



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

Rapport  
2017

Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2016:  
Dioksiner og dioksinlignende PCB,  
ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte  
flammehemmere og tungmetaller i marine oljer

Bente M. Nilsen, Monica Sanden og  
Amund Måge

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

30.06.2017

# på oppdrag fra **Mattilsynet**

Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler

ISBN: 978-82-91065-50-2

## **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>9</b>
5.1 Dioksiner og dioksinlignende PCB .....	9
5.2 Ikke-dioksinlignende PCB (PCB <sub>6</sub> ) og PBDE.....	11
5.3 Metaller .....	12
<b>6. Diskusjon/Discussion.....</b>	<b>14</b>
<b>7. Konklusjon/Conclusion.....</b>	<b>18</b>
<b>8. Anbefalinger.....</b>	<b>18</b>
<b>9. Referanser/References .....</b>	<b>19</b>

## 1. OPPSUMMERING

---

I dette prosjektet ble ti ulike marine oljer til humant konsum (to torskeleveroljer, én lakseolje og én laks/tobis-olje, to haileveroljer, to havmusleveroljer, én selolje og én ansjos/sardin-olje) 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 fire kaldpressede fiskeoljer fremstilt fra torskelever, havmuslever eller hailever. Den kaldpressede torskeleveroljen hadde en konsentrasjon av sum PCDD/F+dl-PCB på 5,35 ng TE/kg olje, noe som er høyere enn Norges grenseverdi på 4,0 ng TE/kg olje. De to kaldpressede havmusleveroljene hadde høye konsentrasjoner av sum PCB<sub>6</sub> på 270 µg/kg olje og 160 µg/kg olje, den ene dermed høyere enn grenseverdien for PCB<sub>6</sub> på 200 µg/kg olje. Også en kaldpresset haileverolje hadde et høyt nivå av sum PCB<sub>6</sub> på 220 µg/kg olje, men denne verdien oversteg ikke grensen for lovlig omsetning når måleusikkerhet ble trukket fra i henhold til regelverket.

Én lakseolje og én laks/tobis-olje som ble undersøkt hadde forholdsvis høye konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB (1,36-2,31 ng TE/kg olje), men for disse oljene var konsentrasjonene likevel under de øvre grenseverdiene for alle de organiske miljøgiftene, og laks/tobis-oljen hadde de laveste nivåene av disse to. De øvrige oljene, én torskeleverolje, én haileverolje, én selolje, og én ansjos/sardin-olje, hadde lave nivåer av de organiske miljøgiftene med sum PCDD/F+dl-PCB mellom 0,26 og 0,95 ng TE/kg olje og sum PCB<sub>6</sub> mellom 4,3 og 20 µg/kg olje.

Resultatene tyder på at de fleste oljene var blitt rensert i tilstrekkelig grad, men for den kaldpressede torskeleveroljen, de to kaldpressede havmusleveroljene og den kaldpressede haileveroljen, har rensemetodene ikke vært tilstrekkelig til å sikre lave nivåer av de uønskede organiske miljøgiftene som finnes i disse fiskeoljene. For to av disse kaldpressede oljene lå nivåene over grenseverdiene for lovlig omsetning. 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. Konsentrasjonen av arsen varierte mye mellom oljene. Én torskeleverolje, én laks/tobis-olje, én haileverolje, én selolje og én ansjos/sardin-olje hadde svært lave konsentrasjoner av arsen (under 0,060 mg/kg olje), mens konsentrasjonen av arsen i de øvrige oljene (én lakseolje, en kaldpresset torskeleverolje, en kaldpresset haileverolje og to kaldpressede havmusleveroljer) var vesentlig høyere (0,71 til 2,9 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 (two cod liver oils, one salmon oil, one salmon/tobis oil, two shark liver oils, two ratfish liver oils, one seal oil, and one anchovy/sardine 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 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 four cold pressed fish oils produced from cod liver, ratfish liver or shark liver. The cold pressed cod liver oil had a concentration of sum PCDD/F+dl-PCB of 5.35 ng TEQ/kg oil, thus exceeding the Norwegian maximum level for these compounds of 4.0 ng TEQ/kg oil. The two cold pressed ratfish liver oils had concentrations of sum PCB<sub>6</sub> of 270 µg/kg oil and 160 µg/kg oil, one of the oils thus clearly exceeding the EU maximum level for PCB<sub>6</sub> of 200 µg/kg oil. The cold pressed shark liver oil also had a high level of sum PCB<sub>6</sub> of 220 µg/kg oil, but this value did not exceed the maximum level when measurement uncertainty was taken into account according to EU regulations.

