



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

Rapport  
2015

Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2014:  
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)**

21.09.2015

# på oppdrag fra **Mattilsynet**

Statens tilsyn for fisk, dyr og næringsmidler

ISBN: 978-82-91065-28-1

## **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 .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Materiale og metoder .....</b>	<b>7</b>
4.1 Prøveinnsamling og -oppbeiding.....	7
4.2 Analyser.....	7
<b>5. Resultater .....</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.....</b>	<b>14</b>
<b>7. Konklusjon.....</b>	<b>15</b>
<b>8. Anbefalinger.....</b>	<b>16</b>
<b>9. Referanser .....</b>	<b>17</b>

## 1. OPPSUMMERING

---

I dette prosjektet ble ti ulike marine oljer til humant konsum (to torskeleveroljer, én lakseolje, én haileverolje, to havmusoljer, to seloljer, én krillolje og én raudåteolje) 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.

De høyeste konsentrasjonene av organiske miljøgifter ble funnet i haileveroljen og de to havmusoljene som hadde konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB mellom 12 og 25 ng TE/kg olje, betydelig høyere enn både Norges øvre grenseverdi på 4,0 ng TE/kg olje og EUs øvre grenseverdi på 6,0 ng TE/kg olje. De to havmusoljene hadde i tillegg konsentrasjoner av sum PCDD/F på 5,3 og 9,2 ng TE/kg olje, langt høyere enn grenseverdien på 1,75 ng TE/kg olje, og haileveroljen hadde et svært høyt innhold av sum PCB<sub>6</sub> på 3500 µg/kg olje, langt høyere enn grenseverdien på 200 µg/kg olje. Lakseoljen hadde lavere nivåer av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB med verdier nær, men ikke over de øvre grenseverdiene for disse miljøgiftene i marine oljer. De andre oljene, inkludert torskeleveroljene, seloljene, krilloljen og raudåteoljen hadde lave nivåer av disse miljøgiftene. Resultatene viste altså at det var stor variasjon i innholdet av organiske miljøgifter mellom de ulike marine oljene som ble undersøkt. For alle oljene sett under ett varierte konsentrasjonene av sum PCDD/F mellom 0,18 og 9,2 ng TE/kg olje, sum PCDD/F+dl-PCB mellom 0,27 og 25 ng TE/kg olje og sum PCB<sub>6</sub> mellom 0,6 og 3500 µg/kg olje. Resultatene tyder på de fleste oljene blir rensert i tilstrekkelig grad, men at dersom haileveroljen og de to havmusoljene har vært rensert, har det 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 raudåteoljen hadde en kadmiumkonsentrasjon over kvantifiseringsgrensen. Kadmiumnivået på 0,15 mg/kg i denne oljen var uvanlig høyt i forhold til verdier som tidligere er funnet i andre marine oljer, men lå likevel langt under den øvre grenseverdien på 1,0 mg/kg olje som gjelder for kadmium i kosttilskudd. Konsentrasjonen av arsen varierte også mye mellom oljene. Torskeleveroljene og seloljene hadde svært lave konsentrasjoner (<0,009 til 0,038 mg/kg olje), mens konsentrasjonene av arsen i lakseoljen, haileveroljen og særlig havmusoljene, krilloljen og raudåteoljene var mye høyere (1,2 til 7,9 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 shark liver oil, two ratfish oils, two seal oils, one krill oil and one *Calanus finmarchicus* oil) were analysed for dioxins (PCDD/F), dioxin-like PCBs (dl-PCB), non-dioxin-like PCBs (PCB<sub>6</sub>), poly-brominated 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 highest levels of organic contaminants were found in the shark liver oil and the two ratfish oils with concentrations of sum PCDD/F+dl-PCB between 12 and 25 ng TEQ/kg oil, 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. In addition, the two ratfish oils had high concentrations of sum PCDD/F of 5.3 and 9.2 ng TEQ/kg oil, significantly higher than the maximum level of 1.75 ng TEQ/kg oil. The shark liver oil also contained a very high concentration of sum PCB<sub>6</sub> of 3500 µg/kg oil, considerably higher than the maximum level of 200 µg/kg oil. The salmon oil had lower levels of sum PCDD/F and sum PCDD/F+dl-PCB with values close to, but not above, the maximum levels for these contaminants in marine oils for human consumption. The remaining oils, including the cod liver oil, the seal oils, the krill oil and the *Calanus finmarchicus* oil had low concentrations of these contaminants. The results thus demonstrated a large variation in the levels of organic environmental contaminants between the different marine oils investigated. Overall, the concentrations of sum PCDD/F varied between 0.18 and 9.2 ng TEQ/kg oil, the sum PCDD/F+dl-PCB varied between 0.27 and 25 ng TEQ/kg oil and the sum PCB<sub>6</sub> varied between 0.6 and 3500 µg/kg oil. These results indicate that most of the oils investigated have been purified sufficiently, but if the shark liver oil and the ratfish oils have been purified, the purification of these three oils have not been adequate to sufficiently remove 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 *Calanus finmarchicus* oil had a concentration of cadmium above the limit of quantification. The cadmium level of 0.15 mg/kg in this oil was unusually high compared to the levels found in other marine oils, but still much lower than the EU maximum level of 1.0 mg/kg oil applicable to food supplements. The level of arsenic varied much between the oils. The cod liver oils and the seal oils had very low concentrations (<0.009-0.038 mg/kg oil), while the concentrations of arsenic in the salmon oil, the shark liver oil, the ratfish oils, the krill oil and the *Calanus finmarchicus* oil was much higher (1.2-7.9 mg/kg oil). The latter oils had arsenic concentrations within the range normally found in non-purified fish oils.

