

Update EmissieRegistratie riolering

Jeroen Langeveld, Erik Liefing (Partners4UrbanWater), Heleen de Man (Sanitas Water), Nanette van Duijnhoven, (Deltares), Rob Berbee (Rijkswaterstaat)

De doelstelling van de EmissieRegistratie (ER) is de beschikbaarheid van een dataset met eenduidige emissiegegevens. Op die manier kan iedereen via de website www.emissieregistratie.nl voor beleidsvorming beschikken over de meest actuele en betrouwbare emissiegegevens. Voor het deelgebied riolering is een omvangrijke update uitgevoerd. Dit heeft geleid tot een grondige en fundamentele aanpassing van de factsheet 'Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's', waarin de laatste onderzoeksresultaten zijn verwerkt. De factsheet is daarmee weer *state of the art* en de nieuwe emissiegetallen klaar voor gebruik.

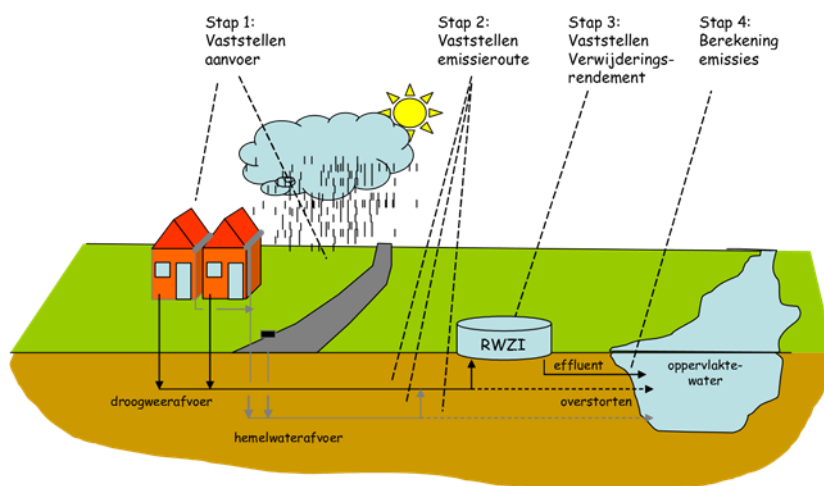
In de EmissieRegistratie (ER) worden jaarlijks van circa 350 beleidsrelevante stoffen en stofgroepen de emissies naar het oppervlaktewater vastgesteld. De emissiegegevens worden per emissiebron en per locatie opgeslagen in een centrale database. De database bevat gegevens van individueel geregistreerde puntbronnen (vaak op basis van metingen) en diffuse bronnen (op basis van berekeningen). Per emissiebron is een factsheet opgesteld met daarin de wijze van berekening van de emissie uit die bron. De gegevens zijn in te zien op www.emissieregistratie.nl.

Voor de emissiebron 'Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's' was de factsheet toe aan een update. De afgelopen jaren is, vooral via metingen, meer informatie beschikbaar gekomen over de volumes, vuilconcentraties en -vrachten die via verschillende routes vanuit de afvalwaterketen op het oppervlaktewater worden geloosd. Mede met ondersteuning via de Stimuleringsregeling Emissiemetingen van Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) en stichting RIONED zijn in verschillende Nederlandse gemeenten grootschalige metingen uitgevoerd van emissies via overstorten en hemelwateruitlaten. Dit gaf aanleiding om na te gaan hoe deze aanvullende informatie in de factsheet verwerkt kan worden. In de update is de oude methodiek tegen het licht gehouden en op diverse manieren aangepast om aan te sluiten op de huidige beschikbare kennis. Dit artikel beschrijft de opzet van de ER, de belangrijkste veranderingen en een aantal voorbeelden van effecten van de doorgevoerde verbeteringen.

