

Vissen als gezondheidsindicators voor de toestand van het Zeeschelde-ecosysteem

Informatie uit historische bronnen zoals vroeg-wetenschappelijke publicaties en diverse geschriften zoals pachtencohiers en tolregisters, maar ook gravures of schilderijen leert dat het visbestand van onverstoorde brakwatergebieden van nature zeer divers is. In de overgangszones tussen zee en rivier komen zowel zee- als rivier- en trekvissoorten voor en trekvissen passeren het estuarium tijdens de paaimigratie tussen zoet en zout water. Historische informatie is van cruciaal belang bij het definiëren van een referentietoestand voor een visbestand, vooral in gebieden zoals Vlaanderen waar geen onverstoorde ecosystemen meer zijn. Deze referentietoestand kan dan gebruikt worden om de toestand van het huidige visbestand te evalueren. Voor de Zeeschelde werd een referentievisbestand opgesteld aan de hand van gegevens die dateren van de periode 1842 - 1945. Grote trekvissen zoals de steur en de elft zijn vandaag verdwenen. Andere trekvispopulaties zoals bot, fint en spiering zijn nog aanwezig en hun migraties worden steeds minder belemmerd door periodieke tekorten in zuurstofconcentratie langs de Zeeschelde. Zeevissen gebruiken de Zeeschelde stroomafwaarts Antwerpen als een kinderkamer: Ze groeien er op tijdens de eerste maanden van hun leven. De kinderkamerfunctie van de Zeeschelde voor rivier- en trekvis blijft sterk onderbenut. Dijken hebben de relatie tussen de bedding en natuurlijke overstromingsgebieden, die fungeren als paaihabitat, doorbroken. Door het toevoegen van gecontroleerde overstromingsgebieden aan het buitendijks gebied van de Zeeschelde zullen de rivierpopulaties wellicht herstellen, op voorwaarde de eveneens de waterkwaliteit van de Zeeschelde sterk verbetert. Twee instrumenten werden aangewend om het Zeeschelde ecosysteem te evalueren: een estuariene index voor biotische integriteit (EBI) berekend op basis van de structuur van de visgemeenschap en de concentratie van pollutanten in paling, gevangen in de Zeeschelde. De EBI score varieert tussen slecht en matig en palingweefsel bleek gecontamineerd met hoge tot extreme concentraties aan PCB, seleen, DDT and gebromeerde vlamvertragers. Beide resultaten geven aan dat de Zeeschelde een zeer sterk verontreinigde rivier blijft.

1. Inleiding

Waar zee en rivier elkaar ontmoeten, ontstaat een estuarien ecosysteem met uitgesproken longitudinale en dwarse gradiënten in zoutgehalte en overstromingsfrequentie. Samenhangend met deze gradiënten varieert de samenstelling van de fauna en flora. Dit geldt in het bijzonder voor het Schelde-estuarium waar het getij zeer ver landinwaarts doordringt en een unieke aansluiting van intergetijdengebieden veroorzaakt, gaande van zoet water getijdenmoerassen tot zoute slikken en schorren. De visfauna die in de Zeeschelde voorkomt, illustreert op treffende wijze de biodiversiteitsgradiënt die ontstaat tussen het zoetwatergetijdengebied en de mesohaliene brakwaterzone. Zeevis gedijt er tot net stroomopwaarts Antwerpen, terwijl rivier- en trekvis soms tot halverwege de Westerschelde wordt waargenomen. Bovenal wordt de overgangszone tussen zoet en zout water gekenmerkt door trekvis die er passeert tijdens de paaimigratie. Sinds 1995 wordt de evolutie van de verschillende vispopulaties van de Zeeschelde gevolgd. Sinds 2002 zijn deze opnames geïntegreerd in het Vlaamse meetnet Zoetwatervis. De Europese Kaderrichtlijn Water voorziet in de regelmatige opvolging van de waterkwaliteit, onder meer via verschillende biologische meetnetten. Door structurele veranderingen in de samenstelling van de visgemeenschap alsook informatie met betrekking tot bioaccumulatie van pollutanten in visweefsel te koppelen aan veranderingen in de kwaliteit van het oppervlaktewater en de verschillende habitatten kan, via biomonitoring, een evaluatie gemaakt worden van het hele Zee-

schelde-ecosysteem. Deze evaluatie wordt hier gemaakt aan de hand van twee verschillende instrumenten: een estuariene index voor biotische integriteit en een ecotoxicologisch meetnet. Vooraleer we tot deze analyse overgaan, stellen we eerst een referentievisbestand vast en bekijken we de actuele toestand en de trends in het visbestand van de Zeeschelde.

