



Dienst Getijdewateren
Directie Zeeland

Ontwikkeling in de belasting en de waterkwaliteit van het Schelde-estuarium in de periode 1980 - 1991

DGW-92.042

F.O.B. Lefèvre

Inhoudsopgave

Referaat 7

1. **Samenvatting, Conclusies en Aanbevelingen 9**
 - 1.1 Samenvatting 9
 - 1.2 Conclusies 10
 - 1.3 Aanbevelingen 19
2. **Inleiding 21**
 - 2.1 Het project SCHOON 21
 - 2.2 Doel van het rapport 23
 - 2.3 Opzet van het rapport 24
 - 2.4 Verantwoording 25
3. **Werkwijze 27**
 - 3.1 Modelmatige aanpak 27
 - 3.2 Selectie van de stoffen 28
 - 3.3 De gebruikte dataset 29
4. **Typering Schelde en Schelde-estuarium 31**
 - 4.1 Het stroomgebied van de Schelde 31
 - 4.2 De functie van het Schelde-estuarium 33
 - 4.3 De waterhuishouding 34
 - 4.4 De zoetwaterbelasting 35
5. **Presentatievormen 39**
 - 5.1 De gepresenteerde periodes 39
 - 5.2 De gehanteerde lozingscategorieën 39
 - 5.3 Grens- en streefwaarden betreffende water en bodem 40
 - 5.4 Het inwoner-equivalent (i.e.) 41
 - 5.5 Het gebruik van een Geografisch Informatie Systeem (GIS) 42
 - 5.6 Toelichting op de kaarten en de tabel van de belasting 43
6. **Resultaten 47**
 - 6.1 Biochemisch zuurstofverbruik, BZV5 47
 - 6.2 Chemisch zuurstofverbruik, CZV 49
 - 6.3 Zwevend stof, ZS 51
 - 6.4 Totaal stikstof, N 52
 - 6.5 Kjeldahlstikstof, Kj-N 54
 - 6.6 Ammoniumstikstof, NH₄-N 55
 - 6.7 Nitraat- plus nitrietstikstof, NO₃NO₂-N 57
 - 6.8 Totaal fosfor, P 59
 - 6.9 Orthofosfaat fosfor, PO₄-P 61
 - 6.10 Opgelost reactief silicaat (H₄SiO₄), SILI 62
 - 6.11 Cadmium totaal, Cd 64

- 6.12 Chroom totaal, Cr 65
 - 6.13 Koper totaal, Cu 67
 - 6.14 Zink totaal, Zn 69
 - 6.15 Benzo(a)pyreen, BaP 71
 - 6.16 Fluorantheen, Fla 72
 - 6.17 2,5,2',5'-tetrachloorbifenyyl, PCB52 74
 - 6.18 2,4,5,2',4',5'-hexachloorbifenyyl, PCB153 75
 - 6.19 Gamma-hexachloorcyclohexaan (lindaan), c-HCH 76
7. **Toetsing aan normen 79**
8. **Referenties 83**

Lijst van bijlagen

- Bijlage 1. De gebruikte gegevens en de nauwkeurigheid 85
- Bijlage 2. Gebiedsbeschrijving van de Schelde en van het Schelde-estuarium 88

Lijst van kaarten

- Kaart 1. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: BZV5
- Kaart 2. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: BZV5
- Kaart 3. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: CZV
- Kaart 4. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: ZS
- Kaart 5. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: ZS
- Kaart 6. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: N
- Kaart 7. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: N
- Kaart 8. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Kj-N
- Kaart 9. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Kj-N
- Kaart 10. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: NH4-N
- Kaart 11. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: NH4-N
- Kaart 12. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: NO3NO2-N
- Kaart 13. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: NO3NO2N
- Kaart 14. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: P
- Kaart 15. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: P
- Kaart 16. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: PO4-P

- Kaart 17. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: PO₄-P
- Kaart 18. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: SILI
- Kaart 19. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: SILI
- Kaart 20. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Cd
- Kaart 21. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Cd
- Kaart 22. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Cr
- Kaart 23. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Cr
- Kaart 24. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Cu
- Kaart 25. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Cu
- Kaart 26. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Zn
- Kaart 27. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Zn
- Kaart 28. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: BaP
- Kaart 29. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: BaP
- Kaart 30. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Fla
- Kaart 31. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: Fla
- Kaart 32. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: PCB52
- Kaart 33. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: PCB52
- Kaart 34. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: PCB153
- Kaart 35. Verandering van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: PCB153
- Kaart 36. Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium: c-HCH

Lijst van figuren

- Figuur 1.* De ligging van het Schelde-estuarium 21
- Figuur 2.* Het gemodelleerde gebied van het Schelde-estuarium 22
- Figuur 3.* Het afwateringsgebied van de Schelde en haar zijrivieren 32
- Figuur 4.* De zoetwaterbelasting op het Schelde-estuarium in 1980-1991 36
- Figuur 5.* De afvoer van de Schelde bij Schelle in 1950-1991 36
- Figuur 6.* Overzicht bronnen van zijdelingse belasting op het Schelde-estuarium in 1991 40
- Figuur 7.* Toetsing waterkwaliteit aan grens- en streefwaarden betreffende water en bodem 81

Lijst van tabellen

Tabel 1.	Het procentuele aandeel in de totale belasting (exclusief organische microverontreinigingen) 18
Tabel 2.	De procentuele verandering in de omvang van de belasting (exclusief organische microverontreinigingen) 18
Tabel 3.	Overzicht van de procentuele en absolute zoetwaterbelasting in 1991 37
Tabel 4.	Overzicht van de procentuele en absolute belasting in 1991, uitgedrukt in i.e.'s volgens de Belgische normering 42
Tabel 5.	Overzicht van de procentuele en absolute belasting in 1991, uitgedrukt in i.e.'s volgens de Nederlandse normering 42
Tabel 6.	Biochemisch zuurstofverbruik, BZV5 49
Tabel 7.	Chemisch zuurstofverbruik, CZV 50
Tabel 8.	Zwevend stof, ZS 52
Tabel 9.	Totaal stikstof, N 54
Tabel 10.	Kjeldahlstikstof, Kj-N 55
Tabel 11.	Ammoniumstikstof, NH ₄ -N 57
Tabel 12.	Nitraat-plus nitrietstikstof, NO ₃ NO ₂ -N 59
Tabel 13.	Totaal fosfor, P 60
Tabel 14.	Orthofosfaat fosfor, PO ₄ -P 62
Tabel 15.	Opgelost reactief silicaat (H ₄ SiO ₄), SILI 63
Tabel 16.	Cadmium totaal, Cd 65
Tabel 17.	Chroom totaal, Cr 67
Tabel 18.	Koper totaal, Cu 69
Tabel 19.	Zink totaal, Zn 70
Tabel 20.	Benzo(a)pyreen, BaP 72
Tabel 21.	Fluorantheen, Fla 73
Tabel 22.	2,5,2',5'-tetrachloorbifenyyl, PCB52 75
Tabel 23.	2,4,5,2',4',5'-hexachloorbifenyyl, PCB153 76
Tabel 24.	Gamma-hexachloorcyclohexaan (lindaan), c-HCH 77

Referaat

In dit rapport zijn de ontwikkelingen in de belasting en de waterkwaliteit van het Schelde-estuarium in de periode 1980-1991 gevolgd aan de hand van negentien stoffen. Deze stoffen vertegenwoordigen de belangrijkste groepen van stoffen die kunnen worden onderscheiden. De geselecteerde stoffen vormen een groot deel van de belasting. Met deze stoffen wordt tevens een goed beeld gegeven van de waterkwaliteit van het estuarium.

De belasting van het estuarium is over het algemeen toegenomen. Het grootste deel van deze toename wordt gevormd door de hogere aanvoer van verontreinigende stoffen die voor de rivieren de Schelde en de Rupel is vastgesteld. Deze aanvoer stijgt nog steeds. Ook de aanzienlijke zijdelingse belasting tussen de monding van de Rupel en de Belgisch-Nederlandse grens neemt nog steeds in omvang toe, evenals de belasting op de Westerschelde door het Kanaal van Gent naar Terneuzen. De zijdelingse belasting in Nederland wordt daarentegen steeds verder gereduceerd.

De waterkwaliteit is, vooral in de laatste jaren, in een groot deel van het estuarium verbeterd. De grootste vooruitgang is geboekt in het Nederlandse deel, de Westerschelde. Er zijn aanwijzingen dat de belasting van de Schelde eerder stijgt dan daalt. De waterkwaliteit van de Schelde blijft daardoor onder druk staan.

In 1988 treedt een trendbreuk op in de waterkwaliteit. Vanaf dat jaar dalen de concentraties van een aantal stoffen. Deze verbetering doet zich vooral voor in de Westerschelde en in de Schelde stroomafwaarts van Antwerpen.

De nog steeds toenemende belasting van het estuarium staat op gespannen voet met de emissiereductie-doelstellingen, die tijdens de derde Noordzee-ministerconferentie zijn vastgesteld. Om deze doelstellingen te kunnen verwezenlijken zal op korte termijn een zeer grote reductie van de belasting gerealiseerd dienen te worden. Dit zal dermate grote saneringsinspanningen vereisen, ook stroomopwaarts van het beschouwde gebied, dat realisatie niet waarschijnlijk wordt geacht.

1 Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

1.1 Samenvatting

Door de toenemende druk op het watersysteem van het Schelde-estuarium, als gevolg van de groeiende bevolking en de toenemende welvaart, zijn er in het verleden allerlei conflicten ontstaan tussen de functies die het estuarium van nature heeft en die het estuarium door de mens in de loop van de tijd opgelegd heeft gekregen. Om deze conflicten duurzaam op te lossen is een krachtig beleid noodzakelijk.

Het Nederlandse beleid ten aanzien van watersystemen is uitgewerkt in de derde Nota waterhuishouding (lit. 1). In deze Nota wordt een meersporen-strategie gepresenteerd, gericht op het terugdringen van verontreiniging, de inrichting, de geleiding van het gebruik en het internationaal overleg hierover. Voor de Westerschelde is het beleid uitgewerkt in het Beleidsplan Westerschelde (lit. 2). Het Beleidsplan is gericht op het terugdringen van verontreinigingen, de inrichting van het gebied en op het (ecologisch) inpasbaar maken van menselijk handelen. Om de gestelde doelen te kunnen bereiken is het noodzakelijk concrete beleidsmaatregelen te baseren op kennis over fysische, chemische en biologische processen in het estuarium. Hiervoor is onderzoek onontbeerlijk. Ook is onderzoek noodzakelijk om de effectiviteit van genomen beleidsmaatregelen na te kunnen gaan. Een deel van dit onderzoek is ondergebracht in het project SCHOON. Het belangrijkste instrument bij dit onderzoek is het 'Waterkwaliteitsmodel van het Schelde-estuarium'. Ten behoeve van dit model is een grote hoeveelheid gegevens over de waterkwaliteit en over de belasting met verontreinigende stoffen van het Schelde-estuarium verzameld. Een groot deel van deze gegevens is beschikbaar gekomen uit gegevensbestanden van en publicaties door diverse instanties, die zowel in Nederland als in België zijn gevestigd. Deze immissie- en emissiegegevens zijn in een database opgeslagen. Van negentien stoffen, een kleine selectie uit het uitgebreide scala van stoffen waarmee het estuarium wordt belast, geeft dit rapport een overzicht van de kennis over de omvang en de ontwikkeling van de zijdelingse belasting en van de kwaliteit van het oppervlaktewater in de periode 1980-1991. De selectie bestaat uit de volgende stoffen en waterkwaliteitskenmerken: biochemisch- en chemisch zuurstofverbruik, zwevend stof, totaal stikstof, de stikstofverbindingen Kjeldahlstikstof, ammoniumstikstof en nitraat- plus nitrietstikstof, totaal fosfor, orthofosfaat fosfor, opgelost reactief silicaat, de totaalgehalten van de zware metalen cadmium, chroom, koper en zink en van de organische microverontreinigingen benzo(a)pyreen, fluorantheen, PCB52, PCB153 en lindaan. Bij de presentatie van de gegevens staat het jaar 1991 centraal.

Ontwikkelingen in de tijd zijn aangegeven door de zijdelingse belasting en de kwaliteit van het water in het estuarium in het jaar 1985 te vergelijken met de situatie in het jaar 1991.

De belasting van het Schelde-estuarium wordt deels gevormd door de

aanvoer van verontreinigende stoffen door de rivieren de Schelde en de Rupel, die bij Rupelmonde samenvloeien.

Verder stroomafwaarts hiervan wordt de belasting gevormd door de zijdelingse lozingen van industrieel en huishoudelijk afvalwater, door de uitslag van overtollig water uit polders, kanalen en havens, en door de neerslag op het open wateroppervlak.

Al enkele decennia zijn er veel inspanningen en investeringen gedaan om de belasting van het estuarium terug te dringen. Vooral in Nederland hebben deze activiteiten voor veel stoffen een vermindering van de zijdelingse belasting van het estuarium tot gevolg gehad. De aanvoer door de bovenloop van de rivier bleef echter hoog en is voor een groot aantal stoffen in de beschouwde periode zelfs toegenomen. In België was sprake van een lichte stijging van de zijdelingse belasting, hoofdzakelijk het gevolg van de aanvoer uit de havens van Antwerpen. In Nederland daalde de belasting met de meeste stoffen, enkele stikstofverbindingen uitgezonderd. Dit is vooral het gevolg van saneringen aan de industriële bron en van het toenemend gebruik van rioolwaterzuiveringsinstallaties. Het Kanaal van Gent naar Terneuzen voerde daarentegen grotere hoeveelheden zuurstofverbruikende en eutrofiërende stoffen aan. De aanvoer van organische microverontreinigingen over de Belgisch-Nederlandse grens in het estuarium verminderde.

Van een aantal stoffen zijn de concentraties in (delen van) het estuarium gedaald. Vooral bij zuurstofverbruikende stoffen, enkele stikstofverbindingen en enkele zware metalen is dit het geval. De concentraties in het estuarium in de jaren 1985 en 1991 zijn getoetst aan de grens- en streefwaarden betreffende water en bodem. Overigens zijn nog niet voor alle hier beschouwde stoffen zoutwaternormen opgesteld. De concentraties van een aantal stoffen zijn zover gedaald dat in enkele gevallen de grenswaarde en incidenteel de streefwaarde werd gehaald. Daar staat echter tegenover dat de concentraties van enkele andere stoffen, waaronder nitraat- plus nitrietstikstof en chroom, nog steeds stijgen.

1.2 Conclusies

- * De zwaartepunten van de zijdelingse belasting van het Schelde-estuarium zijn de aanvoer van de rivieren de Schelde en de Rupel bij Rupelmonde en de industriegebieden in de regio Antwerpen, in de kanaalzône Gent-Terneuzen en in Vlissingen-Oost.
- * De kwaliteit en de kwantiteit van de beschikbare basisgegevens is zeer uiteenlopend. De zijdelingse belasting, die wordt gevormd door de aanvoer bij Rupelmonde door de rivieren de Schelde en de Rupel, is bepaald op basis van gegevens die afkomstig zijn van verschillende laboratoria. Deze gegevens zijn samengesteld tot tijdreeksen zonder rekening te houden met de soms structurele verschillen tussen de analyseresultaten van de laboratoria. Hierdoor zijn waarschijnlijk niet-reële trends of trendbreuken in de gebruikte gegevensreeksen geïntroduceerd. De zijdelingse belasting in Nederland is hoofdzakelijk bepaald op basis van meetgegevens, die in België hoofdzakelijk op basis van literatuurgegevens. Voor de meeste stoffen is het niet mogelijk een rechtstreeks

verband te leggen tussen wijzigingen in de zijdelingse belasting en variaties in de concentraties in het estuarium. Dit komt doordat de beschikbare gegevensmatrix nog teveel witte vlekken bevat en doordat proceskennis (op dit moment nog) tekortschiet. Er wordt onderzoek gedaan om uitbreiding en verbetering van computer-modellen te realiseren en leemten in proceskennis op te vullen.

- * Het grootste deel van de belasting van het estuarium wordt gevormd door de aanvoer van verontreinigende stoffen door de rivieren de Schelde en de Rupel bij Rupelmonde. Stroomopwaarts van Rupelmonde zijn nog weinig resultaten in de verbetering van de waterkwaliteit geboekt, gezien de stijging van de concentraties of de vrachten van de meeste beschouwde stoffen. Van alle beschouwde stoffen werd in 1991 de totale belasting voor meer dan 40% gevormd door de aanvoer door de rivieren de Schelde en de Rupel bij Rupelmonde. Van enkele zware metalen was dit meer dan 80%. Van veel van de beschouwde verontreinigende stoffen is de belasting van het Schelde-estuarium aanzienlijk toegenomen. Vooral nitraatstikstof, totaal fosfor, totaal stikstof en enkele zware metalen vallen hierbij op. De oorzaak daarvan is vooral de belasting uit het Zoommeer, die vanaf 1987 via het Spuikanaal Bath en via de Antwerpse havens plaats vindt. De belasting met zuurstofverbruikende stoffen, orthofosfaat, chroom en de beschouwde microverontreinigingen is daarentegen gedaald.
- * De zijdelingse belasting in België is voor de meeste stoffen voor een groot deel bepaald uit literatuurgegevens over het jaar 1985. Omdat gegevens van andere jaren ontbreken is **voor de gehele periode 1980-1991 een status-quo in de belasting door de meeste bronnen verondersteld**. Recent uit België beschikbaar gekomen gegevens over de zijdelingse belasting konden niet tijdig meer worden verwerkt en in de database worden opgenomen. Een eerste analyse van deze gegevens geeft geen aanleiding de veronderstelde status-quo tijdens de beschouwde periode te wijzigen. Er zijn nog steeds een groot aantal witte vlekken in de kennis over de grootte van de belasting, zodat noodgedwongen met veel schattingen en aannames is gewerkt. Het is daardoor niet mogelijk een uitspraak te doen over de mogelijke oorzaken van een aantal gesignaleerde veranderingen in de kwaliteit van het water van het Schelde-estuarium.
- * De zijdelingse belasting in Nederland is over het algemeen vrij nauwkeurig bepaald omdat voldoende meetgegevens voorhanden zijn. Deze gegevens zijn ingewonnen door bedrijven en door controlerende instanties. De belasting in Nederland is, geldend voor de meeste beschouwde stoffen, gedaald. De belasting met enkele stikstofverbindingen is echter toegenomen, vooral via het effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties.
- * Er wordt in Nederland geen ongezuiverd huishoudelijk afvalwater meer in de Westerschelde geloosd.
- * Bij Terneuzen wordt een mengsel van Scheldewater, dat via sluizen in Gent op het Kanaal van Gent naar Terneuzen wordt gebracht, en

afvalwater, van zowel Belgische als Nederlandse herkomst, uit het kanaal op de Westerschelde gespuid. De belasting door dit kanaal is grotendeels bepaald aan de hand van waterkwaliteitsgegevens die bij de Belgisch-Nederlandse grens zijn ingewonnen. Dit betekent dat is aangenomen dat de hoeveelheid verontreiniging die op het kanaal wordt gebracht ook daadwerkelijk in de Westerschelde wordt gespuid. Afbraak en sedimentatie, maar ook zijdelingse lozingen in het kanaal maken de gepresenteerde belasting iets minder betrouwbaar. De belasting door het kanaal is voor de meeste beschouwde stoffen toegenomen. Alleen de belasting met orthofosfaat, enkele zware metalen en de beschouwde microverontreinigingen is gedaald.

- * De invloed van de havens van Antwerpen, waarvoor vanaf 1989 zowel een waterbalans als de kwaliteit van het havenwater bekend is, en van het Spuikanaal Bath, dat vanaf 1987 operationeel is, zorgt in de omgeving van de Belgisch-Nederlandse grens voor een toename van de belasting met bijna alle beschouwde stoffen.

Conclusies met betrekking tot de toestand van en de ontwikkelingen in de belasting en de concentraties van de geselecteerde stoffen en waterkwaliteitskenmerken in de periode 1985-1991 worden hierna elk apart kort samengevat.

- * **BZV5** De belasting van het estuarium met zuurstofbindende stoffen, uitgedrukt als biochemisch zuurstofverbruik, verminderde. In Nederland daalde de zijdelingse belasting zeer aanzienlijk, met bijna driekwart. Deze daling is voor een groot deel het gevolg van het gebruik van een steeds groter aantal rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) en van saneringen aan de (industriële) bron, waardoor onder andere lozingen via de afvalwaterleiding (AWL) bij Terneuzen zijn gestaakt. Het aandeel van de polders in de belasting is daardoor nu het grootst. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen nam aanzienlijk toe. Bij Rupelmonde verminderde de belasting enigszins.
De concentraties in het estuarium zijn over het gehele traject aanzienlijk gedaald. Deze daling heeft zich vooral vanaf 1988 doorgezet. De daling was het kleinst bij Rupelmonde (van 8,3 naar 7,8 mgO₂/l), de grootste daling (van 3,2 naar 1,4 mgO₂/l) werd in de omgeving van de Belgisch-Nederlandse grens geconstateerd.
- * **CZV** De belasting van het estuarium met organische stof, uitgedrukt in chemisch zuurstofverbruik, bleef op een nagenoeg constant niveau. De belasting bij Rupelmonde verminderde met bijna 10%. De concentraties echter geven daar een stijgende lijn te zien. In Nederland daalde de zijdelingse belasting met éénderde, als gevolg van de ingebruikstelling van RWZI's en door saneringen aan de (industriële) bron. Door deze vermindering is het aandeel van de polders in de zijdelingse belasting groter geworden. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen is met bijna de helft gestegen. Gegevens van concentraties in de Westerschelde ontbreken.
- * **ZS** De plotselinge stijging in de belasting met zwevend stof in het oostelijk deel van het estuarium in 1991 moet voor een groot deel

worden toegeschreven aan de toepassing van nieuwe bemonsteringstechnieken bij Rupelmonde, waardoor de gegevens onderling niet meer vergelijkbaar zijn. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen en de zijdelingse belasting in Nederland verminderde met respectievelijk 28% en 15%.

De concentraties zwevend stof zijn in het gebied tussen de Belgisch-Nederlandse grens en Hansweert toegenomen, evenals in de monding van de Westerschelde in de omgeving van Vlissingen. Elders in de Westerschelde werd een daling geconstateerd. Nieuwe bemonsteringstechnieken hebben in 1991 bij Rupelmonde voor discontinuïteiten in de gegevensreeks gezorgd. Daardoor is het niet mogelijk op basis van de beschikbare gegevens een uitspraak te doen over veranderingen in de concentraties in dit deel van het estuarium.

- * **N** De emissie van totaal stikstof is in het gehele estuarium toegenomen. De concentraties en de belasting bij Rupelmonde vertoonden een lichte stijging. In België steeg de belasting door de aanvoer via de Antwerpse havens. Ook in Nederland steeg de zijdelingse belasting. Dit was vooral het gevolg van lozingen uit het Zoommeer en door een grotere belasting via RWZI's. Het grootste deel van de stikstoflast wordt nog steeds gevormd door de lozingen van polderwater. Het aandeel in de totale belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen nam aanzienlijk toe.
De concentraties in het estuarium zijn, ondanks de stijging van de belasting, in de Westerschelde en in het deel van de Schelde in de omgeving van de grens gedaald. Het water in de monding van de Westerschelde voldeed in 1991 aan de grenswaarde.
- * **Kj-N** De belasting met Kjeldahlstikstof bleef nagenoeg stabiel. In Nederland daalde de belasting. Vooral de bedrijfslozingen namen af. Het aandeel van rioolwaterzuiveringsinstallaties nam iets toe. Deze vormen nu de belangrijkste lozingscategorie. De belasting bij Rupelmonde, de zijdelingse belasting in België en de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen werden elk iets groter.
De concentraties zijn in het gehele estuarium gedaald. Bij Vlissingen daalde de gemiddelde concentratie van 1,3 naar 0,5 mgN/l. Verder stroomopwaarts was deze daling groter, van 3,8 naar 1,7 mgN/l. De concentraties op de modelrand bij Rupelmonde namen iets toe.
- * **NH₄-N** De belasting met ammoniumstikstof steeg enigszins. Er was vooral een grotere bijdrage door de rivier bij Rupelmonde en door het Kanaal van Gent naar Terneuzen waar te nemen. In België werd de zijdelingse belasting iets groter. In Nederland daalde de belasting aanzienlijk, vooral door saneringen aan de (industriële) bron. De rioolwaterzuiveringsinstallaties leverden relatief gezien het grootste deel van de belasting.
De concentraties in het Schelde-estuarium zijn bijna overal gedaald. Bij Vlissingen daalde de gemiddelde concentratie van 1 naar 0,5 mgN/l. In het traject tussen Hansweert en Antwerpen was de daling het grootst (van 2 naar 0,7 mgN/l). Alleen in de omgeving van Rupelmonde was sprake van een kleine toename van de concentraties.

- * **NO3NO2-N** De emissie van nitraat- plus nitrietstikstof is met bijna de helft toegenomen. Bij Rupelmonde was sprake van enige stijging van de belasting. De zijdelingse belasting in België steeg met bijna de helft. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen en de zijdelingse belasting in Nederland stegen zeer aanzienlijk. In Nederland was dit het gevolg van een grotere belasting door vooral de RWZI's en door het Spuikanaal Bath. De bedrijven blijven overigens de belangrijkste lozingscategorie.

De hoogste concentraties in het estuarium werden bij de grens gevonden, de laagste bij Vlissingen. In het oostelijk deel van het estuarium, stroomopwaarts van Hansweert, zijn de concentraties aanzienlijk gestegen. Er was een maximale stijging van 1,5 mgN/l in segment 2. Stroomafwaarts van Hansweert zijn de concentraties, ondanks de toenemende belasting, enigszins gedaald. Een toename van de concentraties is overigens positief te beoordelen als tegelijkertijd de ammoniumconcentraties dalen. Hier volgt automatisch uit dat er meer zuurstof in het water aanwezig is. Dit is in een groot deel van het estuarium het geval.

- * **P** De belasting met totaal fosfor is toegenomen, vooral door de grotere belasting door de rivier bij Rupelmonde. Deze (berekende) toename is echter voor een deel het gevolg van discontinuïteiten in de gegevensreeks door de introductie van nieuwe bemonsteringstechnieken. In België nam de zijdelingse belasting iets toe, evenals de bijdrage door het Kanaal van Gent naar Terneuzen. In Nederland nam de fosforbelasting af, hoofdzakelijk het gevolg van een kleinere bijdrage door de huishoudens. De bedrijven loosden ongeveer de helft, de polders een kwart van het Nederlandse totaal.

De concentraties zijn afgenomen in het deel van het estuarium dat stroomafwaarts van Antwerpen ligt. Stroomopwaarts van Antwerpen zijn de concentraties toegenomen voor een deel als gevolg van discontinuïteiten in de gegevensreeks door de eerder genoemde introductie van nieuwe bemonsteringstechnieken. In 1991 voldeed het water bij Vlissingen aan de grenswaarde.

- * **PO4-P** Orthofosfaat werd in afnemende mate op het estuarium gebracht. Dit was het gevolg van een afnemende belasting door de Schelde bij Rupelmonde en door het Kanaal van Gent naar Terneuzen. In België nam de zijdelingse belasting toe, hoofdzakelijk via de Antwerpse havens. In Nederland is de zijdelingse belasting op hetzelfde niveau gebleven. De bedrijven leverden de helft van de Nederlandse belasting.

De concentraties in het oppervlaktewater zijn in het gehele estuarium gedaald. Vooral stroomopwaarts van Antwerpen was de daling aanzienlijk.

- * **SILI** De belasting met opgelost reactief silicaat is iets gedaald als gevolg van een kleiner aanbod door de rivieren de Schelde en de Rupel bij Rupelmonde en door het Kanaal van Gent naar Terneuzen. In Nederland steeg de belasting als gevolg van lozingen vanuit het Zoommeer. De polders blijven de grootste lozingscategorie.

De concentraties zijn in het gehele estuarium gedaald. Bij Vlissingen en bij Rupelmonde was de daling gering (van 5,8 naar 5,5 mg/l), bij de Belgisch-Nederlandse grens was de daling het grootst (van 4 naar 2,7 mg/l).

- * **Cd** De cadmiumbelasting is iets groter geworden. Vooral de aanvoer door de rivieren de Schelde en de Rupel bij Rupelmonde werd groter. Een deel van deze toename is overigens toe te schrijven aan discontinuïteiten in de gegevensreeks waaruit de belasting bij Rupelmonde is berekend, door de introductie van nieuwe bemonsteringstechnieken. De belasting in Nederland, en zeker de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen, is gedaald. Ondanks een verminderde emissie blijft de industrie de belangrijkste lozingscategorie.

De concentraties zijn in een groot deel van het estuarium aanzienlijk gedaald. Alleen in segment 1 is sprake van een grote stijging, die echter wordt toegeschreven aan de eerder genoemde discontinuïteiten in de gegevensreeks. De concentraties bij de grens en bij Vlissingen zijn meer dan gehalveerd.

De grenswaarde voor cadmium werd in 1991 in de segmenten 12, 13 en 14 gehaald.

- * **Cr** In het estuarium is minder chroom terecht gekomen. De belasting door de rivier bij Rupelmonde verminderde. In Nederland daalde de zijdelingse belasting door een verminderde emissie door de industrie en de RWZI's. De polders blijven de belangrijkste lozingscategorie. Ook via het Kanaal van Gent naar Terneuzen werd minder chroom op de Westerschelde gebracht.

De veranderingen van de chroomconcentraties in het estuarium laten een wisselend beeld zien. Stroomopwaarts van Hansweert zijn de concentraties, segment 7 uitgezonderd, gedaald. In de westelijke segmenten 11 tot en met 13 is er sprake van een stijging. In het meest westelijke segment is er echter sprake van een daling in de concentraties.

De grenswaarde voor chroom werd in 1985 in de segmenten 5 tot en met 14 gehaald. In 1991 werd deze waarde in de segmenten 3 tot en met 14 gehaald. Ook werd in 1991 in segment 14 de streefwaarde gehaald.

- * **Cu** De belasting met koper is iets toegenomen als gevolg van een grotere bijdrage door de rivier bij Rupelmonde en door de havens van Antwerpen. In Nederland bleef de koperbelasting op een constant niveau. De afname van de belasting door de bedrijven en de huishoudens werd teniet gedaan door de vracht vanuit het Zoommeer. Het oppervlaktewater in Nederland en België bevat verhoogde koperconcentraties. Mede daardoor blijven de polders de grootste lozingscategorie.

De concentraties zijn in het gehele estuarium aanzienlijk gedaald. De daling van de concentraties ligt tussen 25% en 50%. Alleen in de omgeving van het Verdronken Land van Saeftinge en bij Rupelmonde is de daling minder groot.

In 1991 voldeed het water in de meest westelijke segmenten zowel aan de grens- als aan de streefwaarde.

- * **Zn** De belasting van het estuarium met zink is veel groter geworden. De discontinuïteiten in de gegevensreeks waarop de belasting bij Rupelmonde is berekend spelen ook hier een overheersende rol.

In België is de zijdelingse belasting toegenomen door de invloed van het geloosde water uit de Antwerpse havens. De zijdelingse belasting in Nederland is gedaald. Vooral door de bedrijven en de RWZI's is minder geloosd. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen is met bijna éénvierde gedaald. De bedrijven blijven echter veruit de belangrijkste lozingscategorie.

De concentraties zijn in een groot deel van het estuarium gedaald. Bij de Belgisch-Nederlandse grens en in de monding van de Westerschelde zijn de dalingen zeer aanzienlijk. De stijging van de concentraties in de segmenten 1 en 2 wordt voor een groot deel toegeschreven aan discontinuïteiten in de gegevensreeks door de introductie van nieuwe bemonsteringstechnieken.

In 1985 voldeed het water in de segmenten 12 en 13 aan de grenswaarde. In 1991 voldeed het water in de segmenten 9 tot en met 14 aan de grenswaarde en in segment 14 ook aan de streefwaarde.

Van alle hiervoor genoemde stoffen zijn gegevens beschikbaar van het gehele Schelde-estuarium. Van de organische microverontreinigingen zijn echter alleen gegevens van de Westerschelde beschikbaar van het jaar 1983 en van de periode 1988-1991. Vanaf 1988 zijn de analyses in zwevend stof uitgevoerd, voor die tijd vond analyse in water plaats. De belasting van de Westerschelde met polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en de concentraties van deze stoffen in het oppervlaktewater worden aan de hand van twee representatieve PAK's besproken.

- * **BaP** Er werd in de beschouwde periode minder benzo(a)pyreen op de Westerschelde gebracht. De belasting met deze stof daalde over de gehele linie. Vooral de daling in de belasting door de rivier bij de Belgisch-Nederlandse grens en de verminderde belasting via het Kanaal van Gent naar Terneuzen is vanaf 1988 aanzienlijk. Ook zijn de resultaten van saneringsinspanningen bij enkele bedrijven zichtbaar. Het aandeel van de diffuse bronnen is mede daardoor groter geworden.

De concentraties in het estuarium zijn de laatste jaren aanzienlijk gedaald. Het water in segment 14 voldeed in 1991 aan de grenswaarde. In 1991 werd deze waarde bij de Belgisch-Nederlandse grens met een faktor 6 overschreden. De streefwaarde werd niet gehaald.

- * **Fla** De belasting van de Westerschelde met fluorantheen vertoont eenzelfde beeld als de belasting met benzo(a)pyreen. De belasting door de rivier bij de Belgisch-Nederlandse grens en door het Kanaal van Gent naar Terneuzen daalde. Ook de resultaten van saneringsinspanningen bij enkele bedrijven in het westen van de Westerschelde zijn zichtbaar. Het aandeel van de diffuse bronnen werd iets groter.

De concentraties in het estuarium zijn de laatste jaren gedaald. De grenswaarde werd in het gehele estuarium gehaald. De streefwaarde werd nog niet gehaald.

PCB's Van de polychloorbifenylen, waarmee het estuarium wordt belast, zijn twee representanten gekozen.

- * **PCB52** en **PCB153** worden in afnemende mate op de Westerschelde gebracht. De forse vermindering is het gevolg van een daling van de belasting door de rivier de Schelde bij de Belgisch-Nederlandse grens, door het Kanaal van Gent naar Terneuzen en door de zijdelingse belasting in Nederland. Ook de belasting via de neerslag daalde. De belasting met deze PCB's komt voor een groot deel voor rekening van de kanalen en de huishoudens. De concentraties in de Westerschelde zijn aanzienlijk gedaald. De grenswaarde voor PCB52 werd in het westen van de Westerschelde gehaald, in het middendeel af en toe en in het oostelijk deel werd de grenswaarde overschreden. De grenswaarde voor PCB153 werd bij Vlissingen incidenteel gehaald, stroomopwaarts van Terneuzen voldeed het water niet aan deze waarde.
- * **c-HCH** Van het bestrijdingsmiddel lindaan (gamma-hexachloorcyclohexaan) kwam minder in de Westerschelde terecht. Dit is vooral het gevolg van de daling van de aanvoer bij de Belgisch-Nederlandse grens en de daling van de zijdelingse belasting in Nederland. In het oostelijk deel van de Westerschelde is de belasting gestegen, in het westelijk deel is deze gedaald. De bijdrage door de neerslag en de polders was het grootst. Van de concentraties zijn alleen gegevens bij de Belgisch-Nederlandse grens beschikbaar. Het water voldeed daar in 1991 regelmatig aan de grenswaarde.

In tabel 1 is een overzicht opgenomen van de totale belasting van het Schelde-estuarium en van het procentuele aandeel daarin van de Schelde bij Rupelmonde, de zijdelingse belasting in België, de zijdelingse belasting in Nederland en de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen in de jaren 1985 en 1991. Tevens is de totale belasting in die jaren weergegeven. Naast de hiervoor genoemde stoffen zijn nog de inwonerequivalenten, volgens de Belgische en volgens een Nederlandse norm, en de waterdebieten in tabel 1 opgenomen.

Tabel 1.

Het procentuele aandeel in de totale belasting (excl. organische microverontreinigingen). De stoffen zijn uitgedrukt in kiloton, behalve de zware metalen die in ton, de i.e.'s die in duizendtallen, en het water, dat in miljoen m³ is uitgedrukt.

STOF	1985					1991				
	Totaal (= 100%)	Rupel- monde	België	Kanaal Gent- Terneuzen	Nederland	Totaal (= 100%)	Rupel- monde	België	Kanaal Gent- Terneuzen	Nederland
BZV5	62	42	39	2	17	54	45	46	4	5
CZV	382	66	20	5	9	369	62	25	7	6
ZS	438	79	11	2	8	784	89	6	1	4
Kj-N	44	62	19	10	9	45	62	20	12	6
NH ₄ -N	27	61	17	14	8	29	64	16	15	5
NO ₃ NO ₂ -N	12	56	20	7	17	18	40	21	12	27
N	56	61	19	9	11	63	56	20	12	12
P	8	58	15	14	13	10	65	14	13	8
PO ₄ -P	5	55	15	19	11	4	41	23	21	15
SILI	29	69	11	9	11	27	66	12	8	14
TOT-Cd	11	51	42	2	5	12	55	40	1	4
TOT-Cr	151	62	31	2	5	135	57	36	2	5
TOT-Cu	162	81	11	1	7	183	82	11	1	6
TOT-Zn	390	62	17	13	8	871	84	9	4	3
i.e. Bel. norm	3130	42	39	2	17	2739	45	46	4	5
i.e. Ned. norm	13099	69	19	3	9	11256	66	24	2	8
H ₂ O	4879	69	9	9	13	5116	56	14	10	20

In tabel 2 zijn de procentuele veranderingen in de omvang van de belasting op het Schelde-estuarium tussen Rupelmonde en Vlissingen met een aantal stoffen tussen de jaren 1985 en 1991 gegeven.

Tabel 2.

De procentuele verandering in de omvang van de belasting (excl. organische microverontreinigingen) tussen de jaren 1985 en 1991.

STOF	Rupelmonde	België	Kanaal Gent -Terneuzen	Nederland	Totaal
BZV5	- 5	+ 2	+ 43	- 74	- 13
CZV	- 9	+19	+ 45	- 35	- 3
ZS	+ 99	+ 5	- 28	- 15	+ 78
Kj-N	+ 3	+ 7	+ 20	- 32	+ 2
NH ₄ -N	+ 13	+ 2	+ 16	- 39	+ 7
NO ₃ NO ₂ -N	+ 6	+58	+175	+129	+ 49
N	+ 3	+19	+ 42	+ 29	+ 13
P	+ 33	+ 8	+ 8	- 20	+ 19
PO ₄ -P	- 45	+13	- 20	0	- 26
SILI	- 11	0	- 12	+ 9	- 8
TOT-Cd	+ 18	+ 7	- 68	- 16	+ 10
TOT-Cr	- 18	+ 2	- 14	- 13	- 11
TOT-Cu	+ 15	+17	0	0	+ 13
TOT-Zn	+201	+21	- 23	- 23	+123
i.e. Belg. norm	- 5	+ 2	+ 44	- 75	- 12
i.e. Ned. norm	- 15	+15	- 53	- 26	- 14
H ₂ O	- 16	+57	+ 25	+ 64	+ 5

1.3 Aanbevelingen

De analyses van de ontwikkelingen in de belasting en de waterkwaliteit van het Schelde-estuarium in de onderzoeksperiode geven aanleiding tot de volgende aanbevelingen.

- * In 1988 treedt een trendbreuk op in de waterkwaliteit. In weerwil van de stijgende belasting dalen vanaf dat jaar de concentraties van een aantal stoffen. Deze verbetering doet zich vooral voor in de gehele Westerschelde en in de Schelde stroomafwaarts van Antwerpen. De oorzaak hiervan is onbekend en vereist nader onderzoek.
- * In de periode 1985-1991 zijn de concentraties nitraat- plus nitrietstikstof stroomopwaarts van Hansweert gestegen. Stroomafwaarts van deze plaats zijn de concentraties gedaald. Eenzelfde beeld is te zien in de periode 1980-1991. Het omslagpunt lag toen echter bij het Verdrongen Land van Saeftinge. De daling in het westelijk deel is opvallend, gezien de stijgende belasting. Deze constatering is belangrijk genoeg om via modelonderzoek na te gaan hoe groot de bijdrage is van de denitrificatie in de daling van de concentraties in het westelijk deel van het estuarium.
- * De stijgende concentraties van nutriënten in segment 7, noordelijk van het Verdrongen Land van Saeftinge, geven aanleiding tot zorgen. Onderzocht dient te worden of landbouw-gerelateerde effecten hiervan de oorzaak zijn.
- * Gezien de nog steeds zeer grote belasting van het estuarium, en de klein geachte kans de emissiereductie-doelstellingen te halen, is het noodzakelijk de vorderingen die bij de saneringen worden gemaakt op de voet te volgen.
- * Om veranderingen in de waterkwaliteit in de tijd goed aan te kunnen geven is een consequente toepassing van de bemonsterings- en analysetechnieken tijdens de monitoring van het gebied van het grootste belang. Introductie van nieuwe technieken veroorzaakt trendbreuken in de gegevensreeksen als niet bekend is wat de invloed daarvan is op de hoogte van de concentraties.

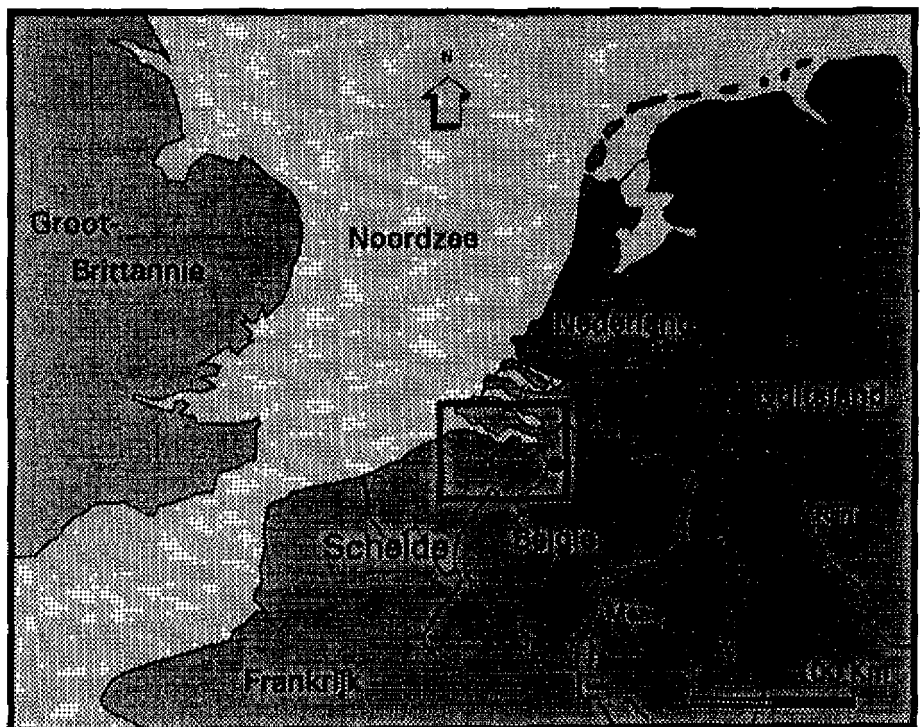
2 Inleiding

2.1 Het project SCHOON

Door de toenemende druk op het Schelde-estuarium zijn er in het verleden allerlei conflicten ontstaan tussen de functies die het estuarium van nature in zich heeft en die het estuarium door de mens in de loop van de tijd opgelegd heeft gekregen. Het ontstaan van deze toenemende druk was het gevolg van een groeiende bevolking en een groter wordende welvaart. Lange tijd konden natuur, scheepvaart en visserij samengaan in een estuarium waarvan de geulen op natuurlijke wijze veranderden en het grote zelfreinigende vermogen de geringe belasting door de relatief kleine bevolking kon verwerken. De druk op het estuarium is enorm toegenomen als gevolg van bevolkingsgroei, landaanwinning, grootschalige industrie, intensieve landbouw, intensieve recreatie, zandwinning, fixatie van de oevers en de vaargeulen en het verdiepen ervan. In deze situatie is een aantal functies van het estuarium in het gedrang gekomen, vooral de natuur- en de visserijfuncties. Figuur 1 geeft een beeld van de ligging van het Schelde-estuarium.

Figuur 1.

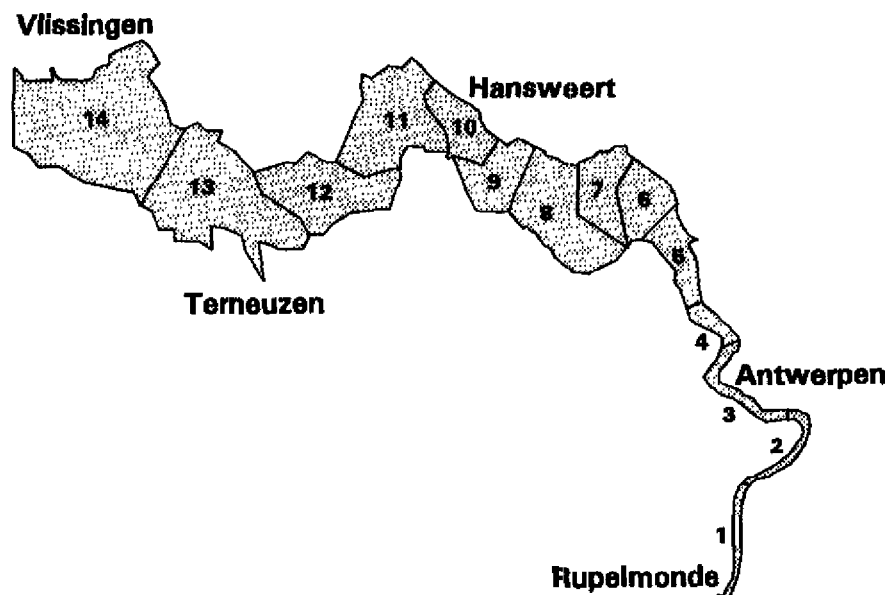
De ligging van het Schelde-estuarium.



Om de conflicten tussen de natuurlijke functies en de door de mensen opgelegde activiteiten duurzaam op te lossen is zowel landelijk als internationaal een krachtig beleid noodzakelijk. Het Nederlandse beleid ten aanzien van watersystemen is uitgewerkt in de derde Nota waterhuishouding (lit. 1). In deze nota wordt een meersporen-strategie gepresenteerd, gericht op het terugdringen van de verontreiniging, de inrichting, de geleiding van het gebruik en het internationaal overleg hierover.

Voor de Westerschelde is het beleid uitgewerkt in het beleidsplan Westerschelde (lit. 2). In dit plan hebben het rijk, de provincie, de gemeenten en de waterschappen een integrale visie op het Westerscheldegebied neergelegd en een concreet beleid geformuleerd om de problemen op duurzame wijze op te lossen. Om de gestelde doelen te kunnen bereiken is het noodzakelijk concrete beleidsmaatregelen te baseren op kennis over fysische, chemische en biologische processen in het estuarium. Voor het mobiliseren van de benodigde proceskennis en het opvullen van leemten daarbinnen is onderzoek noodzakelijk. Ook is onderzoek noodzakelijk om na te kunnen gaan of de genomen beleidsmaatregelen ook daadwerkelijk de beoogde effecten tot gevolg hebben. Een deel van dit onderzoek is ondergebracht in het project SCHOON (lit. 3). Dit project is een samenwerkingsverband tussen de directie Zeeland en de dienst Getijdewateren. Het doel van dit project is het verrichten van onderzoek naar de consequenties voor de concentraties in, de belasting van en de processen in het Schelde-estuarium, bij uitvoering van sanering van de belasting. Het belangrijkste instrument daarbij is het 'Waterkwaliteitsmodel van het Schelde-estuarium' (lit. 7). Dit computermodel is ontwikkeld binnen het project SAWES, de voorloper van het project SCHOON. Figuur 2 geeft een overzicht van het in segmenten gemodelleerde gebied van het Schelde-estuarium.

Figuur 2.
Het gemodelleerde gebied van het Schelde-estuarium.



Met dit model kunnen saneringsscenario's worden doorgerekend. Scenario's zijn denkbeeldige toekomstige emissiereducties. Aan de hand van de modelresultaten kunnen voorspellingen worden gedaan over de effecten van saneringen op de concentraties in het estuarium. Het doel hiervan is kennis te verkrijgen over de gevolgen van verontreinigingen en toekomstige reducties daarvan voor de natuur-, de recreatie- en de visserijfunctie van het estuarium. Ten behoeve van het realiseren van één van de sub-doelstellingen van het project SCHOON, namelijk het voeden van het waterkwaliteitsmodel met gegevens uit het veld en uit de literatuur over de belasting van het Schelde-estuarium, is een database opgezet. In deze database zijn gegevens opgenomen over de kwaliteit en de kwantiteit van het water dat in het estuarium terecht

komt. Ook zijn gegevens opgeslagen van de waterkwaliteit van het Schelde-estuarium zelf. Op basis van deze gegevens worden adviezen ten behoeve van beleid en beheer gegeven.

De komende jaren worden er merkbare veranderingen verwacht in het functioneren van het watersysteem in verband met saneringsinspanningen die met name op Belgisch grondgebied (Vlaanderen) moeten worden doorgevoerd, als uitvloeisel van het Noordzee-actieprogramma (lit. 4). In het kader van dit actieprogramma moet voor de meeste stoffen de belasting op het estuarium met tenminste 50% (voor onder andere cadmium minstens 70%) worden gereduceerd binnen de periode 1985-1995. Ook met betrekking tot deze veranderingen kunnen op basis van modelresultaten adviezen worden gegeven.

Voor het project SCHOON wordt ook onderzoek gedaan om uitbreiding en verbetering van modellen te realiseren, of voor het opvullen van leemten in de proceskennis. Met de resultaten kunnen in de database verbeteringen worden doorgevoerd. Door een groter aantal en nauwkeuriger gegevens in te winnen is uitbreiding van het aantal stoffen mogelijk, kan de nauwkeurigheid van de modelresultaten worden vergroot en kan ook de toepasbaarheid van het model worden vergroot. Het verbeteren en frequent aanvullen van de zeer omvangrijke database is noodzakelijk om genoemde sub-doelstelling te kunnen verwezenlijken.

2.2 Doel van het rapport

In het waterkwaliteitsmodel worden de emissiegegevens als invoer voor het model gebruikt. De immissiegegevens worden gebruikt om het waterkwaliteitsmodel te calibreren. Dit basismateriaal is echter belangrijk genoeg om zelfstandig te presenteren. Hiermee is het kader van dit rapport omschreven. Het doel van dit rapport is dan ook de beschikbare emissie- en immissiegegevens van het Schelde-estuarium op een overzichtelijke manier te presenteren. De emissies, waaruit de zijdelingse belasting is bepaald, zijn hiervoor geclusterd in lozingscategorieën en de geloosde hoeveelheden zijn per modelsegment samengevoegd. De vracht over de modelrand bij Rupelmonde en het aandeel in de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen zijn apart beschouwd. De concentratiegradiënten van stoffen in het estuarium zijn opgebouwd uit waarden die voor het midden van elk segment, via interpolatie, zijn berekend uit gegevens van oppervlaktebemonsteringen. Voor zover het basismateriaal het toelaat worden de veranderingen in de belasting in de periode 1985-1991 aangegeven. Daarnaast worden veranderingen in het niveau van de concentraties in het estuarium belicht. Ook is, waar mogelijk, de situatie van 1991 getoetst aan de grens- en streefwaarden. De informatie is van belang voor het overleg met België betreffende grensoverschrijdende belastingen en over de saneringsinspanningen. De situatie van het jaar 1985 is verder van belang met het oog op de gemaakte afspraken in het kader van de derde Noordzee-ministersconferentie. Het up to date houden van de database maakt het mogelijk de situatie in 1991 te vergelijken met die in de tachtiger jaren. De gevonden tendensen geven hierbij een indruk van de ontwikkelingen in de grootte van de belasting en van de concentraties in het oppervlaktewater.

Ook kunnen daaraan conclusies worden verbonden. In 1991 is in lit. 5 de stand van zaken over de periode 1980-1988 gerapporteerd. Voorliggend rapport, dat een vervolg is op deze nota, geeft behalve aanvullende informatie over de omvang van de belasting, ook informatie over de ontwikkelingen in die belasting en van de kwaliteit van het water van het Schelde-estuarium over de periode 1980 tot en met 1991. Door het ontbreken van voldoende kennis over de belasting van het estuarium worden in dit rapport geen relaties gelegd tussen geconstateerde veranderingen in de belasting en de waterkwaliteit. Het rapport beschrijft de beschouwde periode constaterend, niet verklarend.

Gezien de vele aannames die gemaakt zijn bij het bepalen van de belasting in het Belgische deel van het Schelde-estuarium kan dit rapport wel voor het Nederlandse, maar niet voor het Belgische deel worden gezien als een voortgangsrapport over saneringen. Omdat er ten aanzien van de concentraties in het water in het Belgische deel geen aannames gedaan hoefden te worden kan het rapport wel gezien worden als een voortgangsrapport over de ontwikkelingen in de kwaliteit van het oppervlaktewater van het Schelde-estuarium.

2.3 Opzet van het rapport

In hoofdstuk 1 is een samenvatting opgenomen, zijn de belangrijkste conclusies beschreven en worden enkele aanbevelingen gedaan. Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van het project SCHOON, de opzet van het rapport en een overzicht van de verantwoordelijkheden met betrekking tot het samenstellen van het rapport. In hoofdstuk 3 wordt de gevolgde werkwijze gemotiveerd. Aangegeven wordt waarom voor een modelmatige aanpak is gekozen en welke afwegingen ten grondslag hebben gelegen aan de keuze van de beschouwde stoffen. In bijlage 1 wordt ingegaan op de status en nauwkeurigheid van de gebruikte basisgegevens. Hoofdstuk 4 geeft een typering van de Schelde en van het Schelde-estuarium, waarbij ook de natuurlijke en door de mens opgelegde functies en activiteiten met betrekking tot het estuarium aan de orde komen. Uitgebreide informatie hierover is ook in bijlage 2 te vinden. Ook de waterhuishouding en de zoetwaterbelasting komen aan de orde. De wijze van gegevenspresentatie wordt in hoofdstuk 5 besproken. Ook is hier informatie te vinden over de gekozen verontreinigende stoffen, de wijze van gegevensclustering, de gehanteerde normen waaraan de kwaliteit van het oppervlaktewater is getoetst en de wijze waarop de lay-out van de gepresenteerde figuren en tabellen is verzorgd. Tevens is hierbij een leeswijzer voor de gebruikte kaarten en tabellen opgenomen. De kern van het rapport wordt gevormd door hoofdstuk 6, waarin uitgebreid wordt ingegaan op de belastingsituatie en de kwaliteit van het oppervlaktewater in 1991 en op de ontwikkelingen daarin in de tachtiger jaren. Ook vindt waar mogelijk toetsing plaats aan de grens- en streefwaarden betreffende water en bodem (lit. 6). Hoofdstuk 7 bevat een overzicht van de toetsingen van de waterkwaliteit aan de normen. In hoofdstuk 8 tenslotte zijn de referenties opgenomen.

2.4 Verantwoording

De algemene verantwoordelijkheid voor dit rapport berust bij de projectgroep SCHOON. Deze projectgroep is als volgt samengesteld:

ir. C.J. van Westen, projectcoördinator (Dienst Getijdewateren)
A.M.B.M. Holland, projectleider (Dienst Getijdewateren)
A. Schouwenaar, projectsecretaris (Dienst Getijdewateren)
ir. F.L.G. de Bruijkere (Directie Zeeland)
dr. G.Th.M. van Eck (Dienst Getijdewateren)
drs. B.J. Kater (Dienst Getijdewateren)
F.O.B. Lefèvre (Dienst Getijdewateren)
J. de Ridder (Dienst Getijdewateren)
ir. L. Santbergen (Directie Zeeland)
M.Sc. J. Stronkhorst (Dienst Getijdewateren)
G. Wattel (Dienst Getijdewateren)
drs. R.M. Westerink (Dienst Getijdewateren)

De emissiegegevens zijn verzameld, gecontroleerd en opgeslagen in een database door F.O.B. Lefèvre, A. Schouwenaar en G. Wattel.

A. Schouwenaar heeft op basis van de emissiegegevens de zijdelingse belasting van het Schelde-estuarium berekend.

F.O.B. Lefèvre heeft de gepresenteerde immissiegegevens berekend.

Drs. R.M. Westerink heeft de belasting- en waterkwaliteitsgegevens met behulp van een GIS verder bewerkt en deze, zorgdragend voor de lay-out, gepresenteerd in de vorm van kaarten en tabellen. In 5.5 en 5.6 wordt beschreven op welke wijze dit is uitgevoerd. J. de Ridder heeft met het GIS de tabellen samengesteld.

F.O.B. Lefèvre is verantwoordelijk voor de tekst van dit rapport, de inhoudelijke verantwoording heeft A.M.B.M. Holland.

3 Werkwijze

3.1 Modelmatige aanpak

Zoals in de inleiding is aangegeven is het doel van het project SCHOON het verrichten van onderzoek naar de consequenties van saneringen voor de concentraties van de belangrijkste verontreinigende stoffen die het estuarium belasten. Ook de consequenties voor de processen in het Schelde-estuarium worden nagegaan. De beste methode om hierin inzicht te krijgen is gebruik te maken van een computermodel. Hiervoor is het 'Waterkwaliteitsmodel van het Schelde-estuarium' (zie lit. 7) ontwikkeld, waarmee de invloed van wijzigingen in de belasting op de concentraties in het oppervlaktewater berekend kan worden. Ook kunnen veranderingen in de processen in het estuarium worden aangegeven en de gevolgen daarvan worden doorgerekend. Voor de calibratie en de validatie van dit model is een zeer groot aantal emissie- en immissiegegevens verzameld. Met een dergelijk model kan tevens de grote hoeveelheid gegevens behandelbaar worden gehouden. Het model is toepasbaar voor een aantal specifieke nutriënten en verontreinigende stoffen in het Schelde-estuarium. Het gemodelleerde gebied is het menggebied tussen de rivier de Schelde en de Noordzee. Het strekt zich uit van Rupelmonde, de plaats waar de rivieren de Rupel en de Schelde samenvloeien, tot aan de denkbeeldige lijn tussen Vlissingen en Breskens. Ten behoeve van het model is het Schelde-estuarium geschematiseerd in veertien modelsegmenten. De modelsegmenten 1 tot en met 5 liggen in België tussen Rupelmonde en de grens tussen België en Nederland in de Schaar van Ouden Doel. De modelsegmenten 6 tot en met 14 liggen tussen deze grens en de denkbeeldige lijn tussen Vlissingen en Breskens. In figuur 2 is deze segmentindeling weergegeven. Deze ééndimensionale schematisering is zodanig opgezet, dat de fysische en biologische processen en de effecten daarvan binnen een segment homogeen kunnen worden verondersteld. Door deze aanpak zijn ook de veranderingen over de segmenten zoveel mogelijk gelijk.

Dit betekent dat de kleinste segmenten zijn gekozen in het gebied waar de steilste gedeelten van de concentratiegradiënten zijn te verwachten. Segment 13, gelegen in Nederland, is bijzonder in dié zin, dat het Kanaal van Gent naar Terneuzen daarop uitkomt. Dit kanaal wordt voor het grootste deel gevoed met verontreinigd water, dat uit België afkomstig is.

De aangegeven gebiedsafbakening en gebiedsindeling in modelsegmenten, de modelmatige aanpak, wordt ook in dit rapport gevolgd. Dit betekent dat gegevens over de belasting door de lozingspunten en de concentraties in het oppervlaktewater per stof en per modelsegment zijn berekend. **Informatie over individuele lozingspunten wordt hier niet gegeven.** Wel worden de belasting bij Rupelmonde, die gevormd wordt door de Schelde en de Rupel, en de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen als individuele lozingspunten beschouwd.

3.2 Selectie van de stoffen

Eén van de doelstellingen van het project SCHOON is kennis en inzicht te krijgen over de aard, de omvang en de effecten van verontreinigende stoffen. Het gaat hierbij om stoffen die in hogere concentraties voorkomen dan de natuurlijke waarden en in die concentraties nadelige effecten hebben op de natuurlijke ontwikkeling van het ecosysteem. Kenmerkend voor het stroomgebied van de rivier de Schelde zijn, onder andere, de lozingen van vaak ongezuiverd huishoudelijk afvalwater en de lozingen door de metallurgische- en petrochemische industrie. Voor een deel is de selectie van de te beschouwen stoffen op deze kenmerken gebaseerd. Bij de keuze van de te beschouwen microverontreinigingen is daarenboven uitgegaan van conclusies van de werkgroep Waterkwaliteitsobjectieven van de Scheldewatercommissie.

Voor een ander deel is de keuze van de stoffen bepaald door de beschikbare hoeveelheid emissie- en immissiegegevens. Lit. 8 geeft een motivering van de stoffenkeuze. Het gedrag van microverontreinigingen wordt in belangrijke mate bepaald door de basale waterkwaliteit, zoals het chloridegehalte, het zuurstofgehalte en de zuurgraad. Voor het berekenen hiervan is een algenmodel en een model voor zuurstofbindende stoffen ontwikkeld. Vertegenwoordigers van zuurstofbindende stoffen zijn het chemisch en het bio-chemisch zuurstofverbruik. Stikstof en de belangrijkste stikstofverbindingen zoals Kjeldahlstikstof, ammoniumstikstof en nitraat- plus nitrietstikstof, zijn evenals opgelost silicaat, gekozen ten behoeve van de algenmodellering en omdat deze stoffen de Noordzee belasten.

Hoewel fosfor niet is gemodelleerd, omdat dit nutriënt niet limiterend is voor de primaire produktie van de Westerschelde, worden hiervan toch gegevens gepresenteerd. Deze stof kan en zal naar verwachting ook in de toekomst worden toegevoegd aan het aantal gemodelleerde stoffen. Uit de lijst die is opgesteld door de Scheldewatercommissie zijn verder geselecteerd: cadmium, chroom, twee polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), te weten benzo(a)pyreen en fluorantheen, en het bestrijdingsmiddel lindaan.

Verder is koper geselecteerd wegens de hoge intrinsieke toxiciteit en is zink geselecteerd omdat dit metaal een relatief goed beeld geeft van het gedrag van een groep metalen. De polychloorbifenylen PCB52 en PCB153 zijn gekozen als representanten van één van de belangrijkste groepen probleemstoffen in het mariene milieu, de PCB's. Deze stoffen zijn moeilijk afbreekbaar (persistent) en worden ervan verdacht voortplantingsproblemen te veroorzaken bij zeehonden. Tenslotte is zwevend stof gekozen, omdat een deel van de gekozen stoffen adsorbeert aan de slibfractie en via het slib door het estuarium wordt getransporteerd. Van alle genoemde stoffen worden alleen gegevens gepresenteerd van watermonsters die aan het wateroppervlak zijn genomen. Omdat het Schelde-estuarium vertikaal goed gemengd is geeft dit een goede indicatie van de waterkwaliteit van de gehele waterkolom. De kwaliteit van de bodem blijft buiten beschouwing.

3.3 De gebruikte dataset

In dit rapport wordt samenvattend informatie over de volgende 19 waterkwaliteitskenmerken gepresenteerd.

- Biochemisch zuurstofverbruik (BZV5)
- Chemisch zuurstofverbruik (CZV)
- Zwevende stof (ZS)
- Totaal stikstof (N)
- Kjeldahlstikstof (Kj-N)
- Ammoniumstikstof (NH₄-N)
- Nitraat- plus nitrietstikstof (NO₃NO₂-N)
- Totaal fosfor (P)
- Orthofosfaat fosfor (PO₄-P)
- Opgelost reactief silicaat H₄SiO₄ (SILI)
- Cadmium, totaal gehalte (Cd)
- Chroom, totaal gehalte (Cr)
- Koper, totaal gehalte (Cu)
- Zink, totaal gehalte (Zn)
- Benzo(a)pyreen (BaP)
- Fluorantheen (Fla)
- Tetrachloorbifenyyl, 2,5,2',5', (PCB52)
- Hexachloorbifenyyl, 2,4,5,2',4',5', (PCB153)
- Lindaan (Gamma-hexachloorcyclohexaan), (c-HCH)

Daarnaast wordt de belasting in inwonerequivalenten (zie 5.4) gepresenteerd die berekend is volgens de Belgische en volgens een Nederlandse norm. Tevens wordt informatie over de zoetwaterbelasting gegeven.

Voor nutriënten en zware metalen is onderscheid gemaakt in de hoeveelheden die op het Belgische en die op het Nederlandse deel van het estuarium worden geloosd. Deze hoeveelheden zijn, gezien het beschikbare basismateriaal, voor het Nederlandse deel met een relatief hoge nauwkeurigheid te bepalen. De database is in het kader van het project SCHOON (voorheen het project SAWES) opgebouwd. De immissie- en emissiegegevens van Nederland zijn beschikbaar gekomen uit diverse computerbestanden en uit de literatuur. De immissiegegevens zijn uit het WORSRO-bestand geput, de emissiegegevens zijn overgenomen uit het WIER bestand (lit. 17,18,21 en 22). De gegevens van de belasting in België berusten voor het overgrote deel op literatuurgegevens en op schattingen van het jaar 1985. Deze gegevens zijn representatief gesteld voor de gehele periode (lit.19).

Voor de organische microverontreinigingen is de informatie, door het ontbreken van gegevens in het Belgische deel, beperkt gebleven tot het Nederlandse deel van het estuarium, de Westerschelde. Door de geringe hoeveelheid beschikbare gegevens is de belasting van het systeem met organische microverontreinigingen voor een belangrijk deel geschat. Bijlage 1 geeft een overzicht van de aard en nauwkeurigheid van de basisgegevens. Bij de interpretatie van de in dit rapport gepresenteerde resultaten is het noodzakelijk met de status van de basisgegevens rekening te houden. De periode waarvan de gegevens worden gepresenteerd loopt van 1980 tot en met 1991. Van organische microverontreinigingen zijn slechts gegevens van 1983 en vanaf 1988 gebruikt en gepresenteerd.

4 Typering Schelde en Schelde-estuarium

4.1 Het stroomgebied van de Schelde

Dit hoofdstuk geeft een beknopte informatie over de rivier de Schelde en het Schelde-estuarium. Bijlage 2 bevat hierover meer informatie. Deze informatie is gebaseerd op gegevens uit lit. 12, 13, 14 en 20.

De laaglandrivier de Schelde ontspringt in het heuvelland in het noorden van Frankrijk op de Mont St. Martin bij het plaatsje Gouy, even ten noorden van St. Quentin. De rivier mondt uit als estuarium in de Noordzee in de omgeving van Vlissingen. De totale lengte van de rivier is 355 km. Het gedeelte van Vlissingen tot de Belgisch-Nederlandse grens is de Westerschelde. Het gedeelte van deze grens tot Gent wordt Zeeschelde genoemd. Hierin worden nog onderscheiden de Boven- en de Beneden-Zeeschelde voor het gedeelte stroomopwaarts respectievelijk stroomafwaarts van Antwerpen.

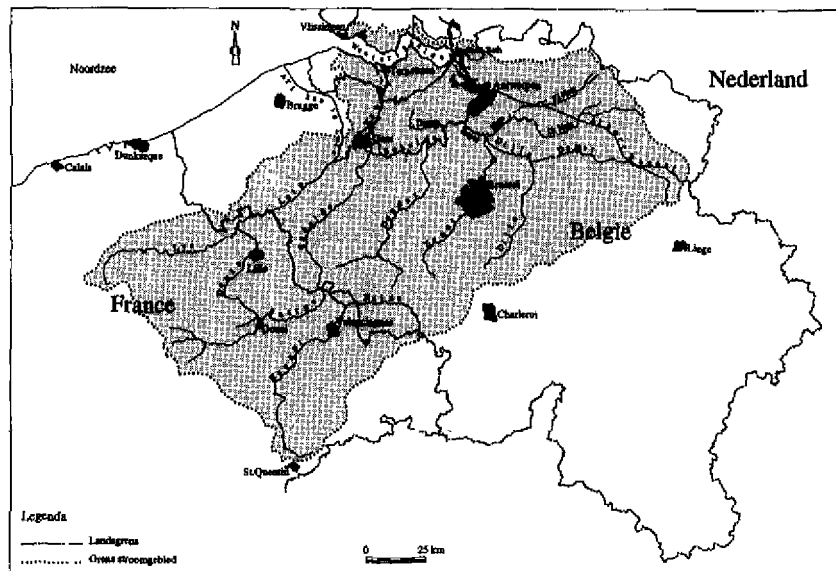
De Schelde en alle toestromende zijrivieren zijn regenrivieren. Het afwateringsgebied van deze rivieren heeft een oppervlakte van 20331 km². Het gebied beslaat een gedeelte in het noorden van Frankrijk in de omgeving van Lille; van België een deel van Wallonië, een groot deel van Vlaanderen, alsmede de agglomeratie en de omgeving van Brussel, en van Nederland een gedeelte van de provincies Noord-Brabant en Zeeland. Van het afwateringsgebied ligt 33% in Frankrijk, 63% in België (dit is bijna heel laag-België) en 4% in Nederland. Voor België is nog een onderverdeling over de drie Gewesten vast te stellen: van het totale afwateringsgebied ligt 43% in Vlaanderen, 19% in Wallonië en 1% in Brussel.

Het afwateringsgebied van de Schelde wordt onderverdeeld in een aantal hydrografische bekkens. Dit zijn de hydrografische bekkens van de Schelde, van de Leie, van de Dender, van de Durme, van de Zenne en het bekken van de Rupel, met als achterland de bekkens van de Dijle, de Demer en de Nete. Het hydrografische bekken van de Schelde wordt weer onderverdeeld in het bekken van de Schelde tot Gent, het bekken van de Schelde tussen Gent en Rupelmonde en het zijbekken van de Schelde. Verder is er nog het gebied dat tussen Rupelmonde en de grens afwatert. In Nederland wordt een deel van het overtollige water van Zeeland en westelijk Noord-Brabant naar de Westerschelde afgevoerd.

Het neerslagoverschot van het afwateringsgebied bepaalt de afvoer van de rivier. Er is elk jaar een duidelijke seizoensafhankelijkheid in de afvoer van de rivier waar te nemen, met grote fluctuaties daarin. Figuur 3 geeft een overzicht van het totale afwateringsgebied van de Schelde. Verontreiniging van de rivier de Schelde vindt eigenlijk al vanaf de bron plaats. In het noorden van Frankrijk, in de omgeving van steden als Lille, Douai en Roubaix wordt de bovenloop vervuild. Voordat de rivier in zee stroomt monden er een aantal zijrivieren en kanalen in uit die de afvoer en de vervuiling in stroomafwaartse richting doen toenemen.

Figuur 3.

Het afwateringsgebied van de Schelde en haar zijrivieren.



Op Frans grondgebied komen het Waalse riviertje de Haine, dat onder andere langs Mons en St. Ghislain stroomt, en de Franse rivier de Scarpe, die langs Arras en Douai stroomt, op de Schelde uit.

Op Belgisch grondgebied tot Gent zijn dit achtereenvolgens het Kanaal Nimy-Blaton-Peronnes, de Franse rivier de Spiere met als achterland de industriesteden Lille, Roubaix, Tourcoing en het Belgische Moeskroen, het Kanaal Kortrijk-Bossuit dat de Schelde en de Leie verbindt, en de riviertjes de Rone en de Zwalm. Deze laatste twee hebben een betrekkelijk landelijk achterland. In Gent komt een gedeelte van het Leiewater in de Schelde en worden, via de Ringvaart, respectievelijk het Kanaal Gent-Brugge en het Kanaal van Gent naar Terneuzen door het water van de Schelde gevoed en soms ook, voor een klein deel, door het water van de Leie.

Vanaf Gent monden de gekanaliseerde Dender, de Durme en de Rupel in de Schelde uit. De belangrijke zijrivier de Rupel, waar evenals op de Schelde het getij merkbaar is en die op het moment van samenvloeien zelfs een groter debiet heeft dan de Schelde, voert water af van vier rivieren. Dit zijn de Zenne, de Dijle, de Demer en de Nete. De Zenne stroomt door Brussel en wordt daar als riool gebruikt. De Dijle ontspringt bij Charleroi en stroomt onder andere langs Leuven en Mechelen. De Demer, die het water afvoert van haar bijrivieren de Herk, de Geet en de Velp, stroomt door een gebied met de steden Hasselt, Genk, St. Truiden, Diest en Aarschot. Tenslotte is er nog de Nete, die het water van de Grote- en de Kleine Nete, de Aa en de Grote Laak naar de Rupel afvoert. In dit afwateringsgebied liggen steden als Mol, Geel, Turnhout en Lier.

De begrenzing van het afwateringsgebied van de Schelde is nogal vervaagd door verbindingen met andere bekken. Dit is het gevolg van het uitbreiden van het waterwegennet en het vergroten van de afvoermogelijkheden om een goede waterafvoer te kunnen waarborgen. Het gaat om de volgende verbindingen. Het Canal du Nord verbindt het stroomgebied van de Schelde met dat van de Somme en de Seine. Het Canal d'Aire (Duinkerken-Denain) maakt een verbinding tussen de Aa, de Leie en de Schelde met Calais en Duinkerken.

Het Kanaal Gent-Brugge-Oostende verbindt de Bovenschelde met de Noordzee bij Zeebrugge. Het Kanaal van Gent naar Terneuzen verbindt de Bovenschelde met de Westerschelde. Het Canal de Charleroi en het Zeekanaal van Brussel maken een koppeling met de stroomgebieden van de Sambre en de Maas. Het Albertkanaal verbindt het stroomgebied van de Maas met de Zeeschelde. Het Schelde-Rijnkanaal verbindt de stroomgebieden van de Schelde en de Rijn met elkaar. Het Spuikanaal Bath brengt Rijn- en Maaswater op de Westerschelde. Tenslotte het Kanaal door Zuid-Beveland, dat de verbinding maakt tussen de Ooster- en de Westerschelde. In al deze verbindingen zijn vele stuwen en sluizen aangelegd, die de scheiding en uitwisseling tussen de hydrografische bekkens beïnvloeden.

In dit rapport wordt het Schelde-estuarium, het menggebied van de rivier met de Noordzee, beschouwd. Het Schelde-estuarium wordt hier gedefinieerd als het gebied waar de invloed van de Noordzee, middels het zoutgehalte, nog merkbaar is. De getijwerking is nog verder stroomopwaarts aanwezig, tot aan Gent.

De totale lengte van het estuarium, van Rupelmonde tot Vlissingen, is 95 km. Het is het enige overgebleven open estuarium in het deltagebied in het zuiden van Nederland. In figuur 1 is de situering van het estuarium gegeven. Het estuarine karakter van de rivier wordt met name bepaald door de afvoer van het zoete rivierwater en het binnendringen van het zoute zeewater. Door menging van dit water ontstaat een chloridegradiënt. De getijdynamiek is hierbij het overheersende (meng)mechanisme. Verder spelen, afhankelijk van de geomorfologie van het gebied, turbulentie en rondstromingsprocessen een rol. De chloridegradiënt, één van de kenmerken van een estuarium, maakt dat er een schakering van levensgemeenschappen wordt gevonden: zoute, brakke en zoete; in het water, in en op de bodem en op de platen, slikken en schorren. Vanuit ecologisch perspectief gezien is een estuarium een uniek en waardevol overgangsgebied tussen rivier en zee.

4.2 De functies van het Schelde-estuarium

Op en langs het estuarium domineren de zeescheepvaart en de industriegebieden bij Vlissingen, Terneuzen (inclusief de Kanaalzône) en Antwerpen. Het estuarium herbergt een aantal belangrijke natuurgebieden, waarvan het Verdrongen Land van Saeftinghe en de Hooge Platen van naam de bekendste zijn, maar ook andere schor- en plaatgebieden zijn waardevol. Van belang, zeker voor de waterkwaliteit, zijn de bevolkingsconcentraties rond Antwerpen, Brussel en Gent en in westelijk Noord-Brabant en Walcheren.

Er worden voor het estuarium een aantal functies onderscheiden, die zowel op het ecologische (natuur) als op het economische (gebruik) vlak liggen. Deze functies hangen samen met de gunstige natuurlijke ligging van het estuarium, waardoor in de loop der tijden een zeer dichtbevolkt en sterk geïndustrialiseerd gebied is ontstaan. De economische opbrengst door de industrie, de veeteelt, de akkerbouw en de recreatie in het Schelde-estuarium is vergelijkbaar met die van de veel grotere bekkens van de Gele rivier, de Amazone of de Nijl (lit.16).

Hieronder volgt een opsomming van de belangrijkste functies.

- * *Scheepvaart.* De Westerschelde vormt de maritieme toegangsweg tot enkele havens. Ook is de Westerschelde een schakel in de transportas tussen Antwerpen en Rotterdam. Belangrijke Belgische havens in het estuarium zijn Antwerpen en Gent, via het Kanaal van Gent naar Terneuzen. Voor Nederland zijn de havens in de kanaalzône Gent-Terneuzen en van Vlissingen-Oost belangrijk;
- * *Opvanggebied en transportmiddel voor afstromend (rivier)water.* Het teveel aan water van een groot landoppervlak stroomt via zijrivieren, beken en kanalen naar het estuarium en wordt uiteindelijk door de Westerschelde naar de Noordzee gebracht. In veel gevallen is het water al voor diverse functies gebruikt. Voorbeelden zijn beregening in landbouwgebieden, drinkwater en proces- en koelwater in de industrie;
- * *Natuur en landschap.* Door de natuurlijke variaties in de bodemligging, het getij, met daardoor een groot intergetijdegebied, maar ook door de chloridegradiënt zijn belangrijke natuurgebieden ontstaan. Voorbeelden daarvan zijn de zoetwatergetijdegebieden tussen Antwerpen en Gent, het Verdronken Land van Saeftinge (het grootste brakwaterschor in West-Europa) en de Hooge Platen in het westelijk deel van het estuarium;
- * *Visserij.* De visserij-functie is nog slechts van geringe economische betekenis. Het estuarium is belangrijk in de functie van kinderkamer voor diverse vissoorten;
- * *Recreatie.* Vooral in het mondingsgebied vinden diverse soorten recreatie plaats, zoals strand- en oeverrecreatie en watersport;
- * *Militair oefenterrein.*
- * *Zandwinning.*

Al deze functies stellen eisen aan de water- en waterbodemkwaliteit van het estuarium of beïnvloeden deze. Bovendien kunnen deze functies elkaar beïnvloeden en blijken vaak met elkaar in conflict te zijn. Dit rapport geeft een beeld van het estuarium als 'opvanggebied en transportmiddel voor afstromend (rivier)water'.

4.3 De waterhuishouding

Het Schelde-estuarium wordt door een groot aantal bronnen met vele verontreinigende stoffen belast. Een groot deel van deze belasting vindt stroomopwaarts van Rupelmonde plaats en wordt met het water van de Schelde en de Rupel het beschouwde gebied binnengevoerd. Het estuarium wordt belast met het in meer of mindere mate gezuiverde afvalwater van de industrie en de huishoudens die geconcentreerd zijn in de regio Antwerpen, bij Terneuzen inclusief de Kanaalzône en op Walcheren inclusief Vlissingen-Oost. Verder wordt het biologisch gezuiverde afvalwater van de huishoudens en de industrie geloosd van een groot deel van West-Brabant. Dit vindt plaats zowel direct, via afvalwaterleidingen, als indirect, via de rioolwaterzuiveringsinstallatie bij Bath. In Nederland werden op 16 lokaties substantiële hoeveelheden door de industrie geloosd, in België op 18 lokaties. Vooral de chemische- en petrochemische industrie, de kunststoffen- en kunstmestindustrie en de metallurgische industrie belasten het estuarium met schadelijke stoffen.

De oppervlakte van het afwateringsgebied van het beschouwde

deel van het estuarium bedraagt in België ongeveer 1630 km² en in Nederland 780 km². Het overtollige water van deze afwateringsgebieden wordt door poldergemalen en uitwateringssluizen in het estuarium gebracht. De kwaliteit van dit water wordt bepaald door stoffen die afkomstig zijn van de intensieve veehouderij, de landbouw, de neerslag en tenslotte nog door kwelwater. In België wordt gezuiverd industrieel en nog steeds ongezuiverd huishoudelijk afvalwater op het polderwater geloosd. Dit afvalwater bepaalt mede de kwaliteit van het polderwater. In Nederland werd in het beschouwde gebied op 21 lokaties polderwater geloosd. In België is het aantal lokaties onbekend.

In 1991 werd in het beschouwde gebied in België iets meer dan 50% van het huishoudelijk afvalwater gezuiverd (lit. 11). In Nederland werd vanaf dat jaar geen ongezuiverd huishoudelijk afvalwater meer geloosd op de Westerschelde, na de inbedrijfstelling van de rioolwaterzuiveringsinstallaties te Ritthem (1988), in de Willem-Annapolder (1989) en bij Terneuzen (1990).

Alleen het vergroten van de efficiency van de opgestelde rioolwaterzuiveringsinstallaties kan de belasting door het biologisch gezuiverde afvalwater in Nederland nog verder terugdringen. Omdat de zuiveringsefficiency voor zuurstofverbruikende stoffen al zeer hoog is, rond 95%, kan daarmee niet meer dan een marginale winst behaald worden. Het verder terugdringen van de stikstof- en fosforlast is mogelijk door bijvoorbeeld een verdergaande 3^e traps-zuivering. Het estuarium wordt op diverse plaatsen via diverse schutsluizen met kanaalwater belast. Dit is doorspoel-, spui- en schutwater. Door het Kanaal van Gent naar Terneuzen komt bij Terneuzen water het estuarium binnen dat afkomstig is van het Scheldebekken bij Gent. Verder wordt er sinds medio 1987 een mengsel van Rijn- en Maaswater, afkomstig uit het Hollandsch Diep, aangevuld met water van enkele kleine Brabantse rivieren, uit het Zoommeer via de Bathse spuisluis in de Westerschelde geloosd. Indirect wordt Maaswater via het Albertkanaal, en sinds medio 1987 ook water uit het Zoommeer, dat via de Kreekraksluizen in de Antwerpse havendokken terecht komt, ten noorden van Antwerpen in de Schelde geloosd. De aanvoer via het Kanaal door Walcheren en het Kanaal door Zuid-Beveland is zeer gering. Het open wateroppervlak tenslotte wordt direct belast door de neerslag. Hierin worden een groot aantal verontreinigende stoffen aangetroffen als gevolg van de uitstoot door de industrie, de landbouw, het verkeer en de huishoudens.

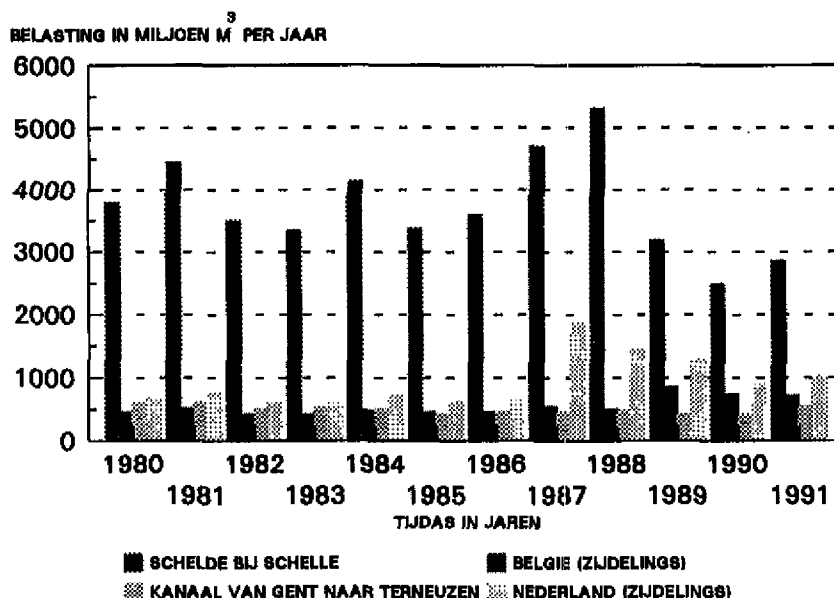
4.4 De zoetwaterbelasting

De zoetwaterbelasting op het Schelde-estuarium is onder te verdelen in vier hoofdstromen. Dit zijn de aanvoer door de Schelde, de zijdelingse belasting in België, de zijdelingse belasting in Nederland en de aanvoer door het Kanaal van Gent naar Terneuzen. Figuur 4 geeft hiervan een beeld. De aanvoer van het rivierwater bij Rupelmonde is verreweg de grootste bron. Vooral als gevolg van de relatief geringe neerslag en hoge verdamping is de afvoer in de laatste drie jaren van de beschouwde periode relatief laag.

Tegenover de enigszins dalende tendens in de zoetwaterbelasting in de periode 1980-1991 staat een stijgende tendens wanneer een veel langere periode (1950-1991) wordt beschouwd. Zie figuur 5.

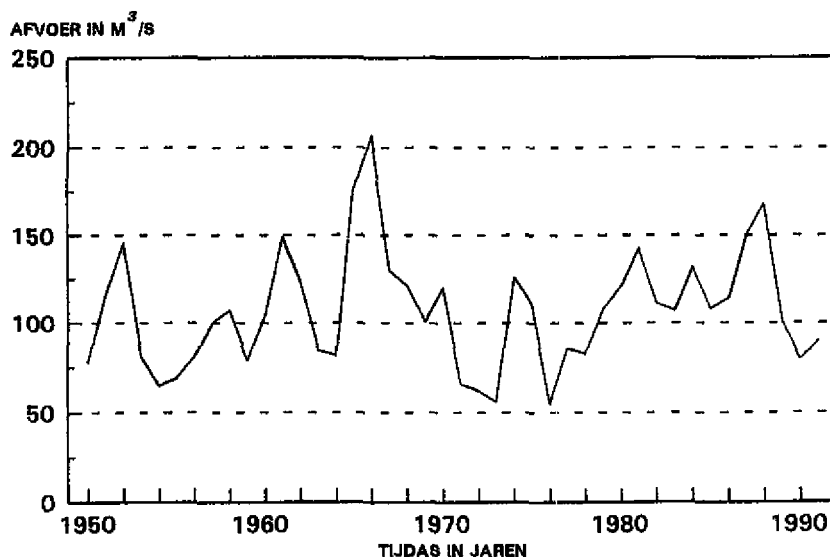
Figuur 4.

De zoetwaterbelasting op het Schelde-estuarium in de periode 1980-1991, uitgedrukt in miljoen m^3/j .



Figuur 5.

De afvoer van de Schelde bij Schelle in de periode 1950-1991, uitgedrukt in m^3/s .



Deze toename is, naast de meteorologische randvoorwaarden, het gevolg van de steeds kleiner wordende bergingscapaciteit van de bodem. Hiervoor zijn diverse oorzaken aan te wijzen. Er wordt een steeds groter deel van het afwaterende landoppervlak verhard door bebouwing en het uitbreiden van de infrastructuur, waardoor de bergingscapaciteit van de 'spons' steeds kleiner wordt. Een steeds hogere drainagegraad van de landbouwgronden, waardoor de 'spons' sneller leegloopt, zorgt eveneens voor een kleinere bergingscapaciteit. Ook spelen de steeds groter wordende import van gebiedsvreemd water ten behoeve van de drinkwatervoorziening en veranderingen in het bodemgebruik een rol. Deze factoren zorgen, samen met maatregelen ten behoeve van waterkwantiteitsbeheer, voor de verhoging van de afvoer van de rivier. Genoemde maatregelen zorgen er tevens voor dat de Schelde steeds minder het karakter heeft van een regenrivier. Een deel van de spreiding rond de gevonden tendens wordt veroorzaakt door de zich voortdurend wijzigende meteorologische condities.

De waterbelasting door het polderwater en door de neerslag op het vrije wateroppervlak vertonen uiteraard een aan de gevonden spreiding verwant patroon.

De zoetwaterbelasting door de huishoudens en door de industrie in België is slechts bepaald voor het jaar 1985. Voor de jaren daarvoor en daarna is deze belasting constant verondersteld omdat gegevens van deze periodes ontbreken en er geen aanwijzingen zijn dat rigoreuze veranderingen in de grootte van die belasting zijn opgetreden. De zoetwaterbelasting door de lozingscategorie kanalen, die voor het overgrote deel voor rekening komt van het Kanaal van Gent naar Terneuzen, vertoont in de periode 1980-1986 een iets dalende tendens. In de jaren 1987 en 1988 is er echter een forse toename van de zoetwaterlast door het Spuikanaal Bath. Door dit kanaal wordt een deel van het overtollige water van het Zoommeer op de Westerschelde gebracht. Vooral in 1987 en 1988, de jaren waarin het Zoommeer is ontzilt, werd extra water op de Westerschelde gebracht. In de tweede helft van 1987 was dit gemiddeld 35 m³/s. Na de ontziltingsperiode is het wateraanbod via dit kanaal aanzienlijk afgenomen. In 1991 bedroeg deze ongeveer 13,5 m³/s. Een deel van het overtollige water van het Zoommeer komt via de Antwerpse havens in de Schelde terecht. De lozingen van huishoudelijk en industrieel afvalwater in Nederland bleven in de gehele periode vrijwel constant. In tabel 3 zijn gegevens van de absolute zoetwaterbelasting in 1991 en van de procentuele verdeling over de lozingscategorieën opgenomen.

Tabel 3.

Overzicht van de zoetwaterbelasting in 1991, uitgedrukt in miljoen m³, en van de procentuele verdeling over de lozingscategorieën per segment.

Belasting rand segment 1						2849,5
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	30	0	44	24	2	91,5
2	51	0	42	2	5	35,7
3	49	0	2	45	4	92,9
4	31	0	51	17	1	148,8
5	13	80	0+	6	1	343,8
Som België						712,7
6	7	92	0	0	1	464,3
7	0	0	0	0	100	4,0
8	78	0	0	0	22	39,9
9	58	0	0	0	42	20,8
10	5	26	3	55	11	76,8
11	42	0	13	2	43	49,5
12	63	0	0	0	37	49,5
13	13	78	1	4	4	152,3
Kanaal van Gent naar Terneuzen						539,1***
14	27	18	8	22	25	157,1
Som Nederland						1014,2

Toelichting zie 5.5.

5 Presentatievormen

5.1 De gepresenteerde periodes

Over de periode 1980 tot en met 1991 zijn een groot aantal emissie- en immissiegegevens van het Schelde-estuarium verzameld. In hoofdstuk 6 worden de resultaten van het onderzoek per waterkwaliteitskenmerk gepresenteerd. Hiervoor zijn figuren en tabellen gebruikt. Bij de presentatie staat het jaar 1991 centraal. Dit is het laatste jaar waarvan alle gegevens beschikbaar zijn. In de figuren is een vergelijking gemaakt met het jaar 1985 om ontwikkelingen in de belasting en de waterkwaliteit in de tijd aan te kunnen geven. Het jaar 1985 is immers tijdens de Tweede Internationale Conferentie over de Bescherming van de Noordzee (ICBN), die in Londen werd gehouden, aangewezen als referentiejaar. Daar is onder andere afgesproken een halvering na te streven van de aanvoer van gevaarlijke stoffen en nutriënten via rivieren en estuaria. Op de derde ICBN is dat aangescherpt tot halvering van de belasting aan de bron. Deze reductie dient in de periode tussen 1985 en 1995 gerealiseerd te worden. In dit rapport is ook een vergelijking gemaakt tussen de concentraties die gemeten zijn in 1980 en in 1991 om veranderingen tijdens de totale verslagperiode aan te kunnen geven. Voor organische microverontreinigingen is deze vergelijking beperkt gebleven voor de jaren 1988 en 1991, als gevolg van het ontbreken van gegevens van een groot deel van de beschouwde periode. De gepresenteerde emissiegegevens zijn geclusterd tot vijf lozingscategorieën.

5.2 De gehanteerde lozingscategorieën

De totale belasting van het Schelde-estuarium is ten behoeve van de presentatie in dit rapport onderverdeeld in de volgende vijf lozingscategorieën:

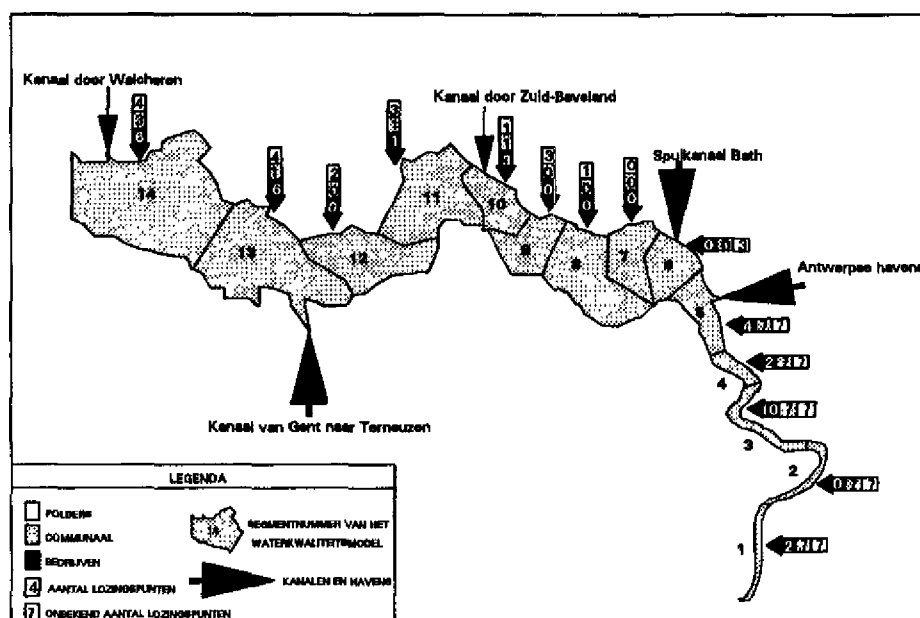
- lozingen door de industrie. Hieronder vallen zowel de directe lozingen (bijvoorbeeld via een pijp vanaf het bedrijfsterrein) als de lozingen via de riolering (via het openbare net). De afvalwaterleiding (AWL) bij Terneuzen, waardoor tot 1 mei 1990 zowel industrieel als huishoudelijk afvalwater werd afgevoerd, is eveneens onder deze categorie gerangschikt. Ook is het effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Bath in deze categorie opgenomen, omdat het effluent veel afvalwater van industriële herkomst bevat;
- lozingen door de huishoudens. Hieronder vallen zowel gezuiverde (het effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties) als ongezuiverde lozingen. De rioolwaterzuiveringsinstallaties van Walcheren en Willem-Annapolder lozen aan de binnenzijde van de dijk op het polderwater. Omdat de kwaliteit en kwantiteit van zowel het polderwater als het effluent van genoemde installaties bekend zijn, is het effluent van deze installaties ondergebracht bij de lozingscategorie huishoudens;
- zijdelingse lozingen van overtollig polderwater;
- de neerslag op het open wateroppervlak;

- de zijdelingse belasting door kanalen. Hieronder vallen niet alleen de scheepvaartkanalen, maar sinds medio 1987 ook het Spuikanaal Bath en vanaf 1989 de havens van Antwerpen.

Voor de presentatie is het Schelde-estuarium verdeeld in 14 segmenten. Deze verdeling komt overeen met de schematisatie die voor het waterkwaliteitsmodel wordt gebruikt. Bovenstaande lozingscategorieën worden in de presentatie steeds per segment behandeld. Ook wordt informatie gegeven over de aanvoer van de hoeveelheid verontreiniging die met het rivierwater van de Rupel en de Schelde over de modelrand (segment 1) bij Rupelmonde in het Schelde-estuarium wordt gebracht. Voor organische microverontreinigingen is, door het ontbreken van gegevens over de zijdelingse belasting in België, de modelrand en de daarbij behorende aanvoer bij de Belgisch-Nederlandse grens op het grensvlak tussen de segmenten 5 en 6 gelegd. Een overzicht van de segmenten en het aantal bronnen per segment en per lozingscategorie is in figuur 6 gepresenteerd.

Figuur 6.

De bronnen van zijdelingse belasting op het Schelde-estuarium in 1991.



5.3 Grens- en streefwaarden betreffende water en bodem

De voortdurende verandering in naamgeving van de normen voor de waterkwaliteit en van de getalswaarden die daarin waren opgenomen alsook het gebrek aan afstemming tussen de normen die voor de diverse milieucompartimenten werden opgesteld, hebben tot negatieve reacties en tot wensen van de beheerders geleid. De notitie 'Milieukwaliteitsdoelstellingen Bodem en Water (MILBOWA)' is opgesteld om tot een uniformering te komen (zie lit. 6 en 9). Met het Beleidsstandpunt over deze notitie en de Nota van wijziging van de derde Nota waterhuishouding is op dit gebied een duidelijke stap gezet naar uniformering in terminologie en afstemming van getalswaarden tussen de verschillende milieucompartimenten. Het doel van de MILBOWA-notitie is het operationaliseren van het systeem van grens-, interventie- en streefwaarden voor bodem en oppervlaktewater. In het Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990 is dit systeem geïntroduceerd. In de notitie is de term voor de algemene milieu-

kwaliteit, afgekort 'AMK 2000', uit de derde Nota waterhuishouding vervangen door de term 'grenswaarde'. De getalswaarden uit de derde Nota en de status daarvan zijn grotendeels ongewijzigd overgenomen. Nieuw is de term 'streefwaarde'. Het verschil tussen grenswaarde en streefwaarde is soms erg gering of zelfs niet aanwezig (lit. 9). Vaak is het enige verschil de periode waarbinnen realisatie moet plaatsvinden, dus aan de gestelde normen moet zijn voldaan. De beheerder van een overgangsgebied tussen zoet en zout water kan de doelstellingen, die in eerste instantie voor zoet water waren opgesteld, van toepassing verklaren voor zout water. Deze normen zijn echter nog niet wettelijk en dus nog niet bindend vastgesteld. Desondanks worden de in dit rapport gepresenteerde waterkwaliteitsgegevens getoetst aan de beschikbare grens- en streefwaarden, zoals die zijn vermeld in de MILBOWA-notitie. Hieronder volgt een overzicht van de normen waaraan getoetst is.

	dimensie	grenswaarde	streefwaarde	opmerkingen
Fosfor, totaal	mg/l	0,15	--	zomergemiddelde
Stikstof, totaal	mg/l	2,2	--	zomergemiddelde
Cadmium, totaal	µg/l	0,2	0,05	--
Koper, totaal	µg/l	3,0	3,0	--
Chroom, totaal	µg/l	20,0	5,0	--
Zink, totaal	µg/l	30,0	9,0	--
Benzo(a)pyreen totaal	µg/l	0,005	0,003	--
Fluorantheen totaal	µg/l	0,07	0,006	--
PCB52	µg/kg	4	--	--
PCB153	µg/kg	4	--	--
Lindaan	µg/kg	1	--	--

5.4 Het inwoner-equivalent (i.e.)

De zijdelingse belasting is ook uitgedrukt in inwoner-equivalenten (i.e.). Een i.e. is de hoeveelheid zuurstofverbruikende stoffen die één inwoner per dag produceert. Voor het bepalen van een i.e. zijn in België en in Nederland afwijkende definities opgesteld. In België wordt een inwoner-equivalent gelijk gesteld aan 54 gram BZV5 (per dag per inwoner). Tot en met 1988 ging men er vanuit dat deze lozing gepaard ging met een hoeveelheid water van 150 liter. Vanaf 1989 is deze hoeveelheid op 180 liter gesteld.

In Nederland worden voor het berekenen van inwoner-equivalenten diverse formules gebruikt. In dit rapport is hiervoor de volgende formule gehanteerd : aantal i.e. = $Q * (CZV + 4,57 * Kj-N) / 135mgO_2$. Hierin is Q de wateraanvoer in liter per etmaal, CZV in mgO_2/l en Kj-N in mgN/l . Ook de belasting door de industrie en de polders kan volgens de hierboven aangegeven omrekeningsmethodes in inwoner-equivalenten worden uitgedrukt. In tabel 4 is de procentuele en de absolute belasting in 1991 weergegeven, uitgedrukt in inwoner-equivalenten berekend volgens de Belgische normering. In tabel 5 zijn de inwoner-equivalenten opgenomen, berekend volgens de Nederlandse normering.

Tabel 4.

Overzicht van procentuele en absolute belasting in 1991 uitgedrukt in 10³ i.e.'s volgens de Belgische normering.

Belasting rand segment 1						1246,4
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	2	0	65	33	0	329,3
2	2	0	96	2	0	220,6
3	6	0	13	81	0	190,0
4	3	0	55	42	0	346,8
5	6	20	1	73	0	171,9
Som België						712,7
6	21	79	0	0	0	27,2
7	0	0	0	0	0	0,0
8	100	0	0	0	0	9,0
9	100	0	0	0	0	3,2
10	6	8	3	83	0	14,7
11	48	0	46	6	0	9,9
12	100	0	0	0	0	8,1
13	13	81	4	2	0	25,7
Kanaal van Gent naar Terneuzen						103,9***
14	36	16	41	7	0	32,6
Som Nederland						130,4

Toelichting zie 5.5

Tabel 5.

Overzicht van procentuele en absolute belasting in 1991 uitgedrukt in 10³ i.e.'s volgens Nederlandse normering.

Belasting rand segment 1						7443,7
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	8	0	64	28	0+	470,9
2	8	0	91	1	0+	309,8
3	10	0	5	85	0+	610,5
4	11	0	54	35	0+	545,1
5	8	48	0+ +	44	0+	810,9
Som België						2747,2
6	20	80	0	0	0+ +	170,7
7	0	0	0	0	100	0,4
8	98	0	0	0	2	60,5
9	98	0	0	0	5	19,3
10	7	6	3	83	1	93,5
11	59	0	33	4	4	63,2
12	97	0	0	0	3	57,7
13	10	87	2	1	0+ +	165,8
Kanaal van Gent naar Terneuzen						1027,8***
14	35	11	39	13	2	217,1
Som Nederland						848,2

Toelichting zie 5.5

5.5 Het gebruik van een Geografisch Informatie Systeem (GIS)

De beschrijving van de ontwikkelingen in de belasting en de waterkwaliteit van het Schelde-estuarium in de periode 1980-1991 wordt in hoge mate ondersteund door deze ontwikkelingen goed zichtbaar te maken. Genoemde ontwikkelingen kunnen in beeld worden gebracht aan de hand van gegevens van de belasting en van gegevens over de waterkwaliteit in het estuarium.

Voor de verwerking van deze gegevens is gekozen voor het gebruik van een GIS. Op deze manier kan op eenvoudige wijze gebruik worden gemaakt van de database die voor het betreffende onderzoek reeds was opgebouwd en aangevuld en ook in de toekomst frequent zal worden bijgewerkt. Verder is een GIS een zeer belangrijk instrument waarmee met een relatief beperkte inspanning een grote bijdrage geleverd kan worden aan de presentatie in toekomstige rapportages. Het feit dat er op veel plaatsen binnen Rijkswaterstaat reeds gewerkt wordt met een GIS is eveneens een motivering voor het gebruik van dit systeem, omdat een goede aansluiting met diverse andere informatiesystemen mogelijk is. GIS, en met name ARC/INFO 6.1 biedt goede grafische mogelijkheden, waardoor een fraaie presentatie gewaarborgd is. Tevens biedt dit pakket ruime analytische capaciteiten die in de nabije toekomst beter ingeschakeld zullen kunnen worden. De beschikbare immissie- en emissiegegevens zijn opgeslagen in een relationele database. Presentatie van gegevens vindt plaats door gebruik te maken van kaarten, grafieken en tabellen, waardoor een compleet beeld wordt gegeven van de ontwikkelingen in de waterkwaliteit en de belasting van het Schelde-estuarium. Door de gevolgde manier van gegevensopslag kunnen aanvullingen en wijzigingen in de database eenvoudig worden ingevoerd. Voor alle presentatievormen zijn namelijk steeds het waterkwaliteitskenmerk, het jaar of het segmentnummer als variabele ingevoerd in de diverse hulpprogramma's die de kaarten, grafieken en tabellen genereren. Hierdoor is het mogelijk met een relatief kleine inspanning nieuwe waterkwaliteitskenmerken of een update van de reeds aanwezige gegevens in te voeren en vervolgens zichtbaar te maken door het gebruik van de diverse presentatievormen. In lit. 10 wordt de toepassing van het GIS uitgebreid beschreven.

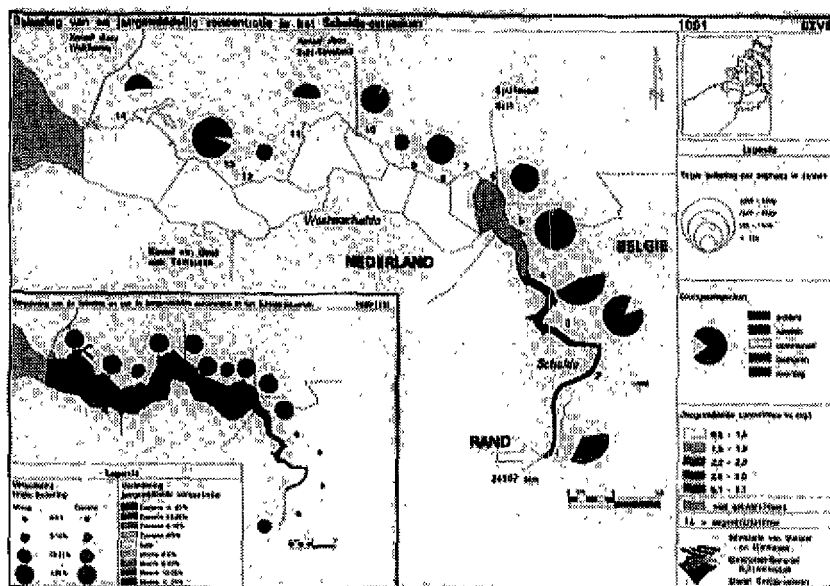
5.6 Toelichting op de kaarten en de tabel van de belasting

Van elk waterkwaliteitskenmerk worden per segment van het gemodelleerde gebied de jaarlijkse belasting op de rivierand bij Rupelmonde, de zijdelingse belasting van het estuarium en de natte depositie op het open wateroppervlak in twee kaarten weergegeven. Tevens worden in die kaarten de jaargemiddelde concentraties aan het wateroppervlak weergegeven. Ook worden ontwikkelingen in de tijd in beeld gebracht. De belasting bij Rupelmonde, of voor organische microverontreinigingen bij de Belgisch-Nederlandse grens, is cijfermatig weergegeven. Zie hiervoor de kaarten A en B. Verder is er per waterkwaliteitskenmerk een tabel samengesteld met daarin gegevens van de absolute belasting door de Schelde bij Rupelmonde in segment 1 of bij de Belgisch-Nederlandse grens in segment 6 voor organische microverontreinigingen, de absolute belasting per modelsegment en het (relatieve) aandeel daarin van de lozingscategorieën. De belasting van segment 13 wordt gevormd door de zijdelingse belasting én door de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen.

Kaart A

De zijdelingse belasting in 1991 wordt voor elk modelsegment door middel van een cirkeldiagram, ook wel pie-chart genoemd, aangegeven. De omvang van de totale belasting komt voor elk modelsegment tot

uitdrukking in de grootte van de cirkel. De relatieve bijdragen van de lozingscategorieën worden voor elk modelsegment weergegeven door middel van gekleurde pie's, die ieder een lozingscategorie vertegenwoordigen. De kleuren van de onderscheiden lozingscategorieën zijn gevoelsmatig toegekend. De grootte van elke pie hangt af van het relatieve aandeel in de totale belasting in het betreffende segment. In de legenda staan de klassegrenzen vermeld die bij de gebruikte cirkelgroottes horen. Hieronder is een voorbeeld van deze kaart opgenomen.



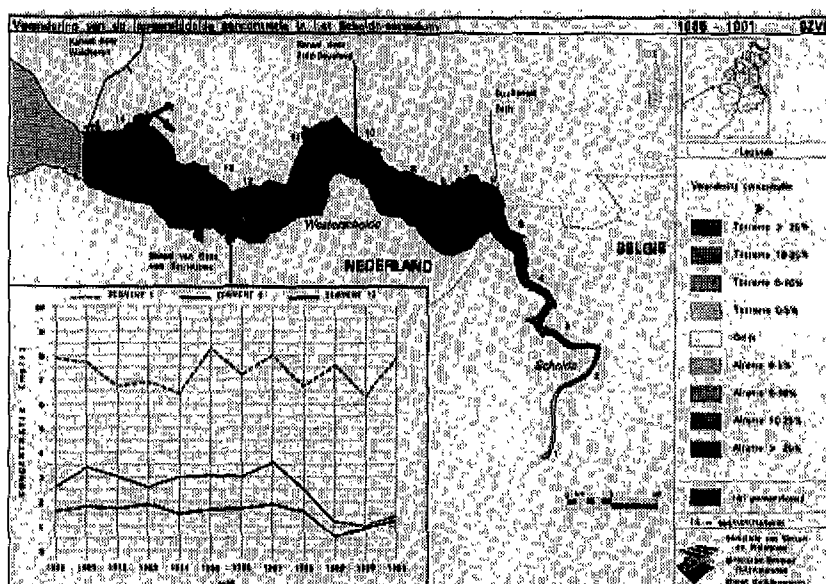
Met behulp van de immissiegegevens is de belasting op de modelrand bij Rupelmonde berekend. Omdat deze belasting over het algemeen veel groter is dan de zijdelingse belasting per segment is deze in de vorm van een pijl in de figuur opgenomen. De grootte van deze pijl heeft geen betekenis, de belasting op de modelrand is daarbij in cijfers weergegeven. Van organische microverontreinigingen zijn weinig gegevens van de Schelde beschikbaar, zodat **alleen ten behoeve van de presentatie** de bovenstroomse begrenzing van het beschouwde gebied niet bij Rupelmonde maar bij de Belgisch-Nederlandse grens, op het grensvlak tussen de segmenten 5 en 6, is gelegd. De segmenten die niet zijdelings belast worden zijn wel genummerd; de pie ontbreekt echter.

Uit de immissiegegevens zijn per waterkwaliteitskenmerk concentratiegradiënten bepaald, waaruit voor ieder segment de jaargemiddelde concentraties in 1991 zijn berekend. De verschillen in de concentraties worden door grijsinten weergegeven. In de legenda staan de klasse-grenzen vermeld die bij de gebruikte grijsinten horen.

In de **bijkaart** (linksonder) worden voor elk modelsegment de relatieve veranderingen in de jaargemiddelde concentraties aan het wateroppervlak tussen 1985 en 1991 weergegeven. Voor de organische microverontreinigingen is dit de periode 1983-1991. De relatieve veranderingen worden met kleurtinten aangegeven, die elk een bepaalde relatieve toename of afname vertegenwoordigen. Een toename van de concentratie wordt door de kleur rood weergegeven, wit geeft aan dat de concentratie niet is gewijzigd en groen geeft een afname van de concentratie aan. De bij de kleurtinten behorende percentages staan in de legenda vermeld. De relatieve veranderingen in de zijdelingse belasting in de periode van 1985 tot en met 1991 worden per modelsegment door spots van verschillende grootte weergegeven. Een toename van de belasting wordt door de kleur rood gesymboliseerd, groen geeft een vermindering van de belasting aan. In de legenda staan de klassegrenzen aangegeven die bij de diverse spot-groottes horen.

Kaart B

Per modelsegment worden de relatieve veranderingen in de jaargemiddelde concentraties van de jaren 1980 en 1991 weergegeven. Voor de organische microverontreinigingen is de periode 1988-1991 in beeld gebracht. Deze veranderingen worden met kleurtinten aangegeven die elk een bepaalde relatieve toename of afname vertegenwoordigen. Een toename van de concentratie wordt door de kleur rood weergegeven, wit geeft aan dat de concentratie niet gewijzigd is en groen geeft een afname van de concentratie aan. De percentages die bij de diverse kleurtinten horen zijn in de legenda weergegeven. Hieronder is een voorbeeld van de deze kaart opgenomen.



In de **bijkaart** (linksonder) zijn van de segmenten 1, 6 en 13 de jaargemiddelde concentraties aan het wateroppervlak in de periode 1980-1991 weergegeven. De jaargemiddelde concentraties in segment 1 zijn met een afwijkend lijnkarakter aangegeven omdat deze gegevens door diverse laboratoria en dus met behulp van verschillende analyse- en bemonsteringstechnieken tot stand zijn gekomen. Hierdoor zijn, omdat de analyseresultaten niet altijd onderling vergelijkbaar zijn, onvermijdelijk discontinuïteiten ontstaan. Voor de organische microverontreinigingen worden de jaargemiddelde concentraties van de periode 1988-1991 in de segmenten 6,10 en 13 weergegeven. De gegevens worden in dit rapport gebruikt om tendensen aan te kunnen geven.

Er wordt hier uitdrukkelijk over tendensen gesproken en niet over trends. De waterkwaliteitsgegevens zijn in 'ruwe' vorm gebruikt. Alleen na een trendanalyse, waarbij door het bepalen van de covarianties de exogene invloed op de hoogte van en de variaties in de concentraties kunnen worden *genivelleerd*, is het *mogelijk* trends aan te geven. De statistische en chemische verhandeling die voor het bepalen van trends noodzakelijk is, valt buiten het kader van dit rapport.

Tabel

Per waterkwaliteitskenmerk is een tabel opgenomen met de totale belasting per modelsegment en de belasting die via de modelrand in segment 1 bij Rupelmonde het estuarium binnenstroomt.

Er wordt per modelsegment aangegeven hoe groot de relatieve bijdrage aan de zijdelingse belasting is van elke lozingscategorie. Van organische microverontreinigingen ontbreken gegevens van de segmenten 1 tot en met 5. De modelrand is hierom voor deze stoffen bij segment 6 gelegd. De belastingen zijn apart getotaliseerd voor het Nederlandse en het Belgische deel van het beschouwde gebied. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen is in de tabellen apart opgenomen omdat deze belasting, die voor het grootste deel uit België afkomstig is, op een in Nederland gelegen segment plaats vindt. De zijdelingse jaarlast is voor organische microverontreinigingen uitgedrukt in grammen of kilogrammen, voor zware metalen in kilogrammen of in tonnen en voor de overige waterkwaliteitskenmerken in kilotonnen.

In de tabellen zijn afrondingen toegepast om de som der delen op het *juiste totaal uit te laten komen*. Naar nul afgeronde procenten zijn met een 'plus' gemerkt. Bij '+' ligt de grootte van het getal tussen 0,01 en 0,09% en bij '++' tussen 0,10 en 0,49%. De naar nul afgeronde absolute waarden zijn met een ster gemerkt. Bij '*' ligt de grootte van het getal tussen 0,001 en 0,009 en bij '**' tussen 0,010 en 0,049. Het merkteken '***' geeft aan dat de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen in segment 13 terecht komt, maar niet meetelt voor de totale Nederlandse belasting in dat segment en het totaal van het Nederlandse deel. Wel is het relatieve aandeel hiervan in de categorie kanalen weergegeven.

6 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd. De onderzoeksresultaten zijn per waterkwaliteitskenmerk samengevat in twee kaarten en in een tabel. Deze bevatten gegevens over de zijdelingse belasting van het Schelde-estuarium en over de concentraties aan het wateroppervlak. Ook worden ontwikkelingen in de tijd aangegeven en worden de concentraties aan het wateroppervlak, waar mogelijk, getoetst aan normen. Het resultaat van het onderzoek over de periode 1980-1991 wordt mede bepaald door de verschillen in hydrologische omstandigheden in die jaren. Dit betekent dat afnames of toenames van de concentraties in delen van het estuarium ook het gevolg kunnen zijn van verschillen in de hydrologische omstandigheden in de jaren die met elkaar worden vergeleken. Hiermee wordt in de begeleidende tekst rekening gehouden. Een belangrijk deel van de tekst uit dit hoofdstuk kan aan de hand van de verstrekte informatie worden gecontroleerd. Voor een ander deel is de tekst gebaseerd op vergelijkingen met soortgelijke data in eerdere rapportages.

In de tekst wordt soms de term hoofdstromen gebruikt. De vier hoofdstromen zijn de getotaliseerde zijdelingse belasting in België, de eveneens getotaliseerde zijdelingse belasting in Nederland, de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen en de aanvoer door de Schelde en de Rupel bij Rupelmonde.

6.1 Biochemisch zuurstofverbruik (BZV5)

Het biochemisch zuurstofverbruik is een maat voor de hoeveelheid gemakkelijk afbreekbaar organisch materiaal die in het water aanwezig is. Dit wordt uitgedrukt in de hoeveelheid zuurstof die wordt gebruikt door de micro-organismen bij de afbraak van dit organische materiaal. Deze hoeveelheid wordt bepaald door de afname van de zuurstofconcentratie te meten in vijf dagen bij 20°C. De afbraaksnelheid wordt beïnvloed door de hoeveelheid zuurstof, de hoeveelheid licht, de zuurgraad en de temperatuur. Het watermonster wordt daarom met zuurstof verzadigd, de zuurgraad wordt op ongeveer 7 gebracht en daarna wordt het monster vijf dagen in het donker bewaard bij een temperatuur van 20°C.

De voornaamste zuurstofbindende stoffen in de rivier zijn enerzijds organische verbindingen, zoals cellulose, eiwitten, aminozuren en suikers, anderzijds gereduceerde anorganische stoffen zoals ammonium, ijzer(II)-zouten en zwavelwaterstof. Deze zijn afkomstig van afbraakprodukten van stoffen die zich in het afvalwater bevinden. Bij de afbraak van deze stoffen, die zich vooral in ongezuiverd afvalwater bevinden, komen onder andere nutriënten als fosfor en stikstof weer vrij.

De belangrijkste onderzoeksresultaten over biochemisch zuurstofverbruik zijn in de kaarten 1 en 2 en in tabel 6 samengevat.

Belasting estuarium

De totale belasting van het Schelde-estuarium met organisch materiaal bedroeg in 1991, uitgedrukt in BZV5, 54 kiloton. In 1985 was dit 61,9 kiloton; een reductie derhalve met 13%. Bij Rupelmonde werd in 1991 door de rivier 24,6 kiloton aangevoerd, iets minder dan in 1985. Iets groter was de zijdelingse belasting in België. In Nederland bedroeg de belasting 2,7 kiloton. De belasting die gevormd werd door het spuiwater uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen was iets minder groot. Over de bijdrage in de belasting door de neerslag is geen informatie beschikbaar. Van segment 7 zijn daardoor geen gegevens over de zijdelingse belasting beschikbaar.

Belasting België

In België waren de ongezuiverde lozingen door de huishoudens en door de industrie samen goed voor 94% van de zijdelingse belasting. Opvallend is de nog zeer grote belasting door de huishoudens. Door het ontbreken van een adequate rioleringsinfrastructuur is slechts iets meer dan 30% (lit. 12) van het aantal huishoudens in Vlaanderen aangesloten op een RWZI. De capaciteit van deze installaties is echter veel groter dan de belasting ervan. In het vergroten van de belasting is de laatste jaren wel enige vooruitgang geboekt, maar exacte gegevens ontbreken (nog) om dit op een juiste manier te kunnen kwantificeren. Veel kleiner is de belasting door de Antwerpse havens en de polders. In de periode 1985-1991 is de belasting in België iets groter geworden. In segment 5 is de belasting toegenomen door lozingen uit de havens van Antwerpen.

Belasting Nederland

In Nederland kwam de zijdelingse belasting van de Westerschelde in 1991 voor ongeveer de helft voor rekening van het Kanaal van Gent naar Terneuzen en het Spuikanaal Bath. De andere helft werd gevormd door, met afnemend aandeel, de polders, de huishoudens en de industrie. Het grote aandeel in de belasting in segment 10 van de bedrijven wordt in belangrijke mate veroorzaakt door het effluent van de RWZI te Bath, waar veel afvalwater van industriële herkomst wordt gezuiverd. Tenslotte is het aandeel van de kanalen door Walcheren en Zuid-Beveland marginaal. De belasting is in de periode 1985-1991 iets kleiner geworden. Dit is het gevolg van de zuivering die zowel het huishoudelijk als het industrieel afvalwater in steeds toenemende mate ondergaat. Vooral de inbedrijfstelling van de rioolwaterzuiveringsinstallaties in de Willem-Annapolder, bij Terneuzen en bij Ritthem hebben een belangrijke reductie van de BZV5-belasting tot gevolg gehad. **Er wordt op dit moment geen uit Nederland afkomstig ongezuiverd huishoudelijk afvalwater meer op de Westerschelde geloosd.**

In segment 6 is een toename van de belasting te constateren die het gevolg is van lozingen uit het Zoommeer, die via het Spuikanaal Bath plaatsvinden. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen geeft een over de gehele periode stijgende tendens te zien, ondanks de lagere belasting in 1991 in vergelijking met 1985.

Immissies

Het concentratieprofiel van de Schelde laat in 1991 een vrij steile gradiënt zien, met in de segmenten 1 en 2 concentraties van meer dan 5 mgO₂/l.

Stroomafwaarts vanaf segment 5 is er op de Westerschelde nog slechts een zeer flauwe gradiënt te zien die in zeewaartse richting afloopt. De concentraties variëren daar tussen 1 en 1,5 mgO₂/l. Alleen in modelsegment 13 is er nog een lichte stijging van de gradiënt, die toegeschreven moet worden aan de invloed van lozingen uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen. De concentraties van het Schelde-estuarium zijn aanzienlijk gedaald. Dit is vooral vanaf 1988 het geval. Dit blijkt uit de concentratiegegevens van de segmenten 6 en 13. In segment 1 is echter nog geen sprake van enige daling van de concentraties. Grens- en streefwaarden voor BZV5 ontbreken, waardoor toetsing niet mogelijk is.

Tabel 6.

Biochemisch zuurstofverbruik (BZV5) in 1991. Procentuele belasting per categorie en totale belasting per segment in 1000 ton.

Belasting rand segment 1						24,6
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	2	0	65	33	0	6,5
2	2	0	96	2	0	4,3
3	6	0	13	81	0	3,7
4	3	0	55	42	0	6,8
5	6	20	1	73	0	3,4
Som België						24,7
6	21	79	0	0	0	0,5
7	0	0	0	0	0	0,0
8	100	0	0	0	0	0,2
9	100	0	0	0	0	0,1
10	6	8	3	83	0	0,3
11	48	0	46	6	0	0,2
12	100	0	0	0	0	0,2
13	13	81	4	2	0	0,6
Kanaal van Gent naar Terneuzen						2,0***
14	36	16	41	7	0	0,6
Som Nederland						2,7

Toelichting: zie 5.5

6.2 Chemisch zuurstofverbruik (CZV)

Naast gemakkelijk afbreekbaar organisch materiaal bevat afvalwater organisch materiaal dat minder gemakkelijk afbreekbaar is. Ook kunnen er, vooral in industrieel afvalwater, gereduceerde chemische verbindingen aanwezig zijn. Een manier om deze hoeveelheid te kwantificeren is het chemisch zuurstofverbruik. Het chemisch zuurstofverbruik is de hoeveelheid chemisch oxidatiemiddel (bichromaat in sterk zuur milieu), omgerekend in de daarmee equivalente hoeveelheid zuurstof, die nodig is voor de chemische oxidatie van de zich in een liter (afval)water bevindende stoffen. CZV is dus een indirecte maat voor de totale hoeveelheid organische stof, zowel biologisch afbreekbaar als biologisch inert.

De belangrijkste informatie over chemisch zuurstofverbruik is in kaart 3 en in tabel 7 samengevat.

Belasting estuarium

De belasting van het estuarium met afbreekbaar materiaal was, uitgedrukt in CZV, in 1991 bijna 370 kiloton CZV. In 1985 was dit 383 kiloton, een geringe afname met 3%.

De belasting op de modelrand bij Rupelmonde nam tussen de jaren 1985 en 1991 af met 9%. Toch is er voor de gehele onderzoeksperiode een enigszins stijgende tendens in de belasting te constateren. Er zijn aanzienlijke onderlinge verschuivingen in het aandeel van de diverse hoofdstromen in het totaal. Meer dan 60% van de totale belasting werd door de rivier bij Rupelmonde aangevoerd. In België steeg de belasting tot 90,5 kiloton, mede als gevolg van de lozingen uit de Antwerpse havens, en bedraagt nu 25% van het totaal. De zijdelingse belasting in Nederland verminderde, de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen steeg. Hierdoor is de belasting via dit kanaal (7%) groter geworden dan de zijdelingse belasting in Nederland (6%). Gegevens van de belasting door de neerslag zijn niet beschikbaar.

Belasting België

De belasting nam toe tot 90,5 kiloton door de lozingen uit de Antwerpse havens. Van de zijdelingse belasting namen de bedrijven een groot deel (iets meer dan 40%) voor hun rekening. Ook de huishoudens leverden een aanzienlijke bijdrage met 32%.

Belasting Nederland

De afname van de belasting in Nederland (35%) tussen 1985 en 1991 is opmerkelijk. Het jaar 1987 was een uitzondering als gevolg van de lozingen vanuit het Zoommeer, die dat jaar van start gingen. De gestage afname was het gevolg van de zuivering die zowel het huishoudelijk als het industrieel afvalwater in steeds toenemende mate ondergaat. Vooral de inbedrijfstelling van de RWZI's in de Willem-Annapolder, bij Terneuzen en bij Ritthem hebben een belangrijke reductie van de belasting tot gevolg gehad. Bijna de helft van de zijdelingse belasting in Nederland was het gevolg van polderlozingen. Ook de belasting door het Zoommeer was aanzienlijk (18%). Een kleiner aandeel hadden de bedrijven en de huishoudens.

Immissies

Van het chemisch zuurstofverbruik kunnen geen concentratieprofielen gepresenteerd worden omdat immissiegegevens ontbreken.

Tabel 7.

Chemisch zuurstofverbruik (CZV) in 1991. Procentuele belasting per categorie en totale belasting per segment in 1000 ton.

Belasting rand segment 1						229,8
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	7	0	63	30	0	15,6
2	7	0	92	1	0	10,3
3	9	0	5	86	0	21,7
4	11	0	53	36	0	17,0
5	3	61	0 + +	32	0	25,9
Som België						90,5
6	20	80	0	0	0	5,3
7	0	0	0	0	0	0,0
8	100	0	0	0	0	1,7
9	100	0	0	0	0	0,5
10	5	7	4	84	0	3,0
11	58	0	36	6	0	1,6
12	100	0	0	0	0	1,5
13	12	84	2	2	0	4,7
Kanaal van Gent naar Terneuzen						25,6***
14	42	20	25	13	0	5,1
Som Nederland						23,4

Toelichting zie 5.5

6.3 Zwevend stof (ZS)

Zwevend stof is de hoeveelheid onopgeloste stof in water. Het gehalte gemeten aan het wateroppervlak wordt bepaald via filtratie. Kennis van de belasting met zwevend stof is noodzakelijk omdat de belasting van het estuarium met microverontreinigingen en het transport van deze stoffen door het estuarium in hoge mate wordt bepaald door het zwevend stof. Veel microverontreinigingen zijn namelijk sterk aan het slib of aan het organische stofdeel daarvan gebonden. Zwevend stof komt van nature voor in het water. De erosie van het stroomgebied is de natuurlijke bron. De belangrijkste onderzoeksresultaten van zwevend stof zijn in de kaarten 4 en 5 en in tabel 8 samengevat.

Belasting estuarium

De zwevend stof belasting van het Schelde-estuarium was in 1991 ruim 783 kiloton. Verreweg het grootste deel hiervan, bijna 700 kiloton, werd door de rivier over de modelrand aangevoerd.

De zijdelingse belasting in België bedroeg bijna 50 kiloton, in Nederland was dit 29,4 kiloton. Ook werd door het Kanaal van Gent naar Terneuzen 5,8 kiloton in de Westerschelde geloosd. De belasting van het Schelde-estuarium kwam in 1991 voor 90% voor rekening van de aanvoer door de rivier zelf. Deze aanvoer was, ondanks een lager debiet, tweemaal zo hoog als in 1985. Gezien de vorm van de concentratielijn in segment 1 in de periode 1982-1991 moet geconcludeerd worden dat deze enorme stijging voor een zeer groot deel wordt veroorzaakt door een verandering in de manier waarop bij Rupelmonde vanaf 1991 is bemonsterd. Het is dan ook irreëel deze stijging volledig toe te schrijven aan veranderingen in het watersysteem. De veranderingen in de belasting in de jaren 1985 en 1991 geven een wisselend beeld te zien. In de meeste segmenten is sprake van enige vermindering van de zijdelingse belasting. Alleen door het Zoommeer en de Antwerpse havens steeg in twee segmenten de zwevend stof belasting.

Belasting België

De belasting met zwevend stof is licht gestegen door de lozingen uit de Antwerpse havens. Het grootste aandeel in de zijdelingse belasting hebben de bedrijven (40%), gevolgd door de polders en de huishoudens met respectievelijk 27% en 23%. Een groot deel van de slibbelasting is hierdoor van anthropogene oorsprong. De invloed van de natte depositie is gering.

Belasting Nederland

De zwevend stof belasting in Nederland was in 1991 4,5 kiloton lager dan in 1985. Met het polderwater werd 67% van de zijdelingse belasting op de Westerschelde gebracht. De bedrijven namen, met 17%, een veel kleiner deel voor hun rekening. De invloed van de kanalen, de neerslag en vooral van de huishoudens was klein. In Nederland is de invloed van de RWZI's, die in de periode 1985-1991 inbedrijf zijn gesteld, merkbaar. Het aandeel in de belasting door de huishoudens is aanzienlijk teruggebracht, vooral in de segmenten 11, 13 en 14. Ook de zijdelingse belasting door de industrie is verminderd. Door het Kanaal van Gent naar Terneuzen werd in 1991 38% minder geloosd dan in 1985. Dit staat min of meer haaks op de tendens in de belasting door het kanaal, die over de periode 1980-1991 een stijgende lijn vertoont.

Immissies

De veranderingen in de concentraties tussen de jaren 1985 en 1991 laten een wisselend beeld zien. Vooral in België is er een sterke toename van de zwevend stof concentraties. Dit is waarschijnlijk ontstaan door de hierboven al aangegeven introductie van nieuwe bemonsteringstechnieken die bij Rupelmonde zijn toegepast. Meer stroomafwaarts, in de Westerschelde, worden de concentraties al snel lager. Vergelijking van de zwevend stof concentraties in de jaren 1982 en 1991 geeft aan dat vanaf segment 11 in zeewaartse richting een afname en in stroomopwaartse richting een toename van de zwevend stofconcentraties is opgetreden. Een enigszins vergelijkbaar beeld bestaat er tussen de gegevens van de jaren 1985 en 1991. Alleen de concentraties in de segmenten 6 en 14 wijken af. In Segment 1 is een horizontale tendens te zien in de zwevend stof concentraties, met uitzondering van 1991, vanwege de nieuwe bemonsteringstechniek. In segment 6 is enige stijging te zien, segment 13 vertoont een lichte daling van de concentraties. Grens- en streefwaarden voor zwevend stof ontbreken, waardoor toetsing niet kon worden uitgevoerd.

Tabel 8.

Zwevend stof (ZS) in 1991.

Procentuele belasting per categorie
en totale belasting per segment in
1000 ton.

Belasting rand segment 1						698,5
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	19	0	34	45	2	11,1
2	28	0	65	3	4	4,9
3	41	0	4	50	5	8,4
4	25	0	31	43	1	13,8
5	29	30	0 + +	39	2	11,7
Som België						49,9
6	54	40	0	0	6	4,6
7	0	0	0	0	100	0,2
8	93	0	0	0	7	2,5
9	84	0	0	0	16	1,1
10	30	17	3	33	17	1,0
11	81	0	8	0 + +	11	2,0
12	93	0	0	0	7	2,5
13	52	44	2	0 + +	2	7,2
Kanaal van Gent naar Terneuzen						5,8***
14	39	7	2	47	5	8,3
Som Nederland						29,4

Voor toelichting zie 5.5

6.4 Totaal stikstof (N)

Voor de groei van planten zijn nutriënten essentieel. Voorbeelden zijn stikstof in de vorm van NO_3^- en NH_4^+ . Door overmatige bemesting van het land met stikstofhoudende meststoffen spoelt erg veel stikstof van het land af en komt tenslotte voor een deel in het estuarium terecht. Deze overmaat aan voedingsstoffen is onder andere de oorzaak van eutrofiëring.

In het oppervlaktewater treft men een aantal verschillende stikstofverbindingen aan. Deze stikstofhoudende verbindingen zijn aan een groot aantal chemische en biologische processen onderworpen.

De belangrijkste processen in het Schelde-estuarium zijn:

Ammonificatie. Organisch gebonden stikstof wordt omgezet in ammoniumstikstof, $\text{NH}_4\text{-N}$. Ammonium (NH_4^+) is in evenwicht met ammoniak (NH_3). Hoe hoger de pH hoe hoger de ammoniakconcentratie. Ammoniak is zeer toxisch voor vissen;

Nitrificatie. Ammoniumstikstof wordt bacteriologisch via nitriet, NO_2^- , omgezet in nitraat, NO_3^- . Dit proces vereist zuurstof, zodat het proces alleen loopt als er enige zuurstof in het water aanwezig is;

Denitrificatie. Bacteriën kunnen nitraatstikstof, onder afbraak van organische stof, omzetten in vrije stikstof, N_2 , dat grotendeels naar de atmosfeer verdwijnt. Bij de afbraak van organische stof komt ook weer ammonium vrij. Denitrificatie komt slechts op gang in anaerobe situaties. Het proces vindt plaats in de bodem en 's zomers in de Schelde ook in de waterkolom. Door denitrificatie verdwijnt netto stikstof uit het watersysteem naar de atmosfeer;

Assimilatie. De opname van ammonium en, bij uitputting, van nitraat door algen. Dit is het omgekeerde van ammonificatie.

De belangrijkste onderzoeksresultaten betreffende totaal stikstof zijn in de kaarten 6 en 7 en in tabel 9 samengevat.

Belasting estuarium

Het Schelde-estuarium werd in 1991 belast met 62,7 kiloton stikstof. Dit is bijna 13% meer dan in 1985. Meer dan de helft werd door de Schelde aangevoerd, de zijdelingse belasting in België was bijna 25%. Het Nederlandse aandeel was, aangevuld met de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen, van vergelijkbare grootte.

Opvallend is dat de stikstofbelasting door alle hoofdstromen in 1991 hoger was dan in 1985. Deze toename was echter niet overal even groot. De kleinste toename werd geconstateerd bij Rupelmonde (1 kiloton), de grootste toename bij de lozingen uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen (2,2 kiloton). Desondanks laten zowel de aanvoer door de Schelde als de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen een over de gehele periode dalende tendens zien.

De veranderingen in de hoeveelheden waarmee het estuarium wordt belast geeft in de periode 1985-1991 een wisselend beeld te zien. In de segmenten 5 en 6 is de invloed van de Antwerpse havens en het Zoommeer merkbaar. In Nederland nam in vijf segmenten de belasting toe, in vier segmenten nam deze af.

Belasting België

In België werd bijna de helft van de geloosde hoeveelheid stikstof door de industrie op het estuarium gebracht. Ook de huishoudens hadden een aanzienlijk aandeel (25%) in deze belasting. De belasting door de polders en de havens van Antwerpen is minder groot.

Belasting Nederland

Van de zijdelingse belasting in Nederland was 34% uit het Zoommeer afkomstig. Dit is meer dan de belasting door de huishoudens plus de industrie. Het aandeel van de polders was ruim éénvierde.

Immissies

In België zijn de stikstofconcentraties stroomopwaarts van Antwerpen gestegen. Vooral in 1991 zijn bij Rupelmonde hogere concentraties gevonden. Ook hier is weer de beïnvloeding van de meetreeks door de introductie van nieuwe bemonsteringstechnieken zichtbaar.

Stroomafwaarts van Antwerpen is een verlaging van de concentraties te zien die, naarmate we meer zeewaarts gaan, groter wordt. Dit blijkt ook uit de toetsing aan de normen. De betreffende grenswaarde is 2,2 mgN/l (zomergemiddeld). Deze norm werd in segment 14 regelmatig gehaald. In segment 13 werd deze norm vanaf 1989 gehaald.

Tabel 9.

Totaal stikstof (N) in 1991.

Procentuele belasting per categorie
en totale belasting per segment in
1000 ton.

Belasting rand segment 1						34,8
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	12	0	63	23	2	1,8
2	13	0	83	1	3	1,1
3	15	0	4	78	3	2,4
4	14	0	53	32	1	2,5
5	7	39	0+	53	1	5,0
Som België						12,8
6	7	91	0	0	2	2,9
7	0	0	0	0	100	0,0**
8	90	0	0	0	10	0,3
9	8	0	0	0	20	0,1
10	3	5	3	87	2	1,2
11	42	0	46	3	9	0,4
12	88	0	0	0	12	0,3
13	8	87	2	2	1	1,1
Kanaal van Gent naar Terneuzen						7,5 ***
14	31	8	45	11	5	1,3
Som Nederland						7,6

Toelichting zie 5.5

6.5 Kjeldahlstikstof (KJ-N)

Kjeldahlstikstof is de somparameter voor particulier stikstof, organisch gebonden stikstof en ammoniumstikstof. Lozingen van niet of slechts gedeeltelijk gezuiverd stedelijk en industrieel afvalwater zijn de voornaamste bronnen van Kjeldahlstikstof. Laag belaste rioolwaterzuiveringsinstallaties zetten bij voldoende zuurstof de ammoniumstikstof immers om in nitraatstikstof. De belangrijkste informatie over Kjeldahlstikstof is in de kaarten 8 en 9 en in tabel 10 samengevat.

Belasting estuarium

In totaal werd er in 1991 44,6 kiloton Kjeldahlstikstof in het estuarium gebracht. Dit is 2% meer dan in 1985. De totale belasting in 1991 kwam voor 62% voor rekening van de rivier de Schelde. Eénvijfde werd zijdelings in België geloosd. Dit is iets meer dan de totale zijdelingse belasting van de Westerschelde, dus inclusief de lozing uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen. Ondanks de kleine toename van de belasting in de tijd zijn er belangrijke verschuivingen te constateren

in het aandeel van de vier hoofdstromen in het totaal. Bij Rupelmonde nam de belasting met 3% toe, de zijdelingse belasting in België en die door het Kanaal van Gent naar Terneuzen namen toe met respectievelijk 7% en 20%. In Nederland nam de belasting daarentegen af met 32%. De aanvoer door de Schelde bedroeg op de modelrand ruim 27 kiloton. Dit betekent dat 80% van de stikstofbelasting daar uit Kjeldahlstikstof bestond. In de aanvoer van de Rijn bij Lobith was dit in 1991 minder dan 30%. Dit illustreert de slechte kwaliteit van het Scheldewater. De tendens in de belasting op de modelrand in de tachtiger jaren was licht stijgend, de belasting via het Kanaal van Gent naar Terneuzen bleef op een constant niveau. De tendens in de belasting in Nederland was dalend, met uitzondering van segment 6, waar het Zoommeer vanaf 1987 voor een toename zorgde.

Belasting België

De belasting in België bedroeg negen kiloton Kjeldahlstikstof. Dit is 70% van de stikstofbelasting in België. De huishoudens en de bedrijven waren de voornaamste lozingscategorieën. De belasting in België was in 1991 iets hoger dan in 1985. Deze toename kwam nagenoeg volledig voor rekening van het water dat afkomstig is uit de Antwerpse havens. Overigens zijn de bedrijven en ook de huishoudens, die respectievelijk 50% en 37% van de zijdelingse belasting voor hun rekening namen, veruit de belangrijkste lozingscategorieën.

Tabel 10.
Kjeldahlstikstof (Kj-N) in 1991.
Procentuele belasting per categorie
en totale belasting per segment in
1000 ton.

Belasting rand segment 1						27,6
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	4	0	70	25	1	1,5
2	4	0	93	1	2	1,0
3	7	0	6	84	3	1,7
4	6	0	58	35	1	2,0
5	4	25	0 + +	70	1	2,8
Som België						9,0
6	9	86	0	0	5	0,6
7	0	0	0	0	100	0,0**
8	81	0	0	0	19	0,1
9	61	0	0	0	39	0,0**
10	4	4	2	85	5	0,3
11	30	0	54	3	13	0,2
12	80	0	0	0	20	0,1
13	3	93	2	1	1	0,4
Kanaal van Gent naar Terneuzen						5,4***
14	12	4	63	16	5	0,9
Som Nederland						2,6

Toelichting: zie 5.5

Belasting Nederland

De belasting in Nederland bedroeg zo'n acht kiloton (53% van de totale stikstofbelasting) waarvan tweederde afkomstig was uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen. De stikstofbelasting door dit kanaal bestond voor 72% uit Kjeldahlstikstof. Voor de zijdelingse belasting in Nederland lag dit percentage op 34. De invloed van lozingen vanuit

het Zoommeer (0,5 kiloton) zijn merkbaar. De totale belasting is nagenoeg evenredig verdeeld over de lozingscategorieën kanalen, huishoudens en bedrijven. Tussen 1985 en 1991 is de belasting door de industrie met 70% verminderd.

Immissies

Net als de meeste andere stoffen daalt de concentratie Kjeldahlstikstof naarmate het rivierwater meer met zeewater wordt verdund. Daarbij speelt tevens mee dat het zeewater veel zuurstof bevat waardoor een deel van het Kjeldahlstikstof, het ammonium, wordt omgezet in nitraat. Tussen 1980 en 1991 zijn de concentraties over het gehele estuarium aanzienlijk gedaald, meestal met meer dan 25%. Vergelijking van de gegevens van de jaren 1985 en 1991 geeft eenzelfde beeld te zien. Door het ontbreken van grens- en streefwaarden is het niet mogelijk de concentraties te toetsen.

6.6 Ammoniumstikstof (NH₄-N)

Ammoniumstikstof vormt het grootste deel van het Kjeldahlstikstof.

Ongezuiverd of gedeeltelijk gezuiverd huishoudelijk en industrieel afvalwater is de voornaamste bron van ammonium.

De aanvoer van ammoniumstikstof door de Schelde op de modelrand bedroeg in 1991 ruim 18 duizend ton. Dit is 67% van de aanvoer van Kjeldahlstikstof. In de Rijn bij Lobith was dat in 1991 minder dan 30%. Ook dit illustreert weer de slechte kwaliteit van het Scheldewater. De belangrijkste informatie over ammoniumstikstof is in de kaarten 10 en 11 en in tabel 11 samengevat.

Belasting estuarium

De totale belasting van het Schelde-estuarium bedroeg in 1991 28,7 kiloton. Bijna 65% werd door de rivier bij Rupelmonde aangevoerd. De zijdelingse belasting in België en de aanvoer door het Kanaal van Gent naar Terneuzen droegen elk ongeveer 15% aan het totaal bij, in Nederland werd slechts 5% van de totale hoeveelheid geloosd. De belasting met ammoniumstikstof op de modelrand laat tussen de jaren 1985 en 1991 een toename met 13% zien. Deze stijgende tendens is vanaf 1983 zichtbaar. Dit betekent, omdat de belasting met Kjeldahlstikstof minder is gestegen, dat het ammoniumaandeel daarin is toegenomen. De totale belasting met ammoniumstikstof is in de periode tussen 1985 en 1991 met 7% toegenomen.

Belasting België

De zijdelingse belasting met ammoniumstikstof steeg enigszins. Deze belasting, waar het overgrote deel van de vracht wordt bepaald door lozingen door de bedrijven (meer dan 50%) en de huishoudens (bijna 40%), steeg als gevolg van de lozingen uit de Antwerpse havens.

Belasting Nederland

De belasting in Nederland daalde aanzienlijk, door de inbedrijfstelling van RWZI's in de tachtiger jaren. Hierdoor is de belasting door zowel de industrie als de huishoudens afgenomen. Desondanks nemen de huishoudens nog steeds de helft van de zijdelingse belasting in Nederland voor hun rekening, de industrie ruim éénvijfde. In segment 6 is een geringe toename gesignaleerd van de belasting door de lozingen

vanuit het Zoommeer. De invloed van deze lozingen is echter in de Westerschelde vrijwel niet aan te geven. Oorzaak hiervan is de goede kwaliteit van het water uit het Zoommeer, dat slechts weinig ammoniumstikstof bevat. In segment 14 is de belasting toegenomen door een groter aanbod door de huishoudens.

Immissies

De concentratiegradiënt van ammoniumstikstof geeft hoge concentraties bij Rupelmonde te zien. Vanaf deze lokatie daalt de gradiënt vrij scherp tot bij de grens. Verder stroomafwaarts is er een nog slechts flauw aflopende gradiënt tot Vlissingen. Dit verloop kan worden verklaard door de verdunning met zeewater en door het nitrificatieproces, de omzetting van ammoniumstikstof in nitraat. In de zomer speelt de opname door algen ook nog een rol. De veranderingen in de concentraties in het estuarium zijn voor de periodes 1980-1991 en 1985-1991 vergelijkbaar. In bijna alle segmenten zijn de concentraties met meer dan 25% gedaald. Alleen segment 1 geeft tussen 1985 en 1991 een lichte stijging van de concentraties te zien. In dit segment zijn de concentraties vanaf 1983 steeds hoger komen te liggen, die in segment 6 daalden daarentegen aanzienlijk. Ook in segment 13 is enige daling van de concentraties geconstateerd. Omdat grens- en streefwaarden voor ammoniumstikstof ontbreken zijn deze veranderingen niet te toetsen.

Tabel 11.
Ammoniumstikstof (NH₄-N) in
1991. Procentuele belasting per
categorie en totale belasting per
segment in 1000 ton.

Belasting rand segment 1						18,4
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	4	0	61	33	2	0,9
2	4	0	90	2	4	0,5
3	6	0	6	83	5	0,9
4	5	0	52	41	2	1,1
5	4	15	0 + +	79	2	1,2
Som België						4,6
6	16	63	0	0	21	0,2
7	0	0	0	0	100	0,0**
8	57	0	0	0	43	0,0**
9	38	0	0	0	62	0,0**
10	3	2	1	86	8	0,2
11	22	0	57	3	18	0,1
12	56	0	0	0	44	0,0**
13	1	95	1	2	1	0,3
Kanaal van Gent naar Terneuzen						4,3***
14	36	1	78	6	7	0,6
Som Nederland						1,4

Toelichting: zie 5.5

6.7 Nitraat- plus nitrietstikstof (NO₃NO₂-N)

Stikstof is samen met fosfor essentieel voor de plantengroei. De laatste decennia worden akkers en weilanden echter steeds zwaarder bemest met fosfor- en stikstofhoudende meststoffen. Overbemesting is hiervan het gevolg.

Door deze overmaat spoelen N-meststoffen als nitraat in toenemende mate uit naar het grond- en oppervlaktewater. In RWZI's wordt het bij de afbraak van organische stof vrijkomende ammonium gedeeltelijk omgezet in nitraat. De lozing van nitraat neemt ook hierdoor toe. Als de belasting met stikstof omlaag gaat en die belasting zoveel mogelijk in de vorm van nitraat plaatsvindt, wordt de zuurstofvraag verminderd. De belangrijkste onderzoeksresultaten m.b.t. nitraat- plus nitrietstikstof is in de kaarten 12 en 13 en in tabel 12 samengevat.

Belasting estuarium

In 1991 bedroeg de totale belasting van het estuarium met nitraat- plus nitrietstikstof 18 kiloton, tegen 12,1 kiloton in 1985. Dit betekent een toename met bijna 50%. De aanvoer door de rivier over de modelgrens nam tussen 1985 en 1991 enigszins toe. In de periode 1980-1991 is daarentegen een iets dalende tendens te zien. In België werd in 1991 58% meer geloosd dan in 1985, hoofdzakelijk als gevolg van lozingen uit de Antwerpse havens. Veel groter was de toename in de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen (175%) en de zijdelingse belasting in Nederland (129%).

Belasting België

In België nam de belasting toe met 1,2 kiloton, hoofdzakelijk als gevolg van lozingen uit de Antwerpse havens. Deze bron leverde, evenals de bedrijven, 35% van de zijdelingse belasting. Ook de polders leverden een flinke bijdrage (21%).

Belasting Nederland

In Nederland nam de belasting aanzienlijk (met 2,7 kiloton) toe. Een groot deel van deze stijging komt voor rekening van de lozingen uit het Zoommeer. Via dit meer kwam bijna de helft van de totale vracht op de Westerschelde terecht. De polders leverden met een substantiële bijdrage (31%). De lozingen door de bedrijven zijn gestegen en bedragen 17% van het totaal. In het beschouwde gebied is in twaalf van de veertien modelsegmenten de belasting toegenomen. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen kwam in 1991 liefst 175% hoger uit dan in 1985. Vanaf dat jaar is er een stijgende tendens in de belasting door dit kanaal waar te nemen.

Immissies

In de periode 1985-1991 zijn de concentraties nitraat- plus nitrietstikstof stroomopwaarts van Hansweert gestegen. Stroomafwaarts van deze plaats zijn de concentraties gedaald. Eenzelfde beeld is te zien in de periode 1980-1991. Het omslagpunt lag toen echter bij het Verdrongen Land van Saeftinge. De concentratiegradiënt van nitraat- plus nitrietstikstof heeft een verloop dat afwijkt van andere nutriënten. De gradiënt heeft zijn minima bij Rupelmonde en bij Vlissingen en het maximum in de omgeving van segment 5. Dit is een gevolg van de hiervoor genoemde omzetting van ammonium in nitraat (nitrificatie). Naarmate de kwaliteit van het water beter wordt, en er dus meer zuurstof in het water zit, is er ook meer nitraat aanwezig. In segment 1 is er sprake van een lichte stijging van de concentraties in de periode 1985-1991, evenals in segment 6. In segment 13 is een daling te constateren. Er zijn geen grens- en streefwaarden beschikbaar om de gegevens te toetsen.

Tabel 12.

Nitraat- plus nitrietstikstof
(NO₃NO₂-N) in 1991. Procentuele
belasting per categorie en totale
belasting per segment in 1000 ton.

Belasting rand segment 1						7,2
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	56	0	28	12	4	0,3
2	80	0	10	1	9	0,1
3	34	0	0 + +	63	3	0,7
4	45	0	30	23	2	0,5
5	11	58	0	30	1	2,2
Som België						3,8
6	7	92	0	0	1	2,3
7	0	0	0	0	100	0,0**
8	95	0	0	0	5	0,2
9	90	0	0	0	10	0,1
10	3	5	3	88	1	0,8
11	51	0	40	4	5	0,2
12	93	0	0	0	7	0,2
13	17	76	3	3	1	0,6
Kanaal van Gent naar Terneuzen						2,2***
14	75	17	1	1	6	0,4
Som Nederland						4,8

Toelichting: zie 5.5

6.8 Totaal fosfor (P)

Fosfor is wereldwijd verspreid in de vorm van zouten (fosfaten) en mineralen. Het fosfor dat als totaalgehalte in water wordt bepaald, het totaal fosfaat, bestaat voor een deel uit opgeloste organische fosforverbindingen en particuliere (an)organische fosforverbindingen en voor een deel uit opgeloste fosfaten (het orthofosfaat). Algen kunnen vrijwel alleen orthofosfaat gebruiken als nutriënt. Van de particuliere (an)organische fosforverbindingen spelen in de Westerschelde ijzerfosfaten de belangrijkste rol. Veel van het fosfaat komt in opgeloste vorm voor als er geen zuurstof in het water zit en de concentratie opgelost ijzer hoog is door de aanwezigheid van gereduceerd ijzer. Het grootste deel van het fosfaat is particulier gebonden in zuurstofrijk water door de vorming van ijzer(III)fosfaten of door de adsorptie van fosfaat aan ijzerhydroxiden. De belangrijkste fosforbronnen zijn de huishoudens (b.v. wasmiddelen), de polders door afspoeling van (kunst)meststoffen uit de landbouw en de industrie. De belangrijkste onderzoeksresultaten over totaal fosfaat zijn in de kaarten 14 en 15 en in tabel 13 samengevat.

Belasting estuarium

De aanvoer van totaal fosfaat uit de bekkens van de Rupel en de Schelde bedroeg in 1991 op de modelrand 6,5 kiloton. In totaal werd het estuarium met bijna 10 kiloton belast. De zijdelingse belasting op het Belgische deel van het studiegebied en de belasting via het Kanaal van Gent naar Terneuzen deden niet veel voor elkaar onder, respectievelijk 1,4 en 1,3 kiloton. De zijdelingse belasting in Nederland bedroeg 0,8 kiloton. Tussen 1985 en 1991 nam de belasting van het estuarium met 20% toe. Het aandeel van de hoofdstromen hierin veranderde. De berekende belasting door de rivier is veel hoger dan die van 1985.

Deze stijging wordt waarschijnlijk voor een groot deel veroorzaakt door het toepassen van nieuwe bemonsteringstechnieken bij Rupelmonde. Deze geven erg hoge concentraties in het oppervlaktewater. De ontwikkelingen in de concentraties in de periode 1980-1990, waarbinnen geen verbetering van de bemonsteringsmethodiek plaatsvond, geven een dalende tendens in de concentraties in de rivier te zien.

Belasting België

De belasting nam in de periode 1985-1991 met 8% toe. Deze toename komt volledig voor rekening van de lozingen uit de Antwerpse havens. De huishoudens in België zijn verantwoordelijk voor de helft van de totale zijdelingse belasting. Ook de bedrijven en de polders dragen substantieel bij.

Belasting Nederland

In Nederland is de fosfaatbelasting aanzienlijk teruggebracht. De vermindering van ongezuiverde lozingen door de huishoudens is hiervan een oorzaak. Door de goede kwaliteit van het water van het Zoommeer hebben lozingen uit dit meer slechts een geringe invloed op de fosfaatbelasting. In Nederland namen de bedrijven de helft van de zijdelingse belasting voor hun rekening. Het aandeel van de polders in de geloosde hoeveelheid was 25%. Het Kanaal van Gent naar Terneuzen voerde iets meer aan dan in 1985.

Tabel 13

Totaal fosfor (P) in 1991.

Procentuele belasting per categorie en totale belasting per segment in 1000 ton.

Belasting rand segment 1						6,5
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	10	0	68	22	0	0,3
2	11	0	88	1	0	0,2
3	30	0	10	60	0	0,2
4	14	0	64	22	0	0,4
5	21	36	0 + +	43	0	0,3
Som België						1,4
6	30	69	0	0	1	0,0**
7	0	0	0	0	100	0,0*
8	97	0	0	0	3	0,0**
9	96	0	0	0	4	0,0*
10	2	3	7	88	0	0,2
11	33	0	63	4	0	0,1
12	99	0	0	0	1	0,0**
13	5	91	3	1	0	0,2
Kanaal van Gent naar Terneuzen						1,3***
14	17	4	15	64	0	0,3
Som Nederland						0,8

Toelichting: zie 5.5

Immissies

Tussen de jaren 1985 en 1991 zijn de concentraties in een groot deel van het estuarium afgenomen. Stroomafwaarts van de omgeving van Antwerpen is dit het geval, stroomopwaarts van Antwerpen namen de concentraties toe. De gegevens van de jaren 1980 en 1991 geven een vergelijkbaar beeld te zien. De hogere concentraties in dit deel van het

estuarium worden vooral veroorzaakt door de aangepaste bemonsteringstechniek die gehanteerd wordt bij Rupelmonde. In zeewaartse richting nemen de concentraties af van 1 mgP/l op het meetpunt Schaar van Ouden Doel tot ongeveer 0,2 mgP/l in de omgeving van Vlissingen. Bezinking van aan deeltjes gebonden fosfaat, de verdunning met zeewater en de opname door algen zijn hier verantwoordelijk voor. Modelsegment 1 geeft een tot 1988 dalende tendens in de concentraties te zien, daarna nemen de concentraties weer toe. Vooral in 1991 zijn de concentraties veel hoger dan in de periode daarvoor. Dit is voor een groot deel het gevolg van nieuwe bemonsteringstechnieken die bij Rupelmonde zijn toegepast. In de segmenten 6 en 13 is in de beschouwde periode een daling van de concentraties te zien, in segment 13 is deze daling echter minder groot. De grenswaarde voor totaal fosfor werd vanaf 1990 in segment 14 gehaald.

6.9 Orthofosfaat fosfor (PO₄-P)

Orthofosfaat vormt de belangrijkste fosforbron voor algen. De toegenomen lozingen van nutriënten worden in verband gebracht met de toenemende eutrofiëring van het kustwater en, daarmee samenhangend, met de toename van het aantal algenbloeien. De kans dat algensoorten die schadelijke effecten kunnen veroorzaken de overhand krijgen neemt door eutrofiëring sterk toe. Het terugdringen van de lozingen van fosfaat heeft daarom in het waterbeleid een hoge prioriteit gekregen.

De grootste belasting van het Schelde-estuarium vindt plaats door de lozingen van huishoudelijk afvalwater en door de lozingen van de fosfaatverwerkende industrie. Ook door de uitslag van polderwater worden fosfaten aangevoerd. De huidige intensieve landbouw maakt namelijk op grote schaal gebruik van fosfaat-meststoffen. De verontreiniging van het Kanaal van Gent naar Terneuzen vindt waarschijnlijk zijn oorsprong in de lozingen van de fosfaatkunstmest-industrie langs de oevers van het kanaal.

De belangrijkste onderzoeksresultaten betreffende orthofosfaat zijn in de kaarten 16 en 17 en in tabel 14 samengevat.

Belasting estuarium

In 1991 werd het estuarium belast met bijna 4 kiloton orthofosfaat. Dit was 26% minder dan in 1985. De jaarvracht op de modelrand bedroeg in 1991 1,6 kiloton. De vracht door het Kanaal van Gent naar Terneuzen was ruim 0,8 kiloton groot. Verder werd er binnen het studiegebied in datzelfde jaar 1,5 kiloton zijdelings geloosd; 0,9 kiloton in Nederland en 0,6 kiloton in België. Bij Rupelmonde kwam in 1991 45% minder orthofosfaat het estuarium binnen dan in 1985. Dit beeld is ook in de periode 1980-1991 te zien.

Belasting België

De belasting in België nam toe, hoofdzakelijk door de lozingen uit de Antwerpse havens. De grootste bronnen in België zijn de huishoudens en de bedrijven.

Belasting Nederland

In Nederland wijzigde de belasting niet significant. De invloed van het Zoommeer is nauwelijks zichtbaar. De grootste bronnen zijn de bedrijven en de polders.

De huishoudens brachten minder in het estuarium. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen is met éénvijfde afgenomen. Ook in de periode 1980-1991 is deze tendens gevonden.

Immissies

De gegevens uit de jaren 1980 en 1991 geven een duidelijke verlaging van de concentraties (meer dan 25%) te zien over het gehele estuarium. Eenzelfde beeld geeft de periode 1985-1991. In segment 1 is een duidelijk neerwaartse tendens in de concentraties te constateren. Ook neerwaarts gericht, maar veel minder steil aflopend, is de gradiënt in segment 6. De verbetering in segment 13 is marginaal. Er zijn geen normen beschikbaar om de concentraties te toetsen.

Tabel 14.

Orthofosfaat (PO₄-P) in 1991
Procentuele belasting per categorie
en totale belasting per segment in
1000 ton.

Belasting rand segment 1						1,6
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	14	0	68	18	0 + +	0,2
2	17	0	82	1	0 + +	0,1
3	43	0	9	47	1	0,1
4	17	0	68	15	0 + +	0,3
5	28	40	0 + +	32	0 + +	0,2
Som België						0,9
6	38	60	0	0	2	0,0**
7	0	0	0	0	100	0,0*
8	96	0	0	0	4	0,0*
9	95	0	0	0	5	0,0*
10	2	2	9	87	0 + +	0,1
11	35	0	60	4	1	0,1
12	99	0	0	0	1	0,0**
13	7	91	1	1	0 +	0,1
Kanaal van Gent naar Terneuzen						0,8***
14	17	3	18	62	0 + +	0,3
Som Nederland						0,6

Toelichting: zie 5.5

6.10 Opgelost reactief silicaat, H₄SiO₄ (SILI)

Silicaten zijn mineralen die siliciumoxide bevatten, zoals kwarts, veldspaat en bladsilicaat, de kleimineralen. Na zuurstof is silicium het belangrijkste element in de aardkorst. Veruit de belangrijkste bron van opgelost silicaat is de verwerking van (alumino) silicaten. Lozingen spelen vrijwel geen rol. Zonder silicaat zouden er geen kiezelalgen (diatomeeën) gevormd kunnen worden. De belangrijkste onderzoeksresultaten betreffende opgelost silicaat zijn in de kaarten 18 en 19 en in tabel 15 samengevat.

Belasting estuarium

Het Schelde-estuarium werd in 1991 belast met 26,5 kiloton opgeloste silicaten, een daling van de aanvoer met 8% ten opzichte van 1985. Eenzelfde tendens is waar te nemen over de gehele onderzoeksperiode. Het grootste deel van deze belasting (66%) werd door de rivier zelf aangevoerd, in Nederland kwam er door de zijdelingse lozingen 14% bij, in België was dit 12%. Het Kanaal van Gent naar Terneuzen droeg 8% bij.

Belasting België

In België bleef de belastingsituatie onveranderd. Het grootste deel van de belasting (62%) was afkomstig van de polders. Ook de huishoudens en de bedrijven leverden met respectievelijk 22% en 16% een belangrijk aandeel.

Belasting Nederland

In Nederland was sprake van een kleine toename van de belasting, die volledig is toe te schrijven aan de bijdrage van het water dat uit het Zoommeer via het Spuikanaal Bath op het estuarium werd gebracht. Ook in Nederland kwam het grootste deel van de belasting, bijna driekwart, op naam van de polders. Via de kanalen werd minder dan éénvierde aangevoerd. De lozingen door de huishoudens, de bedrijven en door de neerslag zijn voor de silicaatbelasting van ondergeschikt belang. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen verminderde tussen 1985 en 1991. Eenzelfde tendens is over de gehele periode waar te nemen.

Immissies

Vergelijking van gegevens uit 1980 en 1991 geeft aan dat in het gehele estuarium de silicaatconcentraties met meestal meer dan 25% zijn gedaald. Eenzelfde beeld geeft de vergelijking van de gegevens van 1985 en 1991. Dit is vooral het gevolg van de relatief lage concentraties aan het eind van die periode. Dit geeft aan dat de aanvoer van zoet water klein is geweest of dat er een betere opmenging met zoutwater heeft plaatsgevonden. De concentraties in segment 1 vertonen een licht dalende tendens, met een zeer kleine spreiding. Segment 6 geeft een grotere daling in de concentraties te zien en een grotere spreiding. Segment 13 geeft eenzelfde beeld te zien, al is daar de daling van de concentraties en de spreiding kleiner dan in segment 6. Vooral de jaren 1989, 1990 en 1991 zijn de concentraties in alle segmenten lager. Er zijn geen grens- en streefwaarden beschikbaar om de concentraties te toetsen.

Tabel 15.

Opgelost reactief silicaat (SIL) in 1991. Procentuele belasting per categorie en totale belasting per segment in 1000 ton.

Belasting rand segment 1						17,6
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	46	0	36	18	0 + +	0,6
2	65	0	33	1	1	0,3
3	64	0	1	34	1	0,7
4	47	0	40	13	0 + +	1,0
5	78	0	0 +	22	0 + +	0,6
Som België						3,2
6	36	64	0	0	0 + +	0,9
7	0	0	0	0	100	0,0*
8	99	0	0	0	1	0,3
9	99	0	0	0	1	0,1
10	14	9	4	72	1	0,3
11	97	0	0	2	1	0,2
12	99	0	0	0	1	0,3
13	29	70	1	0	0 + +	0,9
Kanaal van Gent naar Terneuzen						2,2***
14	79	17	0 + +	3	3	0,5
Som Nederland						3,5

Toelichting: zie 5.5

6.11 Cadmium totaal (Cd)

Cadmium komt van nature in geringe hoeveelheden in het milieu voor. Het metaal wordt als nevenprodukt verkregen bij de winning van zink, de raffinage van lood en zink en bij de fabricage van non-ferrometalen en van metallisch cadmium. Het metaal wordt toegepast als corrosiewerend middel (galvanotechniek) en bij de fabricage van bijvoorbeeld pigmenten, batterijen, rubber banden, als stabilisator in PVC en dergelijke. Als verontreiniging wordt cadmium aangetroffen in uiteenlopende produkten als motorbrandstoffen, kolen, superfosfaatkunstmest en bestrijdingsmiddelen. De verontreiniging van het Schelde-estuarium is daardoor voor het overgrote deel van antropogene oorsprong.

Cadmium komt zowel in opgeloste vorm voor als gebonden aan deeltjes (particulair). Deze twee verschijningsvormen bepalen het totaalgehalte. De verhouding opgelost/particulair wordt onder andere bepaald door het zwevend stofgehalte en de samenstelling hiervan, het zuurstofgehalte en het chloridegehalte. De belangrijkste informatie over cadmium is in de kaarten 20 en 21 en in tabel 16 samengevat.

Belasting estuarium

Het Schelde-estuarium werd in 1991 belast met 11,9 ton cadmium tegen 10,9 ton in 1985. Een toename derhalve met 10%. Desondanks is er een neerwaarts gerichte tendens in de belasting van het estuarium gevonden in de periode 1980-1991. De totale belasting in 1991 kwam voor 55% voor rekening van de aanvoer door de rivier bij Rupelmonde, 40% werd zijdelings in België geloosd. In Nederland werd de resterende 5% in de Westerschelde gebracht. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen is over de gehele periode dalend en in 1991 nog slechts marginaal.

Belasting België

De cadmiumbelasting in België was in 1991 7% hoger dan in 1985. Deze toename komt volledig voor rekening van lozingen uit de Antwerpse havens. Door de bedrijven werd veruit de grootste hoeveelheid geloosd, namelijk 3,9 ton. De resterende 0,9 ton werd door de huishoudens en uit de Antwerpse havens geloosd.

Belasting Nederland

In Nederland is de cadmiumbelasting met 16% verminderd. Deze reductie is vooral het gevolg van een verbetering van de kwaliteit van het industriële effluent. Het grootste deel van de belasting kwam desondanks voor rekening van de bedrijven. De andere lozingscategorieën leverden een marginale bijdrage. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen is in de beschouwde periode aanzienlijk (68%) gedaald. Deze tendens is ook over de gehele beschouwde periode zichtbaar.

Immissies

De cadmiumconcentraties daalden in de periode 1980-1991 aanzienlijk; in alle segmenten zijn de concentraties met meer dan 25% gedaald. De periode 1985-1991 laat een nagenoeg overeenkomstig beeld zien. Alleen in segment 1 stegen de concentraties. Deze volgen in dit segment een zeer wisselend patroon.

Hieruit is geen reële tendens te destilleren, zeker niet zonder rekening te houden met factoren die de concentraties beïnvloeden. Ook bij cadmium is de verandering van bemonsteringstechniek die wordt toegepast bij Rupelmonde verantwoordelijk voor discontinuïteiten in de gegevensreeks. Segment 6 laat een aanzienlijke daling in de concentraties zien. Segment 13 laat eveneens een daling zien, zij het in mindere mate. De grenswaarde werd vanaf 1989 in de segmenten 13 en 14, en vanaf 1991 ook in segment 12 gehaald. De streefwaarde (0,05 µg/l) werd nog niet gehaald.

Tabel 16.

Cadmium totaal (Cd) in 1991.

Procentuele belasting per categorie
en totale belasting per segment in
1000 kg.

Belasting rand segment 1						6,5
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	2	0	11	87	0 + +	1,1
2	22	0	58	10	10	0,1
3	3	0	0 + +	96	1	1,1
4	3	0	25	71	1	0,9
5	2	19	0 +	79	0 + +	1,6
som België						4,8
6	45	37	0	0	18	0,0**
7	0	0	0	0	100	0,0*
8	95	0	0	0	5	0,1
9	76	0	0	0	24	0,0**
10	6	15	34	29	16	0,0**
11	26	0	61	0 + +	13	0,0**
12	80	0	0	0	20	0,0**
13	8	17	9	63	3	0,2
Kanaal van Gent naar Terneuzen						0,1***
14	11	1	2	81	5	0,2
Som Nederland						0,5

Toelichting : zie 5.5

6.12 Chroom totaal (Cr)

Chroom komt van nature overal voor. Dit verklaart de aanwezigheid van chroom in kanaal- en polderwater, zonder dat er sprake hoeft te zijn van chroomlozingen op het oppervlaktewater. Het is in lage concentraties niet schadelijk maar zelfs essentieel voor de gezondheid van plant en dier.

Chroom kent veel toepassingen als non-ferrometaal en als hulpstof in leerlooierijen en in de petrochemie. Daarnaast bevatten afvalzuren uit de titaandioxideproductie bijzonder veel chroom, afkomstig uit de verwerkte titaanertsen. Chroom heeft verschillende scheikundige verschijningsvormen: metallisch, als driewaardig- en als zeswaardig ion. Het zeswaardig ion is bijzonder toxisch. Het driewaardig ion komt echter het meest voor. De belangrijkste informatie over chroom is in de kaarten 22 en 23 en in tabel 17 samengevat.

Belasting estuarium

In 1991 bedroeg de chroombelasting van het Schelde-estuarium 134,5 ton. In 1985 was dit 151,2 ton, een reductie derhalve met 11%. Het overgrote deel van de chroombelasting van het Schelde-estuarium is toe te schrijven aan lozingen stroomopwaarts van Rupelmonde.

De aanvoer uit de bekkens van de Rupel en de Schelde bedroeg in 1991 bijna 77 ton. De hoogte van en het verschil in belasting tussen de jaren 1985 en 1991 is niet representatief voor de gehele periode omdat beide jaren een erg hoge belasting te zien geven, gebaseerd op erg hoge concentraties (zie kaart 23, bijkaart). De totale belasting kwam voor 57% voor rekening van de rivier zelf, in België werd 48,5 ton (= 36%) in het estuarium geloosd en in Nederland werd daar nog 9,3 ton (= 7%) aan toegevoegd.

Belasting België

In de Antwerpse regio werd in 1991 48,5 ton geloosd, hoofdzakelijk door industriële bronnen. Ook de polders en de Antwerpse havens droegen een substantiële hoeveelheid bij. De kleine toename van de belasting in de beschouwde periode is het gevolg van de grotere belasting door de Antwerpse havens.

Belasting Nederland

In het Nederlandse deel van het studiegebied bedroeg de belasting 6,3 ton. De polders hebben daar een belangrijk aandeel in de chroom-emissies. De kwaliteit van het industrieel en vooral van het huishoudelijk afvalwater is aanzienlijk verbeterd. In Nederland is sprake van een reductie van de belasting met 13%. In segment 6 was er een toename van de belasting door de vracht van het op de Westerschelde geloosde water van het Zoommeer. Vooral door reducties door de huishoudens en de industrie in de segmenten 11, 13 en 14 is de chroombelasting gedaald. Het Kanaal van Gent naar Terneuzen bracht in 1991 3 ton chroom op de Westerschelde, een vermindering ten opzichte van 1985 met 14%. Toch is hier geen sprake van een neerwaarts gerichte, maar van een horizontaal lopende tendens.

Immissies

In de periode 1980-1991 zijn de chroomconcentraties in bijna het gehele estuarium aanzienlijk gedaald. Alleen stroomopwaarts van Antwerpen is er sprake van een toename van de concentraties. De periode 1985-1991 laat een heel ander beeld zien. In deze periode is sprake van een aanzienlijke verbetering in het gebied stroomopwaarts van Hansweert (met segment 7 als uitzondering). Tussen Hansweert en Terneuzen zijn de concentraties gestegen, bij Vlissingen daarentegen zijn ze gedaald.

Het verloop van de concentraties in segment 1 geeft een zeer grillig beeld, met 1980-1984 als 'vlakke' periode, de sterk variërende periode 1987-1990 en de extreme pieken in de jaren 1985, 1986 en 1991. De concentraties in segment 6 geven een vrij instabiel beeld, waaruit desondanks een iets dalende tendens is te halen. De concentraties in segment 13 laten een vergelijkbaar beeld zien. Ook hier blijkt het soms grillige verloop van de chroomconcentraties. In 1985 werd de grenswaarde in de segmenten 5 tot en met 14 gehaald, in 1991 was dit in een groter gebied, in de segmenten 3 tot en met 14, het geval. Ook voldeed het water in 1991 in segment 14 aan de streefwaarde.

Tabel 17.

Chroom totaal (Cr) in 1991.

Procentuele belasting per categorie
en totale belasting per segment in
1000 kg.

Belasting rand segment 1						76,7
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	14	0	16	70	0 + +	2,8
2	49	0	46	3	2	0,5
3	2	0	0 +	98	0 +	29,7
4	17	0	19	64	0 + +	3,8
5	6	12	0 +	82	0 + +	11,7
Som België						48,5
6	52	47	0	0	1	1,1
7	0	0	0	0	100	0,0**
8	97	0	0	0	3	0,3
9	96	0	0	0	4	0,2
10	26	34	12	26	2	0,4
11	70	0	28	0 + +	2	0,5
12	97	0	0	0	3	0,4
13	19	58	3	20	0 + +	2,2
Kanaal van Gent naar Terneuzen						3,0***
14	57	3	5	33	2	1,2
Som Nederland						6,3

Toelichting zie 5.5

6.13 Koper totaal (Cu)

Koper komt van nature overal voor en is essentieel voor de gezondheid van plant en dier. Teveel is echter ook niet goed. Kenmerkend voor koper is dat de marge tussen noodzakelijke en schadelijke concentratie klein is. De belangrijkste lozingsbronnen zijn gerelateerd aan de metaal(produkten)industrie, kunstmestproductie, chemische industrie, voedings- en genotmiddelenindustrie en textielindustrie. Ook mest en gier (met name varkensdrijfmest) bevat veel koper.

De belangrijkste informatie uit het onderzoek met betrekking tot koper is in de kaarten 24 en 25 en in tabel 18 samengevat.

Belasting estuarium

De belasting van het Schelde-estuarium met koper wordt grotendeels bepaald door lozingen in de bovenstroomse bekkens van de Schelde en de Rupel. De aanvoer van koper te Rupelmonde bedroeg in 1991 ruim 149 ton, meer dan vier maal zoveel als verder stroomafwaarts in de Antwerpse regio en in Zeeland op het estuarium wordt geloosd. In totaal werd het Schelde-estuarium belast met 182,5 ton koper, een toename met 13% ten opzichte van 1985. De grootste component is de aanvoer door de Schelde (82%). Veel kleiner is het aandeel van de zijdelingse belasting in België (11%), de zijdelingse belasting in Nederland (6%) en de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen (1%). De relatief grote bijdragen door de polders en door de kanalen springen in het oog; de concentraties koper in het Nederlandse en het Belgische oppervlaktewater zijn dan ook hoog. Vergelijking tussen de jaren 1985 en 1991 leert dat bij Rupelmonde de belasting met 15% is gestegen. De tendens over een langere periode is horizontaal, waarbij een grote spreiding in de jaarlasten opvalt. In het Belgische deel van het onderzochte gebied steeg de zijdelingse belasting met 17%.

Deze toename komt volledig voor rekening van lozingen uit de havens van Antwerpen. In het Nederlandse deel is er geen significante verandering in de belasting opgetreden. De lozing door het Kanaal van Gent naar Terneuzen was in 1985 en in 1991 even groot. Over een langere periode is hier een afnemende tendens in de belasting waar te nemen.

Belasting België

De huishoudens zijn met 31% de grootste lozingscategorie. Ook de bedrijven, de Antwerpse havens en de polders leveren elk een substantiële bijdrage van rond de 20%. Doordat in België een groot deel van het huishoudelijk afvalwater ongezuiverd wordt geloosd, is op het Belgisch deel van het estuarium de kopervracht via het huishoudelijk afvalwater zelfs groter dan alle industriële lozingen tesamen. Vooralsnog is niet duidelijk of de kopervracht die met het polderwater wordt gespuid, hiermee samenhangt of dat die vracht juist een natuurlijke oorsprong heeft.

Belasting Nederland

In Nederland is er, na de inbedrijfstelling van de Bathse Spuisluis, een stijging van de belasting in segment 6 te zien. Het effect van deze lozingen op de waterkwaliteit is echter niet vast te stellen. In de segmenten waar RWZI's de lozing van huishoudelijk afvalwater zijn gaan overnemen is een reductie van de koperlast zichtbaar. De zijdelingse belasting met koper wordt in Nederland voor 42% met het polderwater aangevoerd, het aandeel van de bedrijven in de zijdelingse belasting was 26%. Alhoewel er in het estuarium een aantal industriële bronnen zijn aan te wijzen, speelde in het begin van de beschouwde periode de belasting met huishoudelijk afvalwater een bijna net zo'n grote rol. Het langzaam oplossen van koper uit de koperen waterleidingbuizen is daar onder andere voor verantwoordelijk. Door de inbedrijfstelling van de RWZI's blijft een groot deel van het koper achter in het actief slib en komt dus niet meer in de Westerschelde terecht.

Immissies

De daling van de koperconcentraties, gaande van Rupelmonde tot Vlissingen, kan men verklaren door de verdunning van het Scheldewater met zeewater, de bezinking van met koper verontreinigd slib in de sedimentatiegebieden en de opmenging van zeeslib met rivierslib. In de periode 1985-1991 zijn aanzienlijke dalingen van de koperconcentraties waar te nemen in alle modelsegmenten. De periode 1982-1991 (van 1980 en 1981 zijn geen gegevens beschikbaar) geeft een ander beeld. In deze periode zijn in de segmenten 1, 2, 7 en 8 de concentraties toegenomen.

Het concentratieverloop in segment 1 laat een grillig beeld zien. De tendens is hier enigszins dalend. In de segmenten 6 en 13 hebben de concentraties een kleine spreiding en geven een iets dalende tendens te zien. Het water in de monding van de Westerschelde voldoet vanaf 1989 aan de grens- en streefwaarde.

Tabel 18.

Koper totaal (Cu) in 1991.

Procentuele belasting per categorie
en totale belasting per segment in
1000 kg.

Belasting rand segment 1						149,5
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	12	0	41	46	1	5,1
2	21	0	74	3	2	1,9
3	47	0	7	41	5	2,1
4	18	0	50	31	1	5,7
5	17	80	0 + +	2	1	6,0
Som België						20,8
6	33	64	0	0	3	2,5
7	0	0	0	0	100	0,0**
8	92	0	0	0	8	0,6
9	88	0	0	0	12	0,4
10	16	11	17	51	5	0,8
11	74	0	17	1	8	0,7
12	92	0	0	0	8	0,6
13	14	34	3	47	2	3,2
Kanaal van Gent naar Terneuzen						1,6***
14	63	19	8	5	5	1,8
Som Nederland						10,6

Toelichting zie 5.5

6.14 Zink totaal (Zn)

Zink komt van nature overal voor en is in lage concentraties essentieel voor de gezondheid van plant en dier. Voor aquatische organismen van de in dit onderzoek beschouwde zware metalen is zink het minst toxisch. De belangrijkste lozingsbronnen zijn de metallurgische en de metaalprodukten industrie, de kunstmestindustrie en de voedings-, de genotmiddelen- en de textielindustrie.

De belangrijkste informatie uit het onderzoek met betrekking tot zink is in de kaarten 26 en 27 en in tabel 19 samengevat.

Belasting estuarium

Het Schelde-estuarium werd in 1991 belast met 871,3 ton zink, meer dan een verdubbeling ten opzichte van 1985. De Schelde voerde te Rupelmonde 728 ton zink aan. De zijdelingse belasting in België voegde daar 79 ton aan toe, waarbij de nadruk ligt op industriële lozingen. Vanaf de grens tot aan Terneuzen domineren atmosferische depositie en de uitslag van polderwater, tesamen enkele tonnen per jaar. In Nederland leverde het Kanaal van Gent naar Terneuzen de grootste bijdrage: 38,8 ton.

Vooraf de aanvoer door de rivier is met 480 ton enorm toegenomen. Deze stijging is niet te verklaren en moet (voor een onbekend deel) worden toegeschreven aan de invloed op de concentraties van nieuwe bemonsteringstechnieken die in 1991 bij Rupelmonde zijn toegepast. De periode 1980-1990 laat een neerwaartse tendens in de aanvoer van zink door de Schelde zien.

Belasting België

De zijdelingse belasting in België steeg met 21%, hoofdzakelijk het gevolg van de invloed van de Antwerpse havens. Meer dan de helft van de Belgische belasting komt voor rekening van zink door de industrie.

Het aandeel van de huishoudens en de invloed van de Antwerpse havens is ongeveer 20%. De invloed van de polders en de neerslag is veel kleiner.

Belasting Nederland

De zijdelingse belasting in Nederland liep tussen 1985 en 1991 met 23% terug, de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen daalde met hetzelfde percentage. De tendens in de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen is ook over een langere periode dalend. Ook in Nederland leverden de bedrijven de grootste bijdrage (57%). Veel kleiner was het aandeel van de polders (18%) en de neerslag (11%). Het aandeel van de huishoudens was zeer gering. De belasting in Nederland is, ondanks de belasting door het Zoommeer, verminderd. Dit komt hoofdzakelijk door reducties in de belasting door bedrijven en huishoudens.

Immissies

De kwaliteit van het oppervlaktewater is, wat betreft de zinkconcentraties, tussen 1980 en 1991 aanzienlijk verbeterd. Alleen segment 1 laat een achteruitgang zien. Deze achteruitgang is echter het gevolg van de eerder genoemde invloed op de berekende belasting van de introductie van nieuwe bemonsteringstechnieken. Het beeld in segment 1 vertoonde een dalend patroon met in 1981 en vooral in 1991 hoge concentraties. In segment 6 werden de concentraties geleidelijk iets lager; eenzelfde beeld is in segment 13 te zien. De concentraties bleven in 1985 in de segmenten 12 en 13 en in 1991 in de segmenten 9 tot en met 14 onder de grenswaarde. De streefwaarde $9\mu\text{g/l}$ werd in 1991 in segment 14 gehaald.

Tabel 19.

Zink totaal (Zn) in 1991.

Procentuele belasting per categorie en totale belasting per segment in 1000 kg.

Belasting rand segment 1						727,9
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
1	3	0	29	66	2	16,6
2	9	0	77	6	8	3,3
3	4	0	1	92	3	17,5
4	4	0	45	50	1	17,9
5	3	69	0 +	27	1	23,9
Som België						79,2
6	24	56	0	0	20	2,1
7	0	0	0	0	100	0,3
8	76	0	0	0	24	1,0
9	51	0	0	0	49	0,5
10	2	9	3	80	6	4,1
11	29	0	42	1	28	1,0
12	68	0	0	0	32	0,8
13	2	78	1	18	1	10,8
Kanaal van Gent naar Terneuzen						38,8***
14	22	8	12	47	11	4,8
Som Nederland						25,4

Toelichting zie 5.5

6.15 Benzo(a)pyreen (BaP)

Benzo(a)pyreen is, evenals fluorantheen, een PAK. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen - PAK's - zijn de organische verbindingen waarin twee of meer koolstofringen zijn ingebouwd. PAK's worden niet gesynthetiseerd om als produkt verder te worden gebruikt of verwerkt, maar zijn bijprodukten die ontstaan bij de synthese van andere verbindingen. Sommige van deze bijprodukten worden nog steeds op grote schaal gebruikt. Voorbeelden hiervan zijn creosootolie en koolteerpek, die bijvoorbeeld ten behoeve van het beheer van de vaarwegen worden toegepast ter conservering van houten constructies. Daarnaast kunnen PAK's ontstaan bij de onvolledige verbranding van organische stoffen, waaronder fossiele brandstoffen. Het gebruik van kolen en afvalolie als brandstof in electriciteitscentrales en de industrie leveren de grootste bijdrage aan de emissie van hogere PAK's. Verbrandingsmotoren vormen de belangrijkste bron van lagere PAK's. Deze stoffen hebben een laag molecuulgewicht. De uitlaatgassen van verbrandingsmotoren vormen een grote diffuse bron van deze stoffen. Het watersysteem wordt daardoor in belangrijke mate ook via de neerslag verontreinigd. Het gebruik van teer in de scheepvaart is een andere diffuse bron. Sterk met PAK's verontreinigde effluënten treft men aan bij de fabricage van cokes, de destillatie van teer, de produktie van bepaalde non-ferrometalen en soms in de petrochemische industrie. Verder ontstaan PAK's bij het roken en branden van voedingsmiddelen. PAK's staan in de belangstelling vanwege de mogelijke carcinogeniteit (ook voor de mens). Door het ontbreken van gegevens van organische microverontreinigingen in het Belgische deel van het onderzoeksgebied is de modelrand bij de Belgisch-Nederlandse grens in de Schaar van Ouden Doel gelegd. De belangrijkste onderzoeksresultaten met betrekking tot benzo(a)pyreen zijn in de kaarten 28 en 29 en in tabel 20 samengevat.

Belasting Westerschelde

De belasting van de Westerschelde met het PAK benzo(a)pyreen is in de periode 1985-1991 met ruim éénvierde afgenomen. Het grootste aandeel in deze afname komt voor rekening van de aanvoer van de rivier, die in 1991 bij de Belgisch-Nederlandse grens 50 kg lager was dan in 1985. Ook over de gehele periode 1983-1991 (van 1980-1982 geen gegevens beschikbaar) is de tendens in de belasting door de rivier bij de grens dalend. De aanvoer door het Kanaal van Gent naar Terneuzen is met 78% gedaald. In 1985 was de belasting door dit kanaal nog bijna tweemaal zo groot als de totale zijdelingse belasting in het Nederlandse deel. In 1991 was deze verhouding nagenoeg omgekeerd. Vanaf 1986 is er een dalende tendens in de belasting door het kanaal. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de belasting in 1985 is berekend op basis van slechts enkele gegevens, die een aanzienlijke spreiding vertoonden. Hierdoor is de voor 1985 berekende belasting zeer waarschijnlijk veel te hoog uitgevallen. De zijdelingse belasting in Nederland is in de beschouwde periode gedaald met bijna 17%. De saneringsmaatregelen, die vooral bij de als zodanig aangewezen speerpuntbedrijven aan de bron zijn getroffen, werpen vruchten af. Daardoor zijn de emissies door bedrijven in het westelijk deel van de Westerschelde aanzienlijk teruggedrongen.

Desondanks zijn de bedrijven nog steeds de belangrijkste lozingscategorie. Een groot deel van de belasting van de Westerschelde is diffuus. Dit blijkt uit de grote bijdrage door de neerslag en de polders, elk met ongeveer 25%. Via de kanalen, vooral via het Spuikanaal Bath, werd in 1991 2,3 kg (= 13%) op de Westerschelde gebracht. De invloed van de huishoudens is marginaal.

Immissies

Gegevens over de concentraties van benzo(a)pyreen in de Westerschelde zijn alleen van het jaar 1983 en van de periode vanaf 1988 beschikbaar. Het monitoringprogramma vanaf 1988 omvat de bepaling van PAK's in zwevend stof, dat met een centrifuge wordt bemonsterd. De concentraties zijn daarna omgerekend naar het totaalgehalte in water (lit.15).

Tussen 1983 en 1991 is de belasting met meer dan 25% gedaald. Alleen in segment 6, waarin vanaf 1987 de invloed van het geloosde Zoommeerwater merkbaar is, is sprake van een toename van de belasting. Mede daardoor zijn in die periode in het oostelijk deel van de Westerschelde de concentraties gestegen. Opmerkelijk is de toename van de concentraties in het westelijk deel tussen 1983 en 1991, ondanks een afname van de belasting in dat gebied. De periode 1988-1991 geeft daarentegen in alle segmenten een aanzienlijke daling van de concentraties te zien. De grenswaarde (0,005 µg/l) werd in de beschouwde periode alleen in segment 14 in 1991 gehaald. Bij de Belgisch-Nederlandse grens werd deze grenswaarde met een factor 6 overschreden. Het water voldeed niet aan de streefwaarde.

Tabel 20.

Benzo(a)pyreen (BaP) in 1991.
Procentuele belasting per categorie
en totale belasting per segment in
kg.

Belasting rand segment 6						202,0
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
6	17	64	0	0	19	3,3
7	0	0	0	0	100	0,4
8	58	0	0	0	42	0,9
9	37	0	0	0	63	0,6
10	12	18	0 + +	8	62	0,6
11	35	0	18	0	47	0,9
12	57	0	0	0	43	0,9
13	12	74	0 + +	9	5	3,2
			Kanaal van Gent naar Terneuzen			9,0***
14	11	2	3	72	12	6,7
			Som Nederland			17,5

Toelichting zie 5.5

6.16 Fluorantheen (Fla)

De giftigheid van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) wisselt nogal. Proefdieronderzoek heeft uitgewezen dat sommige PAK's, of daarmee samenhangende stoffen, mutagene en carcinogene eigenschappen bezitten. Met name de omzettings- en afbraakprodukten van benzo(a)pyreen zijn daarvoor verantwoordelijk. Sterk verhoogde concentraties van dit soort stoffen zorgen bij de berging van specie die

tijdens onderhoudsbaggerwerkzaamheden uit de Westerschelde en uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen wordt gehaald, voor problemen. Het is niet waarschijnlijk dat het effluent van een groot aantal industrieën een grote bron van PAK's zal zijn. Hemelwater, verontreinigd boven stedelijke gebieden, kan aanzienlijke hoeveelheden polycyclische aromatische koolwaterstoffen bevatten. De belangrijkste onderzoeksresultaten met betrekking tot Fluorantheen zijn in de kaarten 30 en 31 en in tabel 21 samengevat.

Belasting Westerschelde

Verreweg het grootste deel van de belasting is afkomstig uit België. In de Schaar van Ouden Doel bedroeg de aanvoer in 1991 bijna 334 kg. Dit is bijna 27% minder dan in 1985. Over de gehele periode 1983-1991 is er een dalende tendens waar te nemen. In Nederland werd 118 kilo op de Westerschelde gebracht, waarvan 15 kilo door het Kanaal van Gent naar Terneuzen. De belasting door dit kanaal is in de schatting enorm gedaald, met 91%. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de belasting in 1985 is berekend op basis van slechts enkele gegevens, die een aanzienlijke spreiding vertoonden. Hierdoor is de voor 1985 geschatte belasting zeer waarschijnlijk veel te hoog uitgevallen. De zijdelingse belasting in Nederland verminderde met bijna 62%. Vooral de saneringen bij de bedrijven gelegen aan de oevers van het westelijk deel van de Westerschelde droegen hiertoe bij. Desondanks namen de bedrijven in 1991 de helft van de belasting voor hun rekening. De polders en de neerslag leverden elk iets meer dan 20%. De belasting door het water uit het Zoommeer was relatief gezien vrij laag. De huishoudens hadden nauwelijks enig aandeel in het totaal. De belasting van de Westerschelde met fluorantheen vertoont eenzelfde beeld als de belasting met benzo(a)pyreen.

Immissies

Gegevens over de concentraties van fluorantheen in de Westerschelde zijn alleen van het jaar 1983 en vanaf het jaar 1988 beschikbaar. Het monitoringprogramma vanaf 1988 omvat de bepaling van PAK's in zwevend stof, dat met een centrifuge wordt gemonsterd. De concentraties zijn daarna omgerekend naar het totaalgehalte in water (lit.15). De concentraties zijn in de Westerschelde tussen 1983 en 1991 aanzienlijk gedaald. De grenswaarde (0,07 µg/l) werd in de gehele Westerschelde gehaald. Het water voldeed echter niet aan de streefwaarde.

Tabel 21.

Fluorantheen (Fla) in 1991. Relatieve belasting per categorie en totale belasting per segment in kg.

						Belasting rand segment 6	337,7
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast							
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast	
6	29	41	0	0	30	10,4	
7	0	0	0	0	100	2,1	
8	61	0	0	0	39	4,6	
9	40	0	0	0	60	3,0	
10	15	8	0 + +	6	71	2,4	
11	43	0	9	0	48	4,5	
12	60	0	0	0	40	4,9	
13	28	51	0 + +	11	10	14,6	
			Kanaal van Gent naar Terneuzen			15,3***	
14	7	1	1	84	7	56,0	
						Som Nederland	102,5

Toelichting zie 5.5

6.17 Tetrachloorbifenyyl,2,5,2',5' (PCB52)

Polychloorbifenylen hebben de volgende eigenschappen: zeer toxisch, hoog kookpunt, onbrandbaar, chemische resistentie, hoge viscositeit, thermische stabiliteit, het niet geleiden van elektriciteit. Juist vanwege een aantal van deze eigenschappen komen deze stoffen via de voedselketen in organismen terecht. In lage concentraties hebben deze stoffen met name op de hogere organismen negatieve effecten. De ernstigste daarvan is de vermindering van de reproductiviteit. Door het brede scala van mogelijkheden zijn de PCB's op velerlei gebied toegepast bijvoorbeeld bij de productie van isolatiemateriaal, impregneermiddel voor hout en ander constructiemateriaal, bij verf- en lijmstoffen, smeermiddelen, weekmakers in plastics en bij warmtegeleidend materiaal. PCB's komen vrij bij bijvoorbeeld lekkende hydraulische systemen en lekkende koelkasten. Deze stoffen komen onder andere in de lucht via de emissies van vuilverbrandingsinstallaties. Bij het verbrandingsproces worden deze stoffen niet afgebroken. Er bestaat een groot aantal verschillende PCB's. Afhankelijk van het aantal chlooratomen en de plaats daarvan in het bifenyyl-molecuul zijn er 209 verschillende PCB's te onderscheiden. PCB52 bevat vier chlooratomen, op elke koolstofring twee stuks. Door de persistentie van de stoffen hopen deze zich op in lichaamsvetten. Het gebruik van PCB's wordt steeds verder beperkt door wettelijke maatregelen. Sinds mei '79 is de toepassing van PCB's als weekmakers en smeer- en impregneermiddelen, dus in 'open' systemen, in de EG-landen verboden. Wel worden in sommige landen PCB's nog gebruikt bij de fabricage van onder andere condensatoren, dus bij zogenaamde 'gesloten' systemen. Ook zijn PCB's nog aanwezig in apparaten die in gebruik zijn. Niet alle PCB-isomeren zijn even toxisch. Vooral de zogenaamde coplanaire PCB's, met een aan dioxines verwante ruimtelijke structuur, zijn toxisch. Zeventig procent van wat men aan PCB's in het vetweefsel van zeezoogdieren vindt bestaat uit een tiental minder toxische isomeren. De meest toxische isomeren worden (nog) niet gemonitord. In dit rapport worden alleen de isomeren 52 en 153, beide minder toxisch, beschouwd. De belangrijkste onderzoeksresultaten over PCB52 zijn in de kaarten 32 en 33 en in tabel 22 samengevat. Gegevens over de concentraties van PCB52 in de Westerschelde zijn alleen van het jaar 1983 en vanaf het jaar 1988 beschikbaar. Het monitoringprogramma vanaf 1988 omvat de bepaling van PCB's in zwevend stof, dat met een centrifuge wordt gemonsterd. De concentraties werden omgerekend naar het totaalgehalte in water (lit. 15).

Belasting Westerschelde

De Westerschelde werd in 1991 belast met bijna 1,3 kilo PCB52. In 1985 was dit bijna 8 kilo. Een reductie derhalve met 84%. Ook over de gehele beschouwde periode is er een scherp dalende tendens te constateren. In 1991 bedroeg de zijdelingse belasting in Nederland 10% van het totaal dat de Westerschelde bereikte. Het geloosde water van het Zoommeer leverde bijna éénderde van de zijdelingse belasting op de Westerschelde. De belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen verminderde met 95%. Hierbij moet rekening worden gehouden met het feit dat de belasting in 1985 is berekend op basis van slechts enkele gegevens, die onderling een aanzienlijke spreiding

vertoonden. Hierdoor is de voor 1985 berekende belasting zeer waarschijnlijk veel te hoog uitgevallen. De belasting door de polders, de huishoudens en de neerslag is ongeveer even groot, elk rond 14%. De belasting door de bedrijven is erg klein.

Immissies

Het monitoringprogramma vanaf 1988 omvat de bepaling van PCB's in zwevend stof, dat met een centrifuge wordt gemonsterd. De concentraties zijn daarna omgerekend naar het totaalgehalte in water. In alle modelsegmenten is sprake van een daling van de zijdelingse belasting met meer dan 25%. Ook de concentraties aan het wateroppervlak zijn met meer dan 25% gedaald. De grenswaarde (4 µg/kg) werd bij Vlissingen gehaald, bij Terneuzen werd deze norm regelmatig gehaald en bij Hansweert werd deze norm laatste jaren incidenteel gehaald. Bij de Belgisch-Nederlandse grens waren de concentraties 2 à 4 hoger dan deze norm.

Tabel 22.

Tetrachloorbifenyyl,2,5,2',5' (PCB52) in 1991. Procentuele belasting per categorie en totale belasting per segment in g.

Belasting rand segment 6						1158,0
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
6	6	87	0	0	7	29,5
7	0	0	0	0	100	1,4
8	58	0	0	0	42	3,0
9	38	0	0	0	62	2,0
10	4	21	2	53	20	5,8
11	29	0	34	0	37	4,0
12	58	0	0	0	42	3,1
13	12	79	4	0	5	8,6
			Kanaal van Gent naar Terneuzen			32,4***
14	14	10	61	0	15	17,6
				Som Nederland		75,0

Toelichting zie 5.5

6.18 Hexachloorbifenyyl,2,4,5,2',4',5' (PCB153)

Er bestaat een groot aantal verschillende PCB's (polychloorbifenylen). Afhankelijk van het aantal chlooratomen en de plaats daarvan in het bifenyyl-molecuul zijn er 209 verschillende PCB's te onderscheiden. Die zijn allemaal van een nummer voorzien. Zo bevat PCB153 zes chlooratomen, drie op iedere ring. Niet alle PCB's zijn even giftig. De giftigste zijn de nummers: 15, 37, 77, 81, 126 en 169. Gelukkig zijn dit niet de meest voorkomende verbindingen (congeneren). Door de persistentie hebben veel PCB's de eigenschap zich op te hopen in het vetweefsel van hogere organismen.

De belangrijkste onderzoeksresultaten met betrekking tot PCB153 zijn in de kaarten 34 en 35 en in tabel 23 samengevat.

Belasting Westerschelde

Gegevens over de concentraties van PCB153 in de Westerschelde zijn alleen van het jaar 1983 en vanaf het jaar 1988 beschikbaar. In de routinemeetprogramma's zijn een tiental PCB's opgenomen.

De Westerschelde werd in 1991 belast met bijna 4,4 kilo PCB153. Verreweg het grootste deel (94%) werd door de rivier over de grens gebracht. De Nederlandse zijdelingse belasting bedroeg iets meer dan het dubbele van de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen. De belasting door dit kanaal is enorm gedaald. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de belasting in 1985 is berekend op basis van slechts enkele gegevens, die een aanzienlijke spreiding vertoonden. Hierdoor is de voor 1985 berekende belasting zeer waarschijnlijk veel te hoog uitgevallen. Met het huishoudelijk afvalwater werd in 1991 de helft van de totale PCB153-vracht in het Nederlandse deel van het estuarium gebracht.

Immissies

Het monitoringprogramma vanaf 1988 omvat de bepaling van PCB's in zwevend stof, dat met een centrifuge wordt gemonsterd. De concentraties zijn daarna omgerekend naar het totaalgehalte in water. In alle modelsegmenten is sprake van een daling van de zijdelingse belasting met meer dan 25%. De concentraties aan het wateroppervlak worden steeds lager. Ook hier is de daling vaak meer dan 25%.

De streefwaarde (4 µg/kg) werd bij Vlissingen vanaf 1990 nog slechts incidenteel overschreden. Stroomopwaarts van Terneuzen werd deze norm niet gehaald. Bij de Belgisch-Nederlandse grens werd de norm in 1988 en 1989 met een factor 7 overschreden. In 1990 en 1991 werd de norm met een factor 4 overschreden.

Tabel 23.

Hexachloorbifenyyl,2,4,5,2',4',5' (PCB153) in 1991. Relatieve belasting per categorie en totale belasting per segment in g.

Belasting rand segment 6						4084,9
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
6	4	91	0	0	5	46,5
7	0	0	0	0	100	1,4
8	58	0	0	0	42	3,0
9	38	0	0	0	62	2,0
10	1	8	3	84	4	26,3
11	9	0	79	0	12	12,3
12	58	0	0	0	42	3,1
13	7	75	15	0	3	18,1
			Kanaal van Gent naar Terneuzen			53,9***
14	3	3	91	0	3	83,2
			Som Nederland			195,9

Toelichting zie 5.5

6.19 Gamma-hexachloorcyclohexaan, lindaan (c-HCH)

Lindaan wordt voornamelijk geproduceerd door reactie van chloor met benzeen. Het is één van de vijf isomeren die hieruit ontstaan. Gamma-hexachloorcyclohexaan, als herbicide bekend als lindaan, is één van de weinige organochloorverbindingen waarvan het gebruik (nog) niet is verboden. De stof wordt gebruikt in de bietenteelt (tegen de bietenkever) en in de maisteelt.

Omdat in Zeeland deze gewassen op grote schaal worden verbouwd, mag men rekenen op een 'niet te verwaarlozen' belasting via het polderwater. De periode van toepassing is in de maanden april tot juni. Lindaan wordt niet gesynthetiseerd door bedrijven in het Nederlandse deel van het studiegebied. De invloed van industriële effluënten is voor wat betreft lindaan dan ook te verwaarlozen. Mocht het al in effluënten worden aangetoond, dan betreft het met het proceswater ingenomen gewasbeschermingsmiddelen.

In allerlei laboratoriumtesten bleek lindaan niet extreem giftig. Doordat het in waterig milieu echter bijzonder persistent is, zullen de chronische effecten van meer belang zijn. De stof is niet opgenomen in de lijst prioritaire stoffen van zowel het Rijnaktieplan als het Meerjarenplan Gewasbescherming; echter wel in de lijst uit de slotverklaring van de derde Noordzee-ministersconferentie. De belangrijkste onderzoeksresultaten betreffende lindaan zijn in kaart 36 en in tabel 24 samengevat.

Belasting Westerschelde

De aanvoer van lindaan kwam voor 44% voor rekening van de zijdelingse belasting in Nederland, 42% werd door de rivier de Schelde en 14% door het Kanaal van Gent naar Terneuzen aangevoerd. De belasting in Nederland werd voor meer dan de helft gevormd door de aanvoer via de neerslag. Ten opzichte van 1985 lijkt er een enorme toename van de linaanvracht door de neerslag te hebben plaatsgevonden. Het jaar 1985 was echter een jaar waarin extreem lage linaanconcentraties zijn gevonden. Na dit jaar liggen de concentraties op vergelijkbaar niveau.

De belasting in het oostelijk deel van de Westerschelde is toegenomen. Behalve in segment 12 is er stroomafwaarts van Hansweert sprake van een daling van de belasting.

Immissies

Omdat er in het geraadplaagde bestand slechts concentratiegegevens van lindaan bij de Belgisch-Nederlandse grens beschikbaar zijn, ontbreekt een beschrijving van de concentratiegradiënt. De grenswaarde (1 µg/kg) werd bij de Belgisch-Nederlandse grens in 1991 regelmatig gehaald.

Tabel 24.

Gamma-hexachloorcyclohexaan, lindaan (c-HCH) in 1991. Procentuele belasting per categorie en totale belasting per segment in kg.

Belasting rand segment 6						57,8
Aandeel in % van de zijdelingse jaarlast						
segment	polders	kanalen	communaal	bedrijven	neerslag	zijdelingse jaarlast
6	26	28	0	0	46	10,5
7	0	0	0	0	100	3,2
8	51	0	0	0	49	5,7
9	25	0	0	0	75	3,8
10	9	4	0 + +	11	76	3,5
11	26	0	3	0	71	4,8
12	44	0	0	0	56	5,3
13	22	62	1	0	15	11,8
			Kanaal van Gent naar Terneuzen			19,5***
14	33	2	11	0	54	11,6
			Som Nederland			60,2

Toelichting zie 5.5

7 Toetsing aan normen

Dit hoofdstuk bevat een overzicht van de resultaten van de toetsing van de concentraties aan de grens- en streefwaarden betreffende water en bodem. Deze waarden, die in eerste instantie voor zoet water waren opgesteld, kunnen door de beheerder van toepassing worden verklaard voor zout water. Deze normen zijn echter niet wettelijk en dus nog niet bindend vastgesteld. Desondanks zijn de waterkwaliteitsgegevens die in dit rapport zijn opgenomen getoetst aan deze normen.

De ontwikkelingen in de waterkwaliteit van het estuarium worden aangegeven door de concentraties in de jaren 1985 en 1991 te toetsen aan de beschikbare grens- en streefwaarden (normen). Op dit moment zijn echter nog slechts een gering aantal grens- en streefwaarden beschikbaar waaraan kan worden getoetst.

N De grenswaarde voor totaal stikstof werd in 1985 niet gehaald. De concentraties in de Westerschelde daalden. De grootste daling vond plaats bij de Belgisch-Nederlandse grens. In de Schelde stegen de concentraties enigszins. De grenswaarde, dit is het zomergemiddelde, werd voor het eerst in de zomer van 1991 gehaald in de monding van de Westerschelde tussen Vlissingen en Terneuzen, in de segmenten 13 en 14. Een streefwaarde voor totaal stikstof is niet beschikbaar. Grens- en streefwaarden voor de in dit rapport beschreven stikstofverbindingen ontbreken eveneens.

P De grenswaarde voor totaal fosfor werd in 1985 niet gehaald. De concentraties in de Westerschelde werden steeds lager. De grootste daling werd bij de Belgisch-Nederlandse grens gevonden. Stroomopwaarts in de Schelde stegen de concentraties echter. De grenswaarde, dit is het zomergemiddelde, werd in de zomer van 1991 gehaald in de monding van de Westerschelde bij Vlissingen. Een streefwaarde voor totaal fosfor is niet beschikbaar. Ook grens- en streefwaarden voor fosforverbindingen ontbreken.

Cd De grenswaarde voor totaal cadmium werd in 1985 niet gehaald. In nagenoeg het gehele estuarium daalden de concentraties. De grootste daling werd bij de Belgisch-Nederlandse grens gevonden. In 1991 werd de grenswaarde in de segmenten 12 tot en met 14, in het westelijke deel van het estuarium, gehaald. De streefwaarde werd niet gehaald.

Cr De grenswaarde voor totaal chroom werd in 1985 in de gehele Westerschelde gehaald. In 1991 werd deze waarde in een groter deel van het estuarium, namelijk stroomafwaarts van Antwerpen gehaald. Desondanks is in een aantal segmenten sprake van een stijging van de chroomconcentraties. De streefwaarde werd in 1985 niet gehaald. Deze waarde werd in 1991 in de monding van de Westerschelde, in segment 14, wel gehaald.

Cu De grenswaarde voor totaal koper werd in 1985 niet gehaald. De koperconcentraties daalden in het gehele estuarium. In 1991 werd de grenswaarde in de meest westelijke segmenten 13 en 14 gehaald. Het water voldeed in 1985 niet aan de streefwaarde. Deze waarde werd in 1991 in de segmenten 13 en 14 wel gehaald.

Zn De grenswaarde voor totaal zink werd in 1985 in de segmenten 12 en 13 (merkwaardig genoeg niet in segment 14) gehaald. De concentraties zijn in bijna het gehele estuarium gedaald. In 1991 werd de grenswaarde in het traject tussen het Land van Saeftinge en Vlissingen gehaald. De streefwaarde werd in 1985 niet gehaald. In 1991 voldeed het water bij Vlissingen, in segment 14, wel aan deze waarde.

Van organische microverontreinigingen zijn alleen gegevens gebruikt die in de periode 1988 tot en met 1991 stroomafwaarts van de Belgisch-Nederlandse grens zijn ingewonnen.

BaP De grenswaarde werd in 1988 niet gehaald. In de gehele Westerschelde daalden de concentraties. In 1991 werd de grenswaarde bij Vlissingen in segment 14 gehaald. Het water voldeed niet aan de streefwaarde.

Fla De grenswaarde werd in 1991 in de gehele Westerschelde gehaald. Het water voldeed, ondanks de dalende concentraties, echter niet aan de streefwaarde.

PCB52 De grenswaarde werd in 1991 in het traject tussen Hansweert en Vlissingen gehaald. De concentraties in de Westerschelde dalen licht. Er is geen streefwaarde beschikbaar.

PCB153 Het water in de omgeving van Vlissingen voldeed in 1991 aan de grenswaarde. De concentraties in de Westerschelde dalen. Er is geen streefwaarde beschikbaar.

c-HCH Van deze stof zijn alleen gegevens beschouwd die bij de Belgisch-Nederlandse grens zijn ingewonnen. Op die plaats werd de grenswaarde in 1991 gehaald. Er is geen streefwaarde beschikbaar.

In figuur 7 is een integraal overzicht opgenomen van de toetsingsresultaten voor de jaren 1985 en 1991.

Figuur 7.

Toetsing waterkwaliteit aan grens-
en streefwaarden betreffende water
en bodem.



TOELICHTING :

- VOLDOET AAN NORM
- VOLDOET NIET AAN NORM
- GEEN NORM BESCHIKBAAR
- NIET GEMETEN

8 Referenties

- Lit. 1. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Derde Nota waterhuishouding, Water voor nu en later (1989).
- Lit. 2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat (1991). Beleidsplan Westerschelde.
- Lit. 3. Holland, A.M.B.M. en van Westen, C.J. (1992). Projectplan SCHOON. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Dienst Getijdewateren. Werkdocument GWWS-92.853X.
- Lit. 4. Noordzee Actie Plan, Nationaal Uitvoeringsdocument Derde Noordzee Ministersconferentie, Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21 884, nrs 1-2.
- Lit. 5. Holland, A.M.B.M. e.a. (1991). De belasting van het Schelde-estuarium (1980-1988). Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Dienst Getijdewateren. Nota GWWS-91.082.
- Lit. 6. Jonkers, D.A. en Everts, J.W. (1992). Zeewaardig; afleiding van risiconiveau's voor microverontreinigingen in Noordzee en Waddenzee. Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- Lit. 7. van Gils, J.A.G. e.a. (1991). Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium. Waterloopkundig Laboratorium. SAWES nota 91.01.
- Lit. 8. Projectgroep SAWES (1987). Projectplan 'SAWES'. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Dienst Getijdewateren. Nota GWAO-87.103.
- Lit. 9. Stortelder, P.B.M. en Faasen, R. (1992). Uniformering van normen voor water, waterbodem, bodem en grondwater een stap verder. H₂O 25, nr 24 (1992), P666-670.
- Lit.10. Westerink, R.M. (1993) Geografisch Informatiesysteem. Project SCHOON. Waterkwaliteit Schelde-estuarium (periode 1980-1991). Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Dienst Getijdewateren. Rapport DGW-93.009.
- Lit.11. Gemeenschapsministerie van het Vlaamse Gewest, departement Leefmilieu en Infrastructuur (1990). De baggerwerken in de Schelde en de kwaliteit van water en bodem. Stand van zaken „voorlopig rapport”.
- Lit.12. Klap, V. en Heip, C. (DIHO 1991). De Schelde - een evaluatie van het beleid, de functies en de waterkwaliteit. Rapport in opdracht van de commissies Leefmilieu en Havenvraagstukken van de Raadgevende Interparlementaire Beneluxraad.

Lit.13. Ovaa, B.P.S.A. (1991). Naar een samenhangend beheer van het riviersysteem van de Schelde, in het perspectief van duurzame ontwikkeling. Landbouwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Ruimtelijke Planvorming, Vakgroep Hydrologie. Bodemnatuurkunde en Hydraulica.

Lit.14. Inventarisatie waterkwaliteitstoestand van het stroomgebied van de Schelde. Vlaamse Milieumaatschappij - Bestuur Meetnetten en Planning - Dienst Informatie (1991).

Lit.15. Wattel, G. (1993). Omrekening gehalten van zware metalen en organische microverontreinigingen in gecentrifugeerd zwevend stof naar gehalten in de waterfase. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Dienst Getijdewateren. Werkdocument GWWS-93.824X.

Lit.16. Boeije, R.C. (1992). Perspectief voor het Schelde-estuarium. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Rapport DGW-92.034.

Lit.17. Schouwenaar, A. (1992). Cijfers achter de belasting van het Schelde-estuarium over de periode 1980-1991. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Werkdocument GWWS-93.817X.

Lit.18. Lefèvre, F.O.B. (1992). De belasting door de Schelde bij Rupelmonde in 1980 t/m 1991. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Dienst Getijdewateren. Werkdocument GWWS-92.825X.

Lit.19. Lefèvre, F.O.B. (1992). De zijdelingse belasting van de Schelde in 1989 t/m 1991. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Dienst Getijdewateren. Werkdocument GWWS-92.802X.

Lit.20. De afvoer van de Schelde in 1991. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur. Antwerpse Zeediensten.

Lit.21 Wattel, G. (1992). Kwaliteitsgegevens polderwater en (scheepvaart) kanalen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijkswaterstaat. Dienst Getijdewateren. Werkdocument GWWS-92.869X.

Lit.22. Schouwenaar, A. (1993). Bestanden bedrijfs- en communale lozingen op de Westerschelde tot en met 1991. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Dienst Getijdewateren. Werkdocument GWWS-93.849X.

Bijlage 1

De gebruikte gegevens en de nauwkeurigheid

Deze bijlage geeft een indruk van de gegevens die aan diverse bronnen zijn ontleend. Tevens wordt getracht de waarde en nauwkeurigheid van de gegevens te schatten. Hoe betrouwbaarder de gegevens, hoe beter het model voor simulaties geschikt is. Voor een aantal waterkwaliteitskenmerken is een gegevensreeks beschikbaar over de periode 1980 tot en met 1991. Deze gegevens zijn opgeslagen in een database. Een deel van deze gegevens is gebruikt om het waterkwaliteitsmodel teijken en te valideren. Dit deel omvat naast enige aan zuurstof gerelateerde waterkwaliteitskenmerken, de meeste nutriënten en enige zware metalen. Van de beschouwde organische microverontreinigingen zijn alleen van het jaar 1983 en van de periode 1988-1991 gegevens beschikbaar.

De dataset van de belasting van het Schelde-estuarium levert een acceptabel beeld van de zijdelingse belastingen op. Dit ondanks het feit dat de gegevens afkomstig zijn uit onderzoek dat uitgevoerd is door verschillende instituten uit verschillende landen. Er zijn vooral voor de Belgische situatie en voor de belasting met organische microverontreinigingen veel aannames gedaan. Daarnaast is het aantal Belgische gegevens veel geringer dan het aantal van Nederlandse zijde. Met name ontbreekt het in België aan gegevens betreffende organische microverontreinigingen. De belasting door deze stoffen is voor België dan ook niet in beeld gebracht. Voor de belasting door industrieel afvalwater van het Belgische deel zijn schattingen gedaan (op basis van proceskennis) uitgaande van de in de lozingsvergunningen opgegeven vrachten. Alles bij elkaar betekent dit voor de in dit rapport gevolgde presentatie het volgende.

Belasting in Nederland

De nutriënten zijn voor wat betreft de Nederlandse emissies over de jaren 1980 tot en met 1991 redelijk in beeld gebracht. Van de Nederlandse emissies van zware metalen lijkt het geschetste beeld voor de beschouwde periode weliswaar even duidelijk, maar daarbij dient men te bedenken dat die emissies minder nauwkeurig vastgesteld konden worden. Over de organische microverontreinigingen in de Nederlandse emissies is, met uitzondering van de bedrijven in het Slogebied en langs het Kanaal van Gent naar Terneuzen, nog minder bekend. De berekende belastingen door polderwater, overige bedrijven en huishoudens in de segmenten 6 tot en met 14 zijn dan ook niet meer dan ruwe schattingen van de hoogst denkbare belasting.

Belasting in België

Wat betreft de Belgische zijdelingse belastingen is alleen voor het jaar 1985 een schatting gemaakt, die representatief is verondersteld voor de gehele periode 1980-1991. Vanaf 1989 is zowel een waterbalans als de kwaliteit van het water van de Antwerpse havens bekend, zodat vanaf dat jaar de havens als één bron werden beschouwd. Voor groepen van waterkwaliteitskenmerken zijn er verschillen in de

nauwkeurigheid van de Belgische gegevens. Over nutriënten is er in de Belgische emissies het meeste bekend. Van zware metalen is beduidend minder bekend en van organische microverontreinigingen is bijna niets bekend.

Uit het hierbovenstaande blijkt duidelijk dat er, afhankelijk van de bron en de stof, rekening gehouden moet worden met onnauwkeurigheden in het bepalen van de belasting. Voor nutriënten ligt de mogelijke afwijking per afzonderlijke bron tussen tien en vijftig procent en voor zware metalen tussen tien en vijftig procent. De afwijking per bron van de organische microverontreinigingen varieert tussen de helft en driemaal de gegeven belasting.

Westerschelde en Schelde

De Nederlandse immissie-gegevens zijn afkomstig uit een bestand, gebaseerd op een systeem voor routinematig onderzoek van waterkwaliteitsgegevens (WORSRO) en gegevens van bemonsteringen die binnen het project SCHOON zijn uitgevoerd bij Rupelmonde. De Belgische immissie-gegevens zijn afkomstig van rapportages van het IHE (Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie), van het PIH (Provinciaal Instituut voor Hygiëne), dat gegevens in het kader van de Baalhoekcommissie heeft verzameld, en van de VMM (Vlaamse Milieumaatschappij, voorheen de VMZ). Vanaf 1991 zijn bij Rupelmonde ook bemonsteringen in het kader van het project SCHOON uitgevoerd. Ook deze gegevens zijn opgenomen in de database.

De concentratiegradiënten zijn samengesteld uit gegevens die afkomstig zijn van diverse laboratoria. Deze gegevens zijn ongecorrigeerd gebruikt. Er is geen waarde-oordeel gegeven over de kwaliteit van de aangeleverde gegevens. Dit heeft in een aantal gevallen de consequentie dat bij de overstap van gegevens van het ene naar gegevens van het andere laboratorium ruimtelijk gezien structurele verschillen kunnen zijn geïntroduceerd, die er in werkelijkheid niet zijn geweest. Ook kunnen bij vergelijking van de concentratiegradiënten van de diverse jaren hierdoor de gevonden verschillen afwijken van de werkelijkheid.

Verantwoording met betrekking tot het gebruikte cijfermateriaal

In het kader van het project SCHOON zijn behalve algemene waterkwaliteitskenmerken, nutriënten, vier zware metalen en vijf organische microverontreinigingen gekozen, waarmee verder is gewerkt. Uitgangspunt bij de berekening van de zijdelingse belasting was, dat alleen resultaten van lozingspunten gepresenteerd zouden worden die tenminste 1 % van de totale belasting verklaarden. Uiteraard zonder 'bronvermelding'.

Door het ontbreken van gegevens over organische microverontreinigingen stroomopwaarts van de Belgisch-Nederlandse grens zijn de belastingen gepresenteerd vanaf de rand van segment 6 (lokatie Schaar van Ouden Doel). Om de organische microverontreinigingen zo goed mogelijk te presenteren zijn de ontbrekende zijdelingse belastingen geschat. De schatting van deze belastingen is als „worst case”-benadering uitgevoerd, op de volgende manier.

- * Voor de verschillende categorieën zijn de debieten in m³ en de belastingen in inwonerequivalenten (i.e.), die in het kader van SCHOON(SAWES) werden vastgesteld, gebruikt.
- * De door SCHOON(SAWES) gebruikte concentraties in de neerslag zijn ook voor de gehalten van het polderwater aangehouden.
- * Voor rioolwaterzuiveringsinstallaties zijn maximale emissiefactoren voor de Nederlandse installaties gebruikt. Deze worden uitgedrukt in mg per i.e. Voor BaP is dit 1,4 mg, voor Fla 4,8 mg, voor PCB52 0,1 mg, voor PCB153 0,7 mg en voor c-HCH is dit 12,1 mg per i.e. per jaar.
- * De concentraties in ongezuiverd huishoudelijk afvalwater en in het water van bedrijven zijn uit bovenstaande emissiefactoren afgeleid. De concentraties zijn berekend met een retentiewaarde van 90% ten opzichte van gezuiverd rioolwater. Dit betekent dat die concentraties tien maal het bovenstaande maximum overschrijden.
- * Voor het Spuikanaal Bath zijn de gemiddelde concentraties aangehouden uit metingen in het Volkerak en bij de Kreekraksluizen. Daar het Kanaal door Zuid-Beveland en het Kanaal door Walcheren vergelijkbare kanalen zijn, wat betreft de waterkwaliteit, zijn ook hier deze concentraties aangehouden. Voor het Kanaal van Gent naar Terneuzen zijn tot en met 1988 meetgegevens aanwezig. Vanaf 1989 zijn schattingen van die jaren gebruikt. De onzekerheid in deze benaderingswijze is echter vrij groot.

De belastingen door bedrijven in de segmenten 6 t/m 12 zullen naar verwachting sterk overschat zijn omdat deze bedrijven zijn aangeslagen als lozers van ongezuiverd huishoudelijk afvalwater. Ook de belasting door het Kanaal door Zuid-Beveland is sterk overschat omdat de debieten meer te maken hebben met peilbeheersing onder invloed van scheepvaartverkeer dan dienen voor het afvoeren van water. Voor de bepaling van de belastingen in de segmenten 13 en 14 (kanaalzône en Sloegebied) is voor de bedrijven en voor het Kanaal van Gent naar Terneuzen geen benadering toegepast, omdat binnen de projecten SCHOON(SAWES) daarvoor relatief goed bekende hoeveelheden zijn aangeleverd.

Bijlage 2

Gebiedsbeschrijving van de Schelde en van het Schelde-estuarium

De laaglandrivier de Schelde ontspringt in het heuvelland in het noorden van Frankrijk op de Mont-St. Martin in de omgeving van St. Quentin en mondt als estuarium uit in de Noordzee in de omgeving van Vlissingen. De totale lengte van de rivier is 355 km. Het gedeelte van Vlissingen tot de Belgisch-Nederlandse grens heet Westerschelde. Het gedeelte van deze grens tot Gent wordt Zeeschelde genoemd. Hierin worden nog onderscheiden de Boven- en de Beneden-Zeeschelde voor het gedeelte stroomopwaarts respectievelijk stroomafwaarts van Antwerpen.

In dit rapport wordt het Schelde-estuarium, het menggebied van de rivier met de Noordzee, beschouwd. De totale lengte van dit estuarium, dat zich uitstrekt van Rupelmonde tot Vlissingen, is 95 km. Het is het enige overgebleven open estuarium in het deltagebied in het zuidwesten van Nederland. Wat bij een bezoek aan het stroomgebied opvalt zijn de groene randen van het estuarium en de rivier. De vallei van de Schelde biedt nog steeds een beeld van een oorspronkelijke laaglandrivier. Alleen in de omgeving van de industriegebieden rond Antwerpen, van het Sloegebied en rond Terneuzen lijkt de ecologie voorgoed verstoord.

Op grond van het chloridegehalte wordt het estuarium onderverdeeld in een van zoet naar brak verlopende Schelde en een van brak naar zout verlopende Westerschelde. Het beschouwde deel van de Schelde is 40 km lang en strekt zich uit van Rupelmonde tot de Belgisch-Nederlandse grens. Het bestaat in hoofdzaak uit één geul die een maximale breedte heeft van 2,2 km bij de grens en een minimale breedte van 0,4 km bij Rupelmonde. De gemiddelde diepte is 9,4 m. Onderhoudsbaggerwerkzaamheden houden de vaargeul, in het bijzonder de drempels, voor de scheepvaart op gewenste diepte. Drempels zijn relatief ondiepe delen van de stroomgeul. Het oppervlak van het intergetijdegebied, de platen, schorren en slikken, is ongeveer 450 ha. De oevers zijn vastgelegd door kaden en zeeweringen.

De Westerschelde strekt zich met een lengte van 55 kilometer uit van de Belgisch-Nederlandse grens tot bij Vlissingen en bestaat uit eb- en vloedgeulen, drempels, platen, slikken en schorren. De breedte van dit deel van het estuarium is 2,2 km bij de grens en 5 km bij Vlissingen. De maximale breedte is 7,8 km. De grootste diepte in de geulen bedraagt 30 à 40 m. De gemiddelde diepte is 10,8 m. De diepte ter plaatse van de drempels wordt ten behoeve van de scheepvaart door het uitvoeren van onderhoudsbaggerwerkzaamheden gehandhaafd op 16 à 18 m beneden N.A.P. Het oppervlak op N.A.P. van het intergetijdegebied, de platen, schorren en slikken, is 8200 ha. De landschappelijke en geomorfologische differentiatie en de ontwikkeling van het buitendijkse gebied worden in hoge mate bepaald door de

getijdynamiek. De ligging van platen en geulen is ten gevolge van erosie- en sedimentatieprocessen voortdurend aan veranderingen onderhevig. Verder speelt het menselijk handelen, in het bijzonder door baggerwerkzaamheden, een rol.

Het getij, één van de kenmerken van een estuarium, is tot Gent merkbaar. Het getijverschil bedraagt ter hoogte van Vlissingen 4 m. Dit verschil wordt in stroomopwaartse richting steeds groter tot 5,25 m bij Rupelmonde om vervolgens weer af te nemen tot 2 m bij Gent. Daar beëindigen stuwen de getij-invloed. Het getijvolume, dit is de som van eb- en vloedvolume, bedraagt bij Vlissingen ruim 2 miljard m³ (ruim 44800 m³/s). Bij Antwerpen is dit verminderd tot 140 miljoen m³ (3100 m³/s). Bij Rupelmonde is dit nog 80 miljoen m³ (1800 m³/s).

De Schelde en alle toestromende rivieren zijn regenrivieren. Het afwateringsgebied van deze rivieren heeft een totale oppervlakte van 20331 km². Het gebied beslaat een gedeelte van Frankrijk in de omgeving van Lille; van België een deel van Wallonië en een groot deel van Vlaanderen, alsmede de agglomeratie en de omgeving van Brussel. Verder beslaat het van Nederland een deel van de provincies Noord-Brabant en Zeeland. Van het afwateringsgebied ligt 33% in Frankrijk, 63% in België, verdeeld over 43% in Vlaanderen, 19% in Wallonië en 1% voor Brussel (dit is bijna heel laag-België) en 4% in Nederland. Het afwateringsgebied wordt onderverdeeld in de bekkens van de Schelde tot Gent (6097 km²), waarvan 2/3 op Frans grondgebied en 1/3 op Belgisch grondgebied ligt, van de Rupel (6692 km², inclusief de bekkens van de Dijle en de Grote en de Kleine Nete), van de Leie (4026 km²), van de Dender (1374 km²), van de Schelde tussen Gent en Rupelmonde met het bekken van de Durme (342 km²) en het zijbekken van de Schelde (450 km²) en tenslotte het bekken van de Zenne (1169 km²). Stroomafwaarts van Gent is het afwateringsgebied 1630 km² groot. In Nederland tenslotte bedraagt het afwateringsgebied 780 km².

Verontreiniging van de rivier de Schelde vindt eigenlijk al vanaf de bron plaats. In het noorden van Frankrijk, in de omgeving van steden als Lille, Donai en Roubaix wordt de bovenloop vervuild. Voordat de rivier in zee stroomt monden er een aantal zijrivieren en kanalen in uit die de afvoer en de vervuiling in stroomafwaartse richting doen toenemen. Op Frans grondgebied komen het Waalse riviertje de Haine dat onder andere langs Mons en St. Ghislain stroomt en de Franse rivier de Scarpe, die langs Arras en Douai stroomt, op de Schelde uit. Op Belgisch grondgebied tot Gent zijn dit achtereenvolgens het Kanaal Nimy-Blaton-Peronnes, de Franse rivier de Spiere met als achterland de industriesteden Lille, Roubaix, Tourcoing en het Belgische Moeskroen, het Kanaal Kortrijk-Bossuit dat de Schelde en de Leie verbindt, en de riviertjes de Rone en de Zwalm. Deze laatste twee hebben een betrekkelijk landelijk achterland.

In Gent komt een gedeelte van het Leiewater in de Schelde en worden, via de Ringvaart, het Kanaal Gent-Brugge en het Kanaal van Gent naar Terneuzen door een deel van het Scheldewater en door een klein deel van het Leiewater gevoed.

Vanaf Gent monden vervolgens de gekanaliseerde Dender, de Durme en de Rupel in de Schelde uit. De belangrijke zijrivier de Rupel, waar evenals op de Schelde het getij merkbaar is en die op het moment van samenvloeien met de Schelde zelfs een groter debiet heeft dan de Schelde, voert water af van de Zenne die door Brussel stroomt en daar als riool wordt gebruikt, van de Dijle die bij Charleroi ontspringt en onder andere langs Leuven en Mechelen loopt, van de Demer met de bijrivieren de Herk, de Geet en de Velp met de steden Hasselt, Genk, St. Truiden, Diest en Aarschot, en tenslotte van de Nete die het water van de Grote- en de Kleine Nete, de Aa en de Grote Laak met steden als Mol, Geel, Turnhout en Lier naar de Schelde voert. Tenslotte komt via het Antwerpse havenpand water van buiten het afwateringsgebied, zoals het Zoommeer en water via het Albertkanaal dat uit het Maasbekken komt. In Nederland watert een gedeelte van Zeeland en Noord-Brabant af op de Westerschelde en komt tevens een deel van het Scheldewater, via het Kanaal van Gent naar Terneuzen in de Westerschelde terecht.

De begrenzing van het hydrografische bekken van de Schelde is overigens nogal vervaagd door verbindingen met andere bekkens in verband met het uitbreiden van het waterwegennet en het vergroten van de afvoermogelijkheden om een goede waterafvoer te kunnen waarborgen. De verbindingen die gemaakt zijn zijn het Canal du Nord, dat het stroomgebied van de Schelde verbindt met dat van de Somme en de Seine, het Canal d'Aire (Duinkerken-Denain), dat een verbinding maakt tussen de Aa, de Leie en de Schelde met Calais en Duinkerken, het Kanaal Gent-Brugge-Oostende, dat de Bovenschelde met de Noordzee bij Zeebrugge verbindt, het Kanaal van Gent naar Terneuzen, dat de verbinding maakt tussen de Bovenschelde en de Westerschelde, het Canal de Charleroi en het Zeekanaal van Brussel, dat een koppeling maakt met de stroomgebieden van de Sambre en de Maas, het Albertkanaal, dat het stroomgebied van de Maas met de Zeeschelde verbindt, de Schelde-Rijnverbinding dat de stroomgebieden van Schelde en Rijn aan elkaar verbindt, het Spuikanaal Bath, waardoor Rijn- en Maaswater en de afvoer van Brabantse riviertjes op de Westerschelde wordt gebracht en tenslotte het Kanaal door Zuid-Beveland, dat de verbinding maakt tussen de Ooster- en de Westerschelde. In al deze verbindingen zijn vele stuwen en sluizen aangelegd (kanalisatie), die de scheiding en uitwisseling tussen de hydrografische bekkens van de Schelde en de Maas beïnvloeden.

Het neerslagoverschot van het afwateringsgebied bepaalt de afvoer van de rivier. Er is daarom elk jaar een duidelijke seizoensafhankelijkheid in de afvoer van de rivier waar te nemen. Dit heeft grote fluctuaties in de afvoer van de rivier tot gevolg. De jaargemiddelde afvoer van de Boven-Zeeschelde bij Schelle bedroeg in de beschouwde periode 119 m³/s, met een minimum van 80 m³/s in 1990 en een maximum van 168 m³/s in 1988. Rond dit gemiddelde zijn op basis van dekadegemiddelde waarden de variaties veel groter, namelijk tussen 28 en 432 m³/s.

Vergelijking van deze cijfers met de gegevens van het getijvolume leert dat de bovenafvoer geen invloed kan hebben op de hydrografie van het estuarium.

In de zomer vindt er een kleine en in de winter een grote afstroming naar de rivier plaats. Dit heeft tot gevolg dat er in de zomer sprake is van een goed gemengd estuarium, in de winter kan er in extreme gevallen sprake zijn van verticale inhomogeniteit in een gedeelte stroomopwaarts van Bath. Deze inhomogeniteit is op de Westerschelde het grootst bij de Belgisch-Nederlandse grens. Tijdens eb worden bij extreem hoge zoetwaterafvoeren verschillen tussen de concentraties aan het wateroppervlak en de bodem gevonden van 2 g Cl⁻/l. Bij de bodem worden dan de hoogste waarden aangetroffen (zouttong).

Het estuarine karakter van de rivier wordt met name bepaald door de afvoer van het zoete rivierwater en het binnendringen van het zoute zeewater. Door menging ontstaat een chloridegradiënt. De getijdynamiek is hierbij het overheersende mechanisme. Verder spelen turbulentie en rondstromingsprocessen, afhankelijk van de geomorfologie van het gebied, een rol. De getijwerking, de afvoer van de rivier en de menging bepalen de hydraulische verblijftijd van het rivierwater. Dit is onder gemiddelde omstandigheden voor de afstand tussen de Belgisch-Nederlandse grens en Vlissingen circa 65 dagen, voor de afstand tussen Terneuzen en Vlissingen is dit circa 15 dagen. De ligging en de vorm van genoemde gradiënt worden bepaald door de afvoer van de rivier en het getij. Deze dynamische mechanismen zorgen er tevens voor dat de gradiënt vrijwel continu in beweging is. Vooral de ligging van het steilste gedeelte is erg gevoelig voor veranderingen. Deze chloridegradiënt, één van de kenmerken van een estuarium, maakt dat er een schakeling van levensgemeenschappen wordt gevonden : zoute, brakke en zoete; in het water, in en op de bodem en op de platen, slikken en schorren.

De functies van het Schelde-estuarium

Op en langs het Schelde-estuarium domineren de zeescheepvaart en de industriegebieden bij Vlissingen, Terneuzen (inclusief de Kanaalzône) en Antwerpen. Het estuarium herbergt een aantal belangrijke natuurgebieden, zoals het Verdrongen Land van Saeftinghe, de Hooge Platen en enkele schorregebieden. Van belang, zeker ook voor de waterkwaliteit van het estuarium, zijn de bevolkingsconcentraties rond Antwerpen, Brussel en Gent en in West-Brabant en Walcheren. Bij een nadere analyse blijken een aantal functies onderscheiden te kunnen worden. Deze functies hangen samen met de gunstige natuurlijke ligging van het estuarium waardoor in de loop der tijden een zeer dichtbevolkt en sterk geïndustrialiseerd gebied is ontstaan. De economische opbrengst van de industrie, de veeteelt, de akkerbouw en de recreatie in het Schelde-estuarium is vergelijkbaar met die van de veel grotere bekkens van bijvoorbeeld de Gele rivier, de Amazone of de Nijl.

Door deze toenemende druk op het watersysteem zijn er in het verleden allerlei conflicten ontstaan tussen de functies die het estuarium van nature in zich heeft en die het estuarium door de mens in de loop van de tijd opgelegd heeft gekregen. Het ontstaan van deze toenemende druk was het gevolg van een groeiende bevolking en een toenemende welvaart. Er is in de tijd een overgang ontstaan van een situatie waarin natuur, scheepvaart en visserij konden samengaan in een rivier waarvan de loop op natuurlijke wijze veranderde en het grote zelfreinigende vermogen de geringe belasting door de relatief kleine bevolking kon verwerken, naar een situatie waarin de druk op het estuarium enorm is toegenomen als gevolg van landaanwinning,

grootschalige industrie, intensieve landbouw, recreatie, zandwinning, fixatie van de oevers en de vaargeulen en het verdiepen ervan. In deze situatie zijn een aantal functies in het gedrang gekomen.

De functies van het estuarium, zowel de feitelijke (= natuur) als de toegekende (= gebruik) zijn:

- * **de scheepvaart.** De Westerschelde vormt de maritieme toegangsweg tot enkele havens. Dit zijn de voor België zeer belangrijke havens van Antwerpen en, via het Kanaal van Gent naar Terneuzen de havens van de stad Gent. Voor Nederland zijn de havens in de Zeeuws-Vlaamse Kanaalzône en Vlissingen-Oost belangrijk. Ook is de Westerschelde een schakel in de transport-as tussen Antwerpen en Rotterdam;
- * **opvanggebied en transportmiddel voor afstromend (rivier)water.** Het teveel aan water van een groot landoppervlak stroomt via zijrivieren, beken en kanalen naar het estuarium en wordt uiteindelijk door de Westerschelde op de Noordzee gebracht. In veel gevallen is het water al voor diverse functies gebruikt. Voorbeelden zijn beregening in landbouwgebieden, drinkwater, proces- en koelwater in de industrie;
- * **natuur en landschap.** Door de natuurlijke variaties in de bodemligging, het getij, met daardoor een groot intergetijdegebied, maar ook door de chloridegradiënt is een gebied ontstaan met belangrijke natuurgebieden. Voorbeelden daarvan zijn de zoetwatergetijdegebieden tussen Antwerpen en Gent, het Verdrongen land van Saeftinge (het grootste brakwaterschor in West-Europa) en de Hooge Platen in het westelijk deel van het estuarium;
- * **visserij.** Deze is nog slechts van geringe economische betekenis. Het estuarium is belangrijk in de functie van kinderkamer voor diverse vissoorten;
- * **recreatie.** Vooral in het mondingsgebied vinden diverse soorten recreatie plaats, zoals strand- en oeverrecreatie en watersport;
- * **militair oefenterrein.**
- * **zandwinning.**

Al deze functies stellen eisen aan de water- en waterbodemkwaliteit van het estuarium of beïnvloeden deze. Bovendien kunnen deze functies elkaar beïnvloeden en blijken bij veranderingen vaak te conflicteren. Dit rapport geeft een beeld van het estuarium als **'opvanggebied en transportmiddel voor afstromend (rivier)water'**

Het estuarium wordt door een groot aantal bronnen met vele verontreinigende stoffen belast. De verontreiniging van de rivier de Schelde begint al vlakbij de bron. In het noorden van Frankrijk, in de omgeving van Lille, Douai en Roubaix wordt de bovenloop van de rivier vervuild. Verder stroomafwaarts vindt vervuiling plaats door het afvalwater van een deel van Wallonië, van de agglomeratie rond Brussel, dat via de Zenne en de Rupel in de Schelde wordt gebracht, en door lozingen van een groot deel van het afvalwater uit Vlaanderen. Het estuarium wordt tevens belast met het, in meer of mindere mate gezuiverde, afvalwater van de industrie en huishoudens geconcentreerd in de regio Antwerpen, bij Terneuzen inclusief de Kanaalzône en in Vlissingen-Oost. Verder wordt het afvalwater geloosd van de industrie in West-Brabant.

Vooraf de chemische en petrochemische industrie, de kunststoffen- en kunstmestindustrie en de metallurgische industrie belasten het estuarium met schadelijke stoffen. Het overtollige polderwater wordt door gemalen en uitwateringssluizen in het estuarium gebracht. De oppervlakte van het afwateringsgebied van het beschouwde deel van het estuarium bedraagt in België ongeveer 1630 km², in Nederland is dit 780 km². De kwaliteit van het polderwater wordt bepaald door directe huishoudelijke lozingen, diffuse lozingen zoals depositie vanuit de atmosfeer en afspoeling vanuit de landbouw, en kwel. Het boven-estuarium ontvangt het huishoudelijke afvalwater van één miljoen inwoners van België. Het beneden-estuarium ontvangt het huishoudelijk afvalwater van 785000 inwoners van Zeeland en West-Brabant en het afvalwater van 120000 inwoners van België, dat via het Kanaal van Gent naar Terneuzen op de Westerschelde wordt gebracht. Het huishoudelijk afvalwater is slechts voor een deel gezuiverd. In 1985 werd in het beschouwde gebied in België ongeveer 25% van het huishoudelijk afvalwater gezuiverd. In Nederland was dit 55%. Inmiddels is dit percentage in Nederland opgelopen tot 100%, door het gereedkomen van de RWZI's Ritthem (1988), Willem Annapolder (1989) en Terneuzen (1990). Een verbetering is hier alleen nog mogelijk door de efficiency van de zuiveringsinstallaties, die al erg hoog ligt, te vergroten. In België is het zuiveringspercentage inmiddels opgelopen naar 30%.

Het estuarium wordt op diverse plaatsen met kanaalwater belast. Dit is doorspoel-, spui- en schutwater. Door het Kanaal van Gent naar Terneuzen komt er water in het estuarium dat afkomstig is van het Scheldebekken bij Gent. Verder wordt er sinds medio 1987 een mengsel van Rijn- en Maaswater, afkomstig uit het Hollandsch Diep, aangevuld met water van enkele kleine Brabantse rivieren, van het Zoommeer via de Bathse spuisluis in de Westerschelde geloosd. Indirect wordt Maaswater via het Albertkanaal, en sinds medio 1987 ook water van het Zoommeer, dat via de Kreekraksluizen in de Antwerpse havendokken terecht komt ten noorden van Antwerpen, in de Schelde geloosd. Kleinere bronnen zijn het Kanaal door Walcheren en het Kanaal door Zuid-Beveland.

Het open wateroppervlak tenslotte wordt direkt belast door de neerslag. Hierin worden een groot aantal verontreinigende stoffen aangetroffen als gevolg van de uitstoot door de huishoudens, de landbouw, het verkeer en de industrie.

Colofon

Tekst

F.O.B. Lefèvre, Dienst Getijdewateren

Bijdragen

Dr. G.Th. M. van Eck, A.M.B.M. Holland en ir. C.J. van Westen

Vormgeving

Dienst Getijdewateren, afdeling Visuele Vormgeving

Figuren

Dienst Getijdewateren

Kaarten

Drs. R.M. Westerink

Foto omslag

Dienst Getijdewateren

Grafische verzorging en druk

Rijkswaterstaat

Meetkundige Dienst, Afdeling Grafische Technieken

Van dit rapport is een samenvatting in de Engelse en Franse taal beschikbaar.



Dienst Getijdewateren
Directie Zeeland

Ontwikkeling in de belasting en de waterkwaliteit van het Schelde-estuarium in de periode 1980 - 1991

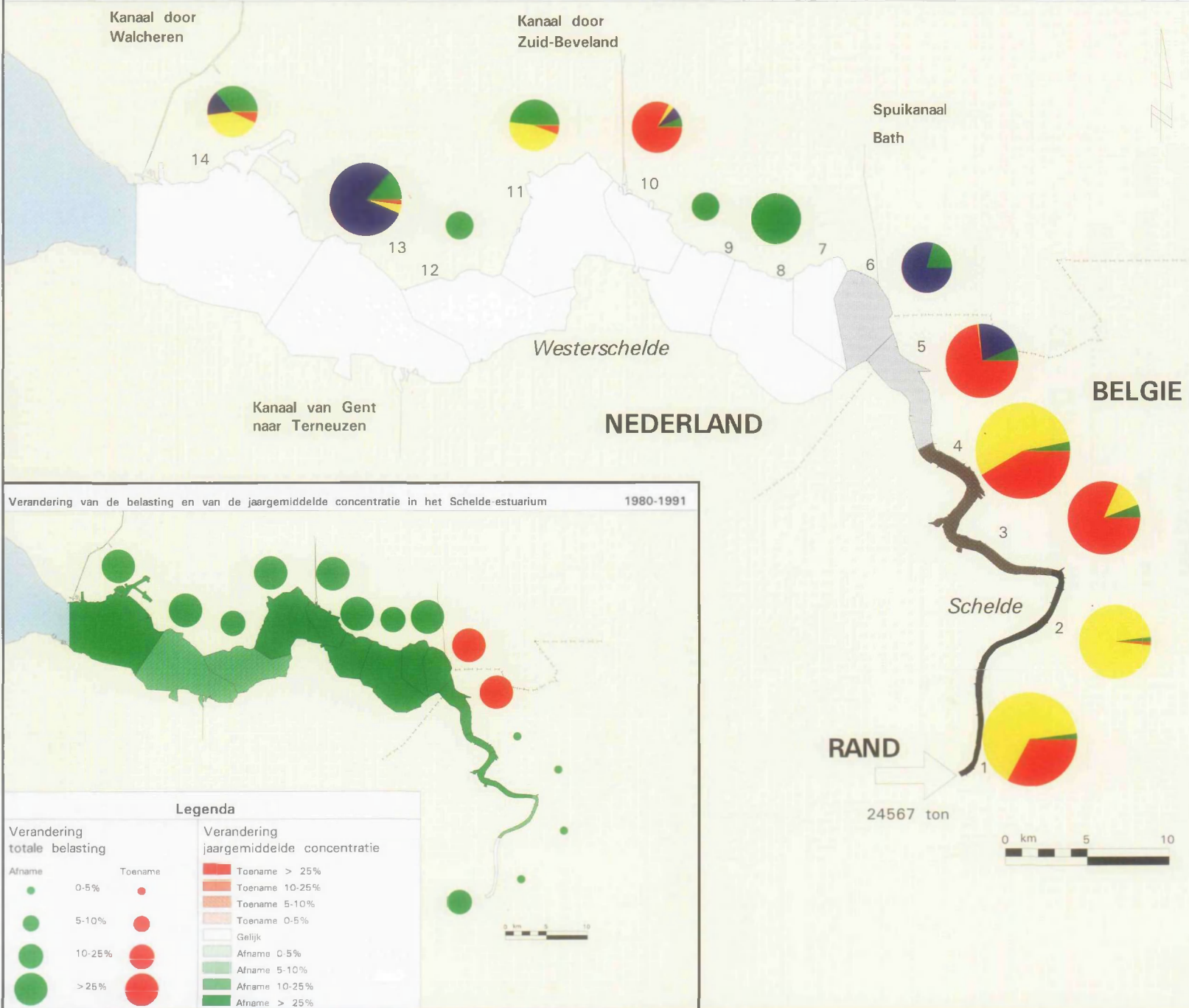
DGW-92.042

F.O.B. Lefèvre

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

1991

BZV5



Legenda

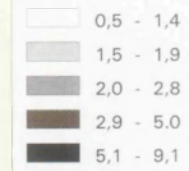
Totale belasting per segment in tonnen



Lozingscategorien



Jaargemiddelde concentratie in mg/l

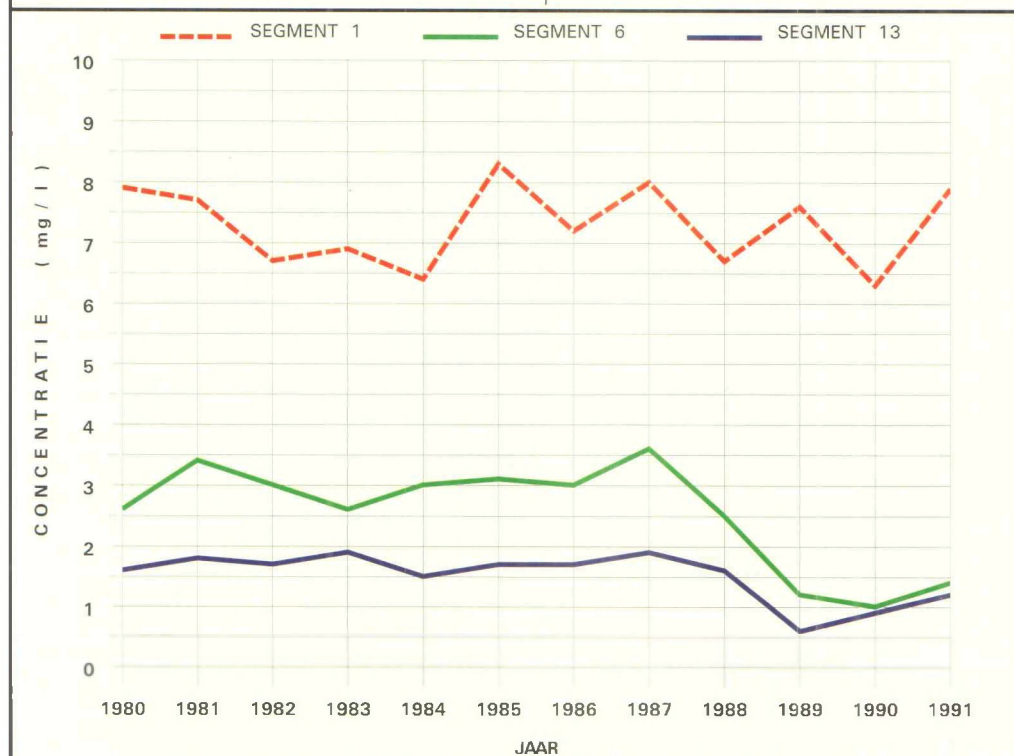
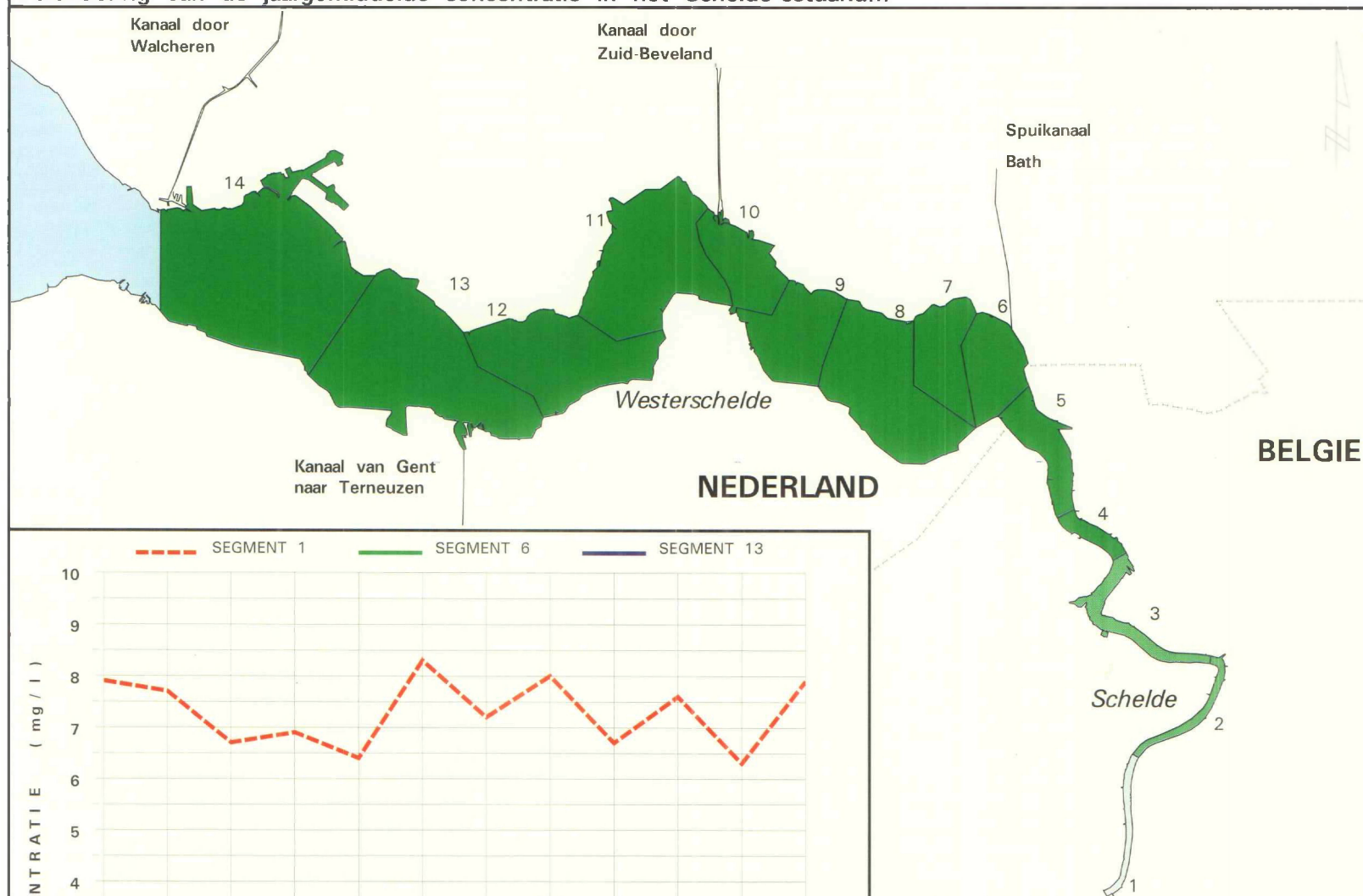


niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

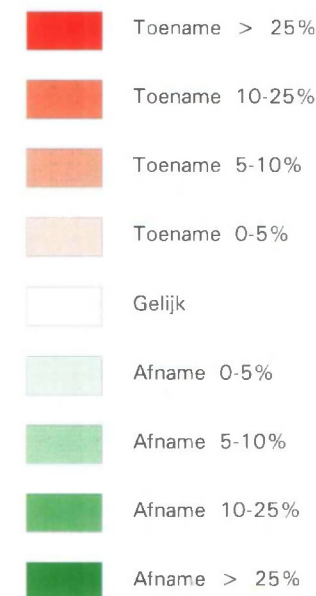


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren



Legenda

Verandering concentratie



niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

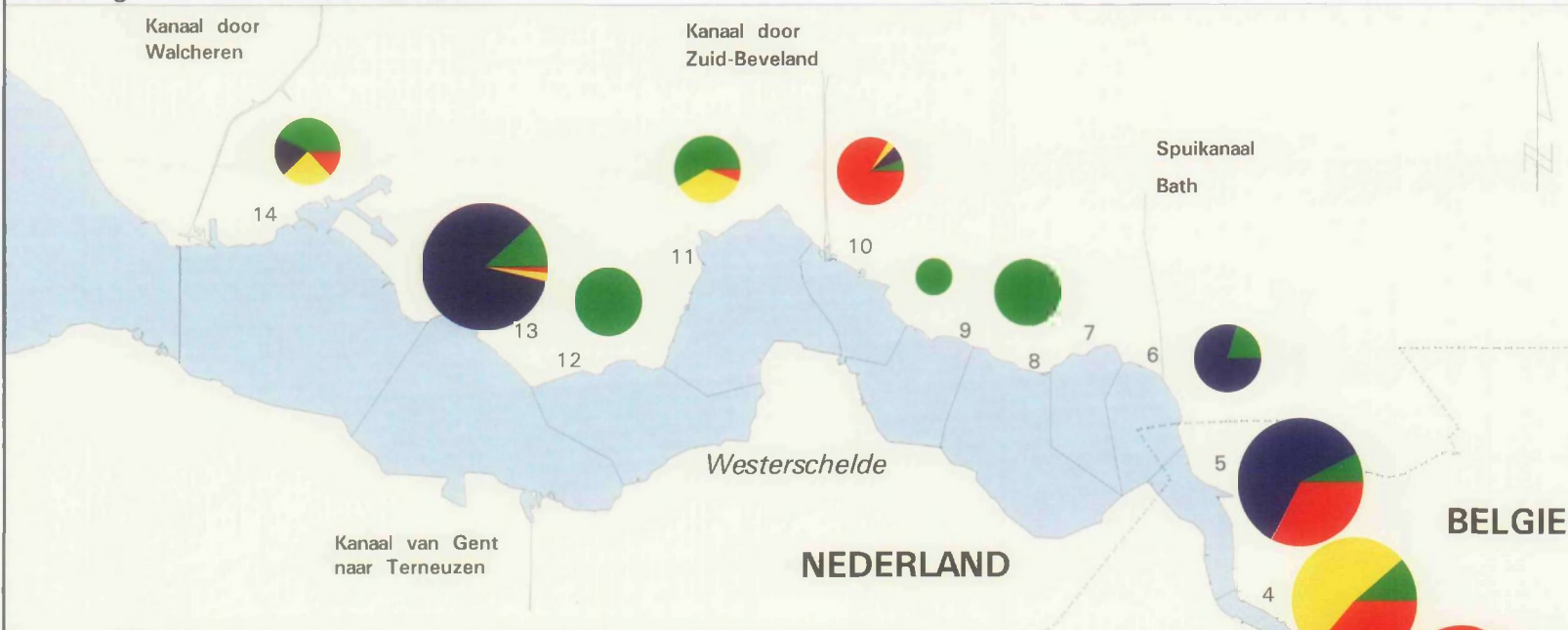


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Belasting van het Schelde-estuarium

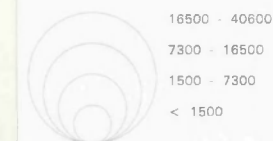
1991

CZV

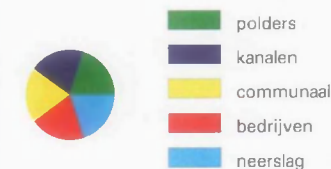


Legenda

Totale belasting per segment in tonnen



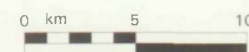
Lozingscategorïen



Geen concentratie-gegevens aanwezig

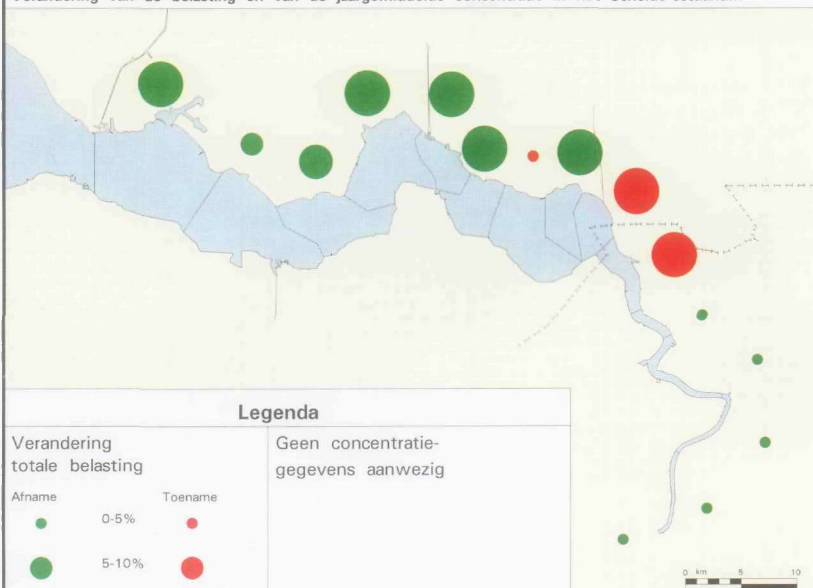
RAND

229842 ton



Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1980-1991

1980-1991



Legenda

Verandering totale belasting



Geen concentratie-gegevens aanwezig

niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer



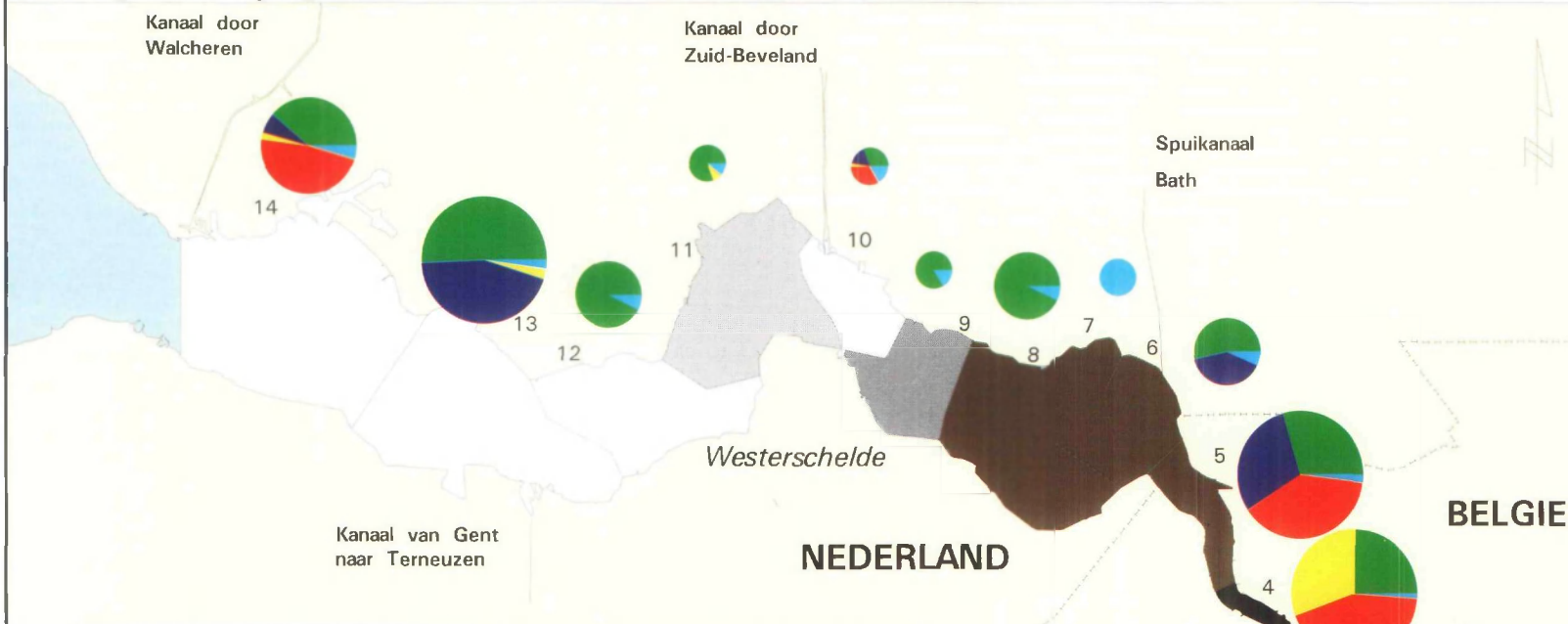
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

De concentraties ontbreken, zodat geen concentratieprofielen kunnen worden weergegeven.

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

1991

ZS

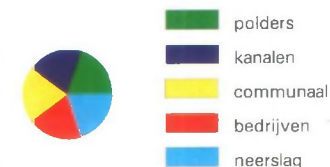


Legenda

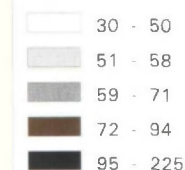
Totale belasting per segment in tonnen



Lozingscategorïeen



Jaargemiddelde concentratie in mg/l



niet gekwantificeerd

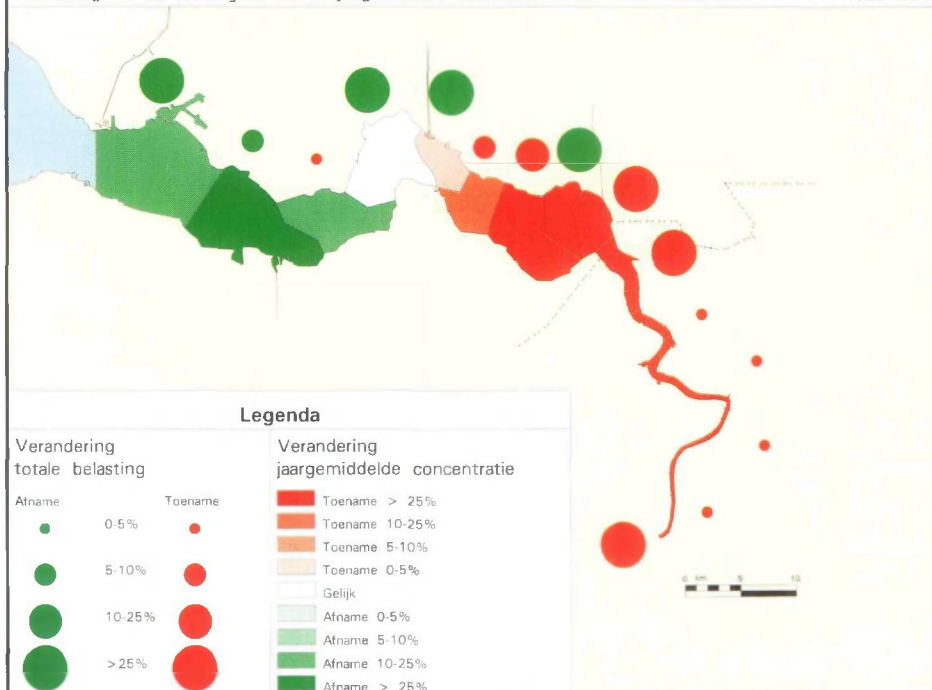
14 = segmentnummer

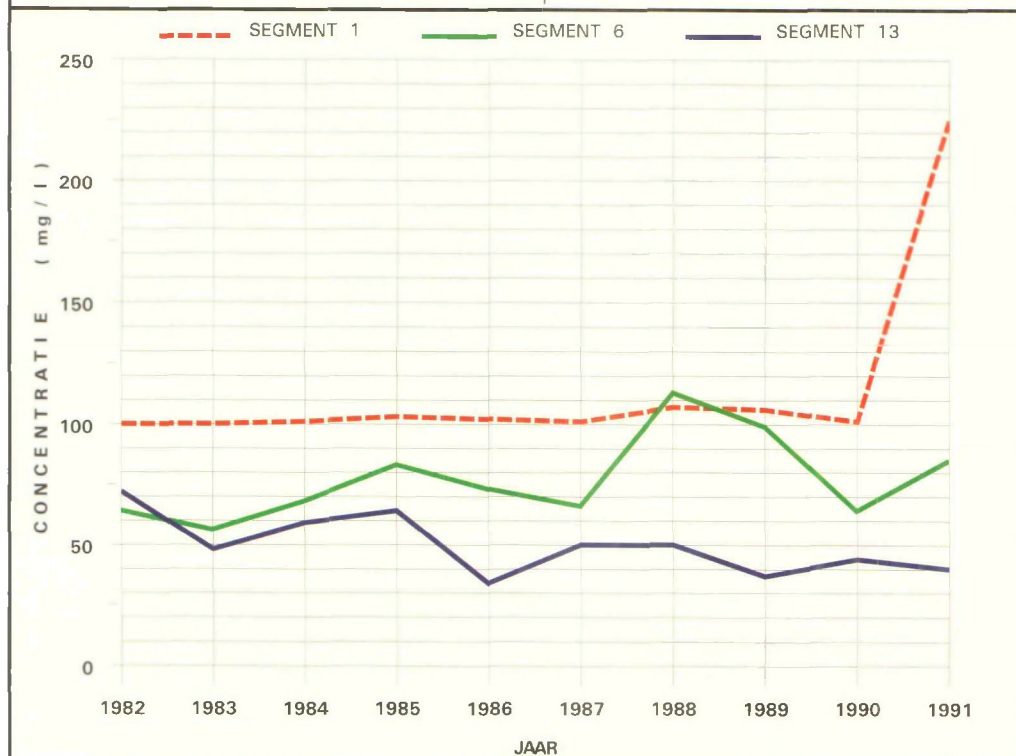
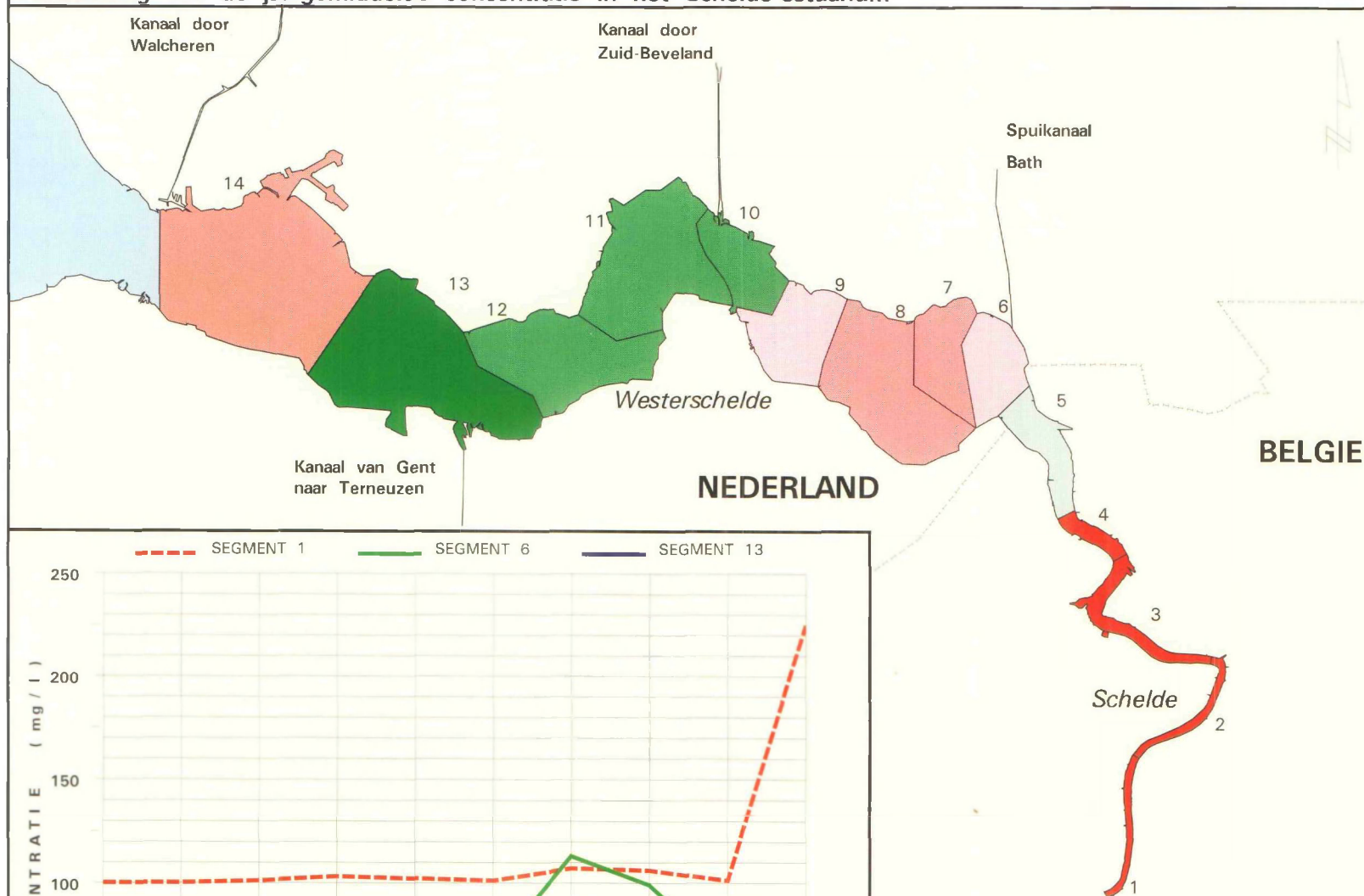


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

1982-1991





Legenda

Verandering concentratie



■ niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

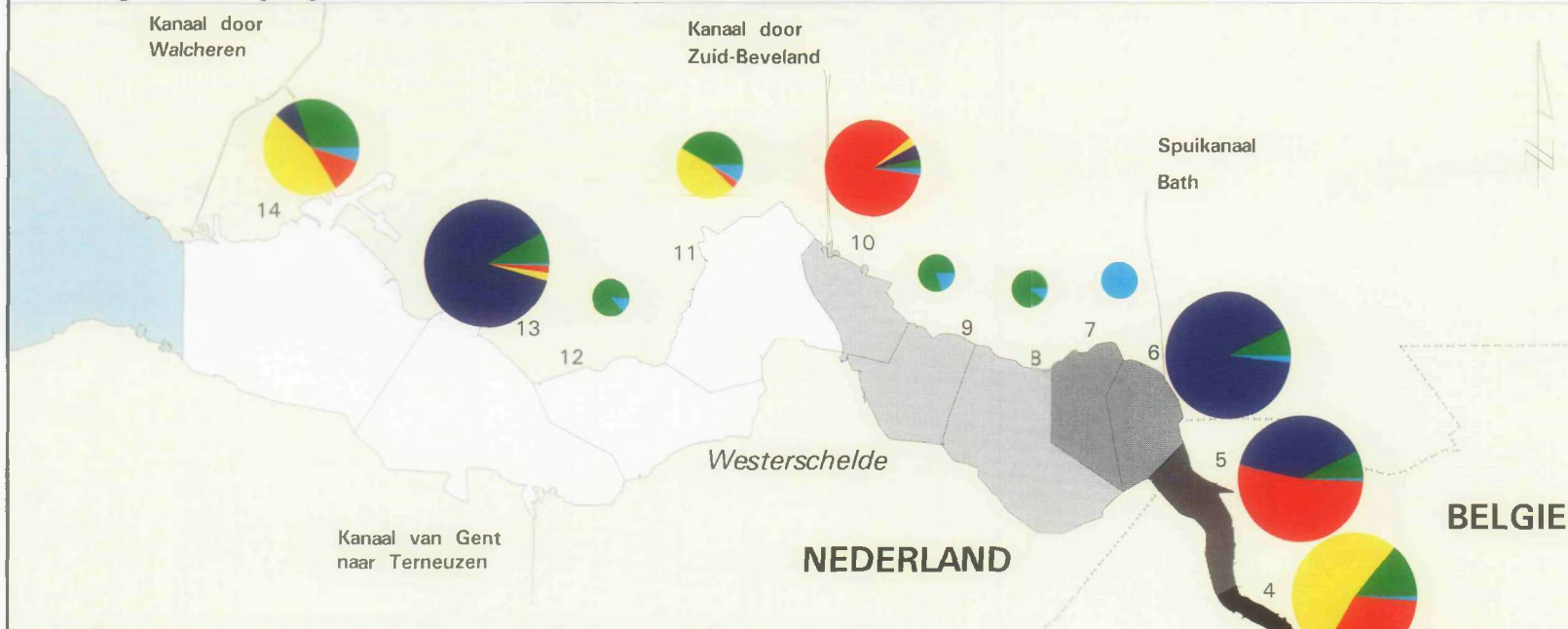


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

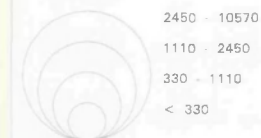
1991

N

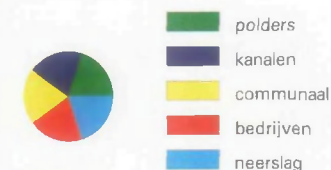


Legenda

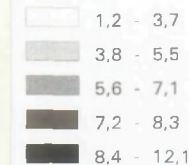
Totale belasting per segment in tonnen



Lozingscategorïeën



Jaargemiddelde concentratie in mg/l



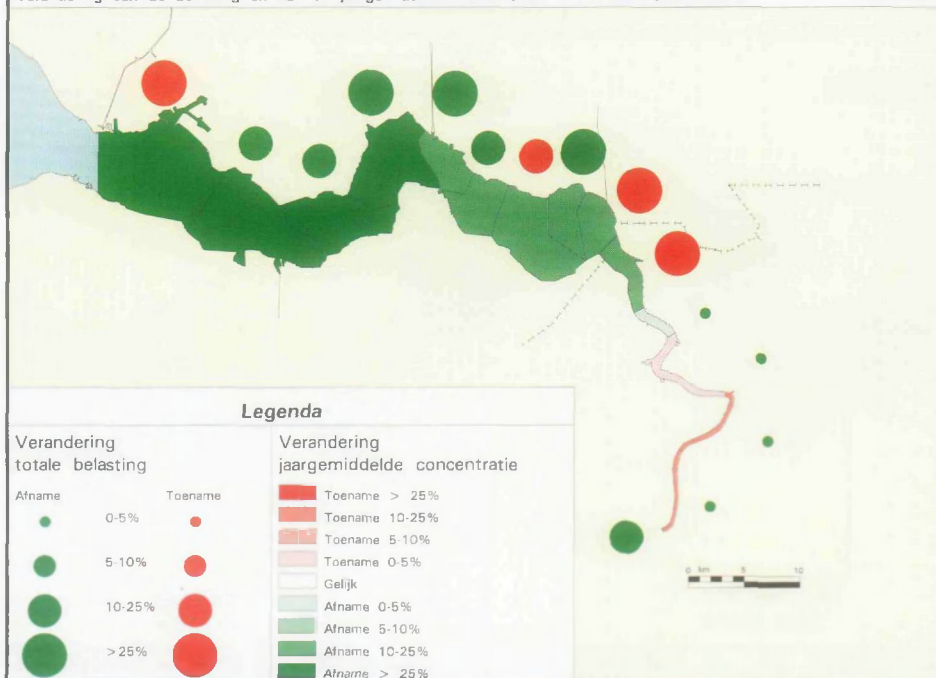
niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer



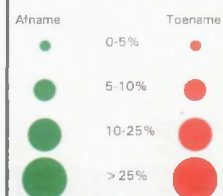
Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1980-1991

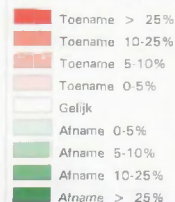


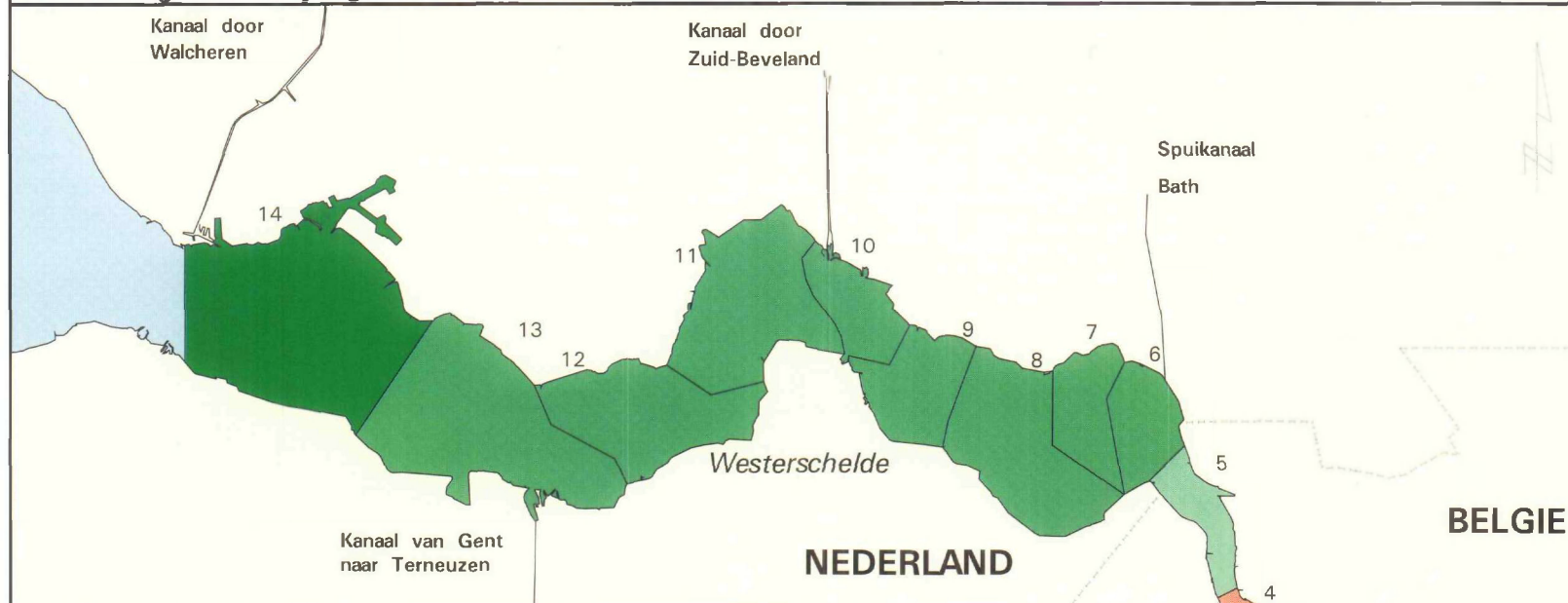
Legenda

Verandering
totale belasting



Verandering
jaargemiddelde concentratie





Legenda

Verandering concentratie

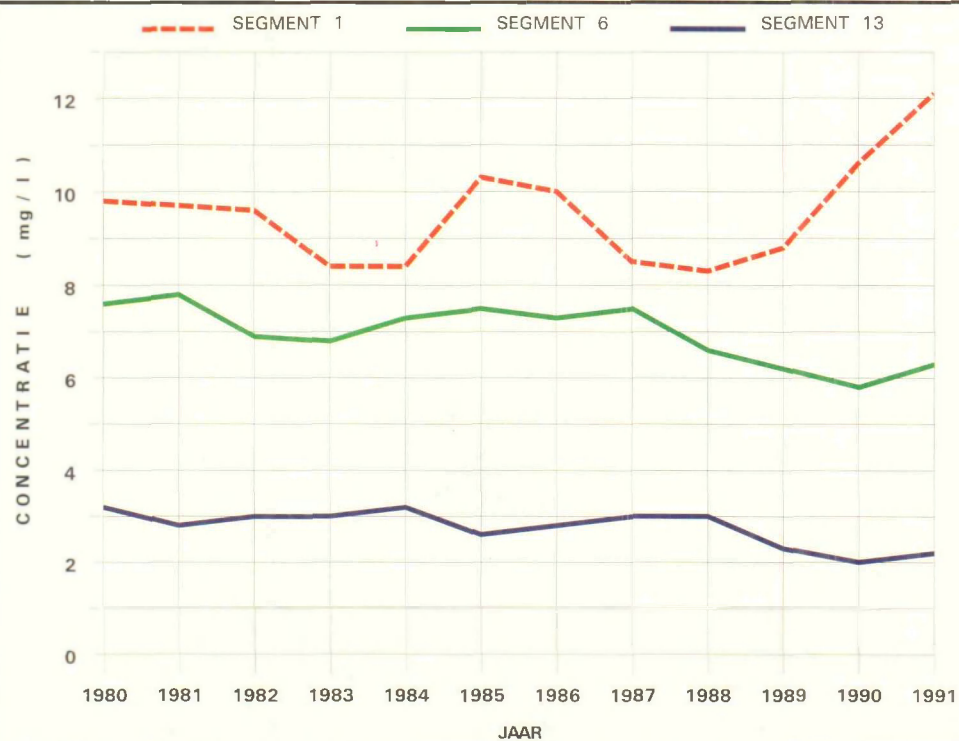


niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer



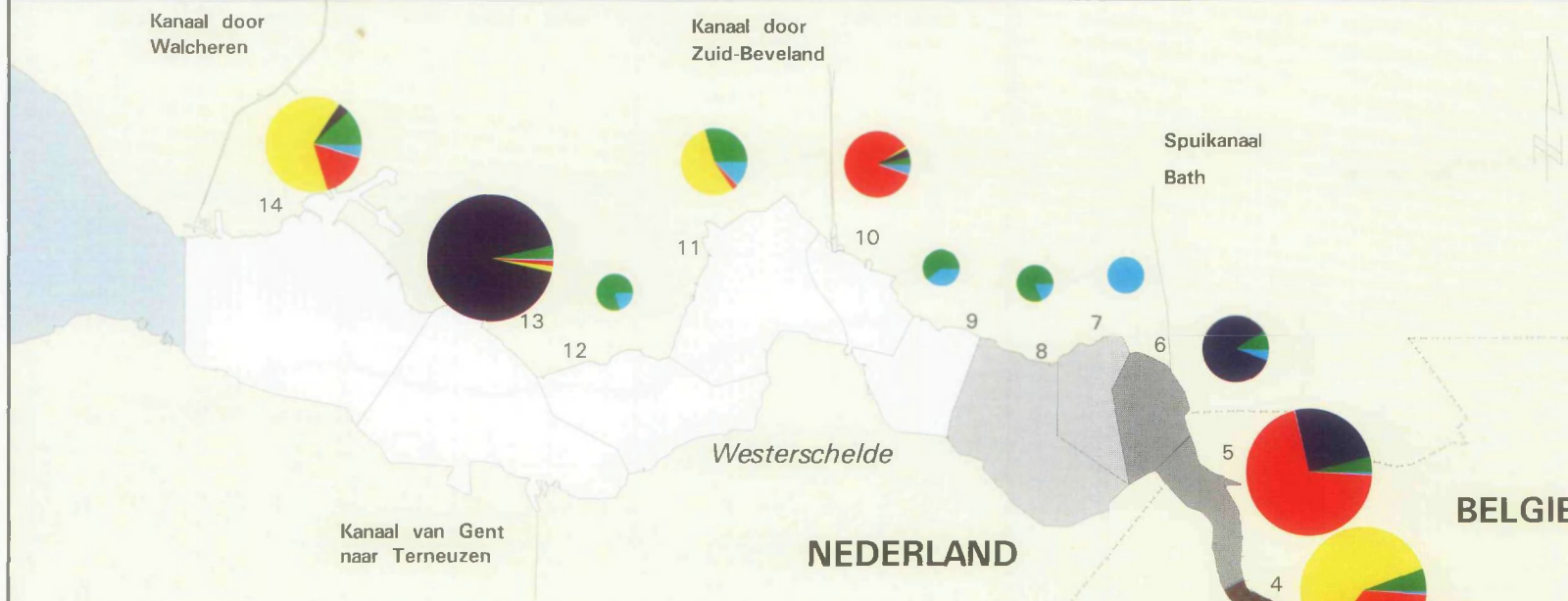
Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren



Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

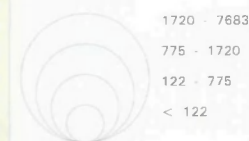
1991

Kj-N

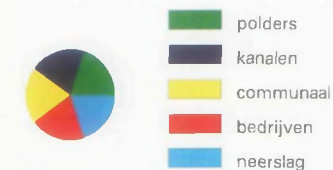


Legenda

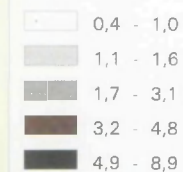
Totale belasting per segment in tonnen



Lozingscategorien



Jaargemiddelde concentratie in mg/l



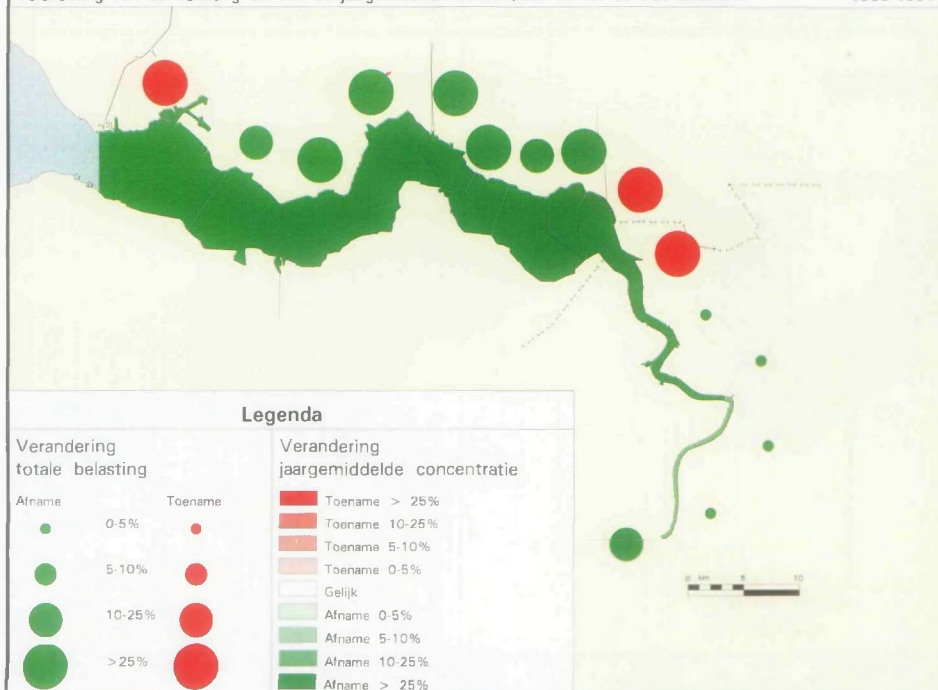
niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

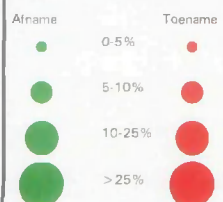
Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1980-1991

1980-1991

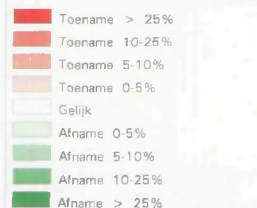


Legenda

Verandering
totale belasting

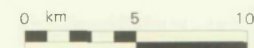


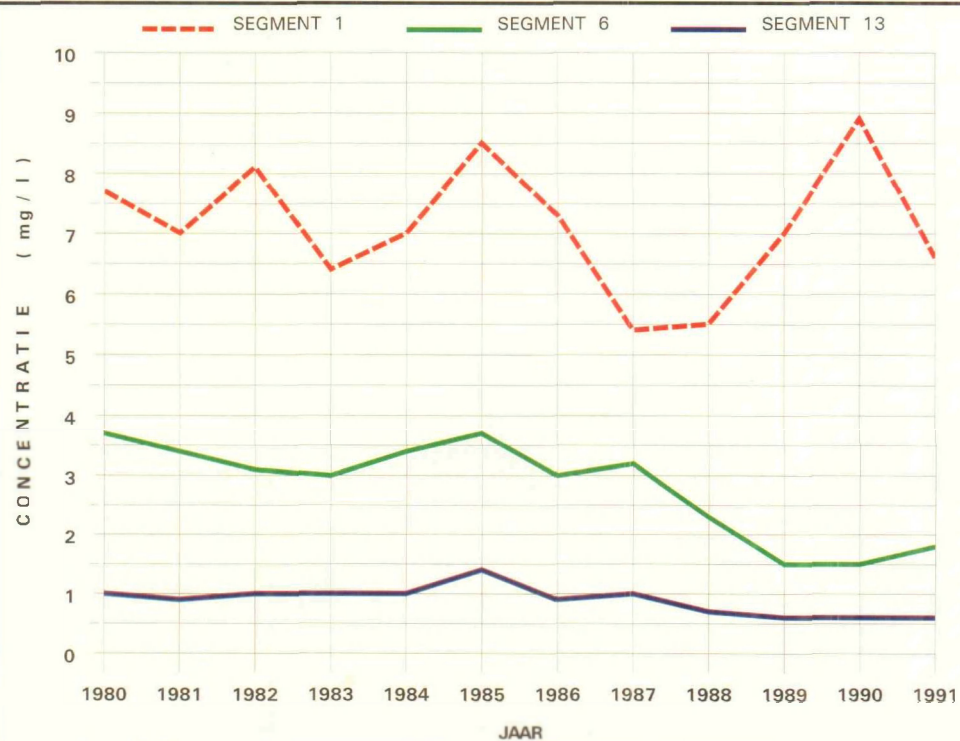
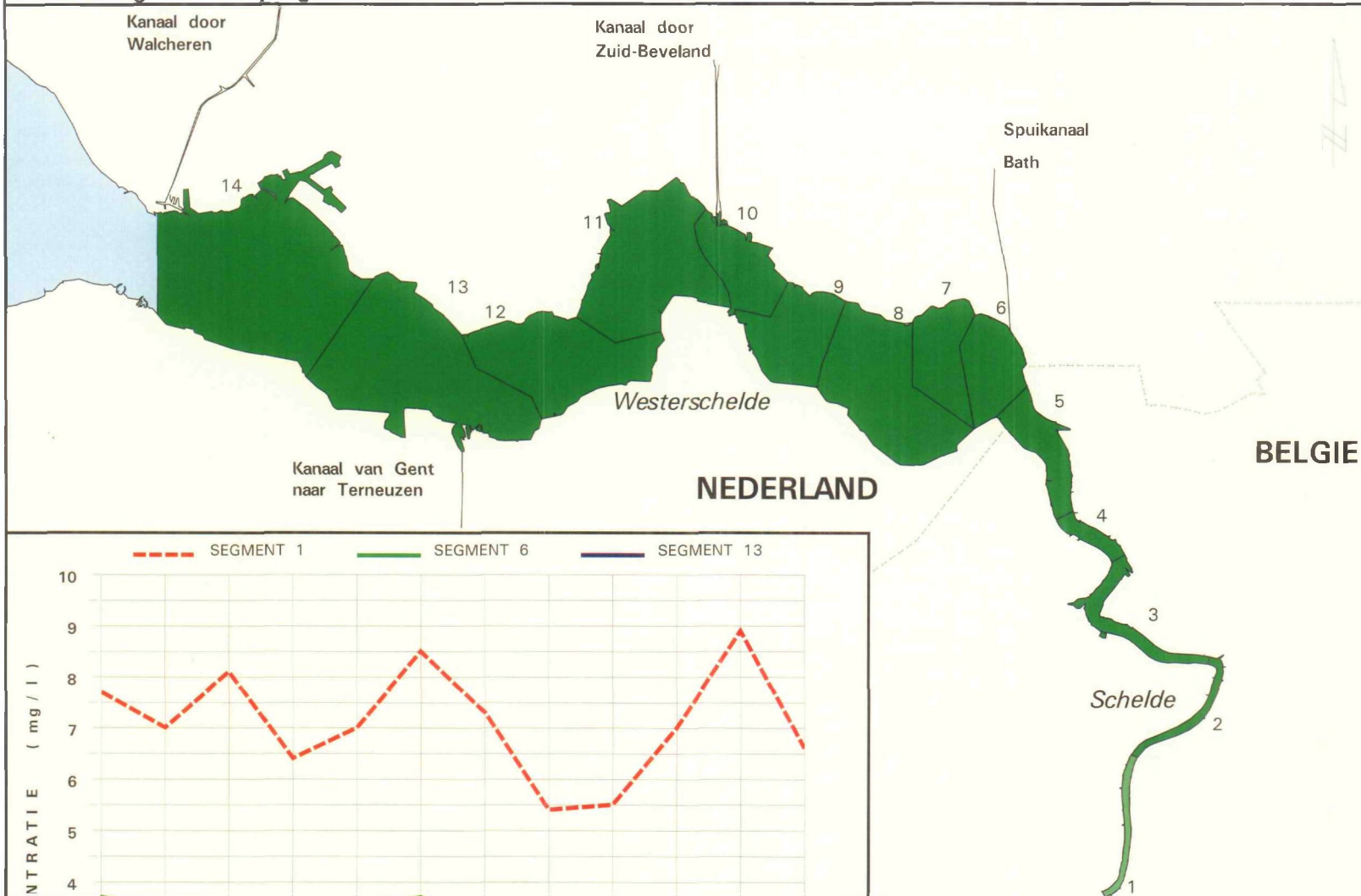
Verandering
jaargemiddelde concentratie



RAND

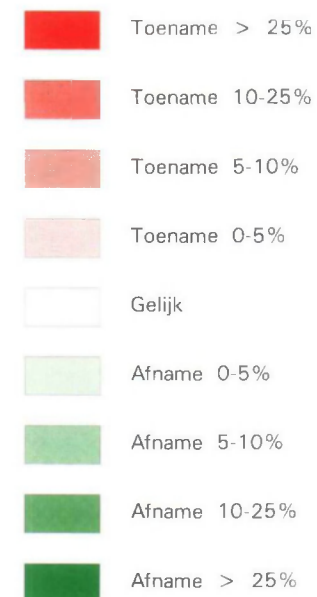
27630 ton





Legenda

Verandering concentratie



niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

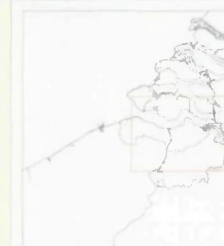
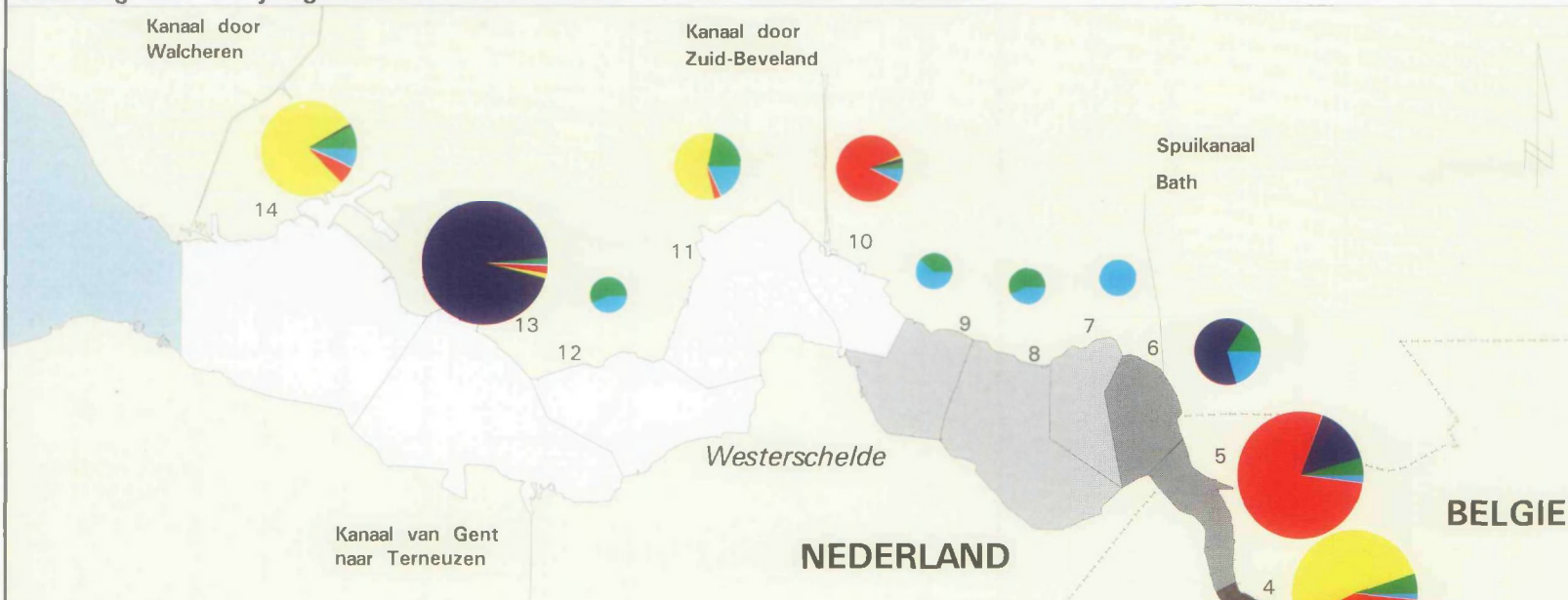


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

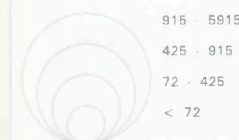
1991

NH4-N

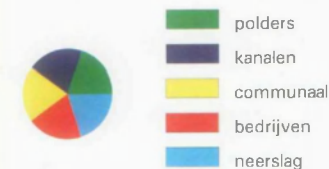


Legenda

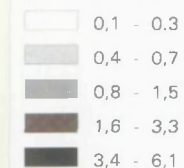
Totale belasting per segment in tonnen



Lozingscategorieën



Jaargemiddelde concentratie in mg/l



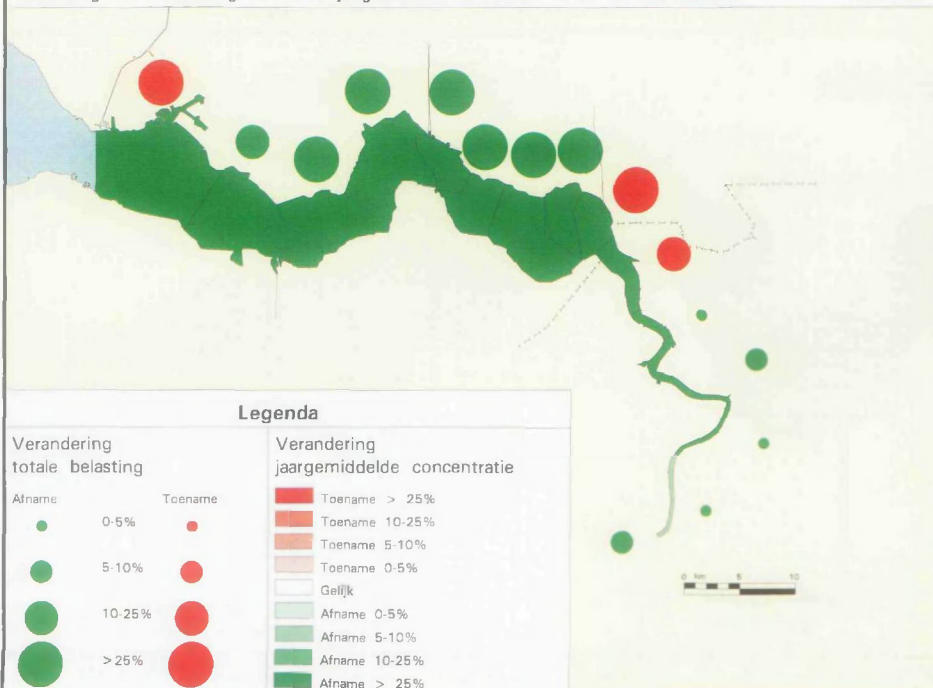
niet gekwantificeerd

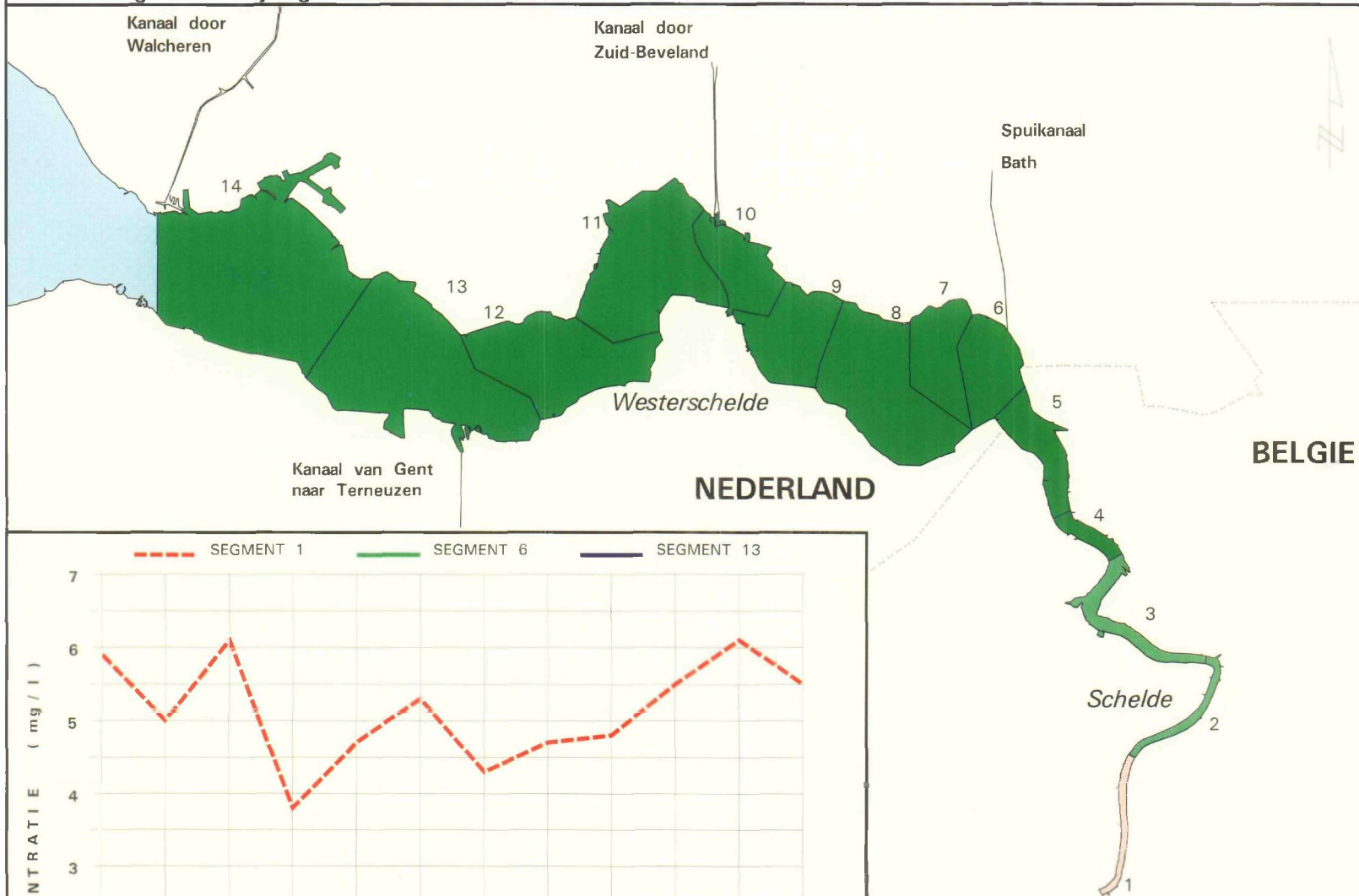
14 = segmentnummer



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

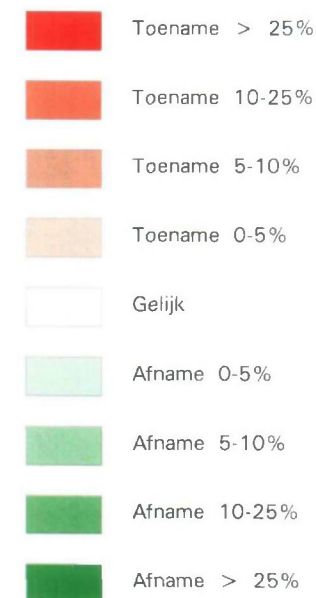
Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1980-1991





Legenda

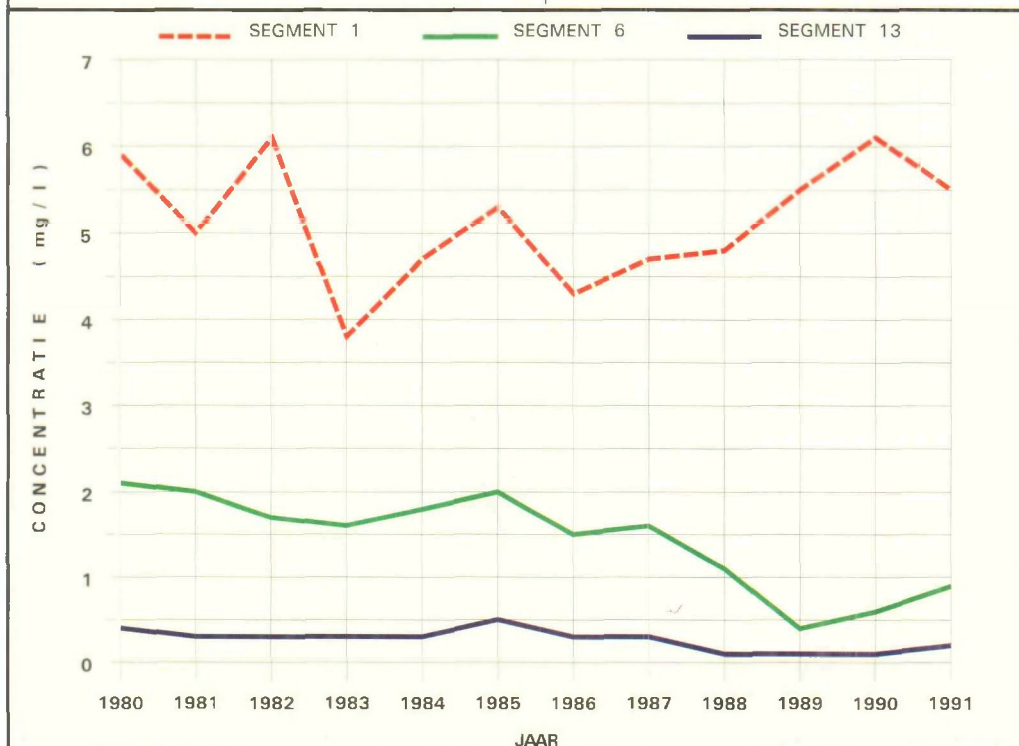
Verandering concentratie


 niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer



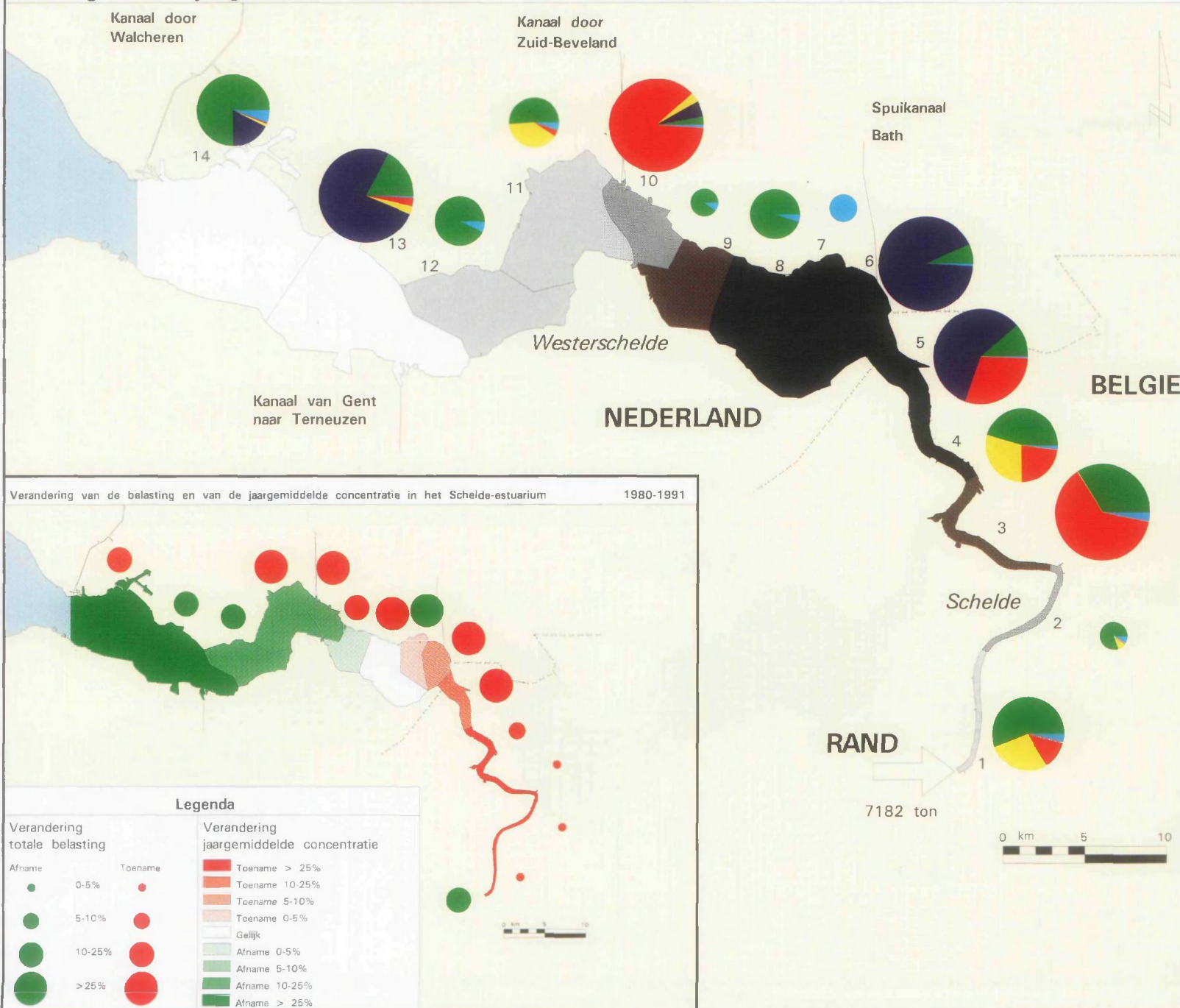
Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren



Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

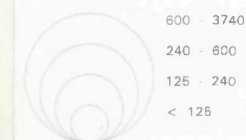
1991

NO3NO2-N

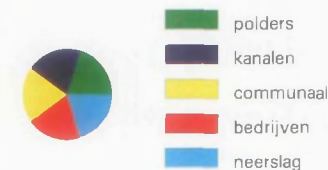


Legenda

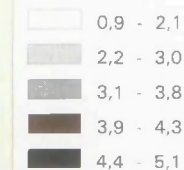
Totale belasting per segment in tonnen



Lozingscategorien



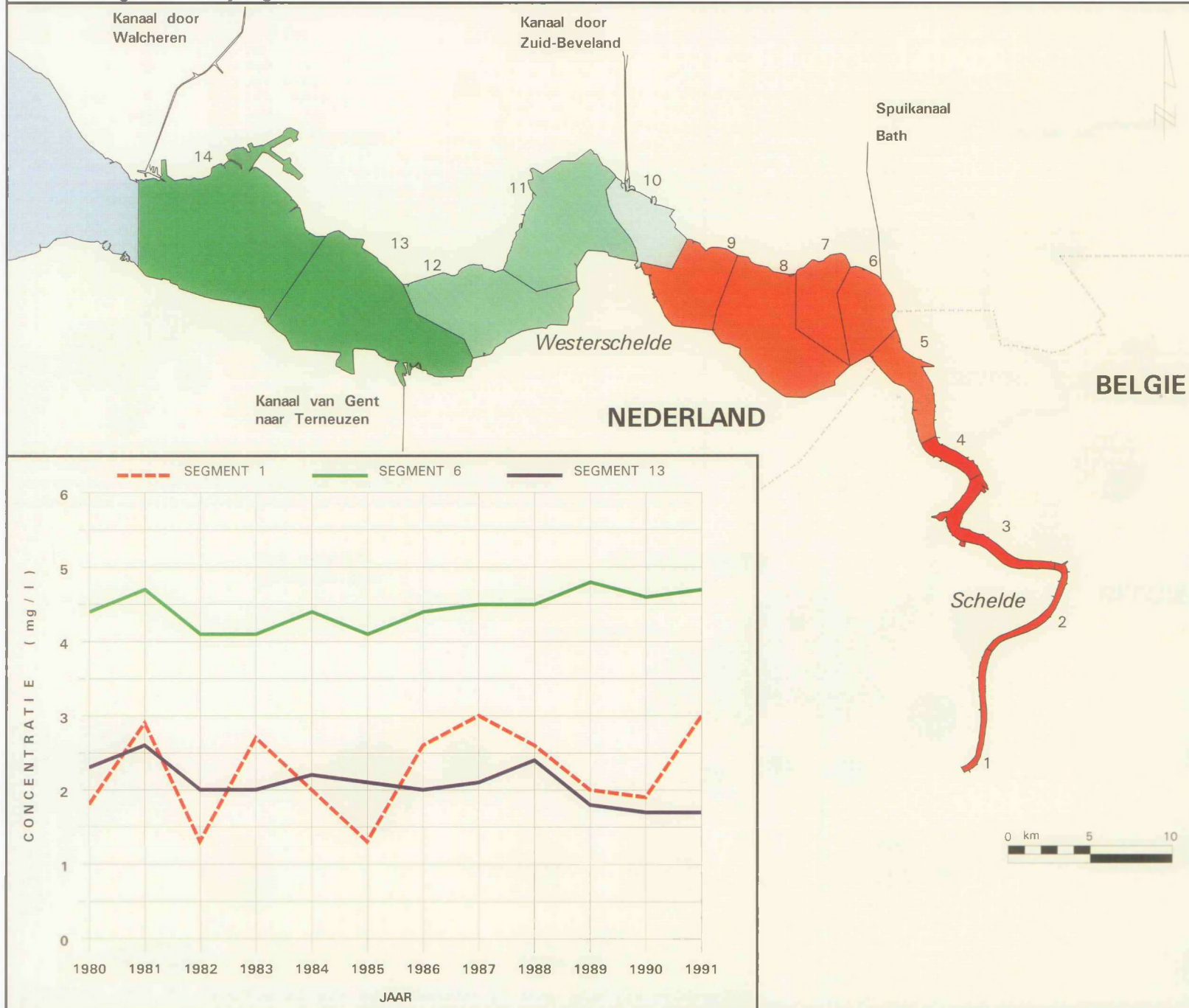
Jaargemiddelde concentratie in mg/l



niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

Ministerie van Verkeer
 en Waterstaat
 Directoraat-Generaal
 Rijkswaterstaat
 Dienst Getijdewateren



Legenda

Verandering concentratie

- Toename > 25%
- Toename 10-25%
- Toename 5-10%
- Toename 0-5%
- Gelijk
- Afname 0-5%
- Afname 5-10%
- Afname 10-25%
- Afname > 25%

niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

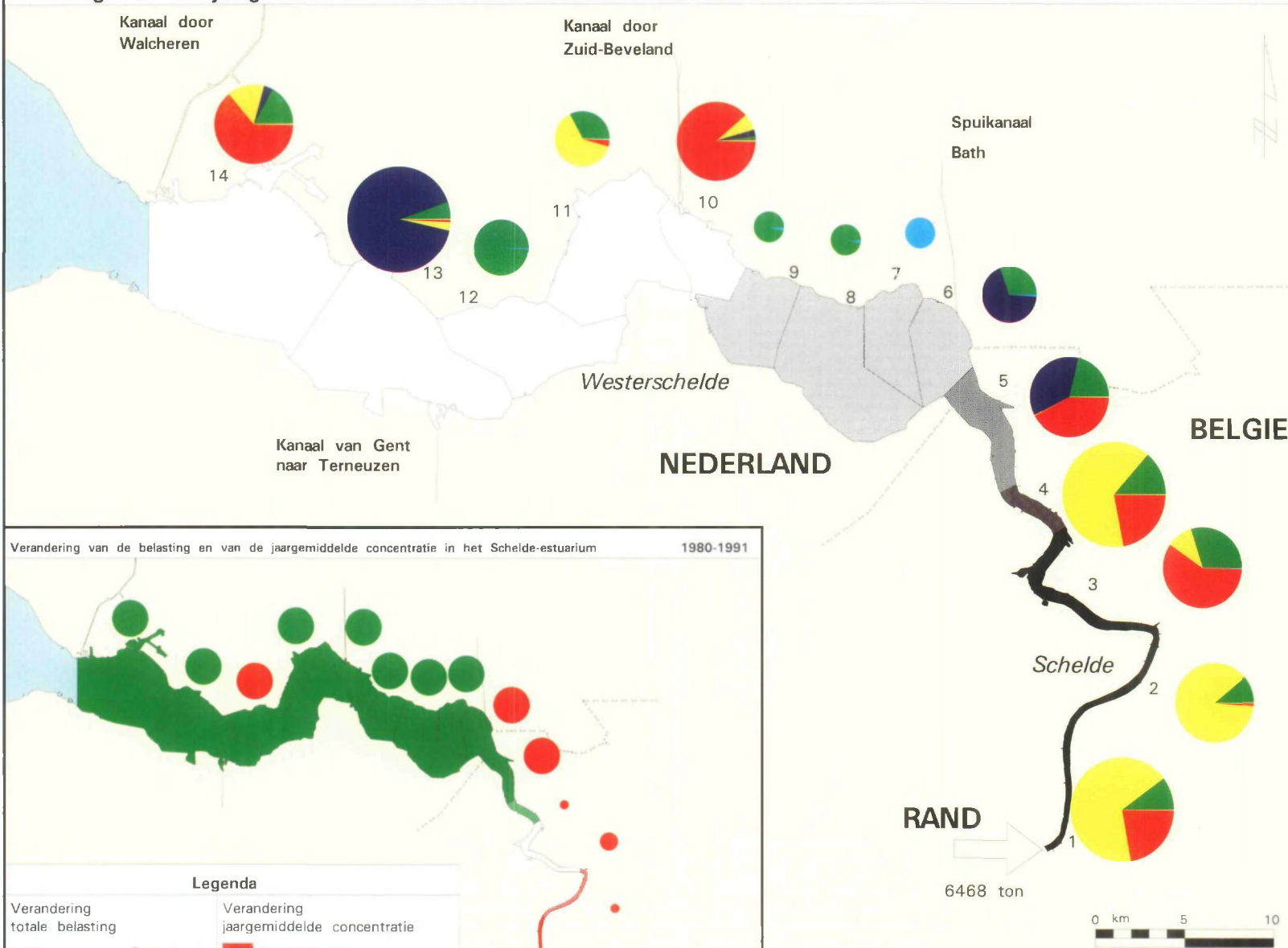


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

1991

P

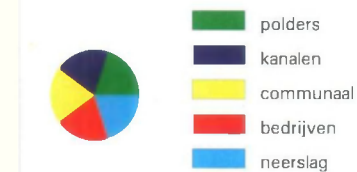


Legenda

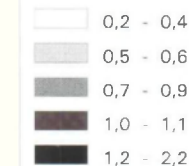
Totale belasting per segment in tonnen



Lozingscategorïeen



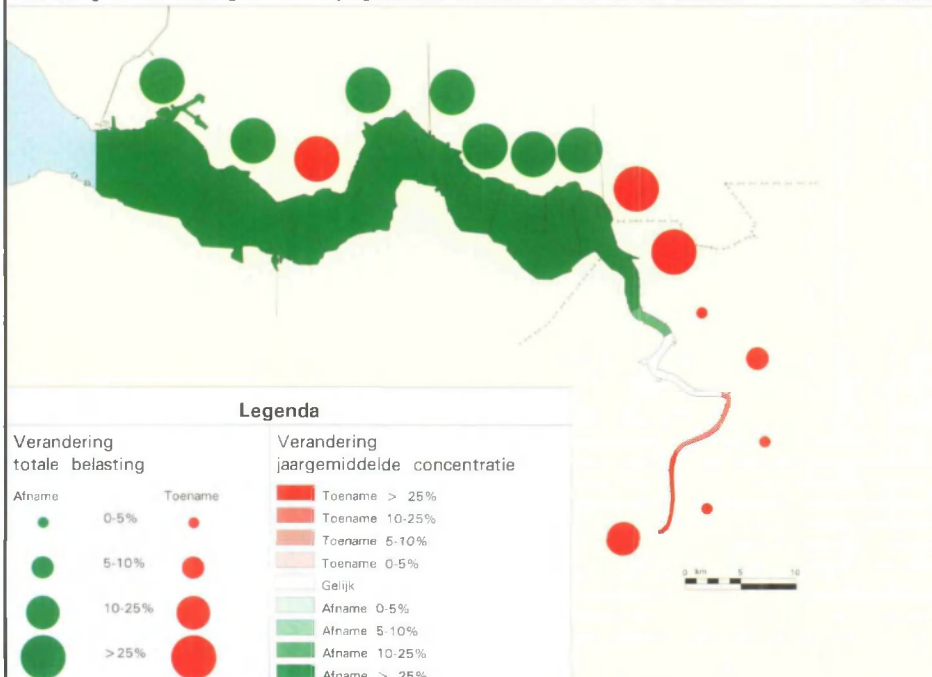
Jaargemiddelde concentratie in mg/l



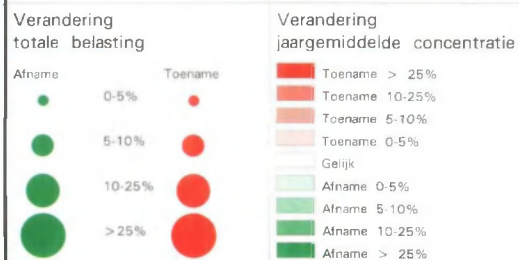
14 = segmentnummer

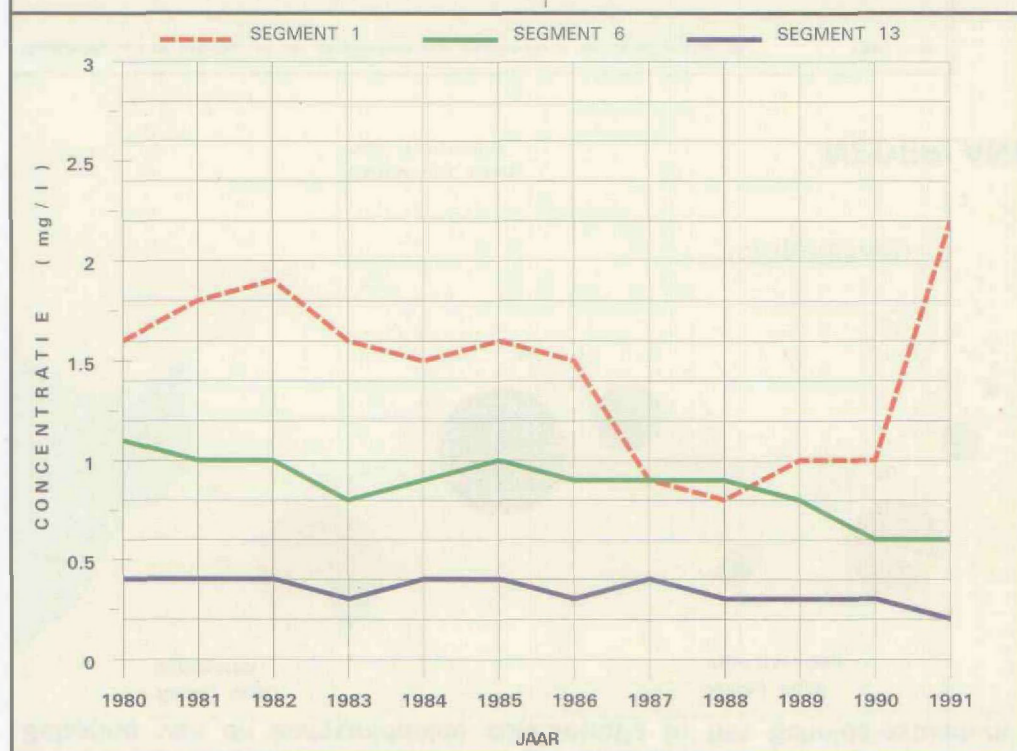
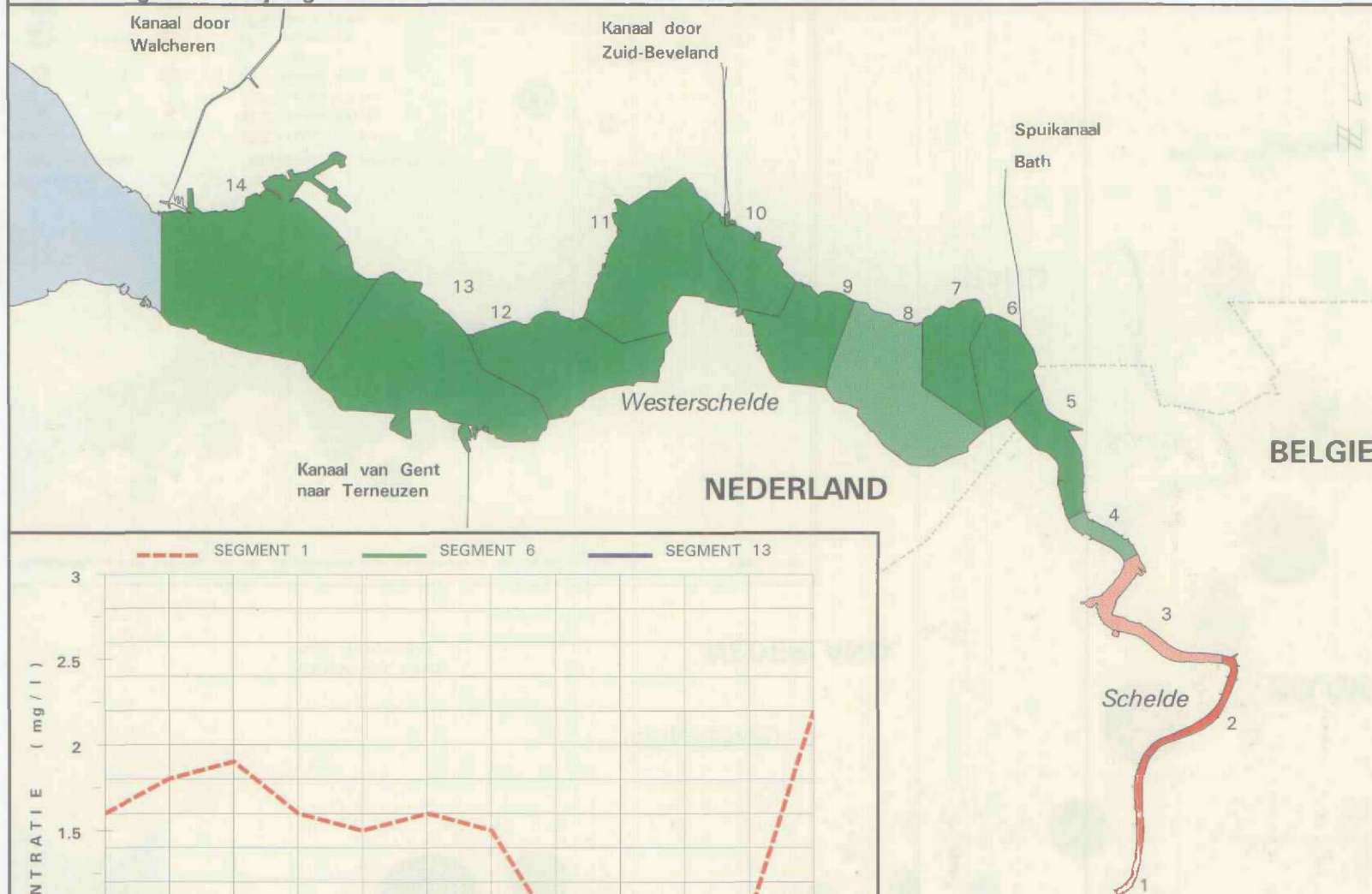
Ministerie van Verkeer
 en Waterstaat
 Directoraat-Generaal
 Rijkswaterstaat
 Dienst Getijdewateren

Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1980-1991



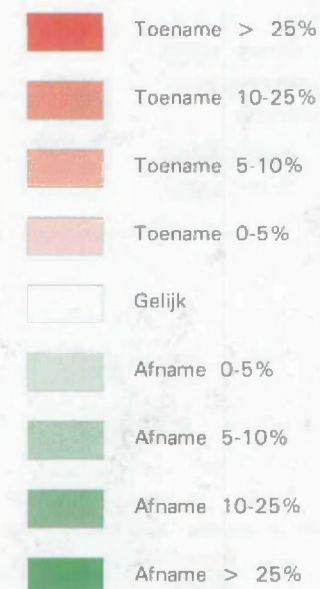
Legenda





Legenda

Verandering concentratie



niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

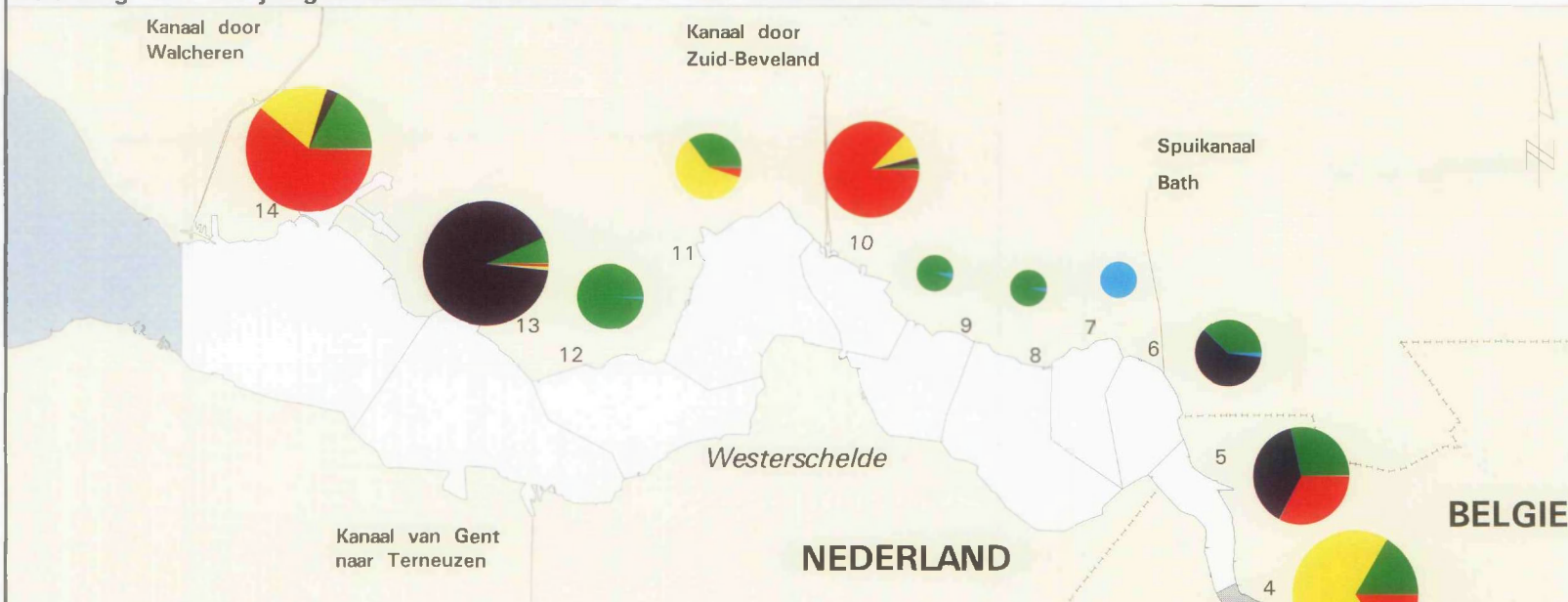


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

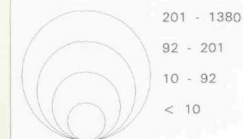
1991

PO4-P

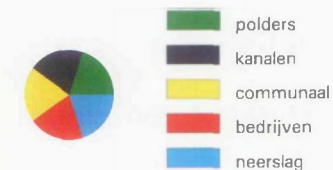


Legenda

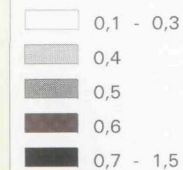
Totale belasting per segment in tonnen



Lozingscategorieën



Jaargemiddelde concentratie in mg/l



niet gekwantificeerd

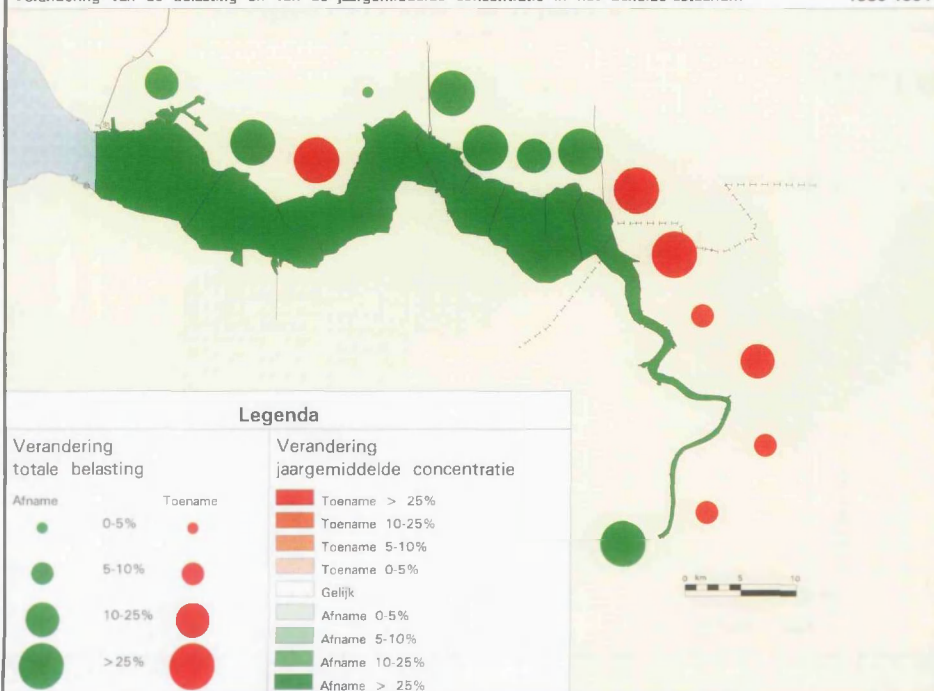
14 = segmentnummer

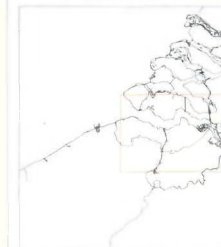
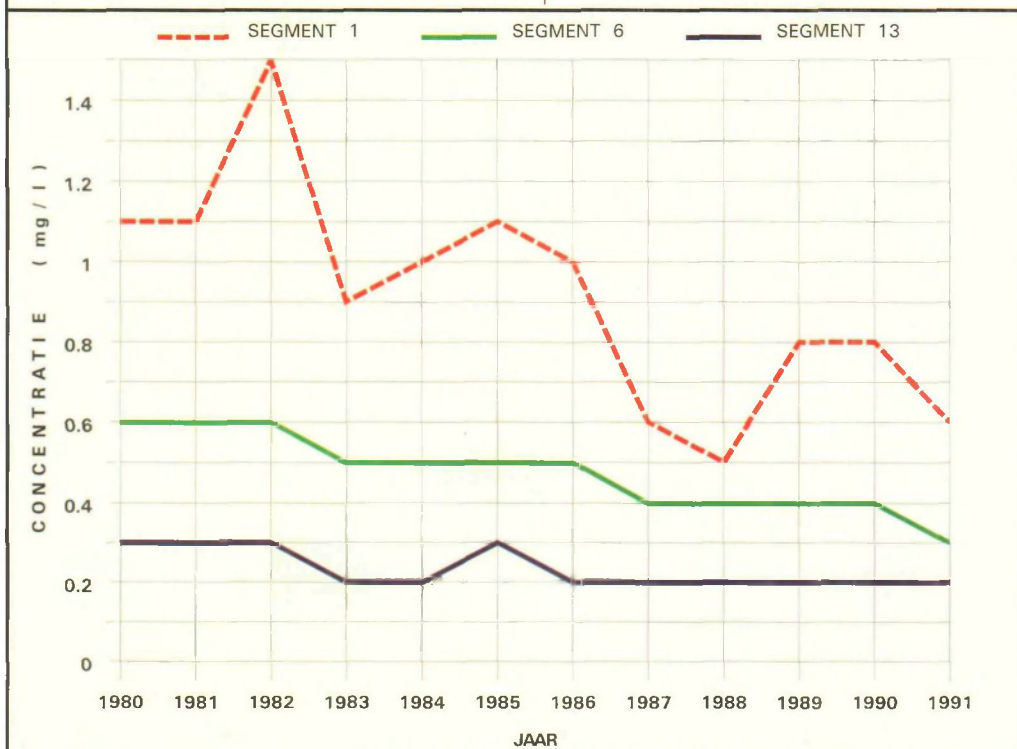
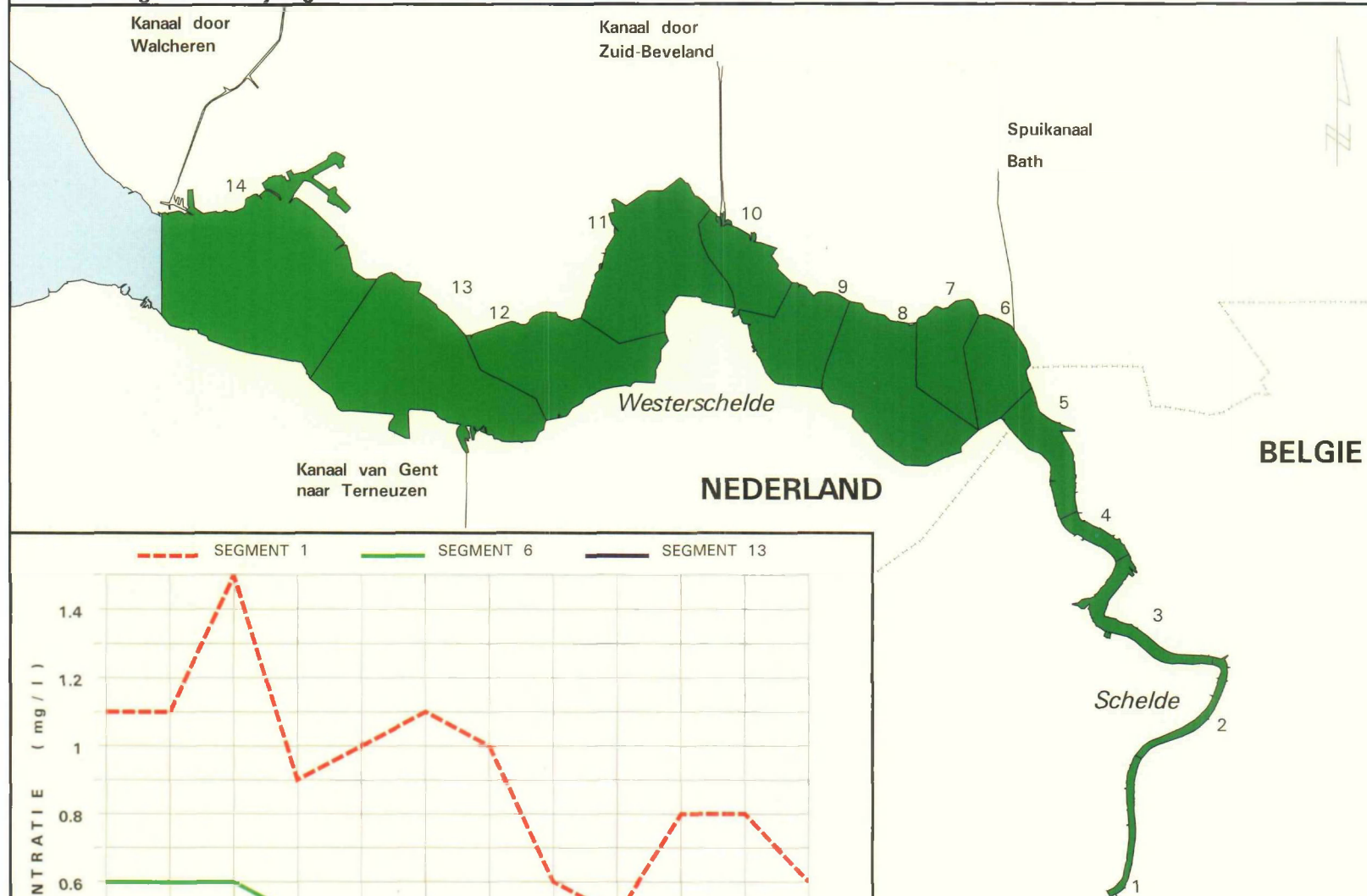


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1980-1991

1980-1991





Legenda

Verandering concentratie



niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

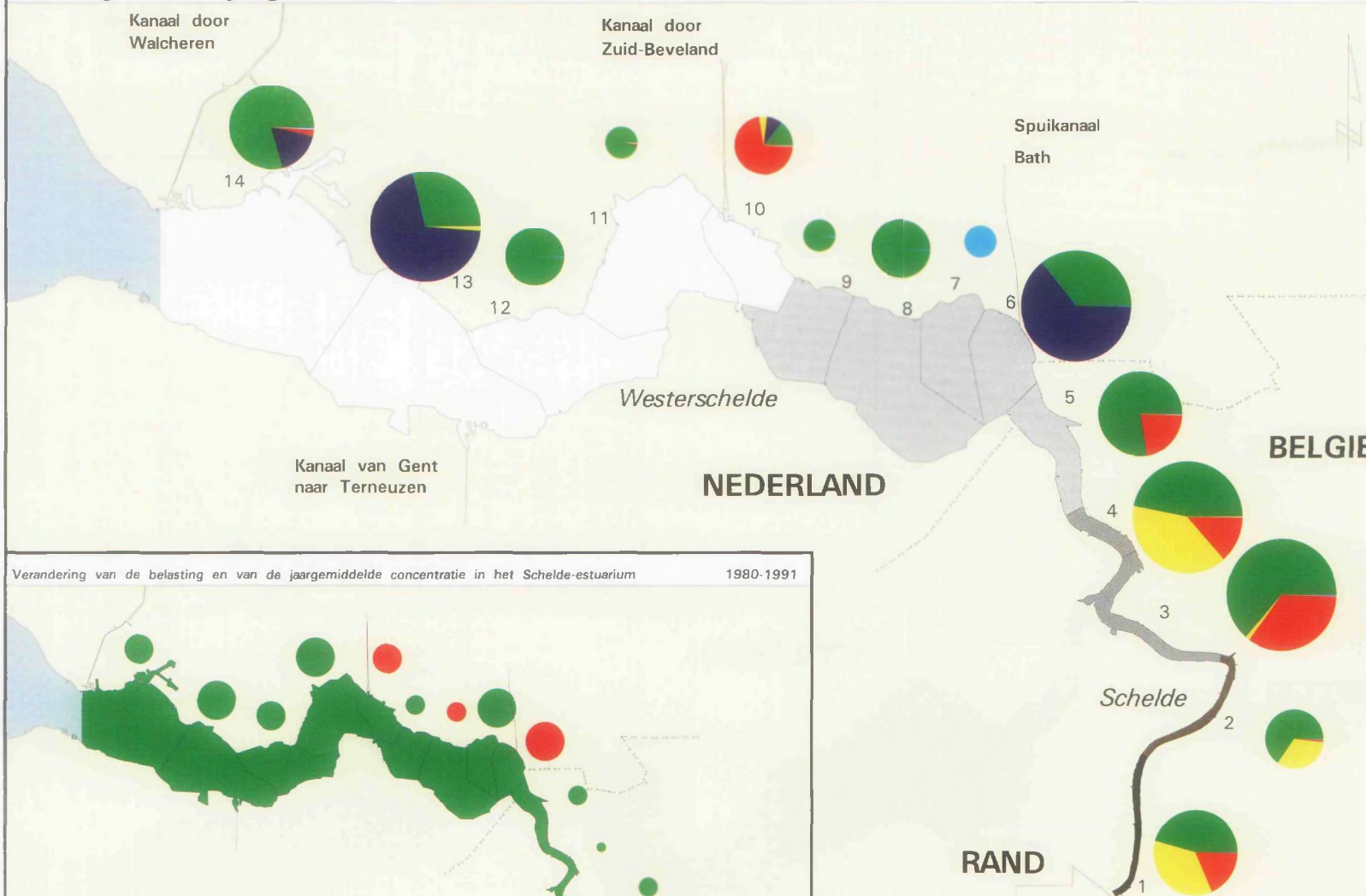


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

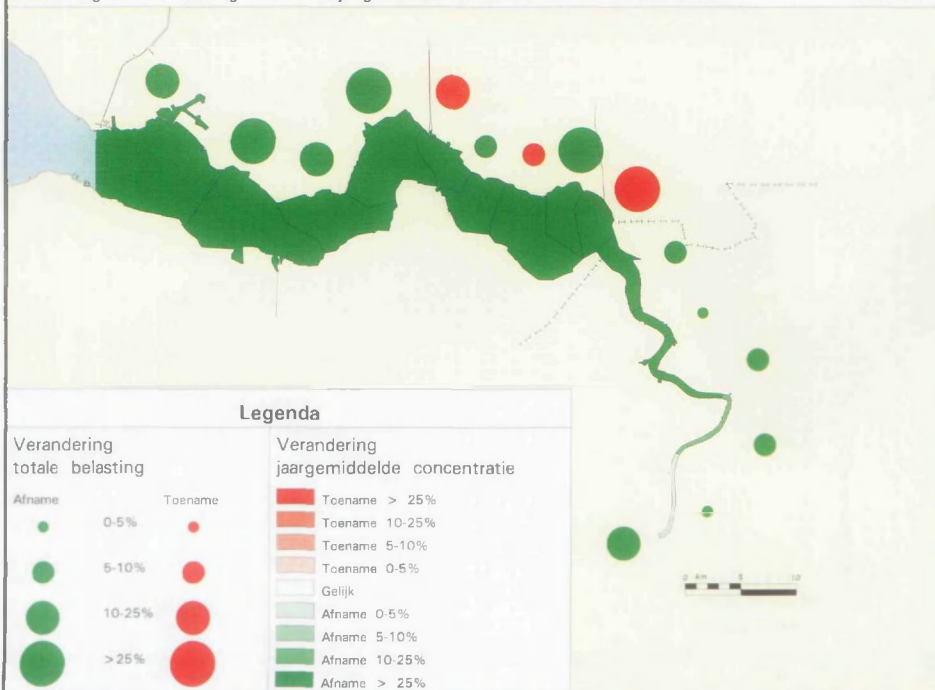
Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

1991

SILI

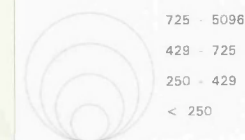


Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1980-1991

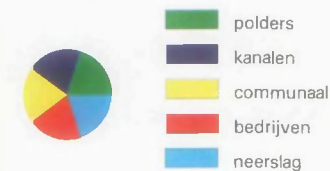


Legenda

Totale belasting per segment in tonnen



Lozingscategorien



Jaargemiddelde concentratie in mg/l



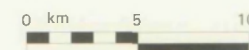
niet gekwantificeerd

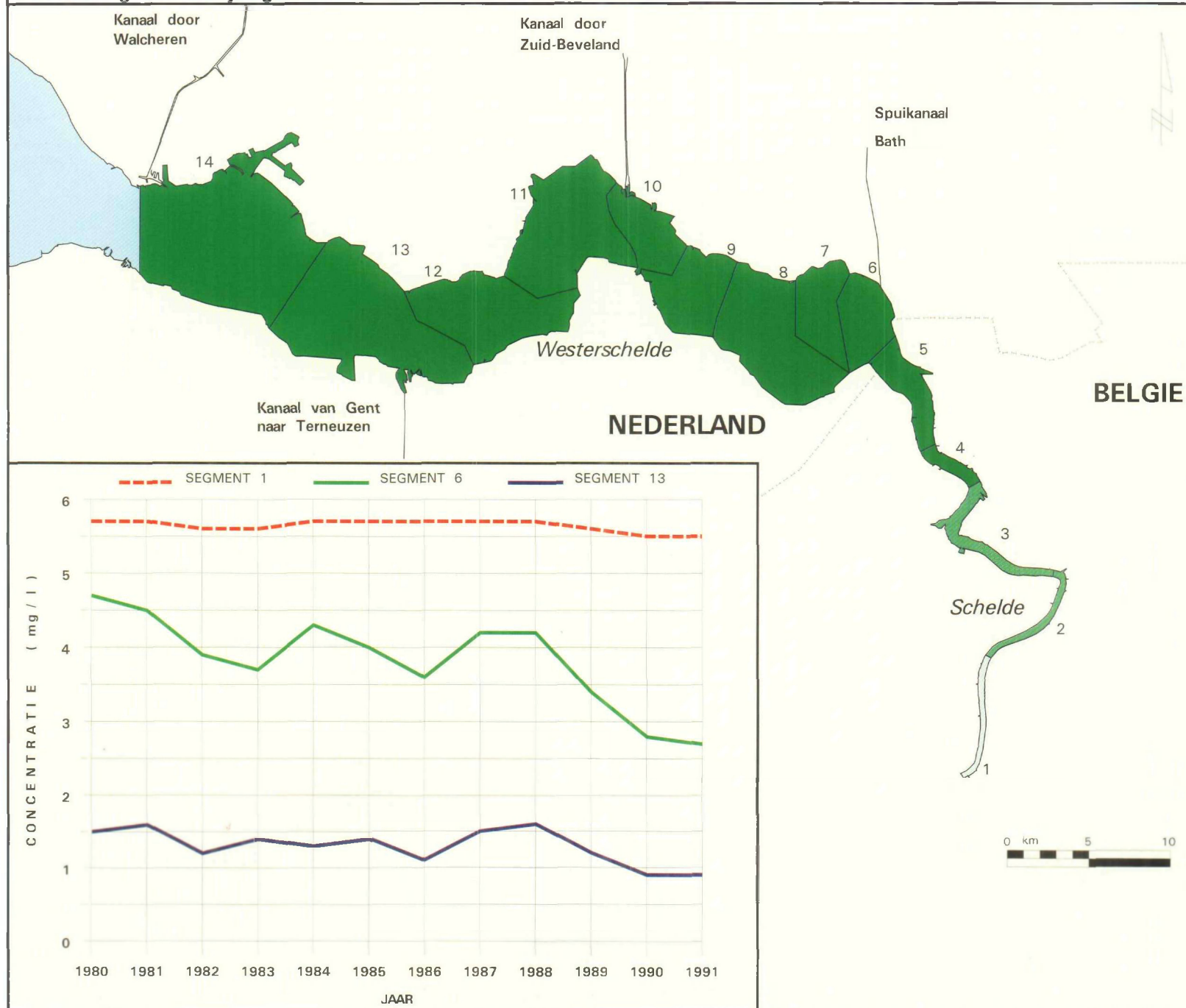
14 = segmentnummer

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

RAND

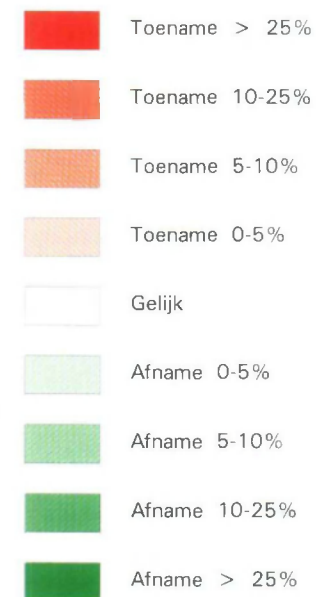
17606 ton





Legenda

Verandering concentratie



niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

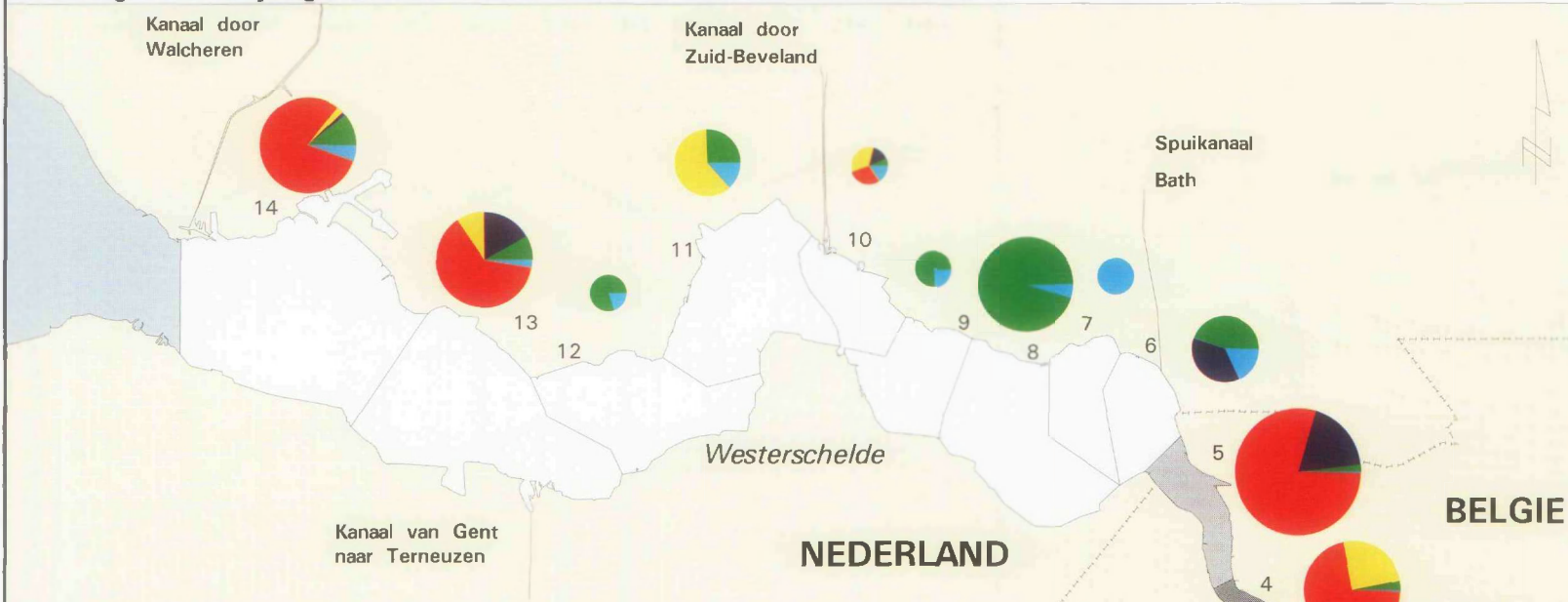


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

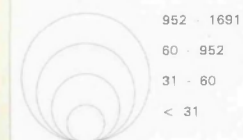
1991

Cd

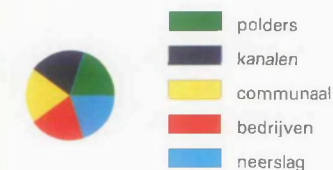


Legenda

Totale belasting per segment in kilo's



Lozingscategorien



Jaargemiddelde concentratie in ug/l



niet gekwantificeerd

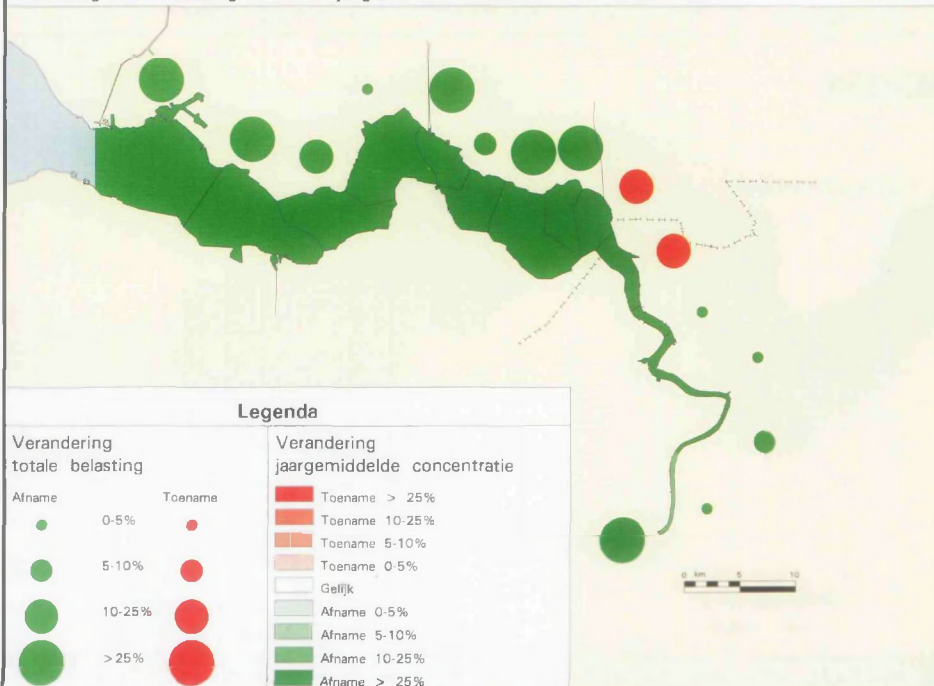
14 = segmentnummer



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

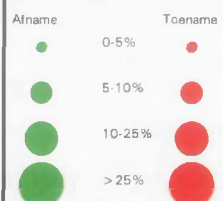
Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1980-1991

1980-1991

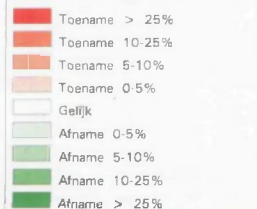


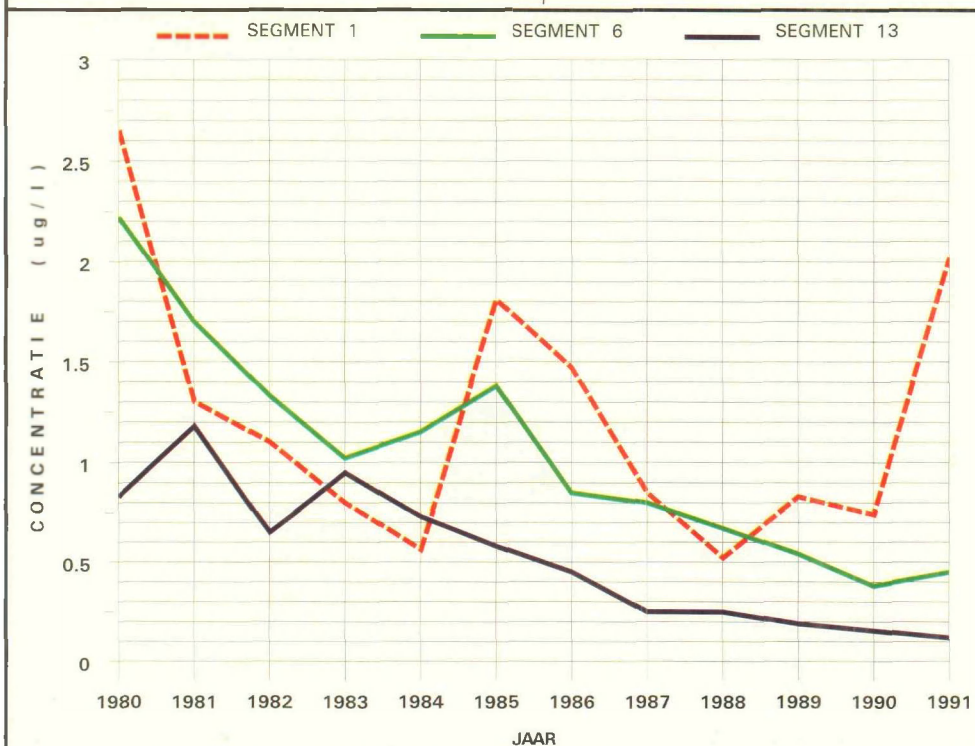
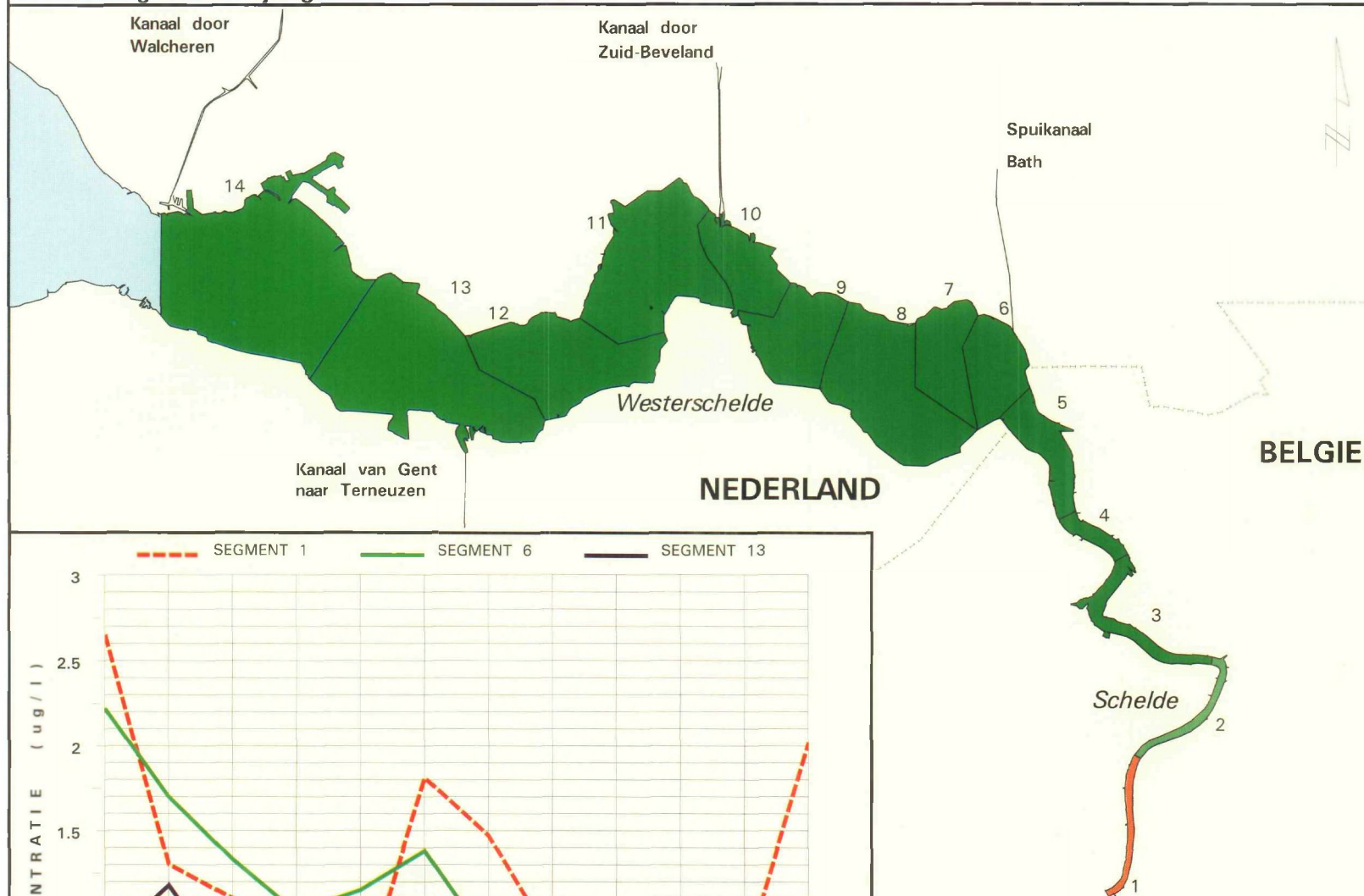
Legenda

Verandering
totale belasting



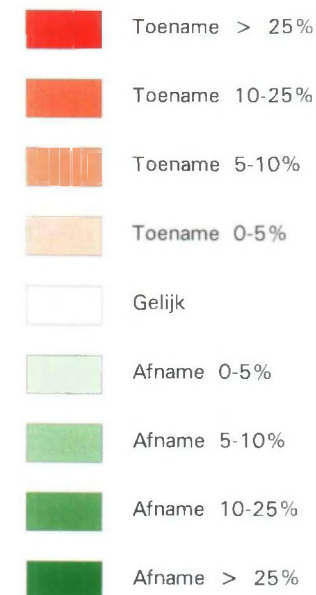
Verandering
jaargemiddelde concentratie





Legenda

Verandering concentratie



[Blue box] niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

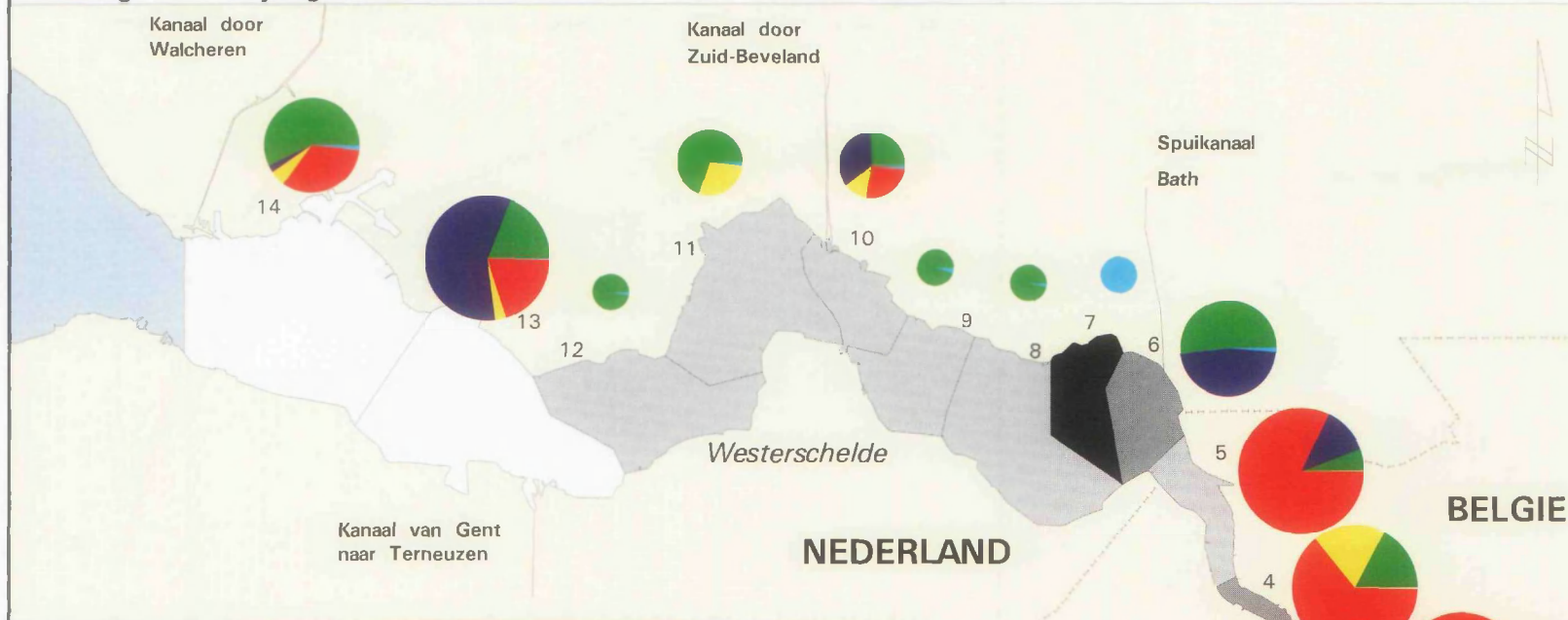


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

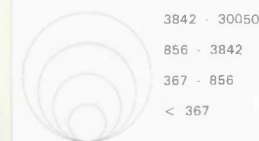
1991

Cr



Legenda

Totale belasting per segment in kilo's



Lozingscategorïeen



Jaargemiddelde concentratie in ug/l

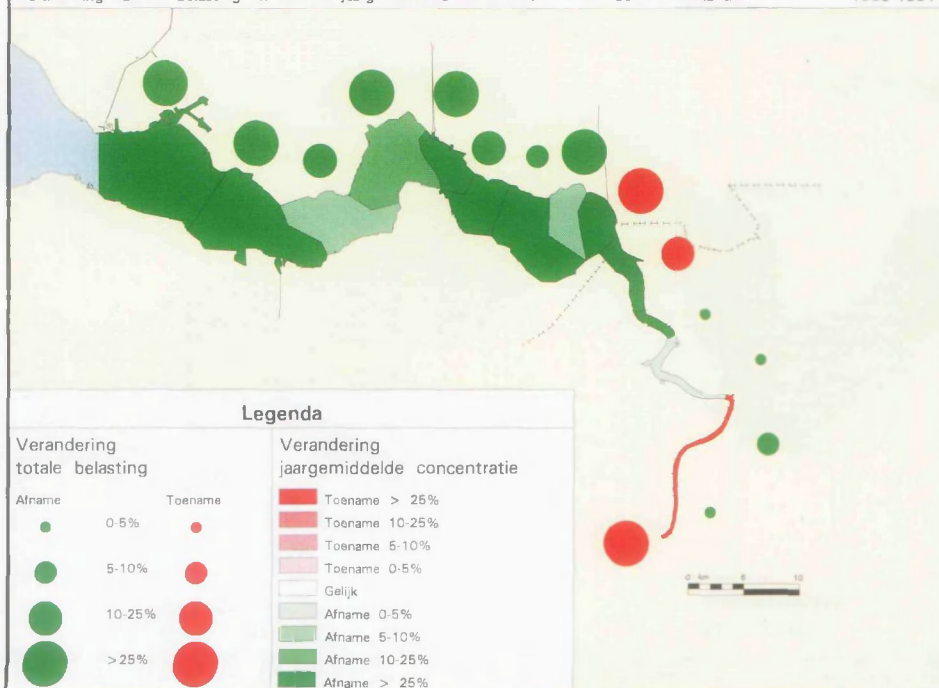


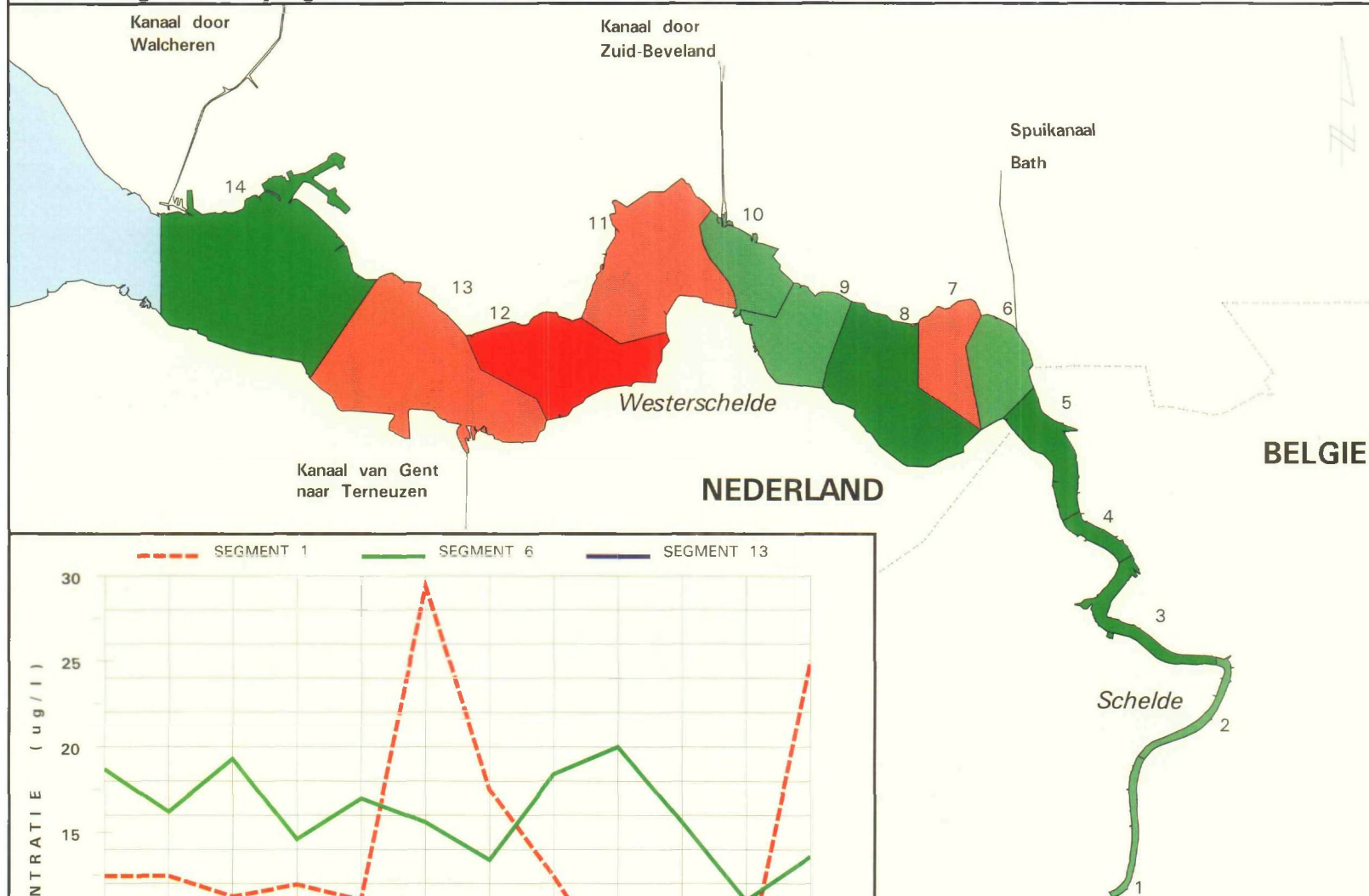
14 = segmentnummer

Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

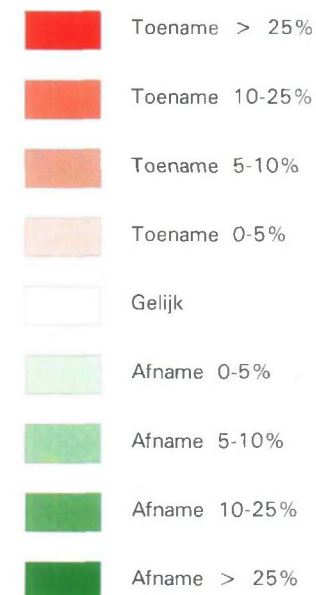
1980-1991





Legenda

Verandering concentratie

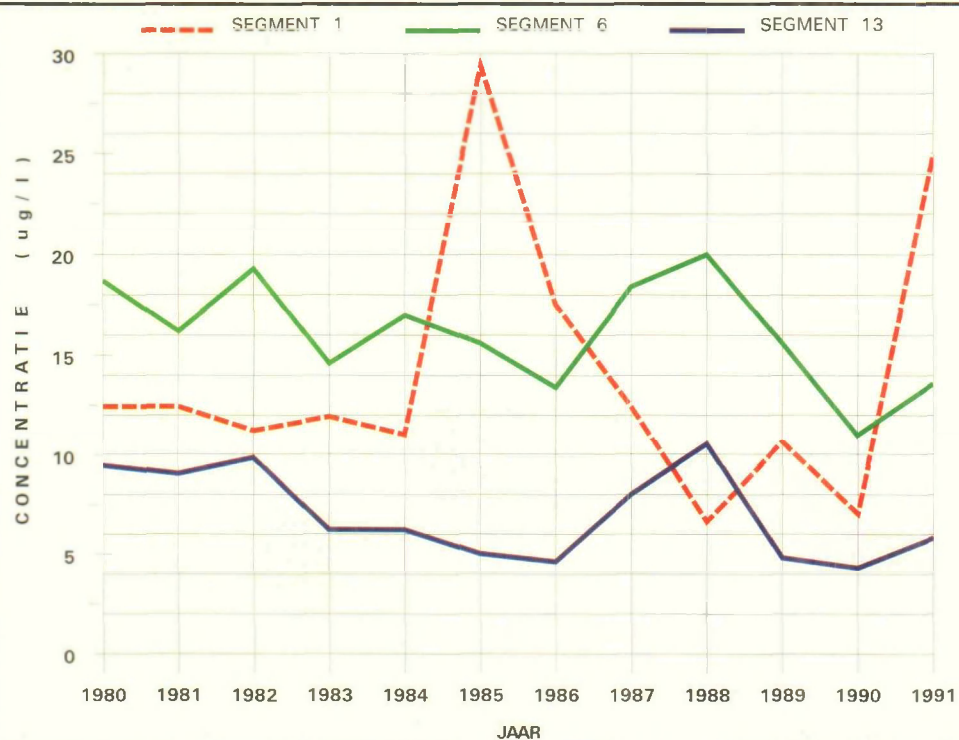


■ niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer



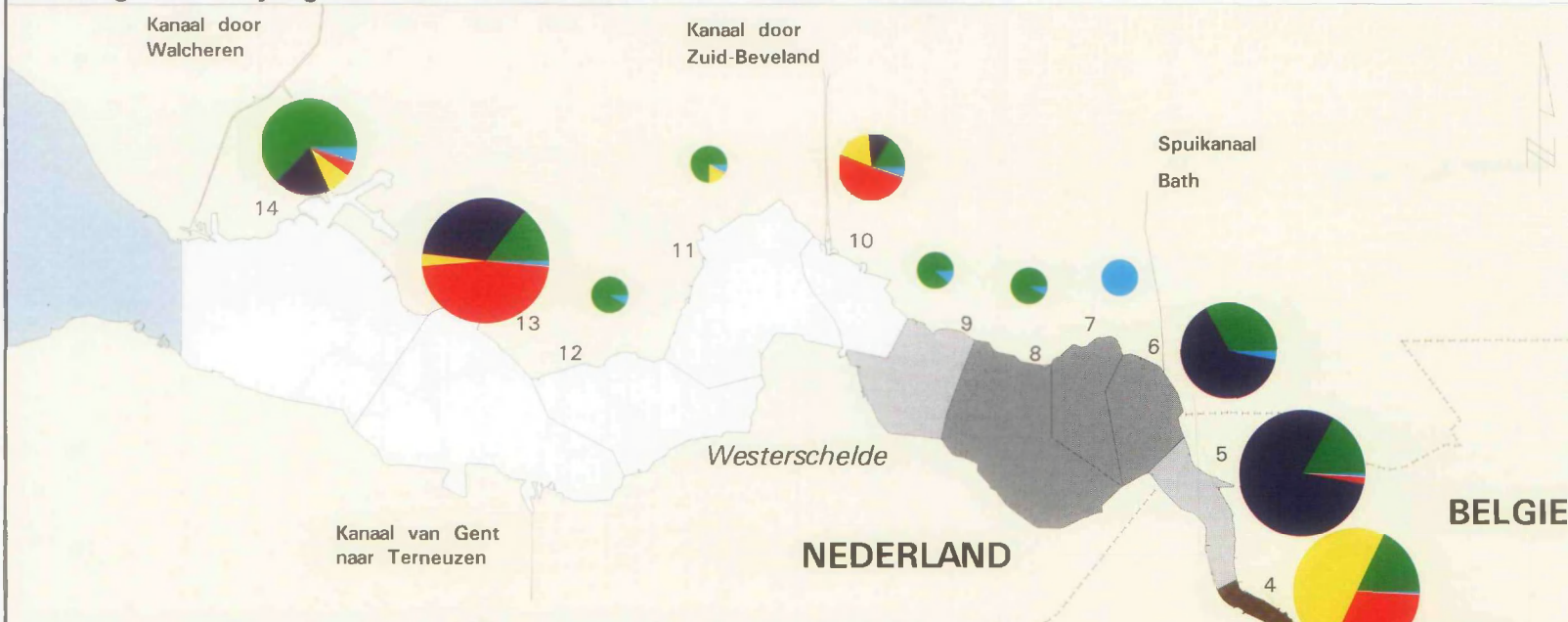
Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren



Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

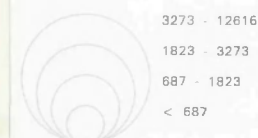
1991

Cu

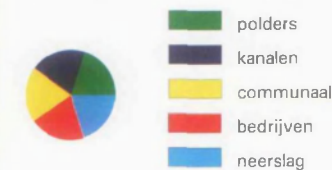


Legenda

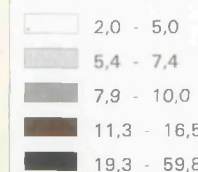
Totale belasting per segment in kilo's



Lozingscategorien



Jaargemiddelde concentratie in ug/l



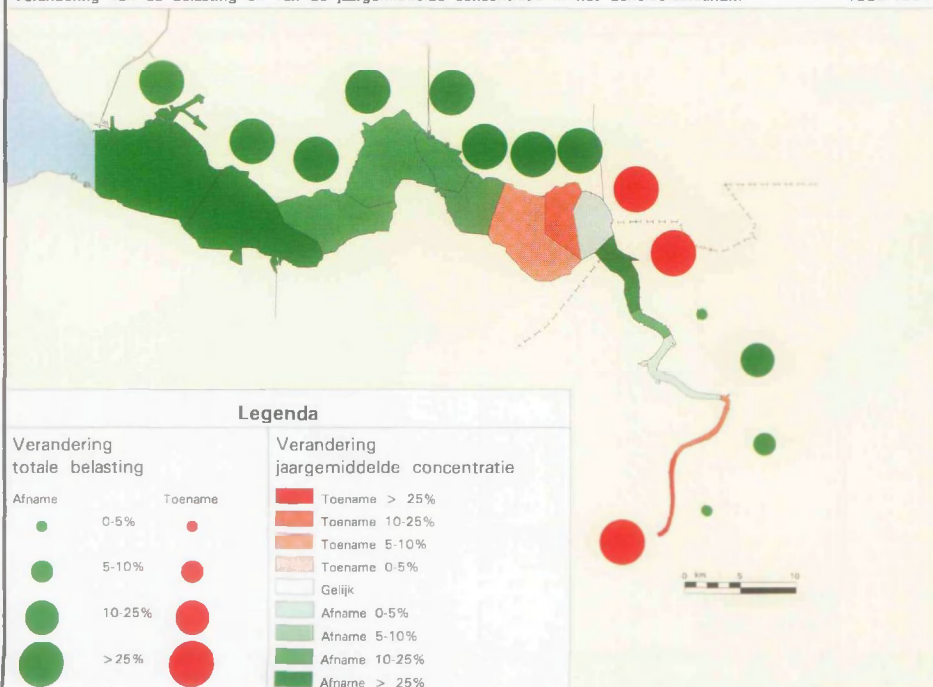
14 = segmentnummer



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

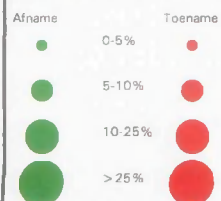
Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1982-1991

1982-1991

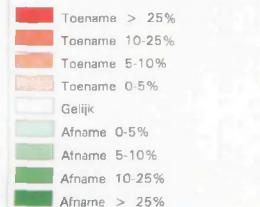


Legenda

Verandering
totale belasting



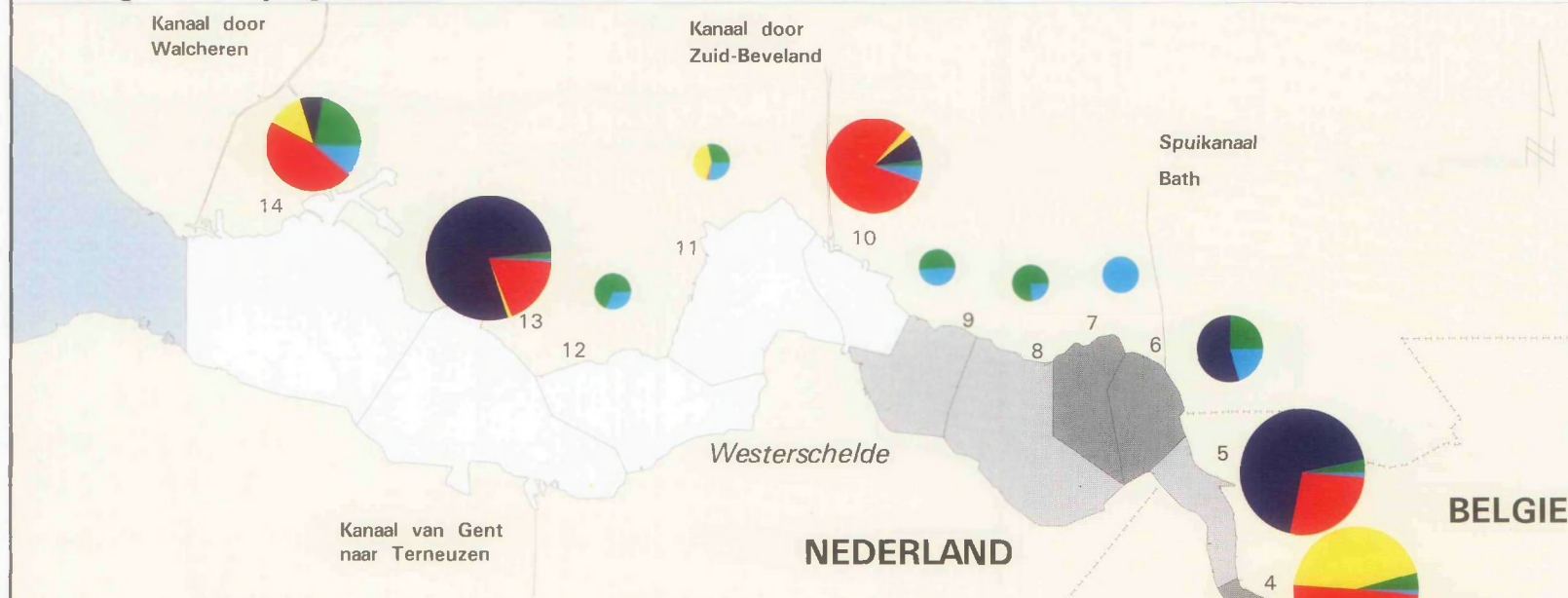
Verandering
jaargemiddelde concentratie



Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

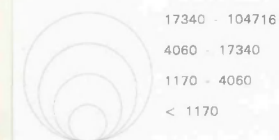
1991

Zn

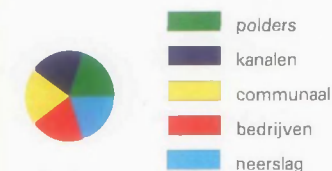


Legenda

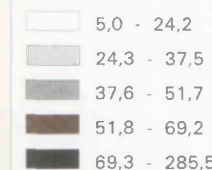
Totale belasting per segment in kilo's



Lozingscategorien



Jaargemiddelde concentratie in ug/l



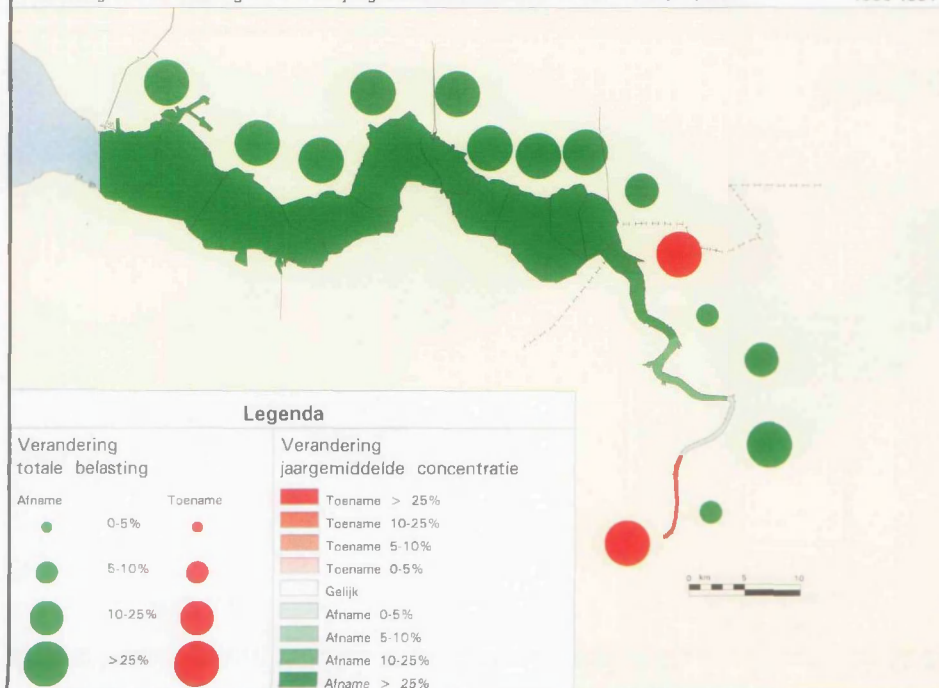
niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

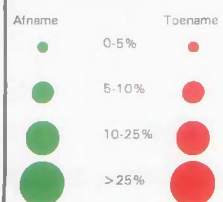
Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

1980-1991

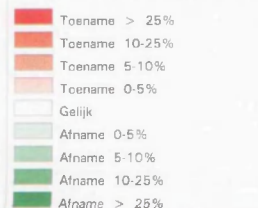


Legenda

Verandering
totale belasting

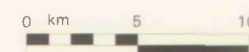


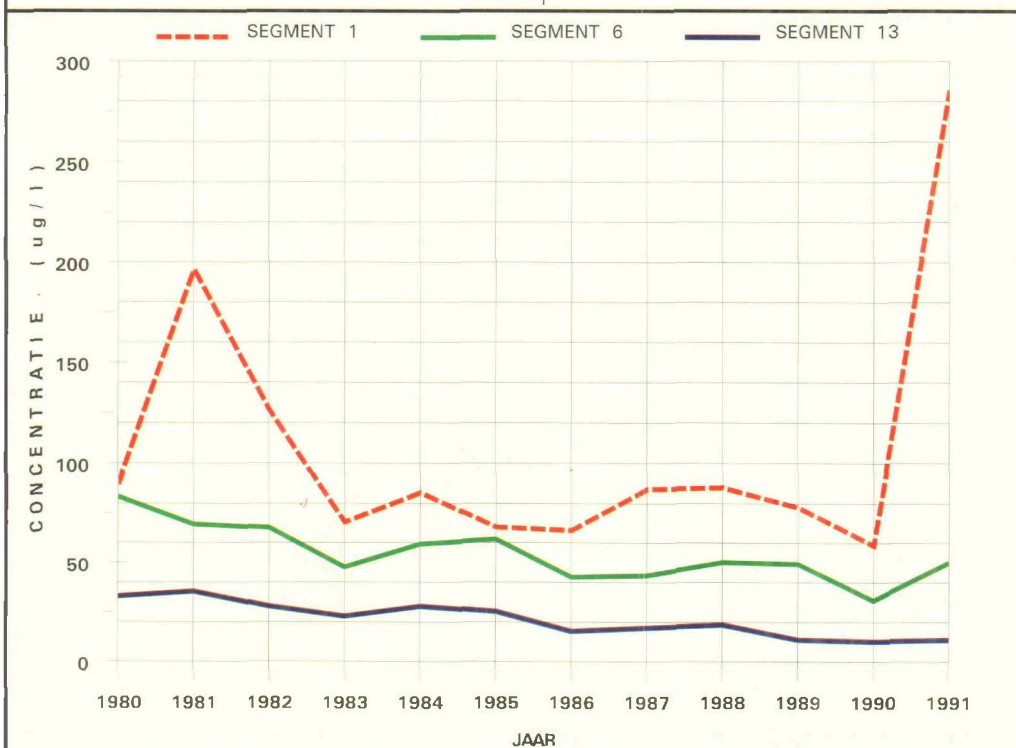
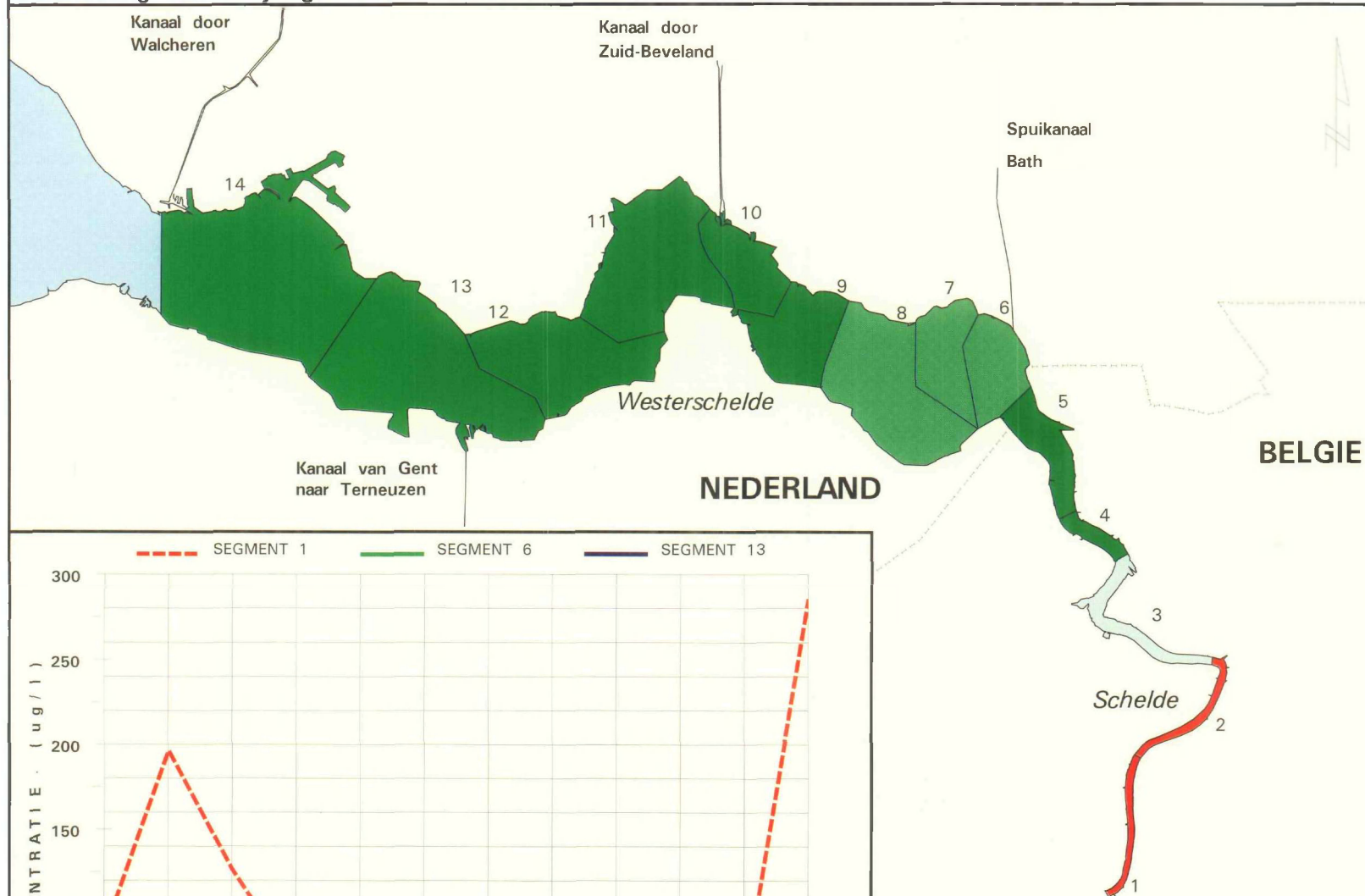
Verandering
jaargemiddelde concentratie



RAND

727859 kilo





Legenda

Verandering concentratie



niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer

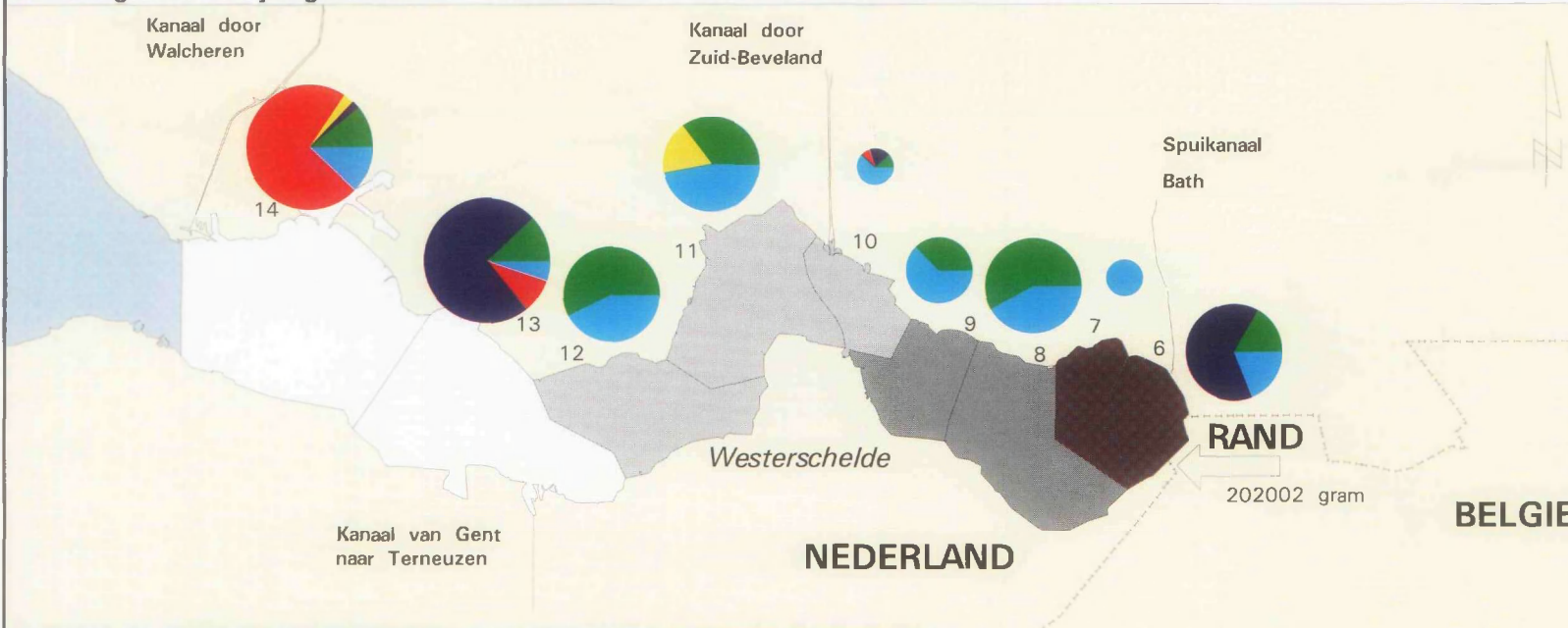


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

1991

Bap



Legenda

Totale belasting per segment in grammen



Lozingscategorieën



Jaargemiddelde concentratie in ng/l

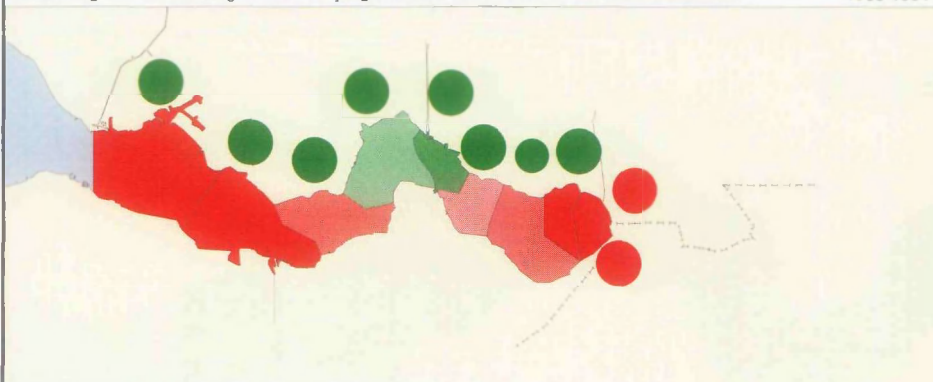


14 = segmentnummer

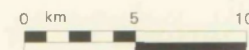
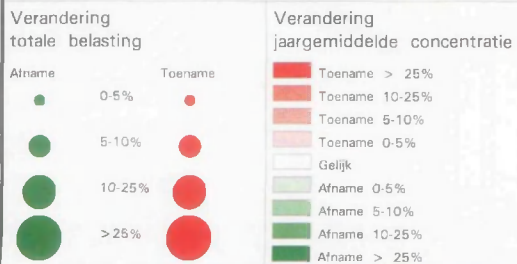


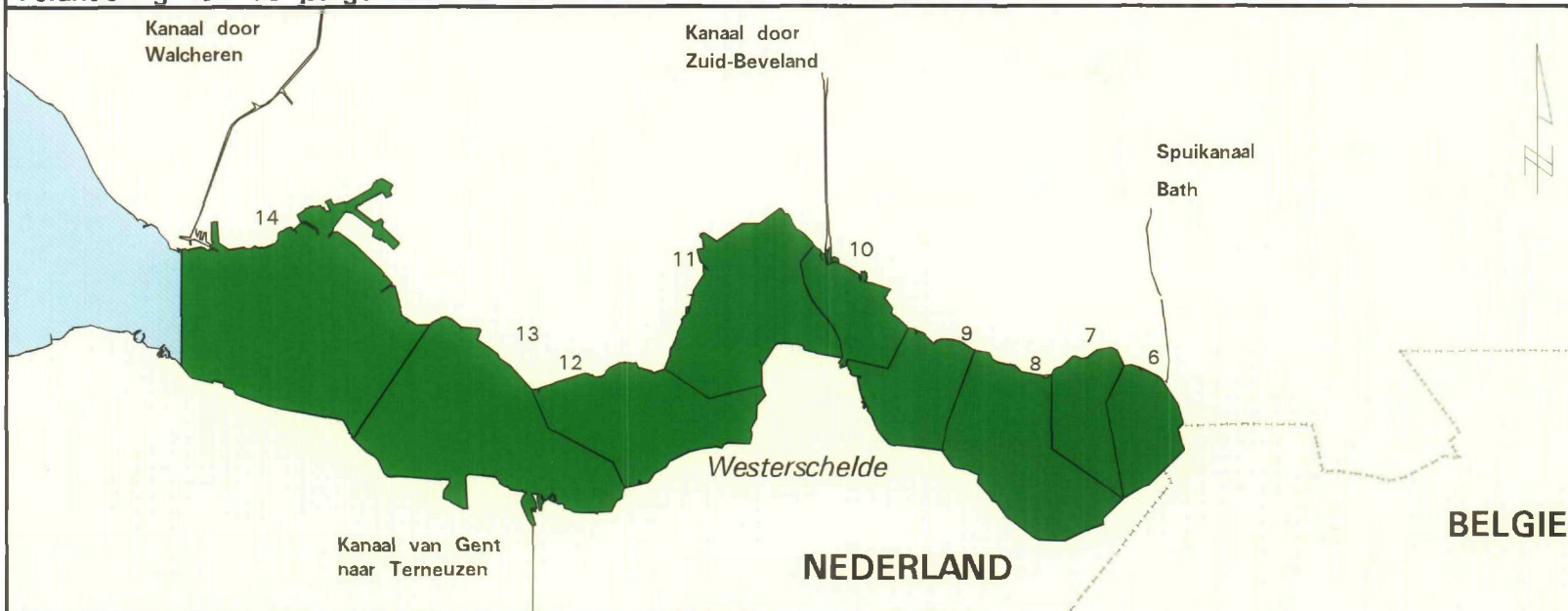
Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1983-1991



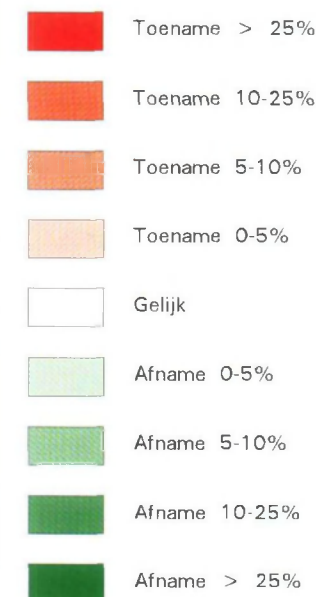
Legenda





Legenda

Verandering concentratie

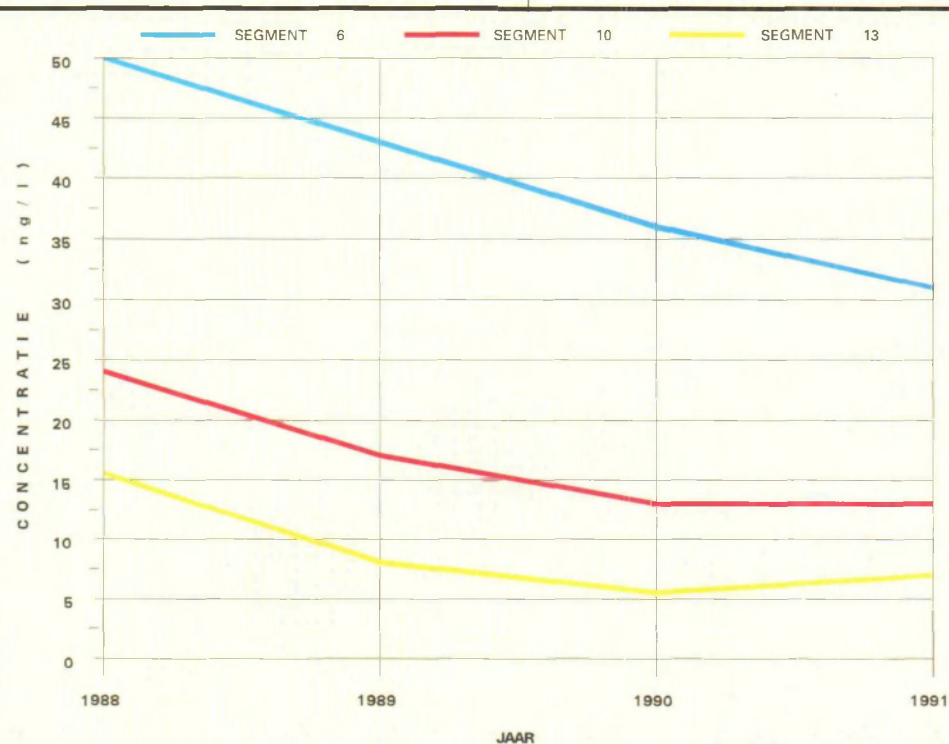


niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

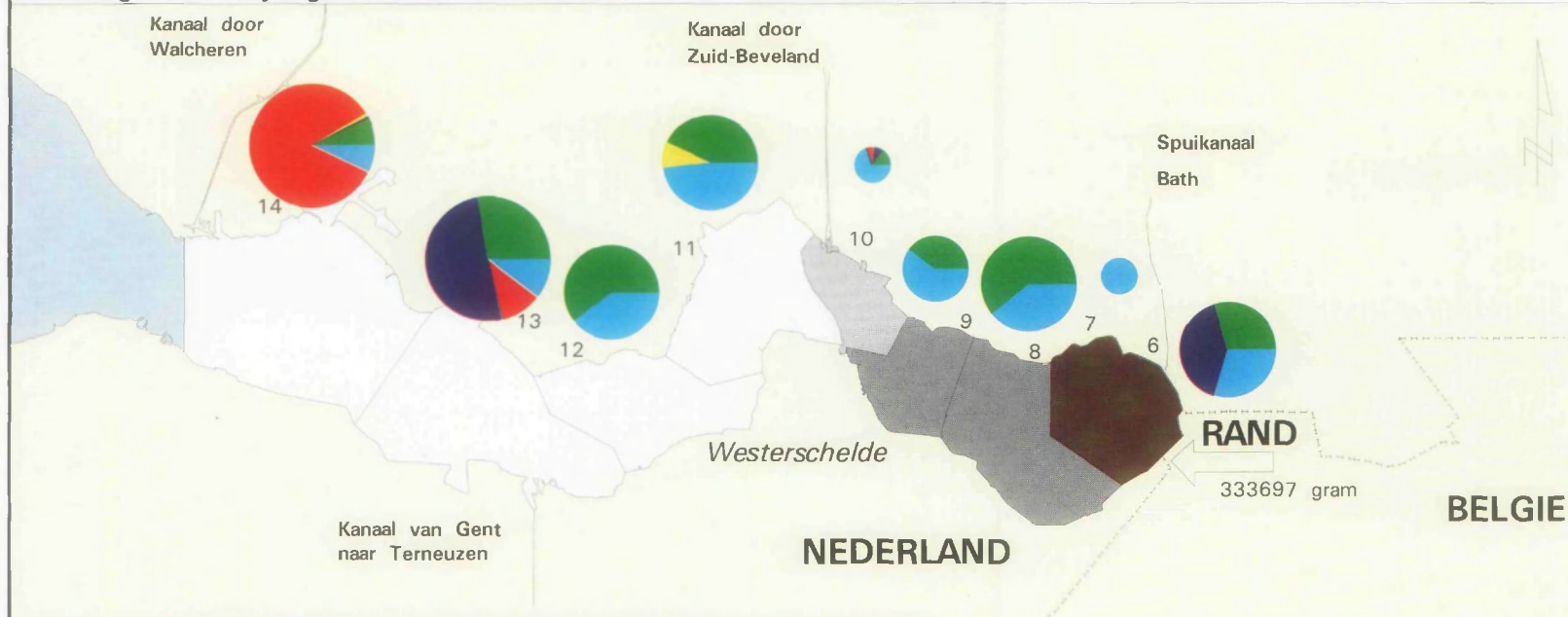


0 km 5 10

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

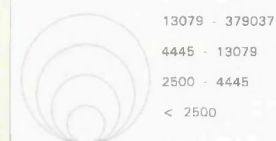
1991

Fla

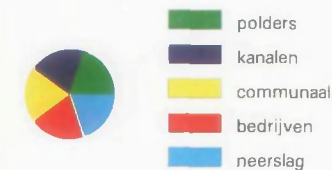


Legenda

Totale belasting per segment in grammen



Lozingscategorien



Jaargemiddelde concentratie in ng/l

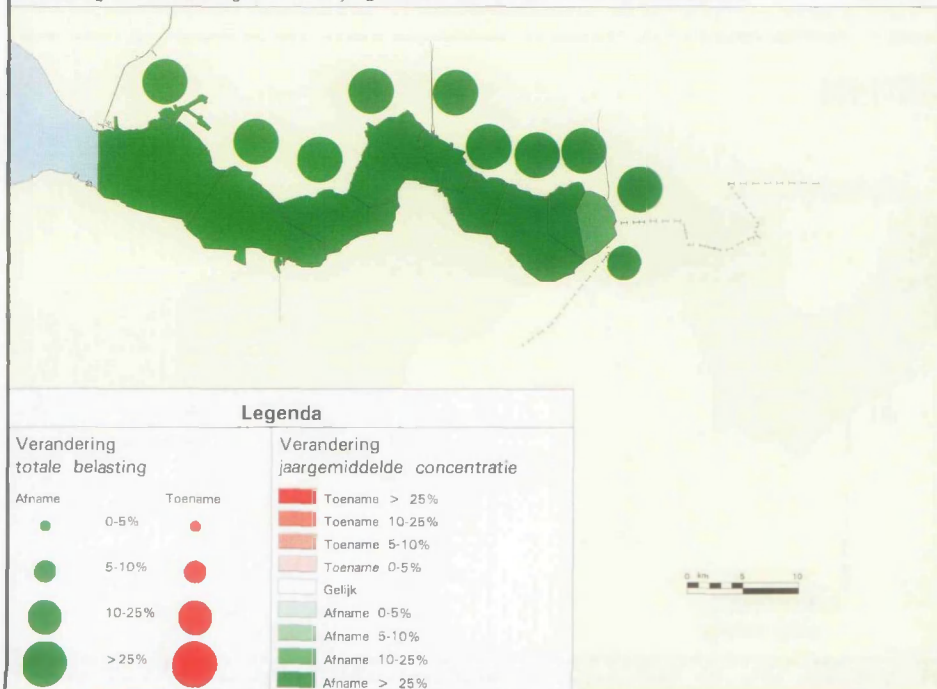


niet gekwantificeerd

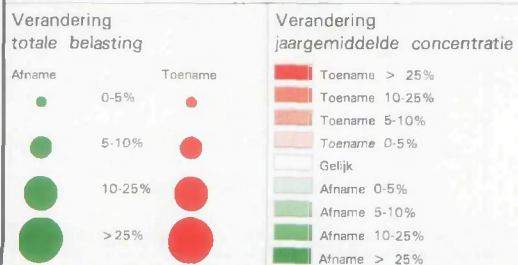
14 = segmentnummer

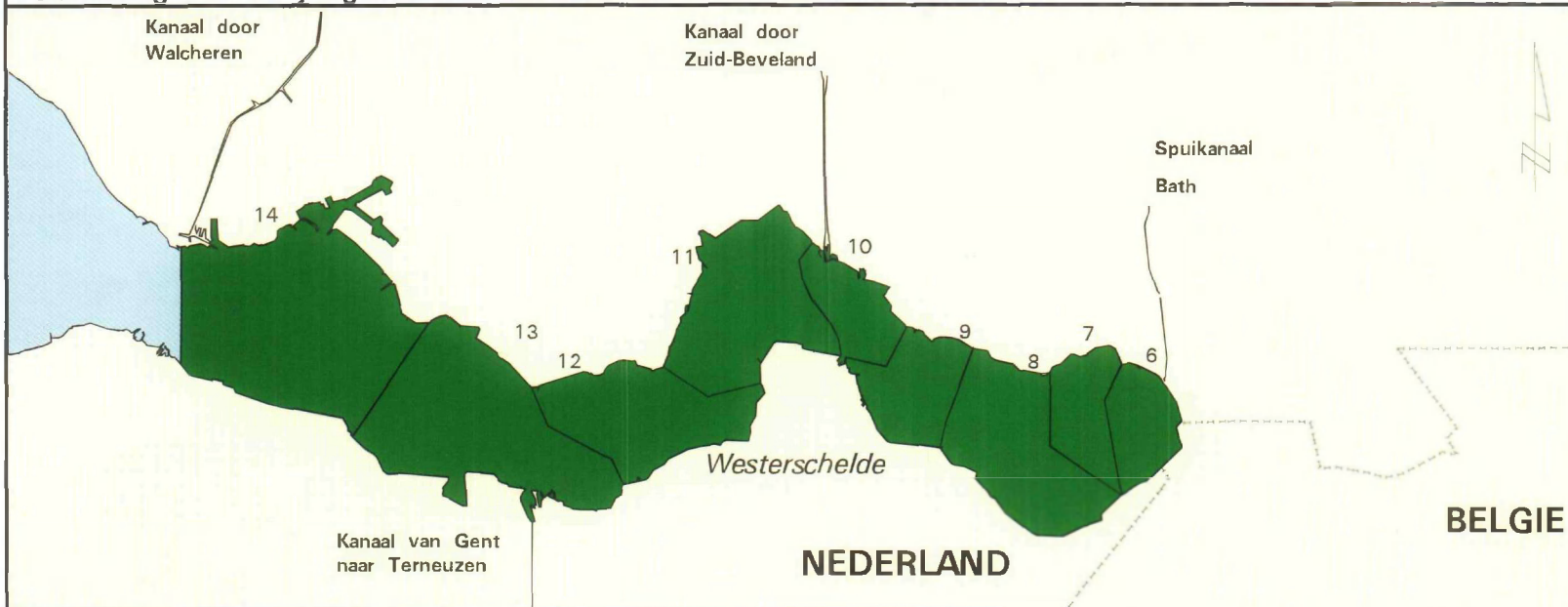
Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium 1983-1991



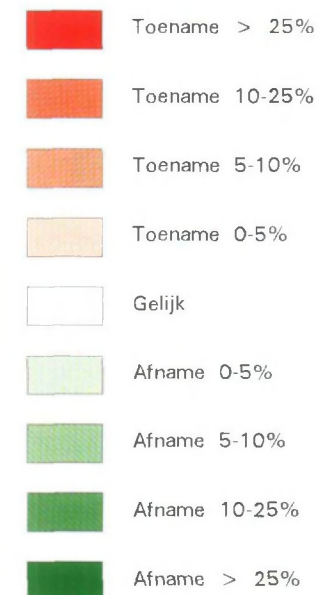
Legenda





Legenda

Verandering concentratie

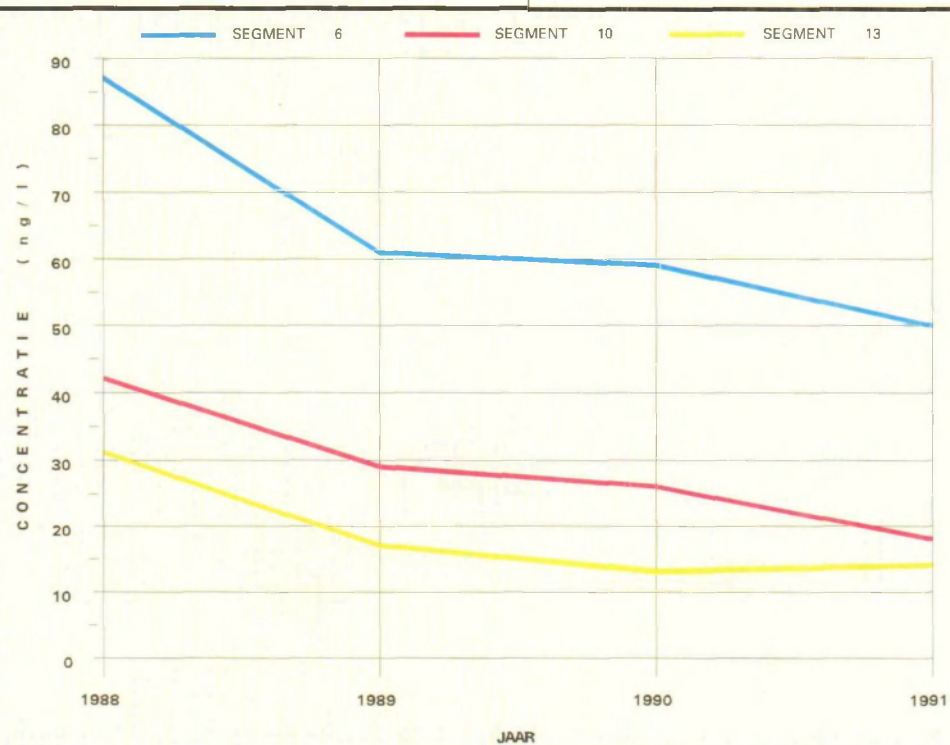


niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

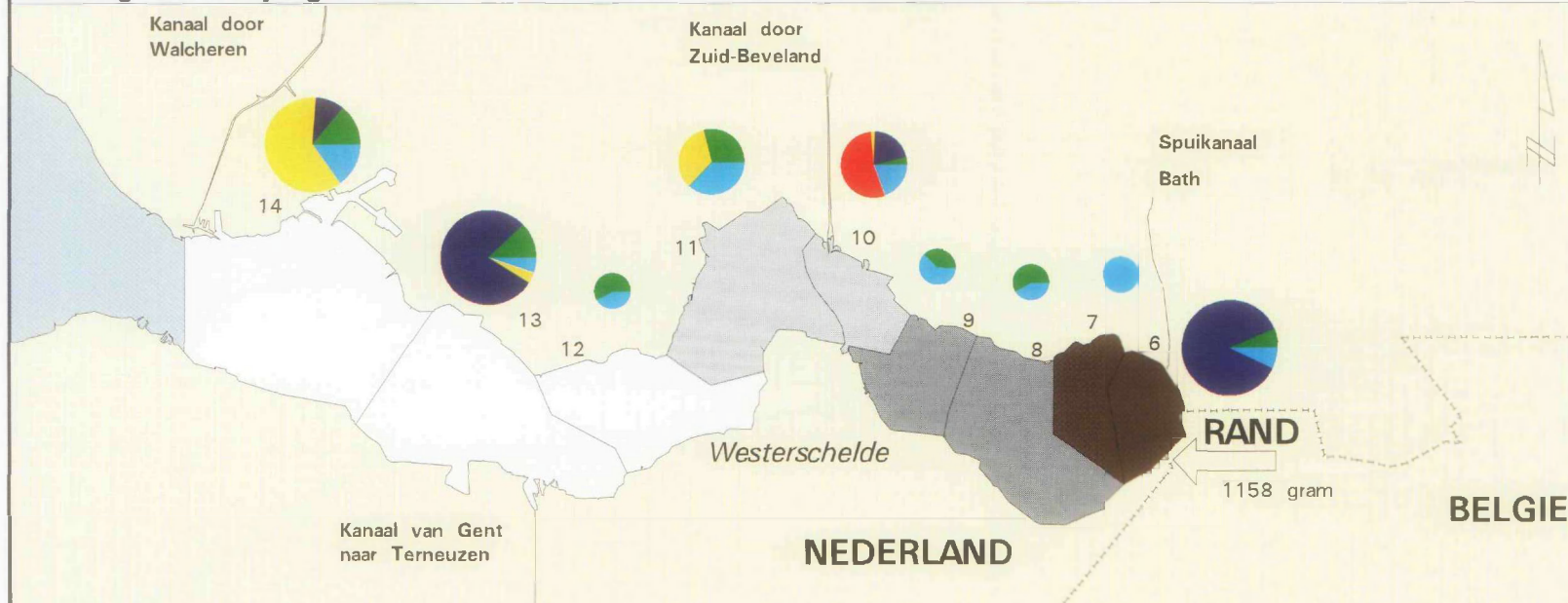


0 km 5 10

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

1991

PCB52

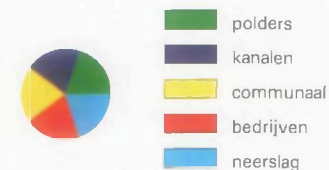


Legenda

Totale belasting per segment in tonnen



Lozingscategorien



Jaargemiddelde concentratie in mg/l



niet gekwantificeerd

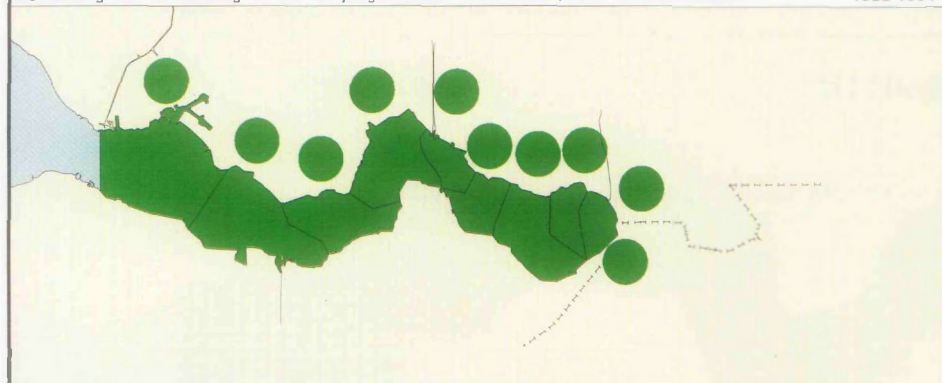
14 = segmentnummer



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

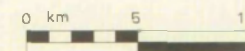
Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

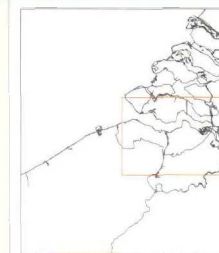
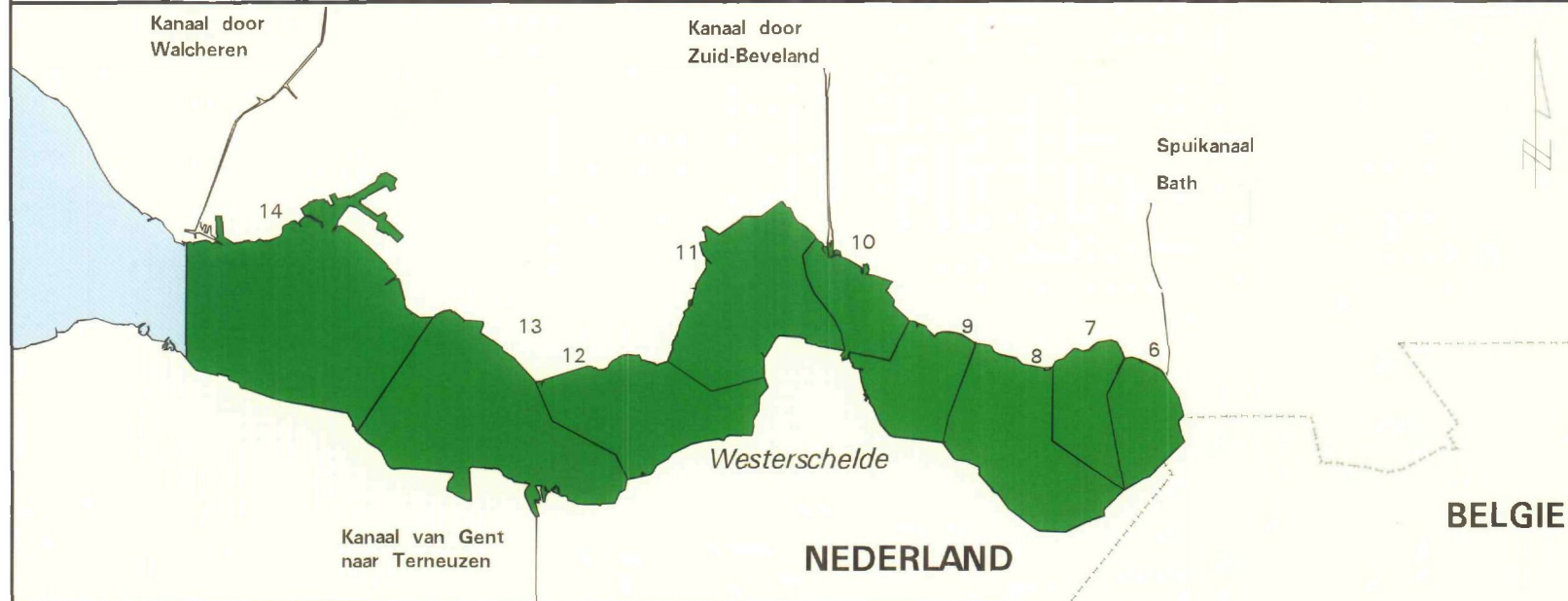
1983-1991



Legenda

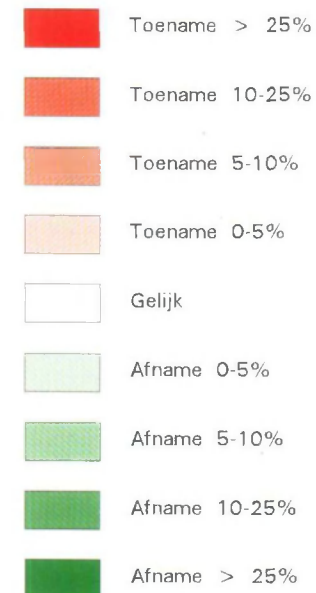
Verandering totale belasting		Verandering jaar gemiddelde concentratie	
Afname	Toename	Toename > 25%	
● 0-5%	●	Toename 10-25%	
● 5-10%	●	Toename 5-10%	
● 10-25%	●	Toename 0-5%	
● > 25%	●	Gelijk	
		Afname 0-5%	
		Afname 5-10%	
		Afname 10-25%	
		Afname > 25%	





Legenda

Verandering concentratie

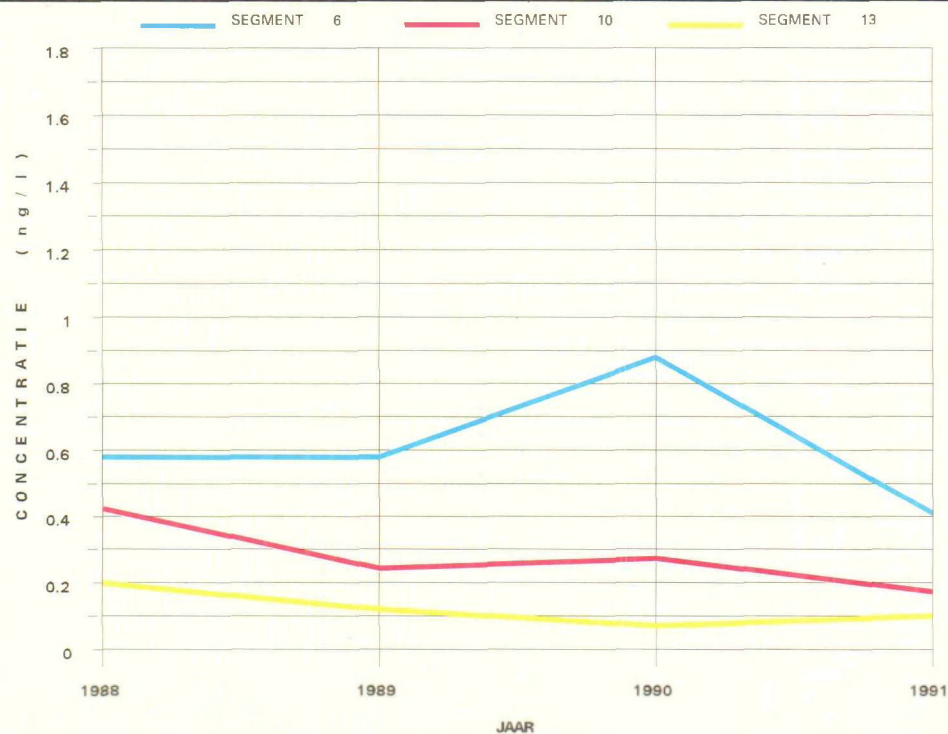


niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

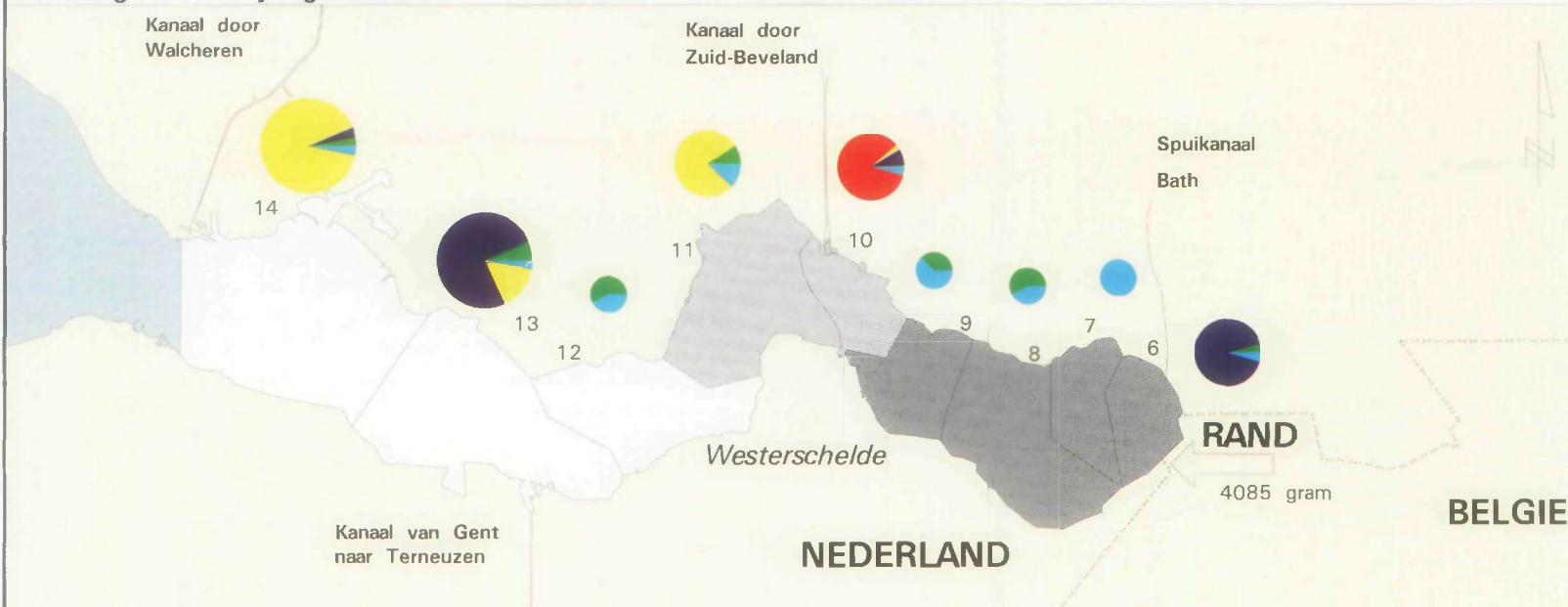


0 km 5 10

Belasting van en jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

1991

PCB153

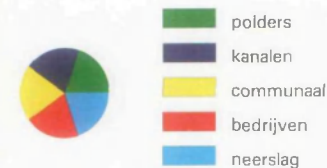


Legenda

Totale belasting per segment in grammen



Lozingscategorïen



Jaargemiddelde concentratie in ng/l



niet gekwantificeerd

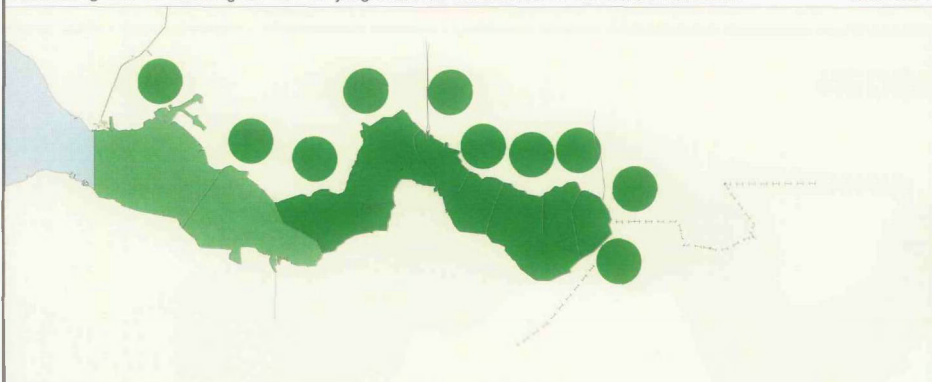
14 = segmentnummer



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

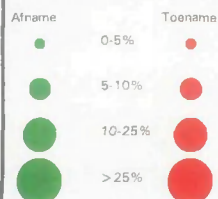
Verandering van de belasting en van de jaargemiddelde concentratie in het Schelde-estuarium

1983-1991

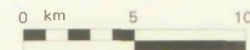
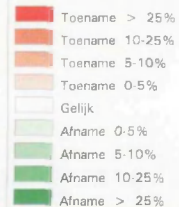


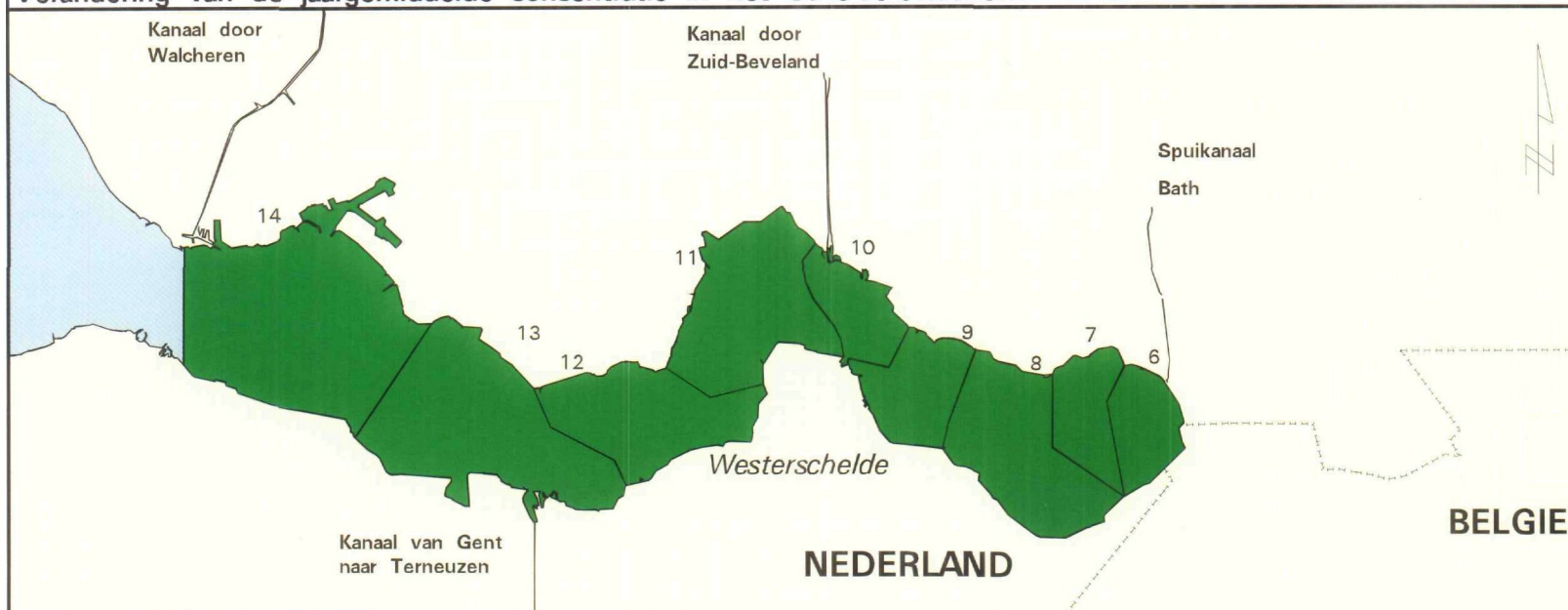
Legenda

Verandering
totale belasting



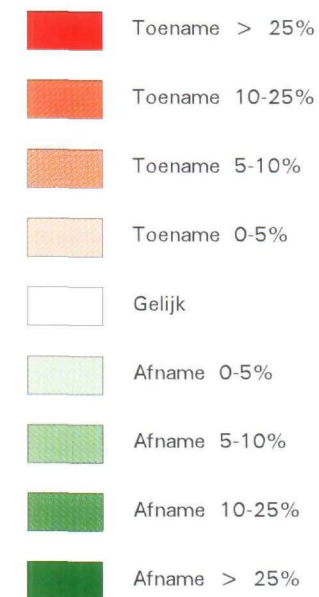
Verandering
jaargemiddelde concentratie





Legenda

Verandering concentratie

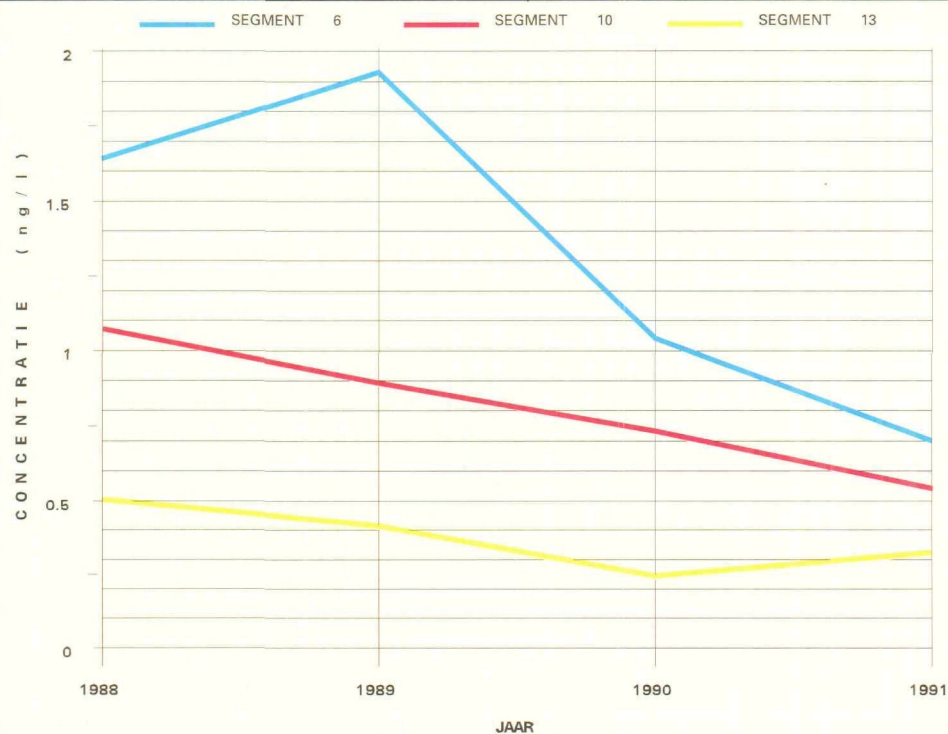


niet gekwantificeerd

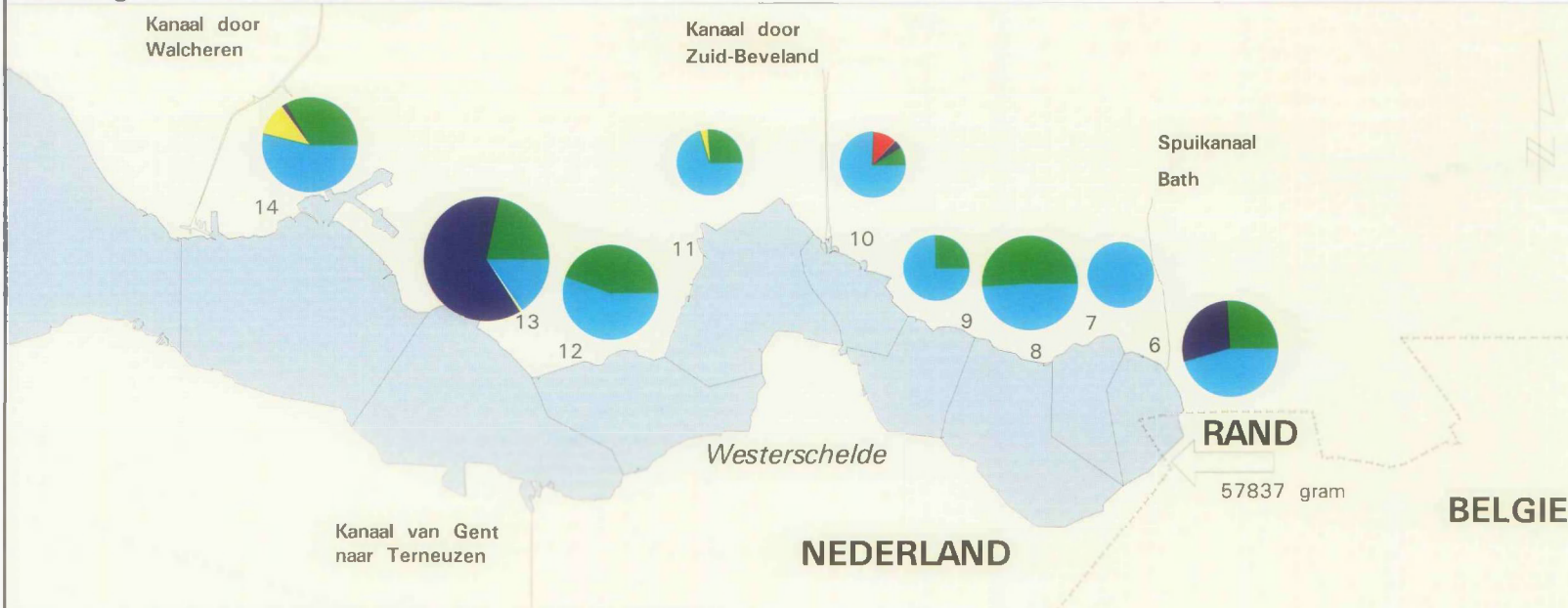
14 = segmentnummer



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren



Belasting van het Schelde-estuarium



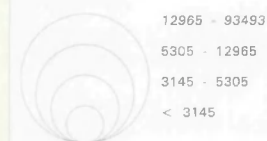
1991

c-HCH

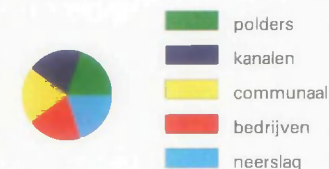


Legenda

Totale belasting per segment in grammen



Lozingscategorieën



Geen concentratie-gegevens aanwezig

niet gekwantificeerd

14 = segmentnummer



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

Verandering van de belasting van het Schelde-estuarium

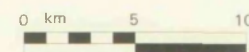
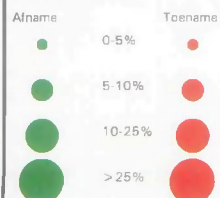
1983-1991



Legenda

Verandering
totale belasting

Geen concentratie-
gegevens aanwezig



De concentraties ontbreken, zodat geen concentratieprofielen kunnen worden weergegeven.