### 3. INNLEDNING

---

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). Både fiskeoljer, seloljer og krilloljer har vært inkludert i disse undersøkelsene.

I programmet blir det analysert ti kommersielle marine oljer til humant konsum årlig, og resultatene fra dette rapporteres hvert år. Denne rapporten omhandler resultater for de marine oljene som er kjøpt inn og analysert i 2014.

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 2014 er seks fiskeoljer, to seloljer, én krillolje og en olje fremstilt fra krepsdyret raudåte analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB<sub>6</sub>), polybromerte flammehemmere (PBDE<sub>7</sub>), arsen, kvikksølv, kadmium og bly. Blant fiskeoljene er det i 2014 analysert en haileverolje og to havmusoljer som i likhet med raudåteoljen ikke har vært analysert tidligere i dette programmet.

## 4. MATERIALE OG METODER

### 4.1 Prøveinnsamling og -oppbeiding

Det ble kjøpt inn ti ulike marine oljer til humant konsum fra ulike nettbutikker og apotek, helsekost- og daglivarebutikker i Bergen i oktober-november 2014 av personell fra NIFES. Seks av oljene var fiskeoljer, to var seloljer, én var krillolje og én var raudåteolje (tabell 1).

**Table 1. Product names and other information about the fish-, seal-, krill- and calanus oils analysed. The oils were purchased from online shops and shops in Bergen in October-November 2014.**

Product name	Manufacturer	Sample type (source)	Formulation
Möller's tran, Omega-3	Möller's	Fish oil (cod liver)	Liquid
Nycoplus Apotekets Tran	Nycomed	Fish oil (cod liver)	Liquid
SHIFT Super Omega-3	Nordlaks	Fish oil (salmon)	Capsules
Kaldpresset Multihaiolje, extra virgin	Medicmarine	Fish oil (Norwegian shark liver)	Liquid
Arctic omega Sølvhaiolje	Bioform	Fish oil (ratfish)	Capsules
Rosita Handcrafted Ratfish liver oil	Rosita Ratfishoil	Fish oil (ratfish liver)	Liquid
Nycoplus Selolje	Nycomed	Seal oil	Capsules
Activate selolje	Norkost	Seal oil	Liquid
Megared omega-3 Krillolje	Schiff	Krill oil	Capsules
Calanus oil	Calanus AS	Calanus oil	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 methodedetaljer vises det til årsrapport for 2012 (Julshamn *et al.*, 2013).

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

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

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

b) Depending on analyte and matrix.

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

### 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 ti ulike produkter av fiskeoljer, seloljer, en krillolje og en raudåteolje innkjøpt over internett og i apotek og butikker i Bergen.

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 ble funnet i de to oljene «Bioform Arctic omega Sølvhaiolje» og «Rosita handcrafted ratfish liver oil» som begge er marine oljer fremstilt fra dypvannsfisken havmus (*Chimaera monstrosa*) samt i haileveroljen «Kaldpresset Multihaiolje, extra virgin». Alle disse tre oljene samt lakseoljen «SHIFT Super Omega-3» som også hadde et relativt høyt innhold av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB ble analysert to ganger. Reanalysen bekreftet i alle tilfeller resultatene fra den første analysen og verdiene oppgitt i tabell 3 er gjennomsnittsverdier for de to analysene. Egenskaper ved haileveroljen gjorde at denne oljen var vanskelig å analysere, og særlig resultatene for dioksinene i denne oljen er derfor beheftet med større måleusikkerhet enn de andre oljene.

Resultatene viste at haileveroljen hadde den høyeste konsentrasjonen av sum PCDD/F+dl-PCB av alle oljene, 25 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. For haileveroljen var det dl-PCB som bidro mest til sum PCDD/F+dl-PCB, og konsentrasjonen av sum PCDD/F på 1,1 ng TE/kg olje oversteg ikke grenseverdien på 1,75 ng TE/kg olje som er gjeldende for marine oljer til human konsum både i EU og Norge. De to havmusoljene «Bioform Arctic omega Sølvhaiolje» og «Rosita handcrafted ratfish liver oil» oversteg derimot grenseverdiene for både sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB med konsentrasjoner av sum PCDD/F på henholdsvis 9,2 og 5,3 ng TE/kg olje og konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB på 17 og 12 ng TE/kg olje. Lakseoljen «SHIFT Super Omega-3» hadde også et høyt innhold av både sum PCDD/F (1,7 ng TE/kg olje) og sum PCDD/F+dl-PCB (4,0 ng TE/kg olje), men konsentrasjonene var likevel ikke over gjeldende grenseverdier for disse forbindelsene.

De øvrige seks oljene som ble analysert i denne undersøkelsen; to torskleveroljer, to seloljer, en krillolje og en raudåteolje, hadde konsentrasjoner av sum PCDD/F mellom 0,18 og 0,74 ng TE/kg olje

og konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB mellom 0,27 og 0,98 ng TE/kg olje (tabell 3). For alle disse oljene lå altså konsentrasjonene av disse forbindelsene langt 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-November 2014. 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 tran, Omega-3	103	0.14	0.04	0.18	0.05	0.04	0.09	0.27
Nycoplus Apotekets Tran	105	0.19	0.07	0.26	0.11	0.06	0.17	0.43
SHIFT Super Omega-3	101	0.72	0.96	1.7	2.2	0.17	2.3	4.0
Kaldpresset Multihaiolje, extra virgin	101	0.65	0.46	1.1	7.8	16	24	25
Arctic omega Sølvhaiolje	102	3.6	5.6	9.2	6.6	0.70	7.3	17
Rosita Handcrafted Ratfish liver oil	101	1.7	3.6	5.3	5.9	0.57	6.5	12
Nycoplus Selolje	103	0.39	0.18	0.57	0.14	0.03	0.17	0.74
Activate selolje	103	0.42	0.25	0.67	0.25	0.06	0.31	0.98
Megared omega-3 Krillolje	98	0.51	0.23	0.74	0.11	0.01	0.12	0.86
Calanus oil	100	0.31	0.18	0.49	0.21	0.02	0.23	0.72
Max. level for marine oils in EU				1.75				6.0
Max. level for marine oils in Norway				1.75				4.0

a) Due to measurement uncertainty some oils show numbers above 100 g/100 g oil.

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 seks oljene med de laveste konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB var det 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-November 2014. 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 tran, Omega-3	11	11	1.1
Nycoplus Apotekets Tran	23	24	2.9
SHIFT Super Omega-3	33	37	2.4
Kaldpresset Multihaiolje, extra virgin	3500	3800	45
Arctic omega Sølvhaiolje	190	210	7.2
Rosita Handcrafted Ratfish liver oil	130	140	3.5
Nycoplus Selolje	12	12	4.7
Activate selolje	26	27	8.1
Megared omega-3 Krillolje	0.6	0.7	0.2
Calanus oil	1.9	2.1	0.2
Maximum level for marine oils in EU and Norway	200	-	-

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 0,6 og 3500 µg/kg olje og konsentrasjoner av PBDE<sub>7</sub> mellom 0,2 og 45 µg/kg olje. De høyeste konsentrasjonene av PCB<sub>6</sub> og PCB<sub>7</sub> ble funnet i haileveroljen «Kaldpresset Multihaiolje, extra virgin». Denne oljen hadde en konsentrasjon av PCB<sub>6</sub> på 3500 µg/kg olje som er mer enn 17 ganger høyere enn EUs og Norges grenseverdi på 200 µg/kg olje. Også de to havmusoljene «Arctic omega Sølvhaiolje» og «Rosita Handcrafted Ratfish liver oil» hadde høye konsentrasjoner av PCB<sub>6</sub> (130-190 µg/kg olje), men konsentrasjonene i disse to oljene oversteg ikke grenseverdien. Torskeleveroljene, lakseoljen og seloljene hadde betydelig lavere verdier av PCB<sub>6</sub> enn grenseverdien, og nivåene lå mellom 11 og 33 µg/kg olje. De laveste verdiene av PCB<sub>6</sub> og PCB<sub>7</sub> ble funnet i krilloljen og i raudåteoljen som hadde verdier av PCB<sub>6</sub> under 2 µg/kg olje.

Den klart høyeste konsentrasjonen av PBDE<sub>7</sub> ble funnet i haileveroljen som hadde en konsentrasjon av PBDE<sub>7</sub> på 45 µg/kg olje, betydelig høyere enn alle de andre oljene i denne undersøkelsen. Resten av fiskeoljene og seloljene hadde verdier av PBDE<sub>7</sub> mellom 1,1 og 8,1 µg/kg olje, mens krilloljen og raudåteoljen hadde svært lave konsentrasjoner på 0,2 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, havmusoljene og seloljene var det PCB-180 som bidro mest i tillegg til PCB-153 og PCB-138 mens for haileveroljen var det både PCB-180 og PCB-101 som ga vesentlige bidrag i tillegg til PCB-153 og PCB-138. I lakseoljen var det PCB-101 og PCB-52 som bidro mest i tillegg til PCB-153 og PCB-138. For raudåteoljen bidro alle PCB-kongenerne unntatt PCB-180 tilnærmet like mye til sum PCB<sub>6</sub>. I sum PBDE<sub>7</sub> var PBDE-47 den dominerende kongeneren for de aller fleste oljene. Bare havmusoljene skilte seg ut ved at PBDE-47, PBDE-99, PBDE-100 og PBDE-154 i disse oljene bidro tilnærmet like mye til sum PBDE<sub>7</sub>. For krilloljen og raudåteoljen var konsentrasjonene av alle eller nesten alle PBDE-kongenerne lavere enn kvantifiseringsgrensen.

### 5.3 Metaller

Konsentrasjonen av grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen er gitt i tabell 5.

Konsentrasjonen av bly var lavere enn kvantifiseringsgrensen på 0,03 mg/kg olje i alle oljene, og konsentrasjonen av kadmium og kvikksølv var lavere enn kvantifiseringsgrensen på 0,005 mg/kg olje i de fleste oljene. Én av oljene, «Calanus oil» framstilt fra krepsdyret raudåte, hadde imidlertid en konsentrasjon av kadmium på 0,15 mg/kg olje. Denne verdien er betydelig lavere enn EUs og Norges øvre grenseverdi for kadmium i kosttilskudd (1,0 mg/kg olje), men konsentrasjonen er uvanlig høy i forhold til nivåene som tidligere er funnet i marine oljer til humant konsum. Den høyeste kadmiumkonsentrasjonen som tidligere er funnet er 0,014 mg/kg olje som ble funnet i en fiskeolje (Eskimo 3 kids) analysert i 2010 (Julshamn *et al.*, 2011).

Tre oljer, «Kaldpresset multihaiolje», «Arctic omega Sølvhaiolje» og «Rosita Handcrafted Ratfish liver oil», hadde kvikksølvkonsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen. Verdiene var imidlertid lave (0,006-0,016 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 7,9 mg/kg olje. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i havmusoljene, i krilloljen og i raudåteoljen som hadde konsentrasjoner mellom 5,5 og 7,9 mg/kg olje. Haileveroljen og lakseoljen «SHIFT super Omega 3» hadde konsentrasjoner mellom 1,2

og 3,1 mg/kg olje mens torskeleroljene og seloljene hadde konsentrasjoner av arsen lavere enn 0,04 mg/kg olje. Haioljer, havmusoljer og raudåteoljer har ikke tidligere vært undersøkt, men resultatene ellers stemmer godt overens med tidligere resultater der konsentrasjonen av arsen i ulike krilloljer til humant konsum har variert mellom 2,2 og 5,4 mg/kg olje, mens konsentrasjonen i fiskeoljer og seloljer har vært mye lavere og variert mellom <0,01 og 0,64 mg/kg olje (Julshamn og Frantzen, 2010, Julshamn *et al.*, 2011, Maage *et al.*, 2012, Julshamn *et al.*, 2013, Nilsen og Måge, 2014). Det er ikke fastsatt noen grenseverdi for arsen i oljer til humant konsum.

Konsentrasjonen av selen var mye høyere i krilloljen og i raudåteoljen enn i fiske- og seloljene. Raudåteolje har ikke vært undersøkt tidligere, men resultatene ellers stemmer godt overens med tidligere resultater som har vist konsentrasjoner mellom 0,15 og 0,68 mg/kg olje for selen i ulike krilloljer, mens verdiene for ulike fiskeoljer og seloljer har vært lavere enn 0,1 mg/kg olje (Julshamn og Frantzen, 2010, Nilsen og Måge, 2014).

**Table 5. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium in oil samples for human consumption purchased in Bergen in 2013.**

Product	Arsenic (mg/kg oil)	Cadmium (mg/kg oil)	Mercury (mg/kg oil)	Lead (mg/kg oil)	Selenium (mg/kg oil)
Möller's tran, Omega-3	<0.009	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.028
Nycoplus Apotekets Tran	<0.009	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.049
SHIFT Super Omega-3	1.2	< 0.005	< 0.005	< 0.03	< 0.009
Kaldpresset Multihaiolje, extra virgin	3.1	< 0.005	0.007	< 0.03	0.052
Arctic omega Sølvhaiolje	6.6	< 0.005	0.016	< 0.03	0.084
Rosita Handcrafted Ratfish liver oil	7.1	< 0.005	0.006	< 0.03	0.038
Nycoplus Selolje	0.038	< 0.005	< 0.005	< 0.03	< 0.01
Activate selolje	<0.009	< 0.005	< 0.005	< 0.03	< 0.009
Megared omega-3 Krillolje	5.5	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.65
Calanus oil	7.9	0.15	< 0.005	< 0.03	0.17
Maximum level in EU and Norway	-	1.0	0.10	0.10	-

## 6. DISKUSJON

---

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 rundt 0,3 ng TE/kg olje til en svært høy verdi på 25 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 0,6 µg/kg olje til en svært høy verdi på 3500 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 0,2 µg/kg olje til 45 µg/kg olje.

I samsvar med tidligere undersøkelser ble det funnet lave verdier av de organiske miljøgiftene i to torskeleveroljer, to seloljer, én krillolje og én raudåteolje, og ingen av disse seks oljene hadde verdier som overskred grenseverdiene for sum PCDD/F, sum PCDD/F + dl-PCB eller sum PCB<sub>6</sub>. Den undersøkte lakseoljen hadde betydelig høyere verdier for dioksiner og dioksinlignende PCB, men heller ikke denne oljen hadde verdier over grenseverdiene for sum PCDD/F, sum PCDD/F + dl-PCB eller sum PCB<sub>6</sub>. De høyeste verdiene for organiske miljøgifter ble funnet i haileveroljen og de to havmusoljene. Disse oljene ble analysert for første gang i denne undersøkelsen, og resultatene viste at alle disse tre oljene oversteg flere grenseverdier. Haileveroljen oversteg grenseverdiene for sum PCDD/F+dl-PCB og sum PCB<sub>6</sub>, og havmusoljene oversteg grenseverdiene for sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB. I programmet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» er det i perioden 2007-2014 analysert totalt 104 prøver av kommersielle marine oljer til humant konsum, og dette er første gang det er funnet overskridelser av grenseverdier for fremmedstoffer i slike oljer (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).

Den store variasjonen i innholdet av organiske miljøgifter reflekterer trolig både hvilket råstoff som er benyttet til oljene (ulike typer fisk, sel, krill, raudåte), hvilket område råstoffene er hentet fra og graden av rensing av oljene. Resultatene i denne undersøkelsen tyder på at dersom oljene som overstiger grenseverdiene er rensset, er metodene som er benyttet ikke tilstrekkelig til å fjerne de uønskede organiske miljøgiftene dioksiner, dioksinlignende PCB og ikke dioksinlignende PCB.

Resultatene for metaller viste som tidligere at konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene for de fleste oljene. Bare raudåteoljen, som ikke er

undersøkt tidligere, inneholdt en konsentrasjon av kadmium over kvantifiseringsgrensen. Kadmiumverdien på 0,15 mg/kg lå langt under grenseverdien på 1,0 mg/kg olje som gjelder for kosttilskudd, men var likevel høy i forhold til verdier som er funnet i andre marine oljer til humant konsum. Det er kjent at raudåte kan inneholde høye konsentrasjoner av kadmium (Zauke og Schmalenbach, 2006), og dette er trolig årsaken til at raudåteoljen har høyere innhold av kadmium enn de andre marine oljene som er undersøkt. Haileveroljen og de to havmusoljene var de eneste oljene som hadde kvikksølvkonsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen, men verdiene var svært lave og langt under grenseverdien på 0,1 mg/kg olje.

Det var stor variasjon i nivået av arsen i oljene som ble undersøkt. De laveste nivåene ble funnet i torskeleveroljene og seloljene, mens alle de øvrige oljene hadde betydelig høyere konsentrasjoner. Konsentrasjonene av arsen i lakseoljen, haileveroljen, havmusoljene, krilloljen og raudåteoljen (1,2 – 7,9 mg/kg olje) lå innenfor det området som er vanlig å finne i ulike urensede fiskeoljer (0,2-19 mg/kg olje; Sele *et al.*, 2012), mens nivået i torskeleveroljene og seloljene var svært mye lavere enn dette (<0,009-0,038 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 dioksiner og dioksinlignende PCB 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. Det er ikke kjent om arsenolipider foreligger i samme form(er) i de ulike marine oljene som er analysert i denne undersøkelsen.

## 7. KONKLUSJON

---

Det var store forskjeller i nivået av miljøgifter i de ulike marine oljene som ble undersøkt. Tre 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 grenseverdiene for disse forbindelsene i marine oljer. Dette inkluderte to oljer framstilt fra dypvannsfisken havmus som oversteg grenseverdiene for sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB og én olje framstilt fra hailever som oversteg grenseverdiene for sum PCDD/F+dl-PCB og sum PCB<sub>6</sub>. Dette er første gang det er påvist overskridelser av grenseverdier for fremmedstoffer i marine oljer i programmet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» som i perioden 2007-2014 har analysert totalt 104 prøver av kommersielle marine oljer til humant konsum. Oljer fra havmus og hailever har ikke tidligere vært undersøkt i dette

programmet. En lakseolje som ble analysert i denne undersøkelsen hadde konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB som lå nær, men ikke over, de øvre grenseverdiene for disse miljøgiftene. De øvrige oljene som ble analysert hadde, i likhet med resultater fra tidligere år, 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 denne undersøkelsen, 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

---

EU (2006). 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>

Forskrift 27. september 2002 nr. 1028: Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler, § 3 Gjennomføring av forordning (EF) nr. 1881/2006. <http://www.lovdata.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 Svolvepostei. 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. (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 djupvassfisk 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.

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.

Zauke, G.-P. og Schmalenbach, I. (2006). Heavy metals in zooplankton and decapod crustaceans from the Barents Sea. *Sci Total Environ* **359**, 283-294.