Opzet EmissieRegistratie

De ER telt ruim 2.500 afwateringseenheden waarop door de afvalwaterketen wordt geloosd. In Nederland zijn in 388 gemeenten (stand 1 januari 2017) 13.000 overstorten, 40.000 hemelwateruitlaten van gescheiden en verbeterd gescheiden stelsels, 27.500 lozingspunten van Individuele Behandeling van Afvalwater (IBA's) en ongeveer 10.000 niet op de riolering aangesloten panden [1].

Regen- en afvalwater van huishoudens en bedrijven wordt verzameld in de rioolstelsels, voor het merendeel afgevoerd naar de RWZI en daar verder verwerkt. Het effluent wordt geloosd op het oppervlaktewater. Afbeelding 1 geeft een schets van de afvalwaterketen en de stappen die onderscheiden kunnen worden bij het kwantificeren van de emissies.



Afbeelding 1. Emissies uit de afvalwaterketen en de berekening daarvan. Bron: factsheet 'Effluënten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's'

- Stap 1: vaststellen aanvoer. De input voor de berekening is de vervuilingsvracht op het rioleringsstelsel. Deze informatie is afkomstig van gegevens uit de ER voor zowel diffuse als individuele bronnen.
- Stap 2: emissieroutes. Vervolgens is vastgesteld hoe de vervuiling door de afvalwaterketen verder wordt verwerkt en welk deel van de vervuiling via welke route op welke plaats terechtkomt. De verdeling van de vervuiling over de routes binnen de afvalwaterketen is gebaseerd op een hydraulisch model dat rekening houdt met het type rioolstelsel.
- Stap 3: verwijderingsrendementen en verliesfactoren. Binnen de afzonderlijke onderdelen van de afvalwaterketen vinden processen plaats waarbij stoffen verwijderd worden. Dit zijn de zuiveringsrendementen van de RWZI, maar ook de verwijdering door reiniging van straatkolken, rioolbuizen en gemalen.
- Stap 4: bepaling emissie. Per aanvoertype (hemelwater, afvalwater of rioolvreemd water) wordt per stof berekend welk aandeel per emissieroute wordt geloosd met toepassing van de verwijderingsrendementen en verliesfactoren. De som van de emissies per aanvoertype geeft de totale emissie per stof.

De berekende emissies zijn getoetst aan de beschikbare metingen van emissies via overstorten, hemelwateruitlaten en RWZI's. Afwijkingen kunnen zijn ontstaan door onzekerheden in de aanvoer, de verdeling over de emissieroutes, de verliesfactoren en de metingen zelf. Het emissiemodel is 'getuned' op de metingen die betrouwbaar genoeg worden geacht. Dit waren vooral metingen van nutriënten en metalen, waarvan voor de Nederlandse situatie inmiddels voldoende betrouwbare gegevens beschikbaar zijn.

Voor een gedetailleerde omschrijving van deze stappen wordt verwezen naar de factsheet [2] en de achtergrondrapportage [3]. In dit artikel wordt volstaan met een aantal opvallende zaken.

