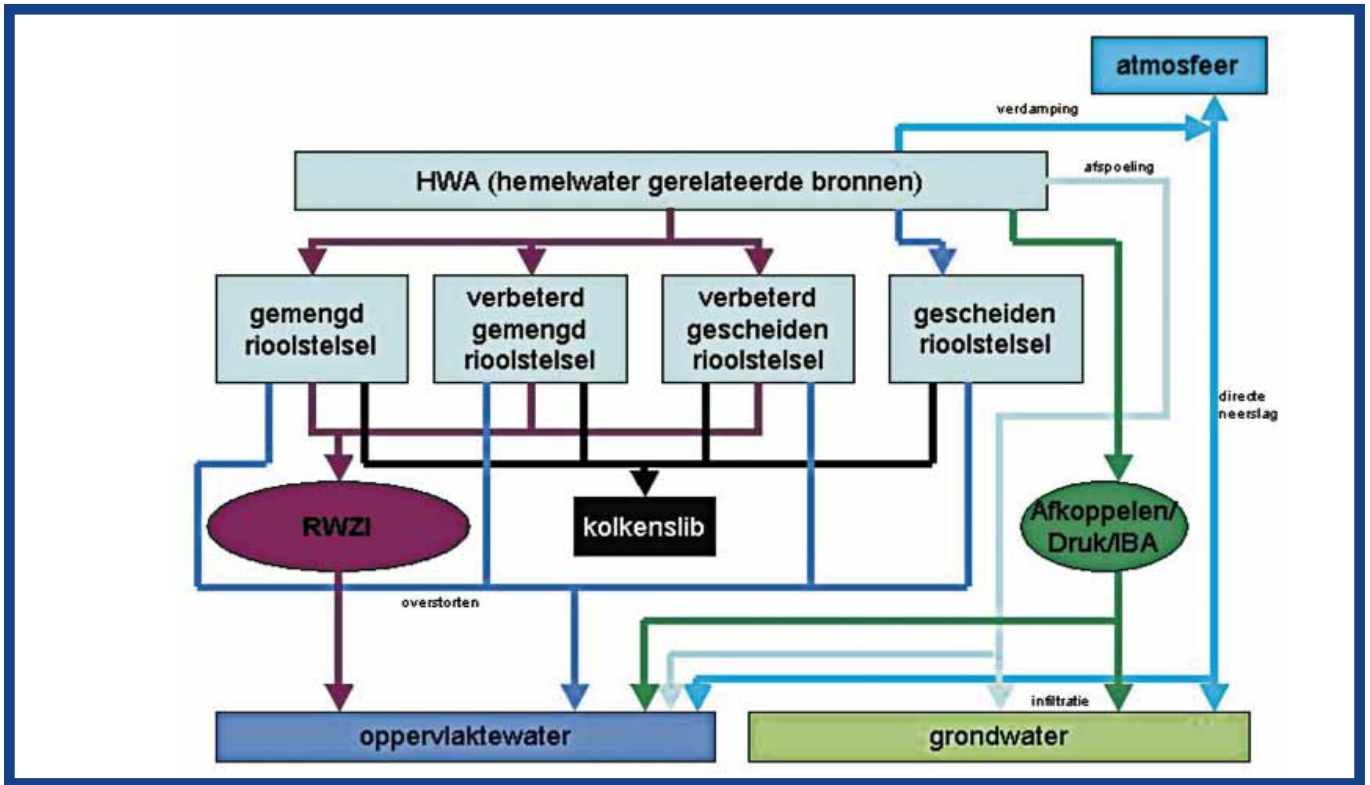
afbeelding 2 voor een schematische weergave van de verschillende hwa-afvoerroutes). De benaderingen leiden tot de verdeling van het hwa-volume over de afvoerroutes zoals weergegeven in tabel 2.

Effecten op uitkomsten emissieregistratie

Vòòr 2005 werden in de landelijke emissieregistratie vrachten berekend voor 30 stoffen. Nu zijn dat er maar liefst 87 geworden. De

Afb. 1. Afvoerroutes dwa.





Afb. 2. Afvoerroutes hwa.

Tabel 1. Verdeling van het vuilwatervolume over verschillende afvoerroutes, riolerings situatie 2004 (voorbeeldberekening gescheiden stelsel: 16,2% van de inwoners loost via gescheiden stelsel. Hiervan loost 2% via foutieve aansluitingen direct op het oppervlaktewater oftewel 0,3% van de totale dwa).

afvoerroute	% van totaal	% naar bodem	% naar oppervlaktewater	% naar rwzi
gemengd stelsel	29,3		0,05	29,25
verbeterd gemengd	43,9		0,06	43,84
gescheiden stelsel	16,2		0,3	15,9
verbeterd gescheiden	6,2		0,03	6,17
drukriolering	2,8			2,8
IBA	0,5	0,4	0,1	
niet-gerioleerde woningen	0,9	0,3	0,6	
totalen	100	0,7	1,1	98

Tabel 2. Verdeling van het regenwatervolume over verschillende afvoerroutes (betrokken op een gemiddelde regenval van 800 mm/jaar; riolerings situatie 2004) (voorbeeldberekening gemengd stelsel: 28% van de inwoners loost via gemengd stelsel. Dit is 28% van 600 mm, dus $28 * 600/800 = 21\%$ van 800 mm; van deze 21% loost 8,5% via overstorten. Dit is $8,5 * 21/100 = 1,8\%$ van 800 mm; afvoer naar rwzi = $21 - 1,8 = 19,2\%$).

afvoerroute		% van 800 mm/jaar	% naar bodem	% rechtstreeks naar oppervlaktewater	% naar rwzi
verdamping	50 mm	6,3			
afstroming	50 mm	6,3		6,3	
infiltratie	100 mm	12,5	12,5		
gemengd stelsel		21		1,8	19,2
verbeterd gemengd afgekoppeld van gemengd		31,5		2,0	29,5
gescheiden stelsel	600 mm	2,4	1,6	0,8	
verbeterd gescheiden		12,4		12,4	
drukriolering		4,7	1,2	1,2	3,5
IBA		2,1	1,1	1,1	
niet-gerioleerde woningen		0,4	0,1	0,3	
totalen	800 mm	100	15,5	26,4	52,2

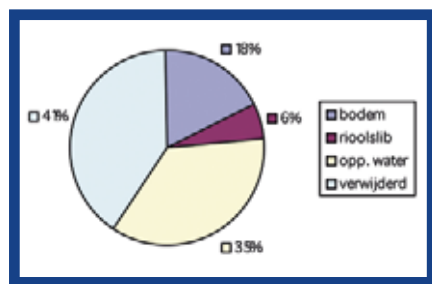
vrachtverdeling per route in het rioolstelsel, zoals toegepast in het model, leent zich voor al deze stoffen. In de landelijke emissieregistratie worden met behulp van die verdeling in het model emissieschattingen gemaakt voor de emissieoorzaken: overstorten, regenwaterriolen, ongezuiverde riolen en effluënten rwzi (berekend). Daarbij wordt uitgegaan van de 'input' op het riool, zijnde de berekende vrachten vanuit bronnen die lozen op rioolstelsels (bedrijven en huishoudens maar ook diffuse lozingen zoals afspoeling van verharde oppervlakken). In Emissieregistratie 2005 werd nog gebruik gemaakt van een andere berekeningsmethode; met ingang van 2006 zijn de nieuwe berekeningen gehanteerd. Voor de emissieregistratieberekeningen over 2004 heeft toepassing van het model geleid tot een afname van de berekende zinkvracht die via riolering en rwzi's in het milieu terecht komt met ongeveer eenderde.

Voorspellen gevolgen rioolsysteemwijzigingen op de vuiluitwerp

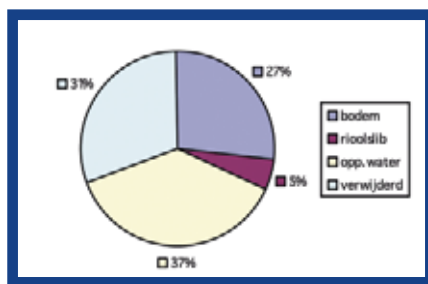
Om de effecten in te kunnen schatten, hoeft alleen de verdeling over de verschillende routes te worden aangepast. Voor zink is deze benadering uitgevoerd voor het jaar 2004. In de afbeeldingen 3 t/m 6 wordt dit geïllustreerd. Eerst wordt de Ausgangssituatie voor 2004 gegeven. Vervolgens zijn de effecten van 30 procent afkoppelen en realisatie van tien procent VGS afzonderlijk weergegeven. Tenslotte zijn de effecten van een combinatie van beide maatregelen geschetst.

Hieruit blijkt dat de oppervlaktewaterbelasting door afkoppelen enigszins toeneemt, maar dat vooral de bodem zwaarder wordt belast. Het aandeel verwijdering (via zuiveringslib) neemt af. Dit heeft als conse-

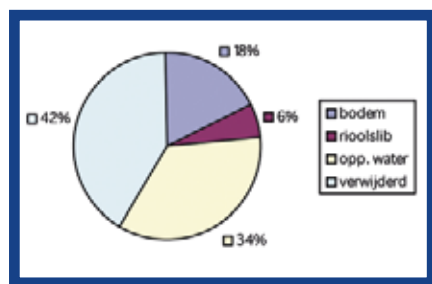
Verdeling van zink uit de hemelwaterafvoer over verschillende afvoerroutes bij verschillende inrichtingsvarianten van het rioolstelsel. Alle percentages zijn betrokken op de totale vrachten aan zware metalen in het regenwater en het overige afvalwater.



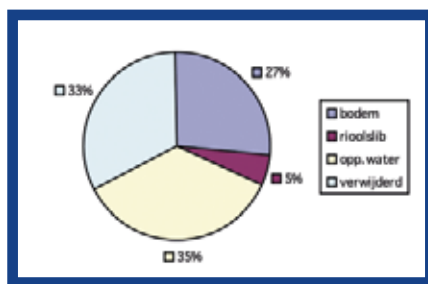
Afb. 3: Uitgangssituatie (3,2% afgekoppeld, 6,2% VGS).



Afb. 5: Met 10% verbeterd gescheiden stelsel.



Afb. 4: Met 30% afkoppelen.



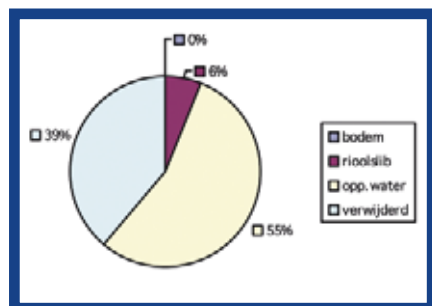
Afb. 6: Met 30% afkoppelen en 10% verbeterd gescheiden stelsel.

quantie dat het aandeel van het zink uit de hemelwaterafvoer dat in het milieu terecht komt, toeneemt. Door realisatie van een groter aandeel verbeterd gescheiden stelsel neemt de lozing op oppervlaktewater iets af. Bij een combinatie van de beide maatregelen blijft de oppervlaktewaterlozing hetzelfde en blijft de bodembelasting hoog. Afkoppelen lijkt volgens het model met name van invloed te zijn op emissie van zware metalen naar de bodem.

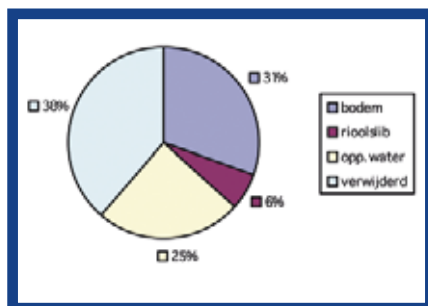
Invloed lozingslocatie

Uiteraard zal de verdeling van de hemelwa-

terafvoer over oppervlaktewater en bodem per locatie verschillen. Om een beeld van de consequenties daarvan te schetsen, zijn de formules in het *spreadsheet* aangepast. Hierbij is een benadering gemaakt van de consequenties van 30% afkoppelen voor de situatie waarin het deel van de hemelwaterafvoer dat niet via een voorziening loost, volledig in het oppervlaktewater terecht komt (laaggelegen gebieden, West-Nederland) en een benadering voor de situatie waarin dit deel van de hemelwaterafvoer volledig infiltreert in de bodem (hooggelegen gebieden, Oost-Nederland).

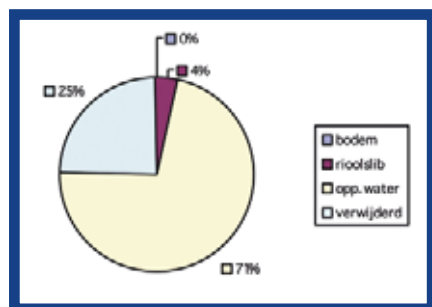


Afb. 7: Uitgangssituatie met hemelwaterafvoer naar oppervlaktewater (laaggelegen).

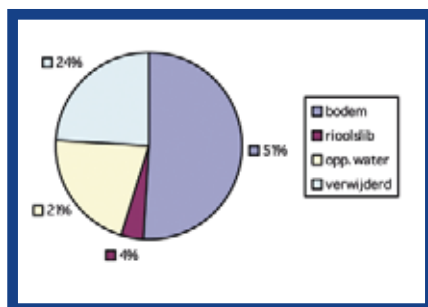


Afb. 8: Uitgangssituatie met hemelwaterafvoer naar bodem (hooggelegen).

Afb. 9: Hemelwaterafvoer naar oppervlaktewater bij 30% afkoppelen.



Afb. 10: Hemelwaterafvoer naar bodem bij 30% afkoppelen.



De resultaten van deze benaderingen zijn voor zink weergegeven in de afbeeldingen 7 t/m 10.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat bij toepassing van het model voor specifieke situaties altijd rekening moet worden gehouden met de verdeling van afstromend hemelwater over oppervlaktewater en bodem.

Discussie

In de benaderingen is uitgegaan van gemiddelden voor heel Nederland. De beschouwde ingrepen blijken vooral gevolgen te hebben voor het deel van de totale vuilvracht uit de hemelwaterafvoer dat in de bodem terecht komt. De ontwikkeling van het deel dat in oppervlaktewater terecht komt, is mede afhankelijk van het zuiveringsrendement van een rwzi voor een bepaalde stof. Ook de lozingslocatie is van invloed op de uiteindelijke emissie naar oppervlaktewater. In de praktijk zal het niet altijd zo zijn dat afkoppelen uitsluitend van invloed is op het hemelwaterafvoergedeelte. Het zal ook enige invloed hebben op het deel dat niet-hemelwaterafvoerge relateerd is. Bovendien zal het aangevoerde volume op rwzi's kleiner worden. Als het ware wordt een droog jaar gecreëerd. Dat kan een positief effect op het zuiveringsrendement hebben. Hiermee is in de benaderingen echter geen rekening gehouden.

Toepassingsmogelijkheden

Het model maakt betere schattingen voor de emissieregistratie mogelijk en kan worden toegepast voor scenariostudies. Voor het doen van uitspraken over landelijk gemiddelde situaties is het model op basis van een landelijk beeld van de riolerings-situatie goed bruikbaar. Bij het toepassen voor specifieke lokale situaties moeten de lokale omstandigheden nadrukkelijk worden betrokken bij de toepassing van het model en de beoordeling van de resultaten.