



Bert Geraats, Grontmij
 Jeroen Langeveld, Royal Haskoning
 Bert Palsma, STOWA

Het effect van afkoppelen op de rioolwaterzuivering

De afvalwaterketen lost onder meer via de rwzi, regenwateruitlaten en riooloverstorten op het oppervlaktewater. De wijze waarop wordt omgegaan met de verschillende waterstromen, zoals hemelwater, afvalwater en vreemd water, bepaalt de uiteindelijke totale emissie en de verdeling over deze lozingspunten. In het STOWA-project EMOS (zie het artikel op pagina ..) is de bandbreedte in beeld gebracht voor verschillende manieren van inrichten van de afvalwaterketen op met name de emissie vanuit de riolering. In het parallelle STOWA-project 'Afkoppelen van hemelwater en vreemd water' is verkend welke consequenties maatregelen in de riolering hebben op de emissie vanuit de rioolwaterzuivering. Dit artikel beschrijft de aanpak en resultaten van dit project.

De notie dat riolering en afvalwaterzuivering tezamen één afvalwatersysteem vormen dat ook als zodanig moet worden beoordeeld, is intussen wijd verspreid. In de inmiddels enkele honderden uitgevoerde OAS-studies zijn in de afgelopen jaren in ieder geval de investeringsopgaven van gemeenten en waterschappen op elkaar afgestemd. In deze studies lag de nadruk doorgaans op investeringen, basisinspanning en afnameverplichting. Deze aanpak doet echter slecht beperkt recht aan het beschouwen van de totale emissie vanuit het afvalwatersysteem voor bijvoorbeeld metalen en evenmin aan het beschouwen van de winst van het reduceren van rioolvreemd water. In het STOWA-project 'Afkoppelen van hemelwater en vreemd water' is verkend in hoeverre het met de huidige kennis mogelijk is om een stap verder te gaan dan nu gebruikelijk en in beeld te brengen wat maatregelen als afkoppelen of reduceren van vreemd water betekenen voor de totale emissie vanuit het afvalwatersysteem.

In het project is er voor gekozen om de gemiddelde situatie in Nederland met betrekking tot riolering als referentiesysteem te kiezen. Dit houdt in dat op de rwzi met een capaciteit van 100.000 i.e. een rioolstelsel is aangesloten dat voor 76 procent bestaat uit een gemengd riool, 6 procent uit verbeterd gescheiden riool en 18 procent uit gescheiden rioolstelsels. De hoeveelheid rioolvreemd water bedraagt op jaarbasis 60 procent van de theoretische DWA (dit komt overeen met het Nederlands gemiddelde). De laagbelaste rwzi zonder voorbezinktank

is ontworpen voor stikstofverwijdering (voordenitrificatie) en biologische fosfaatverwijdering. Als belangrijkste aandachtstoffen zijn stikstof en zware metalen meegenomen. Voor organische microverontreinigingen bleken te weinig gegevens betreffende de influentvrachten beschikbaar te zijn voor een betrouwbare analyse. De rekenmethodiek is wel beschikbaar.

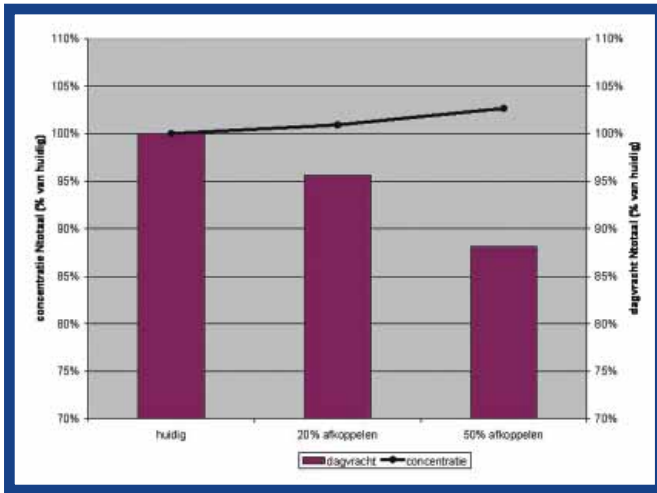
Modellering

De rioolstelsels zijn als bakmodel geschematiseerd in Infoworks, waarmee het aanvoerpatroon en de verdunningsgraad zijn doorgerekend. Op basis van de in