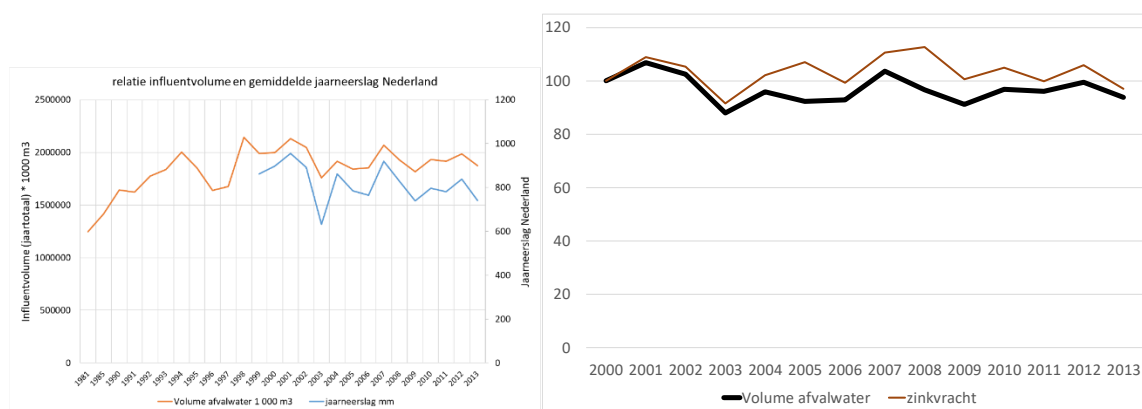
Stap 1. Vaststellen aanvoer

De aanvoer naar de riolering is in de ER afkomstig uit 'bovenliggende' factsheets (te vinden op www.emissieregistratie.nl), die steeds een emissieoorzaak beschrijven. Voorbeelden van emissieoorzaken zijn vuurwerk, remslijtage, wegdekslijtage, corrosie van gegalvaniseerd staal en bladzink, huishoudelijk afvalwater en, sinds de update, rioolvreemd water. Rioolvreemd water is water

dat niet op het riool thuis hoort maar hier toch in terecht komt, bijvoorbeeld via op het riool aangesloten drainage, lekkende buizen of instromend oppervlaktewater.

Voor een aantal stoffen bleek de aanvoer naar de riolering onjuist. Dit gaat onder meer om:

- **Koper.** De belangrijkste bron van koper via hemelwater is vuurwerk. Voorheen werd aangenomen dat 60 procent van de vuilvracht van koper uit vuurwerk terechtkwam in het riool en 40 procent in de bodem. Dit is onrealistisch, omdat slechts 19 procent van het stedelijk oppervlak is aangesloten op de riolering. Na deze aanpassing klopt de berekende hoeveelheid koper in het influent van de RWZI's zeer goed met de metingen.
- **Stikstof in afstromend hemelwater.** De stikstofconcentratie in neerslag is goed bekend uit het landelijk meetnet regenwatersamenstelling. In de factsheet atmosferische depositie wordt echter uitgegaan van een verhard oppervlak dat tweemaal zo groot is als in werkelijkheid, waarmee de stikstofbelasting fors wordt overschat.
- **Fosfaat in afstromend hemelwater.** De atmosferische depositie van fosfaat is zeer beperkt. Desondanks bevat afstromend hemelwater een substantiële hoeveelheid fosfaat, dat tijdens de afstroming wordt meegenomen van het oppervlak. Achterliggende bronnen zijn bijvoorbeeld bladval, bloesem of uitwerpselen van dieren. Deze bronnen vormen geen onderdeel van de ER, maar de emissie die het gevolg is van de afstroming naar de riolering is nu wel opgenomen in de ER.
- **Zink in afstromend hemelwater.** De jaarlijkse zinkvracht is in de 'bovenliggende' factsheets van de ER onafhankelijk van de jaarneerslag. Afbeelding 2 geeft de relatie tussen de jaarneerslag (gemiddelde heel Nederland) en het gemeten influentvolume weer. Duidelijk zichtbaar is dat het jaarvolume eind jaren tachtig nog steeg (door vergroting van de aansluitingsgraad op de riolering) en dat de variatie in dit volume na 2000 vooral wordt bepaald door de jaarneerslag. De grafiek rechts laat zien dat er daarnaast een duidelijk verband is tussen de zinkvracht en het influentvolume, en indirect dus met de hoeveelheid neerslag. Dit betekent dat de factsheets die de emissieoorzaken van deze zinkbelasting beschrijven rekening zouden moeten houden met de jaarlijkse hoeveelheid neerslag.



