



Astrid Driesprong, Witteveen+Bos  
 Paul Paulus, Rijkswaterstaat Zeeland  
 Jos Goossen, Waterschap Zeeuws-Vlaanderen  
 Erik de Bruine, Witteveen+Bos

# KRW-verkenner toegepast op de wateren in Zeeuws-Vlaanderen

**De KRW-verkenner is een instrument waarmee maatregelen voor de Kaderrichtlijn Water kunnen worden afgewogen. Voor de oppervlaktewateren van Zeeuws-Vlaanderen is hiermee nagegaan hoe effectief emissiereducerende maatregelen voor nutriënten en zware metalen kunnen zijn. De modelberekeningen geven aan dat het huidige mestbeleid weinig effectief is. Maatregelen op de rioolwaterzuiveringen lijken kansrijk in die wateren waarop de rwzi's uitkomen, al zijn de vrachtreducties naar de Westerschelde nooit meer dan 20 procent. Het uitvoeren van maatregelen in België blijkt zeer effectief voor de wateren die gevoed worden door oppervlaktewater uit België.**

**B**innen het onderzoeksprogramma *Leven met Water* ontwikkelden Rijkswaterstaat Waterdienst, STOWA, het Waterloopkundig Laboratorium, waterschappen en ingenieursbureaus de KRW-verkenner (zie kader). In H<sub>2</sub>O is al eerder gepubliceerd over de toepassingen ervan in de Gelderse Vallei<sup>1)</sup> en West-Brabant<sup>2)</sup>. In dit artikel wordt de toepassing beschreven voor de wateren in Zeeuws-Vlaanderen. Het project is uitgevoerd in opdracht van Projectbureau Kaderrichtlijn Water Schelde met medewerking van Rijkswaterstaat Zeeland en Waterschap Zeeuws-Vlaanderen. Doel van het project is om meer inzicht te krijgen in de effecten van emissiereducerende maatregelen op de waterkwaliteit.

Effecten op de ecologische kwaliteit zijn niet meegenomen.

## Definitiefase

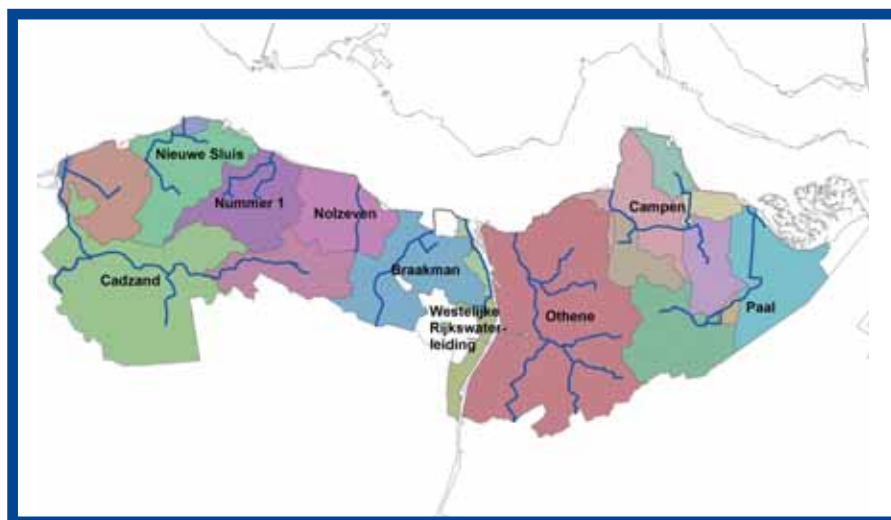
In de definitiefase zijn in overleg met het projectteam keuzes gemaakt wat betreft stofselectie, detailniveau, afbakening van het gebied en selectie van maatregelen. De stofselectie is gebaseerd op normoverschrijdingen in de regionale wateren. Normoverschrijdingen in de Westerschelde zijn minder relevant, omdat de invloed van de regionale wateren op de Westerschelde te verwaarlozen is ten opzichte van de bijdrage van de Schelde. Uit toetsingen van 2005 komen als normoverschrijdende stoffen naar voren:

nutriënten (fosfor en stikstof), zware metalen (cadmium, lood, kwik, chroom, koper en zink) en bestrijdingsmiddelen (aldicarb, kresoxim-methyl, som maneb en zineb, metribuzin, monolinuron, propoxur, thiram, trifenyltin). Van de laatste groep zijn de meeste reeds verboden.

