

Veldstudies naar monitoring van biota in
het kader van de rapportage van de
chemische toestand voor de
Kaderrichtlijn Water 2015-2018
Algemene trends en relaties

Finale versie

Teunen L., Belpaire C., Dardenne F., Blust R., Covaci A. en Bervoets L.

19 maart 2020

Auteurs:

Lies Teunen, Freddy Dardenne, Ronny Blust en Lieven Bervoets
Universiteit Antwerpen, Departement Biologie
SPHERE - Systemisch Fysiologisch en Ecotoxicologisch Onderzoek
Groenenborgerlaan 171
B-2020 Antwerpen
Lies.Teunen@uantwerpen.be
www.sphere.be

Claude Belpaire
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO)
Dwersbos 28
B-1630 Linkebeek
Claude.Belpaire@inbo.be
www.inbo.be

Adrian Covaci
Universiteit Antwerpen
Toxicologisch Centrum
Universiteitsplein 1
B-2610 Wilrijk
Adrian.Covaci@uantwerpen.be

Deze studie werd uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) en dient te worden geciteerd als:

Teunen L., Belpaire C., Dardenne F., Blust R., Covaci A. en Bervoets L. 2020. Veldstudies naar monitoring van biota in het kader van de rapportage van de chemische toestand voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2018 (algemene trends en relaties). Universiteit Antwerpen (UA) in samenwerking met het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Antwerpen, België, 99 blz.

Inhoudsopgave

LIJST MET TABELLEN	5
LIJST MET FIGUREN	6
DANKWOORD	9
NEDERLANDSE SAMENVATTING	10
ENGLISH ABSTRACT	12
1. KADER EN DOELSTELLING	14
2. METHODOLOGIE	15
2.1 ALGEMEEN.....	15
2.2 VISBEMONSTERING.....	15
2.3 ACTIEVE BIOMONITORING MET ZOETWATERMOSSEL.....	15
2.4 TROFISCH NIVEAU.....	16
2.5 PASSIEVE SAMPLERS.....	16
2.6 METINGEN WATERKOLOM EN –BODEM.....	16
3. RESULTATEN	17
3.1.1 <i>Toetsing normoverschrijding</i>	17
3.1.2 <i>Algemene trends</i>	26
3.2 VERGELIJKING IN BIOACCUMULATIE TUSSEN BAARS EN PALING.....	32
3.2.1 <i>Hexachloorbenzeen (HCBz)</i>	32
3.2.2 <i>Kwik (Hg)</i>	34
3.2.3 <i>Gebromineerde difenylethers (PBDE)</i>	36
3.2.4 <i>Hexabromocyclododecaan (HBCD)</i>	38
3.2.5 <i>PFOS</i>	40
3.2.6 <i>Polychloorbifenylen (PCB)</i>	42
3.3 VERGELIJKING BIOACCUMULATIE MET CONCENTRATIES IN WATERKOLOM EN WATERBODEM.....	45
3.3.1 <i>Kwik</i>	45
3.3.2 <i>PBDE</i>	46
3.3.3 <i>Benzo(a)pyreen</i>	46
3.3.4 <i>Fluorantheen</i>	47
3.3.5 <i>PFOS</i>	48
3.3.6 <i>PCB</i>	48
3.4 VERGELIJKING BIOACCUMULATIE MET PASSIEVE SAMPLERS.....	49
3.4.1 <i>Hexachloorbenzeen</i>	49
3.4.2 <i>Hexachloorbutadieen</i>	50
3.4.3 <i>PBDE</i>	50
3.4.4 <i>Benzo(a)pyreen</i>	50
3.4.5 <i>Fluorantheen</i>	51
3.4.6 <i>PCB</i>	52
4. DISCUSSIE	54
4.1 ALGEMENE TRENDS IN TOETSING AAN DE BIOTA MKN.....	54
4.1.1 <i>Vergelijking met beschikbare literatuur van uitgebreide Vlaamse studies op paling</i>	54
4.1.2 <i>Praktische aspecten visbemonstering</i>	55
4.1.3 <i>Toetsing aan humane consumptienormen</i>	55
4.2 VERGELIJKING IN BIOACCUMULATIE TUSSEN BAARS EN PALING.....	56
4.3 VERGELIJKING BIOACCUMULATIE MET CONCENTRATIES IN WATERKOLOM EN –BODEM.....	56
4.4 VERGELIJKING BIOACCUMULATIE MET PASSIEVE SAMPLERS.....	57
4.5 EFFECTEN VAN GEKENDE VERVUILINGSROUTES.....	58

CONCLUSIE EN IMPLICATIES VOOR BIOACCUMULATIE MONITORING IN DE TOEKOMST.	61
REFERENTIES	62
BIJLAGEN	65
BIJLAGE 1. MEETPUNTEN	65
BIJLAGE 2. VISSENPOOLS EN VANGSTRESULTATEN	68
BIJLAGE 3. MOSSELPOOLS.....	72
BIJLAGE 4. POLLUENTCONCENTRATIES IN BIOTA	74
BIJLAGE 5. POLLUENTCONCENTRATIES IN WATERBODEM EN –KOLOM.....	92
BIJLAGE 6. POLLUENTCONCENTRATIES OP PASSIEVE SAMPLERS	94
BIJLAGE 7. AFKORTINGEN.....	95
BIJLAGE 8. KAARTEN OVERSCHRIJDING DICOFOL EN HCBd	96
BIJLAGE 9. GEBRUIK EN HERKOMST PRIORITAIRE STOFFEN.....	98
BIJLAGE 10. HUMANE CONSUMPTIENORMENEN VOOR VIS.....	99
BIJLAGE 11. ANALYSEMETHODEN EN MEETNAUWKEURIGHEID.....	99

Lijst met tabellen

Tabel 1: Resultaten regressieanalyses voor HCBz, vergelijking tussen baars en paling.....	33
Tabel 2: Resultaten regressieanalyses voor kwik, vergelijking tussen baars en paling.....	35
Tabel 3: Resultaten regressieanalyses voor PBDE, vergelijking tussen baars en paling.	37
Tabel 4: Resultaten regressieanalyses voor HBCD, vergelijking tussen baars en paling.	39
Tabel 5: Resultaten regressieanalyses voor PFOS, vergelijking tussen baars en paling.....	41
Tabel 6: Resultaten regressieanalyses voor PCB's, vergelijking tussen baars en paling.....	43
Tabel 7: Vergelijking uit lineaire regressie voor PFOS, vergelijking tussen biota en waterkolom.....	48
Tabel 8: Vergelijking uit lineaire regressie voor HCBz, vergelijking tussen biota en passieve sampler.	50
Tabel 9: Vergelijkingen uit lineaire regressie voor PBDE, vergelijking tussen biota en passieve sampler.	50
Tabel 10: Vergelijkingen uit lineaire regressie voor benzo(a)pyreen, vergelijking tussen biota en passieve sampler.....	51
Tabel 11: Vergelijking uit lineaire regressie voor PCB, vergelijking tussen biota en passieve sampler.....	53
Tabel 12: Lijst met de verschillende meetlocaties.....	66
Tabel 13: De aantallen paling en baars geven de vangstresultaten van de campagnes 2015-2019.....	68
Tabel 14: Tabel met de verschillende pools.	69
Tabel 15: Overzicht mosselpools met gebruikte soorten, overlevingspercentage en aantal individuen dat gebruikt werd voor PAK's analyses.....	72
Tabel 16: overzicht individuele resultaten voor vetgehalte, droogrest, HCBz, HCBd, kwik, PBDE, HBCD, PFOS en PCB concentraties per versgewicht.....	74
Tabel 17: overzicht individuele resultaten voor HCBz, kwik, PBDE, HBCD, PFOS en PCB concentraties per vetgewicht. ...	77
Tabel 18: overzicht individuele resultaten voor HCBz, kwik, PBDE, HBCD, PFOS en PCB concentraties per drooggewicht.	80
Tabel 19: Gepoolde resultaten per locatie voor baars in versgewicht.....	84
Tabel 20: Gepoolde resultaten per locatie voor paling in versgewicht.	85
Tabel 21: Gepoolde resultaten per locatie voor baars in vetgewicht.	86
Tabel 22: Gepoolde resultaten per locatie voor paling in vetgewicht.....	87
Tabel 23: Gepoolde resultaten per locatie voor baars in drooggewicht.	88
Tabel 24: Gepoolde resultaten per locatie voor paling in drooggewicht.	89
Tabel 25: resultaten voor PAK's in zoetwatermosselen van het <i>Dreissena</i> genus in versgewicht.....	90
Tabel 26: resultaten voor PAK's in zoetwatermosselen van het <i>Dreissena</i> genus in drooggewicht.....	91
Tabel 27: Concentraties gemeten in waterkolom (data afkomstig van de VMM).	92
Tabel 28: Concentraties gemeten in waterbodem (data afkomstig van de VMM).....	93
Tabel 29: Resultaten van pollutieconcentraties door de VMM gemeten op passieve samplers.....	94
Tabel 30: Lijst met gebruikte afkortingen.....	95
Tabel 31: Overzicht gebruik en herkomst van prioritaire stoffen.	98
Tabel 32: Consumptienormen voor vis, bedoeld voor humane consumptie.	99
Tabel 33: Overzicht van de methodekarakteristieken per pollutie.....	99

Lijst met figuren

Figuur 1: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HCBz in baars op de verschillende meetpunten.....	18
Figuur 2: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HCBz in paling op de verschillende meetpunten.	18
Figuur 3: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor Hg in baars op de verschillende meetpunten.....	19
Figuur 4: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor Hg in paling op de verschillende meetpunten.	19
Figuur 5: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor PBDE in baars op de verschillende meetpunten.....	20
Figuur 6: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor PBDE in paling op de verschillende meetpunten.	20
Figuur 7: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HBCD in baars op de verschillende meetpunten.....	21
Figuur 8: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HBCD in paling op de verschillende meetpunten.	21
Figuur 9: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor benzo(a)pyreen in mosselen op de verschillende meetpunten.	22
Figuur 10: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor fluorantheen in mosselen op de verschillende meetpunten. ..	22
Figuur 11: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor PFOS in baars op de verschillende meetpunten.	23
Figuur 12: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor PFOS in paling op de verschillende meetpunten.....	23
Figuur 13: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor dioxines in baars op de verschillende meetpunten.	24
Figuur 14: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor dioxines in paling op de verschillende meetpunten.....	24
Figuur 15: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor cis-heptachloorepoxide in baars op de verschillende meetpunten.	25
Figuur 16: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor cis-heptachloorepoxide in paling op de verschillende meetpunten.	25
Figuur 17: Percentage van de locaties met een overschrijding van de biota MKN in baars voor de verschillende prioritaire stoffen.....	27
Figuur 18: Factor waarmee de biota MKN overschreden werd voor de verschillende polluenten in baars.	27
Figuur 19: Percentage van de locaties met een overschrijding van de biota MKN in paling voor de verschillende prioritaire stoffen.....	28
Figuur 20: Relatieve verhoudingen van de factor waarmee de biota MKN overschreden werd voor de verschillende polluenten in paling.	28
Figuur 21: Percentage van de locaties met een overschrijding van de biota MKN in mosselen voor PAK's.....	29
Figuur 22: Factor waarmee de biota MKN overschreden werd voor de maximale concentraties van PAK's in mosselen.	29
Figuur 23: Percentage overschrijdingen van de MKN van de prioritaire stoffen in baars, per locatie.	30
Figuur 24: Percentage overschrijdingen van de MKN van de prioritaire stoffen in paling, per locatie.	31
Figuur 25: Relatie tussen geaccumuleerde HCBz concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.	33
Figuur 26: Relatie tussen geaccumuleerde HCBz concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).....	33
Figuur 27: Boxplots HCBz concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.	34
Figuur 28: Boxplots HCBz concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).	34
Figuur 29: Relatie tussen geaccumuleerde kwikconcentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.	35
Figuur 30: Relatie tussen geaccumuleerde kwikconcentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).....	35
Figuur 31: Boxplots Hg concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.	36
Figuur 32: Boxplots Hg concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).	36
Figuur 33: Relatie tussen geaccumuleerde PBDE concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.	37

Figuur 34: Relatie tussen geaccumuleerde PBDE concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).....	37
Figuur 35: Boxplots PBDE concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.....	38
Figuur 36: Boxplots PBDE concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).....	38
Figuur 37: Relatie tussen geaccumuleerde HBCD concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.....	39
Figuur 38: Relatie tussen geaccumuleerde HBCD concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).....	39
Figuur 39: Boxplots HBCD concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.....	40
Figuur 40: Boxplots HBCD concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).....	40
Figuur 41: Relatie tussen geaccumuleerde PFOS concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.....	41
Figuur 42: Relatie tussen geaccumuleerde PFOS concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).....	41
Figuur 43: Boxplots PFOS concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.....	42
Figuur 44: Boxplots PFOS concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).....	42
Figuur 45: Relatie tussen geaccumuleerde PCB (ICES 7) concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.....	43
Figuur 46: Relatie tussen geaccumuleerde PCB (ICES 7) concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).....	43
Figuur 47: Boxplots PCB concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.....	44
Figuur 48: Boxplots PCB concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).....	44
Figuur 49: Relatie tussen kwikconcentraties in waterbodem en baars (LINKS) of paling (RECHTS), allen weergegeven in $\mu\text{g}/\text{g}$ drooggewicht (dw).....	46
Figuur 50: Relatie tussen PBDE concentraties in waterbodem en baars (LINKS) of paling (RECHTS), allen weergegeven in $\mu\text{g}/\text{g}$ drooggewicht (dw).....	46
Figuur 51: Relatie tussen benzo(a)pyreen concentraties in waterbodem en <i>Dreissena sp.</i> (LINKS) of mosselen (RECHTS), beiden weergegeven in $\mu\text{g}/\text{g}$ drooggewicht (dw).....	47
Figuur 52: Relaties tussen fluorantheen concentraties in waterkolom en mosselen (LINKS) en in waterbodem en mosselen (RECHTS). Concentraties in $\mu\text{g}/\text{g}$ drooggewicht (dw) voor waterbodem en biota en in $\mu\text{g}/\text{L}$ in waterkolom.....	47
Figuur 53: Relaties tussen PFOS concentraties in waterkolom en baars (LINKS) of paling (RECHTS). Concentraties in $\mu\text{g}/\text{g}$ drooggewicht (dw) voor biota en in $\mu\text{g}/\text{L}$ in waterkolom.....	48
Figuur 54: Relaties tussen PCB concentraties in waterbodem en baars (LINKS) of paling (RECHTS). Concentraties in $\mu\text{g}/\text{g}$ drooggewicht (dw).....	49
Figuur 55: Relatie van geaccumuleerde HCBz concentraties in baars (LINKS) en paling (RECHTS), met concentraties op passieve samplers.....	50
Figuur 56: Relatie van geaccumuleerde PBDE concentraties in baars (LINKS) en paling (RECHTS), met concentraties op passieve samplers.....	50
Figuur 57: Relatie van geaccumuleerde benzo(a)pyreen concentratie in mosselen met concentraties op passieve samplers.....	51
Figuur 58: Relatie van geaccumuleerde benzo(a)pyreen concentraties in driehoeksmossel (LINKS) en quaggamossel (RECHTS), met concentraties op passieve samplers.....	51
Figuur 59: Relatie van geaccumuleerde fluorantheen concentraties in mosselen met concentraties op passieve samplers.....	52
Figuur 60: Relatie van geaccumuleerde fluorantheen concentraties in driehoeksmossel (LINKS) en quaggamossel (RECHTS), met concentraties op passieve samplers.....	52

Figuur 61: Relatie van geaccumuleerde PCB concentraties in baars (LINKS) en paling (RECHTS), met concentraties op passieve samplers.	53
Figuur 62: Kaart met overzicht meetpunten.	65
Figuur 63: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor dicofol in baars op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor HCBz is 33 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww.	96
Figuur 64: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor dicofol in paling op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor HCBz is 33 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww.	96
Figuur 65: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HCBd in baars op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor HCBz is 55 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww.	97
Figuur 66: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HCBd in paling op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor HCBz is 55 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww.	97

Dankwoord

In de eerste plaats wensen we de visploegen van Linkebeek en Brussel (INBO) te bedanken voor de afvissingen, met speciale dank aan Gerlinde Van Thuyne, Johan Coeck, Isabel Lambeens, Linde Galle, Thomas Terrie, Adinda De Bruyn, en Yves Maes (INBO) voor extra ondersteuning.

Daarnaast willen we graag Dr. Valentine Mubiana (UA) bedanken voor de kwik-analyses. Het labo van de VMM wordt bedankt voor analyses van HCBz, HCBd, PBDE, PAK's, PCB's en heptachloor(epoxide). Verder gaat onze dank uit naar dr. Malarvannan Govindan (UA) voor de assistentie bij de staalvoorbereidingen van HBCD analyses.

Ten slotte worden de leden van de stuurgroep (Maarten De Jonge, Ward De Cooman, Martin Verdievel, Liesbet Poppe en Sofie Cattoir –allen VMM) bedankt voor de opvolging van het project. Deze studie werd mogelijk gemaakt door de financiële steun van de Vlaamse Milieumaatschappij.

Nederlandse samenvatting

Oppervlaktewateren en aquatische ecosystemen staan onder constante druk van chemische verontreiniging, in grote mate veroorzaakt door menselijke activiteiten. Chemische polluenten in het milieu kunnen in hoge concentraties schadelijk zijn voor aquatische ecosystemen, met een verlies aan habitat en een dalende biodiversiteit tot gevolg. Daarnaast kunnen ze toxisch zijn voor mensen. De Europese Kaderrichtlijn Water zet lidstaten aan om chemische componenten in oppervlaktewater te monitoren, en heeft voor een aantal stoffen milieukwaliteitsnormen (MKN) vastgelegd. Deze MKN werden opgesteld om het aquatisch milieu te beschermen tegen nadelige effecten van vervuiling. Over het algemeen dienen deze chemische componenten gemeten te worden in water- of sedimentstalen. Sterk hydrofobe/lipofiele componenten echter zijn omwille van hun slechte oplosbaarheid erg moeilijk te meten in water, maar wel sterk bio-accumulerend. Via opstapeling in de voedselketen (biomagnificatie) kunnen zeer hoge concentraties bereikt worden in hogere trofische niveaus. Daarom werden door de Europese Commissie voor 11 prioritaire stoffen en hun derivaten milieukwaliteitsnormen voor biota (biota MKN) opgesteld (dochterraichtlijn 2013/39/EG). Afhankelijk van de stof dienen deze gemonitord te worden in vis en/of zoetwaterbivalven (biota).

Het huidige rapport is een samenvattend verslag van de bioaccumulatie monitoring veldstudies uitgevoerd tussen 2015 en 2018 waarbij in vissen de geaccumuleerde concentraties van hexachlorobenzeen (HCBz), hexachlorobutadieen (HCBd), kwik (Hg), gebromineerde difenylethers (PBDE), hexabromo-cyclododecaan (HBCD), perfluoro-octaansulfonaat (PFOS), dicofol, heptachloor en heptachloorepoxide, en dioxines en dioxine-achtige componenten gemeten werden. Daarnaast werden eveneens PCB's gemeten. De metingen gebeurden op het spierweefsel van Europese baars (*Perca fluviatilis*) en paling (*Anguilla anguilla*). Deze vissen werden bemonsterd op 44 verschillende meetplaatsen in Vlaamse waterlopen. De polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) fluorantheen en benzo(a)pyreen werden, m.b.v. actieve biomonitoring gemeten in blootgestelde zoetwatermosselen, met als meest gebruikte soorten driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) en quaggamossel (*Dreissena bugensis*). In het huidige rapport werden onderlinge verhoudingen van geaccumuleerde concentraties in de verschillende biota bestudeerd. Daarnaast werd een vergelijking gemaakt tussen accumulatie in biota en accumulatie in waterbodem, waterkolom en in passieve samplers. Ten slotte werd gezocht naar mogelijke gekende pollutiebronnen die hoge concentraties in biota konden verklaren.

Kwik (100%) en PBDE (97%) overschreden op nagenoeg alle meetlocaties hun respectievelijke biota MKN. Overschrijdingen met de grootste factor werden gemeten in PBDE en cis-heptachloorepoxide (56%). De kanttekening die bij cis-heptachloorepoxide dient gemaakt te worden, is dat de respectievelijke biota MKN onder de bepaalbaarheidsgrens (BG) lag en dus enkel meetbare concentraties met zekerheid een overschrijding geven. Daarnaast werden er eveneens veel overschrijdingen gemeten voor PFOS (76%) en dioxines in paling (69%). Voor HCBz, HBCD, HCBd, heptachloor (0% > BG) en dioxines in baars werden er voor minder dan 1% van de gemeten vissen overschrijdingen waargenomen. De humane consumptienormen

voor PCB's en dioxines in paling werden respectievelijk in 51 en 37.5 % van de Vlaamse waterlopen overschreden.

Voor de meeste componenten werden de hoogste concentraties gemeten in het spierweefsel van paling. Voor PFOS echter was dit omgekeerd, wat mogelijk een gevolg is van de hogere affiniteit van perfluorcomponenten voor eiwitten. Een correctie op basis van vetgehalte in beide vissoorten zorgde voor vergelijkbare concentraties (voor HCBz en HBCD) of voor significant hogere concentraties in baars dan in paling (voor Hg, PBDE, PFOS en PCB's). Voor alle polluenten was er een sterke correlatie tussen beide vissoorten en zouden concentraties eventueel geëxtrapoleerd kunnen worden tussen baars en paling.

Concentraties in de waterkolom en –bodem toonden voor de meeste polluenten geen significante relatie met concentraties in biota. Bovendien lagen heel wat concentraties in de omgeving onder de bepaalbaarheidsgrens, wat het belang onderlijnt van het uitvoeren van bioaccumulatie monitoring en uitwerking van mogelijke alternatieven via passieve samplers voor deze groep lipofiele polluenten. De concentraties van PFOS in baars vertoonden wel een verband met de concentraties in de waterkolom.

Het gebruik van passieve samplers lijkt reeds een goede predictor te zijn voor accumulatie van benzo(a)pyreen, PCB's en PBDE's in biota. Voor HCBz, HCBd en fluorantheen konden niet voor alle biota overtuigende relaties gevonden worden en dient deze extrapolatie nog verder onderzocht te worden.

De Zenne, Demer en verschillende punten uit de Schelde waren vaak terugkerende punten van hoge pollutie. De belangrijkste gekende bronnen van pollutie over lange afstanden zijn atmosferische depositie (Hg en PAK's) en nalevering van historisch vervuild sediment (Hg, cis-heptachloorepoxide en dioxines). Concentraties van PFOS, PBDE en HBCD worden dan weer voornamelijk toegewezen aan puntpollutie door industrie (en huishoudens voor PFOS).

Als conclusie kan gesteld worden dat het gebruik van bioaccumulatie monitoring voor deze hydrofobe prioritaire stoffen erg belangrijk is voor het juist inschatten van de werkelijke situatie en pollutiedruk. Het gebruik van passieve samplers blijkt een veelbelovende aanvulling op de metingen in biota. De combinatie van beide technieken laten een volledige monitoring toe met als doel secundaire vergiftiging (o.a. voor mensen) te vermijden. Uiteraard zullen daarvoor de bevindingen van deze campagne doorgetrokken moeten worden naar beleidsmaatregelen.

English abstract

Surface waters and aquatic ecosystems are under constant pressure of chemical pollution, mainly of anthropogenic origin. Chemical pollutants in the environment may, in high concentrations, be harmful to aquatic ecosystems, causing habitat loss and a decrease in biodiversity. Additionally, they may be toxic to humans. The European Water Framework Directive forces member states to monitor pollutants in surface waters and created environmental standards (EQS) for a number of priority compounds. These EQS were created in order to protect the environment against detrimental effects of pollution. In general, chemical pollutants can be measured in water or sediment samples. A set of strong hydrophobic/lipophilic components are, however, difficult to measure in water due to their poor solubility. Additionally, they are strongly bio accumulative. Via biomagnification very high concentrations can be reached in higher trophic levels. Hence, the European Commission created environmental standards for biota (biota EQS) for 11 priority compounds and their derivatives (Directive 2013/39/EG). Depending on the compound they need to be measured in fish and/or fresh water bivalves.

The present study is a summary of the biota monitoring field studies conducted between 2015 and 2018, in which accumulated concentrations of hexachlorobenzene (HCBz), hexachlorobutadiene (HCBd), mercury (Hg), brominated difenylethers (PBDE), hexabromocyclododecane (HBCD), perfluoro-octanesulfonate (PFOS), dicofol, heptachlor and heptachlorepoxyde, and dioxins and dioxin-like compounds were measured in muscle tissue of European perch (*Perca fluviatilis*) and eel (*Anguilla anguilla*). These fish were caught at 44 sampling locations. PCBs were measured in the samples as well. The polycyclic aromatic hydrocarbons fluoranthene and benzo(a)pyrene were measured in exposed fresh water bivalves using active biomonitoring. Mainly zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) and quagga mussel (*Dreissena bugensis*) were applied as active biomonitors. In the present study, accumulated concentrations in different biota were compared. Furthermore, bioaccumulated concentrations were compared to concentration in sediment, water and passive samplers. Finally, we looked for possible (known) pollution sources that could explain high concentrations in biota.

PBDE (97%) and mercury (100%) exceeded their respective biota EQS in almost all sample locations. Exceedances with the highest factor compared to other pollutants was measured for PBDE and cis-heptachlorepoxyde (56%). It is important to mention that for cis-heptachlorepoxyde the biota EQS is below the LOQ. Furthermore many exceedances were recorded for PFOS (76%) and dioxins in eel (69%). As for HCBz, HBCD, HCBd, heptachlor (0%>LOQ) and dioxins in perch less than 1% exceedances were detected. The humane consumption standards for PCBs and dioxins in eel were exceeded in respectively 51 and 37.5 % of the Flemish waterbodies.

For most compounds, the highest pollutant concentrations were measured in eel. For PFOS the opposite was true, possibly caused by the high protein affinity of perfluors. A correction based on lipid content in both fish species resulted in comparable concentrations (for HCBz and HBCD) or significant higher concentrations in perch compared to eel (for Hg, PBDE, PFOS

and PCB's). All pollutants showed a strong correlation between both fish species, allowing extrapolation of concentrations between perch and eel.

Concentrations in water and sediment did not show a significant relation with concentrations in biota for most pollutants. Furthermore, for a lot of the pollutants, environmental concentration were below detection limit. This confirms the importance of biota monitoring and further development of alternative monitoring through passive sampling for this set of lipophilic compounds. The PFOS concentrations in perch, however, showed a strong relation with water concentrations.

Passive samples seem to be a good predictor for accumulation of benzo(a)pyrene in fresh water mussels (active biomonitoring) and PCBs and PBDEs in fish (passive biomonitoring). However, for HCBz, HCBd and fluoranthene not all biota showed a strong relationship to accumulation on passive samplers. For this reason, further research is needed.

The Zenne, Demer and several parts of the Scheldt showed high pollution levels for several compounds. The most important sources of pollution are atmospheric deposition (Hg and PAHs) and leaching of historically polluted sediment (Hg, cis-heptachlorepoxyde and dioxins). Concentrations of PFOS, PBDE and HBCD are mainly linked to point pollutions by industry (and households for PFOS).

In conclusion we can underline the importance of bioaccumulation monitoring these hydrophobic priority compounds in order to assess the real time situation and pollution pressure. Passive sampling seems a promising addition to measurements in biota. The combination of both techniques allows a complete monitoring in order to avoid secondary poisoning (e.g. in humans). Obviously, the results of this campaign have to be translated into environmental policy measures.

1. Kader en doelstelling

Oppervlaktewateren en aquatische ecosystemen staan onder constante druk van chemische verontreiniging, in grote mate veroorzaakt door menselijke activiteiten. In hoge concentraties kunnen chemische pollutanten schadelijk zijn voor aquatische ecosystemen, met een verlies aan habitat en een dalende biodiversiteit tot gevolg. Daarnaast kunnen deze stoffen, afhankelijk van bepaalde fysisch-chemische eigenschappen, bio-accumuleren. Via het proces van biomagnificatie zullen concentraties dan op-concentreren doorheen de voedselketen. Zo kan de mens, naast blootstelling via drinkwater, vooral via de voedselketen aan sterke verontreiniging van het aquatische milieu blootgesteld worden, i.e. door het eten van vis en schaaldieren.

Een belangrijk initiatief van de Europese Commissie om het aquatische milieu te beschermen tegen de nadelige effecten van vervuiling betreft de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW), dewelke lidstaten aanzet om chemische componenten (prioritaire stoffen) in oppervlaktewater te monitoren. Sterk hydrofobe/lipofiele eigenschappen zorgen er echter voor dat een beperkte groep componenten, omwille van hun slechte oplosbaarheid, erg moeilijk te meten zijn in water. Zij zullen eerder binden aan de waterbodem of zich opstapelen in organismen. Bijgevolg werden voor 11 prioritaire stoffen en hun derivaten milieukwaliteitsnormen voor biota (biota MKN) opgesteld. Voor deze pollutanten dient gemeten te worden in weefsel van prooidieren in plaats van in water. De in de dochterrichtlijn (2013/39/EG) vastgelegde prioritaire stoffen voor meting in biota betreffen hexachlorobenzeen (HCBz), hexachlorobutadieen (HCBd), kwik (Hg), gebromineerde difenylethers (PBDE), hexabromo-cyclododecaan (HBCD), polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's) fluorantheen en benzo(a)pyreen, perfluoro-octaansulfonaat (PFOS), dicofol, heptachloor en heptachloorepoxide, en dioxines en dioxine-achtige componenten. Afhankelijk van de stof dienen deze gemonitord te worden in vis en/of zoetwaterbivalven/weekdieren/schaaldieren. De lidstaten zijn hierbij vrij in hun keuze voor het meest geschikte biomonitoringorganisme (Deutsch et al. 2014). Het doel van deze studie was het voldoen aan de monitoring-verplichtingen van de KRW, in het bijzonder de dochterrichtlijn gevaarlijke stoffen.

In het huidige verslag werden de resultaten van vier bioaccumulatie monitoring veldstudies tussen 2015 en 2018 (Teunen et al., 2017, 2018, 2019, "in voorbereiding") samengebracht en geïnterpreteerd. In deze studies werden de prioritaire stoffen, met uitzondering van PAK's, gemeten in het spierweefsel van Europese baars (*Perca fluviatilis*) en/of paling (*Anguilla anguilla*). Bijkomend werden ook PCB's gemeten in deze stalen. Voor PCB's bestaat er echter tot op heden nog geen biota MKN, maar bestaan er maximaal toegelaten waarden voor humane consumptie (EC, 2011). Fluorantheen en benzo(a)pyreen werden gemeten in mosselweefsel: driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*), quaggamossel (*Dreissena bugensis*), Aziatische korfmosseel (*Corbicula fluminea*), zwanenmossel (*Anodonta cygnea*) en gewone mossel (*Mytilus edulis*). In totaal werden er 44 staalnamelocaties op Vlaamse waterlopen bemonsterd. Deze geselecteerde meetplaatsen vormen het meetnet bioaccumulatie vastgelegd door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Dezelfde meetplaatsen worden door VMM ook gemonitord op andere waterkwaliteitsparameters. Voor een cartografisch overzicht van de exacte locaties van de meetplaatsen verwijzen we naar Bijlage 1.

2. Methodologie

2.1 Algemeen

De overlap van de meetplaatsen met het toestand- en trendmeetnet van de VMM had als bijkomend voordeel dat er reeds een uitgebreide dataset aan zowel fysisch-chemische als biologische meetgegevens beschikbaar was voor zowel waterbodem als oppervlaktewater. De meetpunten werden in het verleden om strategische redenen vastgelegd (bv. optimale geografische spreiding voor rapportering van o.a. prioritair stoffen voor de KRW, goed bereikbaar voor bemonstering, representatief voor een bepaalde ecologische regio en voldoende afstand van lokale vervuilingbronnen). Een tweede belangrijk criterium voor de selectie van de meetpunten was de mate van overeenstemming met het INBO-zoetwatervismetnet en het feit dat er in het recente verleden baars en/of paling werd gevangen.

Voor een meer gedetailleerde methodologie van staalnames en pollutanalyses verwijzen we naar de individuele rapporten (Teunen et al., 2017, 2018, 2019). De analysemethoden en meetnauwkeurigheden zijn samengevat in Bijlage 11.

2.2 Visbemonstering

De visbemonsteringsmethode werd afgestemd op de fysische eigenschappen van de waterloop (breedte, diepte). Vissen werden verzameld door middel van elektrisch vissen en het gebruik van fuiken. Er werd getracht om op elke locatie 20 baarzen en 3 palingen te verzamelen. Baarzen van eenzelfde locatie werden op basis van gewicht in 2-3 pools verdeeld. De palingen van eenzelfde locatie behoorden telkens tot dezelfde pool. Wanneer er echter niet voldoende baars gevangen kon worden, werden er meerdere palingpools gecreëerd. Een samenvattende tabel van de gevangen vissen en gecreëerde pools zijn terug te vinden in Bijlage 2.

De analyses van de geselecteerde pollutanten werden uitsluitend uitgevoerd op spierweefsel, aangezien dit voor consumptie door de mens het meest relevant is. Bij de interpretatie van de resultaten werd eveneens rekening gehouden met het vetgehalte en drooggewicht.

2.3 Actieve biomonitoring met zoetwatermossel

Aangezien PAK's te snel gemetaboliseerd worden in vis, dienen deze componenten bepaald te worden in schaal- of weekdieren. Uit een verkennende studie (De Jonge et al. 2014) bleek reeds dat het onmogelijk was om op alle plaatsen voldoende residente week- en/of schaaldieren te bemonsteren. Daarom werd ook nu besloten om Actieve Biomonitoring (ABM) toe te passen. Hierbij worden organismen uit een referentieplaats of een kweek blootgesteld in het te onderzoeken gebied door middel van kooien. Met deze benadering kan eenzelfde soort vergeleken worden op de verschillende locaties, in voldoende aantallen en met dezelfde achtergrond (referentiepopulatie). Binnen de SPHERE-groep (Universiteit Antwerpen) heeft men reeds vele jaren ervaring met ABM met driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) (Bervoets et al. 2004; De Jonge et al. 2012).

Voor zoetwaterlocaties werd gebruik gemaakt van quaggamossel en driehoeksmossel (en zwanenmossel in 2015). Aziatische korfmosselen werden gebruikt in brak water (tot 15 ppt). Eenmalig werd er in de Havengeul van de IJzer, wegens een te hoge saliniteit, gemeten in residente gewone mariene mosselen. Hoewel de gebruikte soorten reeds verspreid voorkomen in Vlaanderen (Boets et al. 2014) werden de mosselen telkens uitgehangen in de herfst om voortplanting en verdere verspreiding te voorkomen,. Hierdoor vinden we het te verantwoorden ze in deze studie te gebruiken in kooi experimenten. De mosselen werden gedurende 6 weken op de te meten locaties uitgehangen in kleine vijvermanden. De gebruikte mosselsoorten, overlevingspercentages en het aantal individuen die gebruikt werden voor PAK's analyses staat weergegeven in Tabel 15 in Bijlage 3. Voor analyses werd in de eerste plaats gefocust op driehoeksmossel en quaggamossel.

2.4 Trofisch niveau

Vanaf het 2^e bemonsteringsjaar (2016) werd eveneens het trofisch niveau van de vissen(pools) berekend, een factor die de geaccumuleerde gehalten mee kan bepalen. Volgens het principe van biomagnificatie zullen individuen met een hogere trofische positie, logischerwijs meer pollutanten geaccumuleerd hebben.

In de eerste plaats werd $\delta^{15}\text{N}$ bepaald (de ratio tussen ^{15}N en ^{14}N stabiele isotopen), een relatieve maat voor de trofische positie van een soort binnen de lokale voedselketen. De concentratie ^{15}N neemt toe doorheen de voedselketen afhankelijk van het dieet. Hoe hoger deze waarde, hoe hoger het trofisch niveau.

Om het specifieke, ecosysteem gebonden, trofisch niveau van een vispool te bepalen, werd trofisch niveau berekend met de mosselen als primaire consument (basisniveau).

2.5 Passieve samplers

Op alle meetplaatsen werden ook passieve samplers uitgehangen door de VMM, tegelijkertijd met de mosselen. Deze bestaan uit een membraan met polydimethylsiloxaan sorbent dat bepaalde pollutanten uit het doorstromende water opneemt.

Het gebruik van passieve samplers zou op termijn een minder invasieve methode bieden om waterkwaliteit na te gaan (i.e. zonder gebruik van biota). In dit project was het de bedoeling om al de eerste stappen in die richting te zetten door na te gaan of er een relatie is tussen concentraties gemeten in biota en in passieve samplers. Een uiteindelijke doelstelling is om in de context van de KRW een referentietechniek op te bouwen, die ongeacht het waterloop- en biotatype toegepast kan worden in elke EU lidstaat.

2.6 Metingen waterkolom en –bodem

Eveneens werden op de meetplaatsen indien mogelijk ook water- en sedimentstalen verzameld door de veldteams van de VMM. In deze stalen werden dan in het labo van de VMM (o.a.) de pollutanten gemeten die werden opgenomen in de biotarapporten, met uitzondering van dioxines (<http://geoloket.vmm.be/Geoviews/>).

3. Resultaten

Voor de ruwe data uit de individueel uitgevoerde en gepubliceerde rapporten verwijzen we naar de samenvattende tabellen in Bijlage 4. In het huidige verslag zullen enkel algemene trends en relaties besproken worden. In de eerste plaats werden de toetsing aan de biota MKN en algemene trends van overschrijdingen bekeken. Daarnaast werden geaccumuleerde concentraties in biota vergeleken met concentraties in waterbodem en –kolom enerzijds, en concentraties in passieve samplers anderzijds. Ten slotte werd een algemene interpretatie van invloeden van gekende vervuilingbronnen uitgevoerd. Extra informatie over de meetpunten is terug te vinden in Bijlage 1.

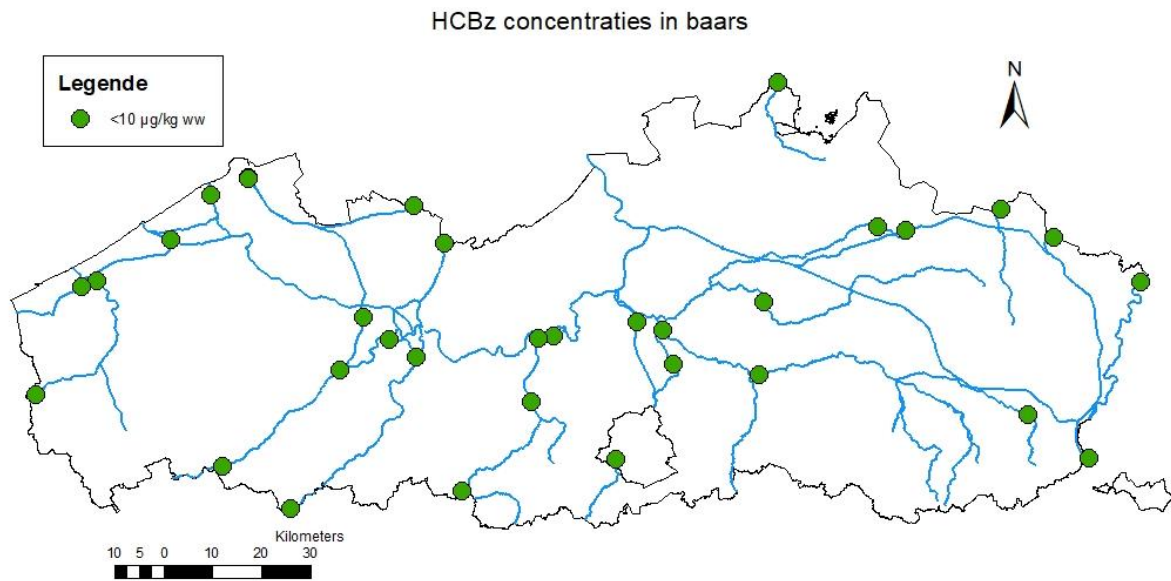
Voor perfluorverbindingen werden verdere data analyses enkel uitgevoerd voor PFOS, dewelke de belangrijkste component van deze groep is en eveneens de hoogste concentraties bereikte in visweefsel.

Voor gebromineerde difenylethers werd telkens gewerkt met de som van 6 congenen (BDE 28, 47, 99, 100, 153 en 154). Naar deze som werd daarna verwezen met de term **PBDE**. **Hexabromocyclodecaan** (HBCD) werd gemeten als de som van de α -, β -, en γ -congenen. Bij **PCB's** werd telkens de som bepaald van 7 PCB congenen: nl. PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180 (PCB ICES 7). Ten slotte werden **dioxines** berekend als de som van polychloor-dibenzo-p-dioxinen (PCDD's), polychloordibenzofuranen (PCDF's) en dioxineachtige polychloorbifenylen (PCB-DL), weergegeven in $\mu\text{g WHO-TEQ}_{2005} \text{ kg}^{-1} \text{ ww}$. Wanneer voor minstens één van de deelparameters van een gegeven pollutant een concentratie boven de bepaalbaarheidsgrens (BG) werd gemeten, werd voor de parameters met een concentratie onder de BG de helft van deze waarde gebruikt (Bervoets et al., 2004; Custer et al., 2000). Significante outliers werden geïdentificeerd op basis van de Grubb test in Graphpad.

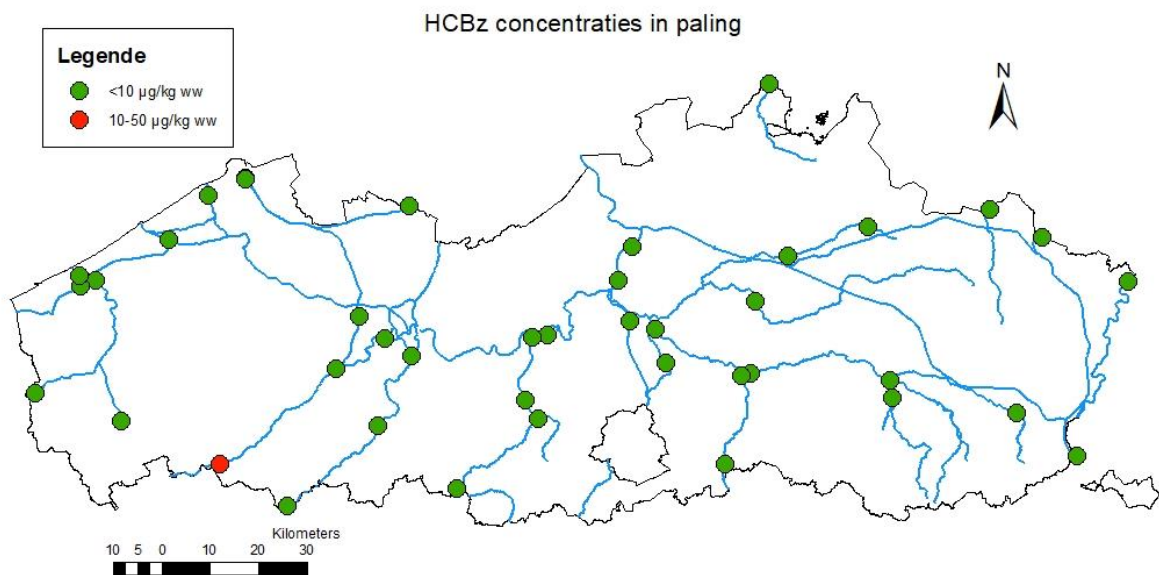
3.1.1 Toetsing normoverschrijding

De algemene toetsing aan de normoverschrijding werd uitgevoerd voor al de te meten prioritaire pollutanten. In Figuren 1 tot 16 werd de normoverschrijding in beeld gebracht. Een rode kleur geeft een overschrijding van de norm weer, een groene kleur geeft een concentratie onder de respectievelijke norm op die locaties. De grootte van de rode bollen geeft categorieën weer van concentraties die telkens een factor 5 verschillen. Telkens werden er afzonderlijke kaarten gemaakt voor baars en paling, indien in beide soorten gemeten werd. Alle concentraties werden telkens weergegeven in $\mu\text{g/kg ww}$ (met uitzondering van dioxines die in $\mu\text{g WHO-TEQ}_{2005}/\text{kg ww}$ werden weergegeven). Voor PBDE en cis-heptachloorepoxide werden bredere ranges genomen dan factor 5 aangezien de maximale overschrijding respectievelijk gebeurde met een factor 860 en 280 in baars en een factor 10 000 en 2600 in paling.

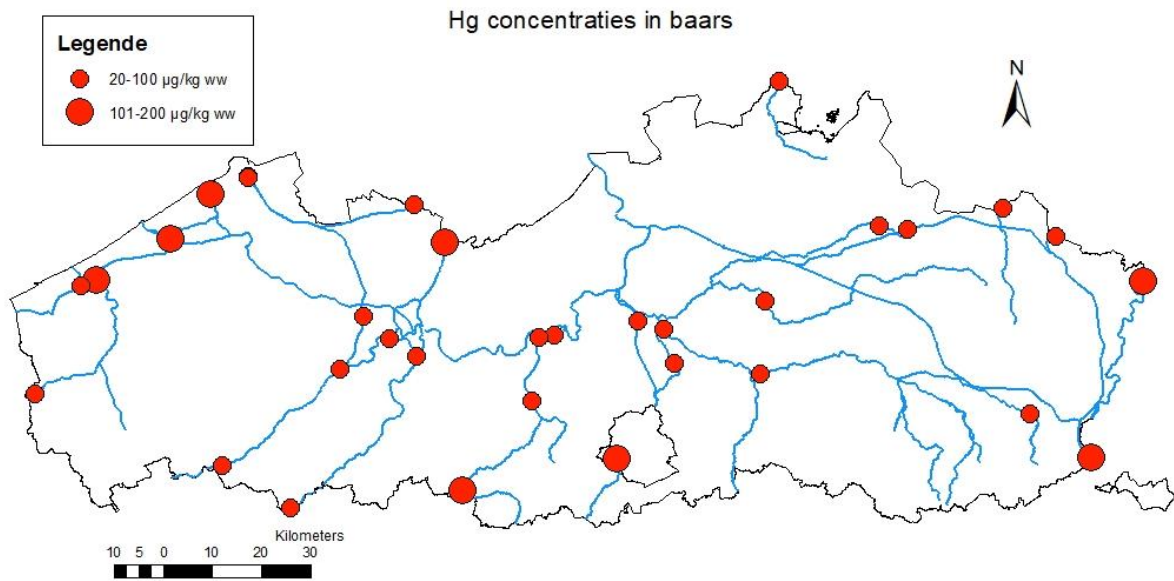
Dicofol concentraties lagen op elke locatie en voor beide soorten onder de BG en daarmee ook onder de biota MKN. Voor HCBd werd de biota MKN eveneens op geen enkele locatie overschreden. De kaarten van deze pollutanten werden daarom niet in dit hoofdstuk meegenomen maar zijn terug te vinden in bijlage 7.



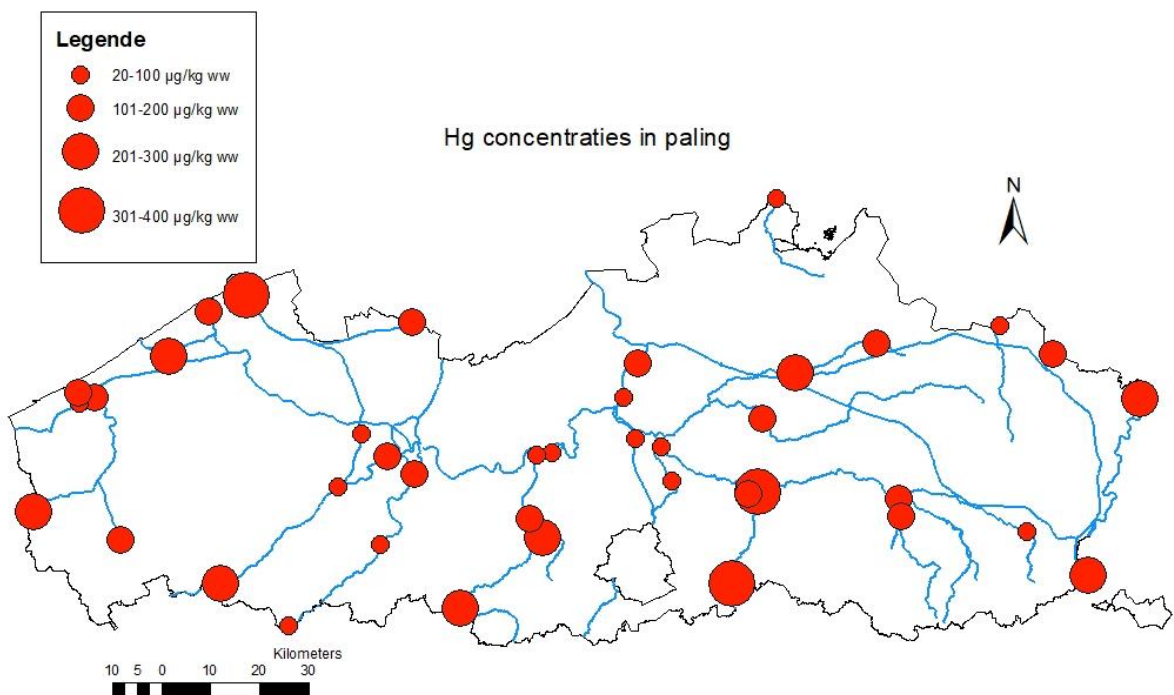
Figuur 1: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HCBz in baars op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor HCBz is $10 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.



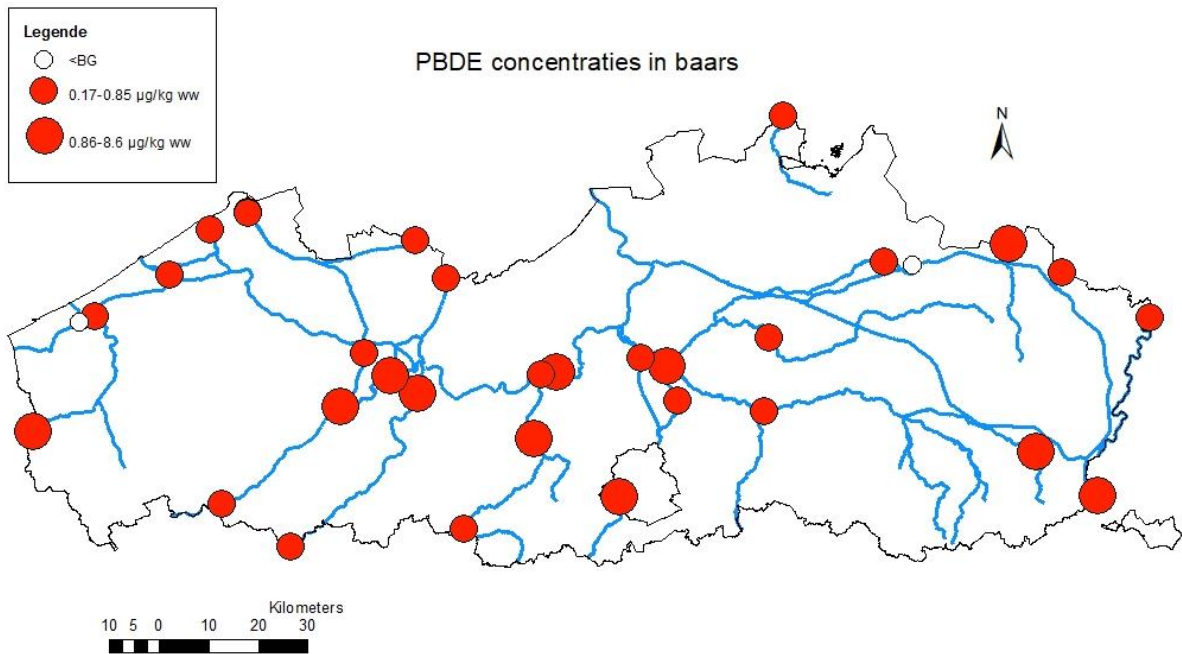
Figuur 2: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HCBz in paling op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 5 toenemend. De biota MKN voor HCBz is $10 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.



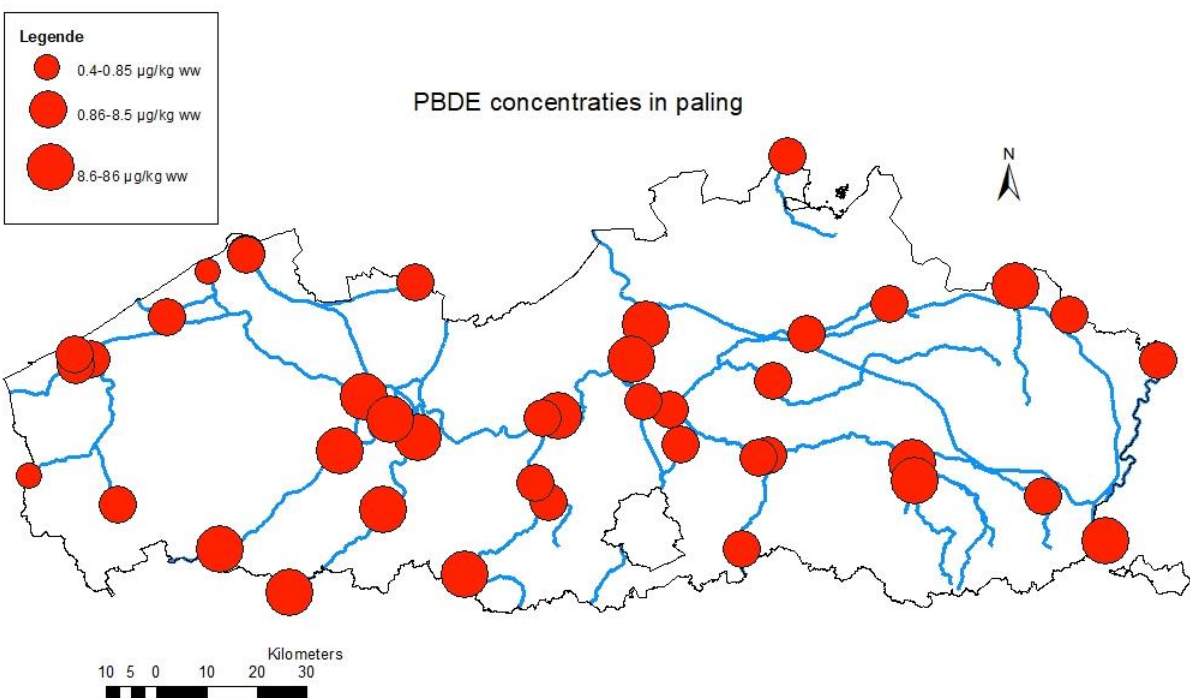
Figuur 3: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor Hg in baars op de verschillende meetpunten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 5 toenemend. De biota MKN voor Hg is $20 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.



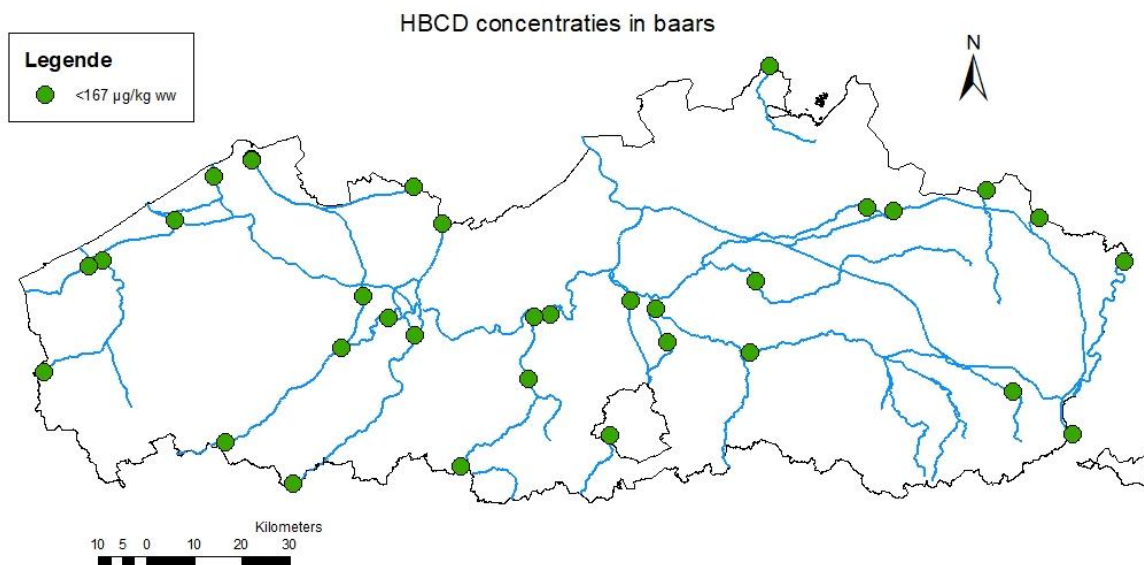
Figuur 4: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor Hg in paling op de verschillende meetpunten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 5 toenemend. De biota MKN voor Hg is $20 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.



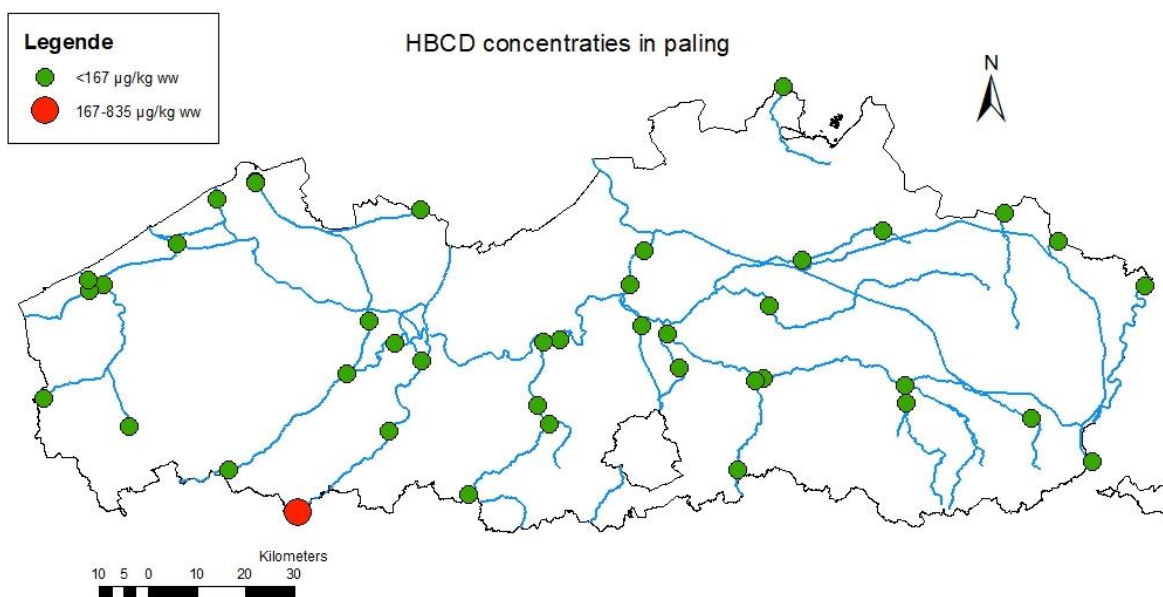
Figuur 5: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor PBDE in baars op de verschillende meetpunten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 10 toenemend. Een witte bol is een meting onder de BG waarvan niet met zekerheid gezegd kan worden of de norm overschreden werd. De biota MKN voor PBDE is $0.0085 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ ww}$.



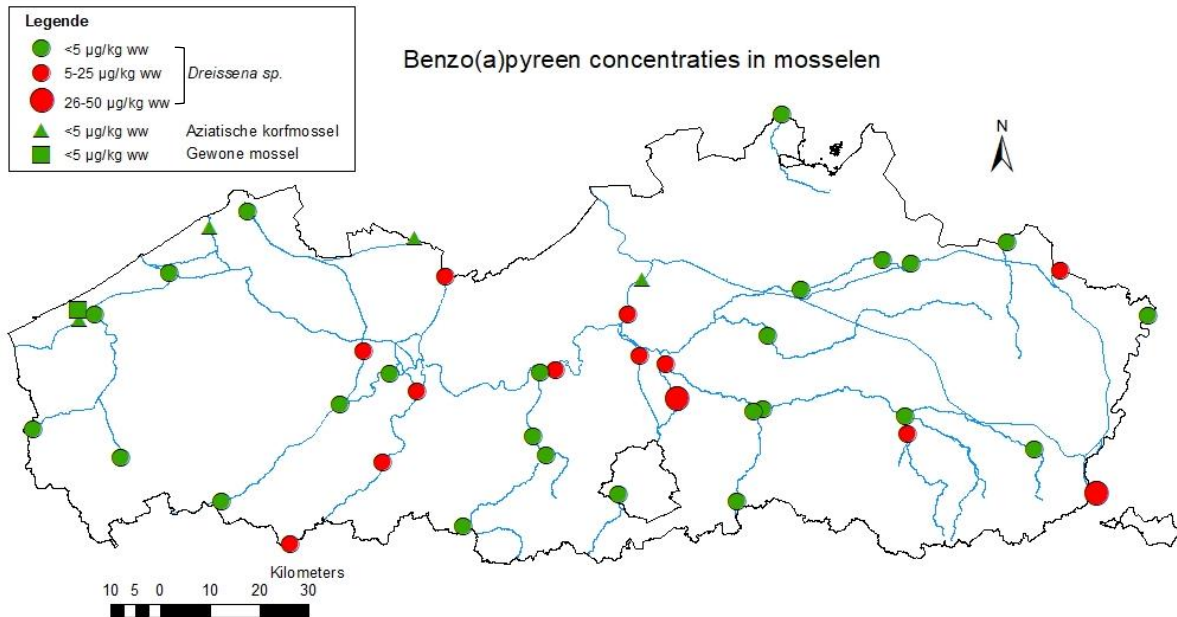
Figuur 6: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor PBDE in paling op de verschillende meetpunten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 10 toenemend. De biota MKN voor PBDE is $0.0085 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ ww}$.



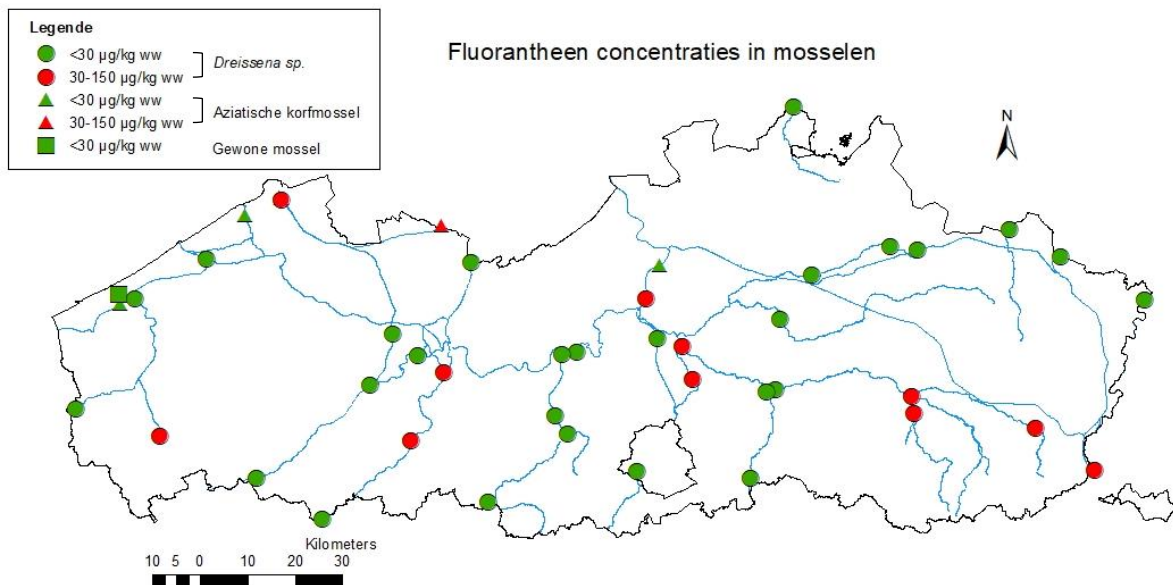
Figuur 7: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HBCD in baars op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor HBCD is 167 µg kg⁻¹ ww.



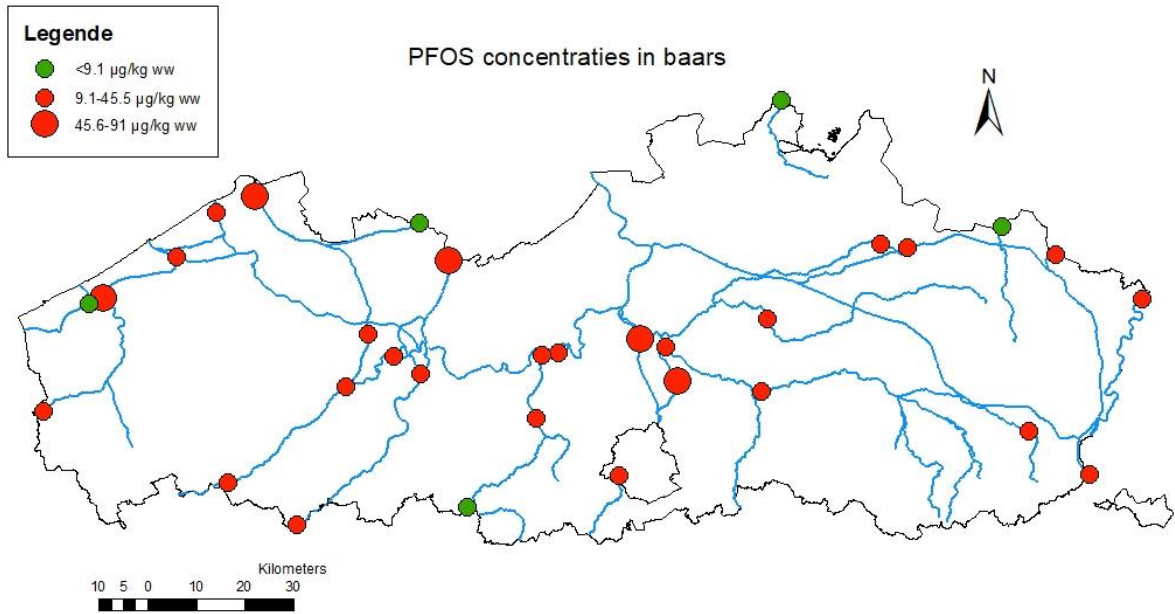
Figuur 8: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HBCD in paling op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie. De biota MKN voor HBCD is 167 µg kg⁻¹ ww.



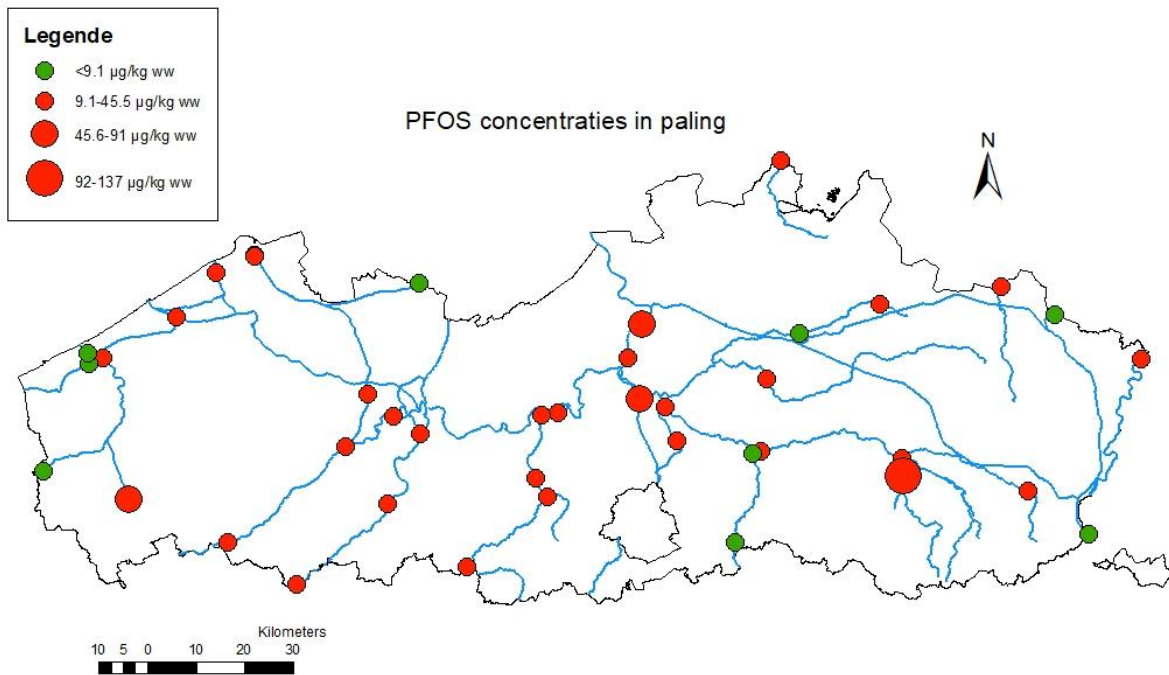
Figuur 9: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor benzo(a)pyreen in mosselen op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 5 toenemend. Verschillende symbolen staan voor verschillende soorten. De biota MKN voor benzo(a)pyreen is $5 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.



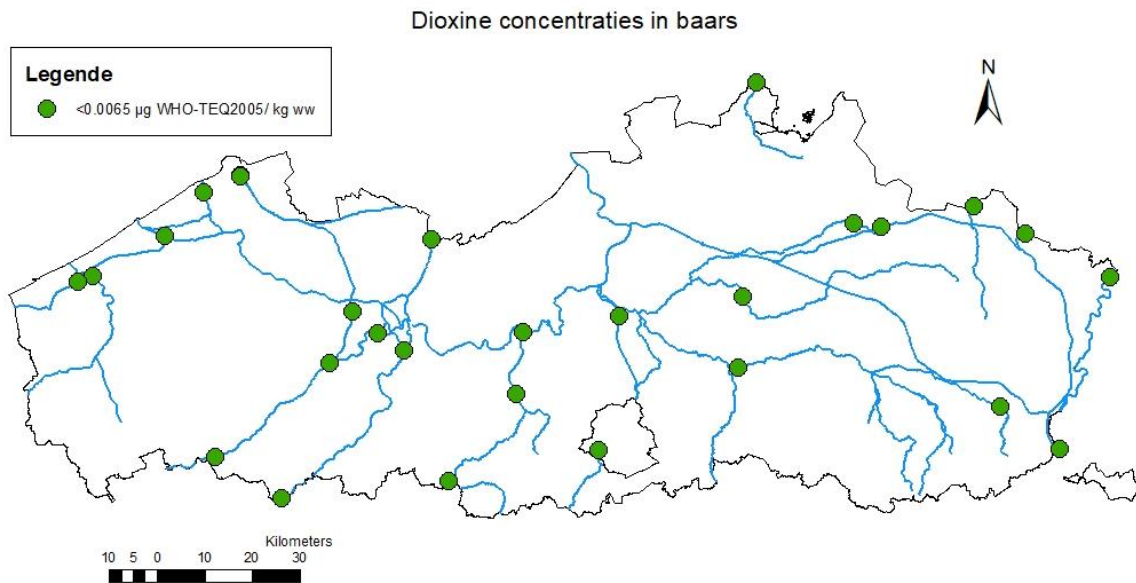
Figuur 10: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor fluorantheen in mosselen op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 5 toenemend. Verschillende symbolen staan voor verschillende soorten. De biota MKN voor fluorantheen is $30 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.



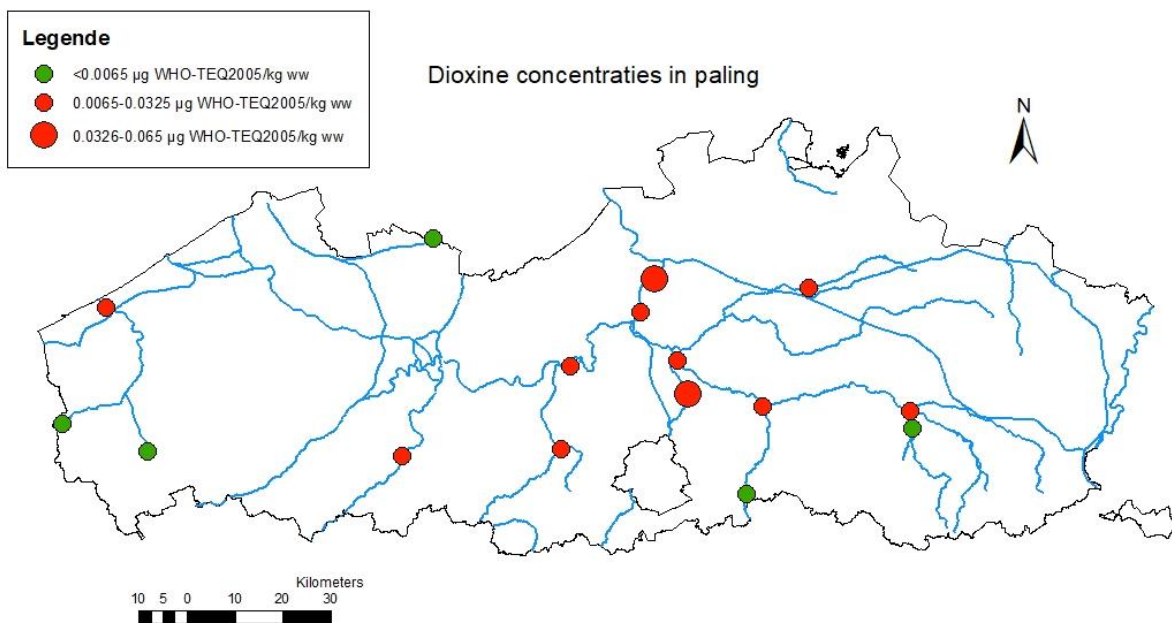
Figuur 11: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor PFOS in baars op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 5 toenemend. De biota MKN voor PFOS is $9.1 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.



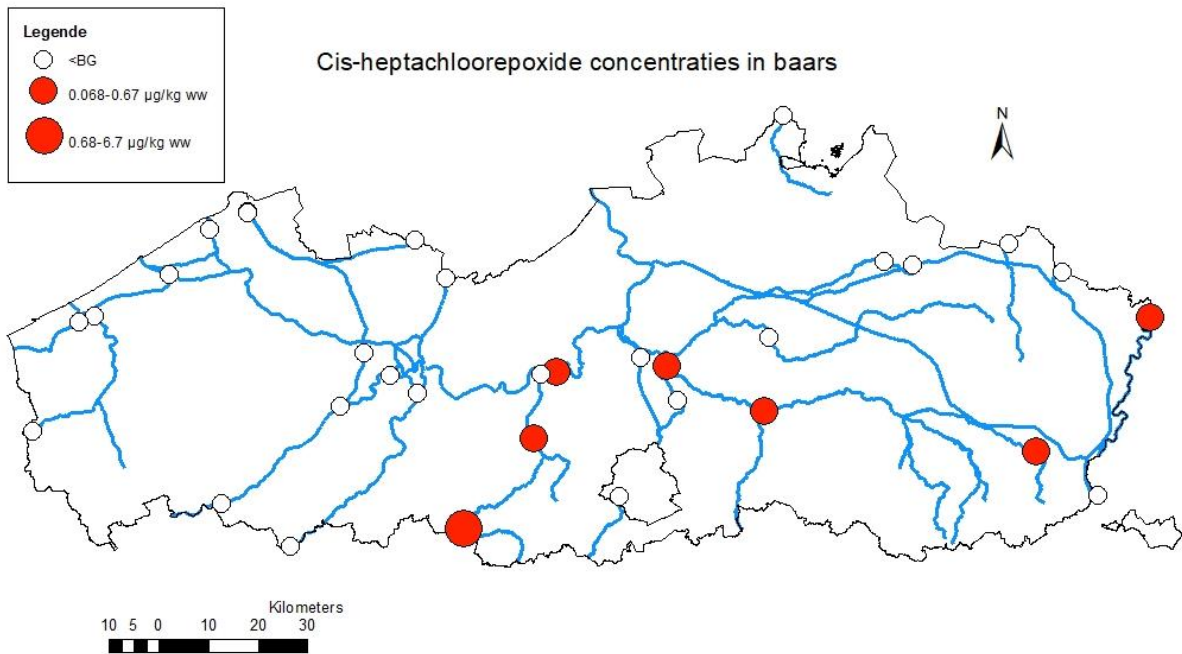
Figuur 12: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor PFOS in paling op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 5 toenemend. De biota MKN voor PFOS is $9.1 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.



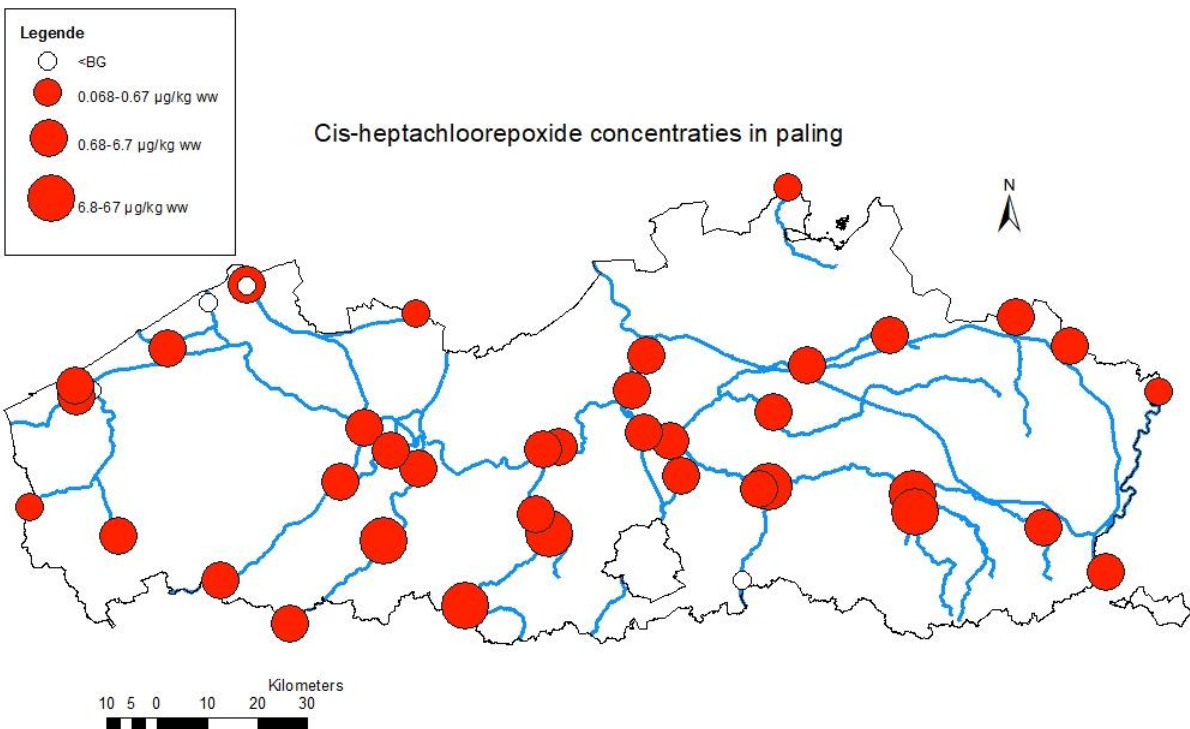
Figuur 13: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor dioxines in baars op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor dioxines is $0.0065 \mu\text{g WHO-TEQ}_{2005} \text{ kg}^{-1} \text{ ww}$.



Figuur 14: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor dioxines in paling op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie. De biota MKN voor dioxines is $0.0065 \mu\text{g WHO-TEQ}_{2005} \text{ kg}^{-1} \text{ ww}$.



Figuur 15: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor cis-heptachloorepoxide in baars op de verschillende meetpunten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 10 toenemend. Een witte bol is een meting onder de BG waarvan niet met zekerheid gezegd kan worden of de norm overschreden werd. De biota MKN voor cis-heptachloorepoxide is $0.0068 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.



Figuur 16: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor cis-heptachloorepoxide in paling op de verschillende meetpunten. De grootte van de rode bollen is een maat voor de range waartussen de concentratie lag die gemeten werd op de desbetreffende locatie, telkens met een factor 10 toenemend. Een witte bol is een meting onder de BG waarvan niet met zekerheid gezegd kan worden of de norm overschreden werd. De biota MKN voor cis-heptachloorepoxide is $0.0068 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.

3.1.2 Algemene trends

In baars was het procentueel aantal meetplaatsen waar een overschrijding van de biota MKN gemeten werd, het hoogst voor Hg en PBDE, gevolgd door PFOS en cis-heptachloorepoxide (Figuur 17). Voor kwik en PBDE werden op respectievelijk 100% en 94% van de locaties waar gemeten werd in het spierweefsel van baars, een overschrijding van de biota MKN gemeten. Voor PFOS en cis-heptachloorepoxide was dit respectievelijk in 82% en 21% van de meetlocaties. Voor cis-heptachloorepoxide dient de kanttekening gemaakt te worden dat de bepaalbaarheidsgrens van deze component ver boven de biota MKN lag. Hierdoor kon voor waarden onder de BG geen uitspraak gedaan worden over het al dan niet overschrijden van de biota MKN. De overschrijding van de norm met de hoogste factor gebeurde in baars voor PBDE, gevolgd door cis-heptachloorepoxide (Figuur 18).

