FREMMEDSTOFFER I VILLFISK 2025

Sylvia Frantzen, Veronika Sele og Bente Nilsen (HI)

RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN NR. 2026-42

Tittel (norsk og engelsk):

Fremmedstoffer i villfisk 2025

Contaminants in wild fish 2025

Rapportserie:	År - Nr.:	Dato:
Rapport fra havforskningen	2026-42	10.09.2026

ISSN:1893-4536

Forfatter(e):

Sylvia Frantzen, Veronika Sele og Bente Nilsen (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Monica Sanden (Fremmed- og smittestoff (FRES))
Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse og Gro-Ingunn Hemre
Programleder(e): Livar Frøyland

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15986

Oppdragsgiver(e):

Mattilsynet

Oppdragsgivers referanse:

5 - 1020014

Program:

Trygg og sunn sjømat

Antall sider:

75

Sammendrag (norsk):

I kontrollprogrammet for villfisk, tok Mattilsynet i 2025 ut 95 prøver av sjømat ved fiskemottak langs hele norskekysten til analyse for fremmedstoffer ved Havforskningsinstituttet. Av disse var til sammen 55 prøver av fiskemuskel av åtte ulike arter (torsk, sei, hyse, brosme, lange, blåkveite, makrell og sild), 25 prøver av muskelkjøtt av tre krabbearter (taskekrabbe, kongekrabbe og snøkrabbe) og 15 prøver av pillede dypvannsreker. I tillegg til disse 95, ble det tatt 5 prøver av brunmat av taskekrabbe som inngikk i kartleggingsdelen av programmet. Alle prøvene ble analysert for kvikksølv, kadmium og bly samt per- og polyfluorerte alkylstoffer (PFAS), mens 76 prøver i tillegg ble analysert for dioksiner og dl-PCB, samt ikke-dioksinlignende PCB (PCB6). Resultatene viste at to prøver, én samleprøve av brosme og én samleprøve av torsk, hadde konsentrasjoner av kvikksølv over grenseverdiene på henholdsvis 0,5 og 0,3 mg/kg våtvekt som gjelder for disse to artene. Konsentrasjonene var under grenseverdiene etter at måleusikkerhet var tatt hensyn til. Det var ingen overskridelser av grenseverdiene som gjelder kadmium, bly, PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS, sum PFAS4, sum dioksiner eller sum dioksiner og dl-PCB.

Krepsdyrartene hadde de høyeste kadmiumkonsentrasjonene. Klokjøtt av taskekrabbe (kokt) hadde høyere kadmiumkonsentrasjoner enn gangbein av snøkrabbe og kongekrabbe samt pillede reker. Brunmat av taskekrabbe hadde betydelig høyere kadmiumkonsentrasjoner enn alle de andre prøvene, som også har vært rapportert tidligere. Nivået av kadmium i fiskemuskel var svært lavt og under målbart nivå i mange prøver. Av fiskeartene hadde makrell og sild de høyeste kadmiumnivåene. Reker og taskekrabbe hadde en større andel av prøvene med målbare blykonsentrasjoner enn de andre krepsdyrartene og fisk, men konsentrasjonene var lave.

Reker hadde høyest gjennomsnitts- og mediankonsentrasjon av sum PFAS4, fulgt av brunmat av taskekrabbe, og hyse og blåkveite hadde høyest nivå blant fiskeartene. Det var i hovedsak PFOS og PFNA som bidro til sum PFAS4, da resultatene for PFOA og PFHxS stort sett var under målbart nivå.

Alle prøvene bortsett fra torsk, brosme og lange ble analysert for dioksiner og PCB. Blåkveite hadde høyest konsentrasjoner av disse fettløselige miljøgiftene i muskel, fulgt av makrell og sild, mens hyse, snøkrabbe og kongekrabbe hadde de laveste konsentrasjonene. Ellers hadde brunmat av taskekrabbe høyere konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB enn alle muskelprøvene av både fisk og krepsdyr, men konsentrasjonene var ikke spesielt høye sammenlignet med brunmat av krabbe målt tidligere. Konsentrasjonen av sum PCB6 var imidlertid høyere i blåkveitemuskel enn i brunmat av taskekrabbe.

I kartleggingsdelen av dette programmet ble alle samleprøvene ble analysert for totalarsen, uorganisk arsen og organiske arsenformer. Alle prøvene bortsett fra prøver av torsk, brosme og lange ble også analysert for bromerte flammehemmere, PBDE, HBCD og TBBP-A. Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalarsen varierte mellom artene fra 1,51 mg/kg våtvekt i sild til 78,6 mg/kg i snøkrabbe. Blant fiskeartene hadde bunntilknyttede arter høyere totalarsen-konsentrasjoner enn mer pelagiske arter. Alle krepsdyrprøvene hadde høyere konsentrasjoner av totalarsen enn fiskeartene. Det var som forventet svært lave konsentrasjoner av uorganisk arsen i alle fiskeartene, der 76 % av prøvene var under målbart nivå. Nivået av uorganisk arsen i krepsdyrprøvene var også svært lave, men var målbare i de fleste prøvene. Andelen uorganisk arsen av totalarsen i både fiske- og krepsdyrprøvene var alle mindre enn 1 %. Resultatene gir ytterligere dokumentasjon på at det er generelt lave konsentrasjoner av uorganisk arsen både i muskel av villfanget fisk og i reker og krabbearter.

Konsentrasjonene av de vannløselige organiske arsenforbindelsene arsenokolin, tetrametylarsoniumion og trimetylarsenoksid og trimetylarsoniopropianat, var under målbart nivå i de aller fleste prøvene av fiskemuskel. For alle fiskearter utenom makrell og sild, var arsenobetain dominerende med gjennomsnittlig andel av totalarsen på 90 % eller mer. For makrell og sild utgjorde arsenobetain henholdsvis 7 % og 22 % av totalmengden arsen. Dimetylarsinat (DMA(V)) forekom i målbare, men lave konsentrasjoner i makrell og sild. En stor andel av totalarsen ble ikke identifisert, og på grunn av høyt fettinnhold i makrell og sild kan dette være lipidløselig arsen (arsenolipider). I muskel av krepsdyr utgjorde arsenobetain mellom 83 % og 93 % av totalarsen. Også her var det en betydelig mengde arsen som ikke ble identifisert, men den uidentifiserte delen utgjorde en mye mindre andel av totalarsen enn hos makrell og sild. For å vite hvilke arsenforbindelser det ukjente arsenet utgjør i krepsdyr, vil det være nødvendig med egne analyser.

Nivået av sum PBDE7 var høyest i blåkveite, fulgt av makrell og sild. Brunmat av krabbe hadde betydelig lavere konsentrasjoner av PBDEer enn disse fiskeartene, men høyere enn muskel av sei, hyse, krabbeartene og reker. Av HBCD-isomerene og TBBP-A var det stort sett bare α-HBCD som hadde målbare konsentrasjoner, og de var bare målbare i blåkveite, makrell og sild. Konsentrasjonene var høyest i blåkveite.

Marine oljer til humant konsum ble analysert i kontrollprogrammet for første gang i 2025. Til sammen 12 produkter – en selolje, ni fiskeoljer og to blandingsoljer av fisk- og planteoljer – ble analysert for stoffer som det er fastsatt grenseverdier for i kosttilskudd eller marine oljer. Dette gjaldt kvikksølv, kadmium og bly, dioksiner og dioksinlignende PCB og ikke-dioksinlignende PCB, samt 3-MCPD og glysidylestere. I tillegg ble de samme prøvene analysert for arsen, PBDE og den langkjedete fettsyren erukasyre som del av en kartlegging for disse stoffene i marine oljer. Resultatene viste at nivåene varierte mellom oljene, men ingen av oljene hadde konsentrasjoner over gjeldende grenseverdier, med unntak av en havmus/lakseolje der det ble målt konsentrasjoner av sum dioksiner og

sum dioksiner og dl-PCB over grenseverdiene. Konsentrasjonen i havmus/lakseoljen oversteg imidlertid likevel ikke grenseverdiene for lovlig omsetning dersom måleusikkerheten til metoden ble tatt hensyn til i henhold til EUs regelverk. Konsentrasjonene av tungmetaller, arsen, 3-MCPD, 3-MCPDE og glysidylestere var lave i alle oljene som ble undersøkt, betydelig lavere enn grenseverdiene, og nivåene av erukasyre var også lave i alle oljene. Det finnes ingen grenseverdi for erukasyre i marine oljer, men alle oljene hadde konsentrasjoner som var klart under grenseverdien som gjelder for erukasyre i vegetabilske oljer.

Sammendrag (engelsk):

In the control program for wild caught fish, the Norwegian Food Safety Authority in 2025 took out 95 seafood samples at fish handling facilities along the entire Norwegian coast to be analysed for contaminants at the Institute of Marine Research. Of these, 55 samples were fish muscle from eight different species (cod, saithe, haddock, tusk, ling, halibut, mackerel, and herring), 25 samples were muscle from three crab species (edible crab, king crab, and snow crab), and 15 samples were peeled deep-sea shrimp. In addition to these 95, 5 samples of brown meat from edible crab were collected as part of the survey section of the program. All samples were analysed for mercury, cadmium, and lead, as well as per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS), while 76 samples were additionally analysed for dioxins and dl-PCBs, as well as non-dioxin-like PCBs (PCB6). The results showed that two samples, one pooled sample of tusk and one pooled sample of cod, had mercury concentrations above the maximum levels of 0.5 and 0.3 mg/kg wet weight, respectively, that apply to these two species. The concentrations were below the maximum levels when measurement uncertainty was taken into account. There were no exceedances of the maximum levels for cadmium, lead, PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS, sum PFAS4, dioxins, or the sum of dioxins and dl-PCBs. Crustacean species had the highest cadmium concentrations. Claw meat of brown crab (cooked) had higher cadmium concentrations than muscle meat of snow crab and king crab, as well as peeled shrimp. Brown meat of brown crab had significantly higher cadmium concentrations than all the other samples, which has also been reported before. The level of cadmium in fish muscle was very low and below the limit of quantification in many samples. Among the fish species, mackerel and herring had the highest cadmium levels. Shrimp and brown crab had a greater fraction of samples with measurable lead concentrations than the other crustaceans and fish, but the concentrations were low. Shrimp had the highest mean and median concentration of sum PFAS4, followed by brown meat of brown crab, and haddock and blue halibut had the highest levels among the fish species. It was mainly PFOS and PFNA that contributed to the total PFAS4, as the results for PFOA and PFHxS were mostly below limits of quantification. All samples except cod, tusk, and ling were analysed for dioxins and PCBs. Halibut had the highest concentrations of these fat-soluble pollutants in muscle, followed by mackerel and herring, while haddock, snow crab and king crab had the lowest concentrations. Otherwise, brown meat from brown crab had higher concentrations of dioxins and dioxin-like PCBs than all muscle samples from both fish and crustaceans, but the concentrations were not particularly high compared to previously measured brown crab meat. The concentration of total PCB6, however, was higher in halibut muscle than in brown meat from brown crab.

In the survey part of this program, all composite samples were analysed for total arsenic, inorganic arsenic and organic arsenic forms. All samples except those from cod, tusk, and ling were also analyzed for brominated flame retardants, PBDE, HBCD, and TBBP-A. The average concentration of total arsenic varied among the species, from 1.51 mg/kg wet weight in herring to 78.6 mg/kg in snow crab. Among the fish species, bottom-dwelling species had higher total arsenic concentrations than more pelagic species. All crustacean samples had higher concentrations of total arsenic than the fish species. As expected, the concentrations of inorganic arsenic were very low in all fish species, with 76% of the samples below limits of quantification. The level of inorganic arsenic in the crustacean samples was also very low, but measurable in most samples. The proportion of inorganic arsenic relative to total arsenic in both fish and crustacean samples was less than 1%. The results provide further evidence that there are generally low concentrations of inorganic arsenic in the muscle of wild-caught fish as well as in shrimp and crab species.

The concentrations of the water-soluble organic arsenic compounds arsenocholine, tetramethylarsonium ion, trimethylarsine oxide and trimethylarsoniopropionate were below the limits of quantification in almost all fish muscle samples. For all fish species except mackerel and herring, arsenobetaine was dominant, with an average proportion of total arsenic of 90% or more. For mackerel and herring, arsenobetaine accounted for 7% and 22% of the total amount of arsenic, respectively. Dimethylarsinate (DMA(V)) occurred at measurable but low concentrations in mackerel and herring. A large fraction of the total arsenic was not identified, and due to the high fat content in mackerel and herring, this may be lipid-soluble arsenic (arsenolipids). In crustacean muscle, arsenobetaine accounted for between 83% and 93% of total arsenic. Here too, there was a substantial amount of arsenic that was not identified, but the unidentified fraction represented a much smaller proportion of total arsenic than in mackerel and herring. To determine which arsenic compounds the unknown arsenic in crustaceans consists of, dedicated analyses will be required.

The level of sum PBDE7 was highest in Greenland halibut, followed by mackerel and herring. Brown meat from crab had considerably lower concentrations of PBDEs than these fish species, but higher than muscle from saithe, haddock, the crab species and shrimp. Among the HBCD isomers and TBBP-A, it was largely only α-HBCD that had measurable concentrations, and these were only measurable in Greenland halibut, mackerel and herring. The concentrations were highest in Greenland halibut.

Marine oils for human consumption were analysed in the monitoring programme for the first time in 2025. A total of 12 products – one seal oil, nine fish oils and two mixed products of fish and vegetable oils – were analysed for contaminants for which maximum levels have been established in food supplements or marine oils. These included mercury, cadmium and lead, dioxins and dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs, as well as 3-MCPD and glycidyl esters. In addition, the same samples were analysed for arsenic, PBDEs and the long-chain fatty acid erucic acid as part of a survey of these substances in marine oils. The results showed that levels varied between the oils, but none of the oils had concentrations above the applicable maximum levels, with the exception of one ratfish/salmon oil in which the concentrations of sum dioxins and sum dioxins and dl-PCBs were measured above the maximum levels. However, the concentration in the ratfish/salmon oil still did not exceed the maximum levels for lawful marketing when the measurement uncertainty of the method was taken into account in accordance with EU legislation. The concentrations of heavy metals, arsenic, 3-MCPD, 3-MCPDE and glycidyl esters were low in all oils examined, well below the maximum levels, and the levels of erucic acid were also low in all oils. There is no maximum level for erucic acid in marine oils, but all oils had concentrations clearly below the maximum level that applies to erucic acid in vegetable oils.

Innhold

1 Innledning 7
1.1 Kontrollprogrammet, sjømat 7
1.2 Kartlegging, sjømat - kjemi 8
1.3 Kontroll- og kartleggingsprogrammet, marine oljer til humant konsum 8
1.4 Forkortelser 9
2 Materiale og metoder 11
2.1 Prøvetaking sjømat 11
2.2 Prøvetaking marine oljer 12
2.3 Kjemisk analyse 13
2.3.1 *Tørrstoffinnhold ved frysetørking (metode 377)* 13
2.3.2 *Fettbestemmelse, 30 % isopropanol i etylacetat (metode 091)* 13
2.3.3 *Fettbestemmelse ved direkte metanolyse, GC-FID* 14
2.3.4 *Fettsyresammensetning av totalfettsyrer ved GC-FID (metode 041)* 14
2.3.5 *Multielementanalyse (metode 197)* 14
2.3.6 *Uorganisk arsen ved HPLC-ICPMS (metode 261)* 14
2.3.7 *Organisk arsen med HPLC-ICPMS (kationbyttet) (metode 649)* 15
2.3.8 *PFAS med LC-MS/MS (metode 349)* 15
2.3.9 *Dioksiner, PCB og PBDE (metode 292)* 16
2.3.10 *HBCD og TBBP-A (Eurofins metode nr. GFB71 og GFB86)* 16
2.3.11 *MCPD, 3-MCPDE og glysidylestere (Eurofins metode nr. PJCZ1 og PJCZ5)* 16
2.3.12 *Tabeller over analyser utført samt akkrediteringsstatus* 17
3 Resultater og diskusjon 20
3.1 Kontrollprogrammet 20
3.1.1 *Kvikksølv, kadmium og bly* 20
3.1.2 *Per- og polyfluorerte alkylstoffer (PFAS)* 25
3.1.3 *Dioksiner og dioksinlignende PCB* 27
3.1.4 *Ikke-dioksinlignende PCB, PCB6* 31
3.2 Kartlegging stoffer uten grenseverdi 33
3.2.1 *Arsen og arsenspesiering* 33
3.2.2 *Bromerte flammehemmere; PBDE* 39
3.2.3 *Bromerte flammehemmere; HBCD og TBBP-A* 41
3.3 Kontroll og kartlegging, marine oljer til humant konsum 42
3.3.1 *Kvikksølv, kadmium, bly og arsen* 42
3.3.2 *Dioksiner og dioksinlignende PCB* 43
3.3.3 *Ikke-dioksinlignende PCB (PCB6) og polybromerte flammehemmere (PBDE7)* 46
3.3.4 *MCPD, 3-MCPD-estere og glysidylestere* 48
3.3.5 *Erukasyre* 50
4 Konklusjoner 52
4.1 Kontrollprogrammet for villfisk 52
4.2 Kartlegging stoffer uten grenseverdi 53
4.3 Kontroll og kartlegging, marine oljer til humant konsum 53
5 Referanser 55
6 Vedlegg 59

1 - Innledning

Denne rapporten omhandler overvåkings- og kartleggingsprogrammet «Fremmedstoffer i villfisk», gjennomført for Mattilsynet i 2025. Vi rapporterer resultater for kontrollprogrammet, der Mattilsynets inspektører tar ut prøver av villfisk hos bedrifter til analyse for fremmedstoffer med etablerte grenseverdier for omsetning, samt for kartlegging, der prøver tatt ut gjennom kontrollprogrammet blir analysert for flere kjemiske stoffer der det er behov for mer data. Samtidig gjennomføres kartlegging av fremmedstoffer i villfisk i fjorder i løpet av 2025 og 2026. Dette vil bli rapportert i 2027.

1.1 - Kontrollprogrammet, sjømat

Fisk og annen sjømat akkumulerer fremmedstoffer, eller miljøgifter, i ulik grad. For å hindre at mat med de høyeste nivåene av skadelige miljøgifter blir spist, er det etablert grenseverdier gjennom EU regelverket 2023/915 (Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006). Dokumentasjon på at norsk fisk ikke overskrider grenseverdiene, har så langt vært sikret gjennom omfattende kartlegging og overvåking av fremmedstoffer i sjømat, gjennomført av Havforskningsinstituttet (HI) og finansiert av Mattilsynet eller Nærings- og fiskeridepartementet.

Norge er forpliktet til å følge kontrollforordningen, gitt i EU regelverket 2017/625 (For-2020-03-03-704), som sier at offisielle kontroller skal gjennomføres av «kompetente myndigheter» basert på flerårige kontrollplaner. Fra 2022 ble det et krav om å inkludere villfanget sjømat i flerårige kontrollplaner. EU-forordningene 2022/931 og 2022/932 fastsetter at «antall prøver skal bli bestemt av hver medlemsstat i henhold til produksjonsnivå og de identifiserte problemene».

I 2025 gjennomførte Mattilsynet den offentlige kontrollen av fremmedstoffer i villfanget sjømat i henhold til kontrollforordningen. Artene som ble inkludert var valgt ut basert på en risikovurdering gjennomført av HI, som var basert på eksisterende data på ulike miljøgifter i norsk sjømat, opparbeidet gjennom ulike kartleggings- og overvåkingsprosjekter (Nilsen m.fl., 2025). Høyt produksjonsvolum, risiko for overskridelse av grenseverdier, risiko for overskridelse av tolerable inntaksverdier for ulike stoffer (TWI) og kunnskapsmangel, var de ulike faktorene som ble lagt til grunn i denne vurderingen. Utvalget av arter i kontrollprogrammet for 2025 ble valgt ut basert på konklusjonene i denne risikovurderingen (Nilsen m.fl., 2025), samt hvilke arter som ble analysert i 2024 (Frantzen m.fl., 2025).

Noen arter, som torsk, hyse, sei og makrell, ble valgt ut basert på store fangstvolum. Brosme, lange og blåkveite ble valgt ut fordi de tidligere har vist potensiale for å akkumulere kvikksølv og/eller organiske miljøgifter til relativt høye nivåer, noen ganger over grenseverdiene. I 2025 ble det også valgt å ta med ulike krepsdyrarter. Taskekrabbe har tidligere vist høye kadmiumnivåer i Nord-Norge og kan ha høye konsentrasjoner av organiske miljøgifter i brunmaten. Reker, snøkrabbe og kongekrabbe ble imidlertid valgt ut fordi det er begrenset med data på miljøgifter i disse artene samtidig som de er viktige kommersielle arter. Prøver av reker har blitt analysert for miljøgifter årlig siden 2007-2014 gjennom forvaltningplanarbeidet, og resultater for hvert av havområdene Barentshavet, Norskehavet (kyst) og Nordsjøen publiseres på Miljøstatus (miljostatus.no) og i tilstandsrapporter for forurensning hvert fjerde år (Frantzen m.fl., 2022, 2026), samt på Havforskningsinstituttets Sjømatdata. Innholdet av miljøgifter i kongekrabbe ble kartlagt i 2012 (Julshamn m.fl., 2013c, 2015), men nyere resultater mangler. Noen prøver av snøkrabbe ble analysert for metaller i 2014 gjennom villfiskprogrammet (Frantzen og Maage, 2016), og senere har det blitt analysert stikkprøver ca. annethvert år (Sjømatdata).

I kontrollprogrammet blir det kun analysert for stoffer som det er satt grenseverdier for, da målet med kontrollprogrammet er å kontrollere at sjømaten er under grenseverdier, og å avdekke det dersom noen partier inneholder fisk med nivåer som overskrider grenseverdiene. I kontrollprogrammet ble de alle sjømatprøvene analysert for metaller og per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS), og de fleste fiskeartene samt alle krepsdyrartene ble analysert for dioksiner, dioksinlignende polyklorerte bifenyler (PCB) og ikke-dioksinlignende PCB. Magre prøver akkumulerer svært lite av disse fettløselige organiske miljøgiftene, og ettersom det fra før finnes relativt god dokumentasjon på disse lave nivåene for filet av torsk, brosme og lange (Frantzen og Maage, 2016; Sjømatdata), ble disse artene ikke analysert for dioksiner eller PCB.

I 2025 ble kontrollprogrammet gjennomført ved at Mattilsynets inspektører ved ulike avdelinger i Norge tok ut prøver ved kommersielle fiskemottak, som så ble sendt inn til HI for prøveopparbeiding og analyse. Til sammen ble det tatt ut og analysert 95 prøver av 12 ulike fiskearter.

1.2 - Kartlegging, sjømat - kjemi

Prøvene tatt ut i kontrollprogrammet ble også analysert for stoffer som det ikke er grenseverdier for, men der Mattilsynet ønsker mer data. Alle artene bortsett fra torsk, brosme og lange ble analysert for bromerte flammehemmere (PBDE, HBCD og TBBP-A). Alle prøvene ble også analysert for uorganisk arsen og organisk arsen med en nyutviklet metode for vannløselige organiske arsenforbindelser.

1.3 - Kontroll- og kartleggingsprogrammet, marine oljer til humant konsum

I tillegg til prøvene av sjømat, ble det i 2025 også tatt ut prøver av marine oljer til humant konsum. I kontrollprogrammet ble disse oljene analysert for stoffer som det er satt grenseverdier for, det vil si dioksiner, dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, kvikksølv, kadmium, bly, og prosesskontaminantene 3-MCPD, 3-MCPDE og glysidylestere. I kartleggingsprogrammet ble de samme prøvene analysert for PBDE, arsen og erukasyre.

Marine oljer til humant konsum har tidligere vært undersøkt gjennom overvåkingsprogrammet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» i perioden 2007-2021. Hovedfokus for overvåkningen har vært på innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB og PBDE. Siden urensede marine oljer kan ha svært høye nivåer av disse fettløselige organiske miljøgiftene, må marine oljer til humant konsum som regel renses for å redusere innholdet til et lovlig nivå. Overvåkning av marine oljer til humant konsum gjennomføres 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 for lovlig omsetning. I perioden 2018-2021 har også innholdet av 3-monoklorpropandiol (3-MCPD), 3-MCPD-fettsyreestere (3-MCPDE) og glysidylestere vært undersøkt i de marine oljene. Disse forbindelsene dannes under raffinering av oljer og har flere ulike toksiske effekter (EFSA, 2016b).

I perioden 2007-2021 har totalt 174 prøver av kommersielle marine oljer til humant konsum vært analysert i overvåkningsprogrammet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» (Julshamn og Frantzen, 2009, 2010, Julshamn m.fl., 2011, Måge m.fl., 2012, 2013c, Nilsen og Måge, 2014, 2015, 2016a, Nilsen m.fl., 2017, 2020, 2021, 2022, Nilsen og Sanden, 2018, 2019). Både fiskeoljer, seloljer, krilloljer, raudåteolje, hvalolje og oljer framstilt fra marine mikroalger har vært undersøkt, og blant disse har ni oljer hatt overskridelser av grenseverdiene for organiske miljøgifter (Nilsen og Måge, 2015, 2016a, Nilsen m.fl., 2017, 2021). Dette var fire havmusleveroljer (analysert i 2014, 2015 og 2016), én olje av havmus og laks (2020), én haileverolje (2014), én selolje (2015), én hvalolje (2015) og én torskeleverolje (2016). De fleste av oljene med nivåer over grenseverdiene for organiske miljøgifter har vært kaldpressede oljer. Nivåene av 3-MCPD, 3-MCPD-estere og glysidylestere er undersøkt for

40 marine oljer i perioden 2018-2021. Kun en av de analyserte oljene hadde en konsentrasjon av glysidylestere over grenseverdien som nå er fastsatt for disse forbindelsene i marine oljer. Dette var en høykonsentrert fiskeolje framstilt fra ansjos og sardin, analysert i 2020.

I mars 2025 tok Mattilsynet region Sør og Vest prøver av 12 marine oljer til humant konsum, som så ble sendt til HI for prøveopparbeiding og analyse. De tolv oljene var ni fiskeoljer, én selolje og to fisk- og planteoljer.

1.4 - Forkortelser

AB – Arsenobetain
AC – Arsenokolin
Ag – Sølv
As – Arsen
Cd – Kadmium cm – centimeter Co – Kobolt Cr – Krom Cu – Kobber dl-PCB – Dioksinlignende polyklorerte bifenyler (summen av mono-orto og non-orto PCB)
DMA(V) – Dimetylarsinat
EFSA – European Food Safety Authority EU – European Union
Fe – jern g – gram
GC-FID – gasskromatografi-flammeionisasjonsdetektor
GC-MS – gasskromatografi-massespektrometri
GC-MS/MS – gasskromatografi-tandem massespektrometri
GC-ICPMS – gasskromatografi- Induktivt koblet plasma-massespektrometri
H_20_2 – hydrogenperoksid
HBCD – heksabromsyklodekan
Hg – Kvikksølv
HI – Havforskningsinstituttet
HNO_3 – Salpetersyre
HPLC-ICPMS – Væskekromatografi - Induktivt koblet plasma-massespektrometri
HRGC-HRMS – Høyoppløsende gasskromatografi–høyoppløsende massespektrometri
iAs – Inorganic arsenic – Uorganisk arsen ICP-MS – Induktivt koblet plasma-massespektrometer kg – kilogram
LC-MS/MS – Væskekromatografi-kvadrupol massespektrometri LB – Lowerbound: Ved konsentrasjoner under LOQ settes verdien lik 0
LOQ – kvantifiseringsgrense. Den laveste konsentrasjonen av et stoff som en analysemetode kan måle med en gitt måleusikkerhet
3-MCPD – 3-monoklorpropandiol
3-MCPDE – 3-MCPD-fettsyreestere
mg – milligram µg – mikrogram
Mn – Mangan Mo – Molybden
mo-PCB – mono-orto PCB MU – måleusikkerhet ng – nanogram Ni – Nikkel
no-PCB – non-orto PCB
NVG-sild – Norsk vårgytende sild
Pb – Bly
PBDE – Polybromerte difenyletere
PBDE7 – Sum av syv PBDE (PBDE-28, -47,-99, -100,- 153, -154 og -183)
PCB – Polyklorerte bifenyler
PCB6 – Sum av seks ikke-dioksinlignende PCB (PCB-28, -52, 101, -138, -153 og -180)

PCB7 – Sum av syv PCB
PCB6 + PCB-118
PCDD – Polyklorerte dibenzo-para-dioksiner (dioksiner)
PCDF – Polyklorerte dibenzo-para-furaner (furaner)
PCDD/F – Sum av PCDD og PCDF
PCDD/F+dl-PCB – Sum av PCDD/F og dl-PCB
PFAS – Per- og polyfluorerte alkylstoffer
PFDA – Perfluordekansyre
PFDoDA – Perfluordodekansyre
PFHxS – Perfluorheksansulfonsyre
PFOA – Perfluoroktansyre
PFOS – Perfluoroktansulfonsyre
PFOSA – Perfluoroktansulfonamid
PFTeDA – Perfluortetradekansyre
PFTrDA – Perfluortridekansyre
PFUdA – Perfluorundekansyre
QQQ – Triple quadrupole – Trippel kvadropol
SD – Standard deviation – standardavvik
SRM – Sertifisert referansemateriale
TAs – Totalarsen
TBBP-A – Tetrabrombisfenol A
TE – Toksikologiske ekvivalenter; engelsk TEQ – Toxic equivalents
TEF – Toksikologiske ekvivalentfaktorer
TETRA – Tetrametylarsoniumion
TMAO – Trimetylarsenoksid
TMAP – Trimetylarsoniopropionat
tv – tørrvekt
TWI – Tolerabelt ukentlig inntak
UB – Upperbound: Ved konsentrasjoner under LOQ settes verdien lik LOQ
ULOQ – Upper limit of quantification
VKM – Vitenskapskomiteen for mat og miljø
vv – våtvekt
Zn – Sink

2 - Materiale og metoder

2.1 - Prøvetaking sjømat

Inspektører fra Mattilsynet tok ut prøver på kommersielle fiskemottak langs hele kysten i henhold til instruks og plan for prøvetaking utarbeidet av Mattilsynet avdeling for kjemisk mattrygghet i samarbeid med HI.

Oversikt over hvilke arter og antall prøver som det var planlagt å ta ut, samt antall som faktisk ble tatt ut, er vist i Tabell 1.

Tabell 1 Kontrollprogrammet for villfisk, 2025. Planlagt antall prøver per art, og det faktiske antallet prøver som ble tatt ut og analysert for henholdsvis metaller og PFAS og fettløselige organiske miljøgifter (POPs). Både engelsk, norsk og latinsk navn er gitt her, da navnene i senere tabeller er på engelsk. I planen sto hyse/sei og brosme/lange oppgitt med til sammen 10 prøver, ikke spesifisert på art.

Species			**Number of samples (n)**		
Name (English)	**Norsk navn**	**Name (Latin)**	**Planned**	**Metals PFAS**	**POPs**
Mackerel	Makrell	*Scomber scombrus*	15	13	13
Herring	Sild	*Clupea harengus*	0	2	2
Atlantic cod	Torsk	*Gadus morhua*	15	13	-
Haddock	Hyse	*Pollachius pollachius*	10	2	2
Saithe	Sei	*P. virens*		7	7
European ling	Lange	*Molva molva*	10	3	-
Tusk (or cusk)	Brosme	*Brosme brosme*		8	-
Greenland halibut	Blåkveite	*Reinhardtius hippoglossoides*	10	7	7
Brown crab, claw meat	Taskekrabbe, klokjøtt	*Cancer pagurus*	6	5	5
Brown crab, brown meat (bm)	Taskekrabbe, brunmat	*Cancer pagurus*	6	5 (3*)	5
Snow crab	Snøkrabbe	*Chionoecetes opilio*	10	10	10
Red king crab	Kongekrabbe	*Paralithoides camtchaticus*	10	10	10
Deep sea prawns (shrimps)	Dypvannsreker	*Pandalus borealis*	15	15	15
Total			101	100	76

*3 samples reported here for PFAS

Hver prøve tatt ut i kontrollprogrammet besto av en samleprøve med prøvemateriale av muskelvev fra tre til ti individer. Antall prøver som er påkrevd, avhenger av størrelsen på det gjeldende partiet. Fra hver fisk ble det skåret ut et snitt (tilsvarende NQC hos laks) fra den midterste delen av fisken, i henhold til en gitt protokoll. For mindre fisk som mindre sild og makrell, ble hel sløyet fisk tatt ut. Inspektørene registrerte mål og vekt på fisken før de tok ut prøven.

I 2025 ble noen av artene også tatt ut til kontroll for parasitter gjennom et annet OK-program. De fiskene som skulle undersøkes for parasitter, ble sendt inn hele og undersøkt for parasitter før prøven ble opparbeidet til kjemisk analyse.

For krepsdyr gjelder grenseverdiene kun for muskelkjøtt, og for de fleste artene av krepsdyr var det kun muskelkjøtt som ble analysert. For snøkrabbe og kongekrabbe ble muskelkjøtt fra gangbein tatt ut, og for

kongekrabbe var alle prøvene av rå krabber, mens for snøkrabbe var fire av prøvene av kokte og seks av rå individer. For reker ble pillede reker, der hode og skall er fjernet, tatt ut. Tolv av rekeprøvene var kokt, mens tre var ukokt. En rekeprøve besto av minst 25 individer.

For taskekrabbe blir både klokjøtt og brunmat (innholdet i ryggskjoldet som i hovedsak består av fordøyelseskjertel og rogn) spist. Det er derfor av interesse å analysere begge deler, og dermed ble både klokjøtt (ren muskel), og brunmat av kokte krabber tatt ut og sendt inn.

I prøvemottaket på HI ble innkomne prøver registrert i LIMS med medfølgende informasjon om prøveuttak, prøvens opprinnelse og størrelse på individene i samleprøven. For fisk ble vekt og lengde registrert, for krabbe vekt og bredde på ryggskjoldet, og for reker lengde på ryggskjoldet. Fisk som skulle undersøkes for parasitter, ble undersøkt for parasitter først.

Alt skinnfritt muskelvev (eller brunmat) fra hvert individ ble så dissekert ut, og alt prøvemateriale som tilhørte en samleprøve ble samlet sammen og homogenisert, frysetørket og malt opp til et fint pulver. Deretter ble prøvematerialet fordelt til de ulike analysene.

Alle prøvene tatt ut i kontrollprogrammet ble analysert for metaller (Hg, Cd, Pb, As m.fl.) og PFAS, mens alle arter bortsett fra torsk, lange og brosme, ble analysert for de fettløselige dioksiner og dioksinlignende PCB samt ikke-dioksinlignende PCB.

Under kartlegging - kjemi, ble alle prøvene tatt ut i kontrollprogrammet analysert for uorganisk arsen (iAs) i tillegg til totalarsen (tAs) som ble analysert sammen med Hg, Cd og Pb. Alle prøvene ble i tillegg analysert for vannløselige organiske arsenformer med en ny metode utviklet ved HI. De artene som ble analysert for dioksiner og dl-PCB og ikke-dioksinlignende PCB, ble også analysert for PBDE med samme metode, samt HBCD og TBBP-A ved underleverandør Eurofins. For bestemmelse av organisk arsen i sild og makrell, ble vått homogenisert prøvemateriale analysert, mens frysetørket materiale ble benyttet til analysen for de andre artene.

2.2 - Prøvetaking marine oljer

Prøver av 12 ulike produkter av marine oljer til humant konsum ble innhentet av Mattilsynets inspektører i mars 2025. De 12 oljene var to fisk- og planteoljer, ni fiskeoljer og én selolje (Tabell 2).

I prøvemottaket på HI ble prøvene registrert i LIMS med medfølgende informasjon om navn på produktet, batch nummer, best før dato, og om produktet var i flytende form, kapsler eller andre formuleringer. Det ble tatt bilder av alle produktene.

Sju av de marine oljene var i væskeform og ble analysert som de var. Fire av de marine oljene var i kapselform, og for disse ble kapslene åpnet og oljen inne i kapslene ble tatt ut og analysert. Den siste oljen besto av geléfisker («gummies») med mikroinnkapslet fiskeolje, og her ble hele geléfisker homogenisert før analyse. Alle analyser av de marine oljene ble utført på vått prøvemateriale.

I kontrollprogrammet ble alle disse oljene analysert for stoffer som det er fastsatt grenseverdier for i kosttilskudd eller marine oljer. Dette gjelder tungmetallene Hg, Cd og Pb, de fettløselige organiske miljøgiftene dioksiner og dioksinlignende PCB og ikke-dioksinlignende PCB, og 3-MCPD/3-MCPD-estere og glysidylestere som er stoffer som kan dannes under raffinering av oljer.

I kartleggingsdelen ble de samme prøvene analysert for arsen, polybromerte difenyletere og den langkjedete fettsyren erukasyre.

Tabell 2 Produktnavn, produsent og annen informasjon om de analyserte oljene.

Product name	Manufacturer	Sample type (source)[a)]	Formulation
Bioform Lakseolje	Bioform AS	Fish oil (salmon)	Liquid
Urtegod sølvhåolje	Bioform AS	Fish oil (70% ratfish oil, 30% salmon oil)	Liquid
Polarolje®	Polargodt AS	Seal oil (harp seal blubber)	Liquid
Möller's tran	Orkla Health AS	Fish oil (cod liver)	Capsules
Equazen® Flytende	SFI Health, New Nordic AS	Fish- and plant oil (78.7% sunseed oil, 13.6% fish oil from anchovies and sardines and 4.4% oil from evening primrose)	Liquid
Romega Gravid	Arctic Bioscience AS	Fish oil (51% herring roe oil and 49% fish oil concentrate from anchovies)	Capsules
Frisk Arctic Omega-3 Pregnancy	Norsk Pharma AS	Fish oil (cod liver)	Capsules
Sunkost Omega3	Sunkost	Fish oil (anchovies, mackerel and sardine)	Capsules
Easy choice Omega 3 Høykonsentrert original	Dr. Choice	Fish oil (anchovies)	Liquid
Monkids Fiskolja Barn	Monkids AB	Fish oil (mackerel-*Scombridae*)	Gummies
Dråpe Omega-3 Høykonsentrert fiskeolje[b)]	Pharma Helse AS	Fish oil concentrate (cod liver)	Liquid
Arctic Med Omega-3 Premium	Arctic Health AB	Fish- and plant oil (70% fish oil from anchovies, mackerel, sardine, 30% olive oil)	Liquid

[a)]Information found on the product packaging or obtained from the manufacturer.
[b)]Two versions of this product, "naturell" and "mild sitronsmak" were collected and mixed before analysis.

2.3 - Kjemisk analyse

Med unntak av analysene for HBCD, TBBP-A, 3-MCPD, 3-MCPD-estere og glysidylestere som ble utført ved Eurofins, ble alle analysene gjennomført ved HIs laboratorier, og de aller fleste analysene som er utført i prosjektet er akkreditert i henhold til ISO 17025. HI er Nasjonalt referanselaboratorium innen en rekke fagområder, deriblant metaller og persistente organiske miljøgifter (POPs), og deltar årlig på møter i regi av de Europeiske referanselaboratoriene (EURL). Alle metoder som benyttes er kvalitetssikret gjennom valideringsprosedyrer og deltakelse i ringtester, og for mange metoder også ved analyse av sertifiserte referansematerialer (SRM). En oversikt over de kjemiske analysene utført i dette prosjektet, med metodenummer, navn, og akkrediteringsstatus er gitt i Tabell 3.

2.3.1 - Tørrstoffinnhold ved frysetørking (metode 377)

Tørrstoffbestemmelse ble gjort ved å veie prøvene før og etter frysetørking. Alle de kjemiske analysene ble gjort på frysetørket materiale og deretter regnet tilbake til våtvekt ved hjelp av tørrstoffinnholdet, bortsett fra leverprøver og bestemmelse av organisk arsen i sild og makrell, der vått homogenisert prøvemateriale ble analysert. Metoden er akkreditert for næringsmidler og fiskefor. Marine oljer ble ikke frysetørket.

2.3.2 - Fettbestemmelse, 30 % isopropanol i etylacetat (metode 091)

Prøver som skulle analyseres for fettløselige organiske miljøgifter (samleprøver av filet og lever) ble analysert for fettinnhold. Våte, homogeniserte prøver ble ekstrahert med 30 % isopropanol i etylacetat.

Ekstraksjonsmiddelet ble dampet av og fettet veid. Metoden definerer «fett» som den fraksjon som er løselig i 30 % isopropanol i etylacetat, primært upolare lipider. Metoden er akkreditert i henhold til ISO 17025. Kvantifiseringsgrense og måleusikkerhet er gitt i Tabell 4.

2.3.3 - Fettbestemmelse ved direkte metanolyse, GC-FID

For ett produkt av marine oljer som var en formulering av geléfisker med mikroinnkapslet fiskeolje der fiskeoljen utgjorde en liten andel av produktet, var fettbestemmelse ved gravimetri (metode 091) lite egnet, og fettbestemmelse med syrehydrolyse (HI-metode 339) viste seg også å gi lite pålitelige resultater for denne oljen. Fettinnholdet ble derfor analysert med en metode for fettbestemmelse der fettsyremengde og fettsyresammensetning ble analysert med gasskromatografi med flammeionisasjonsdetektor (GC-FID) av fettsyremetylester som beskrevet i Meier m.fl. (2006).

Prøven ble nøyaktig innveid, tilsatt en intern fettsyrestandard (19:0) og metylert ved tilsetning av tørr saltsyre i metanol før fettsyremetylesterne ble ekstrahert med heksan og analysert ved GC-FID. Metoden bestemmer total mengde fettsyrer i prøven (µg/100 µg prøve, kvantifisert ut fra intern standarden) og fettsyreprofil (% av totale fettsyrer). Kun de 55 fettsyrer som utgjør mer enn 0,1 % av totale fettsyrer er inkludert i analysen. Relativt standardavvik fra to paralleller er RSD=0,5 %. Metoden er validert, men ikke akkreditert.

2.3.4 - Fettsyresammensetning av totalfettsyrer ved GC-FID (metode 041)

Erukasyre i marine oljer til humant konsum ble bestemt ved gasskromatografi (GC-FID), med en metode som bestemmer fettsyresammensetning av totalfettsyrer i oljene. Homogenisert prøvemateriale ble veid og tilsatt intern standard, og lipidene ble ekstrahert med kloroform/metanol. Etter filtrering og inndamping av løsemiddel ble fettsyrene i prøven frigjort og omdannet til metylestere gjennom en totrinnsprosess med 1) Natriumhydroksid (NaOH) i metanol, og 2) Bortrifluorid (BF_3) i metanol. Metylesterne ble ekstrahert over i organisk fase med væske/væskeekstraksjon og separert ved gasskromatografi (GC). Fettsyrene ble bestemt kvalitativt og kvantitativt med flammeionisasjonsdetektor (FID), og den kvantitative bestemmelsen er basert på intern standard. LOQ og måleusikkerhet for erukasyre er gitt i Tabell 4. Metoden er akkreditert i henhold til ISO 17025 dersom analysen gjennomføres med to paralleller. I dette arbeidet ble analysen, etter avtale med Mattilsynet, gjennomført med kun en parallell, og analysen er derfor ikke akkreditert. Erukasyre analyseres her som del av kartleggingsprogrammet, og det ble derfor besluttet at det ikke var nødvendig med akkreditert analyse.

2.3.5 - Multielementanalyse (metode 197)

Metaller ble bestemt ved hjelp av et induktivt plasma massespektrometer (ICP-MS) etter nedbryting i mikrobølgeovn som beskrevet av Julshamn m.fl. (2007). Følgende grunnstoff ble kvantifisert: arsen, kadmium, kvikksølv, bly, sølv, kobber, jern, kobolt, sink, selen, mangan, vanadium, molybden, krom og nikkel. Metoden er akkreditert for kobber, sink, arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen. Kvantifiseringsgrenser er beregnet på tørr prøve for hvert av grunnstoffene, og LOQ og måleusikkerhet for de akkrediterte stoffene er gitt i Tabell 4. Riktigheten til metoden ble sikret ved analyse av SRM.

2.3.6 - Uorganisk arsen ved HPLC-ICPMS (metode 261)

Konsentrasjon av uorganisk arsen ble bestemt ved bruk av HPLC-ICPMS. Frysetørket prøve ble tilsatt 0,1 M HNO_3 i 3 % H_2O_2 og ekstrahert i vannbad ved 90°C i 1 time. Uorganisk arsen består av arsenitt As (III) og arsenat As (V), og måles som summen av disse i den ekstraherte prøven ved å benytte anionbytter-HPLC koblet til ICPMS. Konsentrasjonen av uorganisk arsen ble bestemt ved hjelp av ekstern standardkurve.

Metoden er basert på NS 16802:2016, og er akkreditert for marint biologisk vev og fôr. Metodens LOQ er beregnet til 0,0073 µg/kg tørr prøve, og måleusikkerheten er 25 % i måleområdet fra LOQ opptil 0,10 mg/kg og 15 % ved høyere konsentrasjoner (Tabell 4).

For å sikre riktigheten til metoden ble det analysert SRM.

Konsentrasjoner av totalarsen fås gjennom metode 197, og andelen uorganisk arsen av totalarsen ble beregnet i prosent.

2.3.7 - Organisk arsen med HPLC-ICPMS (kationbyttet) (metode 649)

Organiske vannløselige arsenforbindelser ble bestemt ved bruk av HPLC-ICPMS. De organiske arsenforbindelsene ble ekstraherert fra prøven ved å tilsette en løsning av metanol/vann, satt på vannbad i 30 minutter, før ekstraktene ble filtrert og fortynnet og analysert med kationbytter-HPLC-ICPMS. Kvantifisering av arsenforbindelsene ble utført ved bruk av eksterne kalibreringskurver.

Metoden er ikke akkreditert, men validert, og er basert på metode utarbeidet ved HI av Tibon m.fl. (2021). Metoden er validert for bestemmelse av de organiske arsenforbindelsene arsenobetain (AB), dimetylarsinat (DMA(V)), trimetylarsinoksid (TMAO), arsenokolin (AC), tetrametylarsoniumion (TETRA), og trimetylarsoniopropionat (TMAP) i marint biologisk vev og fôr.

Riktighet for metoden er 94 til 107 % basert på analyse av SRM BCR-627 (tunfisk-muskelvev). Metoden har blitt validert for TMAP, men ekstrapolert ved bruk av DMA(V) som standard da det ikke finnes kommersiell standard av forbindelsen. Riktighet for TMAP er derfor basert på Tibon et al. (2021).

LOQ og måleusikkerhet for de ulike arsenforbindelsene som bestemmes er gitt i Tabell 4.

2.3.8 - PFAS med LC-MS/MS (metode 349)

Per- og polyfluorerte forbindelser (PFAS) ble bestemt ved bruk av LC-MS/MS. Innveid prøvemengde ble tilsatt merkede internstandarder og metanol og ekstrahert i ultralydbad. Etter sentrifugering ble supernatanten dekantert over i en sprøyte og filtrert gjennom 0,45 µm nylonfilter før vann ble tilsatt etterfulgt av opprensing på ASPEC. Prøvene ble tilsatt gjenvinningsstandard og til slutt analysert på LC-HRMS (Orbitrap-MS, Exploris 120, Thermo Scientific) eller LC-QQQ (MS/MS, 6495, Agilent Technologies). Kvantifisering ble gjort ved hjelp av massemerkete internstandarder og analyttene rapportert som anioner. Tabell 5 viser forbindelsene som kan kvantifiseres med metoden.

Metoden bestemmer 22 ulike PFAS-forbindelser og sum PFAS4, og er akkreditert for PFOS, PFOA, PFNA og PFHxS og summen av disse fire (Sum PFAS4). De øvrige analyttene er ikke akkreditert, men validert. Bruken av to ulike instrumenter (LC-HRMS og LC-QQQ) gir ulik LOQ for de fleste analyttene, som vist i Tabell 5. LOQ for de akkrediterte forbindelsene var alle lavere enn grenseverdiene som gjelder for disse forbindelsene (EU 2023/915). Sum PFAS4 ble beregnet «lower bound» (LB), som betyr at konsentrasjoner for forbindelser under LOQ blir satt lik null ved summering.

Riktighet ble vurdert i valideringen ved å analysere prøver tilsatt kjent mengde av analyttene. Riktighet ble beregnet som prosentvis gjenfinning av tilsatt mengde og er godkjent for den enkelte analytt for konsentrasjoner mellom LOQ og ULOQ (upper limit of quantification) for hvert av analyseinstrumentene. Riktighet ble også vurdert ut fra analyse av SRM og analyse av to ringtestprøver fra QUASIMEME. Analyse av SRM og ringtestmateriale viste tilfredsstillende resultat for begge analyseinstrumentene.

Presisjon er beregnet som intern reproduserbarhet i spikeforsøk for de ulike matrisegruppene. Krav til presisjon er oppfylt for alle analytt-/matrisekombinasjoner innenfor det fastsatte måleområdet for hvert av instrumentene.

Prøvene tatt ut i kontrollprogrammet ble analysert med enten LC-HRMS eller LC-QQQ, da hovedformålet var å kontrollere at prøvene var innenfor grenseverdiene. LOQ og måleusikkerhet for hver av de analyserte PFAS-forbindelsene er gitt i Tabell 5.

2.3.9 - Dioksiner, PCB og PBDE (metode 292)

Etter ekstraksjon og opprensing, ble bestemmelse av dioksiner (PCDD), furaner (PCDF) og non-orto PCB gjort med HRGC/MS og mono-orto PCB, PCB6 og PBDE ble bestemt med GC-MSMS. Alle konsentrasjoner ble beregnet ved hjelp av isotopfortynning og intern standard. Metoden kvantifiserer ti ulike kongenere av PBDE, inkludert syv kongenere som summeres til en sum PBDE7 (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183) samt PBDE-66, 119, og 138. Metoden kvantifiserer også seks ikke-dioksinlignende PCB, PCB6 (PCB 28, 52, 101, 138, 153 og 180). Videre kvantifiserer metoden syv ulike dioksiner, ti furaner, fire non-orto PCB og åtte mono-orto PCB. For dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB ble toksiske ekvivalentverdier (TE), beregnet ved å multiplisere konsentrasjonene med kongenernes toksiske ekvivalentfaktorer (TEF-2005) (Van den Berg m.fl., 2006. Beregningen av kongenersummer blir utført etter en "upper bound" (UB) prosedyre, hvor konsentrasjoner av kongenere under LOQ blir satt lik LOQ. Metoden er akkreditert i henhold til ISO 17025:2017, og analysekvaliteten overvåkes jevnlig ved deltakelse i ringtester og ved analyse av sertifiserte prøver. Kvantifiseringsgrenser og måleusikkerhet er oppgitt i Tabell 4.

2.3.10 - HBCD og TBBP-A (Eurofins metode nr. GFB71 og GFB86)

Heksabromsyklodekan (HBCD) ble bestemt på vått materiale hos underleverandør Eurofins med LC-MS/MS. Tre ulike HBCD-kongenere ble bestemt, α-HCBD, β-HBCD og γ-HBCD, samt LB-summen av disse. Tetrabrombisfenol-A (TBBP-A) ble også bestemt hos Eurofins med LC-MS/MS. Kvantifiseringsgrenser og måleusikkerhet for de ulike analyttene er gitt i Tabell 4.

2.3.11 - MCPD, 3-MCPDE og glysidylestere (Eurofins metode nr. PJCZ1 og PJCZ5)

3-monoklorpropandiol (3-MCPD), 3-MCPD-estere (3-MCPDE) og glycidylestere ble bestemt i marine oljer hos underleverandør Eurofins med GC-MS/MS. For produkter som var rene oljer (11 av de 12 undersøkte oljene) ble Eurofins metode PJCZ1 benyttet der fri og bundet 3-MCPD ble bestemt direkte etter hydrolyse av MCPDE, og glysidol ble bestemt direkte etter hydrolyse av glycidylestere (metode referanse: DIN EN ISO 18363-4:2021-11). For ett produkt som besto av geléfisker med lavt fettinnhold, ble Eurofins metode PJCZ5 benyttet, en metode egnet for mat med fettinnhold over 1%. I denne metoden ble fri 2-/3-MCPD og bundet 3-MCPD etter hydrolyse av 3-MCPDE bestemt i to separate analyser, og totalt 3-MCPD ble beregnet som summen av disse. Glysidol ble bestemt direkte etter hydrolyse av glycidylestere, på samme måte som i metode PJCZ1. Metodene er akkreditert i henhold til ISO/IEC 17025:2018 DAkkS, og kvantifiseringsgrenser og måleusikkerhet for de ulike analyttene er gitt i Tabell 4.

2.3.12 - Tabeller over analyser utført samt akkrediteringsstatus

Tabell 3 Analyser utført med informasjon om hvilke matriser og parametere de er akkreditert for.

Metodenr.	Metodenavn	Akkrediterte parametere	Akkrediterte matrikser
197	Multielement bestemmelse med ICP-MS	As, Cd, Cu, Hg, Pb, Se, Zn	Næringsmidler, fôr, vev og vevsvæsker
292	Dioxin, furan, PCB og PBDE	PCDDer PCDFer Non-orto PCBer Mono-orto PCBer PCB-28, 52, 101, 138, 153, 180 PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154, 183	Sjømat inkludert lever/olje, fôr og fôringredienser
349	Bestemmelse av PFAS med LC-MSMS	PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS, sum PFAS4	Fet og mager fisk og fiskelever
377	Tørrstoffbestemmelse ved frysetørking	Tørrstoff	Næringsmidler, fôr, vev og vevsvæsker
91	Fettbestemmelse med 30 % isopropanol i etylacetat	Totalfett	Næringsmidler, fôr, vev og vevsvæsker
	Fettbestemmelse ved direkte metanolyse og GC-FID	Ikke akkreditert	
041	Fettsyresammensetning av totalfettsyrer ved hjelp av GC-FID	Totalfettsyrer, inkludert erukasyre (22:1n-9) – akkreditert ved analyse av to paralleller, ikke akkreditert ved analyse av én parallell	Næringsmidler, fôr og fôringredienser
261	Uorganisk arsen ved HPLC-ICPMS	Uorganisk As	Marint biologisk vev og fôr
649	Organisk arsen	Ikke akkreditert	Ikke akkreditert
Eurofins GFB71	Heksabromsyklodekan (3 HBCD)	Alpha-HBCD Beta-HBCD Gamma-HBCD	Fiskeoljer, -mel, -fôr og --filet
Eurofins GBP86	Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	Tetrabrombisfenol-A (TBBPA)	Fiskeoljer, -mel, -fôr og --filet
Eurofins PJCZ1	Total 3-MCPD and Glycidol (Zwagerman, fat/oil)	3-MCPD, 3-MCPDE og glysidylestere	Rent fett og oljer
Eurofins PJCZ5	Total 3-MCPD and Glycidol (food)	3-MCPD, 3-MCPDE og glysidylestere	Matvarer med fettinnhold over 1 %

Tabell 4 Oversikt over uønskede stoffer inkludert, metoder som er benyttet, akkrediteringsstatus (Akkr.), kvantifiseringsgrenser (LOQ) og måleusikkerhet (MU).

Analytt	Instrumentering/Metode	Akkr.	LOQ	MU (%)
Arsen	ICP-MS	Ja	0,01 mg/kg tv	20 [b]
Kadmium	ICP-MS	Ja	0,005 mg/kg tv	20 [b]
Kvikksølv	ICP-MS	Ja	0,007 mg/kg tv	25 [b]
Bly	ICP-MS	Ja	0,03 mg/kg tv	25 [b]
Kobber	ICP-MS	Ja	0,1 mg/kg tv	25 [b]
Sink	ICP-MS	Ja	0,5 mg/kg tv	20 [b]
Selen	ICP-MS	Ja	0,01 mg/kg tv	25 [b]
Jern	ICP-MS	Nei	0,5 mg/kg tv	25 [b]
Kobolt	ICP-MS	Nei	0,02 mg/kg tv	20 [b]
Mangan	ICP-MS	Nei	0,03 mg/kg tv	20 [b]
Molybden	ICP-MS	Nei	0,1 mg/kg tv	20 [b]
Nikkel	ICP-MS	Nei	0,3 mg/kg tv	40
Krom	ICP-MS	Nei	0,03 mg/kg tv	40
Sølv	ICP-MS	Nei	0,01 mg/kg tv	25 [b]
Vanadium	ICP-MS	Nei	0,005 mg/kg tv	20 [b]
Uorganisk arsen	GC-ICPMS	Ja	0,0073 mg/kg tv	15-25
Dimetylarsinat (DMA(V))	HPLC-ICPMS (kationbyttet)	Nei	0,0073 mg/kg tv	20
Arsenobetain (AB)	HPLC-ICPMS (kationbyttet)	Nei	0,01 mg/kg tv	20
Trimetylarsinoksid (TMAO)	HPLC-ICPMS (kationbyttet)	Nei	0,004 mg/kg tv	40
Trimetylarsoniopropionat (TMAP)	HPLC-ICPMS (kationbyttet)	Nei	0,003 mg/kg tv	40
Arsenokolin (AC)	HPLC-ICPMS (kationbyttet)	Nei	0,008 mg/kg tv	15-25
Tetrametylarsoniumion (TETRA)	HPLC-ICPMS (kationbyttet)	Nei	0,009 mg/kg tv	15-25
PCDDs and PCDFs	HRGC/HRMS	Ja	0,001-0,4 pg/g vv[a]	20-35 [c]
Non-orto PCBs	HRGC/HRMS	Ja	0,004-0,7 pg/g vv[a]	25-40 [c]
Mono-orto PCBs	GC-MSMS	Ja	0,9-40 pg/g vv[a] (fisk og krepsdyr) 40-220 pg/g vv[a] (oljer)	30-50 [d]
PCB_6	GC-MSMS	Ja	0,005-0,06 ng/g vv[a] (fisk og krepsdyr) 0,2-0,4 ng/g vv[a] (oljer)	30
$PBDE_7$	GC-MSMS	Ja	0,00020-0,14 ng/g vv[a]	30-50 [d]
Tørrstoffinnhold	Frysetørking	Ja	2 g/100 g	10-35[e]
Fettinnhold	Gravimetri-etylacetat og isopropanol	Ja	0,1 g/100 g fett	5-12 [e]
Erukasyre (22:1n-9)	GC-FID	Nei[g]	10 mg/kg vv	10-100[f]
HBCD α-, β-, γ-	LC-MS/MS	Ja	0,006 pg/g vv	40
TBBP-A	LC-MS/MS	Ja	0,1 ng/g vv	40
3-MCPD and 3-MCPDE (uttrykt som 3-MCPD)	GC-MS/MS	Ja	100 µg/kg (met. PJCZ1) 20 µg/kg (met. PJCZ5)	31-60

Analytt	Instrumentering/Metode	Akkr.	LOQ	MU (%)
Glysidylester (uttrykt som glysidol)	GC-MS/MS	Ja	100 µg/kg (met. PJCZ1) 10 µg/kg (met. PJCZ5	32-45

a)Avhengig av analytt (kongener) og innveid mengde

b)Måleusikkerhet (MU) ved konsentrasjoner over 10xLOQ. Ved lavere konsentrasjoner er MU 40%.

d)Avhengig av analytt (kongener)

e)Avhengig av konsentrasjonsnivå

f)Avhengig av relativ konsentrasjon av erukasyre i forhold til totale fettsyrer: MU er 10 % ved relativ kons. >0,6 %, 50 % ved relativ kons. 0,2-0,5 % og 100 % ved relativ kons. <0,2 %

g)Ikke akkreditert pga. analyse med kun en parallell

Tabell 5 PFAS-metoden. Kvantifiseringsgrenser (LOQ, (µg/kg) og måleusikkerhet (MU) for hver PFAS-analytt ved analyse av henholdsvis fiskemuskel (fisk) og skalldyr på de to instrumentene LC-HRMS og LC-QQQ-MS. Akkrediteringsstatus er gitt: A= akkreditert.

Analytt	LOQ, Fisk		LOQ, Skalldyr		MU %, Fisk		MU% Skalldyr		Akkredi- tering	
	HRMS	QQQ	HRMS	QQQ	HRMS	QQQ	HRMS	QQQ	HRMS	QQQ
PFPeA - Perfluorpentylkarboksylsyre	0,50	0,20*	1,0	5,0*	30-40	50	30-50	40		
PFHxA - Perfluorheksylkarboksylsyre	0,50	1,0	0,50	1,0	20-40	40	20-50	30		
PFHpA - Perfluorheptylkarboksylsyre	0,20	0,20	0,50	0,10	20-40	30	20-40	30		
PFOA - Perfluoroktylkarboksylsyre	0,20	0,10	0,50	0,10	20-40	30	20-40	30	A	A
PFNA - Perfluornonylkarboksylsyre	0,50	0,10	0,50	0,10	20-40	30	20-40	30	A	A
PFDA - Perfluordekylkarboksylsyre	0,10	0,10	0,50	0,10	20-50	40	20-40	30		
PFUnDA - Perfluorundekylkarboksylsyre	0,20	1,0	0,50	0,50	20-40	30	20-40	30-40		
PFDoDA - Perfluordodekylkarboksylsyre	0,50	0,10	0,20	0,50	40-50	40	20-40	30		
PFTrDA - Perfluortridekylkarboksylsyre	0,50	1,0	-	-	40-50	40	-	-		
PFTeDA -Perfluortetradekylkarboksylsyre	0,50	0,10	5,0	0,50	40-50	40	40	30		
PFHxDA - Perfluorheksadekylkarboksylsyre	1,0	0,30	-	0,50	40-50	30-40	-	30		
PFBS - Perfluorbutylsulfonsyre	0,10	0,10	0,50	0,10	20-50	30	20-40	-		
PFPeS - Perfluorpentylsulfonsyre	0,10	0,10	0,50	0,50	40-50	30	50	30		
PFHxS - Perfluorheksylsulfonsyre	0,10	0,10	0,20	0,50	20-40	30	20-40	30	A	A
PFHpS - Perfluorheptylsulfonsyre	0,10	1,0	0,50	0,10	30-40	40	40	30		
PFOS - Perfluoroktylsulfonsyre	0,10	0,20	0,50	0,20	20-40	40	20-40	30	A	A
PFNS - Perfluornonylsulfonsyre	0,10	0,10	0,20	0,10	20-40	30	40	30		
PFDS - Perfluordekylsulfonsyre	0,10	0,10	0,50	0,20	20-40	40	40	30		
PFUnDS - Perfluorundekylsulfonsyre	0,20	0,10	5,0	-	20-40	30	60	-		
PFDoDS - Perfluordodekylsulfonsyre	0,50	0,10	-	-	20-40	30	-	-		
FOSA - Perfluoroktylsulfonamid	0,50	0,10	1,0	0,20	20-40	40	20-40	30		

3 - Resultater og diskusjon

3.1 - Kontrollprogrammet

3.1.1 - Kvikksølv, kadmium og bly

Nivået av kvikksølv i samleprøvene tatt ut i kontrollprogrammet varierte fra 0,012 til 0,64 mg/kg våtvekt, med lavest konsentrasjon i en prøve av kongekrabbe, og høyest i en prøve av brosme tatt ut hos Vikingkrabben AS (Tabell 6). Brosmeprøven med høyest kvikksølvnivå var over grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Det var en samleprøve av 10 brosme fisket i Åkrafjorden i november. Åkrafjorden er en sidegren til Hardangerfjordens ytre del, utenfor grensen for det området der det er advarsel mot å spise brosme i dag. I brosme fisket i dette området har det også i stikkprøvebasert overvåking tidligere vært målt kvikksølvkonsentrasjoner over grenseverdi.

En prøve av torsk var over grenseverdien som gjelder for torsk og mange andre av fiskeartene, på 0,3 mg/kg. Denne samleprøven av fem fisk, tatt ut av Fonn Egersund, var fisket i fangstområde 08/10 i Nordsjøen. Dette var forholdsvis store individer av torsk, med gjennomsnittlig lengde på 89 cm og 7,2 kg.

Alle andre prøver var godt under de respektive grenseverdiene som gjelder for kvikksølv, og mediankonsentrasjonene for de ulike artene varierte fra 0,026 mg/kg i kongekrabbe til 0,25 mg/kg våtvekt i brosme (Tabell 6, Figur 1, Figur 2). Lange hadde nest høyest mediankonsentrasjon og blåkveite hadde tredje høyeste nivå. Av fiskeartene hadde makrell og hyse lavest kvikksølvnivå, begge med en median på 0,030 mg/kg. Av krepsdyrprøvene hadde kongekrabbe lavest konsentrasjon, og klokjøtt av taskekrabbe hadde høyest kvikksølvnivå med en median på 0,082 mg/kg våtvekt. Det var ikke betydelig forskjell i kvikksølvkonsentrasjon mellom rå og kokte prøver av snøkrabbe eller reker (resultater ikke vist).

Nivåene målt i de ulike fiskeartene var omtrent det samme som i de samme fiskeartene tatt ut i

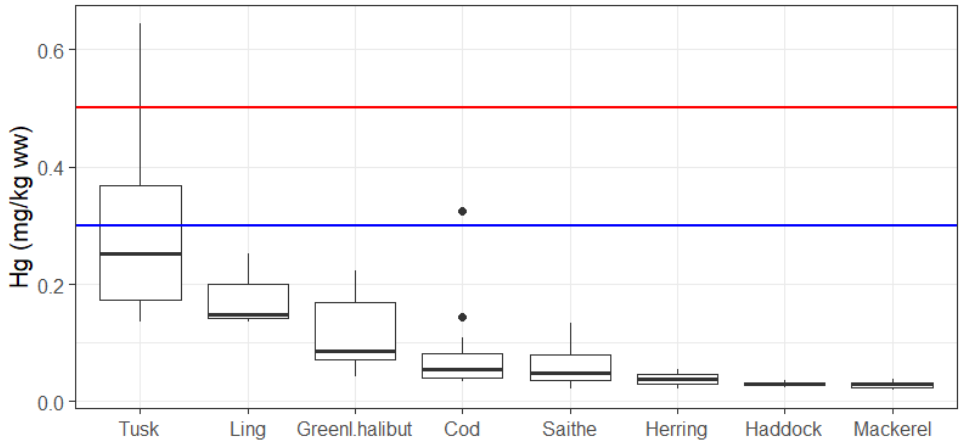
Tabell 6 Kvikksølvkonsentrasjon (mg/kg våtvekt) i de ulike artene av fisk og krepsdyr. Antall prøver (n), gjennomsnitt, standardavvik (sd) minste (min) og største verdi (max), median samt nedre og øvre kvartil (q25 og q75) er vist.

Species	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75
Tusk	8	0.302	0.179	0.137	0.64	0.25	0.17	0.37
Ling	3	0.179	0.064	0.135	0.25	0.15	0.14	0.20
Greenland halibut	7	0.119	0.070	0.042	0.22	0.087	0.071	0.168
Cod	13	0.0842	0.0785	0.035	0.32	0.055	0.041	0.082
Saithe	7	0.0620	0.0397	0.021	0.13	0.048	0.035	0.080
Herring	2	0.0376	0.0236	0.021	0.054	0.038	0.029	0.046
Haddock	2	0.0300	0.0085	0.024	0.036	0.030	0.027	0.033
Mackerel	13	0.0284	0.0053	0.020	0.037	0.030	0.024	0.032
Brown crab, claw	5	0.111	0.045	0.074	0.17	0.082	0.080	0.144
Brown crab, bm	5	0.0637	0.0275	0.040	0.10	0.049	0.044	0.080
Snowcrab	10	0.0633	0.0270	0.036	0.12	0.051	0.044	0.081
Kingcrab	10	0.0254	0.0093	0.012	0.039	0.026	0.017	0.032
Shrimp	15	0.0482	0.0369	0.019	0.18	0.040	0.035	0.047

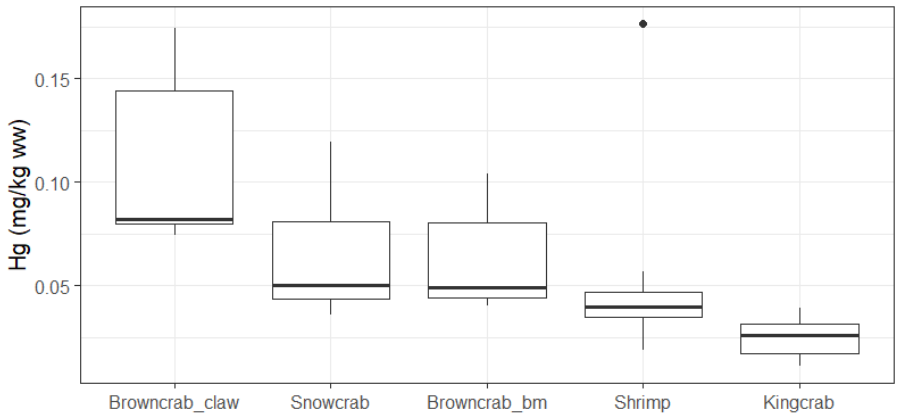
kontrollprogrammet i 2024 (Frantzen m.fl., 2025), da det for flere av artene ble tatt mange flere prøver enn nå i 2025.

Sammenlignet med andre tilgjengelige data på kvikksølv i ulike fiskearter, stemmer resultatene for kvikksølv i de undersøkte fiskeartene også rimelig godt. Disse dataene er publisert i mange ulike rapporter (Frantzen og Maage, 2016; Frantzen m.fl., 2015, 2024a, Kögel m.fl., 2021; Nilsen m.fl., 2010, 2012, 2013; Nilsen og Måge, 2016b; Julshamn m.fl., 2011, 2013a) ble oppsummert av Nilsen m.fl. (2025), og er også tilgjengelig på Sjømatdata.

Også konsentrasjonene som ble målt i krepdyrartene, stemte svært godt overens med tidligere målte kvikksølvkonsentrasjoner i de samme artene (Sjømatdata; Nilsen m.fl., 2025; Julshamn m.fl., 2012b).



Figur 1 Kvikksølvkonsentrasjon i samleprøver av fiskemuskel av ulike arter tatt ut i kontrollprogrammet for villfisk i 2025. Boksplottet viser median, kvartiler, minste og største verdi. Prikkene markerer uteliggere. Rød og blå linje markerer grenseverdiene på 0,5 mg/kg (brosme, lange og blåkveite) og 0,3 mg/kg (torsk, sei, hyse, sild og makrell).



Figur 2 Kvikksølvkonsentrasjon i samleprøver av ulike krepsdyrprøver, tatt ut i kontrollprogrammet for villfisk i 2025. For taskekrabbe (browncrab) er klokjøtt (claw) og brunmat (bm) vist separat. Boksplottet viser median, kvartiler, minste og største verdi. Prikkene markerer uteliggere. Grenseverdien på 0,5 mg/kg som kun gjelder muskel av reker og gangbein eller klør av krabber, er utenfor skalaen og ikke vist.

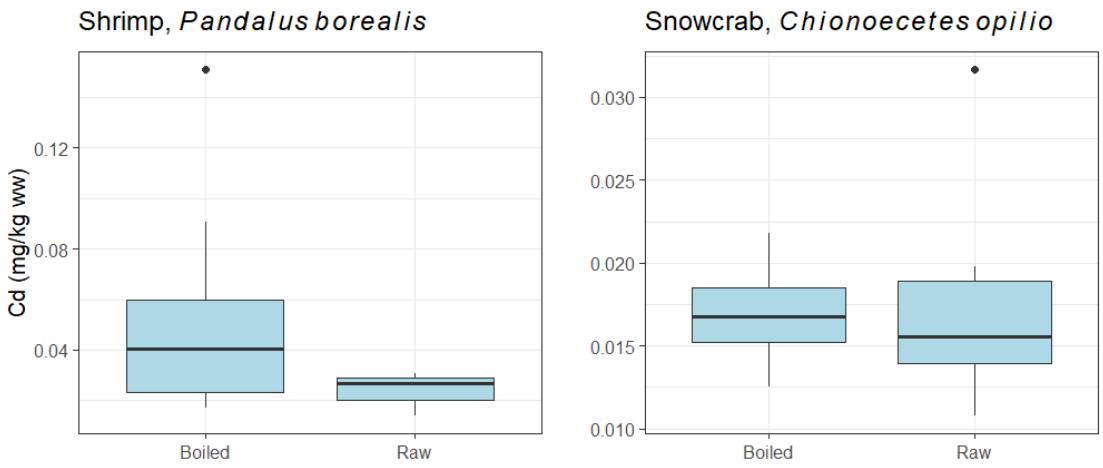
Kadmiumkonsentrasjonen i prøvene varierte fra <0,0005 mg/kg til 8,5 mg/kg våtvekt, med den høyeste konsentrasjonen målt i en prøve av brunmat av krabbe (Tabell 7). Ingen prøver hadde konsentrasjoner over grenseverdien på 0,05 mg/kg som gjelder de fleste fiskearter, 0,1 mg/kg som gjelder for enkelte fiskearter inkludert makrell, eller 0,5 mg/kg som gjelder muskel av krepsdyr. Grenseverdien gjelder ikke for brunmat av krabbe. For torsk, hyse, lange, sei og brosme var kadmiumkonsentrasjonene i 86–100 % av prøvene under LOQ (Tabell 7). For fiskeartene der det var mulig å beregne gjennomsnittsverdier, varierte disse fra 0,0015 mg/kg våtvekt i blåkveite til 0,013 mg/kg i makrell. For blåkveite så nivået ut til å være noe lavere enn det som er målt tidligere, mens for sild og makrell var konsentrasjonene i samme område som målt før (se Sjømatdata). Også tidligere er det målt noe høyere kadmiumkonsentrasjoner i fete fiskearter enn i de magre artene. Nivåene er uansett svært lave i fiskemuskel.

For krepsdyrartene varierte gjennomsnittsverdiene fra 0,0068 mg/kg våtvekt i kongekrabbe til 0,16 mg/kg i klokjøtt og 4,5 mg/kg i brunmat fra taskekrabbe. Brunmat av krabbe er kjent for høye kadmiumkonsentrasjoner, og det er stor variasjon både geografisk og mellom individer (Julshamn m.fl., 2012b, Wiech, 2018, Wiech m.fl., 2020), som også vist Tabell 8. Krabbene med lavest konsentrasjon, 1,8 mg/kg, var fisket på Sørlandet, ved Lillesand. De øvrige prøvene hadde kadmiumkonsentrasjoner mellom 3,9 og 8,5 mg/kg. En av prøvene var tatt ut ved Averøya på Nordmøre, og resten rundt 66-66,5 °N i Nordland sør for Saltenfjorden. Kadmiumverdiene var i samme konsentrasjonsområde som det som er målt i kokt krabbe i ulike tidligere undersøkelser med gjennomsnitt på 11 mg/kg i brunmat av krabbe fra Nord-Norge nord for Saltenfjorden og 2,2 mg/kg sør for Salten (oppsummert i Nilsen m.fl., 2025).

Av prøvene av reker og snøkrabbe, var noen tatt etter koking og noen ble tatt i fersk og ukokt tilstand. Konsentrasjonen av kadmium var høyere i kokte reker enn i rå reker (Figur 3), mens for snøkrabbe var det ikke betydelig forskjell. Siden kadmium akkumuleres i fordøyelseskjertelen hos krepsdyrene, og rekene kokes hele, kan det skje en overføring av kadmium fra fordøyelseskjertelen til muskelkjøttet i kokeprosessen, som vist for taskekrabbe (Wiech m.fl., 2017). Dette ser ut til å være tilfelle for reker, mens det ikke skjer i samme grad hos snøkrabbe. Nivået av kadmium i pillede reker er likevel lave og godt under grenseverdien, også i kokte reker.

Tabell 7 Kadmiumkonsentrasjon i de analyserte fiske- og krepsdyrartene. Andel prøver under LOQ er gitt (<LOQ (%)). Gjennomsnitt er gitt for arter der resultatet for mer enn 50 % av prøvene er ≥ LOQ. Median og kvartiler (q25 og q75) er angitt med upperbound konsentrasjon, det vil si at konsentrasjon < LOQ er satt lik LOQ.

Species	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ (%)
Cod	13			<0.0008	<0.001				100
Greenland halibut	7	0.0015	0.0006	<0.001	0.0025	0.0015	<0.001	0.0017	43
Haddock	2			<0.0008	<0.001				100
Herring	2	0.012	0.0068	0.0068	0.016	0.012	0.0091	0.014	0
Ling	3			<0.0008	<0.001				100
Mackerel	13	0.013	0.005	0.004	0.020	0.014	0.009	0.015	0
Saithe	7			<0.0005	0.0010	<0.001	<0.00085	<0.001	86
Tusk	8			<0.0009	0.0015	<0.0009	<0.0009	<0.00093	88
Brown crab, claw	5	0.157	0.134	0.018	0.38	0.12	0.10	0.16	0
Brown crab, bm	5	4.52	2.45	1.8	8.5	4.0	3.9	4.3	0
Snow crab	10	0.017	0.006	0.011	0.032	0.016	0.014	0.019	0
Red king crab	10	0.0068	0.0030	0.0041	0.013	0.0052	0.0048	0.0090	0
Shrimp	15	0.045	0.036	0.014	0.15	0.031	0.022	0.056	0



Figur 3 Sammenligning av kadmiumkonsentrasjoner (Cd, mg/kg våtvekt) i kokte (boiled) og rå (raw) reker (shrimp, venstre) og snøkrabbe (snowcrab, høyre). Medianverdi, kvartiler og minste og største verdi er gitt, samt uteliggere (prikker). Legg merke til ulik skala på de to y-aksene.

Bly viste svært lavt nivå i alle fiskeartene, med konsentrasjoner under LOQ (<0,003– <0,01 mg/kg våtvekt) i alle prøver av sild, lange, makrell, sei og brosme (Tabell 8). Kun en prøve av torsk, en prøve av blåkveite og en prøve av hyse hadde målbare men lave konsentrasjoner, mellom 0,0046 og 0,017 mg/kg våtvekt og godt under grenseverdien som gjelder for bly i fisk på 0,3 mg/kg våtvekt.

Av krepsdyrartene hadde også alle prøvene av snøkrabbe blykonsentrasjoner under LOQ (Tabell 8), og bare en

av 10 kongekrabbeprøver hadde målbar, men lav konsentrasjon på 0,015 mg/kg våtvekt. Av rekeprøvene hadde rundt halvparten av prøvene målbare blykonsentrasjoner, men alle konsentrasjonene var svært lave, med en medianverdi på 0,0062 mg/kg og høyeste verdi på 0,023 mg/kg våtvekt. Klokjøtt av krabbe hadde omtrent samme blynivå som reker, med median på 0,0067 mg/kg og maksverdi 0,020 mg/kg, og 40 % av prøvene under LOQ. Det var altså ingen av muskelprøvene av krepsdyr som hadde konsentrasjoner av bly over grenseverdien som gjelder bly i muskel av krepsdyr, på 0,5 mg/kg våtvekt.

Alle prøvene av brunmat av taskekrabbe hadde målbare konsentrasjoner av bly (Tabell 8). Konsentrasjonene var imidlertid lave, med en median på 0,025 mg/kg og maksverdi på 0,051 mg/kg våtvekt. Medianverdien er litt lavere enn det som er målt i taskekrabbe i tidligere, der en medianverdi på 0,038 mg/kg er beregnet (Nilsen m.fl., 2025). Brunmat av krabbe akkumulerer mange ulike metaller, også bly, fordi fordøyelseskjertelen inneholder metallothionein som binder ulike metaller.

Tabell 8 Blykonsentrasjoner i de analyserte fiske- og krepsdyrartene. Andel prøver under LOQ er gitt (<LOQ (%)). Gjennomsnitt er gitt for arter der resultatet for mer enn 50 % av prøvene er ≥ LOQ. Median og kvartiler (q25 og q75) er angitt med upperbound konsentrasjon, det vil si at konsentrasjon < LOQ er satt lik LOQ.

Species	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75	%<LOQ
Cod	13			<0.004	0.011	<0.005	<0.004	<0.005	92.3
Greenland halibut	7			<0.004	0.017	<0.006	<0.0045	<0.006	85.7
Haddock	2			0.0046	<0.005	0.0048	0.0047	0.0049	50
Herring	2			<0.007	<0.007				100
Ling	3			<0.004	<0.005				100
Mackerel	13			<0.008	<0.01				100
Saithe	7			<0.003	<0.005				100
Tusk	8			<0.004	<0.005				100
Brown crab, bm	5	0.0298	0.0124	0.019	0.051	0.025	0.024	0.029	0
Brown crab, claw	5	0.0093	0.0061	0.0054	0.020	0.0067	<0.006	0.0082	40
Snow crab	10			<0.004	<0.02				100
Red king crab	10			<0.003	<0.02*	<0.004	<0.004	0.0048	90
Shrimp	15	0.0087	0.0052	<0.005	0.023	0.0062	<0.006	0.0085	46.7

*En målbar verdi på 0.015 mg/kg, lavere enn høyeste LOQ

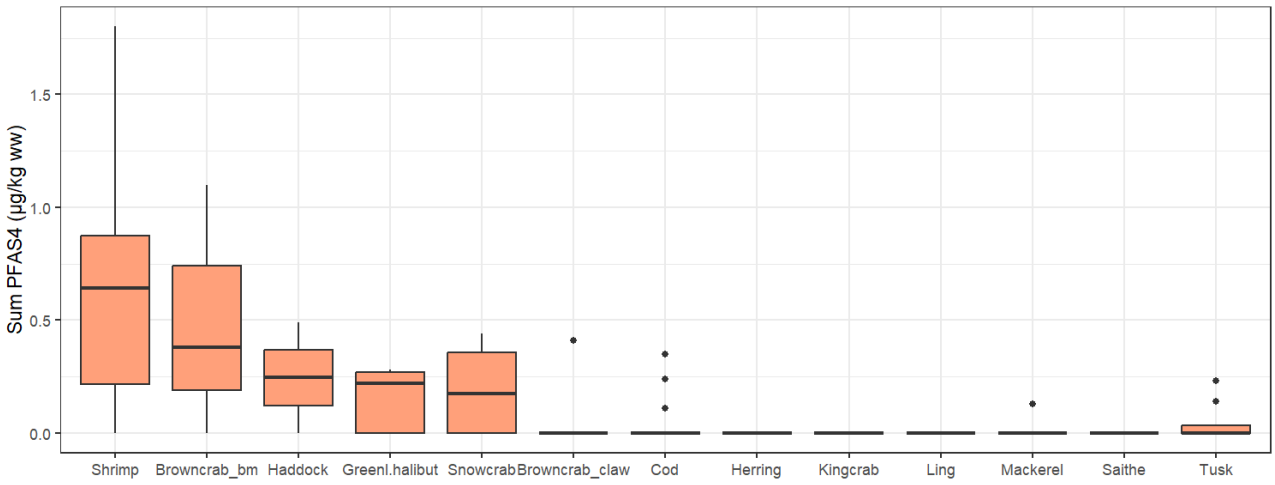
Resultatene for andre metaller som ikke har grenseverdi, men som ble analysert sammen med kvikksølv, kadmium og bly i multielementmetoden, er gitt i vedlegget (Tabell 25) og ikke beskrevet nærmere her. Resultater for arsen er gitt i kapittel 3.2.1.

3.1.2 - Per- og polyfluorerte alkylstoffer (PFAS)

Alle prøvene i kontrollprogrammet ble analysert for PFAS, og ingen av dem hadde konsentrasjoner over grenseverdiene som gjelder for PFOS, PFOA, PFNA og PFHxS og summen av disse, sum PFAS4 (Tabell 9, Figur 4).

Sum PFAS4 er lowerbound-summen av PFOS, PFOA, PFNA og PFHxS, der verdier under LOQ er satt lik 0. Reker hadde høyest gjennomsnitts- og mediankonsentrasjon av sum PFAS4, med en median på 0,64 µg/kg våtvekt og den høyeste enkeltverdien av sum PFAS4 på 1,8 µg/kg. Brunmat av krabbe hadde nest høyest medianverdi, med 0,38 µg/kg våtvekt og 1,1 µg/kg som høyeste enkeltverdi. Deretter fulgte hyse, blåkveite og snøkrabbe, mens de øvrige artene alle hadde mediankonsentrasjoner på null, da de fleste prøvene ikke hadde noen av de fire PFAS-forbindelsene over LOQ.

Perfluoroktylsulfonsyre, PFOS, hadde målbare konsentrasjoner i flest prøver (Tabell 9). Konsentrasjonene av PFOS varierte fra <0,1 til 1,4 µg/kg, med den høyeste verdien i en prøve av reker. Median PFOS-konsentrasjon var høyest i reker, med 0,53 µg/kg, fulgt av blåkveite med 0,22 µg/kg og snøkrabbe med 0,20 µg/kg våtvekt. Rekene med de høyeste konsentrasjonene av PFOS (>0,8 µg/kg) var fisket langs kysten mot Norskehavet og en øst i Finnmark. PFHxS var under LOQ i alle prøvene (Tabell 9), med unntak av en prøve av krabbe-brunmat, som hadde en konsentrasjon på 0,38 µg/kg våtvekt. PFOA var under LOQ i alle prøvene unntatt én prøve av krabbe-brunmat og en prøve av krabbe-klokjøtt. I fisk hadde de fleste prøvene også PFNA under LOQ, bare to prøver, en av torsk og en av hyse, hadde målbare, men lave konsentrasjoner (henholdsvis 0,13 og 0,21 µg/kg våtvekt).



Figur 4 Konsentrasjon av sum PFAS4 (Summen av PFOS, PFOA, PFNA og PFHxS, µg/kg våtvekt) i samleprøver av muskel av ulike fiske- og krepsdyrarter samt brunmat av krabbe, tatt ut i kontrollprogrammet for villfisk i 2025. Boksplottet viser median, kvartiler, minste og største verdi. Prikkene markerer uteliggere. Grenseverdiene på 2,0 og 5,0 som gjelder henholdsvis fisk og krepsdyr er utenfor skalaen og ikke vist.

Tabell 9 Resultater for de fire PFAS-forbindelsene det er satt grenseverdier for i EU og Norge; Perfluoroktylsulfonsyre (PFOS), perfluoroktylkarboksylsyre (PFOA), perfluornonylkarboksylsyre (PFNA) og perfluorheksylsulfonsyre (PFHxS), samt summen av disse (sum PFAS4, beregnet med «lowerbound» LOQ, LB). Grenseverdier som gjelder ved omsetning av fisk og krepsdyr1 er også gitt (ML).

		PFOS	**PFOA**	**PFNA**	**PFHxS**	**SUM PFAS4 LB**
Unit µg/kg vv	ML	2.0/3.0[1]	0.20/0.70[1]	0.50/1.0[1]	0.20/1.5[1]	2.0/5.0[1]
Species	N	Mean (median) min-max (n≥LOQ)	min-max (n≥LOQ)	min-max (n≥LOQ)	Min – max (n≥LOQ)	Mean (median) min - maks
Cod	13	(<0.2) <0.2 – 0.24 (4)	<0.1 – <0.2	<0.1 – <0.5 (1)[2]	<0.1 – <0.1	0.0623 (0) 0 – 0.35
Greenland halibut	7	0.233 (0.22) <0.2 – 0.28 (4)	<0.1 – <0.2	<0.1 – <0.5	<0.1 – <0.1	0.149 (0.22) 0 – 0.28
Haddock	2	0.24 <0.2 – 0.28 (1)	<0.1 – <0.1	<0.1 – 0.21 (1)	<0.1 – <0.1	0.245 (0.25) 0 – 0.49
Herring	2	<0.2 – <0.2	<0.1 – <0.1	<0.1 – <0.1	<0.1 – <0.1	0
Ling	3	<0.1 – <0.2	<0.1 – <0.2	<0.1 – <0.5	<0.1 – <0.1	0
Mackerel	13	<0.1 – <0.2 (1)[2]	<0.1 – <0.2	<0.1 – <0.5	<0.1 – <0.1	0.010 (0) 0 – 0.13
Saithe	7	<0.1 – <0.2	<0.1 – <0.2	<0.1 – <0.5	<0.1 – <0.1	0
Tusk	8	<0.1 – 0.23 (2)	<0.1 - <0.2	<0.1 – <0.5	<0.1 – <0.1	0.0463 (0) 0 – 0.23
Brown crab, bm	3[3]	<0.5 – 0.71 (1)	0.25 – <0.5[2] (1)	0.15 – <0.5[2] (1)	<0.2 – <0.5[2] (1)	0.493 (0.38) 0 – 1.1
Brown crab, claw	5	0.27 – <0.5[2] (1)	0.14 – <0.5[2] (1)	<0.1 – <0.5	<0.2 – <0.5	0.082 (0) 0 – 0.41
Snow crab	10	0.226 (0.20) <0.2 – 0.32 (5)	<0.1 – <0.1	0.118 (0.11) <0.1 – 0.16 (5)	<0.5 – < 0.5	0.194 (0.18) 0 – 0.44
Red king crab	10	<0.2 – <0.5	<0.1 – <0.5	<0.1 – <0.5	<0.2 – <0.5	0
Shrimp	15	0.642 (0.53) 0.30 – 1.4 (11)[4]	<0.1 – <0.5	(<0.5) (0.12 – <0.5) (7)	<0.2 – <0.5	0.61 (0.64) 0 – 1.8

[1]Grenseverdier som gjelder for krepsdyr.

[2]Det var målbare konsentrasjoner med verdi mellom minste og største <LOQ-verdi.

[3]To prøver vil bli analysert med en ny metode senere.

[4]Det var verdier <LOQ mellom minste og største målbare verdi

Av krepsdyrene var det på sin side flere prøver av krabbe-brunmat, snøkrabbe og reker som hadde målbare konsentrasjoner av PFNA, men det var kun lave verdier, og alle var lavere enn den høyeste LOQ-verdien på 0,5 µg/kg våtvekt.

Resultatene for PFAS stemmer stort sett overens med resultatene for 2024 og 2023, i den grad sammenligning er mulig (Frantzen m.fl., 2024b; 2025). For eksempel fant vi også i 2023 at reker hadde høyere PFAS-konsentrasjoner enn fiskeartene som ble analysert. Da fant vi også at hele reker hadde enda høyere konsentrasjoner enn pillede reker. Her har vi bare analysert pillede reker.

Resultatene for andre PFAS-forbindelser enn de som er satt grenseverdi for, er gitt i vedlegget (Tabell 22).

3.1.3 - Dioksiner og dioksinlignende PCB

Resultatene for sum dioksiner, sum dioksinlignende PCB (dl-PCB) og sum dioksiner og dl-PCB i de artene som ble analysert for dette, er vist i Tabell 10, Tabell 11 og Tabell 12. Alle artene bortsett fra torsk, brosme og lange, ble analysert for disse fettløselige organiske miljøgiftene.

Gjennomsnittlig konsentrasjon av sum dioksiner og dl-PCB i fiskeartene varierte fra 0,041 ng TE/kg i hyse til 1,5 ng TE/kg i blåkveite (Tabell 10). Makrell og sild hadde gjennomsnittsverdier på henholdsvis 0,673 og 0,460 ng TE/kg våtvekt. Blant krepsdyrartene hadde brunmat av krabbe mye høyere konsentrasjoner av dioksiner og dl-PCB enn alle de andre prøvene, med gjennomsnitt 2,14 og median 0,97 ng TE/kg våtvekt. Muskelkjøtt av hyse, snøkrabbe og kongekrabbe hadde nokså like gjennomsnittsnivåer på henholdsvis 0,041, 0,042 og 0,045 ng TE/kg, og sei, reker og taskekrabbe-klokjøtt hadde alle snitt på 0,088 ng TE/kg. Den høyeste enkeltverdien av sum dioksiner og dl-PCB var på 6,3 ng TE/kg i en prøve av krabbe-brunmat, og den nest-høyeste var en blåkveiteprøve med 2,5 ng TE/kg. Alle prøvene var altså langt under grenseverdien som gjelder for dioksiner og dl-PCB i sjømat, på 6,5 ng TE/kg våtvekt. Grenseverdien gjelder ikke brunmat av krabbe.

Også sum dioksiner var godt under grenseverdien på 3,5 ng TE/kg våtvekt i alle prøvene, med den høyeste konsentrasjonen i fisk i en prøve på 0,88 ng TE/kg, målt i en prøve av blåkveite (Tabell 11). Blåkveite hadde også den høyeste gjennomsnittskonsentrasjonen, med 0,554 ng TE/kg våtvekt. Den høyeste enkeltkonsentrasjonen i krepsdyr ble målt i krabbe-brunmat, med 4,0 ng TE/kg våtvekt, og gjennomsnittet var på 1,22 ng TE/kg våtvekt. Ellers var fordelingen mellom artene den samme for sum dioksiner som for sum dioksiner og dl-PCB, men det var mindre forskjell mellom makrell og sild og større variasjon blant de magre muskelprøvene.

I Figur 5 er det vist hvordan konsentrasjonene av de ulike kongenergruppene av dioksiner og dioksinlignende PCB (dioksiner, furaner, mono-orto PCB og non-orto PCB) varierte blant de tre fiskeartene med høyest nivå og krabbe-brunmat. Non-orto PCB dominerte klart hos alle artene og mer hos makrell enn hos sild. Figuren viser ellers tydelig at det var en krabbeprøve som hadde mye høyere konsentrasjoner i brunmat enn de andre prøvene, og denne hadde en dominans av furaner og også relativt mye dioksiner, noe som tyder på at det er eller har vært en utslippskilde for dioksiner i området. Krabbene var fisket ved Ulvøysund i Lillesand, relativt nært utløpet til Kristiansandsfjorden. Klokjøtt av de samme prøvene hadde kun lave nivåer.

Prøvene av blåkveite tatt i 2025 hadde konsentrasjoner av dioksiner og dl-PCB som varierte fra 0,46 til 2,5 ng TE/kg med et gjennomsnitt på 1,5 ng TE/kg. I kontrollprogrammet for 2024 ble det kun analysert én prøve av blåkveite, med en sum dioksiner og dl-PCB i nedre del av dette området, med 0,64 ng TE/kg våtvekt (Frantzen m.fl., 2025). Nivået var også relativt likt blåkveite analysert i 2017-2021, som hadde gjennomsnittlig sum dioksiner og dl-PCB på 1,9 ng TE/kg våtvekt (Nilsen m.fl., 2025). Fire av blåkveiteprøvene fra 2025 var tatt i Norskehavet (Område 05), en i Barentshavet og for to av prøvene var det bare oppgitt at de var fisket i FAO område 27, Nordøst-Atlanteren nord for Afrika.

De gjennomsnittlige konsentrasjonene av dioksiner og dl-PCB i makrell og sild var på samme nivå som i kontrollprogrammet for 2024 (Frantzen m.fl., 2025). I makrell var gjennomsnittsnivået i 2024 0,638 ng TE/kg og i 2025 0,673 ng TE/kg, og i sild var snittverdiene de to årene henholdsvis 0,513 og 0,460 ng TE/kg våtvekt. For makrell var gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dl-PCB målt her litt lavere enn det som ble målt i basisundersøkelsen (2007-2009) og i oppfølgende overvåking (2012-2022) (Frantzen m.fl., 2010; Sjomatdata). Makrellprøvene tatt ut i 2025 var fisket i Norskehavet eller i Nordsjøen, og noen prøver så langt vest som Shetland og nord for Skottland. I den oppfølgende overvåkingen av makrell har det alltid vært inkludert prøver fra Skagerrak, der nivået av disse stoffene er betydelig høyere sammenlignet med Norskehavet og Nordsjøen (Frantzen m.fl., 2010), og det kan muligens forklare forskjellene. For sild hadde vi kun to prøver i 2025, begge

fisket i Norskehavet og altså NVG-sild. Konsentrasjonene av dioksiner og dl-PCB i de to prøvene var lavere enn det som er målt i NVG-sild tidligere, i basisundersøkelsene og i oppfølgende overvåking (Frantzen m.fl., 2009, 2011; Nilsen m.fl., 2025; Sjomatdata; Forurensning i norsk vårgytende sild i Norskehavet).

Konsentrasjonene av dioksiner og dl-PCB målt i muskel fra gangbein av kongekrabbe og snøkrabbe, var lavere enn det som har blitt målt i tidligere kartlegging og stikkprøvebasert overvåking (Nilsen m.fl., 2025; Julshamn m.fl., 2015; Sjømatdata). Kartlegging av fremmedstoffer i kongekrabbe ble gjort i 2012, så det er kanskje ikke uventet at konsentrasjonene har avtatt siden den gang. Også for reker ser nivåene av dioksiner og dioksinlignende PCB målt her ut til å være lavere enn det som er målt i pillede reker frem til og med 2021 (Nilsen m.fl., 2025). Men nivåene er sammenlignbare med resultatene fra overvåking i 2023 (Sjomatdata).

Brunmat av krabbe hadde lavere konsentrasjoner enn gjennomsnittet for brunmat av krabbe fra hele kysten analysert i 2011 (Julshamn m.fl., 2012b). Dette er også relativt gamle data. Brunmatprøven med den høyeste konsentrasjonen her var også lavere enn den 95 % høyeste verdien fra 2011. Klokjøtt av taskekrabbe ble ikke analysert for organiske miljøgifter i kartleggingen i 2011.

Tabell 10 Konsentrasjon (ng 2005-TE/kg våtvekt) av sum dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB (sum dioxins + dl-PCBs) i de ulike analyserte fiske- og krepsdyrartene. Resultatene er vist som antall prøver (n), gjennomsnitt, standardavvik (sd) minste (min) og største verdi (max), median samt nedre og øvre kvartil (q25 og q75).

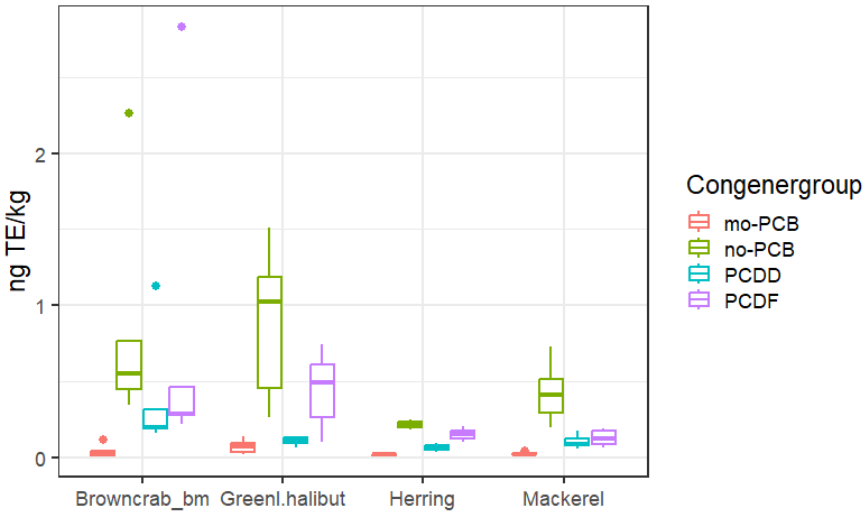
Sum dioxins + dl-PCBs, ng TEQ/kg wet weight				**Maximum level: 6,5 ng TEQ/kg wet weight**				
Species	**n**	**mean**	**sd**	**min**	**max**	**median**	**q25**	**q75**
Greenland halibut	7	1.50	0.77	0.46	2.5	1.7	0.87	2.0
Mackerel	13	0.673	0.216	0.37	1.1	0.65	0.51	0.80
Herring	2	0.460	0.088	0.40	0.52	0.46	0.43	0.49
Saithe	7	0.0876	0.0435	0.035	0.16	0.094	0.056	0.11
Haddock	2	0.0410	0.0128	0.032	0.050	0.041	0.036	0.045
Brown crab bm	5	2.14	2.37	0.83	6.3	0.97	0.95	1.6
Brown crab claw	5	0.0875	0.0369	0.043	0.14	0.090	0.064	0.10
Shrimp	15	0.0879	0.0395	0.037	0.16	0.088	0.051	0.12
Snow crab	10	0.0416	0.0164	0.027	0.074	0.035	0.031	0.046
King crab	10	0.0454	0.0142	0.023	0.069	0.041	0.039	0.051

Tabell 11 Konsentrasjon (ng 2005-TE/kg våtvekt) av sum dioksiner og furaner (sum dioxins) i de ulike analyserte fiske- og krepsdyrartene. Resultatene er vist som antall prøver (n), gjennomsnitt, standardavvik (sd) minste (min) og største verdi (max), median samt nedre og øvre kvartil (q25 og q75).

Sum dioxins, ng TEQ/kg wet weight						**Maximum level: 3,5 ng TEQ/kg wet weight**		
Species	**n**	**mean**	**sd**	**min**	**max**	**median**	**q25**	**q75**
Greenland halibut	7	0.554	0.255	0.17	0.88	0.59	0.38	0.74
Mackerel	13	0.232	0.065	0.15	0.36	0.24	0.18	0.26
Herring	2	0.222	0.031	0.20	0.24	0.22	0.21	0.23
Saithe	7	0.0449	0.0289	0.016	0.098	0.040	0.024	0.056
Haddock	2	0.0263	0.0006	0.026	0.027	0.026	0.026	0.027
Brown crab bm	5	1.22	1.54	0.38	4.0	0.49	0.47	0.79
Brown crab claw	5	0.0693	0.0289	0.031	0.11	0.078	0.051	0.079
Shrimp	15	0.0594	0.0240	0.025	0.11	0.056	0.040	0.077
Snow crab	10	0.0350	0.0135	0.021	0.062	0.029	0.027	0.039
King crab	10	0.0301	0.0049	0.019	0.037	0.030	0.029	0.033

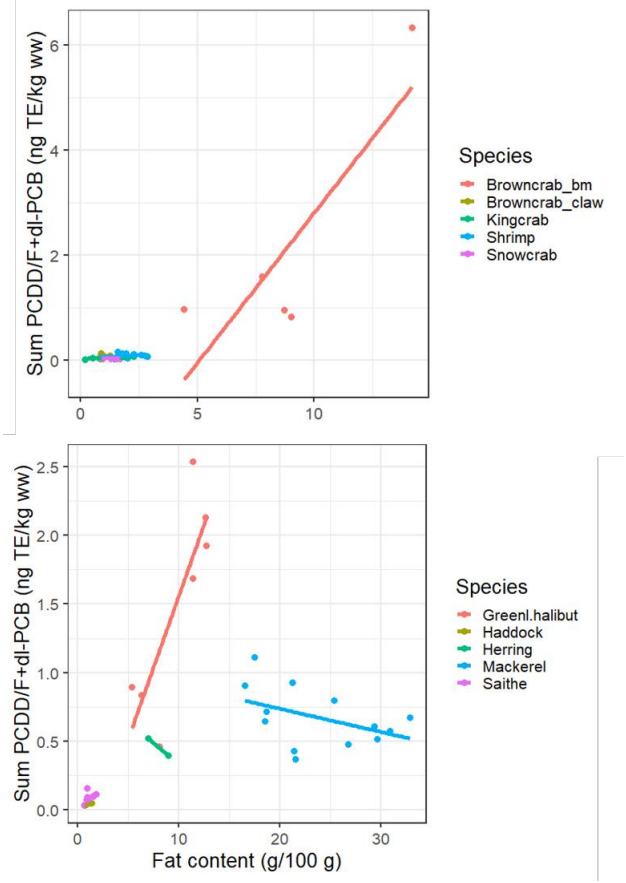
Tabell 12 Konsentrasjon (ng 2005-TE/kg våtvekt) av sum dioksinlignende PCB (sum dl-PCBs) i de ulike analyserte fiske- og krepsdyrartene. Resultatene er vist som antall prøver (n), gjennomsnitt, standardavvik (sd) minste (min) og største verdi (max), median samt nedre og øvre kvartil (q25 og q75).

Sum dl-PCBs, ng TEQ/kg wet weight								
Species	**n**	**mean**	**sd**	**min**	**max**	**median**	**q25**	**q75**
Greenland halibut	7	0.942	0.517	0.29	1.7	1.1	0.49	1.3
Mackerel	13	0.441	0.162	0.21	0.78	0.44	0.31	0.55
Herring	2	0.238	0.057	0.20	0.28	0.24	0.22	0.26
Saithe	7	0.0427	0.0183	0.012	0.060	0.048	0.035	0.054
Haddock	2	0.0147	0.0122	0.0061	0.023	0.015	0.010	0.019
Brown crab bm	5	0.920	0.833	0.36	2.4	0.59	0.47	0.81
Brown crab claw	5	0.0182	0.0093	0.012	0.033	0.012	0.012	0.022
Shrimp	15	0.0285	0.0173	0.010	0.059	0.024	0.013	0.041
Snow crab	10	0.0066	0.0033	0.0020	0.012	0.006	0.0044	0.0078
King crab	10	0.0153	0.0105	0.0036	0.034	0.012	0.010	0.020



Figur 5 Sum konsentrasjoner (ng TE/kg våtvekt) av ulike kongenergrupper av dioksiner og dioksinlignende PCB i de fire prøvetypene med høyest nivå. Ulike farger markerer som vist mo-PCB = mono-orto PCB, no-PCB = non-orto PCB, PCDD = dioksiner og PCDF = furaner. Boksplottet viser median, kvartiler, minste og største verdi. Prikkene markerer uteliggere.

Dioksiner og PCB er fettløselige forbindelser, og konsentrasjonene varierte med fettinnhold på ulike måter i de ulike artene (Figur 6). Brunmat av krabbe økte tilsynelatende sterkt med fettinnhold fordi prøven med høyest konsentrasjon av dioksiner og dl-PCB også hadde mye høyere fettinnhold enn de andre prøvene. For fisk var det en økende konsentrasjon med økende fettinnhold hos blåkveite, mens makrell hadde en heller avtakende konsentrasjon med økende fettinnhold. I 2024 fant vi ingen sammenheng mellom fettinnhold og konsentrasjon av dioksiner og dl-PCB hos makrell. Det er tidligere vist at konsentrasjonen av fettløselige organiske miljøgifter i fiskemuskel øker med økende fettinnhold opp til et fettinnhold på ca. 10 %, for deretter å flate ut (Ho m.fl., 2023). Dette forklares med vekstfortynning som skjer fordi inntaket av fett er høyere enn inntaket av miljøgifter. Fettinnholdet hos makrell i denne undersøkelsen varierte fra 17 til 33 % (Tabell 24), mens hos blåkveite varierte det fra 5 til 13 %. Figur 6 viser også at makrell hadde mye lavere konsentrasjon av sum dioksiner og dl-PCB enn blåkveite tross høyere fettinnhold, og dette skyldes at blåkveite i hovedsak spiser annen fisk og derfor er på høyere nivå i næringskjeden enn makrell som spiser mest plankton, men også noe småfisk.



Figur 6 Spredningsplott som viser forholdet mellom fettinnhold på fisken i samleprøvene (g/100 g) og konsentrasjonene (ng TE/kg våtvekt) av sum dioksiner, furaner og dl-PCB i ulike krepsdyrarter (øverst) og fiskearter (nederst). Merk at det er ulike skalaer på x- og y-aksene på de to figurene.

3.1.4 - Ikke-dioksinlignende PCB, PCB6

Resultatene for sum ikke-dioksinlignende PCB (sum PCB6) i de artene som ble analysert for dette er vist i Tabell 13. Variasjonen følger omtrent samme mønster som for dioksiner og dioksinlignende PCB. Gjennomsnittlig konsentrasjon av sum PCB6 varierte fra 0,083 µg/kg våtvekt i kongekrabbe til 11,3 µg/kg i blåkveite. Blåkveite hadde også den høyeste enkeltverdien for sum PCB6 med 24 µg/kg. Alle prøvene hadde konsentrasjoner godt under grenseverdien som gjelder for sum PCB6 i sjømat, på 75 µg/kg våtvekt. Brunmat av taskekrabbe hadde også relativt høyt PCB6, med et gjennomsnitt på 5,96 µg/kg og høyeste målte verdi 16 µg/kg.

Nivået av sum PCB6 målt i blåkveite var på nivå med gjennomsnittet for alle blåkveiteprøver analysert gjennom HIs overvåking i 2017-2021, på 12 µg/kg våtvekt, som var betydelig lavere enn det som ble funnet i blåkveite fra Norskehavet i 2011-2015 (Nilsen m.fl., 2025). Nivået målt i brunmat og klokjøtt av taskekrabbe var lavt sammenlignet med det som ble målt i prøver av kokte krabber tatt langs hele kysten fra Hvaler til Vesterålen i 2012 (Julshamn m.fl., 2012b), og også i forhold til rå krabbeprøver analysert i 2022 (Nilsen m.fl., 2025).

Av øvrige arter hadde de fete artene makrell og sild betydelig høyere konsentrasjoner enn de magre fiskeartene og muskelprøvene av krepsdyr. Makrell hadde noe høyere gjennomsnittlig PCB6-konsentrasjon, med 3,84 µg/kg, enn sild, som hadde 2,77 µg/kg (Tabell 14). Konsentrasjonene av sum PCB6 målt i makrell og sild i dette prosjektet er på samme nivå som eller lavere enn det som har vært målt i makrell og sild tidligere. I 2024 hadde makrell og sild gjennomsnittskonsentrasjoner av sum PCB6 på henholdsvis 3,4 og 3,1 µg /kg våtvekt (Frantzen

m.fl., 2025). For makrell var gjennomsnittskonsentrasjonen av sum PCB6 omtrent på samme nivå som det som er målt ved HIs overvåking i Nordsjøen og Norskehavet (Nilsen m.fl., 2025). De to prøvene av sild rapportert her, var prøvetatt i Norskehavet, og gjennomsnittsnivået av PCB6 var lavere enn snittet for sild fra Norskehavet målt gjennom HIs overvåking i 2017 og 2020, der gjennomsnittet var 5,7 µg /kg våtvekt (Nilsen m.fl., 2025).

Kongekrabbe og snøkrabbe hadde de laveste konsentrasjonene av PCB6, med gjennomsnitt på 0,083 og 0,090 µg/kg. Konsentrasjonene var lavere enn det som har blitt målt i tidligere kartlegging og stikkprøvebasert overvåking (Nilsen m.fl., 2025; Julshamn m.fl., 2015; Sjømatdata | hi.no). Reker hadde også konsentrasjoner som var lavere enn målt i tidligere år, men nivåene ser ut til å ha avtatt over tid, og resultatene målt her er i samme område som det som har blitt målt i de siste årene (2021-2023, Sjømatdata | hi.no).

For de magre fiskeartene sei og hyse finnes det relativt lite data fra tidligere å sammenligne med, men til sammen 37 prøver ble analysert i prøver av hyse tatt som bifangst i 2013-2015, og 69 individuelle sei fra alle havområdene våre har blitt prøvetatt og analysert gjennom oppfølging basis i 2019-2021 (Frantzen og Maage, 2016; Nilsen m.fl., 2025). Resultatene for PCB6 i de prøvene som ble tatt ut og analysert i 2025 og rapportert her, stemmer godt overens med de tidligere resultatene.

Tabell 13 Konsentrasjon (µg/kg våtvekt) av sum ikke-dioksinlignende PCB (PCB6) i de ulike analyserte fiskeartene. Resultatene er vist som antall prøver (n), gjennomsnitt, standardavvik (sd) minste (min) og største verdi (max), median samt nedre og øvre kvartil (q25 og q75).

Sum PCB6 (µg/kg wet weight)				**Maximum level: 75 µg/kg wet weight**				
Species	**n**	**mean**	**sd**	**min**	**max**	**median**	**q25**	**q75**
Greenland halibut	7	11.3	7.7	2.7	24	11	4.9	16
Haddock	2	0.203	0.188	0.070	0.34	0.20	0.14	0.27
Herring	2	2.77	1.20	1.9	3.6	2.8	2.3	3.2
Mackerel	13	3.84	1.60	1.9	7.7	3.6	2.9	4.6
Saithe	7	0.465	0.227	0.14	0.73	0.53	0.31	0.61
Brown crab, brown meat	5	5.96	5.98	2.0	16	3.7	2.5	5.2
Brown crab, claw meat	5	0.141	0.035	0.090	0.18	0.14	0.13	0.16
Snow crab	10	0.0900	0.0215	0.062	0.11	0.10	0.068	0.11
Red king crab	10	0.0833	0.0330	0.049	0.15	0.075	0.055	0.10
Shrimp	15	0.325	0.196	0.092	0.68	0.22	0.17	0.45

3.2 - Kartlegging stoffer uten grenseverdi

3.2.1 - Arsen og arsenspesiering

Av samleprøvene tatt ut i kontrollprogrammet, ble alle analysert for totalarsen, uorganisk arsen og organiske arsenformer. Resultatene er oppsummert i Tabell 14, Tabell 15 og Tabell l16. Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalarsen varierte mellom artene fra 1,51 mg/kg våtvekt i sild til 78,6 mg/kg i snøkrabbe (Tabell 14). Blant fiskeartene hadde hyse høyest konsentrasjoner, med 9,1 og 10 mg/kg i de to analyserte samleprøvene. Dette var på nivå med resultatene fra basisundersøkelsen for hyse (Kögel m.fl., 2021). Dataene tyder på at de mer bunntilknyttede fiskeartene har høyere konsentrasjoner av totalarsen enn arter som lever pelagisk, da hyse, torsk, brosme, blåkveite og lange hadde høyere konsentrasjoner enn sei, makrell og sild.

Alle krepsdyrprøvene hadde høyere konsentrasjoner av totalarsen enn fiskeartene, med gjennomsnitt fra 9,58 mg/kg i kongekrabbe til 78,6 mg/kg i snøkrabbe (Tabell 14). Klokjøtt og brunmat av taskekrabbe hadde nokså like konsentrasjoner, i snitt henholdsvis 27,3 og 23,8 mg/kg våtvekt.

Det var som forventet svært lave konsentrasjoner av uorganisk arsen i alle fiskeartene, 76 % av prøvene var under LOQ (<0,001 eller <0,002 mg/kg ww) og andelen uorganisk arsen av totalarsen var godt under 1 % (fra <0,005 til 0,5 %) (Tabell 14). Makrell hadde høyest konsentrasjon av uorganisk arsen, opp til 0,012 mg/kg våtvekt og en median på 0,006 mg/kg. Uorganisk arsen utgjorde fra <0,1 til 0,5 % av totalarsen. De lave konsentrasjonene av uorganisk arsen i alle prøvene av villfisk bekrefter de svært lave nivåene som har vært dokumentert tidligere, i 2023 (Frantzen m.fl., 2024b) og i 2010 (Julshamn m.fl., 2012a), og gir ytterligere dokumentasjon på at det er generelt lave konsentrasjoner av uorganisk arsen i filet av villfanget fisk.

Krepsdyrprøvene hadde flere målbare konsentrasjoner av uorganisk arsen enn fiskeprøvene, men også de hadde lave konsentrasjoner (Tabell 14). Mediankonsentrasjon av uorganisk arsen varierte fra 0,0024 mg/kg i gangbein av snøkrabbe til 0,12 mg/kg våtvekt i brunmat av taskekrabbe. Andelen uorganisk arsen av totalarsen var også svært lav i krepsdyrene, fra under 0,01 % i snøkrabbe til 0,5 % i brunmat av krabbe. Rekene, som var pillet, hadde lavere konsentrasjon av uorganisk arsen og lavere andel uorganisk arsen av totalarsen, sammenlignet med pillede reker analysert i 2023 (Frantzen m.fl., 2024b).

Tabell 14 Konsentrasjoner av totalarsen (tAs, mg/kg våtvekt) og uorganisk arsen (iAs, mg/kg våtvekt) og prosentandel uorganisk arsen av totalarsen (iAs, %) i prøver av ulike arter av fisk og krepsdyr tatt ut i kontrollprogrammet for villfisk i 2025.

Species	Metall	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ%
Cod	tAs	13	7.42	6.78	1.7	26	4.6	3.2	9.6	0
	iAs	13			<0.001	0.0022	<0.001	<0.001	<0.001	92
	iAs%	13			<0.005	0.08	<0.03	<0.01	<0.05	
Greenland halibut	tAs	7	5.63	1.30	4.1	7.7	5.9	4.6	6.3	0
	iAs	7			<0.001	<0.002				100
	iAs%	7			<0.02	<0.04				
Haddock	tAs	2	9.70	0.81	9.1	10				0
	iAs	2			<0.001	<0.001				100
	iAs%	2			<0.01	<0.02				
Herring	tAs	2	1.51	0.01	1.5	1.5				0
	iAs	2			<0.002	<0.002				100
	iAs%	2	0.14	0.01	<0.1	<0.1				
Ling	tAs	3	4.30	2.33	2.9	7.0	3.0	3.0	5.0	0

Species	Metall	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ%
	iAs	3			<0.001	<0.002				100
	iAs%	3			<0.02	<0.05				
Mackerel	tAs	13	2.16	0.32	1.5	2.6	2.2	2.0	2.3	0
	iAs	13	0.006	0.003	<0.003	0.01	0.006	0.003	0.007	15
	iAs%	13	0.3	0.1	<0.1	0.5	0.2	0.2	0.3	
Saithe	tAs	7	2.92	2.97	0.58	7.3	0.95	0.77	5.0	0
	iAs	7			<0.0009	0.0028	<0.001	<0.001	0.0016	86
	iAs%	7			<0.02	0.4	<0.09	<0.03	<0.2	
Tusk	tAs	8	6.53	4.64	1.1	16	5.3	3.7	9.1	0
	iAs	8			<0.001	<0.002				100
	iAs%	8			<0.009	<0.1				
Browncrab_bm	tAs	5	23.8	13.6	14	47	17	16	24	0
	iAs	5	0.10	0.06	0.022	0.18	0.12	0.056	0.13	0
	iAs%	5	0.56	0.46	0.12	1.1	0.50	0.12	0.97	
Browncrab_claw	tAs	5	27.3	11.9	17	47	24	20	28	0
	iAs	5	0.015	0.009	0.0039	0.029	0.014	0.011	0.015	0
	iAs%	5	0.062	0.051	0.016	0.15	0.055	0.030	0.063	
Snowcrab	tAs	10	78.6	14.0	60	110	78	68	85	0
	iAs	10			0.0011	0.0062	0.0024	0.0016	0.0040	40
	iAs%	10			<0.001	0.008	0.003	<0.002	0.005	
Kingcrab	tAs	10	9.58	2.96	5.1	15	8.8	8.0	11	0
	iAs	10	0.0078	0.0038	0.0026	0.016	0.0076	0.0048	0.0098	0
	iAs%	10	0.087	0.048	0.028	0.18	0.079	0.051	0.12	
Shrimp	tAs	15	31.7	22.1	13	104	26	21	31	0
	iAs	15			<0.0018	0.014	0.0066	0.0051	0.011	13
	iAs%	15			<0.006	0.082	0.021	0.013	0.043	

Konsentrasjoner av de ulike vannløselige organiske arsenforbindelsene arsenobetain (AB), arsenokolin (AC), dimetylarsinat (DMA), tetrametylarsoniumion (TETRA) og trimetylarsenoksid (TMAO) er vist i Tabell 15 for fisk og Tabell 16 for krepsdyrene.

Organiske arsenformer i fisk

I fisk var de fleste av de organiske arsenforbindelsene, med unntak av arsenobetain (AB), under LOQ i de fleste fiskeprøvene, og når det var målbare konsentrasjoner, var nivået som oftest lavt (Tabell 15). Makrell og sild hadde imidlertid målbare konsentrasjoner av dimetylarsinat (DMA(V)), med gjennomsnittsverdier på henholdsvis 0,021 og 0,011 mg/kg våtvekt. Sei hadde lave målbare konsentrasjoner av DMA(V) i to av syv prøver. Ellers var AB dominerende i alle fiskeartene, der hyse hadde høyest konsentrasjon av AB med et gjennomsnitt på 9,64 mg/kg våtvekt. Arsenobetain utgjorde i snitt 99 % av totalarsen hos hyse (Figur 7). Hos torsk, blåkveite, lange, sei og brosme varierte andelen AB av totalarsen mellom 83 % i sei og 95 % i blåkveite og lange. Sild og makrell, de pelagiske fete fiskeartene, hadde liten andel AB, med bare 22 % hos sild og så lite som 7 % hos makrell. Disse prosentandelene er nesten identisk med resultatene for 2024, da AB utgjorde i snitt 22 % og 6 % av totalarsen for henholdsvis sild og makrell (Frantzen m.fl., 2025).

Resultatene for 2025 viste litt lavere konsentrasjoner av DMA(V) i sild og makrell enn i 2024. I 2024 hadde DMA(V) gjennomsnittskonsentrasjoner på 0,028 mg/kg for makrell og 0,020 mg/kg for sild. Også i en tidligere studie av ulike fiskearter ble DMA(V) funnet i målbare konsentrasjoner i makrell og sild, i tillegg til i sardiner, skjell og reker, men ikke i fiskearter som torsk eller rødspette (Ruttens m.fl., 2012). EFSA har nylig publisert en risikovurdering på små organiske arsenforbindelser, inkludert DMA(V) (EFSA, 2024a). Det er bevis på at DMA(V) er kreftfremkallende, men mekanismene er ikke fullstendig kjente. Det spesifiseres videre at det er et behov for gode analysemetoder og data, og disse resultatene på arsenforbindelser i sjømat vil bidra med flere data til EFSA sin database.

Resultatene fra arsenspesieringen for makrell og sild viser at det er en høy andel av totalarsen, i gjennomsnitt henholdsvis 91 % og 77 % (snittkonsentrasjoner på hhv. 1,2 og 2,0 mg/kg), som ikke ble identifisert med metodene benyttet (Figur 7). Disse tallene tilsvarer resultatene for 2024 (Frantzen m.fl., 2025). Siden makrell og sild er fete fiskearter, med gjennomsnittlig fettinnhold på 24 g/100 g for makrell og 8 g/100 g for sild analysert her (se vedlegg Tabell 24), kan en anta at arsenolipider utgjør en del av totalarsen i disse fiskeartene. Arsenolipider er hydrofobe forbindelser, med flere undergrupper, inkludert hydrokarboner og fettsyrer, men er foreløpig relativt ukjent med hensyn til giftighet og mulige helseeffekter på grunn av mangel på data (EFSA, 2024b). Det er kjent at det meste av arsenet i fiskeoljer er i form av arsenolipider (Sele m.fl., 2012). I sjømat, inkludert fisk, er det lite data publisert på konsentrasjoner av arsenolipider (EFSA, 2024b), men lipidløselig arsen kan stå for en betydelig del av totalarsen i sjømat (Wolle m.fl., 2019; Tibon m.fl., 2022). Det er likevel lite data i litteraturen på forekomst av arsenolipider, og de spesifikke undergruppene av arsenolipider, i fisk.

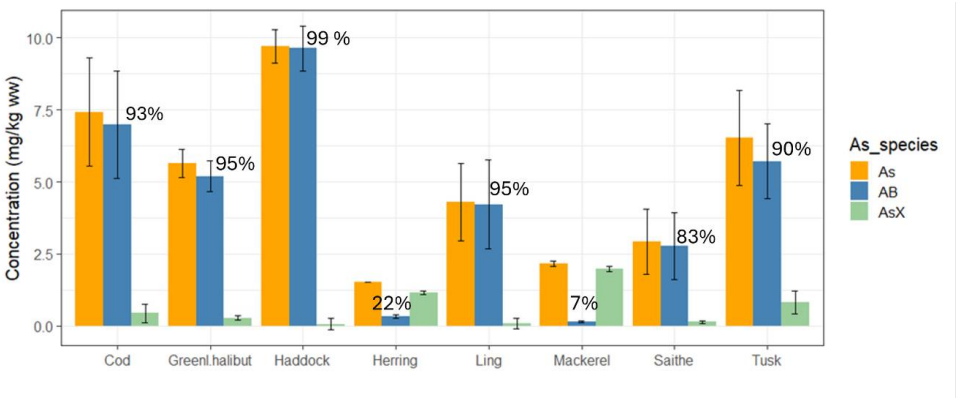
Det er som oftest antatt at mesteparten av arsen som finnes i fisk og annen sjømat er arsenobetain, som er en ikke-giftig forbindelse (EFSA, 2024b). I marin fisk finnes vanligvis mer enn 70-90 % av totalarsen i form av arsenobetain (EFSA, 2009). For hyse, torsk, blåkveite, lange, sei og brosme analysert i dette programmet, ble dette bekreftet, men for de fete artene sild og makrell utgjorde arsenobetain en liten andel av den totale mengden arsen. Resultatene viser at det er et stort og umiddelbart behov for å få på plass metoder for å bestemme og kvantifisere arsenolipider i fete fiskearter, slik at disse kan risikovurderes med hensyn til mattrygghet.

Tabell 15 Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av ulike vannløselige organiske arsenformer målt i prøver av ulike fiskearter tatt ut i kontrollprogrammet for villfisk i 2025. AB = arsenobetain, AC = arsenokolin, DMA = dimetylarsinat, TMAO = trimetylarsenoksid, TETRA = tetrametylarsoniumion. For stoffer der 50 % eller mindre av prøvene er under LOQ (<LOQ%), er gjennomsnitt (mean), standardavvik (sd), minste (min) og største (max) og median verdi gitt. For prøver der mer enn 50 % av prøvene er <LOQ, er min, max og median gitt.

Species	AsSpec	n	mean	sd	min	max	median	<LOQ%
Cod	AB	13	6.98	6.68	1.6	26	4.4	0
	AC	13			<0.01	<0.3	<0.06	100
	DMA	13			<0.004	<0.07	0.010	85*
	TMAO	13			<0.007	<0.1	<0.03	100
	TETRA	13			<0.02	<0.3	<0.07	100
Greenland halibut	AB	6	5.19	1.31	3.7	7.2	5.2	0
	AC	6			<0.04	<0.09	<0.07	100
	DMA	6			<0.01	<0.02	<0.02	100
	TMAO	6			<0.02	<0.05	<0.03	100
	TETRA	6			<0.04	<0.1	<0.08	100
Haddock	AB	2	9.64	1.10	8.9	10		0
	AC	2			<0.08	<0.1		100

Species	AsSpec	n	mean	sd	min	max	median	<LOQ%
	DMA	2			<0.02	<0.03		100
	TMAO	2			<0.04	<0.07		100
	TETRA	2			<0.09	<0.2		100
Herring	AB	2	0.34	0.079	0.28	0.39		0
	AC	2			<0.003	<0.003		100
	DMA	2	0.011	0.003	0.0087	0.013		0
	TMAO	2			<0.001	<0.002		100
	TETRA	2			<0.003	<0.003		100
Ling	AB	3	4.21	2.67	2.6	7.3	2.7	0
	AC	3			<0.03	<0.08	<0.04	100
	DMA	3			<0.008	<0.02	<0.009	100
	TMAO	3			<0.02	<0.04	<0.02	100
	TETRA	3			<0.04	<0.09	<0.04	100
Mackerel	AB	13	0.153	0.126	0.062	0.42	0.10	0
	AC	13			<0.003	<0.02	<0.01	92*
	DMA	13	0.021	0.005	0.013	0.031	0.022	0
	TMAO	13			<0.002	<0.008	<0.006	92*
	TETRA	13			<0.003	<0.02	<0.01	100
Saithe	AB	7	2.78	3.06	0.42	7.3	0.74	0
	AC	7			<0.007	<0.08	<0.009	100
	DMA	7			<0.002	<0.02	0.0055	71*
	TMAO	7			<0.004	<0.04	<0.005	100
	TETRA	7			<0.008	<0.09	<0.01	100
Tusk	AB	8	5.71	3.67	0.9	12	5.1	0
	AC	8			<0.01	<0.2	<0.075	100
	DMA	8			<0.003	<0.04	<0.02	100
	TMAO	8			<0.006	<0.08	<0.04	100
	TETRA	8			<0.01	<0.2	<0.085	100

*Quantified values between minimum and maximum <LOQ values



Figur 7 Konsentrasjon (mg/kg våtvekt) av totalarsen (As), arsenobetain (AB) og uidentifiserte arsenforbindelser (AsX) i ulike arter av fisk. Søylene og feilstolpene markerer gjennomsnitt ± standardfeil. Prosentandel (%) arsenobetain av totalarsen er vist over søylene.

Organiske arsenformer i krepsdyr

I de fleste krepsdyrprøvene var de fleste av de organiske arsenforbindelsene, med unntak av AB, under LOQ, og for prøver med målbare konsentrasjoner, var nivået som oftest lavt (Tabell 16). Tre av fem prøver av krabbe-brunmat hadde målbare konsentrasjoner av DMA(V), med konsentrasjoner fra 0,061 til 0,17 mg/kg våtvekt. Ellers var AB dominerende i alle krabbeartene og reke, med snittkonsentrasjoner fra 8,04 mg/kg i kongekrabbe til hele 73,2 mg/kg våtvekt i snøkrabbe. Arsenobetain utgjorde i snitt 93 % av totalarsen hos snøkrabbe (Figur 8). Blant de øvrige prøvene varierte andelen AB av totalarsen fra 77 % i brunmat til 89 % i klokjøtt av taskekrabbe.

Blant krepsdyrprøvene utgjorde den andelen av arsen som ikke ble kvantifisert med metoden for vannløselige organiske arsenforbindelser, en betydelig mengde (Figur 8). Gjennomsnittskonsentrasjonene av dette uidentifiserte arsenet varierte mellom 1,2 og 5,4 mg/kg, og var høyest hos snøkrabbe og hos brunmat av taskekrabbe. Konsentrasjonene av uidentifisert arsen var høyere hos krepsdyrene enn hos makrell og sild, men det utgjorde en mindre andel av totalarsen fordi totalarsen også var mye høyere hos krepsdyrene enn hos makrell og sild (Figur 7, Figur 8). Snøkrabbe hadde gjennomsnittlig fettinnhold på 1,4 g/100 g og brunmat hadde fettinnhold på 8,8 g/100 g (Tabell 24). Det er mulig at fettløselige arsenforbindelser eller andre forbindelser som arsensukker eller svovelholdige arsenforbindelser, utgjør en andel av det uidentifiserte arsenet i disse prøvene (EFSA, 2024a,b). For å vite det sikkert vil det være nødvendig med egne analyser for disse arsenforbindelsene.

Det er kjent at det meste av arsenet i fiskeoljer er i form av arsenolipider (Sele m.fl., 2012). I sjømat, inkludert krepsdyr, er det lite data publisert på konsentrasjoner av arsenolipider (EFSA, 2024b), men lipidløselig arsen kan stå for en betydelig del av totalarsen i sjømat (Wolle m.fl., 2019; Tibon m.fl., 2022). Det er lite data i litteraturen på forekomst av arsenolipider, og de spesifikke undergruppene av arsenolipider, i sjømat inkludert krepsdyr.

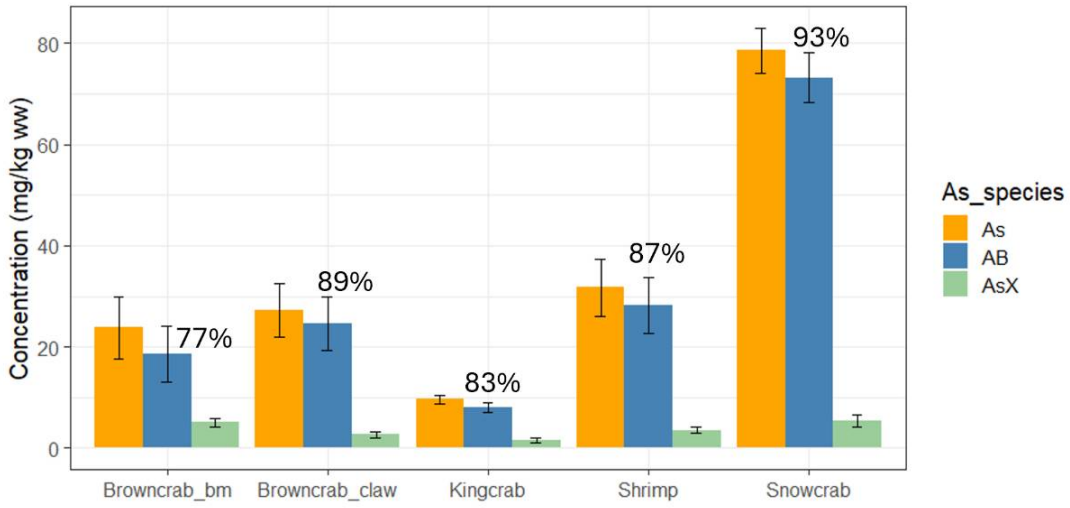
Tabell 16 Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av ulike vannløselige organiske arsenformer målt i prøver av ulike arter av krepsdyr tatt ut i kontrollprogrammet for villfisk i 2025. AB = arsenobetain, AC = arsenokolin, DMA = dimetylarsinat, TMAO = trimetylarsenoksid, TETRA = tetrametylarsoniumion. For stoffer der 50 % eller mindre av prøvene er under LOQ (<LOQ%), er gjennomsnitt (mean), standardavvik (sd), minste (min) og største (max) og median verdi gitt. For prøver der mer enn 50 % av prøvene er <LOQ, er min, max og median gitt.

Species	AsSpec	n	mean	sd	min	max	median	<LOQ%
Brown crab,	AB	5	18.6	12.3	11	39	12	0
brown meat	AC	5			<0.1	<0.4	<0.2	100

Species	AsSpec	n	mean	sd	min	max	median	<LOQ%
	DMA	5	0.094	0.043	0.061	0.17	0.07	40[1]
	TMAO	5			<0.06	<0.2	<0.1	100
	TETRA	5			<0.1	<0.5	<0.3	100
Brown crab,	AB	5	24.6	12.0	14	44	20	0
claw meat	AC	5			<0.2	<0.4	<0.3	100
	DMA	5			<0.04	<0.1	<0.08	100
	TMAO	5			<0.08	<0.2	<0.2	100
	TETRA	5			<0.2	<0.5	<0.3	100
Snow crab	AB	10	73.2	15.3	50	101	70	0
	AC	10			<0.7	<0.9	<0.8	100
	DMA	10			<0.2	<0.2	<0.2	100
	TMAO	10			<0.3	<0.4	<0.4	100
	TETRA	10			<0.7	<1	<0.9	100
Red king crab	AB	10	8.04	3.19	4.0	15	7.3	0
	AC	10			<0.07	<0.1	<0.1	100
	DMA	10			<0.02	<0.04	<0.03	100
	TMAO	10			<0.04	<0.07	<0.065	100
	TETRA	10			<0.08	<0.2	<0.1	100
Shrimp	AB	15	28.2	21.3	12	97	23	0
	AC	15			<0.2	<0.9	<0.4	100
	DMA	15			<0.04	0.26	0.09	93
	TMAO	15			<0.08	<0.4	<0.2	100
	TETRA	15			<0.2	<1	<0.4	87[2]

[1] Non-quantified values (<LOQ) between minimum and maximum values.

[2] Quantified values between minimum and maximum values <LOQ



Figur 8 Konsentrasjon (mg/kg våtvekt) av totalarsen (As), arsenobetain (AB) og uidentifiserte arsenforbindelser (AsX) i ulike prøver av krepsdyr: Brunmat av taskekrabbe, (Browncrab_bm), klokjøtt av taskekrabbe (Browncrab_claw), kongekrabbe (kingcrab), reker (shrimp) og snøkrabbe (snowcrab). Søylene og feilstolpene markerer gjennomsnitt ± standardfeil.

3.2.2 - Bromerte flammehemmere; PBDE

Konsentrasjonen av sum PBDE7 i de ulike analyserte fiskeartene er vist i Tabell 17. Konsentrasjonene av sum PBDE7 (upperbound sum) varierte fra 0,003 µg/kg våtvekt i en prøve av snøkrabbe til 1,3 µg/kg i en prøve av blåkveite. Blåkveite hadde også høyest gjennomsnittskonsentrasjon med 0,579 µg/kg. Makrell og sild hadde gjennomsnittskonsentrasjoner på henholdsvis 0,305 og 0,179 µg/kg våtvekt, som er ganske nært resultatene for 2024 på henholdsvis 0,27 og 0,23 µg/kg (Frantzen m.fl., 2025). Alle de andre artene hadde lavere konsentrasjoner. Brunmat av krabbe, som har høyt fettinnhold og relativt høye konsentrasjoner av dioksiner og PCB, hadde lave konsentrasjoner av PBDE, med en gjennomsnittlig sum PBDE7 på 0,062 µg/kg. Øvrige krepsdyrarter hadde enda lavere konsentrasjoner.

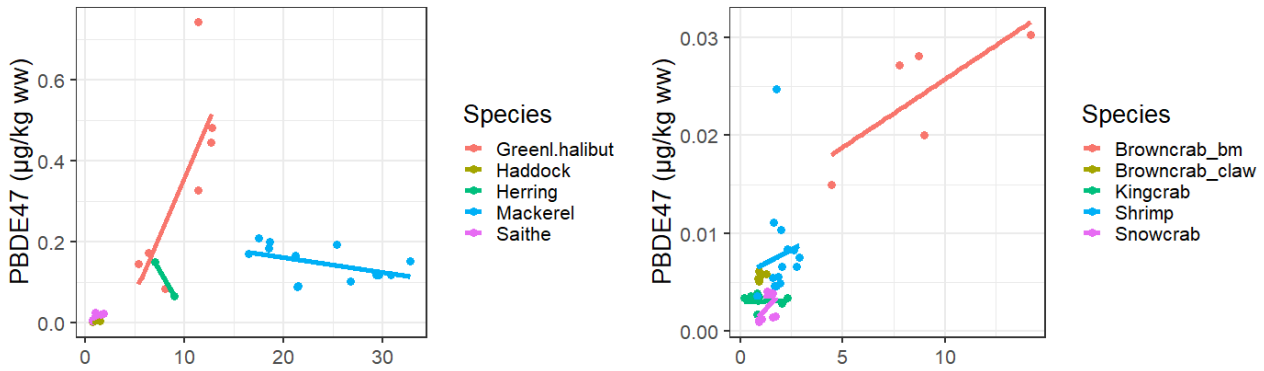
Resultatene for sum PBDE7 gitt i Tabell 17 er «upperbound»-verdier, det vil si at alle konsentrasjoner som er under LOQ er satt lik LOQ ved summering. Resultatene for alle enkeltkongenere av PBDE som er analysert, er gitt i vedlegget (Tabell 27). PBDE-47 hadde høyest konsentrasjoner og flest målbare verdier, med gjennomsnitt på 0,343 µg/kg i blåkveite og 0,109 og 0,148 µg/kg i henholdsvis sild og makrell. I motsetning til dette var PBDE-138 og -183 under LOQ i alle prøvene. Alle eller nesten alle prøver av klokjøtt av taskekrabbe og kongekrabbe hadde konsentrasjoner under LOQ for samtlige kongenere, som betyr at det ikke var noe målbart PBDE i disse prøvene. Snøkrabbe hadde målbare konsentrasjoner av PBDE-47 i halvparten av prøvene, mens resten var under LOQ for alle kongenerne.

Gjennomsnittlig konsentrasjon av PBDE-47 i blåkveite var litt høyere enn det som ble målt i HIs overvåking i 2022-2024, men på nivå med gjennomsnittet for 2021 (Sjømatdata). Forskjellene kan skyldes at blåkveitene var fisket i ulike områder.

Tabell 17 Konsentrasjon (µg/kg våtvekt) av sum PBDE7 i de ulike artene av fisk og skalldyr analysert i 2025. Resultatene er vist som antall prøver (n), gjennomsnitt (mean), standardavvik (sd) minste (min) og største verdi (max), median samt nedre og øvre kvartil (q25 og q75). Sum PBDE7 er summen (UB) av PBDE-28, -47, -99, -100, -153, -154 og -183.

Species	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75
Greenland halibut	7	0.579	0.419	0.14	1.3	0.49	0.25	0.82
Haddock	2	0.007	0.005	0.004	0.011	0.007	0.006	0.009
Herring	2	0.179	0.088	0.12	0.24	0.18	0.15	0.21
Mackerel	13	0.305	0.102	0.18	0.47	0.31	0.22	0.38
Saithe	7	0.031	0.013	0.011	0.048	0.035	0.023	0.040
Brown crab, brown meat	5	0.062	0.012	0.043	0.075	0.061	0.060	0.072
Brown crab, claw meat	5	0.015	0.001	0.013	0.016	0.015	0.014	0.016
Red king crab	10	0.008	0.002	0.004	0.010	0.009	0.008	0.009
Snow crab	10	0.007	0.004	0.003	0.011	0.007	0.003	0.010
Shrimp	15	0.017	0.007	0.010	0.038	0.015	0.013	0.016

PBDE er fettløselige forbindelser, og konsentrasjonene (her vist for PBDE-47, upperbound-verdier) varierte med fettinnhold på ulike måter i de ulike artene (Figur 11), i hovedsak på samme måte som for dioksiner og dl-PCB (Figur 6). PBDE i brunmat av krabbe økte ikke like sterkt med fettinnhold som dioksiner og dl-PCB, ettersom konsentrasjonen av PBDE ikke var spesielt høy i den feteste prøven. For fisk var det en økende konsentrasjon med økende fettinnhold hos blåkveite, mens makrell hadde en heller avtakende konsentrasjon med økende fettinnhold. Som nevnt for dioksiner og dl-PCB, er det tidligere vist at konsentrasjonen av fettløselige organiske miljøgifter i fiskemuskel øker med økende fettinnhold opp til et fettinnhold på ca. 10 %, for deretter å flate ut (Ho m.fl., 2023). Dette forklares med vekstfortynning som skjer fordi inntaket av fett er høyere enn inntaket av miljøgifter. Fettinnholdet hos makrell i denne undersøkelsen varierte fra 17 til 33 % (Tabell 24), mens hos blåkveite var fettinnholdet lavere og varierte fra 5 til 13 %. Figur 11 viser også at makrell hadde mye lavere konsentrasjon av PBDE-47 enn blåkveite tross høyere fettinnhold, og dette skyldes at blåkveite i hovedsak spiser annen fisk og derfor er på høyere nivå i næringskjeden enn makrell som spiser mest plankton, men også noe småfisk.



Figur 11 Sammenhengen mellom konsentrasjon av PBDE-47 (µg/kg våtvekt) og gjennomsnittlig fettinnhold (g/100 g) i samleprøvene for fiskeartene (venstre) og krepsdyrartene (høyre). De ulike fargene på punktene og regresjonslinjene markerer de ulike artene som vist.

3.2.3 - Bromerte flammehemmere; HBCD og TBBP-A

Resultater fra analyse for HBCD og TBBP-A er vist i Tabell 18. Konsentrasjonene av disse stoffene var svært lave.

Alle prøvene av blåkveite, makrell og sild hadde målbare verdier av α-HBCD (Tabell 18). Gjennomsnittskonsentrasjonene av α-HBCD i de tre artene var på henholdsvis 0,14, 0,065 og 0,020 µg/kg våtvekt. Ingen av HBCD-isomerene ble funnet i målbart nivå i hyse, sei eller noen av krepsdyrprøvene. For β-HBCD var ingen prøver av noen art over LOQ, mens to prøver av makrell var over LOQ for γ-HBCD, med konsentrasjoner lavere enn den høyeste LOQ-verdien på 0,011.

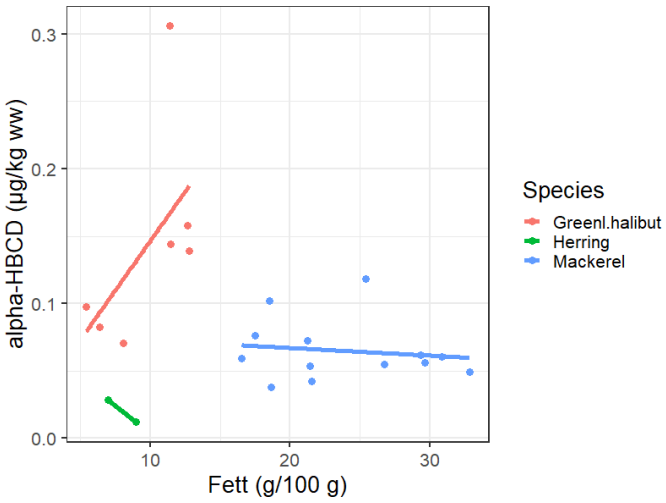
Nivået av TBBP-A var under metodens målegrense (LOQ) på 0,04 µg/kg våtvekt i alle prøvene, bortsett fra to prøver av reker, som hadde målbare konsentrasjoner på 0,11 og 0,15 µg/kg våtvekt.

Konsentrasjonen av α-HBCD i blåkveite, makrell og sild varierte med fettinnhold på samme måte som for dioksiner og dl-PCB og PBDE (Figur 12).

Tabell 18. Resultat fra analyse av α -, β og γ -HBCD og lowerbound summen av disse (Sum HBCD), samt TBBP-A, i prøver av utvalgte fiske- og krepsdyarter tatt ut i kontrollprogrammet for villfisk. Gjennomsnitt ± standardavvik (mean ± SD) er gitt der mer enn 50 % av prøvene er over LOQ, ellers er minste (min) og største (max) verdi gitt. Antall prøver med målbar konsentrasjon (n ≥ LOQ) er gitt i parentes.

		α-HBCD	**β-HBCD**	**γ-HBCD**	**Sum HBCD (α, β, γ)**	**TBBP-A**
Art	N	Mean ± SD (min-max) (n ≥ LOQ)	Min-max (n ≥ LOQ)	Min-max (n ≥ LOQ)	Mean ± SD (min-max)	Min-max (n ≥ LOQ)
Greenland halibut	7	0.143 ± 0.079 (0.071 – 0.31) (7)	<0.006-<0.006 (0)	<0.006 - <0.0077 (0)	0.14 ± 0.08 (0.071 – 0.31)	<0.004-<0.004 (0)
Haddock	2	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	0	<0.04-<0.056 (0)
Herring	2	0.020 ± 0.012 (0.012 – 0.028) (2)	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	0.020 ± 0.012 (0.012 – 0.028)	<0.04 – <0.04 (2)
Mackerel	13	0.065 ± 0.023 (0.038 – 0.12) (13)	<0.006 - <0.011 (0)	<0.006 - <0.011 (2*)	0.066 ± 0.024 (0.038 – 0.12)	<0.04 – <0.076 (0)
Saithe	7	<0.006 – <0.009 (0)	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	0	<0.04-<0.07 (0)
Brown crab, brown meat	4	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	0	<0.04-<0.11 (0)
Brown crab, claw meat	4	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	0	<0.04-<0.04 (0)
Red king crab	10	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	0	<0.04 - <0.05 (0)
Snow crab	10	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	0	<0.04 – 0.08 (1)
Shrimp	15	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.006 (0)	<0.006-<0.012 (0)	0	<0.04 – 0.15 (2)

*Quantified values between lowest and highest LOQ



Figur 12 Sammenhengen mellom konsentrasjon av α -HBCD (µg/kg våtvekt) og gjennomsnittlig fettinnhold (g/100 g, nederst) i samleprøvene for henholdsvis blåkveite, makrell og sild. De ulike fargene på punktene og regresjonslinjene markerer de ulike artene.

3.3 - Kontroll og kartlegging, marine oljer til humant konsum

3.3.1 - Kvikksølv, kadmium, bly og arsen

Konsentrasjonen av grunnstoffene kvikksølv, kadmium, bly og arsen er gitt i Tabell 19 , sammen med grenseverdiene for kvikksølv, kadmium og bly i kosttilskudd som er gjeldende både i EU og i Norge (EU, 2023; FOR-2015-07-03-870 *Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler*). Konsentrasjonene av kvikksølv, kadmium og bly rapporteres her som en del av kontrollprogrammet, mens arsen rapporteres som en del av kartleggingsprogrammet da det ikke er fastsatt noen grenseverdi for arsen i oljer til humant konsum.

Tabell 19 Konsentrasjoner av kvikksølv, kadmium, bly og arsen (mg/kg våtvekt) i marine oljer til humant konsum innsamlet i 2025. EUs og Norges øvre grenseverdier for kvikksølv, kadmium og bly i kosttilskudd er vist.

Product	Mercury	Cadmium	Lead	Arsenic
Bioform Lakseolje	< 0.006	< 0.004	< 0.02	0.70
Urtegod sølvhåolje	0.0037	< 0.002	< 0.01	2.6
Polarolje®	< 0.007	< 0.005	< 0.02	< 0.009
Möller's tran	< 0.007	< 0.004	< 0.02	< 0.009
Equazen® Flytende	< 0.007	< 0.005	< 0.02	< 0.009
Romega Gravid	< 0.006	< 0.004	< 0.02	1.3
Frisk Arctic Omega-3 Pregnancy	< 0.007	< 0.004	< 0.02	0.024
Sunkost Omega3	< 0.007	< 0.005	< 0.02	0.020
Easy choice Omega 3 Høykonsentrert original	< 0.006	< 0.004	< 0.02	0.037
Monkids Fiskolja Barn	< 0.007	< 0.005	0.056	< 0.009
Dråpe Omega-3 Høykonsentrert fiskeolje[b)]	< 0.006	< 0.004	< 0.02	0.15
Arctic Med Omega-3 Premium	< 0.006	< 0.004	< 0.02	< 0.008
Maximum level in EU and Norway	0.10	1.0	3.0	-

Konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under eller like over kvantifiseringsgrensene i alle oljene som ble undersøkt. Nivåene av disse metallene i alle oljene lå dermed langt under de gjeldende øvre grenseverdiene på 1,0 mg/kg våtvekt for kadmium, 0,3 mg/kg våtvekt for kvikksølv og 3,0 mg/kg våtvekt for bly i kosttilskudd i EU og Norge. Dette stemmer godt overens med resultater for 174 oljer som tidligere er analysert i overvåkningsprogrammet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer», der ingen av oljene har hatt nivåer over grenseverdiene for disse metallene i kosttilskudd (Julshamn og Frantzen, 2009, 2010, Julshamn m.fl., 2011, 2013. Måge m.fl., 2012, Nilsen og Måge, 2014, 2015 og 2016, Nilsen m.fl., 2017, 2020, 2021, Nilsen og Sanden, 2018, 2019).

Det var stor variasjon i nivået av arsen i oljene som ble undersøkt. Tre oljer, «Bioform Lakseolje», «Urtegod sølvhåolje» og «Romega Gravid» hadde konsentrasjoner mellom 0,70 og 2,6 mg/kg våtvekt, som ligger innenfor det konsentrasjonsområdet som er vanlig å finne i ulike urensede fiskeoljer (0,2–19 mg/kg våtvekt; Sele m.fl., 2012). Alle de øvrige oljene hadde svært lave konsentrasjoner av arsen på 0,15 mg/kg våtvekt eller lavere. Arsen i disse oljene er trolig i form av arsenolipider. 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 i oljene (Schmeisser m.fl., 2005, Sele m.fl., 2013). Hvor mye av arsenolipidene som fjernes ved slik rensing vil trolig være avhengig både av rensemetoden og i hvilken form arsenolipidene foreligger i den urensede oljen, men det var i denne undersøkelsen tydelig at oljene med høyest arsenkonsentrasjon var de samme oljene som hadde høyest konsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB og sum PCB6 (se Kap. 3.3.2 og 3.3.3).

3.3.2 - Dioksiner og dioksinlignende PCB

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 12 ulike produktene av marine oljer som ble undersøkt er vist i Tabell 20 . EU og Norge har grenseverdier for sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB i marine og vegetabilske oljer, og konsentrasjonene av disse summene rapporteres som en del av kontrollprogrammet.

Konsentrasjonene av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB varierte mye mellom oljene, med verdier mellom 0,14 og 2,20 ng TE/kg olje for PCDD/F og mellom 0,17 og 5,3 ng TE/kg olje for PCDD/F+dl-PCB (Tabell 20). Ingen av de marine oljene hadde konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB over EUs øvre grenseverdi på 6,0 ng TE/kg fett (EU, 2023) for marine oljer til humant konsum, men én av oljene, «Urtegod sølvhåolje», hadde en konsentrasjon av sum PCDD/F+dl-PCB over Norges øvre grenseverdi på 4,0 ng TE/kg fett (FOR-2015-07-03-870 Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler) for slike oljer. Denne oljen var også den eneste av de undersøkte oljene som oversteg grenseverdien for sum PCDD/F på 1,75 ng TE/kg fett som gjelder for marine oljer til humant konsum både i EU og i Norge. Dersom vi tar hensyn til og trekker fra måleusikkerheten til metoden (25% i dette konsentrasjonsområdet) som angitt i Forskrift 10. juli 2017 Nr.1198 om prøvetaking og analyse for offentlig kontroll av visse forurensende stoffer i næringsmidler som gjennomfører forordning (EU) 2017/644 (EU, 2017), vil imidlertid «Urtegod sølvhåolje» likevel *ikke* overstige grenseverdien for lovlig omsetning.

Tabell 20 Fettinnhold (g/100g) og konsentrasjoner (ng TE/kg fett) av dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), sum dioksiner og furaner (PCDD/F), non-orto PCB, mono-orto PCB, sum dioksinlignende PCB (dl-PCB) og total sum PCDD/F+dl-PCB i marine oljer til humant konsum innsamlet i 2025. Konsentrasjonene er beregnet som ng WHO-TEQ/kg fett, ved bruk av TEF-2005 og upperbound LOQ. EUs og Norges øvre grenseverdier for sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB i marine og vegetabilske oljer er oppgitt i tabellen.

Product	Fat content [a]	Sum PCDD	Sum PCDF	Sum PCDD/F	Non- ortho PCB	Mono-ortho PCB	Sum dl-PCB	Sum PCDD/F +dl-PCB
Bioform Lakseolje	n.d.	0.19	0.59	0.78	1.7	0.17	1.8	2.6
Urtegod sølvhåolje[b]	n.d.	0.70	1.49	2.20	2.8	0.34	3.1	5.3
Polarolje®	n.d.	0.15	0.13	0.28	0.81	0.041	0.85	1.1
Möller's tran	n.d.	0.087	0.064	0.15	0.009	0.017	0.026	0.18
Equazen® Flytende	n.d.	0.36	0.086	0.45	0.021	0.018	0.039	0.49
Romega Gravid	n.d.	0.17	0.43	0.60	0.67	0.085	0.75	1.4
Frisk Arctic Omega-3 Pregnancy	n.d.	0.090	0.058	0.15	0.007	0.017	0.024	0.17
Sunkost Omega3	n.d.	0.11	0.075	0.18	0.022	0.017	0.039	0.22
Easy choice Omega 3 Høykonsentrert original	n.d.	0.094	0.042	0.14	0.021	0.017	0.038	0.17
Monkids Fiskolja Barn[c]	4.57	1.36	0.30	1.66	0.14	0.14	0.29	1.95
Dråpe Omega-3 Høykonsentrert fiskeolje	n.d.	0.16	0.077	0.24	0.012	0.017	0.029	0.27
Arctic Med Omega-3 Premium	n.d.	0.15	0.080	0.23	0.056	0.018	0.074	0.30
Max. level for marine oils, EU				1.75				6.0
Max. level for marine oils, Norway				1.75				4.0
Max. level for vegetable oils, EU and Norway				0.75				1.25

[a]Fat content was only measured for "Monkids Fiskolja Barn", a product of gummies of microencapsulated fish oil. All the other marine oils were assumed to contain 100% oil.
[b]Due to levels of dioxins and dioxins+dl-PCBs above maximum levels, this oil was analysed twice and the values reported are the mean values of the replicate samples.
[c]The concentrations of all sums for this product were measured in the original product and recalculated based on fat weight.

Variasjonen i innholdet av organiske miljøgifter mellom de ulike marine oljene som ble undersøkt, reflekterer trolig både hvilket råstoff som er benyttet til oljene (ulike typer fisk og sel), hvilket område råstoffene er hentet fra og graden av rensing av oljene. Oljen med de høyeste nivåene av PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB, «Urtegod sølvhåolje», er oppgitt å bestå av 70 % havmusolje og 30 % lakseolje. Vi har tidligere funnet høye nivåer for sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB i en tilsvarende olje som besto av 70 % havmusolje og 30 % lakseolje. I denne oljen lå nivåene over grenseverdiene også etter at måleusikkerhet var trukket fra (Nilsen m.fl, 2021). Høye verdier for sum PCDD/F+dl-PCB er også funnet tidligere i flere andre oljer fremstilt fra havmuslever. To havmusleveroljer analysert i 2014, en havmusleverolje analysert i 2015 og en havmusleverolje i 2016 har alle hatt overskridelser av grenseverdiene for organiske miljøgifter (Nilsen og Måge, 2015 og 2016, Nilsen m.fl. 2017). Generelt ser det ut til at oljer framstilt fra havmus ofte har høye nivåer av organiske miljøgifter, og av totalt seks havmus- og havmus/laks-oljer som ble analysert i overvåkningsprogrammet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» mellom 2014 og 2020, hadde fem oljer konsentrasjoner av organiske miljøgifter over grenseverdiene. Fire av disse oversteg grenseverdiene for sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB.

Av de øvrige fiskeoljene, hadde lakseoljen «Bioform lakseolje» og silderogn/ansjos-oljen «Romega Gravid»

også forholdsvis høye nivåer av PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB, men nivåene lå likevel klart under grenseverdiene for begge disse fiskeoljene. Nivået av sum PCDD/F+dl-PCB i «Bioform lakseolje» var i overensstemmelse med nivåene i flere lakseoljer analysert i 2014, 2015 og 2016 som hadde konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB mellom 2,3 og 4,0 ng TE/kg olje (Nilsen og Måge, 2015, 2016; Nilsen m.fl, 2017). Vi har ikke tidligere analysert oljer framstilt fra silderogn og ansjos, men en ren silderognolje som ble analysert i 2018 hadde lavere nivåer av PCDD/F (0,25 ng TE/kg fett) og PCDD/F+dl-PCB (0,64 ng TE/kg fett) enn «Romega Gravid» analysert i denne undersøkelsen (Nilsen og Sanden, 2019).

Også for makrelloljen «Monkids Fiskolja Barn» er nivåene av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB, slik de er oppgitt i Tabell 20, forholdsvis høye. For dette produktet er imidlertid disse nivåene trolig betydelig overestimert. Konsentrasjonene av alle summer som er oppgitt i Tabell 20 er beregnet på fettvekt med upperbound LOQ slik det er fastsatt i regelverket når summene skal vurderes opp mot grenseverdiene. Dette betyr at alle verdier under LOQ er satt lik LOQ ved beregning av summene. «Monkids Fiskolja Barn» hadde i utgangspunktet svært lave verdier av dioksiner og dioksinlignende PCB, med konsentrasjoner under LOQ for nesten alle enkeltkongenere. Produktet hadde imidlertid også et veldig lavt fettinnhold på 4,57 g/100 g, og dette medførte at nivåene ble svært mye høyere når upperbound summene ble omregnet til fettvekt. Konsentrasjonene i Tabell 20 for denne oljen er derfor høye i forhold til de andre oljene på tross av at nivåene av alle kongenerne som ble målt lå under eller bare litt over LOQ.

Seloljen «Polarolje®» hadde en konsentrasjon av sum PCDD/F+dl-PCB på 1,1 ng TE/kg fett som var høyere enn i de fleste fiskeoljene i denne undersøkelsen, og også noe høyere enn nivåene i de fleste seloljene vi tidligere har analysert i 2013-2017 og 2019 (0,26–0,98 ng TE/kg fett) (Nilsen og Måge, 2014, 2015 og 2016; Nilsen m.fl., 2017, 2020; Nilsen og Sanden, 2018). Kun to seloljer analysert i 2021 hadde høyere nivåer av PCDD/F+dl-PCB på 1,9 og 2,3 ng TE/kg fett (Nilsen m.fl., 2022).

To blandingsoljer av fiskeolje og planteolje «Equazen® Flytende» og «Arctic Med Omega-3 Premium», hadde lave nivåer av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB og oversteg ikke gjeldende grenseverdier verken for marine oljer eller vegetabilske oljer. For blandingsoljer som består av en blanding av fiskeolje og planteolje, gjelder imidlertid de øvre grenseverdiene for sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB egentlig for utgangsoljene som inngår i blandingsoljen der grenseverdiene for fiskeoljen (før blanding) er 1,75 ng TE/kg fett for PCDD/F og 4,0/6,0 for PCDD/F+dl-PCB, og grenseverdiene for den vegetabilske oljen (før blanding) er 0,75 ng TE/kg fett for PCDD/F og 1,25 ng TE/kg fett for PCDD/F+dl-PCB.

«Equazen® Flytende» inneholder ifølge produsenten 13,6 % fiskeolje og 83,1 % planteolje. Omregning i henhold til dette blandingsforholdet viste at den opprinnelige fiskeoljen som inngår i denne blandingsoljen maksimalt kunne hatt konsentrasjoner av PCDD/F på 3,3 ng TE/kg fett og av PCDD/F+dl-PCB på 3,6 ng TE/kg fett dersom planteoljen ikke bidro med noe PCDD/F eller dl-PCB til blandingen. Konsentrasjonene i den opprinnelige fiskeoljen kan dermed teoretisk ha vært over grenseverdien for PCDD/F, men lå klart under grenseverdien for PCDD/F+dl-PCB i marine oljer. I mangel av analysedata kan vi altså ikke utelukke at den opprinnelige fiskeoljen har oversteget grenseverdien for PCDD/F i marine oljer. På den annen side viste omregningen at den opprinnelige planteoljen maksimalt kunne hatt konsentrasjoner på 0,54 ng TE/kg fett for sum PCDD/F og 0,59 ng TE/kg fett for sum PCDD/F+dl-PCB dersom fiskeoljen ikke bidro med noe PCDD/F eller dl-PCB til blandingen. Konsentrasjonene i den opprinnelige planteoljen kan dermed ikke ha vært over grenseverdiene for vegetabilske oljer.

«Arctic Med Omega-3 Premium» består ifølge produsenten av 70 % fiskeolje og 30 % planteolje. Omregning i henhold til dette blandingsforholdet viste at den opprinnelige fiskeoljen maksimalt kunne hatt konsentrasjoner av PCDD/F på 0,33 ng TE/kg fett og av PCDD/F+dl-PCB på 0,43 ng TE/kg fett dersom planteoljen ikke bidro med

noe PCDD/F eller dl-PCB til blandingen, og den opprinnelige planteoljen kunne maksimalt hatt konsentrasjoner på 0,77 ng TE/kg fett for sum PCDD/F og 1,0 ng TE/kg fett for sum PCDD/F+dl-PCB dersom fiskeoljen ikke bidro med noe PCDD/F eller dl-PCB til blandingen. Omregningene viser dermed at ingen av utgangsoljene kan ha hatt nivåer av disse stoffene over grenseverdiene for marine oljer eller vegetabilske oljer.

3.3.3 - Ikke-dioksinlignende PCB (PCB6) og polybromerte flammehemmere (PBDE7)

Konsentrasjonen av sum ikke-dioksinlignende PCB (PCB6), PCB7 og sum polybromerte difenyletere (PBDE7) i de tolv ulike produktene av marine oljer er vist i Tabell 21. EU og Norge har grenseverdier for PCB6 i marine oljer, og konsentrasjoner av PCB6 rapporteres her som en del av kontrollprogrammet. For PCB7 (PCB6 + PCB-118) og PBDE7 er det ikke fastsatt noen grenseverdier, men konsentrasjoner av disse stoffene rapporteres som en del av kartleggingen.

Konsentrasjonene av alle summer i Tabell 21 er beregnet med upperbound LOQ. Siden produktet «Monkids Fiskolja Barn», hadde svært lave nivåer under kvantifiseringsgrensen for *alle* PCB- og PBDE-kongenerne som inngår i sum PCB6, sum PCB7 og sum PBDE7, og i tillegg et svært lavt fettinnhold på 4,57 g/100 g, er konsentrasjonene for alle summene etter omregning til fettvekt trolig betydelig overestimert for dette produktet.

Tabell 21 Konsentrasjoner (µg/kg fett) av ikke-dioksinlignende PCB (sum PCB6: PCB-28, 52, 101, 138, 153 og 180), sum PCB7 (PCB6 + PCB-118) and PBDE7(sum PBDE7: PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183) i marine oljer til humant konsum innsamlet i 2025. Summene PCB6, PCB7 og PBDE7 ble beregnet med upperbound LOQ. EUs og Norges øvre grenseverdier for sum PCB6 i marine og vegetabilske oljer er oppgitt i tabellen.

Product	PCB6	PCB7	PBDE7
Bioform Lakseolje	26	30	2.0
Urtegod sølvhåolje [a)]	75	82	3.8
Polarolje®	8.6	9.3	1.5
Möller's tran	1.8	2.0	0.55
Equazen® Flytende	1.5	1.7	0.28
Romega Gravid	13	14	0.84
Frisk Arctic Omega-3 Pregnancy	1.5	1.7	0.57
Sunkost Omega3	1.5	1.7	0.26
Easy choice Omega 3 Høykonsentrert original	1.5	1.7	0.27
Monkids Fiskolja Barn[b)]	11	12	2.1
Dråpe Omega-3 Høykonsentrert fiskeolje	1.8	1.9	0.88
Arctic Med Omega-3 Premium	2.9	3.1	0.29
Maximum level for marine oils in EU and Norway	200	-	-
Maximum level for vegetable oils in EU and Norway	40	-	-

[a)]Due to levels of dioxins and dioxins+dl-PCBs above maximum levels, this oil was analysed twice and the values reported are the mean values of the replicate samples.
[b)]The fat content of this product was only 4.57 g/100 g. The concentrations of all sums for this product were measured in the original product and recalculated based on fat weight.

Det var stor variasjon i konsentrasjonen av PCB6 (1,5 til 75 µg/kg fett) og PCB7 (1,7 til 82 µg/kg fett) mellom oljene. De høyeste konsentrasjonene av PCB6 ble funnet i havmus/lakseoljen «Urtegod sølvhåolje» og i «Bioform Lakseolje», men konsentrasjonene i disse oljene på henholdsvis 75 og 26 µg/kg fett oversteg ikke EUs og Norges grenseverdi for marine oljer på 200 µg/kg fett. Seloljen «Polarolje» hadde en konsentrasjon av

PCB6 på 8,6 µg/kg fett, mens alle de de øvrige oljene hadde svært lave konsentrasjoner av sum PCB6, under 3,0 µg/kg fett (med unntak av «Monkids Fiskolja Barn» der nivåene trolig er betydelig overestimert som beskrevet over).

På samme måte som for dioksiner og dioksinlignende PCB, er det sannsynlig at variasjonen i konsentrasjonene av PCB6 og PCB7 mellom oljene reflekterer hvilket råstoff som er benyttet til oljene (ulike typer fisk og sel fra ulike områder) og graden av rensing av oljene. Oljene med de høyeste nivåene av PCB6 og PCB7 var (som forventet) de samme som hadde de høyeste nivåene av dioksiner og dioksinlignende PCB. Havmus/lakseoljen «Urtegod sølvhåolje» som hadde de høyeste verdiene, og som oversteg grenseverdiene for sum dioksiner og sum dioksiner og dioksinlignende PCB (se Kap. 3.3.2), hadde likevel nivåer langt under grenseverdien for PCB6. En tilsvarende olje med samme blandingsforhold mellom havmusolje og lakseolje analysert i 2020, hadde et tilsvarende nivå av PCB6 og PCB7 på henholdsvis 80 og 88 µg/kg fett (Nilsen m.fl, 2021). Som diskutert i Kap. 3.3.2, ser det generelt ut til at oljer framstilt fra havmus ofte har høye nivåer av organiske miljøgifter – fem av seks havmus- og havmus/laks-oljer analysert mellom 2014 og 2020, hadde konsentrasjoner av organiske miljøgifter over grenseverdier – men i tre av disse tilfellene gjaldt dette overskridelser av grenseverdier for dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke PCB6. Bare i ett tilfelle fra 2016 fant vi at en havmusleverolje oversteg grenseverdien for PCB6, men ikke grenseverdiene for dioksiner og dioksinlignende PCB (Nilsen m.fl., 2017).

Også lakseoljen «Bioform lakseolje» og silderogn/ansjos-oljen «Romega Gravid» hadde betydelig høyere nivåer av PCB6 enn de fleste andre oljene, men nivåene i disse oljene lå likevel langt under grenseverdien. Nivået av PCB6 i «Bioform lakseolje» var i overensstemmelse med nivåene i flere lakseoljer analysert i 2014, 2015 og 2016 som hadde konsentrasjoner av sum PCB6 mellom 21 og 35 µg/kg olje (Nilsen og Måge, 2015, 2016; Nilsen m.fl, 2017). Vi har ikke tidligere analysert oljer framstilt fra silderogn og ansjos, men en ren silderognolje som ble analysert i 2018 hadde noe lavere nivåer av PCB6 (9,7 µg/kg fett; Nilsen og Sanden, 2019) enn «Romega Gravid» analysert i denne undersøkelsen.

Seloljen «Polarolje®» hadde en konsentrasjon av PCB6 på 8,6 µg/kg fett som var høyere enn i de fleste fiskeoljene i denne undersøkelsen, men var lavere eller lå omtrent på samme nivå som konsentrasjonene funnet i flere andre seloljer analysert i 2013-2017 og 2019 (8,1-70 µg/kg fett) (Nilsen og Måge, 2014, 2015 og 2016; Nilsen m.fl., 2017, 2020; Nilsen og Sanden, 2018).

De to blandingsoljene av fisk- og planteolje «Equazen® Flytende» og «Arctic Med Omega-3 Premium», hadde lave nivåer av sum PCB6 og oversteg ikke gjeldende grenseverdiene verken for marine oljer eller vegetabilske oljer. For blandingsoljer som består av en blanding av fiskeolje og planteolje, gjelder imidlertid de øvre grenseverdiene for sum PCB6 egentlig for utgangsoljene som inngår i blandingsoljen der grenseverdiene for fiskeoljen (før blanding) er 200 µg /kg fett og grenseverdiene for den vegetabilske oljen (før blanding) er 40 µg/kg fett (EU, 2023; FOR-2015-07-03-870 *Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler*).

«Equazen® Flytende» inneholder ifølge produsenten 13,6 % fiskeolje og 83,1 % planteolje. Omregning i henhold til dette blandingsforholdet viste at den opprinnelige fiskeoljen som inngår i denne blandingsoljen maksimalt kunne hatt konsentrasjoner av PCB6 på 11 µg/kg fett dersom planteoljen ikke bidro med noe PCB6 til blandingen, og den opprinnelige planteoljen kunne maksimalt hatt konsentrasjoner på 1,8 µg/kg fett for sum PCB6 dersom fiskeoljen ikke bidro med noe PCB6 til blandingen. Omregningene viser dermed at ingen av utgangsoljene kan ha hatt nivåer av PCB6 over grenseverdiene for marine oljer (200 µg /kg fett) eller vegetabilske oljer (40 µg /kg fett).

«Arctic Med Omega-3 Premium» består ifølge produsenten av 70 % fiskeolje og 30 % planteolje. Omregning i

henhold til dette blandingsforholdet viste at den opprinnelige fiskeoljen maksimalt kunne hatt konsentrasjoner av PCB6 på 4,1 µg/kg fett dersom planteoljen ikke bidro med noe PCB6 til blandingen, og den opprinnelige planteoljen kunne maksimalt hatt konsentrasjoner på 9,7 µg/kg fett for sum PCB6 dersom fiskeoljen ikke bidro med noe PCB6 til blandingen. Omregningene viser dermed også for denne oljen at ingen av utgangsoljene kan ha hatt nivåer av PCB6 over grenseverdiene for marine oljer eller vegetabilske oljer.

Konsentrasjonen av PBDE varierte mellom 0,26 og 3,8 µg/kg fett i de ulike oljene. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i havmus/lakseoljen «Urtegod sølvhåolje», lakseoljen «Bioform Lakseolje» og seloljen «Polarolje», i tillegg til «Monkids Fiskolja Barn» der nivået trolig er betydelig overestimert som beskrevet over. Disse oljene hadde konsentrasjoner av sum PBDE7 mellom 1,5 og 3,8 µg/kg fett, mens alle de øvrige oljene hadde konsentrasjoner under 0,9 µg/kg fett.

Selv om konsentrasjonen av PBDE7 i havmus/lakseoljen «Urtegod sølvhåolje», lakseoljen «Bioform lakseolje» og seloljen «Polarolje» var høyere enn i alle de andre oljene undersøkt her, lå nivåene av PBDE7 i disse oljene i det nedre området av de nivåene vi tidligere har funnet i havmus- og havmus/lakseoljer (2,0–16 µg/kg fett), i lakseoljer (1,9– 3,6 µg/kg fett) og i seloljer (1,4– 12 µg/kg fett) (Julshamn og Frantzen, 2009, 2010, Julshamn m.fl., 2011, 2013c, Måge m.fl., 2012, Nilsen og Måge, 2014, 2015, 2016a, Nilsen m.fl., 2017, 2020, 2021, 2022, Nilsen og Sanden, 2018).

3.3.4 - MCPD, 3-MCPD-estere og glysidylestere

Konsentrasjonene av summen av fri 3-MCPD og 3-MCPD-estere (sum 3-MCPD+3-MCPDE), uttrykt som 3-MCPD, og konsentrasjonen av glysidylestere uttrykt som glysidol er oppgitt i Tabell 22, sammen med grenseverdiene for disse stoffene (EU, 2023; FOR-2015-07-03-870 *Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler*). EU og Norge har grenseverdier for sum 3-MCPD+3-MCPDE i marine og vegetabilske oljer, og konsentrasjonene av disse stoffene rapporteres som en del av kontrollprogrammet.

Tabell 22 Konsentrasjoner (µg/kg våtvekt) av sum 3-monoklorpropandiol (3-MCPD), 3-MCPD fettsyreestere (3-MCPDE) og glysidylfettsyreestere (Glycidyl esters) i marine oljer til humant konsum innsamlet i 2025. EUs og Norges øvre grenseverdier for sum 3-MCPD+3-MCPD og glysidylestere i marine og vegetabilske oljer er også oppgitt.

Product	Sum 3-MCPD+ 3-MCPDE (expressed as 3-MCPD)	Glycidyl esters (expressed as glycidol)
Bioform Lakseolje	< 100	< 100
Urtegod sølvhåolje	< 100	< 100
Polarolje®	340	160
Möller's tran	180	190
Equazen® Flytende	130	< 100
Romega Gravid	< 100	230
Frisk Arctic Omega-3 Pregnancy	300	310
Sunkost Omega3	230	< 100
Easy choice Omega 3 Høykonsentrert original	110	< 100
Monkids Fiskolja Barn	< 20	< 10
Dråpe Omega-3 Høykonsentrert fiskeolje	260	310
Arctic Med Omega-3 Premium	130	< 100
Maximum level for marine oils and vegetable oils in EU and Norway	2500	1000

3-MCPD-estere og glysidylestere er ikke miljøgifter, men forbindelser som dannes under raffinering av oljer når oljene varmes opp til temperaturer over 200°C. Dersom kloridioner er til stede vil glyserol eller glyserolderivater som mono- og diglyserider i oljene kunne reagere og danne 3-MCPD-estere og glysidylestere (Zelinková m.fl., 2006, EFSA, 2016b, Merkle m.fl., 2017). Både raffineringsmetodene og nivåene av mono- og diglyserider i utgangsoljene vil kunne ha betydning for nivåene av 3-MCPD-estere og glysidylestere i de raffinerte oljene.

Konsentrasjonene av sum 3-MCPD+3-MCPDE varierte mellom de ulike oljene, men ingen av oljene hadde nivåer over grenseverdien for sum 3-MCPD+3-MCPDE i marine og vegetabilske oljer på 2500 µg/kg. Den høyeste konsentrasjonen ble funnet i seloljen «Polarolje» med en verdi på 340 µg/kg, betydelig lavere enn grenseverdien og innenfor det konsentrasjonsområdet vi tidligere har funnet i fem seloljer analysert i 2019 og 2021 (210–580 µg/kg; Nilsen m.fl., 2020 og 2022).

Tre torskeleveroljer («Möller's tran», «Frisk omega-3 Pregnancy», «Dråpe Omega-3 Høykonsentrert fiskeolje») hadde nivåer mellom 180 og 300 µg/kg, innenfor samme konsentrasjonsområde vi tidligere har funnet for åtte torskeleveroljer analysert i perioden 2018-2021 (<100–490 µg/kg; Nilsen og Sanden, 2019; Nilsen m.fl., 2020, 2021 og 2022), mens to oljer framstilt fra ansjos eller ansjos/makrell/sardin («Easy choice Omega 3 Høykonsentrert original» og «Sunkost Omega3») hadde nivåer på 110 og 230 µg/kg, i nedre del av konsentrasjonsområdet vi tidligere har funnet for sju lignende oljer analysert i 2020 og 2021 (<100–1200 µg/kg; Nilsen m.fl., 2021 og 2022). De to fiske- og planteoljene «Equazen® Flytende» og «Arctic Med Omega-3 Premium» hadde betydelig lavere nivå av 3-MCPD+3-MCPDE (130 µg/kg i begge oljene) enn de nivåene vi har funnet i tre lignende blandingsoljer analysert i 2018 (420–550 µg/kg; Nilsen og Sanden, 2019).

De laveste konsentrasjonene av 3-MCPD+3-MCPDE ble funnet i lakseoljen «Bioform Lakseolje», havmus/lakseoljen «Urtegod sølvhåolje» og silderogn/ansjosoljen «Romega Gravid» med nivåer under kvantifiseringsgrensen på 100 µg/kg. Tidligere resultater for én lakseolje, én havmus/lakseolje og to havmusoljer analysert i 2018, 2020 og 2021 (Nilsen og Sanden, 2019; Nilsen m.fl., 2021, 2022) hadde også lave konsentrasjoner under 100 µg/kg, mens en silderognolje analysert i 2018, hadde en konsentrasjon av 3-MCPD+3-MCPDE på 760 µg/kg, langt over konsentrasjonen i silderogn/ansjosoljen «Romega Gravid» analysert her. Makrelloljen «Monkids Fiskolja Barn», som på grunn av lavt fettinnhold ble analysert med en annen og mer sensitiv metode, hadde også en svært lav konsentrasjon under kvantifiseringsgrensen på 20 µg/kg.

Resultatene for glysidylestere viste at ingen av oljene hadde konsentrasjoner av glysidylestere over grenseverdien for marine og vegetabilske oljer på 1000 µg/kg. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i torskeleveroljene «Frisk Arctic Omega-3 Pregnancy» og «Dråpe Omega-3 Høykonsentrert fiskeolje» som begge hadde en konsentrasjon på 310 µg/kg. Den tredje torskeleveroljen som ble analysert, «Möller's tran», hadde et noe lavere nivå av glysidylestere på 190 µg/kg, men alle disse oljene lå innenfor det konsentrasjonsområdet vi tidligere har funnet for åtte torskeleveroljer analysert i perioden 2018-2021 (<100–430 µg/kg; Nilsen og Sanden, 2019; Nilsen m.fl., 2020, 2021 og 2022). Silderogn/ansjosoljen «Romega Gravid» hadde en konsentrasjon på 230 µg/kg, som var noe høyere enn konsentrasjonen i silderognoljen som ble analysert i 2018 (110 µg/kg: Nilsen og Sanden, 2019), mens seloljen «Polarolje®» hadde en konsentrasjon på 160 µg/kg som lå midt i konsentrasjonsområdet vi tidligere har funnet for fem seloljer analysert i 2019 og 2021 (22-280 µg/kg; Nilsen m.fl., 2020 og 2022).

De siste sju fiskeoljene som ble undersøkt, det vil si lakseoljen «Bioform Lakseolje», havmus/lakseoljen «Urtegod sølvhåolje», makrelloljen «Monkids Fiskolja Barn», ansjosoljen «Easy choice Omega 3 Høykonsentrert original», ansjos/makrell/sardinoljen «Sunkost Omega3» og fisk-og planteoljene «Equazen® Flytende» og «Arctic Med Omega-3 Premium» hadde alle svært lave konsentrasjoner av glysidylestere, under LOQ for metoden på 100 µg/kg (10 µg/kg for «Monkids Fiskolja Barn»). Dette stemmer godt overens med

tidligere resultater fra 2018, 2020 og 2021 der oljer framstilt fra laks, havmus eller havmus og laks, ansjos eller ansjos/sardin eller ansjos/sardin/makrell, samt fisk- og planteoljer i de aller fleste tilfeller har hatt nivåer av glysidylestere under eller like over 100 µg/kg. Kun to ansjos/sardinoljer analysert i 2020 og 2021 hadde høyere nivåer av glysidylestere på henholdsvis 12000 og 370 µg/kg (Nilsen m.fl., 2021 og 2022). Det er ikke kjent hvorfor ansjos/sardin-oljen fra 2020 hadde så mye høyere konsentrasjon av glysidylestere enn de øvrige åtte oljene framstilt fra ansjos eller ansjos/sardin eller ansjos/sardin/makrell vi har analysert i perioden 2018-2025, men oljen fra 2020 ble oppgitt å være en høykonsentrert fiskeolje, og forskjeller i produksjonsprosesser kan være en mulig forklaring på dette.

3.3.5 - Erukasyre

Konsentrasjonen av erukasyre er gitt i Tabell 23 sammen med prosentandel erukasyre av totale fettsyrer i de marine oljene. Det er ikke fastsatt noen grenseverdi for erukasyre i marine oljer, kun i vegetabilske oljer, men erukasyre er undersøkt som en del av kartleggingsprogrammet.

Den langkjedete fettsyren erukasyre (22:1n-9) er en naturlig forekommende fettsyre, som kan finnes i høye konsentrasjoner i enkelte vegetabilske oljer som rapsolje og i lave konsentrasjoner i andre matvarer som fisk (Sissener m.fl., 2018). Erukasyre kan ha negative helseeffekter ved høye konsentrasjoner, og lipidose i hjertemuskelen med redusert kontraktilitet og vevsskade er påvist i dyreforsøk (EFSA, 2016a).

Tabell 23 Konsentrasjoner av erukasyre og prosentandel erukasyre av totale fettsyrer i marine oljer til humant konsum innsamlet i 2025. EUs og Norges øvre grenseverdier for erukasyre i vegetabilske oljer er også oppgitt.

Product	**Erucic acid** (mg/g wet weight)	**Erucic acid** (% of total fatty acids)
Bioform Lakseolje	6.4	0.68
Urtegod sølvhåolje	6.4	0.78
Polarolje®	5.3	0.58
Möller’s tran	7.6	0.82
Equazen® Flytende	< 0.01	<0.10
Romega Gravid	4.8	0.67
Frisk Arctic Omega-3 Pregnancy	7.7	0.84
Sunkost Omega3	8.2	0.89
Easy choice Omega 3 Høykonsentrert original	2.5	0.28
Monkids Fiskolja Barn	0.016	0.13
Dråpe Omega-3 Høykonsentrert fiskeolje[b)]	7.7	0.84
Arctic Med Omega-3 Premium	1.2	0.14
Maximum level for vegetable oils in EU and Norway	20	

Konsentrasjonene av erukasyrer varierte mye mellom oljene, fra <0,01 til 8,2 mg/g våtvekt. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i ansjos/sardin/makrell-oljen «Sunkost Omega3» og de tre torskeleveroljene «Möller’s tran», «Frisk omega-3 Pregnancy», «Dråpe Omega-3 Høykonsentrert fiskeolje» som hadde konsentrasjoner mellom 7,6 og 8,2 mg/g, Det er ikke fastsatt grenseverdier for erukasyre i marine oljer, men konsentrasjonene i disse fiskeoljene lå godt under grenseverdien for erukasyre i vegetabilske oljer på 20 mg/g våtvekt (EU, 2023; FOR-2015-07-03-870 *Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler*). Seloljen «Polarolje», lakseoljen «Bioform Lakseolje», havmus/lakseoljen « Urtegod sølvhåolje », silderogn/ansjosoljen «Romega Gravid» hadde noe lavere nivåer mellom 4,8 og 6,4 mg/g våtvekt, mens ansjosoljen «Easy choice

Omega 3 Høykonsentrert original», makrelloljen «Monkids Fiskolja Barn», og de to fisk- og planteoljene «Equazen® Flytende» og «Arctic Med Omega-3 Premium» hadde de laveste konsentrasjonene på 2,5 mg/g eller lavere. Den svært lave konsentrasjonen i «Monkids Fiskolja Barn» skyldes at dette produktet har et lavt fettinnhold på under 5 g/100g, samtidig som andelen erukasyre av totale fettsyrer er på bare 0,13 %.

De to fisk- og planteoljene «Equazen® Flytende» og «Arctic Med Omega-3 Premium» hadde lave nivåer på henholdsvis <0,01 og 1,2 mg/g våtvekt, langt under grenseverdien for erukasyre i vegetabilske oljer på 20 mg/g. For blandingsoljer som består av en blanding av fiskeolje og planteolje, gjelder imidlertid den øvre grenseverdien for erukasyre egentlig for utgangsoljen som inngår i blandingsoljen, altså for den vegetabilske oljen før blanding med fiskolje. «Equazen® Flytende» inneholder ifølge produsenten 13,6 % fiskeolje og 83,1 % planteolje (solsikke- og nattlysolje), og omregning i henhold til dette blandingsforholdet viste at den opprinnelige planteoljen som inngår i blandingsoljen maksimalt kunne hatt en konsentrasjon av erukasyre på 0,012 mg/g dersom fiskeoljen ikke bidro med noe erukasyre til blandingen. For «Arctic Med Omega-3 Premium», som ifølge produsenten består av 70 % fiskeolje og 30 % olivenolje, viste omregning at den opprinnelige olivenoljen som inngår i blandingen maksimalt kunne hatt en konsentrasjon av erukasyre på 4 mg/g dersom fiskeoljen ikke bidro med noe erukasyre til blandingen. Omregning i henhold til blandingsforholdet mellom fisk- og planteoljer viste altså at planteoljene som inngår i disse to oljene ikke kan ha hatt nivåer over grenseverdien for erukasyre i vegetabilske oljer.

Erukasyre utgjorde en svært lav andel av totale fettsyrer i alle oljene som ble undersøkt (Tabell 23), med prosentandeler mellom <0,10 og 0,89 %. Dette stemmer godt med overens med tidligere resultater for 41 fiskeoljer som ble undersøkt i perioden 2004-2008 der prosentandelen erukasyre utgjorde mellom 0,1 og 2,4 % av totale fettsyrer (Sissener m.fl., 2018).

4 - Konklusjoner

4.1 - Kontrollprogrammet for villfisk

I løpet av 2025, tok Mattilsynet ut 95 prøver av sjømat ved mottak langs hele norskekysten til analyse for fremmedstoffer ved Havforskningsinstituttet som en del av Mattilsynets kontrollprogram for villfisk. Av disse var 55 prøver av fiskemuskel av åtte ulike arter, 25 prøver av muskelkjøtt av tre krabbearter og 15 prøver av pillede reker. I tillegg ble det tatt 5 prøver av brunmat av taskekrabbe til kartlegging. Selv om grenseverdiene ikke gjelder for denne delen av krabben, så blir den omsatt som mat. Alle prøvene ble analysert for Hg, Cd og Pb samt PFAS, mens 76 prøver i tillegg ble analysert for dioksiner og dl-PCB, samt ikke-dioksinlignende PCB, sum PCB6.

Resultatene viste at to prøver, en samleprøve av brosme og én samleprøve av torsk, hadde konsentrasjoner av kvikksølv over grenseverdiene på henholdsvis 0,5 og 0,3 mg/kg våtvekt som gjelder for disse to artene. Konsentrasjonene, på henholdsvis 0,64 og 0,32 mg/kg våtvekt, var ikke over grenseverdiene etter at måleusikkerheten for analysemetoden var trukket fra. Blant fisk var kvikksølvkonsentrasjonene for øvrig generelt høyest i brosme etterfulgt av lange og blåkveite og lavest i makrell. Blant krepsdyrene var kvikksølvnivået høyest i taskekrabbe og lavest i kongekrabbe.

Krepsdyrartene hadde de høyeste kadmiumkonsentrasjonene, men ingen muskelprøver var over grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt som gjelder kadmium i muskelkjøtt av krepsdyr. Klokjøtt av taskekrabbe (kokt) hadde høyere kadmiumkonsentrasjoner enn gangbein av snøkrabbe og kongekrabbe samt pillede reker. Brunmat av taskekrabbe hadde betydelig høyere kadmiumkonsentrasjoner enn alle de andre prøvene, som også har vært rapportert tidligere. For brunmat er det imidlertid ingen grenseverdi som gjelder.

Nivået av kadmium i fiskemuskel var svært lavt og under målbart nivå (< LOQ) i 34 av 55 prøver. Av fiskeartene hadde makrell og sild de høyeste kadmiumnivåene. Alle kadmiumverdiene var godt under grenseverdiene som gjelder fisk på 0,05 og 0,1 mg/kg.

Konsentrasjonene av bly var under LOQ i 52 av 55 fiskeprøver, og var ellers lave og godt under grenseverdien på 0,3 mg/kg våtvekt. I reker og taskekrabbe var det en større andel av prøvene med målbare, men svært lave konsentrasjoner langt under grenseverdien for bly i krepsdyrmuskel på 0,5 mg/kg våtvekt.

Ingen av prøvene hadde konsentrasjoner over grenseverdiene som gjelder for PFOS, PFOA, PFNA og PFHxS og summen av disse, sum PFAS4. Reker hadde høyest gjennomsnitts- og mediankonsentrasjon av sum PFAS4, med en median på 0,64 µg/kg våtvekt og den høyeste enkeltverdien av sum PFAS4 på 1,8 µg/kg. Reker har også tidligere vist relativt høye PFAS-konsentrasjoner. Brunmat av taskekrabbe hadde nest høyest sum PFAS4, og hyse og blåkveite hadde høyest nivå blant fiskeartene. Det var i hovedsak PFOS og PFNA som bidro til summen, da resultatene for PFOA og PFHxS stort sett var under LOQ.

Alle prøvene bortsett fra torsk, brosme og lange ble analysert for dioksiner og PCB. Ingen av prøvene hadde konsentrasjoner over grenseverdiene som gjelder for sum dioksiner, sum dioksiner og dioksinlignende PCB og sum PCB6 i muskel av fisk og krepsdyr. Blåkveite hadde høyest konsentrasjoner av disse fettløselige miljøgiftene i muskel, fulgt av makrell og sild, mens hyse, snøkrabbe og kongekrabbe hadde de laveste konsentrasjonene. Ellers hadde brunmat av taskekrabbe høyere konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB enn alle muskelprøvene av både fisk og krepsdyr, men konsentrasjonene var ikke spesielt høye sammenlignet med brunmat av krabbe målt tidligere. Konsentrasjonen av sum PCB6 var høyere i blåkveitemuskel enn i brunmat av taskekrabbe.

4.2 - Kartlegging stoffer uten grenseverdi

Prøvene eller deler av prøvene tatt ut i kontrollprogrammet, ble analysert for flere stoffer i kartleggingsdelen av dette prosjektet.

Alle samleprøvene ble analysert for totalarsen, uorganisk arsen og organiske arsenformer. Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalarsen varierte mellom artene fra 1,51 mg/kg våtvekt i sild til 78,6 mg/kg i snøkrabbe. Blant fiskeartene hadde hyse, torsk, brosme, blåkveite og lange høyere totalarsen-konsentrasjoner enn sei, makrell og sild. Alle krepsdyrprøvene hadde høyere konsentrasjoner av totalarsen enn fiskeartene.

Det var som forventet svært lave konsentrasjoner av uorganisk arsen i alle fiskeartene, der 76 % av prøvene var under LOQ. Nivået av uorganisk arsen i krepsdyrprøvene var også svært lave, men var målbare i de fleste prøvene. Andelen uorganisk arsen av totalarsen i både fiske- og krepsdyrprøvene var alle mindre enn 1 %. De lave konsentrasjonene av uorganisk arsen i alle prøvene av villfisk bekrefter de svært lave nivåene som har vært dokumentert tidligere, og resultatene gir ytterligere dokumentasjon på at det er generelt lave konsentrasjoner av uorganisk arsen både i muskel av villfanget fisk og i reker og krabbearter.

Konsentrasjonene av arsenokolin, tetrametylarsoniumion og trimetylarsenoksid og trimetylarsoniopropianat, var under LOQ i de aller fleste prøvene av fiskemuskel. For torsk, blåkveite, hyse, lange og brosme var arsenobetain dominerende med gjennomsnittlig andel av totalarsen på mer enn 90 %, For makrell og sild utgjorde arsenobetain henholdsvis 7 % og 22 % av totalmengden arsen, som er svært likt det som ble funnet i dette programmet i 2024. Dimetylarsinat (DMA(V)) forekom i målbare, men lave konsentrasjoner i makrell og sild. Det en stor andel av totalarsen som ikke ble identifisert, og dette kan være lipidløselig arsen (arsenolipider).

I muskel av krepsdyr utgjorde arsenobetain mellom 83 % og 93 % av totalarsen. Også her var det en betydelig mengde arsen som ikke ble identifisert med de benyttede analysemetodene, men de utgjorde en mye mindre andel av totalarsen enn hos makrell og sild. For å vite hvilke arsenforbindelser det ukjente arsenet utgjør i krepsdyr, vil det være nødvendig med egne analyser.

Prøvene av alle artene bortsett fra torsk, brosme og lange ble analysert for bromerte flammehemmere, herunder PBDE, α-, β- og γ-HBCD og TBBP-A for å øke dokumentasjonen for konsentrasjonene av disse stoffene. Nivået av sum PBDE7 var høyest i blåkveite, fulgt av makrell og sild. Brunmat av krabbe hadde betydelig lavere konsentrasjoner av PBDEer enn disse fiskeartene, men høyere enn muskel av sei, hyse, krabbeartene og reker. Av HBCD-isomerene og TBBP-A var det stort sett bare α-HBCD som hadde målbare konsentrasjoner, og de var bare målbare i blåkveite, makrell og sild. Konsentrasjonene var høyest i blåkveite, med et gjennomsnitt på 0,143 µg/kg våtvekt.

4.3 - Kontroll og kartlegging, marine oljer til humant konsum

Kontrollprogram for marine oljer ble for første gang gjennomført i 2025, for å oppfylle kravene gitt i EUs reguleringer 2022/931 og 2022/932.

Til sammen 12 produkter av marine oljer til humant konsum – en selolje, ni fiskeoljer og to blandingsoljer av fisk- og planteoljer – ble hentet inn av Mattilsynet i mars 2025. I kontrollprogrammet ble oljene analysert for stoffer som det er fastsatt grenseverdier for i kosttilskudd eller marine oljer. Dette gjelder tungmetallene kvikksølv, kadmium og bly, de fettløselige organiske miljøgiftene dioksiner og dioksinlignende PCB og ikke-dioksinlignende PCB, samt 3-MCPD/3-MCPD-estere og glysidylestere som er stoffer som kan dannes under raffinering av oljer. I tillegg ble de samme prøvene analysert for arsen, de organiske miljøgiftene PBDE og den

langkjedete fettsyren erukasyre, som del av en kartlegging for disse stoffene i marine oljer.

Resultatene viste at nivåene av organiske miljøgifter varierte mye mellom oljene, og de høyeste konsentrasjonene ble funnet i en havmus/lakseolje der det ble målt konsentrasjoner av sum dioksiner og sum dioksiner og dl-PCB over grenseverdien for disse summene i marine oljer. Konsentrasjonene i denne oljen oversteg imidlertid likevel ikke grenseverdien for lovlig omsetning dersom måleusikkerheten til metoden ble tatt hensyn til og trukket fra i henhold til EUs regelverk. Ingen av de øvrige oljene hadde nivåer av organiske miljøgifter over grenseverdiene for organiske miljøgifter i marine oljer. Blandingsoljene av fisk- og planteolje, oversteg heller ikke de lavere grenseverdiene som gjelder for vegetabilske oljer.

Konsentrasjonene av tungmetaller og arsen var lave i alle oljene som ble undersøkt, og ingen av oljene hadde nivåer over gjeldende øvre grenseverdier for tungmetaller i kosttilskudd, i likhet med alle oljer vi har analysert i tidligere overvåkingsprogrammer.

Også nivåene av 3-MCPD, 3-MCPDE og glysidylestere varierte mellom oljene, men ingen av oljene hadde nivåer over gjeldende grenseverdier i EU og Norge for disse forbindelsene i marine og vegetabilske oljer.

Erukasyre ble i denne undersøkelsen analysert for første gang i Mattilsynets overvåkingsprogram for marine oljer. Resultatene viste at nivåene av denne langkjedete fettsyren var lave i alle oljene. Det finnes ingen grenseverdier for erukasyre i marine oljer, men alle oljene hadde konsentrasjoner som lå klart under grenseverdien som gjelder for erukasyre i vegetabilske oljer. Prosentandelen erukasyre i forhold til totale fettsyrer var under 1 % i alle oljene.

5 - Referanser

EFSA (2009). Scientific opinion on arsenic in food. EFSA Journal 2009 **7**(10): 199 s

EFSA (2016a). Erucic acid in feed and food. EFSA Journal **14**(11): e04593.

EFSA (2016b). Scientific opinion on the risks for human health related to the presence of 3-and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. th EFSA Journal **14** (5)**:** 159

EFSA (2024a). Risk assessment of small organoarsenic species in food. Efsa Journal **22**(7): e8844.

EFSA (2024b). Risk assessment of complex organoarsenic species in food. Efsa Journal **22**(12): e9112.

EU (2017). Commission Regulation (EU) 2017/644 of 5 April 2017 laying down methods of sampling and analysis for the control of levels of dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in certain foodstuffs and repealing Regulation (EU) No 589/2014 (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union.

EU (2023). Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006 (Text with EEA relevance). 2023/0915. Official Journal of the European Union. **L119/103**.

Frantzen, S. and A. Maage (2016). Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann. Brosme, lange og bifangstarter. Gjelder tall for prøver samlet inn i 2013-2015. NIFES-rapport, 116 s. https://www.hi.no/resources/publikasjoner/rapporter-nifes/2017/rapportvillfisk2016-1.pdf

Frantzen, S., et al. (2009). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i Norsk Vårgytende Sild. NIFES-rapport. 24 s. https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/handle/11250/3056146

Frantzen, S., et al. (2010). Basisundersøkelse fremmedstoffer i nordøstatlantisk makrell (*Scomber scombrus*). NIFES-rapport. 33 s. https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/handle/11250/3057019

Frantzen, S., et al. (2011). Seasonal variation in the levels of organohalogen compounds in herring (*Clupea harengus*) from the Norwegian Sea. Chemosphere **85** (2): 179–187.

Frantzen, S., et al. (2015). A baseline study of metals in herring (*Clupea harengus*) from the Norwegian Sea, with focus on mercury, cadmium, arsenic and lead. Chemosphere **127**: 164–170.

Frantzen, S., et al. (2022). Forurensning i de norske havområdene - