

RIVO Rapport 93.006

Verontreinigingen in aal en snoekbaars: monitorprogramma ten behoeve van de Nederlandse sportvisserij - 1992

J. de Boer, Q.T. Dao en H. Pieters

april 1993

DLO-Rijksinstituut voor Visserijonderzoek
Haringkade 1
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Telefoon: 02550 64646
Telefax: 02550-64644

De Directie van het RIVO-DLO is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het RIVO-DLO; opdrachtgever vrijwaart het RIVO-DLO van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Prijs: f 29,40

Omslagfoto: Flying Focus - Castricum

Inhoudsopgave:

Samenvatting.....	3
1. Inleiding.....	4
2. Materiaal en methoden.....	4
2.1 Vismonsters	4
2.2 Analysemethoden.....	5
2.2.1 PCB's en organochloorpesticiden	5
2.2.2 Kwik	5
3. Resultaten en discussie	6
3.1 PCB's.....	6
3.1.1 Omrekening naar andere vissoorten.....	7
3.1.2 Vergelijking met dioxine normen.....	8
3.2 Organochloorpesticiden	8
3.2.1 HCB, HCBd en OCS.....	8
3.2.2 HCH's.....	9
3.2.3 Dieldrin	9
3.2.4 DDT	10
3.3 Kwik	10
4. Conclusies.....	11
Literatuur	12
Tabellen	
Figuren	

Samenvatting

Ten behoeve van de Nederlandse sportvisserij is in 1992 voor de eerste maal een kwaliteitsmonitorprogramma voor aal en snoekbaars uitgevoerd in rode aal waarin gehalten aan PCB's en organochloor-pesticiden en kwik in rode aal en snoekbaars zijn bepaald. Dit monitorprogramma is een uitbreiding van een reeds sinds 1978 bestaand monitorprogramma van RIVO-DLO voor PCB's, organochloor-pesticiden en kwik in aal.

De aalbemonstering is succesvol verlopen, maar de door de sportvisserij organisaties te verzorgen snoekbaars-bemonstering verliep zodanig moeizaam, dat uiteindelijk slechts één snoekbaarsmonster werd verkregen. Uit de resultaten van het aalonderzoek blijkt dat van de geanalyseerde stoffen vrijwel alleen voor PCB's op een aantal locaties overschrijdingen van de Warenwet-normen worden geconstateerd, waardoor regelmatige consumptie van aal van deze locaties dient te worden ontraden. Door de gehalten aan PCB's uit te drukken in dioxine-equivalenten en te vergelijken met de Canadese dioxine-norm neemt het aantal locaties met consumptie-restricties toe. Alle normoverschrijdingen zijn gerelateerd aan locaties uit de grote rivieren met uitzondering van het Kanaal van Gent naar Terneuzen, waar een extreem hoog PCB-gehalte in aal werd aangetroffen.

Van de organochloor-pesticiden werden slechts een drietal overschrijdingen van de concept-norm voor HCB gevonden, alle in de grote rivieren en één overschrijding van de concept-norm voor HCH's in aal uit het Twentekanaal bij Hengelo. Voor DDT en dieldrin werden geen overschrijdingen van concept-normen geconstateerd.

Schattingen van PCB en organochloor-pesticiden gehalten in snoekbaars en andere witvis, op basis van omrekening van deze gehalten in aal door vergelijking van vetgehalten, tonen aan dat voor snoekbaars en andere witvis PCB en pesticidengehalten met uitzondering van het Kanaal van Gent naar Terneuzen en het oostelijk Haringvliet geen consumptie-restricties zijn te verwachten als gevolg van PCB en organochloor-pesticiden gehalten.

Alle gemeten kwikgehalten in rode aal blijven onder de Warenwet-norm van 1 mg/kg. De hoogste kwikgehalten werden gevonden in het westelijk stroomgebied van de Rijn, als gevolg van nalevering uit met kwik verontreinigd sediment.

Schattingen van kwikgehalten in snoekbaars en andere witvis zijn op basis van kwikgehalten in rode aal niet goed mogelijk. Wel kan aangenomen worden dat het kwikgehalte in snoekbaars in de meeste wateren iets hoger zal liggen dan in rode aal. De hoogste kwikgehalten zullen worden aangetroffen in de grootste snoekbaars. Overschrijding van de Warenwetnorm van 1 mg/kg is dan, met name in de grote rivieren en het IJsselmeer, niet in alle gevallen uit te sluiten.

1. Inleiding

Sinds 1976 worden door RIVO-DLO jaarlijks monsters rode aal (*Anguilla anguilla*) verzameld uit Nederlandse binnenwateren. Deze monsters worden onderzocht op gehalten aan polychloorbifenylen (PCB's), organochloorpesticiden en totaal-kwik (Kerkhoff et al., 1986-1, 1986-2, Pieters en Taai, 1991, de Boer en Hagel, 1993). Dit monitor-programma omvat een 14-tal locaties. Incidenteel zijn monsters van andere locaties bemonsterd en geanalyseerd.

Het RIVO-DLO monitorprogramma is met name gericht op die locaties, waar naar verwachting hoge gehalten aan verontreinigingen kunnen worden waargenomen. Dit betekent dat met name de grote rivieren frequent worden bemonsterd. Dit programma geeft daarom relatief weinig informatie over de verontreiniging van vis die door sportvissers in diverse Nederlandse binnenwateren wordt gevangen.

Op verzoek van Directie Openlucht Recreatie van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is in 1991 een opzet gemaakt voor een jaarlijks monitorprogramma toegespitst op de Nederlandse sportvisserij (Hagel, 1991). Overeengekomen werd om het RIVO-DLO monitorprogramma uit te breiden met 10 locaties tot een totaal van 24 stuks. De aalmonsters zouden alle bemonsterd worden door RIVO-DLO en geanalyseerd op PCB's, organochloorpesticiden en kwik. Daarnaast zou via de sportvisserij-organisaties gezorgd worden voor snoekbaarsmonsters van dezelfde locaties voor de analyse van kwik. Het transport van deze snoekbaarsmonsters naar het RIVO-DLO zou verzorgd worden door RIVO-DLO.

Dit rapport geeft een verslag van de resultaten van het eerste jaar (1992) van dit monitorprogramma ten behoeve van de Nederlandse sportvisserij.

2. Materiaal en methoden

2.1 Vismonsters

Het RIVO-DLO monitorprogramma ten behoeve van de Nederlandse sportvisserij omvat rode aal van de volgende locaties: Aarkanaal (Ter Aar), Haringvliet-oost en -west, Hollands Diep, IJssel (Deventer), IJsselmeer (Medemblik), Kanaal van Gent naar Terneuzen (Sas van Gent), Ketelmeer, Lauwersmeer, Lek (Culemborg), Maas (Eijsden), Maas (Keizersveer), Maas-Waalkanaal (Heumen), Nieuwe Merwede, Noordhollands Kanaal (Akersloot), Noordzeekanaal (Kruithaven), Pinses Margrietkanaal (Suawoude), Rijn (Lobith), Roer (Vlodrop), Twentekanaal (Hengelo), Vecht (Ommen), Volkerak, Waal (Tiel) en Zoommeer.

Door het RIVO-DLO zijn in 1992 aanvullend eenmalige monsters genomen op de locaties: Amsterdam-Rijnkanaal (Diemen), Geul (Meerssen) (alleen PCB/pesticiden), IJ (Amsterdam) (alleen PCB/pesticiden), Noordzeekanaal (Velsen), Markermeer (alleen kwik), Tongelreep (Bruggerhuizen) (alleen PCB/pesticiden), Westerschelde (Hansweert) (alleen PCB/pesticiden), Zuidlaardermeer en Zuid-Willemsvaart (Weert). Alle monstergegevens staan vermeld in tabel 1.

Het bleek erg moeilijk te zijn voor de sportvisserij-organisaties om op de overeengekomen locaties snoekbaars te bemonsteren. Gevraagd was om per locatie 25 exemplaren aan te bieden, om zodoende een statistische voldoende representatie monster te kunnen analyseren. Slechts op één locatie, Noordzeekanaal, Kruithaven kon dit worden verwezenlijkt. Van de overige locaties zijn geen snoekbaarsmonsters aangeleverd. De monstergegevens van het snoekbaarsmonster uit het Noordzeekanaal staan eveneens vermeld in tabel 1.

2.2 Analysemethoden

2.2.1 PCB's en organochloorpesticiden

De aalmonsters werden gefileerd, waarna gelijke hoeveelheden filet van elke aal werden gemengd en gehomogeniseerd. Dit homogenaat werd gedroogd met natriumsulfaat en geëxtraheerd volgens Soxhlet met dichloormethaan/pentaaan (1:1) gedurende 6,5 uur. Na verwijdering van de dichloormethaan door indamping aan de rotovapor, werd het vet uit het extract verwijderd door elutie over aluminiumoxide. Na opnieuw indampen aan de rotavapor werd een fractionering over silicagel uitgevoerd om de PCB's te scheiden van de meeste pesticiden. Als interne standaard werd 1,2,3,4-tetrachloornaftaleen (TCN) gebruikt. Na een proefinjectie en zonodig concentrering of verdunning van de monsters werd de uiteindelijke analyse uitgevoerd met behulp van gaschromatografie met electron capture detectie (GC/ECD), gebruik makend van een capillaire CP-Sil 19 CB kolom (de Boer, 1988).

Bij elke monsterserie werd een intern laboratorium referentiemonster geanalyseerd. Voor een aantal PCB's en pesticiden werden de resultaten van deze analyses bijgehouden op een kwaliteitskaart, waarmee de analysekwaliteit van elke monsterserie kan worden getoetst. De analysekwaliteit werd verder regelmatig getoetst door deelname aan intercalibraties. De uiteindelijke resultaten werden gecorrigeerd voor recovery. De recoveries varieerden tussen 80 en 98%. De detectiegrenzen lagen ongeveer op 1 µg/kg. Voor enkele pesticiden werden soms hogere detectiegrenzen gevonden veroorzaakt door interferenties in het chromatogram. Door de aanwezigheid van negatieve pieken konden enkele pesticiden niet bepaald worden. De vetgehalten werden bepaald door droog dampen van een deel van het extract na Soxhlet-extractie. Voor aal zijn op deze wijze verkregen vetgehalten volledig vergelijkbaar met totaal vetgehalten, bepaald volgens de methode van Bligh and Dyer (de Boer, 1988).

2.2.2 Kwik

Totaalkwik (Hg) werd bepaald door middel van flow injectie analyse en vlamloze atoomabsorptie spectrometrie. De gebruikte apparatuur bestond uit een AS-90 autoinjector, een FIAS-200 flow injectie systeem en een AAS-3100 spectrofotometer, alle van Perkin Elmer. De destructie van de monsters werd uitgevoerd in teflon vaatjes bij verhoogde temperatuur en druk in aanwezigheid van 10 ml 65% HNO₃ met behulp van een MDS Microwave (CEM) monsterdestructie systeem. De detectiegrens, berekend als drie maal de ruis, bedroeg 0,01 mg/kg op produktbasis.

3. Resultaten en discussie

De resultaten van de PCB, organochloor-pesticiden en kwik analyses in rode aal staan vermeld in de tabellen 2-4. Een visuele presentatie van de PCB en organochloor-pesticidegehalten op vetbasis en van de kwikgehalten op produktbasis is weergegeven in de figuren 1-6. Figuur 7 toont de trends van enkele PCB's in rode aal uit de Rijn bij Lobith, het oostelijk Haringvliet en de Maas bij Eijsden vanaf het eind van de zeventiger jaren.

3.1 PCB's

In figuur 1 is goed te zien dat de hoogste PCB-gehalten voornamelijk worden aangetroffen in aal uit de grote rivieren. In deze situatie is sinds de zeventiger jaren nauwelijks verandering opgetreden. Figuur 7 laat zien dat in aal uit de Rijn bij Lobith in de tachtiger jaren wel een langzame daling van het PCB-gehalte in aal zichtbaar was, maar dat vanaf 1990 weer een stijging in het PCB-gehalte wordt gevonden zodat uiteindelijk het verschil in de gehalten tussen nu en dat van het eind van de zeventiger jaren maar gering is. Opgemerkt moet worden dat deze laatste stijging niet zichtbaar is in aal uit de Waal bij Tiel of de Lek bij Culemborg. Op die locaties blijven de PCB-gehalten onder de Warenwet-normen (Staatscourant, 1984). Op andere locaties uit het Rijnstroomgebied, Maas-Waalkanaal, Nieuwe Merwede, Hollands Diep en oostelijk en westelijk Haringvliet overschrijden de PCB-gehalten weer wel de Warenwet normen (tabel 2). Consumptie van aal van deze locaties moet daarom worden afgeraden. De situatie in het oostelijk Haringvliet is aanmerkelijk slechter dan op de overige locaties. Hoewel het PCB-gehalte in 1992 iets lager was dan in voorgaande jaren, vinden vanaf 1988 meervoudige overschrijdingen van de norm plaats. Uit figuur 7 blijkt dat eenzelfde situatie zich ook heeft voorgedaan tussen 1977 en 1979. Dit kon achteraf verklaard worden door illegale lozingen van het bedrijf Uniser (Kerkhoff et al., 1986-1). Uit een meer gedetailleerd onderzoek naar PCB-gehalten in aal uit het Haringvliet, is gebleken dat de huidige PCB-verontreiniging ook van zeer lokale aard is en zich concentreert rondom de jaarlijks door RIVO-DLO bemonsterde locatie oostelijk Haringvliet (Ventjagersgaatje) (RIVO, 1993). Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland heeft toegezegd een onderzoek naar het sediment uit te voeren, om zodoende mogelijk tot een nadere bron-identificatie te komen.

Uit figuur 7 blijkt dat in het PCB-gehalte in aal uit de Maas bij Eijsden ook flinke schommelingen zijn opgetreden met netto een geringe daling van het gehalte. Een normoverschrijding is nu aangetroffen in aal uit de Maas bij Keizersveer, waar de afgelopen twee jaar weer een duidelijke stijging van het PCB-gehalte wordt gevonden. Ook hier gaan de gedachten in de richting van plaatselijke lozingen.

In aal uit de Roer bij Vlodrop wordt de normoverschrijding veroorzaakt door lagergechlorideerde PCB's. Deze worden gebruikt in hydraulische vloeistoffen in installaties in Duitse kolenmijnen. Hoewel de gehalten sterk dalen sinds 1986 (de Boer en Hagel, 1993), wordt de consumptie-norm nog steeds overschreden. Gehalten van de PCB-verters tetrachloorbenzyltoluënen (Ugilecs) die sinds 1986 in de mijnbouw werden toegepast en ook in aal uit de Roer zijn aangetroffen (Wester en van der Valk, 1989), dalen nu eveneens zodanig, dat deze stoffen niet meer als een potentieel gevaar voor de consumptie behoeven te worden beschouwd (RIVO, 1993).

De PCB-verontreiniging in de Schelde is niet onaanzienlijk, maar toch een factor 3 lager dan in de Rijn en de Maas.

Een extreem hoog PCB-gehalte werd aangetroffen in aal uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen. De Warenwet-norm wordt in deze aal ruim viervoudig overschreden. Consumptie is daarom uiteraard zeer sterk af te raden. De bemonstering op deze locatie was buitengewoon lastig. Slechts één aal kon worden gevangen, hetgeen tekenend is voor de aalstand in deze sterk verontreinigde omgeving. Op de overige locaties zijn geen norm-overschrijdingen waargenomen. Wel werden in aal uit de Zuid-Willemsvaart bij Weert nog relatief hoge PCB-gehalten aangetroffen (PCB 153: 250 µg/kg bij een laag vetgehalte: 84 g/kg). Vermoedelijk is hier sprake van een lokale verontreinigingsbron. Eerder werden in de buurt van Veghel relatief hoge gehalten aan lager gechloroerde PCB's gevonden (RIVO, 1992).

PCB-gehalten in aal, gevangen in noord-Nederland in en Noord-Holland zijn alle relatief laag en worden vermoedelijk vrijwel uitsluitend veroorzaakt door atmosferische depositie. Alle PCB-gehalten liggen hier ver beneden de Warenwet-norm.

PCB-gehalten in aal uit het IJsselmeer vallen eveneens ruim onder de Warenwet-norm. Hierbij moet wel bedacht worden dat op andere locaties in het IJsselmeer hogere gehalten kunnen voorkomen. De bemonsterde aal is afkomstig uit het IJsselmeer bij Medemblik. Uit een onderzoek in aal van verschillende locaties in het IJsselmeer in 1991 bleek dat de PCB-gehalten oplopen naarmate de locatie dichterbij de buurt van het Ketelmeer is gesitueerd (RIVO, 1992). Dit is een effect van de uitstroom van Rijnwater, via de IJssel. Wel mag worden aangenomen dat ook dicht in de buurt van het Ketelmeer de Warenwet-normen voor PCB's nog niet worden overschreden.

3.1.1 Omrekening naar andere vissoorten

De PCB-gehalten, bepaald in rode aal, kunnen ook gebruikt worden om iets te zeggen over het PCB-gehalte in andere vissoorten van dezelfde locaties. PCB's hopen zich op in het vet van de vis. De PCB-gehalten in de verschillende vissoorten, uitgedrukt op vetbasis, zijn daarom in principe met elkaar vergelijkbaar. Daarbij moet wel rekening worden gehouden met verschillen in mobiliteit van de verschillende vissoorten: aal is erg plaatsgebonden, maar veel witvis-soorten zullen meer migreren. Het PCB-gehalte in witvis zal daarom geringere verschillen tussen de diverse locaties vertonen.

Als we uitgaan van een gemiddeld vetgehalte in aal van 150 g/kg en in de meeste witvissoorten (baars, snoekbaars, blankvoorn) van 10 g/kg, betekent dit dat de PCB-gehalten in snoekbaars en andere witvis ongeveer 7% van dat in aal bedragen. De Warenwet-normen voor PCB's in snoekbaars en andere witvis bedragen 20% van die in aal (Staatscourant, 1984). Daaruit blijkt dat een normoverschrijding voor witvis onwaarschijnlijker is dan voor aal. Uit enkele voorbeelden waarin het PCB 153-gehalte in aal is vermenigvuldigd met 10 (verwacht vetgehalte van witvis) en gedeeld door het vetgehalte van de betreffende aal, blijkt dat alleen voor snoekbaars en andere witvis uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen en uit het oostelijk Haringvliet PCB-gehalten rondom de PCB-norm voor witvis (100 µg/kg voor PCB 153) worden gevonden; schattingen van PCB 153-gehalten in witvis van de overige locaties komen alle veel lager uit: Kanaal van Gent naar Terneuzen: 103 µg/kg, oostelijk Haringvliet: 81 µg/kg, Rijn, Lobith: 46 µg/kg, Nieuwe Merwede: 49 µg/kg, IJsselmeer, Medemblik: 5 µg/kg, Lauwersmeer: 1,3 µg/kg.

3.1.2 Vergelijking met dioxine normen

Sommige PCB's hebben een structuur die veel gelijkenis vertoont met die van gechlorideerde dioxines. De toxische werking van die PCB's is ook vergelijkbaar met die van dioxines. De PCB's die deze eigenschappen vertonen zijn PCB's zonder ortho-gesubstitueerde chlooratomen (non-ortho PCB's, voornamelijk nrs. 77, 126 en 169) en PCB's met één chlooratoom op een ortho-plaats (mono-ortho PCB's, voornamelijk nrs. 105, 118 en 156). De laatstgenoemde PCB's worden tezamen met de overige PCB's geanalyseerd. Voor de PCB's 77, 126 en 169, die de sterkste toxiciteit vertonen, is een aparte, meer complete, analysemethode nodig. Door RIVO-DLO zijn een groot aantal vismonsters, waaronder aal, geanalyseerd op deze toxische PCB's (de Boer et al., 1993). Omdat veelal vaste verhoudingen tussen de toxische PCB's en bijvoorbeeld PCB 153 werden gevonden, kan uit het gehalte van PCB 153 een schatting worden gemaakt van het gehalte aan toxische PCB's. Tabel 5 geeft een overzicht van deze schattingen in de aalmonsters. De PCB's 105, 118 en 156 zijn steeds gebaseerd op analyseresultaten en in sommige aalmonsters werden ook de PCB's 77, 126 en 169 gemeten.

