

**Ontwikkeling van ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde  
kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems.**

Suggestie richting kwaliteitsdoelstellingen

Leloup V., P. Meire & E. de Deckere

Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer  
Universiteit Antwerpen

**Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse  
Milieumaatschappij, MIRA**

MIRA/2006/01

ECOBE 06-R91

Januari 2006



Dit rapport verschijnt in de reeks MIRA Ondersteunend Onderzoek van de Vlaamse Milieumaatschappij. Deze reeks bevat resultaten van onderzoek gericht op de wetenschappelijke onderbouwing van het Milieurapport Vlaanderen.

Dit rapport is ook beschikbaar via [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)

Contactadres:

Vlaamse Milieumaatschappij  
Milieurapportering (MIRA)  
Van Benedenlaan 34  
2800 Mechelen  
tel. 015 45 14 66  
[mira@vmm.be](mailto:mira@vmm.be)

Wijze van citeren:

Leloup V., P. Meire & E. de Deckere. (2006), Ontwikkeling van ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Suggestie richting kwaliteitsdoelstellingen, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2006/01, Universiteit Antwerpen, Onderzoeksgroep Ecosystembeheer, ECOBE 06-R91.

# INHOUDSTAFEL

<b>WOORD VOORAF .....</b>	<b>III</b>
<b>SAMENVATTING .....</b>	<b>IV</b>
<b>LIJST MET AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN .....</b>	<b>VI</b>
<b>DEFINITIES .....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. INLEIDING.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METHODEN.....</b>	<b>5</b>
2.1 WAARDEN ONDER DE DETECTIELIMIET .....	5
2.2 ECOLOGISCH ONDERBOUWDE KWALITEITSDOELSTELLINGEN (LEL/SEL) .....	6
2.4 VALIDATIE BEREKENDE KWALITEITSDOELSTELLINGEN .....	15
2.5 CONSENSUSWAARDEN .....	16
<b>3. RESULTATEN.....</b>	<b>17</b>
<b>3. RESULTATEN.....</b>	<b>19</b>
3.1 ECOLOGISCH ONDERBOUWDE KWALITEITSDOELSTELLINGEN (LEL/SEL) .....	19
• Zware metalen .....	19
• PAK's .....	20
• PCB's en OCP's .....	20
• EOX en KWSap .....	21
3.1.1 <i>Ecologische kwaliteitsdoelstellingen voor verschillende % klei in het sediment.....</i>	<i>21</i>
• Zware metalen .....	21
• PAK's .....	22
• PCB's en OCP's .....	23
• EOX en KWSap .....	24
3.2 ECOTOXICOLOGISCH ONDERBOUWDE KWALITEITSDOELSTELLINGEN (TEL/PEL) .....	25
• Zware metalen .....	25
• PAK's .....	26
• PCB's en OCP's .....	26
• EOX en KWS ap. ....	27
3.2.1 <i>Ecotoxicologische kwaliteitsdoelstellingen voor verschillende % klei in het sediment.....</i>	<i>27</i>
• Zware metalen .....	27
• PAK's .....	28
• PCB's en OCP's .....	29
• EOX en KWSap .....	30
3.3 VALIDATIE BEREKENDE KWALITEITSDOELSTELLINGEN .....	30
3.3.1 <i>Validatie LEL/SEL met data 2000-2001 .....</i>	<i>30</i>
• Zware Metalen .....	30
• PAK's .....	31
• PCB's en OCP's .....	32
• EOX en KWSap .....	33
3.3.2 <i>Validatie TEL/PEL met data 2000-2001 .....</i>	<i>33</i>
• Zware metalen .....	34
• PAK's .....	34
• PCB's en OCP's .....	35
• EOX en KWSap .....	36
3.3.3 <i>Abundanties bij gehalten onder LEL, tussen LEL en SEL en boven SEL.....</i>	<i>37</i>
• Zware metalen .....	37
• PAK's .....	39
• PCB's en OCP's .....	40
3.4 CONSENSUSWAARDEN .....	42
• Zware metalen .....	43
• PAK's .....	43
• PCB's en OCP's .....	44

•	EOX en KWSap.....	45
3.4.1	<i>Consensuswaarden voor verschillende % klei in het sediment.....</i>	45
•	Zware Metalen.....	45
•	PAK's.....	48
•	PCB's en OCP's.....	51
•	EOX en KWSap.....	53
3.4.2	<i>Overschrijden consensuswaarden individule stoffen.....</i>	54
•	Zware metalen.....	54
•	PAK's.....	55
•	PCB's en OCP's.....	57
•	EOX en KWS ap.....	59
3.4.3	<i>Overschrijden %klei-consensuswaarden individuele stoffen.....</i>	60
•	Zware Metalen.....	60
•	PAK's.....	60
•	PCB's en OCP's.....	61
•	EOX en KWSap.....	62
3.4.4	<i>Overschrijden consensuswaarden totale meetnet.....</i>	62
3.4.5	<i>Overschrijden %-klei consensuswaarden totale meetnet.....</i>	67
<b>4.</b>	<b>VERGELIJKING INTERNATIONALE KWALITEITSDOELSTELLINGEN.....</b>	<b>71</b>
•	Zware metalen.....	71
•	PAK's.....	72
•	PCB's.....	74
•	OCP's.....	75
•	EOX en KWSap.....	76
<b>5.</b>	<b>SUGGESTIE RICHTING DOELSTELLINGEN.....</b>	<b>78</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIE.....</b>	<b>80</b>
	<b>REFERENTIES.....</b>	<b>81</b>

## Woord vooraf

In opdracht van de Vlaamse Regering dient VMM de milieurapportering tot stand te brengen in rapporten toegankelijk voor een breed, geïnteresseerd publiek. De rapporten moeten de wetenschappelijke basis voor het gewestelijke milieubeleid bieden; ze moeten het maatschappelijk draagvlak voor dit milieubeleid versterken, en ze moeten in overeenstemming zijn met de internationale standaarden inzake milieukennis. Deze studie past binnen de doelstelling van de milieurapportering van de Vlaamse overheid (MIRA), om naast indicatoren ook doelstellingen of toetsingswaarden op te stellen.

In Vlaanderen bestaan momenteel nog geen concrete toetsingswaarden voor waterbodems. Vaak worden hiervoor de VLAREBO toetsingswaarden voor bodems gebruikt. Wel zijn er de TRIADE-referentiewaarden voor waterbodems, berekend als het geometrisch gemiddelde van de gehalten gemeten op 12 referentiewaterlopen, maar deze waarden zijn verder niet onderbouwd. Zowel ecotoxtesten als een biologische evaluatie van waterbodems kunnen gebruikt worden om effectconcentraties te bepalen, telkens met hun voordelen en nadelen. Volgens MacDonald et al. (2003) levert een consensus tussen zowel ecotoxicologisch als ecologisch onderbouwde SEC's een optimale basis voor het bepalen van kwaliteitsdoelstellingen. Een geïntegreerde dataset gebaseerd op een gestandaardiseerde TRIADE monitoring leent zich bij uitstek om een ecotoxicologische en ecologische onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen af te leiden. In deze studie zullen aan de hand van de waterbodemdatabank van de VMM consensuswaarden berekend worden die voorgesteld kunnen worden als richtwaarden en interventiewaarden voor de sedimenten van de Vlaamse waterlopen. De resultaten van deze studie zijn weergegeven in twee rapporten, waarbij in dit rapport een suggestie wordt gedaan richting kwaliteitsdoelstellingen. In het eerste rapport (ECOBÉ 06-R90) wordt een analyse gemaakt van de gebruikte methodologie.

Hierbij willen we ook de stuurgroep, bestaande uit Griet Van Gestel (OVAM), Jiska Verhulst (OVAM), Bart Thibau (OVAM), Bob Peeters (VMM-MIRA), Reinhilde Weltens (VITO), Veerle Vanwesenbeeck (AMINAL) en Ward De Cooman (VMM), bedanken voor hun bijdrage bij de discussie rond de te gebruiken methodologie voor de ontwikkeling van de kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems.

## Samenvatting

Het doel van dit project is het bekomen van zowel ecologisch als ecotoxicologisch onderbouwde toetsingswaarden voor in situ waterbodems. Hierbij wordt voor de ecologische onderbouwing gebruik gemaakt van Lowest Effect Level (LEL) en Severe Effect Level (SEL) als 'Sediment Effect Concentraties' (SEC's) berekend op basis van het voorkomen van macro-invertebraten in Vlaanderen. Voor de ecotoxicologische onderbouwing worden Threshold Effect Level (TEL) en Probable Effect Level (PEL) berekend op basis van de resultaten van ecotoxiciteitstesten (in het kader van TRIADE-bepalingen).

Met behulp van de waterbodembank van de VMM werden LEL, SEL, TEL en PEL berekend voor individuele zware metalen, PAK's, PCB's, OCP's, EOX en apolaire KWS. Er werd gekozen om bij de LEL/SEL berekening te werken met taxa die op minstens 5 meetpunten en aan abundanties van minstens 1 organisme teruggevonden zijn (voor de onderbouwing zie rapportdeel: Ontwikkeling ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Methodologische ontwikkeling, ECOBE 06-R090). De TEL/PEL waarden werden berekend met de resultaten van de sediment ecotoxiciteitstest met *Hyaella azteca* (zie ook rapportdeel: Ontwikkeling ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Methodologische ontwikkeling, ECOBE 06-R090).

De SEC's varieerden bij metalen tussen 0,18 mg/kg DS en 1300 mg/kg DS, bij PAK's tussen 0,01 mg/kg DS en 10 mg/kg DS, bij PCB's tussen 0,005 µg/kg DS en 13 µg/kg DS en bij OCP's tussen 0,004 µg/kg DS en 11 µg/kg DS, afhankelijk van de individuele stof die bekeken werd. Voor meerdere OCP's en voor PCB 169 konden geen waarden berekend worden aangezien meer dan 80% van de gemeten gehalten zich onder de detectielimiet bevonden (zie rapportdeel: Ontwikkeling ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Methodologische ontwikkeling, ECOBE 06-R090).

Naast de SEC's berekend voor heel Vlaanderen werd ook een indeling gemaakt op basis van het percentage klei in het sediment. Voor meerdere stoffen namen de SEC's toe bij dalende korrelgrootte. In de klasse >30% klei bevonden zich echter zeer weinig meetpunten waardoor de resultaten voor deze klasse mogelijk niet relevant zijn en dus niet voor elke stof een hogere SEC bij afnemende korrelgrootte bekomen werd.

Op basis van de ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde SEC's werden consensuswaarden berekend, "consensuswaarde 1" zijnde het rekenkundig gemiddelde van LEL en TEL en "consensuswaarde 2" het rekenkundig gemiddelde van PEL en SEL.

Wanneer de individuele stoffen vergeleken werden met de consensuswaarden bevonden bij de meeste metalen 50% van de meetpunten zich onder "consensuswaarde 1", wat een

goede ecologische kwaliteit inhoudt. Bij de PAK's bedroeg dit percentage gemiddeld 60%, bij de PCB's en OCP's schommelden de waarden tussen 40-70%.

Wanneer het hele meetnet bekeken werd bevonden op 16 van de 528 meetpunten de gehalten van al de 31 onderzochte stoffen zich onder "consensuswaarde 1". Op 1 meetpunt bevonden 27 van de 31 onderzochte stoffen zich boven "consensuswaarde 2". Wanneer het hele meetnet vergeleken werd met de consensuswaarden voor verschillende kleigehaltes is het maximum aantal polluenten waarvan de "consensuswaarde 2" overschreden werd 25 en dit op 3 meetpunten. Op 42 meetpunten bevonden al de 31 stoffen zich onder de "consensuswaarde 1" voor % klei, daar waar bij de consensuswaarden voor heel Vlaanderen op 16 meetpunten al de 31 stoffen onder "consensuswaarde 1" lagen.

Uit deze studie blijkt dat de op basis van de gegevens uit een grote monitoringsset berekende LEL, SEL, TEL en PEL waarden een goede basis vormen voor het vastleggen van Sediment Effect Concentraties (SEC's). Bij deze SEC's kan nog een bepaalde macroinvertebraten gemeenschap voorkomen en treden geen zware toxische effecten op. Ze kunnen een basis vormen voor de formulering van kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems.

Als streefwaarden wordt voorgesteld om de TRIADE-referentiewaarden te gebruiken. Het gemiddelde van LEL en TEL (consensuswaarde 1) kan gezien worden als richtwaarde. Een waarde die nagestreefd moet worden voor het bereiken van een goede ecologische kwaliteit. Het gemiddelde van SEL en PEL (consensuswaarde 2) tenslotte is mogelijk een interventiewaarde, waarbij zeker ingegrepen dient te worden om de kwaliteit te verbeteren.

## Lijst met Afkortingen en Begrippen

### Zware metalen

As	arseen
Cd	cadmium
Cr	chrom
Cu	koper
Hg	kwik
Ni	nikkel
Pb	lood
Se	selenium
Sn	tin
Zn	zink

### PAK's Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

Acenaft	Acenafteen
Acenaftyl	Acenaftyleen
Ant	Anthraceen
B(a)A	Benzo(a)anthraceen
B(a)P	Benzo(a)pyreen
B(b)Flu	Benzo(b)fluorantheen
B(e)P	Benzo(e)pyreen
B(ghi)Pe	Benzo(g,h,i)peryleen
B(k)Flu	Benzo(k)fluoantheen
Chr	Chryseen
dBz(ah)An	Dibenzoanthraceen
Fen	Fenantreen
Flu	Fluorantheen
Fluoreen	Fluoreen
IP	Indeno(1,2,3,c,d)pyreen
Naft	Naftaleen
Peryleen	Peryleen
Pyr	Pyreen

### PCB's Polychloorbifenylen

PCB 101	2,2',4,5,5'-Pentachloorbifenyyl
PCB 118	2,3',4,4',5-Pentachloorbifenyyl
PCB 138	2,2',3,4,4',5'-Hexachloorbifenyyl
PCB 153	2,2',4,4',5,5'-Hexachloorbifenyyl
PCB 169	3,3',4,4',5,5'-Hexachloorbifenyyl
PCB 170	2,2',3,3',4,4',5,5'-Heptachloorbifenyyl
PCB 180	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachloorbifenyyl
PCB 28	2,4,4'-Trichloorbifenyyl
PCB 31	2,4',5-Trichloorbifenyyl
PCB 49	2,2',4,5'-Tetrachloorbifenyyl
PCB 52	2,2',5,5'-Tetrachloorbifenyyl



<b>OCP's</b>	Organochloorpesticiden
44DDD	pp'Dichloordifenyldichloorethaan
44DDE	pp'Dichloordifenyldichlooretheen
HCbz	Hexachloorbenzeen
KWS ap.	minerale olie
EOX	extraheerbare organohalogenen
BSI	Biotic Sediment Index
DL	detectielimiet
DS	droge stof
LEL	Lowest Effect Level
MLE	Maximum Likelihood Estimation
MTR	Maximaal Toelaatbaar Risico
NOEC	No Observed Effect Concentration
PEL	Probable Effect Level
SEC	Sediment Effect Concentration
SEL	Severe Effect Level
TEL	Threshold Effect Level
TRIADE	beoordelingsmethode voor waterbodems bestaande uit 3 componenten: chemie, biologie en ecotoxicologie
VLAREA	Vlaams Reglement voor Afvalvoorkoming en –beheer
VLAREBO	Vlaams Reglement Bodemsanering
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij
“aantal 5”	berekeningen op basis van de taxa die op minstens 5 meetpunten aangetroffen zijn
“90p”	90 percentiel waarde
“abundantie 1”	berekeningen op basis van de taxa waarvan minstens 1 organisme aangetroffen is
“methode 5”	methode waarbij de waarden van de “no-effect” reeks die hoger zijn dan het gemiddelde van de “effect” reeks en de waarden van de “effect” reeks die lager zijn dan het gemiddelde van de “no-effect” weggelaten worden

## Definities

**Milieukwaliteitsnormen:** De milieukwaliteitsnorm is de concentratie van een bepaalde verontreinigende stof of groep van verontreinigende stoffen in water, sediment of in biota die ter bescherming van de gezondheid van de mens en het milieu niet mag worden overschreden (Bierkens et al., 2003b).

**Streefwaarden:** een niveau dat is vastgesteld om schadelijke effecten voor de gezondheid van de mens en/of het milieu in zijn geheel op lange termijn te vermijden, en dat zoveel mogelijk binnen een gegeven periode dient te worden bereikt (Bierkens et al., 2003b).

**MTR (Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau):** waarde die aangeeft bij welk blootstellingsniveau of bij welke concentratie in een bepaald compartiment het risico voor mens, plant of dier maximaal toelaatbaar wordt geacht (Normen voor Waterbeheer, 2000).

**Interventiewaarde:** waarde specifiek voor het (water)bodemcompartiment, die aangeeft waarbij sprake is van ernstige of dreigende ernstige vermindering van de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, plant of dier (Normen voor Waterbeheer, 2000).

**Signaleringswaarde:** waarde voor zware metalen, met name in anaërobe sedimenten, die aangeeft bij welke concentratie in de waterbodem sanering niet urgent is (Normen voor Waterbeheer, 2000).

**Richtwaarden:** Richtwaarden bepalen het milieukwaliteitsniveau dat zoveel mogelijk moet worden bereikt of gehandhaafd (Bierkens et al., 2003b).

**VLAREBO:** Vlaams Reglement Bodemsanering. De VLAREBO geeft uitvoering aan de bepalingen van het bodemsaneringsdecreet. Bijlage 7 bevat de normen waaraan een uitgegraven bodem moet voldoen voor het gebruik als bodem op een ontvangende grond die binnen bestemmingstype I (natuurgebied) gelegen is. Bijlage 8 bevat de normen waaraan een uitgegraven bodem moet voldoen voor het gebruik als bodem op een ontvangende grond die binnen bestemmingstypes II, III, IV of V gelegen is (OVAM, 2004).

**LEL:** Lowest Effect level, gehalte waarbij nog 95% of meer van de macro invertebratenpopulatie kan voorkomen.

**SEL:** Severe Effect Level, gehalte waarbij nog slechts 5% of minder van de macro invertebratenpopulatie kan voorkomen.

**TEL:** Treshold Effect Level, gehalte waarbij geen toxisch effect verwacht wordt.

**PEL:** Probable Effect Level, gehalte waarbij zeer waarschijnlijk een toxisch effect te verwachten wordt.

**SEC:** Sediment Effect Concentration, concentratie van een pollutant in het sediment die geassocieerd is met het geobserveerde effect



# 1. Inleiding

Door industriële en huishoudelijke lozingen en agrarische activiteiten zijn grote hoeveelheden verontreinigde stoffen in de waterlopen terechtgekomen. Veel van die vervuiling is in de waterbodems terechtgekomen. De gehalten aan pollutanten kunnen in het sediment tot 1000 maal hoger liggen dan de concentraties in de bovenstaande waterkolom (VMM, 2002). De verwachting is dan ook dat de waterbodem als bron van vervuiling zal fungeren bij een verbeterende waterkwaliteit na sanering van lozingsbronnen (Zwolsman, 1999). Het behalen van ecologische kwaliteitsdoelstellingen in het oppervlaktewater zal dan ook zeer sterk afhangen van de mate waarin er rekening wordt gehouden met de kwaliteit van de waterbodem. Deze maakt namelijk integraal deel uit van het aquatische ecosysteem en is in tegenstelling tot wat lang gedacht werd geen afval dat enkel in functie van bevaarbaarheid verwijderd moet worden. Momenteel komt in verschillende landen de regelgeving betreffende het beheer van waterbodems volop op gang. Voorbeelden hiervan zijn de Vlaamse pogingen om te komen tot een Sectoraal Uitvoerings Plan voor bagger- en ruimingsspecie en het Nederlandse Tienjaren Scenario Waterbodems. Binnen de opmaak van deze beleidsplannen is er nood aan kennis over gehalten waarbij geen schadelijke effecten optreden, gehalten die mogelijk gebruikt kunnen worden ter onderbouwing van normen en/of streefwaarden.

Tot nu toen zijn er geen normen en kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems, vaak worden hiervoor de normen en kwaliteitsdoelstellingen voor bodems gebruikt. Enkel in Vlaanderen bestaan er referentiewaarden voor waterbodems (TRIADE-referentiewaarden) maar deze waarden zijn niet geïmplementeerd in de wetgeving. Bovendien zijn deze referentiewaarden net als sommige andere gebruikte kwaliteitsnormen niet of nauwelijks ecologisch of ecotoxicologisch onderbouwd. De TRIADE-referentiewaarden (VMM, 2003; VMM, 2004) werden bepaald uit het geometrisch gemiddelde van 12 geselecteerde referentielopen in Vlaanderen. Op deze locaties kwam een, op basis van de Biotische Sediment Index beoordeelde, goede macro-invertebraten populatie voor en werden geen toxische effecten waargenomen nadat de standaardisatie is gebeurd van zware metalen en organische microverontreinigingen t.o.v. klei (11%) en organisch stof (5%). Bovendien lagen deze locaties in natuurgebieden. Dat wil echter niet zeggen dat deze waarden als kwaliteitsdoelstellingen beschouwd kunnen worden.

Kwaliteitsdoelstellingen kunnen voorgesteld worden als milieukwaliteitsnormen. Er zijn 3 types milieukwaliteitsnormen: milieuconcentratienormen, blootstellingsnormen en effectnormen. Milieuconcentratienormen normeren de concentratie van individuele stoffen of stofgroepen in het abiotisch milieu tot op het niveau dat overeenkomt met de gewenste mate van bescherming. Blootstellingsnormen zijn normen die een maximaal toelaatbare

blootstelling voor het individuele organisme vastleggen. Effectnormen zijn gebaseerd op rechtstreekse effectmetingen waarbij men beleidsmatig vastlegt welk effect op populatieniveau of op individueel niveau aanvaard wordt. In Vlaanderen zijn de meeste milieukwaliteitsnormen milieuconcentratienormen. Wettelijke milieuconcentratienormen voor bodem en grondwater zijn de Vlarem-wetgeving en het bodemsaneringsdecreet. Een combinatie van milieuconcentratienormen en effectnormen vormt echter de meest gepaste aanpak voor een meer integrale monitoring (Bierkens et al., 2003b).

Onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor de waterbodembodem ontbreken dus momenteel en het gebruik van de normen die voor bodems zijn ontwikkeld, lijkt vanwege andere fysische/chemische karakteristieken van de waterbodems weinig zinvol. Bovendien wordt er voor een aantal groepen van contaminanten, zoals voor PCB's, OCP's en PAK's, enkel een somparameter gebruikt (OVAM, 2004). In sommige gevallen wordt zelfs de detectielimiet of het dubbele van de detectielimiet gebruikt als norm, zoals voor OCP's en sommige PCB's. Onderbouwing van kwaliteitsdoelstelling kan gebeuren op basis van ecotoxicologische gegevens (European Chemicals Bureau, 2004) of op basis van de in situ voorkomende organismen. Een geïntegreerde dataset gebaseerd op een gestandaardiseerde triade monitoring leent zich bij uitstek om een ecotoxicologische en ecologische onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen af te leiden.

De waterbodembank is opgebouwd uit een groot aantal gegevens verzameld in het kader van de monitoring of in het kader van voorgaande studies ter ontwikkeling van de te gebruiken triade methodologie. Om de problematiek in kaart te brengen enerzijds en anderzijds om de TRIADE-methode, waarbij een kwaliteitsbeoordeling van de waterbodembank wordt gemaakt op basis van fysisch-chemische analyses, ecotoxicologische testen en biotische indexen (de Deckere et al., 2000), verder te ontwikkelen en evalueren zijn in de periode 1995-2000 meer dan 600 meetpunten bemonsterd en geanalyseerd. Na deze voorbereidende studies startte de VMM in 2000 met de uitbouw van een waterbodembank met als doel de kwaliteit van de Vlaamse waterbodems te monitoren. De verzamelde informatie wordt gebruikt om het waterbodembank beleid te evalueren en bij te sturen. Verder heeft de dataset een wetenschappelijke waarde, vanwege het grote aantal parameters dat op gestandaardiseerde wijze is geanalyseerd van telkens één hoeveelheid sediment van een meetpunt.

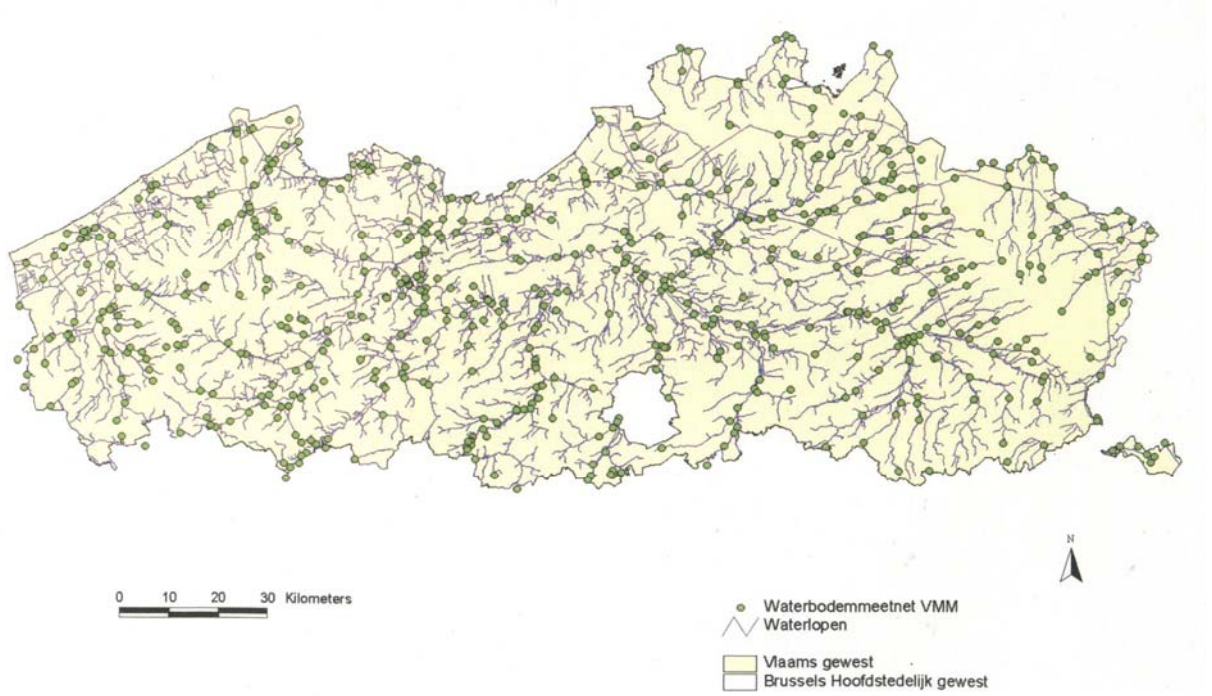
De staalname van het sediment voor de TRIADE analyse gebeurt met een Van Veen grijper. Van de mengstalen worden fysische karakteristieken en gehalten van een hele reeks chemische parameters bepaald, de aanwezige bentische macro-invertebraten worden gedetermineerd tot op een niveau dat nodig is voor de bepaling van de Biotische Sediment Index (BSI) en 2 ecotoxiciteitstesten worden uitgevoerd op het poriënwater en 1 op het sediment, namelijk: een 72u groei-inhibitietest met het groenwier *Raphidocelis subcapitata*

(=*Selenastrum capricornutum*) en een 24u acute mortaliteitstest met de kreeftachtige *Thamnocephalus platyrus* op het poriënwater en een acute sedimentcontacttest met de amphipode *Hyalella azteca* (10 dagen). Recent wordt een 2<sup>e</sup> sediment ecotoxiciteitstest uitgevoerd, namelijk de zogenaamde “Ostracod” test (= *Heterocypris Incongruens*).

In het kader van het monitoringsnetwerk van de VMM worden 600 meetpunten bemonsterd over een periode van vier jaar (Figuur 1). Jaarlijks worden er 150 punten bemonsterd, die na vier jaar opnieuw bemonsterd worden. De databank van het monitoringsnetwerk bevat anno 2005 al gegevens van 915 staalnames, waarvan 282 meetpunten, namelijk punten uit de meetcampagnes 2000 en 2001, al een 2e maal bemonsterd zijn in 2004 en 2005. In de voorgaande TRIADE-studie zijn 620 meetpunten bemonsterd. In totaal zijn er dus gegevens beschikbaar van 1535 staalnames, waarop op gelijke wijze de TRIADE analyse is uitgevoerd.