One salmon oil and one salmon/tobis oil investigated in this study had relatively high levels of sum PCDD/F+dl-PCB (1.36-2.31 ng TEQ/kg oil), but for these oils the values were still clearly below the maximum levels for all the organic contaminants with lowest levels in the salmon/tobis oil. The remaining oils, including a cod liver oil, a shark liver oil, a seal oil, and an anchovy/sardine oil, had very low levels of organic contaminants with sum PCDD/F+dl-PCB between 0.26 and 0.95 ng TEQ/kg oil and sum PCB<sub>6</sub> between 4.3 and 20 µg/kg oil.

These results indicate that most of the oils investigated in this study have been sufficiently purified. However, for the cold pressed cod liver oil, the two cold pressed ratfish liver oils and the cold pressed shark liver oil, the purification methods used have not been adequate to ensure low levels of unwanted organic contaminants in the oils. For two of these cold pressed oils, the levels of organic contaminants were above the maximum levels set for these compounds in marine oils. 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. The level of arsenic varied much between the oils. One cod liver oil, the salmon oil, the shark liver oil, the seal oil and the anchovy/sardine oil had very low concentrations of arsenic (below 0.060 mg/kg oil). The concentrations of arsenic in the remaining oils (a salmon oil, a cold pressed cod liver oil, two cold pressed ratfish liver oil and a cold pressed shark liver oil), were much higher (0.71-2.9 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 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.*, 2013a, Nilsen og Måge, 2014, 2015 og 2016).

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 2007-2015 har totalt 114 prøver av kommersielle marine oljer til humant konsum vært analysert i dette overvåkningsprogrammet. Både fiskeoljer, seloljer, krilloljer, en raudåteolje og en hvalolje har vært undersøkt, og blant disse oljene har kun to havmusleveroljer og en haileverolje analysert i 2014 samt en havmusleverolje, en selolje og en hvalolje analysert i 2015 hatt overskridelser av grenseverdiene for organiske miljøgifter (Nilsen og Måge, 2015 og 2016). Oljer fra havmuslever, hailever og hval hadde ikke vært undersøkt før 2014, 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 ti marine oljene som er kjøpt inn i 2016. Til sammen ni fiskeoljer (fra torskelever, havmuslever, hailever, laks, laks/tobis og ansjos/sardin) samt én selolje ble analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB<sub>6</sub>), polybromerte flammehemmere (PBDE<sub>7</sub>), arsen, kvikksølv, kadmium, bly og selen.

## 4. MATERIALE OG METODER/MATERIALS AND METHODS

### 4.1 Prøveinnsamling og -oppbeiding

Det ble kjøpt inn ti ulike marine oljer til humant konsum, ni fiskeoljer og én selolje, fra ulike nettbutikker, apotek og helsekostbutikk i Bergen i desember 2016 av personell fra NIFES (tabell 1).

**Table 1. Product names and other information about the fish- and seal oils analysed. The oils were purchased from online shops and shops in Bergen in December 2016.**

Product name	Manufacturer	Sample type (source)	Formulation
Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil	Rosita Real Foods™	Fish oil (ratfish liver)	Liquid
Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil	Rosita Real Foods™	Fish oil (cod liver)	Liquid
Nord Norsk lakseolje	Bioform AS	Fish oil (salmon)	Liquid
Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje	MedicMarine AS	Fish oil (ratfish liver)	Liquid
Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje	MedicMarine AS	Fish oil (shark liver)	Liquid
Shark Liver Oil	Scandinavian Formulas Inc.	Fish oil (Greenland shark liver)	Capsules
Polarolje	Polargodt AS	Seal oil (Harp seal)	Liquid
Polarol Omega-3 med sitrusmak	Polarol AS	Fish oil (salmon and tobis)	Liquid
Nycoplus Apotekets Tran	Takeda Norge AS	Fish oil (cod liver)	Liquid
Lifeline Care BARN Kosttilskudd	Wingfirm Pharma AS	Fish oil (anchovy and sardine)	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<sub>7</sub>), 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.*, 2013a).