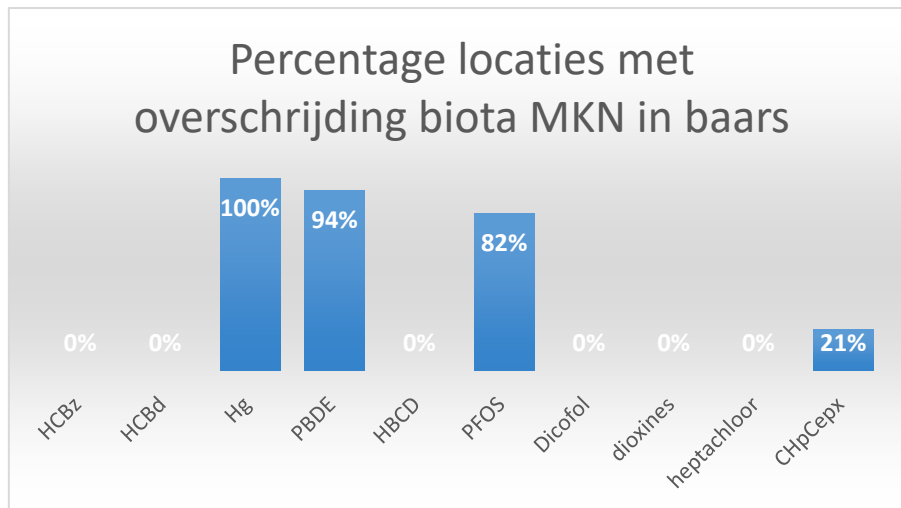
Daarnaast werden in baars voor het meest aantal verschillende polluenten een overschrijding van de biota MKN gemeten in Demer VII, Maas I+II+III, Zeeschelde II, Getijdedijle-Getijdezenne, Demer I en Dender IV (Figuur 23). Overschrijdingen voor het minst aantal verschillende polluenten werden gemeten in Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort.

In paling was het procentueel aantal meetplaatsen waar een overschrijding van de biota MKN gemeten werd eveneens het hoogst voor Hg en PBDE, gevolgd door cis-heptachloorepoxide, PFOS en dioxines (Figuur 20). Kwik en PBDE overschreden op 100% van de locaties waar gemeten werd in het spierweefsel van baars, de biota MKN (Figuur 19). Voor cis-heptachloorepoxide, PFOS en dioxines was dit respectievelijk 90%, 71% en 69% van de locaties. De overschrijding met de hoogste factor in paling gebeurde eveneens voor PBDE, gevolgd door cis-heptachloorepoxide (Figuur 20).

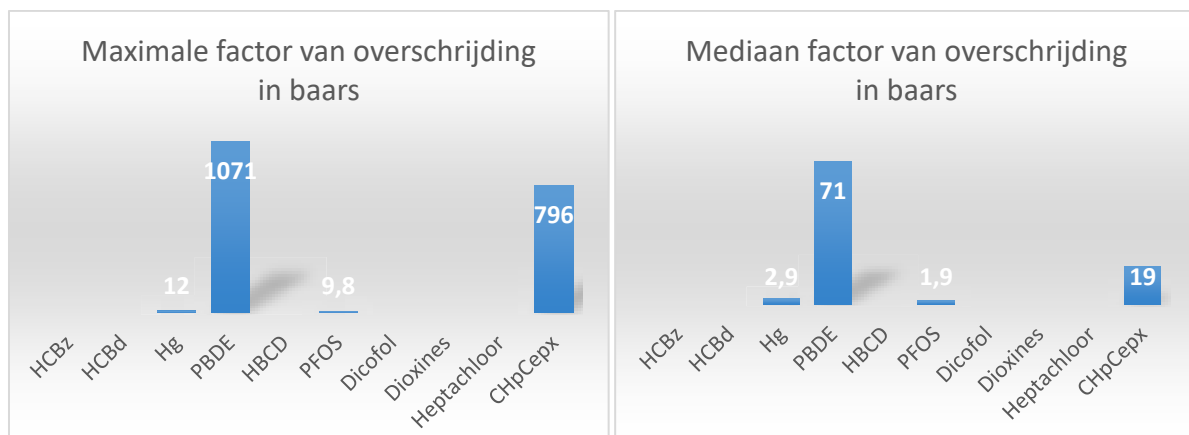
Voor paling werden overschrijdingen voor het hoogst aantal verschillende polluenten gemeten in Bovenschelde I, Leie I, Zeeschelde IV, Zeeschelde II, Zeeschelde III + Rupel, Getijdedijle-Getijdezenne, Herk + Kleine Herk, Bellebeek en Zenne (Figuur 24). De minste overschrijdingen werden gemeten in Dijle.

Algemeen kunnen we stellen dat er meer overschrijdingen waren in het spierweefsel van paling dan in het spierweefsel van baars. Enkel voor PFOS lag het percentage overschrijdingen in baars hoger dan in paling.

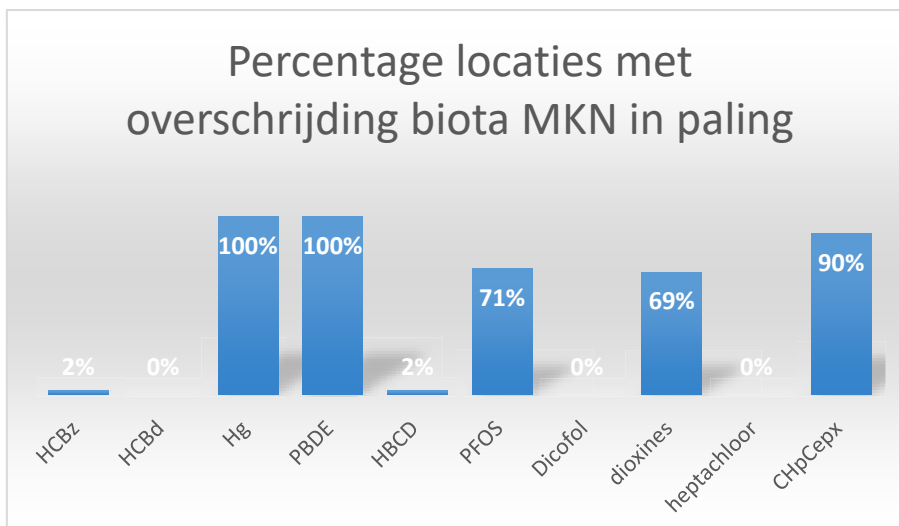
Ten slotte werd er in mosselen op iets meer locaties een overschrijding gemeten voor benzo(a)pyreen dan voor fluorantheen (Figuur 21). Dit was respectievelijk voor 30% en 27% van de meetlocaties. Benzo(a)pyreen was van beide polluenten degene waarbij de biota MKN met de grootste factor werd overschreden (Figuur 22).



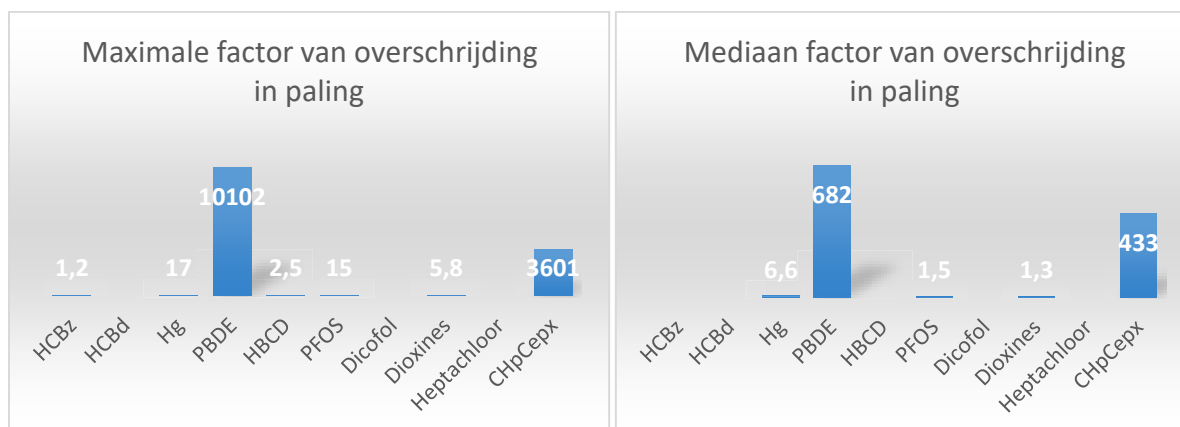
Figuur 17: Percentage van de locaties met een overschrijding van de biota MKN in baars voor de verschillende prioritaire stoffen.



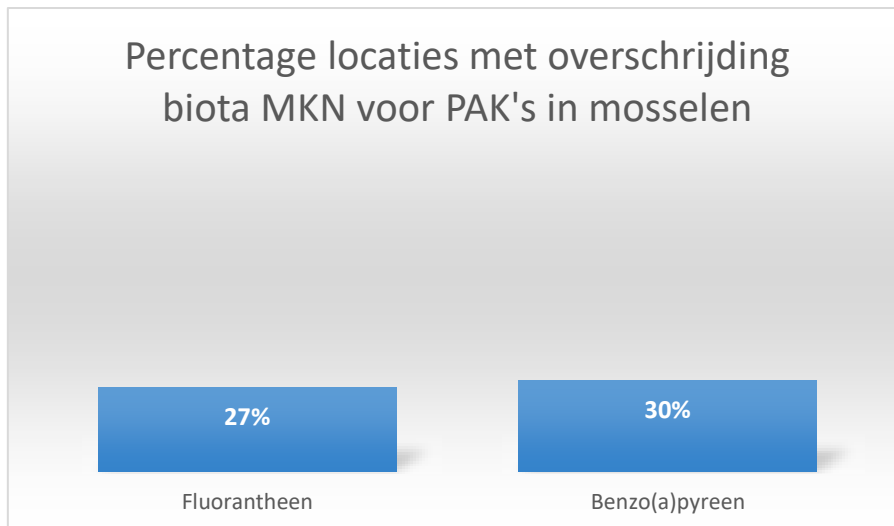
Figuur 18: Factor waarmee de biota MKN overschreden werd voor de verschillende polluenten in baars. Deze factoren werden berekend voor de maximale gemeten concentraties (LINKS) en mediaan concentraties (RECHTS) van alle locaties.



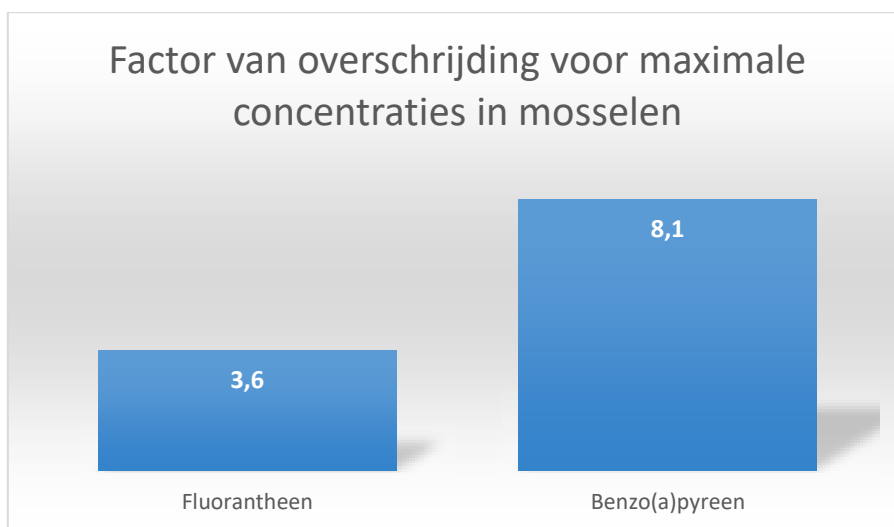
Figuur 19: Percentage van de locaties met een overschrijding van de biota MKN in paling voor de verschillende prioritaire stoffen.



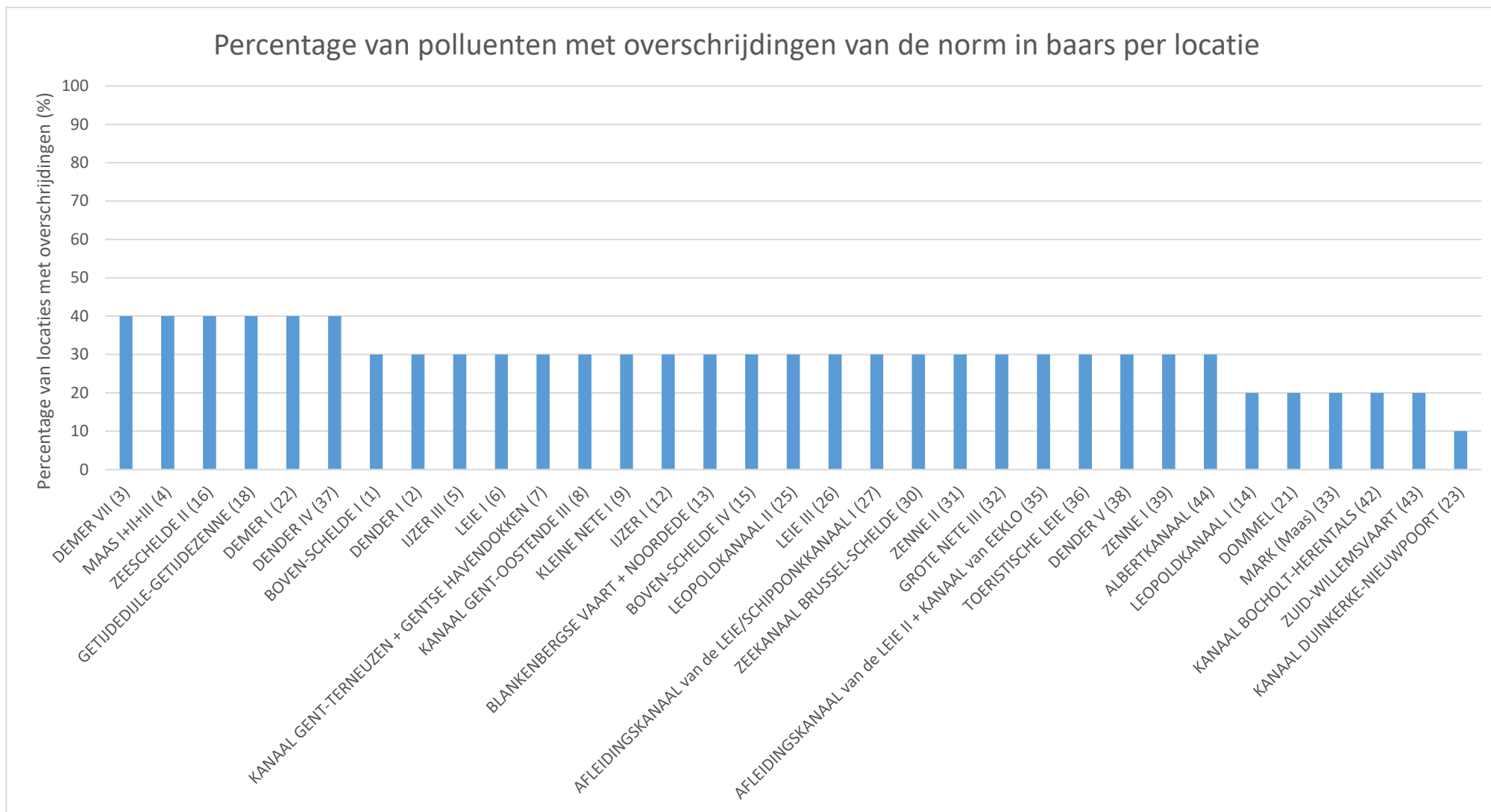
Figuur 20: Relatieve verhoudingen van de factor waarmee de biota MKN overschreden werd voor de verschillende polluenten in paling. Deze factoren werden berekend voor de maximale gemeten concentraties (LINKS) en mediaan concentraties (RECHTS).



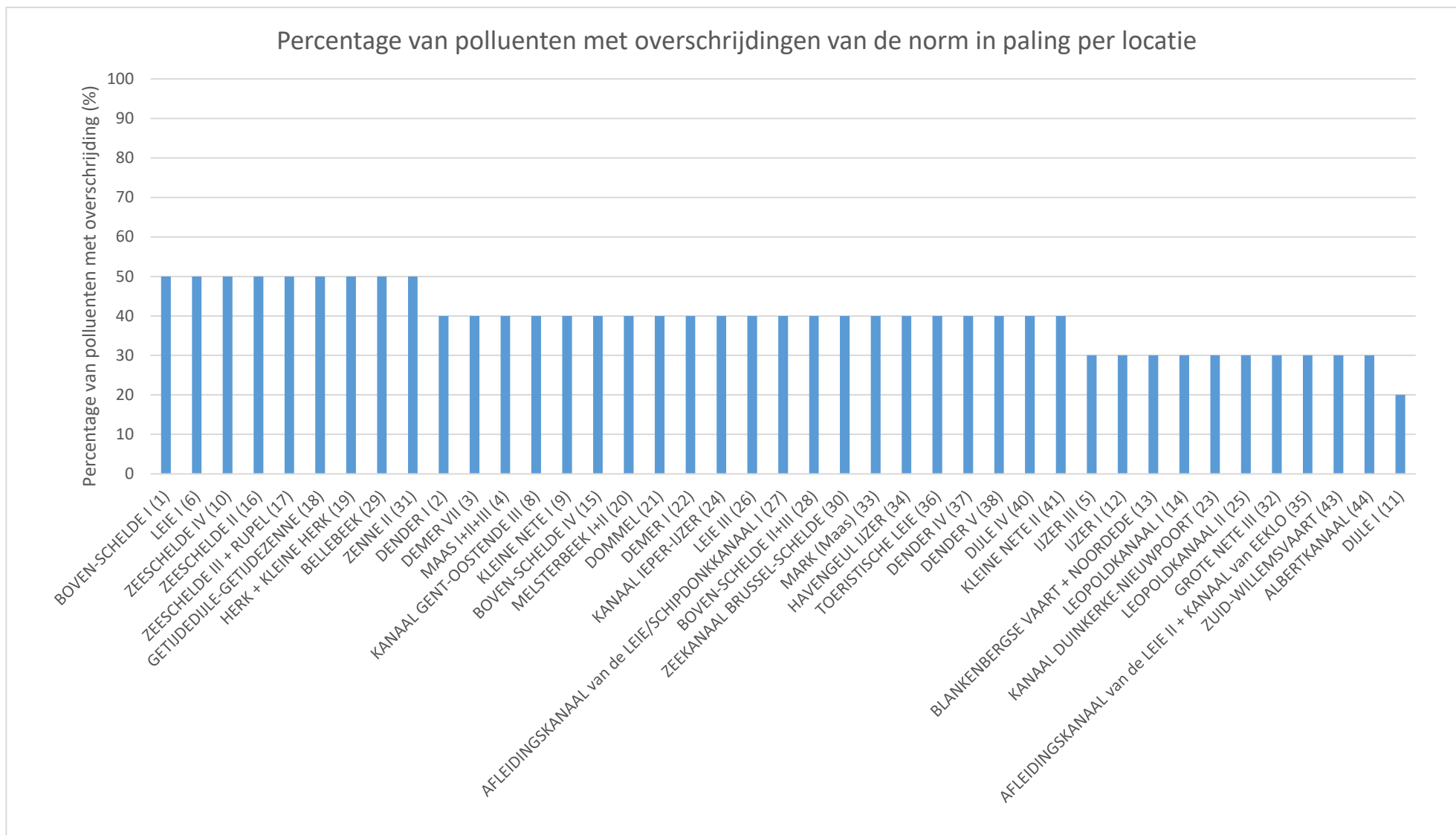
Figuur 21: Percentage van de locaties met een overschrijding van de biota MKN in mosselen voor PAK's.



Figuur 22: Factor waarmee de biota MKN overschreden werd voor de maximale concentraties van PAK's in mosselen. Voor mediaan concentraties werd er voor geen van beide PAK's een overschrijding van de norm gemeten.



Figuur 23: Percentage overschrijdingen van de MKN van de prioritaire stoffen in baars, per locatie. Zie Bijlage 2 voor specificatie van de meetplaatsen.



Figuur 24: Percentage overschrijdingen van de MKN van de prioritaire stoffen in paling, per locatie. Zie Bijlage 2 voor specificatie van de meetplaatsen.

3.2 Vergelijking in bioaccumulatie tussen baars en paling

In dit deel werd nagegaan of geaccumuleerde concentraties in het spierweefsel van baars en paling onderling relaties vertoonden, en dus of de ene soort als predictor voor de andere kon dienen. Daartoe werd in de eerste plaats een Pearson correlatietest uitgevoerd om te kijken hoe sterk de concentraties van beide soorten in verband stonden met elkaar. Daarnaast werd met behulp van een lineaire regressieanalyse nagegaan welk verband er bestond tussen beide soorten. Ten slotte werd met behulp van een gepaarde t-test (of niet-parametrische wilcoxon test) nagegaan of geaccumuleerde concentraties in beide soorten significant verschilden.

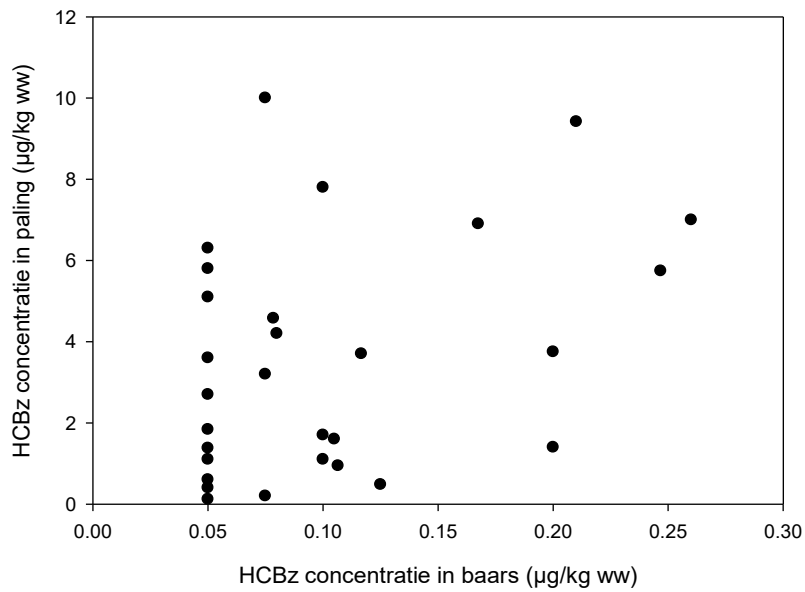
In deze vergelijking werden enkel de pollutanten meegenomen waarvoor minstens 50% van de metingen boven de BG lagen. Dit was bijvoorbeeld niet het geval voor HCBd, heptachloor, heptachloorepoxide en dicofol. Daarnaast kon voor dioxines deze vergelijking niet uitgevoerd worden, aangezien er telkens maar in één pool per locatie gemeten werd, en dus nooit in zowel baars als paling.

Concentraties in biota werden telkens weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht (ww), $\mu\text{g}/\text{kg}$ vetgewicht (lw) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ drooggewicht (dw).

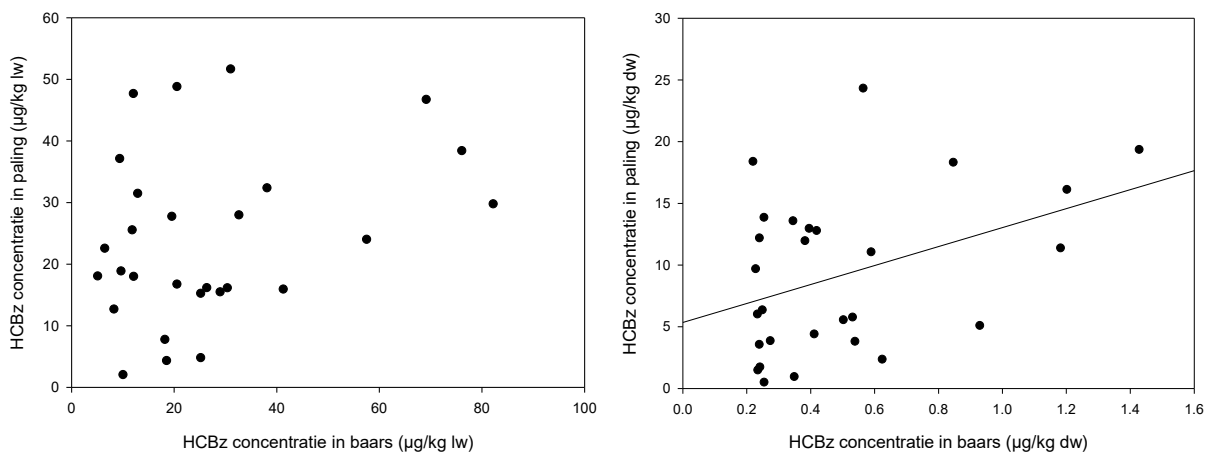
3.2.1 Hexachloorbenzeen (HCBz)

De overzichten van de relaties van geaccumuleerde HCBz concentraties tussen baars en paling kunnen teruggevonden worden in Figuren 25 en 26. Concentraties in baars en paling waren enkel significant gecorreleerd voor drooggewicht ($R=0.40$; $p<0.05$). Dit was niet het geval voor versgewicht ($R=0.36$; $p=0.05$) en vetgewicht ($R=0.32$; $p=0.10$). Een samenvatting van de vergelijkingen die gevonden werden uit lineaire regressieanalyses staat weergegeven in Tabel 1.

Concentraties in paling waren gemiddeld significant hoger dan deze in baars voor concentraties in versgewicht ($p<0.001$) en in drooggewicht ($p<0.001$) (Figuren 27 en 28). Wanneer er werd gecorrigeerd voor vetgehalte, was er niet langer een significant verschil tussen beide soorten ($p=0.94$).



Figuur 25: Relatie tussen geaccumuleerde HCBz concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg

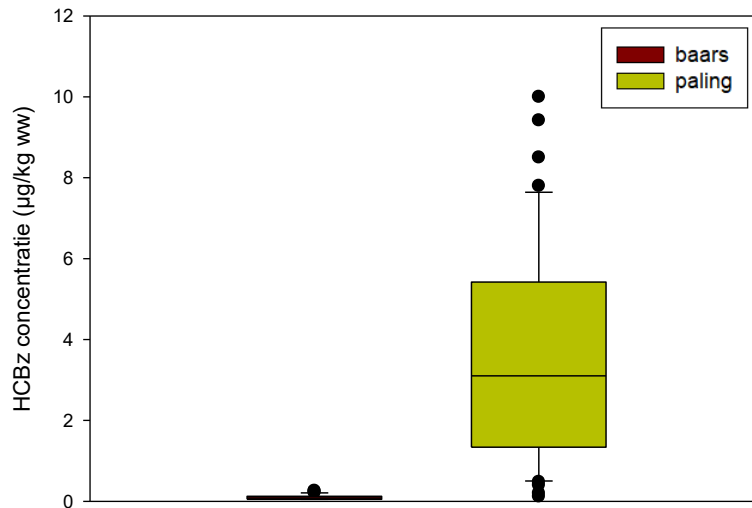


Figuur 26: Relatie tussen geaccumuleerde HCBz concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg lw (LINKS) en µg/kg dw (RECHTS).

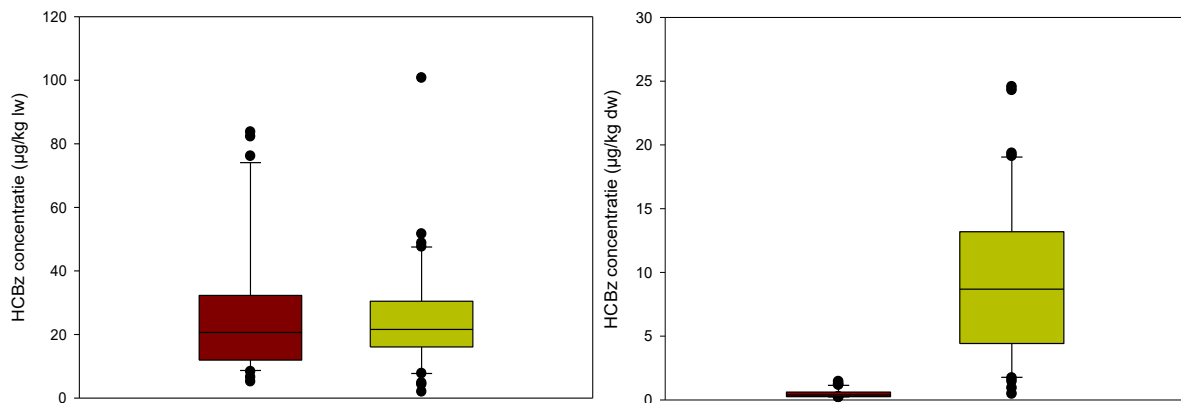
Tabel 1: Resultaten regressieanalyses voor HCBz, vergelijking tussen baars en paling.

<i>Eenheid</i>	<i>Vergelijking</i>	<i>R²</i>
µg/kg ww	ns	ns
µg/kg lw	ns	ns
µg/kg dw	[paling] = 7.69*[baars] +5.35	0.16

ns: deze relatie is niet significant ($p \geq 0.05$).



Figuur 27: Boxplots HCBz concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg ww.

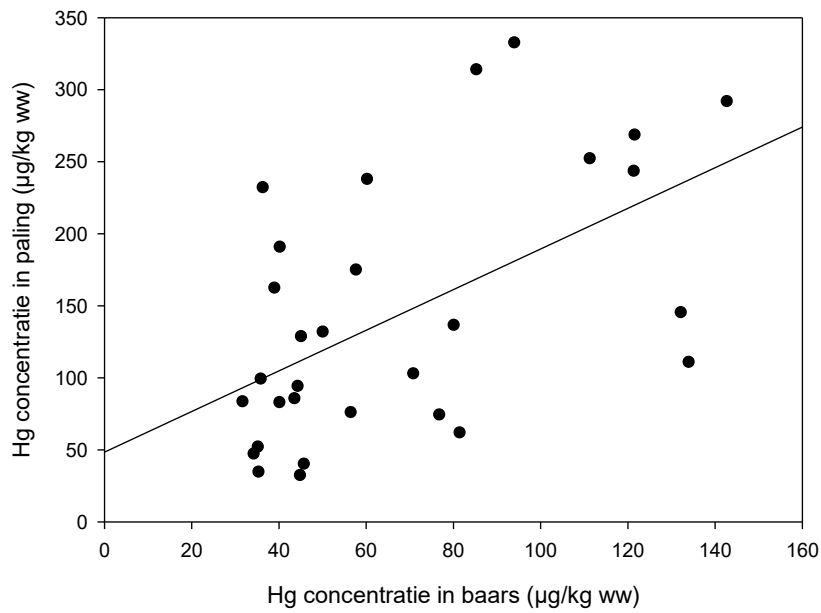


Figuur 28: Boxplots HCBz concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg lw (LINKS) en µg/kg dw (RECHTS).

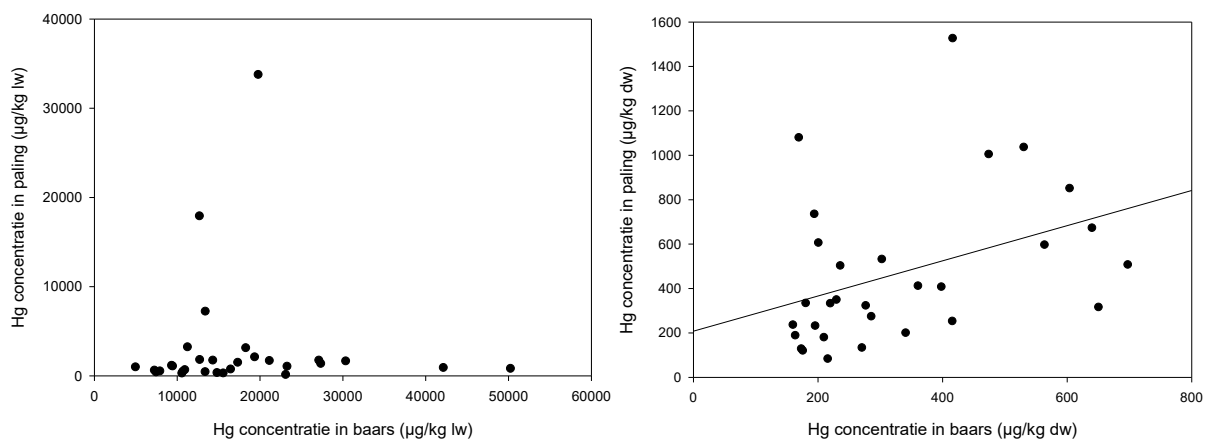
3.2.2 Kwik (Hg)

De relaties tussen kwikgehalte in baars en paling zijn terug te vinden in Figuren 29 en 30. Geaccumuleerde concentraties tussen beide soorten waren significant gecorreleerd voor zowel concentratie in versgewicht ($R=0.55$; $p<0.005$), als in drooggewicht ($R=0.39$; $p<0.05$). Dit was echter niet het geval voor concentraties per vetgewicht ($R=-0.003$; $p=0.99$). Een overzicht van de vergelijkingen verkregen uit lineaire regressieanalyses staan weergegeven in Tabel 2.

De gemiddelde concentraties in paling waren significant hoger dan deze in baars voor concentraties in versgewicht ($p<0.001$) en in drooggewicht ($p<0.05$) (Figuren 31 en 32). Na een correctie op basis van vetgehalte was het omgekeerde waar en waren concentraties in baars significant hoger dan deze in paling ($p<0.001$).



Figuur 29: Relatie tussen geaccumuleerde kwikconcentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g/kg ww}$.

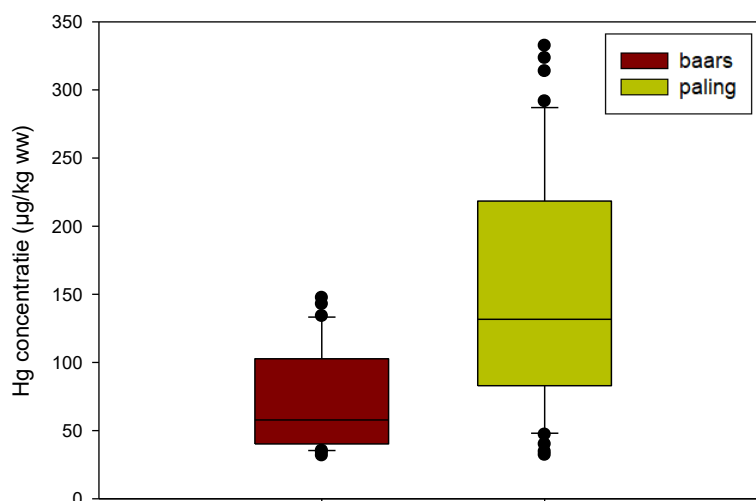


Figuur 30: Relatie tussen geaccumuleerde kwikconcentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g/kg lw}$ (LINKS) en $\mu\text{g/kg dw}$ (RECHTS).

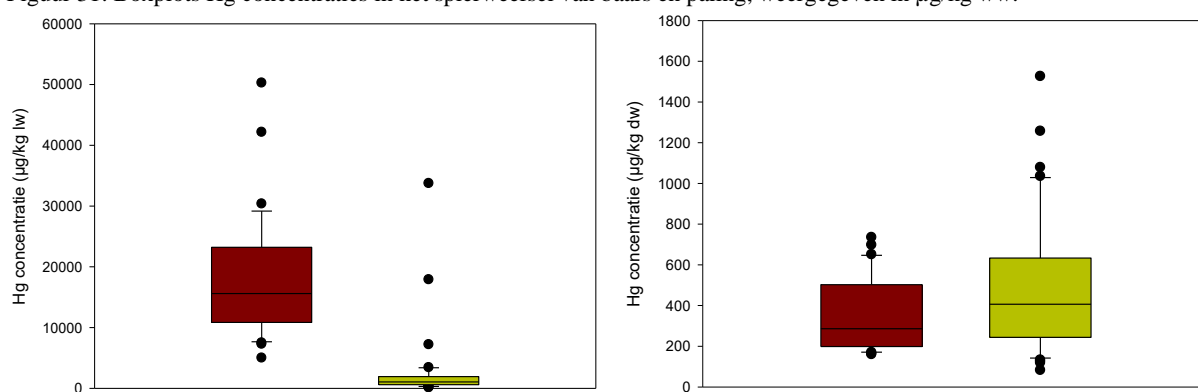
Tabel 2: Resultaten regressieanalyses voor kwik, vergelijking tussen baars en paling.

<i>Eenheid</i>	<i>Vergelijking</i>	<i>R²</i>
$\mu\text{g/kg ww}$	$[\text{paling}] = 1.41 * [\text{baars}] + 48.46$	0.30
$\mu\text{g/kg lw}$	ns	ns
$\mu\text{g/kg dw}$	$[\text{paling}] = 0.79 * [\text{baars}] + 208.2$	0.15

ns: deze relatie is niet significant ($p \geq 0.05$).



Figuur 31: Boxplots Hg concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg ww.

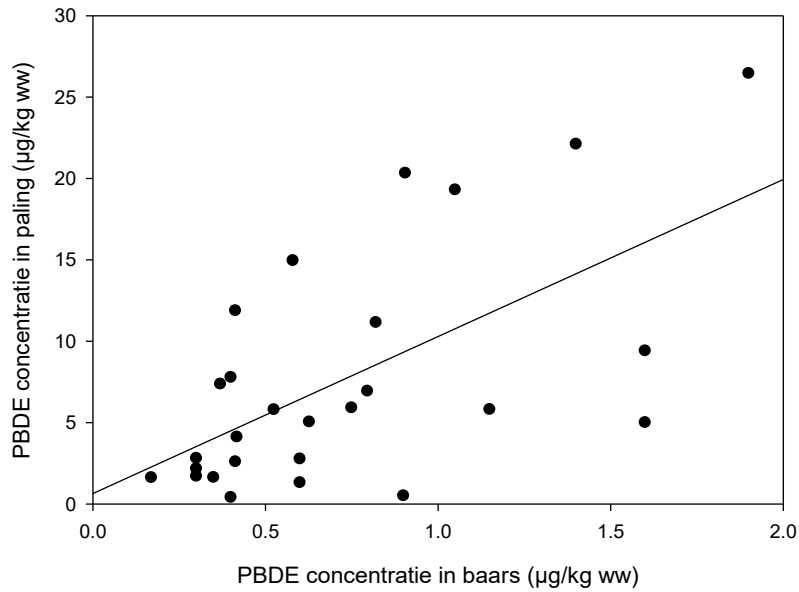


Figuur 32: Boxplots Hg concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg lw (LINKS) en µg/kg dw (RECHTS).

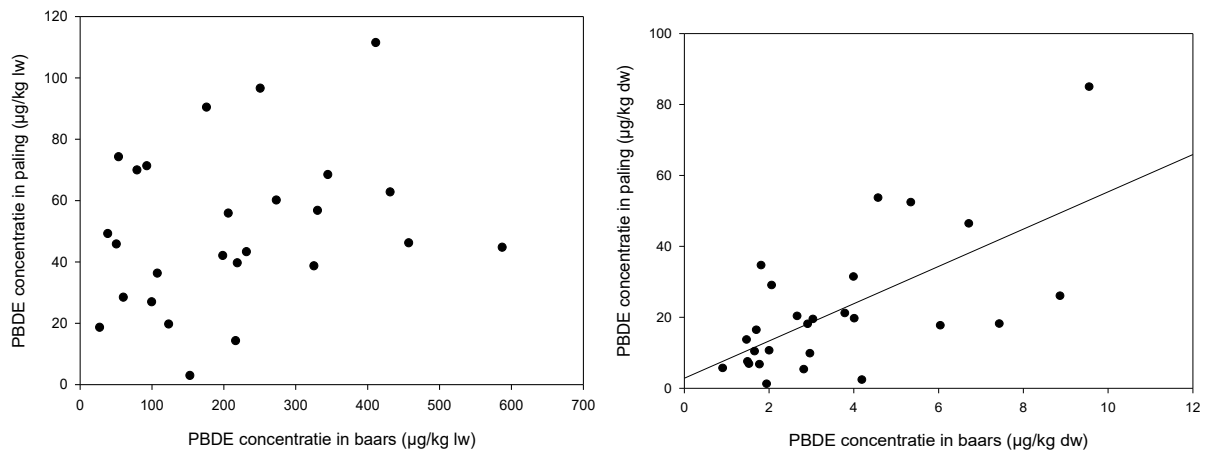
3.2.3 Gebromineerde difenylethers (PBDE)

In Figures 33 en 34 staan de relaties tussen geaccumuleerde concentraties in baars en paling weergegeven.. Er werden sterke correlaties gevonden tussen beide soorten, zowel voor concentraties in versgewicht ($R=0.83$; $p<0.001$), als voor concentraties in drooggewicht ($R=0.65$; $p<0.001$). Dit was echter niet het geval voor concentraties in vetgewicht ($R=0.26$; $p=0.19$). Een overzicht van de vergelijkingen die verkregen werden uit regressieanalyses staat weergegeven in Tabel 3.

PBDE concentraties in paling waren significant hoger dan deze in baars, voor concentraties in versgewicht ($p<0.001$) en drooggewicht ($p<0.001$) (Figuur 35 en 36). Concentraties in vetgewicht toonden het omgekeerde effect: hier waren concentraties in baars hoger dan deze in paling ($p<0.001$).



Figuur 33: Relatie tussen geaccumuleerde PBDE concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg ww.

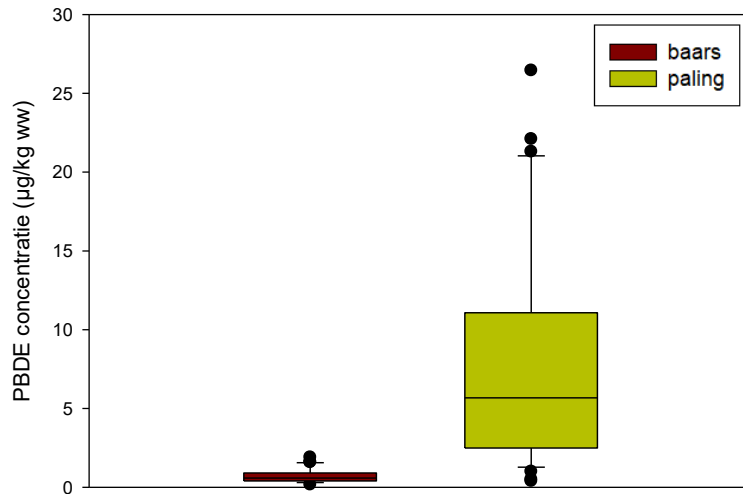


Figuur 34: Relatie tussen geaccumuleerde PBDE concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg lw (LINKS) en µg/kg dw (RECHTS).

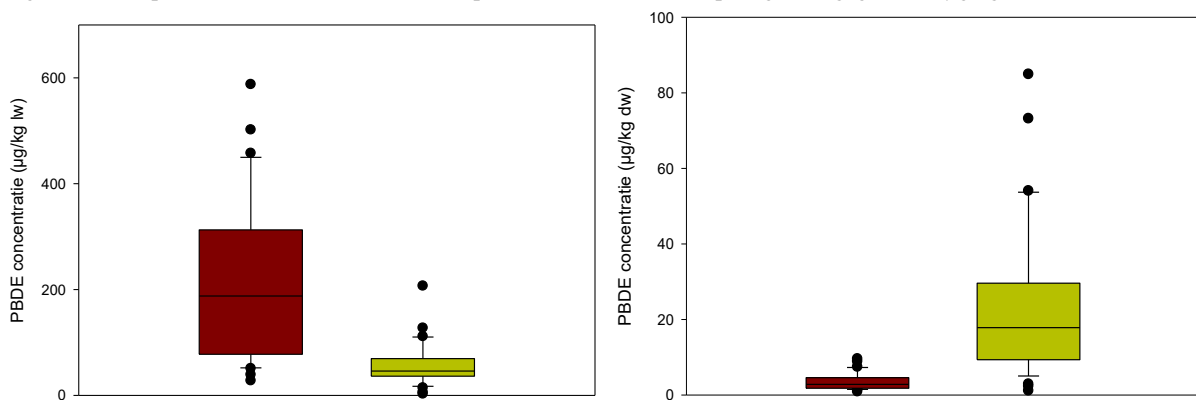
Tabel 3: Resultaten regressieanalyses voor PBDE, vergelijking tussen baars en paling.

<i>Eenheid</i>	<i>Vergelijking</i>	<i>R²</i>
µg/kg ww	[paling] = 9.65*[baars] + 0.64	0.38
µg/kg lw	ns	ns
µg/kg dw	[paling] = 5.26*[baars] + 2.82	0.42

ns: deze relatie is niet significant (p≥0.05).



Figuur 35: Boxplots PBDE concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww.

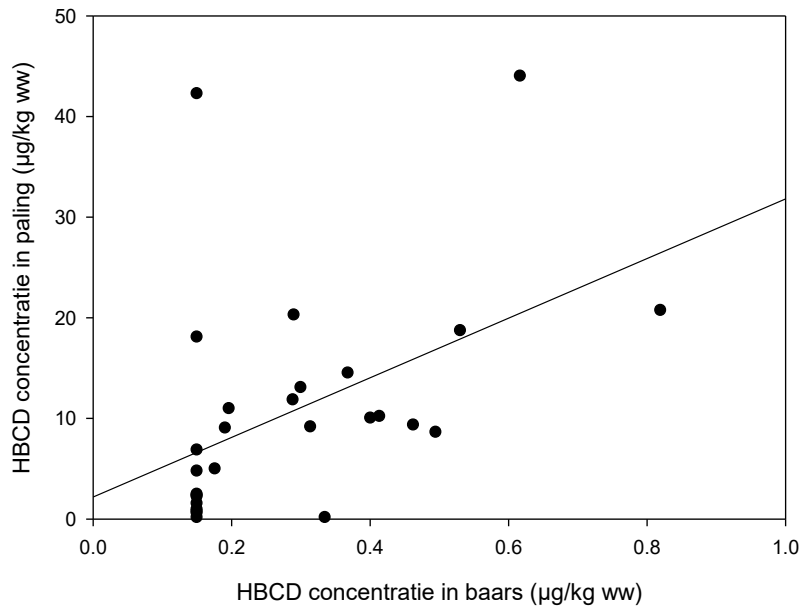


Figuur 36: Boxplots PBDE concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lw (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg}$ dw (RECHTS).

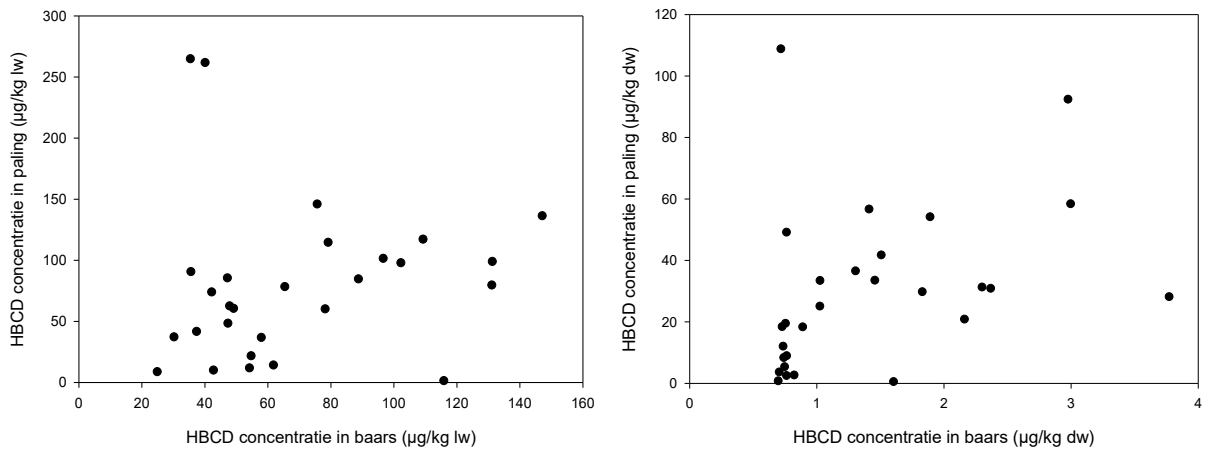
3.2.4 Hexabromocyclododecaan (HBCD)

Outliers werden verwijderd uit de dataset. Scatterplots van concentraties in baars en paling staan weergegeven in Figuur 37 en 38. Er werden geen correlaties tussen beide soorten gevonden voor concentraties in vetgewicht ($R=0.10$; $p=0.64$) en in drooggewicht ($R=0.37$; $p=0.05$). Dit was wel het geval in versgewicht ($R=0.46$; $p<0.05$). Vergelijkingen, verkregen uit lineaire regressies, zijn terug te vinden in Tabel 4. Wanneer de twee hoogste concentraties voor paling in vetgewicht echter weggelaten werden, was de relatie tussen baars en paling (in vetgewicht) wel sterk significant gecorreleerd ($R=0.51$; $p<0.01$).

HBCD concentraties in paling waren significant hoger dan concentraties in baars, wanneer weergegeven in versgewicht ($p<0.001$) of drooggewicht ($p<0.001$) (Figuur 39 en 40). Voor concentraties in vetgewicht werd er geen significant verschil gevonden ($p=0.68$).



Figuur 37: Relatie tussen geaccumuleerde HBCD concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg ww.

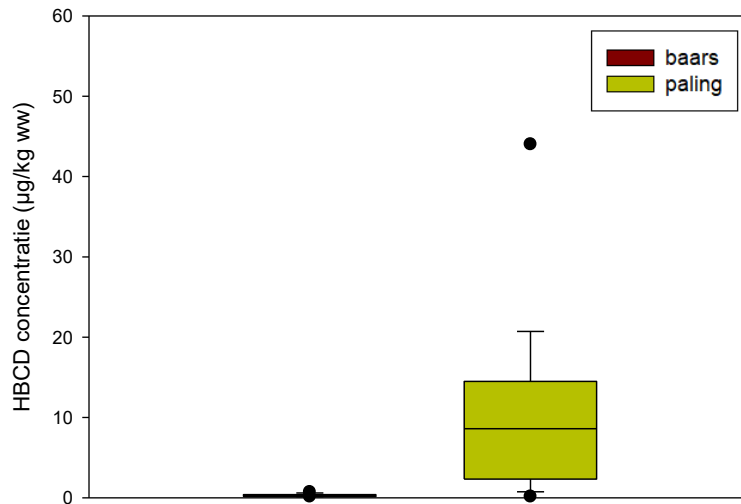


Figuur 38: Relatie tussen geaccumuleerde HBCD concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg lw (LINKS) en µg/kg dw (RECHTS).

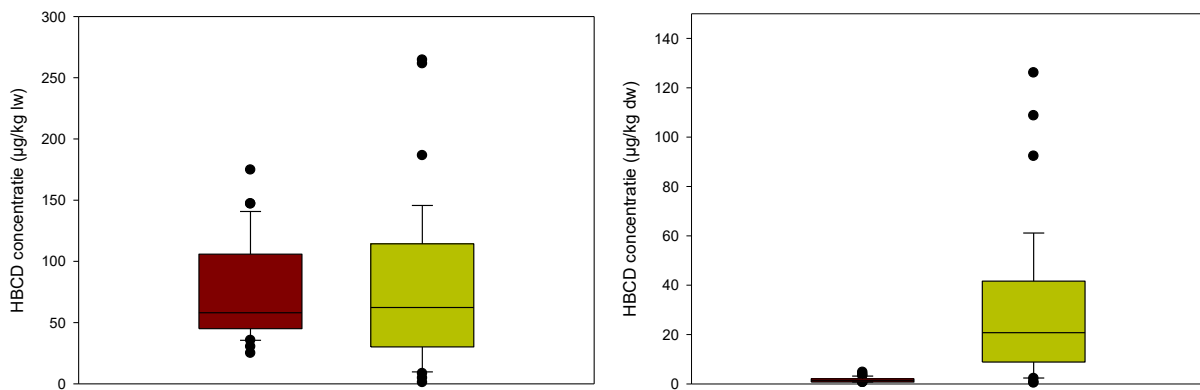
Tabel 4: Resultaten regressieanalyses voor HBCD, vergelijking tussen baars en paling.

<i>Eenheid</i>	<i>Vergelijking</i>	<i>R²</i>
µg/kg ww	[paling] = 29.62*[baars] + 2.20	0.22
µg/kg lw	ns	ns
µg/kg dw	ns	ns

ns: deze relatie is niet significant (p≥0.05).



Figuur 39: Boxplots HBCD concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg ww.

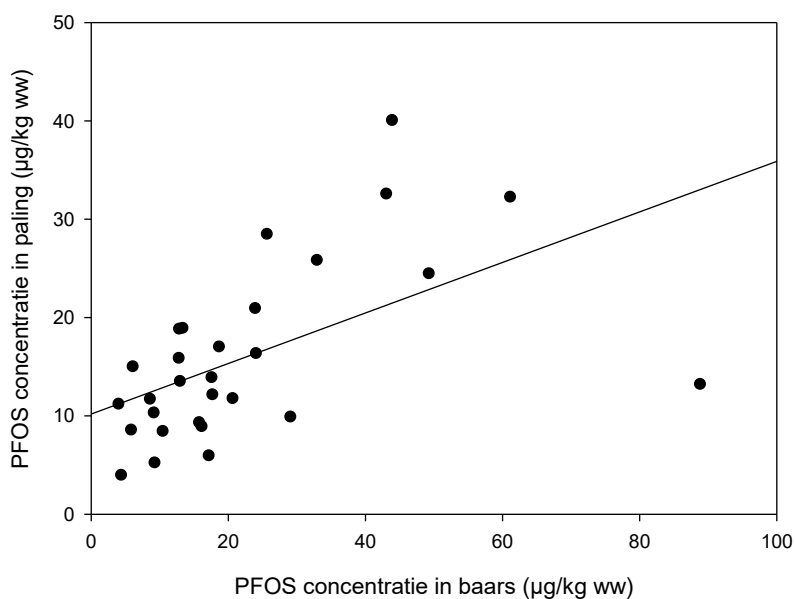


Figuur 40: Boxplots HBCD concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg lw (LINKS) en µg/kg dw (RECHTS).

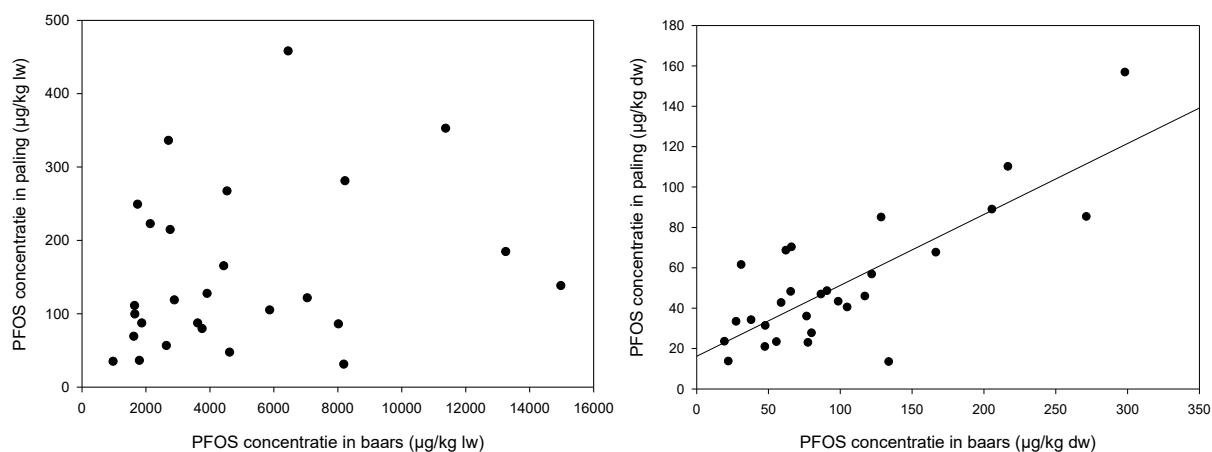
3.2.5 PFOS

Voor verhoudingen van geaccumuleerde PFOS concentraties in spierweefsel tussen baars en paling, verwijzen we naar Figuren 41 en 42. Sterke correlaties werden gevonden tussen beide soorten voor concentraties in versgewicht ($R=0.55$; $p<0.005$) en drooggewicht ($R=0.80$; $p<0.001$). Dit was niet het geval voor PFOS concentraties in vetgewicht ($R=0.25$; $p=0.21$). Tabel 5 geeft een overzicht van de vergelijkingen die verkregen werden uit regressieanalyses op geaccumuleerde PFOS concentraties in baars en paling.

In tegenstelling tot de voorgaande stoffen lagen PFOS concentraties in paling niet significant hoger dan deze in baars voor concentraties in versgewicht ($p=0.07$). Voor concentraties in drooggewicht ($p<0.001$) en in vetgewicht ($p<0.001$) echter lagen concentraties in baars significant hoger dan deze in paling (Figuren 43 en 44).



Figuur 41: Relatie tussen geaccumuleerde PFOS concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg ww.

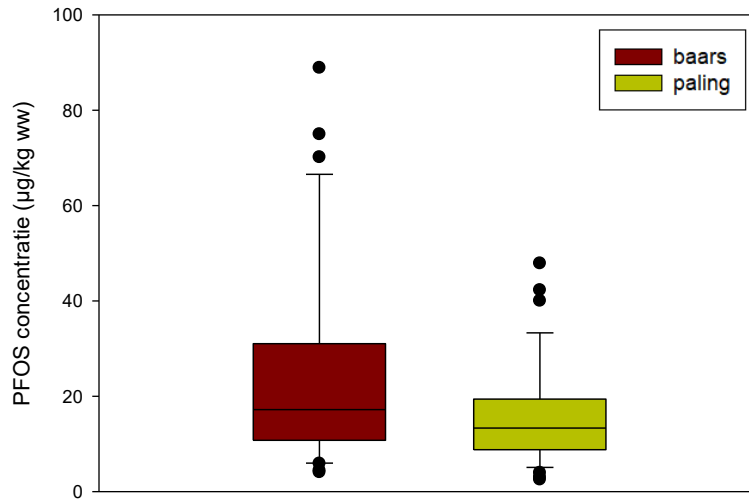


Figuur 42: Relatie tussen geaccumuleerde PFOS concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg lw (LINKS) en µg/kg dw (RECHTS).

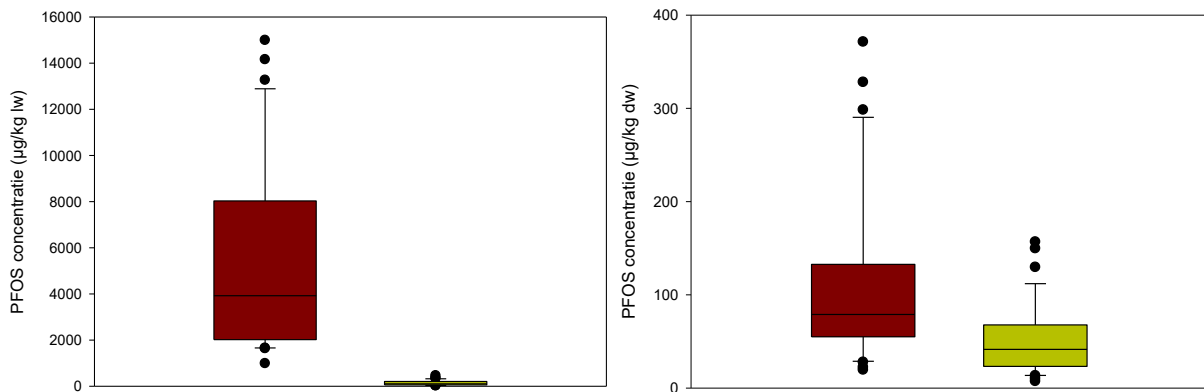
Tabel 5: Resultaten regressieanalyses voor PFOS, vergelijking tussen baars en paling.

<i>Eenheid</i>	<i>Vergelijking</i>	<i>R²</i>
<i>µg/kg ww</i>	[paling] = 0.26*[baars] + 10.18	0.30
<i>µg/kg lw</i>	ns	ns
<i>µg/kg dw</i>	[paling] = 0.35*[baars] + 16.21	0.63

ns: deze relatie is niet significant ($p \geq 0.05$).



Figuur 43: Boxplots PFOS concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg ww.

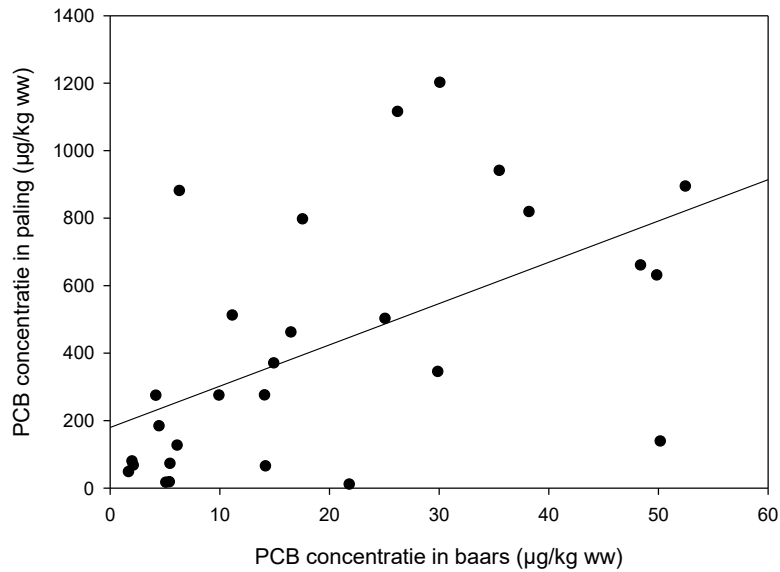


Figuur 44: Boxplots PFOS concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg lw (LINKS) en µg/kg dw (RECHTS).

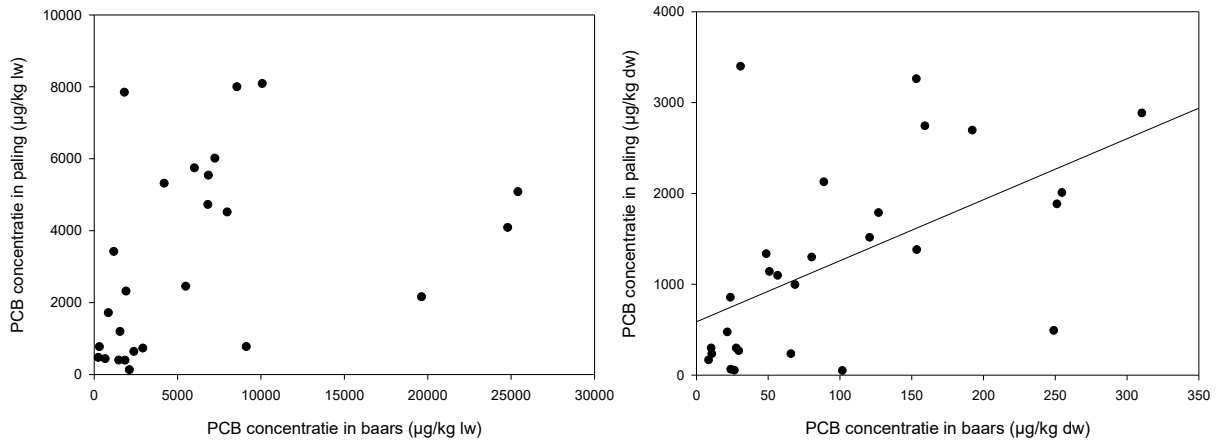
3.2.6 Polychloorbifenylen (PCB)

Relaties van geaccumuleerde PCB concentraties (als som van de 7 PCB's; ICES 7) in baars en paling staan weergegeven in Figuur 45 en 46. Er werden significante correlaties gevonden tussen baars en paling voor concentraties in versgewicht ($R=0.55$; $p<0.005$) en concentraties in drooggewicht ($R=0.56$; $p<0.005$). Dit was niet het geval voor concentraties in vetgewicht ($R=0.36$; $p=0.07$). Tabel 6 geeft een overzicht van de vergelijkingen die verkregen werden uit regressieanalyses op geaccumuleerde PCB concentraties in baars en paling.

PCB concentraties in paling lagen significant hoger dan deze in baars, voor concentraties in versgewicht ($p<0.001$) en in drooggewicht ($p<0.001$) (Figuur 47 en 48). Voor concentraties per eenheid vet waren de gehalten in baars hoger dan deze in paling ($p<0.05$).



Figuur 45: Relatie tussen geaccumuleerde PCB (ICES 7) concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg ww}$.

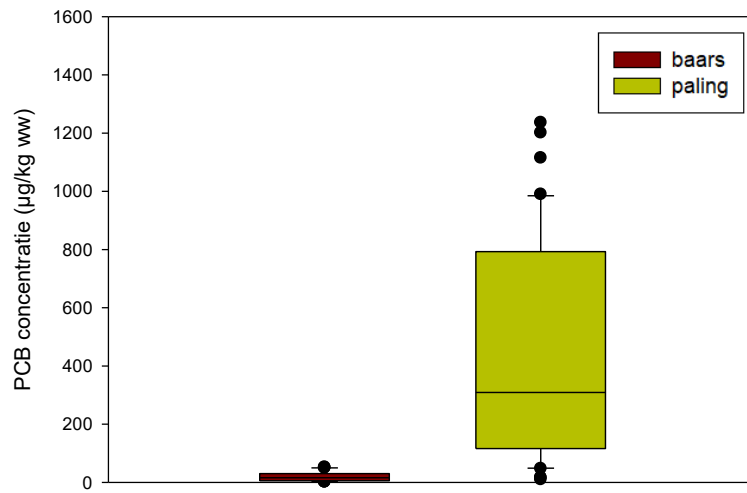


Figuur 46: Relatie tussen geaccumuleerde PCB (ICES 7) concentratie in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in $\mu\text{g}/\text{kg lw}$ (LINKS) en $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ (RECHTS).

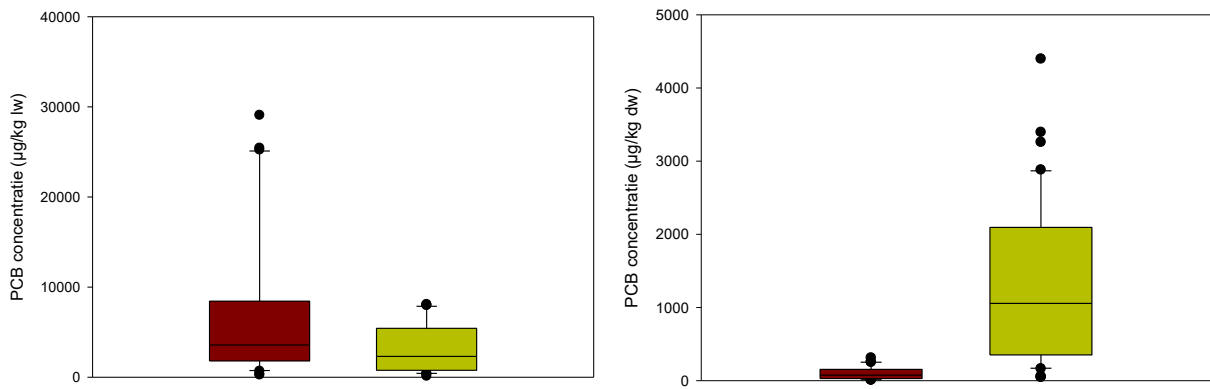
Tabel 6: Resultaten regressieanalyses voor PCB's, vergelijking tussen baars en paling

<i>Eenheid</i>	<i>Vergelijking</i>	<i>R²</i>
$\mu\text{g}/\text{kg ww}$	$[\text{paling}] = 12.24 * [\text{baars}] + 179.56$	0.30
$\mu\text{g}/\text{kg lw}$	ns	ns
$\mu\text{g}/\text{kg dw}$	$[\text{paling}] = 6.72 * [\text{baars}] + 587.79$	0.31

ns: deze relatie is niet significant ($p \geq 0.05$).



Figuur 47: Boxplots PCB concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg ww.



Figuur 48: Boxplots PCB concentraties in het spierweefsel van baars en paling, weergegeven in µg/kg lw (LINKS) en µg/kg dw (RECHTS).

3.3 Vergelijking bioaccumulatie met concentraties in waterkolom en waterbodem

Op de meetlocaties voor biota werden eveneens een deel pollutanten gemeten in waterkolom en waterbodem. Om de relatie tussen waterkolom/waterbodem en biota na te gaan werd het criterium gebruikt dat de bemonstering in de omgeving in hetzelfde jaar diende te gebeuren als de visbemonstering voor sedimentstalen of binnen de twee jaar maar dan in hetzelfde seizoen voor waterstalen. De vergelijking van accumulatie in biota met concentraties gemeten in waterkolom en waterbodem, werden enkel uitgevoerd wanneer er meer dan 50% van de concentraties boven de bepaalbaarheidsgrens lagen. Voor de ruwe data van water- en sedimentconcentraties verwijzen we naar Tabellen 27 en 28 in Bijlage 5. Geaccumuleerde concentraties in biota werden weergegeven in drooggewicht.

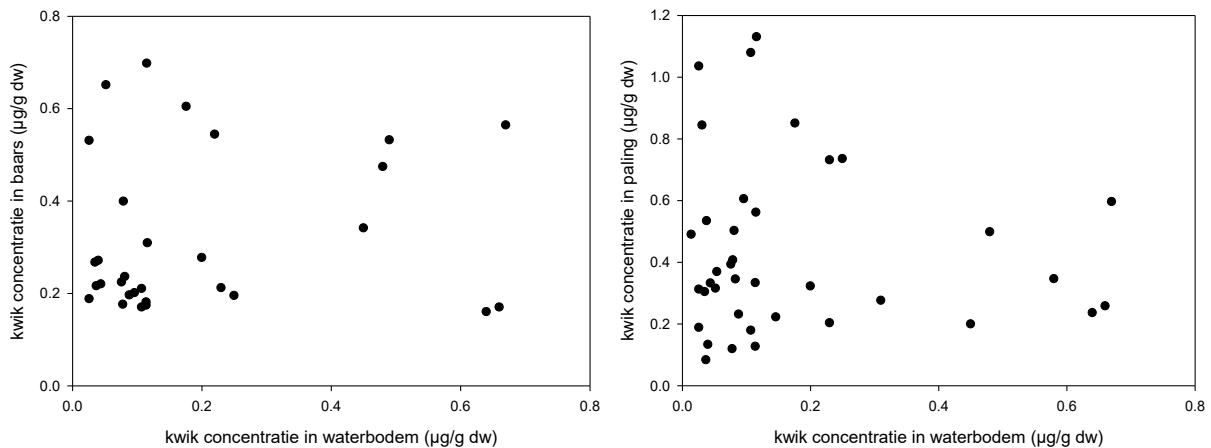
Dioxines werden niet gemeten in waterkolom of waterbodem. Daarnaast lagen concentraties in HCBd, dicofol en (trans-)heptachloor(epoxide) in biota telkens (grotendeels) onder de bepaalbaarheidsgrens, daarom werden deze pollutanten eveneens niet meegenomen in deze vergelijking. De HBCD concentraties werden enkel gemeten in waterbodem, maar lagen voor alle metingen onder de bepaalbaarheidsgrens (BG). Hexachloorbenzeen- en cis-heptachloorepoxide concentraties werden gemeten in waterkolom en waterbodem, maar hadden voor nagenoeg alle metingen een waarde onder de BG. Daarom kon er voor deze pollutanten evenmin een vergelijkende studie met accumulatie in biota worden uitgevoerd voor waterbodem en waterkolom.

De correlatie tussen biota enerzijds en waterkolom of -bodem anderzijds werd nagegaan met behulp van een Pearson correlatietest. Daarnaast werd er een lineaire regressieanalyse uitgevoerd.

3.3.1 Kwik

Kwikconcentraties werden gemeten in waterkolom en -bodem. Concentraties in de waterkolom lagen echter nagenoeg allemaal onder de bepaalbaarheidsgrens ($0.015 \mu\text{g L}^{-1}$). Daarom werd er enkel een vergelijkende analyse uitgevoerd tussen concentratie in biota enerzijds en concentraties in de waterbodem anderzijds.

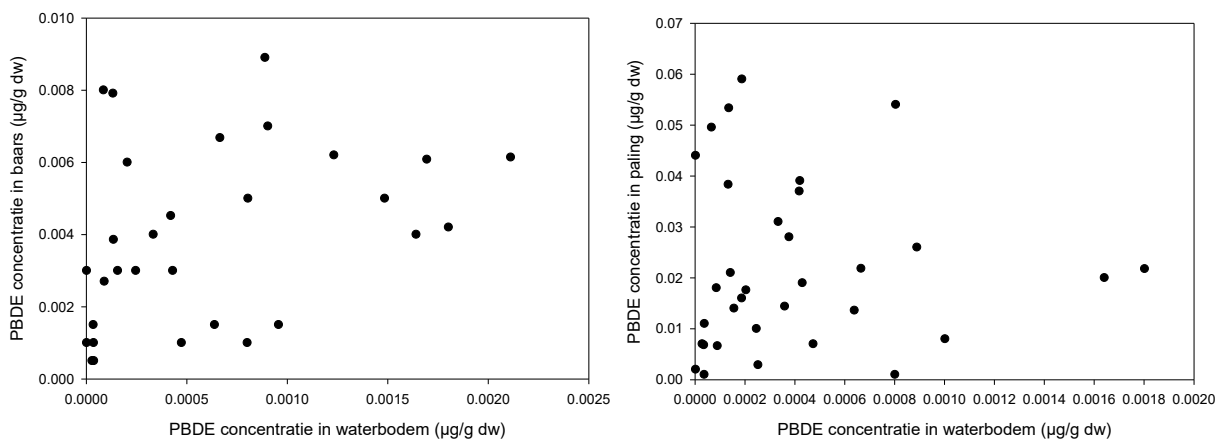
Concentraties in sediment waren niet significant gecorreleerd met geaccumuleerde kwikconcentraties in het spierweefsel van baars ($R=0.14$; $p=0.47$) of van paling ($R=-0.08$; $p=0.65$). Deze relaties staan weergegeven in Figuur 49.



Figuur 49: Relatie tussen kwikconcentraties in waterbodem en baars (LINKS) of paling (RECHTS), allen weergegeven in µg/g drooggewicht (dw).

3.3.2 PBDE

PBDE werd enkel gemeten in de waterbodem. Deze concentraties waren niet significant gecorreleerd met concentraties in baars ($R=0.36$; $p=0.05$), of paling ($R=-0.002$; $p=0.99$). Deze relaties staan weergegeven in Figuur 50.

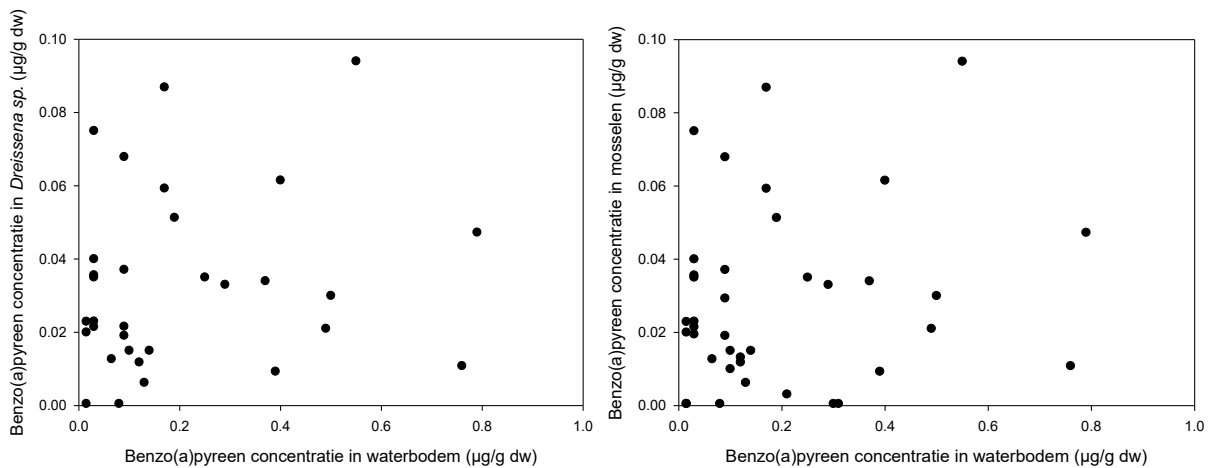


Figuur 50: Relatie tussen PBDE concentraties in waterbodem en baars (LINKS) of paling (RECHTS), allen weergegeven in µg/g drooggewicht (dw).

3.3.3 Benzo(a)pyreen

Benzo(a)pyreen concentraties werden gemeten in waterkolom en –bodem. Voor biota werd in de bemonsteringsjaren 2015 en 2016 gemeten in driehoeksmossel, terwijl van 2016 t.e.m. 2018 gewerkt werd met de verwante quaggamossel. Aangezien geaccumuleerde benzo(a)pyreenconcentraties van deze mosselen in verschillende Vlaamse waterlopen onderling niet significant verschilden, werden deze gegevens voor deze analyse gecombineerd onder de naam ‘*Dreissena sp.*’. Daarnaast werden de analyses ook uitgevoerd voor alle mosselsoorten samen (d.i. inclusief Aziatische korfmossel en gewone mossel). De concentraties in de waterkolom lagen voor 71% van de metingen onder de BG ($0.01 \mu\text{g L}^{-1}$). Daarom kon deze vergelijking enkel uitgevoerd worden voor concentraties in de waterbodem.

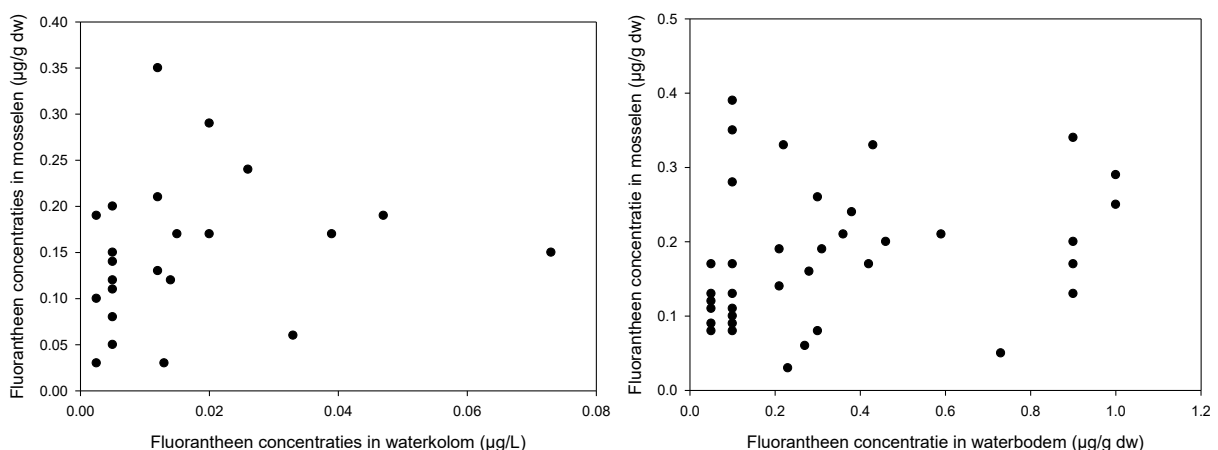
Benzo(a)pyreen concentraties in waterbodem waren niet gecorreleerd met geaccumuleerde concentraties in *Dreissena sp.* ($R=0.17$; $p=0.34$) of met concentraties in mosselen in het algemeen ($R=0.17$; $p=0.30$). Deze relaties zijn weergegeven in Figuur 51.



Figuur 51: Relatie tussen benzo(a)pyreen concentraties in waterbodem en *Dreissena sp.* (LINKS) of mosselen (RECHTS), beiden weergegeven in µg/g drooggewicht (dw).

3.3.4 Fluorantheen

Fluorantheen concentraties werden gemeten in waterkolom en waterbodem. Concentraties in de waterkolom waren niet gecorreleerd met concentraties in *Dreissena sp.* ($R=0.17$; $p=0.44$) of met concentraties in mosselen in het algemeen ($R=0.18$; $p=0.46$). Fluorantheen concentraties in waterbodem waren eveneens niet gecorreleerd met geaccumuleerde concentraties in *Dreissena sp.* ($R=0.25$; $p=0.13$) of met concentraties in mosselen in het algemeen ($R=0.28$; $p=0.12$). Deze relaties voor mosselen in het algemeen zijn weergegeven in Figuur 52.

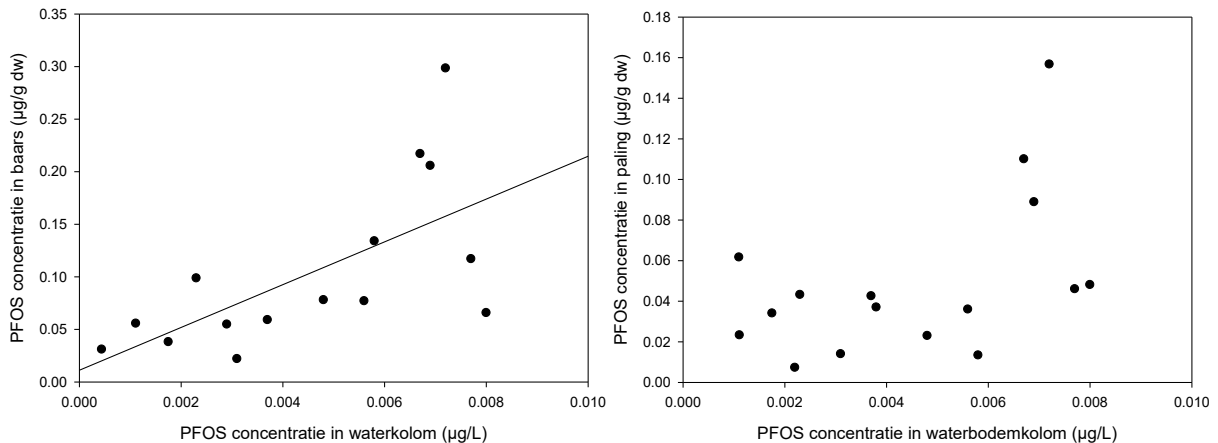


Figuur 52: Relaties tussen fluorantheen concentraties in waterkolom en mosselen (LINKS) en in waterbodem en mosselen (RECHTS). Concentraties in µg/g drooggewicht (dw) voor waterbodem en biota en in µg/L in waterkolom.

3.3.5 PFOS

PFOS concentraties werden gemeten in waterkolom en –bodem. Voor concentraties in de waterkolom lagen 67% van de metingen onder de BG ($0.5 \mu\text{g kg}^{-1}$ dw), waardoor deze matrix niet meegenomen werd in de analyses.

PFOS concentraties in de waterkolom waren significant gecorreleerd met geaccumuleerde concentraties in baars ($R=0.65$; $p<0.01$), maar niet met concentraties in paling ($R=0.49$; $p=0.05$). Deze relaties staan weergegeven in Figuur 53. De vergelijking die verkregen werd met lineaire regressie staat weergegeven in Tabel 7.



Figuur 53: Relaties tussen PFOS concentraties in waterkolom en baars.(LINKS) of paling (RECHTS). Concentraties in $\mu\text{g/g}$ drooggewicht (dw) voor biota en in $\mu\text{g/L}$ in waterkolom.

Tabel 7: Vergelijking uit lineaire regressie voor PFOS, vergelijking tussen biota en waterkolom.

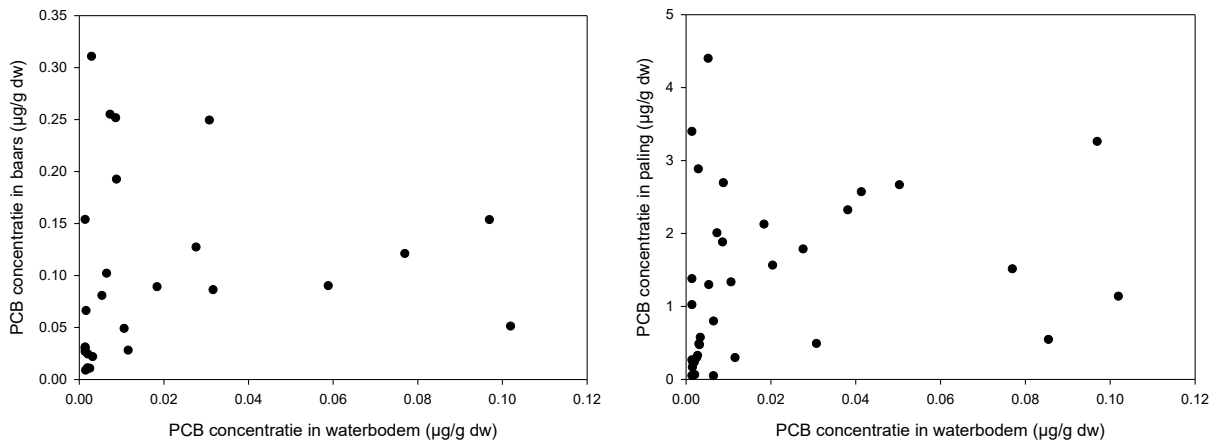
Vergelijking	R^2
$[\text{baars}] = 20.35 * [\text{waterkolom}] + 0.01$	0.42

Concentratie voor baars in $\mu\text{g/g}$ dw, concentratie in waterkolom in $\mu\text{g/L}$.

3.3.6 PCB

PCB concentraties werden gemeten in waterkolom en –bodem. Voor de waterkolom lagen 96% van de metingen onder de BG ($0.007 \mu\text{g/L}$). Deze matrix werd dan ook niet meegenomen in de analyse.

Concentraties in waterbodem waren niet significant gecorreleerd met geaccumuleerde concentraties in baars ($R=0.10$; $p=0.62$) of in paling ($R=0.24$; $p=0.16$). Deze relaties staan weergegeven in Figuur 54.



Figuur 54: Relaties tussen PCB concentraties in waterbodem en baars.(LINKS) of paling (RECHTS). Concentraties in µg/g drooggewicht (dw).

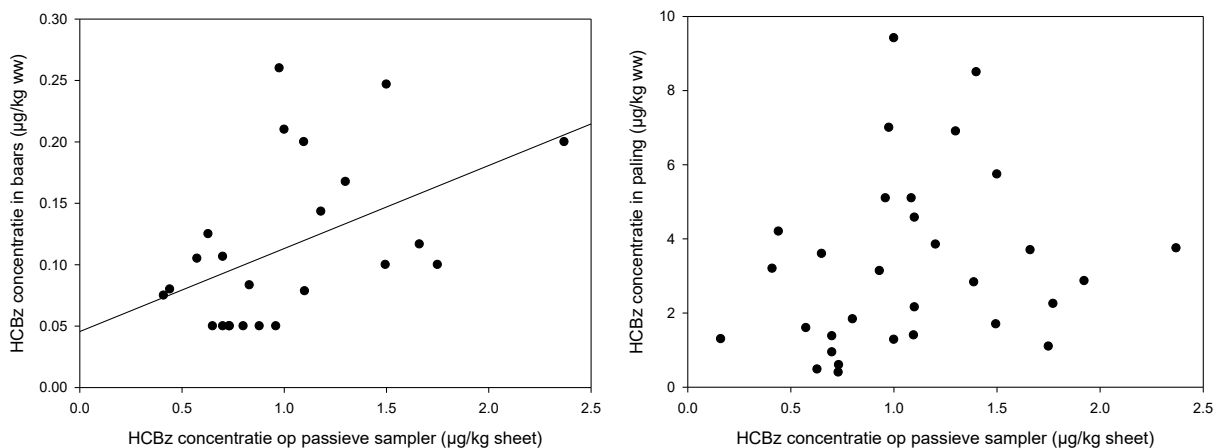
3.4 Vergelijking bioaccumulatie met passieve samplers

Deze vergelijking kon enkel uitgevoerd worden voor de pollutanten die zowel in biota als m.b.v. passieve samplers gemonitord werden: nl. hexachloorbenzeen, hexachloorbutadien, PBDE's, benzo(a)pyreen, fluorantheen en PCB's. Analoog met de vergelijking in accumulatie tussen baars en paling, werd voor deze analyse een Pearson correlatietest uitgevoerd tussen biota en passieve samplers. Voor significante correlaties werd telkens een lineaire regressieanalyse uitgevoerd. Daarnaast werd met behulp van een gepaarde (niet-parametrische) wilcoxon test nagegaan of geaccumuleerde concentraties op passieve samplers significant verschilden van de beide vissoorten respectievelijk.

Voor ruwe data van passieve samplers verwijzen we naar Tabel 29 in Bijlage 6.

3.4.1 Hexachloorbenzeen

Voor scatterplots met de relatie tussen concentraties gemeten op passieve samplers en concentraties in biota verwijzen we naar Figuur 55. Geaccumuleerde concentraties op de passieve samplers waren gecorreleerd voor baars ($R=0.48$; $p<0.05$) maar niet voor paling ($R=0.36$; $p=0.05$). De vergelijking die werd bekomen uit lineaire regressie staat weergegeven in Tabel 8.



Figuur 55: Relatie van geaccumuleerde HCBz concentraties in baars (LINKS) en paling (RECHTS), met concentraties op passieve samplers.

Tabel 8: Vergelijking uit lineaire regressie voor HCBz, vergelijking tussen biota en passieve sampler.

Vergelijking	R ²
$[HCBZ_{baars}] = 0.07 * [HCBZ_{PS}] + 0.05$	0.23

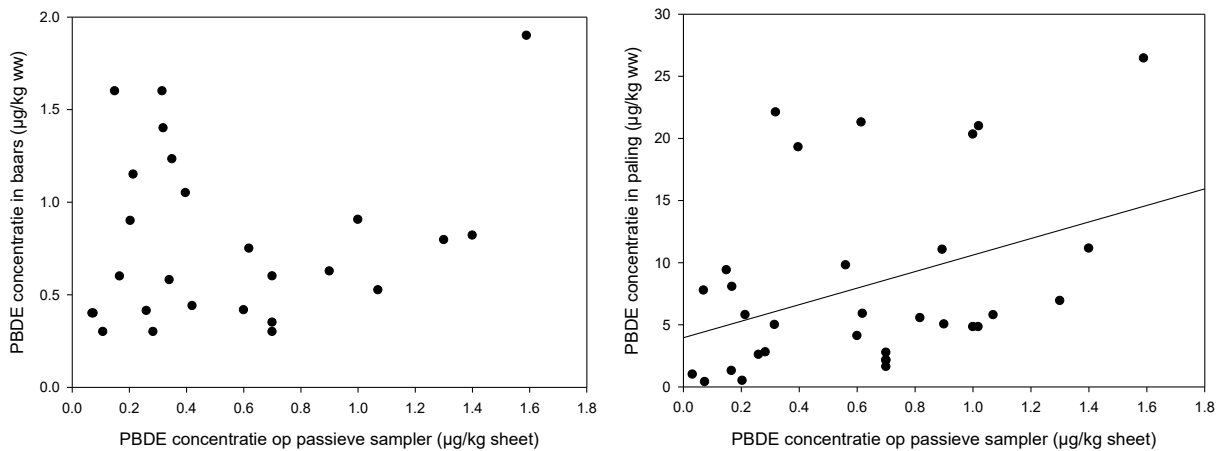
Concentraties voor biota in µg/kg ww en voor passieve samplers (PS) in µg/kg sheet.

3.4.2 Hexachloorbutadien

Voor hexachloorbutadien lag het grootste deel van de metingen (95.5%) onder de bepaalbaarheidsgrens van 0.5 µg kg⁻¹ ww. Concentraties in passieve samplers lagen tussen 0.07 en 214 µg kg⁻¹ sampler (mediaan: 0.26 µg kg⁻¹ sampler). Hierbij lagen 20% van de metingen in passieve samplers boven de 0.5 µg kg⁻¹ sampler. Er konden op deze gegevens verder geen statistische tests worden uitgevoerd.

3.4.3 PBDE

De onderlinge relaties tussen PBDE concentraties gemeten op passieve samplers en in visweefsel zijn terug te vinden in Figuur 56. Een correlatietest toonde een sterk verband tussen PBDE concentraties op passieve samplers en concentraties in paling (R=0.38; p<0.05), maar niet met concentraties in baars (R=0.18; p=0.37). De vergelijking verkregen uit lineaire regressie staat weergegeven in Tabel 9



Figuur 56: Relatie van geaccumuleerde PBDE concentraties in baars (LINKS) en paling (RECHTS), met concentraties op passieve samplers.

Tabel 9: Vergelijkingen uit lineaire regressie voor PBDE, vergelijking tussen biota en passieve sampler.

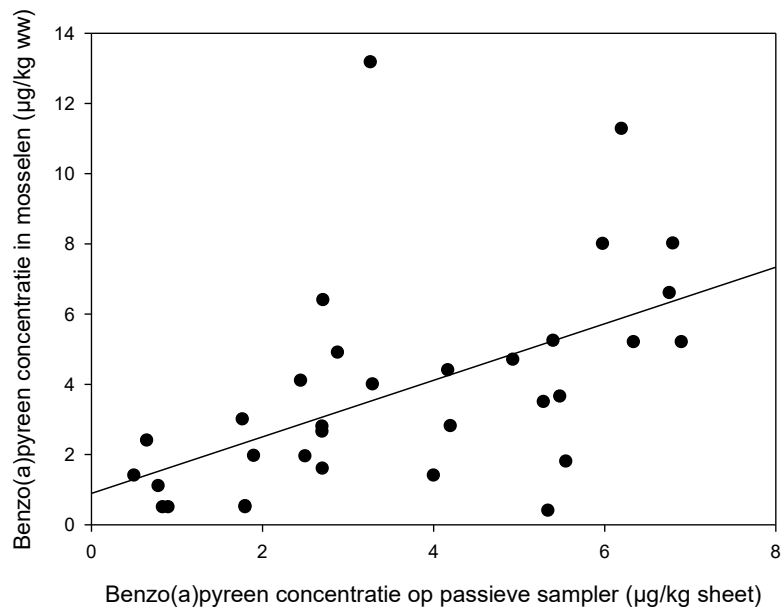
Vergelijking	R ²
$[PBDE_{paling}] = 6.66 * [PBDE_{PS}] + 3.96$	0.15

Concentraties voor paling in µg/kg ww en voor passieve samplers (PS) in µg/kg sheet.

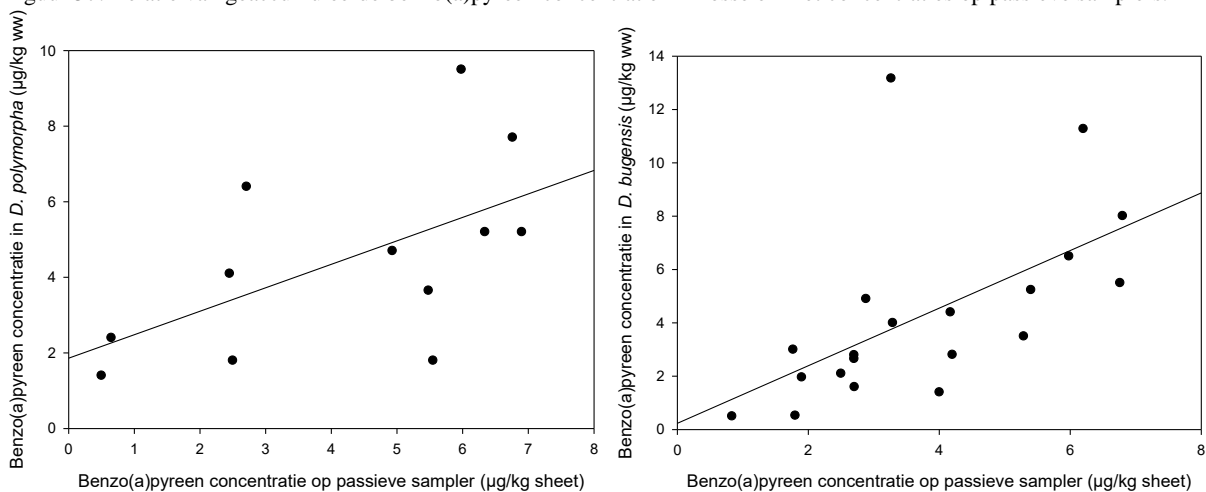
3.4.4 Benzo(a)pyreen

De verhouding van benzo(a)pyreenconcentraties op passieve samplers en in zoetwatermosselen wordt weergegeven in Figures 57 en 58. Gehaltes die geaccumuleerd werden op passieve samplers vertoonden een sterke correlatie met geaccumuleerde concentraties in zowel driehoeksmossel (R=0.58; p<0.05) als quaggamossel (R=0.58; p<0.01) en mosselen in het

algemeen ($R=0.53$; $p<0.005$). De vergelijking die werd bekomen uit lineaire regressie staat weergegeven in Tabel 10



Figuur 57: Relatie van geaccumuleerde benzo(a)pyreen concentratie in mosselen met concentraties op passieve samplers.



Figuur 58: Relatie van geaccumuleerde benzo(a)pyreen concentraties in driehoeksmossel (LINKS) en quaggamossel (RECHTS), met concentraties op passieve samplers.

Tabel 10: Vergelijkingen uit lineaire regressie voor benzo(a)pyreen, vergelijking tussen biota en passieve sampler.

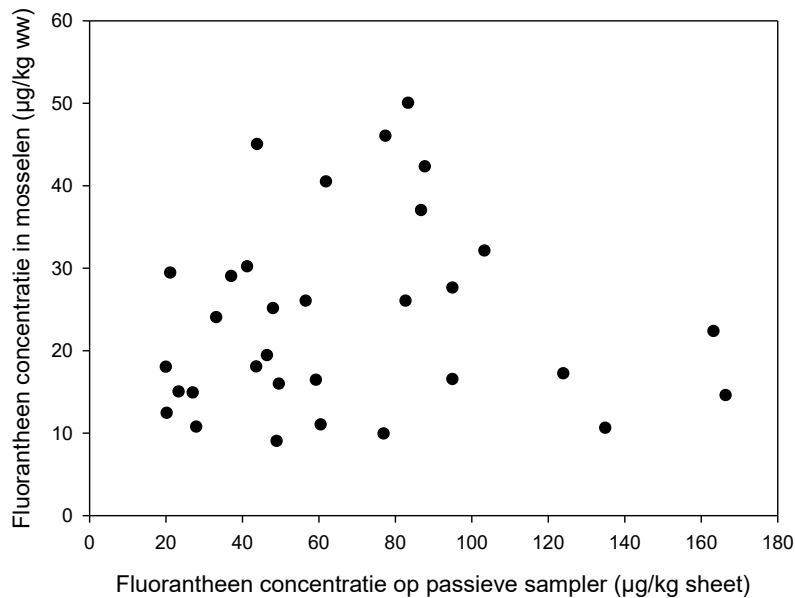
Vergelijking	R ²
$[\text{Benzo(a)pyreen}_{D.polymorpha}] = 0.62 * [\text{Benzo(a)pyreen}_{PS}] + 1.86$	0.33
$[\text{Benzo(a)pyreen}_{D.bugensis}] = 1.08 * [\text{Benzo(a)pyreen}_{PS}] + 0.23$	0.33
$[\text{Benzo(a)pyreen}_{mossel}] = 0.81 * [\text{Benzo(a)pyreen}_{PS}] + 0.89$	0.28

Concentraties voor biota in µg/kg ww en voor passieve samplers (PS) in µg/kg sheet.

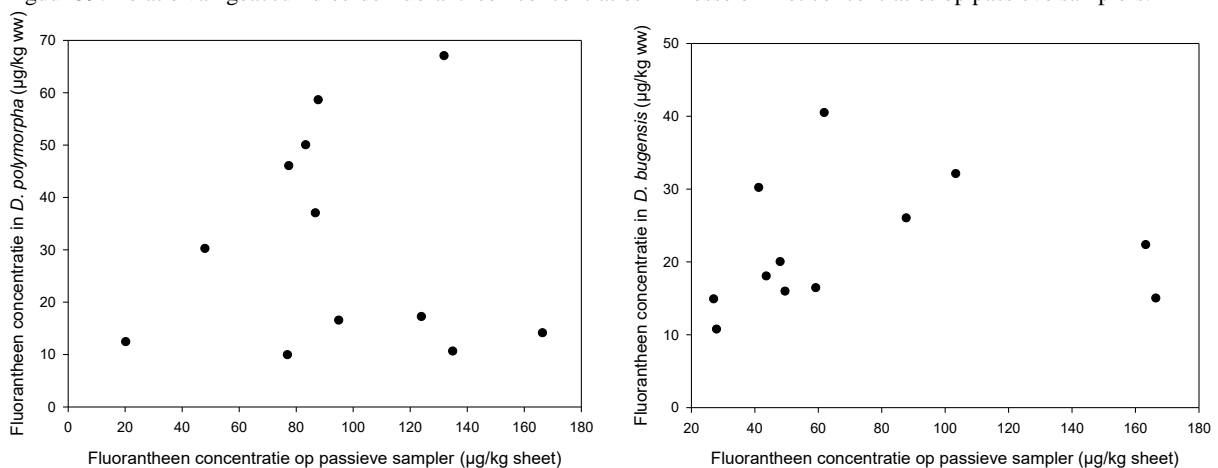
3.4.5 Fluorantheen

Figuren 59 en 60 geven de relatie weer van geaccumuleerde fluorantheen concentraties op passieve samplers met concentraties in zoetwatermosselen. Verder werd er geen correlatie

gevonden tussen sampler en driehoeksmossel ($R=-0.002$; $p=0.99$) of quaggamossel ($R=0.11$; $p=0.74$). Deze relatie was eveneens niet aanwezig voor mosselen in het algemeen ($R=0.05$; $p=0.79$).



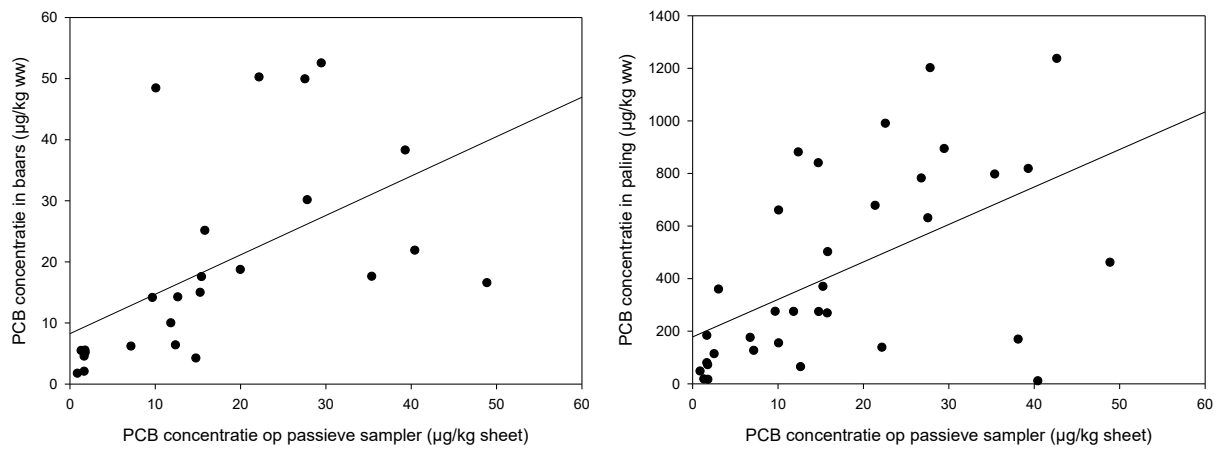
Figuur 59: Relatie van geaccumuleerde fluorantheen concentraties in mosselen met concentraties op passieve samplers.



Figuur 60: Relatie van geaccumuleerde fluorantheen concentraties in driehoeksmossel (LINKS) en quaggamossel (RECHTS), met concentraties op passieve samplers.

3.4.6 PCB

Scatterplots met PCB (ICES 7) concentraties op passieve samplers en biota (baars en paling), zijn terug te vinden in Figuur 61. Concentraties op passieve samplers en in baars vertoonden een significante correlatie ($R=0.54$; $p<0.01$), evenals tussen passieve samplers en paling ($R=0.54$; $p<0.001$). De vergelijking die werd verkregen uit lineaire regressie staat weergegeven in Tabel 11.



Figuur 61: Relatie van geaccumuleerde PCB concentraties in baars (LINKS) en paling (RECHTS), met concentraties op passieve samplers.

Tabel 11: Vergelijking uit lineaire regressie voor PCB, vergelijking tussen biota en passieve sampler.

Vergelijking	R ²
$[PCB_{baarl}] = 0.002 * [PCB_{PS}] + 0.07$	0.23
$[PCB_{paling}] = 14.26 * [PCB_{PS}] + 178.33$	0.29

Concentraties voor biota in µg/kg ww en voor passieve samplers (PS) in µg/kg sheet.

4. Discussie

4.1 Algemene trends in toetsing aan de biota MKN

Overschrijdingen van de biota MKN op nagenoeg alle locaties werden gemeten in Hg, PBDE en PFOS. Dit was eveneens het geval voor dioxines en cis-heptachloorepoxide in het spierweefsel van paling. Daarnaast werden er sporadische overschrijdingen gemeten in paling voor HCBz en HBCD en in baars voor cis-heptachloorepoxide. Ten slotte werd voor zowel benzo(a)pyreen als fluorantheen op ongeveer 30% van de locaties de biota MKN overschreden in zoetwatermosselen. In zowel baars als paling werd de biota MKN met de grootste factor overschreden voor PBDE en cis-heptachloorepoxide. Dit was een indicatie dat deze pollutanten zeker probleemgevallen vormen.

Over het algemeen werden in de Zeeschelde en Getijdedijle/Zenne zowel in baars als in paling voor het meeste aantal pollutanten een overschrijding van de norm werd gemeten. Daarnaast werden er algemeen ook meer overschrijdingen gemeten in paling dan in baars. Voor baars en paling werden respectievelijk in het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort en in de Dijle het minst aantal overschrijdingen gemeten.

4.1.1 Vergelijking met beschikbare literatuur van uitgebreide Vlaamse studies op paling

HCBz concentraties in paling in de huidige studie lagen tussen 0.12 en 12 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww (mediaan: 2.7 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww). Maes et al. (2008) rapporteerden in 2839 palingen, gevangen tussen 1994 en 2005 op 365 locaties in Vlaanderen, hogere concentraties tussen 0.0026 en 192 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww (mediaan: 5.9 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww). In een Vlaamse studie op 185 Vlaamse waterlopen, waar gekeken werd naar de relatie tussen geaccumuleerde concentraties in paling, gevangen tussen 1994 en 2009, en de ecologische waterkwaliteit, werden HCBz concentraties gemeten tussen 0.20 en 341 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw (Van Ael et al., 2014). In de huidige studie lagen deze concentraties tussen 2.0 en 155 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw (mediaan: 24 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw).

In de huidige studie lagen kwikconcentraties in paling tussen 29 en 332 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww (mediaan: 129 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww). Hoewel de maximale concentratie in paling gevangen tussen 1994 en 2005 in Vlaanderen (palingmeetnet) veel hoger lag met 1185 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww, was de mediaan concentratie van 117 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww vergelijkbaar (Maes et al. 2008). In 2000 werden in paling uit de IJzer-, Maas- en Beneden-Schelde-bekken respectievelijke (gemiddelde) kwik-concentratie gemeten van 150, 174 en 94 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww (Maes et al., 2005). Van Ael et al. (2014) konden in palingen verzameld tussen 1994 en 2009 kwikconcentraties meten tussen 10 en 708 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww.

PBDE (ICES 6) concentraties in paling uit de huidige studie lagen tussen 2.8 en 537 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw (mediaan: 57 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw). Roosens et al. (2010) konden in paling verzameld op 50 Vlaamse locaties tussen 2000 en 2006 iets hogere concentraties meten tussen 10 en 5811 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw (mediaan: 81 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw). In diezelfde tijdspanne werden palingen verzameld op 60 Vlaamse locaties met concentraties tussen 12 en 1400 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw (mediaan: 60 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw) (Malarvannan et al. 2014).

HBCD concentraties in paling uit de huidige studie lagen tussen 1.1 en 2574 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw (mediaan: 60 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw). De concentraties in paling gevangen op 50 locaties tussen 2000 en 2006 lagen iets hoger met concentraties tussen 16 en 4397 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw (mediaan: 73 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw) (Roosens et al. 2010). Malarvannan et al. (2014) publiceerden HBCD concentraties tussen 7.0

en 9494 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw (mediaan: 100 $\mu\text{g kg}^{-1}$ lw) in spierweefsel van palingen gevangen tussen 2000 en 2006 op 60 locaties in de Vlaamse waterlopen.

PCB (ICES 7) concentraties in paling lagen in de huidige studie tussen 10 en 4292 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww (mediaan: 420 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww). Dit was iets lager dan wat er in de palingen werd gemeten die tussen 1994 en 2005 werden gevangen op het palingmeetnet, nl. 3.5-12 455 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww (mediaan 605 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww) (Maes et al. 2008). In een andere uitgebreide studie werd de som van 6 indicator PCB's (ICES 6 PCB's; exclusief PCB 118) bepaald in palingen gevangen op 60 meetplaatsen uit verschillende Vlaamse waterlopen (Malarvannan et al., 2014). Deze lagen tussen 5 en 2600 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww.

In de huidige studies lagen alle metingen voor dicofol onder de bepaalbaarheidsgrens, en daarmee ook onder de biota MKN van 33 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ww. Daarnaast zijn er voor zover wij weten geen verdere of Europese studies uitgevoerd op dicofolconcentraties in zoetwatervissen. Dit alles stelt de relevantie van monitoring van deze stof in vraag, dewelke toch een kostelijke analyse vereist.

Voor een meer gedetailleerde literatuurstudie verwijzen we naar de individuele rapporten van de staalnames van 2015 tot 2019 (Teunen et al., 2017; 2018; 2019; "in voorbereiding").

4.1.2 Praktische aspecten visbemonstering

Er werd telkens getracht om per locatie 20 baarzen en 3 palingen te verzamelen. Zoals te zien in bijlage 2, was dit niet altijd mogelijk. Voor baars was deze quota in 75% van de gevallen niet haalbaar, voor paling was dit 32%. Daarnaast is ook de grootte van de verzamelde vissen van belang. Bij te kleine vissen kan er onvoldoende weefsel verzameld worden om de nodige analyses op uit te voeren. Hierdoor zullen er meer vissen gepoold moeten worden en kunnen de beoogde 2 baarspools per locatie niet altijd gehaald worden. Bovendien zullen kleine baarzen, wegens hun jonge leeftijd en kortere blootstelling aan de omgeving, lagere geaccumuleerde concentraties bevatten in tegenstelling tot grotere vissen. Daarom is een correctie op basis van lengte, een proxy voor leeftijd, in de toekomst aangeraden.

Uiteindelijk kon voor 59% van de locaties de beoogde 2 baarspools gemaakt worden (75% van de locaties had minstens 1 baarspool). Aangezien er telkens geogd werd op 3 pools per locatie, betekent een tekort aan baars dat er meerdere palingpools gemaakt werden. Dit zorgde ervoor dat palingpools maar uit 1 of 2 individuen bestonden en dus eerder individuele metingen weergeven dan gepoolde data.

4.1.3 Toetsing aan humane consumptienormen

Voor Hg, benzo(a)pyreen, dioxines en PCB's bestaan er ook consumptienormen voor mensen. Deze normen staan weergegeven in Tabel 32 in Bijlage 10 en werden op Europees niveau bepaald. Ze werden specifiek vastgelegd voor vis bedoeld voor consumptie. Hierbij werd rekening gehouden met verschillende vetgehaltes. Bijgevolg vinden we verschillende normen voor baars en paling.

Voor kwik werd voor geen van beide vissoorten de consumptienorm overschreden. De norm voor benzo(a)pyreen (in mosselen) werd overschreden op 5 locaties (11%). Het betrof het Kanaal Gent-Terneuzen, het Zeekanaal Brussel-Schelde, de Zenne, de Zuid-Willemsvaart en

het Albertkanaal. Dioxineconcentraties in baars overschreden op geen enkele locatie de desbetreffende consumptienorm. Voor paling was dit wel het geval in 37.5 % van de locaties waar deze concentraties in paling werden gemeten. De consumptienorm voor PCB's in baars werd overschreden op 6% van de locaties, voor PCB's in paling op 51% van de locaties.

Over het algemeen lijken voornamelijk de concentraties van dioxines en PCB's in palingen een potentieel gezondheidsrisico te veroorzaken. In een studie op de aanwezigheid van deze polluenten in paling werd reeds de consumptie van gevangen paling uit de Vlaamse waterlopen streng afgeraden, door de hoge geaccumuleerde concentraties (Maes et al., 2008).

4.2 Vergelijking in bioaccumulatie tussen baars en paling

Een duidelijke relatie van geaccumuleerde concentraties tussen baars en paling werd gevonden voor alle polluenten die beschouwd werden in deze analyses.

Concentraties uitgedrukt per versgewicht in paling waren telkens hoger dan deze in baars voor alle polluenten behalve voor PFOS. Dit is een logische relatie voor lipofiele polluenten die in hogere concentraties accumuleren in de meest vette vis, nl. paling. Voor PFOS werden de hoogste concentraties in versgewicht gemeten in baars. Deze polluent heeft een hoge affiniteit voor proteïnen en vertoont niet het typische gedrag van een lipofiele polluent. Het feit dat concentraties hoger zijn in baars dan in paling zou een indicatie kunnen zijn dat er naast het eiwitgehalte nog andere factoren (bv. dieet, levenswijze, habitatgebruik) meespelen die accumulatie van perfluorverbindingen in deze vissoorten beïnvloeden.

Een correctie op basis van vetgehalte in beide vissoorten zorgde voor vergelijkbare concentraties voor HCBz en HBCD. Dit onderlijnt het lipofiele karakter van deze polluenten. Voor Hg, PBDE, PFOS en PCB's werd er echter gevonden dat deze correctie zorgde voor significant hogere concentraties in baars dan in paling. Mogelijks kunnen andere (a)biotische factoren hier een rol spelen (bv. dieet, levenswijze, beschikbare voedselbronnen; Foekema et al. 2016). Waar voor paling specifiek het juveniele 'yellow eel' stadium werd gevangen, werd voor baars een brede range aan lengte/leeftijds verzameld. Het feit dat de baarzen gemiddeld ouder waren dan de palingen (langere accumulatie), kan eveneens deze hogere concentraties verklaren.

4.3 Vergelijking bioaccumulatie met concentraties in waterkolom en –bodem

Concentraties in de waterkolom voor HCBz, cis-heptachloorepoxide, kwik, benzo(a)pyreen, PFOS en PCB's lagen voor zo goed als elke meetlocatie onder de bepaalbaarheidsgrens. Daarnaast werden eveneens in waterbodem (nagenoeg) geen kwantificeerbare concentraties gevonden voor HBCD, HCBz, cis-heptachloorepoxide. Dit onderlijnt het belang van het gebruik van biota voor het monitoren van deze prioritaire stoffen. Metingen in waterkolom of –bodem zouden immers de indruk geven dat de concentraties zo laag zijn dat ze geen probleem vormen, terwijl er echter nog wel steeds relatief hoge concentraties gemeten worden in de hogere niveaus van de voedselketen (biomagnificatie) (Hanke et al. 2012; Jürgens et al. 2013). Verder kunnen concentraties in het water sterk seizoensgebonden fluctuatie vertonen. Daarnaast geven omgevingsconcentraties onvoldoende informatie omtrent de uitwisseling tussen sediment/water en biota en biobeschikbaarheid van polluenten. Een betere benadering

van bioaccumulatie kan verzorgd worden door het gebruik van passieve samplers als alternatieve techniek.

Er werd geen significant verband gevonden voor kwik-, benzo(a)pyreen-, fluorantheen-, PFOS- (paling), PBDE- en PCB- concentraties tussen waterbodem en biota. Hetzelfde was waar voor fluorantheen in de waterkolom. PFOS concentraties in baars toonden een verband met concentraties in de waterkolom. Mathews et al. (2013) vonden eveneens geen overeenkomst tussen Hg concentraties in het water en in vis. In een Nederlandse studie werd geconcludeerd dat concentraties van hydrofobe polluenten in het sediment door de grote variatie geen goede predictor zijn voor biobeschikbaarheid voor aquatische organismen (Verweij et al., 2004).

4.4 Vergelijking bioaccumulatie met passieve samplers

Concentraties van HCBz gemeten op passieve samplers vertoonden enkel een relatie met de geaccumuleerde concentraties in baars. Voor paling was er geen significante relatie met concentraties op de passieve samplers. Voor PBDE was er geen relatie tussen concentraties op passieve samplers en in beide vissoorten. PCB concentraties op passieve samplers vertoonden een verband met geaccumuleerde concentraties zowel in paling als in baars.

Benzo(a)pyreen concentraties op passieve samplers waren sterk gecorreleerd met concentraties in zoetwatermosselen. Fluorantheen vertoonde echter geen verband met accumulatie in zoetwatermossel.

Algemeen vinden we in literatuur dat passieve samplers een duidelijkere relatie vertonen met geaccumuleerde concentraties in lagere trofische niveaus (bv. mosselen). Voor vissen, die meestal de hogere trofische niveaus bekleden, kan deze relatie minder uitgesproken zijn door de complexere opname en verwerking van polluenten (bv. effect van biomagnificatie, opname en eliminatie snelheid van hydrofobe stoffen) (Smedes et al. 2010). In een Nederlandse studie werden significante relaties gevonden tussen geaccumuleerde PAK's in driehoeksmosselen en op siliconen rubber samplers (Smedes 2010). Hetzelfde was waar voor PCB concentraties in paling. Door Verweij et al. (2004) werd geen duidelijke overeenkomst gevonden tussen geaccumuleerde concentraties van PCB's en organochloriene polluenten (o.a. HCBz, heptachloor(epoxide) in gekooide karpers en gemeten concentraties op passieve samplers.

De aanwezige link tussen biota en passieve samplers toont de opportuniteit van het complementair karakter van deze twee monitoring methodes. Deze verschillende matrices kunnen aanvullende informatie leveren, die kan bijdragen aan de interpretatie en evaluatie van de toestand in het aquatisch milieu. Op deze manier kunnen potentieel schadelijke polluenten en hun effecten efficiënter geïdentificeerd worden. Daar waar metingen in biota de situatie in situ, effecten van biomagnificatie en bioaccumulatie/eliminatie na lange blootstelling weergeven, zorgen passieve samplers voor een meer gestandaardiseerde, minder invasieve manier van werken en kunnen ze meer informatie geven over biobeschikbaarheid en bioaccumulatie van polluenten rechtstreeks uit de omgeving.

De universiteit van Antwerpen ontwikkelde het concept van een actieve passieve sampler (Amato et al. 2018; 2019). Deze toepassing is erop gericht om enkele bestaande nadelen van het gebruik van passieve samplers aan te pakken. Zo bevat het toestel verschillende sorbenten waardoor een grotere combinatie van pollutengroepen gemeten kan worden. Daarnaast zorgt de ‘actieve’ component, zijnde een waterpomp, voor een constante/regelbare waterstroom (debiet). Op deze manier is het mogelijk om ook vrachten te gaan berekenen, wat niet mogelijk is met de standaard passieve sampler.

4.5 Effecten van gekende vervuilingsroutes

Een overzicht van de herkomst en het gebruik van de verschillende pollutanten is terug te vinden in Bijlage 9. Informatie i.v.m. gekende vervuilingsroutes werden gehaald uit de teksten van het achtergronddocument SGBP Inventaris Prioritaire stoffen, referentiejaar 2018 (VMM, in voorbereiding).

Voor hexachloorbenzeen werden de hoogste gemiddelde concentraties in baars en paling respectievelijk gemeten in de Grote Nete en Leie I. Deze resultaten werden reeds gevonden voor paling door Belpaire et al. (2008). Deze pollutent kent een belangrijke toepassing als fungicide. Het gebruik en de productie ervan werden echter sinds 2004 verboden (Stockholm Conventie, 2004; EG 850/2004). Daarnaast kan deze stof ook in het aquatisch milieu terechtkomen via atmosferische depositie na onvolledige verbranding of via de chemische industrie. Hexachloorbenzeen werd tussen 2016 en 2018 gemonitord in effluenten van een brede set van bedrijven (98) binnen de sectoren textiel, afvalverwerking, metaal, chemie, zuivel, brouwerijen, papier en op RWZI's (16) gespreid over Vlaanderen (VMM, in voorbereiding). Op geen van deze punten werd een concentratie boven de BG van $0.1 \mu\text{g L}^{-1}$ gemeten.

De hoogste gemiddelde hexachloorbutadien concentraties in baars werd gemeten in de Zenne I. In paling was dit in de Zuid-Willemsvaart. Hexachloorbutadien kent voornamelijk een toepassing in de industrie (productie van gechloreerde verbindingen). Sinds 2015 werden echter zowel gebruik als productie van deze pollutent verboden (Stockholm conventie, 2015). Aangezien deze pollutent niet gedetecteerd werd in industrieel afvalwater of oppervlaktewater, konden er geen bronnen geïdentificeerd worden (VMM, in voorbereiding).

De hoogste gemiddelde kwik concentratie werd gemeten in baars uit Zenne I en in paling uit Demer VII. Maes et al. (2008) vonden reeds de hoogste concentraties in paling uit de Zenne, maar in paling uit de Demer waren deze concentraties het laagst. Kwik kent een zeer brede toepassing (landbouw, huishoudens en industrie), maar kan daarnaast ook over grote afstanden atmosferisch vervoerd worden. De Europese kwikwetgeving verbiedt sinds 2018 het transport en de productie van kwikhoudende producten (EU 2017/852). Atmosferische depositie en erosie/afvloeiing van vervuilde bodem zijn samen goed voor ongeveer 95% van de emissies naar oppervlaktewater in het stroomgebied van de Schelde en Maas (VMM, in voorbereiding).

Gebromineerde difenylethers (PBDE) concentraties in baars waren gemiddeld het hoogste in de Bovenschelde IV. In paling was dit het geval in de Bovenschelde I. In hoofdzaak kennen PBDE een toepassing als vlamvertragers in de textielindustrie. Bovenschelde I en IV staan dan ook beide onder sterke invloeden van aanwezige textielindustrie (bv. Doornik) (Roosens et al. 2010).

HBCD concentraties waren gemiddeld het hoogst in zowel baars als paling uit Bovenschelde I. Dit kan mogelijk verklaard worden door het gebruik van deze pollutant als vlamvertrager en eveneens sterke invloeden van aanwezige textielindustrie (Roosens et al. 2010). De toegelaten productie en het gebruik van HBCD werden echter beperkt sinds 2013 (Stockholm conventie, 2013; EU 2016/293). Voor bepaalde textielbedrijven die in het verleden gebruik maakten van deze pollutant, wordt er echter nog steeds HBCD gemeten in hun afvalwater, waarschijnlijk te wijten aan na-ijleffecten (VMM, in voorbereiding).

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen, waaronder benzo(a)pyreen en fluorantheen, komen vrij bij de onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen. De uitstoot van deze pollutanten dient beperkt te worden (Stockholm Conventie; EG 850/2004). Benzo(a)pyreen concentraties waren het hoogste in de mosselen die werden uitgehangen in het Albertkanaal. De hoogste fluorantheen concentratie werd gemeten in de Zenne II. Het was reeds bekend dat de waterbodem van de Zenne hoge achtergrondconcentraties aan PAK's bevat. Verder dragen atmosferische depositie en transport samen voor meer dan 90% bij aan de totale emissies van PAK's naar het oppervlaktewater van het stroomgebied van de Schelde en Maas (VMM, in voorbereiding)

PFOS bereikte gemiddeld de hoogste concentraties in baars uit de Zenne II en in paling uit de Melsterbeek. Perfluorverbindingen kennen een brede toepassing in de industrie voor behandeling tegen vuil, water en olie. Daarnaast is dit een belangrijk bestanddeel in het schuim van brandblusapparaten. Het gebruik van PFOS werd sinds 2009 beperkt (Stockholm Conventie, 2009; EU 757/2010). Geaccumuleerde concentraties in bodem en sediment kunnen zo uiteindelijk nog in het water terechtkomen via run off, nalevering of erosie. Daarnaast is het ook gekend dat atmosferische transport (en depositie) van de vluchtige precursors van deze pollutanten kan voorkomen (Yamashita et al., 2012). In het stroomgebied van de Schelde en Maas bleken huishoudens en industrieel afvalwater in gelijke maten bij te dragen tot de emissies naar het oppervlaktewater (VMM, in voorbereiding). In het afvalwater van diverse sectoren, waaronder voeding, chemie, papier, textiel, metaal en afvalverwerking werd PFOS aangetroffen.

Dicofol concentraties lagen nergens boven de bepaalbaarheidsgrens. Sinds 2009 is het gebruik van deze pesticide verboden in Europa en werd tussen 2016 en 2018 nergens in Vlaanderen gedetecteerd in het oppervlaktewater.

De hoogste gemiddelde concentraties voor cis-heptachloorepoxide in baars werd gemeten in Dender I. In paling was dit in Bovenschelde II+III. Deze pollutant werd voornamelijk gebruikt als insecticide, maar werd verbannen sinds 2009 (Stockholm Conventie, 2009; EG 850/2004). Relevante bronnen van heptachloor en heptachloorepoxide zijn momenteel niet goed gekend. Omwille van de hoge persistentie van deze stoffen wordt er echter gedacht aan nalevering van (historisch) vervuild sediment (VMM, in voorbereiding).

Dioxines in baars waren gemiddeld het hoogst in het Zeekanaal Brussel-Schelde. In paling waren deze concentraties gemiddeld het hoogste in de Zeeschelde IV. Deze pollutanten komen vrij bij onvolledige verbranding van plastics en als onderdeel van de ijzerindustrie (sinteren van ijzererts). Sinds 2004 dient onopzettelijk verspreiding beperkt te worden (Stockholm Conventie, 2004; EG 850/2004). Mogelijk gaat het om historische vervuiling van sediment (erosie/nalevering) of atmosferisch transport over langere afstanden (VMM, in voorbereiding).

Gemiddelde PCB concentraties in baars waren het hoogst in Demer VII en in paling in Zenne II. PCB's werden voornamelijk gebruikt in koelvloeistoffen van transformatoren en condensatoren. De productie van PCB's werd verboden in 2004, terwijl bestaande PCB-houdende producten verder gebruikt mochten worden (Stockholm Conventie, 2004; EG 850/2004). In 2010 werden echter de meest vervuilende apparaten vernietigd. Zowel Demer VII als Zenne II zijn locaties met hoge gekende historische concentraties in de waterbodem. Aangezien PCB concentraties in zowel industrieel afvalwater en oppervlaktewater niet detecteerbaar waren, konden er geen potentiële bronnen geïdentificeerd worden (VMM, in voorbereiding).

Algemeen blijken de Zenne, Demer VII en verschillende punten uit de Schelde vaak terugkerende punten te zijn van hoge pollutie. Dikwijls terugkerende bronnen van vervuiling zijn atmosferische depositie (Hg en PAK's) en nalevering van historische concentraties in het sediment (Hg, cis-heptachloorepoxide en dioxines). Daarnaast zorgt industrie voor een belangrijke (locale) input van PFOS (verschillende sectoren en huishoudens), PBDE (textiel) en HBCD (textiel).

Conclusie en implicaties voor bioaccumulatie monitoring in de toekomst

Kwik en PBDE concentraties overschreden de biota MKN op alle meetlocaties en zijn dus stoffen die volgens de biota MKN problematisch hoge concentraties bereiken. De biota MKN voor PBDE ligt zelfs zo laag dat deze concentratie ver onder de BG ligt. Daarnaast vormden eveneens PFOS, dioxines en cis-heptachloor probleemgevallen. Overschrijdingen met de grootste factor werden gemeten voor PBDE en cis-heptachloorepoxide. Op basis van de humane consumptienormen toonden de concentraties van PCB's en dioxines een mogelijk gezondheidsrisico bij consumptie van paling uit de Vlaamse waterlopen.

Resultaten van de analyses uitgevoerd binnen het meetnet bioaccumulatie periode 2015 t.e.m. 2018 onderlijnen het belang van de soortselectie die gebruikt worden voor de analyses. Enerzijds is het duidelijk dat de meeste van de prioritaire stoffen hogere concentraties accumuleren in de vissoort met het hoogste vetgehalte, nl. paling. Voor PFOS is dit echter omgekeerd. Deze sterke correlaties tussen baars en paling voor alle polluenten zorgen ervoor dat concentraties eventueel geëxtrapoleerd kunnen worden tussen baars en paling, waardoor er slechts één van beide soorten verzameld dient te worden. Hierbij dient extra rekening gehouden te worden met vetgehalte en droogrest. Correctie op basis van vetgehalte bleek voor HCBz en HBCD te zorgen voor vergelijkbare concentraties tussen beide soorten. Bij andere polluenten lagen na deze correctie de concentraties hoger in baars. Algemeen is er nog bijkomend onderzoek vereist om te begrijpen welke factoren en pathways er meespelen in de accumulatie van deze polluenten.

Concentraties in waterkolom en –bodem toonden voor de meeste polluenten geen significante relatie met de concentraties in de biota. Dit onderlijnt het belang van het uitvoeren van bioaccumulatie monitoring van deze groep lipofiele polluenten, waarvoor metingen in de omgeving weinig of geen informatie geven over de mogelijke risico's voor aquatische organismen.

Hoewel het gebruik van passieve samplers reeds een goede predictor lijkt te zijn voor accumulatie van benzo(a)pyreen en PCB's, was deze relatie niet aanwezig voor alle gemeten biota bij HCBz, HCBd, PBDE's en fluorantheen. Het gebruik van passieve samplers is veelbelovend als aanvulling op bioaccumulatie monitoring. Verder onderzoek en uitwerking van deze complementaire technieken is echter vereist.

De Zenne, Demer en verschillende punten uit de Schelde waren vaak terugkerende punten van hoge accumulatie van de onderzochte polluenten. Voor PAK's en Hg zorgt atmosferische depositie grotendeels voor de pollutie (over grote afstanden). Daarnaast speelt nalevering van historisch vervuild sediment een grote rol voor de concentraties van Hg, cis-heptachloorepoxide en dioxines in het aquatisch milieu. Ten slotte worden concentraties van PFOS, PBDE en HBCD voornamelijk toegewezen aan puntpollutie door industrie (en huishoudens voor PFOS).

Referenties

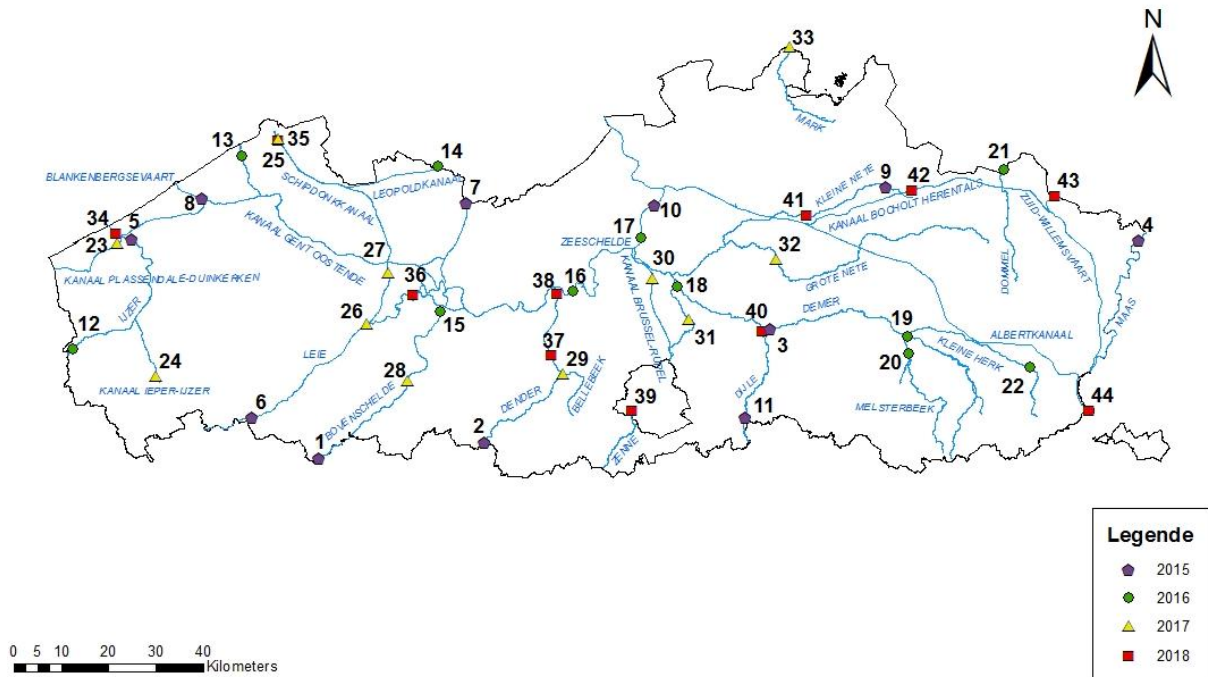
- Amato, E.D., Covaci, A., Town, R.M., Hereijgers, J., Bellekens, B., Giacometti, V., Breugelmans, T., Weyn, M., Dardenne, F., Bervoets, L & Blust R. (2018). A novel active-passive sampling approach for measuring time-averaged concentrations of pollutants in water. *Chemosphere*, 209, 363-372.
- Amato, E.D., Nguyen, D.T., Subotic, D., Hereijgers, J., Breugelmans, T., Weyn, M., Dardenne, F., Bervoets, L., Covaci, A., Town, R.M. & Blust, R. (2019). Characterization of the accumulation of metals and organic contaminants on a novel active-passive sampling device under controlled water flow conditions. *Chemosphere*, 236, 124400.
- Bervoets, L., Voets, J., Chu, S., Covaci, A., Schepens, P., & Blust, R. (2004). Comparison of accumulation of micropollutants between indigenous and transplanted zebra mussels (*Dreissena polymorpha*). *Environmental Toxicology and Chemistry / SETAC*, 23(8), 1973–1983.
- Boets, P., Lock, K., Adriaens, T., & Goethals, P. (2014). Exotische macro-invertebraten in Vlaanderen: verspreiding en impact op inheemse waterfauna. *Natuur.Focus*, 13(1), 22–30.
- Custer, T. W., Custer, C. M., Hines, R. K., & Sparks, D. W. (2000). Trace elements, organochlorines, polycyclic aromatic hydrocarbons, dioxins, and furans in lesser scaup wintering on the Indiana Harbor Canal. *Environmental Pollution*, 110, 469-482.
- Deutsch, K, Leroy, D, Belpaire, C, den Haan, K, Vrana, B, Clayton, H, Hanke, G, Ricci, M, Held, A, Gawlik, B, Babut, M, Perceval, O, Lepom, P, Heiss, C, Koschorreck, J, O'Toole, S, Valsecchi, S, Polesello, S, Carere, M, ten Hulscher, D, Verbruggen, E, Dulio, V, Green, N & Viñas, L 2014, Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC): Guidance document no. 32 on biota monitoring: (the implementation of EQSbiota) under the water framework directive. Publications Office of the European Union, Luxemburg.
- De Jonge, M., Dardenne, F., Blust, R., & Bervoets, L. (2012). Haalbaarheidsstudie biotanormen voor gevaarlijke stoffen Onderbouwing meetstrategie voor de toetsing van biotanormen. Universiteit Antwerpen in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Antwerpen, België.
- De Jonge, M., Belpaire, C., Verhaert, V., Dardenne, F., Blust, R., & Bervoets, L. (2014). Veldstudie naar de monitoring van biota in het kader van de rapportage van de chemische toestand voor de Kaderrichtlijn Water. Universiteit Antwerpen (UA) in samenwerking met het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Antwerpen, België.
- Europese Commissie (EC), (2006). Verordening (EG) nr. 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen. *Publicatieblad van de Europese Unie*, L 364, 5-24.
- Europese Commissie (EC), (2010). Verordening (EU) Nr. 757/2010 van de commissie van 24 augustus 2010 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 850/2004 van het Europees Parlement en de Raad betreffende persistente organische verontreinigende stoffen met betrekking tot bijlagen I en III. *Publicatieblad van de Europese Unie*, L 223, 29-36.
- Europese Commissie (EU), (2011). Verordening (EU) nr. 1259/2011 van de Commissie van 2 december 2011 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1881/2006 wat betreft de maximumgehalten voor dioxinen, dioxineachtige pcb's en niet-dioxineachtige pcb's in levensmiddelen. *Publicatieblad van de Europese Unie*, L 320, 18-23.
- Europese Commissie (EC), (2016). Verordening (EU) 2016/293 van de commissie van 1 maart 2016 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 850/2004 van het Europees Parlement en de Raad betreffende persistente organische verontreinigende stoffen met betrekking tot bijlage I. *Publicatieblad van de Europese Unie*, L 55, 4-8.

- Europese Unie (EU), (2004). Verordening (EG) nr. 850/2004 van het Europees Parlement en de Raad van 29 april 2004 betreffende persistente organische verontreinigende stoffen en tot wijziging van Richtlijn 79/117/EEG. *Publicatieblad van de Europese Unie, L 158*, 7-49.
- Europese Unie (EU), (2013). Richtlijn 2013/39/EU van het Europees parlement en de raad van 12 augustus 2013 tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG en Richtlijn 2008/105/EG wat betreft prioritair stoffen op gebied van het waterbeleid. *Publicatieblad van de Europese Unie, L226*, 1-17.
- Europese Unie (EU), (2017). Verordening (EU) 2017/852 van het Europees Parlement en de Raad van 17 mei 2017 betreffende kwik, en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 1102/2008. *Publicatieblad van de Europese Unie, L 137*, 1-21.
- Hanke, G., Mariani, G., Comero, S., Loos, R., Bidoglio, G., Polesello, S., Valsecchi, S., Rusconi, M., Wollgast, J., Castro-Jiménez, J., Patrolecco, L. & Ademollo, N. (2012). Chemical-monitoring on-site exercises to harmonize analytical methods for priority substances in the European Union. *Trends in Analytical Chemistry, 36*, 25-35.
- Mathews, T.J., Southworth, G., Peterson, M.J., Ketelle, R.H., Valentine, C. & Gregory, S. (2013). Decreasing aqueous mercury concentrations to meet the water quality criterion in fish: examining the water-fish relationship in two point-source contaminated streams. *Science of the Total Environment, 443*, 836-843.
- Maes, G. E., Raeymaekers, J. A. M., Pampoulie, C., Seynaeve, A., Goemans, G., Belpaire, C., & Volckaert, F. A. M. (2005). The catadromous European eel *Anguilla anguilla* (L.) as a model for freshwater evolutionary ecotoxicology: Relationship between heavy metal bioaccumulation, condition and genetic variability. *Aquatic Toxicology, 73*(1), 99–114.
- Maes, J., Belpaire, C., & Goemans, G. (2008). Spatial variations and temporal trends between 1994 and 2005 in polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides and heavy metals in European eel (*Anguilla anguilla* L.) in Flanders, Belgium. *Environmental Pollution, 153*(1), 223–237.
- Malarvannan, G., Belpaire, C., Geeraerts, C., Eulaers, I., Neels, H., & Covaci, A. (2014). Assessment of persistent brominated and chlorinated organic contaminants in the European eel (*Anguilla anguilla*) in Flanders, Belgium: Levels, profiles and health risk. *Science of the Total Environment, 482–483*(1), 222–233.
- Roosens, L., Geeraerts, C., Belpaire, C., Van Pelt, I., Neels, H., & Covaci, A. (2010). Spatial variations in the levels and isomeric patterns of PBDEs and HBCDs in the European eel in Flanders. *Environment International, 36*(5), 415–423.
- Smedes, F. (2010). Passive sampling en biomonitoring. Deltares rapport 1202337-004-BGS-0001, in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst. 20 blz.
- Smedes, F., Bakker, D., & de Weert, J. (2010). The use of passive sampling in WFD monitoring. Deltares rapport 1202337-004-BGS-0027, in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst. 59 pp.
- Teunen, L., Belpaire, C., Dardenne, F., Blust, R., & Bervoets, L. (2017). Veldstudie naar de monitoring van biota in het kader van de rapportage van de chemische toestand voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2016. Universiteit Antwerpen (UA) in samenwerking met het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Antwerpen, België.

- Teunen, L., Belpaire, C., Dardenne, F., Blust, R., & Bervoets, L. (2018). Veldstudie naar de monitoring van biota in het kader van de rapportage van de chemische toestand voor de Kaderrichtlijn Water 2016-2017. Universiteit Antwerpen (UA) in samenwerking met het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Antwerpen, België.
- Teunen, L., Belpaire, C., Dardenne, F., Blust, R., Covaci, A. & Bervoets, L. (2019). Veldstudie naar de monitoring van biota in het kader van de rapportage van de chemische toestand voor de Kaderrichtlijn Water 2017-2018. Universiteit Antwerpen (UA) in samenwerking met het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Antwerpen, België.
- Teunen, L., Belpaire, C., Dardenne, F., Blust, R., Covaci, A. & Bervoets, L. (in voorbereiding). Veldstudie naar de monitoring van biota in het kader van de rapportage van de chemische toestand voor de Kaderrichtlijn Water 2018-2019. Universiteit Antwerpen (UA) in samenwerking met het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Antwerpen, België.
- Van Ael, E., Belpaire, C., Breine, J., Geeraerts, C., Van Thuyne, G., Eulaers, I., Blust, R. & Bervoets, L. (2014). Are persistent organic pollutants and metals in eel muscle predictive for the ecological water quality? *Environmental Pollution*, 186, 165–171.
- Verweij, F., Booij, K., Satumalay, K., van der Molen, N. & van der Oost, R. (2004). Assessment of bioavailable PAH, PCB and OCP concentrations in water, using semipermeable membrane devices (SPMDs), sediments and caged carp. *Chemosphere*, 54, 1675-1689.
- Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) (in voorbereiding). Voorlopige teksten achtergronddocument SGBP Inventaris Prioritaire stoffen, referentiejaar 2018.
- Yamashita, N., Yeung, L.W.Y., Taniyasu, S., Kwok, K.Y., Petrick, G., Gamo, T., Guruge, K.S., Lam, P.K.S. & Loganathan, B.G. (2012). Global distribution of PFOS and related chemicals. In Loganathan, B.G. & Lam, P.K.S. (Eds.) *Global Contamination Trends of Persistent Organic Chemicals* (pp. 593-629). CRC Press, Boca Raton, Florida.

Bijlagen

Bijlage 1. Meetpunten



Figuur 62: Kaart met overzicht meetpunten.

Tabel 12: Lijst met de verschillende meetlocaties.

<i>Nr.</i>	<i>Staalname- jaar</i>	<i>Code waterloop</i>	<i>Meetpunt VMM</i>	<i>Waterloop</i>	<i>Bekken</i>	<i>Gemeente</i>	<i>X- coördinaat (Lambert)</i>	<i>Y- coördinaat (Lambert)</i>
1	2015	VL08_55	179000	BOVEN-SCHELDE I	Boven-Schelde	Pecq	79181	157135
2	2015	VL08_67	511000	DENDER I	Dender	Geraardsbergen	114132	160631
3	2015	VL05_104	390000	DEMÉR VII	Demer	Werchter	174581	184472
4	2015	VL11_203	122050	MAAS I+II+III	Maas	Kinrooi	252525	203301
5	2015	VL05_9	910000	IJZER III	IJzer	Nieuwpoort	39617	203488
6	2015	VL08_48	581000	LEIE I	Leie	Wevelgem	65139	165773
7	2015	VL08_165	30000	KANAAL GENT-TERNEUZEN + GENTSE HAVENDOKKEN	Gentse Kanalen	Zelzate	110399	211142
8	2015	VL08_164	770000	KANAAL GENT-OOSTENDE III	Brugse Polders	Oostende	54608	212041
9	2015	VL11_126	276700	KLEINE NETE I	Nete	Retie	198974	214563
10	2015	VL05_43	154100	ZEESCHELDE IV	Beneden- Schelde	Antwerpen	150151	210616
11	2015	VL05_77	221000	DIJLE I	Dijle Zenne	Sint-Joris-Weert	169300	165850
12	2016	VL08_7	916000	IJZER I	IJzer	Poperinge	27250	180320
13	2016	VL08_16	877000	BLANKENBERGSE VAART + NOORDEDE	Brugse Polders	Blankenberge	62799	220991
14	2016	VL08_172	12000	LEOPOLDKANAAL I	Gentse Kanalen	Oostburg	104330	218850
15	2016	VL05_58	172100	BOVEN-SCHELDE IV	Boven-Schelde	Gent	104745	188127
16	2016	VL08_41	164000	ZEESCHELDE II	Beneden- Schelde	Dendermonde	132788	192322
17	2016	VL11_42	162000	ZEESCHELDE III + RUPEL	Beneden- Schelde	Hemiksem	147328	203675
18	2016	VL08_82	212000	GETIJDEDIJLE-GETIJDEZENNE	Dijle Zenne	Mechelen	155010	193500
19	2016	VL05_108	446000	HERK + KLEINE HERK	Demer	Herk-de-Stad	203500	182930
20	2016	VL11_207	433900	MELSTERBEEK I+II	Demer	Herk-de-Stad	203850	179330
21	2016	VL05_136	91000	DOMMEL	Maas	Neerpelt	223950	218080
22	2016	VL05_98	401000	DEMÉR I	Demer	Bilzen	229423	176366
23	2017	VL05_161	680000	KANAAL DUINKERKE-NIEUWPOORT	IJzer	Koksijde	36550	202500
24	2017	VL05_166	946000	KANAAL IEPER-IJZER	IJzer	Ieper	44800	174550
25	2017	VL08_173	6000	LEOPOLDKANAAL II	Brugse Polders	Brugge	70580	224570
26	2017	VL05_50	573300	LEIE III	Leie	Deinze	89248	185468
27	2017	VL05_150	768000	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE/SCHIPDONKKANAAL I	Gentse Kanalen	Nevele	93948	196249
28	2017	VL11_204	174000	BOVEN-SCHELDE II+III	Boven-Schelde	Oudenaarde	97860	173600
29	2017	VL05_66	523000	BELLEBEEK	Dender	Liedekerke	130847	175040

30	2017	VL11_181	351000	ZEEKANAAL BRUSSEL-SCHELDE	Beneden-Schelde	Willebroek	149744	195080
31	2017	VL05_93	341560	ZENNE II	Dijle Zenne	Zemst	157305	186511
32	2017	VL08_132	253000	GROTE NETE III	Nete	Heist-op-den-Berg	175730	199242
33	2017	VL11_145	72000	MARK (Maas)	Maas	Hoogstraten	178630	244024
34	2018	VL05_15	122	HAVENGEUL IJZER	IJzer	Nieuwpoort	36342	204544
35	2018	VL05_149	765007	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE II + KANAAL van EEKLO	Brugse Polders	Zeebrugge	70611	224389
36	2018	VL05_54	571900	TOERISTISCHE LEIE	Leie	Gent	99220	191690
37	2018	VL05_70	503500	DENDER IV	Dender	Aalst	128300	178917
38	2018	VL08_71	499500	DENDER V	Beneden-Schelde	Dendermonde	129551	191944
39	2018	VL08_92	347000	ZENNE I	Dijle Zenne	Anderlecht	145348	167154
40	2018	VL08_80	216000	DIJLE IV	Dijle Zenne	Werchter	172866	184039
41	2018	VL11_127	274000	KLEINE NETE II	Nete	Herentals	182382	208594
42	2018	VL05_160	848200	KANAAL BOCHOLT-HERENTALS	Nete	Dessel	204501	213799
43	2018	VL05_183	851700	ZUID-WILLEMSVAART + KANAAL BOCHOLT-HERENTALS (deels) + KANAAL BRIEGDEN-NEERHAREN	Maas	Bocholt	234841	212548
44	2018	VL05_151	824000	ALBERTKANAAL	Maas	Kanne	241872	167342

Bijlage 2. Vissenpools en vangstresultaten

Tabel 13: De aantallen paling en baars geven de vangstresultaten van de campagnes 2015-2019.

<i>Nr.</i>	<i>Waterloop</i>	<i>Gemeente</i>	<i>VMM code</i>	<i># Baarzen</i>	<i># Palingen</i>
1	BOVEN-SCHELDE I	Spiere-Helkijn	179000	20	3
2	DENDER I	Geraardsbergen	511000	20	3
3	DEMER VII	Werchter	390000	9	3
4	MAAS I+II+III	Kinrooi	122050	21	4
5	IJZER III	Nieuwpoort	910000	20	3
6	LEIE I	Wevelgem	581000	17	3
7	KANAAL GENT-TERNEUZEN + GENTSE HAVENDOKKEN	Zelzate	30000	20	2
8	KANAAL GENT-OOSTENDE III	Oostende	770000	20	3
9	KLEINE NETE I	Grobbendonk	272000	5	3
	KLEINE NETE I	Retie	276700	1	0
	KLEINE NETE I	Dessel		19	3
10	ZEESCHELDE IV	Antwerpen	154100	4	11
11	DIJLE I	Oud-Heverlee	221000	0	3
12	IJZER I	Poperinge	916000	20	1
13	BLANKENBERGSE VAART + NOORDEDE	Blankenberge	877000	6	4
14	LEOPOLDKANAAL I	Oostburg	12000	20	3
15	BOVEN-SCHELDE IV	Gent	172100	12	3
	BOVEN-SCHELDE IV	De Pinte		8	0
16	ZEESCHELDE II	Kastel	164000	3	4
17	ZEESCHELDE III + RUPEL	Niel	162000	3	3
18	GETIJDEDIJLE-GETIJDENZENNE	Mechelen	212000	4	3
19	HERK + KLEINE HERK	Herk-de-Stad	446000	0	2
20	MELSTERBEEK I+II	Herk-de-Stad	433900	1	2
21	DOMMEL	Neerpelt	91000	1	0
	DOMMEL	Overpelt	401000	15	2
22	DEMER I	Bilzen	916000	4	1
23	KANAAL DUINKERKE-NIEUWPOORT	Koksijde	680000	20	3
24	KANAAL IEPER-IJZER	Ieper	946000	1	3
25	LEOPOLDKANAAL II	Brugge	6000	14	3
26	LEIE III	Deinze	573300	10	4
27	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE/SCHIPDONKKANAAL I	Nevele	768000	9	4
28	BOVEN-SCHELDE II+III	Oudenaarde	174000	0	3
29	BELLEBEEK	Liedekerke	523000	3	3
30	ZEEKANAAL BRUSSEL-SCHELDE	Willebroek	351000	20	3
31	ZENNE II	Zemst	341560	2	0
	ZENNE II	Zemst		4	4
	ZENNE II	Zemst		1	0
32	GROTE NETE III	Heist-op-den-Berg	253000	16	4
33	MARK (Maas)	Hoogstraten	72000	19	4
34	HAVENGEUL IJZER	Nieuwpoort	122	0	4
35	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE II + KANAAL van EEKLO	Brugge	765007	20	3
36	TOERISTISCHE LEIE	Gent	571900	20	3
37	DENDER IV	Aalst	503500	20	3
38	DENDER V	Dendermonde	499500	0	3
	DENDER V	Dendermonde		20	3
39	ZENNE I	Beersel	347000	20	0
40	DIJLE IV	Wijgmaal	216000	0	3
41	KLEINE NETE II	Herentals	274000	2	3
42	KANAAL BOCHOLT-HERENTALS	Mol	848200	20	0
43	ZUID-WILLEMSVAART + KANAAL BOCHOLT-HERENTALS (deels) + KANAAL BRIEGDEN-NEERHAREN	Bocholt	851700	20	3
44	ALBERTKANAAL	Kanne, Riemst	824000	20	2

Tabel 14: Tabel met de verschillende pools.

<i>Nr.</i>	<i>Waterloop</i>	<i>VMM code</i>	<i>Poolnummer</i>	<i>Lengteklasse (mm)</i>	<i>Gewichtsklasse (g)</i>	<i>Soort</i>	<i># individuen</i>
1	BOVEN-SCHELDE I	179000	21	86-107	6.7-15.3	baars	18
1	BOVEN-SCHELDE I	179000	22	173-207	76.3-121	baars	2
1	BOVEN-SCHELDE I	179000	23	318-634	60.7-538.7	paling	3
2	DENDER I	511000	14	140-165	30.5-51.4	baars	8
2	DENDER I	511000	15	179-213	78.7-124	baars	5
2	DENDER I	511000	16	75-92	4.5-8.3	baars	9
2	DENDER I	511000	17	489-720	227.9-707.6	paling	3
3	DEMER VII	390000	8	98-169	22.6-55.8	baars	5
3	DEMER VII	390000	9	174-190	66.3-79.3	baars	3
3	DEMER VII	390000	10	502-651	216.9-763.2	paling	3
4	MAAS I+II+III	122050	31	99-122	9.2-26.1	baars	9
4	MAAS I+II+III	122050	32	149-195	44.6-96.7	baars	7
4	MAAS I+II+III	122050	30	209-228	123-160	baars	5
4	MAAS I+II+III	122050	33	365-534	85-234.2	paling	4
5	IJZER III	910000	26	88-112	8.3-17.9	baars	14
5	IJZER III	910000	25	127-220	23.3-150	baars	5
5	IJZER III	910000	24	385-494	134.2-234.7	paling	3
6	LEIE I	581000	18	91-114	8.9-18.5	baars	10
6	LEIE I	581000	19	168-222	59.4-145	baars	4
6	LEIE I	581000	20	673-840	572.8-978	paling	3
7	KANAAL GENT-TERNEUZEN + GENTSE HAVENDOKKEN	30000	11F	111-137	14.6-31.3	baars	11 vrouw
7	KANAAL GENT-TERNEUZEN + GENTSE HAVENDOKKEN	30000	11M	111-129	16.9-26.4	baars	7 man
7	KANAAL GENT-TERNEUZEN + GENTSE HAVENDOKKEN	30000	12	198-214	96.9-128	baars	3
8	KANAAL GENT-OOSTENDE III	770000	6	90-116	8-18.6	baars	15
8	KANAAL GENT-OOSTENDE III	770000	5	148-194	41.8-88.6	baars	5
8	KANAAL GENT-OOSTENDE III	770000	7	447-700	183.1-790.1	paling	3
9	KLEINE NETE I	276700	28	140-157	33.7-48	baars	8
9	KLEINE NETE I	276700	27	161-187	51.1-90.5	baars	9
9	KLEINE NETE I	276700	29	468-527	208.9-344	paling	3
10	ZEESCHELDE IV	154100	3	281-388	45.8-107.7	paling	5
10	ZEESCHELDE IV	154100	2	411-479	124.8-256.7	paling	4
10	ZEESCHELDE IV	154100	1	625-645	444.2-633.2	paling	2
11	DIJLE I	221000	4	450-485	196.3-242.8	paling	3
12	IJZER I	916000	1	75-95	4.9-9.1	baars	14
12	IJZER I	916000	2	95-103	9.6-11.8	baars	6
12	IJZER I	916000	3	622	350.5	paling	1
13	BLANKENBERGSE VAART + NOORDEDE	877000	4	87-125	6.7-23	baars	5
13	BLANKENBERGSE VAART + NOORDEDE	877000	5	239	201.3	baars	1
13	BLANKENBERGSE VAART + NOORDEDE	877000	6	449-542	165.1-275.3	paling	3
14	LEOPOLDKANAAL I	12000	7	70-92	3.3-8.1	baars	20
14	LEOPOLDKANAAL I	12000	8	465-482	174.8-215	paling	2
14	LEOPOLDKANAAL I	12000	9	662	517	paling	1
15	BOVEN-SCHELDE IV	172100	10	107-155	10.7-40.8	baars	8
15	BOVEN-SCHELDE IV	172100	11	105-137	13.4-30.9	baars	8
15	BOVEN-SCHELDE IV	172100	12	175-203	77.9-106.4	baars	2
15	BOVEN-SCHELDE IV	172100	13	462-495	177-239.2	paling	3
16	ZEESCHELDE II	164000	14	100-120	13.5-21.2	baars	3
16	ZEESCHELDE II	164000	15	362-415	78.3-117	paling	3
16	ZEESCHELDE II	164000	16	431	137.5	paling	1
17	ZEESCHELDE III + RUPEL	162000	17	411	97.7	paling	1

17	ZEESCHELDE III + RUPEL	162000	18	429	100	paling	1
17	ZEESCHELDE III + RUPEL	162000	19	444	154.1	paling	1
18	GETIJDEDIJLE-GETIJDEZENNE	212000	20	93-115	11-19.3	baars	4
18	GETIJDEDIJLE-GETIJDEZENNE	212000	21	395-432	107.1-151.3	paling	2
18	GETIJDEDIJLE-GETIJDEZENNE	212000	22	425	163	paling	1
19	HERK + KLEINE HERK	446000	23	586	295	paling	1
19	HERK + KLEINE HERK	446000	24	611	443	paling	1
20	MELSTERBEEK I+II	433900	25	447	156	paling	1
20	MELSTERBEEK I+II	433900	26	594	432	paling	1
21	DOMMEL	91000	27	143-165	42.4-64.9	baars	7 man
21	DOMMEL	91000	28	135-171	31.5-74.8	baars	8 vrouw
21	DOMMEL	91000	29	738-823	820.6-1079.6	paling	2
22	DEMER I	401000	30	86-178	9-77.7	baars	4
22	DEMER I	401000	31	352	82.7	paling	1
23	KANAAL DUINKERKE-NIEUWPOORT	680000	1	81-129	6.1-23.6	baars	12
23	KANAAL DUINKERKE-NIEUWPOORT	680000	2	133-167	32.6-59	baars	8
23	KANAAL DUINKERKE-NIEUWPOORT	680000	3	424-491	150.9-189.2	paling	3
24	KANAAL IEPER-IJZER	946000	4	422	136.4	paling	1
24	KANAAL IEPER-IJZER	946000	5	455	167.3	paling	1
24	KANAAL IEPER-IJZER	946000	6	592	383.7	paling	1
25	LEOPOLDKANAAL II	6000	7	137-188	34.6-77.4	baars	3
25	LEOPOLDKANAAL II	6000	8	189-205	96.8-120.6	baars	3
25	LEOPOLDKANAAL II	6000	9	435-510	170.7-293.8	paling	3
26	LEIE III	573300	10	106-190	17.3-95.2	baars	10
26	LEIE III	573300	11	360-445	11.6-178.7	paling	2
26	LEIE III	573300	12	446-583	195.9-367.5	paling	2
27	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE/SCHIPDONKKANAAL I	768000	13	120-200	24.4-116.9	baars	9
27	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE/SCHIPDONKKANAAL I	768000	14	392-443	112.7-168	paling	2
27	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE/SCHIPDONKKANAAL I	768000	15	520-537	294.3-306.1	paling	2
28	BOVEN-SCHELDE II+III	174000	16	465	215.4	paling	1
28	BOVEN-SCHELDE II+III	174000	17	483	213.6	paling	1
28	BOVEN-SCHELDE II+III	174000	18	507	237.9	paling	1
29	BELLEBEK	523000	19	494	163.2	paling	1
29	BELLEBEK	523000	20	500	197.3	paling	1
29	BELLEBEK	523000	21	490	205.2	paling	1
30	ZEEKANAAL BRUSSEL-SCHELDE	351000	22	97-112	11.5-17	baars	10
30	ZEEKANAAL BRUSSEL-SCHELDE	351000	23	114-132	17.9-29.1	baars	10
30	ZEEKANAAL BRUSSEL-SCHELDE	351000	24	442-522	160.5-294.6	paling	3
31	ZENNE II	341560	25	96-120	8.2-21.5	baars	7
31	ZENNE II	341560	26	467-506	160.1-232.4	paling	2
31	ZENNE II	341560	27	518-528	319.4-254	paling	2
32	GROTE NETE III	253000	28	92-101	10.4-13.9	baars	7
32	GROTE NETE III	253000	29	146-169	45.2-60.8	baars	9
32	GROTE NETE III	253000	30	432-449	113.1-129	paling	3
32	GROTE NETE III	253000	31	541	277.1	paling	1
33	MARK (Maas)	72000	32	80-123	5.7-18.9	baars	14
33	MARK (Maas)	72000	33	131-142	28.4-36.4	baars	4
33	MARK (Maas)	72000	34	372-383	87.7-119.6	paling	2
33	MARK (Maas)	72000	35	420-452	159.8-211.2	paling	2
34	HAVENGEUL IJZER	122	1	557	332	paling	1
34	HAVENGEUL IJZER	122	2	522	299	paling	1

35	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE II + KANAAL van EEKLO	765007	3	80-119	6.2-24	baars	12
35	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE II + KANAAL van EEKLO	765007	4	164-211	57-142	baars	8
35	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE II + KANAAL van EEKLO	765007	5	191-270	190-268	paling	3
36	TOERISTISCHE LEIE	571900	6	75-90	4.5-8.7	baars	13
36	TOERISTISCHE LEIE	571900	7	120-148	20-31	baars	7
36	TOERISTISCHE LEIE	571900	8	480-541	205-274	paling	3
37	DENDER IV	503500	9	88-127	8.2-28	baars	18
37	DENDER IV	503500	10	162-173	54-61	baars	2
37	DENDER IV	503500	11	445-518	166-289	paling	3
38	DENDER V	499500	12	84-122	6.8-20	baars	18
38	DENDER V	499500	13	175-180	81-79	baars	2
38	DENDER V	499500	14	420-450	161-216	paling	3
38	DENDER V	499500	15	482-543	183-295	paling	3
39	ZENNE I	347000	16	106-131	13-25	baars	14
39	ZENNE I	347000	17	204-225	126-191	baars	3
39	ZENNE I	347000	18	237-240	247-280	baars	2
40	DIJLE IV	216000	19	468	186	paling	1
40	DIJLE IV	216000	20	520	248	paling	1
40	DIJLE IV	216000	21	568	308	paling	1
41	KLEINE NETE II	274000	22	418	120	paling	1
41	KLEINE NETE II	274000	23	625	452	paling	1
41	KLEINE NETE II	274000	24	687	697	paling	1
42	KANAAL BOCHOLT-HERENTALS	848200	25	91-145	9.6-35	baars	10
42	KANAAL BOCHOLT-HERENTALS	848200	26	143-158	37.9-47	baars	6
42	KANAAL BOCHOLT-HERENTALS	848200	27	159-168	51-69	baars	4
43	ZUID-WILLEMSVAART + KANAAL BOCHOLT-HERENTALS (deels) + KANAAL BRIEGDEN-NEERHAREN	851700	28	84-95	6.4-9.8	baars	11
43	ZUID-WILLEMSVAART + KANAAL BOCHOLT-HERENTALS (deels) + KANAAL BRIEGDEN-NEERHAREN	851700	29	96-135	9.6-28	baars	9
43	ZUID-WILLEMSVAART + KANAAL BOCHOLT-HERENTALS (deels) + KANAAL BRIEGDEN-NEERHAREN	851700	30	365-515	75-252	paling	3
44	ALBERTKANAAL	824000	31	100-123	8.2-19	baars	18
44	ALBERTKANAAL	824000	32	149-160	34-50	baars	2
44	ALBERTKANAAL	824000	33	587-748	275-856	paling	2

Bijlage 3. Mosselpools

Tabel 15: Overzicht mosselpools met gebruikte soorten, overlevingspercentage en aantal individuen dat gebruikt werd voor PAK's analyses.

Nr.	Waterloop	VMM code	Soort	Overlevingspercentage (%)	# individuen
1	BOVEN-SCHELDE I	179000	<i>Dreissena polymorpha</i>	64	43
1	BOVEN-SCHELDE I	179000	<i>Anodonta cygnea</i>	100	3
2	DENDER I	511000	<i>Dreissena polymorpha</i>	93	69
2	DENDER I	511000	<i>Anodonta cygnea</i>	67	2
3	DEMER VII	390000	<i>Dreissena polymorpha</i>	50	30
3	DEMER VII	390000	<i>Anodonta cygnea</i>	100	3
4	MAAS I+II+III	122050	<i>Dreissena polymorpha</i>	94	70
4	MAAS I+II+III	122050	<i>Anodonta cygnea</i>	67	2
5	IJZER III	910000	<i>Dreissena polymorpha</i>	54	34
5	IJZER III	910000	<i>Anodonta cygnea</i>	100	3
6	LEIE I	581000	<i>Dreissena polymorpha</i>	97	72
6	LEIE I	581000	<i>Anodonta cygnea</i>	67	2
7	KANAAL GENT-TERNEUZEN + GENTSE HAVENDOKKEN	30000	<i>Dreissena polymorpha</i>	80	57
7	KANAAL GENT-TERNEUZEN + GENTSE HAVENDOKKEN	30000	<i>Anodonta cygnea</i>	67	2
8	KANAAL GENT-OOSTENDE III	770000	<i>Dreissena polymorpha</i>	94	70
8	KANAAL GENT-OOSTENDE III	770000	<i>Anodonta cygnea</i>	67	2
9	KLEINE NETE I	276700	<i>Dreissena polymorpha</i>	92	68
9	KLEINE NETE I	276700	<i>Anodonta cygnea</i>	67	3
10	ZEESCHELDE IV	154100	<i>Corbicula fluminea</i>	87	26
11	DIJLE I	221000	<i>Dreissena polymorpha</i>	88	38
11	DIJLE I	221000	<i>Anodonta cygnea</i>	0	0
12	IJZER I	916000	<i>Dreissena polymorpha</i>	100	65
13	BLANKENBERGSE VAART + NOORDEDE	877000	<i>Corbicula fluminea</i>	80	17
14	LEOPOLDKANAAL I	12000	<i>Corbicula fluminea</i>	90	20
15	BOVEN-SCHELDE IV	172100	<i>Dreissena polymorpha</i>	99	64
15	BOVEN-SCHELDE IV	172100	<i>Dreissena bugensis</i>	96	62
16	ZEESCHELDE II	164000	<i>Dreissena polymorpha</i>	99	64
16	ZEESCHELDE II	164000	<i>Dreissena bugensis</i>	97	63
17	ZEESCHELDE III + RUPEL	162000	<i>Dreissena polymorpha</i>	97	63
17	ZEESCHELDE III + RUPEL	162000	<i>Dreissena bugensis</i>	97	63
18	GETIJDEDIJLE-GETIJDZENNE	212000	<i>Dreissena polymorpha</i>	100	66
19	HERK + KLEINE HERK	446000	<i>Dreissena polymorpha</i>	98	34
20	MELSTERBEEK I+II	433900	<i>Dreissena polymorpha</i>	100	66
21	DOMMEL ^a	91000	<i>Dreissena polymorpha</i>	0	63
21	DOMMEL ^a	91000	<i>Dreissena bugensis</i>	0	66
22	DEMER I	401000	<i>Dreissena polymorpha</i>	100	66
23	KANAAL DUINKERKE-NIEUWPOORT	680000	<i>Corbicula fluminea</i>	97	20
24	KANAAL IEPEL-IJZER	946000	<i>Dreissena bugensis</i>	10	7
25	LEOPOLDKANAAL II	6000	<i>Corbicula fluminea</i>	53	11
26	LEIE III	573300	<i>Dreissena bugensis</i>	94	29
27	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE/SCHIPDONKKANAAL I	768000	<i>Dreissena bugensis</i>	100	62
28	BOVEN-SCHELDE II+III	174000	<i>Dreissena bugensis</i>	97	58
29	BELLEBEEK	523000	<i>Dreissena bugensis</i>	100	62
30	ZEEKANAAL BRUSSEL-SCHELDE	351000	<i>Dreissena bugensis</i>	97	58
31	ZENNE II	341560	<i>Dreissena bugensis</i>	99	59
32	GROTE NETE III	253000	<i>Dreissena bugensis</i>	97	58
33	MARK (Maas)	72000	<i>Dreissena bugensis</i>	97	57
34	HAVENGEUL IJZER ^b	122	<i>Mytilus edulis</i>	NA	10
35	AFLEIDINGSKANAAL van de LEIE II + KANAAL van EEKLO	765007	<i>Dreissena bugensis</i>	88	48
36	TOERISTISCHE LEIE	571900	<i>Dreissena bugensis</i>	94	54
37	DENDER IV	503500	<i>Dreissena bugensis</i>	90	50
38	DENDER V	499500	<i>Dreissena bugensis</i>	95	52
39	ZENNE I	347000	<i>Dreissena bugensis</i>	95	52
40	DIJLE IV	216000	<i>Dreissena bugensis</i>	98	53
41	KLEINE NETE II	274000	<i>Dreissena bugensis</i>	58	29
42	KANAAL BOCHOLT-HERENTALS	848200	<i>Dreissena bugensis</i>	77	42

43	ZUID-WILLEMSVAART + KANAAL BOCHOLT-HERENTALS (deels) + KANAAL BRIEGDEN-NEERHAREN	851700	<i>Dreissena bugensis</i>	93	50
44	ALBERTKANAAL	824000	<i>Dreissena bugensis</i>	63	39

^a Op de Dommel werd gewerkt met het weefsel dat nog gerecupereerd kon worden uit de dode mosselen.^b In de havengeul van de IJzer werden lokale gewone mosselen gebruikt, wegens te zout voor actieve biomonitoring.

Bijlage 4. Polluentconcentraties in biota

Tabel 16: overzicht individuele resultaten voor vetgehalte, droogrest, HCBz, HCBd, kwik, PBDE, HBCD, PFOS en PCB concentraties per versgewicht.

<i>Nr.</i>	<i>Poolnummer</i>	<i>VMM code</i>	<i>soort</i>	<i>Vet (%)</i>	<i>droogrest</i>	<i>HCBz</i>	<i>HCBd</i>	<i>kwik</i>	<i>PBDE</i>	<i>HBCD</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>
1	21	179000	baars	0.87	0.21	<0.1	<0.5	36	0.51	0.50	14	17
1	22	179000	baars	0.68	0.23	<0.1	<0.5	118	0.65	1.6	12	13
1	23	179000	paling	16	0.37	3.6	<0.5	74	86	412	16	369
2	16	511000	baars	0.6	0.25	<0.1	<0.5	156	0.30	0.40	8.8	41
2	14	511000	baars	0.49	0.23	<0.1	<0.5	248	0.58	0.40	8.4	44
2	15	511000	baars	0.51	0.20	<0.1	<0.5	24	0.36	0.45	8.7	21
2	17	511000	paling	17	0.34	6.3	<0.5	292	12	10	12	940
3	8	390000	baars	0.49	0.19	0.10	<0.5	96	0.66	0.53	20	4.1
3	9	390000	baars	0.48	0.17	0.10	<0.5	92	0.39	0.54	15	4.4
3	10	390000	paling	16	0.32	7.8	<0.5	332	5.8	19	14	273
4	31	122050	baars	0.72	0.21	0.10	<0.5	37	0.38	0.28	27	14
4	32	122050	baars	0.69	0.36	0.10	<0.5	98	0.47	0.30	18	12
4	30	122050	baars	0.95	0.20	0.10	<0.5	199	0.39	0.36	17	16
4	33	122050	paling	3.5	0.25	1.1	<0.5	252	2.6	9.2	12	274
5	26	910000	baars	0.55	0.17	<0.1	<0.5	75	0.13	<0.3	50	66
5	25	910000	baars	0.66	0.20	<0.1	<0.5	190	0.21	<0.3	48	4.0
5	24	910000	paling	8.71	0.29	1.1	<0.5	145	1.6	0.74	24	0.31
6	18	581000	baars	0.6	0.22	0.10	<0.5	30	0.71	0.95	29	31
6	19	581000	baars	0.66	0.22	<0.1	<0.5	91	0.45	0.69	30	21
6	20	581000	paling	21	0.74	10.0	<0.5	238	15	21	9.9	1115
7	11F	30000	baars	0.74	0.20	<0.1	<0.5	94	0.63	0.54	81	22
7	11M	30000	baars	0.81	0.22	0.10	<0.5	92	0.19	0.23	70	9.3
7	12	30000	baars	0.67	0.22	0.10	<0.5	157	0.50	0.44	59	25
8	6	770000	baars	1.02	0.21	<0.1	<0.5	89	0.23	0.44	43	18
8	5	770000	baars	0.92	0.22	<0.1	<0.5	154	0.51	0.48	45	4.1
8	7	770000	paling	15	0.45	2.7	<0.5	268	7.4	9.3	40	511
9	29	276700	baars	0.76	0.20	0.10	<0.5	35	0.28	0.37	13	2.2
9	28	276700	baars	0.8	0.19	<0.1	<0.5	43	0.52	0.36	12	1.9
9	27	276700	paling	17	0.27	3.2	<0.5	162	7.8	14	19	79
10	3	154100	paling	12	0.33	3.3	<0.5	87	15	5.4	55	1378
10	2	154100	paling	18	0.36	5.4	<0.5	156	16	5.9	44	894
10	1	154100	paling	19	0.44	6.6	<0.5	189	32	12	45	698
11	4	221000	paling	11	0.26	3.1	<0.5	323	4.0	15	5.6	112
12	1	916000	baars	0.23	0.21	0.10	<0.5	31	0.90	<0.3	20	38
12	2	916000	baars	0.35	0.21	<0.1	<0.5	42	0.90	<0.3	14	5.4
12	3	916000	paling	1.3	0.22	0.20	<0.5	232	0.50	<0.3	5.9	9.9
13	4	877000	baars	0.24	0.20	<0.1	<0.5	144	0.50	<0.3	21	7.8

13	5	877000	baars	0.31	0.21	<0.1	<0.5	124	<0.6	0.52	16	3.1
13	6	877000	paling	14	0.35	0.60	<0.5	111	0.40	<0.3	17	17
14	7	12000	baars	0.27	0.21	<0.1	<0.5	50	0.60	<0.3	5.9	5.1
14	8	12000	paling	10	0.30	0.50	<0.5	116	0.40	0.91	5.8	12
14	9	12000	paling	2.9	0.24	0.30	<0.5	147	2.2	0.98	11	19
15	10	172100	baars	0.18	0.20	0.10	<0.5	62	6.5	0.41	27	35
15	11	172100	baars	0.23	0.19	0.20	<0.5	56	9.1	0.34	27	78
15	12	172100	baars	0.18	0.20	<0.1	<0.5	122	6.4	0.26	23	37
15	13	172100	paling	15	0.34	3.7	<0.5	136	57	73	28	630
16	14	164000	baars	0.38	0.20	0.10	<0.5	36	1.9	0.30	43	38
16	15	164000	paling	6.7	0.27	1.2	<0.5	98	16	7.0	33	654
16	16	164000	paling	15	0.34	2.2	<0.5	100	37	19	32	981
17	17	162000	paling	7.2	0.27	2.2	<0.5	64	21	5.7	60	547
17	18	162000	paling	5.4	0.25	1.5	<0.5	97	19	13	34	1954
17	19	162000	paling	19	0.36	4.8	<0.5	72	24	8.3	32	1208
18	20	212000	baars	0.61	0.17	0.20	<0.5	46	2.8	0.40	18	53
18	21	212000	paling	8.2	0.27	2.3	<0.5	51	4.8	7.2	16	942
18	22	212000	paling	19	0.36	5.2	<0.5	29	6.3	13	8.6	845
19	23	446000	paling	16	0.34	2.9	<0.5	86	7.6	5.8	13	142
19	24	446000	paling	20	0.38	4.8	<0.5	140	12	4.9	14	209
20	25	433900	paling	8.4	0.29	2.0	<0.5	175	10	5.8	132	192
20	26	433900	paling	12	0.30	2.5	<0.5	140	12	5.9	83	145
21	27	91000	baars	0.39	0.21	<0.1	<0.5	42	1.7	0.40	3.8	5.6
21	28	91000	baars	0.44	0.21	<0.1	<0.5	45	1.1	0.83	4.3	6.7
21	29	91000	paling	32	0.48	5.8	<0.5	85	22	44	11	126
22	30	401000	baars	0.48	0.22	0.20	<0.5	35	1.6	0.50	13	14
22	31	401000	paling	8.8	0.28	1.4	<0.5	52	5.0	8.6	19	64
23	1	680000	baars	0.27	0.19	<0.1	<0.5	30	<0.6	<0.3	5.0	2.3
23	2	680000	baars	0.22	0.21	<0.1	<0.5	41	<0.6	<0.3	3.9	1.1
23	3	680000	paling	11	0.29	1.8	<0.5	34	2.2	1.53	3.9	47
24	4	946000	paling	1.9	0.21	0.40	<0.5	116	1.3	0.36	97	49
24	5	946000	paling	4.4	0.24	0.70	<0.5	159	1.5	0.91	87	61
24	6	946000	paling	13	0.31	2.7	<0.5	75	3.5	1.8	77	352
25	7	6000	baars	0.18	0.21	<0.1	<0.5	54	0.54	<0.3	17	6.9
25	8	6000	baars	0.22	0.21	<0.1	<0.5	36	<0.6	<0.3	15	2.1
25	9	6000	paling	29	0.39	1.4	<0.5	32	4.1	42	8.9	183
26	10	573300	baars	0.22	0.20	0.17	<0.5	34	0.91	0.29	33	18
26	11	573300	paling	14	0.35	6.0	<0.5	53	16	20	18	748
26	12	573300	paling	23	0.41	7.8	<0.5	41	24	3.7	33	845
27	13	768000	baars	0.30	0.21	0.25	<0.5	40	0.82	0.29	24	17
27	14	768000	paling	16	0.35	5.6	<0.5	70	13	16	17	502
27	15	768000	paling	24	0.37	5.9	<0.5	95	9.3	24	16	420
28	16	174000	paling	33	0.47	11.8	<0.5	87	70	51	10	772

28	17	174000	paling	24	0.38	5.0	<0.5	81	48	52	10	618
28	18	174000	paling	32	0.46	8.7	<0.5	121	67	61	7.1	642
29	19	523000	paling	13	0.30	1.9	<0.5	226	6.0	4.0	10	669
29	20	523000	paling	7.6	0.28	2.1	<0.5	226	4.5	2.4	16	1072
29	21	523000	paling	13	0.32	2.4	<0.5	199	3.9	2.6	21	604
30	22	351000	baars	0.28	0.20	0.13	<0.5	39	0.61	0.15	75	43
30	23	351000	baars	0.24	0.20	0.29	<0.5	50	0.59	0.15	75	58
30	24	351000	paling	6.4	0.28	9.4	<0.5	94	2.8	2.3	58	138
31	25	341560	baars	0.40	0.20	0.08	<0.5	32	0.80	0.15	89	101
31	26	341560	paling	17	0.35	4.9	<0.5	86	7.6	7.6	16	4292
31	27	341560	paling	16	0.35	4.3	<0.5	81	6.3	6.1	10	3625
32	28	253000	baars	0.35	0.20	0.36	<0.5	22	0.53	0.15	13	5.9
32	29	253000	baars	0.36	0.21	0.69	<0.5	58	0.73	0.15	18	6.8
32	30	253000	paling	5.1	0.26	2.4	<0.5	152	6.4	1.2	11	1489
32	31	253000	paling	6.7	0.26	10.4	<0.5	230	3.64	8.3	7.5	272
33	32	72000	baars	0.35	0.20	0.16	<0.5	70	0.40	0.15	6.0	7.0
33	33	72000	baars	0.35	0.19	<0.1	<0.5	93	<0.6	0.15	6.2	4.0
33	34	72000	paling	5.5	0.26	1.1	<0.5	56	1.3	0.54	13	60
33	35	72000	paling	6.5	0.23	0.8	<0.5	67	1.9	0.63	17	83
34	1	122	paling	17	0.35	1.2	<0.5	188	1.0	0.98	1.6	117
34	2	122	paling	16	0.35	1.4	<0.5	160	1.0	0.57	3.4	110
35	3	765007	baars	0.39	0.20	0.20	<0.5	64	0.30	0.15	44	9.1
35	4	765007	baars	0.46	0.21	<0.1	<0.5	106	0.30	0.15	78	10.8
35	5	765007	paling	0.93	0.21	0.5	<0.5	314	2.8	2.5	32	274
36	6	571900	baars	0.47	0.19	<0.1	<0.5	37	1.0	0.15	17	27
36	7	571900	baars	0.38	0.20	<0.1	<0.5	54	1.1	0.15	31	34
36	8	571900	paling	20	0.37	5.1	<0.5	129	19	18	21	1201
37	9	503500	baars	0.43	0.19	<0.1	<0.5	37	0.50	0.15	9.2	17
37	10	503500	baars	0.17	0.19	0.11	<0.5	78	1.8	0.24	9.2	80
37	11	503500	paling	13	0.33	4.2	<0.5	175	5.8	11	10	660
38	12	499500	baars	0.49	0.20	0.16	<0.5	49	0.80	0.20	9.4	28
38	13	499500	baars	0.28	0.20	<0.1	<0.5	65	0.70	0.15	17	22
38	14	499500	paling	10	0.26	1.4	<0.5	72	4.7	6.2	9.8	354
38	15	499500	paling	11	0.29	1.8	<0.5	80	7.1	3.7	17	648
39	16	347000	baars	0.53	0.20	0.10	<0.5	119	1.3	0.40	9.6	172
39	17	347000	baars	0.54	0.20	0.22	1.1	113	1.2	0.54	11	172
39	18	347000	baars	0.56	0.20	0.11	0.71	210	1.2	1.0	12	128
40	19	216000	paling	24	0.39	3.9	<0.5	154	5.4	22	0.83	279
40	20	216000	paling	14	0.34	3.6	<0.5	154	5.9	21	2.9	374
40	21	216000	paling	9.3	0.27	1.1	<0.5	149	3.2	17	5.4	152
41	22	274000	paling	2.8	0.24	0.7	<0.5	195	2.4	0.97	4.3	246
41	23	274000	paling	30	0.43	5.6	<0.5	165	14	13	5.4	475
41	24	274000	paling	20	0.38	3.1	<0.5	301	8.3	4.9	7.5	357

42	25	848200	baars	0.29	0.20	<0.1	<0.5	57	<0.6	0.15	13	20
42	26	848200	baars	0.25	0.19	<0.1	<0.5	80	<0.6	0.15	18	19
42	27	848200	baars	0.28	0.20	<0.1	<0.5	83	<0.6	0.15	14	14
43	28	851700	baars	0.5	0.19	<0.1	0.8	63	0.30	0.15	11	38
43	29	851700	baars	0.49	0.20	<0.1	0.78	79	<0.6	0.15	7.9	21
43	30	851700	paling	6	0.25	0.1	2.1	103	1.7	2.2	5.2	344
44	31	824000	baars	0.36	0.18	0.40	<0.5	110	2.7	0.23	11	233
44	32	824000	baars	0.44	0.20	0.12	<0.25	133	0.50	0.15	10	44
44	33	824000	paling	15	0.36	7.0	<0.25	243	9.4	9.0	8.4	840

Concentraties in µg/kg ww.

Tabel 17: overzicht individuele resultaten voor HCBz, kwik, PBDE, HBCD, PFOS en PCB concentraties per vetgewicht.

<i>Nr.</i>	<i>Poolnummer</i>	<i>VMM code</i>	<i>soort</i>	<i>HCBz</i>	<i>kwik</i>	<i>PBDE</i>	<i>HBCD</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>
1	21	179000	baars	5.7	4103	59	58	1600	1930
1	22	179000	baars	7.4	17353	96	236	1730	1931
1	23	179000	paling	23	464	537	2574	99	2308
2	16	511000	baars	8.3	26050	50	67	1475	8371
2	14	511000	baars	10	50592	118	81	1713	8716
2	15	511000	baars	9.8	4745	71	88	1706	3517
2	17	511000	paling	37	1716	70	60	69	5530
3	8	390000	baars	20	19673	135	107	4070	829
3	9	390000	baars	21	19104	81	112	3188	910
3	10	390000	paling	49	2078	36	117	87	1709
4	31	122050	baars	14	5194	53	39	3760	1517
4	32	122050	baars	14	14159	68	43	2574	1610
4	30	122050	baars	11	20947	41	38	1812	2370
4	33	122050	paling	31	7200	74	261	336	7837
5	26	910000	baars	9.1	13582	24	27	9125	762
5	25	910000	baars	7.6	28758	32	23	7342	606
5	24	910000	paling	13	1667	19	8.5	281	56
6	18	581000	baars	17	4983	118	158	4754	5240
6	19	581000	baars	7.6	13742	68	105	4499	3191
6	20	581000	paling	48	1132	71	99	47	5308
7	11F	30000	baars	6.8	12676	85	73	11004	3225
7	11M	30000	baars	12	11395	23	28	8676	1262
7	12	30000	baars	15	23433	75	65	8761	3109
8	6	770000	baars	4.9	8755	23	43	4216	1986
8	5	770000	baars	5.4	16739	55	53	4877	400
8	7	770000	paling	18	1789	49	62	267	3409
9	29	276700	baars	13	4632	37	49	1760	278
9	28	276700	baars	6.3	5363	65	45	1550	245
9	27	276700	paling	19	954	46	85	111	463
10	3	154100	paling	28	728	124	45	458	7252

10	2	154100	paling	30	864	90	33	245	4965
10	1	154100	paling	35	995	168	63	234	5814
11	4	221000	paling	28	2940	37	132	51	1020
12	1	916000	baars	44	13335	393	66	8870	16737
12	2	916000	baars	14	12116	258	43	4046	1549
12	3	916000	paling	15	17892	39	12	458	766
13	4	877000	baars	21	60178	209	63	8751	3269
13	5	877000	baars	16	40368	98	169	5361	995
13	6	877000	paling	4.3	788	2.8	1.1	121	121
14	7	12000	baars	18	18313	219	55	2146	1870
14	8	12000	paling	5.2	1213	4.2	9.5	61	129
14	9	12000	paling	10	5011	75	33	384	640
15	10	172100	baars	57	35333	3688	231	15275	19917
15	11	172100	baars	89	25082	4043	150	12117	34468
15	12	172100	baars	27	66086	3471	143	12394	20064
15	13	172100	paling	24	883	368	472	184	4079
16	14	164000	baars	26	9486	502	79	11385	10099
16	15	164000	paling	18	1464	236	105	498	9819
16	16	164000	paling	14	649	240	124	206	6342
17	17	162000	paling	30	893	295	79	835	7583
17	18	162000	paling	28	1807	345	235	633	36244
17	19	162000	paling	25	383	127	44	172	6397
18	20	212000	baars	33	7486	458	65	2900	8578
18	21	212000	paling	28	615	58	87	190	11452
18	22	212000	paling	28	158	34	69	46	4531
19	23	446000	paling	18	530	47	36	82	870
19	24	446000	paling	24	710	61	25	71	1057
20	25	433900	paling	24	2075	123	69	1565	2276
20	26	433900	paling	21	1154	96	49	682	1199
21	27	91000	baars	13	10913	438	104	984	1435
21	28	91000	baars	11	10295	252	190	985	1545
21	29	91000	paling	18	264	68	136	35	389
22	30	401000	baars	41	7289	331	102	2770	2937
22	31	401000	paling	16	588	57	98	214	724
23	1	680000	baars	19	11009	111	56	1859	847
23	2	680000	baars	23	18679	136	68	1755	519
23	3	680000	paling	17	313	20	14	36	429
24	4	946000	paling	19	6100	70	19	5099	2598
24	5	946000	paling	17	3625	35	21	1968	1395
24	6	946000	paling	21	577	27	13	595	2710
25	7	6000	baars	28	29835	297	83	9372	3841
25	8	6000	baars	23	16429	136	68	7028	954
25	9	6000	paling	4.8	111	14	146	31	631

26	10	573300	baars	76	15598	412	131	14988	7997
26	11	573300	paling	43	380	117	143	131	5342
26	12	573300	paling	34	177	105	16	145	3673
27	13	768000	baars	82	13406	273	97	8029	5511
27	14	768000	paling	35	439	81	101	105	3135
27	15	768000	paling	25	396	39	102	66	1750
28	16	174000	paling	36	265	212	154	32	2341
28	17	174000	paling	21	339	200	215	43	2574
28	18	174000	paling	27	377	208	190	22	2007
29	19	523000	paling	15	1737	46	31	80	5144
29	20	523000	paling	27	2971	60	32	208	14101
29	21	523000	paling	19	1529	30	20	159	4647
30	22	351000	baars	46	13858	218	54	26772	15294
30	23	351000	baars	122	20817	246	63	31226	24000
30	24	351000	paling	147	1468	43	36	913	2153
31	25	341560	baars	20	7938	199	38	22220	25218
31	26	341560	paling	29	504	45	44	95	25246
31	27	341560	paling	27	505	39	38	64	22657
32	28	253000	baars	102	6351	150	43	3783	1695
32	29	253000	baars	192	16210	202	42	5108	1887
32	30	253000	paling	47	2974	126	23	218	29189
32	31	253000	paling	155	3426	54	125	112	4064
33	32	72000	baars	47	20072	114	43	1718	2003
33	33	72000	baars	14	26525	86	43	1785	1137
33	34	72000	paling	20	1017	24	10	237	1097
33	35	72000	paling	12	1038	30	10	261	1273
34	1	122	paling	7.1	1107	5.9	5.8	9.5	685
34	2	122	paling	8.8	998	6.3	3.6	22	686
35	3	765007	baars	51	16497	77	38	11257	2341
35	4	765007	baars	11	23115	65	33	17048	2348
35	5	765007	paling	52	33739	301	265	3465	29452
36	6	571900	baars	11	7837	213	32	3606	5657
36	7	571900	baars	13	14080	289	39	8160	8853
36	8	571900	paling	26	643	97	90	105	6005
37	9	503500	baars	12	8662	116	35	2147	3986
37	10	503500	baars	65	46059	1059	143	5389	46871
37	11	503500	paling	32	1344	45	84	79	5073
38	12	499500	baars	33	9914	163	41	1918	5688
38	13	499500	baars	18	23038	250	54	5929	7979
38	14	499500	paling	14	719	47	62	98	3542
38	15	499500	paling	16	725	65	34	156	5892
39	16	347000	baars	19	22483	245	76	1810	32509
39	17	347000	baars	41	20915	222	100	2021	31852

39	18	347000	baars	20	37573	214	181	2227	22857
40	19	216000	paling	16	641	23	93	3.4	1164
40	20	216000	paling	26	1099	42	152	21	2669
40	21	216000	paling	12	1597	34	184	58	1630
41	22	274000	paling	25	6948	86	35	152	8779
41	23	274000	paling	19	549	45	44	18	1582
41	24	274000	paling	16	1505	42	25	37	1786
42	25	848200	baars	17	19674	103	52	4565	6914
42	26	848200	baars	20	31870	120	60	7019	7582
42	27	848200	baars	18	29782	107	54	5069	4861
43	28	851700	baars	10	12518	60	30	2140	7694
43	29	851700	baars	10	16159	61	31	1618	4359
43	30	851700	paling	2.0	1711	28	37	87	5733
44	31	824000	baars	111	30454	750	64	2969	64686
44	32	824000	baars	27	30286	114	34	2337	9973
44	33	824000	paling	47	1622	63	60	56	5598

Concentraties in µg/kg lw.

Tabel 18: overzicht individuele resultaten voor HCBz, kwik, PBDE, HBCD, PFOS en PCB concentraties per drooggewicht.

<i>Nr.</i>	<i>Poolnummer</i>	<i>VMM code</i>	<i>soort</i>	<i>HCBz</i>	<i>kwik</i>	<i>PBDE</i>	<i>HBCD</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>
1	21	179000	baars	0.24	172	2.5	2.4	67	81
1	22	179000	baars	0.22	510	2.8	6.9	51	57
1	23	179000	paling	9.7	199	231	1106	43	992
2	16	511000	baars	0.20	637	1.2	1.6	36	175
2	14	511000	baars	0.21	1058	2.5	1.7	36	217
2	15	511000	baars	0.24	118	1.8	2.2	43	86
2	17	511000	paling	18	850	35	30	34	2740
3	8	390000	baars	0.53	511	3.5	2.8	106	22
3	9	390000	baars	0.60	551	2.3	3.2	92	26
3	10	390000	paling	24	1035	18	58	43	852
4	31	122050	baars	0.47	175	1.8	1.3	126	71
4	32	122050	baars	0.28	272	1.3	0.83	49	54
4	30	122050	baars	0.49	977	1.9	1.8	85	45
4	33	122050	paling	4.4	1004	10	36	47	1093
5	26	910000	baars	0.30	448	0.78	0.90	301	231
5	25	910000	baars	0.25	947	1.0	0.75	242	20
5	24	910000	paling	3.8	506	5.6	2.6	85	1.9
6	18	581000	baars	0.46	138	3.3	4.4	132	145
6	19	581000	baars	0.23	416	2.1	3.2	136	97
6	20	581000	paling	14	322	20	28	13	1511
7	11F	30000	baars	0.24	459	3.1	2.6	398	99
7	11M	30000	baars	0.45	415	0.85	1.0	316	46
7	12	30000	baars	0.46	722	2.3	2.0	270	113

8	6	770000	baars	0.24	435	1.1	2.1	209	82
8	5	770000	baars	0.23	693	2.3	2.2	202	20
8	7	770000	paling	6.0	596	16	21	89	1135
9	29	276700	baars	0.50	178	1.0	1.9	68	12
9	28	276700	baars	0.26	225	2.6	1.9	65	9.4
9	27	276700	paling	12	605	41	54	70	293
10	3	154100	paling	10	263	45	16	166	3142
10	2	154100	paling	15	427	44	16	121	2454
10	1	154100	paling	15	431	73	27	102	2105
11	4	221000	paling	12	1257	16	56	22	436
12	1	916000	baars	0.47	142	4.2	0.70	95	179
12	2	916000	baars	0.23	197	4.2	0.70	66	25
12	3	916000	paling	0.93	1079	2.3	0.70	28	46
13	4	877000	baars	0.25	712	2.5	0.74	104	39
13	5	877000	baars	0.24	590	1.4	2.5	78	15
13	6	877000	paling	1.7	315	1.1	0.43	48	48
14	7	12000	baars	0.24	236	2.8	0.71	28	24
14	8	12000	paling	1.7	387	1.3	3.0	19	41
14	9	12000	paling	1.3	616	9.2	4.1	47	79
15	10	172100	baars	0.50	310	32	2.0	134	175
15	11	172100	baars	1.0	290	47	1.7	140	399
15	12	172100	baars	0.24	595	31	1.3	112	181
15	13	172100	paling	11	407	170	217	85	1880
16	14	164000	baars	0.50	181	9.6	1.5	217	192
16	15	164000	paling	4.5	368	59	26	125	2466
16	16	164000	paling	6.5	298	111	57	95	2917
17	17	162000	paling	8.1	239	79	21	223	2025
17	18	162000	paling	6.0	391	75	51	137	7847
17	19	162000	paling	13	199	66	23	89	3318
18	20	212000	baars	1.2	271	17	2.4	105	311
18	21	212000	paling	8.4	184	17	26	57	3432
18	22	212000	paling	14	81	17	35	24	2329
19	23	446000	paling	8.4	250	22	17	39	411
19	24	446000	paling	13	374	32	13	37	556
20	25	433900	paling	6.9	600	36	20	452	658
20	26	433900	paling	8.4	469	39	20	277	487
21	27	91000	baars	0.24	202	8.1	1.9	18	27
21	28	91000	baars	0.24	218	5.3	4.0	21	33
21	29	91000	paling	12	179	46	92	23	264
22	30	401000	baars	0.93	164	7.4	2.3	62	66
22	31	401000	paling	5.1	188	18	31	68	232
23	1	680000	baars	0.26	153	1.5	0.77	26	12
23	2	680000	baars	0.24	199	1.5	0.73	19	5.5

23	3	680000	paling	6.3	119	7.4	5.3	14	163
24	4	946000	paling	1.8	558	6.4	1.7	467	238
24	5	946000	paling	3.1	665	6.3	3.8	361	256
24	6	946000	paling	8.8	241	11	5.6	249	1132
25	7	6000	baars	0.24	260	2.6	0.73	82	33
25	8	6000	baars	0.24	172	1.4	0.72	74	10
25	9	6000	paling	3.5	83	11	109	23	471
26	10	573300	baars	0.85	174	4.6	1.5	167	89
26	11	573300	paling	17	154	48	58	53	2164
26	12	573300	paling	19	101	60	9.1	82	2082
27	13	768000	baars	1.2	196	4.0	1.4	117	81
27	14	768000	paling	16	202	37	46	48	1440
27	15	768000	paling	16	261	25	67	43	1150
28	16	174000	paling	25	185	149	108	22	1639
28	17	174000	paling	13	217	127	138	28	1643
28	18	174000	paling	19	264	146	133	15	1403
29	19	523000	paling	6.6	762	20	14	35	2257
29	20	523000	paling	7.5	813	16	8.8	57	3859
29	21	523000	paling	7.6	617	12	7.9	64	1876
30	22	351000	baars	0.63	190	3.0	0.73	367	210
30	23	351000	baars	1.5	250	3.0	0.75	376	289
30	24	351000	paling	33	332	9.8	8.3	207	487
31	25	341560	baars	0.40	160	4.0	0.76	448	509
31	26	341560	paling	14	241	21	21	45	12091
31	27	341560	paling	12	230	18	17	29	10298
32	28	253000	baars	1.8	110	2.6	0.74	66	29
32	29	253000	baars	3.3	279	3.5	0.72	88	32
32	30	253000	paling	9.2	585	25	4.5	43	5742
32	31	253000	paling	40	884	14	32	29	1048
33	32	72000	baars	0.82	354	2.0	0.76	30	35
33	33	72000	baars	0.26	478	1.5	0.77	32	21
33	34	72000	paling	4.3	213	5.0	2.1	50	230
33	35	72000	paling	3.3	291	8.4	2.7	73	357
34	1	122	paling	3.4	534	2.8	2.8	4.6	331
34	2	122	paling	4.0	461	2.9	1.7	9.9	317
35	3	765007	baars	1.0	325	1.5	0.76	222	46
35	4	765007	baars	0.24	508	1.4	0.72	375	52
35	5	765007	paling	2.3	1526	14	12	157	1332
36	6	571900	baars	0.26	189	5.1	0.77	87	136
36	7	571900	baars	0.25	271	5.6	0.76	157	170
36	8	571900	paling	14	349	52	49	57	3258
37	9	503500	baars	0.26	192	2.6	0.77	47	88
37	10	503500	baars	0.58	414	9.5	1.3	48	422

37	11	503500	paling	13	531	18	33	31	2004
38	12	499500	baars	0.81	246	4.1	1.0	48	141
38	13	499500	baars	0.25	326	3.5	0.76	84	113
38	14	499500	paling	5.3	274	18	24	38	1351
38	15	499500	paling	6.2	273	24	13	59	2217
39	16	347000	baars	0.51	606	6.6	2.0	49	876
39	17	347000	baars	1.1	558	5.9	2.7	54	850
39	18	347000	baars	0.54	1041	5.9	5.0	62	633
40	19	216000	paling	10	395	14	58	2.1	718
40	20	216000	paling	11	459	18	63	8.7	1114
40	21	216000	paling	4.0	542	12	62	20	553
41	22	274000	paling	3.0	817	10	4.1	18	1032
41	23	274000	paling	13	380	31	31	12	1093
41	24	274000	paling	8.1	788	22	13	20	935
42	25	848200	baars	0.26	292	1.5	0.77	68	103
42	26	848200	baars	0.26	415	1.6	0.78	91	99
42	27	848200	baars	0.25	418	1.5	0.75	71	68
43	28	851700	baars	0.26	326	1.6	0.78	56	201
43	29	851700	baars	0.25	395	1.5	0.75	40	107
43	30	851700	paling	0.48	411	6.8	8.9	21	1376
44	31	824000	baars	2.3	620	15	1.3	60	1317
44	32	824000	baars	0.59	661	2.5	0.74	51	218
44	33	824000	paling	19	672	26	25	23	2319

Concentraties in µg/kg dw.

Tabel 19: Gepoolde resultaten per locatie voor baars in versgewicht.

<i>Nr.</i>	<i>VMM code</i>	<i>HCbz</i>	<i>kwik</i>	<i>PBDE</i>	<i>HBCD</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>	<i>Dioxines</i>
1	179000	<0.1	77	0.58	1.1	13	23	0.001
2	511000	<0.1	143	0.41	0.41	8.6	177	0.002
3	390000	0.10	94	0.53	0.53	18	475	0.001
4	122050	0.10	111	0.41	0.31	21	114	0.001
5	910000	<0.1	132	0.17	<0.3	49	139	0.0004
6	581000	0.08	60	0.58	0.82	29	74	0.002
7	30000	0.08	114	0.44	0.40	70	394	0.002
8	770000	<0.1	122	0.37	0.46	44	24	0.002
9	276700	0.08	39	0.40	0.37	13	42	0.0003
10	154100							
11	221000							
12	916000	0.08	36	0.90	<0.3	17	23	
13	877000	<0.1	134	0.40	0.34	19	5.6	0.001
14	12000	<0.1	50	0.60	<0.3	5.9	5.2	
15	172100	0.12	80	7.3	0.34	26	52	0.002
16	164000	0.10	36	1.9	0.30	43	40	
17	162000			2.8				
18	212000	0.20	46		0.40	18	54	
19	446000							
20	433900							
21	91000	<0.1	44	1.4	0.62	4.1	6.4	0.003
22	401000	0.20	35	1.6	0.50	13	15	0.001
23	680000	<0.1	35	<0.6	<0.3	4.4	1.7	0.001
24	946000							
25	6000	<0.1	45	0.42	<0.3	16	4.5	0.002
26	573300	0.17	34	0.91	0.29	33	18	0.002
27	768000	0.25	40	0.82	0.29	24	17	0.002
28	174000							
29	523000							
30	351000	0.21	44	0.60	<0.3	75	50	0.004
31	341560	0.08	32	0.80	<0.3	89	101	
32	253000	0.52	40	0.63	<0.3	16	6.4	0.001
33	72000	0.11	82	0.35	<0.3	6.1	5.5	0.001
34	122							
35	765007	0.13	85	<0.6	<0.3	61	10	0.001
36	571900	<0.1	45	1.1	<0.3	24	30	0.002
37	503500	0.08	58	1.2	0.20	9.2	48	0.001
38	499500	0.11	57	0.75	0.18	13	25	0.001
39	347000	0.14	148	1.2	0.65	11	157	0.004
40	216000							
41	274000							
42	848200	<0.1	73	<0.6	<0.3	15	18	0.001
43	851700	<0.1	71	<0.6	<0.3	9.3	30	0.001
44	824000	0.26	121	1.6	0.19	10	138	0.002

Concentraties in µg/kg ww. Dioxines in µg TEQ-WHO₂₀₀₅/kg ww. Lege cellen geven locaties waar niet voldoende vis werd verzameld om analyses op uit te voeren. Voor metingen onder de BG werd de helft van deze waarde gebruikt.

Tabel 20: Gepoolde resultaten per locatie voor paling in versgewicht.

<i>Nr.</i>	<i>VMM code</i>	<i>HCbz</i>	<i>kwik</i>	<i>PBDE</i>	<i>HBCD</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>	<i>Dioxines</i>
1	179000	3.6	74	86	412	16	375	
2	511000	6.3	292	12	10	12	982	
3	390000	7.8	332	5.8	19	14	275	
4	122050	1.1	252	2.6	9.2	12	288	
5	910000	1.1	145	1.6	0.74	24	70	
6	581000	10	238	15	21	10	1112	
7	30000							
8	770000	2.7	268	7.4	9.3	40	524	
9	276700	3.2	162	7.8	14	19	585	
10	154100	5.1	144	21	7.7	48	1510	0.040
11	221000	3.1	323	4.0	15	5.6	1480	0.004
12	916000	0.20	232	0.50	<0.3	5.9	10	0.001
13	877000	0.60	111	0.40	<0.3	17	17	
14	12000	0.40	132	1.3	0.94	8.5	16	0.002
15	172100	3.7	136	57	73	28	640	
16	164000	1.7	99	26	13	33	825	0.020
17	162000	2.8	78	21	8.9	42	1251	0.020
18	212000	3.8	40	5.6	10	12	914	0.010
19	446000	3.9	113	9.8	5.3	14	177	0.007
20	433900	2.3	158	11	5.9	107	185	0.006
21	91000	5.8	85	22	44	11	129	
22	401000	1.4	52	5.0	8.6	19	65	
23	680000	1.8	34	2.2	1.5	3.9	47	
24	946000	1.3	117	2.1	1.0	87	154	0.005
25	6000	1.4	32	4.1	42	8.9	183	
26	573300	6.9	47	20	12	26	796	
27	768000	5.7	83	11	20	16	461	
28	174000	8.5	97	62	54	9.3	677	0.020
29	523000	2.2	217	4.8	3.0	16	781	0.009
30	351000	9.4	94	2.8	2.3	58	138	
31	341560	4.6	83	6.9	6.9	13	3958	0.040
32	253000	6.4	191	5.0	4.8	9.3	880	
33	72000	0.94	62	1.6	0.59	15	72	
34	122	1.3	174	1.0	0.78	2.5	113	0.008
35	765007	0.48	314	2.8	2.5	32	274	
36	571900	5.1	129	19	18	21	1201	
37	503500	4.2	175	5.8	11	10	660	
38	499500	1.6	76	5.9	5.0	13	501	
39	347000							
40	216000	2.9	152	4.8	20	3.1	268	0.007
41	274000	3.1	220	8.1	6.4	5.7	359	0.012
42	848200							
43	851700	0.12	103	1.7	2.2	5.2	344	
44	824000	7.0	243	9.4	9.0	8.4	840	

Concentraties in µg/kg ww. Dioxines in µg TEQ-WHO₂₀₀₅/kg ww. Lege cellen geven locaties waar niet voldoende vis werd verzameld om analyses op uit te voeren. Voor metingen onder de BG werd de helft van deze waarde gebruikt.

Tabel 21: Gepoolde resultaten per locatie voor baars in vetgewicht.

<i>Nr.</i>	<i>VMM code</i>	<i>HCbz</i>	<i>kwik</i>	<i>PBDE</i>	<i>HBCD</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>	<i>Dioxines</i>
1	179000	6.6	10728	77	147	1665	3058	0.12
2	511000	9.4	27129	80	78	1631	31063	0.39
3	390000	21	19389	108	109	3629	96906	0.23
4	122050	13	13434	54	40	2716	15508	0.06
5	910000	8.3	21170	28	25	8233	25242	0.07
6	581000	12	9363	93	131	4626	11920	0.28
7	30000	11	15835	61	55	9480	53280	0.22
8	770000	5.2	12747	39	48	4547	2427	0.21
9	276700	9.7	4997	51	47	1655	5527	0.04
10	154100							
11	221000							
12	916000	29	12725	326	54	6458	9477	
13	877000	19	50273	153	116	7056	2192	0.20
14	12000	18	18313	219	55	2146	1900	
15	172100	58	42167	3734	175	13262	25725	1.03
16	164000	26	9486	502	79	11385	10432	
17	162000							
18	212000	33	7486	458	65	2900	8889	
19	446000							
20	433900							
21	91000	12	10604	345	147	984	1538	0.66
22	401000	41	7289	331	102	2770	3100	0.23
23	680000	21	14844	124	62	1807	683	0.55
24	946000							
25	6000	25	23132	217	76	8200	2398	0.75
26	573300	76	15598	412	131	14988	7997	0.75
27	768000	82	13406	273	97	8029	5511	0.50
28	174000							
29	523000							
30	351000	84	17337	232	58	28999	19647	1.34
31	341560	20	7938	199	38	22220	25218	
32	253000	147	11280	176	42	4446	1791	0.64
33	72000	30	23299	100	43	1751	1570	0.50
34	122							
35	765007	31	19806	71	36	14152	2344	0.11
36	571900	12	10958	251	36	5883	7255	0.36
37	503500	38	27360	588	89	3768	25428	0.46
38	499500	25	16476	207	47	3923	6833	0.22
39	347000	26	26990	227	119	2019	29073	0.73
40	216000							
41	274000							
42	848200	18	27109	110	55	5551	6452	0.30
43	851700	10	14338	61	30	1879	6027	0.21
44	824000	69	30370	432	49	2653	37329	0.48

Concentraties in µg/kg lw. Dioxines in µg TEQ-WHO₂₀₀₅/kg lw. Lege cellen geven locaties waar niet voldoende vis werd verzameld om analyses op uit te voeren.

Tabel 22: Gepoolde resultaten per locatie voor paling in vetgewicht.

<i>Nr.</i>	<i>VMM code</i>	<i>HCbz</i>	<i>kwik</i>	<i>PBDE</i>	<i>HBCD</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>	<i>Dioxines</i>
1	179000	23	464	537	2574	99	2345	
2	511000	37	1716	70	60	69	5775	
3	390000	49	2078	36	117	87	1721	
4	122050	31	7200	74	261	336	8237	
5	910000	13	1667	19	8.5	281	804	
6	581000	48	1132	71	99	47	5297	
7	30000							
8	770000	18	1789	49	62	267	3494	
9	276700	19	954	46	85	111	3439	
10	154100	31	862	127	47	313	8814	0.23
11	221000	28	2940	37	132	51	13453	0.04
12	916000	15	17892	39	12	458	771	0.10
13	877000	4.3	788	2.8	1.1	121	122	
14	12000	7.7	3112	40	21	222	385	0.02
15	172100	24	883	368	472	184	4140	
16	164000	16	1057	238	114	352	8153	0.16
17	162000	28	1028	256	120	546	16893	0.21
18	212000	28	386	46	78	118	8163	0.07
19	446000	21	620	54	30	77	975	0.04
20	433900	22	1614	110	59	1123	1908	0.06
21	91000	18	264	68	136	35	398	
22	401000	16	588	57	98	214	741	
23	680000	17	313	20	14	36	429	
24	946000	19	3434	44	18	2554	2235	0.07
25	6000	4.8	111	14	146	31	631	
26	573300	38	279	111	79	138	4508	
27	768000	30	418	60	101	86	2443	
28	174000	28	327	207	186	32	2307	0.08
29	523000	20	2079	45	28	149	7964	0.08
30	351000	147	1468	43	36	913	2153	
31	341560	28	505	42	41	79	23951	0.22
32	253000	101	3200	90	74	165	16626	
33	72000	16	1027	27	9.8	249	1185	
34	122	7.9	1052	6.1	4.7	16	686	0.05
35	765007	52	33739	301	265	3465	29452	
36	571900	26	643	97	90	105	6005	
37	503500	32	1344	45	84	79	5073	
38	499500	15	722	56	48	127	4717	
39	347000							
40	216000	18	1112	33	143	27	1821	0.04
41	274000	20	3001	57	35	69	4049	0.04
42	848200							
43	851700	2.0	1711	28	37	87	5733	
44	824000	47	1622	63	60	56	5598	

Concentraties in µg/kg lw. Dioxines in µg TEQ-WHO₂₀₀₅/kg lw. Lege cellen geven locaties waar niet voldoende vis werd verzameld om analyses op uit te voeren.

Tabel 23: Gepoolde resultaten per locatie voor baars in drooggewicht.

<i>Nr.</i>	<i>VMM code</i>	<i>HCBz</i>	<i>kwik</i>	<i>PBDE</i>	<i>HBCD</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>	<i>Dioxines</i>
1	179000	0.23	341	2.6	4.7	59	102	0.004
2	511000	0.22	604	1.8	1.8	38	747	0.009
3	390000	0.57	531	2.9	3.0	99	2517	0.006
4	122050	0.41	474	1.7	1.3	87	516	0.002
5	910000	0.27	698	0.91	0.82	271	833	0.002
6	581000	0.35	277	2.7	3.8	134	340	0.008
7	30000	0.38	532	2.1	1.9	328	1917	0.008
8	770000	0.23	564	1.7	2.2	206	111	0.009
9	276700	0.38	201	2.1	1.9	66	213	0.002
10	154100							
11	221000							
12	916000	0.35	170	4.2	0.70	80	106	
13	877000	0.24	651	1.9	1.6	91	27	0.003
14	12000	0.24	236	2.8	0.7	28	25	
15	172100	0.59	399	37	1.7	129	261	0.010
16	164000	0.50	181	9.6	1.5	217	199	
17	162000							
18	212000	1.2	271	17	2.4	105	322	
19	446000							
20	433900							
21	91000	0.24	210	6.7	3.0	20	31	0.013
22	401000	0.93	164	7.4	2.3	62	70	0.005
23	680000	0.25	176	1.5	0.75	22	9	0.007
24	946000							
25	6000	0.24	216	2.0	0.72	78	22	0.007
26	573300	0.85	174	4.6	1.5	167	89	0.008
27	768000	1.2	196	4.0	1.4	117	81	0.007
28	174000							
29	523000							
30	351000	1.0	220	3.0	0.74	371	249	0.017
31	341560	0.40	160	4.0	0.76	448	509	
32	253000	2.5	195	3.0	0.73	77	31	0.007
33	72000	0.54	416	1.8	0.76	31	28	0.006
34	122							
35	765007	0.62	417	1.5	0.74	298	49	0.002
36	571900	0.25	230	5.4	0.76	122	153	0.008
37	503500	0.42	303	6.0	1.0	48	255	0.007
38	499500	0.53	286	3.8	0.89	66	127	0.004
39	347000	0.71	735	6.2	3.2	55	786	0.020
40	216000							
41	274000							
42	848200	0.26	375	1.5	0.77	77	90	0.004
43	851700	0.26	361	1.5	0.77	48	154	0.005
44	824000	1.4	640	8.9	1.0	56	767	0.010

Concentraties in µg/kg dw. Dioxines in µg TEQ-WHO₂₀₀₅/kg dw. Lege cellen geven locaties waar niet voldoende vis werd verzameld om analyses op uit te voeren.

Tabel 24: Gepoolde resultaten per locatie voor paling in drooggewicht.

<i>Nr.</i>	<i>VMM code</i>	<i>HCbz</i>	<i>kwik</i>	<i>PBDE</i>	<i>HBCD</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>	<i>Dioxines</i>
1	179000	9.7	199	231	1106	43	1008	
2	511000	18	850	35	30	34	2862	
3	390000	24	1035	18	58	43	858	
4	122050	4.4	1004	10	36	47	1148	
5	910000	3.8	506	5.6	2.6	85	244	
6	581000	14	322	20	28	13	1508	
7	30000							
8	770000	6.0	596	16	21	89	1164	
9	276700	12	605	29	54	70	2181	
10	154100	13	374	54	20	130	3860	0.100
11	221000	12	1257	16	56	22	5750	0.016
12	916000	0.93	1079	2.3	0.70	28	46	0.006
13	877000	1.7	315	1.1	0.43	48	49	
14	12000	1.5	502	5.3	3.6	33	60	0.005
15	172100	11	407	170	217	85	1908	
16	164000	5.5	333	85	42	110	2717	0.056
17	162000	9.1	276	73	32	150	4445	0.077
18	212000	11	133	17	31	40	2945	0.031
19	446000	11	312	27	15	38	489	0.019
20	433900	7.6	534	37	20	365	629	0.021
21	91000	12	179	46	92	23	270	
22	401000	5.1	188	18	31	68	237	
23	680000	6.3	119	7.4	5.3	14	163	
24	946000	4.6	488	8.0	3.7	359	542	0.018
25	6000	3.5	83	11	109	23	471	
26	573300	18	127	54	33	68	2123	
27	768000	16	231	31	57	46	1295	
28	174000	19	222	141	126	22	1562	0.055
29	523000	7.2	731	16	10	52	2664	0.028
30	351000	33	332	10	8.3	207	487	
31	341560	13	236	20	19	37	11195	0.103
32	253000	25	735	19	18	36	3395	
33	72000	3.8	252	6.7	2.4	61	294	
34	122	3.7	498	2.9	2.2	7.3	324	0.023
35	765007	2.3	1526	14	12	157	1332	
36	571900	14	349	52	49	57	3258	
37	503500	13	531	18	33	31	2004	
38	499500	5.7	273	21	18	48	1784	
39	347000							
40	216000	8.3	465	14	61	10	795	0.021
41	274000	8.0	661	21	16	17	1020	0.033
42	848200							
43	851700	0.48	411	6.8	8.9	21	1376	
44	824000	19	672	26	25	23	2319	

Concentraties in µg/kg dw. Dioxines in µg TEQ-WHO₂₀₀₅/kg dw. Lege cellen geven locaties waar niet voldoende vis werd verzameld om analyses op uit te voeren.

Tabel 25: resultaten voor PAK's in zoetwatermosselen van het *Dreissena* genus in versgewicht

Nr.	VMM code	Benzo(a)pyreen			Fluorantheen		
		<i>D. polymorpha</i>	<i>D. bugensis</i>	<i>Dreissena spec.</i>	<i>D. polymorpha</i>	<i>D. bugensis</i>	<i>Dreissena spec.</i>
1	179000	5.2		5.2	17		17
2	511000	1.3		1.3	4.2		4.2
3	390000	1.8		1.8	11		11
4	122050	4.7		4.7	17		17
5	910000	1.0		1.0	5.6		5.6
6	581000	2.1		2.1	6.8		6.8
7	30000	17		17	29		29
8	770000	2.8		2.8	13		13
9	276700	1.4		1.4	10		10
10	154100			0.4 ^b			28 ^b
11	221000	4.9		4.9	14		14
12	916000	2.4		2.4	12		12
13	877000			<1 ^b			22 ^b
14	12000			2.9 ^b			41 ^b
15	172100	9.5	6.5	8.0	59	26	43
16	164000	7.7	5.5	6.6	30	20	25
17	162000	8.3	5.8	7.1	53	21	37
18	212000	5.2		5.2	46		46
19	446000	3.7		3.7	67		67
20	433900	6.4		6.4	50		50
21	91000	1.8	2.1	2.0	14	15	15
22	401000	4.1		4.1	37		37
23	680000			<1 ^b			29 ^b
24	946000		2.7	2.7		30	30
25	6000			<1 ^b			19 ^b
26	573300		2.8	2.8		16	16
27	768000		5.2	5.2		22	22
28	174000		8	8		32	32
29	523000		2	2		15	15
30	351000		11	11		11	11
31	341560		27	27		107	107
32	253000		2.8	2.8		18	18
33	72000		<1	<1		16	16
34	122			1.1 ^c			15 ^c
35	765007		3.0	3.0		45	45
36	571900		4.4	4.4		26	26
37	503500		1.6	1.6		18	18
38	499500		4.0	4.0		24	24
39	347000		4.9	4.9		29	29
40	216000		1.4	1.4		26	26
41	274000		<1	<1		11	11
42	848200		3.5	3.5		9.0	9.0
43	851700		12	12		18	18
44	824000		13	13		40	40

Concentraties in µg/kg ww. Lege cellen geven locaties waar een andere soort gebruikt werd voor actieve biomonitoring. Voor metingen onder de BG werd de helft van deze waarde gebruikt. ^b Aziatische korfmossel, ^c gewone mossel.

Tabel 26: resultaten voor PAK's in zoetwatermosselen van het *Dreissena* genus in drooggewicht

Nr.	VMM code	Benzo(a)pyreen			Fluorantheen		
		<i>D. polymorpha</i>	<i>D. bugensis</i>	<i>Dreissena spec.</i>	<i>D. polymorpha</i>	<i>D. bugensis</i>	<i>Dreissena spec.</i>
1	179000	0.05		0.05	0.15		0.15
2	511000	0.01		0.01	0.03		0.03
3	390000	0.009		0.009	0.05		0.05
4	122050	0.04		0.04	0.15		0.15
5	910000	0.006		0.006	0.03		0.03
6	581000	0.02		0.02	0.06		0.06
7	30000	0.16		0.16	0.26		0.26
8	770000	0.03		0.03	0.12		0.12
9	276700	0.01		0.01	0.09		0.09
10	154100			0.003 ^b			0.21 ^b
11	221000	0.04		0.04	0.10		0.10
12	916000	0.02		0.02	0.08		0.08
13	877000			<BG ^b			0.13 ^b
14	12000			0.01 ^b			0.19 ^b
15	172100	0.07	0.06	0.06	0.42	0.24	0.33
16	164000	0.05	0.05	0.05	0.20	0.18	0.19
17	162000	0.06	0.05	0.06	0.38	0.19	0.24
18	212000	0.04		0.04	0.33		0.33
19	446000	0.02		0.02	0.39		0.39
20	433900	0.04		0.04	0.28		0.28
21	91000	0.02	0.02	0.02	0.18	0.16	0.17
22	401000	0.03		0.03	0.26		0.26
23	680000			<BG ^b			0.17 ^b
24	946000		0.03	0.03		0.34	0.34
25	6000			<BG ^b			0.12 ^b
26	573300		0.02	0.02		0.13	0.13
27	768000		0.04	0.04		0.17	0.17
28	174000		0.06	0.06		0.25	0.25
29	523000		0.01	0.01		0.09	0.09
30	351000		0.09	0.09		0.08	0.08
31	341560		0.27	0.27		1.1	1.1
32	253000		0.02	0.02		0.13	0.13
33	72000		<BG	<BG		0.11	0.11
34	122			0.01 ^c			0.14 ^c
35	765007		0.02	0.02		0.35	0.35
36	571900		0.03	0.03		0.20	0.20
37	503500		0.02	0.02		0.16	0.16
38	499500		0.03	0.03		0.20	0.20
39	347000		0.04	0.04		0.21	0.21
40	216000		0.009	0.009		0.17	0.17
41	274000		<BG	<BG		0.08	0.08
42	848200		0.02	0.02		0.05	0.05
43	851700		0.08	0.08		0.11	0.11
44	824000		0.09	0.09		0.29	0.29

Concentraties in µg/g dw. Lege cellen geven locaties waar een andere soort gebruikt werd voor actieve biomonitoring. Voor metingen onder de BG werd de helft van deze waarde gebruikt. ^b Aziatische korfmossel, ^c gewone mossel.

Bijlage 5. Polluentconcentraties in waterbodem en –kolom

Tabel 27: Concentraties gemeten in waterkolom (data afkomstig van de VMM).

<i>Nr.</i>	<i>VMM code</i>	<i>Hg</i>	<i>B(a)p</i>	<i>Flu</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>
1	179000	<0.015	0.03	0.07	0.004	<0.007
2	511000	<0.015	<0.005	0.01	0.002	<0.007
3	390000	<0.003	<0.005	<0.01	0.002	<0.007
4	122050	<0.003	<0.005	<0.01		<0.007
5	910000	<0.015	<0.01	<0.005		<0.007
6	581000	<0.015	0.01	0.03	0.006	<0.008
7	30000	<0.015				
8	770000	<0.015	<0.005	0.01	0.007	
9	276700	<0.003				
10	154100	<0.015				
11	221000	0.02	<0.005	<0.005	0.001	<0.007
12	916000	<0.015	<0.005	<0.010		<0.007
13	877000	<0.015				
14	12000	<0.015	<0.005	<0.005		<0.070
15	172100	<0.015				
16	164000	<0.015	0.02	0.05	0.007	<0.040
17	162000	<0.015	0.02	0.03	0.014	<0.010
18	212000					
19	446000	<0.003				
20	433900	<0.003				
21	91000	<0.003	<0.01	0.02		<0.007
22	401000	<0.003				
23	680000	<0.015	<0.010	0.02	0.003	<0.007
24	946000	<0.015				
25	6000	<0.015	<0.005	<0.010	0.005	<0.007
26	573300	<0.015				
27	768000	<0.015	0.01	0.04	0.008	<0.07
28	174000	<0.015				
29	523000	<0.015				
30	351000	<0.003				
31	341560	<0.003	0.12	0.43	0.004	0.023
32	253000	<0.015	<0.010	0.01	0.006	<0.007
33	72000	<0.003	<0.005	<0.010	0.0004	<0.007
34	122	<0.015	<0.005	<0.010	0.002	<0.007
35	765007	<0.015	<0.005	0.01	0.007	<0.007
36	571900	<0.015				
37	503500	<0.015				
38	499500	<0.015	<0.010	<0.010	0.008	<0.008
39	347000	<0.003	<0.01	0.01	0.003	<0.009
40	216000	<0.003				
41	274000	<0.003				
42	848200	<0.003				
43	851700	<0.003				
44	824000	<0.003	0.01	0.02	0.001	<0.007

Concentraties in µg/L. Voor lege cellen was er geen meetwaarde beschikbaar.

Tabel 28: Concentraties gemeten in waterbodembodem (data afkomstig van de VMM).

<i>Nr.</i>	<i>VMM code</i>	<i>Hg</i>	<i>PBDE</i>	<i>B(a)p</i>	<i>Flu</i>	<i>PFOS</i>	<i>PCB</i>
1	179000	0.45	0.002	0.79	1.8		0.94
2	511000	0.18	0.0004	0.76	1.5		
3	390000	0.03	0.0001				
4	122050						
5	910000	0.12	0.0001	0.13	0.23		<0.004
6	581000	0.20	0.0007	0.09	0.27		0.08
7	30000	0.49	0.002	1.6	15		0.03
8	770000	0.67	0.002	2.80	7.5		0.10
9	276700	0.10	0.0001	0.07	<0.1		0.003
10	154100	0.58		0.21	0.36		0.04
11	221000	0.03	0.0001	0.03	<0.2		
12	916000	0.11	0.0008	0.10	<0.2	0.0005	<0.0075
13	877000	0.05	0.00004	0.30	0.9	0.001	<0.003
14	12000	0.08	<0.000005	0.12	0.21	0.0005	<0.004
15	172100	0.08	0.0009	0.09	0.43	<0.000025	<0.01
16	164000	0.11	0.001	0.19	0.31	0.0007	<0.01
17	162000	0.31	0.0002	0.17	0.38	<0.000025	<0.007
18	212000	0.04	0.0001	0.09	0.22	<0.000025	<0.005
19	446000	0.03	0.0004	0.03	<0.2	<0.00005	<0.0051
20	433900	0.04	0.0004	0.03	<0.2	0.001	<0.00555
21	91000	0.11	<0.000005	0.02	<0.1	<0.000025	<0.003
22	401000	0.03	0.0002	0.09	0.30	<0.00005	<0.0035
23	680000	0.08	0.00003	0.31	0.42	<0.00025	<0.00313
24	946000	2.6	0.001	0.50	0.90	0.009	0.09
25	6000	0.04	0.00004	0.02	<0.1	<0.00025	0.003
26	573300	0.11	0.0008	0.03	<0.2	<0.0005	0.02
27	768000	0.09	0.0003	0.03	<0.2	<0.00025	0.005
28	174000	0.15	0.003	0.40	1.0	<0.0005	0.02
29	523000	0.23	0.0002	0.12	<0.2	<0.00025	0.05
30	351000	0.04	0.0002	0.17	0.30	<0.0005	0.03
31	341560	0.64	0.002	0.02	18	0.005	0.42
32	253000	0.25	0.0004	0.02	<0.1	<0.00025	<0.00293
33	72000	0.07	0.0005	0.08	<0.2	<0.00025	0.01
34	122	0.05	0.0003	0.10	0.21	0.0006	0.003
35	765007	0.12	0.0006	0.03	<0.2		0.01
36	571900	0.66	0.003	0.37	0.90	0.0008	0.10
37	503500	0.08	0.0002	0.14	0.28	<0.00025	0.007
38	499500	0.23		0.29	0.46	0.0009	0.03
39	347000	0.22	0.001	0.25	0.59	<0.00025	0.06
40	216000	0.08	0.0004	0.39	0.90	<0.00025	0.007
41	274000	0.01	0.0001	0.02	<0.1	<0.00025	<0.0029
42	848200	1.2	0.001	0.49	0.73	0.0007	0.06
43	851700	0.04	0.00004	0.03	<0.1	<0.00025	<0.0029
44	824000	0.48	0.0009	0.55	1.0	<0.0005	0.04

Concentraties in mg/kg dw. Voor lege cellen was er geen meetwaarde beschikbaar.

Bijlage 6. Polluentconcentraties op passieve samplers

Tabel 29: Resultaten van pollutieconcentraties door de VMM gemeten op passieve samplers.

<i>Nr.</i>	<i>VMM code</i>	<i>B(a)p</i>	<i>Flu</i>	<i>HCBz</i>	<i>PCB</i>	<i>PBDE</i>
1	179000	6.9	95	0.7	15	0.3
2	511000					
3	390000	5.6	135	4.4	15	1.1
4	122050	4.9	124	1.8	9.7	0.3
5	910000					
6	581000					
7	30000	16	305	0.8	20	0.4
8	770000					
9	276700	0.50	77	0.4	1.7	0.1
10	154100	5.3	95	1.1	23	1.0
11	221000					
12	916000	0.70	20	5.3	40	0.2
13	877000			0.7	1.3	0.1
14	12000			0.7	1.8	0.2
15	172100	6.0	88	1.7	28	2.2
16	164000	6.8	48	1.5	39	1.6
17	162000			1.4	43	0.6
18	212000	6.3	78	2.4	30	0.8
19	446000	5.5	132	1.2	6.8	0.6
20	433900	2.7	83	1.8	38	0.9
21	91000	2.5	167		7.2	0.3
22	401000	2.5	87	1.1	13	0.3
23	680000	1.8	21	0.8	0.9	0.7
24	946000	2.7	41	1.0	10	0.7
25	6000	0.90	47	0.7	1.7	0.6
26	573300	2.7	59	1.3	35	1.0
27	768000	5.4	163	1.5	49	1.4
28	174000	6.8	103	1.4	21	2.4
29	523000	1.9	27	1.1	27	1.0
30	351000	6.2	28	1.0	22	0.7
31	341560	42	781	1.1	323	1.3
32	253000	4.2	44	11	12	0.9
33	72000	1.8	50	0.7	1.8	0.7
34	122	0.80	23	0.2	2.5	
35	765007	1.8	44	0.6	12	0.3
36	571900	4.2	57	1.0	28	0.4
37	503500	2.7	20	0.4	10	0.2
38	499500	3.3	33	0.6	16	0.6
39	347000	2.9	37	1.2	44	0.3
40	216000	4.0	83	1.9	16	1.0
41	274000	0.80	61	0.9	3.1	0.2
42	848200	5.3	49	0.9	16	0.1
43	851700					
44	824000	3.3	62	1.0	15	0.1

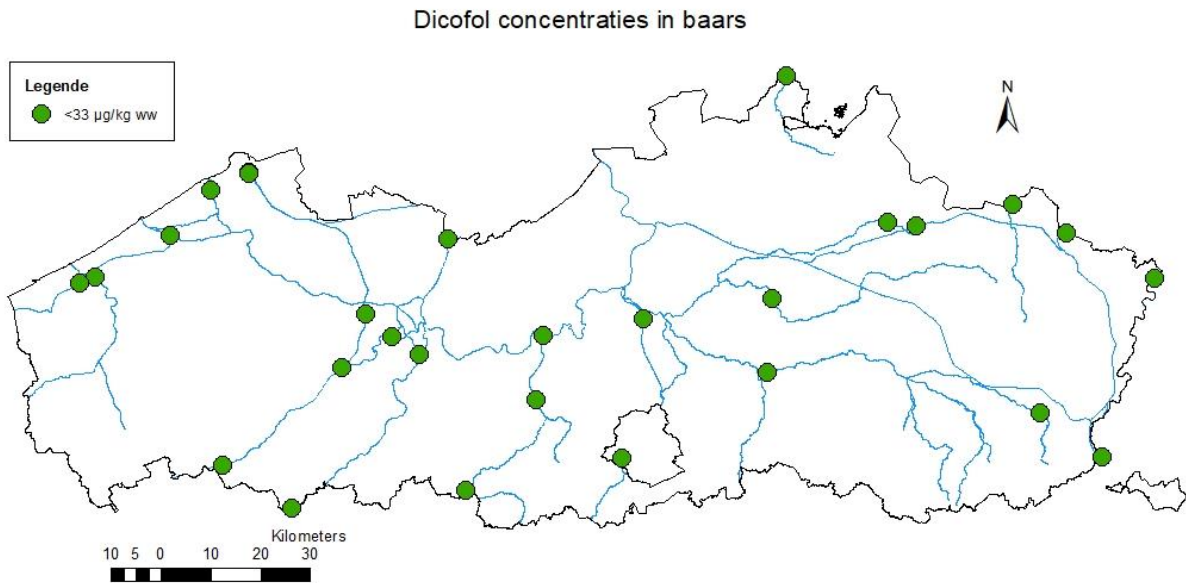
Concentraties in $\mu\text{g}/\text{kg}$ sheet. Lege cellen representeren locaties waar niet gemeten kon worden m.b.v. passieve samplers.

Bijlage 7. Afkortingen

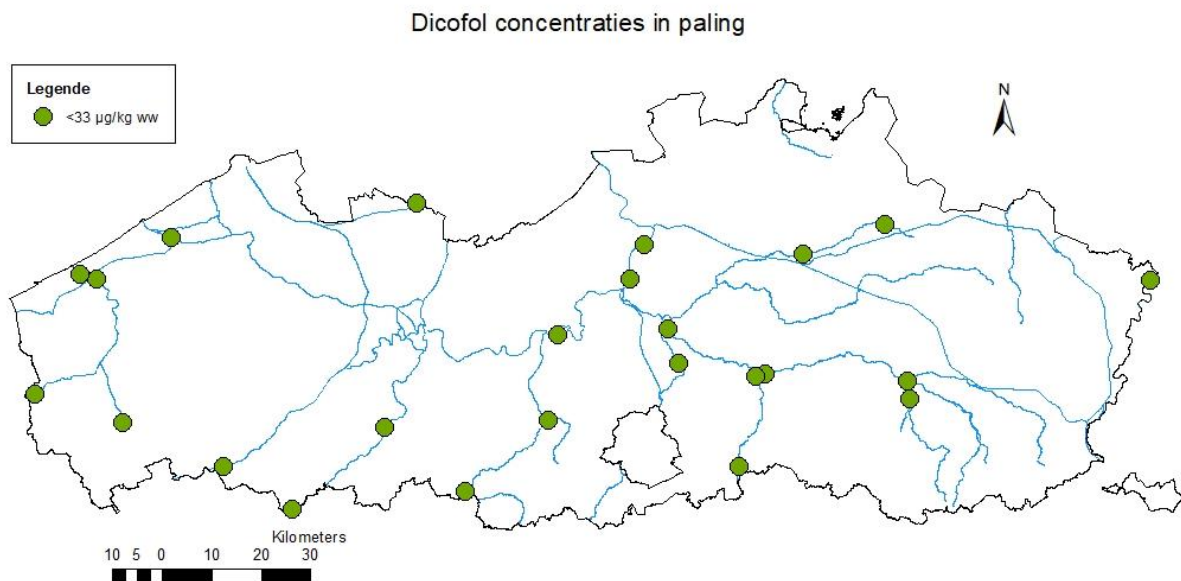
Tabel 30: Lijst met gebruikte afkortingen

<i>Afktoring</i>	<i>Verklaring</i>
<i>B(a)p</i>	Benzo(a)pyreen
<i>BG</i>	Bepaalbaarheidsgrens
<i>dw</i>	Drooggewicht
<i>EC</i>	Europese Commissie
<i>Flu</i>	Fluorantheen
<i>HBCD</i>	Hexabromocyclododecaan
<i>HCBd</i>	Hexachloorbutadien
<i>HCBz</i>	Hexachloorbenzeen
<i>Hg</i>	Kwik
<i>INBO</i>	Instituut voor natuur- en bosonderzoek
<i>KRW</i>	Europese Kaderrichtlijn water
<i>lw</i>	Lipid weight of vetgewicht
<i>MKN</i>	Milieukwaliteitsnorm
<i>ns</i>	Niet Significant
<i>PAK</i>	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
<i>PBDE</i>	Polygebromeerde difenylethers
<i>PCB</i>	Polychloorbifenyyl
<i>PFOS</i>	Perfluor-n-octaan sulfaat
<i>RWZI</i>	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
<i>TL</i>	Trofisch level
<i>VMM</i>	Vlaamse Milieumaatschappij
<i>WHO-TEQ</i>	Toxische equivalentie volgens 'World Health Organization'
<i>WL</i>	Waterloop
<i>ww</i>	versgewicht

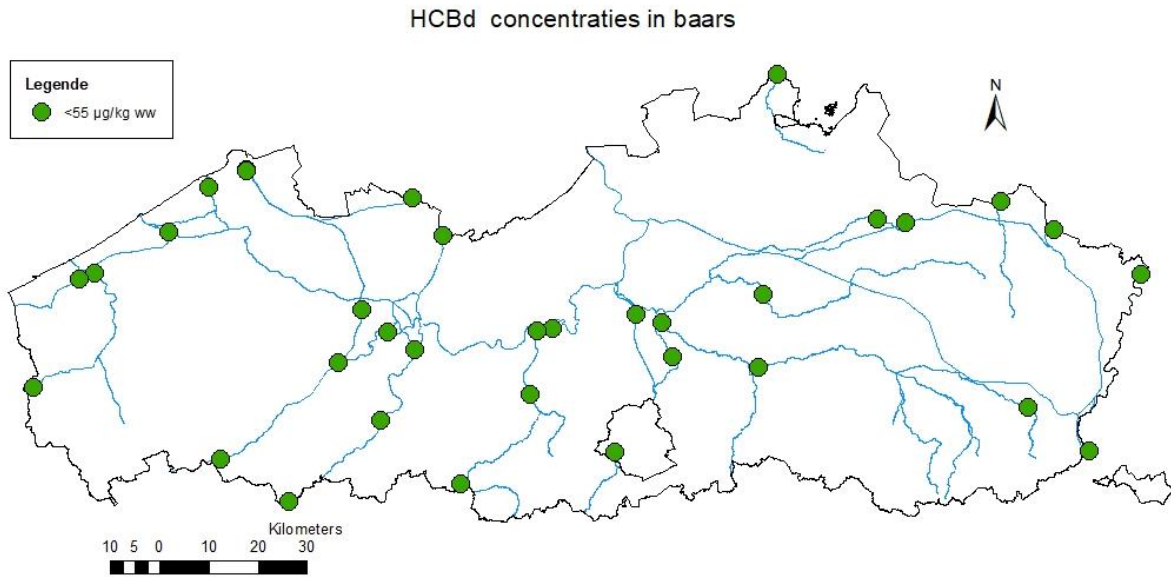
Bijlage 8. Kaarten overschrijding dicofol en HCBd



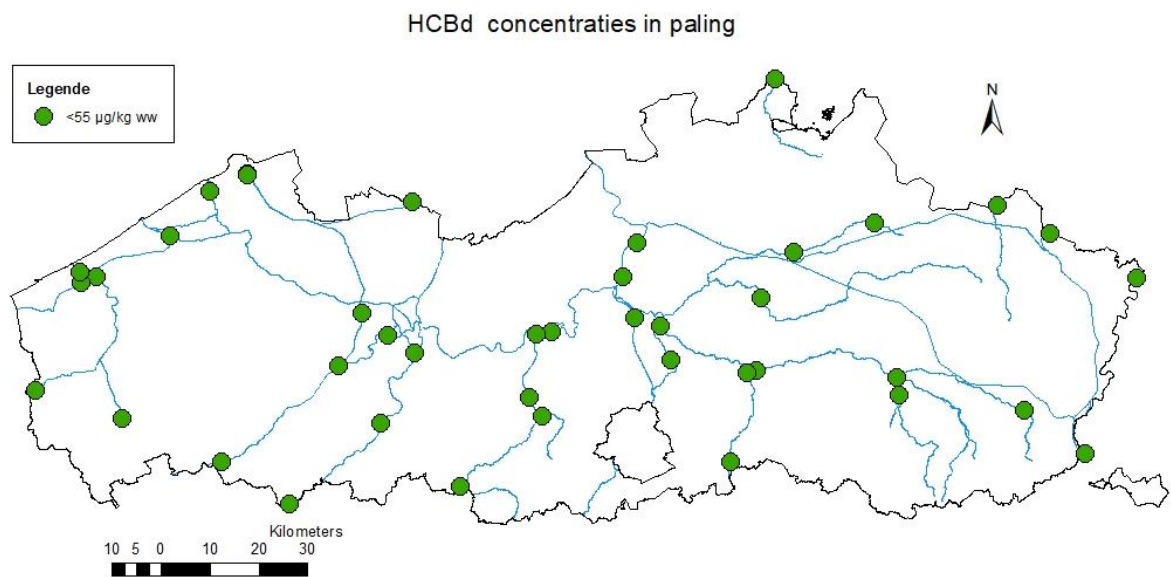
Figuur 63: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor dicofol in baars op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor HCBz is $33 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ ww}$.



Figuur 64: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor dicofol in paling op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor HCBz is $33 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ ww}$.



Figuur 65: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HCBd in baars op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor HCBd is $55 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.



Figuur 66: Kaart met overschrijdingen van de biota MKN voor HCBd in paling op de verschillende meetpunten. De groene bollen geven locaties weer waar er geen overschrijding werd gemeten. De biota MKN voor HCBd is $55 \mu\text{g kg}^{-1}$ ww.

Bijlage 9. Gebruik en herkomst prioritaire stoffen.

Tabel 31: Overzicht gebruik en herkomst van prioritaire stoffen.

<i>Prioritaire stof</i>	<i>Gebruik en pollutie</i>	
<i>HCbz</i>	Fungicide, emissie chemische industrie (onvolledige verbranding)	Sinds 2004 gebruik en productie verboden
<i>HCbd</i>	Oplosmiddel productie gechloreerde verbindingen	Sinds 2015 gebruik en productie verboden
<i>Kwik</i>	Landbouw (pesticiden), huishoudens (spaarlampen, cosmetica) en industrie (auto-onderdelen, batterijen)	Sinds 2018 transport en productie verboden
<i>PBDE</i>	Vlamvertrager	/
<i>HBCD</i>	Vlamvertrager	Sinds 2013 productie en gebruik beperkt
<i>PAK's</i>	Onvolledige verbranding steenkool, aardolie, aardgas en hout	Sinds 2004 emissie beperkt
<i>PFOS</i>	Behandeling vuil-, water- en olieafstotend, industrie (inhoud brandblussers, post-it's)	Sinds 2009 gebruik beperkt en verbod op ontwikkeling nieuwe toepassingen
<i>Dicofol</i>	Insecticide	Voorstel gebruik verboden
<i>Heptachloor en heptachloorepoxide</i>	Insecticide	Sinds 2009 gebruik verboden
<i>Dioxines</i>	Onvolledige verbranding, ijzerindustrie (sinteren ijzererts)	Sinds 2004 uitstoot/lozing beperkt
<i>PCB</i>	Koelvloeistoffen transformatoren en condensatoren	Sinds 2004 productie verboden

Bijlage 10. Humane consumptienormen voor vis.

Tabel 32: Consumptienormen voor vis, bedoeld voor humane consumptie.

<i>Polluent</i>	<i>Consumptienorm</i>		<i>Bron</i>
	baars	paling	
<i>Kwik</i>	500 µg/kg ww	1000 µg/kg ww	EC/1991/2006
<i>Benzo(a)pyreen</i>	10 µg/kg ww ^a		EC/1991/2006
<i>Dioxines</i>	0.0065 µg WHO- TEQ ₂₀₀₅ /kg ww	0.010 µg WHO- TEQ ₂₀₀₅ /kg ww	EC/1259/2011
<i>PCB (ICES-6)</i>	125 µg/kg ww	300 µg/kg ww	EC/1259/2011

^a: Consumptienorm voor mosselweefsel.

Bijlage 11. Analysemethoden en meetnauwkeurigheid.

Tabel 33: Overzicht van de methodekarakteristieken per polluent.

<i>Polluent</i>	<i>Methode</i>	<i>AG</i> (µg kg ⁻¹ ww)	<i>BG</i> (µg kg ⁻¹ ww)	<i>Rapportage- grens</i> (µg kg ⁻¹ ww)	<i>Meet- onzekerheid</i>	<i>Biota MKN</i> (µg kg ⁻¹ vg)	<i>Labo</i>
<i>HCBz</i>	GC-HRMS	0.05	0.1	0.1	50%	10	VMM
<i>HCBd</i>	GC-HRMS	0.25	0.5	0.5	50%	55	VMM
<i>Hg</i>	HR-ICP-MS	0.01	0.1	0.1	45%	20	UA
<i>Fluorantheen</i>	GC-MS	2.5	5	5	50%	30*	VMM
<i>Benzo(a)- pyreen</i>	GC-MS	0.5	1	1	50%	5*	VMM
<i>PBDE^b</i>	GC-HRMS	0.05	0.1	0.6	50%	0.0085	VMM
<i>Dicofol^c</i>	GC-MS/MS	5/10	10/20	10/20	50%	33	SGS/ Primoris
<i>PFOS</i>	LC/MS-MS	0.05	0.1	0.1	40%	9.1	UA
<i>HBCD^b</i>	LC/MS-MS	0.01	0.1	0.3	30%	167	UA
<i>Heptachloor</i>	GC-HRMS	0.125	0.25	0.25	50%	0.0067	VMM
<i>Cis- Heptachloor- epoxide</i>	GC-HRMS	0.125	0.25	0.25	50%	0.0067	VMM
<i>Trans- Heptachloor- epoxide</i>	GC-HRMS	0.25	0.5	0.5	50%	0.0067	VMM
<i>Dioxinen</i>	GC-HRMS	0.0001 ^a	0.0003 ^a	0.0003 ^a	20%	0.0065 ^a	CART
<i>PCB^b</i>	GC-HRMS	0.05	0.1	0.7	50%	NB	VMM

AG: aantoonbaarheidsgrens; BG: bepaalbaarheidsgrens; ^a weergegeven in µg WHO-TEQ₂₀₀₅ kg⁻¹ versgewicht; ^b Rapportagegrens wordt berekend als de som van de BG van de te meten congenen; ^c Dicofol werd in de campagne van 2015 gemeten door SGS, de jaren erna door Primoris; * Biota MKN dient te worden gerapporteerd in Mollusken of Crustacea, i.p.v. in visweefsel (zoals voor alle andere biota MKN); NB: niet bepaald.