Op basis van de data van de VMM wordt in deze studie getracht kwaliteitsdoelstellingen voor individuele parameters, met name zware metalen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), polychloorbifenylen (PCB's) en organochloorpesticiden (OCP's) uit te werken die biologisch en ecotoxicologisch onderbouwd zijn. Voor minerale oliën (KWSap.) en extraheerbare organohalogenen (EOX) wordt er ook een kwaliteitsdoelstelling bepaald, maar dan wel voor de zogenaamde totale gehalten van de ganse groep van stoffen die hieronder vallen. Verder werden kwaliteitsdoelstellingen bepaald voor verschillende percentages klei in het sediment. Tot slot werden de voorgestelde kwaliteitsdoelstellingen vergeleken met normen en kwaliteitsdoelstellingen uit andere landen.

De resultaten van deze studie zijn samengebracht in 2 rapporten. Het rapportdeel ‘methodologische ontwikkeling’ bevat het vergelijken van de verschillende gebruikte methoden en de selectie van de uiteindelijke methodiek. In het rapportdeel ‘suggestie richting kwaliteitsdoelstellingen’ worden de bekomen waarden gevalideerd en vergeleken met internationale kwaliteitsdoelstellingen. Verder wordt in dit rapportdeel een suggestie gegeven richting gebruik van de waarden in de wetgeving.



Figuur 1: meetpunten waterbodemmeetnet VMM (VMM,2004)



## 2. Methoden

Voor het berekenen van de ecologische en ecotoxicologische onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen wordt gebruik gemaakt van de data in de waterbodembank van de VMM. Alvorens de berekeningen te doen is er eerst een kwaliteitscontrole uitgevoerd op de beschikbare gegevens. Aangezien er voor bepaalde stoffen veel gegevens waren die onder de detectielimiet lagen of waarbij er over de tijd verschillende detectielimieten zijn gebruikt, is er een methodiek gekozen voor de mate waarin de betreffende waarden konden meegenomen worden in de berekeningen.

### 2.1 Waarden onder de detectielimiet

De gemeten waarden voor OCP's en PCB's liggen zeer vaak onder de detectielimiet (0.05 µg/kg DS). Een norm gelijkstellen aan de detectielimiet is niet fout, het is enkel niet onderbouwd. Gebruik makend van statistische technieken (Helsel, 2004) kan het LEL bepaald worden indien het onder de detectielimiet zou liggen.

Het gemiddelde en de variantie worden berekend op basis van de geobserveerde (niet-detectielimiet) data en de proportie geobserveerde waarden onder de detectielimiet. Data van omgevingsvariabelen hebben vaker een log-normaal distributie dan een normaal-distributie en het gemiddelde en de variantie van de logaritmes worden geschat door de Maximum Likelihood Estimation (MLE) en vervolgens terug omgezet naar de originele eenheden.

**Tabel 1:** vervangwaarden voor detectielimiet 0.05 µg/kg DS en 0.00005 µg/kg DS (HCBz)

parameter	vervangwaarde
PCB 101	0,025
PCB 118	0,025
PCB 138	0,025
PCB 153	0,025
PCB 170	0,042
PCB 180	0,025
PCB 28	0,005
PCB 31	0,005
PCB 49	0,023
PCB 52	0,011
44DDD	0,012
44DDE	0,025
HCBz	0,000002

Schattingen van percentielwaarden worden bekomen door de percentielwaarden in log-units te berekenen, ervan uitgaande dat de logaritmes een normaalverdeling volgen, en vervolgens de waarden te retransformeren. Gebruik makend van de MLE methode werden

vervangwaarden (Tabel 1) voor de detectielimieten berekend. De berekeningen zijn terug te vinden in het rapportdeel : Ontwikkeling van ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Methodologische ontwikkeling.

## 2.2 Ecologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen (LEL/SEL)

De ecologische onderbouwing wordt uitgewerkt door de bepaling van de LEL (Lowest Effect Level) en SEL (Severe Effect Level) waarden. LEL en SEL zijn SEC's (Sediment Effect Concentration) die berekend worden met behulp van abundanties van macro-invertebraten. LEL is het gehalte van een contaminant waarbij 95% of meer van de macro invertebratenpopulatie kan voorkomen

SEL is het gehalte van een contaminant waarbij slechts 5% of minder van de macro invertebratenpopulatie nog kan voorkomen.

Een voorbeeld van de LEL/SEL berekeningen is weergegeven in Tabel 1-2 en Figuur 3. Voor elke pollutant wordt een tabel gemaakt met de taxa als kolomkoppen en de meetplaatsen als rijkoppen. De waarden in de tabel zijn de gehalten van de stof, gemeten op de meetpunten waar de betreffende taxa teruggevonden zijn. Voor elk taxon wordt het aantal meetplaatsen waar het taxon teruggevonden is berekend en de 90p (90 percentiel) waarde van de gehalten van de stof op de meetpunten waar er organismen van het betreffende taxon teruggevonden zijn. De 90p waarde werd berekend als het gehalte waarboven zich 10% en waaronder zich 90% van de gehalten waarbij het taxon teruggevonden is, bevinden. Enkel de taxa die op minstens 5 meetpunten voorkwamen werden gebruikt voor de verdere berekeningen.

LEL wordt volgens de standaardprocedure berekend als de 5 percentiel van de 90 percentiel waarden van de taxa die op minstens 5 meetplaatsen teruggevonden zijn. SEL wordt berekend als de 95 percentiel waarde van de 90percentiel waarden van deze taxa (MacDonald, 2003).

Om goed onderbouwde LEL/SEL waarden te bekomen zouden voor iedere individuele stof gegevens van 10-20 meetpunten en minstens 20 taxa beschikbaar moeten zijn (MacDonald D.D et al., 1992).

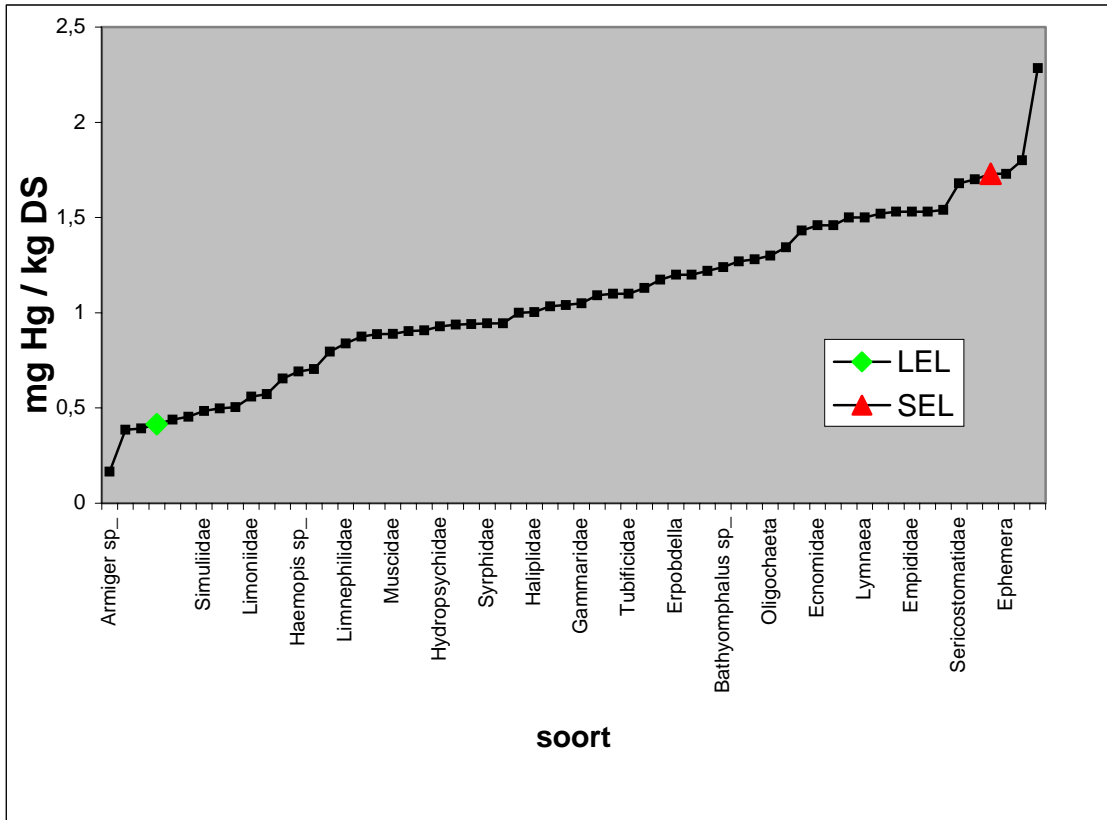
Een grafische weergave van LEL en SEL is weergegeven in Figuur 2. De berekeningswijze van LEL/SEL is schematisch weergegeven in Figuur 3.

Tabel 2: hypothetisch voorbeeld berekening aantal meetplaatsen en 90 percentiel waarde

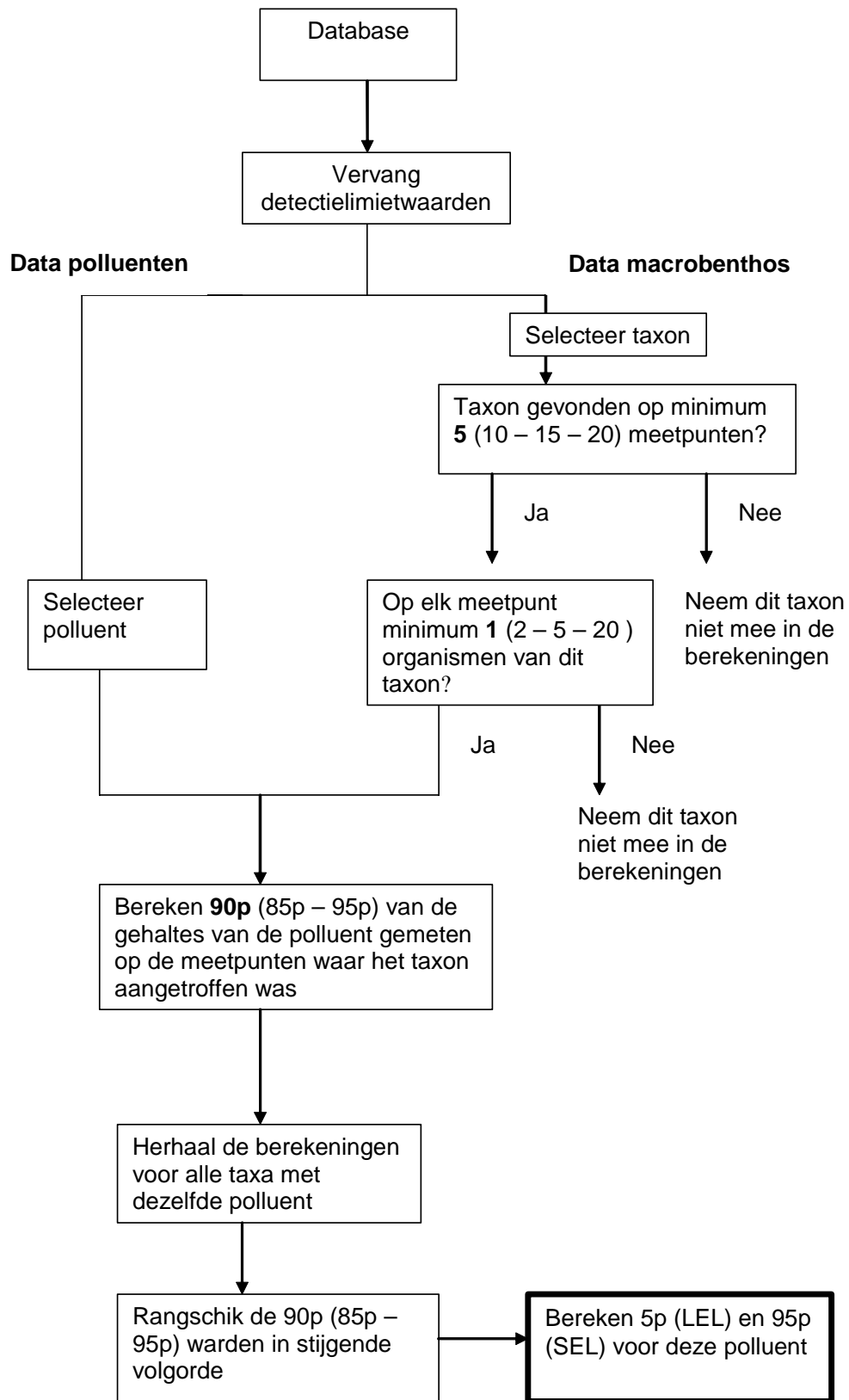
Meetplaats	Ancylus sp_	Anisus	Anodonta	Asellidae	Baetis
1000			13		
100000					
122100	6,9			6,9	
123000					
125000				6,2	
126000				2,6	
129000				11	
135000				1,1	
135700				2,3	
136000					
137400		11			
139250	3,1			3,1	
139500		12			
141200					3,0
144000				7,1	
145000				5,8	
147000				7,2	7,2
148700					8,7
149000					6,1
256700				72	
<b>aantal meetplaatsen</b>	2	2	1	11	4
<b>90p</b>	6,5	12	13	11	8,3

Tabel 3: hypothetisch voorbeeld berekening LEL/SEL

Taxon	aantal meetplaatsen	90p
Acroloxus sp.	10	16
Potamopyrgus sp_	17	20
Dytiscidae	20	74
Lumbricidae	23	12
Gyraulus	24	12
Bithynia	31	17
Sialis	36	64
Stratiomyidae	39	10
Simuliidae	42	15
Valvata	48	14
Ceratopogonidae	62	17
Sphaerium	80	11
Gammaridae	116	17
Glossiphonia	179	15
Asellidae	244	20
Chironomidae_ thummi-plumosus	382	15
Chironomidae_ non thummi-plumosus	495	19
<b>LEL (5 percentiel waarde)</b>		11
<b>SEL (95 percentiel waarde)</b>		66



Figuur 2: hypothetisch voorbeeld 90p waarden en LEL/SEL berekend voor Hg



Figuur 3: schematische voorstelling berekening LEL/SEL

### 2.3 Ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen (TEL/PEL)

De ecotoxicologische onderbouwing werd uitgevoerd op basis van de TEL (Threshold Effect Level) en PEL (Probable Effect Level) waarden. TEL en PEL zijn SEC's die berekend worden aan de hand van de resultaten van ecotoxiciteitstesten. De TEL waarde is het gehalte waarbij geen ecotoxicologisch effect verwacht wordt, de PEL waarde is het gehalte waarbij zeer waarschijnlijk wel een effect verwacht wordt.

Een voorbeeld van de TEL/PEL berekeningen is weergegeven in Tabel 4-6 en Figuur 4-5. Als eerste stap werd de dataset voor elke pollutant ingedeeld in een "effect" en een "no effect" reeks. Als grenswaarde tussen effect en geen effect werd 20% mortaliteit ten opzichte van de controletest genomen bij de vaste fase testen en 0.01 EE (effecteenheden) bij de poriewatertesten. Vervolgens werd het rekenkundig gemiddelde van de gehalten van beide reeksen berekend (Tabel 4). De waarden van de "effect" reeks die lager zijn dan het gemiddelde van de "no effect" reeks worden weggelaten aangezien de toxische effecten hier mogelijk te wijten zijn aan een andere stof. De waarden van de "no effect" reeks die hoger zijn dan het gemiddelde van de "effect" reeks worden tevens weggelaten omdat deze hoge gehalten mogelijk niet biobeschikbaar waren en aldus geen toxisch effect waargenomen werd (Tabel 5).

Na het weglaten van data uit "effect" en "no effect" reeks werd van de gehalten in de "no effect" reeks de 50 percentiel en 85 percentielwaarde berekend. De 15 percentiel en 50 percentiel waarden werden berekend met de gehalten in de "effect" reeks (Tabel 6 en Figuur 5).

TEL wordt berekend als het geometrisch gemiddelde van de 15 percentiel van de "effect" reeks en de 50 percentiel van de "no effect" reeks (MacDonald, 2003).

PEL wordt berekend als het geometrisch gemiddelde van de 50 percentiel van de "effect" reeks en de 85 percentiel van de "no effect" reeks (MacDonald, 2003).

Het hypothetisch voorbeeld uitgewerkt in tabel 3-6 leidt tot een TEL en PEL waarde van respectievelijk 12 mg As/kg DS en 22 mg As/kg DS.

Om tot goed onderbouwde TEL/PEL waarde te komen zouden in zowel de "effect" als de "no effect" reeks minstens 20 waarden moeten zitten voor een bepaalde stof (Smith S. L. et al. 1996).

De berekeningen van TEL/PEL volgens "methode 5", de methode die voor de uiteindelijke berekening is gebruikt, zijn schematisch weergegeven in Figuur 4-5.

Tabel 4: hypothetisch voorbeeld weglaten data tussen "effect" en "no effect" reeks (methode 5)

"no effect"			"effect"		
meetplaats	mg As/kg DS	mortaliteit (%)	meetplaats	mg As/kg DS	mortaliteit (%)
E001831	0,90	3,0	302000	<b>1,5</b>	20,0
E001821	1,4	8,0	E001916	<b>3,2</b>	70,6
E001832	2,1	0,4	191100	<b>3,2</b>	78,0
215800	3,9	18,0	740000	<b>3,9</b>	94,0
451650	4,8	5,0	E001760	<b>4,0</b>	64,0
21100	5,0	3,0	700100	<b>4,3</b>	94,0
E001682	5,2	10,0	511000	<b>5,1</b>	80,0
3000	5,9	5,0	E001643	<b>5,6</b>	96,0
E001777	6,2	1,0	191200	<b>5,7</b>	71,0
E001903	6,6	13,0	E001376	<b>7,2</b>	75,0
E001475	8,9	12,0	840000	<b>7,4</b>	31,0
E001473	9,0	6,0	668000	<b>7,5</b>	27,0
162000	9,2	17,0	E001400	<b>8,7</b>	27,0
850000	9,6	19,0	E001894	<b>9,0</b>	58,0
159000	9,7	0,0	492000	<b>9,4</b>	47,0
934000	11	19,0	E001904	<b>9,5</b>	27,0
E001568	13	13,8	E001648	<b>11</b>	83,0
E001690	14	16,0	E001921	13	69,0
E001776	14	19,0	E001404	16	37,0
335600	19	14,0	803000	17	86,0
154100	20	7,0	260500	19	32,0
E001823	22	19,4	E001469	20	21,0
818000	24	16,0	E001444	23	58,0
496000	<b>27</b>	16,0	270800	27	28,0
E001685	<b>33</b>	13,0	E001829	34	43,0
E001684	<b>41</b>	8,0	E001686	47	29,0
			303600	56	36,0
			E001398	78	61,0
			E001772	100	75,0
			413400	195	25,0
gemiddelde	13		gemiddelde	25	

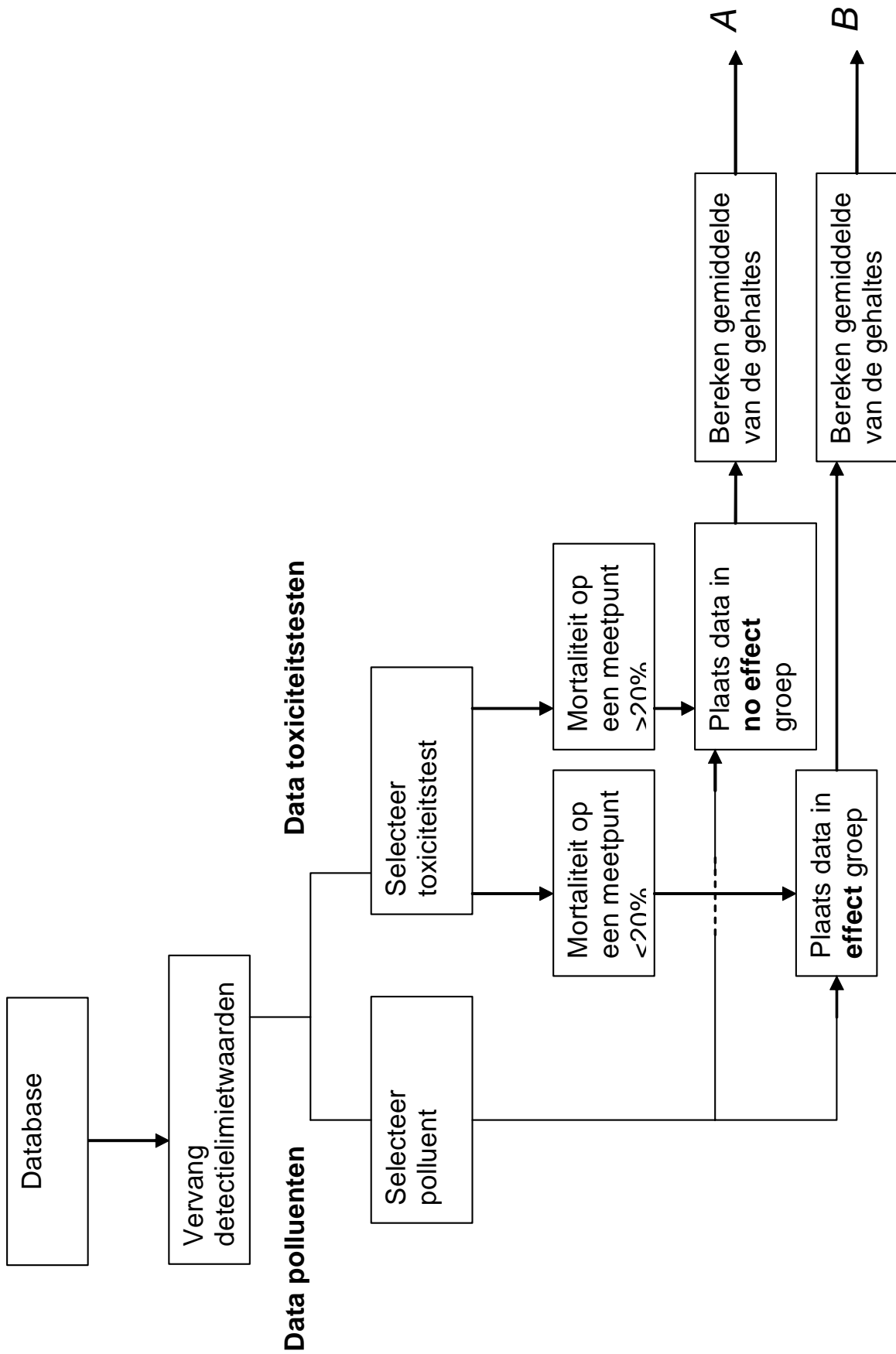
Tabel 5: hypothetisch voorbeeld berekening percentielwaarden "effect" en "no effect" reeks

"no effect"			"effect"		
meetplaats	mg As/kg DS	mortaliteit (%)	meetplaats	mg As/kg DS	mortaliteit (%)
E001831	0,90	3,0	302000	<b>1,5</b>	20,0
E001821	1,4	8,0	<del>E001916</del>	<b>3,2</b>	70,0
E001832	2,1	0,40	491100	<b>3,2</b>	78,0
215800	3,9	18,0	740000	<b>3,9</b>	94,0
451650	4,8	5,0	<del>E001760</del>	<b>4,0</b>	64,0
21100	5,0	3,0	700100	<b>4,3</b>	94,0
E001682	5,2	10,0	511000	<b>5,1</b>	80,0
3000	5,9	5,0	<del>E001643</del>	<b>5,6</b>	96,0
E001777	6,2	1,0	491200	<b>5,7</b>	71,0
E001903	6,6	13,0	<del>E001376</del>	<b>7,2</b>	75,0
E001475	8,9	12,0	840000	<b>7,4</b>	31,0
E001473	9,0	6,0	668000	<b>7,5</b>	27,0
162000	9,2	17,0	<del>E001400</del>	<b>8,7</b>	27,0
850000	9,6	19,0	<del>E001894</del>	<b>9,0</b>	58,0
159000	9,7	0,0	492000	<b>9,4</b>	47,0
934000	11	19,0	<del>E001904</del>	<b>9,5</b>	27,0
E001568	13	13,8	<del>E001648</del>	<b>10,8</b>	83,0
E001690	14	16,0	E001921	13	69,0
E001776	14	19,0	E001404	16	37,0
335600	19	14,0	803000	17	86,0
154100	20	7,0	260500	19	32,0
E001823	22	19,4	E001469	20	21,0
818000	24	16,0	E001444	23	58,0
496000	<b>27</b>	46,0	270800	27	28,0
<del>E001685</del>	<b>33</b>	43,0	E001829	34	43,0
<del>E001684</del>	<b>41</b>	8,0	E001686	47	29,0
			303600	56	36,0
			E001398	78	61,0
			E001772	100	75,0
			413400	195	25,0
<b>50p</b>	<b>9,0</b>		<b>15p</b>	<b>17</b>	
<b>85p</b>	<b>18</b>		<b>50p</b>	<b>27</b>	

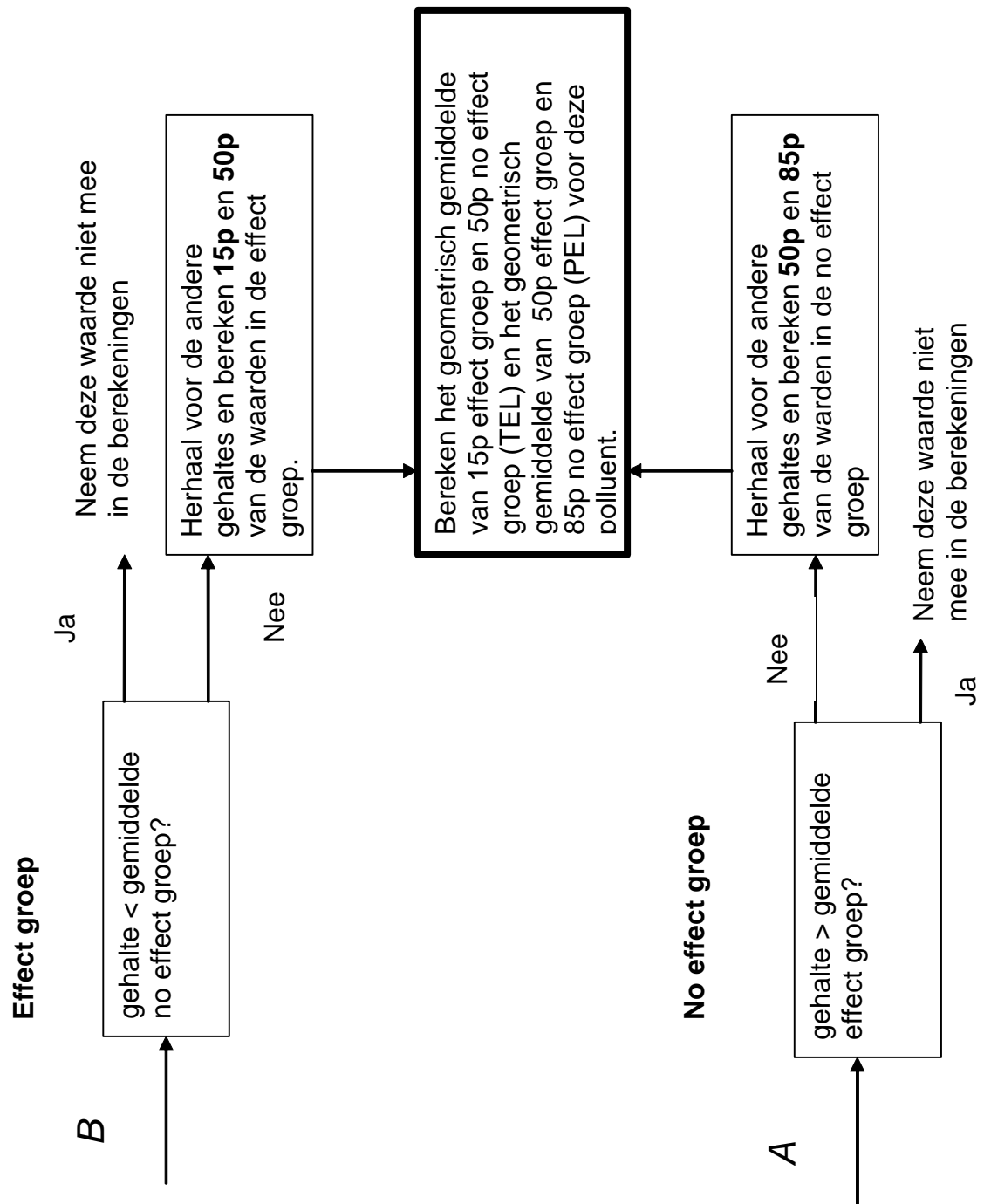
Tabel 6: hypothetisch voorbeeld berekening TEL en PEL

	15p	50p	85p	geomean	
"no effect"	-	9	-	12	TEL
"effect"	17	-	-		
"no effect"	-	-	18	22	PEL
"effect"	-	27	-		





Figuur 4: schematische voorstelling berekening TEL/PEL (deel 1)



Figuur 5: schematische voorstelling berekening TEL/PEL (deel 2)

## 2.4 Validatie berekende kwaliteitsdoelstellingen

De validatie van de berekende SEC's gebeurde door de overige data uit de waterbodembank van de VMM (meetcampagne 2000-2001) te gebruiken om op basis daarvan dezelfde LEL/SEL/TEL/PEL berekening te doen. Een tweede methode die toegepast werd om de berekende waarden te valideren is de data van meetcampagne 2000-2001 gebruiken om te testen hoeveel taxa er maximaal op deze meetpunten voorkwamen bij gehalten hoger dan SEL, tussen SEL en LEL en lager dan LEL.