In dit artikel gaan we niet in op de uitwerking van bestrijdingsmiddelen, onder meer omdat ze niet met de KRW-verkenner kunnen worden geanalyseerd (piekbelasting is niet terug te zien in halfjaargemiddelden). PAKs blijken de norm niet te overschrijden; ze zijn gemeten in de waterfase. Het detailniveau van de toepassing is

De KRW-verkenner is een hulpmiddel bij de afweging van maatregelen voor de Kaderrichtlijn Water, zowel wat betreft stofconcentraties als de ecologische toestand in oppervlaktewater. Met het instrument kunnen maatregelpakketten op kosteneffectiviteit worden beoordeeld zonder gebruik te hoeven maken van complexe modellen. De effecten van maatregelpakketten worden op GIS-kaarten gevisualiseerd ter ondersteuning van de communicatie met bestuurders en belanghebbenden. Door maatregelen aan- of uit te zetten kan vrij eenvoudig worden beoordeeld hoeveel effect de maatregelen zullen hebben in het gebied.

**Afb. 1: KRW-waterlichamen en het bijbehorend afwateringsgebied.**



voornamelijk gebaseerd op de negen waterlichamen. Daarbij is een verfijning gemaakt als sprake is van een grote puntlozing op het oppervlaktewater of een stuw die in de zomer een waterscheiding betekent. In totaal worden in de studie 20 eenheden onderscheiden. Bij elk waterlichaam hoort een bepaald afwateringsgebied (zie afbeelding 1). De afbakening van het gebied komt overeen met de beheersgrenzen van het waterschap.

Globaal zijn in de studie drie typen maatregelen onderscheiden: maatregelen in de landbouw, maatregelen in België en maatregelen bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties. Wat betreft de landbouw zijn scenario's beschikbaar van het huidige (aangescherpte) mestbeleid, voor 2003, 2015 en 2030. Dit zijn scenario's die zijn berekend met het STONE-model, een landelijk model van Alterra dat de uit- en afspoeling van landbouwgronden berekent. Opgemerkt moet worden dat dit nog niet de evenwichts-bemesting inhoudt. Bovendien bevatten deze scenario's nog geen grote emissie-reducties. Alterra werkt momenteel aan nieuwe mestscenario's, maar die zijn nog niet beschikbaar.

Voor aanvullende landbouwmaatregelen kan worden gedacht aan het randenpakket, zoals de bemestingsvrije en teeltvrije zone en gebruik van vanggewas. Deze maatregelen zijn waarschijnlijk effectief voor bestrijdingsmiddelen maar minder voor nutriënten, omdat uitspoeling van nutriënten voornamelijk plaatsvindt via drains. De invloed van België is in een aantal scenario's onderzocht. Opgenomen zijn 10, 25 en 50 procent vrachtreductie vanuit België. Een analyse van bijbehorende, specifieke maatregelen in België is niet gemaakt, maar ook in het afvoerende Belgische deel is landbouw de belangrijkste nutriëntenbron. Royal Haskoning heeft de effecten van aanvullende zuivering van effluënten van rwzi's in het Scheldegebied onderzocht<sup>3)</sup>. Hierbij is gebruik gemaakt van de varianten basis, beperkt, fors en maximaal (in het landelijke traject wordt inmiddels alleen nog maar de variant basis en aanvullend gebruikt).

De basisvariant is uitvoering van het huidige beleid, inclusief de Europese richtlijnen. De maximale variant is het bereiken van de doelen. Daartussen zitten een beperkte en forse variant van wat beleidsmatig gezien nog acceptabel is. Men heeft voor de afzonderlijke rwzi's bepaald welke aanvullende zuivering mogelijk is en welke effecten dit heeft op de effluentvracht. In de KRW-verkenner zijn deze varianten opgenomen als maatregelpakketten die op alle rwzi's tegelijk aangrijpen. Daarnaast is door het waterschap een strategie-studie uitgevoerd naar de optimalisatie van de beheerssituatie van de rwzi's, waarbij rekening is gehouden met de KRW-aspecten<sup>4)</sup>. Deze zijn als afzonderlijke maatregelen per rioolwaterzuivering of als pakket aan te zetten.

De kosten van de rwzi-maatregelen van de scenariostudie zijn ingeschat door Royal Haskoning<sup>3)</sup>: de exploitatiekosten variëren van een tot zes miljoen. Het waterschap heeft kostenschattingen gemaakt van de strategiestudie van rwzi's: de exploitatiekosten

bedragen voor beide scenario's 3,5 miljoen. De kosten van het huidige mestbeleid en de maatregelen in België zijn niet bekend.

### Opbouwfase

In de opbouwfase is eerst een schematisatie gemaakt van de waterlichamen en bronnen in het gebied. Alle negen waterlichamen monden via sluisen of gemalen uit in de Westerschelde (zie afbeelding 1). De waterlichamen Braakman en Othene worden gevoed vanuit België, de stroomgebieden van de overige waterlichamen liggen volledig binnen Nederlands gebied. In het gehele gebied grenzend aan de Westerschelde komt kwel voor. In het dekzandgebied in het zuidwesten en het zuidoosten van het gebied is de kweldruk lager. Het landgebruik is overwegend landbouw (akkerbouw). Er bevinden zich ook enkele stedelijke kernen in het gebied, waarvan Terneuzen de grootste is. In het gebied zijn zeven rwzi's aanwezig en twee grote industriële lozers. Zij lozen op binnenwater.

Het oppervlaktewater in Zeeuws-Vlaanderen wordt gevoed met water uit puntbronnen (rwzi's en bedrijven) en diffuse bronnen (neerslag). Daarnaast is er aanvoer vanuit België. De debieten van de rwzi's zijn gemeten en dus vrij nauwkeurig. Voor de lokale aanvoer van water is gebruik gemaakt van berekeningsresultaten van het landelijke grondwatermodel Mozart. Dit model berekent hoeveel neerslag en kwel in bepaalde periodes richting het oppervlaktewater gaat, waarbij wordt uitgegaan van een fictief gemiddeld weerjaar. De posten zijn onderverdeeld in kwel, ondiepe drainage (neerslag dat via polders in oppervlaktewater terecht komt), directe neerslag in het oppervlaktewater, wegzijging en verdamping. Aan de grens met België worden geen debieten gemeten. Hier moet de wateraanvoer geschat worden. De instroming vanuit België is afgeleid van de Mozart-berekeningen door gebruik te maken van de afwaterende oppervlakte.

Belangrijke vraag is in hoeverre het landelijk model Mozart te gebruiken is voor de specifieke situatie in Zeeuws-Vlaanderen. Om de waarde van de getallen te toetsen, is een vergelijking gemaakt met de neerslag en verdamping in Zeeuws-Vlaanderen volgens de KNMI-meetstations en de kwel volgens een inschatting van het waterschap. De neerslag uit Mozart blijkt goed overeen te komen met de gemeten neerslag. Over de periode 1971-2000 is 2,7 procent minder neerslag gemeten (KNMI-normalen). Dit is slechts een klein verschil. De vergelijking van de kwel is minder eensluidend: een eerste inschatting van de kwel door het waterschap blijkt veel hoger dan de kwel berekend in Mozart. Besloten is om de kwel uit het landelijk model te gebruiken.

### Acceptatiefase

Bij de kalibratie zijn de berekende uitgeslagen debieten vergeleken met de metingen van gemalen van 2004. De jaarbalans komt goed overeen met de metingen. De verdeling tussen zomer en winter is echter nog niet goed. In de zomer

stroomt minder water af naar de Westerschelde dan berekend en in de winter meer. Mogelijk is er in de zomer ook meer kwel dan berekend wordt met het landelijk model. Momenteel lopen diverse studies naar de hoeveelheid kwel in het Scheldegebied, maar resultaten hiervan zijn nu nog niet beschikbaar. Het verschil is opgevangen door een term toe te voegen aan de KRW-Verkenner die water wegneemt in de zomer en weer toevoegt in de winter. Op deze manier is de verdeling tussen zomer en winter afgeregeld. De waterbalans is na bovengenoemde aanpassingen voldoende nauwkeurig en wordt geaccepteerd door het waterschap.