Afbeelding 2. Relatie jaarneerslag (KNMI, 2017) en totaal influentvolume (CBS, 2017) (links) en relatie totaal influentvolume en zinkvracht (rechts)

Stap 2. Emissieroutes

De totale emissie is verdeeld over de verschillende typen rioolstelsels, naar rato van het aangesloten oppervlak. Daarbij is rekening gehouden met de neerslagverliezen door verdamping en infiltratie. De

getalswaarden voor deze neerslagverliezen zijn getoetst aan praktijkmetingen. De stelseltypen zijn (verbeterd) gemengde en (verbeterd) gescheiden riolering. Op basis van standaard ontwerpkenmerken van deze stelsels, zoals berging en pompovercapaciteit, is de hydraulische verdeling naar de ontvangende compartimenten (RWZI en oppervlaktewater) vastgesteld. In de huidige situatie is het onderscheid in gemengde en verbeterd gemengde stelsels niet meer relevant, omdat vrijwel alle gemengde stelsels inmiddels zijn omgebouwd om te voldoen aan de basisinspanning. Voor de berekening van de emissies tussen 1990 en 2010 is dit onderscheid nog wel aangehouden.

Daarnaast is rekening gehouden met de verschillen tussen theoretisch en praktisch functioneren van rioolstelsels. Zo spelen foutaansluitingen een belangrijke rol bij gescheiden rioolstelsels en leiden pompstoringen bij gemengde rioolstelsels op jaarbasis tot een aanzienlijke extra emissie via de riooloverstorten.

Stap 3. Verwijderingsrendementen en verliesfactoren

Het regen- en afvalwater dat via het riool wordt afgevoerd ondergaat tijdens de rit allerlei processen. Zo wordt vuil verwijderd bij reiniging van straatkolken, riolen en gemalen en in bezinkvoorzieningen. Daartegenover staat dat bij grote buien extra vuil uit het riool spoelt, afkomstig uit rioolslib en de biofilm aan de binnenkant van de rioolbuizen. Een complicerende factor bij al deze processen is dat deze stofafhankelijk zijn. Naarmate stoffen zich meer binden aan sediment, zullen deze meer worden verwijderd bij reiniging. Zo bindt minerale olie sterk aan sediment, terwijl glyfosaat dit nauwelijks doet. Minerale olie wordt dan ook meer verwijderd via kolkreiniging dan glyfosaat. In de nieuwe opzet van de ER is de mate van binding aan sediment per stof gebruikt om het gedrag van afzonderlijke stoffen te beschrijven.

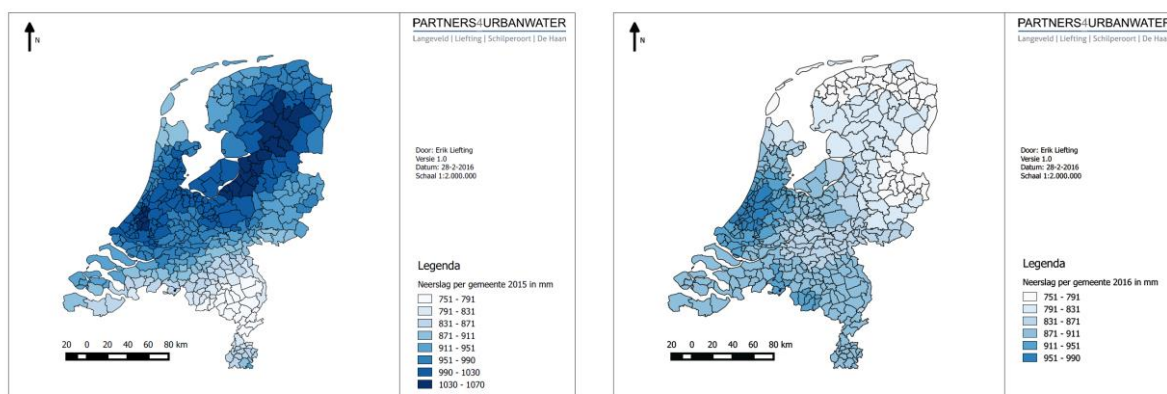
Naast verwijdering door bezinking speelt ook uitspoeling tijdens regen een belangrijke rol in de emissie via overstorten. Een typisch patroon in de riolering is bezinking van rioolslib en gebonden verontreinigingen tijdens droog weer en het resuspenderen (uitspoelen) van het rioolslib tijdens regen, door hogere stroomsnelheden en meer turbulentie. Dit zorgt ervoor dat de emissie vanuit de afvalwaterketen tijdens regenval doorgaans veel hoger ligt dan alleen kan worden verklaard vanuit alleen de omvang van de vuilwater- en hemelwaterstroom op dat moment. Bij riooloverstorten uit de gemengde riolering is er vrijwel altijd een significante verhoging van de emissie door slibuitspoeling. Deze bijdrage kan afhankelijk van de stof zelfs dominant zijn, vooral voor stoffen die zich sterk binden aan zwevende stof. Op basis van concentratiemetingen, in combinatie met de stofafhankelijke bindingsfactoren, zijn per stof resuspensiefactoren vastgesteld.