Vanuit het toxicologisch onderzoek zijn omrekeningsfactoren bekend voor de toxiciteit van PCB-congeneren in vergelijking met 2,3,7,8-tetrachloor-dibenzo-p-dioxine (TCDD) (Safe, 1992). Met behulp van deze toxiciteitsequivalentie factoren (TEF's) kunnen TCDD-equivalenten (TEQ's) worden berekend. Deze TEQ's kunnen dan vergeleken worden met de Canadese consumptie norm voor dioxines in vis van 20 ng/kg. In Nederlands is geen dioxine norm voor vis van kracht. Uit de gehalten in tabel 5 blijkt dat alle monsters uit de grote rivieren de Canadese norm overschrijden en wel sterker dan de Warenwet-norm voor PCB's. Het TEQ-criterium is dus blijkbaar strenger dan de Nederlandse Warenwet-normen. Verder toxicologisch onderzoek zal de juistheid van de Canadese dioxine norm alsmede de juistheid van de gebruikte TEF's verder moeten onderbouwen. Het lijkt echter waarschijnlijk dat de Nederlandse Warenwet-norm voor PCB's in vis eerder aan de ruime dan aan de krappe kant gesteld is.

3.2 Organochloorpesticiden

3.2.1 HCB, HCBD en OCS

Figuur 2 laat zien dat evenals voor PCB's, hoge HCB-gehalten in aal voornamelijk voorkomen in de grote rivieren. Uit tabel 3 blijkt dat er veelal een verband is tussen de HCB en HCBD en OCS-gehalten. Deze stoffen hebben met elkaar gemeen dat ze bijproducten zijn van diverse industriële processen en/of afvalproducten die vrijkomen bij de bereiding van tri- en tetrachlooretheen. Ondanks de sterke daling van het HCB-gehalte in de Rijn en de Maas in het begin van de tachtiger jaren (Kerkhoff, 1986-2), blijkt het HCB-gehalte in aal uit deze rivieren nog steeds een faktor 10 of meer hoger te zijn dan in wateren die niet in verbinding staan met deze rivieren.

In Nederland zijn geen Warenwet-normen van kracht voor organochloor-pesticiden in vis. Door de Landbouw Advies Commissie (LAC) zijn wel voorstellen voor dergelijke normen ontwikkeld (LAC, 1989). Deze concept-normen voor aal staan vermeld in tabel 2. De concept-normen voor HCB worden overschreden door aal uit de IJssel bij Deventer, de Nieuwe Merwede en de Waal bij Tiel. HCBD, HCB en OCS-gehalten in aal van

andere locaties dan uit de grotere rivieren zijn betrekkelijk laag en vormen geen probleem voor de consumptie.

Op dezelfde manier als voor PCB's kan een schatting gemaakt worden voor organochloor-pesticiden gehalten in snoekbaars en andere witvis. Deze gehalten liggen globaal op 7% van de gehalten in aal en zullen daardoor, zelfs in de grote rivieren geen consumptie problemen opleveren.

De concept-normen voor organochloor-pesticiden in witvis bedragen namelijk net als voor PCB's 20% van die in aal.

3.2.2 HCH's

Figuur 3 laat zien dat er voor HCH's drie duidelijke probleemgebieden zijn: het Twentekanaal, het zuiden van Nederland en het Maaswater en in mindere mate het Noordzeekanaalgebied.

Door opslag van bijprodukten van de produktie van lindaan (γ -HCH) in Hengelo, zijn grote hoeveelheden HCH's in vis uit het Twentekanaal terecht gekomen (de Boer, 1988, Bremmer, 1992). Uit tabel 3 blijkt duidelijk dat de onderlinge verhoudingen van de HCH's in aal uit het Twentekanaal geheel anders zijn dan op overige locaties waar de toepassing van lindaan als bestrijdingsmiddel de oorzaak van de gehalten in vis is. De concept-normen voor HCH's worden door aal uit het Twentekanaal nog steeds ruimschoots overschreden, hoewel de gehalten de laatste jaren wel dalen. Visconsumptie wordt in dit gebied al enkele jaren ontraden (Bremmer, 1992). Naast α , β en γ -HCH werden in deze aal door de Keuringsdienst van Waren te Enschede ook δ en ϵ -HCH aangetroffen (Bremmer, 1992). Door de toepassing van lindaan werden met name in Limburg en Brabant hoge γ -HCH gehalten in aal (rond 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$) aangetroffen. Hoewel de concept-normen voor γ -HCH niet worden overschreden is een reductie van deze HCH-niveau's wel gewenst.

Totaal HCH-gehalten in het Noordzeekanaal en het IJ liggen rond de 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ op produktbasis. De verhoogde gehalten in Volkerak, Zoommeer, Hollands Diep en Haringvliet zijn vermoedelijk het gevolg van met HCH's verontreinigd Maaswater. Aal uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen heeft eveneens een betrekkelijk hoog γ -HCH gehalte: 75 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Behalve in het Twentekanaal worden de concept- HCH-normen nergens overschreden. Voor snoekbaars en witvis zijn eveneens geen consumptie problemen te verwachten als gevolg van HCH's, zelfs niet in het Twentekanaal.

3.2.3 Dieldrin

Het meest opvallende in het dieldrin beeld in figuur 4 is het hoge dieldringehalte in het Aarkanaal bij Ter Aar, dat ongeveer driemaal zo hoog is dan in aal van andere locaties. Mogelijk is dit hoge dieldrin-gehalte veroorzaakt door een plaatselijke verontreiniging. De concept-norm voor dieldrin, 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ wordt echter nog niet overschreden door deze aal, evenmin als door aal van andere locaties.

De hoge dieldrin-gehalten in de omgeving van Rotterdam zijn nog steeds naweeën van de dieldrin-produktie in Pernis tijdens de zeventiger jaren (Koeman, 1971). Zowel voor aal als voor snoekbaars en witvis zijn er geen belemmeringen voor consumptie als gevolg van dieldrin. Er is geen aal bemonsterd uit de Hollandse IJssel. Dit water is bekend door z'n hoge dieldrin gehalten als gevolg van illegale stortingen van chemisch afval. In het

verleden werden zeer hoge dieldrin-gehalten in aal uit de Hollandse IJssel aangetoond tot 1100 µg/kg (Kerkhoff et al., 1984), die naar verwachting nog niet beneden de consumptie toleranties gedaald zullen zijn (RIVO, 1988).

3.2.4 DDT

Evenals voor PCB's worden sterk verhoogde totaal-DDT-gehalten gevonden in aal uit het oostelijk Haringvliet, voornamelijk in de vorm van p,p'-DDE (figuur 5, tabel 3). Ook deze DDT-verhoging wordt evenals die van PCB's al waargenomen vanaf 1988.

Uit figuur 5 blijkt verder dat er betrekkelijk weinig verschil is tussen DDT-gehalten in aal uit de grote rivieren en in aal van andere locaties. Wel is ook het noorden van Nederland minder verontreinigd met DDT dan het zuiden. Reden voor dit beeld is de algemene toepassing van DDT als bestrijdingsmiddel in het verleden dat mogelijk in sterkere mate of langduriger gebruikt is in Zuid-Nederland.

De concept-norm van 1000 µg/kg wordt op geen enkele locatie overschreden. Noch voor aal, noch voor snoekbaars en witvis zal daarom DDT een belemmering voor de consumptie vormen.

3.3 Kwik

Kwikgehalten zijn gemeten in rode aal, voor de meeste monsters in drie lengteklassen: < 15 cm, 30-40 cm en > 40 cm en in één snoekbaarsmonster afkomstig uit het IJ. Tabel 4 laat zien dat voor rode aal in de > 40 cm groep consequent hogere kwikgehalten worden gevonden, hetgeen wijst op een toename van het kwikgehalte met de leeftijd.

Relatief hoge kwikgehalten zijn aangetroffen in rode aal uit het westelijk deel van het Rijnstroomgebied (Lek, Culemborg, Hollands Diep en Haringvliet). Ook in het Volkerak en het IJsselmeer zijn betrekkelijk hoge kwikgehalten gevonden (tabel 4, figuur 6). Al deze oppervlaktewateren staan direct onder invloed van de Rijn en hebben sterk met kwik verontreinigde waterbodems. Nalevering van (methyl)kwik uit het sediment is de belangrijkste oorzaak voor de verhoogde kwikgehalten in deze wateren (Pieters en Hagel, 1992). Aal uit het oostelijk Haringvliet heeft een erg hoog kwikgehalte. Deze hoge kwikgehalten werden aangetroffen sinds 1988 (figuur 8) en gaan dus gelijk op met de verhoogde PCB en p,p'-DDE gehalten. Een mogelijke oorzaak zou kunnen zijn de dumping van met deze stoffen verontreinigd sediment.

Duidelijk lagere kwikgehalten zijn gevonden in aal uit de Maas. De aal uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen bevatte slechts zeer weinig kwik: 0,06 mg/kg.

In alle aalmonsters blijft het kwikgehalte ruim onder de Warenwet-norm van 1 mg/kg.

Het kwikgehalte in snoekbaars uit het IJ blijft met 0.21 mg/kg eveneens ruim onder de Warenwet-norm. Omdat kwik, anders dan organochloorverbindingen, niet in het vet van de vis oplost, maar aan eiwit wordt gebonden, is een omrekening van kwikgehalten in aal naar andere vis niet eenvoudig te maken. Uit ervaring blijkt dat kwik-gehalten in snoekbaars in het algemeen wat hoger zijn dan die in aal. Ook is er een duidelijke toename van kwikgehalten met de leeftijd: hoe groter en ouder de snoekbaars, hoe hoger het kwikgehalte. Met name in de grote rivieren en ook in het IJsselmeer is overschrijding van de Warenwet-norm van 1 mg/kg daarom niet uit te sluiten.

4. Conclusies

De uitbreiding van het RIVO-DLO monitorprogramma voor verontreinigingen in rode aal tot een monitorprogramma ten behoeve van de Nederlandse sportvisserij heeft geen moeilijkheden opgeleverd voor de bemonstering. Alleen in het Kanaal van Gent naar Terneuzen verliep de bemonstering moeizaam, dit vermoedelijk ten gevolge van een slechte aalstand ter plaatse. De bemonstering van snoekbaars, uit te voeren door sportvisserij organisaties, was daarentegen weinig succesvol. Uiteindelijk is slechts één monster snoekbaars aangeleverd.

De resultaten van het monitorprogramma ten behoeve van de Nederlandse sportvisserij in 1992 laten zien dat de grootste problemen voor consumptie van vis door sport vissers in Nederland worden veroorzaakt door PCB's. Op meerdere locaties, voornamelijk in de grote rivieren, zijn overschrijdingen van de Warenwet-normen geconstateerd. Wanneer de PCB-gehalten worden uitgedrukt als dioxine-equivalenten en vergeleken worden met de Canadese dioxine-norm van 20 ng/kg zijn de overschrijdingen nog sterker en veelvuldiger. Afhankelijk van resultaten van verder toxicologisch onderzoek is het niet denkbeeldig de Warenwet-norm voor PCB's in het licht van deze dioxine problematiek enige aanscherping behoeft. Er zullen dan op meerdere locaties consumptie-restricties voor rode aal ontstaan.

Zeer hoge PCB-gehalten zijn aangetroffen in aal uit het kanaal van Gent naar Terneuzen en het oostelijk Haringvliet. De langzame daling van het PCB-gehalte in aal uit de Rijn en de Maas is op sommige plaatsen (Rijn, Lobith, Maas, Keizersveer) weer omgezet in een stijging zodat de PCB-niveaus op deze plaatsen weer bijna het niveau van eind zeventiger jaren heeft bereikt. In aal uit noord-Nederland en Noord-Holland zijn betrekkelijk lage PCB-gehalten aangetroffen.

Voor de organochloor-pesticiden zijn in aal slechts incidenteel overschrijdingen van concept-normen aangetroffen: voor HCB op drie locaties in de grote rivieren en voor HCH's in het Twentekanaal bij Hengelo. Voor dieldrin en DDT zijn in het geheel geen overschrijdingen geconstateerd. De hoogste gehalten aan DDT en γ -HCH worden over het algemeen aangetroffen in aal uit het zuiden van Nederland, terwijl in aal uit het noorden van het land lagere gehalten van deze stoffen werden gevonden.

Op basis van vergelijking van vetgehalten kunnen PCB en organochloor-pesticiden gehalten in aal omgerekend worden naar snoekbaars en andere witvis. Globaal genomen betekent dit dat de gehalten aan PCB's en organochloor-pesticiden voor snoekbaars en andere witvis ongeveer 7% van die in aal bedragen. De toleranties of concept-toleranties liggen over het algemeen voor witvis op 20% of meer van die in aal. Dit betekent dat, waar de normen in rode aal niet of alleen in geringe mate worden overschreden, voor de consumptie van witvis vrijwel geen restricties zijn te verwachten als gevolg van de aanwezigheid van PCB's en organochloorpesticiden.

Voor kwik werden geen normoverschrijdingen in aal aangetroffen. De hoogste kwikgehalten werden gevonden in aal uit het westelijke deel van het Rijnstroomgebied en het IJsselmeer voornamelijk als gevolg van nalevering uit sterk met kwik verontreinigde waterbodems. Kwikgehalten in aal uit de Maas waren duidelijk lager dan die in aal uit de Rijn. Het kwikgehalte in snoekbaars uit het IJ lag op ongeveer één vijfde van de Warenwet-norm van 1 mg/kg.

Het is niet uitgesloten dat in grotere snoekbaars uit de grote rivieren en het IJsselmeer de Warenwet-norm in een aantal gevallen wel wordt overschreden.

Literatuur

- Boer, J. de (1988). Chlorobiphenyls in bound and non-bound lipids of fishes; comparison of different extraction methods. *Chemosphere* **17**, 1803-1810.
- Boer, J. de (1988). Onderzoek naar HCH's en andere organochloorverbindingen in aal en voorn uit het Twentekanaal. RIVO-rapport MO 88-01.
- Boer, J. de en P. Hagel (1993). Spatial differences and temporal trends of chlorobiphenyls in yellow eel (*Anguilla anguilla*) from inland waters of the Netherlands. *Sci. Total Environ.*, in druk.
- Boer, J. de, C.J.N. Stronck, W.A. Traag and J. van der Meer (1993). Non-ortho and mono-ortho substituted chlorobiphenyls and chlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in marine and freshwater fish and shellfish from the Netherlands. *Chemosphere*, in druk.
- Bremmer, A. (1992). HCH's en andere gechloteerde koolwaterstoffen in paling uit het Twentekanaal. Inspectie Gezondheidsbescherming, Enschede.
- Hagel, P. (1992). Naar een kwaliteitsmonitoring-programma voor sportvis: aal in de grote rivieren 1986-1990. RIVO-rapport MO 91-02.
- Kerkhoff, M.A.T., P.F. Otte, A. de Vries en J. de Boer (1984). Drins in vis uit de Hollandse IJssel. RIVO-rapport CA 84-03.
- Kerkhoff, M.A.T., J. de Boer, A. de Vries, P.F. Otte, D. Warnaar en P. Masereeuw (1986-1). De PCB-verontreiniging van rode aal: trends in chloorbifenyl gehalten. RIVO-rapport MO 86-01, Umuïden.
- Kerkhoff, M.A.T., J. de Boer, A. de Vries en P.F. Otte (1986-2). Negen jaren van organochloor-pesticiden onderzoek in rode aal. RIVO-rapport MO 86-02, Umuïden.
- Koeman, J.H. (1971). Het voorkomen en de toxicologische betekenis van enkele chloorkoolwaterstoffen aan de Nederlandse kust in de periode van 1965 tot 1970. Proefschrift, Rijks Universiteit van Utrecht.
- LAC (1989). Jaarverslag Landbouw Advies Commissie (LAC) "Milieukritische stoffen", 1988. Ministerie van Landbouw en Visserij.
- Pieters, H. en C.K.P. Taai (1991). Het voorkomen van milieukritische stoffen in predatorvissen, prooivissen, driehoeksmosselen, zoöplankton en bodemdieren afkomstig uit het Nederlandse deel van het Rijnstroomgebied. RIVO-rapport MO 91-205, Umuïden.
- Pieters, H en P. Hagel (1992). Biomonitoring of mercury in European eel (*Anguilla anguilla*) in the Netherlands, compared with pike-perch (*Stizostedion lucioperca*): statistical analysis. In: Heavy metals in the Environment II, J.P. Vernet (ed.), Elsevier, Amsterdam.
- RIVO (1988). Jaarverslag 1987.
- RIVO (1992). Jaarverslag 1991.
- RIVO (1993). Jaarverslag 1992, in druk.
- Safe, S. (1992). Development, validation and limitation of toxic equivalency factors. *Chemosphere* **25**, 61-64.
- Staatscourant (1984) **239** (6 December) Regeling normen PCB's (Warenwet).
- Wester, P.G. en F. van der Valk (1990). Tetrachlorobenzyltoluenes in eel from the Netherlands. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **45**, 69-73.

Tabel 1a: Monstergegevens rode aal (PCB onderzoek).

Lokatie nr.	Lokatie	Datum	Aantal vissen	Lengte (cm) gem.-min.-max.	Gewicht (g) gem.-min.-max.
322	Aarkanaal, Ter Aar	29-05-'92	30	35-30-41	94-51-164
33E	Amsterdam-Rijnkanaal, Diemen	24-04-'92	43	32-28-39	67-34-117
323	Geul, Meersen	22-05-'92	32	33-28-42	67-36-152
9A	Haringvliet-oost	11-05-'92	50	34-30-40	91-52-146
9B	Haringvliet-west	08-05-'92	26	32-28-38	67-37-122
8	Hollands Diep	04-'92	50	33-29-39	67-38-110
33B	IJ, Amsterdam	09-05-'92	30	39-32-44	127-72-194
11	IJssel, Deventer	23-04-'92	50	36-30-41	83-51-119
3	IJsselmeer, Medemblik	14-05-'92	50	33-29-38	65-40-111
337	Kanaal Gent-Terneuzen, Sas van Gent	28-10-'92	1	52	243
4	Ketelmeer	06-05-'92	50	34-31-40	79-48-139
1	Lauwersmeer	08-'92	50	31-27-37	70-41-118
13	Lek, Culemborg	27-04-'92	50	36-30-42	85-46-141
16	Maas, Eijsden	21-05-'92	50	36-29-43	105-43-188
162	Maas, Keizersveer	21-04-'92	40	34-29-39	73-47-125
15B	Maas-Waal kanaal, Malden	21-10-'92	25	39-35-44	116-88-162
72	Nieuwe Merwede	22-04-'92	50	33-29-39	75-41-107
324	Noordhollands kanaal, Akersloot	19-05-'92	45	36-30-43	92-48-164
356	Noordzeekanaal, Kruithaven	07-'92	30	36-31-43	79-59-140
35	Noordzeekanaal, Velsen	25-09-'92	22	38-30-53	110-50-315
321	Prinses Margrietkanaal, Suawoude	17-06-'92	42	33-28-41	79-40-154
12	Rijn, Lobith	28-04-'92	43	39-32-42	105-54-139
40	Roer, Vlodrop	20-05-'92	50	40-31-49	127-59-221
325	Tongelreep, Bruggerhuizen	16-06-'92	41	36-29-43	95-47-164
67	Twentekanaal, Hengelo	07-05-'92	50	43-37-51	159-100-219
341	Vecht, Ommen	18-05-'92	50	33-28-37	80-41-116
66	Volkerak	05-'92	25	34-24-41	78-42-148
14	Waal, Tiel	14-04-'92	50	34-30-39	76-51-111
57	Waddenzee-west	06-'92	40	36-30-41	77-36-113
64B	Westerschelde, Hansweert	09-'92	36	37-30-45	110-50-192
71	Zoommeer	05-'92	25	35-29-41	71-39-107
78C	Zuid-Willemsvaart, Weert	26-05-'92	6	35-30-39	75-36-113
93	Zuidlaardermeer	06-'92	17	35-32-38	95-58-145

Tabel 1b: Monstergegevens rode aal (kwik onderzoek).