**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, 2006a; FOR-2015-07-03-870 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<sub>7</sub>" (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 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 2016.

Konsentrasjonene av dioksiner og furaner var lave i alle de ti undersøkte oljene og sum PCDD/F varierte mellom 0,20 og 0,38 ng TE/kg olje i ni av de ti oljene. Bare «Nord Norsk lakseolje» hadde en noe høyere konsentrasjon av sum PCDD/F (0,62 ng TE/kg olje), men også for denne oljen var konsentrasjonen betydelig lavere enn grenseverdien på 1,75 ng TE/kg olje.

I motsetning til konsentrasjonen av sum PCDD/F som varierte lite mellom oljene, var det stor variasjon i konsentrasjonen av sum dl-PCB mellom oljene, fra svært lave konsentrasjoner på 0,041 og 0,061 ng TE/kg olje til en høy konsentrasjon på 5,10 ng TE/kg olje (tabell 3). Følgelig var det også stor variasjon i konsentrasjonene av sum PCDDF+ dl-PCB mellom de ti ulike oljene. De laveste konsentrasjonene av sum PCDD/F+dl-PCB ble funnet i haioljen «Shark Liver Oil» og seloljen «Polarolje», men også «Nycoplus Apotekets Tran» samt ansjos/sardin-oljen «Lifeline Care BARN Kosttilskudd» hadde lave konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB under 1,0 ng TE/kg olje. Ytterligere fem oljer, deriblant de to havmusleveroljene, en haiolje, en laks/tobis-olje og en lakseolje, hadde konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB mellom 1,11 og 2,31 ng TE/kg olje (tabell 3). Alle disse oljene hadde altså konsentrasjoner som var lavere enn både Norges øvre grenseverdi for marine oljer på 4,0 ng TE/kg olje (FOR-2015-07-03-870 Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler) og EUs øvre grenseverdi på 6,0 ng TE/kg olje (EU, 2006a).

Den høyeste konsentrasjonen av sum PCDDF+ dl-PCB ble funnet i torskeleveroljen «Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil» der konsentrasjonen på 5,35 ng TE/kg olje var høyere enn Norges øvre grenseverdi for marine oljer på 4,0 ng TE/kg olje (FOR-2015-07-03-870 Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler), men ikke over EUs øvre grenseverdi på 6,0 ng TE/kg olje (EU, 2006a). 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 fremdeles overskride grenseverdien for lovlig omsetning i Norge. Denne oljen, samt de to havmusleveroljene «Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil» og «Extra

Virgin kaldpresset Sølvhaiolje» og haioljen «Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje» som alle hadde høye nivåer av sum PCB<sub>6</sub> (se tabell 4), ble analysert to ganger. Reanalysene bekreftet resultatene fra de første analysene, og verdiene oppgitt i tabell 3 (og tabell 4) for disse fire oljene er gjennomsnittsverdier for de to analysene.

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 kongenere med verdier under LOQ er satt lik LOQ ved beregning av summene.

**Table 3. Concentrations of 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 December 2016. 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	Sum	Sum	Sum	Non-	Mono-	Sum	Sum
	PCDD	PCDF	PCDD/F	ortho	ortho	dl-PCB	PCDD/F +dl-PCB
	----- ng TEQ/kg oil -----						
	-						
Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil <sup>a)</sup>	0.22	0.076	0.30	0.51	0.31	0.81	1.11
Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil <sup>a)</sup>	0.18	0.057	0.24	4.03	1.08	5.10	5.35
Nord Norsk lakseolje	0.19	0.43	0.62	1.56	0.12	1.69	2.31
Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje <sup>a)</sup>	0.19	0.050	0.24	0.67	0.59	1.26	1.50
Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje <sup>a)</sup>	0.20	0.065	0.26	0.94	0.63	1.57	1.84
Shark Liver Oil	0.26	0.046	0.30	0.017	0.024	0.041	0.35
Polarolje	0.15	0.047	0.20	0.034	0.026	0.061	0.26
Polarol Omega-3 med sitrusmak	0.21	0.17	0.38	0.87	0.12	0.99	1.36
Nycoplus Apotekets Tran	0.19	0.051	0.24	0.33	0.095	0.43	0.67
Lifeline Care BARN Kosttilskudd	0.23	0.12	0.36	0.58	0.018	0.60	0.95
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> Four oils with levels of sum PCDD/F+dl-PCB and/or sum PCB<sub>6</sub> close to or above the maximum levels were analysed twice, and the numbers shown in the table are mean values of the replicate samples.

## 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 December 2016. 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)-----		
Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil <sup>a)</sup>	160	160	5.2
Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil <sup>a)</sup>	160	190	7.7
Nord Norsk lakseolje	22	24	1.9
Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje <sup>a)</sup>	270	280	7.9
Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje <sup>a)</sup>	220	230	8.1
Shark Liver Oil	5.1	5.2	1.1
Polarolje	8.1	8.3	1.4
Polarol Omega-3 med sitrusmak	23	25	2.5
Nycoplus Apotekets Tran	20	21	3.5
Lifeline Care BARN Kosttilskudd	4.3	4.3	0.49
Maximum level for marine oils in EU and Norway	200	-	-

<sup>a)</sup> Four oils with levels of sum PCB<sub>6</sub> close to 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 PCB<sub>6</sub> (4,3 til 270 µg/kg olje) og PCB<sub>7</sub> og noe mindre variasjon i konsentrasjonen av PBDE<sub>7</sub> (0,49 til 8,1 µg/kg olje) mellom oljene. De høyeste konsentrasjonene av PCB<sub>6</sub>, og PCB<sub>7</sub> ble funnet i «Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje» og «Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje» som hadde konsentrasjoner av PCB<sub>6</sub> på henholdsvis 270 µg/kg olje og 220 µg/kg olje. Selv om begge disse oljene hadde konsentrasjoner av PCB<sub>6</sub> over EUs og Norges grenseverdi på 200 µg/kg olje, er det bare «Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje» som overskrider grenseverdien for lovlig omsetning dersom vi tar hensyn til og trekker fra måleusikkerheten til metoden (25 % i dette konsentrasjonsområdet) som angitt i EU-forordning 1883/2006) (EU, 2006b).

Også «Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil» og «Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil» hadde høye konsentrasjoner av PCB<sub>6</sub>, men for disse oljene lå konsentrasjonene likevel klart lavere enn grenseverdien på 200 µg/kg olje. Lakseoljen, laks/tobis-oljen og torskeleveroljen «Nycoplus Apotekets Tran» hadde betydelig lavere verdier av PCB<sub>6</sub>, med nivåer mellom 20 og 23 µg/kg olje, og de laveste verdiene av PCB<sub>6</sub> og PCB<sub>7</sub> ble funnet i ansjos/sardin-oljen «Lifeline Care BARN Kosttilskudd», haileveroljen «Shark liver oil» og seloljen «Polarolje» som hadde verdier av PCB<sub>6</sub> mellom 4,3 og 8,1 µg/kg olje.

Også for PBDE<sub>7</sub> ble det funnet høyest konsentrasjoner i de fire oljene «Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje», «Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje», «Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil» og «Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil». De laveste konsentrasjonene av PBDE<sub>7</sub> ble funnet i «Lifeline Care BARN Kosttilskudd», haileveroljen «Shark liver oil» og seloljen «Polarolje» som hadde verdier av PBDE<sub>7</sub> mellom 0,49 og 1,4 µg/kg olje.

Kongenerprofilen varierte mellom de ulike oljene. For de aller fleste oljene var det PCB-153 og PCB-138 som var de dominerende kongenerne i sum PCB<sub>6</sub>, og PCB-180 og/eller PCB-101 som bidro mest i tillegg til disse. For seloljen «Polarolje» var det imidlertid en relativt jevn fordeling mellom de fire PCB-kongenerne PCB-28, PCB-180, PCB-153 og PCB-138, for haioljen «Shark liver oil» var det mest av PCB-180 og noe lavere nivåer av PCB-153 og PCB-138, og for ansjos/sardin-oljen «Lifeline Care BARN Kosttilskudd» var det PCB-28 som var den dominerende kongeneren i sum PCB<sub>6</sub>.

I sum PBDE<sub>7</sub> var PBDE-47 den dominerende kongeneren for de fleste oljene. Bare havmusleveroljene «Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil» og «Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje», og haioljene «Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje» og «Shark Liver Oil» skilte seg klart fra dette mønsteret. For havmusleveroljene bidro hver av de fire kongenerne PBDE-99, PBDE-100 og PBDE-154 like mye eller mer enn PBDE-47 til sum PBDE<sub>7</sub>. For haioljen «Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje» var verdiene for PBDE-99, PBDE-100 og PBDE-154 nesten like høye som PBDE-47, og for «Shark Liver Oil» var nivåene av PBDE-153 og PBDE-154 høyere enn nivået av PBDE-47.

### 5.3 Metaller

Konsentrasjonen av grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen er gitt i tabell 5. Konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene i alle eller nesten alle oljene. Én olje, «Rosita handcrafted Ratfish liver oil» hadde kvikksølvkonsentrasjon over kvantifiseringsgrensen, men konsentrasjonen var lav (0,015 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 (EU, 2006a, FOR-2015-07-03-870 Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler).

Konsentrasjonen av arsen varierte mellom <0,009 og 2,9 mg/kg olje (tabell 5). Det er ikke fastsatt noen grenseverdi for arsen i oljer til humant konsum. De høyeste konsentrasjonene av arsen ble funnet i «Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil», de to havmusleveroljene «Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil» og «Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje» samt i haioljen «Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje» som hadde konsentrasjoner mellom 2,9 og på 1,1 mg/kg olje. Nivået av arsen i «Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil» var mye høyere enn arsennivået i den andre torskeleveroljen («Nycoplus Apotekets Tran»), og likeledes var nivået av arsen i «Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje» mye høyere enn arsennivået i den andre haileveroljen som ble undersøkt («Shark liver Oil») (tabell 5). Lakseoljen «Nord Norsk lakseolje» hadde mye høyere arseninnhold enn «Polarol Omega-3 med sitrus smak», som er en olje fremstilt av laks og tobis. Seloljen «Polarolje» og ansjos/sardin-oljen «Lifeline Care BARN Kosttilskudd» hadde lave arsenkonsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen på 0,01 mg/kg olje (tabell 5). Konsentrasjonen av selen varierte mellom <0,009 og 0,13 mg/kg olje, og de høyeste konsentrasjonene ble funnet i havmusleveroljen «Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje» og haileveroljen «Shark Liver Oil».

**Table 5. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium in oil samples for human consumption purchased from online shops and shops in Bergen in December 2016.**

Product	Arsenic (mg/kg oil)	Cadmium (mg/kg oil)	Mercury (mg/kg oil)	Lead (mg/kg oil)	Selenium (mg/kg oil)
Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil	1.7	< 0.005	0.015	< 0.02	0.064
Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil	2.9	< 0.005	< 0.005	< 0.02	0.030
Nord Norsk lakseolje	0.71	< 0.005	< 0.005	< 0.02	0.015
Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje	1.1	< 0.005	< 0.005	< 0.02	0.13
Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje	1.1	< 0.005	< 0.005	< 0.02	0.089
Shark Liver Oil	0.032	< 0.005	< 0.005	< 0.02	0.11
Polarolje	< 0.009	< 0.005	< 0.005	< 0.02	< 0.009
Polarol Omega-3 med sitrus smak	0.059	< 0.005	< 0.005	< 0.02	< 0.01
Nycoplus Apotekets Tran	< 0.01	< 0.005	< 0.005	< 0.02	< 0.01
Lifeline Care BARN Kosttilskudd	< 0.01	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.024
Maximum level in EU and Norway	-	1.0	0.10	3.0	-

## 6. DISKUSJON/DISCUSSION

---

Det var 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 0,3 ng TE/kg olje til en høy verdi på 5,3 ng TE/kg olje som er over Norges grenseverdi på 4,0 ng TE/kg olje, og sum PCB<sub>6</sub> fra en lav verdi på 4,3 µg/kg olje til en høy verdi på 270 µg/kg olje som er over den øvre grenseverdien på 200 µg/kg olje som gjelder for marine oljer til humant konsum i Norge og EU. Også innholdet av PBDE<sub>7</sub> varierte mye mellom oljene, fra 0,49 til 8,1 µg/kg olje.

Den store variasjonen i innholdet av organiske miljøgifter reflekterer trolig både hvilket råstoff som er benyttet til oljene (ulike typer fisk/fiskelever og sel), hvilket område råstoffene er hentet fra og graden av rensing av oljene. Blant de totalt 114 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, en raudåteolje og en hvalolje har vært undersøkt, og blant disse oljene er det bare to havmusleveroljer og én haileverolje analysert i 2014, samt en havmusleverolje og en hvalolje fra 2015 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.*, 2013a, Nilsen og Måge, 2014, Nilsen og Måge, 2015, Nilsen og Måge, 2016). Ulike metoder har vært benyttet for rensing av oljene som har vært undersøkt i dette programmet, og et fellestrekk med de fleste av oljene som har oversteget grenseverdiene de siste årene er at de har vært kaldpressede oljer, gjerne merket «Extra virgin» eller «Handcrafted». Selv om ikke alle oljene som har vært merket kaldpresset og/eller «Extra virgin» har oversteget grenseverdiene, har de som oftest hatt høyere verdier av organiske miljøgifter i forhold til andre analyserte oljer, og det er derfor tydelig at metoden(e) som benyttes ved rensing av disse oljene ofte ikke er tilstrekkelig for å sikre et lavt nivå av organiske miljøgifter i oljen. En mer forsiktig ekstrahering og rensing av marine oljer kan være en fordel for å bevare innholdet av fettløselige positive næringsstoffer som for eksempel Vitamin E i oljene, men rensingen må likevel være tilstrekkelig til å sikre at innholdet av miljøgifter ikke overskrider grenseverdiene for lovlig omsetning.

Alle de tre havmusleveroljene som tidligere har vært analysert i dette programmet oversteg grenseverdiene for både sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB, og hadde i tillegg høye nivåer av PCB<sub>6</sub>, for én av oljene langt over grenseverdi (Nilsen og Måge, 2015, Nilsen og Måge, 2016). For å følge opp disse resultatene ble det også i 2016 analysert to havmusleveroljer. Den ene av disse, «Rosita

Handcrafted Ratfish Liver Oil», har tidligere vært analysert i 2014 med klare overskridelser både for sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB. Begge havmusleveroljene analysert i 2016 hadde imidlertid lave nivåer av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB med verdier langt under grenseverdiene. På den annen side var nivået av PCB<sub>6</sub> høyere og havmusleveroljen «Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje», hadde en konsentrasjon av sum PCB<sub>6</sub> på 270 µg/kg olje, som var klart høyere enn grenseverdien på 200 µg/kg olje. For «Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil» ble grenseverdien ikke oversteget, men nivået av sum PCB<sub>6</sub> var likevel forholdsvis høyt (160 µg/kg olje) og noe høyere enn i 2014 (130 µg/kg olje; Nilsen og Måge 2015).

For å følge opp tidligere resultater som viste svært høye nivåer av sum PCDD/F+dl-PCB og særlig sum PCB<sub>6</sub> i en kaldpresset haileverolje analysert i 2014, ble det også i 2016 analysert to haileveroljer. Den ene av disse, «Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje», var den samme som ble analysert i 2014 og som den gang 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). Ny analyse i 2016 viste at verdiene for denne oljen nå var mye lavere. Konsentrasjonen av sum PCDD/F+dl-PCB i denne oljen var 1,84 ng TE/kg olje, som er lavere enn Norges og EUs øvre grenseverdi på henholdsvis 4,0 og 6,0 ng TE/kg olje, og konsentrasjonen av sum PCB<sub>6</sub> var 220 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 denne haileveroljen var den likevel innenfor grensen for lovlig omsetning. Den andre haileveroljen som ble undersøkt i 2016, «Shark Liver Oil», hadde mye lavere nivåer av alle de organiske miljøgiftene. Forskjellen i fremmedstoffnivåer mellom de to haileveroljene skyldes trolig forskjeller i rensemetodene som er benyttet, og det er mulig at de høyere nivåene av organiske miljøgifter i haileveroljen «Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje» har sammenheng med at oljen er produsert ved lav temperatur, såkalt kaldpresset. Det er ikke opplyst hvilken rensemetode som er benyttet for haileveroljen «Shark Liver Oil», men resultatene viser at rensingen har vært tilstrekkelig til å sikre et lavt nivå av organiske miljøgifter i denne oljen.

To ulike torskeleveroljer ble analysert i denne undersøkelsen, og i samsvar med tidligere undersøkelser ble det funnet lave verdier av de organiske miljøgiftene i den ene av disse torskeleveroljene, «Nycoplus Apotekets tran». Den andre torskeleveroljen, «Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil», hadde imidlertid mye høyere nivåer med konsentrasjoner av sum PCB<sub>6</sub> på 160 µg/kg olje og sum PCDD/F+dl-PCB på 5,35 ng TE/kg olje som er over Norges øvre grenseverdi på 4,0 ng TE/kg olje. Det kan her bemerkes at

Norge har en spesielt streng grenseverdi på dette området, mens EU har en grenseverdi på 6,0 ng /E/kg olje (EU, 2006a). Nivået av organiske miljøgifter i denne oljen var likevel mye høyere enn nivåene i de fleste torskeleveroljer som tidligere har vært analysert i dette programmet, og dette er første gang vi har påvist overskridelse av grenseverdi i en torskeleverolje. Kun én torskeleverolje som ble analysert i 2015 og som var oppgitt å være kaldpresset, hadde nesten like høye nivåer av organiske miljøgifter, men nivåene i det tilfellet oversteg likevel ikke grenseverdiene for disse forbindelsene (Nilsen og Måge, 2016). Selv om de kaldpressede torskeleveroljene som har vært undersøkt har hatt vesentlig høyere nivåer av organiske miljøgifter enn raffinerte torskeleveroljer som f.eks. «Nycoplus Apotekets tran», er nivåene i de kaldpressede torskeleveroljene lavere enn det som kan forventes i en helt urensset torskeleverolje. I basisundersøkelsen for torsk ble det funnet at torskelever fra Barentshavet (som har lavere nivåer enn torskelever fra Nordsjøen) i gjennomsnitt hadde konsentrasjoner av sum PCDD/F, sum PCDD/F+dl-PCB og sum PCB<sub>6</sub> på henholdsvis 2,5 ng TE/kg vv, 14,2 ng TE/kg vv og 92 µg/kg vv (Julshamn *et al.*, 2013b). Siden gjennomsnittlig fettinnhold i torskelever er omtrent 50 g/100 g (Julshamn *et al.*, 2013b) betyr dette at en helt urensset torskeleverolje fra Barentshav-torsk vil få konsentrasjoner av sum PCDD/F, sum PCDD/F+dl-PCB og sum PCB<sub>6</sub> på henholdsvis rundt 5,0 ng TE/kg olje, rundt 28 ng TE/kg olje og rundt 180 µg/kg olje. For sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB er disse konsentrasjonene mye høyere enn det vi finner i de kaldpressede torskeleveroljene, mens konsentrasjonen av sum PCB<sub>6</sub> er svært lik det vi har funnet i de to kaldpressede torskeleveroljene som er undersøkt i 2015 (200 µg/kg olje) og 2016 (160 µg/kg olje). Rensemetsoden som er benyttet for de kaldpressede torskeleveroljene ser derfor ut til å ha ført til en vesentlig reduksjon i nivået av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB, mens innholdet av sum PCB<sub>6</sub> ikke er redusert i samme grad.

To ulike lakseoljer ble analysert i dette arbeidet, og i likhet med resultatet for lakseoljene som ble analysert i 2014 og 2015 (Nilsen og Måge, 2015), hadde «Nord Norsk lakseolje» et forholdsvis høyt innhold av både sum PCDD/F (0,62 ng TE/kg olje) og sum PCDD/F+dl-PCB (2,3 ng TE/kg olje). Konsentrasjonene var imidlertid klart lavere enn gjeldende grenseverdier for disse forbindelsene. Den andre lakseoljen som ble analysert i denne undersøkelsen, «Polarol Omega-3 med sitrus smak» var ikke en ren lakseolje, men en olje framstilt av laks og tobis, og denne oljen hadde et mye lavere innhold av organiske miljøgifter.

Seloljen «Polarolje» og ansjos/sardin-oljen «Lifeline Care BARN Kosttilskudd» hadde lave verdier 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. Havmusleveroljen «Rosita Handcrafted ratfish Liver Oil» var den eneste oljen som hadde kvikksølvkonsentrasjon over kvantifiseringsgrensen,



men verdien var svært lav (0,015 mg/kg olje) og langt under grenseverdien på 0,1 mg/kg olje. Også de tre havmusleveroljene analysert i 2014 og 2015 hadde målbare, men svært lave konsentrasjoner av kvikksølv mellom 0,006 og 0,016 mg/kg olje (Nilsen og Måge, 2015, Nilsen og Måge, 2016). Konsentrasjonen av bly lå under kvantifiseringsgrensen på 0,03 mg/kg olje for alle oljene, i likhet med resultatene for nesten alle de marine oljene som tidligere har vært undersøkt i dette programmet. Bare en hvalolje analysert i 2015 hadde et høyt innhold av bly på 0,57 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 var stor variasjon i nivået av arsen i oljene som ble undersøkt. De laveste nivåene ble funnet i torskeleveroljen «Nycoplus Apotekets tran» og ansjos/sardin-oljen «Lifeline Care BARN Kosttilskudd» samt i seloljen «Polarolje» som alle hadde konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen for arsen (<0,01 mg/kg olje). Haileveroljen «Shark Liver oil» og laks/tobisoljen «Polarol Omega-3 med sitrusmak» hadde også et lavt innhold av arsen på under 0,06 mg/kg olje, mens alle de øvrige oljene hadde betydelig høyere konsentrasjoner (0,71 – 2,9 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). Lakseoljen «Nord Norsk Lakseolje» hadde konsentrasjoner av arsen på 0,71 mg/kg olje som stemte godt overens med resultater fra tre lakseoljer analysert i 2014 og 2015 (0,70-1,2 mg/kg olje, Nilsen og Måge, 2015 og 2016).

Det er sannsynlig at den store variasjonen i arsennivåer har sammenheng med hvilke rensemeter som er benyttet ved framstilling av disse oljene, og de høyeste arsenkonsentrasjonene ble funnet i de fire oljene som er oppgitt å være kaldpresset og/eller «Extra virgin» eller «Handcrafted», dvs «Rosita Handcrafted Ratfish Liver Oil», Rosita Extra-Virgin Cod Liver Oil, «Extra Virgin kaldpresset Sølvhaiolje» og «Extra Virgin kaldpresset Multihaiolje» som hadde konsentrasjoner mellom 1,1 og 2,9 mg/kg olje. 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 rensemeteren 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. De høyeste konsentrasjonene av organiske miljøgifter ble funnet i fire kaldpressede oljer fremstilt fra torskelever, fra lever av dypvannsfisken havmus eller fra hailever. To av disse oljene oversteg grenseverdier for organiske miljøgifter i marine oljer til humant konsum. Dette inkluderte en kaldpresset olje framstilt fra torskelever som oversteg den norske grenseverdien for sum PCDD/F+dl-PCB, og en kaldpresset olje fra havmuslever som oversteg grenseverdien for sum PCB<sub>6</sub>. Dette er tredje gang det er påvist overskridelser av grenseverdier for fremmedstoffer i marine oljer i programmet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» som i perioden 2007-2016 har analysert totalt 124 prøver av kommersielle marine oljer til humant konsum. Det har tidligere vært påvist overskridelser i to havmusleveroljer og en haileverolje i 2014 samt en havmusleverolje, en selolje og en hvalolje analysert i 2015. I årets undersøkelse, som i tidligere år, var det en tydelig forskjell i nivåene av miljøgifter mellom oljer som er oppgitt å være kaldpresset og de øvrige oljene, med betydelig høyere nivåer i de kaldpressede oljene. De øvrige oljene som ble analysert hadde, i likhet med resultater fra tidligere år, forholdsvis lave konsentrasjoner av miljøgifter, med nivåer 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 tre siste årene, bør prøvetaking av sjeldne oljer og kaldpressede 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/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1881-20160401&from=EN>

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>

FOR-2015-07-03-870: Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler, § 3 Gjennomføring av forordning (EF) nr. 1881/2006. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-07-03-870>

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 humant 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 humant konsum, brisling og brislingprodukter. Mattilsynet, årsrapport 2010, 30 sider.

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

Julshamn, K., Duinker, A., Berntssen, M., Nilsen, B.M., Frantzen, S., Nedreaas, K. og Maage, A. (2013b). A baseline study on levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated

dibenzofurans, non-ortho and mono-ortho PCBs, non-dioxin-like PCBs and polybrominated diphenyl ethers in Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) from different parts of the Barents Sea. *Mar. Pollut. Bull* **75**, 250-258.

Måge, A., Bjelland, O., Olsvik, P., Nilsen, B. og Julshamn, K. (2012) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2011: Kvikksølv i dypvassfisk 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.

Nilsen, B.M. og Måge, A. (2016) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2015: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. Mattilsynet, årsrapport 2014, 21 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., Valdernes, 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.

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES), Bergen, Norge, 2017

ISBN: 978-82-91065-50-2 (e-bok)

---