Stap 4. Berekenen emissie

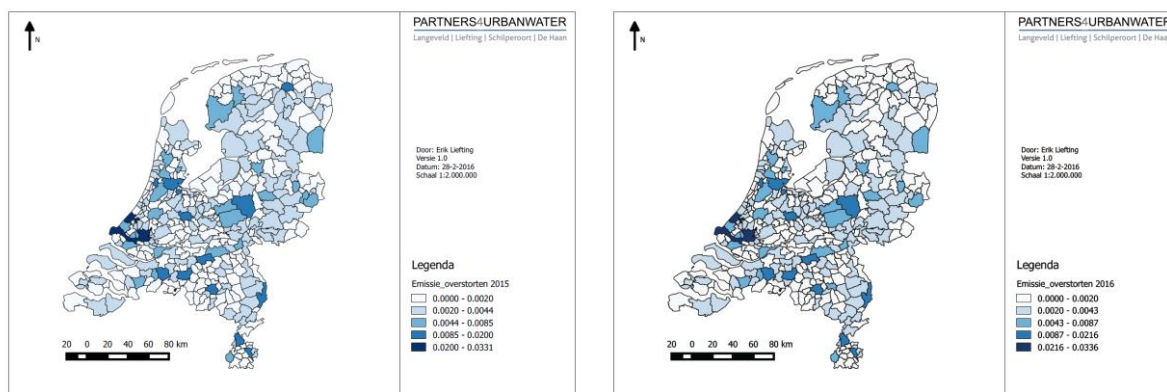
De laatste stap bestaat uit het berekenen van de landelijke emissie en het verdelen van deze emissies over de afwateringseenheden. Nieuw in de aanpak is het gebruik van neerslagspreiding over Nederland en het gebruik van het aangesloten oppervlak, de stelsellengte en het aantal aangesloten inwoners per gemeente als verdeelsleutel voor de regionalisatie. Met deze nieuwe aanpak vormt niet langer het aantal overstorten en hemelwateruitlaten de verdeelsleutel, maar de drijvende kracht achter het overstortend volume, namelijk het op de riolering aangesloten oppervlak en de neerslag. Hiermee wordt veel beter aangesloten op de realiteit. Ten eerste door de betrouwbaarheid van de verdeelsleutels: het aangesloten oppervlak is beter in beeld dan het aantal overstorten per gebied.

Bovendien is in het vlakke west-Nederland de hoeveelheid aangesloten oppervlak per overstort kleiner dan in meer hellende gebieden in het oosten van het land. Uit praktijkmetingen blijkt ook dat de emissie per overstort in de vlakke gebieden gemiddeld kleiner is. Een evenredige verdeling over het aantal overstromen leidt dus tot structurele over- en onderschattingen in respectievelijk vlakke en hellende gebieden.

Het gebruik van neerslagspreiding per jaar kan leiden tot forse verschillen tussen regio's. De jaren 2015 en 2016 laten bijvoorbeeld een fors andere verdeling over het land zien (afbeelding 3). Dit werkt uiteindelijk ook weer door op het overstortend volume. Dit is het duidelijkst zichtbaar voor de emissie van de stad Groningen, die in 2015 relatief hoger was dan in 2016 vanwege het neerslagpatroon. De hoeveelheid aangesloten oppervlak is echter meer bepalend dan de jaarlijkse neerslagspreiding.