Lengteklasse:		< 30 cm				> 40 cm		
Lokatie nr.	Lokatie	Datum	Aantal vissen	Gem. lengte (cm)	Gem. gewicht (g)	Aantal vissen	Gem. lengte (cm)	Gem. gewicht (g)
33E	Amsterdam-Rijnkanaal, Diemen	24-04-'92	15	23	24	10	58	415
9A	Haringvliet-oost	11-05-'92	15	24	26	15	52	305
9B	Haringvliet-west	08-05-'92	15	23	22			
8	Hollands Diep	04-'92	15	24	20	7	46	198
11	IJssel, Deventer	23-04-'92	15	26	31	15	49	222
3	IJsselmeer, Medemblik	14-05-'92	15	26	29	14	46	204
4	Ketelmeer	06-05-'92	15	27	34	15	49	278
13	Lek, Culemborg	27-04-'92	15	26	27	15	56	355
16	Maas, Eijsden	21-05-'92	15	24	27	15	52	329
162	Maas, Keizersveer	21-04-'92	15	27	36	13	46	192
82	Markermeer	06-05-'92	15	26	26	14	57	272
72	Nieuwe Merwede	22-04-'92	15	24	23	6	56	363
324	Noordhollands kanaal, Akersloot	19-05-'92	15	25	27	14	51	269
12	Rijn, Lobith	28-04-'92	15	28	38	15	52	275
67	Twentekanaal, Hengelo	07-05-'92	15	30	52	15	58	415
341	Vecht, Ommen	18-05-'92	15	24	25	8	53	305
14	Waal, Tiel	14-04-'92	15	27	36	11	47	501
57	Waddenzee-west	06-'92	11	27	32	14	44	140
78C	Zuid-Willemsvaart, Weert	06-'92	15	25	30	14	51	265
93	Zuidlaardermeer	26-05-'92				8	47	202

Voor gegevens 30-40 cm groep: zie tabel 1a

Table 1c: Monstergegevens snoekbaars (kwikonderzoek)

Lokatie nr.	Lokatie	Datum	Aantal vissen	Lengte (cm)			Gewicht (g)		
				gem.	min.	max.	gem.	min.	max.
33B	IJ, Amsterdam	-06-'92	18	48	44	52	1049	765	1246

Tabel 2: PCB-gehalten in rode aal, uitgedrukt in µg/kg op produktbasis (normoverschrijdingen zijn onderstreept)

PCB no.	28	52	101	105	118	138	153	156	180	vetgehalte (g/kg)
Toleranties	500	200	400		400	500	500		600	
Aarkanaal, Ter Aar	9.3	43	47	12	64	94	160	6.8	49	152
Amsterdam-Rijnkanaal, Diemen	n.b.	24	32	12	54	100	150	7.6	47	66
Geul, Meersen	<1	10	18	14	30	82	120	6.7	69	114
Haringvliet-oost	4.9	61	110	47	220	<u>520</u>	<u>960</u>	39	350	118
Haringvliet-west	5.4	50	80	38	180	350	<u>690</u>	25	240	113
Hollands Diep	6.0	90	150	29	160	320	<u>600</u>	23	200	151
IJ, Amsterdam	n.b.	57	51	23	81	120	<u>180</u>	10	51	123
IJssel, Deventer	8.1	120	130	37	130	280	410	24	140	204
IJsselmeer, Medemblik	4.5	18	38	11	43	80	130	5.7	41	267
Kanaal Gent-Terneuzen, Sas van Gent	11	<u>350</u>	<u>780</u>	110	390	<u>1600</u>	<u>2100</u>	110	<u>1100</u>	203
Ketelmeer	6.1	51	66	20	98	170	250	13	69	192
Lauwersmeer	0.47	2.2	4.8	1.5	5.7	14	19	1.2	8.6	138
Lek, Culemborg	7.4	100	120	23	130	210	370	17	140	157
Maas, Eijsden	2.5	59	100	22	79	260	420	16	210	140
Maas, Keizersveer	2.1	110	170	51	210	<u>520</u>	<u>970</u>	33	420	170
Maas-Waal kanaal, Malden	12	140	180	55	160	390	<u>530</u>	26	210	262
Nieuwe Merwede	8.4	160	220	35	200	430	<u>740</u>	29	230	172
Noordhollands kanaal, Akersloot	n.b.	8.4	4.0	3.9	14	15	23	1.2	7.8	93
Noordzeekanaal, Kruithaven	n.b.	15	10	8.4	33	52	82	4.1	24	73
Noordzeekanaal, Velsen	4.0	9.7	11	6.5	26	51	77	3.7	22	113
Prinses Margrietkanaal, Suauwoude	0.38	2.0	4.8	1.5	5.0	14	22	0.85	6.6	178
Rijn, Lobith	8.7	140	150	37	160	330	<u>510</u>	23	190	110
Roer, Vlodrop	18	<u>260</u>	130	130	210	280	330	20	120	192
Tongelreep, Bruggerhuizen	1.6	6.8	10	3.8	14	23	33	2.3	9.6	224
Twentekanaal, Hengelo	3.0	22	26	13	38	68	90	6.1	27	142
Vecht, Ommen	2.3	21	20	8.1	27	55	75	5.1	24	173
Volkerak	1.9	14	29	9.3	44	89	160	6.9	51	146
Waal, Tiel	n.b.	140	170	35	150	300	450	23	160	209
Waddenzee-west	2.4	11	19	8.2	32	62	94	4.2	30	156
Westerschelde, Hansweert	3.0	34	59	16	56	110	180	9.2	51	114
Zoommeer	0.81	7.2	6.8	4.4	20	89	86	6.9	51	83
Zuidlaardermeer	n.b.	3.3	7.1	2.8	11	29	38	2.1	20	214
Zuid Willemsvaart, Weert	6.6	59	58	20	61	170	250	13	140	84

n.b.: niet bepaald

17

Tabel 3: Organochloor pesticidengehalten in rode aal, uitgedrukt in µg/kg op produktbasis (overschrijdingen van concept-normen zijn onderstreept).

Pesticiden	α-HCH		β-HCH	γ-HCH	HCBd	HCB	OCS	dieldrin	p,p'-DDE	p,p'-DDD	p,p'-DDT	Σp,p'-DDT	vet gehalte (g/kg)
	50	50	50	200	100	100	100	100	100	100	1.000	1.000	
Concept-toleranties													
Aarkanaal, Ter Aar	2.5	<6	54	8.7	9.2	8.7	66	58	37	<2	96	152	
Amsterdam-Rijnkanaal, Diemen	1.2	n.b.	14	<0.9	1.1	5.9	5.5	61	26	n.b.	n.b.	66	
Geul, Meersen	0.86	2.3	110	0.44	6.6	1.3	20	100	37	35	172	114	
Haringvliet-oost	3.2	3.1	54	n.b.	26	22	16	200	64	5.8	270	118	
Haringvliet-west	4.0	6.6	43	1.3	25	22	24	120	43	14	177	113	
Hollands Diep	4.0	12	35	30	92	42	25	110	45	5.3	160	151	
IJ, Amsterdam	4.9	n.b.	44	2.8	21	6.9	12	83	130	n.b.	n.b.	123	
IJssel, Deventer	5.0	15	33	110	190	50	23	98	39	23	160	204	
IJsselmeer, Medemblik	7.1	14	54	<0.3	7.0	6.5	27	34	22	3.2	59	267	
Kanaal Gent-Terneuzen, Sas van Gent	2.7	12	75	n.b.	9.3	8.0	n.b.	140	27	7	174	203	
Ketelmeer	3.8	12	33	4.7	35	16	28	71	25	4.8	101	192	
Lauwersmeer	1.7	<2	5.5	<0.1	1.8	0.25	n.b.	14	8.7	<0.4	23	138	
Lek, Culemborg	4.9	9.9	30	n.b.	94	33	20	73	35	7.1	115	157	
Maas, Eijsden	3.2	0.74	150	13	33	8.8	18	48	17	17	82	140	
Maas, Keizersveer	7.5	1.9	86	5.7	77	32	28	120	61	12	193	170	
Maas-Waal kanaal, Malden	4.0	7.7	76	5.7	100	22	n.b.	78	38	7.2	123	262	
Nieuwe Merwede	0.93	10	28	46	140	51	n.b.	110	42	n.b.	n.b.	172	
Noordhollands kanaal, Akersloot	2.0	n.b.	33	<0.2	4.4	0.51	3.3	25	22	n.b.	n.b.	93	
Noordzeekanaal, Kruithaven	8.7	n.b.	13	<0.7	3.8	1.8	6.9	38	37	n.b.	n.b.	73	
Noordzeekanaal, Velsen	1.4	2.5	6.9	0.68	3.0	1.3	n.b.	19	16	<1	36	113	
Prinses Margrietkanaal, Suawoude	3.7	3.2	22	<0.2	1.2	0.25	n.b.	9.1	9.3	1.2	20	178	
Rijn, Lobith	1.3	6.3	18	37	82	41	n.b.	120	60	3	183	110	
Roer, Vlodrop	2.8	2.7	110	n.b.	13	11	18	73	23	34	130	192	
Tongelreep, Bruggerhuizen	7.1	3.7	97	0.46	12	0.74	32	59	19	3.6	82	224	
Twentekanaal, Hengelo	1.10	120	100	1.4	11	1.1	12	76	10	<1	87	142	
Vecht, Ommen	1.3	2.2	46	0.60	8.1	1.4	15	51	21	9.5	82	173	
Volkerak	3.8	12	51	<0.5	6.5	5.3	28	48	19	3.4	70	146	
Waal, Tiel	1.5	14	31	130	180	48	n.b.	100	40	<1	141	209	
Waddenzee-west	3.9	3.2	31	n.b.	24	4.4	15	27	26	2.7	56	156	
Westerschelde, Hansweert	1.2	3.8	18	<0.6	3.8	2.0	n.b.	43	25	0.97	69	114	
Zoommeer	2.2	5.2	36	<0.4	2.9	1.5	24	29	16	3.8	49	83	
Zuidlaardermeer	2.3	n.b.	13	<0.4	4.1	0.74	5.5	51	16	n.b.	n.b.	214	
Zuid Willemsvaart, Weert	0.80	1.6	76	32	18	7.5	12	46	19	3	68	84	

n.b. : niet bepaald

Tabel 4a: Kwikgehalten in rode aal, uitgedrukt in mg/kg op produktbasis

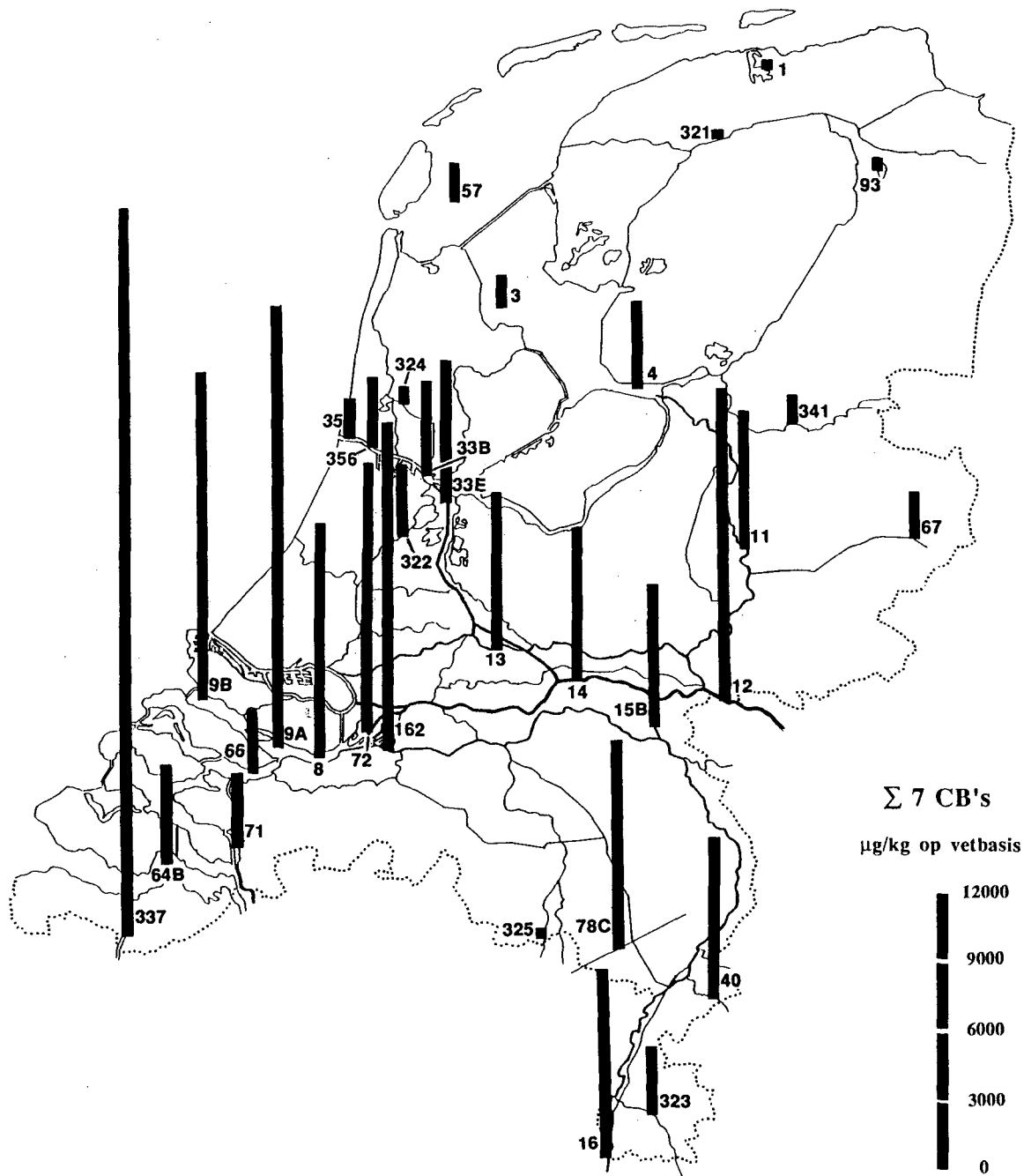
Lengteklasse	< 30 cm.	30-40 cm.	> 40 cm.
Lokatie:			
Aarkanaal, Ter Aar		0.08	
Amsterdam-Rijnkanaal, Diemen	0.18	0.18	0.37
Haringvliet-oost	0.73	0.83	0.80
Haringvliet-west	0.26	0.32	
Hollands Diep	0.37	0.29	0.48
IJssel, Deventer	0.22	0.24	0.38
IJsselmeer, Medemblik	0.22	0.27	0.41
Kanaal Gent-Terneuzen, Sas van Gent			0.06
Ketelmeer	0.20	0.19	0.25
Lauwersmeer		0.05	
Lek, Culemborg	0.39	0.44	0.80
Maas, Eijsden	0.15	0.09	0.10
Maas, Keizersveer	0.14	0.13	0.20
Maas-Waal kanaal, Malden		0.14	
Markermeer	0.13	0.15	0.33
Nieuwe Merwede	0.31	0.35	0.52
Noordhollands kanaal, Akersloot	0.10	0.10	0.20
Noordzeekanaal, Kruithaven		0.11	
Noordzeekanaal, Velsen		0.14	
Prinses Margrietkanaal, Suawoude		0.05	
Rijn, Lobith	0.20	0.21	0.21
Roer, Vlodrop		0.10	
Twentekanaal, Hengelo	0.24	0.20	0.35
Vecht, Ommen	0.18	0.11	0.23
Volkerak		0.24	
Waal, Tiel	0.25	0.25	0.31
Waddenzee-west	0.18	0.22	0.36
Zuid Willemsvaart, Weert		0.15	0.18
Zuidlaardermeer	0.10	0.14	0.21

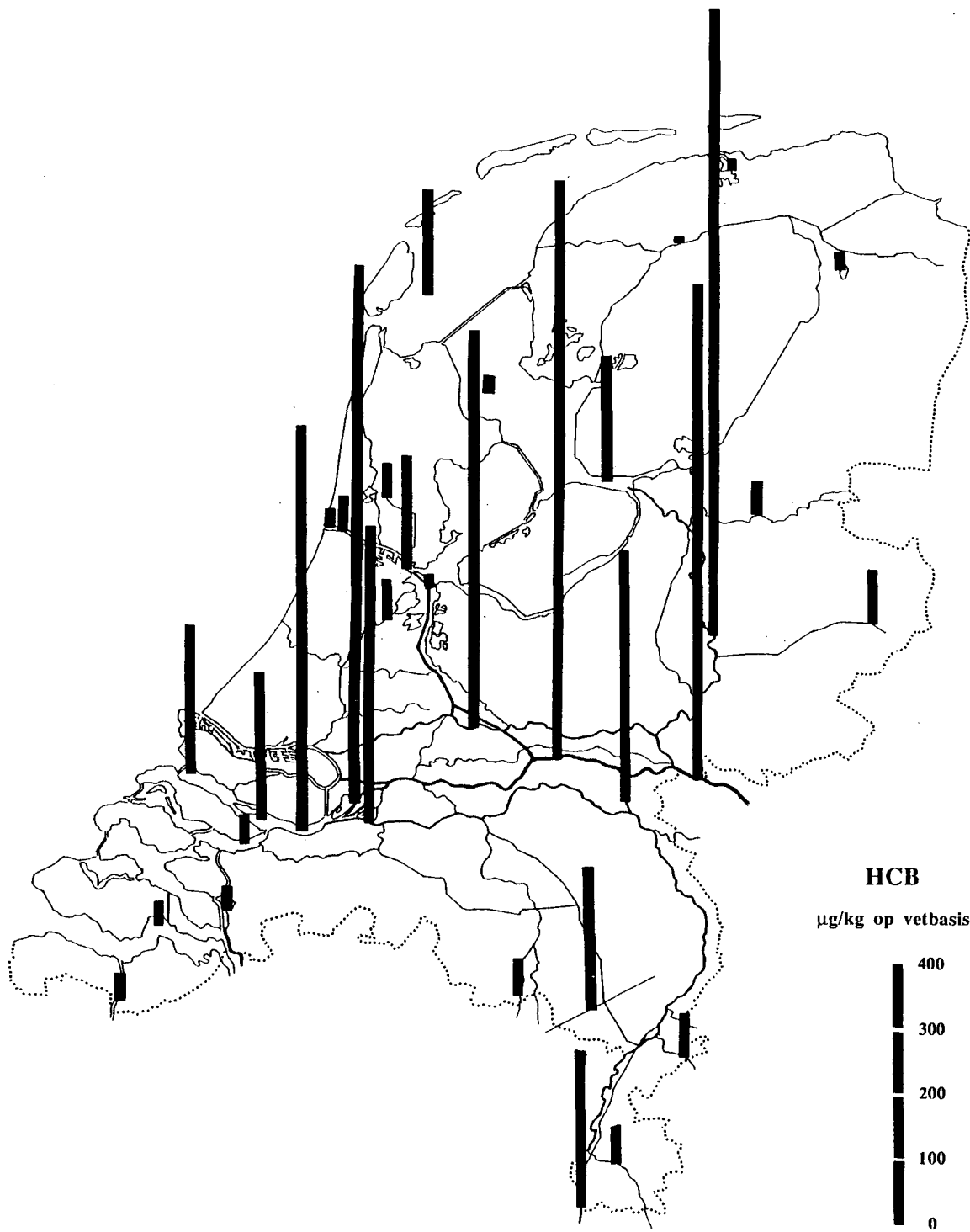
Tabel 4b: Kwikgehalte in snoekbaars, uitgedrukt in mg/kg op produktbasis

Lokatie	Hg
IJ, Amsterdam	0.21

Tabel 5: PCB-gehalten in rode aal uitgedrukt in dioxine-equivalenten (overschrijdingen van Canadese dioxine norm (20 ng/kg) zijn onderstreept).

