

Emissiemodule als schakel tussen emissiegegevens en waterkwaliteitsmodellen

STOWA en Deltares hebben een emissie-instrument ontwikkeld dat de waterbeheerder ondersteunt bij het uitvoeren van bronnenanalyses en berekeningen voor emissiescenario's. Dit softwareproduct heet de Emissiemodule. Het voorziet in een koppeling tussen emissiedata en rekenmodellen. Hierbij kunnen bijvoorbeeld gegevens uit neerslagafvoermodellen en de landelijke databank EmissieRegistratie bewerkt worden en als invoer voor waterkwaliteitsmodellering worden toegepast. Een plaats- en tijdsafhankelijke analyse van stofstromen naar het oppervlaktewater is hierbij mogelijk.

Het reduceren van emissies van stoffen is een belangrijk aandachtspunt bij waterkwaliteitsbeheer. Voor het onderbouwen van eventueel te nemen maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren, is het maken van een goede analyse van de herkomst van stoffen binnen een stroomgebied van essentieel belang. In de praktijk blijkt het analyseren van de herkomst vaak een lastige opgave te zijn, mede omdat het zwaartepunt van de emissies verschuift in de richting van diffuse bronnen. Vanuit verschillende invalshoeken, waaronder de Kaderrichtlijn Water (KRW), bestaat bij waterbeheerders de behoefte aan een instrument dat op systematische wijze bronnen van verontreiniging op het oppervlaktewater in beeld kan brengen. In andere gevallen is er juist een gebrek aan data. Er is dus een duidelijke behoefte om de beschikbare gegevens te mobiliseren voor waterkwaliteits- en stofstroomanalyses. Tot nu toe ontbrak zo'n instrument. Daarom hebben STOWA en Deltares gezamenlijk de Emissiemodule ontwikkeld. De aansturing gebeurde door een begeleidingsgroep bestaande uit waterschappen en ingenieursbureaus. Met name Waterschap Rivierenland, ARCADIS en Grontmij speelden een actieve rol in het inbrengen van inhoudelijke kennis en het testen van de software.

De Emissiemodule kan informatie verzamelen over de bronnen van verontreinigende stoffen en daarmee de emissie van stoffen naar het oppervlaktewater berekenen. De data van de emissiebronnen komen van de landelijke databank van de EmissieRegistratie, eigen regionale emissiedata van de waterbeheerder (bijvoorbeeld effluentvrachten) en rekenregels op basis van emissiefactoren. De koppeling met complexe emissiemodellen op landelijke schaal, zoals STONE voor de uit- en afspoeling van nutriënten, verloopt via het inlezen van gegevens van de landelijke EmissieRegistratie.

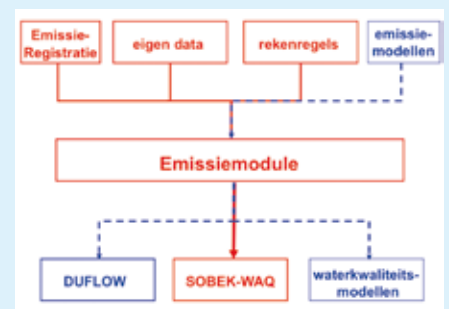
De Emissiemodule is een losstaand softwareproduct dat aan andere softwaresystemen gekoppeld kan worden. Het mobiliseert op eenvoudige wijze gegevens van een gebruiker, van de EmissieRegistratie en geografische informatie tot een overzichtelijk

netwerk van stofstromen. De modelresultaten kunnen zonder conversie als invoer dienen voor het waterkwaliteitsmodel van SOBEK. De Emissiemodule vult daarmee een schakelfunctie tussen emissiegegevens en waterkwaliteitsmodellen voor het oppervlaktewater. Het is een flexibel en gebruikersvriendelijk instrument, waarmee een stroomgebied relatief eenvoudig geschematiseerd kan worden. Hierdoor kan een waterbeheerder maatregelen onderbouwen om de waterkwaliteit te verbeteren.

