

55

MINISTERIE VAN DE
EUROPESE GEMEENSCHAP

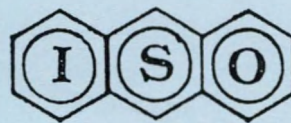
Administratie Milieu,
Natuur en Landinrichting



INSTITUUT VOOR BOSBOUW
EN WILDBEHEER

MINISTERIE VAN LANDBOUW

Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek



INSTITUUT
VOOR SCHEIKUNDIG ONDERZOEK

Monitoring van de vispopulaties en visvleeskwiteit op het Boudewijnkanaal



Onderzoeksovereenkomst AMINAL N° BNO/BB/7/1994 *

IBW.Wb.V.R.95.31
mei 1995

G. VAN THUYNE, C. BELPAIRE, M. GUNS, B. DENAYER

VLIZ (vzw)
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLANDERS MARINE INSTITUTE
Oostende - Belgium

MINISTERIE VAN DE
VLAAMSE GEMEENSCHAP

Administratie Milieu,
Natuur en Landinrichting



INSTITUUT VOOR BOSBOUW
EN WILDBEHEER

MINISTERIE VAN LANDBOUW

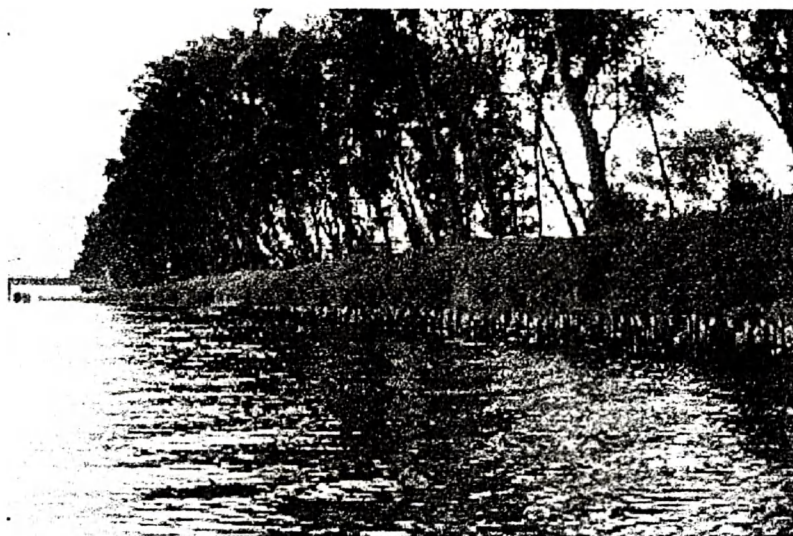
Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek



INSTITUUT
VOOR SCHEIKUNDIG ONDERZOEK

74464

Monitoring van de vispopulaties en visvleeskwiteit op het Boudewijnkanaal



Onderzoeksovereenkomst AMINAL N° BNO/BB/7/1994

IBW.Wb.V.R.95.31
mei 1995

G. VAN THUYNE, C. BELPAIRE, M. GUNS, B. DENAYER

DANKWOORD

Dit project is tot stand gekomen dankzij de hulp en de medewerking van tal van personen en instanties.

Onze erkentelijkheid gaat uit naar:

De Maatschappij van de Brugse zeevaartinrichtingen N.V., de Provinciale Visserijcommissie West-Vlaanderen, de Vlaamse Milieumaatschappij, Dienst Leefmilieu Brugge, Bestuur Milieu Inspectie, Afdeling Bos en Groen AMINAL en de leden van de stuurgroep.

De vissersverenigingen: "TT vissers en de Dobbervrienden", de hengelaars: de Heren Hernou O., Hernou R., Respaille H., Westijn N. en Westijn j.; de groentechnici voor West - Vlaanderen: de Heren Simoen, De Sterck en Vandaele B.; de bootvissers: Fam. Vermael, Juf. Maebe S. en de personeelsleden van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, voor de hulp bij de staalname.

De Heren Van Hoeyweghen P. en Liboton J. van het Instituut voor Scheikundig Onderzoek voor de ondersteuning bij de bepaling van de zware metalen.

De Heer Coopman F. van het IBW voor de illustraties bij de tekst.

Inhoud

1. Voorwoord	p. 1
2. Inleiding	p. 2
a) Situering van het Boudewijnkanaal	p. 2
b) Doelstellingen van de studie	p. 2
3. Inventarisatie van de huidige toestand	p. 3
A. Waterkwaliteit	p. 3
1) Waterkwaliteitsbeheer	p. 3
2) Inventarisatie	p. 3
2.1 Opgeloste zuurstof en zuurstofverbruik	p. 4
2.2 Nutriënten	p. 5
2.3 Chloridegehalte en geleidbaarheid	p. 7
2.4 Zware metalen in de waterkolom	p. 8
2.5 Zware metalen in het bodemslib	p. 9
3) Lozingen	p. 11
4) Bespreking	p. 11
5) Normen waaraan de waterkwaliteit in het Boudewijnkanaal nooit zal voldoen	p. 12
B. Visstand	p. 14
1) Vangstmethodiek	p. 14
1.1 Fuiken	
1.2 Kieuwnetten	
1.3 Longlines	p. 15
1.4 Sportvissers en sportviswedstrijden	p. 15
1.5 Kruisnetvissers	p. 15
1.6 Schepnet	p. 15
2) Vangstschema	p. 16
3) Visrecht	p. 19
4) Inventarisatie	p. 19
5) Evaluatie vangstmethode	p. 21
6) Soortendistributie in het kanaal	p. 22
7) Populatiestructuur	p. 26
7.1 Bot	p. 26
7.2 Diklipharder	p. 27
7.3 Paling	p. 28
7.4 Steenbolk	p. 29
7.5 Zwarte grondel	p. 30
7.6 Lozano's grondel	p. 30
7.7 Haring	p. 31
7.8 Griet	p. 32
7.9 Driedoornige stekelbaars	p. 32
7.10 Koornaarvis	p. 32
7.11 Sprot	p. 32

7.12 Tong	p. 32
7.13 Wijting	p. 32
7.14 Zeebaars	p. 33
7.15 Kleurige grondel	p. 33
8) Voortplanting	p. 33
9) Levenswijze van de vissen aangetroffen in het Boudewijnkanaal	p. 35
C. Vegetatie	p. 44
1) Inventarisatie	p. 44
2) Bespreking	p. 44
D. Structuurkenmerken van de oever	p. 46
1) Inventarisatie	p. 46
2) Bespreking	p. 46

4. Voorstellen en mogelijkheden voor de realisatie van natuurvriendelijke oevers en de implementatie van natuurtechniek in de havenuitbreidingsplannen

1) Inleiding	p. 48
2) Inrichten van een zwaaikom	p. 48
3) Plasbermen en de mogelijkheid van de implementatie van plasbermen in de havenuitbreidingsplannen	p. 49
3.1 Plasbermen	p. 49
3.2 De havenuitbreidingsplannen	p. 50
3.3 Implementatie van plasbermen in de havenuitbreidingsplannen	p. 51

5. Zware metalen in vis

1) Zware metalen, herkomst, invloed op de mens en normen	p. 53
1.1 Inleiding	p. 53
1.2 Cadmium	p. 53
1.3 Kwik	p. 54
1.4 Lood	p. 55
1.5 Zink	p. 55
1.6 Koper	p. 56
1.7 Nikkel	p. 57
1.8 Chroom	p. 57
2) Materiaal en methoden	p. 58
2.1 Kwikanalyse	p. 58
2.2 Cadmium-, lood-, chroom-, nikkel-, koper- en zinkanalyse	p. 58
3) Resultaten	p. 59
3.1 Eerste campagne	p. 60
3.2 Tweede campagne	p. 64
3.3 Derde campagne	p. 67
3.4 Vierde campagne	p. 71
3.5 Jaartotaal	p. 71
3.6 Koper, zink, nikkel en chroom in paling	p. 72

3.7 Zware metalen in enkele andere vissoorten	p. 72
4) Bespreking	p. 74
4.1 Inleiding	p. 74
4.2 Kwik	p. 74
4.3 Cadmium	p. 76
4.4 Lood	p. 77
4.5 Koper, zink, chroom en nikkel	p. 79
6. Samenvatting en conclusies	p. 80
7. Referenties	p. 83

1. Voorwoord

In een onderzoek om de aanwezigheid van zware metalen in vis afkomstig van het Boudewijnkanaal te detecteren, werd, zowel in 1990 als in 1991, vastgesteld dat de wettelijke normen voor sommige zware metalen werden overschreden (zie hoofdstuk zware metalen p. 53). Naar aanleiding van deze resultaten werd in opdracht van de Vlaamse Minister voor Leefmilieu en Huisvesting, de Heer N. De Batselier, een onderzoeksproject opgezet omtrent het visbestand en de visvleeskwiteit in het Boudewijnkanaal. Dit project werd gezamenlijk uitgevoerd door het Instituut voor Scheikundig Onderzoek (Ministerie van Landbouw, Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek) en het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Aminor).

2. Inleiding

a) Situering van het Boudewijnkanaal

Het Boudewijnkanaal verbindt de haven van Zeebrugge met die van Brugge. Het kanaal heeft een lengte van 16 km en heeft, met inbegrip van de dokken een oppervlakte van circa 330 ha, een gemiddelde breedte van ongeveer 65 m van Zeebrugge tot aan de Herdersbrug en ongeveer 115 m van de Herdersbrug tot Brugge en een diepte van ongeveer 7 m. Daar het kanaal hydrologisch gezien vrijwel geïsoleerd ligt ten opzichte van het omliggende gebied en door de nabijheid van de zee ontstaat een uniek brakwaterbiotoop (zie Bijlage 1, Figuur 1).

Uit gewestplangegevens kunnen we afleiden dat het zuidelijk gedeelte tot aan de Herdersbrug gelegen is in een gebied met milieubelastende industrieën. Ten noorden van de spoorlijn is de waterloop aangrenzend aan een natuurgebied; ten noorden daarvan tot Zeebrugge aan een agrarisch gebied, landschappelijk waardevol.

Te Zeebrugge zelf loopt de waterloop door een industriegebied.

Naast zijn belang als haven- en industriegebied vormen de achterhaven van Zeebrugge en het aansluitende Boudewijnkanaal met zijn brakwater een zeer belangrijke levensbiotoop voor een aantal typische vertegenwoordigers van brak en zoutwaterflora en fauna. Bovendien heeft het Boudewijnkanaal ook een zeer belangrijke recreatieve functie (wandelaars, hengelaars en watersportbeoefenaars).

b) Doelstellingen van de studie

- Naar aanleiding van de resultaten van het beperkt onderzoek in 1990 en 1991 waarbij werd aangetoond dat voor sommige zware metalen de normen werden overschreden (zie hoofdstuk zware metalen) en ten einde mogelijke problemen inzake volksgezondheid te evalueren, met name de te hoge concentraties aan zware metalen in het visvlees, is het noodzakelijk een idee te krijgen over de accumulatie van zware metalen in de beschikbare vissoorten.

- In het kader van een Milieu Effect Rapportering voor een elektriciteitscentrale te Zeebrugge werd reeds een beperkte inventarisatie van de flora en fauna, inclusief het visbestand uitgevoerd (zie hoofdstuk visstand).

Een tweede doelstelling van deze studie is dan ook een uitgebreide inventarisatie te maken van het visbestand in het Boudewijnkanaal en een planmatig visstandsbeheer uit te werken waarin aandacht wordt gegeven aan het behoud en het duurzaam herstel van deze brakwatervisgemeenschap. Het biotoop moet zo ontwikkeld worden dat een maximum aan paai- uitwijk- en voedselmogelijkheden voor vissen gecreëerd wordt.

Ook gaat onze aandacht uit naar de ontwikkeling en bescherming van de oevervegetatie en de aquatische vegetatie zodat ook andere natuurwaarden (zee- en wadvogels, zoutminnende planten,...) kansen krijgen.

Daar het Boudewijnkanaal ook een zeer belangrijke recreatieve functie heeft zal onze aandacht zich ook richten op de ontwikkeling van dit water als viswater voor de hengelaars van zee- of brakwatervisserij.

3. Inventarisatie van de huidige toestand

A. Waterkwaliteit

1) Waterkwaliteitsbeheer

Het waterkwaliteitsbeheer valt onder de verantwoordelijkheid van de Vlaamse Milieumaatschappij.

Het Boudewijnkanaal werd bij besluit van de Vlaamse Executieve van 21 oktober 1987 over de kwaliteitsdoelstellingen van oppervlaktewater opgenomen in de lijst met de viswaters. De waterkwaliteitsnormen voor viswater zijn opgesteld met als basis het streven naar goede (en dus niet minimale) leefomstandigheden voor vissen, ter bescherming van de viswaters, of om een oppervlaktewater verder als viswater te laten fungeren en om nutteloze visuitzettingen te vermijden (Coussement, 1990 b).

2) Inventarisatie

De belangrijkste toevoer van water naar het Boudewijnkanaal geschiedt door de afvalwaterlozingen door de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Brugge en de waterstroming doorheen de P. Vandammesluis. Het kanaal heeft naast afvloeiingen van regenwater geen natuurlijke voeding zodat er enkel waterbeweging is door het schutten van schepen.

Het water in het Boudewijnkanaal is sterk brak tot zout en semi stagnant. De zoute waterstroming doorheen de P. Vandammesluis is overheersend en de zoute invloed is voelbaar tot in Brugge. Het instromen van het zoute water gebeurt door versassingen bij hoog water of door water in te laten door de sifon bij de sluis waardoor het Boudewijnkanaal het gewenste waterpeil kan bereiken.

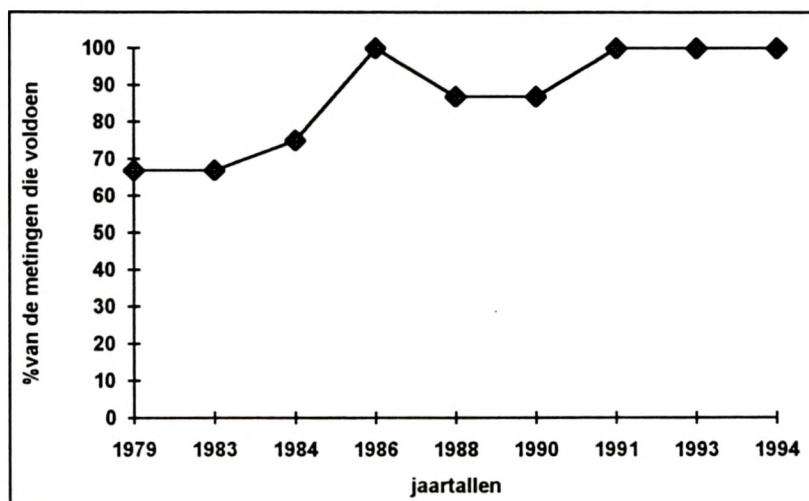
Het is evident dat de viswaterkwaliteitsdoelstelling voor het Boudewijnkanaal, gezien het brakke milieu, voor bepaalde parameters (Cl^- , SO_4^{2-} , conductiviteit) nooit gehaald kunnen worden.

Op basis van de PRATI-index, gebruikt in het emissiemeetnet van de VMM (1992) kan het Boudewijnkanaal als zwaar verontreinigd worden beschouwd. Een lichte verbetering is echter merkbaar, in 1991 werd dit kanaal nog als zeer zwaar verontreinigd beschouwd.

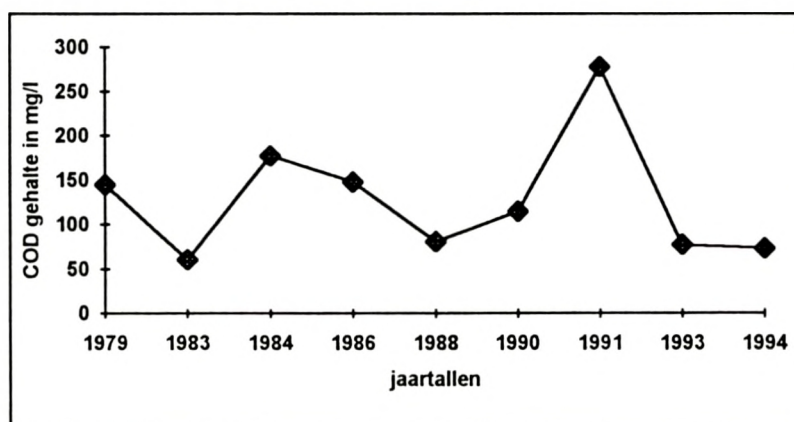
Bijlage 2 geeft de normen voor viswater, voor de Vlaamse basiskwaliteit. De waterkwaliteitsgegevens voor het Boudewijnkanaal over verschillende jaren heen zijn opgenomen in Bijlage 2, Tabellen 1 tot 14 (gegevens van VMM, Dienst Leefmilieu en het Instituut voor Hygiëne en epidemiologie).

Zo wordt het mogelijk een beeld te krijgen van het verloop van de waterkwaliteit in het Boudewijnkanaal. Het betreft hier hoofdzakelijk de waterkwaliteitsmetingen ter hoogte van de Herdersbrug en Dudzelebrug. Hierna wordt gepoogd om per parameter in een grafiek een overzicht te geven van de bestaande historische gegevens, aangevuld met eigen meetwaarden.

2.1. Opgeloste zuurstof en zuurstofverbruik



Figuur 1: Het percentage van de metingen die aan de vooropgestelde norm voor O₂ (nl. 4.0 mg/l ≤ x) ter hoogte van de Herdersbrug en Dudzelebrug voldoen.



Figuur 2: Het gemiddelde COD gehalte (in mg/l) over verschillende jaren ter hoogte van de Herdersbrug en Dudzelebrug.

Uit de tabellen in Bijlage 2 en de Figuren 1 en 2 blijkt dat de O₂ concentraties sterk fluctueren. In 1991, 1993 en 1994 komen de metingen voor 100 % met de vooropgestelde norm overeen. De COD-gehaltenes schommelen sterk, liggen veel te hoog en voldoen niet aan de vooropgestelde norm (basiskwaliteit COD ≤ 30 mg/l). Na een daling tot 1988, stijgt het gemiddelde COD gehalte weer en krijgt een piekwaarde in 1991. Vervolgens zien we een dalende trend sinds 1993.

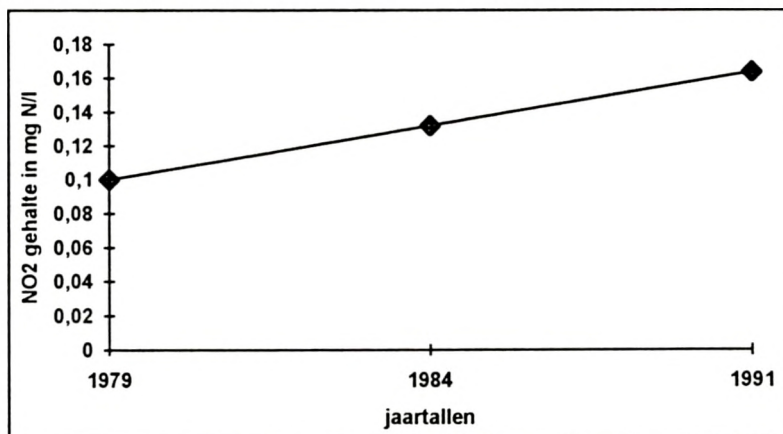
Eigen metingen op 1 juli 1994 leidden tot volgende waarden van het O₂ gehalte op 5 staalnamepunten.

Tabel 1: Het O₂ gehalte (in mg/l) weer voor 5 staalnamepunten (zie Bijlage 3 Figuur 1) in functie van de diepte (juli 1994).

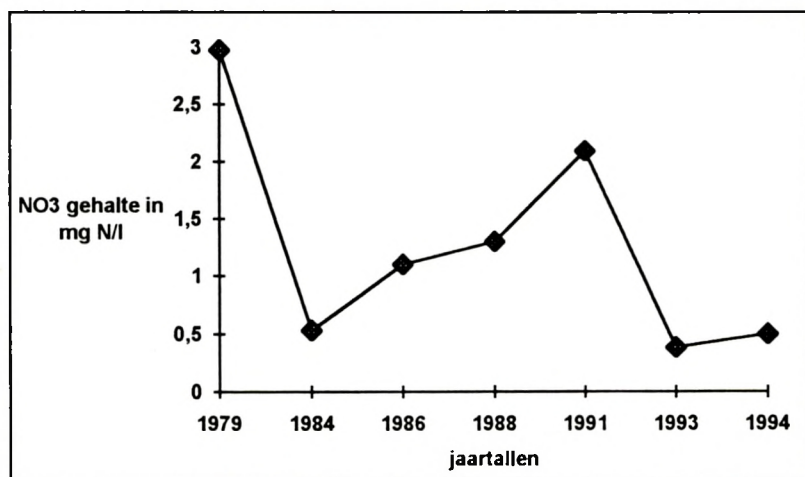
	0 m	-5 m	-6 m	-7 m	-10 m	-12.5 m	-15 m	-16 m
Brugge (1)	19.7	2.2		1.6				
RWZI (2)	20.9	5.1	4.1					
Herdersbrug (3)	16.3	6.3			2.9	1.7		
Plaats 4	13.9	6.7	5.5					
Haven Zeebrugge (5)	9.9	6.7	3.3		3.3		1.6	1.8

We zien een duidelijke zuurstofafname bij toenemende diepte. Op de bodem zijn de zuurstofconcentraties zelfs zeer laag.

2.2 Nutriënten



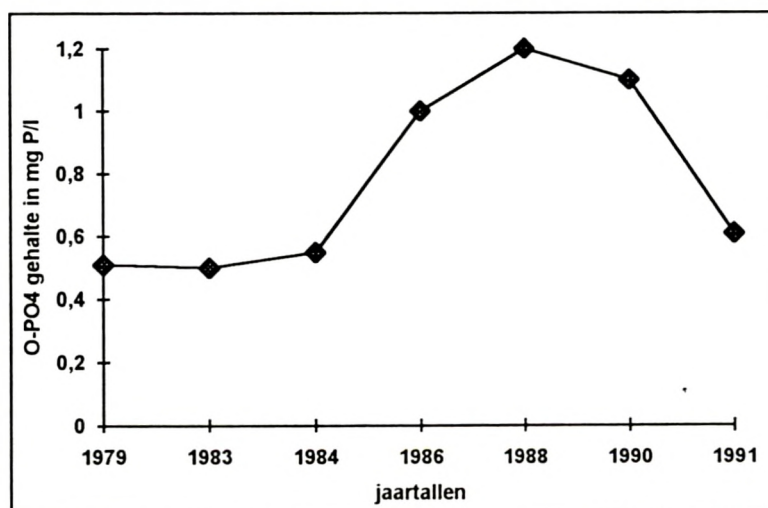
Figuur 3: Het verloop van het gemiddelde NO₂⁻-gehalte (in mg N/l) over verschillende jaren ter hoogte van de Herdersbrug en Dudzelebrug.



Figuur 4: Het verloop van het gemiddelde NO₃⁻-gehalte (in mgN/l) over verschillende jaren ter hoogte van de Herdersbrug en Dudzelebrug.

Uit de tabellen in Bijlage 2 en uit de Figuren 3 en 4 blijkt dat:

De NO₂⁻-gehalten boven de vooropgestelde norm (nl. NO₂⁻ ≤ 0.009 mg N/l) liggen. Het gemiddelde NO₂⁻-gehalte stijgt over de jaren heen. We stellen een stijging vast van de gemiddelde NO₃⁻-gehalten na de daling sinds 1984 met een piekwaarde in 1991. Vanaf dan stelt men een verbetering vast en is het NO₃⁻-gehalte terug gedaald.



Figuur 5: Het verloop van het gemiddelde O-PO₄ gehalte (in mg P/l) over de verschillende jaren ter hoogte van de Herdersbrug en Dudzelebrug.

Uit de tabellen in Bijlage 2 en Figuur 5 blijkt dat voor O-PO₄ de normen voor alle metingen worden overschreden.

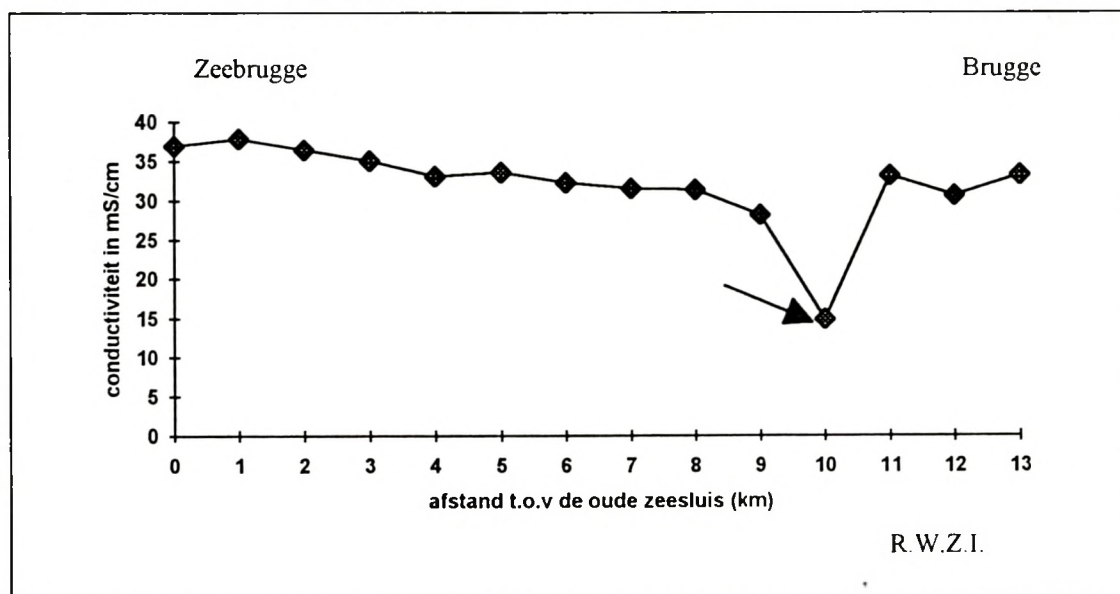
De gemiddelde O-PO₄ gehalten nemen toe over de jaren vanaf 1983 tot 1988 en daalt in 1991.

2.3 Chloridegehalte en geleidbaarheid

Zoals eerder vermeld kunnen de normen voor bepaalde parameters in het Boudewijnkanaal niet gehaald worden.

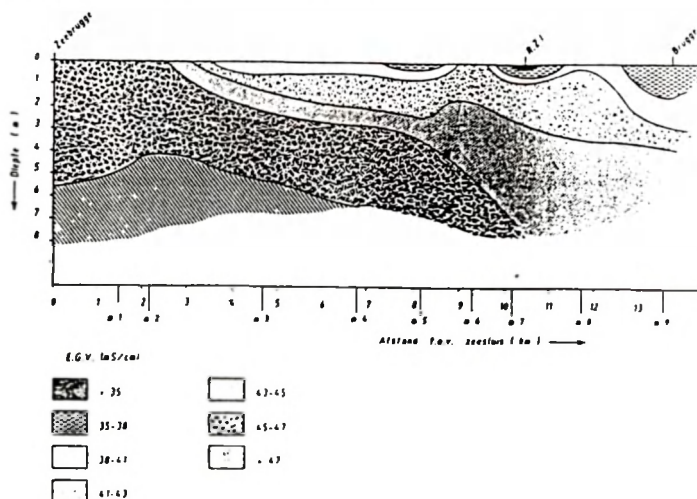
Dit geldt bijvoorbeeld voor het chloridegehalte en daarmee samenhangend de conductiviteit in het kanaal. Het geleidingsvermogen kan als maat genomen worden voor de chlorideconcentratie.

Eigen metingen op 8 juni, 30 augustus en 29 november 1994, leidden tot volgende gemiddelde conductiviteitswaarden (Figuur 6).



Figuur 6: De gemiddelde waarde van de conductiviteit (in mS/cm) over de verschillende meetpunten langs het kanaal (gemiddelde van 3 metingen).