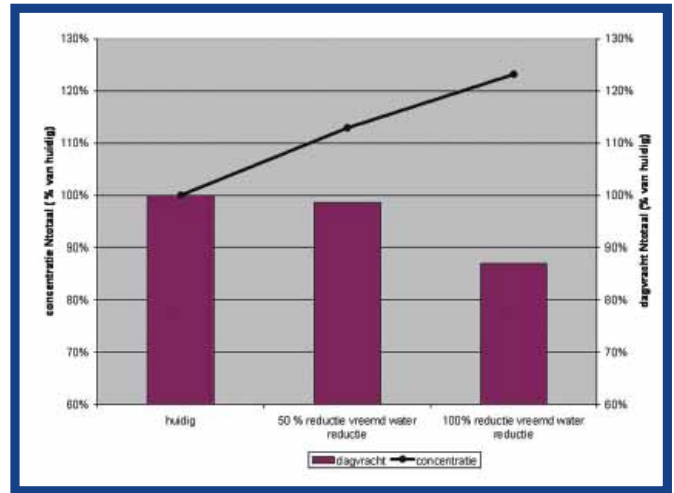
tabel 1 opgenomen rekenconcentraties voor droogweerafvoer en afstromend hemelwater zijn vervolgens influentprofielen aangemaakt, waarmee in SIMBA (dynamische modellering rwzi gebaseerd op ASM2D) en Presta (statische modellering rwzi gebaseerd op HSA) bijbehorende effluentconcentraties zijn berekend. De effluentconcentraties aan zware metalen zijn op basis van de samenstelling van het afvalwater, het effluentdebiet en de slibproductie aan de hand van de Freundlich-adsorptie berekend. Hierbij is uitgegaan van een (niet-lineair) evenwicht tussen de concentratie zware metalen in het slib en in het effluent. De karakteristiek van

Tabel 1. Rekenconcentraties in afvalwater en regenwater. Vreemd water wordt 'schoon' verondersteld.

	eenheid	afvalwater inwoners	regenwater (afvoer naar gemengd stelsel)	regenwater (afvoer gescheiden riool en VGS)
CZV	mg/l	720	150	32
BZV	mg/l	296	13	
N _{totaal}	mg/l	75	4	1.7
P _{totaal}	mg/l	10	1	0.26
zwevende stof	mg/l	264	97	20
koper	µg/l	70	10	10
chromium	µg/l	9	1.1	1.1
zink	µg/l	210	95	95
lood	µg/l	25	12	12
cadmium	µg/l	0.4	0.15	0.15
nikkel	µg/l	10	3.5	3.5
kwik	µg/l	0.2	0.06	0.06
arsen	µg/l	3	0.4	0.4



Afb. 1.



Afb. 2.

deze adsorptie is voor elk metaal anders. Voor Nederland is deze karakteristiek vastgesteld¹⁾. Door uit te gaan van een evenwichtsituatie per tijdstap is hieruit het effluentgehalte teruggekend.

De rekenconcentraties voor afstromend hemelwater zijn afkomstig uit de STOWA-regenwaterdatabank. Om ook bij neerslag tot realistische influentconcentraties voor CZV en nutriënten te komen, is voor de samenstelling van de afstromende neerslag bij gemengde rioolstelsels gewerkt met aangepaste concentraties. Het verschil tussen deze rekenconcentraties en de STOWA-regenwaterdatabank is terug te voeren op de invloed van processen in de riolering. Dit onderstreept overigens het belang van het verrichten van nader onderzoek naar de te hanteren rekenconcentraties en relevante processen in de riolering.

Doorgerekende maatregelen

In navolging van de EMOS-studie is het effect van een andere omgang met de waterstromen in de afvalwaterketen doorgerekend. In deze studie is onder meer het effect bepaald van 20 procent afkoppelen (afstromend) regenwater, 50 procent afkoppelen (afstromend) regenwater, 50

procent reductie vreemd water en 100 procent reductie vreemd water. Het effect van deze maatregelen is steeds gerelateerd aan de gemiddelde huidige Nederlandse situatie.