Een voorbeeld van de validatiemethode door het aantal taxa bij gehalten hoger dan SEL, tussen SEL en LEL en lager dan LEL na te gaan is terug te vinden in Tabel 7. Voor elke stof werd een tabel gemaakt met de gehalten als kolomkoppen en de meetplaatsen als rijkoppen. De waarden in de tabel zijn de aantallen taxa teruggevonden op het betreffende meetpunt. Voor elk gehalte waaraan een bepaalde stof voorkwam werd vervolgens het maximum aantal voorkomende taxa op alle meetpunten met datzelfde gehalte berekend.

Tabel 7: hypothetisch voorbeeld berekening maximum aantal taxa

meetplaats	4,4	4,9	5,0	5,7	26	28	30
E001387	6						
E001388		1					
E001389						2	
E001390	4						
E001393					3		
E001394			8				
E001395		3					
E001396		7					
E001397	13						
E001398						11	
E001399					6		
E001400							2
E001401	9						
E001402			6				
E001403	2						
E001404				4			
E001405						1	
E001406				3			
<b>Max aantal taxa</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>2</b>

Wanneer het gehalte van een stof lager was dan LEL werd het in de berekeningen voor die stof ingedeeld in klasse 1. Wanneer het gehalte zich tussen LEL en SEL bevond werd het in klasse 2 ingedeeld. Een gehalte hoger dan SEL werd in klasse 3 ingedeeld. De gehalten werden voor de 3 klassen grafisch uitgezet tegenover het maximum aantal taxa.

## 2.5 Consensuswaarden

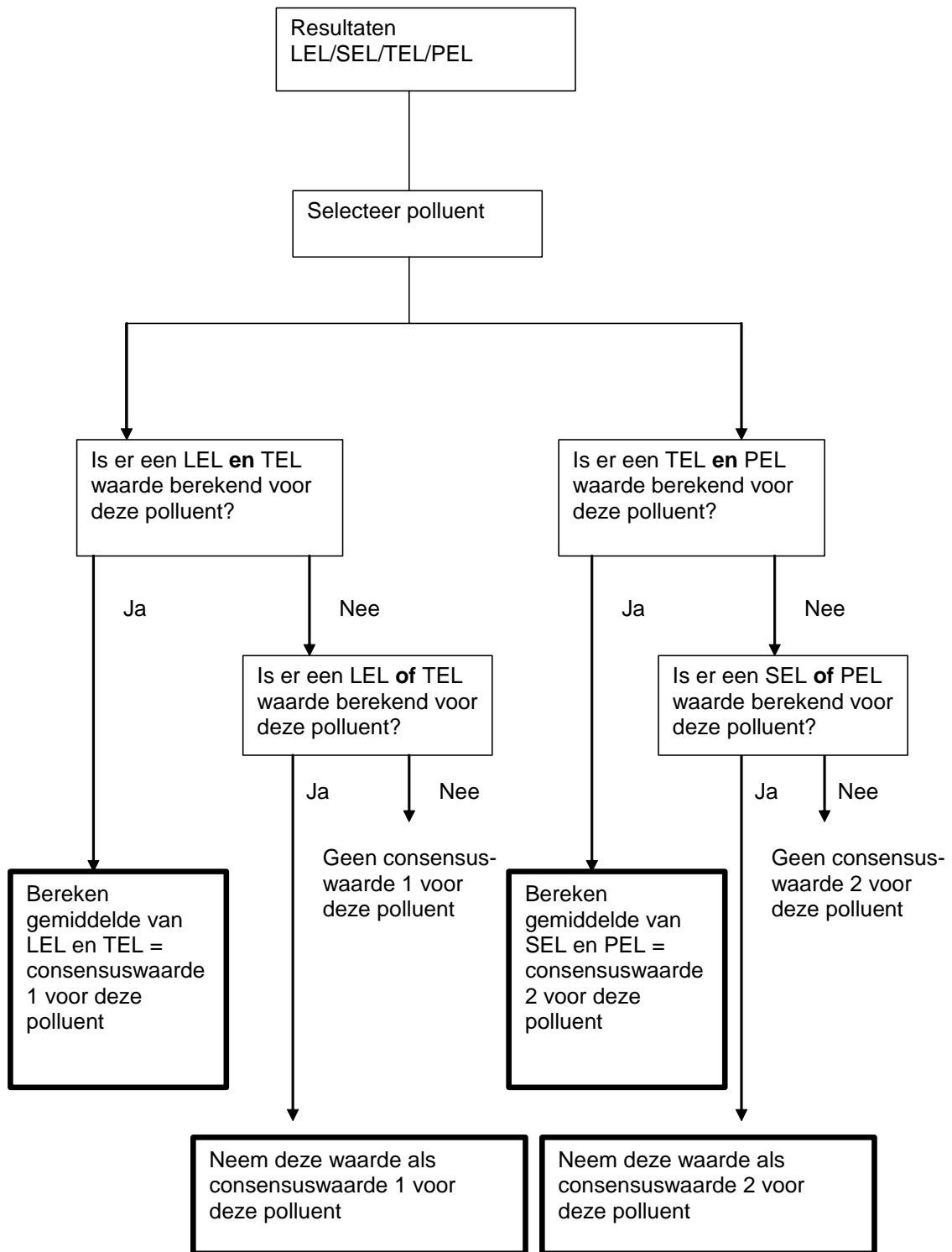
Zowel abundanties van macro-invertebraten als resultaten van ecotoxtesten kunnen gebruikt worden om effect concentraties te bepalen. Bij het voorstellen van kwaliteitsdoelstellingen wordt het mogelijk om consensuswaarden te berekenen, zodat met beide beoordelingsystemen rekening wordt gehouden.

De “consensuswaarde 1” wordt berekend als het rekenkundig gemiddelde van LEL en TEL, “consensuswaarde 2” door het rekenkundig gemiddelde te berekenen van TEL en PEL. Indien geen TEL/PEL waarde berekend kon worden omdat het gemiddelde van de “no effect” reeks hoger was dan het gemiddelde van de “effect” reeks werd de LEL/SEL waarde als consensuswaarde genomen. De berekening van de consensuswaarden is schematisch weergegeven op p.14.

Verder zal voor elke stof waarvan LEL/SEL/TEL/PEL berekend is nagegaan worden op hoeveel meetpunten de consensuswaarden overschreden worden.

Wij stellen voor het gemiddelde van LEL en TEL (consensuswaarde 1) te gebruiken als richtwaarde.

Het gemiddelde van SEL en PEL (consensuswaarde 2) stellen we voor te gebruiken als interventiewaarde.





### 3. Resultaten

#### 3.1 Ecologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen (LEL/SEL)

Het aantal meetpunten waarop de taxa teruggevonden moeten zijn om meegenomen te worden in de berekeningen is een evenwicht tussen statistische relevantie en het meenemen van gevoelige taxa. Er werd besloten om voor de bepaling van de definitieve waarden uit te gaan van voorkomen op minstens 5 locaties (zie rapportdeel : Ontwikkeling van ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Methodologische ontwikkeling). Voor de berekening van LEL en SEL wordt standaard de 90p waarde van de gehalten waaraan de organismen aangetroffen zijn berekend. Deze 90p waarde is echter een arbitraire keuze geweest. Aangezien de waarden niet sterk verschillen tussen de verschillende percentielwaarden (zie rapportdeel : Ontwikkeling van ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Methodologische ontwikkeling) is ook hier geopteerd om met de 90p waarde te werken. Naast het minimum aantal meetplaatsen en de percentielwaarde kan ook de abundantie waaraan taxa moeten voorkomen om meegenomen te worden in de berekeningen variëren. Er vallen 26 taxa weg wanneer van methode “abundantie 1” naar methode “abundantie 2” overgegaan wordt bij taxa die in minstens 5 monsters aangetroffen zijn (Tabel 16). Aangezien bij een bemonstering met sedimenthappen maar een deel van de waterbodem bemonsterd wordt en zodoende mogelijk van elk taxon maar enkele individuen bemonsterd worden werd geopteerd om te werken met de “abundantie 1” methode voor de berekening van LEL en SEL en op die manier gebruik te maken van zoveel mogelijk informatie.

- Zware metalen

De LEL waarden voor zware metalen (Tabel 8) variëren tussen 0,28 mg/kg DS voor Hg en 129 mg/kg DS voor Zn. Ook het SEL is het hoogste bij Zn (1295 mg/kg DS) en het laagste voor Hg (1,83 mg/kg DS).

Tabel 8: LEL en SEL waarden voor zware metalen (mg/kg DS)

	<b>LEL</b>	<b>SEL</b>
<b>As</b>	7,9	50
<b>Cd</b>	0,71	13
<b>Cr</b>	25	90
<b>Cu</b>	13	85
<b>Hg</b>	0,28	1,8
<b>Ni</b>	15	44
<b>Pb</b>	19	167
<b>Se</b>	1,5	6
<b>Sn</b>	1,9	21
<b>Zn</b>	129	1300

- PAK's

De LEL waarden van de PAK's (Tabel 9) liggen lager dan de waarden voor zware metalen (Tabel 8). Enkel Hg ligt in dezelfde grootteorde. Acenaftyl heeft de laagste LEL waarde (0,01 mg/kg DS) en B(e)P de hoogste (0,25 mg/kg DS). De SEL waarde is het hoogste bij Naft (10 mg/kg DS), dBz(ah)An heeft de laagste SEL waarde (0,16 mg/kg DS).

Tabel 9: LEL en SEL waarden voor PAK's (mg/kg DS)

	LEL	SEL
Acenaft	0,05	5,0
Acenaftyl	0,01	8,8
Ant	0,03	0,23
B(a)A	0,11	0,81
B(a)P	0,16	0,81
B(b)Flu	0,19	0,88
B(e)P	0,25	1,4
B(ghi)Pe	0,12	0,60
B(k)Flu	0,08	0,40
Chr	0,14	1,2
dBz(ah)An	0,02	0,16
Fen	0,16	1,2
Flu	0,21	1,6
Fluoreen	0,03	0,29
IP	0,13	0,66
Naft	0,07	10
Peryleen	0,07	0,29
Pyr	0,25	1,2

- PCB's en OCP's

Tabel 10: LEL en SEL waarden voor PCB's en OCP's (µg/kg DS)

	LEL	SEL
PCB 101	0,68	8,7
PCB 118	0,43	6,9
PCB 138	0,85	11
PCB 153	1,2	13
PCB 170	0,08	4,3
PCB 180	0,81	9,4
PCB 28	0,005	3,9
PCB 31	0,005	3,4
PCB 49	0,02	4,3
PCB 52	0,01	7,0
44DDD	0,01	5,1
44DDE	0,39	14
HCBz	0,0004	0,72



Voor PCB 28, PCB 31, PCB 49, PCB 52 en 44DDD werd de vervangwaarde voor de DL verkregen als LEL (Tabel 10). PCB 153 heeft de hoogste LEL (1,2 µg/kg DS) en SEL (13 µg/kg DS) waarden.

- EOX en KWSap

De LEL en SEL waarden van KWSap. liggen opvallend hoog (Tabel 11).

**Tabel 11:** LEL en SEL waarden voor EOX (mg Cl/kg) en KWS ap. (mg/kg DS)

	LEL	SEL
KWS ap.	147	865
EOX	7,9	50

### 3.1.1 Ecologische kwaliteitsdoelstellingen voor verschillende % klei in het sediment

Door de hogere oppervlakte/volume verhouding bij de kleinere korrelgrootte fracties wordt algemeen een stijging verwacht in totale pollutanten gehalten van grove naar fijne sedimenten. In zandbodems zullen de pollutanten zeer biobeschikbaar zijn voor de biota aangezien ze niet sterk gebonden zijn aan het sediment. Door het biologisch minder beschikbaar zijn van de pollutanten in de klei sedimentregio kunnen de organismen daar mogelijk hogere gehalten verdragen. Er wordt verwacht dat bijgevolg LEL en SEL zullen toenemen met dalende korrelgrootte.

De meetpunten van de waterbodembank werden ingedeeld in 3 klassen volgens % klei in het sediment. Een kleigehalte van <10% komt overeen met zandbodems, 10-30% klei zijn leembodems en bij >30% klei worden de bodems ingedeeld als kleibodems (Ameryckx et al., 1985).

- Zware metalen

**Tabel 12:** LEL (mg/kg DS) van zware metalen, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>As</b>	7,5	13	17
<b>Cd</b>	0,69	2,5	1,5
<b>Cr</b>	23	48	61
<b>Cu</b>	13	30	50
<b>Hg</b>	0,22	0,42	0,50
<b>Ni</b>	14	24	28
<b>Pb</b>	21	65	72
<b>Se</b>	1,6	3,8	12
<b>Sn</b>	2,0	1,6	17
<b>Zn</b>	134	320	368

Tabel 13: SEL (mg/kg DS) van zware metalen, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>As</b>	40	41	106
<b>Cd</b>	23	15	11
<b>Cr</b>	55	969	376
<b>Cu</b>	74	1761	205
<b>Hg</b>	1,4	2,9	2,5
<b>Ni</b>	43	160	45
<b>Pb</b>	159	764	346
<b>Se</b>	5,1	10	13
<b>Sn</b>	19	29	26
<b>Zn</b>	1190	3350	1620

Met uitzondering van Cd en Sn stijgt LEL (Tabel 12) met toenemend % klei in het sediment. Bij het SEL (Tabel 13) is deze trend minder uitgesproken dan bij het LEL. Enkel bij As en Se stijgt SEL met dalende korrelgrootte. Bij Cd daalt SEL met toenemend % klei. Bij de andere metalen wordt voor klasse 10-30% de hoogste SEL waarde verkregen.

- PAK's

Bij alle PAK's is LEL (Tabel 14) het laagste bij <10% klei. LEL stijgt met stijgend percentage klei in het sediment bij de PAK's B(e)P, Fluoreen en peryleen. Bij het SEL (Tabel 15) is net als bij de zware metalen een minder duidelijke trend te herkennen dan bij de LEL waarden.

Tabel 14: LEL (mg/kg DS) van PAK's, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10 - 30%	>30%
<b>B(a)P</b>	0,15	0,27	0,21
<b>B(b)Flu</b>	0,16	0,34	0,28
<b>B(ghi)Pe</b>	0,12	0,25	0,20
<b>B(k)Flu</b>	0,08	0,16	0,12
<b>Flu</b>	0,27	0,49	0,40
<b>IP</b>	0,12	0,21	0,16
<b>Acenaft</b>	0,03	0,18	0,05
<b>Acenaftyl</b>	0,004	0,05	0,03
<b>Ant</b>	0,02	0,09	0,05
<b>B(a)A</b>	0,12	0,33	0,18
<b>B(e)P</b>	0,15	0,46	1,5
<b>Chr</b>	0,16	0,38	0,29
<b>dBz(ah)An</b>	0,02	0,05	0,04
<b>Fen</b>	0,14	0,45	0,34
<b>Fluoreen</b>	0,02	0,07	0,12
<b>Naft</b>	0,05	0,42	0,16
<b>Peryleen</b>	0,05	0,19	0,35
<b>Pyr</b>	0,20	0,49	0,36

Tabel 15: SEL (mg/kg DS) van PAK's, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10 - 30%	>30%
<b>B(a)P</b>	0,79	1,4	1,0
<b>B(b)Flu</b>	0,91	1,6	1,3
<b>B(ghi)Pe</b>	0,58	1,1	0,90
<b>B(k)Flu</b>	0,39	0,72	0,61
<b>Flu</b>	1,7	3,0	3,2
<b>IP</b>	0,56	1,1	0,91
<b>Acenaft</b>	1,4	31	0,38
<b>Acenaftyl</b>	0,53	21	0,26
<b>Ant</b>	0,28	0,40	0,57
<b>B(a)A</b>	0,77	1,6	1,3
<b>B(e)P</b>	1,1	2,2	2,0
<b>Chr</b>	0,88	1,7	1,8
<b>dBz(ah)An</b>	0,16	0,22	0,19
<b>Fen</b>	1,3	5,7	2,1
<b>Fluoreen</b>	0,34	2,4	0,71
<b>Naft</b>	0,95	30	0,68
<b>Peryleen</b>	0,19	0,45	0,37
<b>Pyr</b>	1,2	2,4	2,8

- PCB's en OCP's

Aangezien de TRIADE-meetpunten niet meegenomen zijn bij het berekenen van de kwaliteitsdoelstellingen voor PCB's en OCP's is het aantal gegevens in de klasse >30% klei eerder beperkt (19 meetplaatsen en 4 taxa op minstens 5 meetplaatsen) met als gevolg dat de LEL/SEL waarden voor deze klasse niet relevant zijn. De 4 taxa (Helobdella, Oligochaeta, Chironomidae thummi-plumosus en Chironomidae non thummi-plumosis) hebben tevens een hoge resistentie voor vervuiling waardoor de LEL en SEL waarden veel hoger liggen dan wanneer ook gevoelige taxa op minstens 5 meetpunten met >30% klei aangetroffen zouden zijn.

Tabel 16: LEL ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  DS) van PCB's, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>PCB 101</b>	0,44	0,77	0,82
<b>PCB 118</b>	0,35	0,41	0,43
<b>PCB 138</b>	0,77	1,0	1,0
<b>PCB 153</b>	1,0	1,1	1,1
<b>PCB 170</b>	0,05	0,29	0,27
<b>PCB 180</b>	0,81	0,79	0,88
<b>PCB 28</b>	0,005	0,005	0,009
<b>PCB 31</b>	0,005	0,005	0,005
<b>PCB 49</b>	0,02	0,02	0,06
<b>PCB 52</b>	0,01	0,01	0,04
<b>44DDD</b>	0,01	0,59	4,5
<b>44DDE</b>	0,31	1,1	3,3
<b>HCBz</b>	0,0004	0,002	0,002

Het LEL (Tabel 16) stijgt bij PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 180, 44DDD en 44DDE duidelijk met toenemend % klei. Bij PCB 31 werd de vervangwaarde van de DL als LEL verkregen in alle % klei klassen. Bij PCB 28, PCB 49, PCB 52 en 44DDD werd voor sommige klassen de vervangwaarde verkregen als LEL.

SEL (Tabel 17) stijgt bij alle PCB's en OCP's met afnemende korelgrootte.

Tabel 17: SEL ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ ) van PCB's, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>PCB 101</b>	7,32	17	29
<b>PCB 118</b>	5,2	11	18
<b>PCB 138</b>	9,2	16	25
<b>PCB 153</b>	12	18	25
<b>PCB 170</b>	4,2	5,8	6,8
<b>PCB 180</b>	8,5	12	15
<b>PCB 28</b>	3,8	7,0	7,9
<b>PCB 31</b>	3,7	6,7	9,3
<b>PCB 49</b>	2,7	4,9	8,6
<b>PCB 52</b>	5,5	10	13
<b>44DDD</b>	4,8	5,9	16
<b>44DDE</b>	8,1	8,7	14
<b>HCbz</b>	0,58	1,3	2,4

- EOX en KWSap

LEL en SEL (Tabel 18-19) zijn bij EOX en KWSap. het laagste bij <10% klei. De SEL waarden van 10-30% zijn hoger dan deze van >30%. Hetzelfde geldt voor de LEL waarde van EOX.

Tabel 18: LEL van EOX (mg Cl/kg) en KWSap. (mg/kg DS), berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>EOX</b>	2,9	22	17
<b>KWS ap.</b>	122	371	2950

Tabel 19: SEL van EOX (mg Cl/kg) en KWSap. (mg/kg DS), berekend voor verschillende % klei in het sediment abundanties van minstens 1 organisme.

	<10%	10-30%	>30%
<b>EOX</b>	39	139	58
<b>KWS ap.</b>	712	3330	3190

### 3.2 Ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen (TEL/PEL)

Bij hoge gehalten waarbij geen ecotoxicologisch effect optrad waren de polluenten mogelijk niet beschikbaar voor de getestte biota. Anderzijds kan aangezien met mengstalen gewerkt wordt een toxisch effect bij zeer lage gehalten te wijten zijn aan een andere stof dan de stof in kwestie. Om deze interfererende factoren uit de data te verwijderen werd “methode 5” geselecteerd voor de definitieve berekeningen (zie rapportdeel : Ontwikkeling van ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Methodologische ontwikkeling). Er wordt wel van uitgegaan dat de lage “effect” waarden te wijten zijn aan andere stoffen dan de stof in kwestie maar dit is niet bewezen. Daardoor mogen de waarden wel weggelaten worden maar geenszins verplaatst worden naar de “no effect” reeks. Enkel de resultaten van de ecotoxiciteitstest met *Hyalella azteca* werden hiervoor gebruikt aangezien dit de vaste fase test is die op het grootste aantal monsters toegepast is. Bij de *Hyalella* resultaten waren TEL/PEL bij vele polluenten het laagste waardoor deze test ook de strengste waarden oplevert vergeleken met de andere ecotoxiciteitstesten (zie rapportdeel : Ontwikkeling van ecologisch en ecotoxicologisch onderbouwde kwaliteitsdoelstellingen voor waterbodems – Methodologische ontwikkeling).

- Zware metalen

De TEL waarden (Tabel 19) schommelen bij de zware metalen tussen 0,18 mg/kg DS voor Hg en 162,58 mg/kg DS voor Zn. De PEL waarde (Tabel 20) is het hoogste bij Zn (305,12 mg/kg DS), het laagste bij Hg (0,47 mg/kg DS). Bij As en Se was het gemiddelde van de “no effect” reeks hoger dan het gemiddelde van de “effect” reeks. Er konden geen TEL/PEL waarden berekend worden aangezien geen verband tussen toxiciteit en geobserveerde effecten aantoonbaar was.

Tabel 20: TEL en PEL van zware metalen (mg/kg DS)

	TEL	PEL
<b>As</b>	-	-
<b>Cd</b>	1,2	2,6
<b>Cr</b>	26	45
<b>Cu</b>	16	34
<b>Hg</b>	0,18	0,47
<b>Ni</b>	7,5	19
<b>Pb</b>	31	68
<b>Se</b>	-	-
<b>Sn</b>	0,85	3,3
<b>Zn</b>	163	305

- PAK's

Zowel TEL (0,02 mg/kg DS) als PEL (0,07 mg/kg DS) hebben de laagste waarde bij dBz(ah)An. Naft heeft de hoogste TEL (0,32 mg/kg DS) en PEL (2,82 mg/kg DS) waarde (Tabel 21).

Tabel 21: TEL en PEL van PAK's (mg/kg DS)

	TEL	PEL
<b>Acenaft</b>	0,04	1,6
<b>Acenaftyl</b>	0,04	1,6
<b>Ant</b>	0,03	0,12
<b>B(a)A</b>	0,12	0,40
<b>B(a)P</b>	0,12	0,40
<b>B(b)Flu</b>	0,14	0,44
<b>B(e)P</b>	0,17	0,48
<b>B(ghi)Pe</b>	0,10	0,30
<b>B(k)Flu</b>	0,07	0,23
<b>Chr</b>	0,16	0,48
<b>dBz(ah)An</b>	0,02	0,07
<b>Fen</b>	0,20	0,56
<b>Flu</b>	0,30	0,88
<b>Fluoreen</b>	0,06	0,24
<b>IP</b>	0,10	0,31
<b>Naft</b>	0,32	2,82
<b>Peryleen</b>	0,05	0,13
<b>Pyr</b>	0,23	0,69

- PCB's en OCP's

Tabel 22: TEL en PEL van PCB's en OCP's (µg/kg DS)

	TEL	PEL
<b>PCB 101</b>	0,41	4,7
<b>PCB 118</b>	-	-
<b>PCB 138</b>	1,2	4,3
<b>PCB 153</b>	1,8	6,0
<b>PCB 170</b>	0,30	1,4
<b>PCB 180</b>	0,07	1,6
<b>PCB 28</b>	0,07	0,14
<b>PCB 31</b>	0,06	0,25
<b>PCB 49</b>	0,17	0,92
<b>PCB 52</b>	0,18	2,2
<b>44DDD</b>	0,12	1,3
<b>44DDE</b>	0,24	2,2
<b>HCBz</b>	-	-

Net als bij As en Se (Tabel 20) was het gemiddelde van de "no effect" reeks bij PCB 118 en HCBz (Tabel 22) hoger dan het gemiddelde van de "effect" reeks waardoor geen TEL/PEL

waarden berekend konden worden. PCB 153 heeft de hoogste TEL (1,797 µg/kg DS) en PEL (5, 979 µg/kg DS) waarden. PCB 31 heeft de laagste TEL waarde (0,061 µg/kg DS), PCB 28 de laagste PEL waarde (0,136 µg/kg DS).

- EOX en KWS ap

Tabel 23: TEL en PEL van EOX (mg Cl/kg) en KWS ap. (mg/kg DS)

	TEL	PEL
<b>EOX</b>	2,0	4,8
<b>KWS ap.</b>	161	392

### 3.2.1 Ecotoxicologische kwaliteitsdoelstellingen voor verschillende % klei in het sediment

Net als voor LEL/SEL werden ook de TEL/PEL berekeningen herhaald, rekening houdend met het % klei in het sediment.

- Zware metalen

Tabel 24: TEL (mg/kg DS) van zware metalen, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>As</b>	-	13	18
<b>Cd</b>	1,1	1,9	0,94
<b>Cr</b>	19	51	60
<b>Cu</b>	12	33	37
<b>Hg</b>	0,16	0,34	0,23
<b>Ni</b>	10	18	25,
<b>Pb</b>	24	55	43
<b>Se</b>	-	-	7,4
<b>Sn</b>	0,85	1,1	0,57
<b>Zn</b>	126	220	244

Tabel 25: PEL (mg/kg DS) van zware metalen, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>As</b>	-	18	19
<b>Cd</b>	1,9	4,2	1,5
<b>Cr</b>	30	78	90
<b>Cu</b>	23	60	55
<b>Hg</b>	0,35	0,76	0,40
<b>Ni</b>	15	26	30
<b>Pb</b>	45	106	56
<b>Se</b>	-	-	9,0
<b>Sn</b>	2,0	4,5	0,88
<b>Zn</b>	229	429	326

Bij As en Se (Tabel 24-25) was, uitgezonderd bij >30%, wederom het gemiddelde van de “no effect” reeks hoger dan dat van de “effect” reeks. TEL stijgt bij Cr, Cu, Ni en Zn bij toenemend gehalte klei. Bij Cr en Ni stijgt ook het PEL met stijgend percentage klei.

- PAK's

Tabel 26: TEL (mg/kg DS) van PAK's, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>Acenaft</b>	0,05	0,05	-
<b>Acenaftyl</b>	0,05	0,11	-
<b>Ant</b>	0,03	0,07	0,07
<b>B(a)A</b>	0,07	0,26	0,15
<b>B(a)P</b>	0,08	0,26	0,15
<b>B(b)Flu</b>	0,09	0,34	0,22
<b>B(e)P</b>	0,11	0,34	0,61
<b>B(ghi)Pe</b>	0,06	0,22	0,13
<b>B(k)Flu</b>	0,04	0,14	0,45
<b>Chr</b>	0,09	0,32	0,28
<b>dBz(ah)An</b>	0,02	0,06	-
<b>Fen</b>	0,10	0,50	0,20
<b>Flu</b>	0,15	0,62	0,29
<b>Fluoreen</b>	0,03	0,13	0,04
<b>IP</b>	0,07	0,22	0,14
<b>Naft</b>	0,26	0,43	0,02
<b>Peryleen</b>	0,03	0,11	0,17
<b>Pyr</b>	0,13	0,53	0,30

Tabel 27: PEL (mg/kg DS) van PAK's, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>Acenaft</b>	1,6	5,0	-
<b>Acenaftyl</b>	1,6	1,6	-
<b>Ant</b>	0,08	0,20	0,16
<b>B(a)A</b>	0,26	0,60	0,46
<b>B(a)P</b>	0,26	0,56	0,31
<b>B(b)Flu</b>	0,31	0,72	0,42
<b>B(e)P</b>	0,31	1,1	1,1
<b>B(ghi)Pe</b>	0,20	0,49	0,29
<b>B(k)Flu</b>	0,2	0,33	0,19
<b>Chr</b>	0,30	0,74	0,73
<b>dBz(ah)An</b>	0,05	0,12	-
<b>Fen</b>	0,30	1,0	0,53
<b>Flu</b>	0,53	1,5	0,93
<b>Fluoreen</b>	0,32	0,52	0,09
<b>IP</b>	0,21	0,53	0,31
<b>Naft</b>	2,0	4,8	0,14
<b>Peryleen</b>	0,05	0,23	0,24
<b>Pyr</b>	0,41	1,3	1,1



Bij Acenaft, Acenaftyl en dBz(ah)An was het gemiddelde van de “no effect” reeks hoger dan dat van de “effect” reeks in klasse >30% waardoor geen TEL/PEL waarden bepaald konden worden. De TEL waarden stijgen met toenemend percentage klei bij B(e)P, B(k)Flu en Peryleen. Bij de PEL waarde geldt dit enkel voor Peryleen. De andere PAK's hebben de hoogste TEL/PEL waarden bij klasse 10-30% klei (Tabel 26-27).

- PCB's en OCP's

Net als de LEL/SEL waarden zijn ook de TEL/PEL waarden van de PCB's en OCP's in klasse >30% klei niet betrouwbaar aangezien door het niet meenemen van de TRIADE meetpunten een beperkt aantal data gebruikt werd.

Tabel 28: TEL ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ ) van PCB's en OCP's, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>PCB 101</b>	-	0,33	2,8
<b>PCB 118</b>	-	0,28	1,3
<b>PCB 138</b>	-	0,39	0,54
<b>PCB 153</b>	0,11	0,46	3,1
<b>PCB 170</b>	-	-	0,33
<b>PCB 180</b>	1,0	0,35	0,48
<b>PCB 28</b>	0,07	0,23	0,16
<b>PCB 31</b>	0,06	0,06	0,005
<b>PCB 49</b>	0,17	0,48	0,34
<b>PCB 52</b>	0,19	-	0,24
<b>44DDD</b>	0,10	0,18	0,23
<b>44DDE</b>	0,23	0,27	4,8
<b>HCBz</b>	-	-	0,002

Tabel 29: PEL ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ ) van PCB's en OCP's, berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>PCB 101</b>	-	4,5	6,9
<b>PCB 118</b>	-	3,4	3,7
<b>PCB 138</b>	-	4,8	1,9
<b>PCB 153</b>	0,23	6,5	4,4
<b>PCB 170</b>	-	-	0,78
<b>PCB 180</b>	3,7	4,4	1,0
<b>PCB 28</b>	0,11	0,29	0,23
<b>PCB 31</b>	0,11	0,15	0,17
<b>PCB 49</b>	0,72	2,3	2,1
<b>PCB 52</b>	2,1	-	2,5
<b>44DDD</b>	0,94	2,5	3,2
<b>44DDE</b>	1,5	3,3	6,2
<b>HCBz</b>	-	-	0,009

Voor PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 170 en HCBz konden voor klasse <10% klei geen TEL/PEL waarden berekend worden aangezien het gemiddelde van de “no effect” reeks

hoger was dan dat van de “effect” reeks (Tabel 28-29). Voor PCB 170, PCB 52 en HCBz gold dit eveneens voor klasse 10-30%. De TEL waarden stijgen bij 44DDD en 44DDE bij stijgend percentage klei, de PEL waarden bij PCB 31, 44DDD en 44DDE.

- EOX en KWSap.

**Tabel 30:** TEL van EOX (mg Cl/kg) en KWSap. (mg/kg DS), berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>EOX</b>	1,7	3,1	3,6
<b>KWS ap.</b>	98	289	524

**Tabel 31:** PEL van EOX (mg Cl/kg) en KWSap. (mg/kg DS), berekend voor verschillende % klei in het sediment

	<10%	10-30%	>30%
<b>EOX</b>	3,9	7,2	4,9
<b>KWS ap.</b>	185	581	894

De TEL en PEL waarden van KWSap. en de TEL waarden van EOX stijgen met toenemend kleipercentage. Bij EOX is de PEL waarde van 10-30% hoger dan die van >30% (Tabel 30-31).

### 3.3 Validatie berekende kwaliteitsdoelstellingen

#### **3.3.1 Validatie LEL/SEL met data 2000-2001**

Om de berekende LEL en SEL waarden te valideren werden ze opnieuw berekend, dezelfde methode gebruikend, met een kleinere dataset bestaande uit de resultaten van het monitoringsnetwerk 2000-2001. De bekomen waarden werden vergeleken met de originele waarden.

- Zware Metalen

De validatie LEL waarden (Tabel 32) liggen hoger dan de originele. Voor Se kon bij de validatie geen LEL/SEL waarde berekend worden aangezien Se nog niet gemeten werd tijdens de meetcampagne 2000-2001.

De SELv waarden (Tabel 33) liggen lager dan de originele SEL waarden.

Tabel 32: originele (LEL) en validatie (LELv) LEL waarden van zware metalen (mg/kg DS).

	LEL	LELv	factor verschil
As	7,9	14	1,8
Cd	0,71	1,1	1,6
Cr	25	38	1,5
Cu	13	23	1,8
Hg	0,28	0,74	2,6
Ni	15	23	1,5
Pb	19	45	2,4
Se	1,5	-	-
Sn	1,9	6,6	3,5
Zn	129	132	1,0

Tabel 33: originele (SEL) en validatie (SELv) SEL waarden van zware metalen (mg/kg DS).

	SEL	SELv	Factor verschil
As	50	34	$(1,5)^{-1}$
Cd	13	6,1	$(2,1)^{-1}$
Cr	90	62	$(1,5)^{-1}$
Cu	85	72	$(1,2)^{-1}$
Hg	1,8	1,4	$(1,3)^{-1}$
Ni	44	38	$(1,2)^{-1}$
Pb	167	110	$(1,5)^{-1}$
Se	6,4	-	-
Sn	21	10	$(2,1)^{-1}$
Zn	1300	539	$(2,4)^{-1}$

- PAK's

Tabel 34: originele (LEL) en validatie (LELv) LEL waarden van PAK's (mg/kg DS).

	LEL	LELv	factor verschil
Acenaft	0,05	0,01	$(5,0)^{-1}$
Acenaftyl	0,012	0,006	$(2,0)^{-1}$
Ant	0,03	0,01	$(3,0)^{-1}$
B(a)A	0,11	0,10	$(1,1)^{-1}$
B(a)P	0,16	0,16	1,0
B(b)Flu	0,19	0,22	1,2
B(e)P	0,25	-	-
B(ghi)Pe	0,12	0,11	$(1,1)^{-1}$
B(k)Flu	0,08	0,09	1,1
Chr	0,14	0,16	1,1
dBz(ah)An	0,02	0,02	1,0
Fen	0,16	0,10	$(1,6)^{-1}$
Flu	0,21	0,21	1,0
Fluoreen	0,03	0,01	$(3,0)^{-1}$
IP	0,13	0,16	1,2
Naft	0,07	0,03	$(2,3)^{-1}$
Peryleen	0,07	-	-
Pyr	0,25	0,20	$(2,3)^{-1}$

De originele en de validatie LEL waarden (Tabel 34) verschillen bij de PAK's zeer weinig van elkaar. B(e)P en Peryleen werden net als Se (Tabel 32-33) nog niet gemeten in 2000-2001. De SEL waarden van de PAK's (Tabel 82) zijn lager bij de validatiewaarden.

Tabel 35: originele (SEL) en validatie (SELv) SEL waarden van PAK's (mg/kg DS).

	SEL	SELv	factor verschil
Acenaft	5,0	0,06	$(83,3)^{-1}$
Acenaftyl	8,8	0,04	$(222,2)^{-1}$
Ant	0,23	0,08	$(2,9)^{-1}$
B(a)A	0,81	0,34	$(2,4)^{-1}$
B(a)P	0,81	0,35	$(2,3)^{-1}$
B(b)Flu	0,88	0,53	$(1,7)^{-1}$
B(e)P	1,37	-	-
B(ghi)Pe	0,60	0,34	$(1,8)^{-1}$
B(k)Flu	0,40	0,24	$(1,7)^{-1}$
Chr	1,2	0,43	$(2,8)^{-1}$
dBz(ah)An	0,16	0,08	$(2,0)^{-1}$
Fen	1,2	0,48	$(2,5)^{-1}$
Flu	1,6	0,80	$(2,0)^{-1}$
Fluoreen	0,29	0,06	$(4,8)^{-1}$
IP	0,66	0,39	$(1,7)^{-1}$
Naft	10	0,19	$(53,0)^{-1}$
Peryleen	0,29	-	-
Pyr	1,2	0,55	$(2,2)^{-1}$

- PCB's en OCP's

Voor de validatie LEL waarden (Tabel 36) werden slechts 282 meetpunten gebruikt en werd steeds de vervangwaarde van de DL verkregen als resultaat.

Tabel 36: originele (LEL) en validatie (LELv) LEL waarden van PCB's ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ ).

	LEL	LELv	factor verschil
PCB 101	0,68	0,03	$(22,7)^{-1}$
PCB 118	0,43	0,03	$(14,3)^{-1}$
PCB 138	0,85	0,03	$(28,3)^{-1}$
PCB 153	1,2	0,03	$(40,0)^{-1}$
PCB 170	0,08	0,04	$(2,0)^{-1}$
PCB 180	0,81	0,03	$(27,0)^{-1}$
PCB 28	0,005	0,005	1,0
PCB 31	0,005	0,005	1,0
PCB 49	0,02	0,02	1,0
PCB 52	0,01	0,01	1,0
44DDD	0,01	0,01	1,0
44DDE	0,39	0,03	$(13,0)^{-1}$
HCBz	0,0004	0,000002	$(200,0)^{-1}$

Tabel 37: originele (SEL) en validatie (SELv) SEL waarden van PCB's ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ ).

	SEL	SELv	factor verschil
PCB 101	8,7	11	1,3
PCB 118	6,9	5,9	$(1,2)^{-1}$
PCB 138	11	22	2,0
PCB 153	13	27	2,1
PCB 170	4,3	4,8	1,1
PCB 180	9,4	22	2,3
PCB 28	3,9	1,1	$(3,5)^{-1}$
PCB 31	3,4	0,49	$(6,9)^{-1}$
PCB 49	4,3	1,4	$(3,1)^{-1}$
PCB 52	7,0	2,9	$(2,4)^{-1}$
44DDD	5,1	1,19	$(4,3)^{-1}$
44DDE	11	2,7	$(4,1)^{-1}$
HCBz	0,72	0,0004	$(1800,0)^{-1}$

- EOX en KWSap.

LELv en SELv konden niet berekend worden voor Kwsap. aangezien deze stof door de VMM nog niet gemeten werd in 2000-2001.

Tabel 38: originele (LEL) en validatie (LELv) LEL waarden van EOX ( $\text{mg}/\text{kg DS}$ ).

	LEL	LELv	factor verschil
EOX	7,9	0,29	$(27,2)^{-1}$

Tabel 39: originele (SEL) en validatie (SELv) SEL waarden van EOX ( $\text{mg}/\text{kg DS}$ ).

	SEL	SELv	factor verschil
EOX	50	4,4	$(11,4)^{-1}$

De LELv en SELv waarde liggen bij EOX lager dan de originele waarden (Tabel 38-39).

### 3.3.2 Validatie TEL/PEL met data 2000-2001

Net als de LEL/SEL waarden werden ook de TEL/PEL waarden gevalideerd door ze te herberekenen met een kleinere set data van 2000-2001. Se, B(e)P, peryleen en KWSap. werden door de VMM nog niet gemeten in 2000-2001 waardoor geen waarden berekend konden worden voor deze stoffen. Bij zo goed als alle stoffen was de hoeveelheid data in de "no effect" reeks zeer klein waardoor de berekende TELv/PELv waarden mogelijk niet relevant zijn.

- Zware metalen

Het gemiddelde van de "no effect" reeks was bij de metalen As, Hg, Pb en Sn hoger dan dat van de "effect" reeks waardoor geen TELv en PELv waarden berekend konden worden voor deze stoffen. De TEL waarde van de zware metalen (Tabel 40-41) is enkel bij Ni hoger bij de gevalideerde waaren. De waarden liggen wel in dezelfde grootteorde. De PEL waarden zijn steeds hoger dan de PELv waarden.

Tabel 40: originele (TEL) en validatie (TELv) TEL waarden van zware metalen (mg/kg DS).

	TEL	TELv	factor verschil
<b>As</b>	-	-	-
<b>Cd</b>	1,2	0,37	(3,2) <sup>-1</sup>
<b>Cr</b>	26	18	(1,4) <sup>-1</sup>
<b>Cu</b>	16	12	(1,3) <sup>-1</sup>
<b>Hg</b>	0,18	-	-
<b>Ni</b>	7,5	11	1,5
<b>Pb</b>	31,4	-	-
<b>Se</b>	-	-	-
<b>Sn</b>	0,85	-	-
<b>Zn</b>	163	94	(1,73) <sup>-1</sup>

Tabel 41: originele (PEL) en validatie (PELv) PEL waarden van zware metalen (mg/kg DS).

	PEL	PELv	factor verschil
<b>As</b>	-	-	-
<b>Cd</b>	2,6	0,94	(2,8) <sup>-1</sup>
<b>Cr</b>	45	35	(1,3) <sup>-1</sup>
<b>Cu</b>	34	23	(1,5) <sup>-1</sup>
<b>Hg</b>	0,47	-	-
<b>Ni</b>	19	19	1,0
<b>Pb</b>	68	-	-
<b>Se</b>	-	-	-
<b>Sn</b>	3,3	-	-
<b>Zn</b>	305	191	(1,6) <sup>-1</sup>

- PAK's

De validatie TEL en PEL waarden (Tabel 42-43) liggen bij de PAK's lager dan de originele.

Tabel 42: originele (TEL) en validatie (TELv) TEL waarden van PAK's (mg/kg DS).

	TEL	TELv	factor verschil
Acenaft	0,04	0,001	(40,0) <sup>-1</sup>
Acenaftyl	0,04	0,004	(10,0) <sup>-1</sup>
Ant	0,03	0,003	(10,0) <sup>-1</sup>
B(a)A	0,12	0,008	(15,0) <sup>-1</sup>
B(a)P	0,12	0,04	(3,0) <sup>-1</sup>
B(b)Flu	0,14	0,04	(3,5) <sup>-1</sup>
B(e)P	0,17	-	-
B(ghi)Pe	0,10	0,02	(5,0) <sup>-1</sup>
B(k)Flu	0,07	0,01	(7,0) <sup>-1</sup>
Chr	0,16	0,02	(8,0) <sup>-1</sup>
dBz(ah)An	0,02	0,004	(5,0) <sup>-1</sup>
Fen	0,20	0,03	(6,7) <sup>-1</sup>
Flu	0,30	0,04	(7,5) <sup>-1</sup>
Fluoreen	0,06	0,005	(12,0) <sup>-1</sup>
IP	0,10	0,02	(5,0) <sup>-1</sup>
Naft	0,32	0,002	(160,0) <sup>-1</sup>
Peryleen	0,05	-	-
Pyr	0,23	0,03	(7,7) <sup>-1</sup>

Tabel 43: originele (PEL) en validatie (PELv) PEL waarden van PAK's (mg/kg DS).

	PEL	PELv	factor verschil
Acenaft	1,6	0,004	(400,0) <sup>-1</sup>
Acenaftyl	1,6	0,008	(200,0) <sup>-1</sup>
Ant	0,12	0,01	(12,0) <sup>-1</sup>
B(a)A	0,40	0,06	(6,7) <sup>-1</sup>
B(a)P	0,40	0,009	(44,4) <sup>-1</sup>
B(b)Flu	0,44	0,11	(4,0) <sup>-1</sup>
B(e)P	0,48	-	-
B(ghi)Pe	0,30	0,07	(4,3) <sup>-1</sup>
B(k)Flu	0,23	0,03	(7,7) <sup>-1</sup>
Chr	0,48	0,08	(6,0) <sup>-1</sup>
dBz(ah)An	0,07	0,01	(7,0) <sup>-1</sup>
Fen	0,56	0,11	(5,1) <sup>-1</sup>
Flu	0,88	0,18	(4,9) <sup>-1</sup>
Fluoreen	0,24	0,02	(12,0) <sup>-1</sup>
IP	0,31	0,08	(3,9) <sup>-1</sup>
Naft	2,8	0,01	(280,0) <sup>-1</sup>
Peryleen	0,13	-	-
Pyr	0,69	0,14	(4,9) <sup>-1</sup>

- PCB's en OCP's

Afhankelijk van de stof die bekeken wordt zijn de TEL en PEL waarden van de PCB's en OCP's het hoogste bij de originele waarden of bij de validatiewaarden. In tegenstelling tot LELv (Tabel 36) wordt voor TELv nooit de vervangwaarde van de detectielimiet verkregen als resultaat.

Tabel 44: originele (TEL) en validatie (TELv) TEL waarden van PCB's ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ ).

	TEL	TELv	factor verschil
PCB 101	0,41	0,15	$(2,7)^{-1}$
PCB 118	-	0,13	-
PCB 138	1,2	0,12	$(10,0)^{-1}$
PCB 153	1,8	0,22	$(8,2)^{-1}$
PCB 170	0,30	0,13	$(2,3)^{-1}$
PCB 180	0,07	0,15	2,1
PCB 28	0,07	0,07	1,0
PCB 31	0,06	0,05	$(1,2)^{-1}$
PCB 49	0,17	0,19	1,1
PCB 52	0,18	0,12	$(1,5)^{-1}$
44DDD	0,12	0,13	1,1
44DDE	0,24	0,23	$(1,0)^{-1}$
HCBz	-	0,00003	-

Tabel 45: originele (PEL) en validatie (PELv) PEL waarden van PCB's ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ ).

	PEL	PELv	factor verschil
PCB 101	4,7	1,8	$(2,6)^{-1}$
PCB 118	-	0,27	-
PCB 138	4,3	1,2	$(3,6)^{-1}$
PCB 153	6,0	2,8	$(2,1)^{-1}$
PCB 170	1,4	0,27	$(5,2)^{-1}$
PCB 180	1,6	1,0	$(1,6)^{-1}$
PCB 28	0,14	0,12	$(1,2)^{-1}$
PCB 31	0,25	0,08	$(3,1)^{-1}$
PCB 49	0,92	0,24	$(3,8)^{-1}$
PCB 52	2,2	0,22	$(10,0)^{-1}$
44DDD	1,3	0,20	$(6,5)^{-1}$
44DDE	2,2	0,30	$(7,3)^{-1}$
HCBz	-	0,00005	-

- EOX en KWSap.

In het algemeen liggen de originele en de gevalideerde waarden steeds in dezelfde grootteorde of verschillen ze met een factor 10. De verschillen zijn grotendeels te wijten aan het beperkt aantal meetpunten gebruikt bij de validatie waardoor te weinig gegevens in de "no effect" reeks zaten.

Tabel 46: originele (TEL) en validatie (TELv) TEL waarden van EOX ( $\text{mg Cl}/\text{kg}$ )

	TEL	TELv	factor verschil
EOX	0,26	2,0	7,7



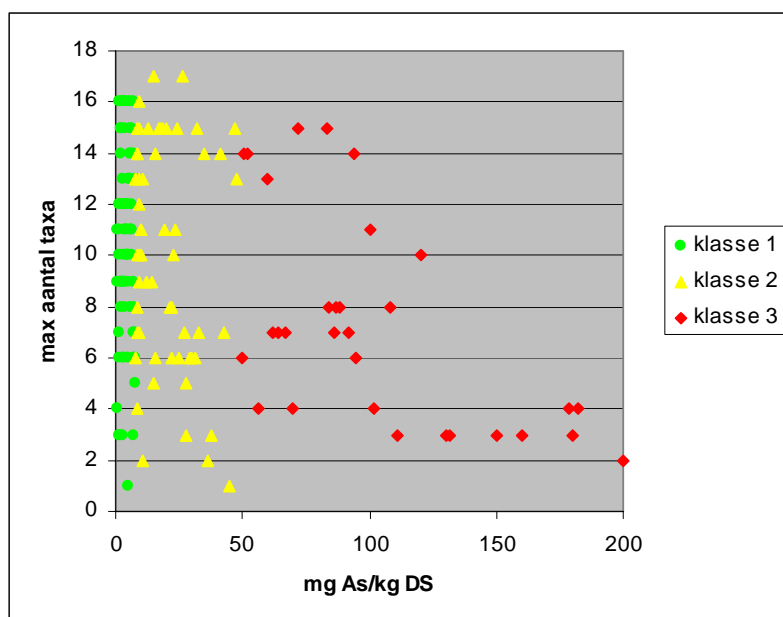
Tabel 47: originele (PEL) en validatie (PELv) PEL waarden van van EOX (mg Cl/kg)

	PEL	PELv	factor verschil
EOX	0,52	4,8	9,2

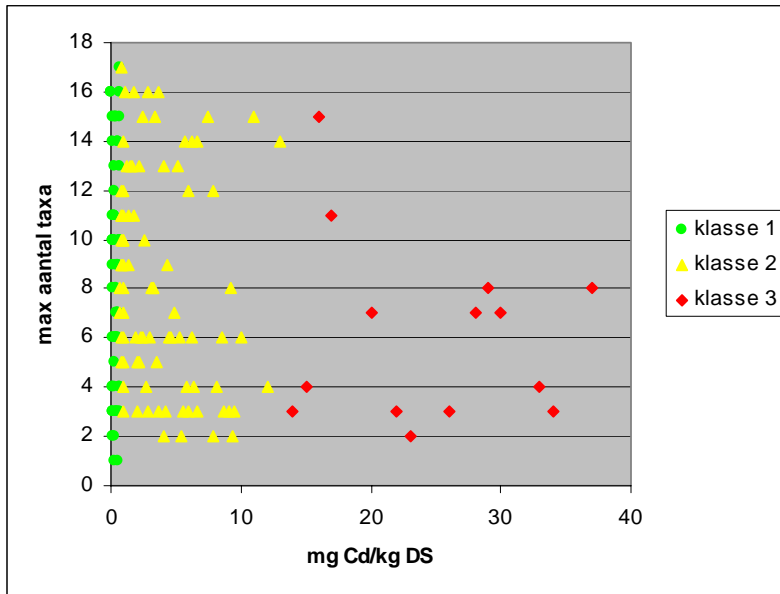
### 3.3.3 Abundanties bij gehalten onder LEL, tussen LEL en SEL en boven SEL.

Een 2<sup>e</sup> manier waarop de berekende LEL/SEL waarden gevalideerd werden was door na te gaan hoeveel taxa er maximaal aangetroffen werden bij gehalten onder het LEL (=klasse 1), gehalten tussen LEL en SEL (=klasse 2) en bij gehalten hoger dan het SEL (=klasse 3). Wederom werd hiervoor de beperkte dataset van het monitoringsnetwerk 2000-2001 gebruikt.

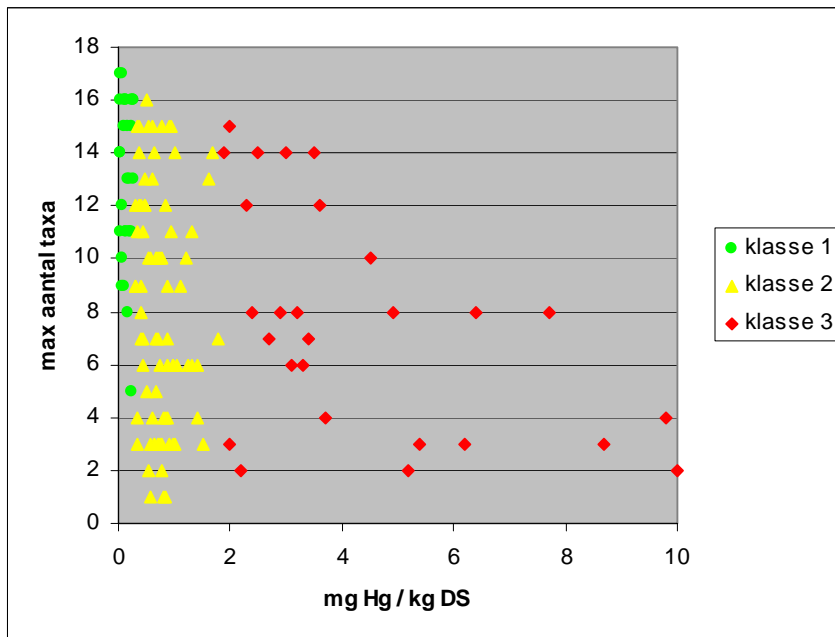
- Zware metalen



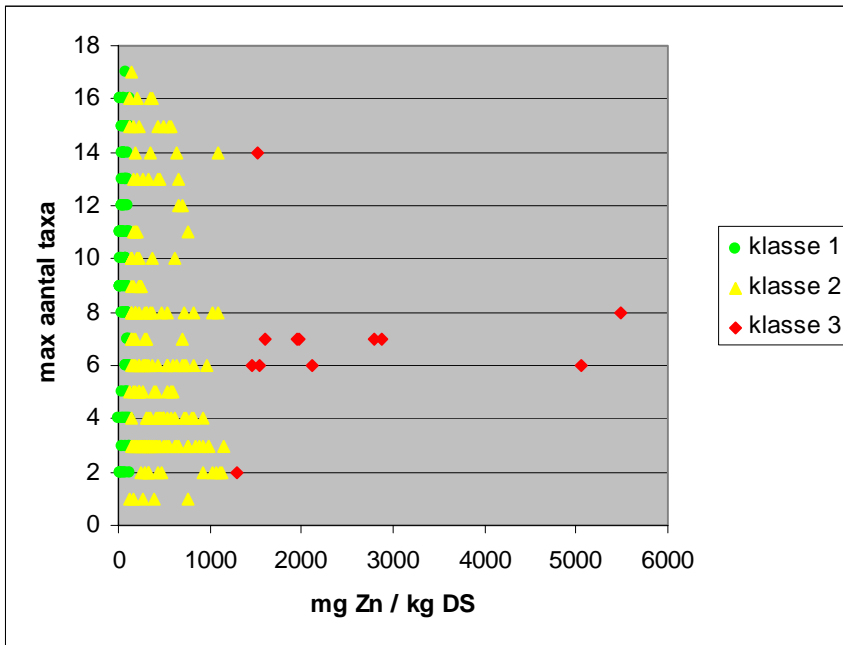
Figuur 6: maximum aantal taxa in relatie tot het As gehalte, ingedeeld in 3 klassen aan de hand van LEL en SEL (klasse 3 is niet volledig weergegeven, maximum bij 1930mg As/kg DS en 3 taxa)



Figuur 7: maximum aantal taxa in relatie tot het Cd gehalte, ingedeeld in 3 klassen aan de hand van LEL en SEL (klasse 3 is niet volledig weergegeven, maximum bij 793mg Cd/kg DS en 4 taxa)

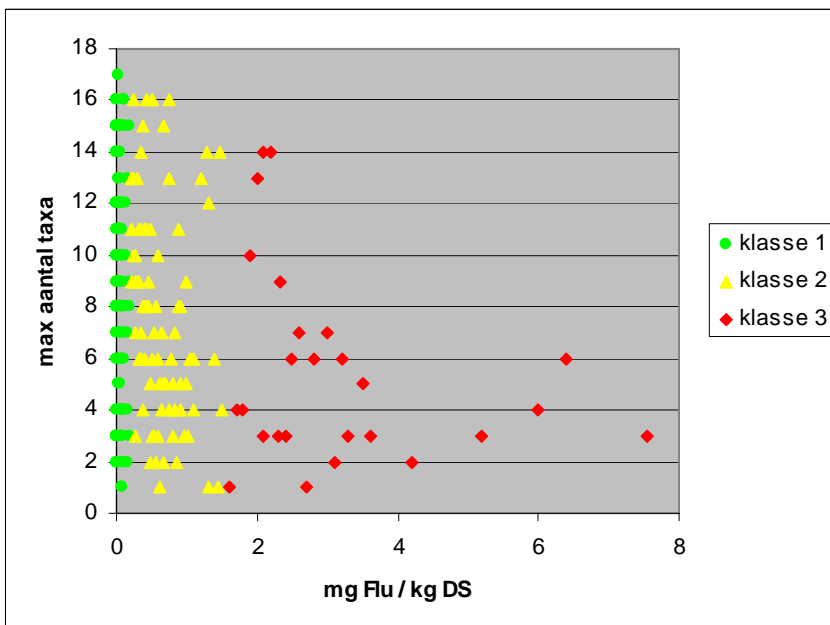


Figuur 8: maximum aantal taxa in relatie tot het Hg gehalte, ingedeeld in 3 klassen aan de hand van LEL en SEL (klasse 3 is niet volledig weergegeven, maximum bij 120mg Hg/kg DS en 3 taxa)

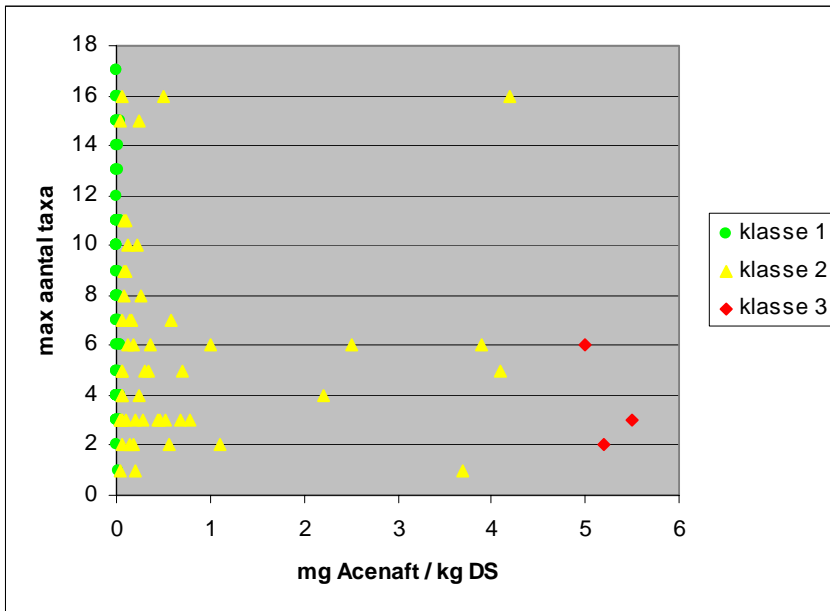


Figuur 9: maximum aantal taxa in relatie tot het Zn gehalte, ingedeeld in 3 klassen aan de hand van LEL en SEL (klasse 3 is niet volledig weergegeven, maximum bij 20650 mg Zn/kg DS en 7 taxa)

- PAK's

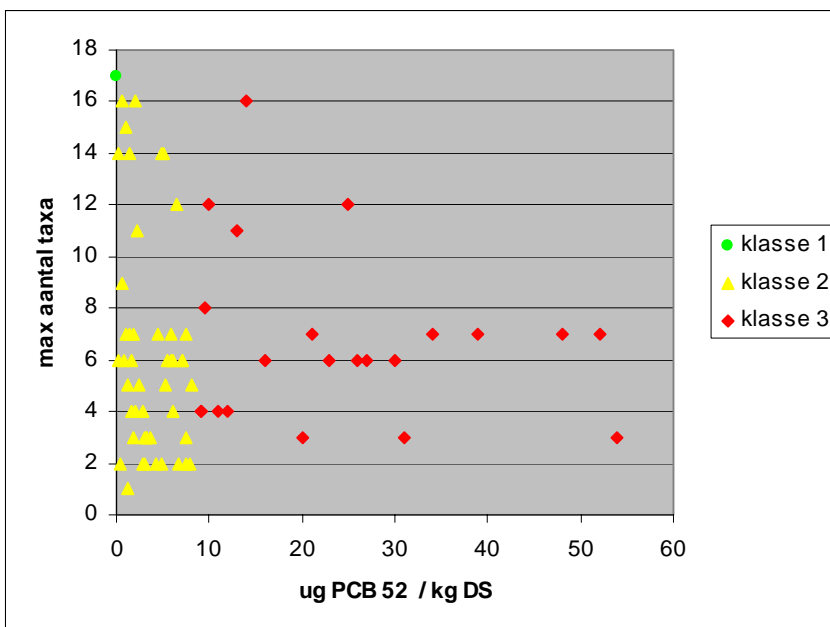


Figuur 10: maximum aantal taxa in relatie tot het Flu gehalte, ingedeeld in 3 klassen aan de hand van LEL en SEL (klasse 3 is niet volledig weergegeven, maximum bij 957.5 mg Flu/kg DS en 1 taxon, meeste waarden echter onder 200mg)

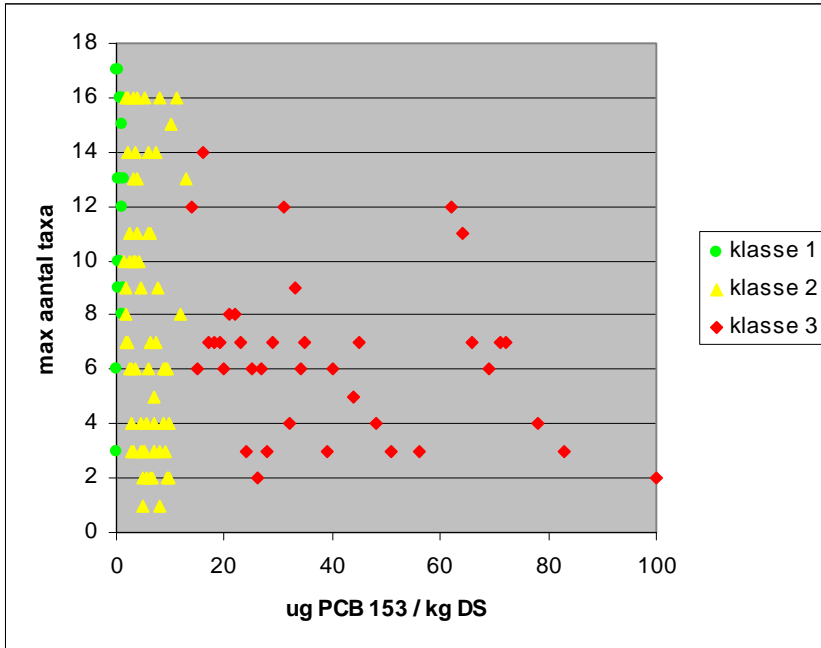


Figuur 11: maximum aantal taxa in relatie tot het Acenafth gehalte, ingedeeld in 3 klassen aan de hand van LEL en SEL (klasse 3 is niet volledig weergegeven, maximum bij 313 mg Acenafth/kg DS en 1 taxon, klasse 3 is echter zeer klein)

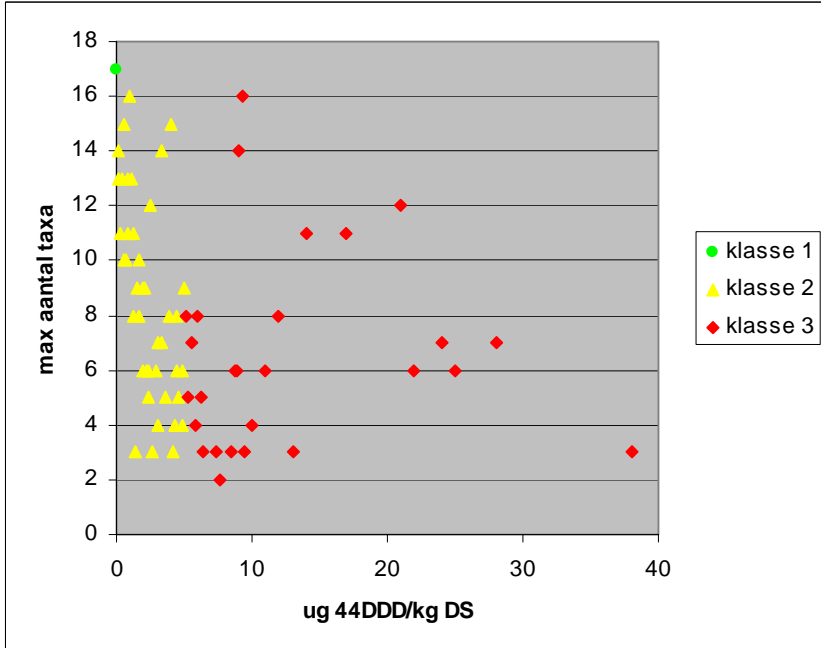
- PCB's en OCP's



Figuur 12: maximum aantal taxa in relatie tot het PCB 52 gehalte, ingedeeld in 3 klassen aan de hand van LEL en SEL (klasse 3 is niet volledig weergegeven, maximum bij 9900 µg PCB 52/kg DS en 3 taxa, enkel de detectielimiet 0,05 µg PCB 52/kg DS zit in klasse 1)



Figuur 13: maximum aantal taxa in relatie tot het PCB 153 gehalte, ingedeeld in 3 klassen aan de hand van LEL en SEL (klasse 3 is niet volledig weergegeven, maximum bij 7500  $\mu\text{g}$  PCB 153/kg DS en 3 taxa)



Figuur 14: maximum aantal taxa in relatie tot het 44DDD gehalte, ingedeeld in 3 klassen aan de hand van LEL en SEL (klasse 3 is 1 punt niet weergegeven, namelijk bij 130  $\mu\text{g}$  44DDD/kg DS en 3 taxa)

Bij OCP's en sommige PCB's zit enkel de vervangwaarde van de detectielimiet in klasse 1 aangezien LEL gelijk is aan die waarde of nauwelijks groter is. Bij PCB's, OCP's en PAK's

(Figuren 10-14) daalt het maximum aantal taxa zeer snel bij toenemend gehalte van de pollutant. De hoge toxiciteit van bijvoorbeeld PCB's is duidelijk merkbaar in de grafieken. Bij de curven van zware metalen (Figuren 6-9) komt er in elke klasse een grote spreiding tussen de maximum aantallen taxa bij weinig verschillende gehalten voor. De klassen zijn breed en dalen langzaam. De "uitschieters" naar een lager maximum aantal taxa komen mogelijk door synergetische en additieve effecten. Doordat de aanwezigheid van een andere stof bij het toxisch effect van bijvoorbeeld Hg opgeteld wordt of ze elkaar zelfs versterken, komen er minder macro-invertebraten voor dan op andere punten in de grafiek met gelijkaardige Hg gehalten. "Uitschieters" naar een hoger maximum aantal taxa kunnen te verklaren zijn doordat in de metaanalyses van de VMM de totaalgehalten berekend zijn. De biologische beschikbaarheid kan op zo'n punt veel lager geweest zijn dan het totale metalengehalte waardoor de organismen geen hinder ondervonden van de hoge gehalten en er meer taxa voorkwamen. Mogelijk kunnen stoffen op een punt met een zeer hoog aantal taxa elkaars werking verzwakt hebben waardoor er meer taxa voorkwamen dan op punten met ongeveer hetzelfde metaalgehalte.

Niet alleen interactieve effecten en de biobeschikbaarheid, ook natuurlijke variatie zoals de hoeveelheid macrofyten, de aard van de oevers en andere fysische factoren kunnen het maximum aantal voorkomende macro-invertebraten taxa sterk beïnvloeden.

### 3.4 Consensuswaarden

Er werd gekozen te werken met "aantal 5", "90p" en "abundanties 1" als definitieve methode. Bij de berekening van de LEL/SEL/TEL/PEL waarden van de metalen, EOX, KWSap. en de PAK's zijn zowel de metingen van het TRIADE-onderzoek als het monitoringsnetwerk gebruikt (1034 meetpunten). Bij de berekeningen voor de PCB's en OCP's zijn de TRIADE-metingen (620 meetpunten) weggelaten aangezien deze een minder nauwkeurige detectielimiet hadden. De "consensus 1" waarden, berekend als het rekenkundig gemiddelde van LEL en TEL, zijn samengevat in Tabel 48, 50, 52 en 54. De "consensuswaarde 1" stellen wij voor te gebruiken als richtwaarde waarbij nog een "goede" ecologische toestand voorkomt. Aangezien een groot deel van de meetpunten van de databank vervuilde punten zijn en bij LEL 5% van de taxa al niet meer kunnen voorkomen kan niet van een "zeer goede" ecologische toestand gesproken worden. "Consensuswaarde 2" stellen we voor te gebruiken als interventiewaarde waarbij een zeer slechte ecologische toestand heerst en urgent ingrijpen noodzakelijk is. De "consensuswaarde 2", berekend als rekenkundig gemiddelde van SEL en PEL, zijn terug te vinden in Tabel 49, 51, 53 en 55.

- Zware metalen

Tabel 48: zware metalen consensuswaarden 1 (mg/kg DS)

	LEL	TEL	consensus 1
As	7,9	-	7,9
Cd	0,71	1,2	0,93
Cr	25	26	26
Cu	13	16	14
Hg	0,28	0,18	0,23
Ni	15	7,5	11
Pb	19	31	25
Se	1,5	-	1,5
Sn	1,9	0,85	1,4
Zn	129	163	146

Tabel 49: zware metalen consensuswaarden 2 (mg/kg DS)

	PEL	SEL	consensus 2
As	-	50	-
Cd	2,6	13	7,8
Cr	45	90	68
Cu	34	85	60
Hg	0,47	1,8	1,2
Ni	19	44	32
Pb	68	167	118
Se	-	6,37	-
Sn	3,3	21	12
Zn	305	1300	800

- PAK's

Tabel 50: PAK's consensuswaarden 1 (mg/kg DS)

	LEL	TEL	consensus 1
Acenaft	0,05	0,04	0,04
Acenaftyl	0,01	0,04	0,03
Ant	0,03	0,03	0,03
B(a)A	0,11	0,12	0,12
B(a)P	0,16	0,12	0,14
B(b)Flu	0,19	0,14	0,17
B(e)P	0,25	0,17	0,21
B(ghi)Pe	0,12	0,10	0,11
B(k)Flu	0,08	0,07	0,08
Chr	0,14	0,16	0,15
dBz(ah)An	0,02	0,02	0,02
Fen	0,16	0,20	0,18
Flu	0,21	0,30	0,25
Fluoreen	0,03	0,06	0,04
IP	0,13	0,10	0,12
Naft	0,07	0,32	0,20
Peryleen	0,07	0,05	0,06
Pyr	0,25	0,23	0,24

Tabel 51: PAK's consensuswaarden 2 (mg/kg DS)

	PEL	SEL	consensus 2
Acenaft	1,6	5,0	3,3
Acenaftyl	1,6	8,8	5,2
Ant	0,12	0,23	0,17
B(a)A	0,40	0,81	0,60
B(a)P	0,40	0,81	0,60
B(b)Flu	0,44	0,88	0,66
B(e)P	0,48	1,4	0,93
B(ghi)Pe	0,30	0,60	0,45
B(k)Flu	0,23	0,40	0,32
Chr	0,48	1,2	0,83
dBz(ah)An	0,07	0,16	0,12
Fen	0,56	1,23	0,89
Flu	0,88	1,6	1,2
Fluoreen	0,24	0,29	0,26
IP	0,31	0,66	0,48
Naft	2,8	10	6,58
Peryleen	0,13	0,29	0,21
Pyr	0,69	1,2	0,94

- PCB's en OCP's

Tabel 52: PCB's en OCP's consensuswaarden 1 (µg/kg DS)

	LEL	TEL	consensus 1
PCB 101	0,68	0,41	0,54
PCB 118	0,43	-	0,43
PCB 138	0,85	1,2	1,0
PCB 153	1,2	1,8	1,5
PCB 170	0,08	0,30	0,19
PCB 180	0,81	0,07	0,44
PCB 28	0,005	0,07	0,04
PCB 31	0,005	0,06	0,03
PCB 49	0,02	0,17	0,10
PCB 52	0,01	0,18	0,10
44DDD	0,01	0,12	0,06
44DDE	0,39	0,24	0,31
HCBz	0,0004	-	0,0004



Tabel 53: PCB's en OCP's consensuswaarden 2 ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  DS)

	PEL	SEL	consensus 2
PCB 101	4,7	8,7	6,7
PCB 118	-	6,9	6,9
PCB 138	4,3	11	7,5
PCB 153	6,0	13	9,7
PCB 170	1,4	4,3	2,8
PCB 180	1,6	9,4	5,5
PCB 28	0,14	3,9	2,0
PCB 31	0,25	3,4	1,9
PCB 49	0,92	4,3	2,6
PCB 52	2,2	7,0	4,6
44DDD	1,3	5,1	3,2
44DDE	2,2	11	6,8
HCBz	-	0,72	0,72

- EOX en KWSap.

Tabel 54: EOX ( $\text{mg Cl}/\text{kg}$ ) en KWSap. ( $\text{mg}/\text{kg}$  DS) consensuswaarden 1

	LEL	TEL	consensus 1
EOX	7,9	2,0	5,0
KWS ap.	147	161	154

Tabel 55: EOX ( $\text{mg Cl}/\text{kg}$ ) en KWSap. ( $\text{mg}/\text{kg}$  DS) consensuswaarden 2

	PEL	SEL	consensus 2
EOX	4,8	50	27
KWS ap.	392	865	628

### 3.4.1 Consensuswaarden voor verschillende % klei in het sediment

- Zware Metalen

Tabel 56: zware metalen consensuswaarden 1 voor 0-10% klei ( $\text{mg}/\text{kg}$  DS)

	LEL	TEL	consensus 1
As	7,5	-	7,5
Cd	0,69	1,1	0,88
Cr	23	19	21
Cu	13	12	13
Hg	0,22	0,16	0,19
Ni	14	10	12
Pb	21	24	22
Se	1,6	-	1,6
Sn	2,0	0,85	1,4
Zn	134	126	130

Tabel 57: zware metalen consensuswaarden 1 voor 10-30% klei (mg/kg DS)

	PEL	SEL	consensus 2
<b>As</b>	-	40	40
<b>Cd</b>	1,9	23	13
<b>Cr</b>	31	55	43
<b>Cu</b>	23	74	49
<b>Hg</b>	0,4	1,4	0,86
<b>Ni</b>	15	44	29
<b>Pb</b>	45	159	102
<b>Se</b>	-	5,1	5,1
<b>Sn</b>	2,0	19	11
<b>Zn</b>	229	1194	712

Tabel 58: zware metalen consensuswaarden 1 voor 30-100% klei (mg/kg DS)

	LEL	TEL	consensus 1
<b>As t</b>	13	13	13
<b>Cd t</b>	2,5	1,9	2,2
<b>Cr t</b>	48	51	49
<b>Cu t</b>	30	33	31
<b>Hg t</b>	0,42	0,34	0,38
<b>Ni t</b>	24	18	21
<b>Pb t</b>	65	55	60
<b>Se t</b>	3,8	-	3,8
<b>Sn t</b>	1,6	1,1	1,4
<b>Zn t</b>	320	220	270

Tabel 59: zware metalen consensuswaarden 2 voor 0-10% klei (mg/kg DS)

	PEL	SEL	consensus 2
As t	18	41	30
Cd t	4,2	15	9,4
Cr t	78	969	523
Cu t	60	1761	910
Hg t	0,8	2,9	1,8
Ni t	26	160	93
Pb t	106	764	435
Se t	-	10	10,
Sn t	4,5	29	17
Zn t	429	3347	1890

Tabel 60: zware metalen consensuswaarden 2 voor 10-30% klei (mg/kg DS)

	LEL	TEL	consensus 1
As t	17,	18	18
Cd t	1,5	0,9	1,2
Cr t	61	60	61
Cu t	50	37	43
Hg t	0,50	0,23	0,36
Ni t	28	25	26
Pb t	72	43	57
Se t	12	7,4	9,9
Sn t	17	0,57	8,7
Zn t	368	244	306

Tabel 61: zware metalen consensuswaarden 2 voor 30-100% klei (mg/kg DS)

	PEL	SEL	consensus 2
As t	19	106	63
Cd t	1,5	11	6,4
Cr t	90	376	233
Cu t	55	205	130
Hg t	0,40	2,5	1,4
Ni t	30	45	38
Pb t	56	346	201
Se t	9,0	13	11
Sn t	0,88	26	14
Zn t	326	1620	975

De consensuswaarden 1 (Tabel 56-58) stijgen bij de metalen As, Cr, Cu, Ni, Se en Zn met afnemende korrelgrootte. De consensuswaarden 2 (Tabel 59-61) voor de verschillende % klei nemen enkel bij Se toe met dalende korrelgrootte. Voor de meeste metalen is consensuswaarde 2 het hoogste bij de klasse 10-30% klei.

- PAK's

Tabel 62: PAK's consensuswaarden 1 voor 0-10% klei (mg/kg DS)

	LEL	TEL	consensus 1
Acenaft	0,03	0,05	0,04
Acenaftyl	0,004	0,05	0,02
Ant	0,02	0,03	0,02
B(a)A	0,12	0,07	0,09
B(a)P	0,15	0,08	0,11
B(b)Flu	0,16	0,09	0,13
B(e)P	0,15	0,11	0,13
B(ghi)Pe	0,12	0,06	0,09
B(k)Flu	0,08	0,04	0,06
Chr	0,16	0,09	0,13
dBz(ah)An	0,02	0,02	0,02
Fen	0,14	0,10	0,12
Flu	0,27	0,15	0,21
Fluoreen	0,02	0,03	0,03
IP	0,12	0,07	0,09
Naft	0,05	0,26	0,15
Peryleen	0,05	0,03	0,04
Pyr	0,20	0,13	0,16

Tabel 63: PAK's consensuswaarden 1 voor 10-30% klei (mg/kg DS)

	PEL	SEL	consensus 2
Acenaft	1,6	1,4	1,5
Acenaftyl	1,6	0,53	1,1
Ant	0,08	0,28	0,18
B(a)A	0,26	0,77	0,52
B(a)P	0,26	0,79	0,53
B(b)Flu	0,31	0,91	0,61
B(e)P	0,31	1,1	0,68
B(ghi)Pe	0,20	0,58	0,39
B(k)Flu	0,15	0,39	0,27
Chr	0,30	0,88	0,59
dBz(ah)An	0,05	0,16	0,10
Fen	0,30	1,3	0,79
Flu	0,53	1,7	1,12
Fluoreen	0,32	0,34	0,33
IP	0,21	0,56	0,38
Naft	2,0	0,95	1,49
Peryleen	0,05	0,19	0,12
Pyr	0,41	1,2	0,79

Tabel 64: PAK's consensuswaarden 1 voor 30-100% klei (mg/kg DS)

	LEL	TEL	consensus 1
Acenaft	0,18	0,05	0,12
Acenaftyl	0,05	0,11	0,08
Ant	0,09	0,07	0,08
B(a)A	0,33	0,26	0,29
B(a)P	0,27	0,26	0,27
B(b)Flu	0,34	0,34	0,34
B(e)P	0,46	0,34	0,40
B(ghi)Pe	0,25	0,22	0,23
B(k)Flu	0,16	0,14	0,15
Chr	0,38	0,32	0,35
dBz(ah)An	0,05	0,06	0,05
Fen	0,45	0,50	0,47
Flu	0,49	0,62	0,55
Fluoreen	0,07	0,13	0,10
IP	0,21	0,22	0,21
Naft	0,42	0,43	0,42
Peryleen	0,19	0,11	0,15
Pyr	0,49	0,53	0,51

Tabel 65: PAK's consensuswaarden 2 voor 0-10% klei (mg/kg DS)

	PEL	SEL	consensus 2
Acenaft	5,0	31	18
Acenaftyl	1,6	21	12
Ant	0,20	0,40	0,30
B(a)A	0,60	1,6	1,1
B(a)P	0,56	1,4	0,98
B(b)Flu	0,72	1,6	1,2
B(e)P	1,07	2,2	1,6
B(ghi)Pe	0,49	1,1	0,80
B(k)Flu	0,33	0,7	0,52
Chr	0,74	1,7	1,2
dBz(ah)An	0,12	0,22	0,17
Fen	1,0	5,7	3,3
Flu	1,5	3,0	2,2
Fluoreen	0,52	2,4	1,5
IP	0,53	1,1	0,83
Naft	4,8	30	18
Peryleen	0,23	0,45	0,34
Pyr	1,3	2,4	1,9

Tabel 66: PAK's consensuswaarden 2 voor 10-30% klei (mg/kg DS)

	LEL	TEL	consensus 1
Acenaft	0,05	-	0,05
Acenaftyl	0,03	-	0,03
Ant	0,05	0,07	0,06
B(a)A	0,18	0,15	0,17
B(a)P	0,21	0,15	0,18
B(b)Flu	0,28	0,22	0,25
B(e)P	1,5	0,61	1,1
B(ghi)Pe	0,20	0,13	0,17
B(k)Flu	0,12	0,45	0,28
Chr	0,29	0,28	0,28
dBz(ah)An	0,04	-	0,04
Fen	0,34	0,20	0,27
Flu	0,40	0,29	0,34
Fluoreen	0,12	0,04	0,08
IP	0,16	0,14	0,15
Naft	0,16	0,02	0,09
Peryleen	0,35	0,17	0,26
Pyr	0,36	0,30	0,33

Tabel 67: PAK's consensuswaarden 2 voor 30-100% klei (mg/kg DS)

	PEL	SEL	consensus 2
Acenaft	-	0,38	0,38
Acenaftyl	-	0,26	0,26
Ant	0,16	0,57	0,36
B(a)A	0,46	1,3	0,86
B(a)P	0,31	1,0	0,66
B(b)Flu	0,42	1,3	0,84
B(e)P	1,1	2,0	1,5
B(ghi)Pe	0,29	0,90	0,60
B(k)Flu	0,19	0,61	0,40
Chr	0,73	1,8	1,3
dBz(ah)An	-	0,19	0,19
Fen	0,53	2,1	1,3
Flu	0,93	3,2	2,1
Fluoreen	0,09	0,71	0,40
IP	0,31	0,91	0,61
Naft	0,14	0,68	0,41
Peryleen	0,24	0,37	0,30
Pyr	1,1	2,8	1,9

De consensuswaarden 1 (Tabel 62-64) nemen bij de PAK's B(e)P, B(k)Flu en Peryleen toe bij afnemende korrelgrootte, de consensuswaarden 2 (Tabel 65-67) bij Ant, Chr, dBz(ah)An en Pyr.

