

Waterbodem- en palingpollu- tenmeetnet: een tandem voor de waterbodemsanering

Binnen het VMM waterbodemmeetnet wordt de waterbodemkwaliteit van 600 meetplaatsen in zowel bevaarbare als onbevaarbare waterlopen aan de hand van de Triade methode opgevolgd. De kwaliteitsbeoordeling is gebaseerd op een combinatie van chemische, biologische en ecotoxicologische parameters. Daarnaast is er een Vlaams palingpolluëntenmeetnet dat wordt beheerd door het INBO. Dit meetnet beschikt momenteel over gegevens van ca 350 meetplaatsen op kanalen, rivieren en afgesloten watersystemen waar de concentratie van een reeks van PCB's, zware metalen en pesticiden in paling opgevolgd wordt. Dit biedt ook de mogelijkheid om de biobeschikbaarheid van deze vervuilende stoffen aan te tonen. Via afstemming kunnen beide meetnetten een krachtiger beleidsinstrument betekenen voor de waterbodemsanering en het waterbeleid in brede zin. Er wordt nader ingegaan op de praktische implicaties van deze samenwerking rekening houdend met de historie, eigenheid en complementariteit van beide meetnetten.

Within the sediment monitoring network from the Flemish Environmental Agency (VMM) the sediment quality of 600 locations in Flanders in both navigable as well as in unnavigable waters, is monitored by means of the TRIADE method. This TRIADE sediment quality assessment is based on a combination of chemical, biological and ecotoxicological parameters. The Research Institute for Nature and Forest (INBO) uses the Flemish eel pollutant monitoring network to monitor 350 locations in Flanders. These locations are situated on canals, rivers and on closed water bodies. The concentrations of PCBs, heavy metals and organochlorine pesticides are quantified in eel. At the same time these concentrations in eel give us valuable information on the bioavailability of these substances. Closer cooperation between both monitoring networks will provide an efficient policy tool, specifically for the sanitation/decontamination of the sediment and for the water policy in general. We will go into detail on the practical implications of such a kind of cooperation keeping in account the history, singularity and complementarity of both monitoring networks.

Inleiding

De hoeveelheid aan vervuilende stoffen in ons milieu, en specifiek in onze waterecosystemen, is nog steeds problematisch (MIRA-T, 2006). Het merendeel van onze waterbodems is sterk vervuild door een groot gamma aan verontreinigende stoffen. Uit metingen (Maes *et al.*, 2007) blijkt dat deze stoffen doorstromen naar de levende organismen en daar schadelijke ecotoxicologische effecten veroorzaken. Het is niet uit te sluiten dat in sommige gevallen ook de mens hiervan rechtstreeks nadelige effecten ondervindt (bijvoorbeeld door consumptie van vis uit waterlopen met vervuilde waterbodems, zie Bilau *et al.*, 2007). Het is daarom noodzakelijk om de toestand van deze stoffen van kortbij op te volgen door middel van een adequate meetstrategie.

Naast periodieke metingen van een reeks vervuilende stoffen in waterstalen, zijn in Vlaanderen twee gebiedsdekkende meetnetten operationeel welke deze stoffen opsporen, enerzijds in de waterbodem zelf, anderzijds in levende organismen. Als indicator organisme werd de Europese paling geselecteerd.

Het waterbodemmeetnet (WBM)

Het meetnet wil door middel van de Triadekwaliteitsbeoordeling (TKB) de kwaliteit van de bodem van de Vlaamse bevaarbare en onbevaarbare waterlopen in beeld brengen. De TKB is een integrale beoordelingsmethode op basis van een drieluik. Sedimentstalen worden geanalyseerd op

gehaltes van stoffen (chemische kwaliteit), op de aanwezigheid van macro-invertebraten (biologische kwaliteit) en op hun ecotoxiciteit (toxicologische kwaliteit).

De Triadekwaliteitsbeoordeling heeft als onmiddellijke toepassing het bepalen van de saneringsprioriteit voor verontreinigde waterbodems (De Cooman *et al.*, 2000, VMM, 2006).

Het palingpolluëntenmeetnet (PPM)

Omwille van verschillende redenen (zie Belpaire en Goemans, 2004 en 2006) is de paling (*Anguilla anguilla* L.) een goede indicator voor de aanwezigheid van vervuilende stoffen in onze oppervlaktewateren. De concentraties van een reeks van chemische stoffen worden in het spierweefsel van de paling gemeten. Naast het achterhalen van de immisietoestand van deze stoffen in ons milieu, verkrijgt men hierdoor eveneens een beeld van de biobeschikbaarheid van deze stoffen, en dus ook van bedreigingen voor natuur en aquatische biota. Ook worden hiermee mogelijke risico's voor de mens achterhaald.

Voor een uitvoerige beschrijving van beide meetnetten verwijzen wij naar eerdere artikels (De Cooman, 2003, Goemans *et al.*, 2003 en Belpaire en Goemans, 2004, Maes *et al.* 2007).

De meetnetten: Verschillen en complementariteit

Geanalyseerde stoffen

Een grote verscheidenheid van stoffen wordt zowel in paling als in de waterbodem gemeten. Voor de waterbodem gebeuren de analyses in eigen laboratoria, terwijl externe laboratoria en universiteiten de analyses in het palingweefsel uitvoeren. Tabel 1 geeft een overzicht van de gemeten stoffen.

Tabel 1: Overzicht van de gemeten stoffen en stofgroepen.

