



Overdracht van contaminanten van moeder naar jong en chemische profielen in bruinvissen gestrand langs de Nederlandse kust

Auteurs: M.J. Van den Heuvel-Greve, C. Kwadijk, M. Kotterman

Wageningen University &
Research Rapport C096/16

Overdracht van contaminanten van moeder naar jong en chemische profielen in bruinvissen gestrand langs de Nederlandse kust

Data rapport 2015

Auteur(s): M.J. Van den Heuvel-Greve, C. Kwadijk, M. Kotterman

Opdrachtgever: Ministerie van EZ
Dir. Natuur & Biodiversiteit
Jeroen Vis
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BO-11-018.02-004

Publicatiedatum: 16 november 2016,

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Marine Research in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Mariene Biodiversiteit' (projectnummer BO-11-011.04-004).

Wageningen Marine Research Yerseke, november 2016

Wageningen Marine Research
rapport C096/16

M.J. Van den Heuvel-Greve, C. Kwadijk, M. Kotterman, 2016. *Overdracht van contaminanten van moeder naar jong en chemische profielen in bruinvissen gestrand langs de Nederlandse kust; Data rapport 2015*. Wageningen Marine Research, Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C096/16. 29 blz.

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van het EZ-programma Beleidsondersteunend Onderzoek BO-11-011.04-004.

© 2015 Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
Wageningen Marine Research BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen Marine Research; opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1 V19

Inhoud

| | |
|--|-----------|
| Samenvatting | 4 |
| 1 Inleiding | 6 |
| 1.1 Voortplanting bij bruinvissen | 6 |
| 1.2 Focus van het onderzoek | 7 |
| 1.2.1 Doorgifte van contaminanten van moeder naar jong | 7 |
| 1.2.2 Chemische profielen | 7 |
| 2 Kennisvraag | 8 |
| 2.1 Kennisvraag | 8 |
| 3 Methoden | 9 |
| 3.1 Monsterselectie | 9 |
| 3.2 Chemische analyses | 12 |
| 3.2.1 Homogenisatie | 12 |
| 3.2.2 Bepaling van vetgehalte | 12 |
| 3.2.3 Bepaling van PCB's, PBDE's en HCB | 12 |
| 3.2.4 Interpretatie chemische profielen | 12 |
| 4 Resultaten en discussie | 13 |
| 4.1 Doorgifte van contaminanten van moeder naar jong | 13 |
| 4.2 Chemische profielen | 18 |
| 5 Conclusies en aanbevelingen | 21 |
| 5.1 Conclusies | 21 |
| 5.1.1 Doorgifte van contaminanten van moeder naar jong | 21 |
| 5.1.2 Chemische profielen | 21 |
| 5.2 Aanbevelingen | 21 |
| 5.2.1 Doorgifte van contaminanten van moeder naar jong | 21 |
| 5.2.2 Chemische profielen | 22 |
| 6 Kwaliteitsborging | 23 |
| Literatuur | 24 |
| Verantwoording | 25 |
| Bijlage 1 Ruwe data analyse chemische profielen | 26 |

Samenvatting

Nederland heeft ten aanzien van de bruinvis een beschermingsplicht onder de Natuurbeschermingswet 1998. Om deze plicht goed te kunnen invullen is in 2011 het Bruinvisbeschermingsplan opgesteld. Dit beschermingsplan laat een aantal kennisleemten zien, o.a. ten aanzien van de rol die verontreinigingen spelen in de sterfte onder bruinvissen. In de afgelopen decennia is het aantal bruinvissen dat aanspoelt langs de Nederlandse kust toegenomen. Om te bepalen of aanwezigheid en gehalten van contaminanten in aangespoelde bruinvissen mogelijke effecten hebben gehad op hun gezondheid, zijn een aantal specifieke kennisvragen opgesteld die in dit rapport worden beantwoord. Er is in dit onderzoek gebruik gemaakt van monsters van aangespoelde bruinvissen gevonden in zowel Nederland als Denemarken.

1) In hoeverre is melk een belangrijke vector voor de doorgifte van hydrofobe contaminanten van moederdier naar pasgeboren kalf (neonaat)?

In een voorgaande studie is gebleken dat gehalten aan PolyChloorBifenylen (PCB's) in pasgeboren bruinvissen (neonaten) al zo hoog zijn dat ze soms hoger liggen dan de drempelwaarden voor gezondheidseffecten. In dit rapport is in meer detail gekeken naar het belang van melk voor de doorgifte van stoffen. Door gehalten aan contaminanten in foetussen (geen melk gedronken) te vergelijken met neonaten (mogelijkheid om melk gedronken te hebben) is meer inzicht verkregen in de rol van melk als vector van doorgifte. Gehalten aan PCB's en PolyBroomDifenyLEthers (PBDE's) op vetbasis bleken een factor 4-8 hoger in neonaten dan in foetussen. Dit duidt erop dat melk inderdaad een belangrijke vector is voor doorgifte van deze stoffen naar het jong. Tevens zijn gehalten in melk geanalyseerd, die bevestigen dat melk een belangrijke bron van hydrofobe contaminanten is voor een pasgeboren kalf. Voor HexaBroomCycloDodecaan (HBCD) blijkt melk een minder belangrijke vector voor de overdracht van moeder naar jong.

Op basis van een beperkt aantal metingen lijken gehalten in melk hoger aan het begin van de lactatieperiode (mei-september) dan aan het einde van de lactatieperiode (december-januari). Er zijn aanvullende metingen nodig om deze waarneming verder te onderzoeken.

Op basis van deze studie blijkt dat gehalten aan PCB's in neonaten voor 33-60% boven een wetenschappelijk vastgestelde drempelwaarde liggen voor het risico op gezondheidseffecten. Dit betekent dat vervuiling met PCB's mogelijk een punt van zorg is bij het herstel van bruinvispopulaties in de Noordzee.

2) Kan aan de hand van chemische profielen bepaald worden of bruinvissen een verschillende locatieherkomst hebben?

De chemische profielen in bruinvissen zijn dit jaar verder onderzocht. De resultaten van de voorgaande jaren gaven een indicatie van de mogelijkheid van het scheiden van leefgebieden op basis van chemische profielen. Er werden grote verschillen tussen individuele dieren gemeten, maar deze verschillen konden niet gecorreleerd worden aan leefgebieden (bv Zuidelijke Noordzee versus Noordelijke Noordzee). Dit jaar zijn daarom bruinvissen die bij Deense kusten aangespoeld zijn (zowel de Noordzee- als de Oostzee kant) additioneel meegenomen in de analyse. Deze dieren zijn niet met de GC-GC-MS methode doorgemeten, maar gehalten aan PCB's en vlamvertragers (PBDE's en HBCD) zijn hiervoor analytisch bepaald.

Ofschoon er verschillen in chemische profielen zijn waargenomen laat de analyse zien dat het gebruik van analytisch bepaalde gehalten PCB's en PBDE's niet een sterk onderscheidend vermogen heeft om de dieren op basis van hun chemische profiel te differentiëren naar leefgebied/herkomst. Zelfs niet met bruinvissen die aan de Oostzee kant van Denemarken (Kattegat) zijn aangetroffen. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het ruime verspreidings- en foerageergebied van de bruinvissen, als ook een lange historie van PCB, PBDE en HBCD vervuiling. Hierdoor zijn deze stoffen in het gehele leefgebied van de bruinvis verspreid. De analyse van de moederdieren, foetussen en moedermelk geven aan dat het jonge dier een duidelijke chemische erfenis krijgt van de moeder. Deze chemische erfenis zal gedurende het leven het chemische profiel van de bruinvis blijven beïnvloeden, en is met

name zichtbaar in de eerste jaren. Daarom zijn stoffen, die niet door de moeder aan het jong worden overgedragen, maar wel ophopen gedurende het leven als gevolg van voedsel inname, beter geschikt om aan de hand van deze chemische profielen de herkomst te bepalen. Deze stoffen zijn niet direct bekend, maar met de GC/GC-MS techniek kunnen deze onbekende stoffen, indien aanwezig, snel worden opgepikt. Hiermee wordt de kans groter dat chemische profielen gebruikt kunnen worden voor het onderscheiden van verschillende leefgebieden van bruinvissen in de Noordzee.

1 Inleiding

Nederland heeft ten aanzien van de bruinvis een beschermingsplicht onder de Natuurbeschermingswet 1998. Om deze plicht goed in te vullen is in 2011 het Bruinvisbeschermingsplan tot stand gekomen (Camphuysen & Siemensma 2011). Dit beschermingsplan laat een aantal kennisleemtes zien, o.a. ten aanzien van de populatiegrootte, verspreiding, seizoen variatie in aantallen, oorzaak van strandingen en rol van verontreinigingen en dieet in gestrande dieren. Het ministerie van EZ heeft IMARES gevraagd een aantal van deze kennisleemtes in te vullen. In dit rapport wordt onderzoek gerapporteerd over verontreinigingen, ook wel contaminanten genoemd, in bruinvissen.

Contaminanten vormen een potentiële bedreiging voor bruinvissen, omdat ze effecten kunnen hebben op het immuunsysteem (verhoogd risico op infectieziekten), de hormoonhuishouding en de reproductie (Camphuysen & Siemensma 2011). Dit betreft onder meer contaminanten als gechloreerde verbindingen (zoals Polychloorbifenylen - PCB's), gebromeerde vlamvertragers, organotinverbindingen (zoals TriButylTin - TBT) en geperfluoreerde verbindingen. In Britse studies zijn met name PCB's in verband gebracht met mogelijke reproductieproblemen in bruinvissen, wat tot grote risico's kan leiden voor de algehele populatie en de groei hiervan kan belemmeren (Jepson e.a., 2005; Murphy e.a., 2015; Jepson e.a., 2016). De opname van contaminanten vindt hoofdzakelijk plaats via overdracht van moeder naar jong en via het voedsel. Contaminanten in de prooi worden opgenomen en opgeslagen in de bruinvis. Omdat de gehalten én soorten van contaminanten in een prooisoot afhankelijk zijn van de prooisoot, de grootte en de locatie, bepaalt het foeragegedrag van een bruinvis de gehalten van contaminanten in deze bruinvis.

Bruinvissen die aanspoelen op de Nederlandse stranden zijn afkomstig van een Noordzeepopulatie van naar schatting driehonderdduizend dieren. In de afgelopen decennia is het aantal bruinvissen dat aanspoelt op de Nederlandse stranden toegenomen. Door voedselgebrek (m.n. zandspiering) in het noordelijke deel van de Noordzee is de bruinvispopulatie naar het zuiden getrokken. Maar ook in het zuidelijk deel van de Noordzee lijkt de voedselvoorziening voor bruinvissen gelimiteerd (Leopold, 2015). Doordat er meer bruinvissen in het Nederlands deel van de Noordzee zwemmen kunnen er ook meer aanspoelen op de Nederlandse kust. Om een beeld te krijgen van de concentraties aan contaminanten in bruinvissen, en de risico's op effecten van contaminanten op de gezondheid van bruinvissen heeft het ministerie van Economische Zaken aan IMARES gevraagd om jaarlijks in een aantal aangespoelde bruinvissen gehalten aan contaminanten te bepalen. Dit rapport bevat de resultaten van de analyses in 2015, gericht op beantwoording van kennisvragen zoals opgesteld onder 1.2.

1.1 Voortplanting bij bruinvissen

Bruinvissen produceren in het gunstigste geval één keer per jaar, maar doorgaans één keer per twee jaar een jong. Bruinvissen zijn geslachtsrijp na minimaal drie (mannetjes) tot vier jaar (vrouwtjes), bij een lengte van gemiddeld 127-135 cm bij mannetjes en 138-147 cm bij vrouwtjes. De draagtijd is 10-11 maanden. Pasgeboren kalfjes (neonaten) zijn minimaal 60 cm (3.4 kg), maar gemiddeld tussen de 65-75 cm lang (met een gewicht van 4.5-6.7 kg) (Lockyer, 2003; Lockyer & Kinze, 2003). Paring vindt plaats in de zomer. Het geboorteseizoen ligt tussen mei en augustus met een piek in juni. Na de geboorte drinken de kalfjes tot wel negen maanden melk bij hun moeder (Read, 1990). Vanaf ongeveer vijf maanden na de geboorte kunnen kalfjes ook vast voedsel eten.

1.2 Focus van het onderzoek

In 2015 zijn in vervolg op voorgaande jaren weefsels van aangespoelde bruinvissen geanalyseerd op gehalten aan verschillende contaminanten. De focus van de analyses is gericht op twee kennisvragen:

1.2.1 Doorgifte van contaminanten van moeder naar jong

Doel: Het bepalen in hoeverre melk een belangrijke vector is voor de doorgifte van contaminanten van moeder dier naar pasgeboren kalf (neonaat);

In voorgaande jaren zijn de eerste resultaten verkregen van gehalten aan PCB's in pasgeboren bruinvis kalven (neonaten). Hieruit bleek dat reeds relatief hoge gehalten aan PCB's werden aangetroffen en dat 44-50% van deze neonaten al aan de start van hun leven risico's op gezondheidsproblemen hebben door deze gehalten aan PCB's (Van den Heuvel-Greve e.a, 2014). In wetenschappelijke studies van in Engeland aangespoelde bruinvis vrouwtjes wordt beargumenteerd dat melk waarschijnlijk de belangrijkste vector is voor overdracht van PCB's van moeder naar jong (Murphy e.a., 2015).

Om vanuit de foetus en neonaat een beeld te krijgen welke vectoren (placenta, moedermelk) van belang zijn voor de doorgifte van stoffen als PCB's van moederdieren naar hun jong zijn gehalten aan PCB's, PBDE's en HBCD geanalyseerd in spek-, lever- en melkmonsters van 1. aangespoelde adulte vrouwtjes die ofwel een foetus bij zich droegen ofwel lacteerden (melkproductie hadden) ten tijde van de stranding, 2. in foetussen en 3. in aangespoelde neonate bruinvissen.

1.2.2 Chemische profielen

Doel: Het bepalen of er een onderscheid is aan chemische profielen van contaminanten tussen bruinvissen die in Nederland en in Denemarken zijn aangespoeld.

Het chemisch profiel in een bruinvis wordt bepaald door het foeragegedrag, waarbij de locatie een grote rol speelt. Deze contaminanten zijn zonder uitzondering in het milieu gekomen door menselijk handelen, wat grote regionale verschillen in zowel vervuilingsgraad als ook het type contaminanten kan veroorzaken. Het chemisch profiel kan een indicatie zijn in welke gebieden een bruinvis heeft gefoerageerd. De resultaten van de voorgaande jaren gaven een eerste beeld van de mogelijkheid van het scheiden van leefgebieden op basis van chemische profielen. Er werden grote verschillen tussen individuele dieren gemeten, maar deze verschillen konden niet duidelijk gecorreleerd worden aan de strandingsgebieden (bv Zuidelijke Noordzee versus Noordelijke Noordzee). Dit jaar zijn daarom bruinvissen, die bij Deense kusten aangespoeld zijn (zowel de Noordzee- als de Oostzee kant), additioneel meegenomen in de analyse. Hoe verder de strandingsplaatsen uit elkaar liggen, hoe groter de kans dat deze bruinvissen ook in een ander gebied hebben gefoerageerd en daarmee een onderscheidend chemisch profiel bevatten.

2 Kennisvraag

2.1 Kennisvraag

De kennisvraag is gericht op het identificeren van mogelijke effecten van contaminanten op de gezondheid van bruinvissen en meer specifiek op de volgende vragen:

1. In hoeverre is melk een belangrijke vector voor de doorgifte van hydrofobe contaminanten van moederdier naar pasgeboren kalf (neonaat)?
2. Kan aan de hand van chemische profielen bepaald worden of bruinvissen een verschillende herkomstlocatie hebben?

3 Methoden

Op een gedeelte van de aangespoelde bruinvissen langs de Nederlandse kust wordt sinds 2008 sectie verricht door de Faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Utrecht. Tijdens de sectie worden van vers aangespoelde dieren blubber, spier, lever en nier monsters genomen voor aanvullend toxicologisch onderzoek. Deze weefsels worden gebruikt voor de bepaling van contaminanten door IMARES in IJmuiden. De monsters worden volgens een vast protocol gesneden en opgeslagen. Deze monsters worden jaarlijks aangeleverd door de Universiteit Utrecht en zijn bij -20°C opgeslagen, ofwel (tijdelijk) bij de Universiteit Utrecht ofwel bij IMARES.

In tabel 1 staan ranges aan grootte van de verschillende leeftijdsgroepen, zoals deze is gehanteerd voor de data-analyse van deze studie. De groep foetussen bestaat uit jongen, die in de aangespoelde adulte vrouwtjes zijn aangetroffen. De groep neonaten bestaat uit pasgeboren jongen, die zonder moeder zijn aangespoeld, en zijn gescheiden van de groep juvenielen op basis van grootte (zie tabel 1). De groep adulte vrouwen bestaat uit foetus-dragende en lacterende vrouwtjes.

Tabel 1. Grootte range van leeftijdsgroepen van bruinvissen, zoals toegepast in dit rapport. Volledige leeftijdsbepaling kan alleen worden bepaald aan de hand van tandanalyse en status van de voortplantingsorganen.

| Leeftijdsgroep | Lengte (cm) |
|---|-------------|
| Foetus (nog niet geboren) | 0 – 71.5 |
| Neonaat (pasgeboren, inclusief gedeeltelijke eerste lactatie) | 75 – 84 |
| Juveniel mannetje (inclusief afspening bij ~115 cm) | 85* – 130 |
| Juveniel vrouwtje (inclusief afspening bij ~115 cm) | 85 – 130 |
| Volwassen vrouwtje (reproductie mogelijk vanaf lengte van 138-147 cm) | 132 – 166 |

*Twee juveniele mannetjes uit Denemarken, die zijn geanalyseerd t.b.v. de chemisch profielen waren kleiner dan 85 cm (64 en 71 cm) en mogelijk nog neonaat.

3.1 Monsteselectie

Monsters van weefsels voor de chemische analyse zijn afkomstig van bruinvissen, die gevonden zijn langs de Nederlandse kust en de Deense kust. In Tabel 2 en Tabel 3 zijn de kenmerken van de geselecteerde dieren weergegeven. De Deense monsters zijn verkregen via Anders Galatius (Arhus University, Deense monsters van het Kattegat en de Sound) en Lasse Fast Jensen (Fisheries and Maritime Museum, Esbjerg, monsters van de Deense Waddenzee).

Eenzijds betreft het gestrande dieren die geselecteerd zijn om een beter beeld te krijgen van de doorgifte van contaminanten van moederdieren naar hun jongen (Tabel 2). Deze omvatten zes foetussen, vijf neonaten en 16 volwassen vrouwtjes, die ofwel een foetus droegen of lacteerden. De adulte vrouwtjes met foetussen zijn gestrand in de periode december-mei, in de 2^e helft van de draagtijd. De neonaten zijn gestrand in de maanden mei en juni, dus waarschijnlijk relatief vlak na de geboorte (geboorteperiode is van mei-augustus, met een piek in juni). De adulte vrouwtjes die nog aan het lacteren waren zijn gestrand in de maanden mei (1), juni (1), september (2), oktober (1), december (2) en januari (2), dus in verschillende stadia van de lactatie.

Anderzijds betreft het gestrande bruinvissen die onderzocht zijn om te bepalen of aan de hand van contaminantprofielen de herkomst (leefgebied) van bruinvissen kan worden bepaald (Tabel 3). In deze monsters zijn de PCB, PBDE en HCBd gehalten van de bruinvismonsters geanalyseerd en zijn concentraties van deze contaminanten geanalyseerd aan de hand van multivariate technieken. Dit is uitgevoerd in bruinvissen aangespoeld in Nederland en in Denemarken, van zowel de West- als

Oostkust. Monsters van in Denemarken gestrande bruinvissen zijn meegenomen in het onderzoek vanwege het mogelijke onderscheid in contaminant gehalten op basis van geografische verspreiding. Verwacht wordt dat deze dieren, gezien de grotere afstand tussen Denemarken en Nederland dan binnen Nederland alleen, een ander geografisch leefgebied hebben en daarmee een duidelijke afwijkend chemisch profiel van de dieren uit de (zuidelijke) Noordzee. Genetisch zijn deze dieren waarschijnlijk niet te onderscheiden, deze aanname is gebaseerd op onderscheid tussen leefgebieden. In totaal zijn de chemische profielen van 24 bruinvissen opgesteld en geanalyseerd; 9 dieren aangespoeld aan de Nederlandse kust en 15 bruinvissen afkomstig uit Denemarken.

Tabel 2. Gegevens van geanalyseerde bruinvissen t.b.v. contaminantbelasting in pasgeboren bruinvissen (foetussen en neonaten), gestrand langs de Nederlandse kust. In niet alle gevallen konden zowel lever als spek worden bemonsterd, dit was afhankelijk van de grootte van de bruinvis en de ontbindingsstaat.

| Code | Stadium | Monster- type(s) | Lengte (cm) | Gewicht (kg) | Geslacht | Strandings datum | Strandingslocatie |
|----------|-------------------------|---------------------|----------------|-----------------|----------|---------------------|----------------------------|
| UT290 | Foetus | Lever | 34 | nb | V | 11/1//2010 | Texel paal 18 |
| UT955 | Foetus | Spek | 71.5 | 5.9 | V | 27/4/2013 | Renesse |
| UT1019 | Foetus | Spek, lever | 28 | nb | M | 1/12/2012 | Noordwijk pl. 77.000 |
| UT1266 | Foetus | Lever | 68 | 3.4 | M | 8/5/2013 | Termunten |
| UT1268 | Foetus | Lever | 43 | nb | V | 16/2/2012 | Callantssoog paal 13 |
| UT1418.1 | Foetus | Spek, lever | 32 | 0.678 | V | 21/12/2014 | Den Haag |
| UT336 | Neonaat | Spek | 75 | 7 | M | 24/5/2010 | Ameland |
| UT434 | Neonaat | Spek | 80.5 | 7.5 | M | 3/6/2011 | Sint Maartenszee km 17 |
| UT438 | Neonaat | Spek | 80 | 6.9 | M | 9/6/2011 | Zoutelande |
| UT656 | Neonaat | Spek | 80 | 7.9 | M | 17/6/2011 | Katwijk paal 88 |
| UT720 | Neonaat | Spek | 84 | 8.5 | V | 19/5/2012 | Noordwijk |
| UT290 | Adulte vrouw met foetus | Spek | 149 | 37 | V | 11/1/2010 | Texel paal 18 |
| UT955 | Adulte vrouw met foetus | Spek | 148 | 50 | V | 27/4/2013 | Renesse |
| UT1019 | Adulte vrouw met foetus | Spek, placenta | 149 | 46 | V | 1/12/2012 | Noordwijk pl. 77.000 |
| UT1266 | Adulte vrouw met foetus | Spek | 148 | 47 | V | 8/5/2013 | Termunten |
| UT1268 | Adulte vrouw met foetus | Spek | 138 | 42 | V | 16/2/2012 | Callantssoog paal 13 |
| UT1418 | Adulte vrouw met foetus | Spek, lever | 151 | 53.5 | V | 21/12/2014 | Den Haag |
| UT289 | Adulte vrouw met melk | Spek, melk | 147 | 39 | V | 7/1/2010 | Texel paal 22 |
| UT332 | Adulte vrouw met melk | Spek, melk | 156.5 | 54 | V | 5/12/2009 | Texel paal 28 |
| UT357 | Adulte vrouw met melk | Spek, melk | 161 | 50.8 | V | 29/6/2010 | Noordwijk |
| UT379 | Adulte vrouw met melk | Spek, melk | 160.5 | 43 | V | 4/12/2010 | Vlieland paal 38, t'Postje |
| UT433 | Adulte vrouw met melk | Spek, melk | 139 | 35 | V | 31/5/2011 | Nieuw Haamstede |
| UT522 | Adulte vrouw met melk | Spek, melk | 153.5 | 36.8 | V | 14/9/2011 | Terheijde, zandmotor |
| UT528 | Adulte vrouw met melk | Spek, melk | 166 | 56 | V | 18/10/2011 | Hoek van Holland |
| UT529 | Adulte vrouw met melk | Spek, melk | 135.5 | 27 | V | 11/9/2011 | Bath |
| UT564 | Adulte vrouw met melk | Spek, melk | 153 | 43 | V | 10/1/2012 | Maasvlakte 1 |
| UT1271 | Adulte vrouw | Spek | 132 | 42.5 | V | 13/9/2012 | Texel paal 9 zuid (links) |

Tabel 3. Gegevens van bruinvissen, waarvan alleen het vet is geanalyseerd t.b.v. chemische profielen, gestrand langs de Nederlandse en Deense kust. De bruinvissen zijn in de PCA analyse (figuur 4.3) terug te vinden aan de hand van het nummer in de eerste kolom.

| Nummer in PCA-analyse | Code | Stadium | Lengte (cm) | Gewicht (Kg) | Geslacht | Strandingsdatum | Strandingslocatie |
|-----------------------|---------|----------|-------------|--------------|----------|-----------------|-------------------------------------|
| 4 | DK-C249 | Juveniel | 121 | 33.5 | V | 17/1/2006 | DEN Waddenzee |
| 23 | DK-C250 | Juveniel | 121.5 | 29.7 | V | 17/2/2005 | DEN Waddenzee |
| 24 | DK-C277 | Neonaat | 71 | 6.4 | M | 5/6/2009 | DEN Waddenzee |
| 1 | DK-C278 | Neonaat | 64 | 6 | M | 20/7/2009 | DEN Waddenzee |
| 3 | DK-C281 | Juveniel | 96.8 | 12.5 | M | 13/10/2009 | DEN Waddenzee |
| 8 | 35092 | Juveniel | 114 | - | M | 30/11/2009 | DEN Sound Sound/Humlebaek |
| 20 | 35090 | Juveniel | 108 | - | M | 12/2/2009 | DEN Sound Sound/Oresund |
| 2 | 35079 | Juveniel | 114 | - | M | 10/5/2009 | DEN Baltic Baltic Sea, Kramnitze |
| 15 | 36267 | Juveniel | 125 | - | M | 10/4/2007 | DEN Kattegat Belt Sea |
| 21 | 43708 | Juveniel | 123 | - | M | 4/6/2010 | DEN Sound Sound/Oresund/Vetbaek |
| 13 | 43707 | Juveniel | 122 | - | M | 4/6/2010 | DEN Sound Sound/Oresund |
| 5 | 43706 | Juveniel | 114 | - | M | 28/5/2010 | DEN Sound Sound Oresund |
| 11 | 43705 | Juveniel | 110 | - | M | 24/5/2010 | DEN Sound Sound/Oresund |
| 22 | 43709 | Juveniel | 115 | - | M | 15/4/2010 | DEN Sound Sound/Oresund |
| 9 | 35100 | Juveniel | 112 | - | M | 22/4/2010 | DEN Sound Sound, Oresund |
| 12 | UT182 | Juveniel | 132 | 41 | V | 24-12-2008 | NL Noord Texel paal 8 |
| 17 | UT367 | Neonaat | 85.5 | 7.5 | M | 4-8-2010 | NL Noord Sint Maartenzee km 18 |
| 6 | UT219 | Juveniel | 104 | 23.7 | M | 27-2-2009 | NL Noord Texel paal 16 |
| 19 | UT220 | Juveniel | 98 | 21.5 | M | 8-3-2009 | NL Noord Texel paal 17 |
| 7 | UT221 | Juveniel | 127 | 39 | M | 5-3-2009 | NL Noord Den Helder |
| 16 | UT229 | Juveniel | 109 | 28 | M | 30-3-2009 | NL Midden Katwijk paal 88 |
| 10 | UT285 | Juveniel | 128.5 | 36 | M | 1-2-2010 | NL Noord Bergen aan Zee km 32 |
| 18 | UT292 | Juveniel | 112 | 31.5 | M | 27-2-2010 | NL Noord Sint Maartenzee km 16 |
| 14 | UT406 | Juveniel | 110.5 | 23 | M | 23-2-2011 | NL Zuid Westkapelle |

3.2 Chemische analyses

3.2.1 Homogenisatie

Voorafgaand aan extractie en analyse zijn spek- en levermonsters gehomogeniseerd. Levermonsters zijn gehomogeniseerd met behulp van een blender. Spekmonsters zijn schoon gesneden voorafgaand aan analyse; het buitenste gedeelte (huid) en binnenste gedeelte (met bloed) is verwijderd, waardoor een puur spekmonster wordt verkregen. Homogenisatie van het spek kon niet worden uitgevoerd met een blender, omdat het weefsel te flexibel en taai is. Daarom is het in hele kleine stukjes gesneden met een scherp mesje om een goed extraheerbaar monster te verkrijgen. De monstervoorbewerking en verdere analyses zijn uitgevoerd op het IMARES laboratorium in IJmuiden.

3.2.2 Bepaling van vetgehalte

Vetgehalte is bepaald volgens de Bligh & Dyer (B&D) methode, een ISO 17025:2005 geaccrediteerde methode ISW 2.10.3.002 "Vis en visserijproducten. Bepaling van het totaal vetgehalte volgens Bligh and Dyer" (testlaboratoriumnummer L097, verrichting nummer 1). De monsters zijn hiervoor drie maal geëxtraheerd met een mix van chloroform, methanol en gedemineraliseerd water. Het vetgehalte is gravimetrisch bepaald na verdamping van de oplosmiddelen. Het vetgehalte is bepaald in een submonster van het totale monsters, parallel aan de andere bepalingen.

3.2.3 Bepaling van PCB's, PBDE's en HCB

Voor de bepaling van Polychlorinated Biphenyls (PCB's) en gebromeerde vlamvertragers (PBDE's en HCB) volgens ISW 2.10.3.050 "Biota en milieumatrices: Bepaling van het gehalte aan microverontreinigingen na extractie en GC-MS detectie" zijn de monsters geëxtraheerd met een mix van pentaan en dichloormethaan (85:15) via de Accelerated Solvent Extractie (ASE) met Florisil als inline clean-up. Het extract is geconcentreerd met een rotavapor, overgebracht in een monsterbuisje en geïnjecteerd in een Gas Chromatograaf-Massa Spectrometer (GC-MS), de MS werkte met de Electron Impact mode (EI). Alle PCB's die konden worden gekwantificeerd (maximaal 28 stuks met de calibratiecurven) zijn gekwantificeerd. In melkmonsters zijn tot 25 PCB's gekwantificeerd tussen 20-24 PCB's in andere monsters). Voor PBDE's waren er 15 congenere die m.b.v. calibratiecurven konden worden gekwantificeerd, waarvan er maximaal 12 congenere gedetecteerd zijn in monsters.

Voor vergelijking tussen bruinvissen zijn gehalten gestandaardiseerd op 100% vetgehalte.

3.2.4 Interpretatie chemische profielen

De geselecteerde en gekwantificeerde pieken, (PCB's en PBDE's) zijn met behulp van PCA geïnterpreteerd. Dit programma zoekt naar verbanden tussen de monsters; in dit geval gebaseerd op zowel de aanwezigheid van bepaalde stoffen als ook de concentratie van die stoffen. De verwantschap van de monsters (van de chemische profielen dus) wordt op assen uitgezet. Bruinvissen met een vergelijkbaar chemisch profiel worden geclusterd op de assen weergegeven. Bruinvissen die gescheiden zijn van de andere bruinvissen op de assen bevatten dan een chemisch profiel dat op één of meerdere stoffen sterk afwijkt van de andere geanalyseerde bruinvissen.

4 Resultaten en discussie

4.1 Doorgifte van contaminanten van moeder naar jong

In tabel 4 zijn de gehalten aan contaminanten in de geanalyseerde monsters van moederdieren en jongen weergegeven op basis van natgewicht. Gehalten aan HBCD in spek van foetussen, neonaten en volwassen vrouwtjes zijn gemiddeld respectievelijk 21, 52 en 102 µg/kg op basis van natgewicht. Gehalten aan som-PBDE's in spek van foetussen, neonaten en volwassen vrouwtjes zijn gemiddeld respectievelijk 13, 72 en 94 µg/kg op basis van natgewicht. Gehalten aan som-7-PCB (de meest gangbare PCB's) in spek van foetussen, neonaten en volwassen vrouwtjes betreffen gemiddeld respectievelijk 734, 3637 en 3582 µg/kg op basis van natgewicht. Gehalten aan HBCD, Som-PBDE's, Som-7-PCB's in lever betreffen respectievelijk 2.2, 0.5 en 26.2 µg/kg op basis van natgewicht voor foetussen, en 2.4, 0.6 en 19.3 µg/kg op basis van natgewicht voor een adulte vrouw. Gehalten aan HBCD, Som-PBDE's, Som-7-PCB's in een vrouwtje zijn respectievelijk 0.5, 0.0 en 11.0 µg/kg op basis van natgewicht in de placenta, en 19.7, 45.7 en 1028 µg/kg op basis van natgewicht in melk.

Tabel 4. Gemiddelde gehalten aan HBCD, PCB's en PBDE's in weefsels van pasgeboren bruinvissen (foetussen en neonaten) en adulte vrouwtjes (op basis van natgewicht), gestrand langs de Nederlandse kust. N = aantal geanalyseerde dieren. De adulte vrouwen met foetus en/of melk zijn deelverzameling van de in totaal 16 geanalyseerde vrouwen.

| Leeftijdsgroep | Monster type | | Vet (BD) | Lengte (cm) | N | HBCD | Som PBDE | Som PCB | Som-7PCB | CB-153 |
|-------------------------|--------------|------------|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| | | | | | | ww | ww | ww | ww | ww |
| | | | % | cm | | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| Foetus | Spek | AVG | 31.4 | 44 | 3 | 20.8 | 12.8 | 1163 | 734.3 | 402.5 |
| | | STDEV | 43.2 | 24 | | 29.7 | 22.2 | 1935 | 1260.7 | 690.7 |
| | | MEDIAN | 11.0 | 32 | | 5.8 | 0.0*** | 70 | 13.0 | 4.6 |
| Foetus | Lever | AVG | 2.0 | 41 | 2* | 1.0 | 0.4 | 39 | 23 | 12 |
| | | STDEV | 0.3 | 16 | | 0.5 | 0.5 | 34 | 22 | 11 |
| | | MEDIAN | 2.0 | 34 | | 1.0 | 0.4 | 39 | 23 | 12 |
| Neonaat | Spek | AVG | 71.9 | 80 | 5 | 51.8 | 72.3 | 5322 | 3636.8 | 1818.0 |
| | | STDEV | 16.3 | 3 | | 17.4 | 52.6 | 3519 | 2480.7 | 1322.1 |
| | | MEDIAN | 78.8 | 80 | | 52.0 | 56.2 | 5868 | 3800.0 | 1800.0 |
| Adulte vrouw | Spek | AVG | 88.7 | 149 | 16 | 102.0 | 94.2 | 5662 | 3582.1 | 1752.1 |
| | | STDEV | 9.3 | 10 | | 91.4 | 96.9 | 11564 | 7399.2 | 3635.2 |
| | | MEDIAN | 90.4 | 149 | | 84.5 | 60.3 | 2114 | 1251.0 | 580.0 |
| Adulte vrouw met foetus | Spek | AVG | 86.8 | 146 | 6 | 81.4 | 73.8 | 2123 | 1274.2 | 613.8 |
| | | STDEV | 5.3 | 5 | | 54.9 | 61.7 | 2903 | 1761.0 | 901.3 |
| | | MEDIAN | 87.7 | 148 | | 84.5 | 79.6 | 918 | 506.6 | 230.0 |
| Adulte vrouw met melk | Spek | AVG | 93.3 | 153 | 6** | 59.2 | 52.5 | 2671 | 1751.2 | 898.3 |
| | | STDEV | 5.9 | 9 | | 25.1 | 39.1 | 2452 | 1961.2 | 1039.0 |
| | | MEDIAN | 94.7 | 153 | | 58.0 | 40.3 | 1665 | 976.0 | 455.0 |
| Adulte vrouw met melk | Melk | AVG | 37.0 | 153 | 6** | 19.7 | 45.7 | 1591 | 1028.0 | 474.3 |
| | | STDEV | 18.0 | 9 | | 20.8 | 70.0 | 2257 | 1531.7 | 730.4 |
| | | MEDIAN | 34.2 | 153 | | 8.7 | 11.7 | 587 | 349.0 | 145.0 |
| Adulte vrouw | Lever | 1 monster | 3.7 | 151 | 1 | 2.4 | 0.6 | 45 | 19.3 | 9.4 |
| Adulte vrouw | Placenta | 1 monster | 1.1 | 149 | 1 | 0.5 | 0.0 | 17 | 11.0 | 1.4 |

* 3 van de 5 monsters hadden een niet te bepalen of erg laag vetgehalte (UT1019, UT1418 en UT1266) en zijn daarom niet meegenomen in de tabel. ** 3 van de 9 monsters gaven afwijkende waarden door een extreem laag vetgewicht in melk (UT357 en UT379) of een extreem lage nutritional status (NCC van 6; UT529) en zijn daarom niet meegenomen in deze tabel. ***2 van de 3 monsters hebben een gehalte beneden de detectie limiet.

In tabel 5 zijn de gehalten aan contaminanten in de geanalyseerde monsters van moederdieren en jongen weergegeven op basis van vetgewicht. Vetgehalten variëren vaak sterk tussen monsters, en omdat vet een belangrijke variabele is voor hydrofobe contaminanten als HBCD, PBDE's en PCB's, is het vetgewicht op 100% gesteld (door de gehalten per monster naar 100% vet om te rekenen). Zo kunnen resultaten tussen monsters beter worden vergeleken, zonder dat het vetgehalte de resultaten beïnvloedt. Gehalten aan HBCD in spek van foetussen, neonaten en volwassen vrouwtjes zijn gemiddeld respectievelijk 119, 78 en 126 µg/kg op basis van vetgewicht. Gehalten aan som-PBDE's in spek van foetussen, neonaten en volwassen vrouwtjes zijn gemiddeld respectievelijk 16, 124 en 118 µg/kg op basis van vetgewicht. Gehalten aan som-7-PCB (de meest gangbare PCB's) in spek van foetussen, neonaten en volwassen vrouwtjes betreffen gemiddeld respectievelijk 1108, 5540 en 4925 µg/kg op basis van vetgewicht. Gehalten aan PCB's zijn in alle monsters verreweg het hoogst vergeleken met HBCD en PBDE's. Gehalten aan HBCD, Som-PBDE's, Som-7-PCB's in lever betreffen respectievelijk 50, 16 en 1027 µg/kg op basis van vetgewicht voor foetussen, en 65, 16 en 522 µg/kg op basis van vetgewicht voor een adulte vrouw. Gehalten aan HBCD, Som-PBDE's, Som-7-PCB's in een vrouwtje zijn respectievelijk 41, 0 en 1000 µg/kg op basis van vetgewicht in de placenta, en 50, 91 en 2112 µg/kg op basis van vetgewicht in melk.

Gehalten in lever van foetussen lijken op vetgewicht basis hoog t.o.v. gehalten in spek. Hierbij moet worden opgemerkt dat de conditie van de levermonsters van de foetussen over het algemeen in slechte staat waren: vloeibaar en met een erg laag vetgehalte. In dit geval heeft omrekening naar 100% vetgewicht basis waarschijnlijk juist de foutmarge in de data verhoogd. De gehalten op natgewicht basis (tabel 4) laten echter zien dat, ondanks het lage vetgehalte, PCB's duidelijk meetbaar zijn in levers van foetussen.

Tabel 5. Gemiddelde gehalten aan HBCD, PCB's en PBDE's in weefsels van pasgeboren bruinvissen (foetussen en neonaten) en adulte vrouwtjes (op basis van 100% vet), gestrand langs de Nederlandse kust. N = aantal geanalyseerde monsters.

| Leeftijdsgroep | Monster type | | Vet (BD) | Lengte (cm) | N | HBCD | Som | Som- | Som- | CB-153 |
|-------------------------|--------------|---------------|-------------|-------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | lw | lw | PCB | 7PCB | |
| | | | | | | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| Foetus | Spek | AVG | 31.4 | 44 | 3 | 119 | 15.8 | 1941 | 1108 | 494 |
| | | STDEV | 43.2 | 24 | | 139 | 27.4 | 1960 | 1417 | 855 |
| | | MEDIAN | 11.0 | 32 | | 68 | 0.0*** | 995 | 619 | 0*** |
| Foetus | Lever | AVG | 1.5 | 48 | 2* | 49.7 | 15.9 | 1868 | 1027 | 544 |
| | | STDEV | 0.9 | 18 | | 31.8 | 22.5 | 1447 | 1453 | 452 |
| | | MEDIAN | 1.8 | 43 | | 49.7 | 15.9 | 1868 | 1027 | 544 |
| Neonaat | Spek | AVG | 71.9 | 80 | 5 | 77.7 | 123.5 | 8153 | 5540 | 2757 |
| | | STDEV | 16.3 | 3 | | 37.1 | 132.3 | 5969 | 4093 | 2113 |
| | | MEDIAN | 78.8 | 80 | | 64.2 | 65.1 | 6800 | 4554 | 2318 |
| Adulte vrouw | Spek | AVG | 88.7 | 149 | 16 | 125.8 | 117.5 | 7774 | 4925 | 2410 |
| | | STDEV | 9.3 | 10 | | 148.6 | 153.2 | 18935 | 12092 | 5934 |
| | | MEDIAN | 90.4 | 149 | | 98.0 | 74.7 | 2220 | 1274 | 632 |
| Adulte vrouw met foetus | Spek | AVG | 86.8 | 146 | 6 | 93.4 | 84.7 | 2396 | 1438 | 692 |
| | | STDEV | 5.3 | 5 | | 61.5 | 68.8 | 3211 | 1950 | 997 |
| | | MEDIAN | 87.7 | 148 | | 103.0 | 96.1 | 1071 | 591 | 271 |
| Adulte vrouw met melk | Spek | AVG | 93.3 | 153 | 6** | 63.6 | 57.0 | 2871 | 1881 | 965 |
| | | STDEV | 5.9 | 9 | | 26.9 | 43.1 | 2651 | 2122 | 1124 |
| | | MEDIAN | 94.7 | 153 | | 64.4 | 41.2 | 1835 | 1067 | 500 |
| Adulte vrouw | Melk | AVG | 37.0 | 153 | 6** | 49.8 | 91.4 | 3368 | 2112 | 963 |
| | | STDEV | 18.0 | 9 | | 33.5 | 112.7 | 3408 | 2325 | 1086 |
| | | MEDIAN | 34.2 | 153 | | 45.0 | 37.8 | 1879 | 1119 | 467 |
| Adulte vrouw | Lever | UT1418 | 3.7 | 151 | 1 | 64.9 | 16.2 | 1219 | 522 | 254 |
| Adulte vrouw | Placenta | UT1019 | 1.1 | 149 | 1 | 40.9 | 0.0 | 1536 | 1000 | 127 |

* 3 van de 5 monsters hadden een niet te bepalen vetgehalte (UT1019, UT1418 en UT1266) en zijn daarom niet meegenomen in de tabel. ** 3 van de 9 monsters gaven afwijkende waarden door een extreem laag vetgewicht in melk (UT357 en UT379) of een extreem lage nutritional status (NCC van 6; UT529) en zijn daarom niet meegenomen in deze tabel. *** 2 van de 3 monsters hebben een gehalte beneden de detectie limiet.

Om een beter beeld te krijgen van de doorgifte van contaminanten van moeder naar jong zijn op basis van de resultaten van tabel 4 en 5 enkele ratio's berekend, op basis van gemiddelde waarden van de volgende groepen:

- gehalten in spek van 'adulte vrouwen met foetus' en van foetus (om de overdracht van moeder naar jong via de placenta te kunnen bepalen)
- gehalten in lever van 'adulte vrouwen met foetus' en van foetus (om de overdracht van moeder naar jong via de placenta te kunnen bepalen)
- gehalten in spek van 'adulte vrouwen met melk' en in melk (om de overdracht van moeder naar jong via melk te kunnen bepalen)
- gehalten in spek van neonaten en van foetussen (om de overdracht van moeder naar jong via melk te kunnen bepalen)
- gehalten in spek van neonaten en van adulte vrouwen (om het verschillen tussen belasting in neonaten en volwassen dieren te kunnen bepalen).

Deze ratio's staan weergegeven in tabel 6.

Gehalten aan Som-PBDE's en Som-PCB's zijn respectievelijk een factor 5 en 1.2 hoger in spek van adulte vrouwtjes dan in spek van foetussen (gebaseerd op gemiddelde gehalten van de desbetreffende weefsels, op basis van vetgewicht)(Tabel 6). Gehalten aan HBCD zijn op basis van gemiddelden lager in spek van adulte vrouwen dan in spek van foetussen (factor 0.8). Er is één paar van moeder-foetus, waarin in de directe overdracht van moeder naar haar jong in spek kan worden berekend (UT955). Hierin zijn gehalten aan HBCD, Som-PBDE's en Som-PCB's respectievelijk een factor 2.4, 2.9 en 2.1 hoger in het moederdier dan in de foetus (tabel 7).

Gebaseerd op een gemiddelde van twee levermonsters van foetussen en één levermonster van een adulte vrouw zijn gehalten aan Som-PBDE's en Som-PCB's respectievelijk een factor 1.0 en 1.5 hoger in de lever van foetussen dan in de lever van de adulte vrouw, en HBCD een factor 0.8 lager (Tabel 6).

Gehalten aan Som-PBDE's en Som-PCB's in melk zijn met respectievelijk een factor 1.6 en 1.2 iets hoger dan in spek van dezelfde adulte vrouwen (Tabel 6). Gehalten aan HBCD zijn juist een factor 1.3 hoger in spek dan in melk van de adulte vrouwen. Monsters met sterk afwijkende vetgehalten in melk (0.2% en 1.2% in UT357 en UT379 in vergelijking tot een gemiddelde van 37%) of spek (61.5% in UT529 in vergelijking tot een gemiddelde van 93.3%) werden buiten deze berekeningen gehouden.

Gehalten aan Som-PBDE's en Som-PCB's in neonate dieren (inclusief een deel van de lactatieperiode) liggen respectievelijk een factor 7.8 en 4.2 hoger dan in foetussen. Dit duidt erop dat melk een belangrijke vector is voor de overdracht van deze stoffen van moeder naar jong. Foetussen hebben nog geen melk ontvangen (alleen bloed via placenta), terwijl neonaten deze voor een bepaalde (korte) periode hebben ontvangen. Voor HBCD geldt dat niet: gehalten in foetussen zijn een factor 1.5 hoger dan in neonaten.

Als gehalten aan deze contaminanten in spek van neonaten vergeleken worden met gehalten in adulte vrouwen dan blijkt dat deze allemaal iets hoger zijn in adulte vrouwen; respectievelijk een factor 1.6, 1.3 en 1.1 voor HBCD, Som-PBDE's en som-PCB's.

Dit laat zien dat foetussen initieel geladen worden met PBDE's, PCB's en HBCD via de placenta, maar dat met name via de melk PBDE's en PCB's worden doorgegeven van moeder naar jong (tabel 8). Voor HBCD is deze stap minder van belang. HBCD lijkt later via het voedsel juist weer te worden opgenomen door adulte vrouwen, terwijl er tussen neonaten en adulte vrouwen weinig accumulatie meer lijkt plaats te vinden. Van belang is dat een adulte vrouw via het jong deze vetminnende contaminanten kan kwijt raken. Voor een totale opname van deze stoffen tijdens de verschillende stadia (foetus – neonaat – juveniel – adult) ontbreken nog de gehalten in adulte mannen. Deze zijn niet tot nauwelijks in staat om dergelijke stoffen weer uit te scheiden na opname.

Gehalten aan Som-PBDE's en Som-PCB's in de foetus zijn redelijk evenwichtig verdeeld tussen spek en lever, alleen HBCD in spek is een factor 2.4 hoger dan in lever (tabel 6). Bij adulte vrouwen zijn gehalten aan deze contaminanten een factor 1.9-7.2 hoger in spek dan in lever.

Tabel 6. Ratio's van gehalten aan contaminanten (op basis van vetgewicht) tussen verschillende leeftijdsgroepen of monstertypes, afkomstig van monsters van bruinvissen die gestrand zijn langs de Nederlandse kust.

| Ratio's | HBCD | Som PBDE | Som-PCB | Som-7PCB | PCB-153 |
|---|------|----------|---------|----------|---------|
| Spek-adulte vrouw/spek-foetus (gemiddeld) | 0.8 | 5.3 | 1.2 | 1.3 | 1.4 |
| Lever-foetus/liver-adulte vrouw (foetus gemiddelde van 2/vrouw 1 monster) | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.1 |
| Melk-adulte vrouw/spek-adult | 0.8 | 1.6 | 1.2 | 1.1 | 1.0 |
| Spek-neonaat/spek-foetus | 0.7 | 7.8 | 4.2 | 5.0 | 5.6 |
| Spek-adulte vrouw/spek-neonaat | 1.6 | 1.3 | 1.1 | 1.0 | 1.0 |
| Spek-foetus/liver-foetus | 2.4 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 0.9 |
| Spek-adulte vrouw/liver adulte vrouw | 1.9 | 7.2 | 6.4 | 9.4 | 9.5 |

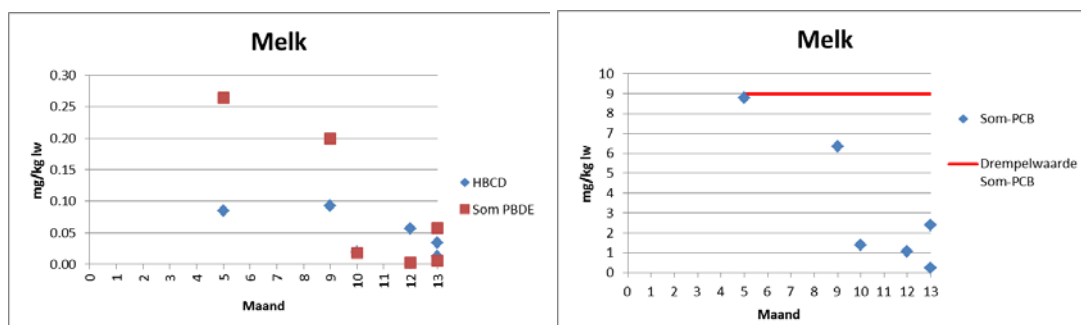
Tabel 7. Ratio's van gehalten aan contaminanten (op basis van vetgewicht) in een moeder-foetus combinatie, die is gestrand langs de Nederlandse kust (bruinvismonster UT955).

| Ratio's | HBCD | Som PBDE | Som-PCB | Som-7PCB | PCB-153 |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Adult | 166 | 139 | 8631 | 5188 | 2661 |
| Foetus | 68 | 48 | 4194 | 2704 | 1481 |
| Ratio | 2.4 | 2.9 | 2.1 | 1.9 | 1.8 |

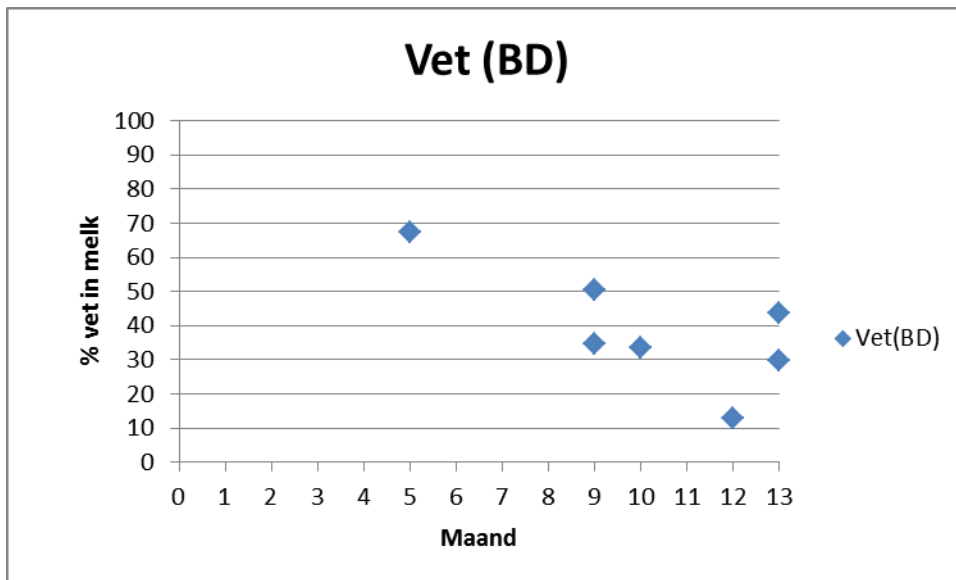
Tabel 8. Gehalten aan HBCD, PCB's en PBDE's in spek van foetussen, neonaten en adulte vrouwtjes ($\mu\text{g}/\text{kg}$ op basis van 100% vet), gestrand langs de Nederlandse kust.

| Contaminant | Foetus | Neonaat | Adulte vrouw | Opnameroute |
|-------------|--------|-----------|--------------|-------------------------------|
| HBCD | 114.7 | 77.7 (↓) | 125.8 (↑) | Via placenta en voedsel |
| Som-PBDE's | 15.8 | 123.5 (↑) | 117.5 (-) | Via placenta en met name melk |
| Som-PCB's | 1941 | 8153 (↑) | 4925 (↓) | Via placenta en met name melk |

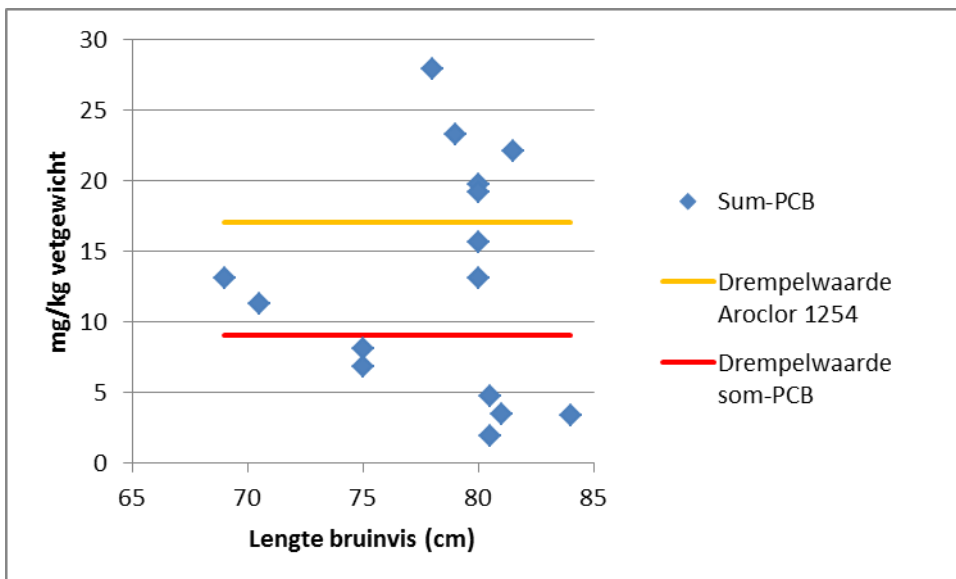
In figuur 4.1 zijn de gehalten aan contaminanten in melk uitgezet tegen de maanden, waarin de lacterende bruinvismvrouwtjes zijn gestrand. Deze resultaten geven een indicatie dat gehalten in melk het hoogst zijn vlak na de geboorte (maanden mei-sept) en afnemen naar het einde van de lactatieperiode toe (december-januari). Het vetpercentage van de melk is tevens hoger aan het begin van de lactatieperiode (figuur 4.2). Meer metingen zijn nodig om deze bevinding verder te kunnen toetsen.



Figuur 4.1 Gehalten aan HBCD en PBDE's (links) en PCB's (rechts) in melk van gestrande adulte bruinvismvrouwtjes (op basis van vetgewicht). De drempelwaarde voor fysiologische effecten (in termen van verminderde afweer en reproductie) bij walvisachtigen als gevolg van PCB's is 17 mg/kg vetgewicht (op basis van PCB's in Aroclor 1254)(Kannan e.a., 2000; Jepson e.a., 2005; Hall e.a., 2006) of 9 mg/kg vetgewicht (op basis van een som van alle PCB's)(Jepson e.a., 2016). Voor HBCD en PBDE's zijn geen drempelwaardes beschikbaar. Maand 13 is opnieuw januari.



Figuur 4.2 Vetgehalten in melk van gestrande adulte bruinvisvrouwtjes. Maand 13 is opnieuw januari.



Figuur 4.3 Gehalten aan som-PCB in pasgeboren bruinvissen (neonaten), die aangespoeld zijn langs de Nederlandse kust. De drempelwaarde voor fysiologische effecten (in termen van verminderde afweer en reproductie) bij walvisachtigen als gevolg van PCB's is 17 mg/kg vetgewicht (op basis van PCB's in Aroclor 1254) (Kannan e.a., 2000; Jepson e.a., 2005; Hall e.a., 2006) of 9 mg/kg vetgewicht (op basis van een som van alle PCB's) (Jepson e.a., 2016).

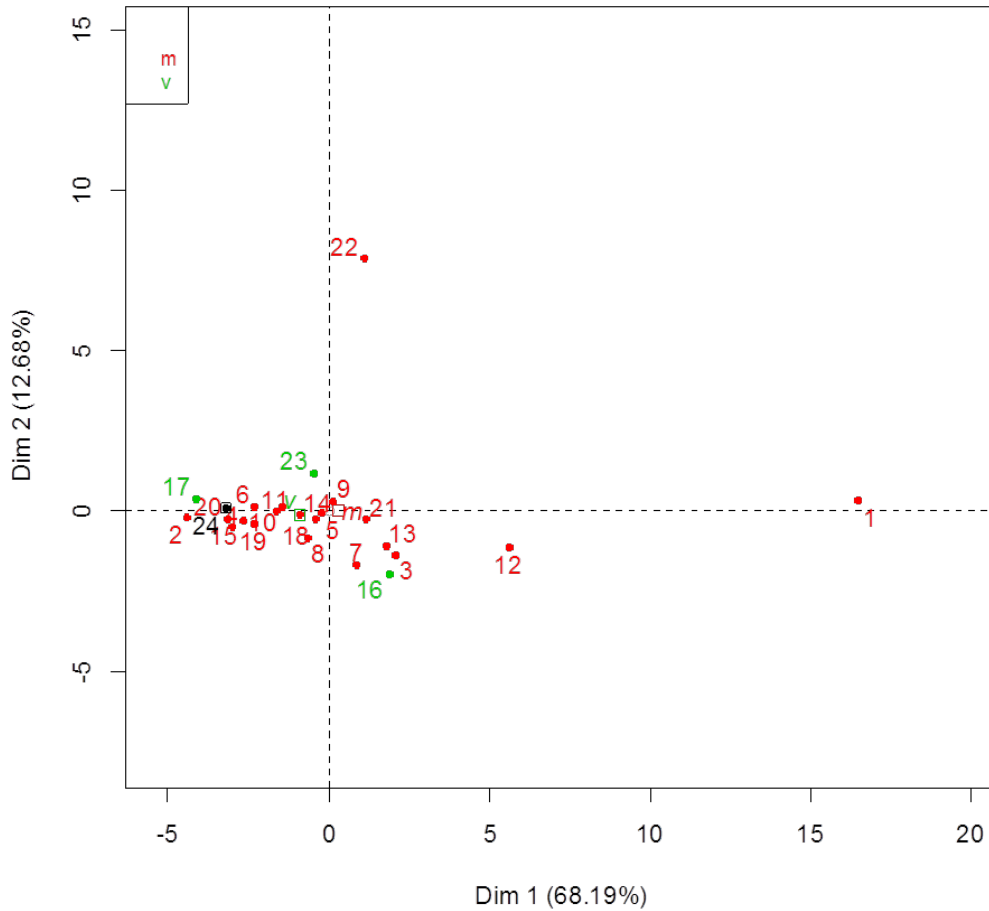
In de wetenschappelijke literatuur is aangegeven dat voor PCB's boven een drempelwaarde van 17 mg/kg vetgewicht fysiologische effecten bij walvisachtigen kunnen optreden (Kannan e.a., 2000; Jepson e.a., 2005; Hall e.a., 2006). Deze drempelwaarde is bepaald op een som van PCB's die voorkomen in het mengsel Aroclor 1254. Als deze drempelwaarde wordt omgerekend naar een som van alle PCB's die zijn aangetroffen in bruinvissen (25 stuks) dan wordt er een drempelwaarde van 9 mg/kg vetgewicht voor som-PCB voorgesteld (Jepson e.a., 2016; Murphy e.a., 2015). Het maximale aantal PCB's dat gekwantificeerd kan worden met de IMARES analyse is 28 PCB's, het maximale aantal dat is aangetroffen in kwantificeerbare gehalten in zeer vervuilde monsters bedraagt 25 PCB's. De som-PCB van Jepson e.a. (2016) is daarmee goed vergelijkbaar met de som-PCB zoals bij IMARES bepaald.

PCB data in neonate bruinvissen van de afgelopen jaren laat zien dat 33% van alle spekmonsters van pasgeboren bruinvissen een som-PCB gehalte heeft dat hoger ligt dan de drempelwaarde van 17 mg/kg vetgewicht, en 60% een gehalte dat boven de drempelwaarde van 9 mg/kg vetgewicht ligt (Figuur 4.3). PCB gehalten in spek van foetussen liggen onder deze drempelwaardes. Dit wijst erop dat pasgeboren bruinvis kalfjes en met name neonaten al dusdanig hoge PCB gehalten bevatten dat deze dieren mogelijk al aan de start van hun leven gezondheidsproblemen kunnen ondervinden door hoge gehalten aan PCB's. In Engelse studies is vanuit aangespoelde bruinvis vrouwtjes berekend dat zwangerschappen mogelijk niet voldragen zijn of jongen niet levensvatbaar door hoge PCB-gehalten (Murphy e.a., 2015). Hier werd ook aangegeven dat melk waarschijnlijk de belangrijkste vector is voor overdracht van PCB's van moeder naar jong.

4.2 Chemische profielen

Door analyse uit te voeren in aangespoelde bruinvissen uit andere streken, en daarmee ook andere leefgebieden en mogelijk populaties (Kattegat) is onderzocht hoe sterk de chemische profielen de mogelijkheid geven tot het scheiden van leefgebieden (voor ruwe data, zie bijlage 1). In figuur 4.4 is de Principal Component Analyse (PCA) weergegeven van bruinvissen die gestrand zijn op de Nederlandse en Deense stranden. Op de assen is weergegeven hoe de chemische profielen van de bruinvissen zich t.o.v. elkaar verhouden, de mannelijke en vrouwelijke bruinvissen zijn met kleuren onderscheiden. In deze studie bestaat in principe geen verschil tussen een mannelijke en een vrouwelijke juveniel. De geaccumuleerde contaminanten zijn allemaal geheel afkomstig van het moederdier en van de eigen ophoping vanuit het dieet. Er heeft nog geen uitscheiding van contaminanten plaatsgevonden in vrouwelijke dieren, omdat ze nog niet geslachtsrijp zijn. Statistische analyse gaf ook geen verschil aan tussen de profielen van mannelijke en vrouwelijke dieren. De chemische profielen in bruinvissen vertoonden onderling verschillen, maar vormen samen één groep met een paar uitbijters (nr 1, 12 en 22). Bruinvissen die aangespoeld zijn langs de Nederlandse kust en die aangespoeld zijn langs de Deense kusten, zijn onderling niet geclusterd, er is geen duidelijk onderscheid in chemische profielen. De bruinvissen die sterk van de groep verschillen zijn afkomstig van Deense Waddenzee (nr 1), Deense Sound (nr 22) en Nederlandse Wadden zee (nr 12). Bruinvis nr 24, helemaal links in figuur 4.4 (aangegeven in het zwart) en daarmee sterk verschillend van bruinvis nr 1, is óók uit de Deense Waddenzee. Aanvullende statistische analyses laten evenmin een clustering zien voor bijvoorbeeld lengte (leeftijd) van de bruinvissen.

Dataset incl 1 projected onto PC1-2 Subspace



Figuur 4.4 Principal component analysis, op basis van de gemeten gehalten PCB's, PBDE's en HBCD. Kleurindeling op basis van geslacht, de nummers komen overeen met tabel 3.

De observatie dat er grote verschillen in concentratieniveaus en onderlinge verhoudingen kunnen optreden tussen individuele dieren toont aan deze stoffen niet door ieder dier op dezelfde manier en met dezelfde ratio worden opgenomen. De blootstelling van een bruinvis aan dit soort stoffen wordt bepaald door het voedsel dat het dier eet. De gehalten in dit voedsel zijn ook prooi-soort, prooigrootte en vooral plaats afhankelijk. Inhomogeniteit in gehalten in het leefmilieu van de bruinvis is bekend. Het overgrote deel van de PCB's en PBDE's bestaat uit historische input (deze stoffen worden hier of nauwelijks meer geproduceerd/geloosd in het milieu). Door transportprocessen via het water (slib) en via atmosferische depositie worden de verschillen tussen schone en gecontamineerde gebieden in de loop der jaren kleiner. Maar nog steeds zijn gebieden aan te wijzen die een duidelijke hogere belasting ondervinden dan andere. Kustzones in het algemeen en estuaria van grote rivieren in het bijzonder (Schelde, Elbe) zijn zwaarder vervuild dan open zee of gebieden ver van menselijke activiteiten. De reden dat er desondanks geen duidelijke verschil optreedt tussen het chemisch profiel van dieren die zijn aangespoeld in Zuid-Nederland en in het Kattegat is niet bekend. Als de bruinvissen zich van Zuid-Nederland tot het Kattegat verplaatsen (en terug) wordt er gevoerageerd over het hele gebied. Dit zou resulteren in een chemisch profiel als een "gemiddelde over de gebieden". Een uniform profiel in alle gestrande dieren is dan de verwachting. Het feit dat een paar dieren, gestrand in verschillende gebieden, toch sterk afwijken strookt daar niet mee. Deze dieren vertonen dus of een sterk afwijkend gedrag (meer plaatsgebonden) en/of een specifiek, afwijkend foerageergedrag in hetzelfde milieu. In de literatuur wordt melding gemaakt van specifieke voorkeuren voor voedsel (zelfs binnen een groep), wat de nauwkeurigheid van het chemisch profiel wat betreft voornaamste foerageergebied kan beperken.

In deze studie is gebruik gemaakt van de analyse van drie klassen contaminanten. Ondanks het feit dat deze onafhankelijk van elkaar zijn geproduceerd, met verschillende toepassingen en gedurende verschillende tijdsintervallen, is het onderscheidend vermogen van de verkregen chemische profielen niet sterk genoeg. Dit kan het gevolg zijn van de redenen zoals hiervoor besproken. Maar wellicht levert een analyse van meerdere stoffen, eventueel niet man-made, met de GC/GC-MS wel meer informatie op.

Los van de opname van chemische stoffen als gevolg van het gedrag van een bruinvis laten de resultaten van het eerste deel van het onderzoek zien dat jonge bruinvissen zeer zwaar zijn gecontamineerd, meer dan grotere exemplaren. Deze jonge bruinvissen worden zowel via de placenta als door het zogen belast met contaminanten. Deze observatie wordt ondersteund door de zeer hoge gehalten contaminanten in de geanalyseerde monsters moedermelk. De metingen aan gestrande bruinvissen, juvenielen en adulten, geven aan dat het bruinvisvet minder gecontamineerd is in oudere dieren. Dit wordt niet veroorzaakt omdat nu het milieu meer gecontamineerd is dan vroeger, maar blijkt omdat een foeragerende bruinvis met zijn dieet minder contaminanten binnenkrijgt dan via moedermelk. De gehalten in een grote bruinvis dalen dus als gevolg van groeiverdunning. Omdat de door de moeder meegegeven stoffen zoals PCB's en PBDE's niet of nauwelijks worden uitgescheiden zullen deze stoffen het chemisch profiel mede bepalen. In welke mate deze chemische erfenis het chemisch profiel beïnvloedt is afhankelijk van de toename van de hoeveelheid vet van de bruinvis. Het effect zal in ieder geval groter zijn in een jong juveniel dan in een grote adult.

In dit licht gezien zijn stoffen die niet worden overgedragen van moeder op jong, maar wel enige mate van bioaccumulatie vertonen wellicht betere indicatoren voor chemische profilering. Organische tin-verbindingen zijn een voorbeeld van een dergelijke stof. Organotin-verbindingen komen vooral voor op scheepsroutes en in havens en geven daarmee een sterke locatie-indicatie. Omdat de bruinvis deze stoffen ook langzaam afbreekt kan deze stof slechts voor een beperkte tijdspanne een indicatie kan zijn.

In het huidige onderzoek is niet onderzocht of er stoffen voorkomen in de het bruinvispek van de moeder die niet worden overgedragen aan het jong via placenta of moedermelk. Met GC/GC-MS analyse kan dit eenvoudig worden onderzocht. Als dergelijke stoffen kunnen worden aangetroffen (geïdentificeerd is niet per se nodig) zijn deze zeer geschikt om in het chemisch profiel te worden meegenomen. De gemeten waarden van deze niet overdraagbare stoffen zijn dan in elke bruinvis volledig afhankelijk van de directe opname door het individu uit het voedsel (en niet via placenta of melk).

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

De resultaten vermeld in dit rapport zijn alleen van toepassing op de geanalyseerde monsters.

5.1.1 Doorgifte van contaminanten van moeder naar jong

De gehalten aan PCB's en PBDE's in melk en in foetussen en neonaten uit deze studie geven aan dat melk een belangrijke vector is voor de doorgifte van deze stoffen van moederbruinvissen naar hun jong. De eerste contaminanten (PCB's, PBDE's en HBCD) worden doorgegeven van moeder naar de foetus via de placenta. Daarna worden grotere hoeveelheden aan PCB's en PBDE's doorgegeven via de melk, aangezien hoge gehalten worden gemeten in melk en deze stoffen in hogere gehalten worden aangetroffen in neonaten dan in foetussen. Eerste resultaten lijken erop te wijzen dat gehalten aan PCB's en PBDE's in bruinvismelk vroeg in de lactatieperiode hoger liggen dan later in de lactatie.

Foetussen en pasgeboren bruinvissen verkrijgen hoge gehalten aan PCB's, PBDE's en HBCD via hun moeder. Vergelijking van gehalten in neonaten met drempelwaarden voor PCB's geven aan dat een aanzienlijk deel van deze dieren (33-60%) gehalten bevatten die boven de drempelwaarde voor effecten liggen. Dit geeft aan dat neonaten mogelijk al aan de start van hun leven gezondheidsproblemen kunnen ondervinden door hoge gehalten aan PCB's. Dit betekent dat vervuiling met PCB's mogelijk een punt van zorg is bij het herstel van bruinvisspopulaties in de Noordzee.

5.1.2 Chemische profielen

Ofschoon er verschillen in chemische profielen zijn waargenomen tussen individuele bruinvissen, laat de analyse zien dat het gebruik van analytisch bepaalde gehalten PCB's, PBDE's en HBCD geen sterk onderscheidend vermogen heeft voor de strandingslocatie van de bruinvis. Zelfs tussen de profielen van bruinvissen die aan de Oostzee kant van Denemarken (Kattegat) en die in Nederland zijn aangetroffen zijn geen duidelijke verschillen. Dit kan worden veroorzaakt door het ruime verspreidings- en foerageergebied van de bruinvissen als ook een lange historie van PCB, PBDE en HBCD vervuiling. Ofschoon de vervuilingsgraad van de Hollandse en Deense kust voornamelijk laag is (QSR zijn "groen") worden door de bioaccumulatie de gehalten in bruinvissen hoog. De analyse van de moederdieren, foetussen en moedermelk geven aan dat het jonge dier een zware chemische erfenis krijgt van de ouder. Deze chemische erfenis zal gedurende het leven het chemische profiel blijven beïnvloeden, zeker in de eerste jaren.

5.2 Aanbevelingen

5.2.1 Doorgifte van contaminanten van moeder naar jong

De hier gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op nog relatief weinig monsters. Aanvullende monsters zijn nodig om de interpretatie verder te ondersteunen. De aanwijzing dat melk in het begin van de lactatieperiode hogere gehalten bevat heeft verder onderzoek nodig om dit te bevestigen dan wel ontkrachten. Ook de kwaliteit van de melk (vet- en eiwitgehalte) in de verschillende periodes van lactatie kan hier een rol inspelen. Tevens zijn gehalten aan PCB's, PBDE's en HBCD in adulte mannelijke bruinvissen nodig om de opname en opslag van deze stoffen te bepalen zonder mogelijkheid tot uitscheiding via placenta en melk. Daarnaast is er een verdere bestudering mogelijk van de doodsoorzaak tussen bruinvissen met PCB gehalten boven en onder de drempelwaarde om te onderzoeken of er een relatie is tussen verminderde weerstand en vermagering.

5.2.2 Chemische profielen

In deze studie is het vet van moeder en vet van het ongebooren kalf, dan wel het vet van de neonaat doorgemeten op een reeks bekende stoffen met vergelijkbare chemische eigenschappen, die goed overerven van moeder naar kind. Met de GC/GC-MS worden veel meer stoffen gekwantificeerd en kunnen tevens stoffen die niet overerven van moeder naar kind worden gedetecteerd. Als niet overervende stoffen worden waargenomen, dan kunnen deze stoffen worden gemeten in vet van juvenielen en adulten. De overerving van de moeder, die het chemische profiel, zeker bij jongere dieren, stevig beïnvloedt, is dan uitgeschakeld. Het chemische profiel is dan volledig gebaseerd op wat het individu zelf heeft geaccumuleerd door foerageren.

Ook niet-overervende stoffen die in de lever ophopen, zoals organische tin-verbindingen, kunnen aanvullende informatie geven. Om aan te tonen dat deze verbindingen niet door de moeder worden overgedragen moeten de levers van moeder en zogend jong (neonaat) eerst op organische tin-verbindingen worden doorgemeten.

De combinatie van niet-overervende stoffen met zeer locatie-specifieke stoffen (organotin-verbindingen), al dan niet met een beperkte verblijfstijd in de bruinvis, zal leiden tot een verbeterde interpretatie van de chemische profielen in relatie tot de verblijfplaats (foerageerplaats) van het individu.

6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwaame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweedelijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd. Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standaard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift ISW 2.10.2.105.

Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Literatuur

- Camphuysen CJ, Siemensma ML (2011) Conservation plan for the Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in The Netherlands: towards a favourable conservation status. NIOZ Report 2011-07, Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.
- Hall, A.J., Hugunin, K., Deaville, R., Law, R.J., Allchin, C.R., Jepson, P.D. (2006). The risk of infection from polychlorinated biphenyl exposure in harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) – A case-control approach. *Environmental Health Perspectives* 114: 704-711.
- Jepson, P.D., Bennett, P.M., Deaville, R., Allchin, C.R., Baker J.R. & Law, R.J. (2005). Relationships between PCB's and health status in UK-stranded harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Environmental Toxicology and Chemistry* 24: 238–248.
- Jepson, P.D., Deaville R., Barber, J.L., Aguilar, À., Borrell, A., Murphy, S., Barry, J., Brownlow, A., Barnett, J., Berrow, S., Cunningham, A.A., Davison, N.J., ten Doeschate, M., Esteban, R., Ferreira, M., Foote, A.D., Genov, T., Giménez, J., Loveridge, J., Llavona, À., Martin, V., Maxwell, D.L., Papachlitzou, A., Penrose, R., Perkins, M.W., Smith, B., de Stephanis, R., Tregenza, N., Verborgh, P., Fernandez, A., Law, R.J. (2016). PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters. *Scientific Reports* 6, Article number: 18573.
- Kannan, K., Blakenship, A.L., Jones, P.D. & Giesy, J.P. (2000). Toxicity reference values for the toxic effects of polychlorinated biphenyls to aquatic mammals. *Human and Ecological Risk Assessment* 6: 181-201.
- Murphy S., J.L. Barber, J.A. Learmonth, F.L. Read, R. Deaville, M.W. Perkins e.a. (2015). Reproductive failure in UK harbour porpoises *Phocoena phocoena*: legacy of pollutant exposure? *PLoS ONE* 10(7): e0131085.
- Read, A.J. (1990). Reproductive seasonality in harbour porpoises, *Phocoena phocoena*, from the Bay of Fundy. *Canadian Journal of Zoology* 68: 284-288.
- Van den Heuvel-Greve, M.J., S. Glorius, S. Bierman, M. Kotterman (2011). Chapter 3 – Contaminant distribution in harbour porpoises, *Phocoena phocoena*, stranded along the Dutch coast. In: *Abundance, strandings and food ecology of harbour porpoises*. IMARES rapport C180/10.
- Van den Heuvel-Greve, M.J., C. Kwadijk, M. Kotterman (2014). *Contaminanten in aangespoelde bruinvissen langs de Nederlandse kust; spekkwaliteit, neonaten en chemische profielen*. IMARES rapport C113/14.

Verantwoording

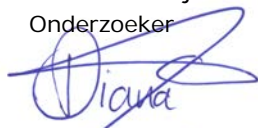
Rapport C096/16

Projectnummer: 430.08201.137

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende MT-lid van Wageningen Marine Research.

Akkoord: Dr. D.M.E. Slijkerman
Onderzoeker

Handtekening:

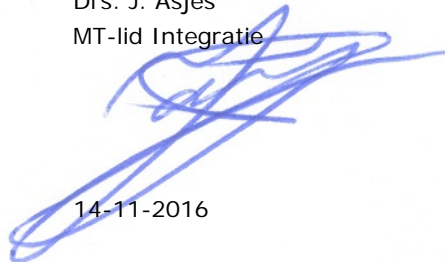


Datum:

14-11-2016

Akkoord: Drs. J. Asjes
MT-lid Integratie

Handtekening:



Datum:

14-11-2016

Bijlage 1 Ruwe data analyse chemische profielen

| | | Monster soort | Monster type | Monstercode | BDE28 | BDE47 | BDE99 | BDE100 | BDE153 | BDE154 + BB153 | BDE183 |
|----------------|-----------|-------------------|-----------------|-------------|-------|-------|-------|--------|--------|----------------------|--------|
| | | | | | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| RQ20150714/068 | 2015/2866 | Bruinvis | Blubber | UT955 | 3.0 | 68 | 11 | 19 | 7.1 | 17 | <0.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2873 | Bruinvis fetus | Blubber | UT955 | <0.6 | 28 | 3.2 | 4.7 | <0.6 | 2.6 | <0.7 |
| RQ20150714/068 | 2015/2875 | Bruinvis | Blubber | UT379 | 1.2 | 86 | 14 | 23 | 11 | 25 | <0.5 |
| RQ20150714/068 | 2015/2879 | Bruinvis | Blubber | UT289 | <0.5 | 15 | 3.4 | 3.0 | 1.5 | 5.8 | <0.5 |
| RQ20150714/068 | 2015/2881 | Bruinvis | Blubber | UT290 | <0.5 | 1.7 | <0.6 | <1.6 | <0.6 | 0.5 | <0.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2883 | Bruinvis | Blubber | UT332 | 1.1 | 26 | 2.2 | <1.7 | <0.6 | 1.2 | <0.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2885 | Bruinvis | Blubber | UT528 | <0.5 | 15 | 2.3 | <1.6 | <0.6 | 2.5 | <0.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2892 | Bruinvis | Blubber | UT564 | 4.0 | 28 | 4.2 | 4.4 | 3.1 | 6.3 | <0.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2900 | Bruinvis | Blubber | UT1019 | <0.7 | 24 | 7.5 | 4.9 | 8.6 | 16 | <0.8 |
| RQ20150714/068 | 2015/2908 | Bruinvis | Blubber | UT656 | 15 | 100 | 10 | 24 | 1.5 | 10 | <0.5 |
| RQ20150714/068 | 2015/2916 | Bruinvis | Blubber | UT357 | 22 | 76 | 5.8 | 16 | 7.4 | 14 | <0.8 |
| RQ20150714/068 | 2015/2920 | Bruinvis | Blubber | UT720 | 1.3 | 23 | <0.6 | <1.6 | <0.5 | <0.4 | <0.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2928 | Bruinvis | Blubber | UT522 | <0.4 | 38 | 3.6 | 7.7 | 1.9 | 8.3 | <0.5 |
| RQ20150714/068 | 2015/2936 | Bruinvis | Blubber | UT529 | 2.4 | 190 | 20 | 65 | 34 | 67 | <0.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2944 | Bruinvis | Blubber | UT434 | <0.9 | 42 | 3.2 | <2.8 | <1.0 | <0.8 | <1.0 |
| RQ20150714/068 | 2015/2948 | Bruinvis | Blubber | UT336 | <0.5 | 45 | 2.8 | 6.2 | <0.5 | 2.2 | <0.5 |
| RQ20150714/068 | 2015/2952 | Bruinvis | Blubber | UT433 | <0.9 | 78 | 9.0 | 16 | 3.5 | 20 | <1.1 |
| RQ20150714/068 | 2015/2956 | Bruinvis | Blubber | UT438 | <0.6 | 61 | 2.0 | 8.2 | <0.6 | 4.3 | <0.7 |
| RQ20150714/068 | 2015/2960 | Bruinvis | Blubber | UT1271 | <0.5 | 26 | 4.4 | 5.6 | 2.2 | 11 | <0.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2968 | Bruinvis | Blubber | UT1268 | <0.6 | 58 | 6.2 | 11 | 5.9 | 17 | <0.7 |
| RQ20150714/068 | 2015/2976 | Bruinvis | Blubber | UT1266 | <0.06 | 4.0 | 0.5 | 0.7 | <0.06 | 0.5 | <0.07 |

| | | BDE49 | BDE66 | BDE71 | BDE75 | BDE85 | BDE119 | BDE138 | BDE190 |
|----------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| RQ20150714/068 | 2015/2866 | 2.0 | 4.1 | 7.3 | <1.0 | <1.0 | <1.2 | <0.7 | <1.7 |
| RQ20150714/068 | 2015/2873 | <1.2 | <1.3 | <1.7 | <1.0 | <1.0 | <1.2 | <0.8 | <1.8 |
| RQ20150714/068 | 2015/2875 | 2.4 | <1.0 | 6.6 | <0.8 | <0.8 | <1.0 | <0.6 | <1.4 |
| RQ20150714/068 | 2015/2879 | <1.0 | <1.1 | 5.5 | <0.9 | <0.8 | <1.0 | <0.6 | <1.5 |
| RQ20150714/068 | 2015/2881 | <1.1 | <1.2 | 5.7 | <0.9 | <0.9 | <1.1 | <0.7 | <1.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2883 | <1.1 | <1.2 | <1.6 | 4.0 | <1.0 | <1.2 | <0.7 | <1.7 |
| RQ20150714/068 | 2015/2885 | <1.1 | <1.1 | <1.5 | <0.9 | <0.9 | <1.1 | <0.7 | <1.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2892 | <1.0 | <1.1 | <1.5 | <0.9 | <0.9 | <1.1 | <0.7 | <1.5 |
| RQ20150714/068 | 2015/2900 | <1.5 | <1.6 | <2.1 | <1.3 | <1.2 | <1.5 | <0.9 | <2.2 |
| RQ20150714/068 | 2015/2908 | 4.6 | <0.9 | 4.9 | 4.9 | <0.7 | <0.9 | <0.5 | <1.2 |
| RQ20150714/068 | 2015/2916 | <1.5 | <1.6 | 8.1 | 8.5 | <1.3 | <1.6 | <1.0 | <2.3 |
| RQ20150714/068 | 2015/2920 | <1.1 | <1.1 | <1.5 | 4.3 | <0.9 | <1.1 | <0.7 | <1.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2928 | <0.9 | <1.0 | <1.3 | 3.8 | <0.8 | <0.9 | <0.6 | <1.3 |
| RQ20150714/068 | 2015/2936 | <1.1 | 1.7 | 8.8 | 23 | <1.0 | 18 | 2.3 | <1.7 |
| RQ20150714/068 | 2015/2944 | <1.8 | <2.0 | <2.6 | 6.3 | <1.6 | <1.9 | <1.2 | <2.7 |
| RQ20150714/068 | 2015/2948 | <1.0 | 1.0 | 5.2 | 6.0 | <0.8 | <1.0 | <0.6 | <1.4 |
| RQ20150714/068 | 2015/2952 | <2.0 | <2.1 | <2.8 | 9.2 | <1.7 | <2.0 | <1.2 | <2.9 |
| RQ20150714/068 | 2015/2956 | <1.2 | <1.3 | 7.0 | 11 | <1.0 | <1.3 | <0.8 | <1.8 |
| RQ20150714/068 | 2015/2960 | <1.1 | <1.2 | 6.3 | 5.1 | <1.0 | <1.2 | <0.7 | <1.7 |
| RQ20150714/068 | 2015/2968 | <1.2 | <1.3 | 6.9 | 5.2 | <1.1 | <1.3 | <0.8 | <1.9 |
| RQ20150714/068 | 2015/2976 | <0.1 | <0.1 | <0.2 | 0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.08 | <0.2 |

| | | | | | Vet(BD) | CB-101 | CB-105 | CB-110 | CB-118 | CB-128 | CB-137 |
|----------------|-----------|-------------------|-----------------|-------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Monster soort | Monster type | Monstercode | % | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| RQ20150714/068 | 2015/2866 | Bruinvis | Blubber | UT955 | 90.2 | 140 | 32 | 22 | 140 | 130 | <8.2 |
| RQ20150714/068 | 2015/2873 | Bruinvis fetus | Blubber | UT955 | 81.0 | 100 | 25 | 78 | <34 | 64 | <8.1 |
| RQ20150714/068 | 2015/2875 | Bruinvis | Blubber | UT379 | 87.7 | 120 | 44 | 20 | 140 | 64 | <6.3 |
| RQ20150714/068 | 2015/2879 | Bruinvis | Blubber | UT289 | 97.6 | 30 | <10 | <17 | 33 | 44 | <6.7 |
| RQ20150714/068 | 2015/2881 | Bruinvis | Blubber | UT290 | 93.2 | <22 | <11 | <18 | <32 | 12 | <7.5 |
| RQ20150714/068 | 2015/2883 | Bruinvis | Blubber | UT332 | 98.9 | 110 | 26 | <19 | 150 | 41 | <7.7 |
| RQ20150714/068 | 2015/2885 | Bruinvis | Blubber | UT528 | 90.6 | 75 | 18 | <18 | 85 | 30 | <7.3 |
| RQ20150714/068 | 2015/2892 | Bruinvis | Blubber | UT564 | 96.8 | 70 | 25 | <17 | 71 | 32 | <7.0 |
| RQ20150714/068 | 2015/2900 | Bruinvis | Blubber | UT1019 | 78.4 | 33 | <15 | <24 | <42 | 19 | <10 |
| RQ20150714/068 | 2015/2908 | Bruinvis | Blubber | UT656 | 45.3 | 240 | 65 | 32 | 380 | 110 | <5.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2916 | Bruinvis | Blubber | UT357 | 97.2 | 160 | 60 | <22 | 290 | 110 | <9.0 |
| RQ20150714/068 | 2015/2920 | Bruinvis | Blubber | UT720 | 78.8 | 140 | 37 | <18 | 180 | 54 | <7.2 |
| RQ20150714/068 | 2015/2928 | Bruinvis | Blubber | UT522 | 83.1 | 68 | 35 | 21 | 100 | 37 | <6.1 |
| RQ20150714/068 | 2015/2936 | Bruinvis | Blubber | UT529 | 61.5 | 1000 | 190 | 100 | 1500 | 830 | 83 |
| RQ20150714/068 | 2015/2944 | Bruinvis | Blubber | UT434 | 81.0 | 100 | 28 | <31 | 170 | 48 | <12 |
| RQ20150714/068 | 2015/2948 | Bruinvis | Blubber | UT336 | 86.3 | 200 | 65 | 21 | 250 | 100 | <6.6 |
| RQ20150714/068 | 2015/2952 | Bruinvis | Blubber | UT433 | 92.5 | 130 | 56 | <33 | 200 | 130 | <13 |
| RQ20150714/068 | 2015/2956 | Bruinvis | Blubber | UT438 | 67.9 | 350 | 63 | 40 | 430 | 150 | <8.4 |
| RQ20150714/068 | 2015/2960 | Bruinvis | Blubber | UT1271 | 93.0 | 65 | 19 | <19 | 210 | 84 | <7.8 |
| RQ20150714/068 | 2015/2968 | Bruinvis | Blubber | UT1268 | 85.8 | 100 | 45 | <21 | 330 | 54 | <8.5 |
| RQ20150714/068 | 2015/2976 | Bruinvis | Blubber | UT1266 | 83.7 | 13 | 3.8 | 2.2 | 13 | 4.2 | <0.8 |

| | | CB-138 | CB-141 | CB-149 | CB-151 | CB-153 | CB-156 | CB-170 | CB-180 |
|----------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| RQ20150714/068 | 2015/2866 | 1300 | <13 | 790 | 300 | 2400 | 22 | 430 | 390 |
| RQ20150714/068 | 2015/2873 | 600 | <13 | 400 | 160 | 1200 | 20 | 150 | 120 |
| RQ20150714/068 | 2015/2875 | 440 | <10 | 230 | 110 | 760 | 23 | 160 | 150 |
| RQ20150714/068 | 2015/2879 | 400 | <10 | 200 | 92 | 740 | 20 | 170 | 150 |
| RQ20150714/068 | 2015/2881 | 44 | <11 | <25 | 16 | 120 | 17 | <19 | 32 |
| RQ20150714/068 | 2015/2883 | 240 | <12 | 160 | 83 | 500 | 24 | <20 | 69 |
| RQ20150714/068 | 2015/2885 | 170 | <11 | 100 | 49 | 380 | 21 | 87 | <11 |
| RQ20150714/068 | 2015/2892 | 190 | <11 | 85 | 50 | 360 | 22 | <18 | <10 |
| RQ20150714/068 | 2015/2900 | 79 | <15 | <34 | <15 | 180 | 23 | <26 | 23 |
| RQ20150714/068 | 2015/2908 | 1000 | <8.6 | 570 | 250 | 1800 | 25 | 370 | 230 |
| RQ20150714/068 | 2015/2916 | 1000 | <14 | 450 | 240 | 1800 | 27 | 580 | 610 |
| RQ20150714/068 | 2015/2920 | 430 | <11 | 360 | 130 | 920 | 21 | <19 | <11 |
| RQ20150714/068 | 2015/2928 | 230 | <9.4 | 91 | 44 | 410 | 21 | 70 | <9.0 |
| RQ20150714/068 | 2015/2936 | 7000 | 44 | 5500 | 2000 | 15000 | 61 | 2800 | 4100 |
| RQ20150714/068 | 2015/2944 | 230 | <19 | 100 | 42 | 470 | 30 | <32 | 110 |
| RQ20150714/068 | 2015/2948 | 1000 | <10 | 790 | 240 | 2000 | 18 | 230 | 130 |
| RQ20150714/068 | 2015/2952 | 1500 | <20 | 710 | 240 | 3000 | 37 | <35 | 720 |
| RQ20150714/068 | 2015/2956 | 1900 | <13 | 1500 | 460 | 3900 | 27 | <22 | 200 |
| RQ20150714/068 | 2015/2960 | 700 | <12 | 360 | 190 | 1400 | 18 | 77 | 350 |
| RQ20150714/068 | 2015/2968 | 380 | <13 | 150 | 61 | 660 | 28 | 39 | 120 |
| RQ20150714/068 | 2015/2976 | 25 | <1.2 | 15 | 7.3 | 43 | 2.2 | 4.9 | 11 |

| | | CB-187 | CB-194 | CB-202 | CB-206 | CB-28 | CB-31 | CB-47 | CB-49 |
|----------------|-----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| RQ20150714/068 | 2015/2866 | 540 | 640 | 29 | <12 | <13 | <12 | 110 | 19 |
| RQ20150714/068 | 2015/2873 | 160 | <13 | 76 | <12 | <13 | <12 | 74 | <13 |
| RQ20150714/068 | 2015/2875 | 240 | <10 | 20 | <9.3 | <10 | <9.5 | 46 | 16 |
| RQ20150714/068 | 2015/2879 | 260 | 240 | 27 | <10 | <10 | <10 | 44 | <10 |
| RQ20150714/068 | 2015/2881 | 73 | <12 | 44 | <11 | <11 | <11 | 19 | <11 |
| RQ20150714/068 | 2015/2883 | 140 | <12 | 21 | <11 | <12 | <12 | 72 | 22 |
| RQ20150714/068 | 2015/2885 | 130 | <11 | 23 | <11 | <11 | <11 | 85 | 14 |
| RQ20150714/068 | 2015/2892 | 120 | 200 | 17 | <10 | <11 | <11 | 48 | <11 |
| RQ20150714/068 | 2015/2900 | 170 | <16 | 19 | <15 | <15 | <15 | 47 | <15 |
| RQ20150714/068 | 2015/2908 | 390 | 31 | 47 | <8.3 | <8.6 | <8.4 | 71 | 33 |
| RQ20150714/068 | 2015/2916 | 500 | 360 | 43 | <13 | <14 | <13 | 100 | 23 |
| RQ20150714/068 | 2015/2920 | 120 | <11 | 21 | <11 | <11 | <11 | 66 | 24 |
| RQ20150714/068 | 2015/2928 | 110 | 260 | 32 | <9.1 | <9.4 | <9.2 | 28 | <9.4 |
| RQ20150714/068 | 2015/2936 | 4000 | 530 | 190 | <11 | <12 | <11 | 590 | 180 |
| RQ20150714/068 | 2015/2944 | 80 | <20 | 27 | <18 | <19 | <19 | 83 | <19 |
| RQ20150714/068 | 2015/2948 | 290 | <10 | 13 | <10 | <10 | <10 | 83 | 33 |
| RQ20150714/068 | 2015/2952 | 510 | 82 | 42 | <20 | <20 | <20 | 71 | <20 |
| RQ20150714/068 | 2015/2956 | 560 | <13 | 19 | <12 | <13 | <13 | 130 | 60 |
| RQ20150714/068 | 2015/2960 | 440 | 340 | 37 | <12 | <12 | <12 | 78 | <12 |
| RQ20150714/068 | 2015/2968 | 220 | 200 | 22 | <13 | <13 | <13 | 69 | 13 |
| RQ20150714/068 | 2015/2976 | 23 | <1.2 | 1.9 | <1.2 | <1.2 | <1.3 | 7.0 | 1.7 |

| | | CB-52 | CB-56 | CB-66 | CB-85 | CB-87 | CB-97 |
|----------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| RQ20150714/068 | 2015/2866 | 310 | <25 | <12 | 25 | 16 | <12 |
| RQ20150714/068 | 2015/2873 | 170 | <25 | <12 | <13 | <13 | <12 |
| RQ20150714/068 | 2015/2875 | 67 | <19 | <9.5 | 16 | 27 | <10 |
| RQ20150714/068 | 2015/2879 | 28 | <20 | <10 | <10 | <11 | <10 |
| RQ20150714/068 | 2015/2881 | <11 | <23 | <11 | <12 | <12 | <11 |
| RQ20150714/068 | 2015/2883 | 52 | <23 | 12 | <12 | 27 | <12 |
| RQ20150714/068 | 2015/2885 | 28 | <22 | <11 | <11 | <12 | <11 |
| RQ20150714/068 | 2015/2892 | 25 | <21 | <11 | <11 | 12 | <11 |
| RQ20150714/068 | 2015/2900 | <15 | <30 | <15 | <15 | <16 | <15 |
| RQ20150714/068 | 2015/2908 | 150 | <17 | 28 | 19 | 66 | <8.5 |
| RQ20150714/068 | 2015/2916 | 210 | <27 | <13 | 22 | <15 | <14 |
| RQ20150714/068 | 2015/2920 | 160 | <22 | <11 | <11 | 16 | <11 |
| RQ20150714/068 | 2015/2928 | 23 | <19 | <9.2 | <10 | <10 | <9.2 |
| RQ20150714/068 | 2015/2936 | 2000 | <23 | 57 | 150 | 110 | <12 |
| RQ20150714/068 | 2015/2944 | 44 | <38 | <19 | <20 | <20 | <19 |
| RQ20150714/068 | 2015/2948 | 350 | <20 | 11 | 21 | 23 | <10 |
| RQ20150714/068 | 2015/2952 | 170 | <40 | <20 | <21 | <22 | <20 |
| RQ20150714/068 | 2015/2956 | 720 | <25 | 19 | 28 | 36 | <13 |
| RQ20150714/068 | 2015/2960 | 90 | <24 | <12 | <12 | 75 | <12 |
| RQ20150714/068 | 2015/2968 | 55 | <26 | <13 | <13 | <14 | <13 |
| RQ20150714/068 | 2015/2976 | 5.7 | <2.5 | <1.2 | 6.8 | 1.6 | <1.2 |

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Visitors address

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 5, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden



Wageningen Marine Research is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector. Wageningen University & Research is specialised in the domain of healthy food and living environment.

The Wageningen Marine Research vision:

'To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.'

The Wageningen Marine Research mission

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute.

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of Stichting Wageningen Research (a Foundation) have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.