In afbeelding 1 is geschetst hoe de emissiemodule als schakel fungeert tussen emissiegegevens (zie bovenaan) en waterkwaliteitsmodellen (zie onderaan). Alles in het rood is inmiddels operationeel; dat in het blauw nog niet. Zo is de koppeling met de waterkwaliteitsmodule van DUFLOW niet gerealiseerd, omdat DUFLOW tezamen met SOBEK binnen afzienbare termijn zal opgaan in een nieuw ééndimensionaal systeem. De andere blauwe blokken geven aan dat in de toekomst koppelingen gerealiseerd zullen worden met andere modelsystemen.

Naast het leggen van koppelingen met andere modellen is het zelfstandig toepassen van de emissiemodule ook een belangrijke toepassing. In dat geval maakt een gebruiker zelf een netwerk aan (handmatig of via GIS), waarop vervolgens emissies gedefinieerd en processen aan- of uitgeschakeld worden. Een schematisatie werkt in zo'n geval met vrachten die door het netwerk worden getransporteerd. De emissiemodule is zo opgezet dat verschillende tijdschalen mogelijk zijn, opdat de gebruiker zeer flexibel is in het opzetten van een emissieanalyse. Uitkomsten kunnen over verschillende knopen worden verzameld, zodat de herkomst kan worden geanalyseerd.

De mogelijkheid tot koppeling met SOBEK is een ander belangrijk voordeel. Als de gebruiker beschikt over een bestaand neerslagafvoermodel in SOBEK-RR, dan kan die schematisatie worden ingelezen. In de emissiemodule kan dit netwerk eventueel verder worden uitgebreid. De Emissiemodule maakt in dit geval gebruik van het in SOBEK-RR berekende watertransport als



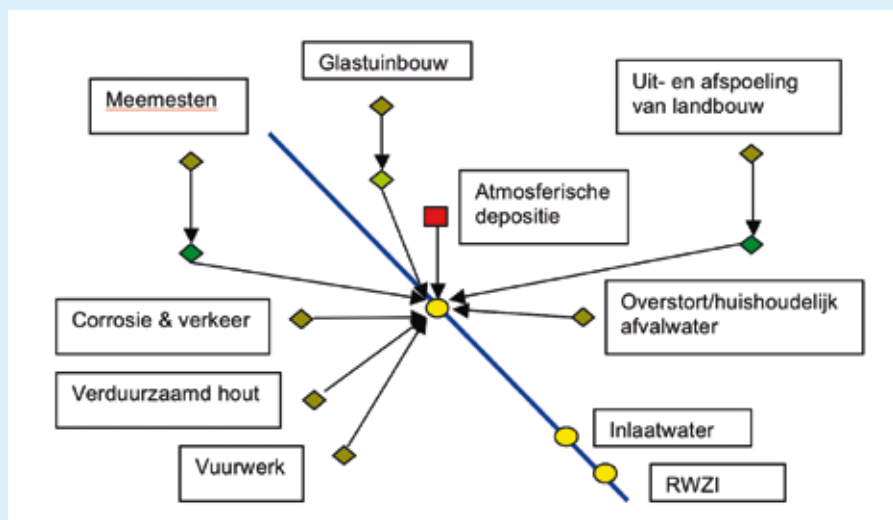
Afb. 1: De positie van de Emissiemodule.

basis voor de belasting van het waterkwaliteitsmodel.

In de Emissiemodule is het aantal stoffen in principe onbeperkt. Om het de gebruiker gemakkelijk te maken is een aantal stoffen voorgeprogrammeerd. Alle prioritare KRW stoffen kunnen geselecteerd worden in de Emissiemodule. Bovendien zijn veel stoffen uit waterkwaliteitsmodule SOBEK-WAQ beschikbaar. Na het opstarten van de Emissiemodule kan standaard uit 69 stoffen gekozen worden.

In de Emissiemodule worden tal van processen onderscheiden. Op hoofdlijnen vindt instroom van emissies uit andere knopen plaats en treedt productie en zuivering van stoffen op. Bovendien is accumulatie van emissies mogelijk. Voor vrijwel alle processen kan de gebruiker instellen of en hoe snel in de tijd deze processen plaatsvinden.