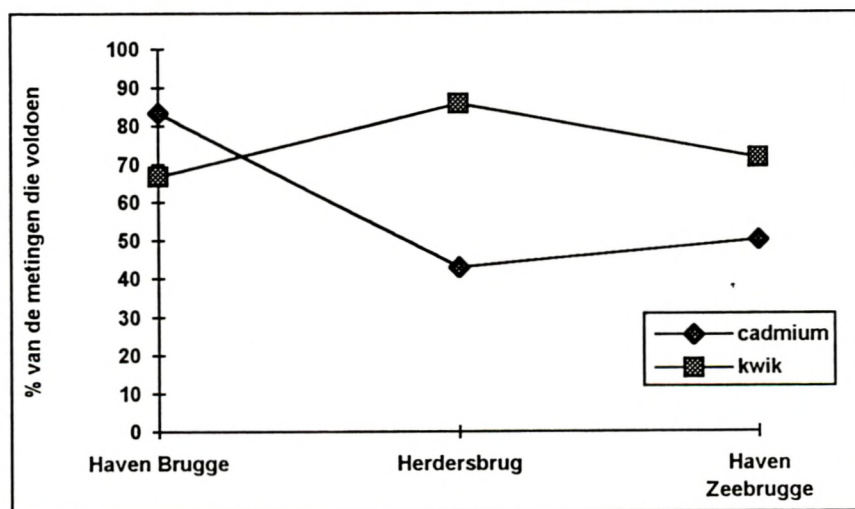
Figuur 7 geeft het profiel van het geleidingsvermogen in het Boudewijnkanaal (december 1990) weer (VMM, 1992)



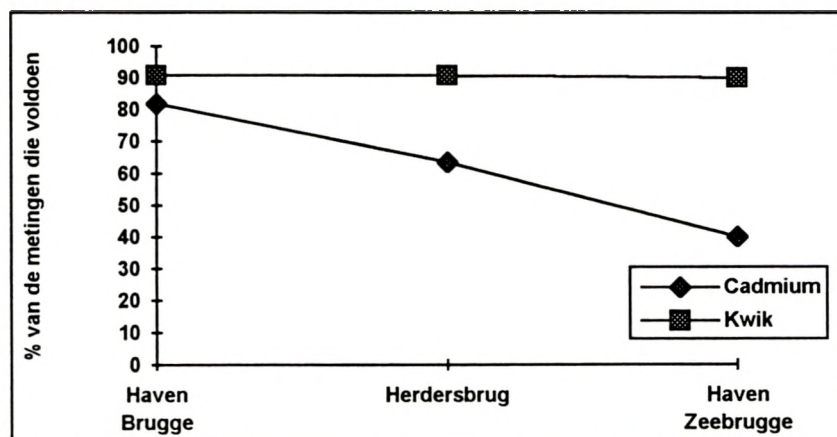
Het water in het Boudewijnkanaal bestaat voor 60-90 % uit zeewater (VMM, 1992). Uit de figuren blijkt dat de conductiviteit toeneemt met de diepte en dat de conductiviteit toeneemt naar Zeebrugge toe. Het minimum wordt gevonden ter hoogte van het lozingspunt van de R.W.Z.I..

2.4 Zware metalen in de waterkolom

Uit Tabellen 9, 10, 11, 12, 13 en 14 in Bijlage 2 kunnen we vaststellen dat de basiskwaliteitsnormen voor sommige zware metalen in de waterkolom in 1993 en 1994 werden overschreden. Dit is het geval voor cadmium en kwik en wordt weergegeven in Figuren 8 en 9. Voor lood, zink en chroom blijven de gemeten waarden onder de norm.



Figuur 8: Het percentage van de metingen (8) die overeenstemmen met de vooropgestelde norm voor cadmium (nl. 1 µg/l) en kwik (nl. 0.5 µg/l) voor 3 punten langs het Boudewijnkanaal in 1993.



Figuur 9: Het percentage van de metingen (11 metingen), die voldoen aan de vooropgestelde norm voor cadmium (nl. 1 µg/l) en kwik (nl. 0.5 µg/l) voor 3 punten langs het kanaal weergegeven voor 1994.

Uit de Figuren 8 en 9 kunnen we besluiten dat in '94 een groter aantal metingen voldeed aan de normen voor kwik en dit op de 3 meetpunten. Dit kan wijzen op de verbetering in de waterkolom voor wat de kwikconcentraties betreft. Uit de Tabellen 9 tot 14 merken we op dat de hoogste waarden aan kwik werden teruggevonden in 1993, vooral in de haven van Brugge en in Zeebrugge. In 1994 liggen de waarden ongeveer een factor 10 lager en dit voor de 3 staalnameplaatsen.

Wat betreft de cadmiumgehalten kunnen we besluiten dat een groter aantal metingen in 1994, ten opzichte van 1993, voldeed aan de normen voor de staalnameplaats nabij de Herdersbrug.

Voor de haven van Zeebrugge bleef dat aantal ongeveer gelijk en voor de haven van Brugge voldeed in 1994 een kleiner aantal metingen aan de normen.

Voor de staalnameplaats in de haven van Zeebrugge ligt de gemiddelde waarde voor 1993 lager dan deze voor de haven van Brugge en de Herdersbrug.

In 1994 zijn de cadmiumgemiddelden van de drie staalnameplaatsen ongeveer hetzelfde en zijn de concentraties op ongeveer 1/3 teruggefallen in vergelijking met 1993.

2.5 Zware metalen in het bodemslib

In 1989 werden door de VMM op 5 plaatsen slibmonsters genomen in het Boudewijnkanaal. Deze 5 plaatsen zijn aangeduid op Figuur 1 in Bijlage 2.

Tabel 2: Zware metalen (in mg/kg droge stof) in slib van de 5 VMM-meetpunten op het Boudewijnkanaal (1989).

	Plaats 1	Plaats 2	Plaats 3	Plaats 4	Plaats 5
Zn	1156	796	1139	201	1059
Cu	99	102	182	38	121
Pb	734	456	654	108	515
Cr	143	70	105	45	106
Ni	111	61	68	26	42
Cd	26	16.2	23	26	42
Hg	6.8	6.3	8.6	2.0	2.8

Op onze vraag werd door de VMM ook slib bemonsterd van de 5 staalnameplaatsen van vis uit onderhavig onderzoek (zie Bijlage 3, Figuur 1). Deze resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Zware metalen (in mg/kg droge stof) in slib van 5 meetpunten op het Boudewijnkanaal (november 1994).

	Plaats 1	Plaats 2	Plaats 3	Plaats 4	Plaats 5
Zn	361	1523	372	61	68
Cu	59.4	188.1	74.3	17.3	24.3
Pb	105	49.1	135.6	17.1	14.9
Cr	39.4	110	56.9	34.6	33.9
Ni	15.3	35	15.1	6	11.4
Cd	7.33	22.43	7.13	0.66	0.35
Hg	1.2	7.2	1.4	0.1	0.1

In Tabel 15 in Bijlage 2 is een overzicht weergegeven van de referentiewaarden bodemkwaliteit in relatie tot de voorlopige algemene milieukwaliteit waterbodem en de voorlopige signaleringswaarde in Nederland (Milieuprogramma 1989-1992).

Deze meetwaarden zijn moeilijk te vergelijken met de Nederlandse referentiewaarden, aangezien ze moeten omgerekend worden naar de standaardbodem op basis van het % organisch materiaal en het % lutum.

Ofschoon in 1989 en 1994 niet dezelfde plaatsen werden bemonsterd zien we toch een algemene daling van zware metalen in het slib van het Boudewijnkanaal.

Ter hoogte van de R.W.Z.I. (plaats 2) is het slib het meest vervuild door zware metalen. Zowel voor Zn, Cu, Cr, Ni, Cd en Hg vinden we hier de hoogste concentraties.

Voor Pb werden de hoogste waarden teruggevonden in het Nijverheidsdok (plaats 1) en in de zwaairom (plaats 3).

3) Lozingen

Momenteel is de grootste vervuiler van het water in het Boudewijnkanaal de R.W.Z.I. De effluenten van de R.W.Z.I. zijn rijk aan nutriënten (P en N).

Tot 1993 loosde ook de verbrandingsoven (IVBO) rechtstreeks op het Boudewijnkanaal en betrok ook water uit het kanaal als waswater. Nu worden effluenten van de R.W.Z.I. aangewend als waswater en het afvalwater wordt nu geloosd op de collector van de R.W.Z.I.

Andere vervuilers met een kleinere impact op het kanaal zijn:

- lozingen afkomstig van Zeebrugge die via het Isabellavaartje het Boudewijnkanaal bereiken. Er zijn echter plannen (Aquafin '94) om de visveiling en riolering van Zeebrugge aan te sluiten op een collector van de R.W.Z.I.

- de aanwezigheid van een overstort ter hoogte van het Nijverheidsdok. Theoretisch wordt deze niet meer gebruikt, maar in de praktijk wordt vastgesteld dat er nog regelmatig rioolwater overstort langs dit punt (zie Bijlage 2, Figuur 2).

- de aanwezigheid van een overstort gelegen langs de Pathoekeweg. Deze overstort treedt in werking bij iedere hydraulische overbelasting van het collectorennet (zie Bijlage 2, Figuur 2).

- het schutten van schepen kant Brugge. Binnenhalen van verontreinigd water uit het kanaal Gent-Oostende.

- de aanwezigheid van talrijke lozingspijpen van bedrijven naast het kanaal gelegen. In principe mag via deze pijpen enkel lozing van neerslagwater gebeuren. Nochtans vallen sluiklozingen niet uit te sluiten.

We merken op dat wij twee maal olievervuiling hebben bemerkt ter hoogte van het Nijverheidsdok.

4) Bespreking

De waterkwaliteit in het Boudewijnkanaal is zeer slecht te noemen. Er zijn veel te veel nutriënten aanwezig, de zuurstofvraag is te hoog, de zuurstofconcentratie schommelt sterk en van sommige zware metalen worden de normen regelmatig overschreden. Uit de resultaten blijkt dat waterkwaliteit al sinds de aanvang van de metingen slecht was te noemen (de normen werden toen al overschreden) en dat de kwaliteit er over het algemeen nog op achteruitgegaan is in de daarop volgende jaren.

Sinds 1991 zien we echter een verbetering voor enkele parameters, zo voldoet de zuurstofconcentratie steeds aan de norm, de COD gehalten zijn nog steeds te hoog, maar de gemiddelden liggen reeds een heel stuk lager dan de jaren ervoor, en voor de NO_3^- -en O-PO_4 -gehalten stellen we een daling vast.

De waterkwaliteitsproblemen zijn het gevolg van jarenlange lozingen en vervuiling op het kanaal, in het verleden vooral door:

- de verbrandingsoven van I.V.B.O.

- de overstort van het rioolstelsel "Herdersbrugge".

- het schutten van schepen kant Zeebrugge. Binnenhalen van verontreinigd water uit de voorhaven.

- het schutten van schepen kant Brugge. Binnenhalen van verontreinigd water uit het kanaal Gent-Oostende.
- de scheepsherstellingsbedrijven in de zijdokken te Zeebrugge.
- de lozingen van de bedrijven langs de dokken kant Brugge.

Tegenwoordig zou de vervuiling vooral te wijten zijn aan de effluenten van de RWZI., deze effluenten zijn namelijk nutriëntenrijk. De zware metalen zijn dan weer hoofdzakelijk afkomstig van de verbrandingsoven IVBO waarvan het afvalwater op een collector van de RWZI wordt geloosd.

Sinds juni 1993 is het proces van de verbrandingsoven aangepast en resulteert in een reductie van zware metalen.

In Bijlage 2 Tabel 16 worden de vuilvrachten in de lozing van de verbrandingsoven weergegeven voor en na de omschakeling en wordt er een berekening gemaakt van de procentuele reductie. We zien een belangrijke reductie voor de zware metalen in de vuilvracht.

Ter hoogte van de R.W.Z.I. is dan ook een lichte verbetering op vlak van zware metalen vast te stellen in het water, maar deze is niet evenredig met de saneringsinspanning (mededeling Dienst Leefmilieu Brugge).

Ter hoogte van de lozing van de R.W.Z.I. (en vroeger de I.V.B.O) is een dikke bodemsliblaag aanwezig, hierin is een grote hoeveelheid zware metalen in opgeslagen, vermoedelijk worden nog zware metalen vrijgesteld uit deze sliblaag.

De grote toevoer van nutriënten door de R.W.Z.I. zal verdere eutrofiëring veroorzaken. Uit de analyse van geregelde staalnamen van het gezuiverde effluent van de R.W.Z.I. dat wordt geloosd, stelt men vast dat de toestand verbeterd is (Dienst Leefmilieu, Brugge).

Zelfs als alle lozingen stopgezet worden kan er slechts een geleidelijke verbetering plaats hebben. Het overschot aan nitraten en fosfaten in de bodem zorgt nog jaren voor een overvoeding.

5) Normen waaraan de waterkwaliteit in het Boudewijnkanaal nooit zal voldoen

Het Boudewijnkanaal betreft een brakwatersysteem wat tot gevolg heeft dat enkele waterkwaliteitsdoelstellingen nooit kunnen gehaald worden.

Bij de berekening van de Totaal-PRATI, toegepast door de VMM, wordt er bij de evaluatie dan ook geen rekening gehouden met de parameters chloride, sulfaat en geleidbaarheid als het betreffende oppervlaktewater van nature brak is.

Voor brakwatersystemen bestaan er geen normen of richtwaarden voor deze van nature afwijkende parameters.

Een aanpassing van deze parameters voor brakwatersystemen is dan ook wenselijk.

Normen:

- chloride (mg Cl/l) $\times \leq 200$
- geleidbaarheid ($\mu\text{S/cm}$) $\times \leq 1000$
- sulfaat (mg/l SO_4^{2-}) $\times < 100$

Het is zeer moeilijk deze normen aan te passen, ook in andere landen zijn hiervoor geen normen opgesteld. Bovendien bestaan er voor zeewater voor deze parameters geen normen. Het opstellen van dergelijke normen vereist dan ook een zeer uitgebreide studie. In Nederland staat deze studie nog in zijn kinderschoenen.

We kunnen de waarden wel vergelijken met die gevonden in andere brakwatersystemen.

Voor het chloridegehalte vindt men in het Boudewijnkanaal waarden gelegen tussen 10 en 14 g Cl/l. Wateren met een dergelijk chloridegehalte worden volgens Redeke (zie Tabel 4) geklasseerd als een polyhalien brakwatersysteem.

Voor drie bestudeerde estuaria in België, zijnde te Nieuwpoort, Oostende en Blankenberge worden waarden vastgesteld tussen 8 en 18 g Cl/l (Louis et al., 1979).

Tabel 4: Indeling van de wateren naar het chloridegehalte volgens Redeke (uit Limnologie, Gillard A. 1972).

Cl g/l	
<0.1	zoetwater
0.1-1.0	oligohalien
1.0-10	mesohalien brakwater
10.0-17.0	polyhalien
>17.0	zeewater

Voor het geleidingsvermogen vinden we in het Boudewijnkanaal waarden gelegen tussen 14 000 en 41 000 $\mu\text{S/cm}$.

Voor de estuaria in Nieuwpoort, Oostende en Blankenberge stelt men waarden vast gelegen tussen 15 000 en 41 000 $\mu\text{S/cm}$ (Louis et al., 1979).

Het geleidingsvermogen is afhankelijk van de chlorideconcentratie. Het is dus evident dat we bij de gevonden chlorideconcentraties ook hoge waarden gaan terugvinden voor het geleidingsvermogen.

Voor sulfaatgehalten in het Boudewijnkanaal zijn niet veel gegevens bekend. In 1979 werd een gemiddelde waarde van 1909 mg/l SO_4^{2-} gemeten ter hoogte van de Herdersbrug (Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie, 1979).

De spreiding van de gemeten waarden voor het sulfaatgehalte tussen 1988 en 1990 voor het Boudewijnkanaal is 400 - 1600 mg/l (VMM).

Voor de estuaria te Nieuwpoort, Oostende en Blankenberge stelt men gemiddelde waarden van respectievelijk 2536 mg/l, 2283 mg/l en 2292 mg/l SO_4^{2-} vast.

B. Visstand

1) Vangstmethodiek

De visbemonstering is gebeurd op 5 verschillende plaatsen (zie Bijlage 3, Figuur 1). Deze plaatsen werden zo gekozen omdat ze gekend zijn als knelpuntgebieden met betrekking tot de waterkwaliteit (plaats 1 en 2) of als belangrijke hengelgebieden (plaats 3) of als ecologisch interessant gebied (plaats 5). De bevissing gebeurde met een periodiciteit van 3 maanden (in juni, september, december 1994 en maart 1995). Ook juvenielen werden bemonsterd en gedetermineerd, deze geven beeld over eventueel paaiende vissoorten in het kanaal.

Om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de vispopulatie in het Boudewijnkanaal werden verschillende bevissingstechnieken aangewend. Op die manier werd een mogelijk selectief vissen op bepaalde soorten zo goed als uitgeschakeld. Hierna volgt een overzicht van de verschillende bevissingstechnieken.

1.1 Fuiken

Er werden 3 typen van fuiken gebruikt

- 1) de kleine ijzeren fuiken (zie Bijlage 3, Figuur 2)
- 2) de schietfuiken, dit zijn dubbele fuiken met een tussenvleugel (zie Bijlage 3, Figuur 3)
- 3) dubbelvleugelige fuiken, dit zijn fuiken met twee vleugels, hiervan werden twee soorten met verschillende afmetingen gebruikt (zie Bijlage 3, Figuren 4 en 5)

1.2 Kieuwnetten

Er werden kieuwnetten aangewend met verschillende maaswijdtes en verschillende afmetingen. De kieuwnetten werden steeds tegen de bodem geplaatst, meestal in een hoek van 30° schuin op de oever.

afmetingen:	maaswijdte	lengte	breedte
1a)	25 mm	27 m	1.35 m
1b)	40 mm	27 m	1.35 m
2a)	30 mm	27 m	1.35 m
2b)	75 mm	27 m	1.35 m
3a)	19 mm	27 m	1.35 m
3b)	75 mm	27 m	2.45 m
4a)	19 mm	27 m	2.45 m
4b)	60 mm	27 m	1.35 m
5a)	30 mm	27 m	1.35 m
5b)	70 mm	27 m	2.45 m

Opmerking: De verschillende netten werden per campagne gewisseld, zodat elk net op verschillende staalnamepunten gebruikt werd (zie punt 2 vangstschemata).

Voor de 2de en 3de campagne dienden enkele netten vervangen te worden, zo werd 2b) , 3b) 5a) en 5b) vervangen door de volgende netten:

	maaswijdte	lengte	breedte
2b)	80 mm	30 m	1.5 m
3b)	80 mm	30 m	1.5 m
5a)	40 mm	30 m	1.5 m
5b)	70 mm	30 m	1.5 m

1.3 Longlines

Longlines van 100 m met om de 1.5 m een beaasde zijlijn werden tijdens de eerste campagne uitgetoetst in het Boudewijnkanaal. Deze methode bleek weinig efficiënt te zijn en was zeer arbeidsintensief zodat deze methode in de volgende campagnes achterwege werd gelaten.

1.4 Sportvisserij en sportviswedstrijden

Enkele vissers kregen in het kader van het onderzoek, de uitzonderlijke toelating te vissen met meer dan twee hengels. Ook werden er op het Boudewijnkanaal en in het havengebied regelmatig viswedstrijden gehouden. De gevangen vis werd door de visclubs overhandigd voor onderzoek.

1.5 Kruisnetvissers

Vissers met boot en kruisnet van 5 meter bij 5 meter , werden bereid gevonden in het kader van het onderzoek hun medewerking te verlenen.

De bevissing met kruisnet gebeurde 's nachts daar de paling dan het meest actief is en de kans op vangst groter is. Elke plaats werd op identieke wijze gedurende eenzelfde tijdsduur bemonsterd.

1.6 Schepnet

Voor de vangst van juvenielen.

2) Vangstschema

In onderstaande tabellen zijn de vangstschema's voor de verschillende campagnes weergegeven waarbij "plaats" duidt op de vangstplaatsen zoals deze zijn weergegeven in Bijlage 3 Figuur 1.

Wat de methodes betreft slaan de gegevens achter het net vermeld op de afmetingen van het net dat gebruikt werd. Hiervoor wordt, voor de kieuwnetten, verwezen naar p. 14 onder punt 1.2 kieuwnetten.

Met kleine fuik wordt bedoeld de fuik zoals weergegeven in Figuur 2, Bijlage 2. Met "Fuik a)" wordt bedoeld de schietfuik zoals weergegeven in Figuur 3, Bijlage 3. "Fuik b en c" stellen de dubbelvleugelige fuik voor zoals voorgesteld in respectievelijk Figuur 4 en 5, Bijlage 4.

Tabel 5: Vangstschema eerste campagne (1994).

plaats	datum	methode	tijd
plaats 1	31 mei	longlines	48 uur
plaats 1	31 mei	kieuwnetten 1a) 1b)	2 uur
plaats 1	31 mei	fuik b)	24 uur
plaats 1	8 juni	kieuwnet 2b)	24 uur
plaats 1	9 juni	kruisnet	1.5 uur
plaats 2	31 mei	longlines	48 uur
plaats 2	31 mei	kieuwnetten 2a) 2b)	2 uur
plaats 2	1 juni	kieuwnetten 2a) 2b)	3 uur
plaats 2	31 mei	fuik a)	24 uur
plaats 2	8 juni	kieuwnet 3b)	24 uur
plaats 2	9 juni	kruisnet	1.5 uur
plaats 3	31 mei	longlines	48 uur
plaats 3	31 mei	kieuwnetten 3a) 3b)	2 uur
plaats 3	31 mei	fuik c)	24 uur
plaats 3	8 juni	kieuwnet 1b)	24 uur
plaats 3	8 juni	kruisnet	1.5 uur
plaats 4	31 mei	longlines	48 uur
plaats 4	31 mei	kieuwnetten 4a) 4b)	3 uur
plaats 4	31 mei	fuik a)	24 uur
plaats 4	8 juni	kieuwnet 5b)	24 uur
plaats 4	8 juni	kruisnet	1.5 uur
plaats 5	31 mei	longlines	48 uur
plaats 5	31 mei	kieuwnetten 5a) 5b)	3 uur
plaats 5	31 mei	fuik a)	24 uur
plaats 5	8 juni	kieuwnet 4b)	24 uur
plaats 5	8 juni	kruisnet	1.5 uur

Tabel 6: Vangstschema tweede campagne (1994).

plaats	datum	methode	tijd
plaats 1	29 augustus	fuik c)	72 uur
plaats 1	31 augustus	kieuwnetten 2a) 2b)	24 uur
plaats 1	29 augustus	kleine fuik	72 uur
plaats 1	31 augustus	kruisnet	1.5 uur
plaats 2	29 augustus	fuik b)	72 uur
plaats 2	31 augustus	kieuwnetten 3a) 3b)	24 uur
plaats 2	29 augustus	kleine fuik	72 uur
plaats 2	31 augustus	kruisnet	1.5 uur
plaats 3	29 augustus	fuik a)	72 uur
plaats 3	31 augustus	kieuwnetten 4a) 4b)	24 uur
plaats 3	29 augustus	kleine fuik	72 uur
plaats 3	30 augustus	kruisnet	1.5 uur
plaats 4	29 augustus	fuik a)	72 uur
plaats 4	31 augustus	kieuwnetten 5a) 5b)	24 uur
plaats 4	29 augustus	kleine fuik	72 uur
plaats 4	31 augustus	kruisnet	1.5 uur
plaats 5	29 augustus	fuik a)	72 uur
plaats 5	31 augustus	kieuwnetten 1a) 1b)	24 uur
plaats 5	29 augustus	kleine fuik	72 uur
plaats 5	31 augustus	kruisnet	1.5 uur

Tabel 7: Vangstschema derde campagne (1994).

plaats	datum	methode	tijd
plaats 1	28 november	fuik a)	72 uur
plaats 1	30 november	kieuwnetten 3a),b)	24 uur
plaats 1	28 november	kleine fuik	72 uur
plaats 1	30 november	kruisnet	1.5 uur
plaats 2	28 november	fuik c)	72 uur
plaats 2	30 november	kieuwnetten 4a) 4b)	24 uur
plaats 2	28 november	kleine fuik	72 uur
plaats 2	30 november	kruisnet	1.5 uur
plaats 3	28 november	fuik a)	72 uur
plaats 3	30 november	kieuwnetten 5a) 5b)	24 uur
plaats 3	28 november	kleine fuik	72 uur
plaats 3	29 november	kruisnet	1.5 uur
plaats 4	28 november	fuik b)	72 uur
plaats 4	30 november	kieuwnetten 1a) 1b)	24 uur
plaats 4	28 november	kleine fuik	72 uur
plaats 4	29 november	kruisnet	1.5 uur
plaats 5	28 november	fuik a)	72 uur
plaats 5	30 november	kieuwnetten 2a) 2b)	24 uur
plaats 5	28 november	kleine fuik	72 uur
plaats 5	29 november	kruisnet	1.5 uur

Tabel 8 Vangstschema vierde campagne (1995).

plaats	datum	methode	tijd
plaats 1	6 maart	fuik c)	72 uur
plaats 1	8 maart	kieuwnetten 4a),4b)	24 uur
plaats 1	6 maart	kleine fuik	72 uur
plaats 1	14 maart	kruisnet	1.5 uur
plaats 2	6 maart	fuik a)	72 uur
plaats 2	8 maart	kieuwnetten 5a) 5b)	24 uur
plaats 2	6 maart	kleine fuik	72 uur
plaats 2	14 maart	kruisnet	1.5 uur
plaats 3	6 maart	fuik b)	72 uur
plaats 3	8 maart	kieuwnetten 1a)1b)	24 uur
plaats 3	6 maart	kleine fuik	72 uur
plaats 3	14 maart	kruisnet	1.5 uur
plaats 4	6 maart	fuik a)	72 uur
plaats 4	8 maart	kieuwnetten 2a)2b)	24 uur
plaats 4	6 maart	kleine fuik	72 uur
plaats 5	6 maart	fuik a)	72 uur
plaats 5	8 maart	kieuwnetten 3a 3)b	24 uur
plaats 5	6 maart	kleine fuik	72 uur

3) Visrecht

De wet op de riviervisserij van 1 juli 1954 is van toepassing op het Boudewijnkanaal. Daar dit kanaal wordt beheerd door de Maatschappij van de Brugse Zeevaartinrichtingen N.V. (MBZ), beschikt deze maatschappij ook over het visrecht en kan ze aanvullende reglementeringen inzake de visserij uitvaardigen. De hengelaar die in dit water vist heeft naast het gewone staatsvisverlof ook een toegangsbewijs nodig van de MBZ.

Het lijnvissen is alleen toegelaten vanop de westoever van het Boudewijnkanaal, vanaf de Dudzelebrug tot aan de zones van het Boudewijnkanaal gelegen tegenover de ingang van het verbindingdok van de achterhaven en op een gedeelte van de oostoever in de landwaartse toegang tot de P. Vandammesluis. Op het toegangsbewijs, afgeleverd door de MBZ staat uitdrukkelijk vermeld dat de vis in het kanaal niet geschikt zou zijn voor consumptie.

Op het Boudewijnkanaal bestond een bootvisserij met kruisnet, die echter sedert 1991 niet meer toegelaten wordt.

Het kanaal is een gekend palingwater en het peuren wordt dan ook intensief beoefend. Tijdens deze studie werden talrijke vormen van illegale visstroperijen waargenomen. Nachtlijnen, fuiken en zelfs het gebruik van kruisnetten worden vastgesteld. Controle door de bevoegde overheid (MBZ, Afdeling Bos en Groen, Rijkswacht) is ontoereikend.

4) Inventarisatie

In de zomer van 1991 werd in het kader van het M.E.R. dossier, centrale Zeebrugge, door het Rijksstation voor Zeevisserij te Oostende en het Laboratorium voor Biologisch Onderzoek van Waterverontreiniging van de Rijksuniversiteit te Gent een inventarisatie uitgevoerd van de fauna en flora van de voor- en achterhaven van Zeebrugge en het Boudewijnkanaal (De Pauw, 1991).

In de achterhaven werden grote zeenaald, zwarte grondel, schar, tong, wijting en haring aangetroffen. De dominante soorten bleken hier echter schol, bot, dikkopje en dwergbolke te zijn. Paling werd enkel gevangen in het zuidelijk insteeddok.

Afgaande op de hengelvangstregistraties in 1989 bleek het visbestand in het Boudewijnkanaal te bestaan uit paling, baars, blankvoorn, brasem, brakwatergrondel, driedoornige stekelbaars, diklipharder, bot en koornaarvis.

Tijdens het onderzoek in 1991 (De Pauw, 1991), kon geen leven meer vastgesteld worden in het Boudewijnkanaal met uitzondering van een occasionele krab of garnaal.

Tijdens de gehele duur van onderhavige studie werden in totaal 1819 vissen gevangen van diverse soorten in de achterhaven van Zeebrugge en het Boudewijnkanaal. Tabel 1 in Bijlage 3 geeft de lijst weer van alle gevangen vissen met vangstdatum, campagne, vangstplaats, methode, lengte en gewicht.

Tabel 9 vermeldt de lijst van de aangetroffen soorten in het Boudewijnkanaal met hun klassifikatie. Voor de zee- en brakwatersoorten wordt de klassifikatie en naamgeving aangewend zoals vermeld door Nijssen en de Groot (1987).

Voor de voorkomende zoetwatervissen werd de nomenclatuur aangewend zoals bepaald door EIFAC (1966).

Tabel 9: Lijst van de aangetroffen vissoorten in het Boudewijnkanaal met hun klassifikatie.