Stofgroep	Stoffen
Zware metalen:	cadmium, kwik, lood, chroom, nikkel, koper, zink, arseen en selenium
Polychloorbifenylen:	PCB 28/PCB 31, PCB 52, PCB 101, PCB 105, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 180
Hexachloor-cyclohexanen:	α -HCH, γ -HCH (Lindaan)
Cyclodienen (drins):	Dieldrin, Aldrin, Endrin
Polychloorbenzeen:	Hexachloorbenzeen (HCB)
Chloorethanen:	p,p'-DDD (TDE), p,p'-DDT, p,p'-DDE, trans-nonachloor
Gebromeerde vlamvertragers:	HBCCD, TBBP-A, PBDE's
Vluchtige organische solventen:	50 verschillende stoffen
Polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's)	
Endocriene verstoring	Plasma vitellogenines
Perfluorverbindingen	PFOS (perfluorooctane sulfonic acid)
Organotinverbindingen	Monobutyltin, Dibutyltin, Tributyltin, Monofenyltin, Difenylytin, Trifenylytin

De meetnetten

Het WBM wordt beheerd door de Vlaamse Milieu-maatschappij. Na een methodologische studie (1995-2000) is het meetnet operationeel sedert 2000 en omvat 600 strategisch gekozen meetplaatsen over Vlaanderen. De basis van het PPM werd gelegd in 1994 waarbij de metaalverontreiniging van vissen in het Boudewijnkanaal werd bestudeerd. De indicatorwaarde van de paling werd al gauw duidelijk en geleidelijk aan werd er een meetnet opgestart en door het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (momenteel Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek) verder ontwikkeld tot een meetnet van meer dan 350 meetplaatsen in Vlaanderen.

Monstername

De sedimentbemonsteringen gebeuren via een Van Veen grijper waarbij via *stratified-at-random* bemonstering 20 deelstalen genomen worden in een areaal van 50 m. Het is de bovenste laag van ongeveer 20 cm, afhankelijk van het type sediment, de waterdiepte en de stroomsnelheid, die bemonsterd wordt. Het mengstaal wordt gehomogeniseerd en verdeeld over verschillende recipiënten: één substaal voor de fysisch-chemische analyses (3 liter), één substaal voor de biologische evaluatie (minimum 10 liter), en één substaal voor de ecotoxicologische testen (10 liter).

Voor het PPM wordt per meetplaats (maximale lengte 250 m) gevist, naargelang de typologie van de meetplaats via elektrovisserij en/of fuikvisserij. Alle vangsten worden gemeten en gewogen en 5 tot 10 palingen tussen 30 en 50 cm worden voor analyse geselecteerd en naar het laboratorium gebracht. Daar worden de dieren gedood, gevild, gefileerd en in substalen verdeeld. Een aantal organen (zwemblaas, kopskelet, maag, ...) worden gedissecteed en bewaard, in functie van andere onderzoeken (bv pathologie, morfologie, voedingsecologie). De substalen van spierweefsel worden ingevroren bewaard in een weefselbank, in afwachting van verzending naar gespecialiseerde laboratoria.

Databanken

Uiteraard wordt er geijverd om de gegevens van beide meetnetten zo snel mogelijk beschikbaar te maken. Hiertoe centraliseert de Waterbodembank alle waterbodemegegevens van het waterbodemeetnet en van de waterloopbeheerder (www.vmm.be/waterbodembank). De PPM-gegevens zijn opvraagbaar via VIS (Vis Informatie Systeem), dat alle 'vis' info m.b.t. verspreiding, ecologische kwaliteit, toxische stoffen in vis integreert in de webdatabank <http://vis.milieuinfo.be/>.

Meetplaatsen en periodiciteit

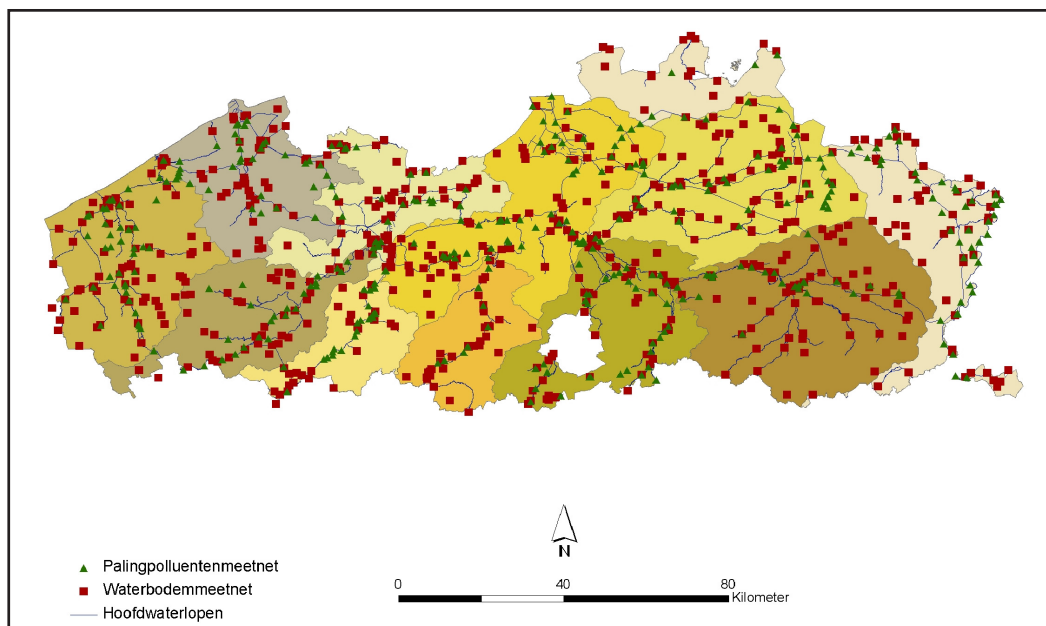
Het aantal meetplaatsen bedraagt voor het waterbodemeetnet 600 en voor het palingpolluentenmeetnet 357, momenteel zijn meer dan 100 meetplaatsen gemeenschappelijk aan beide meetnetten (Fig.1). De complementariteit van beide meetnetten ligt voor een deel in de distributie van de meetplaatsen. Daar waar het WBM relatief gebiedsdekkend is voor de bevaarbare en onbevaarbare waterlopen in Vlaanderen, is de bemonstering van het sediment echter vaak niet mogelijk in snelstromende waterlopen met stenige bodem, zoals vele rivieren in het Maasbekken. Anderzijds is voor het PPM de aanwezigheid van paling een beperkende factor. Zo is op kleinere zijlopen of bovenlopen paling momenteel vaak afwezig als gevolg van de te slechte waterkwaliteit of de aanwezigheid van stroomafwaarts gelegen migratiebarrières.

De metingen binnen het WBM gebeuren binnen een strakke tijdsplanning met een periodiciteit van vier jaar. De staalnames van het PPM zijn niet strak in de tijd vastgelegd. Door budgettaire beperkingen is er een noodzaak om meer pragmatisch te werk te gaan en de bemonsteringen te combineren met andere terreinacties o.a. in het kader van het Meetnet Zoetwatervis of ander projectonderzoek. De periodiciteit van de metingen op eenzelfde plaats kan daarom variëren.

Standaardisatie, referentiewaarden en voorstellingswijze

In beide meetnetten is de noodzaak ervaren om procedures te standaardiseren en om analyse-resultaten op een eenvoudige en uniforme ma-

Figuur 1 : Meetplaatsen van het Waterbodemeetnet en van het Palingpolluentenet.



nier weer te geven. Voor het WBM is de nood tot standaardisatie het gevolg van de variatie in samenstelling van de waterbodems. Deze standaardisatie gebeurt voor zware metalen en organische microverontreinigingen t.o.v. organische stof (5%) en klei (11%) en volgt de voorwaarden voor omrekening van achtergrondwaarden en bodemsaneringsnormen voor terrestrische bodems. In het PPM worden palingen geanalyseerd binnen een welbepaalde lengteklasse (30-50 cm). In de praktijk is het niet altijd mogelijk om aan dit criterium te voldoen. In dat geval dient een standaardisatie op lengte te gebeuren.

Voor elk van de geanalyseerde verontreinigende stoffen werd zowel voor bodem als voor paling de referentiewaarde bepaald. De voorwaarden hiervoor zijn een voldoende aantal meetplaatsen en een geografisch ruim verspreid meetnet. Voor het WBM werden de referentiewaarden bepaald uit het geometrisch gemiddelde van 12 referentiewaterlopen. Deze meetplaatsen zijn gekozen via een strenge selectie, namelijk aanwezigheid van een diverse fauna en flora, geen ecotoxicologische effecten, enz... Voor het PPM werd het 5 percentiel van de gemiddelden van al de bemonsterde locaties (periode 1994-2002) als referentiewaarde gekozen.

Op basis van deze referentiewaarden worden de gemeten gemiddelde concentraties van de stof ingedeeld in vier klassen, zowel in het WBM als in het PPM. Deze zijn gebaseerd op de mate van afwijking ten opzichte van deze referentiewaarden. Voor elke stof (of stofgroep) wordt een verhouding tot de referentie berekend, de VTR. De logaritme hiervan varieert tussen de grenzen 0 en 2, m.a.w. het aanrijksniveau varieert tussen 0 en 100. Tussen deze grenzen worden arbitrair 4 klassen gedefinieerd. Deze kwaliteitsklassen worden in beide meetnetten met eenzelfde kleurcodering weergegeven: blauw (*niet afwijkend*), groen (*licht afwijkend*), geel (*afwijkend*) en rood (*sterk afwijkend*).

Status en trends

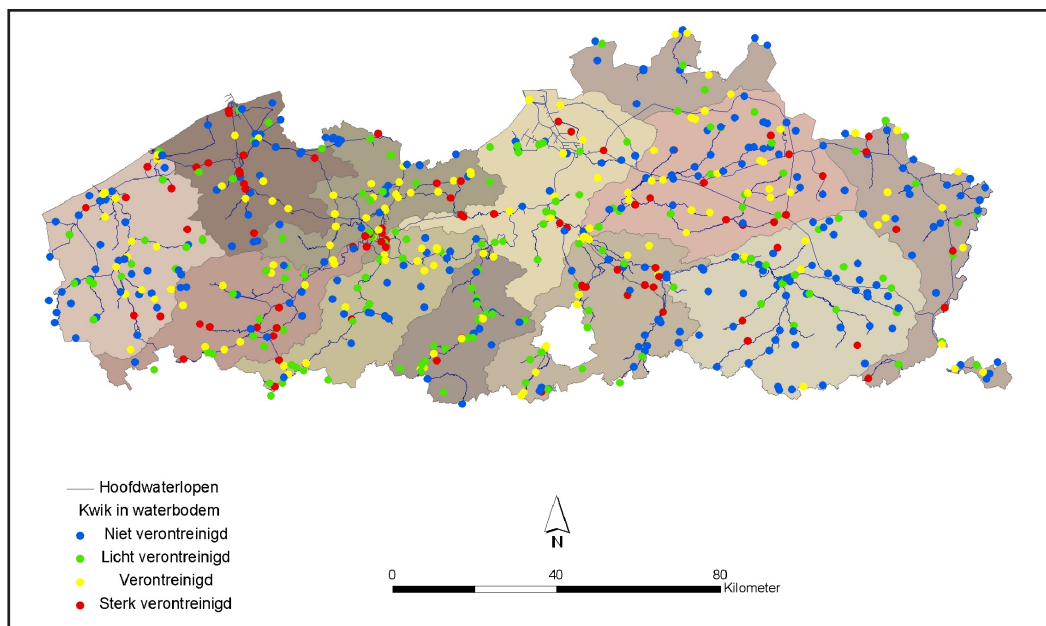
Twoe toestandsvoorbeelden: kwik in de waterbodem, linaan in de paling.

In Figuren 2 en 3 wordt de toestand van kwik in het sediment en het pesticide linaan in het spierweefsel van paling cartografisch weergegeven. De verspreidingspatronen van de verontreiniging van beide stoffen zijn sterk verschillend. De aandachtsgebieden voor kwik (sedimentmetingen) situeren zich voornamelijk ter hoogte van de Moervaart (bekken Gentse kanalen) ten gevolge van de voormalige activiteiten van de viltindustrie in deze regio. Een ander aandachtsgebied voor Hg is de Zuid-Willemsvaart (Maasbekken). In dit geval is de onderliggende oorzaak nog niet gekend (Mira-T, 2007). De linaanvervuiling in de paling is meer geconcentreerd in bepaalde gebieden: voornamelijk in het IJzer-, het Dijle- en het Demerbekken worden de hoogste concentraties aangetroffen. Deze hoge plaatselijke belasting verraden de specifieke pesticidendruk in die gebieden (voornamelijk als gevolg van de intensieve bietenteelt). Het valt te verwachten dat deze vervuiling op korte termijn gaat dalen als gevolg van het instellen van een verbod op het gebruik van linaanhoudende producten in 2002. Voor meer informatie verwijzen wij naar Goemans *et al.* (2003), Goemans en Belpaire (2004) en de Mira-rapporten.

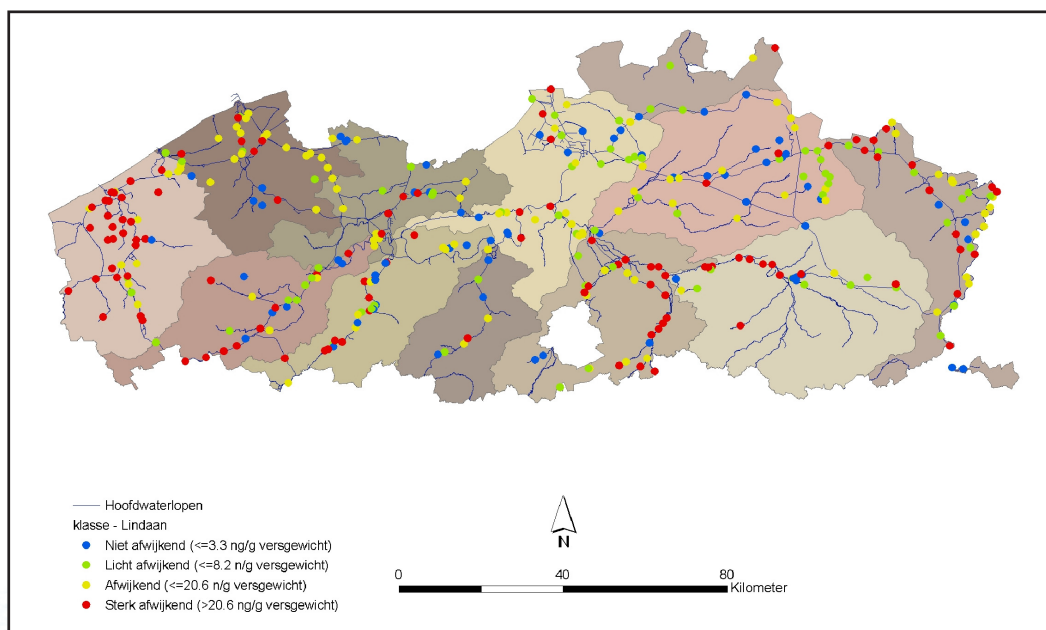
Trends

Vervuiling van waterbodems met zware metalen is vaak toe te schrijven aan historische verontreiniging. Voor As en Ni worden er relatief weinig afwijkingen t.o.v. de referentiewaarden vastgesteld. Hg vertoont de meeste afwijkingen. Opvallend is dat de bevaarbare waterlopen veel slechter scoren dan de onbevaarbare.

Figuur 2: Triadeklassen (fysico-chemische component) voor kwik in de Vlaamse waterbodems (bron VMM waterbodemdatabank).



Figuur 3: Afwijkingsklassen ten opzichte van de referentiewaarde voor lindaan in het spierweefsel van paling uit Vlaamse oppervlaktewaters (Bron INBO palingpolluentendatabank).



Een eerste trendanalyse wordt gemaakt op basis van de meetpunten die zowel in de periode 2000-2001 als in 2004-2005 bemonsterd werden. De toestand voor arseen en cadmium (Figuur 4) verslechterde de voorbije vijf jaar. Voor beide metalen vallen meer meetpunten onder de klassen licht en zwaar verontreinigd ten nadele van de klasse niet verontreinigd. Voor alle andere metalen verbeterde de situatie de voorbije vijf jaar (MIRA-T, 2006).

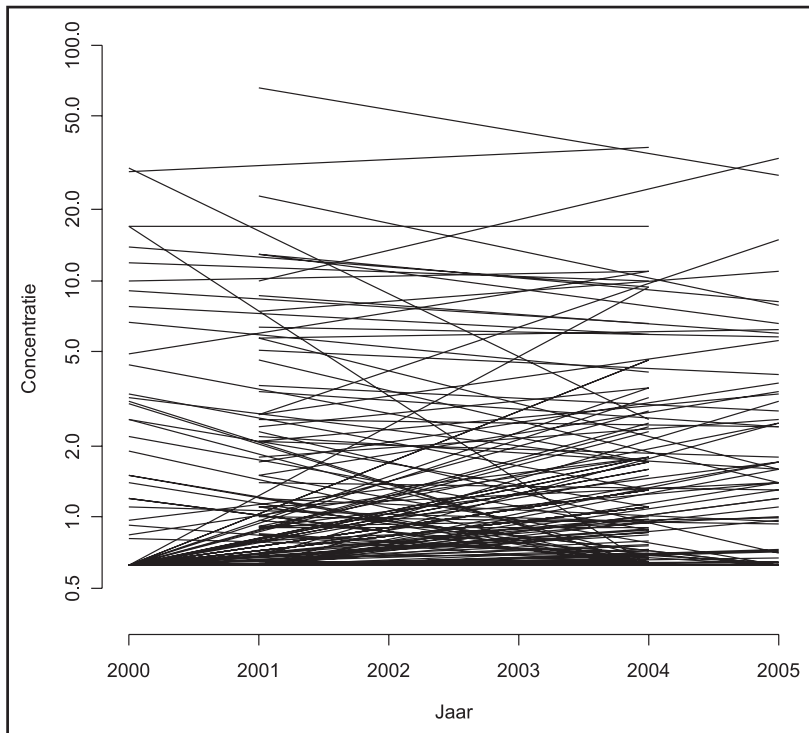
Op een aantal locaties in Vlaanderen werden over de periode 1994-2005 meerdere malen gestandaardiseerde palingen (30 – 50 cm) bemonsterd en geanalyseerd. Voor de bestrijdingsmiddelen DDT, dieldrin, HCB en lindaan is er een duidelijke verbetering merkbaar tussen 1994 en 2005, deze is het meest uitgesproken voor lindaan (Fi-

guur 5). Deze verbetering werd enigszins verwacht omwille van het sinds 2002 geldende verbod op het verbruik van lindaan in de land- en tuinbouw.

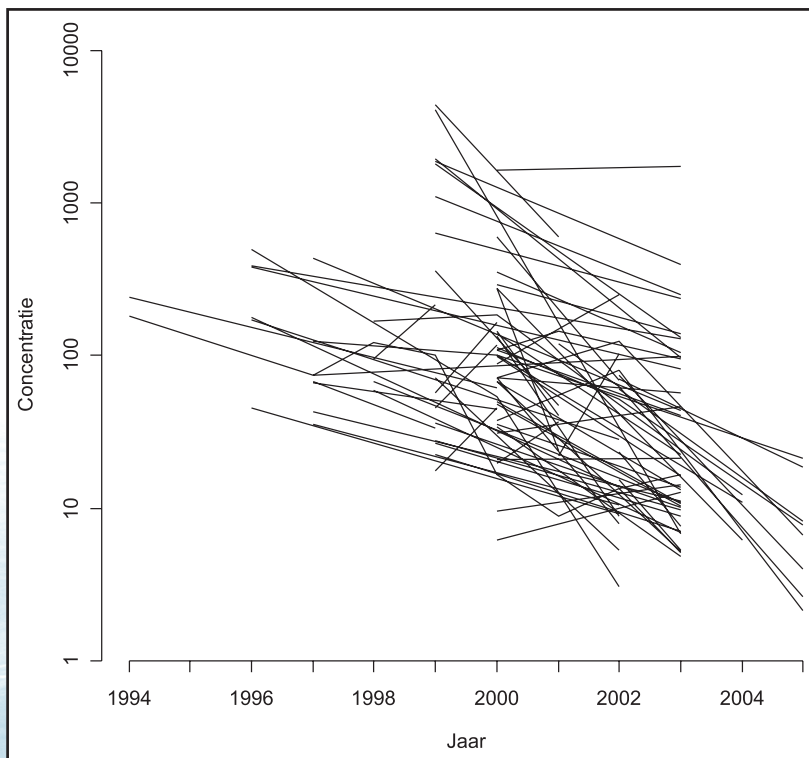
De meetnetten en de waterbodemsanering

Eén van de elementen die aanleiding moet geven tot de ruiming van onze waterlopen is de vervuiling van het sediment. Als er bepaalde vervuilende stoffen in hoge mate in het sediment aanwezig zijn, en als die stoffen dan ook in verontreinigende hoeveelheden naar aquatische biota doorstromen, is sanering van de waterbodems aangewezen. Het meten in biota is een middel om te achterhalen in welke mate stoffen die in de bodem (of in de waterkolom) aanwezig zijn,

Figuur 4: Grafische voorstelling van de cadmiumconcentraties gemeten in Vlaamse waterbodems tussen 2000 en 2005.



Figuur 5: Grafische voorstelling van de afname in lindaanconcentratie (γ -HCH) gemeten in paling tussen 1994 en 2005.



biobeschikbaar worden. Stoffen die in het sediment opgestapeld zitten kunnen gebonden zijn aan bepaalde sedimentfracties (lutumfractie) en aldus niet naar de andere compartimenten van het ecosysteem doorstromen. Of ook kan de vervuiling zich in diepere lagen, het geen op histori-

sche vervuilingbronnen wijst. Ook dan zijn deze stoffen niet of weinig biobeschikbaar. Geen onmiddellijke ruiming toepassen en op de voet volgen van de toestand lijken dan aanvaardbare en rationele beleidskeuzes te zijn.

Opsporen van vervuilingbronnen

Uiteraard moet daarnaast de bron van de vervuiling opgespoord worden en dienen maatregelen getroffen worden om de vervuilingdruk te stoppen. In het geval het historische vervuiling betreft is de vervuilingbron vaak moeilijk op te sporen. Toch kunnen de meetnetten ook in de herkomstbepaling een belangrijke rol spelen. HBCD (hexabromocyclododecaan, een gebromeerde vlamvertrager) bestaat uit drie diastereomeren (isomeren), nl α , β , γ -HBCD. Bepaalde industriële processen van gebruikers die het technische HBCD mengsel gebruiken, kunnen aanleiding geven tot een ander isomerenprofiel. Afwijkende isomerenprofielen kunnen dus wijzen in de richting van bepaalde herkomstbronnen gerelateerd aan specifieke gebruikers, bv textiel- of plasticnijverheid (Belpaire *et al.*, 2002). Ook wat betreft DDT, kan uit de verhouding van de verschillende derivaten gemeten in paling (p,p' -DDD (TDE), p,p' -DDT, p,p' -DDE) besloten worden dat op sommige plaatsen DDT nog recent gebruikt werd. Op een gelijkaardige manier is het mogelijk om aan de hand van de verhouding tussen de verschillende PCB-congeneren een idee te krijgen van de aard van de PCB-houdende oliën die aan de bron van de vervuiling ligt. Belpaire en Goemans (2007a) geven meer voorbeelden van hoe metingen in paling lokale vervuilingbronnen kunnen localiseren (o.a. ook voor vluchtige organische solventen).

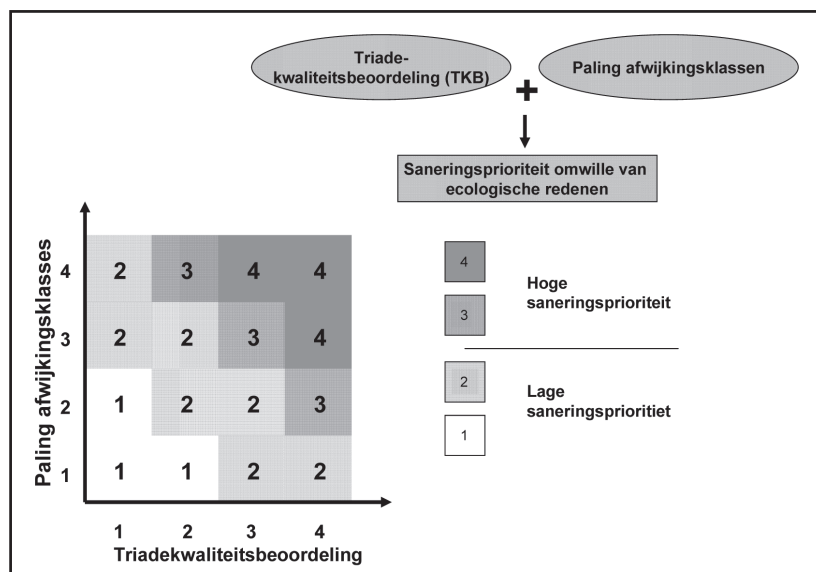
Ruiming van waterlopen omwille van ecologische redenen

Er bestaan allerlei redenen om de waterbodembodem te saneren. Er zijn de normale onderhoudsruimingen en ruiming om nautische of hydraulische redenen. Maar de waterbodembodem dient soms uit ecologische overwegingen gesaneerd te worden. De waterbodembodem is dan dermate vervuild dat de impact op de levende organismen groot is. Gezien de aard van de vervuilingstoestand van een groot aantal van onze waterbodems dient best een prioriteitsanalyse te gebeuren, waarbij een ecologische saneringsprioriteit bepaald wordt aan de hand van beide meetsystemen, enerzijds de TKB, waarbij waterlopen met TKB 3 of 4 een hoge prioriteit genieten, aangevuld met een prioriteit op basis van bioaccumulatiegegevens in paling. In watersystemen met sterk afwijkende palingconcentraties en hoge TKB zouden dan een hoge saneringsprioriteit dienen te genieten. In Figuur 6 staat schematisch het analysemodel weergegeven.

Na de sanering: opvolgen

Bij het uitvoeren van ruimingswerken is het uiteraard nodig dat dit van nabij wordt opgevolgd. Er

Figuur 6: Schematische voorstelling van de integratie van de bioaccumulatiegegevens in biota in de beslissboom voor sanering van waterbodems omwille van ecologische redenen.



dient onder meer te worden nagegaan of de sanering volgens de richtlijnen en het lastencoher uitgeoefend werd. Is al het vervuilde sediment effectief uit de waterloop weggehaald? Is, na de sanering, de sedimentkwaliteit effectief verbeterd, gaat de biologische diversiteit er op vooruit, gaan bioaccumulatie gehalten naar beneden? Of laten de verwachte positieve resultaten even op zich wachten, en heb je in eerste instantie een averechts effect, door het vrijkomen van pollutanten als gevolg van de sanering? En is het effect slechts na enkele jaren meetbaar? Onderzoek hierover staat in Vlaanderen nog in de kinderschoenen. Er is in elk geval nood aan *geïntegreerde* pilootprojecten, waarbij de verschillende relevante aspecten van het ecosysteem opgevolgd worden (waterkwaliteit, sedimentkwaliteit, invertebraten, vissen, ...). De sanering zelf kan belangrijke veranderingen in het ecosysteem teweegbrengen. Het verwijderen van het sediment berokkent op korte termijn rechtstreekse schade aan de aanwezige biota, de lagere trofische niveaus worden mee met het slib verwijderd. Ook kan er rechtstreekse schade aan het visbestand berokkend worden, bv door rechtstreekse aanzuiging van individuen, of door een acute tijdelijke achteruitgang van de chemische waterkwaliteit op het ogenblik van de sanering. Op dit ogenblik is er weinig kennis voorhanden om in te schatten hoe en op wat voor termijn de levensgemeenschappen van gesaneerde waterlopen recupereren en er een gezond evenwicht hersteld wordt.

Een bijzonder aandachtspunt in het saneringsproces van vervuilde waterbodems is de nabestemming van het verwijderde sediment. In sommige gevallen wordt de vervuilde specie in waterbassins gedeponneerd, zoals bij de Papelenvijver (Kallemeie) te Nazareth, en hebben deze waterpartijen natuurontwikkeling als nabestemming. Bijzondere veiligheidsmaatregelen zijn hierbij essentieel teneinde doorsijpeling van de vervuiling naar de omliggende gebieden te verhinderen. De

bewaking van het gedrag van deze stoffen op middellange en lange termijn dient van bij de planningsfase voorzien te worden. Op termijn kunnen schadelijke stoffen toch vanuit de gestorte specie waterlagen en biota, zowel invertebraten, vissen als vogels, bereiken. Een nauwkeurige opvolging van de concentratie van deze stoffen in de verschillende compartimenten, is dan ook onontbeerlijk. Uiteraard vormt dit geen deel van de klassieke bewakingsmeetnetten (WBM en PPM), maar zijn gerichte bemonsterings- en meetstrategieën hiervoor meer aangewezen.

Kwaliteitsvolle monitoring

In opdracht van AMINAL ontwikkelde het INBO een aanpak om beleidsmeetnetten kwaliteitsvoller op te zetten. Deze studie 'Kwaliteitsvolle monitoring voor het beleid' (Onkelinx *et al.*, 2007) legt veel nadruk op het beter formuleren en expliciteren van doelstellingen en argumenteert dat hiervoor voldoende tijd moet voor uitgetrokken worden. Alleen zo zullen vraag (de verwachtingen van het beleid) en aanbod (de gegevens van het meetnet) in de toekomst beter op elkaar afgestemd zijn. Ook zijn scherpe doelen essentieel voor een efficiënt ontwerpproces. Met vage doelen is het schipperen met middelen. Het risico is groot dat het budget over veel te veel deeldoelstellingen verspreid raakt en het meetnet uiteindelijk op geen enkele vraag een eenduidig antwoord geeft. Kiezen is winnen! Een ander belangrijk aspect is dat de meetnetontwerpers op voorhand meer moeten nagaan of het meetnet een voldoende groot onderscheidend vermogen heeft. Het onderscheidingsvermogen is de kans dat het meetnet een bepaalde trend tijdig detecteert en het is van belang dat deze kans voldoende groot is voor een trend die het beleid van belang acht, bijvoorbeeld om een bepaalde doelstelling te halen. Het is intuïtief duidelijk dat hoe hoger de trend is, des te gemakkelijker het is om een trend waar te nemen. Maar ook de onzekerheid of de ruis op de gegevens speelt een rol. Als de meetfouten groot zijn of de natuurlijke variatie is groot tussen de meetpunten, dan is het moeilijker om een trend te onderscheiden. Zo blijkt bij het PPM de impact van de ruis niet onbelangrijk. Daarom is het van groot belang om een goed zicht te krijgen op de ruis in de data en de foutenbronnen en deze zo klein mogelijk te houden.

In het kader van deze studie werden het WBM en het PPM als een gevalstudie doorgelicht en werd gezocht naar een betere afstemming en synergie. Hieruit bleek dat de doelstellingen verder verfijnd moesten worden en veel explicieter gemaakt. Zo is niet altijd even duidelijk op welk schaalniveau de meetnetten precieze cijfers moeten genereren en steekproefberekeningen maakten duidelijk dat resultaten op bekkenniveau soms te weinig precies waren. Dat vormt geen probleem als het geen doelstelling is, maar wel als het (impliciet) de verwachting is. Ook ontbreekt een model dat de brede context van de meetnetten in kaart brengt en de samenhang tussen de toestandsvariabelen

(al dan niet gemeten) beschrijft. Een globaler referentiekader is dringend nodig om de twee meetnetten verder te oriënteren en te integreren. Het WBM is strak opgebouwd en dat zorgt voor een relatief hoog onderscheidingsvermogen t.o.v. het PPM dat organisch gegroeid is en verweven is met het INBO Meetnet Zoetwater. De aanbeveling was om het PPM beter te structureren en hiervoor een stabiele financieringsbron te voorzien. Voor beide meetnetten is representativiteit onvoldoende gegarandeerd want de steekproefpunten zijn te weinig op een aselechte basis gekozen. Belangrijk hierbij op te merken dat "expert judgement" zelden tot een representatieve steekproef leidt hoe strategisch goedgekozen de meetpunten ook lijken! Een belangrijk knelpunt van het WBM is dat de concentraties van de PCB's en organochloorpesticiden dikwijls onder de bepaalbaarheidsgrens vallen, terwijl in een nabijgelegen PPM-meetpunt de paling toch relatief hoge concentraties bevat. Zelfs wanneer de concentratie in paling hoog is, is de kans om deze stof in waterbodem aan te treffen vrij gering. Het euvel voor het PPM is dan weer dat we niet overal paling hebben. Een betere afstemming tussen het PPM en het WBM kan dus een belangrijke toegevoegde waarde betekenen.

Deze elementen vormen dus uitdagingen voor de toekomst van de meetnetten.

Conclusies en toekomstwerk

De hier voorgestelde tandem is een voorbeeld van een geïntegreerde beoordelingsmethode waarbij een algemene beoordeling van de toestand van een ecosysteem beoogt wordt op basis van verschillende evaluatiemethoden van de componenten van dat systeem. Kwaliteitsbeoordelingsmethodes die internationaal gebruikt worden zijn bijvoorbeeld toxiciteitstesten op het sediment, chemische analyses op sedimentstalen, chemische analyses op weefsels, pathologische studies en evaluatie van de integriteit van de levensgemeenschappen (bv. invertebraten of vissen)(Chapman, 1992). Uiteraard is een performante beleidsondersteunende beoordelingsmethode meer dan meten alleen. Om een betrouwbare beoordeling (én voorspelling) van toxische impacten van vervuilende stoffen op de aquatische ecosystemen te kunnen waarborgen, is een betere kennis nodig van specifieke toxische stressoren en van betrouwbare causale relaties tussen chemische verontreiniging en impact op individuen, populaties of gemeenschappen. Op Europees niveau wordt deze geïntegreerde benadering momenteel onderzocht en gemodelleerd in het kader van het Europees onderzoeksproject MODELKEY (Brack *et al.*, 2005). In Vlaanderen werd er door Weltens *et al.* (2002) al basisonderzoek hierrond verricht, waarbij op een beperkte set van meetplaatsen een waaijer van kwaliteitsbeoordelingsmethoden voor milieukwaliteit (waaronder fysico-chemische, ecotoxicologische en ecologische indicatoren) werden toegepast. Hieruit bleek al duidelijk dat de verschil-

lende meetmethodes tekortkomingen maar ook complementariteit vertoonden.

Dit geldt ook voor waterbodem- en paling-polluentenmeetnetten. Beide meetnetten zijn grotendeels gebiedsdekkend maar hebben beiden enkele beperkingen, het WBM is niet geschikt voor metingen op stenige bodems (bv. Maas en een aantal zijbeken), en voor het PPM zijn er in sommige zijbeken van een aantal bekkens onvoldoende plaatsen waar paling momenteel voorkomt (als gevolg van extreme vervuiling en/of migratiebelemmeringen). De meetstrategieën zijn wel nogal verschillend, waarbij het WBM een vaste periodiciteit (4 jaar) heeft, is de periodiciteit van de metingen in het PPM variabel. Ook op gebied van de geanalyseerde stoffen is er een duidelijke complementariteit. Daar waar het WBM zeer geschikt is voor het meten van zware metalen, is het voor wat betreft lipofiele substanties meer aangevoelen om biota te gebruiken. In elk geval vormt de tandem WBM/PPM een solide basis als onderbouw van het saneringsbeleid van de Vlaamse waterbodems.

Teneinde voort te bouwen aan een performant en efficiënt meetbeleid voor schadelijke stoffen worden hieronder een aantal aandachtspunten weergegeven waaraan in de nabije toekomst gewerkt moet worden.

- Spatiële en temporele afstemming van de metingen is in bepaalde mate mogelijk. De uitbouw van een gezamenlijk basismetnet is een eerste stap. Anderzijds is het valoriseren van de eigenheid en het uitbuiten van de complementariteit van beide netten belangrijk, vooral op meetplaatsen waar enkel voor paling of enkel voor sediment kan gemeten worden. Het nastreven van een vaste meetperiodiciteit voor de PPM metingen vormt een bijkomende uitdaging. Een koppeling van de databanken en een optimalisatie van de rapportage naar de gebruikers en doelgroepen is zeker een bijkomend actiepunt.
- Specifieke gezamenlijke acties geconcentreerd naar bepaalde doelstoffen waar beleidsmatig bijzondere focus krijgen (bv. DDT's, vlamvertragers, lindaan,...).
- Er dient geïnvesteerd te worden in het op punt stellen van analysetechnieken voor nieuwe stoffen die een bedreiging kunnen vormen. Internationale samenwerking en netwerking met andere wetenschappelijke instellingen en universiteiten is hierbij essentieel.
- De integratie van de bioaccumulatie data van het PPM in de beslisboom voor prioriteitsanalyse van waterbodems in het kader van de bekkensbeheerplannen en CIW. Nauwe betrokkenheid bij de uitvoering en opvolging (evaluatie) van de slibruiming en de nabestemming van het vervuilde slib in zoverre die in aquatische systemen zou gebeuren.
- Het is bovendien belangrijk om verder te werken aan de ontwikkeling van een normeringskader voor waterbodem en -biota en dit voldoende te onderbouwen op basis van ecologische en ecotoxicologische criteria.

- De ontwerprichtlijn (CEC, 2006)(binnen de kaderrichtlijn water) vraagt voor de rapportering van de chemische toestand van een aantal prioritair stoffen meer aandacht voor sediment en biota. Het valt te verwachten dat ook op internationaal niveau deze vragen gaan toenemen. Belpaire en Goemans (2007b) geven een overzicht van de mogelijkheden voor wat betreft metingen in paling.
- Waterbodemsanering omwille van ecologische redenen is uiteraard niet uitsluitend gericht op de mogelijke risico's voor natuur, plant en dier alleen. Het valt te verwachten dat wanneer stoffen biobeschikbaar worden voor biota, ze ook een potentieel gevaar betekenen voor de mens.

Referenties

Belpaire, C., Goemans, G. en De Cooman, W. (2002) Hoge meetwaarden van vlamvertragers in paling en sediment van waterlopen in het Scheldebekken. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer en Vlaamse Milieumaatschappij. September 2002. IBW.Wb.V.Adv.2002.092

Belpaire, C., Goemans, G. (2004). Monitoring en normering van milieugevaarlijke stoffen in paling: bruikbaarheid en relevantie voor het milieubeleid. *Water* 2004: 1-16.

Belpaire, C., Goemans, G. (2007a). Eels: contaminant cocktails pinpointing environmental pollution. *ICES Journal of Marine Science*, in druk

Belpaire, C. en Goemans, G. (2007b) in druk. The European eel *Anguilla anguilla*, a rapporteur of the chemical status for the Water Framework Directive? *Life and Environment*, in druk.

Bilau, M., Sioen, I., Matthys, C., De Vocht, A., Goemans, G., Belpaire, C., Willems, J. L. and De Henauw, S. (2007). Probabilistic approach to polychlorinated biphenyl (PCB) exposure through eel consumption in recreational fishermen vs. the general population. *Food Additives & Contaminants*, in druk DOI: 10.1080/02652030701459848

Brack, W., et al., 2005. MODELKEY. Models for assessing and forecasting the impact of environmental key pollutants on freshwater and marine ecosystems and biodiversity. *Environmental Science and Pollution Research* 12 (5) : 252-256

CEC (2006). Proposal for a Directive of the European parliament and of the Council on environmental quality standards in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC (presented by the Commission) {COM(2006) 398 final}{SEC(2006) 947} Commission of the European Communities, Brussels, 17.7.2006 COM(2006) 397 final 2006/0129 (COD).

Chapman, P.M. (1992). Pollution status of North Sea sediments - an international integrative study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 91: 313-322

De Cooman, W. en Detemmerman, L. (2003) Waterbodemonderzoek in Vlaanderen: Hoe gaan we te werk en wat zijn de eerste meetresultaten? *Water*, Januari 2003, 1-7

Goemans, G., Belpaire, C., Raemaekers M., Guns M. (2003). Het Vlaamse palingpolluentenmeetnet, 1994-2001: gehalten aan polychloorbifenyleen, organochloorpesticiden en zware metalen in paling. Report of the Institute for Forestry and Game Management, IBW.Wb.V.R.2003.-99.169 p.

Goemans, G, Belpaire, C. (2004). The eel pollutant monitoring network in Flanders, Belgium. Results of 10 years monitoring. *Organohal Comp* 66: 1834-1840.

Maes, J., Goemans, G. en Belpaire, C., 2007. Spatial variations and temporal trends between 1994 and 2005 in polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides and heavy metals in European eel (*Anguilla anguilla* L.) in Flanders, Belgium. *Environmental Pollution* in druk. DOI:10.1016/j.envpol.2007.07.021

MIRA-T (2006) Milieurapport Vlaanderen: Focusrapport. Vlaamse Milieumaatschappij en Uitgeverij Lannoo, Leuven, 272 p.

MIRA-T (2007) Milieurapport Vlaanderen. Vlaamse Milieumaatschappij, in druk

Onkelinx T., Quataert P, Wouters J. et al., 2007. Gevalstudie II: waterbodemonnet en palingpolluentenmeetnet. Kwaliteitsvolle monitoring voor het beleid. Afwegingskader en rekenmodel voor de bepaling van de steekproefgrootte bij beleidsgerichte monitoring. INBO.IR.2006.8. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Geraardsbergen

Weltens R., Goemans G., Huyskens G., Witters H. en Belpaire C., 2002. Wetenschappelijke onderbouwing van de normering van pollutanten in Vlaamse oppervlaktewateren en selectie van ecologische en ecotoxicologische indicatoren voor de waterkwaliteit. Studie in opdracht van VMM. Vito/IBW rapport 2002/TOX/R014

C. Belpaire¹,
W. De Cooman²,
G. Goemans¹,
T. Onkelinx¹ en
P. Quataert¹

¹ Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek,
Duboislaan 14,
1560 Hoeilaart-Groenendaal, Tel 02 658 04 11
- Fax 02 657 96 82
Claude.Belpaire@inbo.be

² Vlaamse Milieumaatschappij,
Alfons van de Maelestraat 96,
9320 Erembodegem,
Tel 053 72 66 17 - Fax 053 70 63 44