- PCB's en OCP's

Tabel 68: PCB's en OCP's consensuswaarden 1 voor 0-10% klei ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ )

	LEL	TEL	consensus 1
PCB 101	0,44	-	0,44
PCB 118	0,35	-	0,35
PCB 138	0,77	-	0,77
PCB 153	1,0	0,11	0,57
PCB 170	0,05	-	0,05
PCB 180	0,81	1,0	0,92
PCB 28	0,005	0,07	0,04
PCB 31	0,005	0,06	0,03
PCB 49	0,02	0,17	0,10
PCB 52	0,01	0,19	0,10
44DDD	0,01	0,10	0,06
44DDE	0,31	0,23	0,27
HCBz	0,0004	-	0,0004

Tabel 69: PCB's en OCP's consensuswaarden 1 voor 10-30% klei ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ )

	PEL	SEL	consensus 2
PCB 101	-	7,3	7,3
PCB 118	-	5,2	5,2
PCB 138	-	9,2	9,2
PCB 153	0,23	12	6,3
PCB 170	-	4,2	4,2
PCB 180	3,7	8,5	6,1
PCB 28	0,11	3,8	2,0
PCB 31	0,11	3,7	1,9
PCB 49	0,72	2,7	1,7
PCB 52	2,1	5,5	3,8
44DDD	0,94	4,8	2,9
44DDE	1,5	8,1	4,8
HCBz	-	0,58	0,58

Tabel 70: PCB's en OCP's consensuswaarden 1 voor 30-100% klei ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ )

	LEL	TEL	consensus 1
PCB 101	0,77	0,33	0,55
PCB 118	0,41	0,28	0,35
PCB 138	1,0	0,39	0,70
PCB 153	1,1	0,46	0,79
PCB 170	0,29	-	0,29
PCB 180	0,79	0,35	0,57
PCB 28	0,005	0,23	0,12
PCB 31	0,005	0,06	0,03
PCB 49	0,02	0,48	0,25
PCB 52	0,01	-	0,01
44DDD	0,59	0,18	0,38
44DDE	1,1	0,27	0,68
HCBz	0,002	-	0,002

Tabel 71: PCB's en OCP's consensuswaarden 2 voor 0-10% klei ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  DS)

	PEL	SEL	consensus 2
PCB 101	4,5	17	11
PCB 118	3,4	11	7,4
PCB 138	4,8	16	11
PCB 153	6,5	18	12
PCB 170	-	5,8	5,8
PCB 180	4,4	13	8,6
PCB 28	0,29	7,0	3,6
PCB 31	0,15	6,7	3,4
PCB 49	2,3	4,9	3,6
PCB 52	-	10	10
44DDD	2,5	5,9	4,2
44DDE	3,3	8,7	6,0
HCBz	-	1,3	1,3

Tabel 72: PCB's en OCP's consensuswaarden 2 voor 10-30% klei ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  DS)

	LEL	TEL	consensus 1
PCB 101	0,82	2,8	1,8
PCB 118	0,43	1,3	0,85
PCB 138	1,0	0,54	0,79
PCB 153	1,1	3,1	2,1
PCB 170	0,27	0,33	0,30
PCB 180	0,88	0,48	0,68
PCB 28	0,009	0,16	0,09
PCB 31	0,005	0,005	0,005
PCB 49	0,06	0,34	0,20
PCB 52	0,04	0,24	0,14
44DDD	4,5	0,23	2,4
44DDE	3,3	4,8	4,0
HCBz	0,002	0,002	0,002

Tabel 73: PCB's en OCP's consensuswaarden 2 voor 30-100% klei ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  DS)

	PEL	SEL	consensus 2
PCB 101	6,9	29	18
PCB 118	3,7	18	11
PCB 138	1,9	25	14
PCB 153	4,4	25	15
PCB 170	0,78	6,8	3,8
PCB 180	1,0	15	8,2
PCB 28	0,23	7,9	4,06
PCB 31	0,17	9,3	4,7
PCB 49	2,1	8,6	5,3
PCB 52	2,5	13	7,7
44DDD	3,2	17	9,9
44DDE	6,2	14	10
HCBz	0,009	2,4	1,2



Bij de PCB's 101, 153 en 170, en OCP's 44DDD, 44DDE en HCBz neemt de consensuswaarde 1 toe bij kleinere korrelgroottes. Voor consensuswaarde 2 geldt dit voor PCB's 101, 118, 138, 153, 28, 31 en 49 en OCP's 44DDD en 44DDE.

- EOX en KWSap.

Tabel 74: EOX (mg Cl/kg) en KWSap. (mg/kg DS) consensuswaarden 1 voor 0-10% klei

	LEL	TEL	consensus 1
<b>EOX</b>	2,9	1,7	2,3
<b>KWS ap.</b>	122	98	110

Tabel 75: EOX (mg Cl/kg) en KWSap. (mg/kg DS) consensuswaarden 1 voor 10-30% klei

	PEL	SEL	consensus 2
<b>EOX</b>	3,9	39	21
<b>KWS ap.</b>	185	712	448

Tabel 76: EOX (mg Cl/kg) en KWSap. (mg/kg DS) consensuswaarden 1 voor 30-100% klei

	LEL	TEL	consensus 1
<b>EOX</b>	22	3,1	12
<b>KWS ap.</b>	371	289	330

Tabel 77: EOX (mg Cl/kg) en KWSap. (mg/kg DS) consensuswaarden 2 voor 0-10% klei

	PEL	SEL	consensus 2
<b>EOX</b>	7,2	139	73
<b>KWS ap.</b>	581	3320	1950

Tabel 78: EOX (mg Cl/kg) en KWSap. (mg/kg DS) consensuswaarden 2 voor 10-30% klei

	LEL	TEL	consensus 1
<b>EOX</b>	17	3,6	10
<b>KWS ap.</b>	2950	524	1740

Tabel 79: EOX (mg Cl/kg) en KWSap. (mg/kg DS) consensuswaarden 2 voor 30-100% klei

	PEL	SEL	consensus 2
<b>EOX</b>	4,9	58	31
<b>KWS ap.</b>	895	3190	2040

Enkel bij KWSap. stijgen zowel consensuswaarde 1 als 2 met dalende korrelgrootte. Bij EOX zijn de consensuswaarden van klasse 10-30% klei hoger dan die van 30-100%.

### 3.4.2 Overschrijden consensuswaarden individuele stoffen

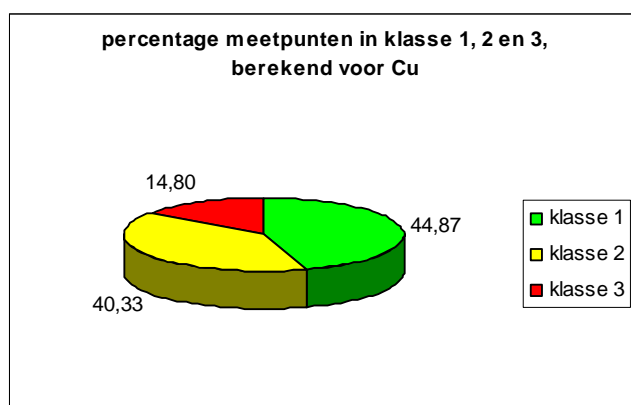
Voor iedere individuele stof is nagegaan hoeveel gehalten, gemeten op de unieke meetpunten van het totale meetnet (TRIADE + monitoringsnetwerk), zich onder “consensuswaarde 1” bevinden (=klasse 1), hoeveel gehalten tussen beide consensuswaarden liggen (=klasse 2) en hoeveel gehalten “consensuswaarde 2” overschrijden en dus een slechte ecologische kwaliteit inhouden.

- Zware metalen

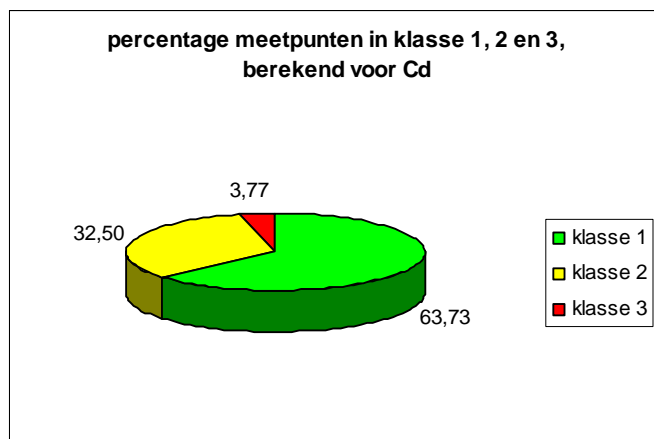
Tabel 80: percentage meetpunten met zware metalen gehalten onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).

	klasse 1	klasse 2	klasse 3
<b>As</b>	59,09%	23,21%	17,70%
<b>Cd</b>	63,73%	32,50%	3,77%
<b>Cr</b>	50,68%	37,43%	11,90%
<b>Cu</b>	44,87%	40,33%	14,80%
<b>Hg</b>	62,38%	29,40%	8,22%
<b>Ni</b>	45,36%	44,97%	9,67%
<b>Pb</b>	46,42%	42,17%	11,41%
<b>Se</b>	58,81%	13,60%	27,59%
<b>Sn</b>	48,58%	44,05%	7,37%
<b>Zn</b>	52,61%	42,07%	5,32%

Voor elk zwaar metaal (Tabel 80) wordt ongeveer de helft van de meetpunten ingedeeld in klasse 1, waar dus nog een optimale macro-invertebratenpopulatie kan voorkomen. Cu (Figuur 15) heeft van alle gemeten zware metalen het minste meetpunten in klasse 1 (gehalte kleiner of gelijk aan “consensuswaarde 1”), Cd het meeste (Figuur 16). Se en Sn zijn slechts op respectievelijk 522 en 529 meetpunten gemeten, de andere metalen op 1034 unieke meetplaatsen.



**Figuur 15:** percentage meetpunten met Cu gehalte onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).



**Figuur 16:** percentage meetpunten met Cd gehalte onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).

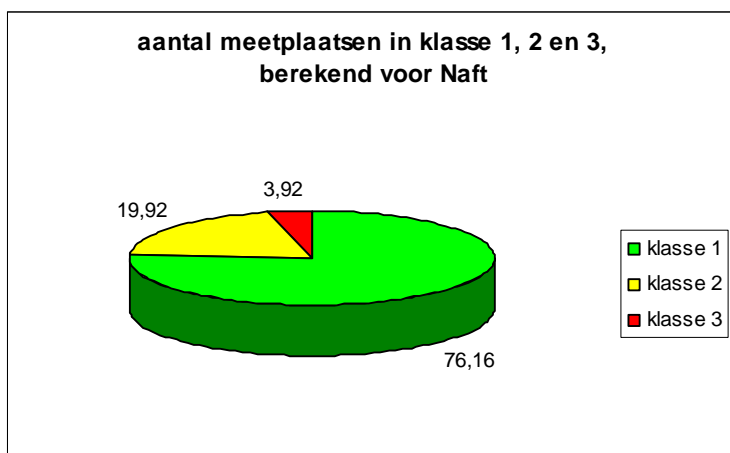
- PAK's

**Tabel 81:** percentage meetpunten met PAK gehalten onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).

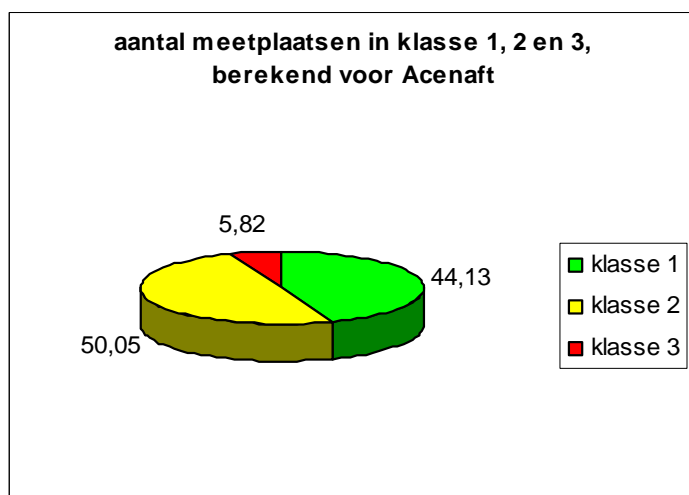
	klasse 1	klasse 2	klasse 3
<b>Acenaft</b>	44,13%	50,05%	5,82%
<b>Acenaftyl</b>	53,48%	43,00%	3,53%
<b>B(a)P</b>	58,64%	30,00%	11,36%
<b>B(b)Flu</b>	58,60%	29,25%	12,15%
<b>B(ghi)Pe</b>	55,98%	30,90%	13,12%
<b>B(k)Flu</b>	58,54%	30,10%	11,36%
<b>Flu</b>	53,99%	33,07%	12,94%
<b>IP</b>	58,06%	30,68%	11,26%
<b>Ant</b>	58,83%	29,76%	11,41%
<b>B(a)A</b>	56,21%	32,14%	11,65%
<b>B(e)P</b>	58,74%	29,05%	12,21%
<b>Chr</b>	57,38%	33,24%	9,38%
<b>dBz(ah)An</b>	53,82%	40,61%	5,58%
<b>Fen</b>	60,89%	29,18%	9,92%
<b>Fluoreen</b>	65,88%	24,75%	9,37%
<b>Naft</b>	76,16%	19,92%	3,92%
<b>Peryleen</b>	59,15%	30,83%	10,02%
<b>Pyr</b>	59,31%	27,16%	13,53%

Het merendeel van de PAK's is gemeten op 1034 meetplaatsen, B(e)P en Peryleen slechts op 522. Met uitzondering van Acenaft (Tabel 81) is het aantal meetpunten in klasse 1 (gehalte kleiner of gelijk aan "consensuswaarde 1") voor alle PAK's groter dan 50%. De

“consensuswaarde 1” wordt bij Naft (Figuur 17) op het minste aantal punten overschreden, bij Acenaft (Figuur 18) op het meeste.



Figuur 17: percentage meetpunten met Naft gehalte onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).



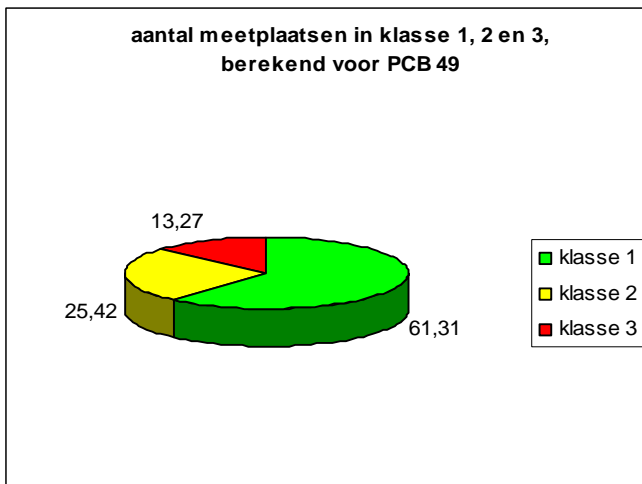
Figuur 18: percentage meetpunten met Acenaft gehalte onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).

- PCB's en OCP's

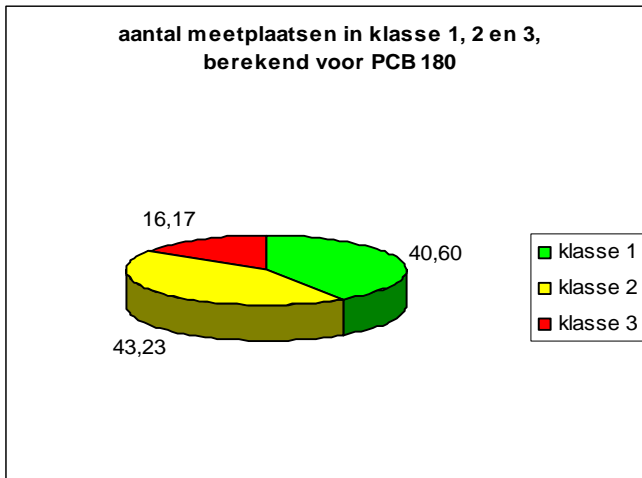
Tabel 82: percentage meetpunten met PCB gehaltes onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).

	klasse 1	klasse 2	klasse 3
PCB 101	44,64%	41,48%	13,88%
PCB 118	47,28%	44,11%	8,61%
PCB 138	50,79%	34,57%	14,64%
PCB 153	53,25%	32,34%	14,41%
PCB 170	56,84%	29,66%	13,50%
PCB 180	40,60%	43,23%	16,17%
PCB 28	64,85%	21,44%	13,71%
PCB 31	71,35%	15,18%	13,47%
PCB 49	61,31%	25,42%	13,27%
PCB 52	54,42%	33,04%	12,54%

PCB 31 (Figuur 19) heeft hoogste percentage meetpunten in klasse 1, PCB 180 (Figuur 20) het laagste.



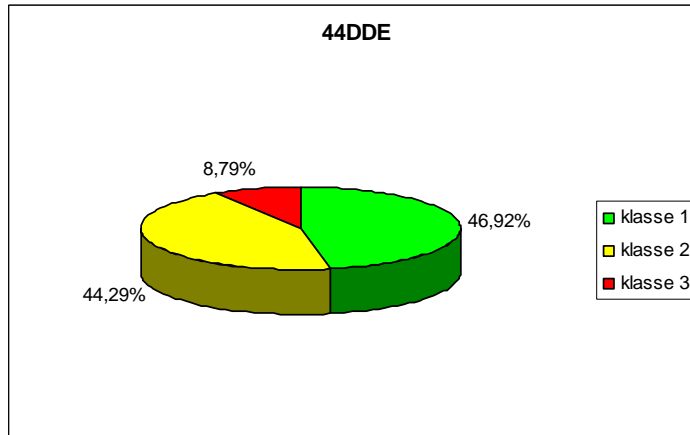
Figuur 19: percentage meetpunten met PCB 49 gehalte onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).



**Figuur 20:** percentage meetpunten met PCB 180 gehalte onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).

**Tabel 83:** percentage meetpunten OCP gehalten onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).

	klasse 1	klasse 2	klasse 3
<b>44DDD</b>	62,39%	26,01%	11,60%
<b>44DDE</b>	46,92%	44,29%	8,79%
<b>HCBz</b>	51,43%	34,29%	14,29%

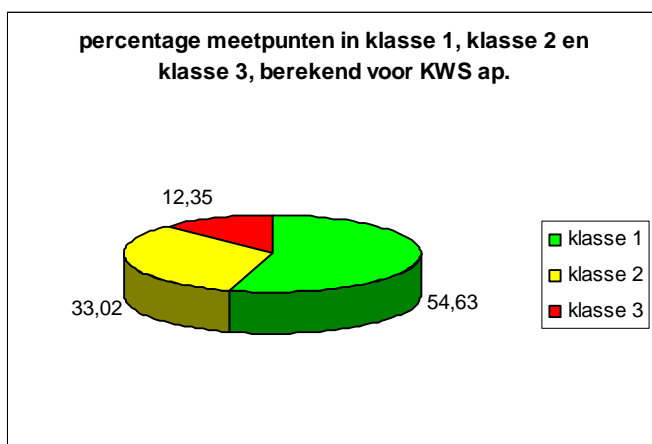


**Figuur 21:** percentage meetpunten met 44DDE gehalte onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).

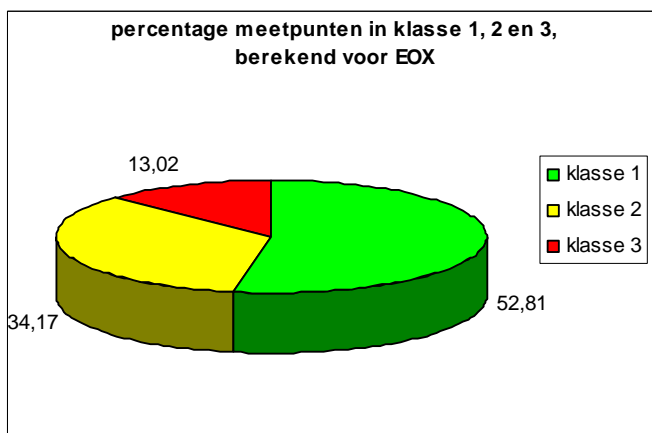
- EOX en KWS ap.

**Tabel 84:** percentage meetpunten met EOX of KWS ap. gehalten onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).

	klasse 1	klasse 2	klasse 3
<b>EOX</b>	52,81%	34,17%	13,02%
<b>KWS ap.</b>	54,63%	33,02%	12,35%



**Figuur 22:** percentage meetpunten met KWS ap. gehalte onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).



**Figuur 23:** percentage meetpunten met EOX gehalte onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3).

### 3.4.3 Overschrijden %klei-consensuswaarden individuele stoffen

Net als in 3.4.2 werd voor iedere individuele stof berekend hoeveel meetpunten zich onder “consensuswaarde 1”, tussen de 2 consensuswaarden in en boven “consensuswaarde 2” bevonden, met als enig verschil dat hier gekeken werd naar de consensuswaarden berekend voor de verschillende % klei in het sediment.

- Zware Metalen

Tabel 85: percentage meetpunten met zware metalen gehalten onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3), rekening houdend met het % klei in het sediment

	klasse 1	klasse 2	klasse 3
<b>As</b>	69,62%	26,00%	4,38%
<b>Cd</b>	68,45%	29,11%	2,43%
<b>Cr</b>	55,79%	33,01%	11,20%
<b>Cu</b>	52,39%	39,82%	7,79%
<b>Hg</b>	61,64%	31,16%	7,21%
<b>Ni</b>	59,69%	33,20%	7,11%
<b>Pb</b>	55,40%	37,59%	7,01%
<b>Se</b>	64,16%	31,98%	3,85%
<b>Sn</b>	50,85%	41,18%	7,97%
<b>Zn</b>	56,38%	39,73%	3,89%

Wanneer gekeken wordt naar de consensuswaarden voor verschillende % klei (Tabel 85) worden bij de meeste zware metalen meer meetpunten ingedeeld in klasse 1 dan wanneer met de consensuswaarden voor heel Vlaanderen (Tabel 80) gewerkt wordt. Ook hier heeft Cu het kleinste percentage meetpunten in klasse 1. As heeft het hoogste percentage meetpunten in klasse 1, in Tabel 80 was dit Cd.

- PAK's

In tegenstelling tot de vergelijking met de totale consensuswaarden (Tabel 81) is, wanneer rekening houdend met het % klei, voor elke PAK het percentage meetpunten in klasse 1 hoger dan 50%. De “consensuswaarde 1” wordt bij Naft op het minste aantal punten overschreden, bij Acenaft op het meeste.



Tabel 86: percentage meetpunten met PAK gehalten onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3), rekening houdend met het % klei in het sediment

	<b>klasse 1</b>	<b>klasse 2</b>	<b>klasse 3</b>
<b>Acenaft</b>	55,15%	38,89%	5,95%
<b>Acenaftyl</b>	61,26%	32,94%	5,80%
<b>B(a)P</b>	60,86%	29,21%	9,93%
<b>B(b)Flu</b>	59,49%	31,35%	9,15%
<b>B(ghi)Pe</b>	58,58%	31,29%	10,14%
<b>B(k)Flu</b>	60,47%	29,80%	9,74%
<b>Flu</b>	55,70%	34,47%	9,83%
<b>IP</b>	59,98%	29,41%	10,61%
<b>Ant</b>	63,68%	28,14%	8,18%
<b>B(a)A</b>	60,37%	30,48%	9,15%
<b>B(e)P</b>	56,42%	31,37%	12,21%
<b>Chr</b>	59,71%	30,10%	10,20%
<b>dBz(ah)An</b>	64,04%	28,85%	7,12%
<b>Fen</b>	60,72%	32,94%	6,34%
<b>Fluoreen</b>	65,05%	29,31%	5,64%
<b>Naft</b>	77,47%	16,16%	6,36%
<b>Peryleen</b>	61,00%	27,41%	11,58%
<b>Pyr</b>	58,37%	31,99%	9,65%

- PCB's en OCP's

Tabel 87: percentage meetpunten met PCB gehalten onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3), rekening houdend met het % klei in het sediment

	<b>klasse 1</b>	<b>klasse 2</b>	<b>klasse 3</b>
<b>PCB 101</b>	42,36%	46,75%	10,90%
<b>PCB 118</b>	45,34%	45,52%	9,14%
<b>PCB 138</b>	44,80%	44,27%	10,93%
<b>PCB 153</b>	37,61%	45,34%	17,05%
<b>PCB 170</b>	50,26%	36,73%	13,01%
<b>PCB 180</b>	64,85%	22,14%	13,01%
<b>PCB 28</b>	71,35%	15,94%	12,71%
<b>PCB 31</b>	61,31%	23,74%	14,95%
<b>PCB 49</b>	54,59%	34,45%	10,95%
<b>PCB 52</b>	54,59%	34,45%	10,95%

PCB 180 (Tabel 87) heeft hoogste percentage meetpunten in klasse 1, PCB 153 het laagste.

Tabel 88: percentage meetpunten met OCP gehalten onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3), rekening houdend met het % klei in het sediment

	<b>klasse 1</b>	<b>klasse 2</b>	<b>klasse 3</b>
<b>44DDD</b>	62,92%	26,36%	10,72%
<b>44DDE</b>	47,45%	40,60%	11,95%
<b>HCbz</b>	56,51%	31,11%	12,38%

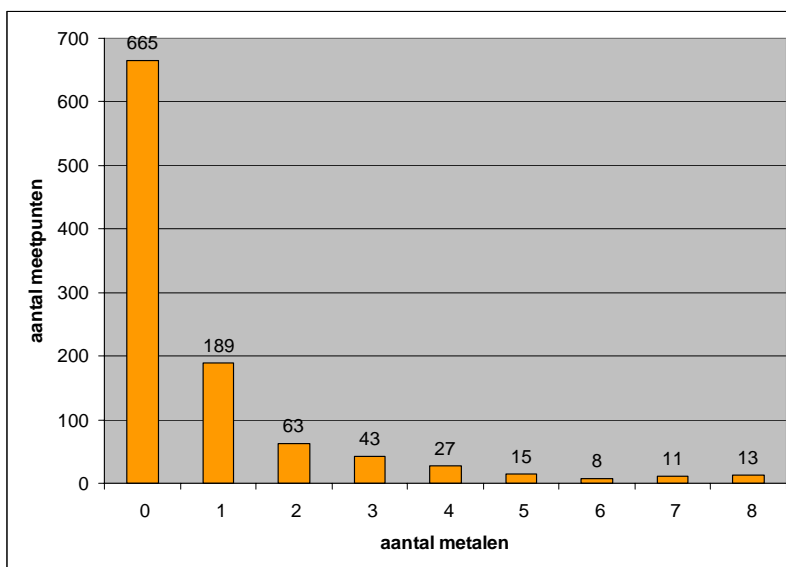
- EOX en KWSap.

**Tabel 89:** percentage meetpunten met EOX en KWSap. gehalten onder consensuswaarde 1 (klasse 1), tussen consensuswaarde 1 en consensuswaarde 2 (klasse 2) en boven consensuswaarde 2 (klasse 3), rekening houdend met het % klei in het sediment

	klasse 1	klasse 2	klasse 3
<b>EOX</b>	48,98%	38,07%	12,95%
<b>KWS ap.</b>	50,42%	42,06%	7,52%

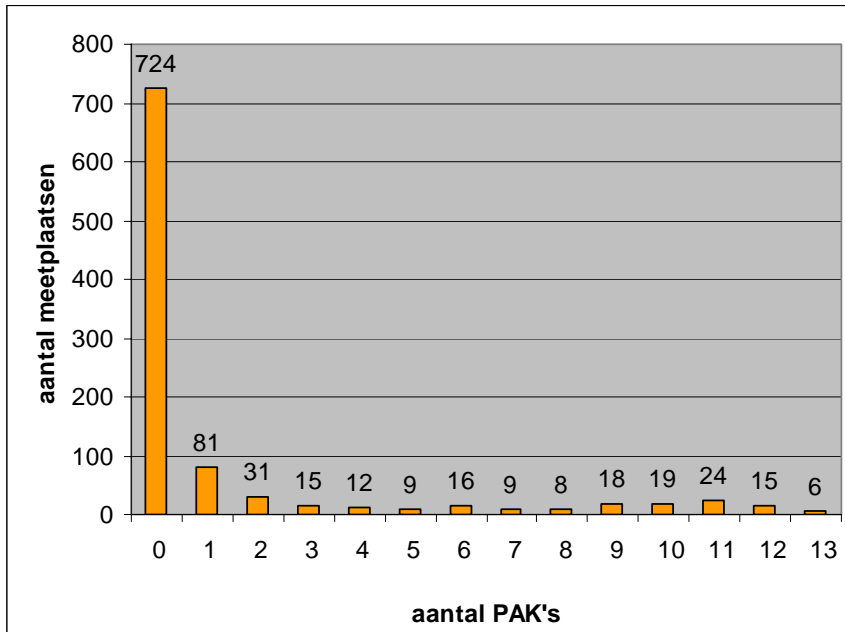
### 3.4.4 Overschrijden consensuswaarden totale meetnet

Voor het totaal van 1034 unieke meetplaatsen waarop de gehalten van de meeste polluenten gemeten zijn werd nagegaan hoeveel “consensus 2” waarden overschreden werden en van hoeveel meetpunten de gehalten onder “consensuswaarde 1” lagen.