Orde	Familie	Soort	Nederlandse naam
Petromyzontiformes	Petromyzontidae	<i>Lampetra fluviatilis</i>	rivierprik
Anguilliformes	Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	paling
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Clupea harengus</i>	haring
		<i>Sprattus sprattus</i>	sprot
Gadiformes	Gadidae	<i>Merlangius merlangus</i>	wijting
		<i>Pollachius pollachius</i>	pollak
		<i>Trisopterus luscus</i>	steenbolk
Atheriniformes	Atherinidae	<i>Atherina presbyter</i>	koornaarvis
Gasterosteiformes	Gasterosteidae	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	driedoornige stekelbaars
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Syngnathus acus</i>	grote zeenaald
Scorpaeniformes	Triglidae	<i>Eutrigla gurnardus</i>	grauwe poon
		<i>Trigla lucerna</i>	rode poon
Perciformes	Serranidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	zeebaars
	Percidae	<i>Gymnocephalus cernua</i>	pos
	Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i>	diklipharder
	Zoarcidae	<i>Zoarces viviparus</i>	puitaal
	Callionymidae	<i>Callionymus lyra</i>	pitvis
	Gobiidae	<i>Gobius niger</i>	zwarte grondel
		<i>Pomatoschistus microps</i>	brakwatergrondel
		<i>Pomatoschistus minutus</i>	dikkopje
		<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	Lozano's grondel
		<i>Pomatoschistus pictus</i>	kleurige grondel
Pleuronectiformes	Bothidae	<i>Scophthalmus rhombus</i>	griet
	Pleuronectidae	<i>Pleuronectes platessa</i>	schol
		<i>Platichthys flesus</i>	bot
	Soleidae	<i>Solea solea</i>	tong

De meeste soorten betreffen zeevis (wijting, steenbolk, gekleurde grondel, pollak, pitvis, grauwe poon, rode poon), euryhalie soorten (haring, sprot, koornaarvis, driedoornige stekelbaars, grote zeenaald, zeebaars, diklipharder, puitaal, zwarte grondel, dikkopje, brakwatergrondel, lozano's grondel, griet, schol, bot, tong) en migrerende soorten (rivierprik en paling).

Er werd één zoetwatervis aangetroffen in het kanaal nl. de pos.

Voor een gedetailleerd overzicht van habitat, voortplanting en voeding van de vissen aangetroffen in het Boudewijnkanaal wordt verwezen naar punt 9) Levenswijze van de vissen aangetroffen in het Boudewijnkanaal p. 35.

In onderhavige studie werden meerdere soorten aangetroffen in de achterhaven van Zeebrugge en het Boudewijnkanaal dan in de studie in de zomer van 1991 (De Pauw, 1991). De soorten die in deze laatste studie werden aangetroffen hebben we teruggevonden in onze studie. Opmerkelijk is dat één van de dominante soorten in het onderzoek van 1991 de dwergbolk bleek te zijn. Deze werd niet teruggevonden in onze studie, wel bleek de steenbolk een dominante soort te zijn in het kanaal en de achterhaven.

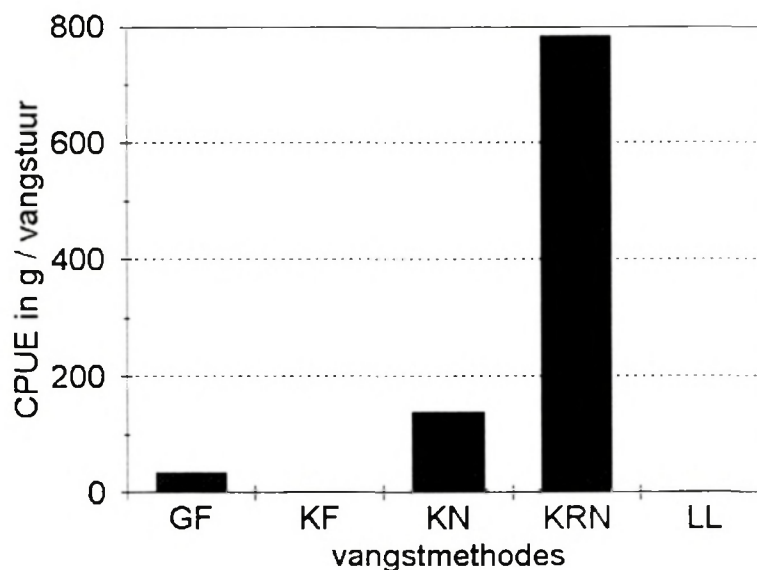
In vergelijking met de hengelvangstregistraties in 1989 bleken de baars, de blankvoorn en de brasem in het Boudewijnkanaal verdwenen te zijn. Het is mogelijk dat deze soorten gevestigd werden nabij de sluis te Brugge en dat deze vissen vanuit het achterliggende kanaal Gent - Oostende het Boudewijnkanaal zijn binnengekomen.

5) Evaluatie vangstmethode

Zoals eerder vermeld, werden de vissen met diverse technieken gevangen om zoveel mogelijk selectief vissen tegen te gaan. Uit de grote soortendiversiteit in de vangsten met de aanwezigheid van zowel bentische bodembewonende soorten als pelagische vissen, mag men aannemen dat door het toepassen van deze verschillende bemonsteringsmethodes een vrij volledig totaalbeeld van de visstand werd bekomen.

Figuur 10 illustreert de gemiddelde CPUE (Catch Per Unit Effort) in g per vangstuur voor de verschillende vangstmethodes en Tabel 2 in Bijlage 3 geeft de CPUE weer per vangstmethode, plaats en campagne.

Hierbij merken we op dat kleine vissoorten en kleine vis van andere soorten enkel gemeten werden en niet gewogen, deze vis is derhalve niet opgenomen in de volgende grafieken.



Figuur 10: De gemiddelde CPUE per vangstmethode in g per vangstuur (GF=grote fuik, KF=kleine fuik, KN=kieuwnet, KRN=kruisnet en LL=longline).

De grafiek toont dat het vissen met kruisnet per tijdseenheid het meest efficiënt gebleken is.

Toch werd er ook met de kieuwnetten een vrij groot aantal vissen verkregen omdat er per campagne twee kieuwnetten per plaats werden gebruikt. Met de kleine fuik en de longlines konden slechts een zeer klein aantal vissen gevangen worden.

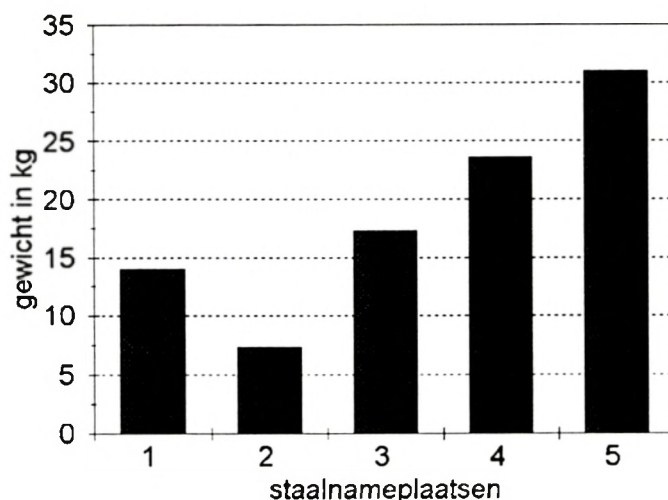
Palingen lieten zich vooral vangen met kruisnet, met de dubbelvleugelige fuiken en de schietfuiken. Voor de overige vissoorten bleken de kieuwnetten de meest efficiënte methode te zijn.

De kleine exemplaren werden vooral gevangen met kruisnet (kleine haring, kleine platvissen en grondelsoorten).

6) Soortendistributie in het kanaal

Zoals eerder beschreven werd het Boudewijnkanaal bemonsterd op vijf verschillende plaatsen (zie Figuur 1, Bijlage 3).

Figuur 11 illustreert het gewicht in kg per plaats van de gevangen vis. Voor de interpretatie van de resultaten merken we op dat het om biomassa's gaat en niet om de aantallen zodat opnieuw kleine vissoorten zoals grondels en kleine vissen van andere soorten niet werden opgenomen in de volgende grafieken en resultaten.



Figuur 11: Totaal gewicht in kg van de vissen gevangen op de verschillende staalnameplaatsen voor de 4 campagnes.

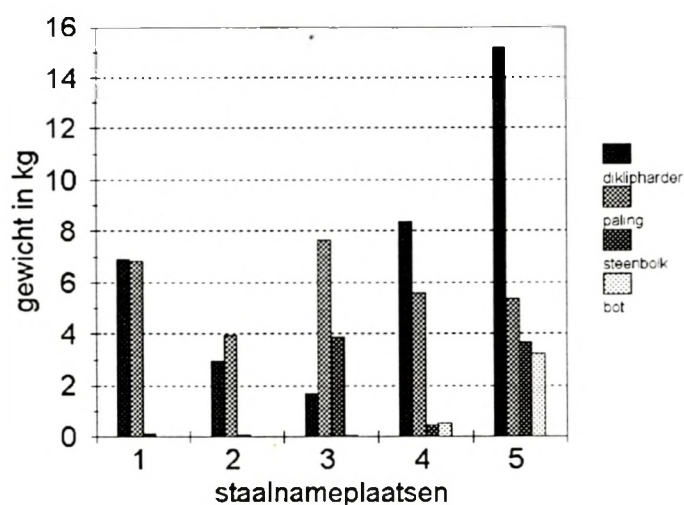
Het is duidelijk dat er op verschillende plaatsen meer vis gevangen werd dan op andere. Aangezien onze vangstmethodiek op de vijf plaatsen gelijk was voor de verschillende campagnes (vangst van vissers en visclubs werden niet meegeteld), mogen we concluderen dat deze zones meer vis bevatten. Er is een duidelijke stijging vast te stellen van de massa naarmate men meer naar Zeebrugge toegaat.

Op staalnameplaats 2 echter zien we een daling, en werd ook het minst vis gevangen, dit is ter hoogte van de R.W.Z.I. Dit kan te wijten zijn aan de slechte waterkwaliteit op dit punt, maar ook het biotoop is minder interessant.

De verspreiding van vis is echter ook nog afhankelijk van een aantal andere factoren zoals de voedselbeschikbaarheid, de aanwezigheid van schuilplaatsen en eventueel paaiplassen, deze kunnen ook voor elke vissoort anders zijn.

Plaatsen 1 en 2, zijn de minst natuurlijke biotopen, immers in de haven van Brugge treffen we vooral kaaimuur als oeverzijde aan en ter hoogte van de R.W.Z.I. is de oever ook niet visvriendelijk. Plaats 3 is de zwaairom waarvan een klein deel een natuurlijke oever heeft met rietbegroeiing. Plaats 4 heeft een natuurlijke afgekalfde oever en plaats 5 bestaat uit een ondiepe ecologisch interessante lagune (zie hoofdstuk D. Structuurkenmerken van de oever op p. 46).

In Figuur 12 is de totale vangst voor enkele veelvoorkomende soorten weergegeven voor de verschillende staalnameplaatsen.



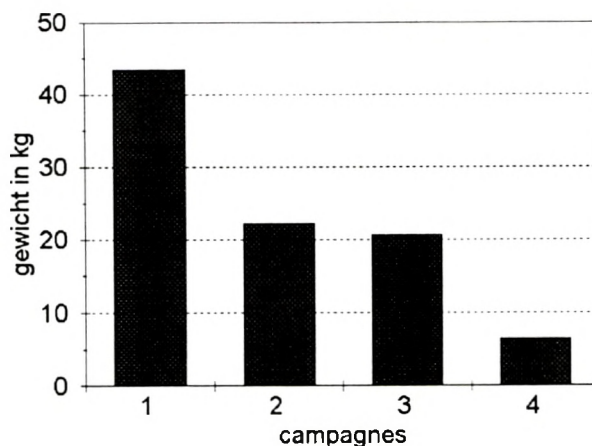
Figuur 12: De totale vangst in kg voor de verschillende staalnameplaatsen voor diklipharder, paling, steenbolk en bot.

Uit deze figuur blijkt dat de soorten niet uniform verdeeld zijn over het kanaal. Het lijkt erop dat harder zich bij voorkeur nabij de haven van Zeebrugge ophoudt, doch deze soort is vrij goed vertegenwoordigd op de 5 plaatsen. Ook paling kon op de 5 plaatsen vrij goed bevestigd worden maar werd toch het meest gevangen in de zwaairom. Steenbolk houdt zich bij voorkeur op in de zwaairom en in de haven van Zeebrugge. Bot is enkel terug te vinden in de haven van Zeebrugge en op plaats 4, het punt op het kanaal dat het dichtst bij de haven van Zeebrugge gelegen is.

Figuren 6, 7, 8 en 9 in Bijlage 3 illustreren de soortendiversiteit over het kanaal voor de 4 verschillende campagnes (uitgedrukt in gewichtspersentages, kleine vissoorten en kleine vis van andere soorten zijn dus niet in deze figuren opgenomen).

Uit deze figuren blijkt dat de soortendiversiteit toeneemt van de haven van Brugge naar de haven van Zeebrugge toe en dit voor de vier campagnes. De totale massa vis dat werd gevangen in het kanaal (ongeacht de plaats) was sterk afhankelijk van het tijdstip van de visvangst.

Figuur 13 geeft het totaal gewicht (in kg) van de vangst per campagne weer (alle soorten).

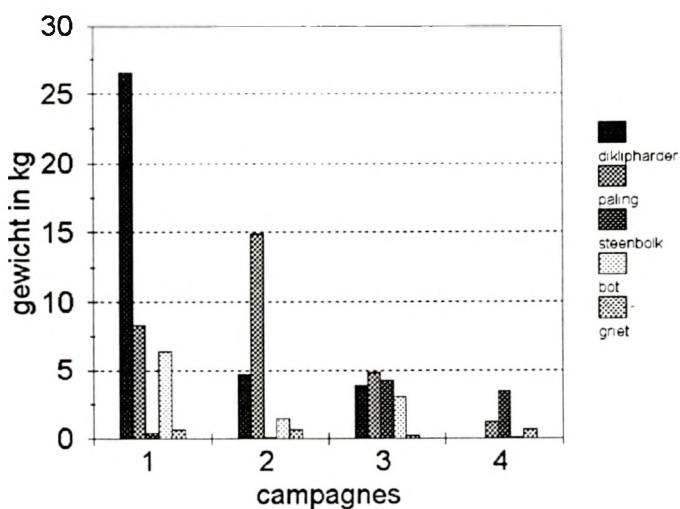


Figuur 13: Het gewicht in kg van de visvangst per campagne (alle soorten, ongeacht de plaats van de vangst in het kanaal).

Aangezien de vangstmethode voor de vier campagnes gelijk was mogen we concluderen dat het tijdstip van de visvangst belangrijk is voor de totale vangst. De vangst bleek het best te zijn begin juni, ongeveer gelijk voor begin september en begin december en het minst goed begin maart.

Hierbij willen we opmerken dat de temperaturen begin december nog vrij warm waren voor de tijd van het jaar (gemiddelde watertemperatuur van 11.2 °C).

Figuur 14 geeft opnieuw het gewicht in kg weer van de visvangst per campagne, hier werd echter onderscheid gemaakt tussen 5 verschillende vissoorten.



Figuur 14: Het gewicht in kg van de visvangst per campagne (ongeacht de plaats) van diklipharder, paling, steenbol, bot en griet.

Uit deze figuur blijkt dat de grootste massa diklipharder werd gevangen tijdens de eerste campagne en in veel mindere mate tijdens de tweede en derde. Tijdens de vierde campagne werd geen diklipharder gevangen. Hierbij merken we op dat er in de eerste en tweede campagne ongeveer gelijke aantallen diklipharders werden gevangen maar dat het tijdens de tweede campagne vooral kleine vis betrof (zie hoofdstuk populatiestructuur, punt 7.2 diklipharder).

Van diklipharder is bekend dat deze vooral in de lente en zomer langsheen de kust en in estuaria terug te vinden zijn. Tijdens de wintermaanden migreren ze naar dieper water en zijn ze eerder geneigd terug naar zee te trekken (Wheeler, 1969).

Paling werd vooral tijdens de eerste twee campagnes gevangen, en praktisch niet tijdens de laatste campagne. Palingen doen namelijk een soort winterslaap en graven zich in in de bodem. Daar zij zich tijdens deze periode niet voortbewegen zijn ze dus zeer moeilijk te bevissen.

Steenbolk werd het best bevestigd tijdens de derde en vierde campagne, tijdens de winterperiode dus. Het is niet erg duidelijk waarom deze vis zo weinig werd gevangen tijdens de zomermaanden.

Bot werd in de eerste drie campagnes gevangen en niet in de laatste. Hieruit echter besluiten dat zij de wintermaanden niet in het kanaal zouden doorbrengen zou voorbarig zijn. Het kan immers zijn dat ook zij gedurende de winter veel minder actief zijn zodat ze gewoon moeilijker te vangen zijn.

Langs de andere kant is van bot wel bekend dat zij vanaf januari tot april naar hun paaiplaatsen trekken die zich in zee bevinden. Bot bereikt zijn seksuele maturiteit tussen één en twee jaar. De mogelijkheid bestaat dus dat de jaarklasse die we in het kanaal hebben aangetroffen (zie hoofdstuk populatiestructuur, punt 7.1 bot) de seksuele maturiteit hadden bereikt en terug naar zee zijn gegaan.

Griet werd in kleine aantallen over de vier campagnes gevangen.

Opmerking: Tijdens de campagnes werden palingen, gevangen in de fuiken, meerdere malen dood aangetroffen (haven Brugge, haven Zeebrugge, RWZI). Dit kan wijzen op sluitingen tijdens de korte periode van het uitzetten van de fuiken maar ook zuurstoftekort kan hier de oorzaak zijn. Immers ter hoogte van de RWZI en het Nijverheidsdok is het bekend dat er een anaërobe zwartkleurige sliblaag aanwezig is.

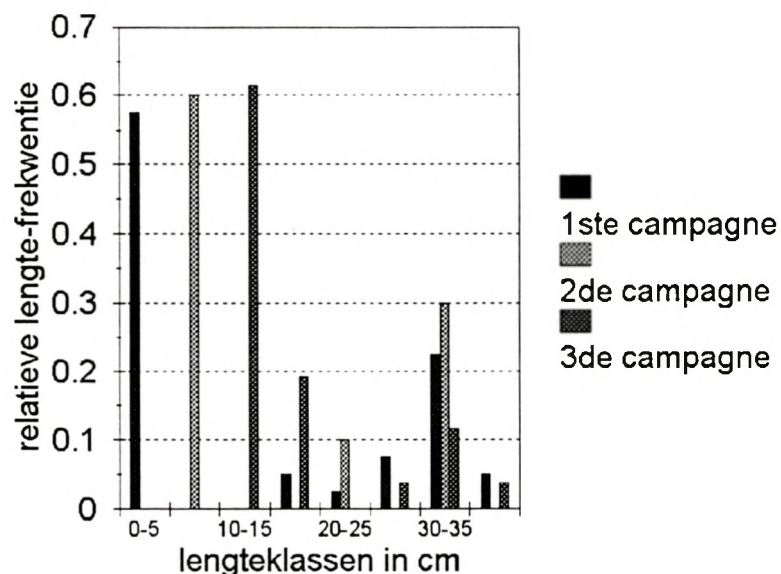
7) Populatiestructuur

Daar voor enkele soorten een vrij groot aantal vissen werd gevangen die allen gemeten werden, was het mogelijk voor een aantal soorten lengte-frekventieverdelingen te maken. Hierbij maakt men, indien mogelijk, onderscheid tussen de verschillende campagnes zodat eventuele groei- en andere populatiestructuurgegevens kunnen worden vastgesteld.

Een betrouwbaar lengte-frekventiehistogram vereist een "representatief" monster. Dit wil zeggen dat alle lengtes binnen een populatie evenveel kans moeten hebben om gevangen te worden. Dit kan bereikt worden door met verschillende vangstmethodes op verschillende plaatsen te bemonsteren.

Bij de volgende lengte-frekventiehistogrammen werden op de Y-as de relatieve frekventies uitgezet (daar we niet voor elke campagne over een gelijk aantal vissen beschikten) en op de X-as de lengteklassen. We merken hierbij op dat bijvoorbeeld in de lengteklasse van "5-10" de waarden vallen van 5 tot 9.9 cm.

7.1 Bot



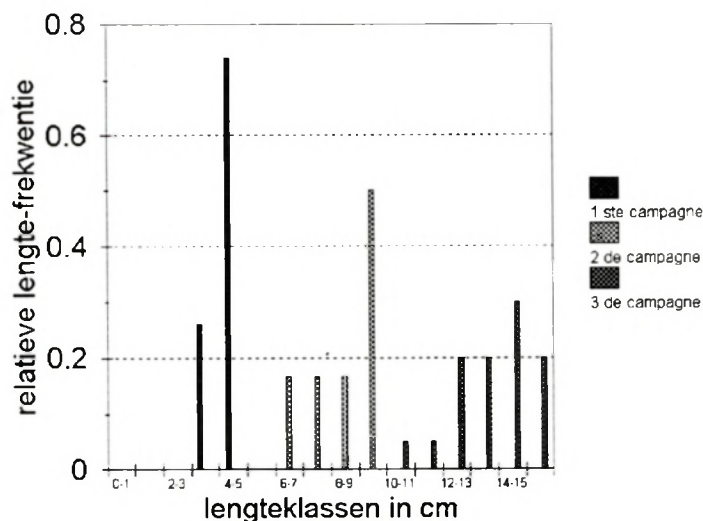
Figuur 15: Lengte-frekventieverdeling van bot in het Boudewijnkanaal (lengteintervallen van 5 cm).

Er werden over de drie campagnes 76 botten gevangen (de vierde campagne is hierbij niet opgenomen omdat er geen bot werd gevangen).

Op deze frekventieverdeling is het duidelijk dat in de eerste campagne het gros van de gevangen bot in de lengteklasse "0-5" valt, tijdens de tweede campagne is dat in de lengteklasse van "5-10" en voor de derde campagne in het interval "10-15".

Het is duidelijk dat we hier te maken hebben met één jaarklasse die groei vertoont. Een deel van de bot die zich in de lengteklasse "15-20" bevindt behoort ongetwijfeld ook nog tot deze zelfde jaarklasse.

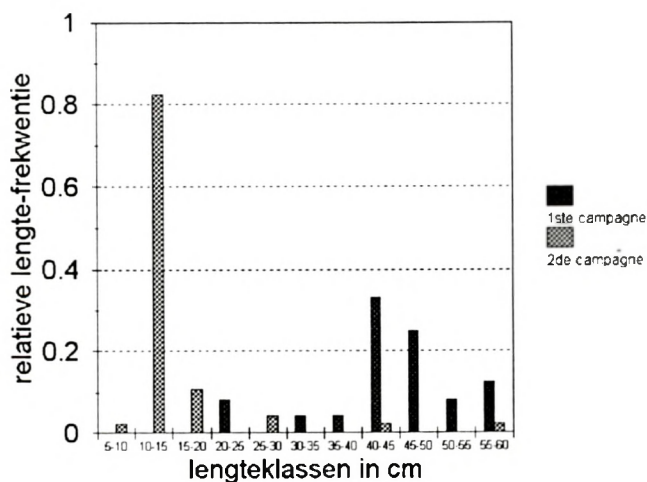
Om een gedetailleerder beeld te krijgen over deze jaarklasse, werd hiervan opnieuw een lengte-frekwentiehistogram opgesteld waarbij lengteintervallen werden gekozen van 1 cm.



Figuur 16: Lengte-frekwentiedistributies voor 1 jaarklasse van de gevangen bot (lengteintervallen van 1 cm).

We zien een duidelijke scheiding zonder overlappingsen tussen de lengteintervallen. Het gaat hier om jonge bot geboren in het voorjaar. Van bot is bekend dat de groei snel is, maar de groei is natuurlijk ook afhankelijk van het beschikbare voedsel en de temperatuur (Wheeler, 1969).

7.2 Diklipharder



Figuur 17: Lengte-frekwentieverdeling van diklipharder in het Boudewijnkanaal (lengteintervallen van 5 cm).

Over de eerste twee campagnes werden 72 diklippharders gevangen (de derde en vierde campagne zijn in dit lengte-frekwentiehistogram niet opgenomen daar er tijdens deze campagnes respectievelijk 4 en geen diklippharders werden gevangen).

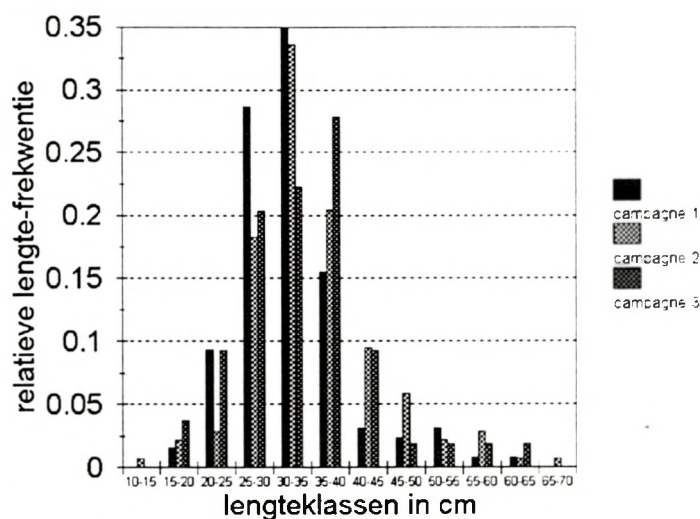
Uit de figuur blijkt dat de kleine vissen het talrijkst waren tijdens de tweede campagne, grote exemplaren werden vooral aangetroffen begin juni.

Uit literatuurgegevens is bekend dat diklippharders in hun eerste levensjaar groeien tot ongeveer 15 cm. Wat de diklippharders van de tweede campagne betreft hebben we dus te maken met eerstejaars die als opgroeigebied de haven en het kanaal hebben gekozen. Het is niet erg duidelijk waarom deze eerstejaars niet werden gevangen begin juni; ofwel waren ze niet in het kanaal ofwel konden we ze niet vangen.

Wat de diklippharders betreft die werden gevangen tijdens de eerste campagne, hebben we te maken met vissen ouder dan 4 jaar. Uit literatuurgegevens weten we dat diklippharders in hun vierde levensjaar een lengte bereiken van 33 cm en tevens de seksuele maturiteit bereiken, in hun negende levensjaar bereiken ze een lengte van 58 cm. Daar zij niet meer werden gevangen tijdens de tweede campagne lijkt het erop dat zij zich niet meer in het kanaal bevonden.

In de derde en vierde campagne werd deze soort praktisch niet of niet gevangen. Dit komt overeen met wat in de literatuur wordt vermeld, nl. dat ze tijdens de wintermaanden naar zee trekken om er te hiberneren.

7.3 Paling



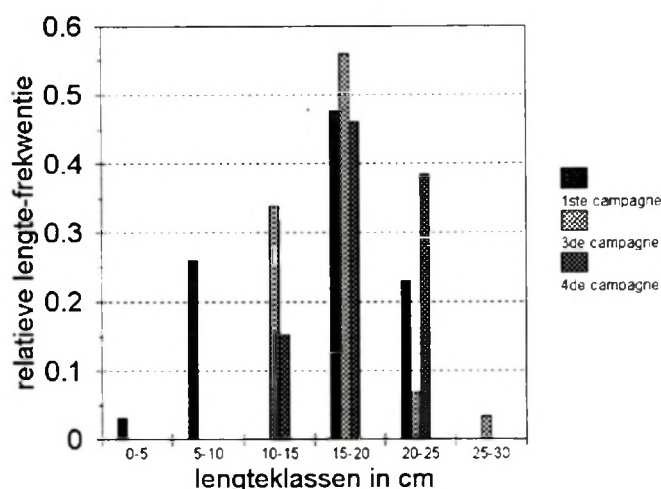
Figuur 18: Lengte-frekwentieverdeling van paling in het Boudewijnkanaal (lengteintervallen van 5 cm).

Er werden over 3 campagnes 321 palingen gevangen (de vierde campagne is hierbij niet opgenomen daar er slechts enkele palingen werden gevangen).

We merken hierbij op dat kleine palingen makkelijk doorheen de mazen van de fuiken kunnen zodat deze minder kans hebben gevangen te worden.

Op het Boudewijnkanaal wordt geen glasaal uitgezet, we hebben hier dus te maken met een natuurlijke migratie van paling op het Boudewijnkanaal. De drie frekwentiehistogrammen wijzen dan ook op een vrij evenwichtige palingpopulatie.

7.4 Steenbolk



Figuur 19: Lengte-frekventieverdeling van steenbolk in het Boudewijnkanaal (lengteintervallen van 5 cm).

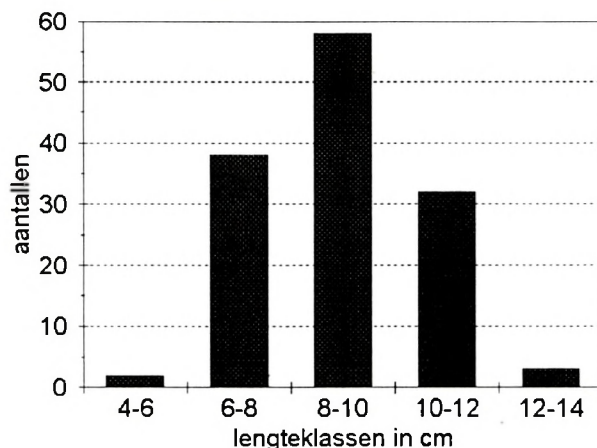
We vingen over drie campagnes 166 steenbolken (de tweede campagne is hierbij niet opgenomen omdat er slechts vier exemplaren werden gevangen).

Enkel tijdens de eerste campagne werden steenbolken gevangen behorende tot de lengteklassen "0-5" en "5-10". Dit zijn vissen geboren in het voorjaar. Het eerste jaar groeien zij zeer snel, en bereiken een lengte van 21 tot 25 cm. Daarna is de groei veel trager; zo bereiken ze op het einde van hun tweede levensjaar een lengte tussen 23 en 27 cm, voor het derde levensjaar tussen 28 en 33 cm en voor het vierde jaar tot 30 cm (Wheeler, 1969).

Hoofdzakelijk werden in het Boudewijnkanaal eerstejaars gevangen.

Voor de volgende twee vissoorten wordt een lengte-frekwentiehogram uitgezet met het reëel aantal gevangen vissen aangezien we slechts in één campagne een voldoende groot aantal exemplaren hadden.

7.5 Zwarte grondel



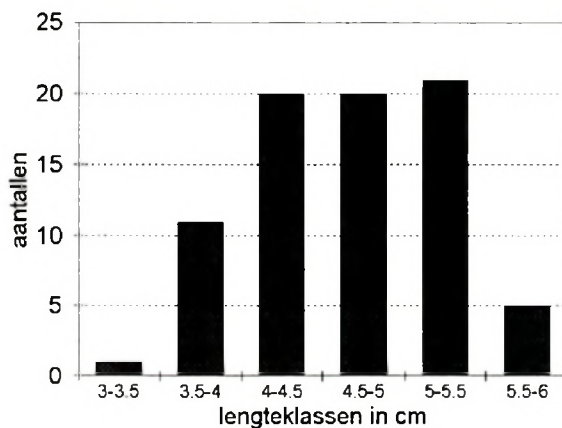
Figuur 20: Lengte-frekventieverdeling van zwarte grondel in het Boudewijnkanaal (lengteintervallen van 2 cm).

Tijdens de eerste campagne werden 133 zwarte grondels gevangen, hoofdzakelijk tijdens een viswedstrijd gehouden tussen onze staalnameplaatsen 4 en 5. Zwarte grondel werd ook aangetroffen tijdens de tweede en derde campagne maar echter in te kleine aantallen. We kunnen dus niets zeggen over eventuele groei.

Het grootste deel van de zwarte grondels zijn geen eerstejaars. Zo is bekend dat vissen van een lengte van 9 à 10 cm, vier à vijf jaar oud zouden zijn.

Het is opvallend dat deze vissen enkel via hengelaars konden bemonsterd worden.

7.6 Lozano's grondel



Figuur 21: Lengte-frekventiedistributie van Lozano's grondel in het Boudewijnkanaal (lengteintervallen van 0.5 cm).

Er werden 78 Lozano's grondels gevangen. Allen tijdens de eerste campagne, hoofdzakelijk op plaatsen 4 en 5, door middel van het kruisnet.

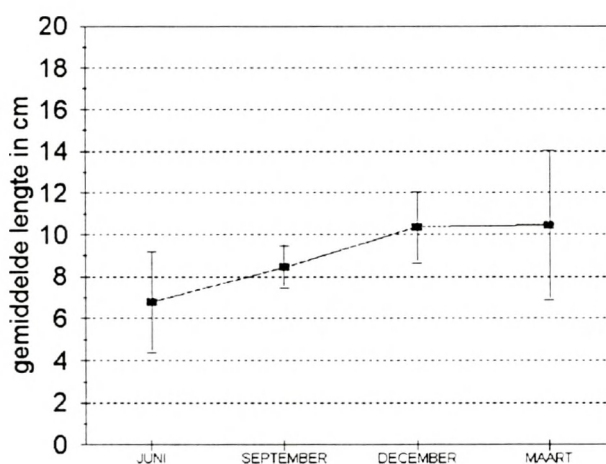
De meesten zijn tussen 4 en 5.5 cm lang.

Het is niet duidelijk waarom deze grondels niet meer werden gevangen tijdens de andere campagnes.

7.7 Haring

Voor haring, waarvan een vrij groot aantal vissen werd gevangen over de verschillende campagnes, werd geen lengte-frekwentiehistogram uitgezet.

Wel zetten we hier op de Y-as de gemiddelde lengte uit in cm en op de X-as de maanden waarin de vier campagnes plaats vonden. Op die manier kan ook eventuele groei kunnen worden vastgesteld. We merken op dat het streepje boven en onder de punten op de grafiek de standaardafwijkingen voorstellen.



Figuur 22: De gemiddelde lengtes in cm van haring in het Boudewijnkanaal.

Over de 4 campagnes werden 774 haringen gevangen. Er werden geen grote exemplaren haring teruggevonden in het kanaal. Uit literatuurgegevens weten we dat haringen op het einde van hun eerste levensjaar 7-9 cm meten en op het einde van hun tweede levensjaar 16-18 cm meten. We hebben hier dus te maken met visjes die tussen 1 en 2 jaar oud zijn. De kleine haringen gebruiken het kanaal als opgroeigebied. Van haring is het dan ook bekend dat zij gedurende de eerste twee jaar in vrij ondiep water verblijven om daarna dieper naar zee te trekken.

De grafiek toont ons een gemiddelde toename van lengte over de verschillende maanden wat wijst op een groei van 3.5 cm. Van december tot maart is de gemiddelde lengte praktisch niet toegenomen, dit is immers de winterperiode waarin de groei traag is.

Volgende vissoorten werden in te kleine aantallen gevangen om via frekwentiehistogrammen gegevens te verkrijgen over de populatiestructuur.

7.8 Griet

Er werden 27 exemplaren aangetroffen, met een lengte variërend tussen 4 en 36.8 cm. Ze werden gevangen op plaatsen 2, 4 en 5. De kleinste exemplaren werden vooral in de haven van Zeebrugge aangetroffen.

Er zijn zowel kleine als grote exemplaren aanwezig in het Boudewijnkanaal en verschillende leeftijdscategorieën zijn dus vertegenwoordigd. Griet bereikt na 1 jaar ongeveer een lengte van 13 cm. Ze bereiken de sexuele maturiteit bij een lengte van 33-41 cm voor de vrouwelijke vissen en 25 cm voor de mannelijke vissen.

7.9 Driedoornige stekelbaars

We vingen 9 exemplaren tijdens de tweede en derde campagne, met een lengte variërend tussen 3.7 en 6.8 cm. Ze werden alle gevangen in de haven van Zeebrugge.

7.10 Koornaarvis

Er werden 6 koornaarvissen gevangen in het kanaal met een lengte tussen 4.5 en 10 cm. Ze werden tijdens de eerste, tweede en derde campagne gevangen. Koornaarvissen groeien zeer snel en bereiken na 1 jaar een lengte van 7 cm.

7.11 Sprot

We troffen 12 sprotten aan in het kanaal verspreid over de 4 campagnes en met een lengte variërend tussen 5.5 en 12.5 cm. De aangetroffen vissen zijn waarschijnlijk allemaal eerstejaars, dan bereiken ze immers een lengte tot 12 cm. Daarna kennen zij een trage groei, tot 14 cm in het tweede jaar en tot 15 cm in het vierde jaar. Zij bereiken de sexuele maturiteit hoofdzakelijk in hun tweede levensjaar.

7.12 Tong

Er werden 10 tongen gevangen. Deze werden gevangen tijdens de campagnes 2, 3 en 4 op plaatsen 1, 3 en 5 en met een lengte variërend tussen 12 en 26.7 cm.

7.13 Wijting

Van wijting werden er 34 stuks gevangen en dit in de vier campagnes op plaatsen 1, 3, 4 en 5. Meer dan de helft werd gevangen in de haven van Zeebrugge, waar ook de meeste kleine exemplaren gevangen werden.

Hun lengte varieert tussen 4.6 en 34 cm.

7.14 Zeebaars

In totaal werden er 54 zeebaarzen aangetroffen, waarvan 47 tijdens de tweede campagne. 48 exemplaren werden gevangen in de haven van Zeebrugge.

Hun gemiddelde lengte bedraagt 7.2 cm variërend tussen 1.6 en 18.5 cm.

Het zijn dus jonge baarzen. Jonge baarzen komen vrij algemeen voor in estuariene milieus in de herfst (Wheeler, 1969).

7.15 Kleurige grondel

De kleurige grondel werd 7 maal gevangen, tijdens campagne 1 en 3 en op plaatsen 2 en 5. Hun lengte varieert tussen 3.6 en 5 cm.

Volgende vissoorten werden slechts 1, 2 of drie keer aangetroffen in het kanaal: Grote zeenaald, grauwe poon, rode poon, pitvis, rivierprik, schol, brakwatergrondel, pollak, puitaal, dikkopje.

Ook de pos werd 1 maal gevangen in het kanaal en is de enige aangetroffen zoetwatervis.

8) Voortplanting

In de maand augustus was er zichtbaar zeer kleine vis, broed aanwezig in het kanaal. Dit wijst erop dat het kanaal door sommige vissoorten aangewend wordt als paaiplaats.

Het vangen van dit broed ging echter zeer moeizaam aangezien de kleine visjes zeer snel zijn en zich moeilijk laten vangen door het schepnet.

Toch kon een redelijk aantal worden gevangen op plaatsen 3, 4 en 5.

Visbroed was zeer talrijk aanwezig in de ondiepe, zandige lagunes van plaats 5. Op plaats 4 konden we ze vooral aantreffen tussen de paaltjes die er dienen als oeverversteving. In de zwaai kom hielden zij zich op in de ondiepe oeverzijde.

Het ging hier vooral om broed van grondelsoorten, van welke soorten was moeilijk uit te maken, en van koornaarvis. Men mag aannemen dat deze soorten zich dus in het kanaal kunnen voortplanten.

Recruterings van paling gebeurt via migratie van glasaal.

De gevangen rivierprik is waarschijnlijk een volwassen individu (27.1 cm), dat het kanaal optrekt om zich voort te planten. Geschikte paaicondities voor de voortplanting van de rivierprik zijn echter op het kanaal niet aanwezig. In theorie is het wel mogelijk dat deze rivierprikken via de sluisdeuren te Brugge het achterliggend zoetwater bereiken en zo stroomopwaarts geschikte paaigebieden zoeken.

Van de pos, een typische zoetwatervis, is bekend dat deze ook in brakwater kan gedijen (bv. in de Oostzee, OVB, 1985). Het is niet bekend of het exemplaar gevangen in het Boudewijnkanaal een zich in stand houdende en zich reproducerende populatie vertegenwoordigt of het hier een verdwaald specimen betreft, dat via de sluisen van Brugge het Boudewijnkanaal binnen gekomen is.

Van de driedoornige stekelbaars bestaan verschillende vormen waarvan sommige in brak- en zelfs volledig zoetwater leven. Deze soort kan zich dan ook in het kanaal voortplanten.

Van de andere zee- en brakwatervissoorten kon niet achterhaald worden of ze zich in het kanaal voortplanten of larven en /of juvenielen via de P. Vandammesluis het kanaal bereiken.

9) Levenswijze van de vissen aangetroffen in het Boudewijnkanaal
(Nyssen en de Groot, 1987; Poll, 1947; Wheeler 1969; Whitehead et al., 1986).

Rivierprik

De adulte rivierprikken leven in zee nabij de kust, men treft ze ook aan in brakwater en riviermondingen. Ze parasiteren op zeevissen.

Zij verlaten van september tot november de zee en zwemmen het zoetwater binnen om te paaien, tijdens deze trek wordt geen voedsel meer opgenomen.

Vanaf februari tot mei paait de prik. De prik heeft grindbeddingen nodig om te paaien.

Beide sexen maken een nest in het bodemzand. Het wijfje hecht zich met haar zuignap aan een steen vast, waarna het mannetje zich boven haar oog vasthecht en zich om haar heen strengelt. Na de paring sterven de ouders.

Het larvestadium duurt drie tot vijf jaar. De larven die geen ogen hebben en als kieuwprikken aangeduid worden hebben geen zuigorgaan en leven in de modder op de bodem. Zij voeden zich met microörganismen.

Als ze een lengte van ongeveer 15 cm bereikt hebben, veranderen ze in de volwassen vorm met ogen en zuigtrechter.

Het is meestal in de herfst of in het begin van de winter dat deze van het zoete water weer naar zee trekken.

Maximale lengte tot 50 cm.



Paling

Palingen leven voornamelijk in zoet- en brakwater. Volwassen exemplaren trekken in het najaar naar zee om zich voort te planten (Katadroom).

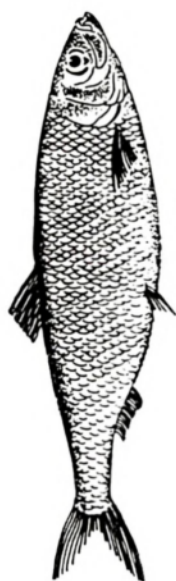
Na een periode van 10-12 jaar, als de wijfjes een lengte hebben bereikt van 50-100 cm en de mannetjes van 30-50 cm vinden er een aantal opmerkelijke veranderingen plaats alvorens de dieren geslachtsrijp worden. De ogen nemen toe in diameter, de darm atrofieert en de geslachtsorganen gaan groeien. Ook de kleur verandert van geelbruin naar zilvergrijs. In de herfst beginnen ze aan hun lange voortplantingsreis, ze verlaten het kustwater en trekken naar de Sargasso Zee. Gedurende deze tocht, die toch enkele maanden duurt voeden zij zich niet. In de Sargasso Zee wordt op grote diepte gepaaid, waarna de palingen sterven.

De jonge, transparante, bladvormige larven (leptocephalus-larven) migreren geleidelijk terug. Gedurende deze migratie veranderen de leptocephalus-larven geleidelijk in de in de palingvormige, maar nog steeds transparante glasaaltjes. Als ze de kusten bereiken en het zoet water optrekken, pigmenteren ze.

Palingen voeden zich met bodembewonende dieren, met inbegrip van vis.



Ze jagen vooral 's nachts, overdag vindt men ze ingegraven in de modder. Ze zijn gevoelig aan temperatuursverschillen en de winter brengen ze in passieve toestand, ingegraven in de modder door.



Haring

Komt vooral voor langsheen de kust tot 200 m diepte maar worden ook aangetroffen in brakwater.

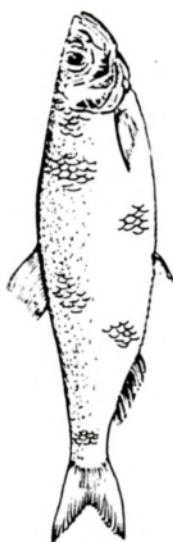
De voortplanting gebeurt in zee op verschillende dieptes, soms zelfs in brak water. De voortplanting gebeurt op verschillende tijdstippen, afhankelijk van de plaats.

Haringen paaïen op grindbedden en op bodems met wier. De eieren worden afgezet op de bodem en hechten zich vast op stenen en schelpen.

De jonge dieren verzamelen zich tot grote scholen, vaak vermengd met sprout. Ze komen in grote getale in het ondiepe kustwater en riviermondingen voor. Wanneer ze daar ongeveer zes maand tot twee jaar hebben doorgebracht trekken ze naar dieper water en verzamelen zich dan pas als ze geslachtsrijp zijn geworden tot grote scholen. De pas uitgekomen larven leven van plantaardig plankton. Als ze groter zijn voeden ze zich met kreeftachtigen, schelpen en jonge vissen. Ze voeden zich vooral 's nachts aan het oppervlak, overdag leven ze langs de bodem.

Er bestaat een groot aantal rassen.

Maximale lengte tot 40 cm, gewoonlijk tussen 20-25 cm.



Sprot

Komt voor langsheen de kust, maar ze zijn in staat om water van een zeer uiteenlopend zoutgehalte te verdragen, van ongeveer 4 ‰ tot volledig zeewater van 36 ‰ en kunnen dus ver in het zoetwater doordringen.

In de maanden februari en maart zijn de jonge exemplaren in grote aantallen terug te vinden nabij de kust. In de maanden september en november zijn het de volwassen exemplaren die men in grote aantallen aantreft nabij de kust en in estuaria.

Ze paaïen dicht bij de kust vanaf de late winter tot in de vroege zomer, waarbij ze de voorkeur geven aan temperaturen van 6-13 °C. De eieren zijn drijvend (pelagische eieren).

Zij voeden zich met planktonische kreeftachtigen en hun larven.



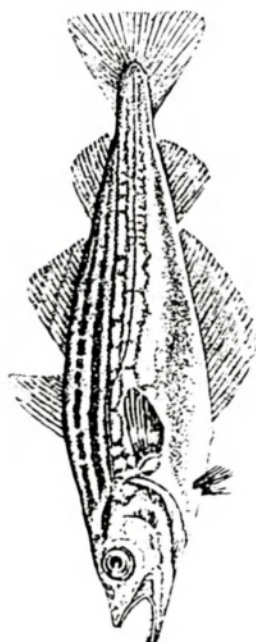
Wijting

Treft men aan in de kustzone, ze prefereren vrij ondiep water (tussen 25 en 150 m). Ze komen vooral voor op zanderige en modderige bodems, maar vaak worden ze ook aangetroffen vlak bij de oppervlakte.

Ze houden er geen echte paaiplaatsen op na, maar paren door hun hele geografische verspreidingsgebied. Het paren gebeurt later naarmate de breedtegraad toeneemt. De eieren zijn pelagisch. Ook in het postlarvale stadium zijn ze pelagisch. Deze pelagische periode kan meer dan een jaar duren.

Hun voedsel bestaat vooral uit kreeftachtigen en vissen.

Maximale lengte tot 70 cm.



Pollak

Ze komen voor langsheen de kust (eerder in het zuiden van de Noordzee dan in het noorden) en prefereren rotsachtige bodems.

Ze paaïen in het voorjaar in diep water en de eieren zijn drijvend. Op jongere leeftijd voeden zij zich met kreeftachtigen en mollusken. Oudere exemplaren eten voornamelijk zandspieringen, haringachtigen, jonge kabeljauwachtigen en kreeftachtigen.

De vis is aan de Belgische kust vrij zeldzaam.

Tot 60 à 80 cm, maar meestal kleiner.



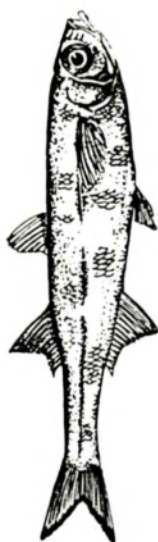
Steenbolk

Treft men aan langsheen de kust. De jonge exemplaren komen vooral voor in estuaria en dicht bij de kust. De grotere exemplaren treft men ook aan op 30-100 m diepte en soms ook aanzienlijk dieper. Ze verkiezen een combinatie van rotsen en zand.

De voornaamste paartijd loopt van maart tot april, maar kan zich uitstrekken tot augustus waarbij ze dieptes prefereren van 50-100 meter. De eieren zijn pelagisch.

Hun voedsel bestaat vooral uit kreeftachtigen en schelpen, maar de grotere dieren voeden zich ook met kleine vis en inktvissen.

Maximale lengte tot 30 cm, gewoonlijk 15-20 cm.



Koornaarvis

Wordt vaak gevonden in ondiep water langs de kust, in riviermondingen en in water met een laag zoutgehalte. Meestal in scholen.

Ze paren in het voorjaar en in de zomer in brak- of zelfs zoetwater, waarbij de eieren aan zeewier, zand en stenen worden vastgehecht met lange vezelachtige uitsteeksels. Ze voeden zich met kreeftachtigen, vislarven en kleine vissen. Ze zijn van groot belang omdat ze op hun beurt een belangrijk deel vormen van het voedsel van consumptievissen zoals haring.

Maximale lengte tot 20 cm, gewoonlijk 12-16 cm.



Driedoornige stekelbaars

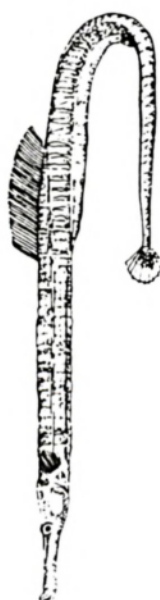
Komt zowel in zee-, brak- als in zoetwater voor.

Sommige populaties zijn resident in zoetwater of brakwater gedurende het hele jaar, andere zijn anadroom, zij migreren naar zee in de herfst en keren terug in de lente om te paaien.

Op het moment van de reproductie, van maart tot juli, bouwen de mannetjes op de bodem een nest van planteresten en kleven dit aan elkaar met een uitscheidingsprodukt van de nieren. Hij leidt het wijfje naar het nest om haar eieren te laten leggen. Deze worden bewaakt door het mannetje, terwijl hij bovendien het nest schoonhoudt en indringers verjaagt.

Het voedsel van de jonge stekelbaarsjes bestaat uit plankton. Later voeden zij zich met allerlei kleine waterdieren en jagen zij op visbroed.

Maximale lengte tot 8 cm.

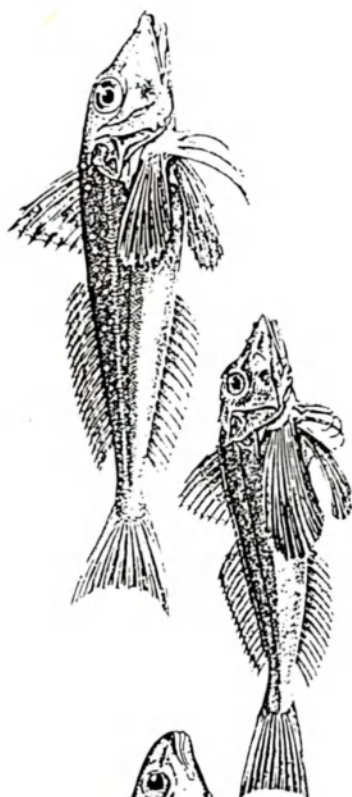


Grote zeenaald

Komt voor in zee, meestal niet dieper dan 15 m, hoewel ze soms wel eens dieper gaan. Ze leven op allerlei bodems, meestal tussen zeegras en zeewier. Ze kunnen in brakwater leven en worden ook vaak gevonden in riviermondingen.

De voortplanting vindt plaats van juni tot augustus. De mannetjes dragen de eieren en larven in een broedbuidel, gevormd door twee brede huidplooien van de buikwand. Zij voeden zich voornamelijk met kleine kreeftachtigen (vlokreeften, pissebedachtigen, garnalen), doch ook vislarven (grondels, haring, kabeljauwachtigen).

Maximale lengte tot 46 cm.



Grauwe poon

Komen voor langsheen de kust op niet al te grote dieptes en op verschillende bodems. Zij paaien tussen april en september, bij voorkeur op een diepte van 20-50 meter.

De eieren zijn drijvend.

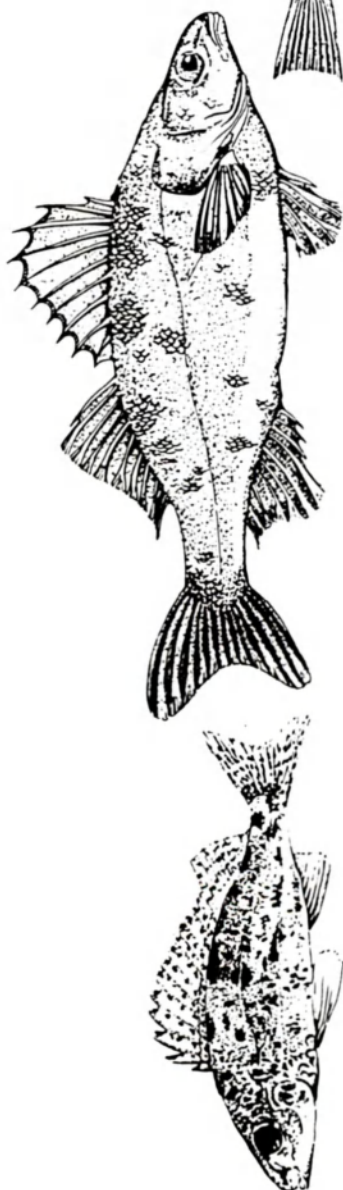
Ze eten voornamelijk kleine kreeftachtigen en kleine bodemvissen.

Maximale lengte, tot 45 cm.

Rode poon

Komt voor langsheen de kust, op zanderige, modderige en steenachtige bodems op ongeveer 20 tot 300 m. Ze dringen ook het brakwater binnen. Ze planten zich voort van mei tot juli en de juvenielen worden gevonden in ondiepe wateren en estuaria. Ze voeden zich met vis (sprot, koornaarvis), kreeftachtigen en mollusken.

Tot 75 cm, gewoonlijk 35 cm.



Zeebaars

Komt vooral voor langsheen de kust, maar ook in brakwater tot zelfs in zoetwater.

Vooraf van de lente komen ze voor in het kustwater en worden ze vaak gezien in riviermondingen en zelfs ver de rivieren op. Ze leven op bodems variërend van rotsen en zand tot grind en modder. Jonge baarzen zijn vrij algemeen in estuaria in de herfst.

Zij paaien in zee, in brakwater, soms zelfs in zoetwater, van mei tot augustus. In zee zijn de eieren drijvend, in brak- en zoetwater worden ze op de bodem afgezet.

Oudere larven en jongen van circa 1 cm trekken riviermondingen binnen, waar zij zich met roeipootkreeftjes voeden.

Het zijn carnivoren, waarvan de jongere exemplaren zich voeden met kleine vissen, kreeftachtigen en dergelijke en de oudere exemplaren met grotere vissen, hoewel ze ook wormen, kreeftachtigen en inktvissen eten.

Maximale lengte tot 1 m.

Pos

Komt voor in plassen, meren en kanalen. Het is een zoetwatervis.

Hun paaitijd is van midden april tot juni. De eieren worden op stenen en planten afgezet.

Het is een bodemvis die zich voedt met ongewervelde bodemdieren en visbroed.



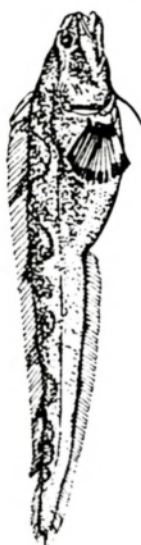
Diklipharder

Komt vooral voor langs kusten en in brakwater. Ze zijn het talrijkst in het voorjaar en in de zomer, wanneer zij zich voeden met algen en diatomeeën, die de rotsen bedekken. Ze hiberneren tijdens de wintermaanden in dieper en warmer water. Tijdens deze hibernatie voeden zij zich niet. Zij voeden zich weer wanneer de temperatuur begint te stijgen.

Ze paaïen in de lente en zomer.

Hun voedsel bestaat naast algen en diatomeeën ook uit dierlijke organismen zoals mollusken en kreeftachtigen.

Maximale lengte tot 90 cm.



Puitaal

Komen voor langsheen de kust (onder stenen, tussen algen) en dringen ook brakwater binnen, ze verdragen brakwater tot 5 ‰.

Het paaïen vindt van augustus tot september plaats. Ze brengen levende jongen ter wereld van januari tot maart (10-405 per vis) en de jongen zijn miniaturen van hun ouders.

De eitjes rijpen tot eind juli, waarna weer inwendige bevruchting kan plaatsvinden.

Hun voeding bestaat uit mollusken, kreeftachtigen en kleine vissen.

Maximale lengte tot 50 cm, gewoonlijk tussen 25-35 cm.



Pitvis

Wordt aangetroffen langsheen de kust.

De paaitijd valt in februari en maart en de eieren zijn drijvend.

Ze voeden zich met wormen, kleine kreeftachtigen en weekdieren.

Maximale lengte, tot 25 cm.

Grondels

Hun woonplaats is meestal het kustwater, hoewel er ook verschillende brak- en zoetwatersoorten zijn. Grondels planten zich voort tijdens het voorjaar en de zomer. De ouders grenzen een territorium af rondom een nest en de paring vindt plaats in het nest na een uitvoerige balts. De nesten zitten verborgen onder stenen, schelpen en andere voorwerpen. De eieren worden in een plakkaat aan de bovenkant van de schuilplaats bevestigd. Elk volwassen wijfje is in staat in één broedseizoen verschillende eiplakkaten te produceren. Ze zijn vastgehecht aan het substraat door fijne draadjes aan de basis van ieder ei. De eieren worden bewaakt en bewaaid door het mannetje tot ze uitkomen. Het postlarvale stadium (waarbij de dooierzak reeds is geabsorbeerd) vindt plaats in het plankton en na enkele weken of maanden gaan ze over tot een bodembewonend bestaan (met uitzondering van de altijd pelagisch levende soorten).



Zwarte grondel

Komen voor in kustwater tot 50-75 m diepte op zand- of modderbodem, vaak in zeegrasvelden. Aangezien ze goed tegen brakwater kunnen, dringen ze ook vaak estuaria binnen.

Hun voedsel bestaat voornamelijk uit wormen, kleine kreeftachtigen kleine vissen en mollusken.

Het paaien heeft plaats in het begin van de zomer, van mei tot augustus. Maximale lengte tot 15 cm.



Brakwatergrondel

Brakwatergrondels kunnen sterke schommelingen in zoutgehalte goed verdragen. Ze komen voornamelijk voor in brakwater dikwijls in grote aantallen, maar mijden ook het zoetwater niet. In de winter migreren ze naar dieper water.

Ze paaien in de zomer. De eieren worden vastgehecht aan lege schelpen of stenen. Zij voeden zich met bodemorganismen, kleine kreeftachtigen en wormen.

Maximale lengte tot 6.4 cm.

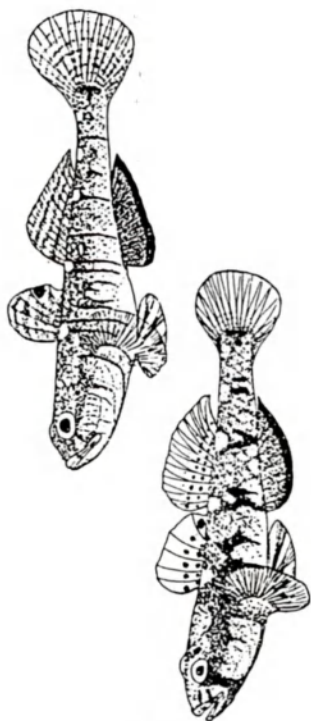


Dikkopje

Komen veelvuldig voor langsheen de kust, bij voorkeur op zanderige bodems op een diepte van 2 tot 40 m. Zij verdragen zeer goed brakwater en ze dringen dan ook estuaria binnen en leven in kanalen die in de nabijheid van de kust gelegen zijn.

Het paaien begint begin maart. De eieren worden vastgehecht, dikwijls aan een lege schelp. Hun voedsel bestaat vooral uit roeipootkreeftjes, vlokreeften en garnalen, doch ook vislarven worden gegeten.

Maximale lengte, tot 9.5 cm.



Lozano's grondel

Komen zowel in brakwater als in zee tot 40 meter diepte voor.

Zij paaient van mei tot augustus. Zij voeden zich met kleine kreeftachtigen.

Maximale lengte, tot 8 cm.

Gevlekte grondel / Kleurige grondel

Zij verkiezen een steenachtige bodem boven een zandbodem. Zij zijn minder aan ondiepe wateren gebonden en prefereren een meer open kust met diep water (tot 55 meter). Zij kunnen niet tegen een zoutgehalte dat lager is dan 3-5 ‰ en worden minder gewoonlijk dan andere grondelsoorten in brakwater aangetroffen.

Ze paaient van februari tot juli. Zij voeden zich met kleine kreeftachtigen.

Maximale lengte, tot 5.7 cm.



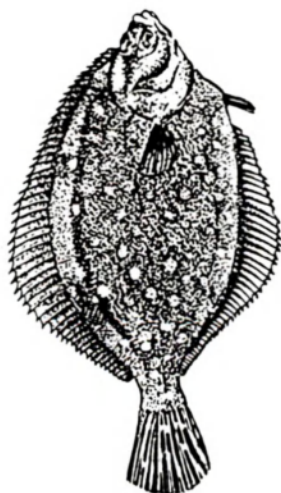
Griet

Wordt aangetroffen vanaf zeer ondiep water tot onder de 70 m, op zand-, modder- en grindbodems. Ze dringen ook het brakwater binnen, vooral de jongere exemplaren. De grotere en oudere dieren treft men meestal in dieper water aan terwijl de jongere meer in het ondiepe voorkomen.

De voortplanting gebeurt in het voorjaar en in de zomer in zee.

Zij voeden zich vooral met vis (sprot, wijting, schelvis).

Maximale lengte, tot 75 cm.



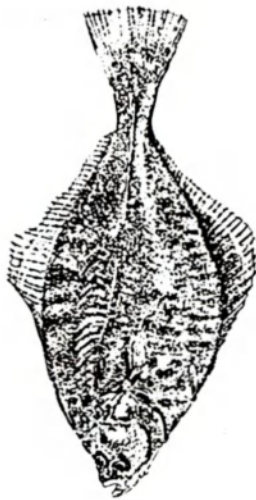
Schol

Wordt aangetroffen aan de kust tot in zee tot op ongeveer 100 m diepte, vooral op zand- en grindbodems. Ze zijn goed bestand tegen schommelingen in zoutgehalte en leven dus ook in brakwater. In de Noordzee brengt hij zijn eerste levensjaar door in erg ondiep water en in het tweede levensjaar als ze ongeveer 15 cm zijn gaan ze naar dieper water.

De schol paaient in zijn hele verspreidingsgebied op vaste paaigronden. Dit gebeurt laat in de winter en in het voorjaar (als de temperatuur ongeveer 6°C is).

De eieren en larven van de schol drijven van zee naar onze kustwateren waar de larven opgroeien. Later gaan ze weer naar diep water. Zij dringen ook estuaria binnen. Zij voeden zich hoofdzakelijk met kleine kreeftachtigen, de oudere met schelven.

Maximale lengte, tot 95 cm. Zelden meer dan 35-40 cm.



Bot

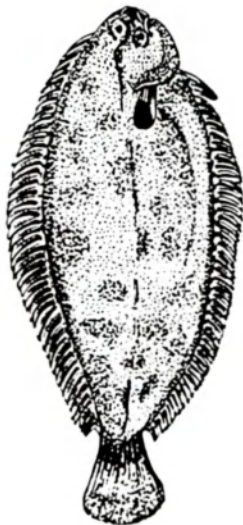
Is zeer goed bestand tegen schommelingen in het zoutgehalte en wordt vaak aangetroffen ver in de riviermondingen en soms zelfs in volkomen zoetwater. Aan de andere kant wordt hij ook gevonden in zee tot op 50 m of dieper.

In het voorjaar (januari-april) trekken ze van de kust naar hun paaiplaatsen, die zich in zee op een diepte tussen 10 en 40 meter bevinden (katadrome migratie).

De pelagische larven drijven naar de kust en dringen in grote hoeveelheden de estuaria binnen.

De jonge vis voedt zich met kleine dieren, vooral kreeftachtigen. De oudere dieren met wormen, garnalen, mollusken en kleine vissen.

Ze worden zelden meer dan 30 cm.



Tong

Komt voor vanaf ondiep water tot 183 m diepte en liggen half ingegraven in de bodem, vooral zandige en modderige bodems. Zij worden regelmatig aangetroffen in brakwater, vooral juveniele maar ook volwassen exemplaren.' s Winters is er een trek vanuit het ondiepe kustwater naar 70-130 m diepte. De voortplanting gebeurt in de periode tussen maart en mei. Gedurende de trek naar de paaigronden zwemmen ze 's nachts in oppervlaktestromen die hen in de goede richting naar hun paaigronden brengen.

Het voedsel bestaat uit polychaeten, mollusken en kleine kreeftachtigen.

Maximale lengte tot 60 cm.

C. Vegetatie

1) Inventarisatie

Oever- en watervegetatie zijn omzeggens niet ontwikkeld als gevolg van de artificiële oeverstructuur en de golfslag ten gevolge van de scheepvaart.

In Tabel 1 Bijlage 4 zijn de planten opgenomen die op de oevers langsheen het kanaal werden aangetroffen.

Het betreft hier voornamelijk planten die men vrij algemeen langsheen kanalen aantreft. Toch trekken enkele planten onze aandacht.

Zo treft men de zeeaster en de zeebies aan, deze planten komen bijna uitsluitend in de polders voor en zijn er vrij algemeen, alsook de pastinaak, die ofschoon toch ook vrij talrijk in andere landsgedeelten voorkomen, in de polders toch nog algemener is.

De oorzaak van de aanwezigheid van zoutplanten langsheen het Boudewijnkanaal en het omringend gebied is dat het kanaal enigszins lekt zodat zoutig water tot in de naburige grond doorsijpelt.

Tijdens de zomerperiode werden ook wieren in het kanaal aangetroffen.

2) Bespreking

Oever- en waterplanten zijn voor de vissen van groot belang. Zo vormen ze een belangrijke voedselbron voor meerdere vissoorten aangezien er zich tussen deze waterplanten een enorme waaier aan dierlijke en plantaardige organismen schuilhoudt, bovendien zijn ze van groot belang als schuilplaats voor jonge opgroeiende vissen.

Voor de rietgordelzone is belangrijk als paaipplaats, schuilplaats en woongebied voor de vissen.

In het Boudewijnkanaal kunnen deze rietgordelzones onvoldoende tot ontwikkeling komen aangezien de ontwikkeling wordt gehinderd door de werking van de golfslag. Deze zones moeten dus beschermd worden. Voor een verdere uitwerking van deze bescherming wordt verwezen naar de implementatie van natuurtechniek in de havenuitbreidingsplannen, hoofdstuk 4, p.48.

De flora in en rond het Boudewijnkanaal is niet alleen visserijbiologisch gezien belangrijk maar is ook waardevol op zichzelf. Het Boudewijnkanaal is immers gelegen in de polder van Ramskapelle, dewelke typische polderplanten herbergt of kan herbergen.

De zeeoverstromingen van de 3e tot de 8e eeuw hadden op het landschapsbeeld ten noorden van Brugge een zeer ingrijpende invloed. Toen de zee zich in de 8e eeuw langzaam terugtrok kwamen grote delen van de slikplaten droog te liggen. Spoedig vestigden zich zoutminnende planten en zo ontstonden de schorren.

Door de aanleg van de haven van Zeebrugge en vooral door de uitbreiding van de industriezones ging een groot deel van het polderland verloren en verdwenen de typische polderplanten zoals zeekraal, zeeaster, zeebies enz....

Toch kunnen nog zoutminnende planten worden aangetroffen, vooral rond het Boudewijnkanaal dat er voor zorgt dat zoutig water tot in de naburige landbouwgrond 'lekt' (Desmet, 1983).

Het is belangrijk dat nu en in de toekomst de aanwezigheid van de schorreplanten niet verloren gaat

Zo kunnen bij de uitbreiding van de haven van Zeebrugge kunstmatige plas- en dras oppervlakten worden aangelegd. Voor een verdere uitwerking wordt verwezen naar de implementatie van natuurtechniek in de havenuitbreidingsplannen, hoofdstuk 4 p. 48.

D. Structuurkenmerken van de oever

1) Inventarisatie

De oeverstructuur van het Boudewijnkanaal is cultuurtechnisch (betonnen damwanden). Op sommige plaatsen is de oever verstevigd door steenbestorting, op andere plaatsen door een meerlagige stenenrij. Sommige oevers zijn verstevigd met steentjes die op hun beurt gefixeerd zijn met asfaltmastiek, wat de ontwikkeling van vegetatie vrijwel onmogelijk maakt.

De oostelijke oever bestaat vanaf de Haven van Zeebrugge tot aan Lissewege uit steile afgekalfde oeverstroken. De cultuurtechnische oeverversteviging is beperkt tot een palenrij voor de huidige oever.

Figuur 1 Bijlage 5 geeft een gedetailleerde beschrijving van de oevers per zone en in de fotolijst in Bijlage 5 worden de diverse oeverstructuren van het Boudewijnkanaal afgebeeld.

2) Bespreking

Kanalen zijn gegraven lijnvormige wateren, ze zijn door de mens met een bepaald doel aangelegd. Ze zijn vaak gegraven ten behoeve van het vervoer van produkten (scheepvaart). Er wordt vaak gekozen voor steile oevers. De overgang van water naar land is dus ruimtelijk zeer beperkt.

De belasting op de kanaaloever door de scheepvaart (stromingen en golfslag) zijn relatief hoog, vandaar dat de meeste kanalen harde oeverbeschermingen hebben. Maar ondanks de scheepvaart en vele andere functies zijn er veel meer kansen voor de natuur te creëren en dienen kanaaloevers ook ecologische functies te kennen.

Bij de mogelijkheden voor de ontwikkeling van natuur in oevers van kanalen wordt uitgegaan van een aantal randvoorwaarden. Deze zijn: de scheepvaart, de kwaliteit van het water en slib, het waterpeil en de functie van de oevers o.a. recreatie.

In het Boudewijnkanaal zijn momenteel enkele ecologisch interessante oeverstructuren en zones terug te vinden. Deze zijn aangeduid in Figuur 2, Bijlage 5.

Zone 1

In dit gebied heeft men oevers met steile afgekalfde wanden. Hier heeft men geen oeververstevigingen aangebracht omdat men plannen heeft voor de uitbreiding van het kanaal. De afwezigheid van specifiek beheer wat betreft oeververdediging heeft hier geleid tot het ontstaan van een interessant biotoop met ecologische meerwaarde. De oever wordt veelvuldig benut door oeverzwaluwen die in de steile wanden van de oever hun nesten maken.

Riet komt voor en kan zich handhaven maar aangezien dit niet beschermd is voor de golfslag, veroorzaakt door de scheepvaart, reikt dit niet tot in het kanaal. In elk geval wijst het voorkomen van een weliswaar beperkte rietvegetatie op de potenties van riet in dit kanaal. Mits een aangepast soortgericht beleid (bescherming van resterend riet tegen golfslag en het naleven van de maximaal toegelaten vaarsnelheid van de schepen) is het wellicht mogelijk op sommige plaatsen een goed ontwikkelde rietgordel te verkrijgen.

De aanwezigheid van de palenrij voor de oever, vormt dan weer een gegeerd biotoop voor broed en juvenielen. Het water is er ondiep en er komen veelvuldig algen voor, tevens vormt de palenrij toch nog enigszins voor beschutting.
Zie Foto 2 in Bijlage 5.

Zone 2

Deze zone vormt momenteel nog een lagune en wacht op de uiteindelijke afwerking van het zuidelijke insteeddok, een nieuw dok welke is opgenomen in de havenuitbreidingsplannen. Er is momenteel geen oeverversteving aanwezig de bodem is zandig en zeer ondiep. De zone is visserijbiologisch zeer interessant. Men vindt er de grootste diversiteit aan vis en ook juvenielen en broed worden veelvuldig aangetroffen. Dit wijst op het belang van dergelijke ondiepe zones als levensbiotoop en als opgroeigebied voor de vissoorten die worden aangetroffen in het kanaal.
Zie Foto 8 in Bijlage 5.

Zone 3

De zwaairom ter hoogte van de spoorwegbrug is een interessant gebied daar het mits enkele aanpassingen uitstekend kan worden aangewend als paaiplaats (zie Hoofdstuk 4 p. 48 punt 2) Inrichten van een zwaairom). Momenteel bevindt zich langs de noordelijke oever van de zwaairom een vrij grote rietgordel die door de golfslag niet altijd tot in het water reikt.

Tot ongeveer 5 meter van de oever is het vrij ondiep in de zwaairom en er werd dan ook broed aangetroffen.

Zie Foto 3 in Bijlage 5.

4. Voorstellen en mogelijkheden voor de realisatie van natuurvriendelijke oevers en de implementatie van natuurtechniek in de havenuitbreidingsplannen

1) Inleiding

Het visserijkundig belang van het Boudewijnkanaal is het laatste decennium sterk gereduceerd (van gemiddeld 1800 hengelaars naar 900 in 1991). Slechte water- en bodemkwaliteit en een niet doordachte ontwikkeling van de oeverstructuur liggen hier aan de basis. Andere ecologische effecten van de havenuitbreidingsplannen situeren zich op het vlak van de teloorgang van de ornithologisch, botanisch en landschapsecologisch waardevolle (nog niet opgespoten) zilte weidcomplexen in de achterhaven (zie Figuur 15, Bijlage 6). In het westelijk deel van de achterhaven ligt een gedeelte van deze zilte graslanden in vogelrichtlijngebied. Deze gebiedsgerichte bescherming werd nog niet vertaald in een planologische bescherming. Vanuit natuurbehoudsoverwegingen wordt aangedrongen om minstens een gedeelte van deze waardevolle zones te vrijwaren bij de havenuitbreiding (Studie van de "Wielewaal"). Voor de ZO - uithoek van de achterhaven (zie Figuur 11, Bijlage 6) werd bovendien door de Wielewaal afdeling Brugge een voorstel voor het vrijwaren of inrichten van een gebied met ornithologische potenties uitgewerkt (zie Figuur 16, Bijlage 6).

Visserijkundig kunnen verzachtende natuurtechnische maatregelen in de havenuitbreidingsplannen geïntegreerd worden waarbij, ter compensatie voor het verlies aan natuurwaarden, een actieve politiek van milieubouw gevoerd wordt in de begrenzend buffergebieden rond het havencomplex. Natuurtechniek van belang voor de visserij situeert zich op het vlak van het ontwikkelen van natuurvriendelijke oeverstructuren (vegetatierijke plasbermen, kunstmatige riffen met breuksteen).

Actieve milieubouw is mogelijk in voldoende brede bufferzones rond het havencomplex door het aanleggen van groenschermen en het ontwikkelen van natte en drassige biotopen als refugium voor fauna en flora. Deze bufferstroken kunnen al dan niet worden opengesteld en ingericht voor zachte vormen van recreatief medegebruik (hengelfaciliteiten, wandelen en fietsen).

2) Inrichten van de zwaaiikom

Ondiepe en begroeide plekken langs de oevers worden door heel wat vissoorten gebruikt als paaiplaats. Op deze plaatsen verblijven ook de jonge vissen tijdens de eerste periode van hun leven. Wanneer de oever van de waterloop te steil is, ontbreken deze plaatsen. Wel kunnen kunstmatige ondiepe en vegetatierijke paaiplaatsen in kanalen worden ingericht.

Zo kan een zwaaiikom mits enige aanpassingen uitstekend worden aangewend als paai-, fourageer- en beschuttingsplaats. Teneinde een beschutte waterzone te ontwikkelen dient de invloed van de golfwerking door wind en scheepvaart op deze zone vermeden te worden. Hiervoor kan in de zwaaiikom een oeververdediging in de vorm van een vooroever aangebracht worden. Dit is een constructie bovenop het onderwatertalud om de achterliggende oever tegen de invloed van golfwerking te verdedigen wat de ontwikkeling en de uitbreiding van de vegetatie ten goede komt.

Hier kan de verdedigingsconstructie bestaan uit een breukstenen oeververdediging. Toepassing van breuksteen biedt het voordeel dat hierdoor in het Boudewijnkanaal kunstmatige rifstructuren worden ontwikkeld als habitat voor de voorkomende zoutwaterorganismen. Achter de verdedigingsconstructie legt men een natte strook of plasberm aan. Deze krijgt een ecologische meerwaarde wanneer de vooroeverbescherming op minstens 5 m afstand van de oever wordt geplaatst. De plasberm zelf heeft een ideale diepte van ongeveer 1 m. In de plasbermen en op de vooroever kunnen riet of andere (zouttolerante) waterplanten worden aangeplant. Riet is de meest gebruikte soort om aan te planten in oeverzones langs waterlopen. Bovendien heeft riet door de goede doorworteling een oeverfixerend effect wat een extra bescherming, zowel boven als onder de waterlijn, garandeert. In Figuur 1 Bijlage 6 zien we een voorbeeld van een dergelijke ingerichte zwaairom.

Concreet kan de zwaairom ter hoogte van de spoorwegbrug op deze manier ingericht worden. Op de noordelijke oever van de zwaairom komt riet voor maar reikt door de golfslag niet tot in het water. Hier is het aangewezen om een vooroever aan te brengen ten einde een vegetatierijke plasberm te kunnen ontwikkelen.

In de zwaairom is het vrij ondiep (geleidelijke overgang ondiep-diep) langsheen de oevers. Zo bereikt de waterstand op een afstand van ongeveer 10 m van de oever, een diepte van 1 m. Als vooroever kan men hier op 10 m van de oever een breukstenen oeververdediging plaatsen waarbij de dam, afhankelijk van het waterpeil, tussen de 10 en 50 cm boven het water uitsteekt.

In de dam moeten plaatselijke, over verscheidene meters, verlagingen worden aangebracht (tot 30 cm onder het normaal waterpeil) om de vissen de gelegenheid te geven om de oeverstrook in te zwemmen.

3) Plasbermen en de mogelijkheid van de implementatie van plasbermen in de havenuitbreidingsplannen

3.1 Plasbermen

Figuur 2, Bijlage 6 geeft de verschillende mogelijke profielvormen van plasbermen langs kanalen weer. In kanalen hebben plasbermen met een flauw talud de voorkeur (a). Een terrasvormig profiel (b) heeft een vlakke plasberm. Door de vlakke plasberm wordt een zone specifiek versterkt. De overgang naar het achterliggende land kan best zo afgeschuind mogelijk zijn. Een combinatie profiel (c en d) in de plasberm heeft zowel een diep als een ondiep gedeelte. In deze situatie worden twee zones versterkt (c), in (d) is gekozen voor een diepe plasberm gecombineerd met een ondiepe drasberm (CUR, 1994).

In kanalen verdient de plasberm met een diepte van maximaal 1-1.5 m de voorkeur. Bij grotere dieptes wordt het moeilijk om de ontwikkeling van riet of andere waterplanten te bevorderen. Ondiepe plasbermen zullen daarentegen relatief snel dichtgroeien en kunnen minder functies vervullen voor waterplanten en dieren. Om vissen en watervogels de gelegenheid te geven de plasberm te bereiken moeten op geregelde afstand openingen voorzien worden in de vooroever door enkele damwandplanken of palen in de vooroever tot op 30 cm onder het laagste waterpeil te heien (CUR, 1994).

In Figuur 3 Bijlage 6 zijn de drie basisverdedigingsvarianten met een natte strook weergegeven. De eerste is de taludvariant waarbij men een taludverdediging heeft die kan bestaan uit breuksteen, blokkenmatten of schanskorfmatrassen, de tweede is de variant met verticale constructie die kan bestaan uit houten, betonnen of stalen damwanden, houten golfschotten of palenrijen en de derde is de variant met verticale constructie die kan bestaan uit een houten, betonnen of stalen damwand of een palenrij gecombineerd met een steenstort verhoging, gevormd door een stapel breuksteen of een schanskorf (CUR, 1994). Figuren 4 en 5, in Bijlage 6 geven enkele uitgewerkte voorbeelden van de varianten weer.

Bij de inrichting van de plasberm is het belangrijk dat de natte zone zo breed mogelijk is. De plasberm en de achterliggende oever moeten niet noodzakelijk ingericht worden. Om een spontane ontwikkeling van riet en andere oeverplanten te bevorderen, mag de plasberm echter niet dieper zijn dan 1.5 m. Eventueel, indien spontane vegetatieontwikkeling niet op gang komt, kan men riet of andere (zouttolerante) water- en moerasplanten aanplanten in de plasberm en op de vooroever.

Door op geregelde afstand openingen te voorzien in de vooroever kunnen vissen de plasberm gemakkelijk bereiken.

De achtergelegen talud kan in de meeste gevallen onverdedigd blijven omdat de aanwezige constructie en begroeiing in de natte strook voor een afdoende bescherming zorgen. De helling van het talud van de oever is bij voorkeur zo flauw mogelijk (minimaal 6/4 en bij voorkeur 4/1). In situaties waarbij de oeverbeschermende planten nog niet ontwikkeld zijn, is het wenselijk de vestiging van planten op het talud te verzekeren door een tijdelijke bescherming aan te brengen, bijvoorbeeld in de vorm van structuurmatten met natuurlijke vezels (CUR 1994).

3.2 De havenuitbreidingsplannen

In het kader van de uitbreiding van de haven van Zeebrugge worden o.a. volgende infrastructuurswerken gepland: (MBZ, mondelinge mededeling + gegevens weergegeven in "Het plan van de Haven" in de brochure uitgegeven door de MBZ zie Figuur 6 Bijlage 6).

- Verdere uitbreiding en uitdieping van het Zuidelijk Insteekdok + aanleg van kademuur (I in Figuur 6 Bijlage 6).
- De oeverkant ten oosten van het Boudewijnkanaal wordt kaaimuur en het kanaal wordt verbreed tot ongeveer 250 m (K in Figuur 6).
- Ter hoogte van Dudzele zal een duwvaartkanaal worden aangelegd, dat de verbinding van het Boudewijnkanaal en het Noorderkanaal realiseert (L in Figuur 6).
- Het gehele gebied tussen de achterhaven en het duwvaartkanaal is gepland als havenzone.
- De westoever blijft groene zone alsook de zuidelijke oever van het nog aan te leggen duwvaartkanaal.

3.3 Implementatie van plasbermen in de havenuitbreidingsplannen

De zuidelijke oever van het nog aan te leggen doorsteekkanaal en de westelijke oever van het Boudewijnkanaal bieden niet alleen uitstekende mogelijkheden om milieuvriendelijke, vegetatierijke oevers door middel van plasbermen aan te leggen maar ook om door actieve en bewuste natuurontwikkeling in de bufferstroken opnieuw ornitologische en botanische meerwaarden te creëren op middelgrote schaal, eventueel gedeeltelijk in combinatie met recreatief medegebruik (hengelen, wandelen, fietsen,...).

Zoals eerder vermeld blijft de westelijke oever van het Boudewijnkanaal tussen Zwankendamme en Dudzele, volgens de structuurplannen, groene zone. De oostelijke oever van het kanaal wordt over dezelfde lengte kaaimuur.

De verbreding van het kanaal kan gecombineerd worden met het aanleggen van plasbermen met terrasvormig profiel. Langsheen de westelijke oever kan men stroken van verschillende honderden meters lengte inrichten als plasberm. In Figuur 7 Bijlage 6 is de zone aangeduid waar de aanleg van plasbermen mogelijk is. Belangrijk hierbij is dat de ophoging kan gepaard gaan met baggerspecieberging (zie Bijlage 6, Figuur 10). Boven op de baggerspecielaag brengt men een schone kleilaag aan zodat vegetatie zich kan vestigen.

De natte strook is het best zo breed mogelijk, immers hoe breder de strook hoe groter de natuurwaarde. Het is evident dat men bij de keuze van de breedte rekening moet houden met de diepte van het kanaal. In figuur 8 zijn drie diepteprofielen weergegeven van drie dwarsdoorsneden langsheen het kanaal. Hierop zijn eveneens de mogelijkheden aangegeven van de toepassing van plasbermen. Rekening houdend met de diepte (hier tot een diepte van 5 meter) wordt de breedte van de natte strook bepaald. In Figuur 9 Bijlage 6 staat aangegeven waar de dwarsprofielen werden genomen. Als vooroever worden damwanden met openingen in de wanden aangewend (zie Figuur 10 Bijlage 6).

De noordelijke oever van het geplande duwvaartkanaal wordt kaaimuur, de zuidelijke oever staat open voor toepassing van milieubouw en natuurtechniek. Bovendien bestaat de mogelijkheid om in combinatie met natuurontwikkelingsprojecten baggerspecie uit het kanaal gekontroleerd te bergen.

Het aan te leggen duwvaartkanaal zal een lengte van ongeveer 8 km hebben. Over deze lengte kunnen verschillende biotopen gecreëerd worden waarbij, rekening houdend met de eigenheid van het gebied en de beschikbare ruimte, zoveel mogelijk natuurwaarden worden ontwikkeld.

Zo denken we aan het aanleggen van een natuurtechnisch brakwaterbiotoop waarbij kunstmatige plas- en drasoppervlakten elkaar afwisselen. Bemerkt hierbij dat in het Boudewijnkanaal de getijdenwerking volledig achterwege blijft zodat geen echte slikke- en schorresystemen kunnen worden uitgebouwd. Een mogelijkheid is het ontwikkelen van zilte weiden met begrazing door natuurrunderen.

Op Figuur 11, Bijlage 6 worden schetsmatig de mogelijke locaties van de in te richten natuurontwikkelingsgebieden, zijnde de kunstmatige plas- en drasgebieden, al dan niet open voor rekreatief medegebruik aangeduid. Bij de keuze van de gebieden wordt rekening gehouden met de bereikbaarheid voor vissers (hengelzones) en met de gebiedsgerichte bescherming in vogelrichtlijngebied (ornithologische zone).

In figuren 12, 13 en 14 in Bijlage 6 zijn de dwarsprofielen weergegeven van de mogelijke biotopen.

- Het is noodzakelijk dat bij de havenuitbreiding structureel buffergebieden voorzien worden om de nabijgelegen stedelijke en gemeentelijke woonkernen te vrijwaren van overlast en de visuele horizonvervuiling door de industriële activiteiten te vermijden. Dit kan door de aanleg van groenschermen in bufferzones (zie figuren 12, 13 en 14 in Bijlage 6).

De aanleg van het groenscherm kan gecombineerd worden met gecontroleerde slibberging, zo is het mogelijk een dubbele talud aan te leggen en deze centraal op te vullen met baggerspecie. Voor de aanleg van de taluds kan men het bodemmateriaal gebruiken dat wordt uitgegraven bij de aanleg van de kunstmatige plassen in de natuurontwikkelingszones. In een tweede fase kunnen de slibbekkens tussen het talud beplant worden zodat een groenscherm tussen industrie en woonkernen ontstaat.

- Bij de aanleg van de kunstmatige plassen worden oeverstructuren ontwikkeld met een zeer flauw hellend talud. Het plasgebied wordt beschermd door een vooroeververdediging om te intensieve afkalving van de oevers door golfslag te voorkomen. Deze vooroeververdediging bestaat bij voorkeur uit een breukstenen wal (kunstmatige rifstructuren in zoutwater biotoop).

Ook de zwak hellende oever zelf kan plaatselijk waar nodig verstevigd worden door breuksteen (zie Figuur 12, Bijlage 6).

- Het kunstmatige drasgebied is droog en begroeid met landplanten. Beheer kan gebeuren door begrazing (natuurrunderen of schapen). Het is bekend dat dergelijke plaatsen zeer begeerd zijn door vogels.

Voor de aanleg van deze drasgebieden wordt uitgegaan van een steilere oever met een achtergelegen gebied dat niet uitgegraven wordt.

Om de oevers te beschermen en de mogelijkheid van het aanleggen van plasbermen in deze zones te behouden kan weerom gebruik worden gemaakt van vooroeververstevigingen (zie figuur 13, Bijlage 6). Op sommige plaatsen kan men de vooroevers achterwege laten zodat de daarachtergelegen talud wordt blootgesteld aan de erosiekracht van de golven afkomstig van de scheepvaart. Deze afkalvende oevers vormen ideale biotopen voor oeverzwaluwen (zie Figuur 14, Bijlage 6).

5. Zware metalen in vis

1) Zware metalen, herkomst, invloed op de mens en normen

1.1 Inleiding

De ontwikkeling en verdere evolutie van het leven vond plaats in aanwezigheid van metalen. Een aantal metalen vervullen dan ook een reeks biologische functies of fungeren in het lichaam als sporenelementen.

Voor sommige andere metalen echter, is er gedurende de biologische evolutie geen specifieke functie ontstaan voor sommige metalen, omdat om het even welke biologische rol die ze zouden kunnen vervullen, even goed of beter kan worden vervuld door andere in het milieu meer beschikbare metalen.

Cadmium, lood en kwik behoren tot de metalen die geen specifieke biologische functie hebben.

Al de niet essentiële metalen zijn weinig beschikbaar als gevolg van hun natuurlijke zeldzaamheid en/of de oplosbaarheid van hun hydroxiden en/of sulfiden.

Wanneer cadmium, lood of kwik op één of andere manier toch beschikbaar worden voor organismen, zijn ze vaak reeds zeer toxisch bij een relatief lage concentratie.

Hoewel sommige metalen essentieel zijn voor biologische systemen, zijn alle metalen toxisch vanaf een specifieke kritische concentratie. Voor sommige essentiële metalen zoals zink en koper is het overgangsgebied tussen wat ze nodig hebben en wat giftig is zeer nauw. In vervuilde milieus leven vele organismen dan ook op de grens van hetgeen ze kunnen verdragen (Foulkes, 1990).

De wijze waarop metalen door aquatische organismen worden opgenomen is niet duidelijk gekarakteriseerd. De belangrijkste opnameplaatsen zijn gelokaliseerd in de uitwisselingsoppervlakken van de kieuwen en het spijsverteringsstelsel.

Vissen worden voortdurend aan de metalen in het water blootgesteld en de kieuwen zijn dan ook een zeer belangrijke plaats waarlangs metalen uit de oplossing worden opgenomen.

Bij de bioconcentratie, door passieve diffusie via semipermeabele membranen, van zware metalen speelt de beschikbaarheid van het metaal in het omringende milieu een belangrijke rol.

Verontreiniging van water en slib door zware metalen zal dus een onmiskenbaar effect hebben op de kwaliteit van het visvlees. Op die manier is het mogelijk dat ongewenste stoffen zoals zware metalen onder andere via het voedsel bij de mens terecht kunnen komen en daar schade veroorzaken.

1.2 Cadmium

Cadmium wordt vooral in het milieu gebracht via het gebruik van ertsen (zinkerts, fosfaaterts, ijzererts) en verbranding van aardolie en steenkool.

Het grootste deel van de lozingen op oppervlaktewater zijn afkomstig van de fosfaatkunstmestindustrie.

Daarnaast dragen ook het effluent van waterzuiveringsinstallaties, de uitspoeling van bodem en de afspoeling van verharde oppervlakken bij regen, bij aan de cadmiumbelasting van het oppervlaktewater.

Cadmium aanwezig in de bodem is vooral afkomstig door atmosferische depositie en door gebruik van meststoffen en bodemverbeteringsmiddelen (kunstmest, dierlijk mest, zuiveringsslib en stadsvuilcompost) (CCRX, 1985).

De directe bijdragen van de verschillende blootstellingsroutes tot de totale belasting worden voor de volwassen mens gemiddeld geschat op: voedsel 95%, drinkwater 4%, lucht 1%. Slechts 5 à 10 % van het met het voedsel ingenomen cadmium wordt opgenomen. In het bloed wordt opgenomen cadmium vervoerd gebonden aan de rode bloedcellen en grotere eiwitten. Het wordt opgeslagen in de lever en de nierschors, van waaruit het slechts zeer langzaam (10 tot 40 jaar) verwijderd wordt. Roken verhoogt de Cd-inname drastisch (Vandelannoote et al., 1988).

Belangrijk zijn de effecten die optreden na langdurige blootstelling aan relatief geringe hoeveelheden. Bij chronische Cd- intoxicatie doen zich nierbeschadigingen voor. Bijkomende verschijnselen konden in Japan worden vastgesteld naar aanleiding van de Itai-Itai ziekte waarbij de verhoogde cadmiumbelasting leidde tot deficienties in de opname van sommige voedingsstoffen (met name calcium en vitamine D) met skeletmisvormingen, beenderporositeit en erge pijnen tot gevolg.

De door de WHO aanvaarde maximale wekelijkse cadmiumopname bedraagt 0.4 tot 0.5 mg.

De wettelijke bepalingen over het maximaal toegestane cadmiumgehalte in consumptievis voor België is 0.05 mg/kg.

1.3 Kwik

Tot 1900 was het gebruik van kwik en kwikerts beperkt tot de chemie, amalgameren, medicijnen en decoratieve toepassingen. In de twintigste eeuw zijn daar een groot aantal toepassingen bijgekomen, o.a. als katalysator, warmtegeleider, in de chloor-alkali-industrie en als bactericides en fungicides (landbouw, verf, plastics etc.).

Daarnaast wordt kwik in het milieu gebracht door het gebruik van fossiele brandstoffen en door de ertsverwerkende industrie.

Tenslotte zijn er nog een aantal natuurlijke bronnen, waarvan vulkanen en het uitspoelen en eroderen van kwikbevattende gesteenten de belangrijkste zijn.

Het kwik in het milieu komt voornamelijk voor als metallisch kwik en anorganische mercuri kwikverbindingen (kwik (II) chloriden, -hydroxiden, -oxiden, en sulfiden) (CCRX, 1986).

De mens kan op verschillende manieren worden blootgesteld aan kwik. Behalve beroepsmatig, kan blootstelling ook plaatsvinden via het drinkwater, de buitenlucht en voedsel.

De kwik-blootstelling voor de mens wordt met name door de voeding bepaald.

De grootste bijdrage aan de kwikconcentratie (vooral methylkwik) in het lichaam wordt gevormd door de inname van vis, waarbij de hoeveelheid primair afhankelijk is van de mate van verontreiniging (CCRX, 1986).

95 % van het oraal ingenomen methylkwik wordt via het maag-darmkanaal geabsorbeerd. In het bloed wordt methylkwik gebonden aan plasma-eiwitten van waaruit het naar verschillende weefsels wordt getransporteerd. Accumulatie vindt plaats in de erythrocyten, de hersenen, het haar en de nieren. (Albering, 1991).

Een bekend voorbeeld van kwikvergiftiging trad in Japan in de jaren '50 op en is bekend geworden onder de naam Minnemata-ziekte. Deze ziekte was het gevolg van het consumeren van met methylkwik verontreinigde vis tengevolge van industriële lozingen. Er traden effecten op die het gevolg zijn van een beschadigd zenuwstelsel. De zieke krijgt minder gevoel in de extremiteiten, vooral in de lippen en de tong. Later treden bevingen en coördinatiestoornissen op; de patiënt ziet en hoort slechter. Lever en nieren worden aangetast. Mutagene eigenschappen van kwik zijn waarschijnlijk. (Vandelannoote et al., 1988).

De door de FAO-WHO voorgestelde norm voor de wekelijkse kwikopname bedraagt 300 µg.

De wettelijke bepalingen over het maximaal toegestane kwikgehalte in consumptievis voor België is 1 mg/kg voor paling en roofvis en 0.5 mg/kg voor de overige vissoorten.

1.4 Lood

De belangrijkste oorzaak waardoor lood vooral in het milieu werd gebracht in het verleden was het gebruik van lood als antiklop middel in benzine. Door de ingebruikname van loodvrije benzine zou het loodgehalte door uitstoot door het verkeer in het milieu drastisch verminderd zijn. Verder wordt lood gebruikt als metaal in diverse toepassingen (munitie, soldeer, diverse legeringen), in verfstoffen en pigmenten en bestrijdingsmiddel in de landbouw (CCRX, 1986).

De voornaamste bronnen voor de totale belasting voor de mens worden gemiddeld geschat op: voedsel 65 %, water 20 % lucht 15% (CCRX, 1986).

In hoge concentraties kan lood schadelijk werken op heel wat organen en functies. Dit resulteert in de remming van de biosynthese van hemoglobine, de verhoging van de bloeddruk, de beschadiging van de nieren, de hersenen, het zenuwstelsel (verlaging van het I.Q.) en de spieren en de verhoging van het abortusrisico. Een beginnende of sluimerende loodintoxicatie gaat meestal gepaard met specifieke klachten zoals moeheid, verminderde eetlust, pijnen in de gewrichten en beenderen, constipatie. Bij toename van de loodbelasting nemen ook de gastro-intestinale klachten toe. (Vandelannoote et al., 1988).

Voor lood bedraagt de FAO- norm voor de voedselinname 3000 µg per week.

De wettelijke bepalingen over het maximaal toegestane loodgehalte in consumptievis voor België is 0.5 mg/kg.

1.5 Zink

Zink wordt vooral in het milieu gebracht door corrosie (vorming van oplosbare zinkverbindingen) van zinkhoudende produkten en via emissies in de lucht van zinkverwerkende bedrijven (CCRX, 1985).

De voornaamste bronnen voor de mens zijn voedingsmiddelen zoals vlees, zuivelprodukten, granen en peulvruchten. Zink is een essentieel sporelement voor planten, dieren en mensen en komt o.a. voor in een aantal enzymen. Zink wordt in het lichaam opgestapeld. In het bloed wordt het aan eiwitten gebonden.

De zinkopname voor de mens is over het algemeen laag, soms zelfs zo laag dat er onder bepaalde omstandigheden zelfs deficiënties kunnen optreden die aanleiding kunnen geven tot groeistoornissen, laatrijtheid, haaruitval, nachtblindheid, trage genezing van wonden, huidontsteking,...

Intoxicaties (gekenmerkt door coma en zinkastma) komen zelden voor, behalve bij arbeiders uit zinkverwerkende fabrieken (Vandelannoote et al., 1988).

De gemiddelde opname door de mens schommelt tussen 3.7 en 25 mg/dag (CCRX, 1985) en de aanbevolen dagelijkse opname van zink door de mens bedraagt ongeveer 7.5 mg/dag (WHO, 1973). Zelfs een opname van 200 mg zink/dag gedurende een lange periode heeft geen klinische symptomen tot gevolg.

Er bestaan geen wettelijke bepalingen over maximaal toegestane zinkgehalten in voedingsmiddelen voor België.

1.6 Koper

Koper aanwezig in de landbouwgronden is vooral afkomstig van de koperrijke mestoverschotten in de landbouw voornamelijk bij intensieve varkensteelt.

Het grootste deel van de industriële lozingen in oppervlaktewater is afkomstig van de metallurgische processen.

Koper komt in het oppervlaktewater voor zowel in opgeloste vorm als gebonden aan zwevend materiaal.

In opgeloste toestand kan het koper nog in diverse vormen voorkomen, die niet alle even goed door organismen uit het water kunnen worden opgenomen.

Deze verschillen in biologische beschikbaarheid liggen in belangrijke mate ten grondslag aan de grote verschillen in de toxiciteit van koper in diverse watertypen. In oppervlaktewater is in het algemeen slechts een zeer klein gedeelte van het opgeloste koper aanwezig als het vrije ion (Cu^{2+}), dat als goed opneembaar voor aquatische organismen wordt beschouwd. In zeewater is koper voor het grootste deel aanwezig in de vorm van anorganische verbindingen (chloride, hydroxide). In zoet water zijn van de anorganische verbindingen vooral de carbonaten van belang, afhankelijk van de pH en de hardheid van het water. Bovendien vormt koper zeer stabiele complexen met organisch materiaal.

Op de overgang van zoet- naar zoutwater, treden grote veranderingen op in het gedrag van koper. Bij toenemend zoutgehalte kan zowel desorptie van koper optreden als coagulatie van colloïdaal materiaal, gevolgd door bezinking. Welk proces overheerst, mobilisatie of sedimentatie van het aangevoerde koper, is sterk afhankelijk van de in het estuarium heersende omstandigheden, zoals het verloop van de pH, redoxcondities, samenstelling van het gesuspendeerde materiaal, organische stof en rivierafvoer.

Koper is een essentieel element voor zowel mensen, dieren als planten. Het speelt een rol in een aantal enzymen. Daarnaast kan het bij voldoende hoge doses, toxische effecten induceren.

Gezien het feit dat koper als essentieel en als toxisch element kan optreden, spelen minimum-en maximumgrenzen bij de opname een belangrijke rol. Bronnen voor de mens zijn het leidingwater dat koper kan bevatten door de corrosie van leidingen. 5 à 10% van het oraal ingenomen koper wordt geresorbeerd.

Bij de mens komen chronische kopervergiftigingen zelden voor. Acute gevallen via industrie met kopersulfaat zijn met betrekking tot intoxicaties meer van belang. Het belangrijkste symptoom van een acute kopervergiftiging is een ernstige leverdysfunctie, veroorzaakt door een koperopstapeling in de lever.

De gemiddelde opname door de mens schommelt tussen 0.2 en 5.9 mg/dag (CCRX, 1985) en de aanbevolen dagelijkse opname van koper door de mens bedraagt volgens het WHO ongeveer 2mg/dag, maar een koperopname van minder dan 0.5 mg/kg lichaamsgewicht/dag heeft geen nadelige effecten (Vyncke et al., 1981). Het UK Food Standards Committee stelt 20 mg/kg als maximaal toelaatbaar kopergehalte in voedingsmiddelen (Vyncke et al., 1981).

Er bestaan geen wettelijke bepalingen over maximaal toegestane kopergehalten in voedingsmiddelen voor België.

1.7 Nikkel

Hoge gehalten van opgelost nikkel in het water wijzen op industriële pollutie (vb. galvaniseringsafval). In lage hoeveelheden is nikkel waarschijnlijk een essentieel element voor de mens. Het is onwaarschijnlijk dat zich een te hoge nikkelopname zou voordoen door voedselopname.

In Nederland is de dagelijkse aanbevolen opname van nikkel door consumptie van visprodukten ongeveer 1.4 µg, wat laag is in vergelijking met de geschatte totale dagelijkse nikkel-opname van 150 µg (Vos et al., 1986).

Er bestaan geen wettelijke bepalingen over maximaal toegestane nikkelgehalten in voedingsmiddelen in België.

1.8 Chroom

Chroom wordt onmiskenbaar als een essentieel element beschouwd in de voeding van de mens.

Er is geen aanbevolen chroomopname opgegeven door de World Health Organisation. De gemiddelde dagelijkse opname van chroom door consumptie van visprodukten bedraagt in Nederland ongeveer 1 µg per persoon (Vos et al., 1986).

Er bestaan geen wettelijke bepalingen over maximaal toegestane chroomgehalten in voedingsmiddelen in België.

2) Materiaal en methoden

Voor de analyses hebben we ons vooral gericht op de bepaling van cadmium, lood en kwik in spierweefsel. Voor deze zware metalen bestaan er immers normen. In Bijlage 7 Tabel 1 zijn de normen voor deze zware metalen in vis weergegeven.

In hoofdzaak werd paling geanalyseerd. Paling is een vis met een zeer hoog vetgehalte. Het eetbare gedeelte ervan bevat 17 % vet en 14 % eiwit. (Claij, 1977). De accumulatie van zware metalen zou gecorreleerd zijn met het vetgehalte (Knights, 1991). Paling leeft in nauw contact met het slib, waarin hij overdag ingegraven is en palingen voeden zich met aas en vis. Dit hoog trofisch niveau kan aanleiding geven tot een hogere accumulatie van zware metalen (Vandelannoote et al., 1988).

Bovendien werden in een eerder onderzoek de normen voor Pb en Cd in paling afkomstig uit het Boudewijnkanaal overschreden (Viaene, 1991). Vandaar dat onze aandacht vooral uitgaat naar deze vissoort.

Voor een beperkt aantal palingen werden ook nog de chroom-, koper-, nikkel-, en zinkconcentraties in het spierweefsel bepaald.

Voor enkele andere vissoorten, waaronder bot, diklippharder, griet, haring, steenbol, tong en wijting werden de cadmium-, lood-, en kwikconcentraties in het spierweefsel bepaald.

De te analyseren vissen zijn afkomstig van de vijf staalnameplaatsen, gevangen tijdens de vier campagnes (zie vroeger). De stalen werden genummerd, gemeten, gewogen, gefileerd en diepgevroren bewaard.

2.1 Kwikanalyse

Voor de bepaling van kwik wordt in een erlenmeyer met opstaande koeler ongeveer 1 g vis nauwkeurig gewogen en met 5 ml zwavelzuur 36 N en 5 ml waterstofperoxide 30 % gedurende 3 minuten zachtjes verwarmd. De oplossing wordt overgebracht in een maatkolf en aangelengd met bigedistilleerd water tot 100 ml. Daarna wordt het kwikgehalte onmiddellijk bepaald door vlamloze atoomabsorptiespectrometrie.

2.2 Cadmium-, lood-, chroom-, nikkel-, koper- en zinkanalyse

Voor de bepaling wordt ongeveer 5g vis nauwkeurig afgewogen en in een platina kroes in de oven verast. De as wordt in een erlenmeyer met opstaande koeler, samen met 2.5 ml salpeterzuur en 2.5 ml waterstofperoxide verwarmd en gedurende 3 à 4 minuten zachtjes gekookt. Na afkoeling wordt de oplossing overgebracht in een maatkolf en aangelengd met bigedistilleerd water tot 50 ml. Daarna wordt deze overgebracht in een plastic flesje. De uiteindelijke bepaling van cadmium, lood, nikkel en chroom gebeurt door atoomabsorptie met grafietoven en de bepaling van koper en zink met atoomabsorptie met de vlam.

3) Resultaten

In juni 1990 werd gepeild naar de consumptiekwaliteit van paling uit het Boudewijnkanaal door een eenmalige analyse te verrichten van een mengmonster afkomstig van 11 palingen gevangen in de omgeving van de lozingspunten van de huisvuilverbrandingsoven en de afvalwaterzuiveringsinstallatie.

De resultaten van dit mengmonster bedroegen voor:

cadmium: 31 µg/kg

lood: 670 µg/kg

kwik: 108 µg/kg

Uit deze resultaten blijkt dat de loodconcentratie beduidend hoger is dan de norm die 500 µg/kg bedraagt (Viaene, 1991).

In mei 1991 werden 11 palingen stuk voor stuk onderzocht. In onderstaande tabel zijn de resultaten van zware metalen in het spierweefsel van de gevangen paling weergegeven (in µg/kg versgewicht).

Tabel 10: Zware metalen in spierweefsel van palingen gevangen in het Boudewijnkanaal in mei 1991 (Vyncke W., 1991).

lengte in cm	gewicht in g	Hg in µg/kg	Cd in µg/kg	Pb in µg/kg
42.5	132	140	35	98
39	98	60	18	158
40	100	220	29	181
33.5	54	180	63	249
52	219	220	8	20
51.5	189	230	21	161
32.5	56	180	23	132
42.5	126	180	7	63
34.5	63	300	35	84
38.5	78	120	63	118
34	69	90	27	99

In 2 van de 11 palingen (18 %) wordt de cadmiumnorm van 50 µg/kg overschreden. Het gehalte aan lood en kwik is in alle monsters beneden de norm. Het verhoogd loodgehalte dat in 1990 werd gevonden wordt hier niet bevestigd.

Het gemiddelde bedraagt voor:

Hg: 175 µg/kg

Cd: 30 µg/kg

Pb: 124 µg/kg

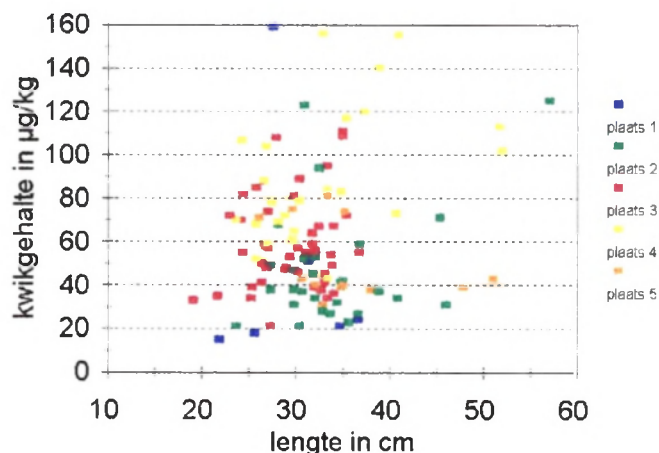
In onderhavige studie werden van 230 palingen de kwikgehalten bepaald, van 266 palingen de cadmiumgehalten in spierweefsel en van 262 palingen de loodgehalten. Parallel werden in de overige vissoorten Hg, Cd en Pb bepaald. Voor elk van de vier campagnes worden de gehalten aan Hg, Cd en Pb hieronder grafisch weergegeven, apart voor paling en de andere vissoorten. Daarna wordt voor de palingen een overzichtstabel gegeven.

De Tabellen 2, 3, 4 en 5 in Bijlage 7 geven de waarden weer van de zware metalen in spierweefsel van alle vissen die geanalyseerd werden in dit onderzoek.

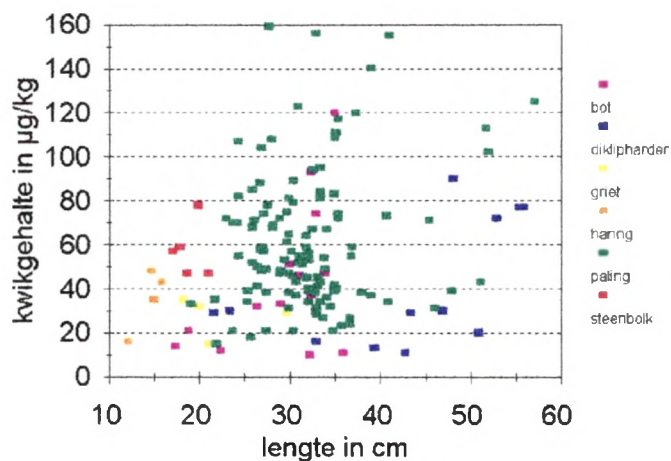
3.1 Eerste campagne

Hg

In Figuren 23 en 24 zijn de resultaten weergegeven van de kwikgehalten in het spierweefsel van paling van de eerste campagne en van verschillende vissoorten gevangen tijdens de eerste campagne.



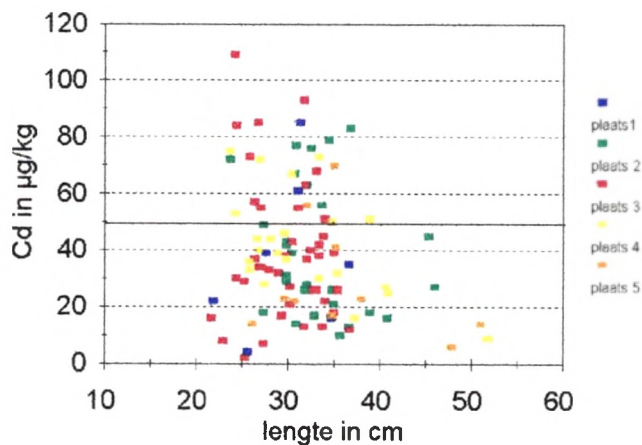
Figuur 23: Kwikgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van paling in functie van de lengte voor de 5 staalnameplaatsen, eerste campagne.



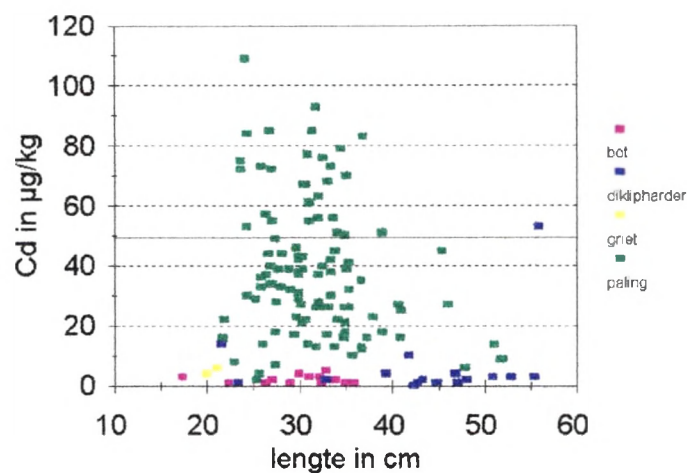
Figuur 24: Kwikgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van verschillende vissoorten in functie van de lengte, eerste campagne, (ongeacht de staalnameplaats).

Cd

In Figuren 25 en 26 zijn de resultaten weergegeven van de cadmiumgehalten in het spierweefsel van paling van de eerste campagne en van verschillende vissoorten gevangen tijdens de eerste campagne.



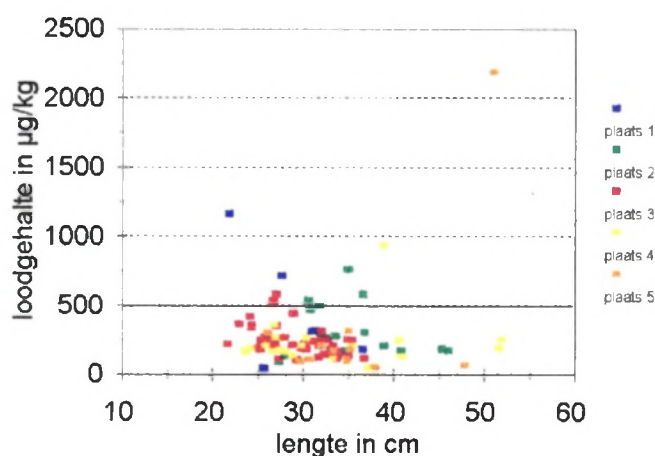
Figuur 25: Cadmiumgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van paling in functie van de lengte voor de 5 staalnameplaatsen, eerste campagne.



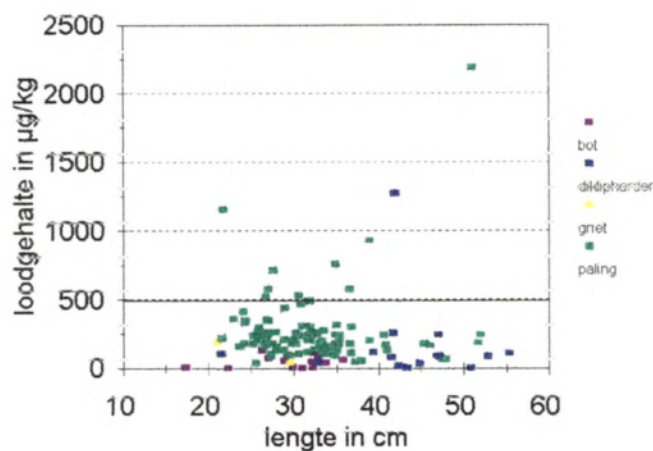
Figuur 26: Cadmiumgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van verschillende vissoorten in functie van de lengte, eerste campagne (ongeacht de staalnameplaats).

Pb

In Figuren 27 en 28 zijn de resultaten weergegeven van de loodgehalten in het spierweefsel van paling van de eerste campagne en van verschillende vissoorten gevangen tijdens de eerste campagne.



Figuur 27: Loodgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van paling in functie van de lengte voor de 5 staalnameplaatsen (eerste campagne).



Figuur 28: Loodgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van verschillende vissoorten in functie van de lengte; eerste campagne (ongeacht de staalnameplaats).

Tabel 11: De gemiddelden, de minima en maxima (in $\mu\text{g/kg}$) van de gehalten aan zware metalen in het spierweefsel van palingen gevangen tijdens de eerste campagne. Procentuele weergave van het aantal palingen dat de norm van het desbetreffende metaal overschrijdt.

Plaats	Element	Gemiddelde	Min	Max	Aantal	% boven de norm
Plaats 1	Hg	49	15	159	7	0
	Cd	37	4	85	7	28.6
	Pb	411	42	1160	7	28.6
Plaats 2	Hg	47	21	125	29	0
	Cd	40	10	83	28	28.6
	Pb	271	86	758	21	14.3
Plaats 3	Hg	58	21	111	44	0
	Cd	39	2	109	42	26.2
	Pb	235	103	577	43	4.7
Plaats 4	Hg	58	43	156	24	0
	Cd	41	9	75	23	26.1
	Pb	209	48	933	23	4.3
Plaats 5	Hg	51	31	81	12	0
	Cd	29	6	70	10	20
	Pb	341 $\mu\text{g/kg}$	54	2189	11	9.1

Het totaal gemiddelde voor de zware metalen in paling van de 5 plaatsen bedraagt voor:

Hg: 61 $\mu\text{g/kg}$ en 0 % ligt boven de norm

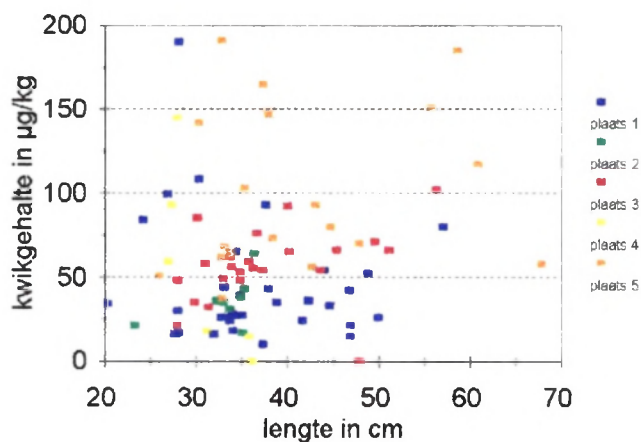
Cd: 38 $\mu\text{g/kg}$ en 26.4 % ligt boven de norm

Pb: 266 $\mu\text{g/kg}$ en 8.6 % ligt boven de norm

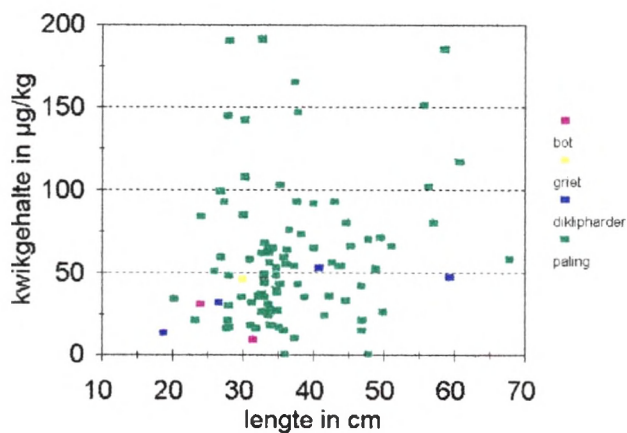
3.2 Tweede campagne

Hg

In Figuren 29 en 30 zijn de resultaten weergegeven van de kwikgehalten in het spierweefsel van paling van de tweede campagne en van verschillende vissoorten gevangen tijdens de tweede campagne.



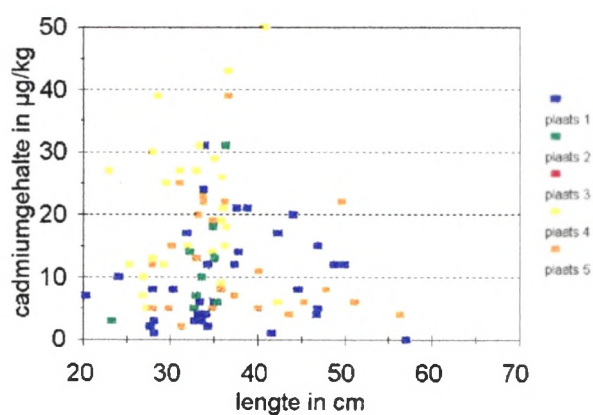
Figuur 29: Kwikgehalten (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van paling in functie van de lengte voor de 5 staalnameplaatsen, tweede campagne.



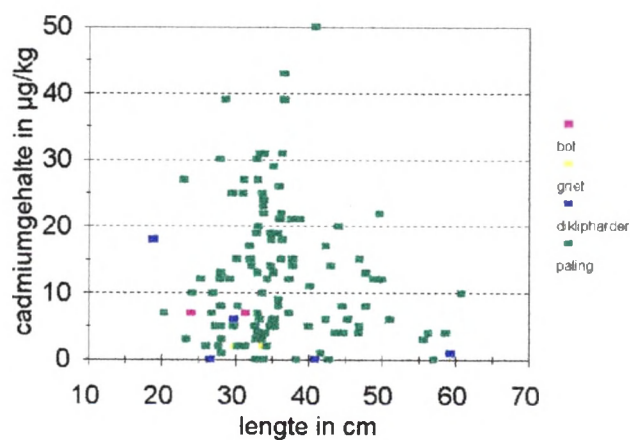
Figuur 30: Kwikgehalten (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van verschillende vissoorten in functie van de lengte, tweede campagne (ongeacht de staalnameplaats).

Cd

In Figuren 31 en 32 zijn de resultaten weergegeven van de cadmiumgehalten in het spierweefsel van paling van de tweede campagne en van verschillende vissoorten gevangen tijdens de tweede campagne.



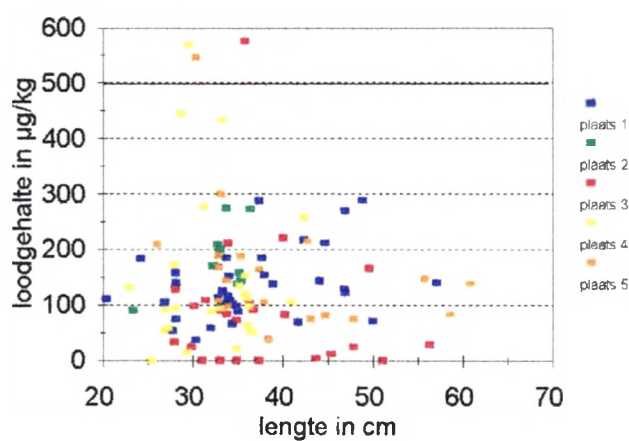
Figuur 31: Cadmiumgehalten (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van paling in functie van de lengte voor de 5 staalnameplaatsen, tweede campagne.



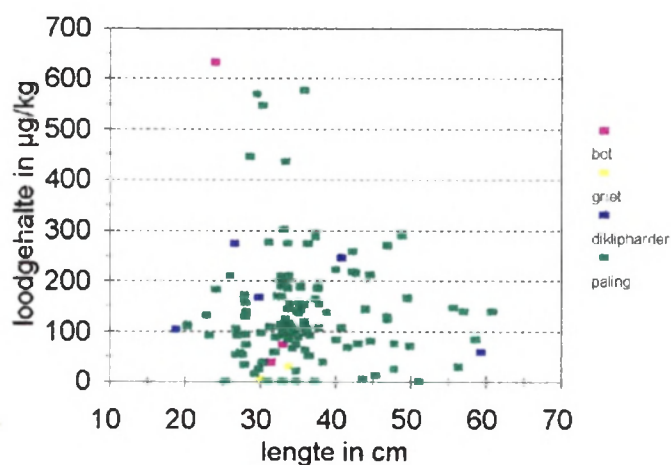
Figuur 32: Cadmiumgehalten (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van verschillende vissoorten in functie van de lengte, tweede campagne (ongeacht de staalnameplaats).

Pb

In Figuren 33 en 34 zijn de resultaten weergegeven van de loodgehalten in het spierweefsel van paling van de tweede campagne en van verschillende vissoorten gevangen tijdens de tweede campagne.



Figuur 33: Loodgehalten (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van paling in functie van de lengte voor de 5 staalnameplaatsen, tweede campagne;



Figuur 34: Loodgehalten (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van verschillende vissoorten in functie van de lengte, tweede campagne (ongeacht de staalnameplaats).

Tabel 12: De gemiddelden, de minima en maxima (in $\mu\text{g/kg}$) van de gehalten aan zware metalen in het spierweefsel van palingen gevangen tijdens de tweede campagne. Procentuele weergave van de palingen die de norm van het desbetreffende metaal overschrijden.

Plaats	Element	Gemiddelde	Min	Max	Aantal	% boven de norm
Plaats 1	Hg	46	10	190	34	0
	Cd	10	0	31	34	0
	Pb	136	37	289	34	0
Plaats 2	Hg	36	17	46	9	0
	Cd	12	3	31	9	0
	Pb	185	91	275	9	0
Plaats 3	Hg	57	0	102	24	0
	Cd	13	2	39	24	0
	Pb	90	0	576	24	4.2
Plaats 4	Hg	55	0	145	6	0
	Cd	27	5	50	26	0
	Pb	146	0	569	26	3.8
Plaats 5	Hg	99	37	191	20	0
	Cd	8	0	30	18	0
	Pb	162	39	546	19	5.3

Het totaal gemiddelde voor de zware metalen in paling van de 5 plaatsen voor de tweede campagne bedraagt voor:

Hg: $61 \mu\text{g/kg}$ en 0% ligt boven de norm

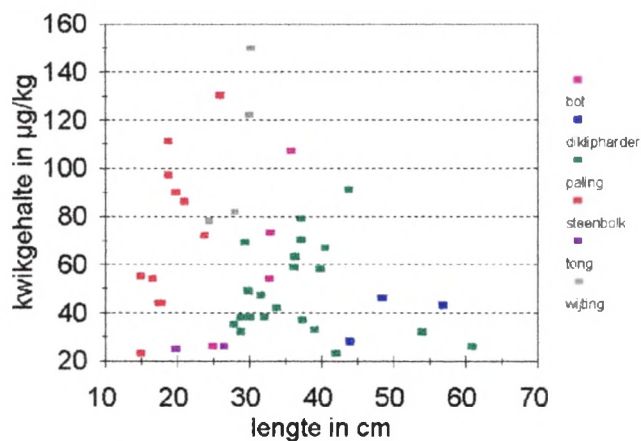
Cd: $13 \mu\text{g/kg}$ en 0 % ligt boven de norm

Pb: $137 \mu\text{g/kg}$ en 2.7 % ligt boven de norm

3.3 Derde campagne

Hg

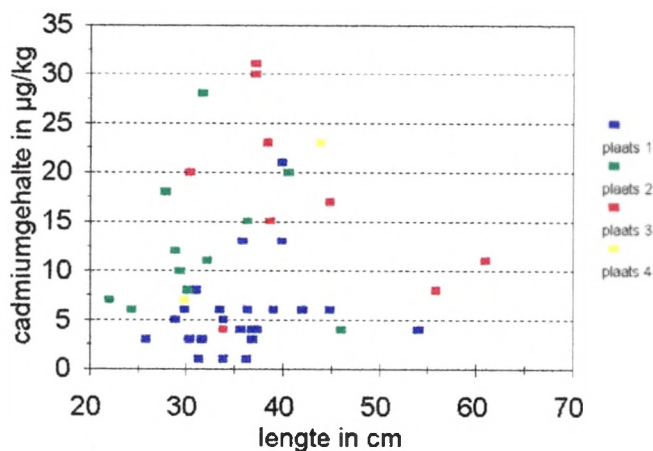
Aangezien de kwikgehalten bij de vorige campagnes steeds zeer laag waren werden de kwikanalyses op paling beperkt. Daarom werd voor palingen geen afzonderlijke grafiek gemaakt van hun kwikgehalte in functie van plaats van herkomst.



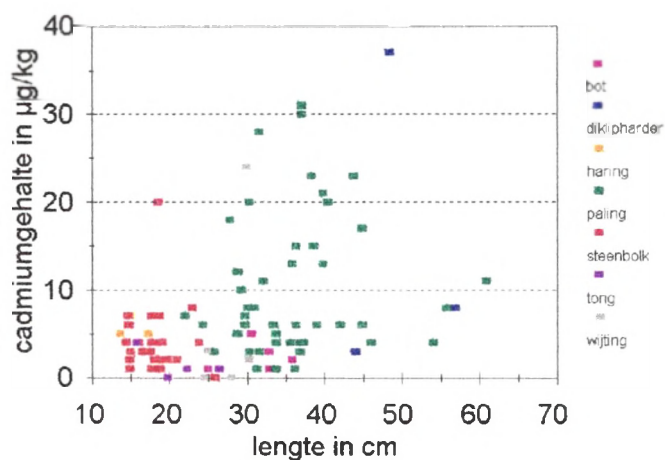
Figuur 35: Kwikgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van verschillende vissoorten in functie van de lengte; derde campagne (ongeacht de staalnameplaats).

Cd

De Figuren 36 en 37 geven de resultaten weer van de cadmiumgehalten in het spierweefsel van paling gevangen in de derde campagne en van verschillende vissoorten gevangen tijdens de derde campagne.



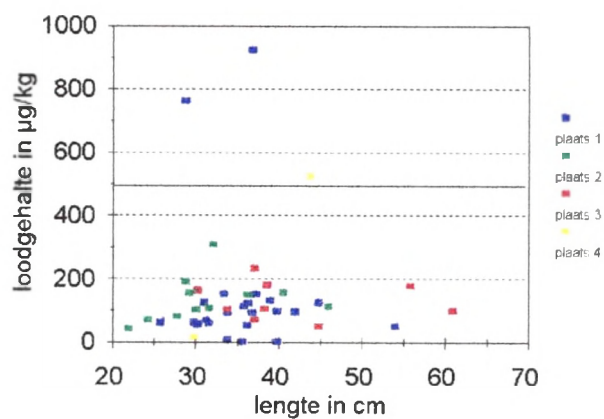
Figuur 36: Cadmiumgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van paling in functie van de lengte voor de 5 staalnameplaatsen, derde campagne.



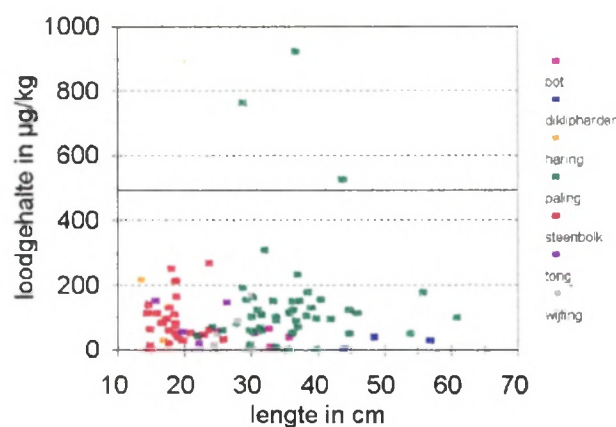
Figuur 37: Cadmiumgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van verschillende vissoorten in functie van de lengte, derde campagne (ongeacht de staalnameplaats).

Pb

In Figuren 38 en 39 zijn de resultaten weergegeven van de loodgehalten in het spierweefsel van paling gevangen tijdens de derde campagne en van verschillende vissoorten van de derde campagne.



Figuur 38: Loodgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van paling in functie van de 4 staalnameplaatsen (derde campagne; op plaats 5 werd geen paling aangetroffen).



Figuur 39: Loodgehalte (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van verschillende vissoorten in functie van de lengte; derde campagne (ongeacht de staalnameplaats).

Tabel 13: De gemiddelden, de minima en maxima (in $\mu\text{g/kg}$) van de gehalten aan zware metalen in het spierweefsel van palingen gevangen tijdens de derde campagne. Procentuele weergave van het aantal palingen dat de norm van het desbetreffende metaal overschrijdt.

Plaats	Element	Gemiddelde	Min	Max	Aantal	% boven de norm
Plaats 1	Hg	39	23	59	7	0
	Cd	6	10	21	23	0
	Pb	148	0	924	23	8.70
Plaats 2	Hg	49	35	69	8	0
	Cd	13	4	28	11	0
	Pb	134	43	308	11	0
Plaats 3	Hg	54	260	79	4	0
	Cd	18	4	31	9	0
	Pb	132	51	233	9	0
Plaats 4	Hg	70	49	91	2	0
	Cd	15	7	23	2	0
	Pb	271	16	526	2	50

Het totaal gemiddelde voor de zware metalen in paling van de 4 plaatsen voor de derde campagne bedraagt voor:

Hg: $63 \mu\text{g/kg}$ en 0 % gaat boven de norm

Cd: $10 \mu\text{g/kg}$ en 0 % gaat boven de norm

Pb: $147 \mu\text{g/kg}$ en 6.7 % gaat boven de norm

3.4 Vierde campagne

Tijdens de vierde campagne werden slechts 4 palingen gevangen, vandaar geven wij hier enkel de gemiddelden weer:

Cd: 7 µg/kg

Pb: 79 µg/kg

3.5 Jaartotaal

Het totale gemiddelde van de vier campagnes ongeacht de vangstplaats bedraagt voor paling:

Hg: 61 µg/kg N=230 en 0 % gaat boven de norm

Cd: 23 µg/kg N=266 en 11 % gaat boven de norm

Pb: 188 µg/kg N=262 en 6% gaat boven de norm

In onderstaande tabel staan de meetgegevens voor wat betreft de kwik-, cadmium- en loodgehaltes in paling van de 5 verschillende localiteiten samengevat.

Tabel 14: De gemiddelden, de minima en maxima (in µg/kg) van de gehalten aan zware metalen in het spierweefsel van palingen gevangen tijdens de vier campagnes. Procentuele weergave van het aantal palingen dat de norm van het desbetreffende metaal per plaats overschrijdt.

Plaats	Element	Gemiddelde	Min	Max	Aantal	% boven de norm
Plaats 1	Hg	45	10	190	48	0
	Cd	11	0	85	64	3
	Pb	170	0	1160	64	6
Plaats 2	Hg	45	17	125	46	0
	Cd	29	3	83	48	16
	Pb	226	43	758	39	8
Plaats 3	Hg	58	0	111	72	0
	Cd	28	2	109	70	16
	Pb	177	0	577	71	4
Plaats 4	Hg	82	0	156	33	0
	Cd	30	5	29	51	14
	Pb	182	0	933	51	6
Plaats 5	Hg	81	31	191	32	0
	Cd	16	0	70	28	7
	Pb	228	39	2189	30	7

Voor een 40-tal palingen werden in de rand van dit onderzoek enkele bijkomende analyses uitgevoerd voor koper, chroom, nikkel en zink. In de Tabellen 2, 3, 4 en 5 in Bijlage 7, zijn de waarden van de zware metalen voor de gemeten palingen weergegeven.

Onderstaande tabel geeft de gemiddelde waarden, de minima en maxima (in $\mu\text{g/kg}$) weer van de analyses in het spierweefsel van paling van het desbetreffende metaal.

Tabel 15: De gemiddelde waarden, minima, maxima (in $\mu\text{g/kg}$) van de gehalten aan zware metalen in spierweefsel van paling uit het Boudewijnkanaal.

	Gemiddelde	Minimum	Maximum	Aantal
Koper	geen	< 250 $\mu\text{g/kg}$	1670 $\mu\text{g/kg}$	N=42
Zink	19900 $\mu\text{g/kg}$	15200 $\mu\text{g/kg}$	31560 $\mu\text{g/kg}$	N=40
Nikkel	41 $\mu\text{g/kg}$	5 $\mu\text{g/kg}$	108 $\mu\text{g/kg}$	N=42
Chroom	36 $\mu\text{g/kg}$	5 $\mu\text{g/kg}$	119 $\mu\text{g/kg}$	N=42

3.7 Zware metalen in enkele andere vissoorten

Tabel 16: Gemiddelde waarden voor Cd, Pb en Hg concentraties (in $\mu\text{g/kg}$) in spierweefsel van vis, ongeacht de vangstplaats en tijdstip van de vangst.

Vissoort	Element	gemiddelde	Aantal
Bot	Hg	45	23
	Cd	3	23
	Pb	80	22
Diklipharder	Hg	40	21
	Cd	6	26
	Pb	158	27
Griet	Hg	37	6
	Cd	4	4
	Pb	67	4
Haring	Hg	52	7
	Cd	5	6
	Pb	120	6
Steenbolk	Hg	68	18
	Cd	4	29
	Pb	91	29
Tong	Hg	25	2
	Cd	2	4
	Pb	95	4
Wijting	Hg	108	4
	Cd	6	5
	Pb	322	5

Voor enkele andere vissoorten werd ook een beperkt aantal analyses uitgevoerd voor kwik, cadmium en lood. Voor deze vissoorten maken we hier geen onderscheid tussen de verschillende vangstplaatsen en de campagnes. De gemiddelden worden weergegeven in bovenstaande tabel.

Voor een gedetailleerder overzicht verwijzen we naar de Tabellen 3 en 4 in Bijlage 7.

4) Bespreking

4.1 Inleiding

De laatste jaren wordt heel wat aandacht besteed aan het bepalen van sporenelementen zoals zware metalen in visvlees. De concentraties van deze elementen hangen af van de kwaliteit van het water en de waterbodem waarin de organismen leven. Maar het is uiteraard van het grootste belang dat we een idee hebben van de aanwezigheid van dergelijke verontreiniging met betrekking tot de volksgezondheid.

4.2 Kwik

De gemeten waarden liggen voor al de gemeten stalen ver onder de norm die 1000 $\mu\text{g/kg}$ versgewicht bedraagt voor paling en 500 $\mu\text{g/kg}$ voor de overige vissoorten.

Het is opmerkelijk dat het gemiddelde kwikgehalte voor de paling gevangen en gemeten in mei 1991, ongeveer 3 maal zo hoog ligt als de gemiddelde waarde van het kwikgehalte in paling in deze studie. Een gemiddelde van 175 $\mu\text{g/kg}$ tegenover 61 $\mu\text{g/kg}$.

Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de waterkwaliteit qua kwikgehalte verbeterd is. Immers, in onderzoek waarbij palingen uit verschillende streken werden geanalyseerd kon men vaststellen dat kwikvariaties (en alleen kwikvariaties) in de waterkolom, gereflecteerd worden in de concentraties van dit metaal in palingvlees (Barak et al., 1989). Voor kwikgehalten in de waterkolom is dit moeilijk na te gaan daar we hiervoor slechts beschikken over gegevens vanaf 1993. Wel is het zo dat de lozing van zware metalen door onder andere de I.V.B.O. drastisch verminderd is (zie vroeger). Voor de kwikconcentraties in het slib stellen we een algemene verbetering vast in vergelijking met de concentraties die werden bepaald in 1989. Alleen in het slib genomen ter hoogte van de R.W.Z.I. worden hoge waarden teruggevonden. We merken wel op dat de eliminatie van kwik uit visweefsel zeer traag verloopt (Brusle, 1987).

Er werd geen correlatie vastgesteld tussen het gemeten kwikgehalte en de lengte van de paling. Nochtans wordt in de literatuur gesteld dat het kwikgehalte toeneemt met lengte en leeftijd van de vis. Oudere vis zou gedurende een langere tijd kwik in de vorm van methylkwik kunnen accumuleren, waardoor de kwikconcentraties in de weefsels verder kunnen oplopen (Pieters en Speurs, 1988).

Men verwacht hogere kwikconcentraties terug te vinden in het spierweefsel van paling gevangen ter hoogte van de R.W.Z.I., hier zijn de kwikconcentraties in het slib immers het hoogst. Uit Tabel 14 blijkt dat de kwikgehalten in het spierweefsel van palingen van plaatsen 1 en 2 gemiddeld het laagst liggen. Op plaatsen 4 en 5 zijn de kwikconcentraties gemiddeld het hoogst. Hieruit blijkt een tendens te bestaan dat de gemeten kwikhoeveelheden stijgen naarmate de paling dichterbij zee gevangen wordt. Of deze verschillen al dan niet significant zijn kon niet worden nagegaan. De hogere kwikconcentraties gevonden in het slib nabij het lozingspunt van de R.W.Z.I., zijn hier dus niet terug te vinden in de visvleeskwaliteit.

Voor de paling gevangen op verschillende tijdstippen (de verschillende campagnes) kunnen geen significante verschillen worden vastgesteld. De gemiddelde waarde voor de eerste campagne bedraagt 61 µg/kg, voor de tweede campagne 61 µg/kg en voor de derde campagne 63 µg/kg. Dit bevestigt een conclusie van Vos et al, 1986 waarbij in het onderzoek naar zware metalen in visvlees geen seizoenale fluctuaties konden worden vastgesteld.

Het totaal gemiddelde van het kwikgehalte in spierweefsel van palingen gevangen in het Boudewijnkanaal bedraagt 61 µg/kg. Om onder de voorgestelde FAO - WHO norm voor maximale wekelijkse kwikopname (300 µg) te blijven, mag een persoon dus per week niet meer dan 5 kg paling uit het Boudewijnkanaal consumeren.

Onze gevonden waarde is te vergelijken met de waarden zoals we ze vinden in palingspierweefsel afkomstig van de Roosendaalse vliet en de Watermolenbeek, respectievelijk 67 µg/kg en 63 µg/kg (Albering, 1991). Alsook met de grootte orde van de gemiddelde waarde die werd gevonden voor de stalen afkomstig uit de Schotenvaart, nl. 20 µg/kg (Vandelannoote et al., 1988).

De gemiddelde waarde is laag in vergelijking met de gemiddelde kwikgehalten in aal uit de Rijn bij Lobith (240 µg/kg), het westelijk deel van het Nederlands Rijnstroomgebied (450 µg/kg) (Pieters en Speur, 1988), het Grevelingenmeer (220 µg/kg), de Westerschelde te Terneuzen (190 µg/kg) (Van Banning et al., 1984), het IJsselmeer (490 µg/kg) (Greve et al., 1971) en de Kalkense Meersen (170 µg/kg) (Van Damme en Van Brussel, 1985).

Wij vonden voor haring uit het Boudewijnkanaal een gemiddelde waarde voor Hg in het spierweefsel van 52 µg/kg.

Deze waarde is te vergelijken met de gemiddelde waarde voor haring afkomstig van de Nederlandse kust (50 µg/kg) (Hagel, 1986), (Vos et al., 1986) en de Zuidelijke Noordzee (40 µg/kg).

De gemiddelde waarde voor het kwikgehalte in bot bedraagt 45 µg/kg. Dergelijke waarden worden teruggevonden in het Centraal en Noordelijk deel van de Baltische Zee (50 µg/kg) en in de Emsmonding (van 10 tot 30 µg/kg) (Vermeld door De Clerck et al., 1979).

Deze waarden zijn vrij laag in vergelijking met deze gevonden in stalen afkomstig van de Belgische kust (520 µg/kg) (De Clerck et al., 1979), (320 µg/kg) (De Clerck et al., 1984) en diverse kustgebieden van Groot Britannië (590-800 µg/kg), de Waddenzee (400 tot 450 µg/kg), de Ierse zee (1000 µg/kg), de Elbe-monding (420 µg/kg) en in de Oostzee (450 µg/kg) (Vermeld door De Clerck et al., 1979).

Voor steenbolk bedraagt de gemiddelde waarde voor Hg in spierweefsel 68 µg/kg. Voor steenbolk afkomstig van de Belgische kust vindt men een gemiddelde waarde van 170 µg/kg (De Clerck et al., 1979).

Voor wijting bedraagt de gevonden gemiddelde waarde van Hg in spierweefsel 108 µg/kg.

Deze waarde is vergelijkbaar met gemiddelden gevonden voor stalen afkomstig van de Noordzee (70 µg/kg) (Greve et al., 1971) en 190 µg/kg voor stalen afkomstig van de Belgische kust (Vyncke et al., 1981).

Het gemiddelde kwikgehalte voor tong (slechts twee exemplaren) bedraagt 25 µg/kg. Voor tong afkomstig uit de Noordzee werd een gemiddelde waarde vastgesteld van 220 µg/kg (gemiddelde van de periode tussen 1973 en 1982) (Vyncke et al., 1984). Voor tong afkomstig van de Ierse zee, 300 µg/kg en voor stalen afkomstig van de Baai van Liverpool 550 µg/kg (vermeld door Vyncke et al., 1984).

