

DE BEOORDELING VAN SEDIMENTKWALITEIT: ANALYSE VAN ANORGANISCHE PARAMETERS

P. DE COOMAN

I. HATSE

M. GUNS

Ministerie van Middenstand en

Landbouw

Instituut voor Scheikundig Onderzoek

ASSESSMENT OF SEDIMENT QUALITY: ANALYSIS OF INORGANIC PARAMETERS

At present little is known about the pollution of water soils of Flemish watercourses. Some existing analyses let us presume that the pollution of the surfacewater has lead in many cases to a general deterioration of the sediment quality and to an accumulation of toxic substances. This publication presents the results of a research aiming at developing a practical methodology for the analy-

sis of inorganic micropollutants and for the assessment of the inorganic chemical quality of water soils. The developed and presented methodology can directly be integrated in a triad approach at which quality assessment, risk assessment and proposals for remediation are estimated from the physical-chemical, biological and ecotoxicological properties of the sediment.

SAMENVATTING

Van de vervuiling van de waterbodems van Vlaamse waterlopen is nog maar weinig bekend. De enkele bestaande analyses laten echter vermoeden dat de vervuiling van het oppervlaktewater in vele gevallen heeft geleid tot een algemene verslechtering van de sedimentkwaliteit en tot een accumulatie van toxische stoffen. Dit artikel stelt de resultaten voor van een onderzoek naar de ontwikkeling van een praktische methodologie voor de analyse van anorganische micropolluenten en voor de beoordeling van de anorganisch-chemische kwaliteit van waterbodems. De ontwikkelde en voorgestelde methodologie kan rechtstreeks worden geïntegreerd binnen een triade-concept [1] waarbij kwaliteitsbeoordeling, risico-evaluatie en voorstellen tot eventuele remediëring worden benaderd vanuit de fysico-chemische, de biologische en de ecotoxicologische kenmerken van het sediment.

1. INLEIDING

Waterbodems of bodems die permanent of tijdelijk onder water staan, maken samen met de waterkolom een integraal en belangrijk deel uit van het watersysteem. Zij zijn het natuurlijk habitat voor vele bodem- en waterorganismen. Door hun filterende werking vormen zij een bescherm laag voor het grondwater maar door processen als resuspensie, convectie of diffusie kunnen zij ook een bron van verontreiniging bete-

kenen en inspanningen voor het saneren van oppervlaktewater hypothekeren. Sedimenten kunnen in het niet aquatisch milieu terecht komen bij het op land brengen van baggerspecie of ruimingsspecie. Een goede kwaliteit van de waterbodem is dan ook van cruciaal belang en er bestaat een dringende nood aan een eenduidige, algemeen bruikbare methode om de kwaliteit van de waterbodem te meten en te beschrijven voor de 12.000 km geklasseerde onbevaarbare waterlopen en de 1.200 km bevaarbare waterlopen in het Vlaamse gewest.

2. DOELSTELLINGEN

Op initiatief van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (AMINAL en AWZ) werd in januari 1994 gestart met een multidisciplinaire studie waarbij zowel de fysische, de chemische, de biologische als ecotoxicologische kenmerken van waterbodems werden bestudeerd. Het hoofddoel van de opdracht van het I.S.O. binnen dit onderzoek, bestond in het uitwerken en testen van een protocol voor de analyse van anorganische componenten. Hierbij werd zowel een kwantitatief als een kwalitatief fysisch-chemisch onderzoek beoogd.

In een eerste fase werden een aantal geselecteerde methoden uitgetest op 21 slibstalen van de Dommel, Kanaal Gent-Terneuzen, Jeker, Kanaal Brugge-Oostende, Bovenschelde, Kanaal Nieuwpoort-Plassendale en Kanaal Brussel-Charleroi. In een tweede fase werden de voorgestelde tech-

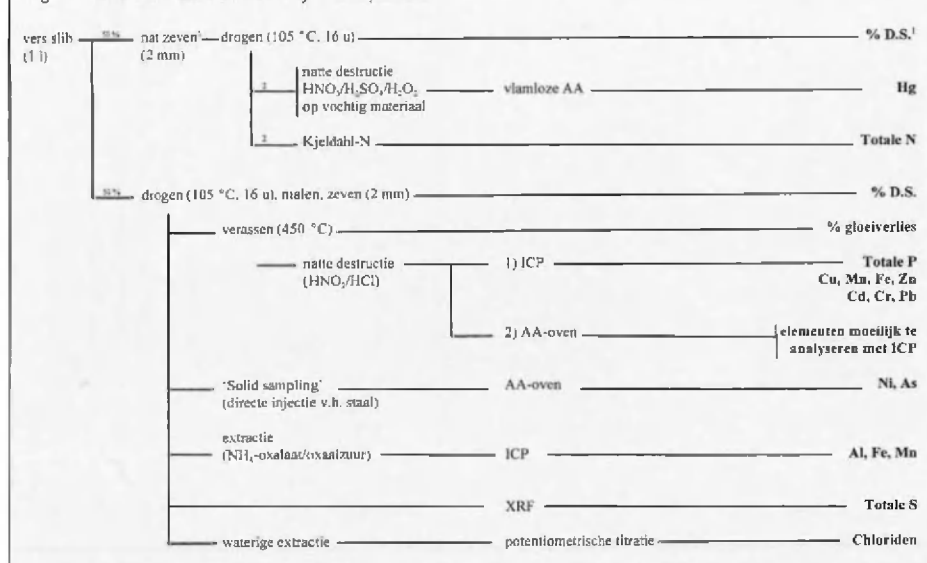
nieken voor de analyse van zware metalen en enkele algemene anorganische parameters verder toegepast, geëvalueerd en geoptimaliseerd voor 75 stalen van de IJzer, Bovenschelde, Dommel en Jeker en voor 5 referentiestalen. Om de mobiliteit en de biobeschikbaarheid te onderzoeken van de in het analyseprotocol opgenomen stoffen, werden eveneens de overeenkomstige poriënwaters geanalyseerd. Tenslotte werden de gehalten aan zware metalen in 22 stalen macro-invertebraten (oligochaeten en chironomiden) bepaald. In een derde fase werden de resultaten statistisch verwerkt (correlatieanalyse, clusteranalyse) en getoetst aan bestaande normeringen en er werden een aantal suggesties voor kwaliteitsbeoordeling geformuleerd.

3. ONTWIKKELING VAN DE METHODOLOGIE: ANALYTISCH PROTOCOL

Op basis van een uitgebreid literatuuronderzoek werd een selectie gemaakt van de te bepalen anorganische parameters en van de meest aangewezen anorganisch-chemische analyseprocedures.

Wat de analysetechnieken betreft, werd gekozen voor de 'klassieke' methoden voor het bepalen van de algemene parameters. Voor het bepalen van de zware metalen werd de koningswaterextractie toegepast, een methode die in het algemeen in routine wordt gebruikt voor het bepalen van de verontreiniging van gronden. Voor de meting van de concentraties werden hoofdzakelijk

Figuur 1: Overzicht van de analytische procedure.



courante, spectrochemische technieken (FAAS/GF-AAS, ICP-AES) vooropgesteld.

De volgende parameters werden met behulp van de onderstaande technieken geanalyseerd:

Sediment

De analyses werden uitgevoerd op mengstalen. De stalen werden indien nodig manueel genomen; meestal werd een Van Veen gripper (6 l) of een Beekersampler gebruikt [2].

- **drogestofgehalte en organische stof door bepaling van het gloeiverlies:** het gloeiverlies wordt bepaald door verassen op 450 °C gedurende twee uur. Het bekomen gewichtsverlies geeft een goede schatting van de aanwezige hoeveelheid organisch materiaal; er kunnen echter fouten optreden door vervluchtiging van carbonaten en deshydratatie van gehydrateerde Fe-oxyden. Bepaling van het gehalte organische stof blijkt relevant, gezien de binding van zware metalen aan het organisch materiaal op korte termijn zelfs belangrijker is dan deze aan de klei- of siltfractie.

- **chloriden:** voor de bepaling van het chloridegehalte wordt een potentiometrische titratie met AgNO₃ en een gecombineerde Ag/K₂SO₄/HgSO₄ electrode uitgevoerd op een waterextract van het gedroogde slijb. Chloride-ionen vormen vaak met metalen (bv. Cd) oplosbare complexen en kunnen zo de mobiliteit van metalen verhogen.

- **Kjeldahl-stikstof:** de totale stikstof wordt op vers slijb bepaald met de Kjeldahl-methode, een algemeen verspreide techniek, die de som van de ammoniakale en organische stikstof meet. Uit het eigen onderzoek en uit de literatuur blijkt dat er vaak een goede correlatie bestaat tussen het gehalte aan zware metalen en de Kjeldahl-stikstof. Er bestaat dan ook een

vermoeden dat de adsorptie van zware metalen vaak plaatsvindt op de aminogroepen van de organische componenten in het sediment.

- **totaal zwavel:** er werd geopteerd om een totale zwavel bepaling uit te voeren met X-stralen fluorescentie spectrometrie (XRFS) gezien een waterige extractie van sulfaten steeds onvolledig is door de aanwezigheid van onoplosbare sulfaten (BaSO₄ en CaSO₄) en gezien het groter belang van sulfiden ten opzichte van sulfaat in anaëroob slijb. Sulfiden kunnen immers metalen vastleggen door vorming van onoplosbare neerslagen. Het totaal gehalte aan S is voor anaëroob riviërslijb een goede aanduiding van het sulfidegehalte.

- **Fe, Al en Mn in ammoniumoxalaatextract:** 'actief' Fe en Al worden geëxtraheerd met een ammoniumoxalaatbuffer en gemeten met ICP-AES. Gezien de specifieke adsorptie van sommige zware metalen aan Fe- en Al-oxyden is deze bepaling relevant in het kader van deze studie. Een bepaling van Mn werd uitgevoerd voor de (hydr)oxyden van Mn opgelost in het oxalaatextract. De extractie van P met ammoniumoxalaat werd niet weerhouden in het definitieve protocol: de analyseresultaten bleken te weinig reproduceerbaar.

(Hydr)oxyden van Al, Fe en Mn spelen vooral in zandgronden een grote rol. Hier is niet het totaal oxydegehalte van belang maar vooral de fractie van organisch gebonden en amorf (hydr)oxyden, omdat de reactiviteit daarvan groter is. De bindingscapaciteit van zware metalen door kleimineralen wordt eveneens sterk bepaald door de begeleidende Fe, Al en Mn-(hydr)oxyden, die als coating rond de kleideeltjes voorkomen. Een hoog gehalte aan totaal Mn kan ook een verklaring zijn voor hoge gehalten aan verontreinigende metalen, gezien Mn-gesteenten veel metalen kunnen includeren.

- **As, Ni:** deze stoffen werden bepaald via de 'solid sampling' techniek, namelijk door een directe (totaal)-analyse van in suspensie gebracht vast materiaal met GF-AAS. Bij deze techniek wordt geen mineralisatie toegepast; het fijn gemalen materiaal wordt homogeen gesuspenderd in 5% HNO₃ en een fractie wordt direct geïnjecteerd in de grafietoven van een atoomabsorptiespectrometer voor meting van het gekozen element. Uit een vergelijkende test bleek dat voor deze elementen de koningswaterextractie niet efficiënt kon worden uitgevoerd (zie verder).

- **Hg:** na mineralisatie werd een meting uitgevoerd door vlamloze (koude damp) atoomabsorptiespectrometrie. Deze methode blijkt goed bruikbaar: de gevonden waarde (0,128 mg/kg) voor het gestandaardiseerde sedimentstaal BCSS-1 stemde zeer goed overeen met de gecertificeerde waarde = 0,129 mg/kg ± 0,012.

- **Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, P:** na ontsluiting van het veraste materiaal met koningswater werd de bepaling verricht via inductief gekoppelde plasma-atoomemissie spectrometrie (ICP-AES) of indien nodig via atoomabsorptiespectrometrie met vlam of grafietoven (FAAS / GF-AAS).

Voor de bepaling van de totaalgehalten aan zware metalen werd bij het begin van de studie gekozen voor koningswater (HCl/HNO₃: 3/1) als extractievloeistof na verassing van het slijb. Er werd immers van uitgegaan dat het deel van het totale gehalte opgesloten in primaire en secundaire kleimineralen buiten beschouwing blijft omdat deze fractie vrijwel inert is en in natuurlijke omstandigheden niet wordt vrijgesteld.

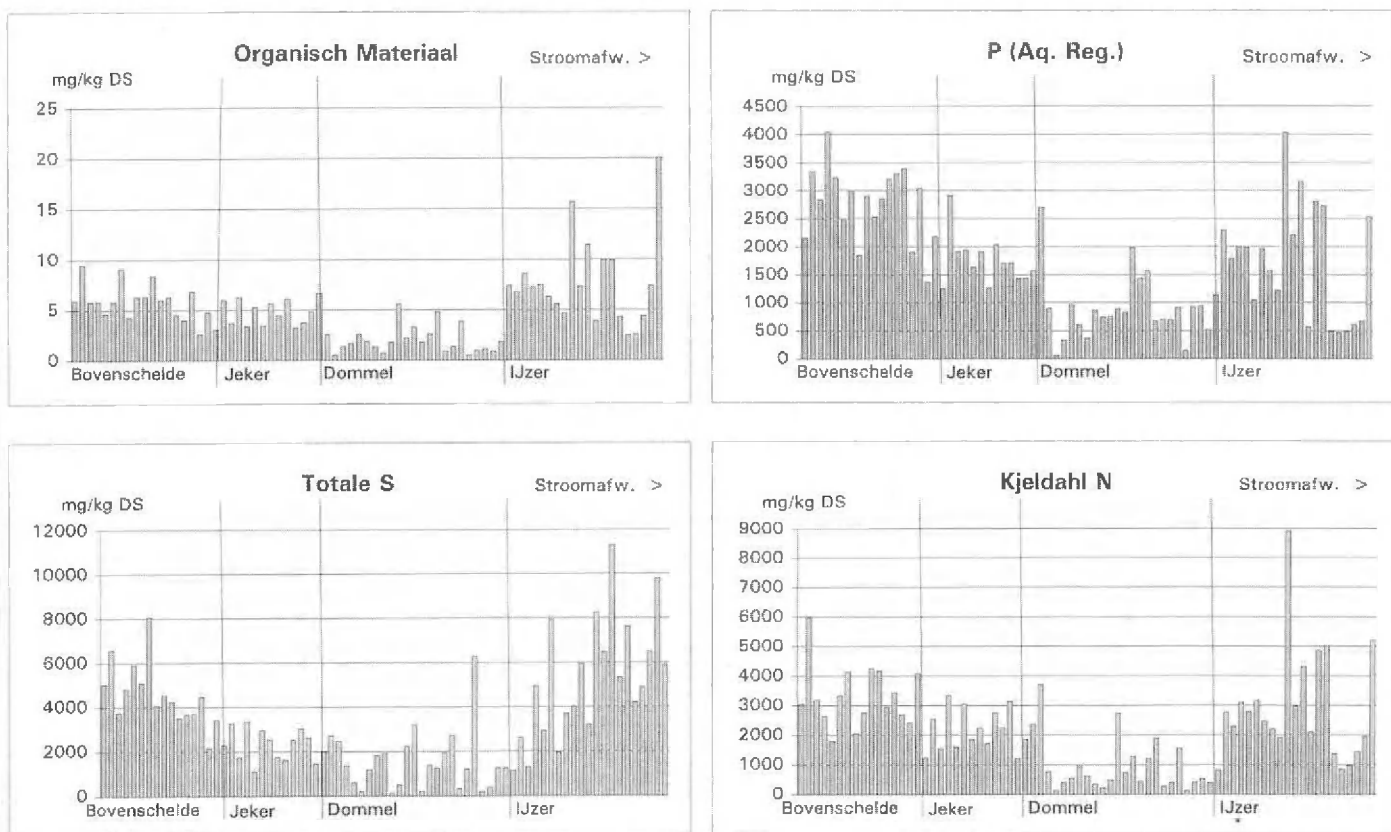
Dit werd verder onderzocht door enerzijds slijbstalen te onderwerpen aan een alternatieve totaalanalyse van Pb en Cr, gebruik makend van een 'solid sampling' techniek met GF-AAS (zonder mineralisatie). Anderzijds werden, in samenwerking met het Departement Analytische Scheikunde van de V.U.B., een aantal secties van boorkernen parallel geanalyseerd zowel met de HF-methode (V.U.B.) als met de koningswater-ontsluiting (I.S.O.) voor de elementen Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, en Zn. Uit de verhoudingen tussen de gevonden concentraties in het koningswater versus het HF-extract blijkt dat inderdaad mag worden aangenomen dat het gehalte opgenomen in koningswater, de fractie voorstelt die theoretisch zou kunnen vrijgesteld worden in het milieu. Het oplossen van nikkel met HCl/HNO₃ was echter ver van volledig; dit kan te wijten zijn aan metallisch nikkel dat beter in reducerend milieu (HF) wordt opgelost.

Figuur 1 geeft een overzicht van de methodologie voor de analyse van anorganische parameters van waterbodems.

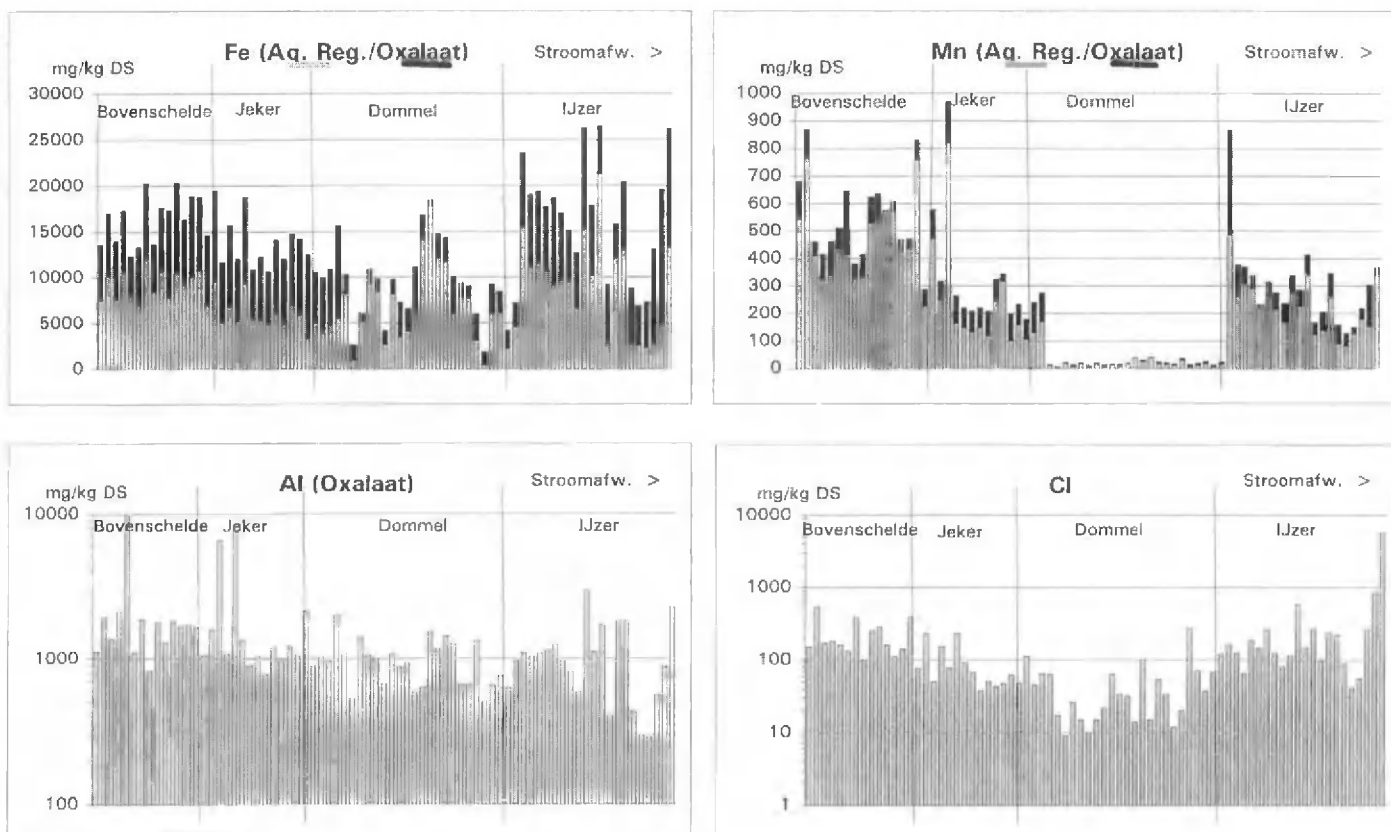
Poriënwater

De poriënwaters werden voor analyse aangezuurd (5 % HNO₃) en gefilterd (20 µm)[2].

Figuur 2a: Analytische resultaten algemene parameters.



Figuur 2b



Gezien de vaak lage concentratie aan micro-polluenten, gebeurde de bepaling van metalen in deze oplossingen via FAAS/GF-AAS (Cu, Mn, Zn, As, Cd, Cr, Ni, Pb). Voor de Hg-bepaling werd de I.B.N. (ISO/DIS 5666/1)-methode voor oppervlaktewaters en huishoudelijk en industrieel afvalwater toegepast.

Macro-invertebraten

Op een aantal stalen van macro-invertebraten (chironomiden en oligochaeten) werden volgende analyses uitgevoerd:

- **drogestofgehalte:** dit wordt bepaald door drogen van het vers materiaal bij 75 °C gedurende zes uur.
- **Cd, Cu, Cr, Fe Ni, Pb, Zn:** na ontsluiting van het veraste materiaal met koningswater gebeurt de bepaling via atoomabsorptiespectrometrie (AAS) met vlam of grafietoven.

De hoeveelheid materiaal die voor analyse ter beschikking werd gesteld, was te klein en liet niet toe een voldoende nauwkeurige Hg-bepaling uit te voeren.

4. RESULTATEN

4.1. Toepassing van de voorgestelde methodologie op pilootschaal

In een tweede fase van het onderzoek werd de hoger beschreven methodologie toegepast voor stalen van sediment, poriënwater en macro-invertebraten uit de Bovenschelde, de IJzer, Jeker en Dommel en voor 5 referentiestalen uit de Kapittelbeek, Grote Nete, Voer, IJzer en Beverdijkvaart.

In totaal werden ongeveer 2500 analyses uitgevoerd. Het is dan ook onmogelijk alle analyseresultaten in detail te bespreken, toch kunnen enkele algemene tendensen worden aangeduid. De bijgevoegde figuren 2 en 3 geven een overzicht van de meest relevante onderzochte parameters.

De **Bovenschelde** bezit een rivierbodem die voornamelijk uit klei en silt bestaat. De concentraties voor organische C, Kjeldahl-N, chloriden, totaal S, Fe, Mn en Al liggen relatief hoger dan het gemiddelde. De belangrijke inhoud aan adsorberende agentia weerspiegelt zich dan ook in algemeen hoge tot zeer hoge concentraties van zware metalen.

De **Jeker** bezit een rivierbodem die voornamelijk uit silt bestaat. Opvallend is de vrij gelijkmatige samenstelling van de sedimentstalen onderling: echte afwijkende hoge of lage concentraties aan anorganische micro-polluenten worden niet gevonden. Binnen het geheel van alle onderzochte sedimenten nemen de Jekerstalen een intermediaire positie in zowel wat de algemene parameters als wat de zware metalen betreft.

De **Dommel** bezit een rivierbodem, die voornamelijk uit zand bestaat en bijgevolg

weinig organische C, Kjeldahl-N, chloriden en totaal-S bevat. De concentratie "actief" Fe ligt relatief hoog terwijl de gehalten P en Mn laag blijven. Wat de zware metalen betreft, kan een zeer grote spreiding van de gemeten gehalten worden vastgesteld. Voor een aantal stalen aan de benedenloop worden hoge, zelfs zeer hoge concentraties As, Cd, Hg of Zn gevonden.

De **IJzer** bezit een rivierbodem met een zeer variabele samenstelling. In sommige stalen overweegt de klei en silt fractie, andere stalen bestaan dan weer hoofdzakelijk uit zand. Dit verschil in adsorptiematrices weerspiegelt zich dan ook in zeer variabele gehalten organische C, Kjeldahl-N, chloriden, totaal-S, Fe, Mn en P. Deze tendens wordt ook teruggevonden voor de zware metalen.

Het poriënwater van de sedimentstalen werd onderzocht op de aanwezigheid van zware metalen. Vaak lagen de waargenomen concentraties onder de analytische detectielimiet. Uit de berekende verhoudingen tussen de concentratie in het poriënwater en de concentratie in het silt, blijkt dat er geen algemeen geldende relatie tussen beide concentraties kan worden vastgesteld. Een hoge concentratie in het silt komt niet steeds overeen met een hoge concentratie in het poriënwater en omgekeerd wijzen hoge concentraties in het poriënwater niet altijd op een aanrijking in de vaste fase.

Uit de analyses van het gehalte aan zware metalen in macro-invertebraten (Oligochaeten en Chironomiden) blijkt dat voor Bovenschelde, Dommel en Jeker bioaccumulatie kan worden vastgesteld. Voornamelijk Pb en Cu maar ook Cd en Zn werden aangetroffen. Voor de IJzer kon in slechts één van de onderzochte stalen bioaccumulatie van Cu worden aangetoond.

4.2. Beoordeling van de (anorganisch) chemische sedimentkwaliteit

In het kader van een geïntegreerde kwaliteitsbeoordeling werd onderzocht welke specifieke bijdrage de analyse van anorganische parameters (overeenkomstig het voorgestelde analyseprotocol) aan een dergelijke beoordeling kan bieden. Hiertoe werden de analyseresultaten voor het pilootgebied in eerste instantie getoetst aan bestaande kwaliteitsnormen. Vervolgens werd binnen de deelnemende onderzoeksgroepen een eigen methode voor fysisch-chemische kwaliteitsbeoordeling voorgesteld. Hoewel algemene parameters zoals pH, zuurstofgehalte, ... belangrijk zijn om bepaalde analyseresultaten nauwkeuriger te kunnen interpreteren, werd omwille van praktische overwegingen besloten de parameters die direct in de beoordeling worden opgenomen te beperken tot de zware metalen en As.

Bij het gebruik van een normatief systeem als toetsingskader worden concentraties van eenzelfde parameter onderling met elkaar vergeleken. Dit is slechts zinvol indien deze concentraties worden omgerekend

naar een "standaard-waterbodem". De beoordeling van de kwaliteit en antropogene aanrijking moet, zeker voor de zware metalen, rekening houden met de natuurlijke achtergrond en het aanwezige adsorptiecomplex in het sediment zelf. Voor het toetsen aan de Nederlandse normeringen werden de concentraties omgerekend naar een standaardwaterbodem met 10% organisch materiaal en 25 % lutum. Bij het eigen normeringssysteem worden de concentraties omgerekend naar een bodem met 2% organisch materiaal en 10% lutum.

- Toetsing aan de Nederlandse normen: Evaluatienota Water [3]

De Nederlandse normering gaat uit van een aantal normwaarden voor een achttal zware metalen. Naar gelang een "streefwaarde", "grenswaarde", "toetsingswaarde" of "interventiewaarde" door één of verschillende parameters wordt overschreden, wordt aan het staal een kwaliteitsklasse toegekend (0: hoogste kwaliteit; 4: laagste kwaliteit). In tabel 1 is een overzicht gegeven van de kwaliteitsklassen per staal.

- Toetsing aan het ontwikkelde beoordelingssysteem [4]

Bij het voorgesteld beoordelingssysteem wordt uitgegaan van de gemeten concentraties aan zware metalen, omgerekend naar concentraties voor een standaardwaterbodem (MC). Hierna wordt voor elke individuele parameter een Ratio to Reference-waarde (RTR) berekend op basis van onderstaande relatie.

De referentieconcentraties (RC) werden berekend via een door Koch en Luick [5] ontwikkelde statistische rekentechniek op basis van analyses van niet, of weinig gecontamineerde referentiestalen.

$$RTR = \log \frac{MC}{RC}$$

Indien de verhouding $MC(standard)/RC$ lager is dan 0 of groter dan 100 wordt ze teruggebracht tot 1, respectievelijk 100. De RTR kan zo waarden aannemen van 0 tot 2.

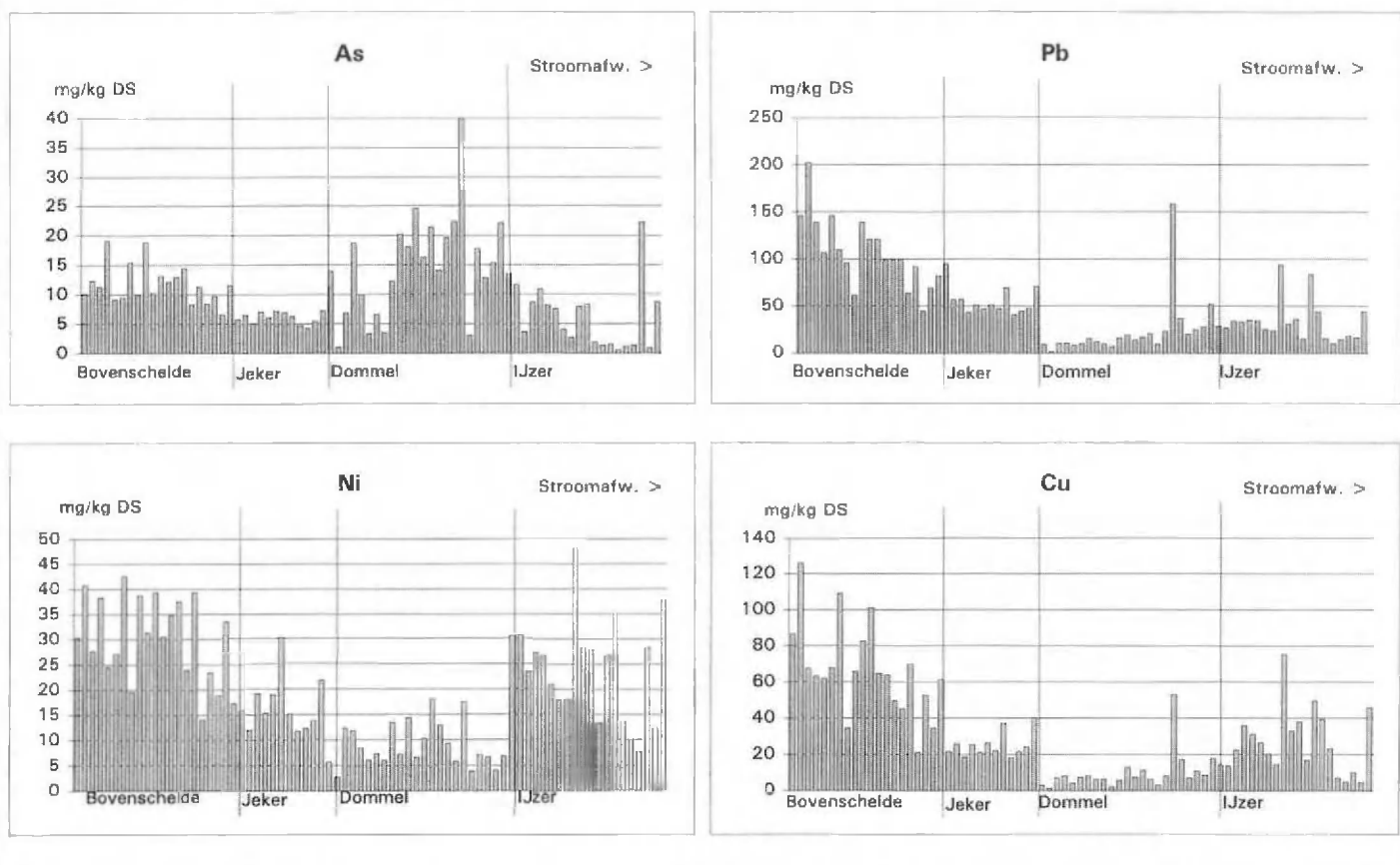
De RTR's worden vervolgens omgezet naar een lineaire kwaliteitsschaal van 1 tot 5 (1: hoogste, 5 = laagste kwaliteit). De kwaliteitsklasse van het staal wordt bepaald als de hoogst voorkomende klasse voor de individuele parameters. Eventueel worden twee klassegrensoverschrijdingen met minder dan 50% van de klassebreedte toegestaan.

In tabel 1 is voor beide beoordelingssystemen een overzicht gegeven van de kwaliteitsklasse per staal.

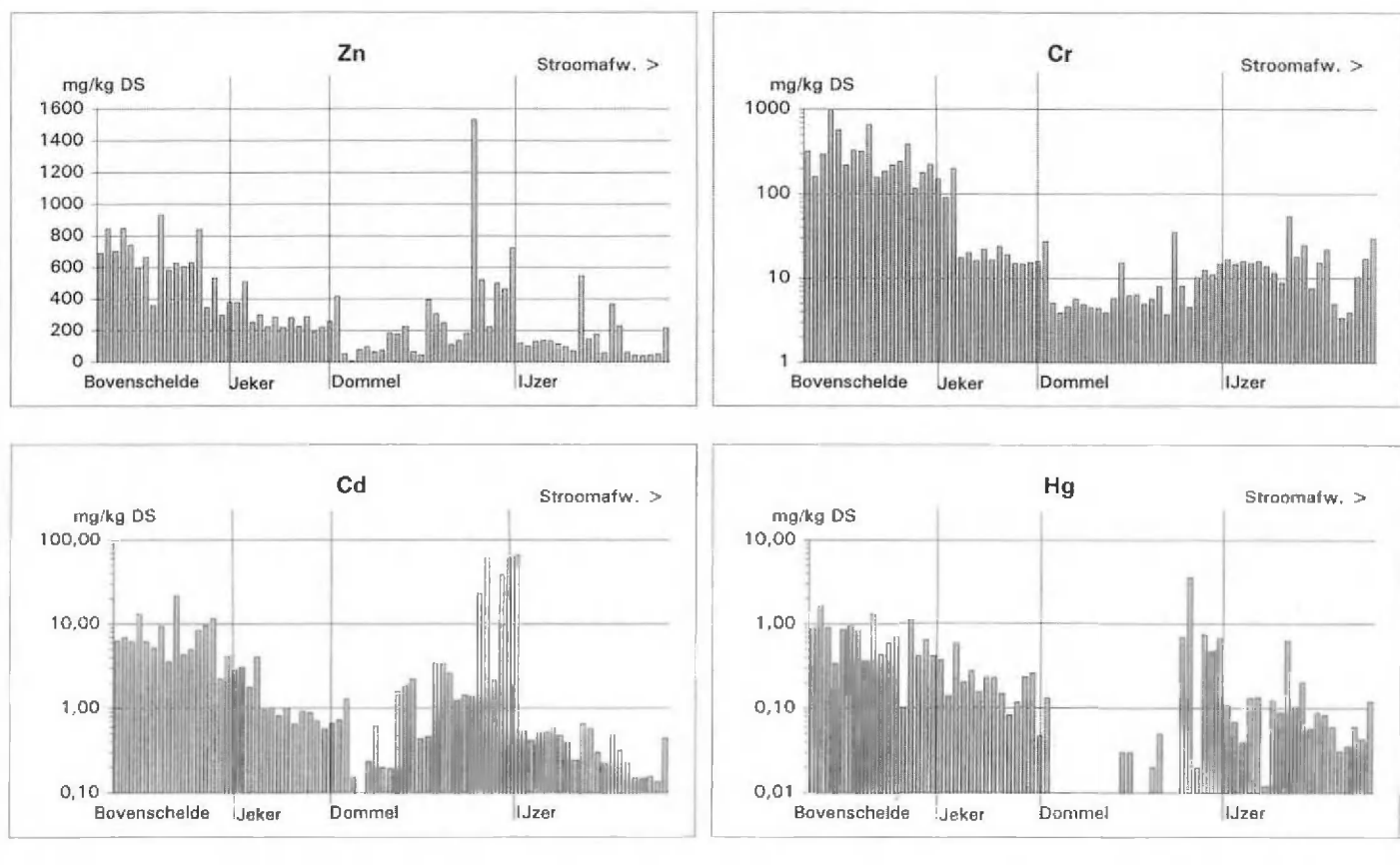
In figuur 4 is voor beide beoordelingssystemen, de globale verdeling en spreiding van de stalen over de verschillende klassen weergegeven.

Hoewel de definitie van de standaardbodem en het ontwikkelde beoordelingssys-

Figuur 3a: Analytische resultaten zware metalen.



Figuur 3b



Tabel 1: Anorganisch-chemische kwaliteitsbeoordeling van sedimenten.

(3)

BOVENSCHDELDE			JEKER			DOMMEL			IJZER		
Monster	Klasse (1)	Klasse (2)	Monster	Klasse (1)	Klasse (2)	Monster	Klasse (1)	Klasse (2)	Monster	Klasse (1)	Klasse (2)
B1	4*	4	J1	2	2	D1	0	1	Y1	2	1
B2	4*	3	J2	1	2	D2	0	1	Y2	2	1
B3	4*	4	J3	1	1	D3	0	1	Y3	1	1
B4	4*	5	J4	1	2	D4	1	1	Y4	2	1
B5	4*	5	J5	1	1	D5	0	1	Y5	2	1
B6	3	4	J6	1	1	D6	0	1	Y6	2	1
B7	3	4	J7	2	1	D7	2	2	Y7	0	1
B8	3	4	J8	2	2	D8	2	2	Y8	1	1
B9	4*	5	J9	1	1	D9	2	3	Y9	2	2
B10	3	3	J10	1	1	D10	0	1	Y10	2	1
B11	3	3	J11	1	1	D11	0	1	Y11	1	1
B12	3	4	J12	2	2	D12	3	3	Y12	0	1
B13	3	4				D13	2	3	Y13	2	2
B14	4	4				D14	2	3	Y14	2	1
B15	2	2				D15	1	1	Y15	1	1
B16	3	3				D16	2	2	Y16	0	1
B17	2	4				D17	2	2	Y17	0	1
B18	2	3				D18	4	5	Y18	2	1
B19	3	2				D19	4	5	Y19	2	1
B20	3	3				D20	2	3	Y20	2	1
						D21	4	5			
						D22	4	5			
						D23	4	5			

(1): Anorganisch-chemische kwaliteit volgens de "Evaluatienota Water" - Nederland
 Klasse 0 = hoogste kwaliteit - Klasse 4 = laagste kwaliteit
 *: laag actueel risico in aerobe omstandigheden

(2): Anorganisch-chemische kwaliteit volgens de voorgestelde methode
 Klasse 1 = hoogste kwaliteit - Klasse 5 = laagste kwaliteit

(3): De punten zijn van boven naar beneden gerangschikt i.f.v. de stroomrichting

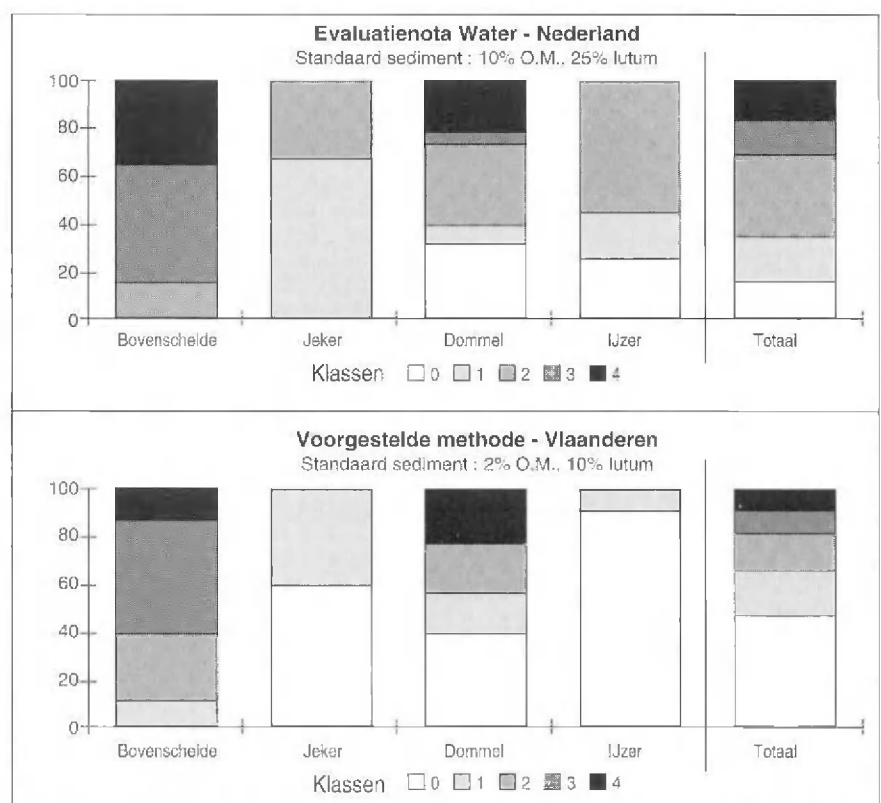
teem duidelijk verschilt van de Nederlandse standaardbodem en methode voor kwaliteitsbeoordeling, blijken de resultaten toch best vergelijkbaar. Op basis van de onderlinge rangorde van de stalen en enkel rekening houdend met de kwaliteit bepaald door de zware metalen en As, blijkt dat verschillende stalen uit de Bovenschelde en enkele stalen aan de benedenloop van de Dommel, de laagste kwaliteit bezitten. In tegenstelling tot de Bovenschelde, wordt de slechte anorganisch-chemische kwaliteit van enkele sedimentstalen in de Dommel veelal veroorzaakt door de afwijkend hoge, zelfs zeer hoge concentratie van siechts één enkele parameter. De hoogste kwaliteit treffen we aan bij de stalen aan de bovenloop van de Dommel en de IJzer.

5. BESLUIT

De ontwikkelde analysemethodologie blijkt goed en vlot toepasbaar voor het onderzoek van sedimenten. In de uiteindelijke beoordeling wordt enkel rekening gehouden met de zware metalen, doch ook de andere onderzochte parameters leveren relevante informatie en kunnen de kwaliteitsbeoordeling verder nuanceren.

De kwaliteitsbeoordeling binnen dit project ontwikkeld laat toe de anorganisch-chemische kwaliteit van de verschillende sedimenten te beoordelen. De meeste stalen

Figuur 4: Anorganisch-chemische kwaliteitsbeoordeling - Monsterverdeling



van de Bovenschelde en enkele stalen van de Dommel blijken sterk verontreinigd te zijn.

De methodologie kan rechtstreeks binnen een triadebenadering worden toegepast. Verder onderzoek naar referentiegehalten in "niet gecontamineerde" sedimenten is evenwel noodzakelijk om de relatie tussen het reële risico en de gevonden concentraties nauwkeuriger te beschrijven.

P. DE COOMAN

Mw. I. HATSE

M.GUNS

Ministerie voor Middenstand en Landbouw

Instituut voor Scheikundig Onderzoek

Leuvensesteenweg 17

3080 Tervuren

REFERENTIES

1. Chapman P.M. (1992). *Sediment Quality Triad Approach*. In: *Sediment Classification Methods Compendium*. EPA 823-R-92-006, Chapter 10, 1-18.
2. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (1995). *Handboek voor de karakterisatie van de Waterbodems in Vlaanderen*. AMINAL/AWZ, België.
3. Ministerie van VROM (1994). *Evaluatienota Water*. Tweede kamer, vergaderjaar 1993-1994, 21250, nrs 27-28.

4. Verscheidene auteurs (1995). *Ontwikkeling van een beoordelingsmethodologie, toepassing op het pilotgebied, kwaliteitsbeoordeling en kwaliteitskaarten*. In: *Methodologische studie naar de inventarisatie, de ecologische effecten en de sanering van de waterbodems in Vlaanderen*, AMINAL/AWZ, België.

5. Koch and Luik (1980). *Statistical analysis of geological data*. Vol. I, II. Dover, New York.

BOEKBESPREKING

GRONDWATERKWALITEIT IN DE PROVINCIE ANTWERPEN

uitgave van het Provinciaal Instituut voor Hygiëne

Het grondwater is een natuurlijk product, dat meer bijzonder in de provincie Antwerpen, zeer kwetsbaar is in zijn kwaliteit. Het is dan ook belangrijk geoordeeld om de aanwezigheid en de karakteristieken ervan vast te stellen teneinde een verdere evolutie te kunnen volgen, de oorzaken te bepalen en geschikte maatregelen te kunnen nemen.

Het werk omvat eerst een uitvoerige beschrijving van de geologische opbouw van de provincie Antwerpen. Er wordt gebruik gemaakt van de terminologie van de nieuwe geologische kaart, waarbij van de nieuwste opvattingen van de formaties wordt gebruik gemaakt.

Op basis van deze beschrijving wordt een hydrogeologische schematisatie ontwikkeld.

Na deze algemene situering worden de gegevens van het hydrochemisch onderzoek opgenomen met de situering van de putten en het bestaande meetnet. De grondwaterkwaliteitskaarten geven tenslotte een detaillering van al de beschikbare gegevens. Het geheel bevat 108 blz. beschrijving met een aanvulling van bijlagen, waarbij 83 overzichtskaarten. Het is een basiswerk geworden met een beeld van de huidige kennis over de grondwaterkwaliteit in de provincie Antwerpen.

(verkrijgbaar bij het Provinciaal Instituut voor Hygiëne, Kronenburgstraat 45 - 2000 Antwerpen - 2.500,- BEF)

H.R.

INTEGRALE VERKENNING INRICHTING RIJNTAKKEN

In mei 1996 verscheen een eerste IVR-rapport, uitgave van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat in Nederland.

Het rapport is een bewerkte samenvatting van een reeks rapporten

die reeds verschenen zijn. De bedoeling van het RIZA, in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium en de Grontmij, is, om een globaalbeeld te krijgen van de soms tegenstrijdige maatregelen die een goed beheer van de waterweg vereisen.

Na een schetsing van het kader en de eigen karakteristieken van de Rijn, worden achtereenvolgens de verschillende invloedsaspecten besproken. Bescherming tegen hoogwater, scheepvaart, natuur, cultuur, ontgronding en landbouw worden behandeld. Ook het probleem van de recreatie komt aan de orde.

Het rapport heeft niet tot doel adviezen te geven in verband met nodige of mogelijke maatregelen, doch enkel het algemeen kader te schetsen, waarmee moet worden rekening gehouden.

Bij het verslag werd een covermotie van de Directie Oost-Nederland van de Rijkswaterstaat gevoegd, waarin ditmaal wordt aangegeven welke volgende stappen gezet zouden kunnen worden. Wellicht de stof van latere publicaties.

H.R.

VERONTREINIGING VAN DE MAAS EN ZIJRIVIEREN IN 1994 EN 1995 DOOR DIURON

nota nr. 96.018 van het RIZA-Nederland

In maart 1994 werd een rapport gepubliceerd in verband met de concentraties van het bestrijdingsmiddel diuron waardoor in het Brabantse Biesbosch problemen ontstonden in verband met de drinkwatervoorziening. Inmiddels werden de metingen verdergezet.

Het blijkt dat intussen de jaarvrucht van de stof niet is afgenomen. Uit het onderzoek volgt dat de verontreiniging slechts voor 40% van Nederland zelf is. 10% komt uit Duitsland en 50% is het gevolg van grensoverschrijdende verontreiniging uit België. Verdere maatregelen dringen zich op.

H.R.