



N I F E S  
NASJONALT INSTITUTT  
FOR ERNÆRINGS- OG  
SJØMATFORSKNING

Rapport  
**2016**

Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2015:  
Dioksiner og dioksinlignende PCB,  
ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte  
flammehemmere og tungmetaller i marine oljer

Bente M. Nilsen og Amund Måge

**Nasjonalt institutt for ernærings- og  
sjømatforskning (NIFES)**

01.11.2016

på oppdrag fra **Mattilsynet**

Statens tilsyn for fisk, dyr og næringsmidler

ISBN: 978-82-91065-42-7

## **INNHALDSFORTEGNELSE**

---

<b>Innholdsfortegnelse .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Oppsummering .....</b>	<b>4</b>
<b>2. English summary .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Innledning/Introduction .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Materiale og metoder/Materials and methods.....</b>	<b>7</b>
4.1 Prøveinnsamling og -oppbeiding.....	7
4.2 Analyser.....	7
<b>5. Resultater/Results.....</b>	<b>10</b>
5.1 Dioksiner og dioksinlignende PCB .....	10
5.2 Ikke-dioksinlignende PCB (PCB <sub>6</sub> ) og PBDE.....	12
5.3 Metaller .....	13
<b>6. Diskusjon/Discussion.....</b>	<b>15</b>
<b>7. Konklusjon/Conclusion.....</b>	<b>19</b>
<b>8. Anbefalinger.....</b>	<b>19</b>
<b>9. Referanser/References .....</b>	<b>20</b>

## 1. OPPSUMMERING

---

I dette prosjektet ble ti ulike marine oljer til humant konsum (tre torskeleveroljer, tre lakseoljer, én haileverolje, én havmusolje, én selolje og én hvalolje) analysert for dioksiner (PCDD/F), dioksinlignende PCB (dl-PCB), ikke-dioksinlignende PCB (PCB<sub>6</sub>), polybromerte flammehemmere (PBDE<sub>7</sub>) og grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen. Alle bestemmelsene ble utført ved NIFES med metoder akkreditert i henhold til NS-EN ISO 17025.

Resultatene viste at det var stor variasjon i innholdet av organiske miljøgifter mellom de ulike marine oljene som ble undersøkt. De høyeste konsentrasjonene av organiske miljøgifter ble funnet i havmusoljen og hvaloljen som hadde konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB på henholdsvis 49 og 17 ng TE/kg olje, langt over Norges øvre grenseverdi på 4, 0 ng TE/kg olje og EUs øvre grenseverdi på 6,0 ng TE/kg olje. Havmusoljen oversteg også grenseverdien for sum PCDD/F på 1.75 ng TE/kg olje, og begge disse oljene hadde svært høye konsentrasjoner av sum PCB<sub>6</sub> på 1400 µg/kg olje (havmusolje) og 390 µg/kg olje (hvalolje), langt høyere enn den øvre grenseverdien på 200 µg/kg olje. Også seloljen hadde høye nivåer av organiske miljøgifter med konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB på 4,6 ng TE/kg olje og sum PCB<sub>6</sub> på 225 µg/kg olje, men verdiene oversteg ikke grensene for lovlig omsetning når måleusikkerhet ble trukket fra i henhold til regelverket. Én av torskeleveroljene hadde en høy konsentrasjon av sum PCB<sub>6</sub> på 200 µg/kg olje som tangerte grenseverdien. To av lakseoljene hadde forholdsvis høye konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB, men for disse oljene var konsentrasjonene likevel klart under de øvre grenseverdiene for alle de organiske miljøgiftene. De øvrige oljene, to torskeleveroljer, en lakseolje og en haileverolje, hadde lave nivåer av de organiske miljøgiftene med sum PCDD/F+dl-PCB mellom 0,13 og 1,0 ng TE/kg olje og sum PCB<sub>6</sub> mellom 1,7 og 13 µg/kg olje. Resultatene tyder på de fleste oljene var blitt rensert i tilstrekkelig grad, men for havmusoljen, hvaloljen og seloljen, har rensemetodene ikke vært tilstrekkelig til å fjerne de uønskede organiske miljøgiftene som finnes i disse fiskeoljene. Også nivået av PBDE<sub>7</sub> varierte mye mellom oljene, men det er ikke fastsatt noen grenseverdi for PBDE<sub>7</sub> i marine oljer eller andre matvarer til humant konsum.

Konsentrasjonene av tungmetallene kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene for de fleste oljene. Bare hvaloljen hadde en høy konsentrasjon av bly på 0,57 mg/kg olje. Dette er svært mye høyere enn de blyverdier som tidligere er funnet i andre marine oljer til humant konsum, men konsentrasjonene lå likevel langt under den øvre grenseverdien på 3,0 mg/kg olje som gjelder for bly i kosttilskudd. Konsentrasjonen av arsen varierte mye mellom oljene. To torskeleveroljer og én haileverolje hadde svært lave konsentrasjoner av arsen (<0,01 mg/kg olje) og én av lakseoljene hadde også et lavt arsennivå (0,14 mg/kg olje), mens konsentrasjonen av arsen i de øvrige lakseoljene, seloljen, hvaloljen, en kaldpresset torskeleverolje og havmusoljen var mye høyere (0,61 til 7,3 mg/kg olje) og lå innenfor området som er vanlig for urensede fiskeoljer.

## 2. ENGLISH SUMMARY

---

In this project ten different marine oils for human consumption (three cod liver oils, three salmon oils, one shark liver oil, one ratfish oil, one seal oil, and one whale oil) were analysed for dioxins (PCDD/F), dioxin-like PCBs (dl-PCB), non-dioxin-like PCBs (PCB<sub>6</sub>), polybrominated flame retardants (PBDE<sub>7</sub>) and the elements arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium. All the analyses were performed at NIFES using methods accredited according to NS-EN ISO 17025.

The results showed a large variation in the levels of organic contaminants between the different oils investigated. The highest levels of organic contaminants were found in the ratfish oil and the whale oil with concentrations of sum PCDD/F+dl-PCB of 49 and 17 ng TEQ/kg oil, respectively, considerably higher than the Norwegian maximum level of 4.0 ng TEQ/kg oil and the EU maximum level of 6.0 ng TEQ/kg oil. The ratfish oil also exceeded the maximum level for sum PCDD/F of 1.75 ng TE/kg oil, and both oils had very high concentrations of sum PCB<sub>6</sub> of 1400 (ratfish) and 390 µg/kg oil (whale oil), significantly higher than the maximum level of 200 µg/kg oil. Also the seal oil contained high levels of organic contaminants with concentrations of sum PCDD/F+dl-PCB of 4.6 ng TE/kg oil and sum PCB<sub>6</sub> of 225 µg/kg oil, but these values did not exceed the maximum levels when measurement uncertainty was taken into account according to EU regulations. One of the cod liver oils had a concentration of sum PCB<sub>6</sub> of 200 µg/kg oil, at, but not above the EU maximum level. Two of the salmon oils had relatively high levels of organic contaminants, but for these oils the values were clearly below all the maximum levels for these contaminants in marine oils. The remaining oils, including two cod liver oils, one salmon oil, and the shark liver oil had very low levels of organic contaminants with sum PCDD/F+dl-PCB between 0.13 and 1.0 ng TEQ/kg oil and sum PCB<sub>6</sub> between 1.7 and 13 µg/kg oil. These results indicate that most of the oils investigated in this study have been sufficiently purified. However, for the ratfish oil, the whale oil and the seal oil, the purification methods used have not been adequate to remove sufficiently the unwanted organic contaminants. The levels of PBDE<sub>7</sub> also varied much between the oils investigated, but no maximum level has been set for PBDE<sub>7</sub> in marine oils or other foodstuffs.

The concentrations of the heavy metals cadmium, mercury and lead were very low and below the limit of quantification for most of the oils. Only the whale oil had a high concentration of lead of 0.57 mg/kg oil. This lead concentration was unusually high compared to the levels found in other marine oils for human consumption, but nevertheless much lower than the EU maximum level of 3.0 mg/kg oil applicable to food supplements. The level of arsenic varied much between the oils. Two cod liver oils and the shark liver oil had very low concentrations of arsenic (<0.01 mg/kg oil), and one of the salmon oils had a low level of arsenic (0.14 mg/kg oil). In contrast, the concentrations of arsenic in the other two salmon oils, the seal oil, the whale oil, one cod liver oil and the ratfish oil were much higher (0.61-7.3 mg/kg oil), and these levels were within the range normally found in non-purified fish oils.

### 3. INNLEDNING/INTRODUCTION

---

Overvåkningsprogrammet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» ble startet av Mattilsynet i 2008 for å kartlegge ulike miljøgiftproblemstillinger knyttet til norsk sjømat. Det var en videreføring av en kartlegging av dioksiner og PCB som startet i 2003 på bakgrunn av en anbefaling fra EU-kommisjonen for å innhente data til risikovurderinger og fastsettelse av grenseverdier.

Programmet har undersøkt ulike typer av sjømat hvert år og de siste årene har det vært analysert miljøgifter i makrell, ål og svolværpostei (Julshamn og Frantzen, 2009), brisling og brislingprodukter (Julshamn *et al.*, 2011), dypvannsfisk og skalldyr fra Hardangerfjorden (Måge *et al.*, 2012) og kongekrabbe (Julshamn *et al.*, 2013). I tillegg har programmet hvert år undersøkt innholdet av miljøgifter i kommersielle marine oljer til humant konsum (Julshamn og Frantzen, 2009, Julshamn og Frantzen, 2010, Julshamn *et al.*, 2011, Måge *et al.*, 2012, Julshamn *et al.*, 2013, Nilsen og Måge, 2014 og 2015).

I programmet for marine oljer har hovedfokus vært på innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB og polybromerte flammehemmere (PBDE). Urensede marine oljer kan ha svært høye nivåer av disse fettløselige organiske miljøgiftene, og marine oljer til humant konsum må derfor som regel renses for å redusere innholdet av disse fremmedstoffene til et akseptabelt nivå. Overvåkning av innholdet av organiske miljøgifter i det brede utvalget av konsumferdige marine oljer er viktig for å kontrollere at renseprosedyrene som benyttes er gode nok til å sikre at nivåene av de organiske miljøgiftene ikke overskrider EUs og Norges øvre grenseverdier.

I perioden 2007-2014 har totalt 104 prøver av kommersielle marine oljer til humant konsum vært analysert i dette overvåkningsprogrammet. Både fiskeoljer, seloljer, krilloljer og én raudåteolje har vært undersøkt, og blant disse oljene har kun to havmusoljer og én haileverolje analysert i 2014 hatt overskridelser av grenseverdiene for organiske miljøgifter (Nilsen og Måge, 2015). Oljer fra havmus og hailever hadde aldri tidligere vært undersøkt, og de høye resultatene for disse oljene førte til en anbefaling om å inkludere flere slike sjeldne oljer i dette overvåkningsprogrammet.

Denne rapporten omhandler resultater for de marine oljene som er kjøpt inn i 2015 og analysert i 2015/2016. Til sammen åtte fiskeoljer (fra torskelever, laks, hailever og havmuslever), én selolje og én hvalolje ble analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB<sub>6</sub>), polybromerte flammehemmere (PBDE<sub>7</sub>), arsen, kvikksølv, kadmium og bly. Hvalolje har ikke tidligere vært analysert i dette programmet.

## 4. MATERIALE OG METODER/MATERIALS AND METHODS

### 4.1 Prøveinnsamling og -oppbeiding

Det ble kjøpt inn ti ulike marine oljer til humant konsum fra ulike nettbutikker, apotek og helsekostbutikker i Bergen i oktober 2015 av personell fra NIFES. Det var åtte fiskeoljer, én selolje og én hvalolje (tabell 1).

**Table 1. Product names and other information about the fish-, seal-, and whale oils analysed. The oils were purchased from online shops and shops in Bergen in October 2015.**

Product name	Manufacturer	Sample type (source)	Formulation
Möller's Pharma tran	Möller's	Fish oil (cod liver)	Liquid
Omega Cure		Fish oil (cod liver)	Liquid
Tran spesial, kaldpresset	MedicMarine AS	Fish oil (cod liver)	Liquid
Smart Kids Omega-3, Arctic Omega	Bioform	Fish oil (salmon)	Liquid
Lakseolje	Norwegian Fish Oil AS	Fish oil (salmon)	Capsules
Lakseolje	Polarol AS	Fish oil (salmon)	Capsules
Haileverolje	Norwegian Fish Oil AS	Fish oil (shark liver)	Capsules
Havmusolje	Polarol AS	Fish oil (ratfish)	Capsules
Selolje Omega-3 Extra virgin	Medica Nord AS	Seal oil	Liquid
Polaris hvalolje	Myklebust hvalprodukter	Whale oil (minke whale blubber)	Capsules

### 4.2 Analyser

Oljeprøvene ble analysert for følgende analytter: dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB), ikke-dioksinlignende PCB (PCB<sub>6</sub>), PCB<sub>7</sub>, polybromerte difenyletere (PBDE), arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen. I tillegg ble oljeprøvene analysert for fettinnhold. Prinsipper for analysemetodene samt akkrediteringsstatus og kvantifiseringsgrenser (LOQ) er gitt i tabell 2. Analysemetodene er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025. For ytterligere metodedetaljer vises det til årsrapport for 2012 (Julshamn *et al.*, 2013).

**Table 2. Undesirable substances included, analytical methods used, accreditation status of the methods, limits of quantification (LOQ) and measurement uncertainty (MU) for the marine oils analysed.**

Analyte	Method	Status		MU (%)
		Accreditation	LOQ	
Arsenic	ICP-MS	Yes	0.01 mg/kg olje	20 <sup>c)</sup>
Cadmium	ICP-MS	Yes	0.005 mg/kg olje	20 <sup>c)</sup>
Mercury	ICP-MS	Yes	0.005 mg/kg olje	25 <sup>c)</sup>
Lead	ICP-MS	Yes	0.03 mg/kg olje	25 <sup>c)</sup>
Selenium	ICP-MS	Yes	0.01 mg/kg olje	25 <sup>c)</sup>
PCDDs and PCDFs	HRGC/HRMS	Yes	0.000024-0.5 pg TEQ/g olje <sup>b)</sup>	25 <sup>d)</sup>
dl-PCBs, non-ortho PCBs	HRGC/HRMS	Yes	0.00006-0.04 pg TEQ/g olje <sup>b)</sup>	25 <sup>d)</sup>
dl-PCBs, mono-ortho PCBs	GC-MSMS	Yes <sup>a)</sup>	0.0024-0.003 pg TEQ/g olje <sup>b)</sup>	25 <sup>d)</sup>
PCB <sub>6</sub>	GC-MSMS	Yes	0.3 ng/g olje	30 <sup>e)</sup>
PBDE <sub>7</sub>	GC-MS	Yes	0.05-0.10 ng/g olje <sup>b)</sup>	25
Fat content	Gravimetry	Yes	0.1 g/100 g olje	5 <sup>f)</sup>

a) The method is not accredited for mono-ortho PCB-123.

b) Depending on analyte and matrix.

c) Measurement uncertainty (MU) at concentrations above 10xLOQ. At lower concentrations, MU is higher (70% for mercury and 40% for the other elements).

d) MU at concentrations between 1 and 10 ng TEQ/kg ww. At lower concentrations MU is higher (30-35%), at higher concentration MU is lower (20%).

e) MU at concentrations between 1 and 5 µg/kg ww. At lower concentration MU is higher (45%), at higher concentrations the MU is lower (25%).

f) MU at concentrations between 5 and 100 g/100 g. At lower concentration, MU is higher (10-15%).

Ved bestemmelse av dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB) ble det kvantifisert syv kongenere av dioksiner (PCDD), ti kongenere av furaner (PCDF), fire kongenere av non-orto PCB (PCB-77, -81, -126 og -169) og åtte kongenere av mono-orto PCB (PCB-105, -114, -118, -123, -156, -157, -167 og -189). Toksiske ekvivalentverdier ble bestemt ved å multiplisere konsentrasjonene med kongenernes toksiske ekvivalensfaktorer, WHO-TEF 2005. Ved beregning av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB for vurdering opp mot EUs og Norges grenseverdier ble konsentrasjoner mindre enn kvantifiseringsgrensen (LOQ) satt lik LOQ (upperbound LOQ) slik regelverket for grenseverdier krever (EU, 2006, Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler).

Ved bestemmelse av ikke-dioksinlignende PCB (PCB<sub>6</sub>) ble følgende seks kongenere kvantifisert: PCB-28, -52, -101, -138, -153 og -180. Sum PCB<sub>6</sub> ble beregnet med upperbound LOQ slik regelverket krever når verdiene skal vurderes opp mot EUs og Norges øvre grenseverdier.



---

Metoden for bestemmelse av PBDE kvantifiserer ti ulike kongenere av PBDE, inkludert syv kongenere som summeres til en ”standard sum PBDE” (PBDE-28, -47, -99, -100, -153, -154 og -183). Sum PBDE<sub>7</sub> ble beregnet med upperbound LOQ.

## 5. RESULTATER/RESULTS

---

### 5.1 Dioksiner og dioksinlignende PCB

Tabell 3 viser konsentrasjonene av fett, dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), sum dioksiner og furaner (PCDD/F), non-orto PCB, mono-orto PCB og sum dioksinlignende PCB (dl-PCB) samt totalsummen av dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB) i de ti ulike produktene av marine oljer til humant konsum som ble innkjøpt over internett og i apotek og helsekostbutikker i Bergen i 2015.

Det var store forskjeller i konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB i de ulike oljene. De høyeste konsentrasjonene av sum PCDD/F og sum PCDDF+ dl-PCB (og sum PCB<sub>6</sub>, se kapittel 5.2) ble funnet i de to oljene «Polarol Havmusolje» fremstilt fra dypvannsfisken havmus (*Chimaera monstrosa*) og «Polaris hvalolje» framstilt fra spekk av vågehval (*Balaenoptera acutorostrata*). Begge disse oljene samt seloljen «Selolje Omega-3 Extra virgin» og torskeleveroljen «Tran spesial, kaldpresset» som også hadde høye nivåer av sum PCDD/F+dl-PCB og sum PCB<sub>6</sub>, ble analysert to ganger. Reanalysen bekreftet i alle tilfeller resultatene fra den første analysen, og verdiene oppgitt i tabell 3 for disse fire oljene er gjennomsnittsverdier for de to analysene.

Resultatene viste at «Polarol Havmusolje» hadde den høyeste konsentrasjonen av sum PCDD/F+dl-PCB av alle oljene, 49 ng TE/kg olje, som er langt høyere enn både Norges øvre grenseverdi for marine oljer på 4,0 ng TE/kg olje og EUs øvre grenseverdi på 6,0 ng TE/kg olje. Denne oljen oversteg også grenseverdien for sum PCDD/F med en verdi på 4,1 ng TE/kg olje, betydelig høyere enn grenseverdien på 1,75 ng TE/kg olje som er gjeldende for marine oljer til humant konsum både i EU og Norge (tabell 3). Også «Polaris hvalolje» hadde en svært høy konsentrasjon av sum PCDD/F+dl-PCB på 17 ng TE/kg olje, langt over grenseverdiene både for Norge og EU. For hvaloljen var det dl-PCB som bidro mest til sum PCDD/F+dl-PCB, og konsentrasjonen av sum PCDD/F på 0,75 ng TE/kg olje oversteg ikke grenseverdien for sum PCDD/F.

Seloljen «Selolje Omega-3 Extra virgin» hadde et høyt innhold av sum PCDD/F+dl-PCB på 4,6 ng TE/kg olje som var over Norges øvre grenseverdi (4,0 ng TE/kg olje), men ikke EUs øvre grenseverdi (6,0 ng TE/kg olje). Dersom vi, i henhold til EU forordning 1883/2006 (EU, 2006b) og Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler, tar hensyn til og trekker fra måleusikkerheten til metoden som er på 25% i dette konsentrasjonsområdet, vil denne oljen likevel være innenfor grensen for lovlig omsetning også i Norge (EU, 2006b). Seloljen oversteg heller ikke grenseverdien for sum PCDD/F. «Polarol lakseolje» hadde et forholdsvis høyt innhold av både sum PCDD/F (1,3 ng TE/kg olje) og

sum PCDD/F+dl-PCB (3,7 ng TE/kg olje), men konsentrasjonene var likevel ikke over gjeldende grenseverdier for disse forbindelsene (tabell 3).

De øvrige seks oljene som ble analysert i denne undersøkelsen; tre torskeleveroljer, to lakseoljer og en haileverolje, hadde konsentrasjoner av sum PCDD/F mellom 0,11 og 0,95 ng TE/kg olje og konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB mellom 0,13 og 3,0 ng TE/kg olje (tabell 3). For alle disse oljene lå altså konsentrasjonene av disse forbindelsene klart under grenseverdiene som gjelder for marine oljer til humant konsum.

**Table 3. Concentrations of fat, dioxins (PCDD), furans (PCDF), sum of dioxins and furans (PCDD/F), non-ortho PCBs, mono-ortho PCBs, sum of dl-PCBs and the overall sum PCDD/F+dl-PCB in marine oil samples for human consumption purchased from online shops and shops in Bergen in October 2015. Concentrations were calculated as ng WHO-TEQ/kg oil, using TEF-2005 and upperbound LOQ. Numbers in red indicate values above the maximum levels.**

Product	Fat content <sup>a)</sup> (g/100 g oil)	Sum	Sum	Sum	Non-	Mono-	Sum	Sum
		PCDD	PCDF	PCDD/F	ortho PCB	ortho PCB	dl-PCB	PCDD/F +dl-PCB
		----- ng TEQ/kg oil -----						
Möller's Pharma tran	105	0.084	0.033	0.12	0.079	0.054	0.13	0.25
Omega Cure	103	0.090	0.035	0.13	0.012	0.012	0.024	0.15
Tran spesial, kaldpresset <sup>b)</sup>	105	0.092	0.029	0.12	1.5	1.4	2.9	3.0
Smart Kids Omega-3, Arctic Omega	105	0.11	0.26	0.37	0.59	0.065	0.66	1.0
Lakseolje, Norwegian Fish Oil	102	0.43	0.51	0.95	1.3	0.11	1.4	2.3
Lakseolje, Polarol	102	0.54	0.80	1.3	2.2	0.19	2.4	3.7
Haileverolje, Norwegian Fish Oil	104	0.073	0.035	0.11	0.012	0.012	0.025	0.13
Havmusolje, Polarol <sup>b)</sup>	102	0.45	3.6	4.1	36	9.1	45	49
Selolje Omega-3 Extra virgin <sup>b)</sup>	101	0.43	0.22	0.65	3.3	0.60	3.9	4.6
Polaris hvalolje <sup>b)</sup>	104	0.089	0.66	0.75	14	2.2	16	17
Max. level for marine oils in EU				1.75				6.0
Max. level for marine oils in Norway				1.75				4.0

<sup>a)</sup> Due to measurement uncertainty, some oils show values for fat content above 100 g/100 g oil.

<sup>b)</sup> Four oils with levels of sum PCDD/F, sum PCDD/F+dl-PCB and/or sum PCB<sub>6</sub> at or above the maximum levels were analysed twice, and the numbers shown in the table are mean values of the replicate samples.

Konsentrasjonene av alle summer som er oppgitt i tabell 3 er beregnet med upperbound LOQ slik det er fastsatt i regelverket når summene skal vurderes opp mot grenseverdiene for matvarer til humant konsum. Upperbound LOQ betyr at alle kongenerne med verdier under LOQ er satt lik LOQ ved beregning av summene. For de tre oljene med de laveste konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, «Möller's Pharma tran», «Omega Cure» og «Haileverolje, Norwegian Fish Oil» var det svært mange av kongenerne som inngår i summene i tabell 3 som hadde verdier under LOQ, og verdiene i tabell 3 er derfor til dels betydelig overestimert for disse oljene.

## 5.2 Ikke-dioksinlignende PCB (PCB<sub>6</sub>) og PBDE

Konsentrasjonen av PCB<sub>6</sub>, PCB<sub>7</sub> og PBDE<sub>7</sub> i de ti ulike produktene av marine oljer er vist i tabell 4.

Resultater er vist for både PCB<sub>6</sub> og PCB<sub>7</sub> da EU og Norge fra 2012 har innført grenseverdier for innholdet av PCB<sub>6</sub> i matvarer mens PCB<sub>7</sub> (PCB<sub>6</sub> + PCB-118) ikke har egen grenseverdi, men har vært rapportert tidligere og derfor er inkludert for å lette sammenligning med tidligere data. PCB<sub>7</sub> er også av interesse i forbindelse med miljøvurderinger der denne summen fremdeles er i bruk. Verken EU eller Norge har foreløpig satt grenseverdier for PBDE i oljer til humant konsum.

**Table 4. Concentrations of sum PCB<sub>6</sub> (PCB-28, 52, 101, 138, 153 and 180) sum PCB<sub>7</sub> (PCB<sub>6</sub> + PCB-118) and sum PBDE<sub>7</sub> (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 and 183) in marine oil samples for human consumption purchased from online shops and shops in Bergen in October 2015. Sums PCB<sub>6</sub>, PCB<sub>7</sub> and PBDE<sub>7</sub> were calculated using upperbound LOQ. Numbers in red indicate values above the maximum levels.**

Product	PCB <sub>6</sub>	PCB <sub>7</sub>	PBDE <sub>7</sub>
	----- (µg/kg oil)-----		
Möller's Pharma tran	10	11	2.2
Omega Cure	3.3	3.5	1.3
Tran spesial, kaldpresset <sup>a)</sup>	200	230	7.4
Smart Kids Omega-3, Arctic Omega	13	14	2.7
Lakseolje, Norwegian Fish Oil	21	23	2.4
Lakseolje, Polarol	35	39	3.6
Haileverolje, Norwegian Fish Oil	1.7	1.7	0.61
Havmusolje, Polarol <sup>a)</sup>	1400	1600	16
Selolje Omega-3 Extra virgin <sup>a)</sup>	225	240	5.2
Polaris hvalolje <sup>a)</sup>	390	450	28
Maximum level for marine oils in EU and Norway	200	-	-

<sup>a)</sup> Four oils with levels of sum PCB<sub>6</sub> at or above the maximum levels were analysed twice, and the numbers shown in the table are mean values of the replicate samples.

Det var stor variasjon i konsentrasjonen av både PCB<sub>6</sub>, PCB<sub>7</sub> og PBDE<sub>7</sub> mellom oljene, med konsentrasjoner av PCB<sub>6</sub> mellom 1,7 og 1400 µg/kg olje og konsentrasjoner av PBDE<sub>7</sub> mellom 0,61 og 28 µg/kg olje. De høyeste konsentrasjonene av PCB<sub>6</sub> og PCB<sub>7</sub> ble funnet i «Polarol havmusolje» og «Polaris hvalolje» som hadde konsentrasjoner av PCB<sub>6</sub> på henholdsvis 1400 µg/kg olje og 390 µg/kg olje, betydelig høyere enn EUs og Norges grenseverdi på 200 µg/kg olje. Også «Selolje Omega-3 Extra virgin» og «Tran spesial, kaldpresset» hadde høye konsentrasjon av PCB<sub>6</sub>, og for seloljen var konsentrasjonen over 200 µg/kg olje. Seloljen overskrider likevel ikke grenseverdien for lovlig omsetning dersom vi tar hensyn til og trekker fra måleusikkerheten til metoden (30% i dette konsentrasjonsområdet) som angitt i EU-forordning 1883/2006) (EU, 2006b). Lakseoljene og de to torskeleveroljene «Möllers Pharma Tran» og «Omega cure» hadde betydelig lavere verdier av PCB<sub>6</sub>, med nivåer mellom 3,3 og 35 µg/kg olje. De laveste verdiene av PCB<sub>6</sub> og PCB<sub>7</sub> ble funnet i haileveroljen som hadde en verdi av PCB<sub>6</sub> på 1,7 µg/kg olje.

De klart høyeste konsentrasjonene av PBDE<sub>7</sub> ble funnet i hvaloljen og havmusoljen som hadde konsentrasjoner av PBDE<sub>7</sub> på henholdsvis 28 og 16 µg/kg olje, betydelig høyere enn alle de andre oljene i denne undersøkelsen. Resten av fiskeoljene og seloljen hadde verdier av PBDE<sub>7</sub> mellom 0,61 og 7,4 µg/kg olje.

Kongenerprofilen varierte mellom de ulike oljene. I sum PCB<sub>6</sub> var det PCB-153 og PCB-138 som var de dominerende kongenerne for de aller fleste oljene, men det var forskjeller i hvilke andre kongener som bidro til summen. For torskeleveroljene «Möllers Pharma Tran» og «Omega Cure», havmusoljen, haileveroljen og seloljen var det PCB-180 som bidro mest i tillegg til PCB-153 og PCB-138, mens for lakseoljene, hvaloljen og «Tran spesial, kaldpresset» var det PCB-101 som bidro mest i tillegg til PCB-153 og PCB-138.

I sum PBDE<sub>7</sub> var PBDE-47 den dominerende kongeneren for de aller fleste oljene. Bare havmusoljen og haileveroljen skilte seg klart fra dette mønsteret. Også for disse to oljene ga PBDE-47 et vesentlig bidrag til sum PBDE<sub>7</sub>, men for havmusoljen var det PBDE-28 og for haileveroljen var det PBDE-154 som bidro mest til sum PBDE<sub>7</sub>.

### 5.3 Metaller

Konsentrasjonen av grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen er gitt i tabell 5. Konsentrasjonen av kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene i alle eller nesten alle oljene. Én av oljene, «Polaris hvalolje» framstilt av spekk fra vågehval, hadde en høy konsentrasjon av bly. Egenskaper ved hvaloljen gjorde at den var vanskelig å analysere for metaller, og det ble derfor gjennomført fire analyser av denne oljen som viste blyverdier mellom 0,36 og 0,82 mg/kg olje med et gjennomsnitt på 0,57 mg/kg olje. Konsentrasjonen av bly i hvaloljen var

lavere enn EUs og Norges øvre grenseverdi for bly i kosttilskudd på 3,0 mg/kg olje, men svært mye høyere enn nivåene som tidligere er funnet i marine oljer til human konsum. Én olje, «Polarol Havmusolje» hadde kvikksølvkonsentrasjon over kvantifiseringsgrensen. Konsentrasjonen var imidlertid lav (0,016 mg/kg olje) og betydelig lavere enn den øvre grenseverdien på 0,10 mg/kg olje som gjelder for kosttilskudd både i EU og Norge.

Konsentrasjonen av arsen varierte mellom <0,009 og 7,3 mg/kg olje (tabell 5). Det er ikke fastsatt noen grenseverdi for arsen i oljer til human konsum. De høyeste konsentrasjonene av arsen ble funnet i «Polarol Havmusolje» og «Tran spesial, kaldpresset» som hadde konsentrasjoner på henholdsvis 7,3 og 4,2 mg/kg olje. Nivået av arsen i «Tran spesial, kaldpresset» var svært mye høyere enn arsennivået i de to andre torskelleveroljene («Møllers Pharma Tran» og «Omega Cure») som begge hadde konsentrasjoner av arsen under kvantifiseringsgrensen (tabell 5). De to lakseoljene «Norwegian Fish oil Lakseolje» og «Polarol Lakseolje», «Selolje Omega -3 Extra Virgin», og hvaloljen «Polaris hvalolje» hadde konsentrasjoner av arsen mellom 0,61 og 1,2 mg/kg olje, og haileveroljen hadde en svært lav arsenkonsentrasjon under kvantifiseringsgrensen på 0,01 mg/kg olje (tabell 5).

Konsentrasjonen av selen varierte mellom <0,009 og 0,19 mg/kg olje, og den høyeste konsentrasjonen ble funnet i havmusoljen «Polarol Havmusolje».

**Table 5. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium in oil samples for human consumption purchased in Bergen in 2015.**

Product	Arsenic (mg/kg oil)	Cadmium (mg/kg oil)	Mercury (mg/kg oil)	Lead (mg/kg oil)	Selenium (mg/kg oil)
Möller's Pharma tran	< 0.009	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.023
Omega Cure	< 0.009	< 0.005	< 0.005	< 0.03	< 0.009
Tran spesial, kaldpresset	4.2	< 0.004	< 0.004	< 0.03	0.034
Smart Kids Omega-3, Arctic Omega	0.14	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.011
Lakseolje, Norwegian Fish Oil	0.70	< 0.005	< 0.005	< 0.03	< 0.009
Lakseolje, Polarol	1.2	< 0.005	< 0.005	< 0.03	< 0.009
Haileverolje, Norwegian Fish Oil	< 0.01	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.031
Havmusolje, Polarol	7.3	< 0.005	0.016	< 0.03	0.19
Selolje Omega-3 Extra virgin	1.1	< 0.005	< 0.005	< 0.03	< 0.01
Polaris hvalolje*	0.61 ±0.18	< 0.004	< 0.004	0.57 ±0.22	0.069 ±0.021
Maximum level in EU and Norway	-	1.0	0.10	3.0	-

\* Due to high concentrations of lead, the marine oil "Polaris hvalolje" was analyzed four times. Mean value±standard deviation for the four replicate samples are given in the table.

## 6. DISKUSJON/DISCUSSION

---

Det ble funnet svært stor variasjon i innholdet av de organiske miljøgiftene dioksiner, dioksinlignende PCB og ikke-dioksinlignende PCB i de ti ulike marine oljene til humant konsum som ble analysert i denne undersøkelsen. Konsentrasjonen av sum PCDD/F+dl-PCB varierte fra lave verdier på under 0,2 ng TE/kg olje til en svært høy verdi på 49 ng TE/kg olje som er langt over både Norges og EUs grenseverdier på henholdsvis 4,0 og 6,0 ng TE/kg olje. Likeledes varierte sum PCB<sub>6</sub> fra en svært lav verdi på 1,7 µg/kg olje til en svært høy verdi på 1400 µg/kg olje som er langt over den øvre grenseverdien på 200 µg/kg olje som gjelder for marine oljer til humant konsum. Også innholdet av PBDE<sub>7</sub> varierte svært mye mellom oljene, fra 0,61 til 28 µg/kg olje.

Den store variasjonen i innholdet av organiske miljøgifter reflekterer trolig både hvilket råstoff som er benyttet til oljene (ulike typer fisk, sel, hval), hvilket område råstoffene er hentet fra og graden av rensing av oljene. Blant de totalt 104 prøvene av kommersielle marine oljer til humant konsum som er analysert i dette overvåkningsprogrammet tidligere, har det vært oljer framstilt fra en rekke ulike råstoffer. Både fiskeoljer, seloljer, krilloljer og en raudåteolje har vært undersøkt, og blant disse oljene er det bare to havmusoljer og en haileverolje analysert i 2014 som har hatt overskridelser av grenseverdiene for organiske miljøgifter (Julshamn og Frantzen, 2008, Julshamn og Frantzen, 2009, Julshamn og Frantzen, 2010, Julshamn *et al.*, 2011, Måge *et al.*, 2012, Julshamn *et al.*, 2013, Nilsen og Måge, 2014, Nilsen og Måge 2015).

For å følge opp resultatene fra 2014, ble det også i 2015 analysert en havmusolje og en haileverolje, og resultatene viste at «Polarol havmusolje», i likhet med de to havmusoljene som ble analysert i 2014, hadde svært høye verdier både av dioksiner og dioksinlignende PCB og PCB<sub>6</sub>. Totalt har det nå vært analysert tre havmusoljer i dette programmet, og alle disse oljene hadde konsentrasjoner av sum PCDD/F mellom 4,1 og 9,2 ng TE/kg olje og av sum PCDD/F+dl-PCB mellom 12 og 49 ng TE/kg olje, langt over grenseverdiene på 1,75 ng TE/kg olje for sum PCDD/F og 4,0 (Norge)/6,0 (EU) ng TE/kg olje for sum PCDD/F+dl-PCB. «Polarol havmusolje» hadde også en svært høy konsentrasjon av sum PCB<sub>6</sub> på 1400 µg/kg olje, langt over grenseverdien på 200 µg/kg olje, og også betydelig høyere enn nivåene i de to havmusoljene analysert i 2014. Også havmusoljene analysert i 2014 hadde høye konsentrasjoner av sum PCB<sub>6</sub> (130-190 µg/kg olje, Nilsen og Måge 2015), men nivåene oversteg ikke grenseverdien for sum PCB<sub>6</sub>. Haileveroljen som ble analysert i 2015 hadde svært lave nivåer av alle de organiske miljøgiftene, i motsetning til haileveroljen som ble analysert i 2014 som hadde svært høye konsentrasjoner av både sum PCDD/F+dl-PCB (25 ng TE/kg olje) og sum PCB<sub>6</sub> (3500 µg/kg olje)

(Nilsen og Måge, 2015). Forskjellen i fremmedstoffnivåer mellom de to haileveroljene skyldes trolig forskjeller i rensemetodene som er benyttet ved framstilling av oljene. Haileveroljen analysert i 2014 var en såkalt kaldpresset olje, og rensemetoden som ble benyttet var helt klart ikke tilstrekkelig til å fjerne de uønskede organiske miljøgiftene. Lite er opplyst om rensemetoden for haileveroljen som ble analysert i 2015, «Norwegian Fish Oil Haileverolje», men det er tydelig at rensemetoden som ble benyttet for denne var tilstrekkelig for å sikre et lavt nivå av organiske miljøgifter i oljen.

Hvalolje ble analysert for første gang i denne undersøkelsen, og resultatene viste at «Polaris hvalolje» hadde svært høye nivåer både av sum dioksiner og dioksinlignende PCB (17 ng TE/kg olje) og sum PCB<sub>6</sub> (390 µg/kg olje), nivåer som lå langt over grenseverdiene for disse forbindelsene. Det er ikke opplyst hvilken rensemetode som er benyttet for hvaloljen, men resultatene viser at rensingen ikke har vært tilstrekkelig til å fjerne de organiske miljøgiftene som er tilstede i oljen.

Også seloljen som ble analysert i dette arbeidet, «Selolje, Omega-3 Extra virgin», hadde høye verdier av organiske miljøgifter. Konsentrasjonen av sum PCDD/F+dl-PCB i denne oljen var 4,6 ng TE/kg olje, som er høyere enn den norske grenseverdien på 4,0 ng TE/kg olje, og konsentrasjonen av sum PCB<sub>6</sub> var 225 µg/kg olje som er like over grenseverdien på 200 µg/kg olje. I henhold til EU forordning 1883/2006 om prøvetaking og analyser for dioksiner og dioksinlignende PCB (EU, 2006b) som er gjort gjeldende i norsk rett gjennom forskrift 3. juli 2015 nr. 870 om visse forurensende stoffer i næringsmidler, skal en overskridelse av grenseverdien være «beyond reasonable doubt» for at oljen skal være ulovlig å omsette. Ved vurderingen skal det derfor tas hensyn til analysemetodens måleusikkerhet ved at måleusikkerheten trekkes fra analyseresultatet, og når dette ble gjort for seloljen var denne likevel innenfor grensen for lovlig omsetning. Det har aldri tidligere i dette overvåkningsprogrammet vært påvist så høye konsentrasjoner av organiske miljøgifter i seloljer, noe som kan ha sammenheng med rensemetoden for denne oljen. Oljen er merket extra virgin, som er en betegnelse som ofte brukes om såkalt kaldpressede oljer.

Tre ulike torskeleveroljer ble analysert i denne undersøkelsen, og i samsvar med tidligere undersøkelser ble det funnet lave verdier av de organiske miljøgiftene i to av disse torskeleveroljene, «Möller's Pharma tran» og «Omega Cure». Den tredje torskeleveroljen, «Tran spesial, kaldpresset», hadde imidlertid mye høyere nivåer med konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB på 3,0 ng TE/kg olje og sum PCB<sub>6</sub> på 200 µg/kg olje. Nivået av organiske miljøgifter i denne oljen var høyere enn nivåene i de fleste torskeleveroljer som tidligere har vært analysert i dette programmet, men konsentrasjonene oversteg likevel ikke grenseverdiene for disse forbindelsene. Det er mulig at de høye nivåene av organiske miljøgifter i denne oljen har sammenheng med at oljen er produsert ved lav temperatur, såkalt kaldpresset. Det er imidlertid verdt å merke seg at også torskeleveroljen «Omega



Cure» som hadde svært lave nivåer av organiske miljøgifter er opplyst å være fremstilt med en rensemetode ved lav temperatur (informasjon fra produsentens nettside).

Tre ulike lakseoljer ble analysert i dette arbeidet, og i likhet med resultatet for lakseoljen som ble analysert i 2014 (Nilsen og Måge, 2015), hadde «Norwegian Fish Oil lakseolje» og «Polarol lakseolje» et forholdsvis høyt innhold av både sum PCDD/F (0,95-1,3 ng TE/kg olje) og sum PCDD/F+dl-PCB (2,3-3,7 ng TE/kg olje). Konsentrasjonene var imidlertid klart lavere enn gjeldende grenseverdier for disse forbindelsene. Begge disse lakseoljene var, i likhet med lakseoljen analysert i 2014, oppgitt å være kaldpresset. Den tredje lakseoljen som ble analysert i denne undersøkelsen, «Smart Kids Omega-3», hadde et mye lavere innhold av organiske miljøgifter.

Resultatene for metaller viste som tidligere at konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene for de fleste oljene. Havmusoljen var den eneste oljen som hadde kvikksølvkonsentrasjon over kvantifiseringsgrensen, men verdien var svært lav (0,016 mg/kg olje) og langt under grenseverdien på 0,1 mg/kg olje. Også de to havmusoljene som ble analysert i 2014 hadde målbare, men svært lave konsentrasjoner av kvikksølv mellom 0,006 og 0,016 mg/kg olje (Nilsen og Måge, 2015). Konsentrasjonen av bly lå under kvantifiseringsgrensen for alle oljene unntatt hvaloljen som hadde et høyt blyinnhold på 0,57 mg/kg olje. Blykonsentrasjonen i hvaloljen var lavere enn grenseverdien for bly i kosttilskudd på 3,0 mg/kg olje, men svært mye høyere enn nivåene i de marine oljene som tidligere har vært undersøkt som alle har hatt konsentrasjoner av bly under kvantifiseringsgrensen på 0,03 mg/kg olje (Julshamn og Frantzen, 2008, Julshamn og Frantzen, 2009, Julshamn og Frantzen, 2010, Julshamn *et al.*, 2011, Måge *et al.*, 2012, Julshamn *et al.*, 2013, Nilsen og Måge, 2014, Nilsen og Måge 2015). Det har imidlertid aldri tidligere vært analysert hvaloljer i dette overvåkningsprogrammet.

Det var stor variasjon i nivået av arsen i oljene som ble undersøkt. De laveste nivåene ble funnet i de to torskeleveroljene «Möller's Pharma tran» og «Omega Cure» samt i haileveroljen som alle hadde konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen for arsen (<0,01 mg/kg olje). Lakseoljen «Smart Kids omega-3» hadde også et lavt innhold av arsen på 0,14 mg/kg olje, mens alle de øvrige oljene hadde betydelig høyere konsentrasjoner (0,61 – 7,3 mg/kg olje) som lå innenfor det området som er vanlig å finne i ulike urensede fiskeoljer (0,2-19 mg/kg olje; Sele *et al.*, 2012). De to lakseoljene «Norwegian Fish oil Lakseolje» og «Polarol Lakseolje» hadde konsentrasjoner av arsen på 0,70 og 1,2 mg/kg olje som stemte godt overens med resultater fra en lakseolje analysert i 2014 (1,2 mg/kg olje, Nilsen og Måge, 2015).

De høyeste arsenkonsentrasjonene ble funnet i havmusoljen «Polarol Havmusolje» (7,3 mg/kg olje) og torskeleveroljen «Tran spesial, kaldpresset» (4,2 mg/kg olje). Resultatet for havmusoljen stemte godt

overens med tidligere resultater for to havmusoljer analysert i 2014 (6,6 og 7,1 mg/kg olje, Nilsen og Måge, 2015), mens arsennivået i «Tran spesial, kaldpresset» var svært mye høyere enn i andre torskeleveroljer til humant konsum analysert i denne og tidligere undersøkelser (<0.006-0,046 mg/kg olje) (Julshamn og Frantzen, 2010, Julshamn *et al.*, 2011, Maage *et al.*, 2012, Julshamn *et al.*, 2013, Nilsen og Måge, 2014 og 2015). Også «Selolje Omega -3 Extra Virgin» hadde mye høyere arsenkonsentrasjon (1,1 mg/kg olje) enn seloljer som tidligere er undersøkt i dette overvåkningsprogrammet (<0.006-0,038 mg/kg olje). I motsetning til dette hadde haileveroljen i denne undersøkelsen mye lavere nivå av arsen (<0,01 mg/kg olje) enn haileveroljen analysert i 2014 (3,1 mg/kg olje, Nilsen og Måge, 2015).

Det er sannsynlig at den store variasjonen i arsennivåer har sammenheng med hvilke rensemetoder som er benyttet ved framstilling av disse oljene. Havmusoljen, seloljen og torskeleveroljen «Tran spesial, kaldpresset» i denne undersøkelsen, samt de to havmusoljene og haileveroljen analysert i 2014 var alle såkalt kaldpressede oljer. Arsen i marine oljer foreligger primært som arsenolipider (Schmeisser *et al.*, 2005, Sele *et al.*, 2012). Det er tidligere vist at rensede fiskeoljer inneholder mye lavere nivåer av arsen enn urensede fiskeoljer, noe som trolig skyldes at de renseprosedyrene som benyttes for å anrike omega-3 fettsyrene og redusere innholdet av organiske miljøgifter i oljene også bidrar til å redusere innholdet av arsenolipider (Schmeisser *et al.*, 2005, Sele *et al.*, 2013). Hvor mye av arsenolipidene som fjernes ved slik rensing vil trolig være avhengig både av rensemetoden og av i hvilken form arsenolipidene foreligger i den urensede oljen, men det var i denne undersøkelsen tydelig at oljene med lavest arsenkonsentrasjon var de samme oljene som hadde lavest konsentrasjon av dioksiner og dioksinlignende PCB og sum PCB<sub>6</sub>. Det er ikke kjent om arsenolipider foreligger i samme form(er) i de ulike marine oljene som er analysert i denne undersøkelsen.

## 7. KONKLUSJON/CONCLUSION

---

Det var store forskjeller i nivået av miljøgifter i de ulike marine oljene som ble undersøkt. To av oljene i denne undersøkelsen hadde svært høye konsentrasjoner av dioksiner, dioksinlignende PCB og ikke-dioksinlignende PCB og nivåene lå langt over både Norges og EUs grenseverdier for disse forbindelsene i marine oljer. Dette inkluderte en olje framstilt fra dypvannsfisken havmus som oversteg grenseverdiene for sum PCDD/F, sum PCDD/F+dl-PCB og sum PCB<sub>6</sub> og en olje framstilt fra spekk av vågehval som oversteg grenseverdiene for sum PCDD/F+dl-PCB og sum PCB<sub>6</sub>. Hvalolje har ikke tidligere vært analysert i dette programmet, og resultatene viste at hvaloljen også hadde et uvanlig høyt innhold av bly selv om konsentrasjonen ikke oversteg grenseverdien for dette tungmetallet. Dette er andre gang det er påvist overskridelser av grenseverdier for fremmedstoffer i marine oljer i programmet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» som i perioden 2007-2015 har analysert totalt 114 prøver av kommersielle marine oljer til humant konsum. Det har tidligere vært påvist overskridelser i to havmusoljer og en haileverolje i 2014. En selolje og en torskeleverolje som ble analysert i denne undersøkelsen hadde også høye konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB og/eller sum PCB<sub>6</sub> med verdier nær, men ikke over de øvre grenseverdiene for lovlig omsetning. De øvrige oljene som ble analysert hadde, i likhet med resultater fra tidligere år, forholdsvis lave konsentrasjoner av miljøgifter, og nivåene i disse oljene lå til dels langt under grenseverdiene som gjelder for marine oljer og kosttilskudd til humant konsum i EU og Norge.

## 8. ANBEFALINGER

---

Ut fra funnene i undersøkelsene de to siste årene, bør prøvetaking av sjeldne oljer fremdeles inkluderes i dette programmet for å undersøke om det finnes flere slike oljer med tilsvarende høye nivåer av organiske miljøgifter.

## 9. REFERANSER/REFERENCES

---

EU (2006a). Commission regulation (EC) No. 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2006R1881:20120901:EN:PDF>

EU (2006b). Commission regulation (EC) No. 1883/2006 of 19 December 2006 laying down methods of sampling and analysis for the official control of levels of dioxins and dioxin-like PCBs in certain foodstuffs. (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1883&from=en>

Forskrift 27. september 2002 nr. 1028: Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler, § 3 Gjennomføring av forordning (EF) nr. 1881/2006. <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20020927-1028.html>

Julshamn, K., Øygard, J. og Måge, A. (2008) Rapport 2007 for kartleggingsprosjektene: Dioksiner, dioksinlignende PCB og andre PCBer i fiskevarer og konsumferdige fiskeoljer, bromerte flammehemmere og andre nye miljøgifter i sjømat og tungmetaller i sjømat. Mattilsynet, årsrapport 2007, 31 sider.

Julshamn, K. og Frantzen, S. (2009) Miljøgifter i fisk og fiskevarer - En rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i oljer, makrell, ål og Svolværpostei. Mattilsynet, årsrapport 2008, 26 sider.

Julshamn, K. og Frantzen, S. (2010) Miljøgifter i fisk og fiskevarer - En rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB<sub>7</sub>, arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen i oljer til human konsum. Mattilsynet, årsrapport 2009, 13 sider.

Julshamn, K., Frantzen, S., Valdersnes, S. og Lunestad, B.T. (2011). Miljøgifter i fisk og fiskevarer-en rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB<sub>7</sub>, polybromerte flammehemmere (PBDE), perfluorerte alkylstoffer (PFAS), tungmetaller og Salmonella i oljer til human konsum, brisling og brislingprodukter. Mattilsynet, årsrapport 2010, 30 sider.

Julshamn, K., Duinker, A., Valdersnes, S., Lunestad, B.T. og Måge, A. (2013). Mattilsynets program: Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2012. - Undersøkelse av fremmedstoffer i kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) og oljer. Mattilsynet, årsrapport 2012, 28 sider.

Måge, A., Bjelland, O., Olsvik, P., Nilsen, B. og Julshamn, K. (2012) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2011: Kvikksølv i djuvpvassfisk og skaldyr frå Hardangerfjorden samt miljøgifter i marine oljer. Mattilsynet, årsrapport 2011, 31 sider.

Nilsen, B.M. og Måge, A. (2014) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2013: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. Mattilsynet, årsrapport 2013, 16 sider.

Nilsen, B.M. og Måge, A. (2015) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2014: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. Mattilsynet, årsrapport 2014, 18 sider.

Schmeisser, E., Goessler, W., Kienzl, N. og Francesconi, K.A. (2005). Direct measurement of lipid-soluble arsenic species in biological samples with HPLC-ICPMS. *Analyst*. **130**: 948-955.

Sele, V, Amlund, H., Berntssen, M.H.G., Berntzen, J., Skov, K. og Sloth, J. (2013). Detection of arsenic-containing hydrocarbons in a range of commercial fish oils by GC-ICPMS analysis. *Anal Bioanal Chem* **405**, 5179-5190.

Sele, V, Sloth, J., Holmelid, B., Valdersnes, S., Skov, K. og Amlund, H., (2014). Arsenic-containing fatty acids and hydrocarbons in marine oils using reversed phase HPLC-ICP MS and HPLC-qTOF-MS. *Talanta* **121**, 89-96.