Vanuit toxicologisch oogpunt zou vooral de zoetwatervis van belang zijn daar de kwikconcentraties van zoetwaterspecies (paling) in het algemeen hoger zijn dan van mariene visserijproducten (Vos et al., 1986). Dit blijkt niet uit onze resultaten.

4.3 Cadmium

De gemeten waarden liggen voor paling gevangen tijdens de eerste campagne voor 26.4 % boven de norm die 50 µg/kg versgewicht bedraagt. Er werd geen correlatie gevonden tussen het cadmiumgehalte en de lengte van de paling.

De jaargemiddelden van de cadmiumgehalten in het spierweefsel van paling zijn het hoogst op plaatsen 2, 3 en 4 (respectievelijk 29, 28, en 30 µg/kg) in vergelijking tot plaats 1 (11 µg/kg) en plaats 5 (16 µg/kg) (Tabel 14). Deze plaatsgebonden concentratieverschillen in het spierweefsel zijn evenwel niet zo opvallend als in het slib, waar de concentraties aan Cd teruggevonden ter hoogte van de R.W.Z.I. duidelijk hoger lagen. Het feit dat palingen niet altijd sedentair leven en wellicht binnen het kanaal migratie-activiteit vertonen is een mogelijke verklaring voor dit verschil.

Het is opvallend dat het gemiddelde cadmiumgehalte voor paling (ongeacht de plaats) van de eerste campagne hoger ligt dan de waarde die wij vonden voor de tweede, derde en vierde campagne; 38 µg/kg tegenover, 13, 10 en 7 µg/kg. In de laatste drie campagnes werd ook geen enkele paling aangetroffen met een cadmiumgehalte boven de norm.

Het is wel opmerkelijk dat de gemiddelde waarde van de cadmiumanalyses van de palingen gevangen in 1991 een waarde hebben die vergelijkbaar is met de gemiddelde waarde voor de eerste campagne nl. 38 µg/kg. Het is niet duidelijk waarom we dergelijke hogere waarden aantreffen in de palingstalen gevangen in juni 1994 en daarna niet meer.

Het lijkt erop dat hier toch een seizoenale invloed merkbaar is voor cadmium (die dan niet zou opgaan voor kwik). In de literatuur wordt door Kulikova et al. (1985) melding gemaakt van mogelijke seizoenale fluctuaties in metaalaccumulatie in vis, dit in tegenstelling met Vos et al. (1986) die wijst op de afwezigheid van seizoenale fluctuaties voor wat betreft de accumulatie van zware metalen. Een herhaling van een campagne in mei-juni zou hier meer duidelijkheid kunnen scheppen.

Het totaal gemiddelde van het Cd- gehalte in spierweefsel van de palingen gevangen in het Boudewijnkanaal bedraagt 23 µg/kg versgewicht en het totale percentage dat boven de norm gaat bedraagt 11 %. Om onder de voorgestelde FAO - WHO norm voor maximale wekelijkse cadmiumopname (0.4 mg) te blijven mag een persoon dus niet meer dan 17 kg paling uit het Boudewijnkanaal per week consumeren.

In de literatuur vindt men een gemiddelde waarde van cadmium weer voor stalen afkomstig uit:

het IJsselmeer: 14 µg/kg (Vos et al., 1986), uit de Westerschelde te Terneuzen: <5 µg/kg, uit het Grevelingenmeer: 21 µg/kg (Van Banning et al., 1984), uit enkele rivieren in East Anglia: 44 µg/kg (Barak en Mason, 1989), uit de Kalkense Meersen 500 µg/kg (wijst op een zeer ernstige en gevaarlijke pollutie) (Van Damme en Van Brussel, 1985).

Het gemiddeld cadmiumgehalte in spierweefsel van haring afkomstig van het Boudewijnkanaal bedraagt 5 µg/kg. Voor stalen afkomstig van de Nederlandse kust werd een gemiddelde waarde over 1978-1984 gevonden van 6 µg/kg (Vos et al., 1986) een waarde die eveneens werd teruggevonden door Hagel (1986).

De gevonden waarde voor het gemiddeld cadmiumgehalte in bot bedraagt 3 µg/kg. Deze waarde is vergelijkbaar met de gemiddelde waarde van stalen afkomstig van de Belgische kust die < 10 µg/kg bedraagt (gemiddelde van 1975 tot 1979) (De Clerck et al., 1979) en < 5 µg/kg (gemiddelde van 1978 tot 1982) (De Clerck et al., 1984).

Het gemiddeld cadmiumgehalte door ons bepaald in spierweefsel van steenbolk bedraagt 4 µg/kg. Dit is vrij laag in vergelijking met de gemiddelde waarde (gemiddelde van 1975-1977) voor steenbolk afkomstig van de Belgische kust die 20 µg/kg bedraagt (De Clerck et al., 1979).

Voor wijting vinden we een gemiddelde waarde van 6 µg/kg.

Voor stalen afkomstig van de Belgische kustwateren vindt men voor de periode tussen 1972 en 1978 waarden tussen 10 en 20 µg/kg (Vyncke et al., 1981).

Het gemiddelde cadmiumgehalte voor tong bedraagt 2 µg/kg. Deze waarde is vergelijkbaar met gemiddelde waarden gevonden voor stalen afkomstig van de Noordzee (< 5 µg/kg), de Ierse Zee (< 5 µg/kg) (Vyncke et al., 1986), de Nederlandse kust (4 µg/kg) (Vos et al., 1986) (Hagel, 1986).

Voor diklippharder werd in één staal een cadmiumgehalte gevonden dat boven de norm lag en een waarde bereikt van 53 µg/kg. Het gemiddelde cadmiumgehalte in spierweefsel van diklippharder van het Boudewijnkanaal is laag en bedraagt een waarde van 6 µg/kg.

4.4 Lood

De gemeten waarden liggen voor paling gevangen tijdens de eerste campagne voor 8.6 % boven de norm die 500 µg/kg versgewicht bedraagt. Ook voor paling gevangen tijdens de tweede en derde campagne liggen respectievelijk 2.7 en 6.7 % van de gemeten waarden boven de norm.

We stellen nochtans vast dat het gemiddelde loodgehalte voor paling gevangen tijdens de eerste campagne hoger ligt dan de gemiddelde waarde die werd vastgesteld voor de

tweede, derde en vierde campagne: 266 µg/kg tegenover 137 µg/kg, 147 µg/kg en 79 µg/kg (slechts 4 stalen).

Het is hier niet duidelijk waarom de gemeten loodgehaltenes in de palingen gevangen in juni 1994 hoger liggen dan voor de exemplaren gevangen in de overige campagnes. Het lijkt er weerom op dat er een seizoenale invloed merkbaar is.

De gemiddelde waarden voor de tweede en derde campagne zijn vergelijkbaar met de gemiddelde waarde van de loodanalyses die werden uitgevoerd op de 11 palingen uit het Boudewijnkanaal in mei 1991.

Er werd geen correlatie vastgesteld tussen het gemeten loodgehalte en de lengte van de paling. Zoals blijkt uit Tabel 14 zijn er geen opvallende verschillen tussen de loodconcentraties in het spierweefsel van palingen van de verschillende plaatsen. Nochtans is uit de resultaten van loodanalyses in het slib gebleken dat de grootste concentraties wordt teruggevonden in het Nijverheidsdok en in de zwaairom. Deze concentratieverschillen worden dus niet gereflecteerd in de concentraties van dit metaal in het palingvlees.

Het totaal gemiddelde van het Pb-gehalte in spierweefsel van paling gevangen in het Boudewijnkanaal bedraagt 188 µg/kg en 6 % gaat boven de norm. Om onder de norm van de door de FAO - WHO aanbevolen wekelijkse loodopname (3000 µg) te blijven mag een persoon per week maximaal 16 kg paling van het Boudewijnkanaal consumeren.

Onze gevonden waarde is vergelijkbaar met het gemiddelde loodgehalte voor stalen afkomstig uit het IJsselmeer dat 170 µg/kg bedraagt (Vos et al., 1986) en uit het Grevelingenmeer dat 140 µg/kg bedraagt (Van Banning et al., 1984).

Het gemiddeld loodgehalte is laag in vergelijking met de gemiddelde waarden teruggevonden in stalen afkomstig uit het Kanaal Beverlo (450 µg/kg) (bekend voor de hoge concentraties aan zware metalen in het water), het irrigatiekanaal Beverlo (310 µg/kg) (Vandelannoote et al., 1988) en de Kalkense Meersen (4300 µg/kg, wat wijst op een zeer ernstige loodpollutie) (Van Damme en Van Brussel, 1985).

Het gemiddelde loodgehalte is hoger in vergelijking met de gemiddelde waarden gevonden in stalen afkomstig uit: de Westerschelde te Terneuzen (70 µg/kg) (Van Banning et al. 1984), de Mark (104 µg/kg) en de Schotenvaart (84 µg/kg) (Vandelannoote et al., 1988).

Het gemiddelde loodgehalte door ons bepaald in spierweefsel van haring bedraagt 120 µg/kg. Deze waarde is vergelijkbaar met de gemiddelde waarde van stalen afkomstig van de Nederlandse kust nl. 80 µg/kg voor een periode tussen 1978 en 1984 (Vos et al., 1986). Hagel stelde een gemiddelde waarde vast voor stalen afkomstig van de Nederlandse kust van 100 µg/kg (Hagel, 1986).

De vastgestelde waarde voor het gemiddelde loodgehalte in bot bedraagt 80 µg/kg. Voor stalen afkomstig van de Belgische kust vindt men een gemiddelde waarde (gemiddelde van 1975 tot 1977) van 280 µg/kg (De Clerck et al., 1979), terwijl de gemiddelde waarde voor deze vissoort gevangen aan de Belgische kust in de periode van 1978 tot 1982 is gedaald tot 40 µg/kg (De Clerck et al., 1984).

Het gemiddeld loodgehalte in spierweefsel van steenbolk bedraagt 91 µg/kg. Dit is laag in vergelijking met de gemiddelde waarde van stalen afkomstig van de Belgische kust dat 450 µg/kg bedraagt (gemiddelde van 1975 tot 1979) (De Clerck et al., 1979).

Voor tong vinden we een gemiddelde waarde van 95 µg/kg (gemiddelde van 4 stalen). Voor stalen afkomstig van de Nederlandse kust vindt men voor de periode tussen 1977 en 1984 een gemiddelde waarde van 70 µg/kg (Vos et al., 1986), voor stalen uit de Noordzee een gemiddelde waarde van 30 µg/kg (periode van 1973 tot 1982) en voor stalen afkomstig uit de Ierse Zee 140 µg/kg (periode van 1973 tot 1982).

In één diklippharder werd een loodgehalte aangetroffen dat boven de norm lag. Het gemiddelde loodgehalte in spierweefsel van diklippharder bedraagt 158 µg/kg.

4.5 Koper, zink, chroom en nikkel

Wat betreft de kopergehalte in spierweefsel van palingen treffen we waarden aan tussen < 250 µg/kg en 670 µg/kg.

Voor palingen afkomstig van de Westerschelde te Terneuzen vindt men een gemiddelde waarde (gemiddelde van 1981-1982) van 600 µg/kg en voor stalen afkomstig van het Grevelingenmeer 700 µg/kg (Van Banning et al., 1984). Het gemiddelde kopergehalte van palingen uit het IJsselmeer bedraagt 910 µg/kg (Vos et al., 1986). Voor palingen afkomstig van de Driessesloot (Kalkense Meersen) werd de zeer hoge waarde van 4700 µg/kg aangetroffen (Van Damme en Van Brussel, 1985). Onze gemeten waarden zijn dus vrij laag te noemen.

De gemiddelde waarde van het zinkgehalte in het spierweefsel van de paling bedraagt 19900 µg/kg. Het gemiddelde zinkgehalte voor palingen uit de Westerschelde te Terneuzen bedraagt 22700 µg/kg, voor palingen gevangen in het Grevelingenmeer 21700 µg/kg (Van Banning et al. 1984), voor palingen uit het IJsselmeer 22000 µg/kg en voor palingen uit de Driessesloot (Kalkense Meersen) 21600 µg/kg. Deze waarden zijn dus vergelijkbaar met de waarde die in dit onderzoek werd vastgesteld.

De vastgestelde waarde voor het gemiddelde nikkelgehalte in paling bedraagt 41 µg/kg. Het gemiddelde nikkelgehalte voor palingen uit het IJsselmeer bedraagt 120 µg/kg (Vos et al., 1986). Door Hagel werd een gemiddeld nikkelgehalte vastgesteld van 50 µg/kg voor paling afkomstig van het IJsselmeer en het Hollands Diep (Hagel, 1986).

De gemiddelde waarde voor het chroomgehalte in paling bedraagt 36 µg/kg. Het gemiddelde chroomgehalte voor palingen uit het IJsselmeer bedraagt 80 µg/kg (Vos et al., 1986). Door Hagel werd een gemiddelde waarde voor het chroomgehalte vastgesteld van 50 µg/kg voor palingen afkomstig van het IJsselmeer en het Hollands Diep (Hagel, 1986).

Er werden geen onderlinge correlaties tussen de verschillende zware metalen in paling vastgesteld.

8. Samenvatting en conclusies

De belangrijkste functie van het Boudewijnkanaal, dat de haven van Zeebrugge met die van Brugge in verbinding stelt, is scheepvaart en vervoer. Daarnaast heeft dit kanaal belangrijke nevenfuncties op gebied van recreatie en natuur.

Uit een overzicht van de metingen van de water- en slibkwaliteit is duidelijk dat de waterkwaliteit van het kanaal nog steeds ontoereikend is en aan een aantal normen niet voldoet. Vervuiling van het water en het slib door zware metalen blijft problematisch. Nochtans wordt recentelijk een verlaging van de concentraties aan zware metalen in het slib waargenomen. Ook zijn er nog steeds veel te veel nutriënten aanwezig in de waterkolom, een tertiaire zuivering door de R.W.Z.I. lijkt aangewezen.

Uit ecologisch en visserijbiologisch standpunt is de structuurkwaliteit van het kanaal als weinig interessant te beschouwen. Zowel qua diepte als qua structuur biedt het kanaal weinig variatie. De oevers zijn hoofdzakelijk cultuurtechnisch. Oever- en watervegetatie zijn zo goed als afwezig. Enkel 3 beperkte zones hebben enige natuurwaarden: een korte natuurlijke oeverzone aan de zwaairom (noordzijde), de rechteroever van het kanaal ter hoogte van Zwankendamme waar geen oeverversteving aangebracht werd in afwachting van de kanaalverbredingsplannen, en een ondiepe lagunaire zone in de achterhaven ter hoogte van het Zuidelijk Insteekdok dat momenteel verloren gaat als gevolg van de verdere uitbreiding van de achterhaven.

Deze studie heeft voor Vlaanderen een aantal nieuwe gegevens aangebracht wat betreft kennis van de verspreiding en het voorkomen van een aantal brakwater- en zeevissoorten in de binnenwateren. Uit de visstandsbemonsteringen die op vier tijdstippen over het jaar in vijf zones van het kanaal uitgevoerd werden, en dit door middel van verschillende bevissingstechnieken, blijkt dat de visstand belangrijke potenties biedt. Niet minder dan 26 vis- en rondbeksoorten werden geïnventariseerd. Typologisch is de visstand te beschrijven als een gediversifieerde brakwatergemeenschap, met paling, bot, diklippharder, steenbolk en zwarte grondel, als dominante soorten. Nochtans leggen een aantal knelpunten een hypotheek op deze visstand. De ontoereikende waterkwaliteit, de aanwezigheid van de anaërobe zwarte sliblaag (ter hoogte van de lozingen van de R.W.Z.I. en in de haven van Brugge) en het gebrek aan ecologisch waardevolle strukturelementen (de visstand is het meest dens en divers in de 3 meest interessante restgebieden, cfr. supra) zijn de belangrijkste, maar ook de door gebrek aan controle in de hand gewerkte ongebreidelde visstroperijen (nachtlijnen, fuiken, kruisnetten, ...) en de vaak te hoge vaarsnelheden van de vrachtschepen die wellicht op het paaisucces van de vissen een negatieve impact zullen hebben en in elk geval iedere ontwikkeling van oevervegetatie tegengaan.

Uit de analyseresultaten van metingen van de zware metalen kwik, lood en cadmium in het spierweefsel vissen uit het Boudewijnkanaal blijkt dat :

- voornamelijk paling de hoogste concentraties van deze elementen in het spierweefsel bevat
- bij paling van het Boudewijnkanaal het kwikgehalte gemiddeld 61 µg/kg is. Voor kwik lag geen enkele meetwaarde boven de norm. Voor dit element is er een duidelijke verbetering t.o.v. de metingen uitgevoerd in 1991.

- bij paling van het Boudewijnkanaal het cadmiumgehalte gemiddeld 23 µg/kg bedraagt, waarbij 11% van de metingen de norm overschreden. De cadmiumconcentraties liggen het hoogst bij palingen halfweg het kanaal in de buurt van de lozingen van de R.W.Z.I.
- bij paling van het Boudewijnkanaal het loodgehalte gemiddeld 188 µg/kg is, met 6% van de metingen boven de norm.
- er voor wat betreft de concentraties van lood en cadmium in het spierweefsel van paling blijkbaar seizoenale verschillen bestaan, waarbij de gemeten waarden het hoogst lagen in juni 1994 met voor cadmium en lood respectievelijk een gemiddelde concentratie van 38 µg/kg en 266 µg/kg, met 26.4 en 8.6 % normoverschrijdingen.
- de gemiddelde concentraties, beschouwd voor de vier campagnes, van Hg, Pb en Cd in paling onder de wettelijk bepaalde normen liggen.
- bij toepassing van de FAO - WHO normen voor wekelijkse opname, een persoon niet meer dan 5 kg paling / week (voor Hg), 17 kg paling / week (voor Cd) en 16 kg paling / week (voor Pb) mag consumeren. Vermits deze innames in een totaal voedselpakket dienen beschouwd te worden is het aan te raden te vermelden dat overmatige consumptie van paling uit het Boudewijnkanaal schadelijk kan zijn voor de gezondheid.
- voor de andere vissoorten geen normoverschrijdende waarden gemeten werden.
- de gehalten aan Pb, Cd en Hg in het spierweefsel van vis uit het Boudewijnkanaal vergelijkbaar zijn met andere wateren en niet noemenswaardig hoog zijn.

Ambitieuze havenuitbreidingsplannen dreigen het natuurbehouds- en recreatie-element van de achterhaven en het kanaal ernstig in te dijken.

Ter compensatie van het verlies aan natuurwaarden kunnen via het toepassen van de principes van natuurtechnische milieubouw (NTMB), natuurontwikkelingsprojecten op middelgrote schaal in deze uitbreidingsplannen geïntegreerd worden. Zowel natuurtechniek met betrekking tot de oeverstructuren als enkele grotere milieubouwprojecten kunnen een ekologische meerwaarde bieden aan het havenuitbreidingsproject.

Belangrijk is dat de havenbeheerders zich kunnen engageren tot het voeren van dergelijke bewuste politiek van natuurontwikkeling. In aansluiting bij dit engagement kunnen de voorgestelde natuurtechnische ontwikkelingsprojecten vervolgens in detail uitgewerkt worden en vertaald worden in concrete inrichtings- en beheersplannen. Een doelgerichte studie met betrekking tot de realisatie van deze bufferzones is dan ook aangewezen.

Actiepunten

Deze studie moet, in overleg met andere sectoren, leiden tot concrete oplossingen en maatregelen.

- Overleg met het Ministerie van Volksgezondheid is noodzakelijk voor officieel advies in verband met de volksgezondheid i.c. de consumeerbaarheid van paling uit het Boudewijnkanaal.
- Overleg met de Provinciale Visserijcommissie West-Vlaanderen en de stad Brugge voor de kennisgeving van het advies aan de hengelaars en de bevolking.
- In verband met de verdere sanering van het water van het Boudewijnkanaal is overleg met de VMM, AMINAL (de Afdeling Milieu-inspectie, de Afdeling Milieuvergunningen, de Afdeling Bos en Groen) en Aquafin (de R.W.Z.I) aangewezen.
- In verband met de realisatie van NTMB pilootprojecten o. a. ter ontwikkeling van het visserijbiotoop, wordt overlegd met de MBZ, de stad Brugge, de Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen, de Provinciale Visserijcommissie West-Vlaanderen, en AMINAL (de Afdeling Bos en Groen en de Afdeling Natuur).

7. Referenties

- Barak N. en Mason C.

A survey of heavy metal levels in eels from some rivers in East Anglia, England and the use of eels as pollution indicators.

EIFAC (FAO) working party on Eel 1989 in Porto, Portugal, 1989.

- Albering H.

Gezondheidsdienst Streekgewest Westelijk Noord-Brabant Rijksuniversiteit Limburg.
Indikatief onderzoek naar chemische belasting van aal in twee beken in streekgewest westelijk Noord-Brabant en inschatting van het gezondheidsrisico bij consumptie van deze aal, 1991.

- Brusle J.

Eel and pollutants: A general review of the effects of heavy metals.

FAO, Eel working group, Bristol, april 1987.

- Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en regelgeving (CUR).

Natuurvriendelijke oevers.

Gouda, 1994.

- Claij K.

Nederlandse voedingsmiddelentabel.

Voorlichtingsbureau voor de voeding Den Haag, 1977.

- Coördinatie-commissie voor de metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen.

Cadmium, de belasting van het Nederlands milieu.

Ministerie van volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieubeheer, 1985.

- Coördinatie-commissie voor metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen.

Metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen in het biologisch milieu in Nederland 1985.

Ministerie van volkshuisvesting ruimtelijke ordening en milieubeheer.

- Coördinatie-commissie voor metingen van radioactiviteit en Xenobiotische stoffen.

Evaluatierapport kwik in het Nederlands milieu. Ministerie van volkshuisvesting ruimtelijke ordening en milieubeheer 1986.

- Coussement M, Sanders D. en Van Damme D.

Ecologische inventarisatie en visserijbiologische kartering van de openbare beschermde viswateren van het Vlaamse Gewest.

Onderzoeksproject Visserijfonds Nr. V.F. 88.1 (deelopdracht 3), 1989.

- Coussement M.

Practisch visstandsbeheer.

Visserijfonds, Dienst Waters en Bossen 1990.

- De Clerck R., Vanderstappen R., Vyncke W. en Van Hoeyweghen P.
Het gehalte aan zware metalen in mariene organismen uit de bijvangst van de Belgische kustvisserij.
Landbouwtijdschrift 3 (32) : 779-786, 1979.

- De Clerck R., Guns M., Vyncke W. en Van Hoeyweghen P.
Het gehalte aan zware metalen in kabeljauw, bot en garnaal uit de Belgische kustwateren.
Landbouwtijdschrift nr.4, jg 37, juli-augustus, 1984.

- Denayer B.
Planmatig visstandsbeheer voor het Boudewijnkanaal, Inventarisatie.
Studierapport in opdracht van de provinciale visserijcommissie van West-Vlaanderen.
IBW.Wb. Adv. 92, 008, 1992.

- De Pauw N.
M.E.R.-centrale "Zeebrugge"
partim. Aquatische Fauna en Flora.
Universiteit Gent. Laboratorium voor Biologisch Onderzoek van
waterverontreiniging, 1991.

- Desmet J.
Ramskapelle - Dudzele een polder in de branding.
Natuurreservaten Augustus '83 nr 4 p. 107, 1983.

- EIFAC
Provisional multilingual list of names of European Freshwater Fish
FAO 1966.

- Foulkes E.
Effects of heavy metals.
Vol. 1-2 CRC press, Boca Raton, 1990.

- Gillard A.
Limnologie Ecologie van de vastelandswaters.
Wetenschappelijke uitgeverij E. Story-Scientia P.V.B.A. Gent-Leuven, 1972.

- Greve P.A. en Wit S.L.
Mercury in Fish-Total content in Freshwater and Marine Fishes.
TNO-nieuws 26, 395-399, 1971.

- Guns M., Vyncke W., De Clerck R. en Van Hoeyweghen P.
Akkumulatie van koper, zink, chroom en lood in graten van bot.
Landbouwtijdschrift nr.4 jg 41, juli-augustus, 1988.

- Hagel P.
Monitoring of pollutants in Dutch Fishery products.
Environmental Monitoring and Assessment 7: 257-262, 1986.

- Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie.
Kwaliteitsoverzicht van een aantal Belgische oppervlaktewateren in 1979.
- Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie.
Meetnet van de Kwaliteit van de Belgische oppervlaktewateren in 1984.
- Knights B.
Contamination of eels by organochlorine and heavy metal residues.
Eifac working party on Eel, Dublin may 1991.
- Kulikova I, Seisuma Z. en Legzdina M.
Heavy metals in marine organisms.
Symposia Biologica Hungarica 29, 1985.
- Louis A. en Petes J.
Fluctuations écologiques et algologiques dans les estuaires belges. 1979 E. Story-
Scientia, s.p.a. Scientific Publishers Louvain-Ghent
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement Leefmilieu en Infrastructuur.
Vademecum Natuurtechniek: Inrichting en beheer van waterlopen, 03-1994.
- Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu.
Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie.
Meetnet van de kwaliteit van de Belgische oppervlaktewateren in 1991.
- Nyssen H. en de Groot S.J.
De vissen van Nederland.
Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische vereniging, 1987.
- Pieters H. en Speur J.
Ontwikkelingen in het kwikgehalte van vis uit enkele Nederlandse binnenwateren , in
het bijzonder het Noordzeekanaal, het Eemskanaal en het Haringvliet.
RIVO rapport MO 88-03, 1988.
- Poll M.
Poissons Marins, Faune de Belgique.
Ouvrage étide par le patrimoine de Musée royal d' Histoire naturelle de Belgique,
1947.
- Van Banning P., Declerck D., Guns M., Stokman G., Vandamme K. en Vyncke W.
Visaandoeningen en de mogelijkheid van relatie met watervervuiling.
RIVO rapport CA 84-05, 1984.
- Van Damme D. en Van Brussel D.
De Kalkense Meersen, Biologische Inventarisatie en Ecologische Evaluatie
BTK Studie Lav virologie RUG, 1984-1985.

- Vandelannoote A., Clement L., Verheyen R.F., en Van Loon J.
Zware metalen in het vlees van vissen uit enkele rivieren en kanalen van de provincies Antwerpen en Limburg.
Water nr. 38, 1988.
- Vanderstappen R., De Clerck R., Vyncke R. en Moermans R.
Het gehalte aan kwik, zink, koper, lood en cadmium in haring.
Landbouwtijdschrift nr. 2 jg 31 maart-april, 1978.
- Viaene H.
De kwaliteit van paling in het water van het Boudewijnkanaal van juni 1990, juli 1991.
Nota Vlaamse Gemeenschap, 3pp. en bijlagen, 1991.
- Vlaamse milieumaatschappij.
Jaarverslag meetnet oppervlaktewater 1991.
26 pp. en bijlagen, 1991.
- Vlaamse milieumaatschappij.
Jaarverslag meetnet oppervlaktewater 1992.
24 pp. en bijlagen, 1992.
- Vlaamse milieumaatschappij.
Eutrofiëringsonderzoek Boudewijnkanaal.
R3149935.D01/ABO, 1992.
- Vos G. en Hovens J.P.C. en Hagel P.
Chromium, nickel, copper, zinc, arsenic, selenium, cadmium, mercury and lead in dutch fishery products 1977-1984
The science of the Total Environment, 52 (1986) 25-40 Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-printed in the Netherlands, 1986.
- Vos G.
Koper in milieu en voeding van Nederland.
Coördinatie-commissie voor metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen.
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1987.
- Vyncke W., Vanderstappen R., De Clerck R., Moermans R. en Van Hoeyweghen P.
De evolutie van het kwikgehalte in tong (*Solea solea* L.) uit de Noordzee en de Ierse Zee.
Landbouwtijdschrift nr. 41 jg 32, juli-augustus 1979.
- Vyncke W., Vanderstappen R., De Clerck R., Moermans R. en Van Hoeyweghen P.
De evolutie van het gehalte aan zware metalen in schol, wijting, sprout en garnaal van de Belgische kustwateren.
Landbouwtijdschrift nr. 5, jg 34, september-oktober 1981.
- Vyncke W., Guns M., De Clerck R. en Van Hoeywegen P.
Het gehalte aan zware metalen in tong uit de Noordzee en de Ierse zee: 10 jaar onderzoek (1973-1982)
Landbouwtijdschrift nr. 5, jg 37, september-oktober, 1984

- Vyncke W.
Analyse paling Boudewijnkanaal 1991
Rijksstation voor zeevisserij, 1991.

- Wheeler A.
The fishes of the British Isles and North-West Europe.
Macmillan, 1969.

- Whitehead P.J.P, Bauchot M.L, Hureau J.C, Nielsen J. en Tortonese E.
Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Volume I, II en III.
UNESCO 1986

- World Health Organization Expert committee, Techn. Rep. Ser., No 532, 1973.