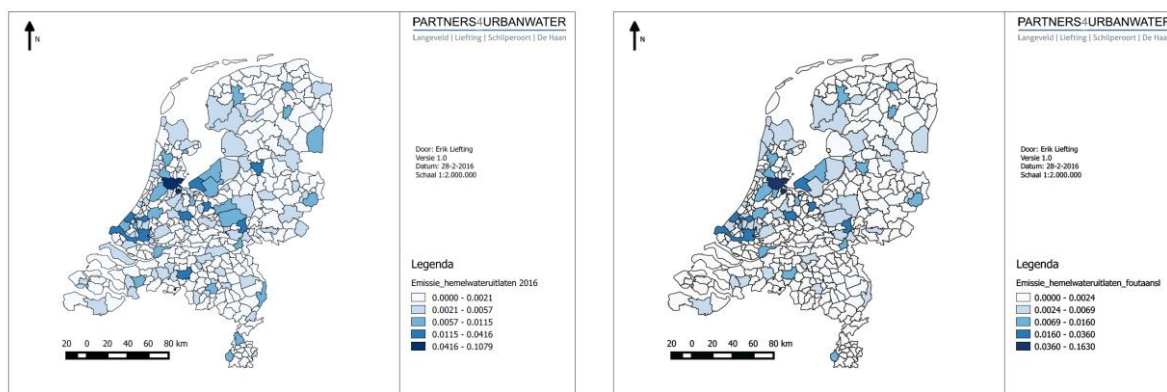
Afbeelding 3. Verdeling van de cumulatieve neerslag in 2015 (links) en 2016 (rechts) over Nederland. In 2015 waren het westen, midden en noorden relatief nat; in 2016 viel de meeste neerslag in het westen en zuiden van het land



Afbeelding 4. Verdeling van de emissie uit overstromen per gemeente in 2015 (links) en 2016 (rechts)

De emissie via hemelwateruitlaten wordt, naast die uit neerslag, bepaald door foutaansluitingen en rioolvreemd water. De emissie uit neerslag hangt af van het aangesloten oppervlak en de jaarlijkse neerslag, terwijl de emissie door foutaansluitingen wordt bepaald door het type rioolstelsel. Bij een verbeterd gescheiden rioolstelsel wordt het afvalwater van vrijwel alle foutaansluitingen opgevangen en afgevoerd naar de RWZI, terwijl dit bij een gescheiden rioolstelsel rechtstreeks wordt geloosd. Aangezien er geen goed landelijk beeld is in welke gemeenten foutaansluitingen al actief zijn

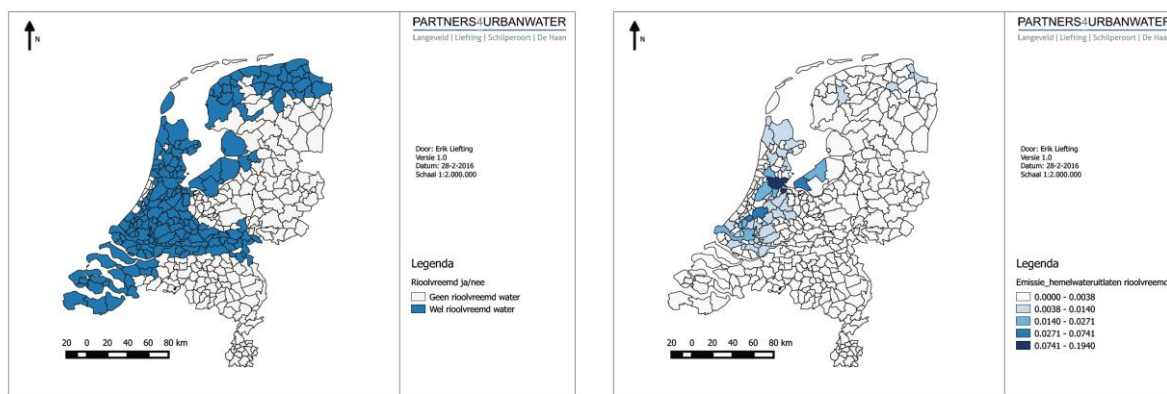
opgespoord en verholpen, is voor alle gescheiden stelsels een vast percentage foutaansluitingen van 2% aangenomen.



Afbeelding 5. Regionalisatie emissie door verontreiniging aan hemelwaterafvoer (links) en door foutaansluitingen (rechts). De getalswaarde in deze afbeelding is het aandeel van de totale emissie in Nederland per specifieke afwateringseenheid

Rioolvreemd water via regenwateruitlaten is nieuw in de ER. Uit recent onderzoek [4] is naar voren gekomen dat de bijdrage van inlopend grondwater en op regenwaterriolen aangesloten drainage aan de totale vuilvracht uit de regenwateruitlaten zeer bepalend is voor de emissie naar het oppervlaktewater. Dit geldt met name voor fosfaat en arseen. Tot nu toe bestond de emissiebron 'rioolvreemd water' nog niet, maar voor een goede inschatting van de belasting van het lokale oppervlaktewater vanuit hemelwateruitlaten is het noodzakelijk om ook deze achtergrondbelasting mee te nemen. Ook aan de totale arseenbelasting van de RWZI's levert rioolvreemd water een significante bijdrage. Vooralsnog is aangenomen dat dit rioolvreemd water zich manifesteert in stelsels in gebieden met een zettingsgevoelige grond. In het westen van het land valt dit meestal samen met een hoge grondwaterstand. Idealiter zou bekend zijn in welke mate grond- en drainagewater wordt afgevoerd via de hemelwaterstelsels, maar deze gegevens zijn niet centraal voorhanden.

Drainagesystemen op zich worden in de ER niet beschouwd als een emissieoorzaak, hemelwateruitlaten wel. Wanneer een drainagesysteem op hemelwaterriolering is aangesloten, zal de emissie hiervan in de ER meetellen. Wanneer hetzelfde drainagesysteem direct loost op het oppervlaktewater is geen sprake van emissie volgens de afbakening van de ER. De totale belasting op het oppervlaktewater voor parameters als fosfaat en arseen is daardoor nog groter dan nu blijkt uit de ER en wordt dus lokaal vooral bepaald door de kwaliteit van het grondwater.



Afbeelding 6. Voorkomen van (links) en omvang emissie (rechts) door inloop van grondwater (rioolvreed water) in de hemelwaterriolering

Vergelijking oud-nieuw

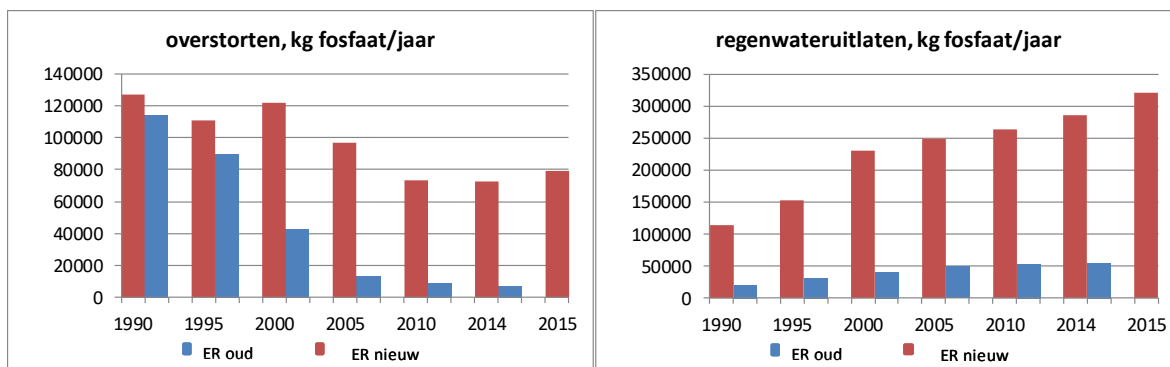
De doorgevoerde wijzigingen in de berekeningswijze en achterliggende uitgangspunten hebben geleid tot soms forse veranderingen in de berekende emissie. Tabel 1 geeft een overzicht van deze veranderingen voor drie beleidsmatig belangrijke stoffen: fosfaat, stikstof en zink. Voor alle stoffen geldt dat de relatieve bijdrage vanuit de riolering is toegenomen. De emissie vanuit de RWZI's is niet gewijzigd, aangezien deze voor deze parameters direct is gebaseerd op metingen. Netto betekent dit een toename van de emissie met de nieuwe berekeningswijze ten opzichte van de oude (zie afbeelding 7).

Tabel 1. Relatieve bijdrage emissies afvalwaterketen (afgerond op hele procenten)

Onderdeel\stofgroep	Fosfaat		Stikstof		zink	
	nieuw	oud	nieuw	oud	nieuw	oud
RWZI's	85%	97%	86%	93%	60%	76%
IBA's	1%	0%	1%	0%	0%	0%
Overstorten	3%	0%	3%	1%	10%	3%
Regenwateruitlaten	11%	3%	10%	6%	30%	21%

Voor riooloverstorten is dit vooral toe te schrijven aan de bijdrage aan de emissie door resuspensie van de zogenaamde 'in sewer stocks', oftewel de vuilvoorraad in het riool in sediment en biofilm. Voor stikstof (voor een groot deel opgelost) ligt deze bijdrage op 36%, voor fosfaat (deels gebonden aan deeltjes) op 60%, voor zink (nog sterkere binding aan deeltjes) zelfs op 81%. Het aandeel droogweerafvoer (dwa) dat via de riooloverstorten wordt geloosd is in de nieuwe berekeningswijze overigens juist verlaagd op basis van metingen van de gemiddelde overstortduur. Jaarlijks zijn overstorten minder dan 1% van de tijd in bedrijf, waarbij netto ongeveer slechts 0,3% van het afvalwater overstort.

Voor regenwateruitlaten is het grote verschil te verklaren uit het toevoegen van de bron rioolvreed water. Voor stikstof ligt deze bijdrage op 48%, voor fosfaat op 60% en voor zink op 30%. Gezien deze grote bijdrage van rioolvreed water, oftewel inlopend grond- en drainagewater, verdient het aanbeveling om nader onderzoek te doen naar deze emissiebron.



Afbeelding 7. Vergelijking berekende fosfaatemissie met oude en nieuwe berekeningswijze. Links voor riooloverstorten, rechts voor regenwateruitlaten

Tot besluit

Met de grondige update van de factsheet 'Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet-aangesloten riolen, overstorten en IBA's' is een kwaliteitsslag doorgevoerd voor dit onderdeel van de ER. Met de nieuwe opzet is het ook eenvoudiger geworden om nieuwe onderzoeksresultaten en nieuwe stoffen in te voegen, omdat verwijderingsrendementen en verliesfactoren nu stofafhankelijk zijn geworden. De getalswaarden van de emissies kunnen, behalve voor het effluent van de RWZI's, soms fors anders uitpakken. Het verdient dan ook aanbeveling om de (beleidsmatige) implicaties van deze update tegen het licht te houden.

Dankbetuiging

De auteurs danken STOWA en stichting RIONED voor het ter beschikking stellen van emissiemetingen en gegevens uit de Benchmark Riolerings. Deze studie is gefinancierd door het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Referenties

1. RIONED, 2016. *Het nut van stedelijk waterbeheer*. Monitor gemeentelijke watertaken 2016. Stichting RIONED, Ede.
2. Deltares (2017). *Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet-aangesloten riolen, overstorten en IBA's*
3. Liefsting, E., Man, H. de (2017). *EmissieRegistratie afvalwaterketen. Achtergrondrapport bij de in 2017 geactualiseerde factsheet 'Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet-aangesloten riolen, overstorten en IBA's'*
4. STOWA (2016). *Regenwaterproject Almere; Volledige rapportage*. Rapport 2016-05B. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort.