

V. Leloup¹, W. De Cooman²,
P. Meire¹ & E. de Deckere¹

¹ Onderzoeksgroep
Ecosysteembeheer,
Universiteit Antwerpen

² Vlaamse Milieumaatschappij

Ontwikkeling van ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems

De jarenlange verontreiniging van onze oppervlaktewateren heeft aanzienlijke gevolgen gehad voor de Vlaamse waterlopen. De verontreinigde stoffen zijn dikwijls gebonden aan zwevend materiaal die neerslaan op de bodem, waardoor er een accumulatie van deze stoffen in de waterbodems heeft plaatsgevonden zodat de gehalten aan verontreinigde stoffen in het sediment soms 1000 keer hoger zijn dan in het water zelf. De aanwezigheid van deze stoffen in het sediment zorgt er mogelijk voor dat een goede ecologische kwaliteit niet direct gehaald kan worden. Voor het behalen van een goede ecologische waterkwaliteit is er daarom nood aan ecologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems. Tot nu toe zijn er in Vlaanderen geen kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems, enkel de TRIADE referentiewaarden welke niet onderbouwd zijn op basis van ecologische en ecotoxicologische effecten, maar een gemiddelde weerspiegelen van 12 niet verontreinigde locaties. Het doel van deze studie was daarom, aan de hand van de monitoringsgegevens uit de waterbodemdatabank van de VMM, ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde toetsingswaarden voor waterbodems uit te werken voor zware metalen, PCB's, PAK's OCP's en KWSap. en EOX. Dit heeft geresulteerd in zowel korte termijn als lange termijn doelstellingen voor waterbodems in Vlaanderen.

Inleiding

De jarenlange verontreiniging van de Vlaamse oppervlaktewateren heeft aanzienlijke gevolgen gehad voor de Vlaamse waterlopen. Verontreinigende stoffen, vaak gebonden aan zwevend materiaal, werden meegevoerd in de waterloop en slaan neer op de bodem. Bijgevolg namen de gehalten aan verontreinigde stoffen in het sediment zodanig toe dat de gehalten in de waterbodems soms 1000 keer hoger zijn dan in het oppervlaktewater. De mogelijke nalevering van deze verontreinigde stoffen uit de waterbodems naar de waterkolom en de rechtstreekse opname en impact van deze contaminanten in en op de biota hypothekeerden de inspanningen die geleverd worden om een goede oppervlaktewatertoestand te behalen. Er moet dan ook rekening gehouden worden met de mogelijke impact van de in de waterbodems aanwezige stoffen. Goed onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor de waterbodems zijn daarom een vereiste. Tot nu toe zijn er in Vlaanderen geen kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems, vaak worden hiervoor de kwaliteitsdoelstellingen voor bodems gebruikt of wordt er een vergelijking gemaakt met referentiewaarden. Deze referentiewaarden werden in het kader van de Triade beoordelingen van het waterbodemeetnet voor Vlaanderen ontwikkeld. Deze zijn niet ecologisch of ecotoxicologisch onderbouwd, noch opgenomen in een wetgevend kader. Het doel van deze studie was daarom, aan de hand van de waterbodemdatabank van de VMM, ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde toetsingswaarden voor waterbodems uit te werken.

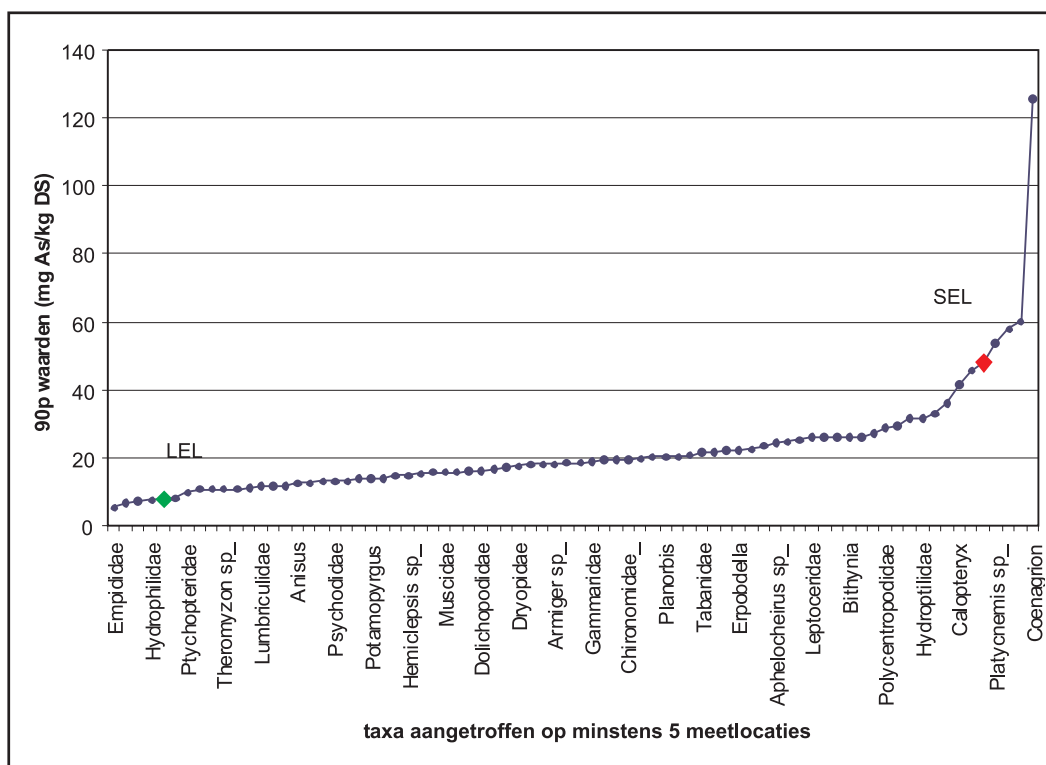
In het kader van het waterbodemeetnet van de VMM worden 600 meetpunten bemonsterd over een periode van vier jaar. Jaarlijks worden er 150 punten bemonsterd, die na vier jaar weer opnieuw bemonsterd worden. Samen met de gegevens van de voorgaande TRIADE-studie (de Deckere et al., 2000) bevatte de databank anno 2005 gegevens

van 1535 staalnames, waarop op gelijke wijze de TRIADE analyse is uitgevoerd (VMM 2002a, VMM 2002b, VMM 2003, VMM 2004, VMM 2005). De staalname gebeurt met een Van Veen grijper. Van de mengstalen worden fysische karakteristieken en de gehalten van een hele reeks chemische variabelen bepaald, de aanwezige benthische macro-invertebraten worden gedetermineerd (genus- of familieniveau) en 2 ecotoxiciteitstesten worden uitgevoerd op het poriënwater (*Raphidocelis subcapitata* en *Thamnocephalus platyurus*) en 1 op het sediment (*Hyalella azteca*). Gebruik makend van de resultaten van de vaste fase test met *Hyalella azteca*, een acute mortaliteitstest, en de aanwezige macroinvertebratenpopulatie werden in deze studie respectievelijk ecotoxicologisch en ecologisch onderbouwde toetsingswaarden voor waterbodems ontwikkeld.

Materiaal & Methoden

Voor de ecologische onderbouwing (Figuur 1) werd gebruik gemaakt van Lowest Effect Level (LEL) en Severe Effect Level (SEL) (Persaud et al. 1992; Leloup et al., 2006a), berekend op basis van het voorkomen van macro-invertebraten op 1043 unieke locaties in Vlaanderen. Voor taxa die op minstens 5 meetlocaties zijn aangetroffen wordt voor iedere pollutant de 90 percentiel waarde van de gehalten van die betreffende stof, gemeten op de meetpunten waar er organismen van het taxon in kwestie teruggevonden zijn, berekend. De 90p waarde werd berekend als het gehalte waarboven zich 10% en waaronder zich 90% van de gehalten bevinden. Vervolgens worden de 90p waarden van alle taxa gerangschikt (Figuur 1) en wordt LEL berekend als de 5 percentiel waarde van deze curve en SEL als de 95 percentiel waarde. Bij gehalten onder LEL kunnen nog 95% of meer van de macroinvertebraten voorkomen, daar waar dit bij gehalten boven SEL slecht 5% of minder is. Voor de ecotoxicologische onderbouwing werden

Figuur 1: Hypothetisch voorbeeld berekening LEL en SEL voor As



Threshold Effect Level (TEL) en Probable Effect Level (PEL) (MacDonald et al., 1996; Leloup et al., 2006a) berekend op basis van de resultaten van de vaste fase toxiciteitstest met de vlokreeft *Hyalella azteca*. Bij gehalten onder TEL worden geen toxische effecten verwacht, bij gehalten boven PEL is het voorkomen van toxische effecten zeer waarschijnlijk.

De betrouwbaarheid van verschillende sediment evaluatiemethoden stijgt wanneer ze samen gebruikt worden om sedimenten te evalueren. Hiervoor werden op basis van de ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde effectconcentraties consensuswaarden berekend, consensuswaarde 1 zijnde het gemiddelde van LEL en TEL en consensuswaarde 2 het gemiddelde van PEL en SEL. De LEL, TEL, SEL, PEL en consensuswaarden voor zware metalen zijn weergegeven in tabel 1. Om de kwaliteit van de Vlaamse waterbodems te testen werd op basis van de berekende consensuswaarden voor iedere individuele pollutant nagegaan voor welk percentage van de 1034 unieke

meetpunten de concentratie zich boven consensuswaarde 2 (= klasse 3), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (=klasse 2) en onder consensuswaarde 1 (=klasse 1) bevond (Figuur 2). Verder werd deze berekening ook herhaald voor het totaal van de 31 gebruikte pollutanten. Niet elke parameter werd echter op ieder meetpunt gemeten, slechts op 528 van de 1034 meetpunten werden al de 31 gebruikte pollutanten (metalen, PAK's, PCB's, EOX, KWSap. en PCB's) gemeten. Voor deze 528 meetpunten werd nagegaan hoeveel van de 31 pollutanten zich respectievelijk onder consensuswaarde 1 en boven consensuswaarde 2 bevonden (Figuur 3 & 4).

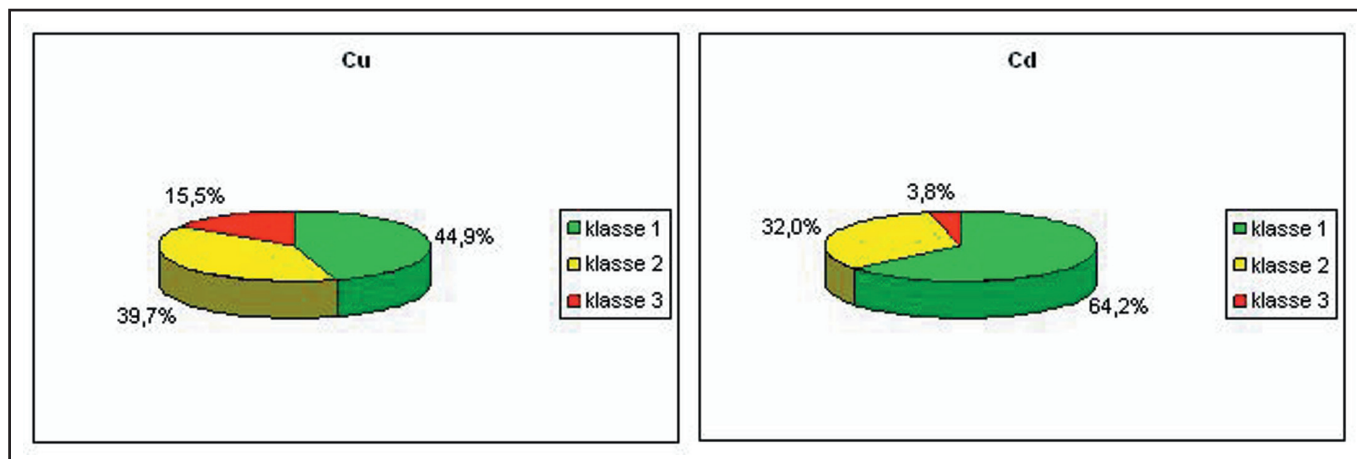
Resultaten

Voor ieder zwaar metaal werd ongeveer de helft van de meetpunten ingedeeld in klasse 1, waar dus nog een optimale macro-invertebratenpopulatie kan voorkomen. Cu heeft van alle gemeten

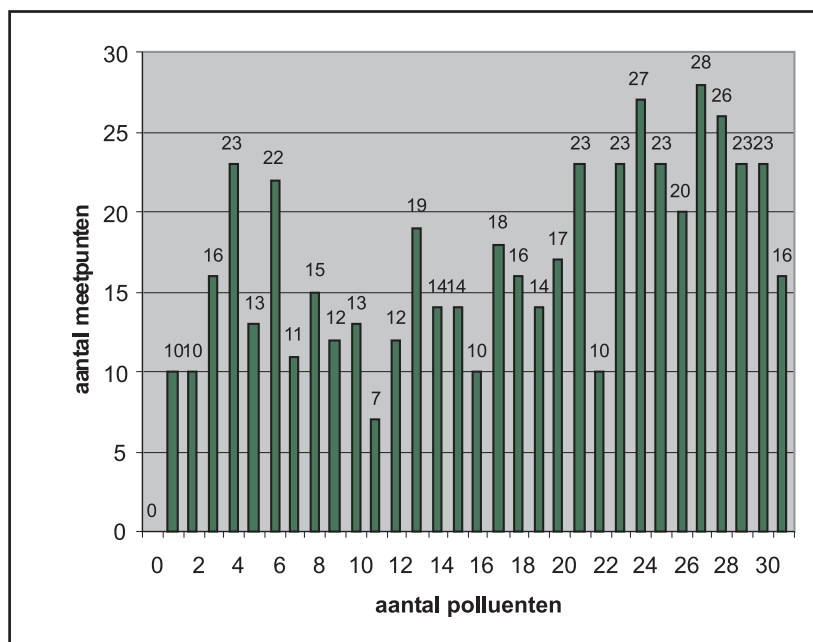
Tabel 1: LEL, TEL, SEL, PEL en consensuswaarden voor zware metalen (mg/kg DS).

	LEL	TEL	SEL	PEL	consensus 1	consensus 2
As	7,9	-	50	-	7,9	-
Cd	0,71	1,2	13	2,6	0,93	7,8
Cr	25	26	90	45	26	68
Cu	13	16	85	34	14	60
Hg	0,28	0,18	1,8	0,47	0,23	1,2
Ni	15	7,5	44	19	11	32
Pb	19	31	167	68	25	118
Se	1,5	-	6,37	-	1,5	-
Sn	1,9	0,85	21	3,3	1,4	12
Zn	129	163	1300	305	146	800

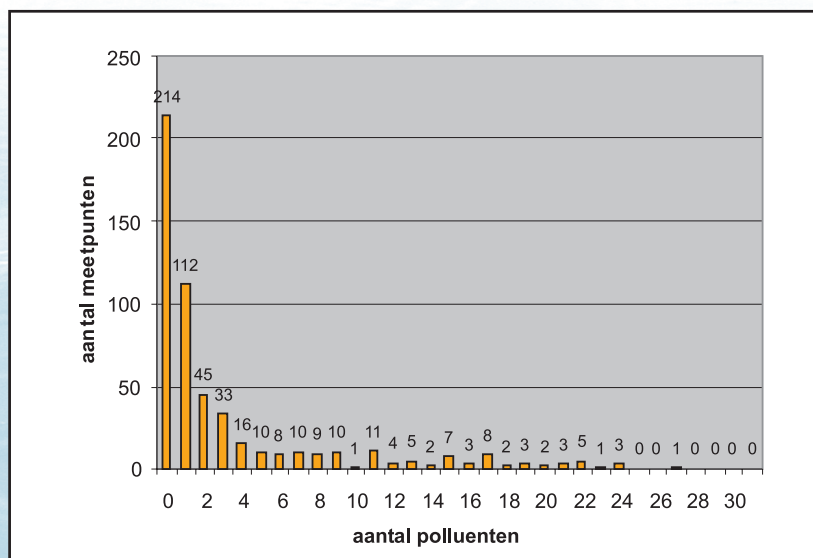
Figuur 2: percentage meetpunten in klasse 1, 2 en 3, berekend voor Cu en Cd.



Figuur 3: aantal polluenten (metalen, PAK's, PCB's, 44DDD, 44DDE en EOX) waarvoor consensuswaarde 1 niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.



Figuur 4: aantal polluenten (metalen, PAK's, PCB's, 44DDD, 44DDE en EOX) waarvoor consensuswaarde 2 overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.



zware metalen het minste meetpunten in klasse 1 (44,9%), Cd het meeste (63,7%) (Figuur 2) (Leloup et al, 2006b).

Op 44.9% van de meetpunten (Figuur 2) lag de gemeten Cd concentratie dus onder consensuswaarde 1, zijnde 0.93 mg/kg DS (Tabel 1). Figuur 2 zegt echter niets over de concentraties van de andere polluenten die mogelijk op deze 44% van de meetpunten wel boven consensuswaarde 1 of 2 kunnen liggen. Daardoor werd zoals reeds aangehaald deze berekening herhaald voor het totaal van de 31 gebruikte polluenten (Figuur 3 & 4).

Op 16 meetpunten bevonden al de concentraties van de 31 polluenten zich onder consensuswaarde 1. Op geen enkel meetpunt ligt geen enkel gehalte onder consensuswaarde 1. Wanneer consensuswaarde 2 bekeken wordt blijkt dat op 214 van de 528 meetplaatsen voor geen enkele variabele (metalen, PAK's, OCP's EOX en PCB's) de "consensuswaarde 2" overschreden wordt. Het maximum aantal polluenten dat zich boven consensuswaarde 2 bevond was 27 en dit gold voor 1 meetpunt (Leloup et al., 2006b).

Conclusie

Bij ecotextesten verkrijgt men informatie over hoe organismen in laboratoriumomstandigheden reageren maar niet in het veld zelf. Met een biologische evaluatie (aanwezige macro-invertebraten) kan enkel nagegaan worden of de waterloop in goede of slechte staat is, er kunnen geen voorspellingen gedaan worden over de mortaliteit of sublethale effecten bij een bepaald gehalte, daar waar dat wel het geval is bij ecotextesten. Bij het voorstellen van kwaliteitsnormen wordt het mogelijk om consensuswaarden te berekenen, zodat met beide beoordelingsystemen rekening wordt gehouden.

Het voordeel van deze consensuswaarden, berekend met behulp van de waterbodembank van de VMM, is dat nu voorspeld kan worden of er bij een bepaald gehalte nog een optimale macro-invertebraten gemeenschap zal voorkomen. Het gemiddelde van LEL en TEL (consensus-

waarde 1) stellen wij voor als lange termijn richtwaarde te gebruiken, het gemiddelde van SEL en PEL (consensuswaarde 2) als korte termijn interventiewaarde waarbij dringend ingrijpen noodzakelijk is.

Wanneer voor iedere individuele stof het aantal overschrijdingen van consensuswaarde 1 bekeken wordt blijkt voor ongeveer de helft van de meetpunten het gehalte onder deze toetsingswaarde te liggen (Figuur 2). Wanneer echter de waarden van de individuele parameters samengevoegd worden blijkt dat slechts op 16 van de 528 meetpunten alle gemeten polluenten aan gehalten onder consensuswaarde 1 voorkomen (Figuur 3) en men dus van een "goede ecologische toestand" kan spreken. Op 214 van de 528 meetpunten werden geen gehalten boven consensuswaarde 2 gemeten. Dit houdt in dat op 314 locaties minstens 1 maal consensuswaarde 2 overschreden werd, waarbij minder dan 5% van de macroinvertebratenpopulatie kan overleven en ernstige toxische effecten optreden. Op deze locaties is sanering van de waterbodem aan te raden.

Referenties

de Deckere, E., De Cooman, W., Florus, M. & devroede-Vanderlinden, M.P. (2000) Handboek voor de karakterisatie van de bodems van de Vlaamse waterlopen volgens TRIADE. Ministerie van de Vlaamse gemeenschap.

Leloup V., Meire P. & de Deckere E. (2006a), Ontwikkeling van ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Methodologische ontwikkeling, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2006/01, Universiteit Antwerpen, Onderzoeksgroep Ecosystembeheer.

Leloup V., Meire P. & de Deckere E. (2006b), Ontwikkeling van ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Suggestie richting kwaliteitsdoelstellingen, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2006/

02, Universiteit Antwerpen, Onderzoeksgroep Ecosystembeheer.

MacDonald, D. D., Ingersoll, C. G., Smorong, D. E., Lindscoog, R. A., Sloane, G. & Biernacki, T. (2003). Development and Evaluation of Numerical Sediment Quality Assessment Guidelines for Florida Inland waters. Florida Department of Environmental Protection, Florida

MacDonald DD, Carr RS, Calder FD, Long ER, Ingersoll CG. 1996. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for Florida coastal waters. *Ecotoxicology* 5:253-278.

Persaud D, Jaagumagi R, Hayton A. 1992. Guidelines for the protection and management of aquatic sediment quality in Ontario. Toronto (ON): Ontario Ministry of the Environment, Water Resources Branch. 27p.

Vlaamse Milieumaatschappij (2002a). Waterbodemkwaliteit 2000. VMM, Aalst.

Vlaamse Milieumaatschappij (2002b). Waterbodemkwaliteit 2001. VMM, Aalst.

Vlaamse Milieumaatschappij (2003). Waterbodemkwaliteit 2002. VMM, Aalst.

Vlaamse Milieumaatschappij (2004). Waterbodemkwaliteit 2003. VMM, Aalst.

Vlaamse Milieumaatschappij (2005). Water- & waterbodemkwaliteit. Lozingen in het water. VMM, Aalst.

V. Leloup¹, W. De Cooman², P. Meire¹ & E. de Deckere¹

¹ Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer, Universiteit Antwerpen, Universiteitsplein 1, Wilrijk 2610, Belgium

² Vlaamse Milieumaatschappij, A. Van Maelestraat 96, 9320 Erebrodegem

contact: vicky.leloup@ua.ac.be