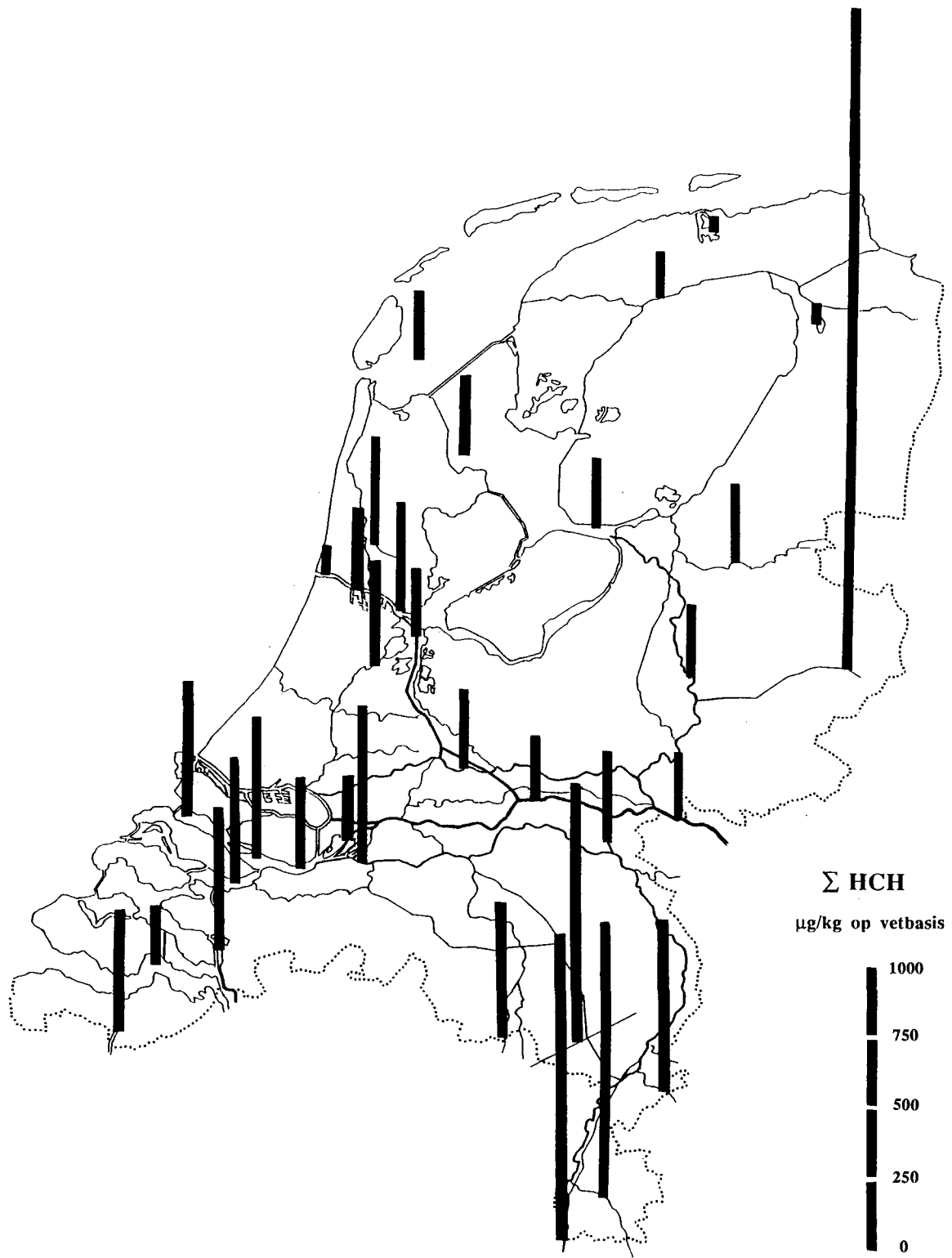
	CB-TEQ (ng/kg)
Aarkanaal, Ter Aar	12
Amsterdam Rijnkanaal, Diemen	12
Geul, Meersen	9,5
Haringvliet-oost	<u>72</u>
Haringvliet-west	<u>52</u>
Hollands Diep	<u>45</u>
IJ, Amsterdam	<u>14</u>
IJssel, Deventer	<u>31</u>
IJsselmeer, Medemblik	10
Kanaal Gent-Terneuzen, Sas van Gent	<u>160</u>
Ketelmeer	19
Lauwersmeer	2
Lek, Culemborg	<u>28</u>
Maas, Eijsden	<u>32</u>
Maas, Keizersveer	<u>72</u>
Maas-Waal kanaal, Malden	<u>40</u>
Nieuwe Merwede	<u>55</u>
Noordhollands kanaal, Akersloot	2.3
Noordzeekanaal, Kruithaven	6.7
Noordzeekanaal, Velsen	6.3
Rijn, Lobith	<u>38</u>
Roer, Vlodrop	<u>25</u>
Tongelreep, Bruggerhuizen	3.1
Twentekanaal, Hengelo	7.3
Vecht, Ommen	6.2
Volkerak	12
Waal, Tiel	<u>34</u>
Waddenzee-west	7.6
Westerschelde, Hansweert	14
Zoommeer	7
Zuidlaardermeer	3.4
Zuid Willemsvaart, Weert	19





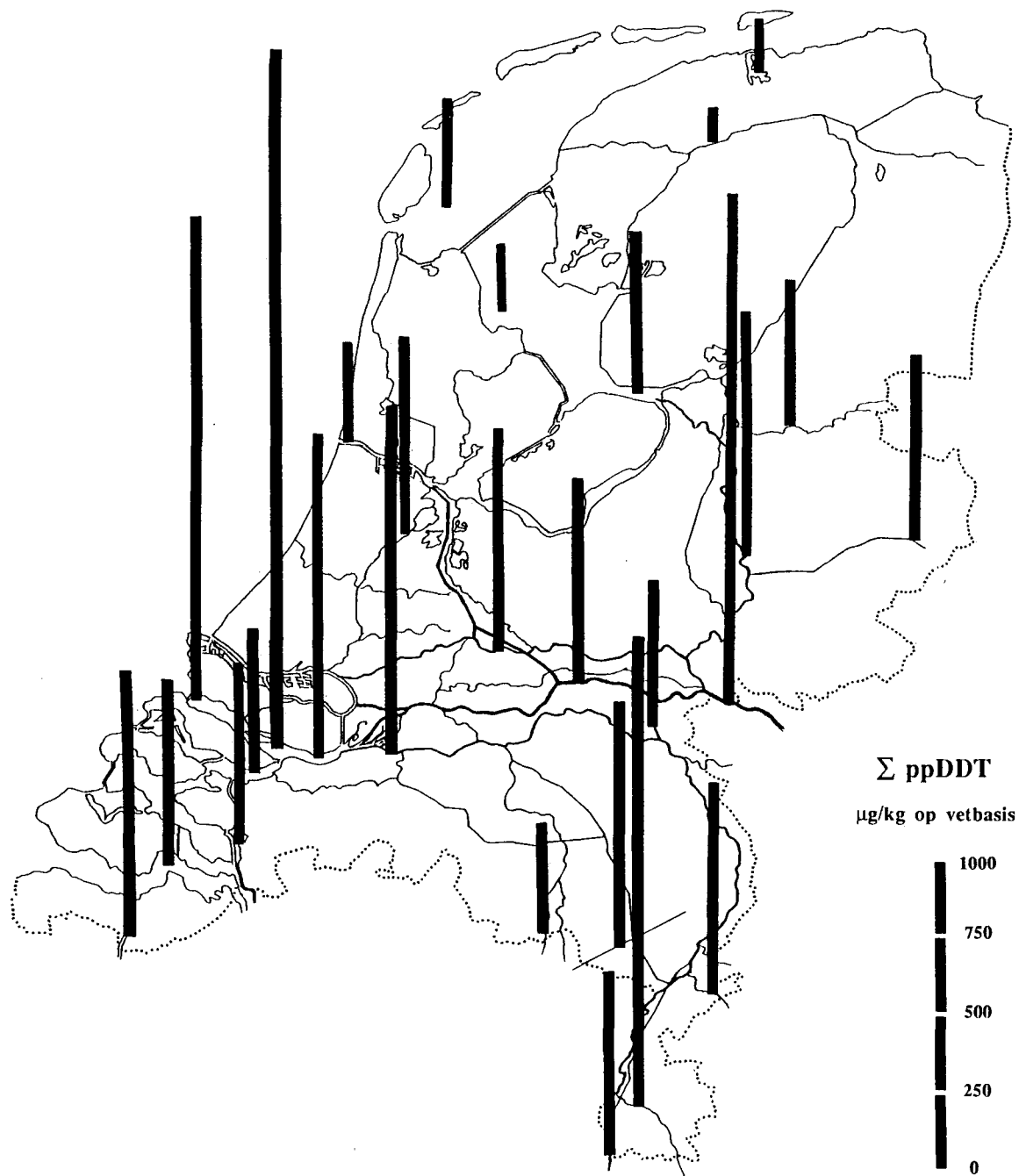
Figuur 2. HCB-gehalten in rode aal, in µg/kg op vetbasis

