



# Årsrapport 2011

## Mattilsynet

### **Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann: Delrapport II- Undersøkelser av hval**

Kåre Julshamn, Stig Valdersnes, Bente  
Nilsen og Amund Måge

August 2012

## Forord

I 2011 har Mattilsynets overvåkningsprogram ”Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann” hatt fokus på to så ulike organismer som krabbe og hval. Resultatene fra dette prosjektet rapporteres i to delrapporter der denne rapporten, delrapport II, omhandler hval.

Ved NIFES har Kåre Julshamn hatt ansvaret for hval med god hjelp av Bente Nilsen og Stig Valdersnes.

Innsamlingen av hvalprøvene har vært Mattilsynets ansvar.

Bestemmelse av fremmedstoffer ble gjennomført ved laboratorium for fremmedstoffer, under ledelse av Annette Bjordal. Fra 1. november 2011 ble ansvaret delt mellom dette og det nyopprettede laboratoriet for grunnstoff ledet av Marita E. Kristoffersen. Bestemmelse av metaller og metallspecier ble gjennomført av Siri Bargård, Tonja Lill Eidsvik, Edel Erdal, Jorun Haugsnes, Berit Solli og Laila Sedal. De organiske fremmedstoffene ble bestemt av Karstein Heggstad, Tadesse T. Negash, Vivian W.L. Mui, Jannicke A. Berntsen og Pablo Cortez (analyse og resultatberegning knyttet til dioksiner, PCB og PBDE), Kari B. Sæle, Kjersti Pisani og Per-Ola Rasmussen (prøveopparbeidelse knyttet til dioksiner, PCB og PBDE) og Joar F. Breivik (prøveopparbeidelse og analyse av PFAS).

Fettbestemmelsene ble gjennomført ved laboratorium for næringsstoffer under ledelse av Annbjørg Bøkevoll, og senere ved laboratoriet for grunnstoff. Disse analysene ble gjennomført av Torill Berg, Georg Olsen, Kari Pettersen, Katrine L. Andersen og Robin Håbet.

En stor takk til alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet!

## Innhold

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Forord .....                                                                                      | 2  |
| Innholdsfortegnelse .....                                                                         | 3  |
| Sammendrag .....                                                                                  | 4  |
| Summary.....                                                                                      | 5  |
| 1 Innledning .....                                                                                | 6  |
| 2 Materiale og metoder .....                                                                      | 8  |
| 2.1 Prøvetaking og opparbeidelse av prøver .....                                                  | 8  |
| 2.2 Analysemetoder.....                                                                           | 10 |
| 2.2.1 Multielementanalyse med ICP-MS etter våtoppslutning i mikrobølgeovn (NIFES metode 197)..... | 11 |
| 2.2.2 Uorganisk arsen (NIFES metode 261).....                                                     | 11 |
| 2.2.3 Metylkvikksølv (NIFES metode 390).....                                                      | 12 |
| 2.2.4 Polybromerte difenyletere (PBDE) med egen opparbeidingsmetode (NIFES metode 238).....       | 12 |
| 2.2.5 Perfluorerte alkylstoffer (PFAS) (NIFES metode 349).....                                    | 12 |
| 3 Resultater og kommentarer.....                                                                  | 13 |
| 3.1 Metaller.....                                                                                 | 13 |
| 3.1.1 Kvikksølv .....                                                                             | 16 |
| 3.1.2 Kadmium.....                                                                                | 18 |
| 3.1.3 Totalarsen og uorganisk arsen.....                                                          | 18 |
| 3.1.4 Bly.....                                                                                    | 18 |
| 3.1.5 Selen.....                                                                                  | 18 |
| 3.2 Organiske fremmedstoffer .....                                                                | 18 |
| 3.2.1 Bromerte flammehemmere - Polybromerte difenyletere (PBDE) .....                             | 18 |
| 3.2.2 PFAS.....                                                                                   | 19 |
| 4 Konklusjon.....                                                                                 | 20 |
| 5 Litteraturliste .....                                                                           | 20 |

## Sammendrag

I denne undersøkelsen ble kjøtt av vågehval (*Balaenoptera acutorostrata*) grundig undersøkt for fremmedstoffer.

Det ble tatt prøver av 84 hval i perioden fra 1. mai til 16. august 2011. De fleste prøvene ble tatt i Barentshavet. Hvalprøvene ble analysert for kvikksølv, metylkvikksølv, kadmium, bly og totalarsen og noen prøver ble analysert for PBDE og perfluorerte forbindelser. Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i alle prøvene av hvalkjøtt var  $0,15 \pm 0,09$  mg/kg våtvekt (ett standardavvik), med en variasjon fra 0,05 til 0,49 mg/kg våtvekt. Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen ble målt i en hval fanget vest i Barentshavet i posisjonen 74°40'N, 018°06'E. Ingen av hvalprøvene viste imidlertid konsentrasjoner av kvikksølv over 0,5 mg/kg våtvekt som er EU og Norges øvre grenseverdi for kvikksølv i fiskemuskel for de fleste arter. EU og Norge har foreløpig ikke satt en egen grenseverdi for kvikksølv i marine pattedyr. Kadmiuminnholdet i hvalkjøtt varierte fra 0,002 til 0,036 mg/kg mens innholdet av bly i hvalkjøtt varierte fra <0,01 til 0,09 mg/kg våtvekt. EU og Norge har foreløpig ikke satt øvre grenseverdier for kadmium og bly i marine pattedyr, men de øvre grenseverdiene i fiskemuskel er på henholdsvis 0,05 og 0,3 mg/kg våtvekt. Innholdet av sum PBDE i hvalkjøtt var mindre enn 3 µg/kg våtvekt for alle unntatt en prøve, mens innholdet av PFOS varierte fra <0,3 til 5,2 µg/kg våtvekt.

## Summary

In this survey, meat of minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) was thoroughly investigated for contaminants.

Samples were taken from 84 whales in the period of time from 1 May to 16 August 2011. Most samples were taken in the Barents Sea. Whale samples were analyzed for mercury, methylmercury, cadmium, lead and total arsenic and in addition some samples were analyzed for PBDEs and PFCs. The average mercury concentration in all samples of whale meat was  $0.15 \pm 0.09$  mg/kg wet weight, with a range from 0.05 to 0.49 mg/kg wet weight. The highest mercury concentration was measured in a whale caught in the western Barents Sea at position 74°40'N, 018°06'E. None of the whale samples showed concentrations of mercury above 0.5 mg / kg wet weight which is the EU and Norway's maximum level for mercury in fish muscle for most species. EU and Norway have not yet set a maximum level for mercury in marine mammals. Cadmium content of whale meat ranged from 0.002 to 0.036 mg/kg while the content of lead in whale meat ranged from <0.01 to 0.09 mg/kg wet weight. EU and Norway has not set any maximum levels for cadmium and lead in marine mammals, but the maximum level in fish muscle is 0.05 and 0.3 mg / kg våtvekt, respectively. The content of total PBDEs in whale meat was less than 3 µg/kg wet weight with the exception of one sample, while the content of PFCs varied between <0.3 and 5.2 µg/kg wet weight.

## 1 Innledning

Vågehvalen finnes i alle verdenshavene, og er den minste av bardehvalene i finnhvalgruppen. Den kjennetegnes ved strømlinjeform og er en rask svømmer med ryggfinne. Den blir kjønnsmoden når den er ca. fem år og får deretter en unge hvert år. Vågehvalen befinner seg i nord om sommeren og vandrer sydovert til varmere farvann om vinteren, der det antas at ungene fødes og parring finner sted. Vandringsen avhenger mest sannsynlig av næringstilgangen. Nå synes vågehvalen å ha en vestlig fordeling, noe som kan ha sammenheng med store forekomster av sild i Norskehavet. Som bardehval er vågehvalen spesielt tilpasset beiting på dyreplankton, men den er antakelig den minst spesialiserte av bardehvalene og må betegnes som altetende. Undersøkelser av mageinnhold i våre farvann viser at hovedføden varierer mellom krill, sild, lodde og sil, men også torsk, sei og polartorsk spises av vågehvalen. Vågehvalen kan bli opptil ni meter lang, veie 5-8 tonn og bli minst 30 år.

Sterk internasjonal kritikk gjorde at norske myndigheter stoppet vågehvalfangsten etter 1987. I 1993 ble det igjen åpnet for kommersiell fangst. De norske hvalfangerne beskatter to bestander. Den viktigste er den nordøstatlantiske bestanden i Nordsjøen, langs norskekysten, i Barentshavet og i Svalbard. Den siste beregningen er 81400 dyr, basert på telletokt i perioden 2002-2007. Norske hvalfangere driver også begrenset fangst i den økonomiske sonen rundt Jan Mayen (på sentralbestanden). Bestandsgrunnlaget her er på 26700 dyr som baserer seg på telling i perioden 1997 til 2005. Disse beregningene godkjennes av Den internasjonale hvalfangstkomisjon (IWC). I 2010 ble det fanget 468 vågehval av en totalkvote på 1286 dyr. De fleste dyrene ble fanget i det nordøstatlantiske bestandsområdet. Grunnen til at kvoten ikke ble utnyttet hadde sammenheng med leveringsproblemer og kvotefordeling. Tidligere deltok det opp mot 30 fartøyer, mens antallet i 2010 begrenset seg til 18 fartøyer. Fangsten er regulert ved en konsesjonsordning og gjennomføres om sommeren. Fangstingen foregår hovedsakelig i kystnære farvann, spesielt fra Vestfjorden til Finnmark, ved Bjørnøya og ved Spitsbergen. Det viktigste produktet på vågehvalen er kjøttet som går til menneskemat, og de siste årene har kjøttutbyttet vært på 700-900 tonn. Førstehandsverdien har årlig utgjort 21-28 millioner kroner.

Tungmetaller som kvikksølv, bly og kadmium har ingen kjent biologisk funksjon, men tas opp og lagres av levende organismer. Disse stoffene finnes naturlig i miljøet og de gjøres tilgjengelig for opptak i planter og dyr. Giftigheten varierer mellom stoffene og er også avhengig av hvilken kjemisk form stoffene foreligger i.

Naturlige kilder til kvikksølv er vulkansk aktivitet og annen avgassing fra jordens overflate. Andre kilder inkluderer avfallsforbrenning, metallindustri og forbrenningsprosesser. Det finnes forskjellige former av kvikksølv, både uorganiske og organiske former. Hovedformen i fisk og annen sjømat er metylkvikksølv, og denne formen representerer den største helserisikoen. De høyeste nivåene av kvikksølv i mat finnes i gammel rovfisk som for eksempel makrellstørje (tunfisk) og blåkveite. Metylvikksølv absorberes i tarmen og kan krysse morkaken, blod-hjernebarrieren og skilles ut i morsmelk. Metylvikksølv er nevrotoksisk og spesielt er hjernen til fosteret utsatt. Metylvikksølv kan føre til forstyrrelser både i kognitiv og motorisk utvikling. Mattilsynet gir kostholdsråd ved overskridelser.

Kadmium er et tungmetall som er naturlig utbredt i jordskorpen, og det finnes ofte sammen med sink. Metallet brukes i mange industrielle prosesser og er også knyttet til gruvedrift. Typiske bruksområder er som stabilisator og pigment i plastprodukter, i galvanisering og i batteriproduksjon. Kadmium akkumuleres lite i fiskemuskel, men mer i skalldyr og skjell.

Bly finnes naturlig i miljøet, men gruvedrift og smelteverksvirksomhet har ført til høyere forekomster av bly i noen fjorder. Bly finnes i blant annet maling, trykksverte, vannledninger, keramisk glasur og enkelte typer av emballasje som brukes til hermetisering. Mennesker eksponeres hovedsakelig for bly gjennom mat og forurenset luft. Fisk har generelt liten betydning for inntaket av bly, men nivåene kan være forhøyet i noen skjellarter som o-skjell. Det har vært en nedgang i blynivået i miljøet som følge av stopp i bruken av blyholdig bensin.

Polybromerte flammehemmere (polybromerte difenyletere; PBDE) brukes som tilsetninger i en rekke produkter, som eksempelvis elektriske artikler, elektroniske kretskort, tekstiler og bygningsmaterialer. Det er overveiende tre kommersielle PBDE-blandinger som produseres, med varierende grad av bromering av de aromatiske ringene. Disse er dekabromdifenyleter, oktabromdifenyleter, og pentabromdifenyleter. Disse blandingene har ulik sammensetning og renhet. I de fleste toksisitetsstudier er en eller flere av disse blandingene brukt. Den fullbromerte PBDE (deka-BDE) absorberes dårlig, elimineres fort og bioakkumulerer lite. Kongenere med lavere molekylvekt (tri- til hekso-BDE) blir nesten fullstendig absorbert, langsomt eliminert, bioakkumulerer og er mer bioaktive enn deka-BDE. Deko-BDE kan dog omdannes til de mer bioaktive formene. Det er ukjent i hvilken grad de lavbromerte formene i miljøet kommer fra bruk av lavbromerte kommersielle blandinger eller fra nedbrytning av deka-BDE.

Det er i det siste tiåret blitt stor interesse omkring spredning og oppkonsentrering av bromerte flammehemmere i miljø og matvarer. I samme periode er analysemetodene blitt bedre og den nødvendige instrumenteringen er blitt mer vanlig. Tidlige analyseresultater var av langt lavere pålitelighet enn de som måles i dag. Datagrunnlaget for polybromerte flammehemmere i matvarer, inkludert sjømat, er fortsatt svært begrenset. Det er nødvendig å overvåke disse forbindelsene for å vurdere tilstedeværelse og eventuell risiko.

Perfluorerte alkylstoffer (PFAS) er en samlebetegnelse på et stort antall menneskeskapte forbindelser med unike egenskaper. Forbindelsene brukes i impregnering, papir til innpakking av mat, brannslukningsapparater, smøring og polering da forbindelsene er både vann- og smussavvisende. PFAS består av en perfluorert alkylkjede (karbonkjede der alle hydrogenatomene er byttet ut med fluoratomer) med en funksjonell gruppe (for eksempel sulfonsyre, karboksylsyre eller sulfonamid) i enden. De to vanligste PFAS er perfluoroktankarboksylsyre (PFOA) og perfluoroktansulfonsyre (PFOS). FN har gjennom Stockholmkonvensjonen satt PFOS opp på B-listen, som betyr at land som har underskrevet konvensjonen forplikter seg til å begrense produksjon og bruk av denne forbindelsen. Slike begrensinger har blitt implementert i EU gjennom direktiv 2006/122/ECOF (tillegg til direktiv 76/769/EEC) og i Norge gjennom forskrift 2004-06-01 nr. 992 (produktforskriften) som forbyr produksjon, import, eksport og omsetning av tekstiler, impregneringsmidler og brannskum som inneholder mer enn 0,005 vektprosent PFOS. PFOS er også en kandidat for å komme på listen til LRTAP, som er FNs konvensjon for langtransportert forurensning. I 2008 ga European Food Safety Authority (EFSA) ut en vitenskaplig vurdering av PFOS og PFOA der det ble påpekt at stoffene har en uavklart påvirkning på organismer. EFSA anbefalte derfor at mer data med hensyn på nivå av PFAS i mat og mennesker må fremskaffes. EU har gjennom kommisjonsanbefaling 2010/161/EU anbefalt at PFOS og PFOA samt forløpere som PFOSA bør overvåkes. I tillegg anbefales det blant annet at varierende kjedelengder (C4-C15) av perfluorerte karboksylsyrer og sulfonsyrer bør overvåkes. PFAS har ennå ikke fått grenseverdier for maksimalt innhold i fisk og sjømat.

Formålet med denne undersøkelsen var å få oppdatert kunnskapen om miljøgifter i hvalkjøtt med vekt på kvikksølv, PBDE og PFAS.

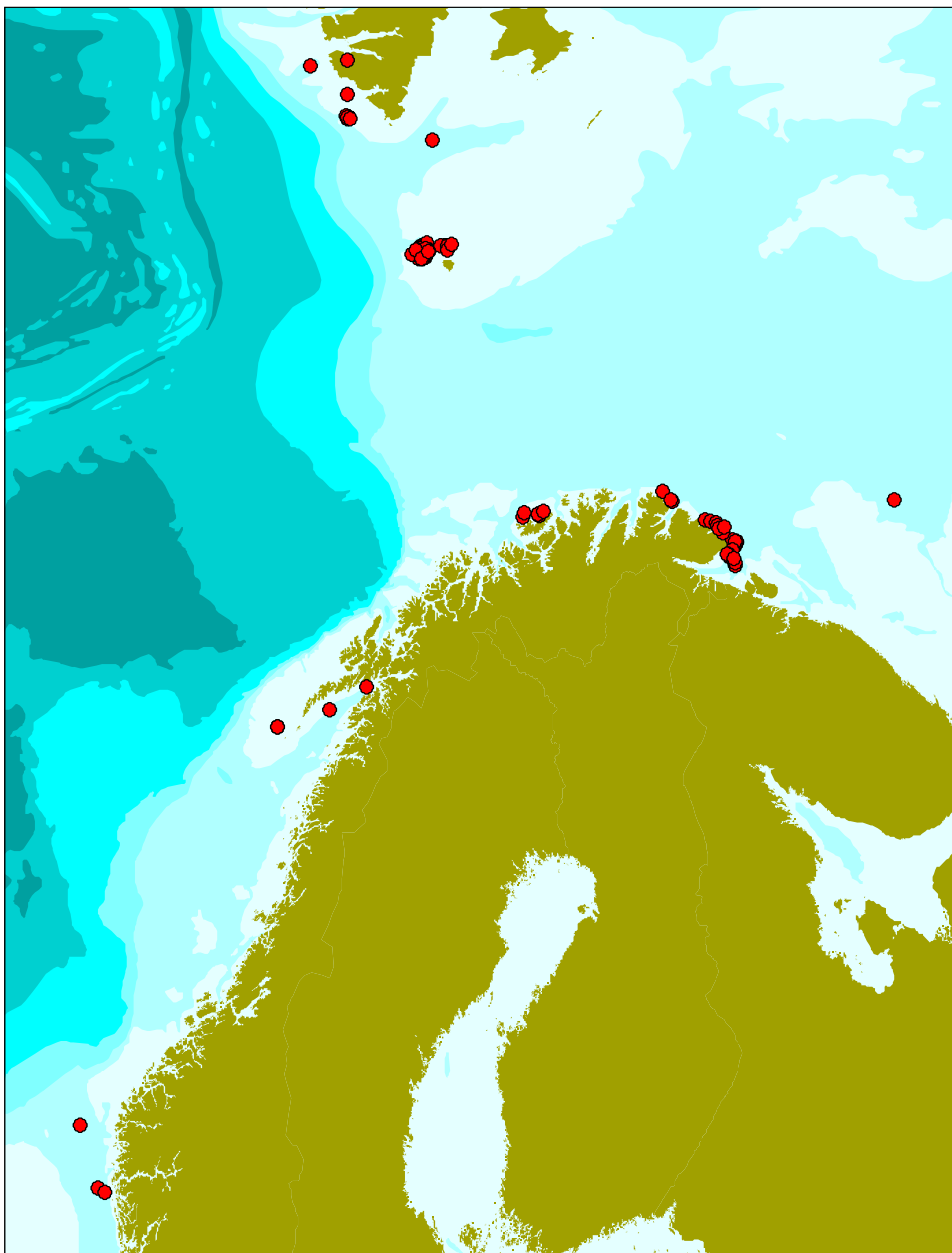
## 2 Materiale og metoder

### 2.1 Prøvetaking og opparbeidelse av prøver

Prøvene av hval ble tatt av i alt ni hvalfangstskuter i perioden fra 1. mai til 16. august 2011. Den geografiske fordelingen av hvalprøvene er vist i figur 2.1.1 og posisjon og fangstdato for hver enkelt hvalprøve er gitt i tabell 2.1.1.

Hver enkelt kjøttprøve ble lagt i en egen plastpose og frosset ned (-20°C), deretter ble prøvene pakket i isoporkasser sammen med følgeskjema med prøveinformasjon, og sendt med posten ”ekspres-over-natt” til NIFES.

Ved NIFES’ prøvemottak ble kjøttprøvene fra hver vågehval registrert og tint. Deretter ble en egnet prøve tatt ut og frysetørket. Tørrestoffinnhold ble bestemt ved å veie hver prøve før og etter frysetørking. Etter frysetørking ble prøvene malt til fint pulver og oppbevart i tett emballasje til analyse.



**Figur 2.1.1.** Map of Norway showing the different sampling localities for whale. The positions of the localities are given in Table 1.

**Tabell 2.1.1. Sampling localities, sampling date, sex and sexual maturation of each whale in the study.**

| Sample no | Position       | Sampling date | Sex            | Sexual maturation |
|-----------|----------------|---------------|----------------|-------------------|
| 1         | 7434N,01805E   | 22.05.2011    | Female         | mature            |
| 2         | 7442N,01751E   | 26.05.2011    | Not determined | juvenile          |
| 3         | 7442N,01750E   | 26.05.2011    | Not determined | juvenile          |
| 4         | 7439N,01750E   | 26.05.2011    | Female         | mature            |
| 5         | 7440N,01749E   | 27.05.2011    | Female         | mature            |
| 6         | 7438N,01804E   | 27.05.2011    |                | juvenile          |
| 7         | 7435N,01804E   | 28.05.2011    | Female         | mature            |
| 8         | 7432N,01747E   | 28.05.2011    | Female         | mature            |
| 9         | 7438N,01747E   | 29.05.2011    |                | juvenile          |
| 10        | 7436N,01731E   | 29.05.2011    | Female         | mature            |
| 11        | ?              | 22.05.2011    | Male           | mature            |
| 12        | ?              | 22.05.2011    | Female         | mature            |
| 13        | ?              | 22.05.2011    | Female         | mature            |
| 14        | 7616N, 018201E | 23.05.2011    | Female         | juvenile          |
| 15        | 7442N, 01756E  | 26.05.2011    | Female         | mature            |
| 16        | 6741N, 01144E  | 26.05.2011    | Female         | mature            |
| 17        | 6741N, 01145E  | 26.05.2011    | Female         | mature, juvenile  |
| 18        | 7441N, 017.52E | 27.05.2011    | Female         | mature            |
| 19        | 7441N, 01753E  | 27.05.2011    | Female         | mature            |
| 20        | 7721N, 01309E  | 30.05.2011    | Female         | mature            |
| 21        | 7010N, 03103E  | 13.05.2011    |                | juvenile          |
| 22        | 7025N, 03110E  | 23.05.2011    |                | juvenile          |
| 23        | 7020N, 03116E, | 25.05.2011    | Female         | n.d.              |
| 24        | 7023N, 03119E  | 16.08.2011    |                | juvenile          |
| 25        | 7024E, 03119E  | 26.05.2011    | Female         | n.d.              |
| 26        | 7024N, 03116E  | 27.05.2011    |                | juvenile          |
| 27        | 7059N, 02836E  | 29.05.2011    | Female         | n.d.              |
| 28        | 7047N, 02254E  | 16.08.2011    |                | juvenile          |
| 29        | 7048N, 02253E  | 03.06.2011    |                | n.d.              |
| 30        | 7048N, 02253E  | 03.06.2011    |                | n.d.              |
| 31        | 7657N, 01444E  | 17.06.2011    | Female         | n.d.              |
| 32        | 7637N, 01447E  | 17.06.2011    |                | juvenile          |
| 33        | 7637N, 1446E   | 17.06.2011    |                | juvenile          |
| 34        | 7687N, 01445E  | 17.06.2011    | Female         | with fetus        |
| 35        | 7637N, 01446E  | 17.06.2011    | Female         | n.d.              |
| 36        | 7638N, 01442E  | 17.06.2011    | Female         | n.d.              |
| 37        | 7635N, 01444E  | 18.06.2011    |                | juvenile          |
| 38        | 7636N, 01444E  | 18.06.2011    |                | juvenile          |
| 39        | 7636N, 01444E  | 18.06.2011    | Female         | n.d.              |
| 40        | 7635N, 01450E  | 19.06.2011    | Female         | n.d.              |
| 41        | 6816N, 01533E  | 18.05.2011    |                | juvenile          |
| 42        | 7446N, 01807E  | 26.05.2011    |                | n.d.              |
| 43        | 7440N, 01814E  | 27.05.2011    |                | juvenile          |
| 44        | 7436N, 01730E  | 30.05.2011    | Female         | n.d.              |
| 45        | 7439N, 01756E  | 31.05.2011    | Female         | n.d.              |
| 46        | 7443N, 01844E  | 03.06.2011    | Female         | n.d.              |
| 47        | 7443N, 01900E  | 04.06.2011    |                | juvenile          |
| 48        | 7440N, 01901E  | 05.06.2011    | Female         | n.d.              |
| 49        | 7443N, 01854E  | 05.06.2011    | Female         | n.d.              |
| 50        | 7445N, 01910E  | 10.06.2011    | Female         | n.d.              |
| 51        | 6756N, 01400E  | 09.06.2011    |                | n.d.              |
| 52        | 6152N, 00321E  | 09.06.2011    |                | n.d.              |
| 53        | 6056N, 00405E  | 09.06.2011    |                | n.d.              |
| 54        | 6053N, 00424E  | 09.06.2011    |                | n.d.              |
| 55        | 7108N, 02812E  | 22.05.2011    | Female         | n.d.              |

|    |               |            |        |          |
|----|---------------|------------|--------|----------|
| 56 | 7101N, 02830E | 23.05.2011 | Female | n.d.     |
| 57 | 7101N, 03802E | 23.05.2011 | Female | n.d.     |
| 58 | 7043N, 02959E | 25.05.2011 | Female | n.d.     |
| 59 | 7042N, 03014E | 25.05.2011 | Female | n.d.     |
| 60 | 7040N, 03027E | 25.05.2011 | Male   | n.d.     |
| 61 | 7038N, 03031E | 26.05.2011 | Female | n.d.     |
| 62 | 7032N, 03044E | 26.05.2011 | Female | n.d.     |
| 63 | 7017N, 03111E | 27.05.2011 | Female | n.d.     |
| 64 | 7036N, 03035E | 28.05.2011 | Female | n.d.     |
| 65 | 7046N, 02212E | 01.05.2011 | Female | n.d.     |
| 66 | 7049N, 02218E | 01.05.2011 |        | juvenile |
| 67 | 7051N, 02304E | 02.05.2011 | Male   | n.d.     |
| 68 | 7037N, 03048E | 04.05.2011 | Female | n.d.     |
| 69 | 7013N, 03059E | 05.05.2011 | Female | n.d.     |
| 70 | 7013N, 03056E | 05.05.2011 | Female | n.d.     |
| 71 | 7003N, 03117E | 07.05.2011 |        | juvenile |
| 72 | 7007N, 03114E | 07.05.2011 |        | juvenile |
| 73 | 7005N, 03118E | 07.05.2011 | Female | n.d.     |
| 74 | 7009N, 03114E | 07.05.2011 |        | juvenile |
| 75 | 7440N, 01806E | 23.05.2012 | Male   | n.d.     |
| 76 | 7443N, 01753E | 26.05.2012 | Male   | n.d.     |
| 77 | 7441N, 01751E | 26.05.2012 |        | n.d.     |
| 78 | 7440E, 01743E | 27.05.2011 | Female | n.d.     |
| 79 | 7440E, 01743E | 27.05.2012 | Female | n.d.     |
| 80 | 7441N, 01804E | 28.05.2011 | Female | n.d.     |
| 81 | 7440N, 01739E | 28.05.2011 | Female | n.d.     |
| 82 | 7432N, 01758E | 28.05.2011 | Female | n.d.     |
| 83 | 7432N, 01755E | 28.05.2011 |        | n.d.     |
| 84 | 7439N, 01811E | 27.05.2011 | Female | n.d.     |

n.d. (not determined)

## 2.2 Analysemetoder

Følgende analytter ble inkludert i de kjemiske undersøkelsene som inngikk i prosjektet: Bromerte flammehemmere (PBDE), totalarsen, uorganisk arsen, kadmium, kvikksølv, metylkvikksølv, bly og PFAS. Hver av analysemetodenes prinsipp, status og kvantifiseringsgrense (LOQ) er gitt i tabell 2.2.1. Analysemetodene som anvendes er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025.

**Table 2.2.1. Undesirable substances included, analytical methods used, status of the methods in terms of accreditation, and limits of quantification (LOQ).**

| Analyte           | Method     | Accreditation | LOQ <sup>a)</sup>                                          |
|-------------------|------------|---------------|------------------------------------------------------------|
| Arsenic           | ICP-MS     | Yes           | 0.03 mg/kg                                                 |
| Inorganic arsenic | HPLC-ICPMS | Yes           | 0.013 mg/kg                                                |
| Cadmium           | ICP-MS     | Yes           | 0.005 mg/kg                                                |
| Mercury           | ICP-MS     | Yes           | 0.005 mg/kg                                                |
| Methylmercury     | GC-ICPMS   | Yes           | 0.003 mg/kg                                                |
| Lead              | ICP-MS     | Yes           | 0.03 mg/kg                                                 |
| PBDE              | GC-MS      | Yes           | 2-50 ng/kg                                                 |
| PFCs              | LC-MS/MS   | Yes           | 0.3-3.0 µg/kg <sup>b)</sup> (matrix and analyte dependent) |

a) Based on dry sample. LOQ is matrix dependent for the halogenated organic compounds. b) Based on wet weight.

### 2.2.1 Multielementanalyse med ICP-MS etter våtoppslutning i mikrobølgeovn (NIFES metode 197)

Hvalprøvene ble analysert for metaller. Det ble veid inn to paralleller fra hvert prøvemateriale til bestemmelse av metaller. Før sluttbestemmelsen ble prøvene dekomponert i ekstra ren salpetersyre og hydrogenperoksid og oppvarmet i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200). Alle målingene ble utført med bruk av Agilent 7500c induktiv koplet plasmamassespektrometer (ICPMS). Det ble anvendt kvantitativ ICPMS med ekstern kalibrering til bestemmelse av arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Rhodium ble anvendt som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet, og gull ble tilsatt for å stabilisere kvikksølvsignalene. Kontroll av riktighet og presisjon for metallbestemmelsene ble utført ved å analysere det sertifiserte referansematerialet (CRM) Tort-2 (hepatopankreas av hummer; National Research Council, Canada) (tabell 2.2.2). Metoden er akkreditert for arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Kvantifiseringsgrensen beregnet på tørr prøve for hvert av disse grunnstoffene er vist i tabell 2.2.1.

**Table 2.2.2. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury and lead (means  $\pm$  SD) in Certified Reference Materials (Tort-2, National Research Council of Canada) carried out in the period.**

| Analyte | Number (N) | Mean (mg/kg) | SD (mg/kg) | RSD (%) | Certified value <sup>a)</sup> (mg/kg) |
|---------|------------|--------------|------------|---------|---------------------------------------|
| Arsenic | 12         | 22.4         | 2.2        | 10      | 21.6 $\pm$ 1.8                        |
| Cadmium | 12         | 27.1         | 2.7        | 10      | 26.7 $\pm$ 0.6                        |
| Mercury | 12         | 0.28         | 0.03       | 11      | 0.27 $\pm$ 0.06                       |
| Lead    | 12         | 0.33         | 0.04       | 12      | 0.35 $\pm$ 0.13                       |

<sup>a)</sup> Mean and 95% uncertainty

**Table 2.2.3. Proficiency test results for arsenic, mercury, cadmium and lead (found value, average value calculated from the organizer and z-score)**

| Analyte | Sample     | Found (mg/kg) | Calculated (mg/kg) | Z-score |
|---------|------------|---------------|--------------------|---------|
| Arsenic | Swordfish  | 1.38          | 1.08               | +1.3    |
| Mercury | Swordfish  | 0.70          | 0.77               | -0.65   |
| Cadmium | Fish liver | 0.030         | 0.027              | +0.99   |
| lead    | Fish liver | 0.018         | 0.020              | +0.29   |

Gjennomsnitt av analyserte verdier og relativt standardavvik, samt de sertifiserte referanseverdiene for hummer hepatopankreas (Tort-2, n=5) er vist i tabell 2.2.2. Alle de kvantifiserte spormetallene viste resultater der verdiene lå innenfor de akseptable konsentrasjonsområdene for CRM. Riktighet for henholdsvis arsen, kadmium, kvikksølv og bly er også dokumentert ved deltagelse i ringtester arrangert av Quasimeme i 2010 (tabell 2.2.3). Resultatene gitt som z-score er alle innenfor  $\pm 2$  som regnes som godkjente resultater.

For disse fire spormetallene synes både systematiske feil og tilfeldige feil å være under kontroll.

### 2.2.2 Uorganisk arsen (NIFES metode 261)

Tyve prøver av hvalkjøtt ble analysert for uorganisk arsen. Frysetørket prøve ble veid inn og tilsatt 0,9 molar NaOH i 50 % (v/v) etanol og ekstrahert i mikrobølgeovn i 20 minutter ved 90 °C (CEM MARS5 Microwave Accelerated Reaction System, GreenChem Plus Teflonbomber). Før analyse ble prøven avkjølt, sentrifugert og filtrert. Uorganisk arsen ble separert på en polymerbasert sterk anionbytter-kolonne, (ICSep ION-120) og bestemt som  $^{75}\text{As}^+$  ved bruk av HPLC-ICPMS.

Uorganisk arsen kan finnes både som As(III) og As(V), men i mikrobølgeovn blir As(III) oksidert til As(V). Uorganisk arsen bestemmes derfor som As(V). Stabiliteten til de organiske arsenspeciene har vært studert og ingen degradering/omdannelse til uorganiske arsenspecier ble oppdaget. Det brukes

aldri glass ved ekstraksjon av uorganisk arsen, da glass kan inneholde arsen og dermed kontaminere prøven.

Ingen standard referansematerialer for uorganisk arsen er foreløpig kommersielt tilgjengelig og derfor er de systematiske feilene beregnet ved gjenvinningsforsøk. Resultater viser at gjenvinningen er god og ikke signifikant forskjellig fra 100 % (tabell 2.2.4). Kvantifiseringsgrensen har blitt beregnet til 10 µg/kg tørr prøve.

**Table 2.2.4. Method for the determination of inorganic arsenic. Results from recovery experiments using selected marine samples spiked with As(III) and As(V) (50 ng of each). Data from the validation report.**

| Sample                          | Recovery (ng) |        | Recovery (%) |          |
|---------------------------------|---------------|--------|--------------|----------|
|                                 | As(III)       | As(V)  | As(III)      | As(V)    |
| Tort-2 (Lobster hepatopancreas) | 48            | 51     | 96           | 102      |
| Dorm-2 (muscle of dogfish)      | 46            | 46     | 91           | 92       |
| Blue mussel                     | 46            | 50     | 91           | 100      |
| Crab meat                       | 56            | 53     | 112          | 107      |
| Lobster meat                    | 47            | 54     | 94           | 108      |
| Cod fillet                      | 51            | 50     | 102          | 100      |
| Herring fillet                  | 45            | 55     | 90           | 110      |
| Mackerel fillet                 | 48            | 52     | 95           | 104      |
| Mean ± standard deviation       | 48 ± 7        | 51 ± 6 | 97 ± 15      | 103 ± 12 |

### 2.2.3 Metylkvikksølv (NIFES metode 390)

Innveid prøvemengde av hvalkjøtt ble tilsatt spikeløsning anrikt i  $\text{Me}^{201}\text{Hg}^+$  og dekomponert med tetrametylammonium hydroksid (TMAH) på rotator. Etter sentrifugering ble løsningen pH-justert før derivatisering og ekstraksjon over i heksan. Prøvene ble tilslutt analysert på GC-ICPMS og kvantifisert ved hjelp av isotopfortynning. Flere relevante sertifiserte referansematerialer inngår alltid i en sekvens av opparbeidete prøver for å bekrefte riktigheten til metoden. Metoden deltar jevnlig i ringtester med resultat Z-score  $<|1,5|$ .

### 2.2.4 Polybromerte difenyletere (PBDE) med egen opparbeidingsmetode (NIFES metode 238)

Frysetørkede prøver av hvalkjøtt ble tilsatt intern standard (PBDE-139) og ekstrahert med diklormetan:heksan (80:20) på ASE® (Accelerated Solvent Extractor). Fettet ble brutt ned ved hjelp av svovelsyreimpregnert kiselgel i cellene. Ekstraktet ble renset videre med konsentrert svovelsyre. Renset ekstrakt ble analysert på GC/MS i selected ion monitoring (SIM-mode) ved negativ kjemisk ionisering (NCI). Kvantifisering ble utført vha. intern standard og en 7-punkts kalibreringskurve.

### 2.2.5 Perfluorerte alkylstoffer (PFAS) (NIFES metode 349)

PFAS ble analysert i 20 prøver av hvalkjøtt. Innveid prøve (0,5 g frysetørket prøve) ble tilsatt internstandardløsning og ekstrahert med metanol i ultralydbad. Etter sentrifugering ble prøven filtrert og vann tilsatt før opprensing med ASPEC. Ekstraktet fra ASPEC ble renset videre ved filtrering gjennom 3K ultrafilter. Prøvene ble til slutt analysert på LC-MS/MS i ESI negativ modus og kvantifisert ved hjelp av intern standard og ekstern standard kurve. Metoden kvantifiserer følgende 18 PFAS-forbindelser; PFBS, PFHxS, PFOS, PFDS, PFOSA, PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUdA, PFDoDA, PFTrDA, PFTeA, PFHxDA, PFODA. Kvantifiseringsgrensene i fiskemuskel varierer mellom 0,3 og 1,5 µg/kg for de fleste analytter (unntatt PFHxDA og PFODA). Metoden ble prøvd ved ringtestdeltakelse i 2009 med fisk som prøvemateriale og Quasimeme som ringtestarrangør. Resultatene stemte bra overens med median verdiene rapportert i rapporten. Ringtestmaterialet benyttes som kontrollmateriale i hver analyseserie.

### 3 Resultater og kommentarer

#### 3.1 Metaller

I denne studien er det analysert prøver av hvalkjøtt av 50 hunner, fem hanner, 21 ungdyr uten at kjønn er bestemt og ni hval hvor kjønn er ukjent, til sammen 84 dyr. Prøvene av hvalkjøtt ble analysert for totalarsen, uorganisk arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen. I tillegg ble 45 prøver analysert for metylkvikksølv.

**Table 3.1.1. Concentration of inorganic arsenic, total arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium (mg/kg wet weight) and sampling localities.**

| Sample no | Position       | Inorg As<br>(µg/kg ww) | Total As<br>(mg/kg ww) | Cd<br>(mg/kg ww) | Hg<br>(mg/kg ww) | Pb<br>(mg/kg ww) | Se<br>(mg/kg ww) |
|-----------|----------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1         | 7434N,01805E   | < 3                    | 0.49                   | 0.026            | 0.109            | 0.03             | 0.22             |
| 2         | 7442N,01751E   | < 3                    | 0.34                   | 0.029            | 0.113            | 0.016            | 0.24             |
| 3         | 7442N,01750E   |                        | 0.20                   | 0.003            | 0.062            | 0.065            | 0.19             |
| 4         | 7439N,01750E   |                        | 0.21                   | 0.008            | 0.299            | 0.012            | 0.16             |
| 5         | 7440N,01749E   |                        | 0.33                   | 0.004            | 0.094            | < 0.007          | 0.17             |
| 6         | 7438N,01804E   |                        | 0.23                   | 0.003            | 0.051            | 0.016            | 0.21             |
| 7         | 7435N,01804E   |                        | 0.13                   | 0.004            | 0.209            | 0.008            | 0.24             |
| 8         | 7432N,01747E   |                        | 0.20                   | 0.016            | 0.095            | 0.023            | 0.15             |
| 9         | 7438N,01747E   |                        | 0.22                   | 0.003            | 0.045            | 0.016            | 0.16             |
| 10        | 7436N,01731E   |                        | 0.34                   | 0.007            | 0.176            | < 0.009          | 0.22             |
| 11        | ?              | < 3                    | 0.17                   | 0.007            | 0.066            | 0.008            | 0.16             |
| 12        | ?              | < 3                    | 0.17                   | 0.012            | 0.104            | 0.009            | 0.17             |
| 13        | ?              |                        | 0.17                   | 0.011            | 0.05             | < 0.008          | 0.20             |
| 14        | 7616N, 018201E |                        | 0.38                   | 0.003            | 0.14             | < 0.008          | 0.26             |
| 15        | 7442N, 01756E  |                        | 0.28                   | 0.012            | 0.167            | 0.019            | 0.26             |
| 16        | 6741N, 01144E  |                        | 0.19                   | 0.006            | 0.082            | 0.013            | 0.20             |
| 17        | 6741N, 01145E  |                        | 0.23                   | 0.004            | 0.065            | 0.017            | 0.27             |
| 18        | 7441N, 017.52E |                        | 0.34                   | 0.006            | 0.136            | 0.016            | 0.19             |
| 19        | 7441N, 01753E  |                        | 0.24                   | 0.009            | 0.089            | 0.015            | 0.17             |
| 20        | 7721N, 01309E  |                        | 0.19                   | 0.02             | 0.099            | 0.014            | 0.19             |
| 21        | 7010N, 03103E  | < 3                    | 0.16                   | 0.005            | 0.125            | < 0.008          | 0.21             |
| 22        | 7025N, 03110E  | < 3                    | 0.15                   | 0.003            | 0.093            | 0.009            | 0.18             |
| 23        | 7020N, 03116E, |                        | 0.41                   | 0.01             | 0.189            | 0.007            | 0.18             |
| 24        | 7023N, 03119E  |                        | 0.24                   | 0.003            | 0.093            | < 0.007          | 0.24             |
| 25        | 7024E, 03119E  |                        | 0.44                   | 0.004            | 0.209            | 0.009            | 0.19             |
| 26        | 7024N, 03116E  |                        | 0.21                   | 0.002            | 0.162            | 0.01             | 0.28             |
| 27        | 7059N, 02836E  |                        | 0.19                   | 0.002            | 0.425            | 0.089            | 0.20             |
| 28        | 7047N, 02254E  |                        | 0.14                   | 0.003            | 0.063            | 0.014            | 0.23             |
| 29        | 7048N, 02253E  |                        | 0.14                   | 0.005            | 0.121            | 0.023            | 0.22             |
| 30        | 7048N, 02253E  |                        | 0.13                   | 0.002            | 0.145            | 0.024            | 0.26             |
| 31        | 7657N, 01444E  | < 3                    | 0.52                   | 0.011            | 0.073            | < 0.008          | 0.19             |
| 32        | 7637N, 01447E  |                        | 0.43                   | 0.005            | 0.128            | < 0.008          | 0.25             |

|    |               |     |      |       |       |         |      |
|----|---------------|-----|------|-------|-------|---------|------|
| 33 | 7637N, 1446E  |     | 0.38 | 0.004 | 0.132 | < 0.008 | 0.29 |
| 34 | 7687N, 01445E |     | 0.35 | 0.023 | 0.068 | < 0.009 | 0.19 |
| 35 | 7637N, 01446E |     | 0.33 | 0.036 | 0.169 | 0.011   | 0.19 |
| 36 | 7638N, 01442E |     | 0.31 | 0.019 | 0.094 | < 0.008 | 0.16 |
| 37 | 7635N, 01444E |     | 0.65 | 0.012 | 0.198 | 0.012   | 0.22 |
| 38 | 7636N, 01444E |     | 0.41 | 0.002 | 0.066 | < 0.008 | 0.22 |
| 39 | 7636N, 01444E |     | 0.45 | 0.026 | 0.121 | < 0.008 | 0.20 |
| 40 | 7635N, 01450E |     | 0.38 | 0.008 | 0.084 | < 0.007 | 0.25 |
| 41 | 6816N, 01533E | < 3 | 0.44 | 0.002 | 0.106 | 0.01    | 0.23 |
| 42 | 7446N, 01807E | < 3 | 0.30 | 0.002 | 0.169 | < 0.008 | 0.19 |
| 43 | 7440N, 01814E |     | 0.21 | 0.004 | 0.077 | < 0.007 | 0.20 |
| 44 | 7436N, 01730E |     | 0.20 | 0.008 | 0.205 | < 0.008 | 0.18 |
| 45 | 7439N, 01756E |     | 0.17 | 0.004 | 0.18  | < 0.007 | 0.17 |
| 46 | 7443N, 01844E |     | 0.17 | 0.005 | 0.131 | < 0.008 | 0.17 |
| 47 | 7443N, 01900E |     | 0.14 | 0.002 | 0.151 | < 0.007 | 0.33 |
| 48 | 7440N, 01901E |     | 0.15 | 0.003 | 0.067 | < 0.007 | 0.16 |
| 49 | 7443N, 01854E |     | 0.21 | 0.007 | 0.1   | < 0.007 | 0.19 |
| 50 | 7445N, 01910E |     | 0.17 | 0.011 | 0.06  | < 0.008 | 0.15 |
| 51 | 6756N, 01400E | < 3 | 0.22 | 0.013 | 0.266 | < 0.009 | 0.30 |
| 52 | 6152N, 00321E | < 3 | 0.18 | 0.007 | 0.131 | 0.045   | 0.28 |
| 53 | 6056N, 00405E |     | 0.40 | 0.004 | 0.148 | 0.01    | 0.37 |
| 54 | 6053N, 00424E |     | 0.18 | 0.025 | 0.35  | < 0.008 | 0.25 |
| 55 | 7108N, 02812E | < 3 | 0.17 | 0.024 | 0.101 | 0.009   | 0.20 |
| 56 | 7101N, 02830E | < 3 | 0.18 | 0.007 | 0.104 | < 0.008 | 0.21 |
| 57 | 7101N, 03802E |     | 0.16 | 0.022 | 0.113 | < 0.007 | 0.20 |
| 58 | 7043N, 02959E |     | 0.13 | 0.002 | 0.297 | < 0.008 | 0.23 |
| 59 | 7042N, 03014E |     | 0.18 | 0.002 | 0.083 | 0.008   | 0.18 |
| 60 | 7040N, 03027E |     | 0.12 | 0.003 | 0.227 | 0.009   | 0.21 |
| 61 | 7038N, 03031E |     | 0.16 | 0.002 | 0.294 | 0.009   | 0.23 |
| 62 | 7032N, 03044E |     | 0.24 | 0.031 | 0.117 | 0.017   | 0.26 |
| 63 | 7017N, 03111E |     | 0.10 | 0.005 | 0.143 | < 0.008 | 0.23 |
| 64 | 7036N, 03035E |     | 0.08 | 0.003 | 0.172 | < 0.006 | 0.19 |
| 65 | 7046N, 02212E | < 3 |      |       |       |         |      |
| 66 | 7049N, 02218E | < 3 | 0.27 | 0.005 | 0.336 | < 0.008 | 0.29 |
| 67 | 7051N, 02304E |     | 0.11 | 0.003 | 0.241 | < 0.007 | 0.17 |
| 68 | 7037N, 03048E |     | 0.17 | 0.005 | 0.121 | < 0.007 | 0.18 |
| 69 | 7013N, 03059E |     | 0.23 | 0.008 | 0.149 | 0.01    | 0.25 |
| 70 | 7013N, 03056E |     | 0.24 | 0.024 | 0.146 | < 0.007 | 0.22 |
| 71 | 7003N, 03117E |     | 0.30 | 0.004 | 0.168 | < 0.007 | 0.23 |
| 72 | 7007N, 03114E |     | 0.12 | 0.002 | 0.114 | 0.012   | 0.21 |
| 73 | 7005N, 03118E |     | 0.20 | 0.003 | 0.415 | 0.007   | 0.17 |
| 74 | 7009N, 03114E |     | 0.17 | 0.007 | 0.121 | < 0.007 | 0.40 |
| 75 | 7440N, 01806E | < 3 | 0.18 | 0.006 | 0.491 | 0.025   | 0.46 |
| 76 | 7443N, 01753E | < 3 | 0.42 | 0.003 | 0.125 | < 0.008 | 0.20 |
| 77 | 7441N, 01751E |     | 0.23 | 0.004 | 0.172 | 0.013   | 0.25 |

|                   |               |             |              |             |                    |             |
|-------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|--------------------|-------------|
| 78                | 7440E, 01743E | 0.31        | 0.008        | 0.169       | 0.061              | 0.23        |
| 79                | 7440E, 01743E | 0.14        | 0.006        | 0.052       | 0.011              | 0.18        |
| 80                | 7441N, 01804E | 0.19        | 0.005        | 0.119       | 0.009              | 0.18        |
| 81                | 7440N, 01739E | 0.24        | 0.005        | 0.11        | 0.027              | 0.17        |
| 82                | 7432N, 01758E | 0.52        | 0.008        | 0.193       | 0.019              | 0.21        |
| 83                | 7432N, 01755E | 0.25        | 0.004        | 0.462       | < 0.007            | 0.49        |
| 84                | 7439N, 01811E | 0.26        | 0.004        | 0.11        | < 0.008            | 0.19        |
| <b>Total mean</b> |               | <b>0.24</b> | <b>0.008</b> | <b>0.15</b> | <b>0.013 (44)*</b> | <b>0.22</b> |

\*The number in parenthesis is the number of whale samples with lead concentrations above LOQ

**Table 3.1.2. Concentration of arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium in samples of meat of adult whale of different sex and young animal.**

| Element  | Type/Sex     | Number | Mean<br>(mg/kg ww) | SD<br>(mg/kg ww) | Min<br>(mg/kg ww) | Max<br>(mg/kg ww) |
|----------|--------------|--------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Arsenic  | Female       | 50     | 0.25               | 0.11             | 0.08              | 0.52              |
|          | Male         | 5      | 0.20               | 0.13             | 0.11              | 0.42              |
|          | Juvenile     | 21     | 0.28               | 0.13             | 0.13              | 0.44              |
|          | All          | 84     | 0.24               | 0.11             | 0.08              | 0.65              |
| Cadmium  | Female       | 50     | 0.010              | 0.008            | 0.002             | 0.036             |
|          | Male         | 5      | 0.004              | 0.002            | 0.003             | 0.007             |
|          | Young animal | 21     | 0.005              | 0.006            | 0.002             | 0.029             |
|          | All          | 84     | 0.008              | 0.008            | 0.002             | 0.036             |
| Mercury  | Female       | 50     | 0.14               | 0.08             | 0.05              | 0.42              |
|          | Male         | 5      | 0.23               | 0.16             | 0.07              | 0.49              |
|          | Young animal | 21     | 0.12               | 0.06             | 0.05              | 0.34              |
|          | All          | 84     | 0.15               | 0.09             | 0.045             | 0.49              |
| Lead     | Female       | 50     | 0.013 (26)*        | 0.014            | <0.007            | 0.090             |
|          | Male         | 5      | 0.011 (3)*         | 0.008            | <0.007            | 0.025             |
|          | Young animal | 21     | 0.013 (10)*        | 0.012            | <0.007            | 0.065             |
|          | All          | 84     | 0.013 (44)*        | 0.012            | <0.007            | 0.090             |
| Selenium | Female       | 50     | 0.20               | 0.03             | 0.15              | 0.26              |
|          | Male         | 5      | 0.24               | 0.12             | 0.16              | 0.46              |
|          | Young animal | 21     | 0.24               | 0.05             | 0.16              | 0.40              |
|          | All          | 84     | 0.22               | 0.06             | 0.06              | 0.49              |

\*The numbers in parentheses are the number of whale samples with lead concentrations above LOQ

**Table 3.1.3 Concentration of the elements (mean±SD; min-max) in meat of adult female whale caught east and west in the Barents Sea**

| Element  | Position | Number | Mean<br>(mg/kg ww) | SD<br>(mg/kg ww) | Min<br>(mg/kg ww) | Max<br>(mg/kg ww) |
|----------|----------|--------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Arsenic  | East     | 16     | 0.21               | 0.10             | 0.08              | 0.44              |
|          | West     | 28     | 0.28               | 0.12             | 0.12              | 0.52              |
| Cadmium  | East     | 16     | 0.010              | 0.010            | 0.002             | 0.030             |
|          | West     | 28     | 0.011              | 0.008            | 0.003             | 0.036             |
| Mercury  | East     | 16     | 0.19               | 0.11             | 0.08              | 0.30              |
|          | West     | 28     | 0.13               | 0.06             | 0.05              | 0.49              |
| Lead     | East     | 16     | 0.014              | 0.020            | 0.006             | 0.09              |
|          | West     | 28     | 0.012              | 0.006            | 0.006             | 0.27              |
| Selenium | East     | 16     | 0.21               | 0.028            | 0.17              | 0.26              |
|          | West     | 28     | 0.19               | 0.03             | 0.15              | 0.26              |

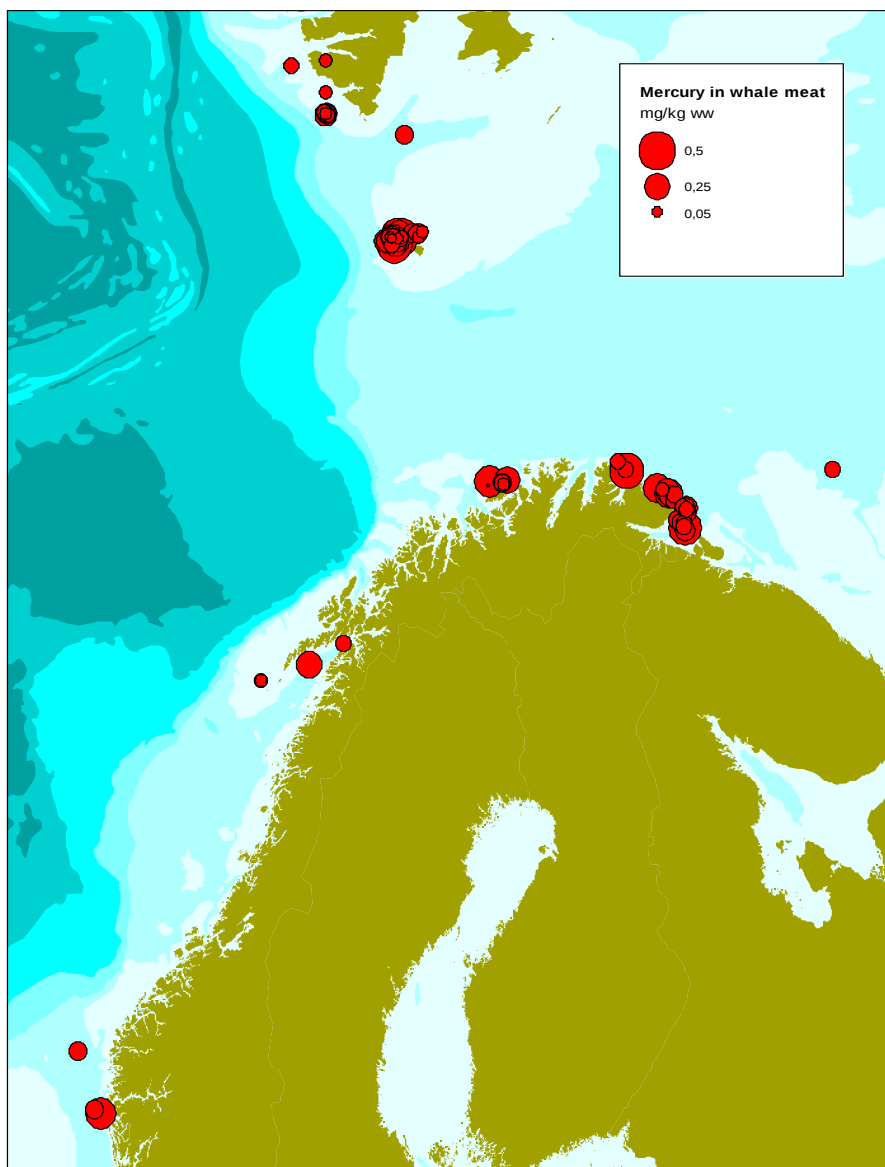
### 3.1.1 Kvikksølv

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i alle prøvene av hvalkjøtt var  $0,15 \pm 0,09$ , med en variasjon fra 0,05 til 0,49 mg/kg våtvekt. Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen ble målt i en hval fanget vest i Barentshavet i posisjonen 7440N, 01806E (figur 3.1.1). Ingen av hvalprøvene viste altså konsentrasjoner av kvikksølv over 0,5 mg/kg våtvekt som er EUs maksimums verdi for kvikksølv i fiskemuskel for de fleste arter (tabell 3.1.1). EU og Norge har foreløpig ikke satt egen maksimums grense for kvikksølv i marine pattedyr.

En undersøkelse av kvikksølv i kjøtt fra vågehval som ble gjennomført i 2002 inkluderte i alt 125 prøver, basert på 64 samleprøver og 61 individprøver (Veterinærinstituttet, 2003). Denne undersøkelsen rapporterte et gjennomsnitt på 0,23 mg Hg/kg våtvekt, med en variasjon fra 0,01 til 0,80 mg/kg våtvekt. Rapporten fra Veterinærinstituttet ga i alt 21 prøver som oversteg 0,5 mg Hg/kg våtvekt.

Datamaterialet for kvikksølv i denne undersøkelsen ble testet blant annet for forskjeller mellom kjønnene. Den høyeste gjennomsnittsverdien av kvikksølv ble funnet i prøver av hannhval på 0,23 mg/kg våtvekt, mens gjennomsnittsverdien for kvikksølv i hunnhval var 0,14 mg/kg våtvekt og kvikksølvinnholdet i prøver fra unge dyr var 0,12 mg/kg våtvekt (tabell 3.1.2). Kvikksølvinnholdet i unge dyr sammenlignet med voksne dyr tyder på at det er ingen sammenheng mellom kvikksølvinnholdet og alderen av dyrene i denne undersøkelsen. Det var imidlertid ingen signifikante forskjeller mellom disse tre gruppene av dyr, og det kan skyldes et lavt prøveantall for hannhval på bare fem individer. Undersøkelsen fra Veterinærinstituttet i 2002 viste imidlertid høyere kvikksølvverdier i kjønnsmodne hanner i forhold til kjønnsmodne hunner med konsentrasjoner på henholdsvis 0,31 og 0,23 mg/kg våtvekt.

Tabell 3.1.3 viser ingen signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon i kjøtt av hval fanget øst i Barentshavet i forhold til prøver av hval fanget vest i Barentshavet, med konsentrasjoner på henholdsvis 0,19 og 0,13 mg/kg våtvekt. I undersøkelsen fra Veterinærinstituttet i 2002 ble det vist at kvikksølvinnholdet i kjøtt fra vågehval avhang både av kjønn og posisjon. I deres undersøkelse ble de høyeste kvikksølvkonsentrasjonene funnet i prøver av hval fanget i Nordsjøen og ved Jan Mayen. I vår undersøkelse ble det inkludert tre hval fanget i Nordsjøen med kvikksølvkonsentrasjoner på henholdsvis 0,13, 0,15 og 0,35 mg/kg våtvekt, og med et gjennomsnitt på 0,21 mg/kg våtvekt.



**Figur 3.1.1. Map of Norway showing concentrations of mercury (mg/kg wet weight) in meat of whale captured at different positions. Circle sizes indicate concentration in whale meat from each position as shown in legend.**

**Table 3.1.4 Concentration of total mercury (total Hg) and methylmercury (methylHg) (mean±SD; min-max) in meat of 45 whale randomly picked out from the entire material.**

| Sample     | Number<br>(N) | TotalHg<br>(mg/kg wet<br>weight) | MethylHg<br>(mg/kg wet weight) | MethylHg as<br>percentage of<br>totalHg<br>(%) |
|------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
| Whale meat | 45            | 0.16±0.10<br>(0.05-0.45)         | 0.16±0.10<br>(0.05-0.48)       | 100                                            |

Metylkvikksølv ble bestemt i 45 prøver av hvalkjøtt. Prøvene ble plukket ut slik at det ble tatt hensyn til faktorer som kjønn, posisjon og alder (juvenile/voksne dyr). Innholdet av metylkvikksølv samt total kvikksølv er gitt i tabell 3.1.4. Resultatene viser at total kvikksølv består av 100 % metylkvikksølv. Det gjelder for juvenile dyr så vel som for voksne dyr.

### 3.1.2 Kadmium

Gjennomsnittlig kadmiuminnhold i alle prøvene av hvalkjøtt var  $0,008 \pm 0,008$  mg/kg våtvekt, med en variasjon fra 0,002 til 0,036 mg/kg våtvekt. Alle resultatene var høyere enn metodens kvantifikasjonsgrense på 0,001 mg/kg våtvekt. Ingen av hvalprøvene viste altså konsentrasjoner av kadmium over 0,05 mg/kg våtvekt som er EUs øvre grenseverdi for kadmium i fiskemuskel for de fleste arter (tabell 3.1.1). EU og Norge har foreløpig ikke satt noen grenseverdi for kadmium i marine pattedyr. Den høyeste kadmiumverdien ble funnet i en prøve av hunnhval fanget nær Svalbard. Resultatene demonstrerer en trend til høyere kadmiumverdier i hunnhval sammenlignet med de to andre gruppene (tabell 3.1.2). Det var ikke noe spesielt geografisk mønster med hensyn på kadmiumkonsentrasjon (tabell 3.1.3).

### 3.1.3 Totalarsen og uorganisk arsen.

Prøvene av hvalkjøtt viste gjennomsnittskonsentrasjon av totalarsen på 0,24 mg/kg våtvekt, med en variasjon fra 0,08 til 0,65 mg/kg våtvekt (tabell 3.1.1). Innholdet av totalarsen i vågehval er lavt sammenlignet med prøver av andre marine sjømatprodukter. Fisk og annen sjømat har et gjennomsnittsinhold av totalarsen som normalt er høyere enn 1,0 mg/kg våtvekt ([www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata)). Det synes ikke å være noen forskjell i totalarseninholdet i de gruppene av hval som er gitt i tabell 3.1.2. Det synes heller ikke å være forskjell i totalarseninnholdet i kjøtt av hval fanget øst eller vest i Barentshavet (tabell 3.1.3).

Uorganisk arsen ble bestemt i 20 prøver av hvalkjøtt med varierende totalarseninnhold og alle prøvene som ble analysert viste et innhold av uorganisk arsen som var lavere enn 0,003 mg/kg våtvekt som er metodens kvantifiseringsgrense (LOQ). Dette er i overensstemmelse med hva som er funnet i muskel av marin fisk (Julshamn et al, 2012).

### 3.1.4 Bly

Prøvene av hvalkjøtt viste gjennomsnittskonsentrasjon av bly på 0,013 mg/kg våtvekt, med en variasjon fra <0,007 til 0,09 mg/kg våtvekt (tabell 3.1.1). Det var 39 prøver som hadde en blykonsentrasjon lavere enn kvantifiseringsgrensen (LOQ) (i.e. 0,007-0,009 mg/kg våtvekt). Gjennomsnittet ble beregnet som "upper bound-LOQ" det vil si at blyverdier lavere enn LOQ ble satt lik LOQ. Konsentrasjonen av bly i vågehval er tilsvarende det som finnes av bly i andre marine sjømatprodukter ([www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata)). Det synes ikke å være noen forskjell i blyinnholdet i de gruppene av hval som er gitt i tabell 3.1.2. Det synes heller ikke å være forskjell i blyinnholdet i kjøtt i hval fanget øst eller vest i Barentshavet (tabell 3.1.3).

### 3.1.5 Selen

Selenkonsentrasjonen i hvalkjøtt varierte fra 0,06 til 0,49 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,22 mg/kg våtvekt (tabell 3.1.1). Seleninnholdet i hvalkjøtt er på nivå med seleninnholdet i fisk og annen sjømat ([www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata)). Resultatene viste ingen forskjell i seleninnholdet mellom kjønnene og heller ikke mellom unge dyr og voksne dyr (tabell 3.1.2). Det var heller ingen forskjell i seleninnholdet i hval fanget i forskjellige posisjoner (tabell 3.1.3).

## 3.2 Organiske fremmedstoffer

### 3.2.1 Bromerte flammehemmere - Polybromerte difenyletere (PBDE)

Innholdet av bromerte flammehemmere (PBDE) i de 20 analyserte hvalprøvene er vist i tabell 3.2.1. Det var høyest nivå av PBDE-47 i prøvene etterfulgt av PBDE-99. Høyest nivå av PBDE var det i prøve 51 med  $\Sigma$ PBDE<sub>7</sub> (summen av PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183) på 3,38 µg/kg våtvekt. Resten av prøvene hadde et nivå av  $\Sigma$ PBDE<sub>7</sub> på under 3 µg/kg våtvekt som er på nivå med det som vanligvis finnes i fisk og annen sjømat. Det finnes ingen grenseverdier for innhold av PBDE i hval per i dag.

Table 3.2.1. Concentration of PBDE (µg/kg wet weight) and sample number.

| Sample No | PBDE   |       |        |        |       |       |        |                    |        |        |        |
|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------------------|--------|--------|--------|
|           | 28     | 47    | 99     | 100    | 153   | 154   | 183    | ΣPBDE <sub>7</sub> | 66     | 119    | 138    |
| 1         | <0.003 | 0.09  | 0.04   | <0.003 | 0.007 | 0.02  | <0.005 | 0.16               | <0.003 | <0.003 | <0.005 |
| 2         | <0.003 | 0.06  | 0.02   | <0.003 | 0.003 | 0.008 | <0.005 | 0.09               | <0.003 | <0.003 | <0.005 |
| 11        | <0.003 | 0.17  | 0.04   | <0.003 | 0.009 | 0.03  | <0.005 | 0.25               | <0.003 | <0.003 | <0.005 |
| 12        | <0.003 | 0.05  | 0.02   | <0.003 | 0.004 | 0.01  | <0.005 | 0.09               | <0.003 | <0.003 | <0.005 |
| 21        | 0.003  | 0.12  | 0.03   | 0.02   | 0.004 | 0.01  | 0.01   | 0.2                | 0.003  | 0.003  | 0.005  |
| 22        | 0.004  | 0.5   | 0.06   | 0.05   | 0.008 | 0.03  | 0.01   | 0.66               | 0.003  | 0.003  | 0.005  |
| 31        | 0.01   | 0.46  | 0.1    | 0.004  | 0.02  | 0.07  | <0.005 | 0.67               | 0.06   | 0.007  | <0.005 |
| 32        | 0.004  | 0.23  | <0.005 | <0.003 | 0.01  | 0.03  | <0.005 | 0.27               | 0.002  | 0.002  | 0.002  |
| 40        | 0.008  | 0.5   | <0.005 | <0.003 | 0.02  | 0.07  | <0.005 | 0.60               | 0.002  | 0.002  | 0.002  |
| 41        | <0.003 | 0.4   | 0.06   | <0.003 | 0.01  | 0.03  | <0.005 | 0.51               | <0.003 | <0.003 | <0.005 |
| 42        | <0.003 | 0.11  | 0.02   | <0.003 | 0.004 | 0.01  | <0.005 | 0.15               | <0.003 | <0.003 | <0.005 |
| 51        | 0.016  | 1.809 | 1.199  | 0.015  | 0.152 | 0.193 | <0.01  | 3.4                | 0.049  | 0.027  | 0.007  |
| 52        | 0.015  | 0.377 | 0.076  | 0.003  | 0.016 | 0.051 | <0.01  | 0.54               | 0.023  | 0.029  | <0.01  |
| 54        | 0.02   | 1.5   | <0.006 | 0.01   | 0.14  | 0.16  | 0.007  | 1.8                | 0.009  | 0.006  | 0.01   |
| 55        | <0.003 | 0.072 | 0.025  | <0.003 | 0.009 | 0.023 | <0.01  | 0.13               | 0.021  | 0.022  | <0.01  |
| 56        | <0.003 | 0.133 | 0.009  | 0.005  | 0.011 | 0.044 | <0.01  | 0.20               | 0.031  | 0.025  | <0.01  |
| 65        | 0.005  | 0.407 | 0.130  | <0.003 | 0.019 | 0.032 | <0.01  | 0.59               | 0.021  | 0.004  | <0.01  |
| 66        | <0.003 | 0.093 | <0.01  | <0.003 | 0.012 | 0.031 | <0.01  | 0.14               | 0.008  | 0.016  | <0.01  |
| 75        | 0.005  | 0.325 | 0.012  | 0.009  | 0.015 | 0.055 | <0.01  | 0.42               | 0.016  | 0.040  | <0.01  |
| 76        | 0.004  | 0.120 | <0.01  | 0.001  | 0.004 | 0.016 | <0.01  | 0.15               | 0.025  | 0.010  | <0.01  |

### 3.2.2 PFAS

Et utvalg av 20 prøver av hvalkjøtt ble analysert for perfluorerte alkylstoffer (PFAS) (tabell 3.2.2). De to dominerende PFAS var PFOS og PFUdA der den førstnevnte hadde tre til fem ganger høyere konsentrasjon enn den sistnevnte. Det høyeste nivået av PFOS ble funnet i prøve 11 og 52 med et innhold på 5,2 µg/kg våtvekt. Kun én prøve av hvalmuskel var under deteksjonsgrensen for alle PFAS-forbindelsene. Nivået av PFAS må derfor kunne sies å være noe høyere enn det en vanligvis finner i muskel av for eksempel pelagisk fisk der nivået av PFAS både i sild og makrell ofte er under deteksjonsgrensen (<0.3). Prøvene av hval var på sammenlignbart nivå med muskel av kveite og blåkveite som har vist seg å kunne ha nivå av PFOS på opp mot 2 µg/kg våtvekt. Det finnes per i dag ingen grenseverdier for innhold av PFAS i hval.

Table 3.2.2 Concentration of PFAS (µg/kg wet weight) and sample number.

| Sample No | PFBS | PFHxS | PFOS       | PFDS | PFOSA | PFBA | PFPeA | PFHxA | PFHpA | PFOA | PFNA       | PFDA | PFUdA      | PFDoDA | PFTdA | PFTeDA | PFHxDA | PFODA |
|-----------|------|-------|------------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------------|------|------------|--------|-------|--------|--------|-------|
| 1         | <1.5 | <0.3  | <b>1.5</b> | <0.3 | <0.9  | <1.5 | <0.3  | <0.3  | <0.3  | <0.3 | <0.3       | <0.3 | <b>0.3</b> | <0.3   | <0.3  | <0.3   | <24    | <24   |
| 2         | <1.5 | <0.3  | <b>2.1</b> | <0.3 | <0.9  | <1.5 | <0.3  | <0.3  | <0.3  | <0.3 | <b>0.3</b> | <0.3 | <b>0.5</b> | <0.3   | <0.3  | <0.3   | <24    | <24   |
| 11        | <1.5 | <0.3  | <b>5.2</b> | <0.3 | <0.9  | <1.5 | <0.3  | <0.3  | <0.3  | <0.3 | <b>0.4</b> | 0.3  | <b>0.8</b> | <0.3   | <0.3  | <0.3   | <24    | <24   |
| 12        | <1.5 | <0.3  | <b>1.9</b> | <0.3 | <0.9  | <1.5 | <0.3  | <0.3  | <0.3  | <0.3 | <0.3       | <0.3 | <b>0.7</b> | <0.3   | <0.3  | <0.3   | <24    | <24   |
| 21        | <1.5 | <0.3  | <b>4</b>   | <0.3 | <0.9  | <1.5 | <0.3  | <0.3  | <0.3  | <0.3 | <0.3       | <0.3 | <b>0.4</b> | <0.3   | <0.3  | <0.3   | <24    | <24   |

|    |      |      |            |      |      |      |            |      |      |      |      |      |            |      |      |      |     |     |
|----|------|------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|------------|------|------|------|-----|-----|
| 22 | <1.5 | <0.3 | <b>1.7</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.4</b> | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |
| 31 | <1.5 | <0.3 | <b>1.2</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.4</b> | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |
| 32 | <1.5 | <0.3 | <b>1.9</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.4</b> | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |
| 40 | <1.5 | <0.3 | <b>1.8</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.6</b> | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |
| 41 | <1.5 | <0.3 | <b>2.9</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.5</b> | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |
| 42 | <1.5 | <0.3 | <b>3.8</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <b>0.7</b> | <0.3 | <0.3 | <0.3 | 0.3  | <0.3 | <b>0.7</b> | <0.3 | 0.3  | <0.3 | <24 | <24 |
| 51 | <1.5 | <0.3 | <b>1.6</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.3</b> | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |
| 52 | <1.5 | <0.3 | <b>5.2</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | 0.4  | 0.3  | <b>1</b>   | <0.3 | 0.4  | <0.3 | <24 | <24 |
| 54 | <1.5 | <0.3 | <b>1.8</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |
| 55 | <1.5 | <0.3 | <b>1</b>   | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.6</b> | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |
| 56 | <1.5 | <0.3 | <0.3       | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |
| 65 | <1.5 | <0.3 | <b>0.8</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.4</b> | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |
| 66 | <1.5 | <0.3 | <b>1</b>   | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.4</b> | <0.3 | <0.3 | 0.3  | <24 | <24 |
| 75 | <1.5 | <0.3 | <b>1.4</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.5</b> | <0.3 | <0.3 | 0.3  | <24 | <24 |
| 76 | <1.5 | <0.3 | <b>2.4</b> | <0.3 | <0.9 | <1.5 | <0.3       | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <b>0.6</b> | <0.3 | <0.3 | <0.3 | <24 | <24 |

## 4 Konklusjon

Rapporten gir en grundig kartlegging og oppdatering av kvikksølvinnholdet i kjøtt av vågehval fanget i norsk område. I tillegg gir rapporten data for arsen, kadmium og bly samt PFAS og PBDE. Data for PFAS og PBDE er ny kunnskap. Resultatene viser lave verdier for alle de stoffene som er inkludert i denne rapporten. Med et gjennomsnittlig kvikksølvinnhold på 0,15 mg/kg våtvekt er det normalt ikke grunnlag for kostholdsråd.

## 5 Litteraturliste

EU (2006). "Commission regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs." Official Journal of the European Union **364**: 5-24.

Kaare Julshamn, Bente M. Nilsen, Sylvia Frantzen, Stig Valdersnes, Amund Maage, Kjell Nedreaas and Jens J. Sloth (2012). Survey on total and inorganic arsenic in more than 900 fish samples from Norwegian waters. Food Additives and Contaminants: Part B (in press)

Veterinærinstituttet (2003). Undersøkelse av kvikksølvnivåer i muskel fra vågehval 2002. 14 s.