

E. De Deckere¹,
C. Van Liefferinge¹, V. Leloup¹,
C. Schmitt¹, J. Bakker²,
W. Brack³ en P. Meire¹

MODELKEY helpt effecten van contaminanten op het zoetwater- en mariene milieu en de biodiversiteit te beoordelen en voorspellen

¹ Universiteit Antwerpen,
Onderzoeksgroep
Ecosysteembeheer

² RIKZ, Rijkswaterstaat,
Haren, Nederland

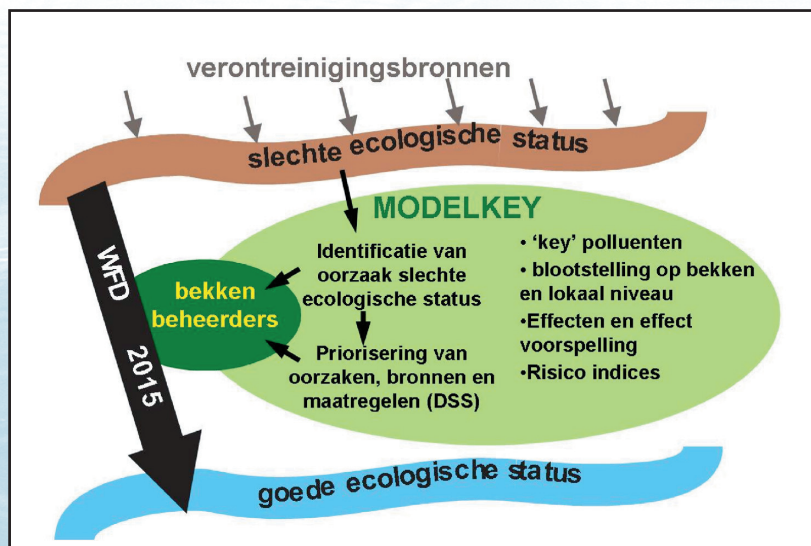
³ Centrum voor milieu onderzoek
(UFZ), Leipzig-Halle, Duitsland

Een slechte ecologische toestand en een gereduceerde biodiversiteit van zowel zoetwater- als mariene ecosystemen wordt naast een verminderde habitatkwaliteit en eutrofiëring mede veroorzaakt door chemische stress ten gevolge van contaminanten. Voor het stellen van een betrouwbare diagnose en het voorspellen van de toxische impact op het aquatische ecosysteem is er nood voor een goede identificatie van de effectieve stress factoren en voor betrouwbare identificatie van de oorzaak-effect relaties tussen chemische verontreiniging en de afname van de biodiversiteit. Binnen het Europese onderzoeksproject Modelkey wordt er getracht om hierin meer inzicht te krijgen met behulp van zowel bestaande als nieuw te ontwikkelen methodes. Deze methodes worden zowel getest op bekkenniveau als op locatie niveau. Op bekkenniveau wordt er gekeken naar de Elbe, Llobregat en de Schelde. Hierbij wordt op basis van monitoringsgegevens een analyse gedaan van de belangrijkste karakteristieken op basis waarvan een eerste inschatting wordt gemaakt van het effect van contaminatie in vergelijking met het effect van andere stress factoren. Aanvullend wordt er op diverse locaties in de drie bekkens gekeken naar het effect van specifieke verontreinigingsbronnen.

Inleiding

De Kaderrichtlijn Water legt de Europese lidstaten de resultaatsverplichting op dat in 2015 alle natuurlijke waterlichamen een 'goede chemische en ecologische kwaliteit' hebben. Voor de sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen kan worden volstaan met een 'goed ecologisch potentieel'. In de beoordelingsprocedure spelen in grote lijnen drie criteria een hoofdrol: de chemische kwaliteit, de biologische kwaliteit en de hydromorfologische ingrepen. Zowel de chemische als de biologische kwaliteit wordt in hoge mate bepaald door de aanwezigheid van vreemde (toxische) stoffen in de waterkolom en het sediment. Bij de beoordeling van de huidige toestand van de waterlichamen en de inschatting van de kans dat 'de goede toestand' in 2015 wel of niet zal kunnen worden gehaald, zijn de gemeten concentraties in kaart gebracht van enkele tientallen

Figuur 1: Het project Modelkey als tool voor de bepaling van de toxische stressoren voor de ecologische status.

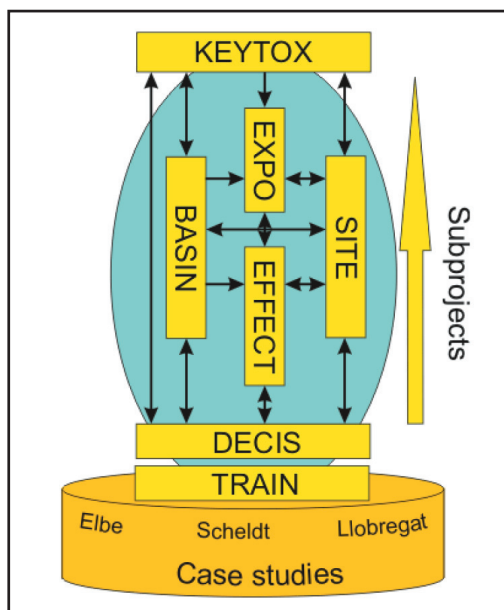


stoffen. Dit zijn stoffen die al lang bekend zijn en waarvoor ook al jaren monitoringsprogramma's lopen. De vraag dringt zich op of dit voldoende is, immers: terwijl de 'oude' toxische stoffen met tal van maatregelen worden uitgebannen, dienen zich vrijwel dagelijks nieuwe stoffen aan. De internationaal gecoördineerde bibliotheek van beschreven stoffen bevat al zo'n 200.000 records. Het zou dus kunnen zijn dat de Europese lidstaten aan de hand van de tot nu toe gebruikte parameters hun stoffenconcentraties in oppervlaktewater binnen de normen brengen, maar dat onder invloed van andere stoffen noch de chemische, noch de ecologische kwaliteit goed is. Dit probleem is al langer bekend, maar naarmate de implementatie van de KRW vordert, wordt het prangender. De EU-lidstaten hebben met elkaar de kwaliteitsdoelen voor 2015 afgesproken en zijn eraan gehouden 'alles in het werk te stellen' om deze doelen te halen. Mede om die reden heeft zowel de Europese Commissie als een aantal lidstaten in 2003 enthousiast gereageerd op het onderzoeksvoorstel Modelkey van een internationaal samenwerkende groep van kennisinstututen, waarvan ook Universiteit Antwerpen deel uitmaakt. Het voorstel pleitte voor een 'multi-disciplinaire ontwikkeling van voorspellende modellen en state of the art-technieken om (risico op) effecten door stoffen te evalueren en de schuldige stoffen te identificeren' (figuur 1). In het consortium zitten tien universiteiten, twaalf (semi)overheidsinstututen en drie kleine ondernemingen verspreid over twaalf EU-lidstaten en Rusland.

Doelstelling van Modelkey

In het project Modelkey worden methodes ontwikkeld die zowel op stroomgebied- als op lokaal niveau gebruikt kunnen worden om te bepalen wat de belangrijkste (toxische) stressoren zijn die een mindere ecologische status veroorzaken of welke effecten er verwacht kunnen worden ten

Figuur 2: De zeven deelprojecten in Modelkey.



gevolge van bepaalde pollutanten. De ondersteunende methodes en modellen die het project wil ontwikkelen, moeten uiteindelijk dienstbaar en ondersteunend zijn voor besluitvormingsprocessen in de nationale en internationale beleidsontwikkeling. Ze moeten betrekking hebben op complete stroomgebieden en generiek zijn, dus op elk stroomgebied toepasbaar. Het project zal daarvoor verschillende kennisgebieden integreren en innovatief zijn.