Vervolgens is een bronnenanalyse uitgevoerd voor stikstof, fosfor, cadmium, chroom, koper, kwik, lood en zink. Voor stikstof, koper en zink kan een sluitende balans worden opgesteld. Voor fosfor is een aanname gedaan voor extra fosfaatbelasting vanuit kwel en daarnaast is nog een bron 'onbekend' toegevoegd. Deze bron levert 25 tot 50 procent van de totale fosforbelasting. Met deze aanpassingen is het toch mogelijk om een sluitende balans te krijgen. De grootste bronnen van nutriënten vormen uitspoeling uit landbouwgronden en de instroming vanuit België. De grootste bronnen voor koper en zink zijn de effluënten van de rwzi's en de uitspoeling van landbouwgronden. Voor cadmium, chroom, lood en kwik is het niet mogelijk om een sluitende balans op te stellen; er lijken bronnen te ontbreken. De bronnen zijn als volgt bepaald: de vracht die instroomt via België, is bepaald door concentratiemetingen van het waterschap aan de grens te vermenigvuldigen met het debiet. De effluënten van de rwzi's zijn afkomstig uit de Emissieregistratie (zware metalen) en opgave van het waterschap (nutriënten). Overige puntbronnen komen uit de Emissieregistratie. De uit- en afspoeling van landbouwgronden is afkomstig uit STONE.

Voor de kalibratie van de stoffenbalans zijn metingen beschikbaar op alle negen uitstroompunten. Gezocht is naar de kleinste gemiddelde afwijking over alle negen punten. De kalibratieparameters zijn de retentie in de afwateringsgebieden (haarvaten) en de retentie in de gedefiniëerde waterlichamen zelf. In de afwateringsgebieden wordt meer retentie verwacht dan in de waterlichamen. Het water stroomt daar langzamer en er is meer oevervegetatie aanwezig. De retentie in de afwateringsgebieden is daarom ongeveer twee keer zo hoog genomen als in de waterlichamen. De retentie is opgenomen in tabel 1.

Tussen de verschillende deelstroomgebieden is geen onderscheid gemaakt in retentie. Uit een analyse van de verblijftijden van het water blijkt namelijk dat de verblijftijden overal vergelijkbaar zijn. De waterkwaliteit kan met de KRW-verkenner goed worden gesimuleerd. Alleen in de Westelijke Rijkswaterleiding wijken de berekende concentraties sterk af van de gemeten concentraties, mogelijk doordat niet frequent

genoeg gemeten wordt om de bijdrage vanuit twee puntbronnen (rwzi Terneuzen en de industrie) goed mee te nemen. Verder worden in het westen in de winter de concentraties soms iets onderschat. Het projectteam accepteert de stoffenbalans, zodat kan worden overgegaan op de toepassingfase.

### Toepassingsfase

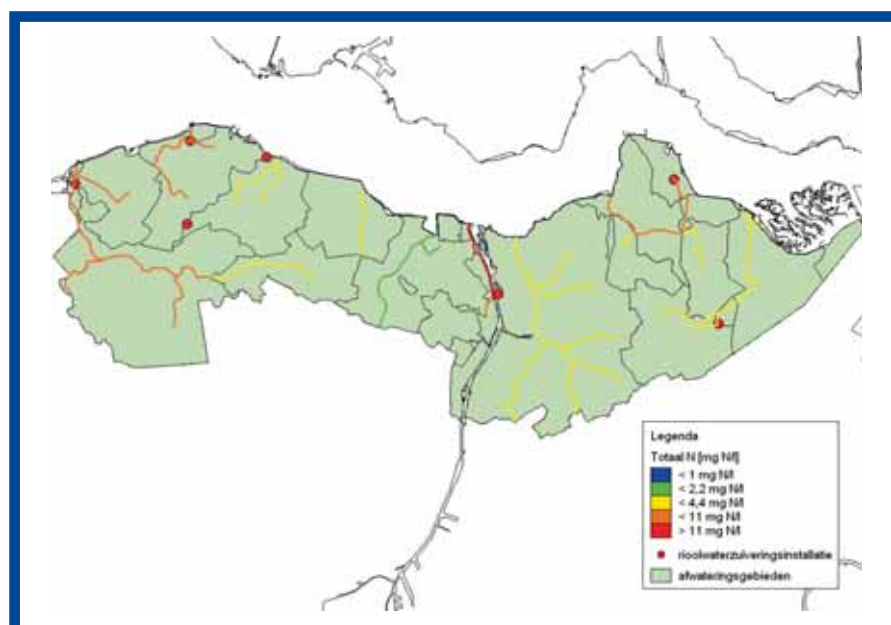
De resultaten van de berekeningen zijn voor de waterlichamen Othene en Campen als voorbeeld opgenomen voor stikstof in tabel 2.