Tal van brontypes zijn mogelijk, waarbij onder andere onderscheid mogelijk is tussen emissies via waterafvoer van onverhard en verhard oppervlak. Ook kunnen de emissieoorzaken van de EmissieRegistratie meegenomen worden. De emissies kunnen tijdsafhankelijk (bijvoorbeeld dag of maandbasis) ingevoerd worden als vrachten of concentraties. Als uitvoer zijn tijdsafhankelijke grafieken mogelijk voor alle knopen van het netwerk. De uitvoer is op dag-, maand- of jaarbasis. Ook kunnen taart- en staafdiagrammen met vuilvracht naar herkomst worden geproduceerd. Op verschillende schaalniveaus worden de emissies opgeteld binnen deelgebieden. Dit is handig als men bijvoorbeeld de belasting van een bepaald



Afb. 2: De toegepaste bronnen binnen een afwateringseenheid.

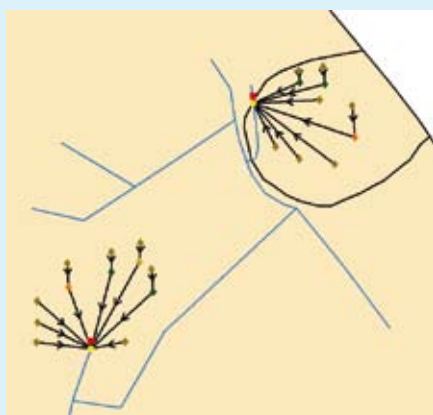
KRW-waterlichaam wil bepalen. De uitvoer van de Emissiemodule kan daarnaast als directe invoer dienen voor een SOBEK-waer-kwaliteitsmodel of geëxporteerd en verder bewerkt worden naar bijvoorbeeld Excel.

Een praktijkvoorbeeld: Alm en Biesbosch

De Emissiemodule is inmiddels voor enkele stroomgebieden toegepast. Voorbeelden hiervan zijn de Uithoornse polder, een deelgebied van het afstroomgebied Van Dam Van Brakel in de Bommelerwaard en de Zuider Legmeer polder. Hier bespreken we de schematisatie die opgezet is voor het deelstroomgebied Alm en Biesbosch. Waterschap Rivierenland is momenteel bezig met het opzetten van waterkwaliteitsmodellen in SOBEK-WQ voor de deelstroomgebieden van het eigen beheergebied. Hiervoor is het gewenst om eerst een modelschematisatie met de Emissiemodule op te bouwen waarin de bronnen van verschillende stoffen worden ingevoerd. De Emissiemodule moet de invoer genereren voor de waterkwaliteitsmodellen in de deelstroomgebieden. Daarnaast is het gewenst om emissieanalyses voor plannen, projecten en beleid uit te voeren met de Emissiemodule.

Alm en Biesbosch is één van de deelstroomgebieden waarvoor een waterkwaliteitsmodel zal worden opgezet. In 2008 is, als voorbereiding op het waterkwaliteitsmodel Alm en Biesbosch, een pilotstudie uitgevoerd

Afb. 3: Het Emissiemodule-netwerk.



met de Emissiemodule. Hierbij is de hele 'modellentrein' met succes toegepast. Dit betrof toepassing van een neerslagafvoermodel, koppeling met de Emissiemodule, inlezen van vrachten uit de EmissieRegistratie en eigen emissiedata van het waterschap en invoer genereren voor het waterkwaliteitsmodel van het oppervlaktewater. Uit een eerdere emissieanalyse bleek dat de grootste probleemstoffen in het deelstroomgebied Alm en Biesbosch stikstof en koper zijn. Verder wordt de grootste belasting veroorzaakt door uitspoeling vanuit de landbouw en waterinlaat. Daarnaast speelt het effluent van vier rwzi's een rol van betekenis. Het emissiemodel voor Alm en Biesbosch is opgesteld voor de stoffen fosfaat, stikstof, zink, koper en nikkel. Afbeelding 2 toont de verschillende bronnen die zijn toegepast, terwijl in afbeelding 3 is ingezoomd op een deelgebied van de modelschematisatie dat met de Emissiemodule voor Alm en Biesbosch is opgezet. Het oppervlaktewater is in blauw en de gele knopen zijn de verbindingsknopen tussen het Emissiemodule-netwerk en het waterkwaliteitsmodel voor het oppervlaktewater (in SOBEK-WAQ).

Alle emissies zijn op dagbasis ingevoerd in de Emissiemodule. Voor de invoer van het inlaatwater, de rwzi en de atmosferische depositie zijn maandelijks gemeten concentraties gebruikt van het waterschap en van het RIVM. Op basis van de debieten uit het SOBEK-RR- en SOBEK-CF-model worden de vrachten per dag berekend. Voor de uitspoeling vanuit de landbouw zijn emissiefactoren per gewas gebruikt. Deze emissiefactoren zijn afgeleid uit gegevens in de literatuur en op basis van het oordeel van deskundigen. Voor de overige bronnen is gebruik gemaakt van de jaarvrachten uit de EmissieRegistratie, die met behulp van de Emissiemodule zijn ingelezen en bewerkt. De EmissieRegistratie deelt 'Alm en Biesbosch' in vier afwateringseenheden in. In de eerste stap zijn de emissiedata van deze vier eenheden met behulp van de GIS-functionaliteit van de Emissiemodule verdeeld over 220 afwateringsgebieden in het model. In de tweede stap zijn de jaarvrachten gekoppeld

aan tijdfuncties. De tijdfunctie van uit- en afspoeling is gekoppeld aan het daggemiddelde neerslagoverschot van het landelijke gebied; de tijdfuncties van corrosie en verkeer zijn gekoppeld aan de daggemiddelde neerslag en de tijdfuncties voor meemesten en vuurwerk zijn afgeleid van het moment van toepassing. Voor de overige emissies is aangenomen dat ze constant in de tijd zijn. In het model voor Alm en Biesbosch zijn tijdfuncties gedefinieerd die per stof en per bron verschillen. Afbeelding 4 geeft een voorbeeld van de ingevoerde tijdfuncties voor afspoeling landbouw en meemesten.

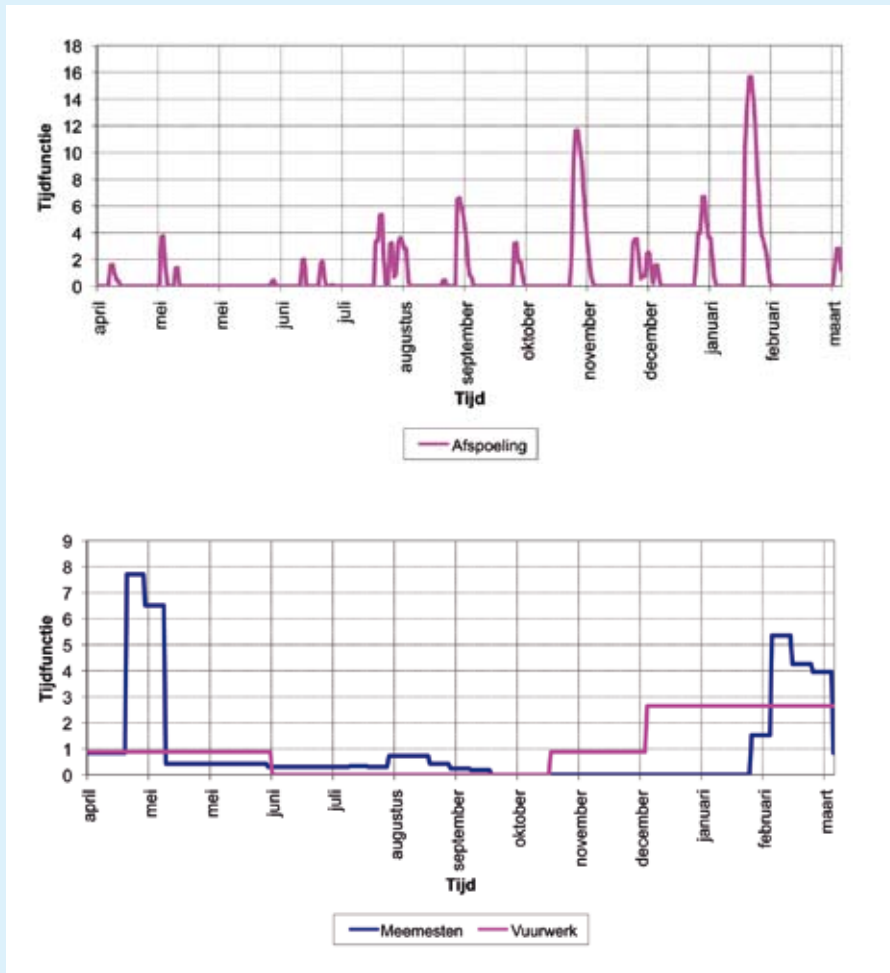
De Emissiemodule berekent voor elke knoop en elk deelgebied de emissie op dagbasis. Daardoor geeft ze inzicht in de dynamiek van de emissies in tijd en ruimte. Afbeelding 5 laat de tijdsafhankelijke uitvoer op dagbasis zien voor de emissies van koper en totaal stikstof bij een knoop voor onverhard landelijk gebied. Deze knoop representeert de afspoeling vanuit de landbouw. De vrachten van beide stoffen volgen de tijdsvariatie van de bijhorende tijdfunctie. Wanneer geen afspoeling van water plaatsvindt in de richting van het oppervlaktewater, vinden geen emissies plaats. Voor een emissieanalyse kan de verdeling van de vuilvracht naar herkomst worden aangegeven in een taartdiagram voor een bepaald tijdsinterval. Hiervoor wordt via ArcGIS een willekeurig gebied geselecteerd. Afbeelding 6 geeft het deelgebied 'Hagoort hoog' weer. Deze figuur laat zien dat de Emissiemodule alle ingevoerde bronnen onderscheidt. Voor verdere details van de berekende emissies met het model voor Alm en Biesbosch verwijzen wij naar de rapportage hierover*.

Resumé

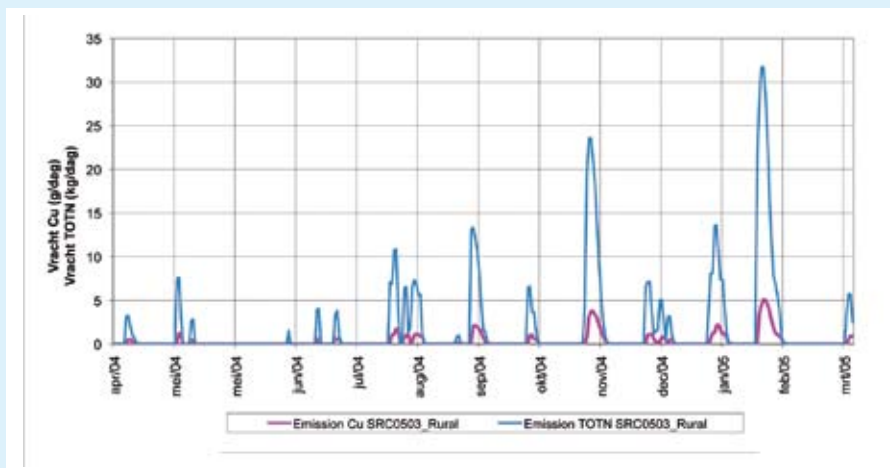
Uit het praktijkvoorbeeld Alm en Biesbosch blijkt dat de Emissiemodule goed werkt in combinatie met een SOBEK-RR-model en de EmissieRegistratie. De emissieberekening met de Emissiemodule geeft inzicht in de dynamiek van de emissies in de tijd bij voorbeeld op dag- of seizoenbasis, en ondersteunt bij het genereren van randvoorwaarden voor het waterkwaliteitsmodel SOBEK-WAQ. Ten slotte helpt de Emissiemodule in het maken van analyses van herkomst van vrachten. Dit kan gedaan worden voor het hele studiegebied, een deelstroomgebied of een KRW-waterlichaam. Samenvattend, de Emissiemodule heeft een duidelijke meerwaarde ten opzichte van bijvoorbeeld een berekening met een spreadsheet, dat in de praktijk regelmatig wordt toegepast. Dit geldt ook wanneer de Emissiemodule niet gekoppeld is aan een waterkwaliteitsmodel.

Toekomst

In het huidige instrument is een koppeling met het modelsysteem SOBEK gerealiseerd, waarbij tevens landelijke gegevens uit de EmissieRegistratie of eigen emissiedata kunnen worden ingelezen. In de toekomst zijn koppelingen met andere modellen voorzien, zoals de KRW-Verkenner, NUSWA en meerdi-

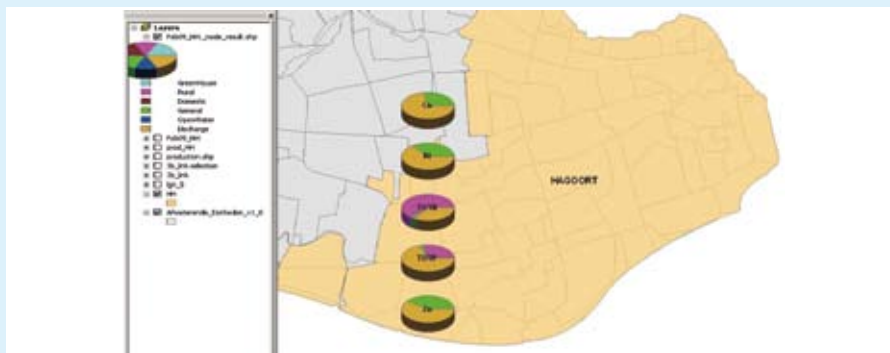


Afb. 4: Tijdfunctie afspoeling landbouw (l.) en meemesten (r.).



Afb. 5: Emisies van koper en totaal stikstof uit afspoeling in een onverhard landelijk gebied.

Afb. 6: De vracht naar herkomst in Hagoort hoog.



mentionale systemen zoals Delft3D. Tevens is het doel de Emissiemodule op termijn onder te brengen bij het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium - Waterkwaliteit, dat het gezamenlijke modelinstrumentarium is van een aantal kennisinstituten in Nederland. Momenteel wordt een nieuw software-instrumentarium ontwikkeld dat de drie belangrijkste éédimensionale modelsystemen in Nederland gaat vervangen. Dit betreft SOBEK-RE (Rijkswaterstaat), SOBEK-River (Deltares) en DUFLOW. De Emissiemodule zal ook aangesloten worden op dit nieuwe modelinstrumentarium.

Reinaldo Peñailillo
en Erik de Goede (Deltares)
Hella Pomarius (Waterschap Rivierenland)
Rijkje van de Weerd (ARCADIS)
Mattijs Hehenkamp (Grontmij)
Michelle Talsma (STOWA)

Alle waterschappen en Rijkswaterstaat kunnen de Emissiemodule kosteloos aanschaffen. Wel dient men een beheer- en onderhoudscontract af te sluiten. Hiervoor wordt via een helpdesk ondersteuning geboden bij onder andere gebruikersvragen en bij nieuwe uitgaven. Anderen kunnen de Emissiemodule tegen betaling aanschaffen. Inmiddels is de Emissiemodule officieel gelanceerd en daarmee beschikbaar gekomen voor gebruikers. Op 11 maart aanstaande zal voor de eerste keer de cursus Emissiemodule plaatsvinden, die in de toekomst minimaal één keer per jaar herhaald zal worden.

Voor aanvullende informatie over de Emissiemodule kunt u contact opnemen met Edward Melgers (088) 335 85 50.

NOTEN

* Penailillo R. en C. Bak (2009). Emissiemodel voor Alm en Biesbosch. Pilot case van de Emissiemodule. Deltares. Rapport Q4627.