Emissie stikstof via rwzi

De stikstofverwijdering is relatief gevoelig voor influentvariaties. Afkoppelen heeft nauwelijks invloed op de stikstofconcentratie van het rwzi-effluent. Bij het extreem hoge afkoppelpercentage van 50 procent van het aangesloten verhard oppervlak neemt de effluentconcentratie met enkele procenten toe. De jaarlijks geloosde stikstof effluentvracht neemt wel af met 5 tot 15 procent bij de onderzochte afkoppelpercentages. De daling van de vracht N_{totaal} verloopt vrijwel evenredig met de daling van het influentvolume. De veronderstelling dat de reductie van de effluentvracht ten gevolge van afkoppelen vrijwel evenredig is met de afname van het effluentvolume, wordt hiermee ondersteund (zie afbeelding 1).

Reductie van de hoeveelheid vreemd water leidt tot een sterke verhoging van de concentratie N_{totaal} in het influent van de rwzi en daarmee uiteindelijk ook in het effluent van de rwzi (15 tot 35 procent). De emissievracht

daalt met 13 procent bij 100 procent reductie van vreemd water. De daling in het aanvoervolume en de daling in vracht houden geen gelijke tred. Het effect op de werking van de rwzi als gevolg van veranderende effluentconcentraties is niet-lineair met het veranderende aanvoervolume. Met andere woorden: de veronderstelling in studies over vreemd water dat de jaarlijks geloosde effluentvracht lineair afneemt met het aanvoervolume gaat niet op, doordat de effluentconcentratie toeneemt bij minder met vreemd water verdund influent (zie afbeelding 2).

Het voorgaande laat zien dat het nogal wat uitmaakt of het functioneren van de rwzi wordt beoordeeld op basis van de jaarlijkse effluentconcentratie (vaak $N = 10$) of juist op een rendementseis (75 procent verwijdering). Deze laatste is in feite een beoordeling op basis van vrachten.

Emissie zware metalen via rwzi

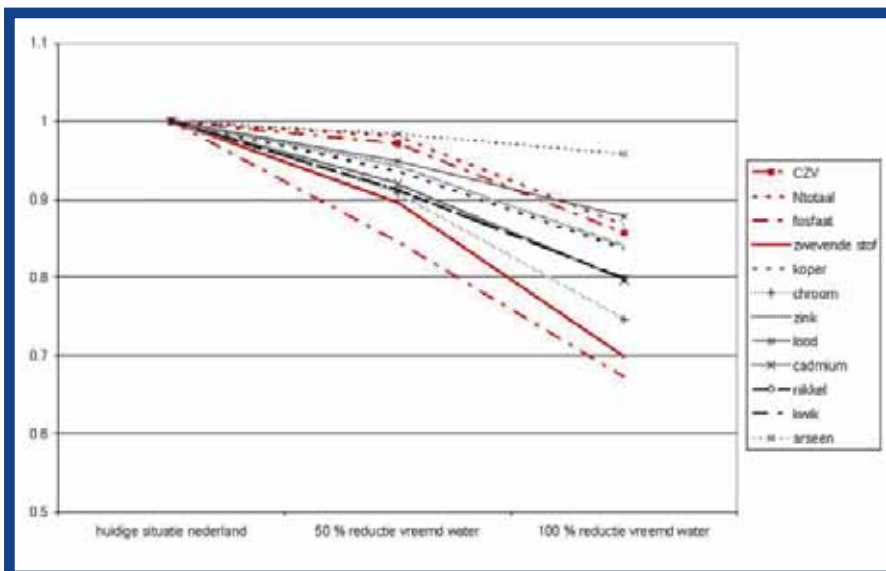
De emissie van zware metalen uit de rwzi laat een beeld zien dat overeenkomt met het beeld voor totaalstikstof. Bij afkoppelen neemt de emissie via de rwzi af ten opzichte van de huidige situatie; bij de reductie van vreemd water geldt dit ook. In het onderzochte afkoppelbereik van 20 tot 50 procent neemt de emissie zware metalen via de rwzi af met een percentage van tussen de 5 en 20 procent. De reductie van vreemd water laat vergelijkbare percentages zien. De afname is verschillend per metaal vanwege het specifieke ad- en desorptiegedrag van de metalen.

De trend is duidelijk dalend als functie van de beide typen maatregelen. Afkoppelen leidt tot een significante vermindering van de vracht zware metalen en de reductie van vreemd water ook. De vermindering van de aanvoer van water naar de rwzi leidt bij de aanname dat de zware metalen in slib- en waterfase in evenwicht zijn tot een verschuiving, waarbij relatief gezien meer metalen aan het slib worden gebonden.

Emissie totale afvalwaterketen

De jaarlijkse emissie vanuit de totale afvalwaterketen wordt niet alleen bepaald door de emissie via de rwzi, maar zeker ook door de emissie via overstorten en regenwateruitlaten. Afbeelding 5 laat het effect

Afb. 3: Effect afkoppelen op emissie rwzi.



van afkoppelen op de totale emissie vanuit de afvalwaterketen. Hierbij is uitgegaan van rechtstreeks naar het oppervlaktewater afkoppelen van verhard oppervlak. Voor de stoffen waarvoor de jaarlijkse emissie via de rwzi in de huidige situatie relatief groot is, zoals stikstof met 97 procent via effluent, wordt het beeld gedomineerd door de rwzi. Voor metalen (bijvoorbeeld voor koper bedraagt de jaarlijkse emissie via de rwzi 78 procent van de totale emissie vanuit de afvalwaterketen) geldt dit een stuk minder.

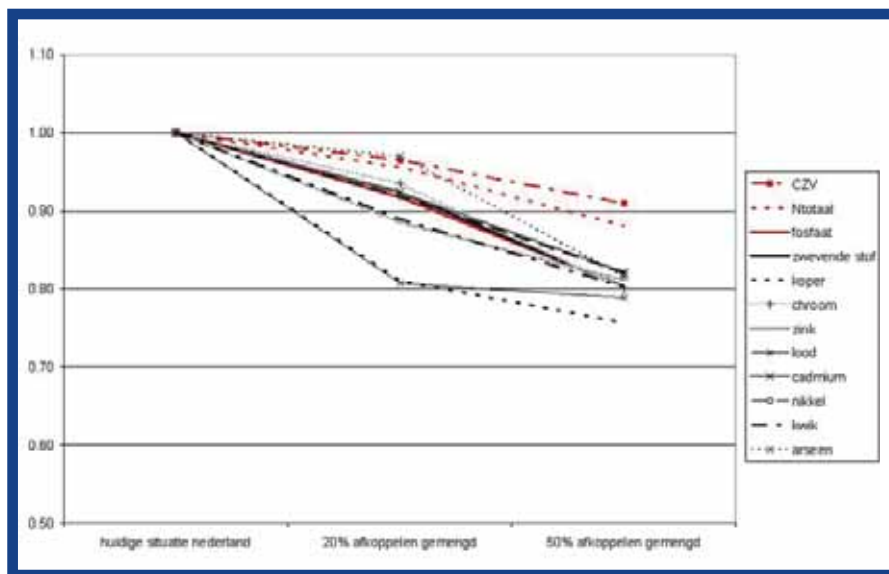
De effecten van afkoppelen voor de vrachtemissie van zware metalen in de totale afvalwaterketen wijken sterk af van de emissie via de rwzi. De spreiding in resultaten is voor de totale afvalwaterketen groter dan voor de rwzi. De emissies van zink en lood nemen zelfs met vijf tot tien procent toe. De overige metalen laten als trend een lichte (vijf tot tien procent) daling zien, met als uitzondering cadmium en kwik, waar sprake is van 20 tot 30 procent vrachtvermindering.

De verklaring hiervoor ligt voor een deel in het feit dat de concentratie van zware metalen in afstromend regenwater en effluent sterk kunnen verschillen. Voor een aantal stoffen is afkoppelen altijd voordelig (bijvoorbeeld cadmium of kwik): de emissie via de rwzi en via de overstorten neemt af en de emissie via het rechtstreeks geloosde hemelwater neemt in verhouding minder toe door de lage concentraties in afstromend hemelwater. Voor stoffen die wel significant in afstromend hemelwater zitten wordt het positieve effect van afkoppelen bij rwzi en overstort teniet gedaan en neemt bij hoge afkoppelpercentages de emissie zelfs toe (lood, zink, CZV, zwevende stof). Een gemiddeld beeld voor alle zware metalen is dat het totale effect van afkoppelen op de emissie van de afvalwaterketen neutraal is. Bij afkoppelen van onbehandeld afstromend regenwater worden echter meer zware metalen lokaal en diffuus op het oppervlaktewater geloosd.

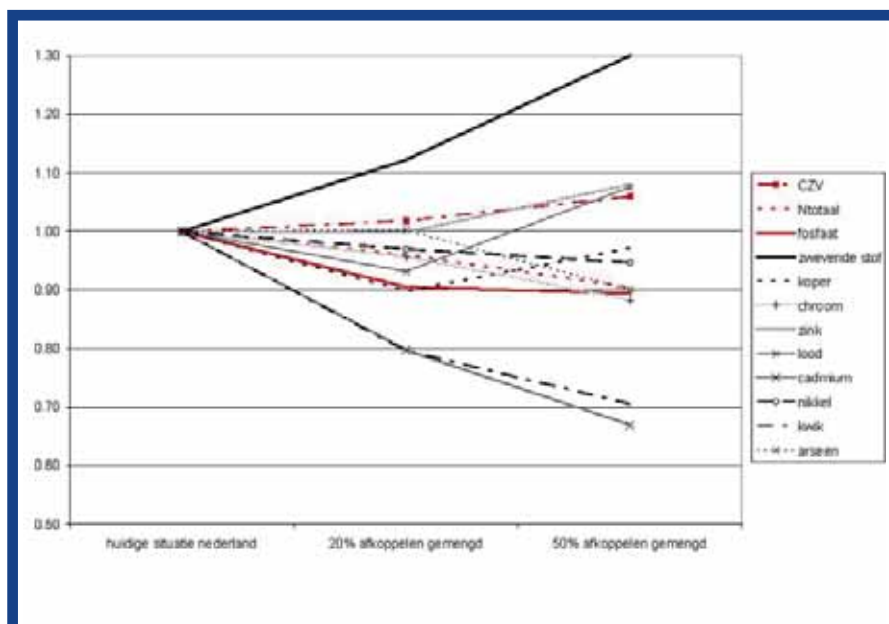
Conclusies en aanbevelingen

Eén van de belangrijkste conclusies is dat maatregelen in het rioolstelsel zich niet één op één laten vertalen naar effecten op de effluentsamenstelling of -vracht. De dynamiek van het aanvoer- en zuiveringsproces zorgen er voor dat het effect van de reductie van de hoeveelheid vreemd water of afkoppelen van verhard oppervlak niet recht evenredig is met de afname van het influentvolume. Daarnaast concluderen we dat het effect van maatregelen als afkoppelen of de reductie van vreemd water per stof sterk verschilt. Ook het schaalniveau (lokaal of totaal) van de emissie vanuit het afvalwatersysteem blijkt van groot belang. Met andere woorden: het huidige generieke regenwaterbeleid lijkt met betrekking tot effect en maatregelen om emissies te reduceren moeilijk te onderbouwen.

De studie heeft daarnaast laten zien dat het met het huidige kennisniveau van toe te passen rekenconcentraties en van processen



Afb. 4: Effect reductie vreemd water op emissie rwzi.



Afb. 5: Effect afkoppelen op totale jaarlijkse emissie van afvalwatersystemen.

in riolering en op de rwzi weliswaar mogelijk is om een ketenbrede analyse te doen, maar dat hierbij forse aannames nodig zijn.

Ten slotte is deze studie beperkt gebleven tot het bestuderen van het effect van maatregelen in de riolering. Hiermee zijn bijvoorbeeld wel de baten van de reductie van vreemd water in beeld gebracht, maar bleven de kosten buiten beschouwing, evenals maatregelen in het oppervlaktewater zoals inrichting en doorspoeling.

Voor een volledige afweging van te nemen maatregelen in de afvalwaterketen is een integrale kosten-batenanalyse noodzakelijk. Vastgesteld dient te worden waar in de afvalwaterketen bepaalde maatregelen het meest optimaal genomen kunnen worden, om de gewenste effecten kosteneffectief te kunnen bereiken. Dit is een uitdaging voor zowel de kennisinstituten als de lokale waterbeheerders.

LITERATUUR

- 1) STOWA (2005). Toekomstige kwantiteit en kwaliteit van zuiveringslib. Rapport 2005-06.