2. De referentietoestand: het visbestand anno 1840

Een referentietoestand van een visbestand beschrijft de samenstelling van dat visbestand in een onverstoord systeem. In Vlaanderen bestaan geen onverstoorde systemen meer; daarom werd een referentiesituatie afgeleid op basis van historische bronnen, expertkennis en actuele gegevens. Vrielynck et al. (2003) compileerden historische informatie over de vissoorten van de Zeeschelde, en brachten een schets van de impact die de verschillende vormen van antropogene verstoringen in de loop van de 19e en 20ste eeuw hadden.

De meest betrouwbare historische bronnen die het visbestand van de Zeeschelde beschrijven, gaan terug tot 1840 zodat een referentiekader voor deze periode werd ontwikkeld (Tabel 1). Voor deze periode beschreef de Selys-Longchamps (1842) 49 vissoorten die voorkwamen in de Beneden-Zeeschelde. Een vergelijking met de situatie vlak na de tweede wereldoorlog (Poll, 1945) en nu (2004) laat zien dat verschillende trekvispopulaties zijn uitgestorven.

Tabel 1. Het visbestand in de Zeeschelde beschreven door De Selys-Longchamps (1842) en door Poll (1945) en vergelijking van de historische data met recente bemonsteringen. x: aanwezig; (x) slechts één waarneming; ? wellicht aanwezig maar niet als aparte soort erkend.

| Soort | 1842 | 1945 | 1991 2004 | Soort | 1842 | 1945 | 1991 2004 |
|--------------------------|------|------|--------------|-------------------------|------|------|--------------|
| riviervis | | | | zeevis (vervolg) | | | |
| baars | x | x | x | grouwe poon | x | | x |
| blankvoorn | x | x | x | griet | x | x | x |
| brasem | x | x | x | grote pieterman | x | | |
| grote modderkruiper | x | | | grote zeenaald | x | x | x |
| karper | x | x | x | haring | x | x | x |
| kolblei | x | | x | harnasmannetje | x | x | x |
| rietvoorn | x | | x | hondshaai | x | | |
| snoek | x | | x | horsmakreel | | x | x |
| snoekbaars | x | x | x | kabeljauw | x | x | x |
| tiendoornige stekelbaars | x | x | x | kleine zeenaald | ? | x | x |
| zonnebaars | x | | x | Lozano's grondel | ? | ? | x |
| trekvis | | | | pijlstaartrog | | (x) | |
| bot | x | x | x | pitvis | x | (x) | x |
| driedoornige stekelbaars | ? | x | x | puitaal | x | x | x |
| dunlipharder | | x | x | rode poon | x | x | x |
| elft | x | | | schelvis | x | | |
| fint | x | x | x | schol | x | x | x |
| grote marene | x | | | schurftvis | | x | |
| paling | x | x | x | slakdolf | | x | x |
| rivierprik | x | x | x | smelt | | x | (x) |
| spiering | x | x | x | snotolf | | x | x |
| steur | x | | | sprot | x | x | x |
| zalm | x | | | steenbolk | x | x | x |
| zeeforel | | (x) | x | stekelrog | x | | |
| zeeprik | x | | (x) | tarbot | x | | |
| zeevis | | | | tong | x | x | x |
| ansjovis | x | x | x | vijfdradige meun | | x | x |
| brakwatergrondel | ? | x | x | vleet | x | | |
| congeraal | x | (x) | | wijting | x | x | x |
| dikkopje | x | x | x | zandspiering | x | x | x |
| doornhaai | (x) | | | zeebaars | | x | x |
| geep | x | x | | zeedonderpad | x | x | (x) |
| glasgrondel | | x | x | zeeëngel | x | (x) | |

3. Actuele toestand van de visstand van de Zeeschelde en trends op basis van biomonitoring

Langsheen de Zeeschelde wordt tweemaal per jaar vis bemonsterd met fuiken (Figuur 1) (Maes

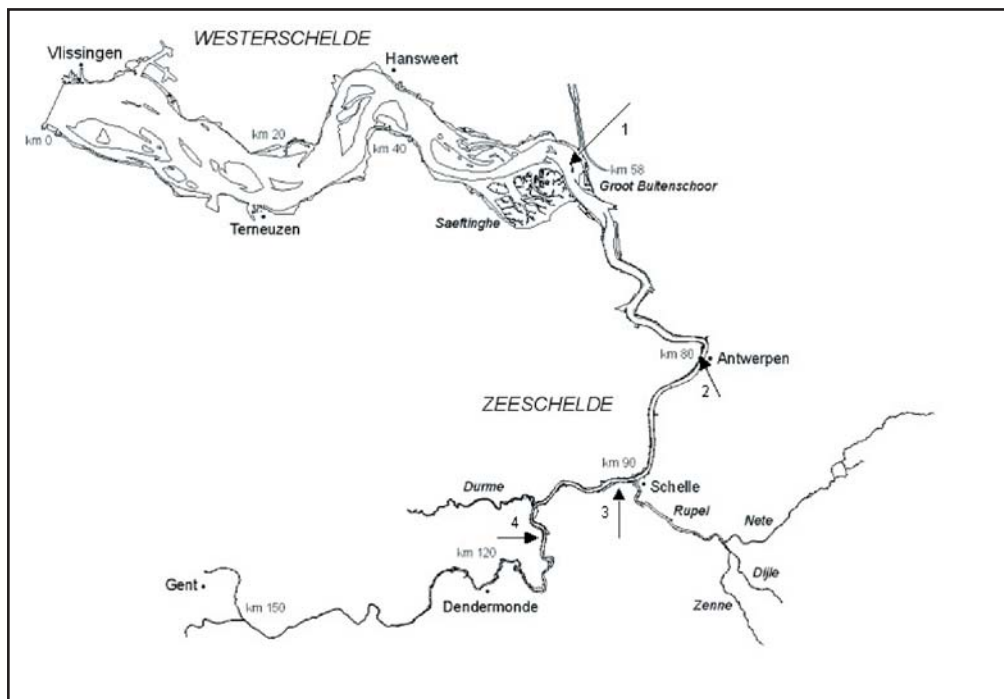
Figuur 1. Fuikvisserij in de Zeeschelde nabij Steendorp. De netten staan op de laagwaterlijn en vangen vis bij hoog water. Een dag later worden de fuiken leeg gemaakt. De vissen worden geïdentificeerd, geteld, gemeten en gewogen. Nadien wordt de vis terug gezet in de rivier.



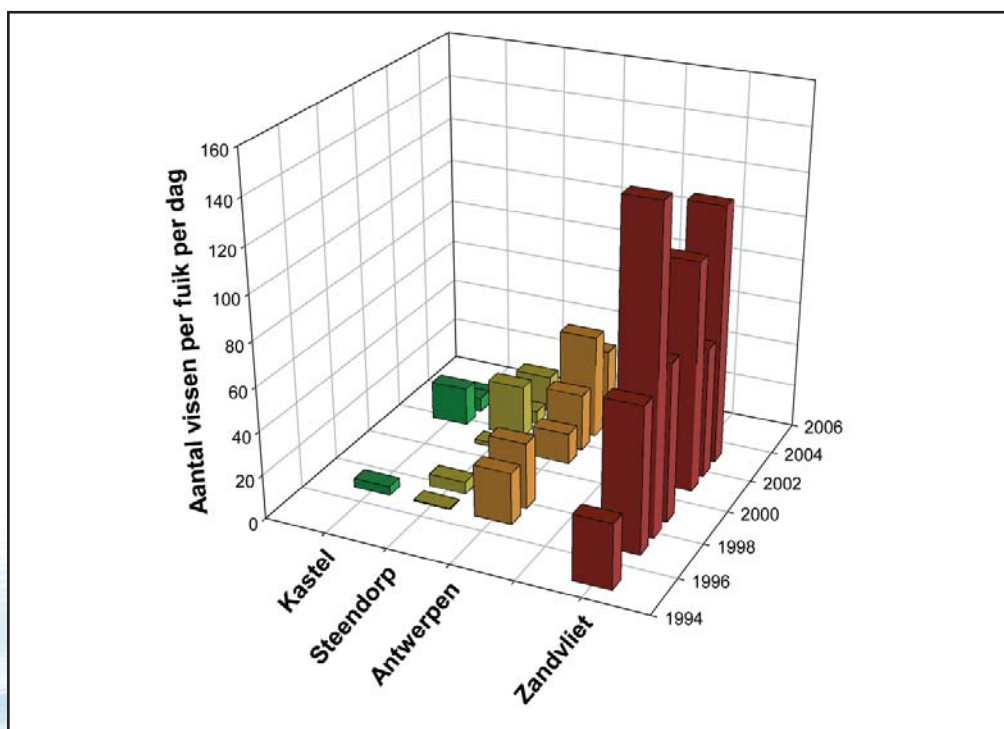
et al., 2004). De staalnamestations zijn zo gekozen dat ze een zo volledig mogelijk beeld geven van het visbestand van de Zeeschelde: in de brakwaterzone te Zandvliet, op overgangzone van zoet naar zout water ter hoogte van Antwerpen, in de invloedssfeer van de Rupelmonding nabij Steendorp en in het zoete getijdengebied van de rivier in Kastel (Moerzeke) (Figuur 2). Sinds 1995 werden ongeveer 60 vissoorten aangetroffen. Overal wordt sinds de start van de waarnemingen in 1995 een licht stijgende trend in de totale vangst genoteerd (Figuur 3). Het merendeel (27%) van de vis die wordt gevangen in fuiken bestaat uit haring. Ook tong (24%) en bot (14%), twee platvissoorten, en blankvoorn (8%), een riviervis, komen er veel voor. Andere zeevissen zoals grondels en zeebaars alsook sommige trekvisen zoals fint, bot en spiering zwemmen de Zeeschelde op tot net voorbij Antwerpen.

In de Zeeschelde stroomafwaarts Antwerpen vinden heel wat jonge zeevissen de geschikte omgeving om op te groeien. Veel voedsel in de vorm van plankton en aasgarnalen, relatief min-

Figuur 2. Het vismeetnet in de Zeeschelde. Elk jaar worden vissen bemonsterd in de Zeeschelde te Zandvliet (1), Antwerpen (2), Steendorp (3) en Kastel (4).



Figuur 3. Evolutie in het gemiddeld aantal vissen per fuik per dag voor vier staalnamestations langs de Zeeschelde.



der roofvis en een gunstig temperatuursregime stimuleren de groei van jonge vis. Het visbestand van de Zeeschelde ter hoogte van Antwerpen bestaat typisch uit paling, pos en driedoornige stekelbaars. Stroomopwaarts Antwerpen komen vooral zoetwatervissen voor die bestand zijn tegen vervuiling zoals brasem, kolblei en blankvoorn. Deze eurytope vissoorten stellen weinig eisen aan hun habitat. Typische stroominnende rivieressen zoals winde of riviergrondel ontbreken er, onder meer omdat de relatie tussen de

rivier en de omliggende alluviale vlakte werd doorbroken door bedijking. Deze vissen gebruiken dergelijke uiterwaarden langs een rivier immers om zich voort te planten. Het toevoegen van gecontroleerde overstroomingsgebieden kan dus op termijn leiden tot het herstel van deze populaties.

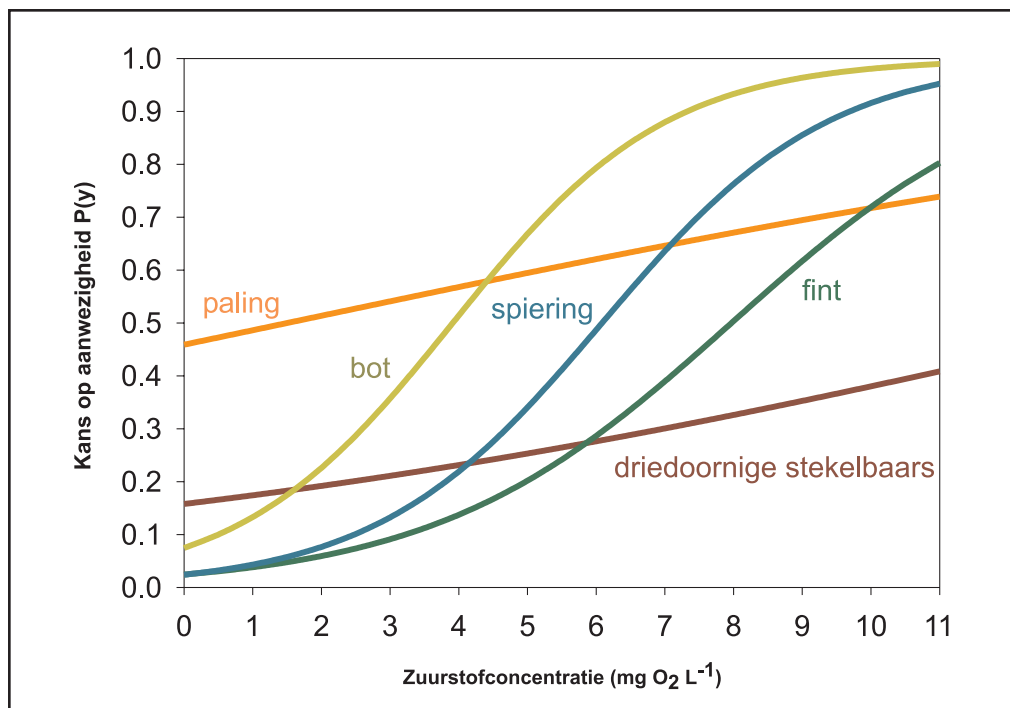


4. Potenties van de Zeeschelde voor trekvis

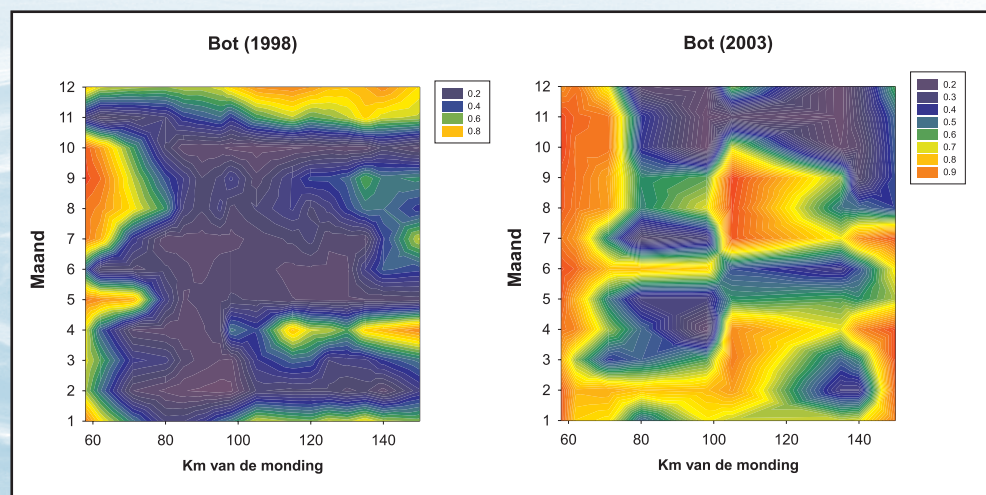
De toestand en de evolutie van trekvis in de Zeeschelde is nog het meest van al de graadmeter voor de gezondheid van het ecosysteem omdat trekvis tijdens hun migraties de hele gradiënt van zoet naar zout benutten. Gebruik makend van een logistisch regressiemodel werd de kans op aanwezigheid van vijf verschillende trekvissoorten (paling, spiering, fint, driedoornige stekelbaars en bot) voorspeld in functie van zuurstofconcentratie en temperatuur in de Zeeschelde. Hierbij werd verondersteld dat de respons van vis op zuurstofconcentratie lineair is terwijl de respons op temperatuur kwadratisch

is met een soort-specifiek temperatuuroptimum. Bot, spiering en fint vertonen een sterke respons op zuurstofconcentratie (Figuur 4). De kans om deze soorten aan te treffen in fuiken neemt sterk toe vanaf een bepaalde drempelwaarde die varieert van soort tot soort. Paling en driedoornige stekelbaars zijn relatief tolerante soorten en vertonen weinig variatie in hun respons op toenemende zuurstofconcentratie. Modelberekeningen op basis van het maandelijks temperatuursverloop en zuurstofconcentratie in de Zeeschelde voor 1998 en 2003 tonen aan dat de migraties van trekvis steeds minder worden belemmerd door periodieke tekorten in de zuurstofconcentratie. In Figuur 5 werden de resultaten van deze analyse geïllustreerd aan de

Figuur 4. De kans op aanwezigheid $P(y)$ van vijf trekvissoorten in een fuik in functie van zuurstofconcentratie voorspeld aan de hand van een logistisch regressiemodel op basis van 114 visstalen en corresponderende zuurstofconcentraties. De gegevens over zuurstof zijn afkomstig van de website van de Vlaamse Milieumaatschappij: www.vmm.be.



Figuur 5. Spatio-temporele kansverdeling op het voorkomen van bot langs de Zeeschelde voorgesteld in een contourplot. De voorspelde kans werd berekend aan de hand van een logistisch regressiemodel op basis van zuurstofconcentratie en temperatuur. In 1998 is de kans dat bot voorkomt in het gebied tussen km70 en km 140 beperkt tot 20 à 40%. In 2003 zijn de potenties van de Zeeschelde voor bot duidelijk toegenomen. De kansen om bot aan te treffen langs de Zeeschelde zijn toegenomen, vooral door een verbeterde zuurstofconcentratie.



hand van een voorbeeld voor de bot. De figuur toont de voorspelde kans dat bot voorkomt langsheen een spatio-temporele gradiënt van Zandvliet tot Gent. De trek van jonge bot die vanuit de zee in maart 1998 de Zeeschelde optrekt wordt vanaf Kallo (km 70, Figuur 2) sterk beperkt door zuurstoftekort. In 2003 zijn de mogelijkheden voor vismigratie sterk toegenomen en kan jonge bot doortrekken tot aan de sluizen in Gent. Toch moet de toestand van trekvisvissen genuanceerd worden. Bijna de helft van het trekvisbestand is regionaal uitgestorven (Tabel 1). Tot de verbeelding sprekende vissen zoals elft en steur komen al geruime tijd niet meer voor in de Zeeschelde.

5. Evaluatie van het ecosysteem aan de hand van een index voor biotische integriteit

Omdat vissen gevoelig zijn voor verschillende vormen van verstoring en tot verschillende trofische niveaus behoren, is de samenstelling van visgemeenschappen gerelateerd aan de ecologische kwaliteit van een aquatisch ecosysteem. Door de biologische respons van een visbestand op de gekende verstoringen te verwerken in een index voor biotische integriteit, beschikken visserijbiologen en beleidsinstanties over een bruikbaar instrument om de

impact van antropogene beïnvloeding op de aquatische biodiversiteit en het betrokken ecosysteem te kwantificeren. Adriaenssens et al. (2002) startten met de ontwikkeling van een estuariene index voor biotische integriteit (EBI) voor brakwater en de index werd gefinaliseerd door Breine et al. (in voorbereiding). De EBI wordt berekend op basis van negen metrieken die elk een bepaalde functie van het estuarium voor vissen beschrijven (Tabel 2). Voor elke metriek werd een score bepaald in functie van de referentietoestand voor de brakwaterzone van de Zeeschelde. De som van de scores geeft ten slotte de EBI score, die vertaald wordt naar een waardeoordeel variërend van slecht tot uitstekend. Na toepassing van de EBI scoort de Zeeschelde ter hoogte van Antwerpen onvoldoende, ter hoogte van Zandvliet matig (Figuur 6). Een index voor het zoetwatergetijdengebied is in ontwikkeling.

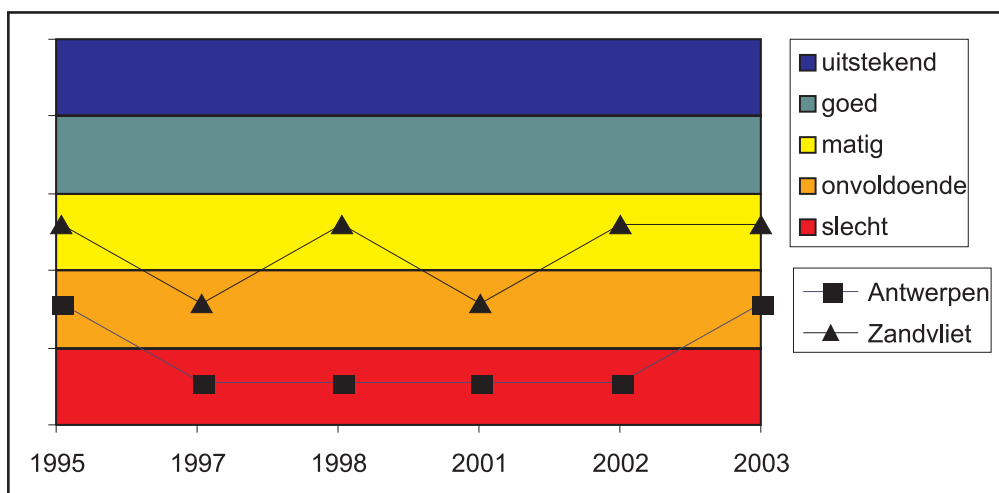
6. Paling registreert vervuiling van het oppervlaktewater

In Vlaanderen worden toxische componenten zoals PCB's, pesticiden, zware metalen en gebromeerde vlamvertragers gemeten in het water, in de waterbodem en sinds kort ook in paling (Goemans et al., 2003). Omwille van zijn hoog vetgehalte accumuleren vetoplosbare

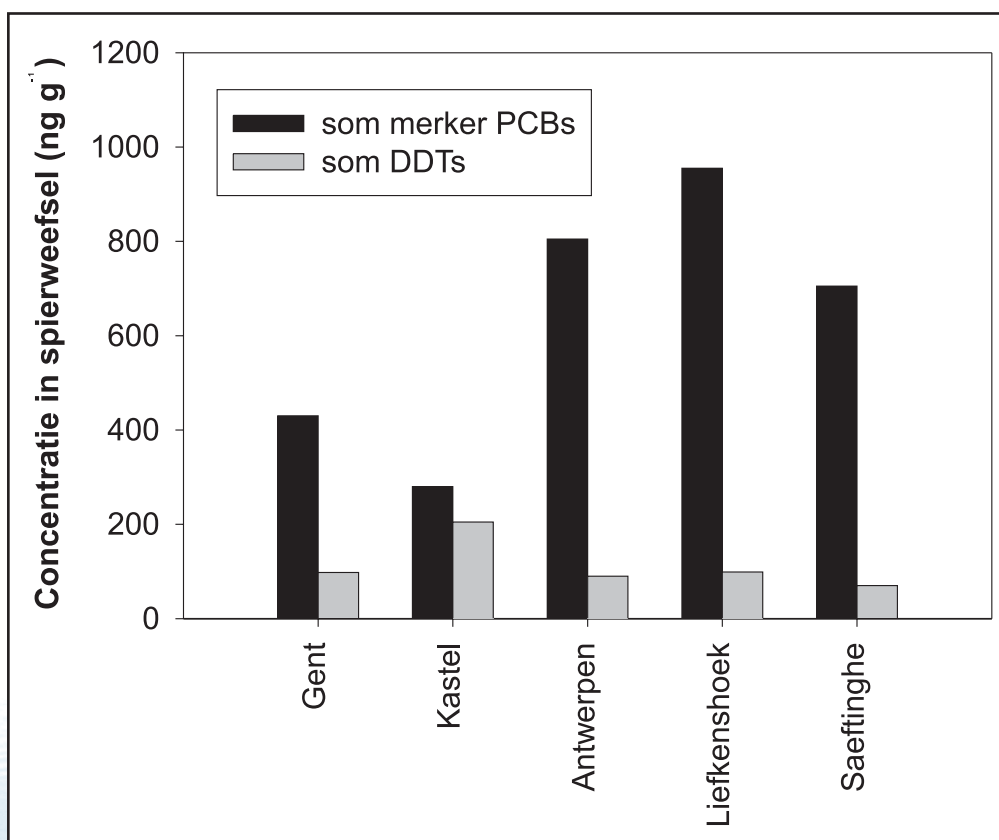
Tabel 2. Beschrijving van negen metrieken die samen de estuariene index voor biotische integriteit vormen (Breine et al., in voorbereiding) en reactie van de metriek op antropogene stress. Deze index wordt gebruikt bij de evaluatie van de kwaliteit van het ecosysteem

| Metriek | Reactie van het visbestand |
|---|--|
| Aantal vissoorten | Het aantal soorten daalt bij vervuiling, habitatdegradatie en migratieknelpunten |
| Indicatorwaarde | Het aantal soorten dat typisch voorkomt in een getijdenrivier neemt af bij vervuiling en habitatdegradatie. |
| Percentage bot en spiering in de vangst | Het aandeel van bot en spiering in de vangst neemt af bij lage zuurstofconcentratie en habitatdegradatie. |
| Tolerantiewaarde | Het aantal tolerante soorten neemt toe bij habitatdegradatie en vervuiling. |
| Simpsons diversiteitindex | De soortdiversiteit neemt af bij habitatdegradatie en vervuiling. |
| Aantal estuarien residente vissoorten | Mariene vissoorten die hun levenscyclus kunnen voltooien in een estuarium zijn belangrijke indicatoren voor de integriteit van het estuariene ecosysteem. Het aantal estuarien residente vissoorten neemt af bij habitatdegradatie |
| Aantal diadrome soorten | Diadrome soorten zijn trekvisvissen die migreren tussen zoet en zout. Het aantal diadrome soorten neemt af bij vervuiling, habitatdegradatie en migratieknelpunten. |
| Percentage jonge zeevis | De aanwezigheid van eenjarige zeevis in een estuarium is een indicator voor de kinderkamerfunctie. Het percentage jonge zeevis neemt af bij habitatdegradatie. |
| Aantal benthische soorten | Het voorkomen van bodemvissen is een maat voor de beschikbaarheid van intertidale habitatten zoals slikken en schorren. Het aantal benthische vissoorten neemt af bij habitatdegradatie. |

Figuur 6. Verloop van de estuariene index voor biotische integriteit te Antwerpen en Zandvliet. Ecosysteem integriteit werd uitgedrukt in een kleurencode.



Figuur 7. De concentraties aan PCB en DDT in spierweefsel van paling (ng g⁻¹ versgewicht) op vijf plaatsen langs de Zeeschelde.



polluenten bijzonder goed in deze soort en palingweefsel fungeert hierdoor als goede monitor voor deze lipofiele stoffen. Vijf meetplaatsen van in totaal 260 Vlaamse staalnamestations bevinden zich langs de Zeeschelde. Voor PCB's werd de norm voor de som van de zeven merker-PCB's (75 ng g⁻¹ versgewicht) op alle plaatsen met een factor 10 overschreden (Figuur 7). De concentraties aan seleen en DDT gemeten in palingweefsel zijn eveneens verontwaardigend hoog. In Doel werd een seleenconcentratie van meer dan 1500 ng g⁻¹ versgewicht aangetroffen; de DDT concentratie bedroeg in Kastel 205 ng g⁻¹ versgewicht. In de

Boven-Zeeschelde lopen de concentraties van gebromeerde vlamvertragers op tot 33000 ng g⁻¹ vetgewicht en behoren wellicht tot de hoogste ter wereld. Gebromeerde vlamvertragers zijn scheikundige stoffen die toegevoegd worden aan kunststof voor gebruik in computers, televisietoestellen, textiel, isolatiemateriaal. Ze hebben gelijkaardige giftige eigenschappen als dioxines. Deze resultaten laten weinig ruimte voor nuancering: het blijft afgeraden om Scheldepaling te eten.

7. Conclusies

Ondanks het feit dat elk jaar steeds meer visen worden aangetroffen in de fuiken, kan men op basis van deze analyse afleiden dat de ecologische toestand van het Zeeschelde estuarium een onvoldoende krijgt. Ter hoogte van het grensgebied fungeert de Schelde als kinderkamer voor jonge zeevis en de ecologische toestand wordt er omschreven als matig. Meer stroomopwaarts blijft de toestand slecht, zowel op basis van een vergelijking met een referentievisbestand als op basis van ecotoxicologisch onderzoek.

8. Referenties

Adriaenssens, V., Goethals, P.L.M., De Pauw, N., Breine, J.J., Simoens, I., Belpaire, C., Maes, J., Ercken, D. en Ollevier, F. (2002) Ontwikkeling van een estuariene visindex in Vlaanderen. *Water* 2, 1-13.

Breine, J.J., Maes, J., Van den Bergh, E., Goethals, P.L.M., Quataert, P., Simoens, I., Vanthuyne, G. en Belpaire, C. (in voorbereiding). A fish-based assessment tool for the ecological quality of the brackish Schelde estuary in Flanders (Belgium).

De Selys-Longchamps, E. (1842) Poissons d'eau douce. *Faune Belge* 4, 183-245.

Goemans, G., Belpaire, C., Raemaekers, M. en Guns, M. (2003) Het Vlaamse palingpolluentenmeetnet, 1994-2001: gehalten aan polychloorbifenylen, organochloorpesticiden en zware metalen in paling. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, IBW.Wb. V.R.2003.99.

Maes, J., Geysen, B., Stevens, M. en Ollevier, F. (2004) Opvolging van het visbestand van de Zeeschelde. Resultaten voor 2003. Studierapport in opdracht van AMINAL, Afdeling Bos en Groen. 24 pp.

Poll, M. (1945) Contribution a la connaissance de la faune ichthyologique du Bas-Escaut Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Vrielynck, S., Belpaire, C., Stabel, A., Breine, J. en Quataert, P. (2003) De visbestanden in Vlaanderen anno 1840-1950. Een historische schets van de referentietoestand van onze waterlopen aan de hand van de visstand, ingevoerd in een databank en vergeleken met de actuele toestand. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer en Afdeling Water, AMINAL. IBW.Wb. V.R.2002.89.

Joachim Maes
Katholieke Universiteit Leuven, Laboratorium voor
Aquatische Ecologie,
Ch. De Bériotstraat 32,
3000 Leuven

Claude Belpaire
Jan Breine
Geert Goemans
Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer,
Duboislaan 14,
1560 Groenendaal