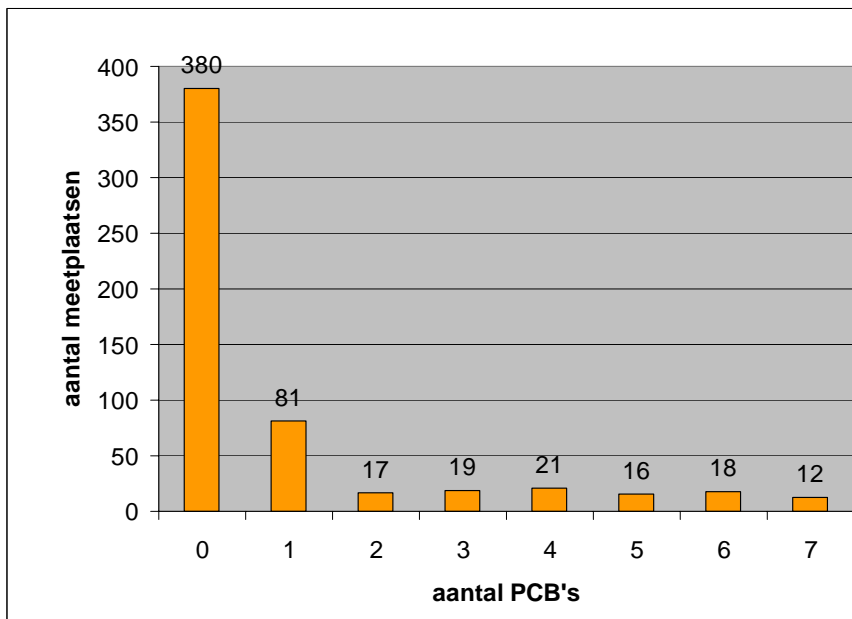
**Figuur 24:** aantal metalen waarvoor “consensuswaarde 2” overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.

Uit Figuur 24 blijkt dat op 665 van de 1034 meetplaatsen geen enkel metaalgehalte boven de “consensuswaarde 2” lag. Se en Sn zijn niet mee in beschouwing genomen aangezien deze 2 metalen niet op alle meetplaatsen gemeten zijn. Op 13 van de 1034 meetplaatsen wordt voor al de andere gemeten metalen (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb en Zn) de “consensus 2” waarde overschreden.



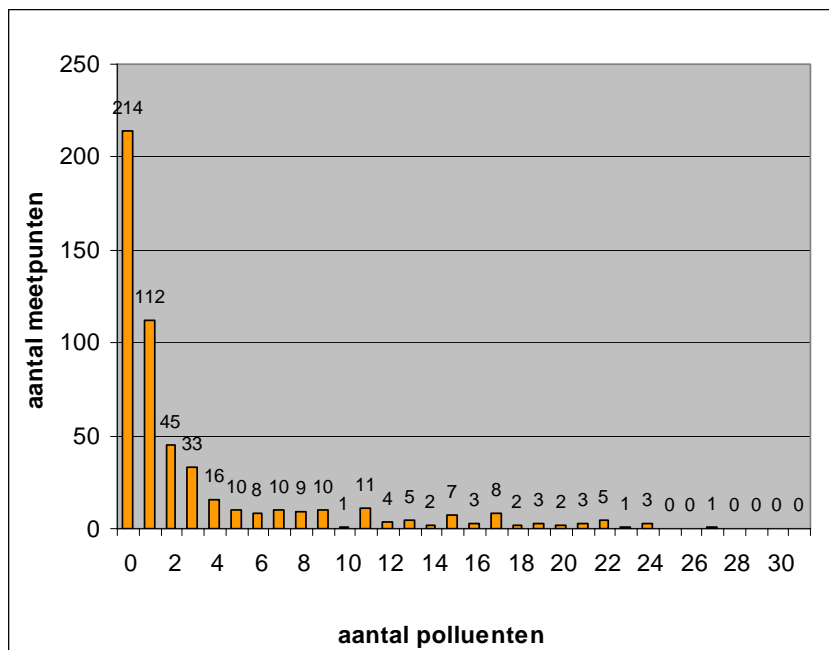
**Figuur 25:** aantal PAK's waarvoor "consensuswaarde 2" overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.

Op 724 van de 987 meetplaatsen wordt geen enkele "consensus 2" waarde van de PAK's overschreden (Figuur 25). B(e)P, Peryleen, Acenaft, Naft en Fluoreen zijn niet gebruikt bij de berekeningen aangezien ook deze PAK's niet op alle 987 meetplaatsen gemeten zijn. Op 6 l meetpunten worden alle "consensus 2" waarden voor de 13 gebruikte PAK's overschreden.



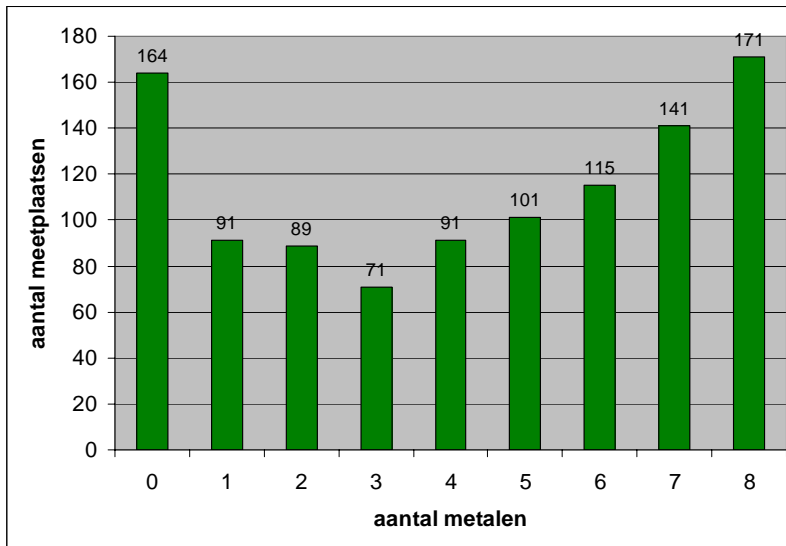
**Figuur 26:** aantal PCB's waarvoor "consensuswaarde 2" overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.

De consensuswaarde 2 van de PCB's wordt op 380 van de 564 meetpunten voor geen enkele van de 7 gebruikte PCB's (PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180, PCB 28 en PCB 52) overschreden. Op 12 meetpunten wordt voor de 7 PCB's de consensuswaarde 2 overschreden.

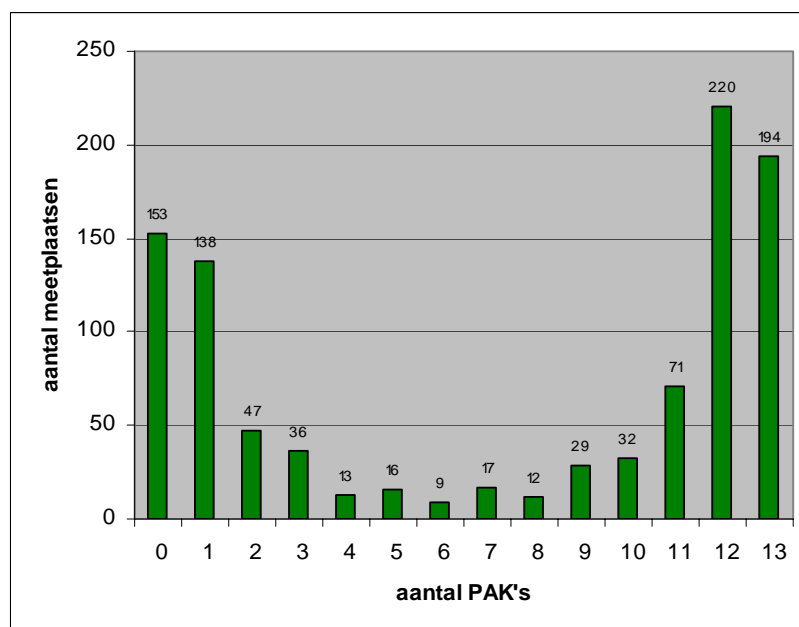


Figuur 27: aantal stoffen (metalen, PAK's, PCB's, 44DDD, 44DDE en EOX) waarvoor "consensuswaarde 2" overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.

Wanneer de waarden van de 3 vorige grafieken samengevoegd worden met de resultaten van de OCP's en EOX blijkt dat op 214 van de 528 onderzochte meetplaatsen voor geen enkele parameter (metalen, PAK's, OCP's EOX en PCB's) de "consensuswaarde 2" overschreden wordt. Op 1 meetplaats worden 27 van de 31 onderzochte stoffen aangetroffen aan gehalten boven de "consensus 2" waarde.



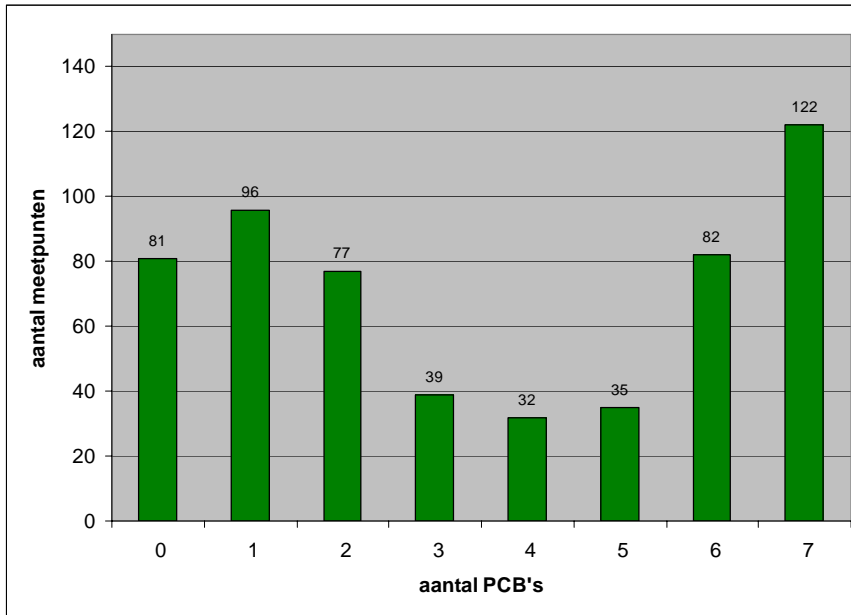
Figuur 28: aantal metalen waarvoor “consensuswaarde 1” niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.



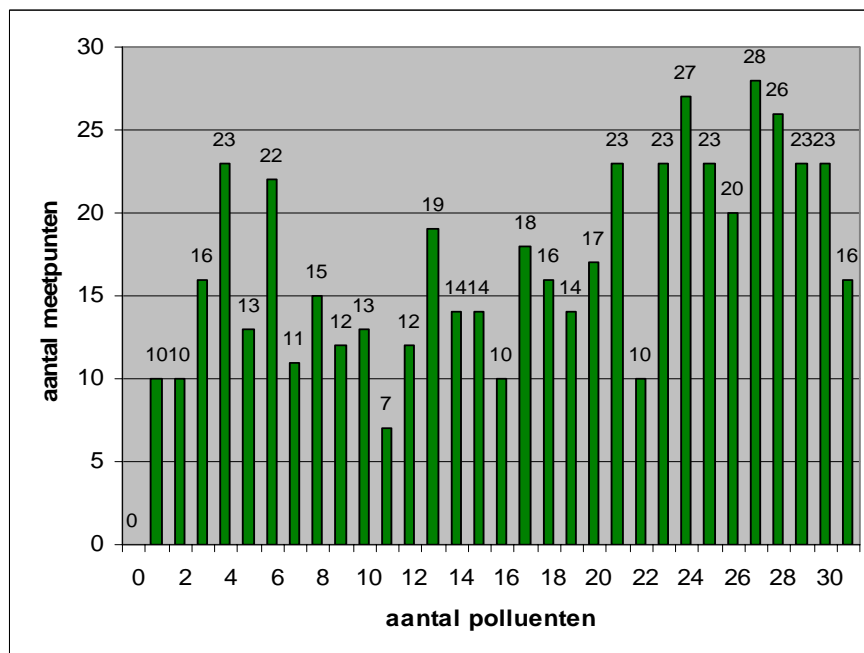
Figuur 29: aantal PAK's waarvoor “consensuswaarde 1” niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.

Wanneer gekeken wordt naar het aantal meetplaatsen waar de gemeten gehalten onder “consensuswaarde 1” liggen (Figuren 28-31) valt op dat bij de PAK's op 194 van de 987 meetpunten alle gehalten onder “consensuswaarde 1” liggen terwijl dit bij metalen en PCB's slechts respectievelijk 171 van de 1034 en 122 van de 564 meetpunten zijn.

In totaal zijn op 16 van de 528 meetpunten de gehalten van de 31 onderzochte parameters (inclusief EOX, 44DDD en 44DDE) onder de “consensus 1” waarde gelegen. Op geen enkel meetpunt ligt geen enkel gehalte onder “consensuswaarde 1”.

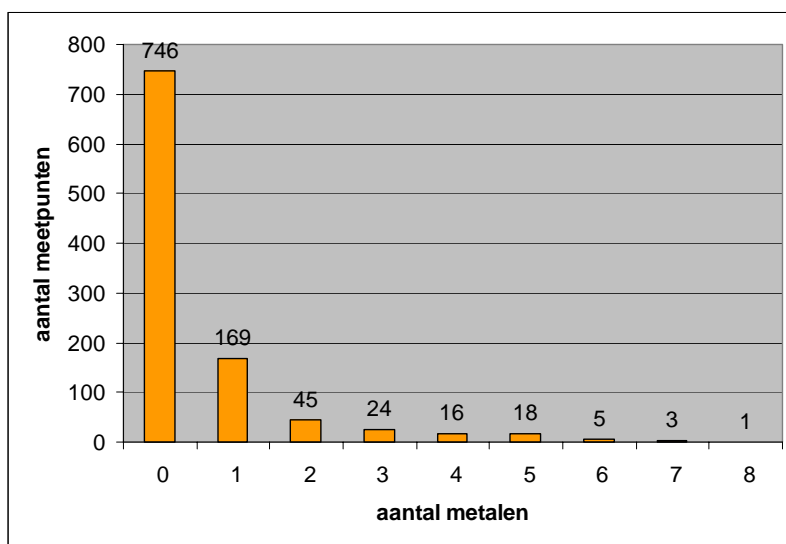


Figuur 30: aantal PCB's waarvoor "consensuswaarde 1" niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.



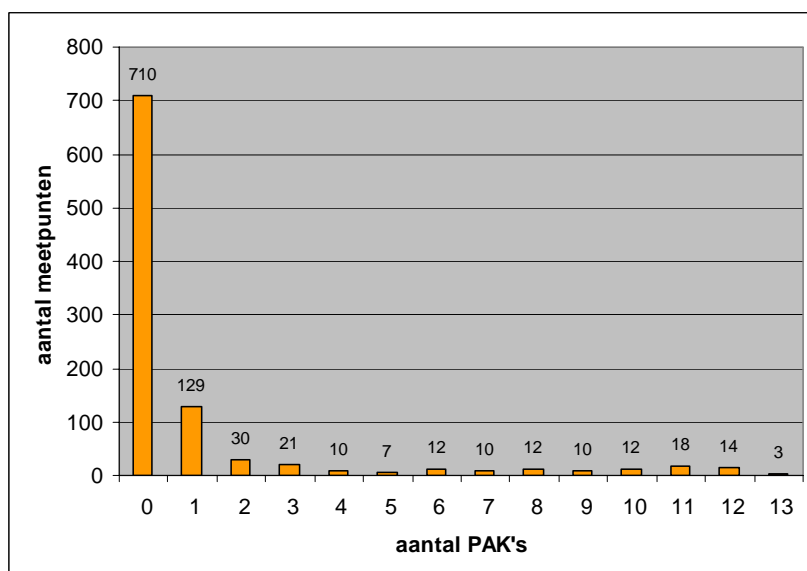
Figuur 31: aantal polluenten (metalen, PAK's, PCB's, 44DDD, 44DDE en EOX) waarvoor "consensuswaarde 1" niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.

### 3.4.5 Overschrijden %-klei consensuswaarden totale meetnet



Figuur 32: aantal metalen waarvoor “consensuswaarde 2 - % klei” niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.

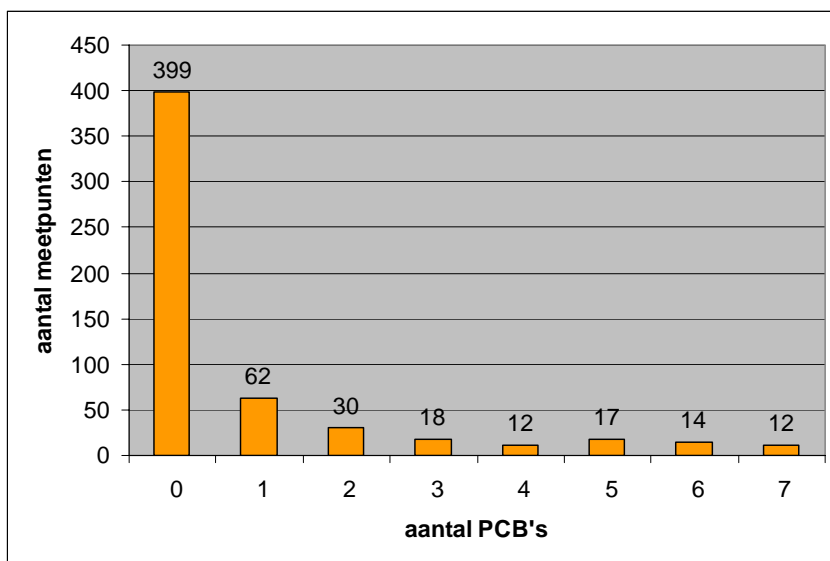
Uit Figuur 24 blijkt dat op 665 van de 1034 meetplaatsen geen enkel metaalgehalte boven de “consensuswaarde 2” lag. Wanneer gekeken wordt naar de consensuswaarden voor de verschillende % klei (Figuur 32) worden op 746 punten 0 “consensuswaarden 2” overschreden. Op 1 van de 1034 meetplaatsen wordt voor al de metalen (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb en Zn) de “consensus 2” waarde overschreden.



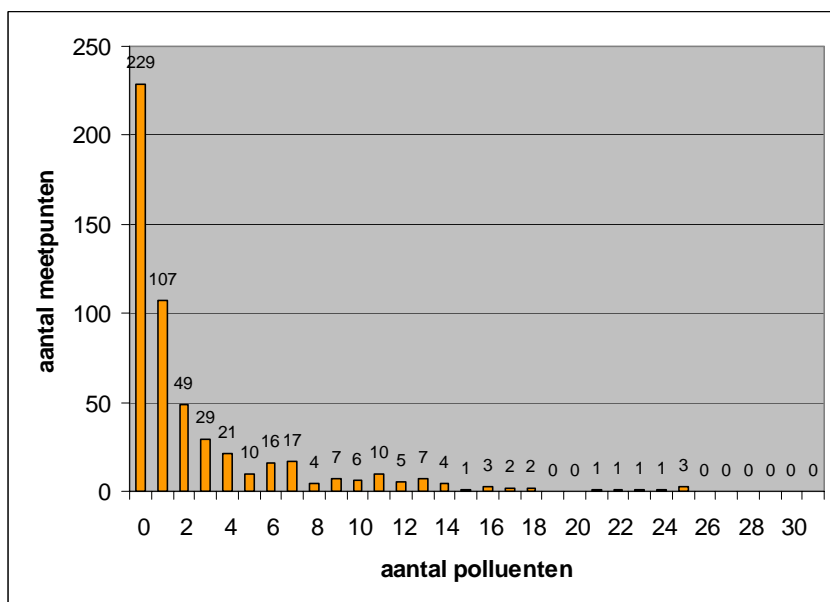
Figuur 33: aantal PAK's waarvoor “consensuswaarde 2 - % klei” niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.

Ook bij de PAK's (Figuur 33) is het aantal meetpunten waar geen enkele consensus 2 waarde overschreden wordt hoger wanneer vergeleken wordt met de consensuswaarden

voor de verschillende %klei in het sediment. Bij de PCB's (Figuur 16 en 34) is dit verschil iets minder sterk.



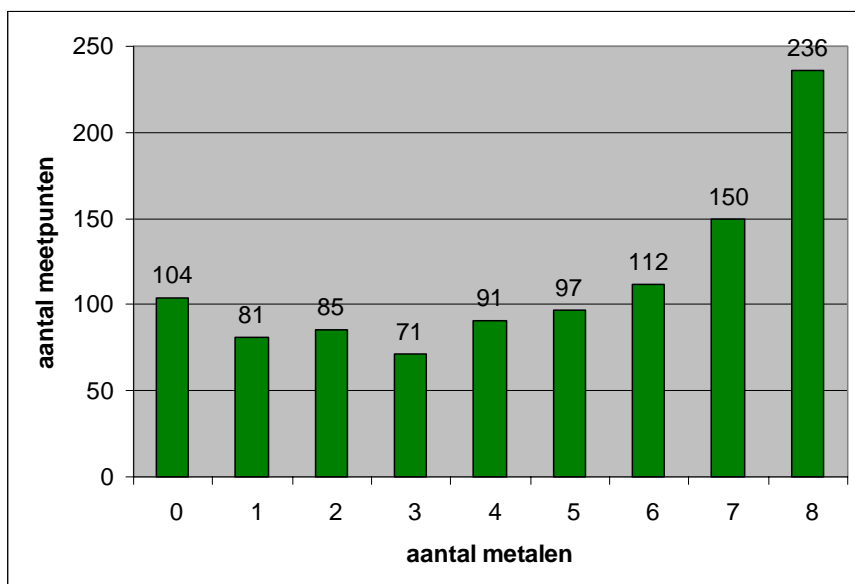
Figuur 34: aantal PCB's waarvoor "consensuswaarde 2 - % klei" niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.



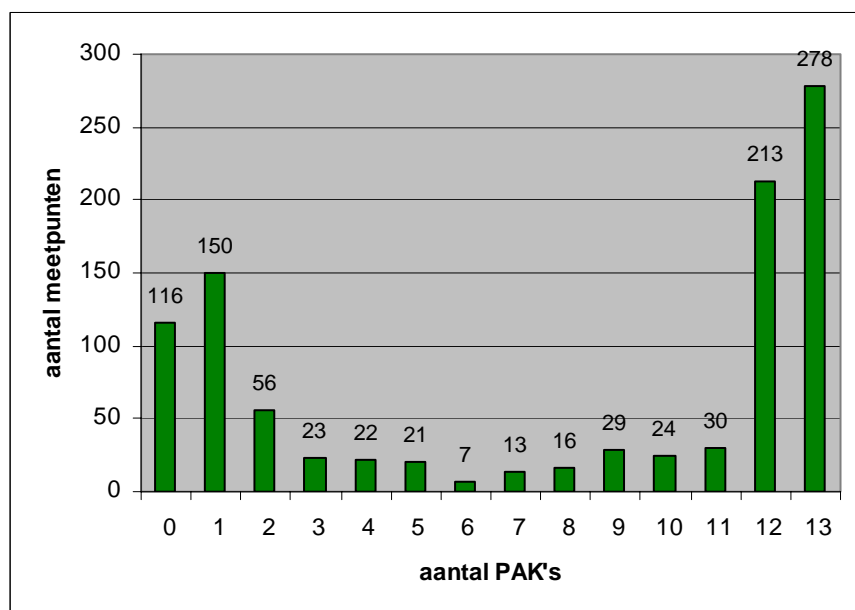
Figuur 35: aantal polluenten (metalen, PAK's, PCB's, 44DDD, 44DDE en EOX) waarvoor "consensuswaarde 2 - % klei" niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.

Op 229 van de 536 meetplaatsen wordt geen enkel consensus-2-% klei waarde overschreden. Het maximaal aantal polluenten waarvoor de consensuswaarde 2 overschreden wordt is 25 van de 31.

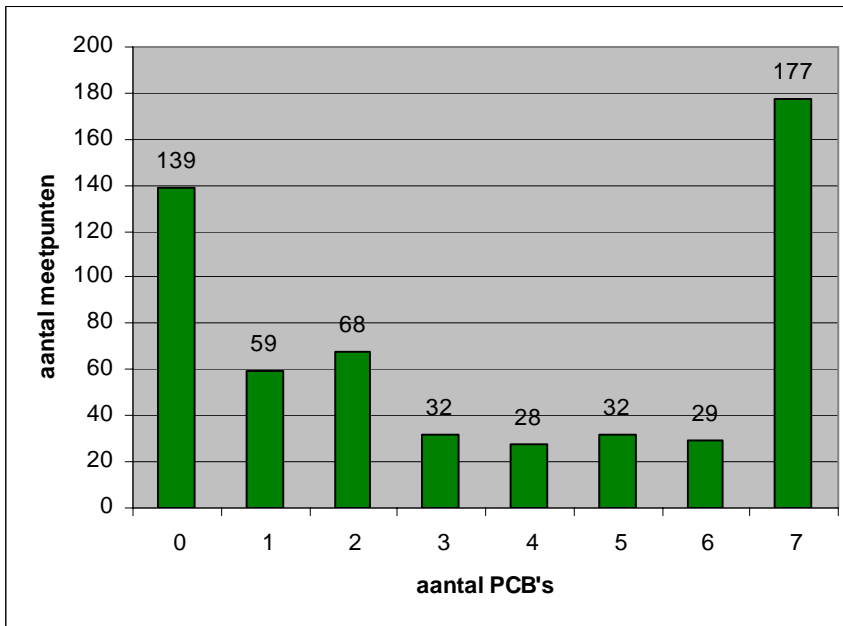




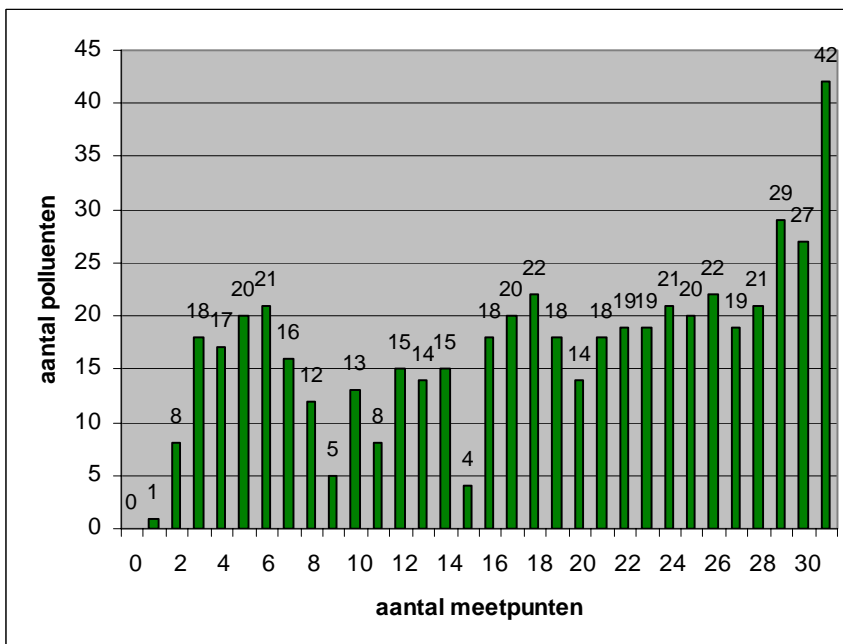
Figuur 36: aantal metalen waarvoor “consensuswaarde 1 - % klei” niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.



Figuur 37: aantal PAK's waarvoor “consensuswaarde 1 - % klei” niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.



**Figuur 38:** aantal PCB's waarvoor "consensuswaarde 1 - % klei" niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.



**Figuur 39:** aantal polluenten (metalen, PAK's, PCB's, EOX, 44DDD en 44DDE) waarvoor "consensuswaarde 1 - % klei" niet overschreden werd, in functie van het aantal meetplaatsen.

Ook wanneer gekeken wordt naar het % klei is het aantal meetpunten waarvoor geen enkele parameter consensuswaarde 1 overschreed hoger bij de PAK's dan bij de zware metalen en PCB's. In totaal zijn op 42 van de 536 meetpunten de gehalten van al de 31 onderzochte parameters (inclusief EOX, 44DDD en 44DDE) onder de "consensus 1" waarde gelegen.

## 4. Vergelijking internationale kwaliteitsdoelstellingen

De berekende LEL, TEL, “consensus 1” waarden werden vergeleken met de Nederlandse streefwaarden (Normen voor Waterbeheer, 2000), de LEL en TEL waarden uit Florida (MacDonald, 2003), de TRIADE-referentiewaarden (VMM, 2003), de limit class A waarden voor de Venice-Lagoon (Deheyn et al., 2006 naar Protocollo d'intesa, 1993) en de ARGE-Elbe Zielvorgaben (Heise et al., 2005). De SEL, PEL en “consensus 2” waarden werden vergeleken met de SEL en PEL waarden uit Florida (MacDonald, 2003), het Nederlands MTR (Normen voor Waterbeheer, 2000), de limit class C waarden voor de Venica-Lagoon (Deheyn et al., 2006 naar Protocollo d'intesa, 1993) en de klasse IV Zielvorgaben voor de Elbe.