28
~~4~~



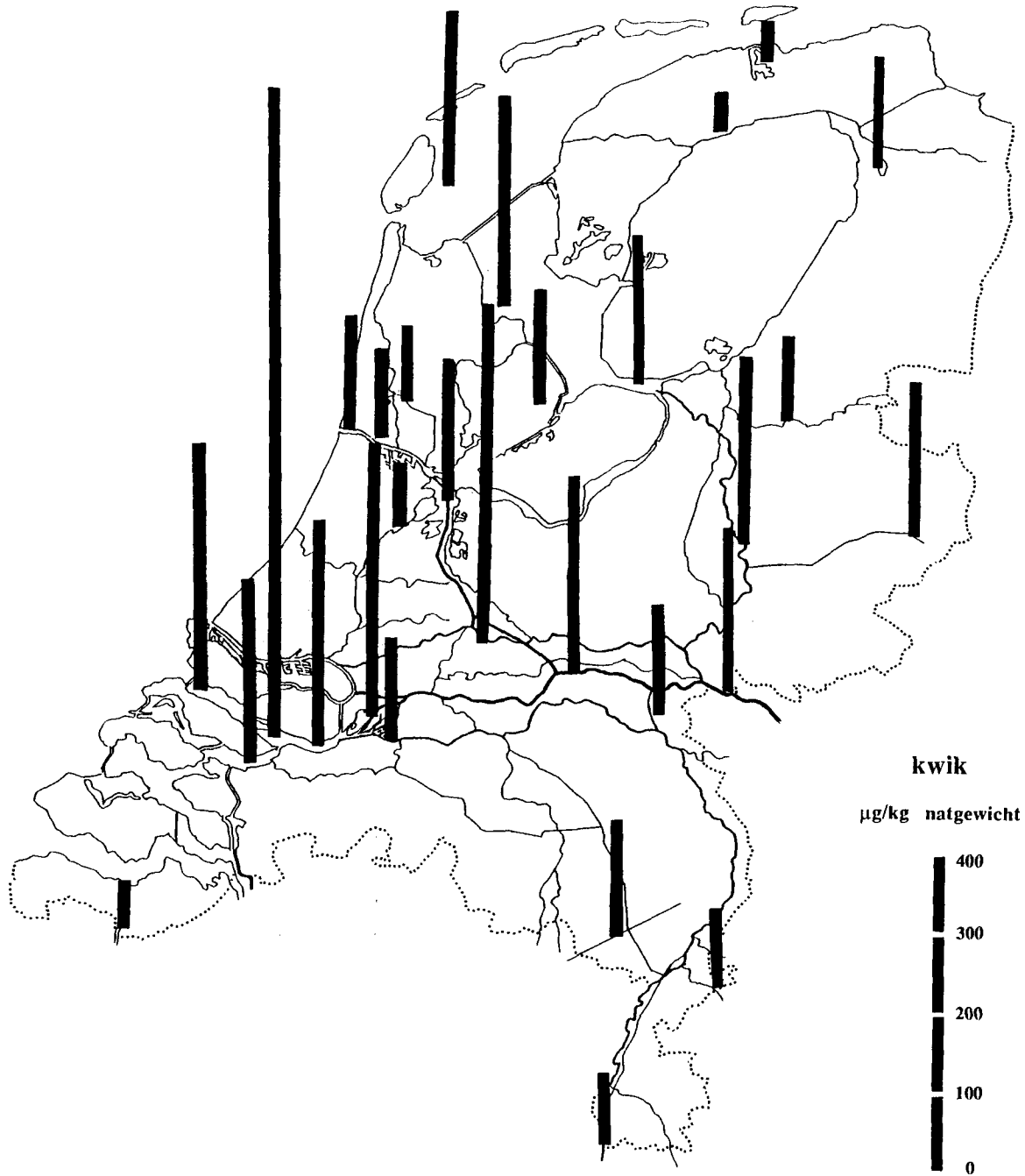
Figuur 3. Gehalten van α -, β - en γ -HCH (Σ HCH's) in rode aal, in $\mu\text{g}/\text{kg}$ op vetbasis

2. J



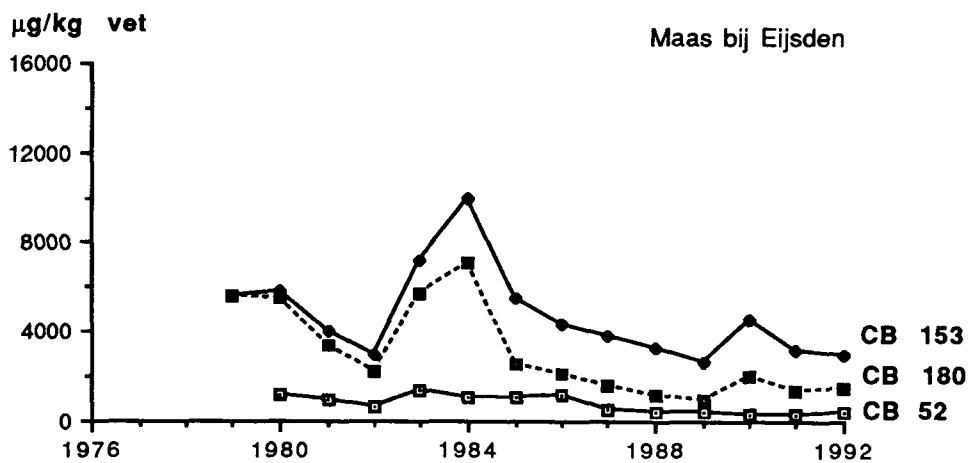
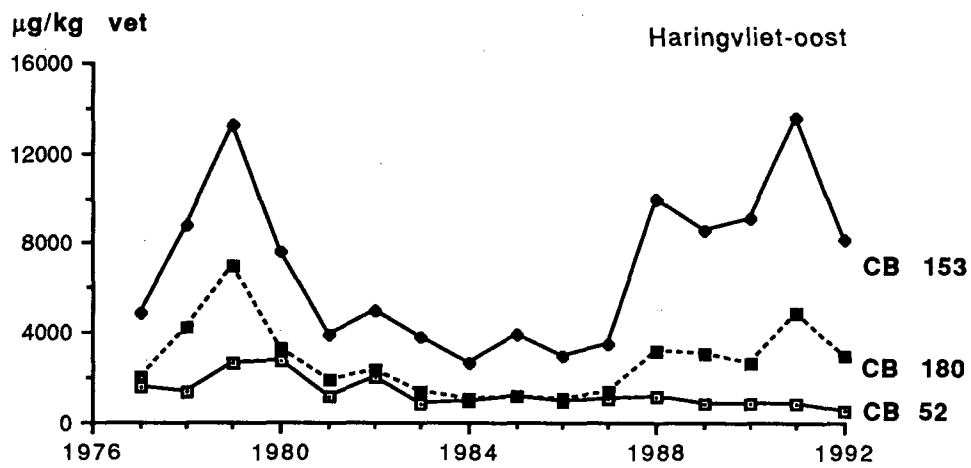
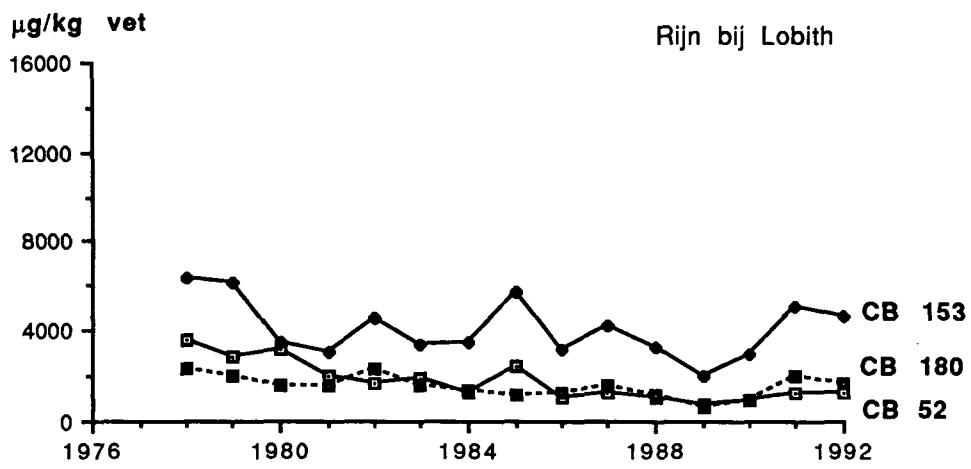
Figuur 5. Gehalten van p,p'-DDE, p,p'-DDD en p,p'-DDT (Σ p,p'-DDT) in rode aal, in $\mu\text{g}/\text{kg}$ op vetbasis.

3



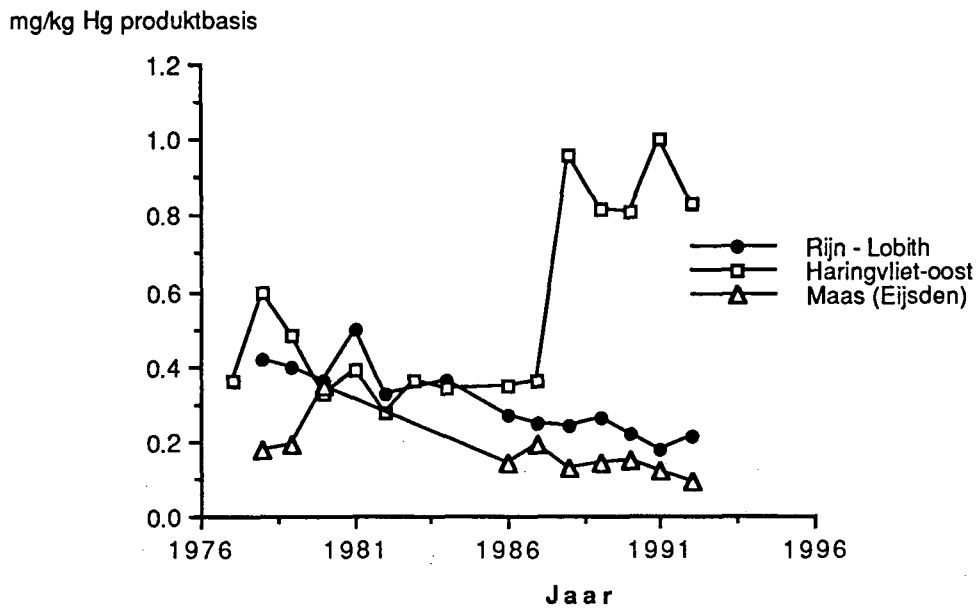
Figuur 6. Kwikgehalten in rode aal (30-40 cm) in µg/kg op produktbasis.

65



Figuur 7. Trends van de PCB's 52, 153 en 180 in rode aal uit de Rijn bij Lobith, het oostelijk Haringvliet en de Maas bij Eijsden, in $\mu\text{g/kg}$ op vetbasis.

4



Figuur 8. Trends van het kwikgehalte in rode aal uit de Rijn bij Lobith, het oostelijk Haringvliet en de Maas bij Eijsden in $\mu\text{g}/\text{kg}$ op produktbasis.

39
~~40~~