Om overzichtelijke samenwerkingsverbanden te verkrijgen is Modelkey ingedeeld in zeven subprojecten (figuur 2). Twee daarvan, (BASIN en KEYTOX) houden zich bezig met de diverse domeinen van gegevensinvoer: respectievelijk veldgegevens, procesparameters en stoffenidentificatietechnieken. In BASIN wordt een uniforme gegevensdatabank aangelegd die zowel monitoringsgegevens bevat als gegevens verzameld binnen het subproject SITE. In KEYTOX wordt een database aangelegd van geïdentificeerde stoffen, die een aangetoond effect hebben op biota, in dit geval bio-assays, met al hun karakteristieken. De feitelijke modelontwikkeling heeft een centrale positie en omvat twee subprojecten: EXPO en EFFECT. Het eerste ontwikkelt modellen voor het facet 'blootstelling aan stoffen' en het risico op verspreiding van deze stoffen, het ander brengt de (eco)systeemeffecten in beeld. In het subproject SITE worden veld- en labogegevens verzameld ter ondersteuning van de andere subprojecten, zodat de modellen getoetst kunnen worden op locaties waar een effect wordt verwacht t.g.v. toxische stoffen. Het subproject DECIS heeft een ondersteunende functie voor besluitvormingsprocessen. Tot slot herbergt het subproject TRAIN alle activiteiten op het gebied van communicatie: workshops, cursussen, conferenties, training van mensen die met de modellen moeten werken en, vooral ook, de communicatie met de eindgebruikers. Hiertoe wordt in het Scheldebekken jaarlijks in januari een eindgebruikersbijeenkomst georganiseerd tussen de Modelkey partners en waterbeheerders die werken in het Scheldebekken.

Bekkenniveau

De methoden en modellen die ontwikkeld worden, worden in eerste instantie ontwikkeld en getest op gegevens van een drietal stroomgebieden, die verschillende eco-regio's van Europa vertegenwoordigen. Een groot stroomgebied gelegen in centraal Europa, de Elbe (Tsjechië en Duitsland), en twee kleinere stroomgebieden namelijk een typisch mediterrane stroomgebied, de Llobregat (Spanje), en een Noord-west Europees stroomgebied met een grote estuariene zone en sterke interactie met de kustwateren, de Schelde (Frankrijk, België en Nederland). Alle drie de stroomgebieden zijn gelegen in gebieden met grote antropogene druk. Het water in alle drie de stroomgebieden is gedurende vele decennia verontreinigd door industriële effluënten, huishoudelijk afvalwater en diffuse drainage uit landbouwgebieden. In de Elbe en de Schelde hebben veel van deze contaminanten zich gehecht aan de daarin aanwezige fijne sedimenten. In het Llobregat bekken bestaat de waterbodem voornamelijk uit rotsen en grind.

Op basis van de monitoringsdata die er beschikbaar zijn voor de drie bekkens worden eerste analyses uitgevoerd om te kijken wat het aandeel is van chemische stress op de ecologische status, om te bepalen welke de dominante pollutanten zijn in de waterkolom en in het sediment en om te kijken naar de impact van de pollutanten op de biodiversiteit in de verschillende bekkens. Aangezien de beschikbare monitoringsdata voor het Scheldebekken vele malen groter zijn dan die van de andere bekkens is besloten om enkel de data te gebruiken van de subbekkens van de Boven-schelde, Benedenschelde, Dijle en Zenne, Nete, Demer en Dender uit de periode 2000-2004 en de data van de Westerschelde.

'Hotspots' in het Scheldebekken

In de drie stroomgebieden zijn een aantal zogenaamde 'hotspots' geselecteerd op basis van de monitoringsdata of op basis van onderzoeksprojecten die er eerder zijn uitgevoerd door een van de partners. Gedurende de duur van het project zal op deze locaties diepgaand onderzoek gebeuren naar de effecten van bepaalde lozingsbronnen. Argumenten voor de selectie van de 'hotspots' waren:

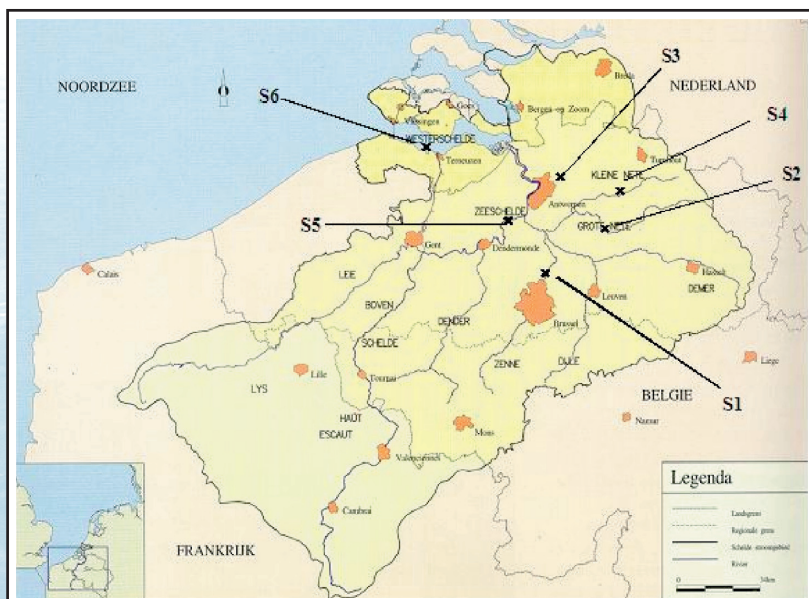
- Aanwezigheid van een complexe mengeling van contaminanten: in het subproject KEYTOX worden methoden ontwikkeld, zoals 'Toxicity Identification and Evaluation' (TIE) en 'Effect directed analysis' (EDA), die helpen bepalen welke stoffen verantwoordelijk zijn voor bepaalde toxische effecten.
- Aanwezigheid van een complexe mengeling van contaminanten, maar desondanks biota toch aanwezig: informatie van dit type locaties wordt gebruikt binnen de subprojecten EXPO en EFFECT, waar bioaccumulatie en -magnificatie gemodelleerd worden.
- Een vervuilinggradient: in het subproject SITE wordt gekeken of er met de afname van de ver-

vuiling ook daadwerkelijk een verbetering wordt waargenomen in de levensgemeenschap.

- d) Aanwezigheid van een arme biologische levensgemeenschap en duidelijke toxicologische effecten zonder dat er een duidelijke aanwijzing is dat er toxische stoffen aanwezig zijn: de methoden TIE en EDA, ontwikkeld in het subproject KEYTOX moeten het mogelijk maken om aan te tonen of deze effecten worden veroorzaakt door onbekende stoffen.
- e) Verwachte verandering in de komende jaren ten gevolge van veranderde hydraulische omstandigheden: een verandering in hydraulische omstandigheden kan resulteren in een verandering van de sedimenthuishouding, waardoor ook de beschikbaarheid en verspreiding van contaminanten zal veranderen.
- f) Verwachte verandering in de komende jaren ten gevolge van een verbeterende waterkwaliteit: een verbeterde waterkwaliteit kan de beschikbaarheid van in het watersysteem aanwezige contaminanten veranderen.
- g) Beschikbaarheid van gegevens van de locatie en andere onderzoeksprojecten die er uitgevoerd worden: de interpretatie van resultaten kan alleen maar beter worden als er meer resultaten beschikbaar zijn, tevens wil Modelkey graag samenwerken met andere projecten om elkaar te versterken.

Op basis van deze argumenten zijn een zestal locaties in het Scheldebekken gekozen, waarbij er telkens een referentie site is gekozen bovenstrooms de vermoedelijke verontreinigingsbron, een locatie dus waar de omgevingsvariabelen verder gelijk zijn aan de locatie benedenstrooms de verontreinigingsbron. De gekozen locaties in het Scheldebekken zijn (figuur 3):

Figuur 3: Geselecteerde 'hotspots' in het stroomgebied van de Schelde (S1 = Zenne, S2 = Grote Nete, S3 = Schijn, S4 = de Aa, S5 = Het Lippenbroek, S6 = Westerschelde)



1. De Zenne te Weerde, benedenstrooms van Brussel

De Zenne benedenstrooms van Brussel is een van de meest verontreinigde riviertjes van Vlaanderen, mogelijk zelfs van Europa. Verontreiniging is ten gevolge van jarenlange lozing van ongezuiverd afvalwater van Brussel en vele industriën. Desalniettemin is er nog leven in de rivier, zelfs op het meest verontreinigde punt, bij de monding van de Woluwe te Vilvoorde, zijn nog *Chironomidae* en *Oligochaeta* aanwezig (Meynendonckx et al., 2007). Door het opstarten van de waterzuiveringsinstallatie Brussel-Noord in het voorjaar van 2007 zal de waterkwaliteit verbeteren waardoor er meer macro-invertebraten, vissen en mogelijk zelfs macrofyten verwacht worden. De nieuwe biota kunnen echter bedreigd worden door de veranderende beschikbaarheid van de massaal aanwezige pollutanten in de waterbodems van de Zenne. In de Zennesedimenten zijn namelijk voor zowat alle stoffen, zoals polychloorbifenylen, polyaromatische koolwaterstoffen, organochloor pesticiden, minerale olie en zware metalen zeer hoge concentraties waargenomen. Als referentie-punt om het effect van de stad Brussel op de Zenne bij Weerde te bepalen is er een tweede locatie bovenstrooms van Brussel gekozen.

2. De Grote Nete bij Zammel, benedenstrooms de Grote Laak

Via de Grote Laak wordt het effluent van Tessenderlo chemie groep NV. aangevoerd met een hoog gehalte aan calciumchloride ($\pm 4000 \text{ mg.l}^{-1}$ bij de monding van de Grote Laak), sulfaat (700 mg.l^{-1}), zware metalen, extraheerbare organohalogenen en andere stoffen (Van Liefvering et al., 1998; 2005). Via de Grote Nete zelf wordt er een verhoogde concentratie van cadmium en zink via de Scheppelijke Nete en de Molse Nete. Alle andere gemeten parameters wijzen er op dat er geen andere verontreinigingen zijn bovenstrooms. De verwachting is dat de zoutlozingen zullen verminderen, waardoor er ecologisch herstel van de Grote Laak en dus ook de Grote Nete kan plaatsvinden. De vraag is echter wat het effect zal zijn van de veranderde zoutconcentraties op de biobeschikbaarheid van de metalen. Uiteindelijk zijn er drie locaties op de Grote Nete gekozen, namelijk een referentiepunt bovenstrooms de Molse Nete, een punt tussen de monding van de Molse Nete en de Grote Laak en een locatie benedenstrooms van de Grote Laak.

3. Het Groot Schijn benedenstrooms de Grote Merriebeek

Het Groot Schijn is een kleine beek die weinig verontreinigd is tot dat net benedenstrooms van het Albertkanaal de Grote Merriebeek er in uitkomt. De Grote Merriebeek voert ongezuiverd afvalwater aan. Verder worden er verhoogde concentraties van diverse metalen, polyaromatische koolwaterstoffen, polychloorbifenylen en minerale olie gemeten in zowel het sediment als het water

van de Grote Merriebeek. Dit leidt tot duidelijke ecotoxicologische effecten en een slechte biotische gemeenschap in het Groot Schijn benedenstrooms van de Grote Merriebeek.

4. De Aa te Lille, benedenstrooms de Laakbeek

Via de Laakbeek wordt er koper, zink en minerale olie aangevoerd naar de Aa. Dit leidt tot verhoogde toxicologische effecten in het benedenstroomse gedeelte van de Aa, maar de biologische kwaliteit is goed.

5. De Zeeschelde ter hoogte van Lippenbroek

In de Zeeschelde is er een mengeling van diverse pollutanten aanwezig, afkomstig van zowel huishoudelijk afvalwater, hormoonverstorende stoffen en industriële afvalstoffen. Aangezien er ter hoogte van Lippenbroek een gecontroleerd overstromingsgebied met een gecontroleerd gereduceerd getij is aangelegd, kan er een grote uitwisseling zijn van water, sediment en pollutanten tussen de rivier de Schelde en het gebied. Aangezien het overstromingsgebied een habitat zal zijn voor diverse soorten macro-invertebraten, vissen en vogels is het van belang om inzicht te krijgen in de mogelijke gevolgen van de aanwezige pollutanten.

6. De Westerschelde stroomafwaarts van het kanaal Gent-Terneuzen

De Westerschelde, het Nederlands gedeelte van het Schelde estuarium, is sterk mesohalien, met grote fluctaties in zout gehalten ten gevolge van de getijdebeweging en seizoenale variaties in debiet. Via het kanaal van Gent naar Terneuzen worden er diverse pollutanten aangevoerd naar de Westerschelde. Bovendien ligt er ten Westen van Terneuzen een grote chemische plant, Dow Chemicals, waar diverse chemische stoffen worden geproduceerd. In het sediment en het water ter hoogte van de Hoge Platen, stroomafwaarts van Terneuzen werden in het verleden verhoogde concentraties gemeten van broomhoudende vlamvertragers, polybifenylnchloriden en andere stoffen (De Boer et al., 2003; De Vijver et al., 2003). Deze stoffen worden ook aangetroffen in de daar aanwezige macro-invertebraten, vissen en vogels.

Uiteindelijk zijn er tijdens de eerste jaren van het project uitgebreide veldstudies uitgevoerd in de locaties in het Schijn en de Westerschelde. Bioaccumulatie en -magnificatie in het voedselweb worden ook bekeken op de locaties in het Lippenbroek en de Zenne, terwijl in de Grote Nete de effecten van contaminanten op de biodiversiteit verder worden bekeken. Uiteindelijk moeten de analyses op deze zogenaamde 'hotspots' helpen om de binnen Modelkey ontwikkelde methodes om de effecten van contaminanten in te schatten

en te voorspellen, ook al op korte termijn op andere locaties toe te passen, zodat de resultaten kunnen helpen om gerichte beheersmaatregelen te nemen om de ecologische toestand te verbeteren.

Literatuur

de Boer J., Wester P.G., van der Horst A., Leonards P.E.G. 2003. Polybrominated diphenyl ethers in influents, suspended particulate matter, sediments, sewage treatment plant and effluents and biota from the Netherlands. *Environ. Poll.* 122 (1): 63-74.

De Vijver KIV, Hoff PT, Van Dongen W, Esmans EL, Blust R, De Coen WM. 2003. Exposure patterns of perfluorooctane sulfonate in aquatic invertebrates from the Western Scheldt estuary and the southern North Sea. *Environ. Toxicol. Chem.* 22 (9): 2037-2041.

Meynendonckx, J., H. Backx, E. de Deckere & P. Meire, 2007. Zenne stroomafwaarts van Brussel; Studie naar verontreiniging en ecologische toestand van de rivier en haar vallei als basis voor een integraal waterbeheer. Universiteit Antwerpen, ECOBE 07-R100, Antwerpen.

Van Liefveringe, C., P. Meire, A. De Vocht, S. Eersels, S. Van de Broeck, 2005. Impactstudie Tessenderlo Chemie. Universiteit Antwerpen, studie in opdracht van Tessenderlo Chemie, 247 p.

Van Liefveringe, C., W. De Cooman, R. Yseboodt, L. Bervoets, A. Schneiders, L. Clement, E. De Bruyn, P. Meire & R. Verheyen, 1998. Onderzoek naar het effect van de zoutlozingen van Tessenderlo Chemie op het aquatische ecosystem van de Grote Nete. Visstandsonderzoek, waterbodempkwaliteit & waterkwaliteitsanalyse. Universiteit Antwerpen, studie in opdracht van Tessenderlo Chemie, 99p.

*E. De Deckere¹,
C. Van Liefveringe¹,
V. Leloup¹,
C. Schmitt¹,
J. Bakker²,
W. Brack³ en
P. Meire¹*

¹ *Universiteit Antwerpen, Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer, Universiteitsplein 1, Wilrijk 2610, België*

² *RIKZ, Rijkswaterstaat, Haren, Nederland*

³ *Centrum voor milieu onderzoek (UFZ), Leipzig-Halle, Duitsland*

contactpersoon: eric.dedeckere@ua.ac.be