- Zware metalen

Tabel 90: SEC's berekend door MacDonald (LELmac en TELmac), SEC's berekend in dit rapport (LELvmm, TELvmm en consensus 1), TRIADE-referentiewaarde, Nederlandse streefwaarde, limit class A (Venice 1) en Zielvorgaben Elbe (Elbe 1) voor zware metalen (mg/kg DS)

	LEL vmm	LEL mac	TEL vmm	TEL mac	TRIADE	Streef-waarde	consensus 1	Venice 1	Elbe 1
<b>As</b>	7,9	6	-	5,9	11	29	7,9	15	40
<b>Cd</b>	0,71	0,6	1,2	0,60	0,38	0,8	0,93	1	1,2
<b>Cr</b>	25	26	26	37	17	100	26	20	320
<b>Cu</b>	13	16	16	36	8	36	14	40	80
<b>Hg</b>	0,28	0,2	0,18	0,17	0,05	0,3	0,23	0,5	0,8
<b>Ni</b>	15	16	7,5	18	11	35	11	45	120
<b>Pb</b>	19	31	31	35	14	85	25	45	100
<b>Se</b>	1,5	-	-	-	-	0,7	1,5	-	-
<b>Sn</b>	1,9	-	0,85	-	-	-	1,4	-	-
<b>Zn</b>	129	120	163	123	67	140	146	200	400

De TRIADE-referentiewaarden (Tabel 90) liggen voor de zware metalen lager dan de Nederlandse streefwaarden. De Nederlandse streefwaarden liggen voor bijvoorbeeld Cr en Ni zelfs boven de “consensus 2” waarde. De LEL waarden van de VMM en MacDonald verschillen opvallend weinig, ook de TEL waarden liggen in dezelfde grootteorde. De waarden voor de Elbe liggen zeer hoog, zelfs hoger dan de Nederlandse streefwaarde. De waarden opgesteld voor de Venice-Lagoon liggen in dezelfde grootteorde als de Nederlandse streefwaarden en zijn dus ook veel hoger dan de LEL en TRIADE waarden.

Tabel 91: SEC's berekend door MacDonald (SELMac en PELMac), SEC's berekend in dit rapport (SELvmm, PELvmm en consensus 2), Nederlands MTR, limit class C (Venice 2) en Zielvorgaben klasse IV (Elbe 2) voor zware metalen (mg/kg DS)

	SEL vmm	SEL mac	PEL vmm	PEL mac	MTR	consensus 2	Venice 2	Elbe 2
As	50	33	-	17	55	50	50	>320
Cd	13	10	2,6	3,53	12	7,8	20	>9,6
Cr	90	110	45	90	380	68	500	>2560
Cu	85	110	34	197	73	60	400	>640
Hg	1,8	2	0,47	0,486	10	1,2	10	>6,4
Ni	44	75	19	36	44	32	150	>960
Pb	167	250	68	91,3	530	118	500	>800
Se	6,4	-	-	-	2,9	6,4	-	-
Sn	21	-	3,3	-	-	12	-	-
Zn	1300	820	305	315	620	800	3000	>3200

De PEL waarden van MacDonald (Tabel 91) zijn, in tegenstelling tot de LEL waarden (Tabel 90), meestal hoger dan de PEL waarden van de VMM. De waarden liggen wel in dezelfde grootteorde. Ook de SEL waarden verschillen niet opvallend sterk. Het Nederlandse MTR is met uitzondering van Zn en Se hoger dan de "consensus 2" waarde. Met uitzondering van As en Cd zijn de Venice 2 waarden opvallend hoger dan de SEL vmm waarden. De Elbe 2 waarden zijn zelfs nog hoger dan de waarden berekend voor de Venice-Lagoon.

- PAK's

Tabel 92: SEC's berekend door MacDonald (LELMac en TELMac), SEC's berekend in dit rapport (LELvmm, TELvmm en consensus 1), TRIADE-referentiewaarde, Nederlandse streefwaarde, limit class A (Venice 1) en Zielvorgaben Elbe (Elbe 1) voor PAK's (mg/kg DS)

	LEL vmm	LEL mac	TEL vmm	TEL mac	TRIADE	Streef-waarde	consensus 1	Venice 1	Elbe 1
Acenaft	0,05	-	0,04	-	-	-	0,04	-	-
Acenaftyl	0,01	-	0,04	-	-	-	0,03	-	-
Ant	0,03	0,22	0,03	-	-	0,001	0,03	-	-
B(a)A	0,11	0,32	0,12	0,0317	-	0,003	0,12	-	-
B(a)P	0,16	0,37	0,12	0,0319	-	0,003	0,14	-	-
B(b)Flu	0,19	-	0,14	-	-	-	0,17	-	-
B(e)P	0,25	-	0,17	-	-	-	0,21	-	-
B(ghi)Pe	0,12	-	0,10	-	-	0,08	0,11	-	-
B(k)Flu	0,08	-	0,07	-	-	0,02	0,08	-	-
Chr	0,14	0,34	0,16	0,0571	-	0,1	0,15	-	-
dBz(ah)An	0,02	0,06	0,02	-	-	-	0,02	-	-
Fen	0,16	0,56	0,20	0,0419	-	0,005	0,18	-	-
Flu	0,21	0,75	0,30	0,111	-	0,03	0,25	-	-
Fluoreen	0,03	0,19	0,06	-	-	-	0,04	-	-
IP	0,13	-	0,10	-	-	0,06	0,12	-	-
Naft	0,07	-	0,32	-	-	0,001	0,20	-	-
Peryleen	0,07	-	0,05	-	-	-	0,06	-	-
Pyr	0,25	0,49	0,23	0,053	-	-	0,24	-	-
som 6 PAK's	0,88	-	0,83	-	0,22	-	0,86	-	-
som 10 PAK's	1,2	4,00	1,6	-	-	1,00	1,4	-	-
totaal PAK's	2,1	-	2,3	-	-	-	2,2	1	-

De Nederlandse streefwaarden zijn bij de PAK's (Tabel 92) steeds een grootteorde 10 kleiner dan de "consensus 1" waarde. Er bestaat enkel een somparameter voor de TRIADE-referentiewaarde. Hoewel MacDonald niet voor alle PAK's een LEL/TEL waarde bepaald heeft liggen de waarden die wel berekend zijn in dezelfde grootteorde als die van de VMM. Voor de Elbe zijn geen kwaliteitsdoelstellingen voor PAK's opgesteld. Voor de Venice-Lagoon is enkel een somparameter bepaald. De parameter "6 PAK's" staat voor de som van de 6 PAK's van Borneff: Flu, B(k)Flu, B(a)P, B(ghi)Pe, IP en B(b)Flu. De somparameter "10 PAK's" is berekend als de som van de resultaten van Naft, Ant, Fen, Flu, B(a)A, Chr, B(a)P, Fluoreen, Pyreen en dBz(ah)An.

Tabel 93: SEC's berekend door MacDonald (SELmac en PELmac), SEC's berekend in dit rapport (SELvmm, PELvmm en consensus 2), Nederlands MTR, limit class C (Venice 2) en Zielvorgaben Elbe klasse IV (Elbe 2) voor PAK's (mg/kg DS)

	SEL vmm	SEL mac	PEL vmm	PEL mac	MTR	consensus 2	Venice 2	Elbe 2
Acenaft	5,0	-	1,6	-	-	3,3	-	-
Acenaftyl	8,8	-	1,6	-	-	5,2	-	-
Ant	0,23	3,7	0,12	-	0,1	0,17	-	-
B(a)A	0,81	14,8	0,40	0,385	0,4	0,60	-	-
B(a)P	0,81	14,4	0,40	0,782	3	0,60	-	-
B(b)Flu	0,88	-	0,44	-	-	0,66	-	-
B(e)P	1,4	-	0,48	-	-	0,93	-	-
B(ghi)Pe	0,60	-	0,30	-	8	0,45	-	-
B(k)Flu	0,40	-	0,23	-	2	0,32	-	-
Chr	1,2	4,6	0,48	0,862	11	0,83	-	-
dBz(ah)An	0,16	-	0,07	-	-	0,12	-	-
Fen	1,2	9,5	0,56	0,515	0,5	0,89	-	-
Flu	1,6	10,2	0,88	2,355	3	1,2	-	-
Fluoreen	0,29	1,6	0,24	-	-	0,26	-	-
IP	0,66	-	0,31	-	6	0,48	-	-
Naft	10	-	2,8	-	0,1	6,6	-	-
Peryleen	0,29	-	0,13	-	-	0,21	-	-
Pyr	1,2	8,5	0,69	0,875	-	0,94	-	-
som 6 PAK's	4,9	-	2,6	-	-	3,7	-	-
som 10 PAK's	18	100,00	6,7	-	-	12	-	-
totaal PAK's	36	-	12	-	-	24	20	-

In tegenstelling tot de streefwaarde (Tabel 92) ligt het Nederlandse MTR (Tabel 93) veel hoger dan de "consensus 2" waarden. De SEL waarden van MacDonald zijn ook opvallend hoger dan de "SELvmm" waarden.

- PCB's

Tabel 94: SEC's berekend door MacDonald (LELmac en TELmac), SEC's berekend in dit rapport (LELvmm, TELvmm en consensus 1), TRIADE-referentiewaarde, Nederlandse streefwaarde, limit class A (Venice 1) en Zielvorgaben Elbe (Elbe 1) voor PCB's ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ )

	LEL vmm	LEL mac	TEL vmm	TEL mac	TRIADE	Streef- waarde	consensus 1	Venice 1	Elbe 1
PCB 101	0,68	-	0,41	-	-	4	0,54	-	<5
PCB 118	0,43	-	-	-	-	4	0,43	-	<5
PCB 138	0,85	-	1,2	-	-	4	1,0	-	<5
PCB 153	1,2	-	1,8	-	-	4	1,5	-	<5
PCB 170	0,08	-	0,30	-	-	-	0,19	-	<5
PCB 180	0,81	-	0,07	-	-	4	0,44	-	<5
PCB 28	0,005	-	0,07	-	-	1	0,04	-	<5
PCB 31	0,005	-	0,06	-	-	-	0,03	-	<5
PCB 49	0,02	-	0,17	-	-	-	0,10	-	<5
PCB 52	0,01	-	0,18	-	-	1	0,10	-	<5
som 7 PCB's	4,0	-	3,7	-	5,1	-	3,8	-	-
<b>totaal PCB's</b>	<b>4,1</b>	<b>70</b>	<b>-</b>	<b>34,1</b>	<b>-</b>	<b>20</b>	<b>4,1</b>	<b>0,01</b>	<b>-</b>

Er bestaat enkel een TRIADE-referentiewaarde voor de som van de PCB's (Tabel 94). Ook MacDonald heeft geen LEL/TEL waarden voor de individuele stoffen bepaald. Voor de "som 7 PCB's" zijn de stoffen PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180, PCB 28 en PCB 52 gebruikt. De "Elbe 1" waarden verschillen, net als bij de zware metalen (Tabel 90), weinig van de Nederlandse streefwaarden. De "Venice 1" somparameterwaarde voor PCB's is dan weer opvallend laag vergeleken met de andere kwaliteitsdoelstellingen.

Tabel 95: SEC's berekend door MacDonald (SELmac en PELmac), SEC's berekend in dit rapport (SELvmm, PELvmm en consensus 2), Nederlands MTR, limit class C (Venice 2) en Zielvorgaben Elbe klasse IV (Elbe 2) voor PCB's ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ )

	SEL vmm	SEL mac	PEL vmm	PEL mac	MTR	consensus 2	Venice 2	Elbe 2
PCB 101	8,7	-	4,7	-	4	6,7	-	-
PCB 118	6,9	-	-	-	4	6,9	-	-
PCB 138	11	-	4,3	-	4	7,5	-	-
PCB 153	13	-	6,0	-	4	9,7	-	-
PCB 170	4,3	-	1,4	-	-	2,8	-	-
PCB 180	9,4	-	1,6	-	4	5,5	-	-
PCB 28	3,9	-	0,14	-	4	2,0	-	-
PCB 31	3,4	-	0,25	-	-	1,9	-	-
PCB 49	4,3	-	0,92	-	-	2,6	-	-
PCB 52	7,0	-	2,2	-	4	4,6	-	-
som 7 PCB's	60	-	19	277	-	39	-	-
<b>totaal PCB's</b>	<b>72</b>	<b>5300</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>72</b>	<b>2000</b>	<b>&gt;50</b>

De “SELmac” somparameter voor PCB's (Tabel 95) is bijna een factor 100 hoger dan de SEL somparameter van de VMM. Ook de PEL waarde van MacDonald is opvallend veel hoger dan de “PELvmm” waarde.

- OCP's

Tabel 96: SEC's berekend door MacDonald (LELmac en TELmac), SEC's berekend in dit rapport (LELvmm, TELvmm en consensus 1), TRIADE-referentiewaarde, Nederlandse streefwaarde, limit class A (Venice 1) en Zielvorgaben Elbe (Elbe 1) voor OCP's (µg/kg DS)

	LEL vmm	LEL mac	TEL vmm	TEL mac	TRIADE	Streef-waarde	consensus 1	Venice 1	Elbe 1
24DDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24DDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24DDT	-	-	-	-	-	-	-	-	<40
44DDD	0,01	-	0,12	-	-	0,02	0,06	-	-
44DDE	0,39	-	0,24	-	-	0,01	0,31	-	-
44DDT	-	-	-	-	-	0,09	-	-	<40
som DDD	-	8	-	3,54	-	-	-	-	-
som DDE	-	5	-	1,42	-	-	-	-	-
som DDT	-	8	-	-	-	-	-	-	-
aHCH	-	-	-	-	-	3	-	-	<10
bHCH	-	-	-	-	-	9	-	-	<10
gHCH	-	3	-	0,94	-	0,05	-	-	<10
aEndo	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-
Aldrin	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-
Dieldrin	-	2	-	2,85	-	0,5	-	-	-
Endrin	-	3	-	2,67	-	0,04	-	-	-
Isodrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cHpCEpx	-	5	-	0,6	-	0,0002	-	-	-
HCBz	0,0004	-	-	-	-	-	0,0004	-	-
HpC	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
<b>totaal OCP's</b>	-	-	-	-	3,9	-	-	1	-

De LEL's van MacDonald (Tabel 96) zijn veel hoger dan de waarden berekend in dit rapport, beide TEL waarden liggen in dezelfde grootteorde. De LELvmm waarden verschillen weinig van de Nederlandse streefwaarden. Net als voor de PCB's is er enkel een TRIADE-somparameter voor de OCP's. De OCP waarden van de Elbe (Elbe 1) zijn het hoogste.

Tabel 97: SEC's berekend door MacDonald (SELMac en PELmac), SEC's berekend in dit rapport (SELvmm, PELvmm en consensus 2), Nederlands MTR, limit class C (Venice 2) en Zielvorgaben Elbe klasse IV (Elbe 2) voor OCP's ( $\mu\text{g}/\text{kg DS}$ )

	SEL vmm	SEL mac	PEL vmm	PEL mac	MTR	consensus 2	Venice 2	Elbe 2
24DDD	-	-	-	-	2	-	-	-
24DDE	-	-	-	-	1	-	-	-
24DDT	-	-	-	-	9	-	-	-
44DDD	5,1	-	1,3	-	-	3,2	-	-
44DDE	11	-	2,2	-	-	6,8	-	-
44DDT	-	-	-	-	-	-	-	-
som DDD	-	60	-	8,51	-	-	-	-
som DDE	-	190	-	6,75	-	-	-	-
som DDT	-	710	-	-	-	-	-	>400
aHCH	-	-	-	-	290	-	-	-
bHCH	-	-	-	-	920	-	-	-
gHCH	-	10	-	1,38	230	-	-	-
som HCH	-	-	-	-	-	-	-	>100
aEndo	-	-	-	-	1	-	-	-
Aldrin	-	-	-	-	6	-	-	-
Dieldrin	-	910	-	6,67	450	-	-	-
Endrin	-	1300	-	62,4	4	-	-	-
Isodrin	-	-	-	-	-	-	-	-
cHpCEpx	-	50	-	2,74	0,02	-	-	-
HCBz	0,72	-	-	-	-	0,72	-	-
HpC	-	-	-	-	0,7	-	-	-
<b>totaal OCP's</b>	-	-	-	-	-	-	500	-

Ook de SELmac waarden (Tabel 97) liggen veel hoger dan de SELvmm waarden. De PEL waarden verschillen opvallend weinig.

- EOX en KWSap.

Tabel 98: SEC's berekend door MacDonald (LELMac en TELmac), SEC's berekend in dit rapport (LELvmm, TELvmm en consensus 1), TRIADE-referentiewaarde, Nederlandse streefwaarde, limit class A (Venice 1) en Zielvorgaben Elbe (Elbe 1) voor EOX en KWSap. ( $\text{mg}/\text{kg DS}$ )

	LEL vmm	LEL mac	TEL vmm	TEL mac	TRIADE	Streef- waarde	consensus 1	Venice 1	Elbe 1
EOX	7,9	-	2,0	-	31	0,3	5,0	-	-
KWSap,	147	-	161	-	37	50	154	-	-



Tabel 99: SEC's berekend door MacDonald (SELmac en PELmac), SEC's berekend in dit rapport (SELvmm, PELvmm en consensus 2), Nederlands MTR, limit class C (Venice 2) en Zielvorgaben Elbe klasse IV voor EOX en KWSap. (mg/kg DS)

	<b>SEL vmm</b>	<b>SEL mac</b>	<b>PEL vmm</b>	<b>PEL mac</b>	<b>MTR</b>	<b>consensus 2</b>	<b>Venice 2</b>	<b>Elbe 2</b>
<b>EOX</b>	50	-	4,8	-	-	27	-	-
<b>KWS ap.</b>	865	-	391,6887	-	1000	628	-	-

De TRIADE-referentiewaarde voor EOX (Tabel 98) ligt opvallend hoog vergeleken met "LELvmm", "TELvmm" en de Nederlandse streefwaarde. De TRIADE-referentiewaarde voor KWSap. ligt dan weer veel lager. Het Nederlandse MTR (Tabel 109) is hoger dan de "SELvmm" waarde. Er zijn geen EOX of KWSap. Waarden voor de Elbe of Venice lagoon gegeven.

- Algemeen

In het algemeen verschillen de internationale kwaliteitsdoelstellingen voor zware metalen weinig met de SEC's berekend in deze studie. Bij de organische pollutanten valt echter op dat de waarden die hier bekomen zijn veel lager liggen, zeker bij de PCB's en OCP's. LEL's en SEL's van MacDonald zijn berekend op basis van de macro-invertebraten in grote meren, rivieren, lagunes en kreken in de Verenigde Staten. De macro-invertebraten van de Verenigde Staten verschillen van de populaties die voorkomen in West-Europa. Mogelijk zijn de verschillen in SEC's hierdoor te verklaren. Ook de gehalten van de pollutanten kunnen sterk verschillen tussen Vlaamse rivieren en Amerikaanse rivieren, meren en lagunes.

Verder verschilt het landgebruik mogelijk ook sterk tussen Europa en de Verenigde staten wat de factor 10 verschillen bij bijvoorbeeld PCB's al gedeeltelijk kan verklaren. De Nederlandse streefwaarden en MTR's zijn louter bepaald aan de hand van resultaten van ecotoxicologische tests (meestal spiking) met verscheidene organismen waarna veiligheidsmarges ingebouwd zijn (Crommentuin T. et al. 2000; Normen voor waterberheer 2000). Deze methodiek verschilt sterk van de LEL/SEL berekeningen, wat ook bijdraagt tot het verschil tussen de verschillende SEC's en consensuswaarden. De Venice Lagoon is een marien studiegebied waardoor de waarden mogelijk verschillen van de andere internationale kwaliteitsdoelstellingen, opgesteld voor zoetwater ecosystemen.

## 5. Suggestie richting doelstellingen

Op basis van deze studie is het voorstel om de gemiddelde waarde van de afgeleide LEL en TEL waarden (consensuswaarde 1) te gebruiken als richtwaarde. Bij gehalten onder de “consensuswaarde 1” kan gesproken worden van een “goede” ecologische kwaliteit, zoals omschreven wordt in de Europese Kaderrichtlijn water ((RL 2000/60/EG)). Een kwaliteit waar 95% van de nu aangetroffen taxa in de Vlaamse waterbodems kan voorkomen en waar geen ecotoxicologisch effect valt te verwachten. Aangezien een groot deel van de meetpunten van de waterbodembank vervuild is en bij het LEL 5% van de organismen al niet meer aangetroffen kan worden kan niet gesproken worden van een “zeer goede” ecologische kwaliteit. Ook het feit dat enkel met de taxa die op minstens 5 meetplaatsen aangetroffen zijn gewerkt werd en mogelijk de gevoeligste taxa niet meegenomen zijn in de berekeningen draagt er toe bij dat niet van een “zeer goede” ecologische toestand gesproken kan worden. Verder is in deze studie ook louter naar de aanwezige polluenten van de meetpunten gekeken, met andere bepalende factoren zoals de opgeloste O<sub>2</sub>, macrofyten, eutrofiëring, hydrologische kwaliteit ... is geen rekening gehouden. Omdat in deze studie naar de organismen in het sediment gekeken wordt, m.a.w. het macrobenthos, en niet naar de totale macro-invertebraten gemeenschap in het oppervlaktewater zal de factor habitat niet zo'n grote rol spelen in de verkregen resultaten. Aangezien de kwaliteit van een waterbodem traag evolueert heeft het feit dat de punten slechts 1 maal bemonsterd zijn geen grote invloed op de resultaten.

De TRIADE-referentiewaarden zijn steeds strenger dan de “consensuswaarde 1”. De TRIADE-referentiewaarden stellen we voor als streefwaarden te gebruiken, maar mogelijk moeten deze wel gebaseerd worden op een groter aantal waarnemingen, zodat er een onderscheid gemaakt kan worden in streefwaarden per sediment type.

Het gemiddelde van SEL en PEL (consensuswaarde 2) stellen we voor te gebruiken als interventiewaarde. Hier kan over het algemeen slechts 5% van de aangetroffen taxa in de Vlaamse waterbodems voorkomen en worden vrijwel zeker ecotoxicologische effecten verwacht.

Richting verder onderzoek is een mogelijke optie trendlijnen door de validatiegrafieken (zie 3.3.3) te fitten waardoor voorspeld kan worden hoeveel taxa zullen voorkomen bij bepaalde gehalten aan polluenten. Verder kan ook bij de berekening van de LEL/SEL waarden voor verschillende abundanties van organismen niet enkel met 1, 2, 5 en 20 gewerkt worden, aangezien de grote sprongen tussen de waarden een vertekend beeld creëren, maar met alle waarden van abundanties te werken.

Naast het waterbodemeetnet heeft de VMM tevens een zeer uitgebreid meetnet voor de oppervlaktewaterkwaliteit in Vlaanderen. De berekening van de ecologische

kwaliteitsdoelstellingen kan op deze databank toegepast worden om de gehalten aan polluenten die de macro-invertebratenpopulaties kunnen verdragen in het oppervlaktewater te berekenen en eventueel te vergelijken met de waarden voor waterbodems, bekomen in dit rapport. Verder kan kan door databankanalyse van zowel de oppervlaktewaterdatabank als de waterbodemdatabank gekeken worden naar de gevoeligheid voor organische vervuiling en vervuiling door zware metalen van individuele taxa in plaats van de gehele populatie of kunnen enkele individuele meetpunten geselecteerd worden voor een meer gedetailleerd onderzoek.

## 6. Conclusie

Bij ecotoxiciteitstesten verkrijgt men informatie over hoe organismen in laboratoriumomstandigheden reageren maar niet in het veld zelf. Met biologische testen (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 bij een bepaald gehalte, daar waar dat wel het geval is bij ecotoxiciteitstesten.

Zowel ecotoxiciteitstesten als een biologische evaluatie kunnen gebruikt worden om effectconcentraties te bepalen, telkens met hun voordelen en nadelen. Bij het voorstellen van kwaliteitsnormen wordt het mogelijk om consensuswaarden te berekenen, zodat met beide beoordelingsystemen rekening wordt gehouden.

Uit deze studie blijkt dat de op basis van de gegevens uit een grote monitoringsset berekende LEL/ SEL en TEL/PEL waarden een goede basis vormen voor het vastleggen van SEC's voor Vlaamse waterbodems. Bij gehalten lager dan "consensuswaarde 1" kan nog een optimale macro-invertebraten populatie voorkomen, daar waar dit bij gehalten hoger dan "consensuswaarde 2" niet meer het geval is.

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 (consensuswaarde 1) wordt in deze studie voorgesteld om te gebruiken als richtwaarde, aangezien dan 95% van de taxa in Vlaamse waterbodems daar kan voorkomen en er geen ecotoxicologische effecten verwacht worden, wat dus een gedefinieerd kan worden als een goede ecologische kwaliteit. Het gemiddelde van SEL en PEL (consensuswaarde 2) wordt gesuggereerd als interventiewaarde, aangezien slechts 5% van de taxa uit de Vlaamse waterbodems hier mogelijk kan voorkomen en er zeker ecotoxicologische effecten kunnen verwacht worden.

## Referenties

Anonymous. (2002). Basisdocument tienjarensceenario waterbodems, AKWA rapportnummer 01.014

Ameryckx J., Verheye W. & Vermeire R. (1985). Bodemkunde. Universiteit Gent, Gent, 255p.

Bierkens J., Cornelis C., De Fré R., De Nocker L., Mensink C., Schoeters G., Seuntjens P., Van Rompaey H., Weltens R., Witters H., Wouters G. & de Deckere E. (2003a). Aanreiken van een gemeenschappelijke basis voor eenvormige milieukwaliteitsnormen voor de drie compartimenten bodem, water (grond- en oppervlaktewater) en lucht eindrapport – draaiboek. Vito. In opdracht van Aminal.

Bierkens J., Cornelis C., De Fré R., De Nocker L., Mensink C., Schoeters G., Seuntjens P., Van Rompaey H., Weltens R., Witters H., Wouters G. & de Deckere E. (2003b). Aanreiken van een gemeenschappelijke basis voor eenvormige milieukwaliteitsnormen voor de drie compartimenten bodem, water (grond- en oppervlaktewater) en lucht knelpuntennota's. Vito. In opdracht van Aminal.

Deheyn D., Nasci C., Barbanti A., Bernstein A.G., Montobbio L. & Rismondo A. (2006). Integrated Sediment Management in the Venice Lagoon: The SIOSED Project, SETAC Europe 16th annual meeting, The Hague.

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.

European Chemicals Bureau (2004). Methods for the Determination of Ecotoxicity. Annex V to Directive 67/548/EEC part C

Heise S., Calus E., Heininger P., Krämer T., Krüger F., Schwartz R. & Förnster U. (2005). Studie zur Schadestoffbelastung der Sedimente im Elbeeinzugsgebiet – Ursachen und Trends. Studie Erstellt im Auftrag der Hamburg Port Authority, Beratungszentrum für Integriertes Sedimentmanagement.

Helsel D. R. (2004). Nondetects and data analysis: statistics for censored environmental data. Statistics in practice. John Wiley & Sons, Inc. Chichester, England.

MacDonald D. D., Ingersoll, C. G., Smorong, D. E. , Lindskoog, 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 D.D., Smith S.L., Wong M.P. & Mudroch P. (1992). The Development of Canadian Marine Environmental Quality Guidelines, Marine Environmental Quality series N°1, Ecosystem sciences and evaluation directorate, Eco-Health Branch, Ottawa, Ontario.

Normen voor Waterbeheer. (2000). Achtergronddocument NW4, CIW

OVAM (2004). VLAREBO gecoördineerde versie. ([www.ovam.be](http://www.ovam.be))

Smith S.L., MacDonald D.D, Keenleyside K.A. & Gaudet C.L. (1996). The Development and Implementation of Canadian Sediment Quality Guidelines. *Development and Progress in Sediment Quality Assessment*, Academic Publishing, Amsterdam.

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.

Zwolsman G. (1999). Geochemistry of trace metals in the Scheldt Estuary. Universiteit Utrecht, Faculteit aardwetenschappen.