Het blijkt dat de KRW-verkenner toegepast kan worden voor emissiestudies naar nutriënten en koper en zink. Voor de overige stoffen zijn de balansen niet sluitend. Voor fosfor is wel een aanname gedaan voor extra fosfaatbelasting vanuit kwel en daarnaast is nog een bron 'onbekend' toegevoegd. De resultaten zijn tijdens een bijeenkomst bij het waterschap gepresenteerd. De modelberekeningen geven aan dat het huidig (aangescherpte) mestbeleid weinig effectief is, maar kanttekening hierbij is dat nog niet de meest verregaande variant van evenwichts-bemesting is meegenomen, omdat deze nog niet beschikbaar is. Slechts in Cadzand en Nolzeven wordt een significant effect berekend voor stikstof. Het uitvoeren van maatregelen in België is zeer effectief bij Braakman (70 procent van de totale afvoer is afkomstig vanuit België) en in minder mate ook bij Othene. Ter illustratie is in afbeelding 2 het resultaat opgenomen van 50 procent emissiereductie in België. Daarbij is het waterlichaam Braakman groen geworden in plaats van geel (voldoet aan MTR in plaats van tussen één en twee maal het MTR). De afname bij Othene is niet zodanig dat sprake is van een klasse-overgang.

De rwzi-maatregelen blijken het meest effectief voor de waterlichamen Nieuwe Sluis, Nummer 1 en Campen. Zowel de generieke rwzi-maatregelen als de maatregelen uit de strategiestudie zijn vooral significant in het zomerhalfjaar, waarin weinig uit- en afspoeling van landbouwgronden plaatsvindt. Tijdens de presentatie van de studie bij het waterschap is geconstateerd dat men de KRW-verkenner een zinvol instrument vindt, maar dat het nut nog groter zou zijn als een compleet beeld kan worden gegeven van alle mogelijke maatregelen, waaronder inrichtingsmaatregelen en maatregelen zoals het baggeren van de waterbodem.

### LITERATUUR

- 1) Cremers N., A. Jeuken en B. Enserink (2006). KRW-verkenner getest in Gelderse Vallei en het Eemmeer: beleidsondersteuning voor de Kaderrichtlijn Water. H<sub>2</sub>O nr. 4, pag. 20.
- 2) De Bruine E., A. Németh, P. Boers, V. van den Berg en J. Icke (2007). Ervaringen met toepassing KRW-verkenner in West-Brabant. H<sub>2</sub>O nr. 11, pag. 13.
- 3) Royal Haskoning (2006). KRW-maatregelen voor rwzi's die lozen op het stroomgebied van de Schelde. Rapport 9R7591.
- 4) Royal Haskoning (2005). Strategiestudie afvalwaterketen waterschap Zeeuws-Vlaanderen. Rapport 9R0567.A0.



Afb. 2: Berekeningsresultaten KRW-verkenner, weergegeven in een GIS-kaart.

Tabel 1: Retentiewaarden.

	retentie zomer (%)		retentie winter (%)	
	waterlichaam	afwateringsgebied	waterlichaam	afwateringsgebied
stikstof	10	25	5	10
fosfor	20	40	10	20
koper	20	50	5	5
zink	25	50	10	20

Tabel 2: Stikstofvracht (in ton per jaar, en relatieve vrachtreductie) naar Westerschelde vanuit twee waterlichamen in Zeeuws-Vlaanderen.

	huidig	mest beleid	België (10%)	België (25%)	België (50%)	rwzi basis+	rwzi beperkt	rwzi fors	rwzi maximaal	rwzi optimum 1	rwzi optimum 2
Othene	276.3	266.7 (3.5%)	266.8 (3.4%)	252.6 (8.6%)	229.4 (17%)	276.3 (0%)	276.3 (0%)	276.3 (0%)	276.3 (0%)	276.3 (0%)	276.3 (0%)
Campen	154.0	154.1 (0%)	154.1 (0%)	154.1 (0%)	154.1 (0%)	154.1 (0%)	150.1 (2.5%)	150.1 (2.6%)	148.6 (3.5%)	119.7 (22%)	119.7 (22%)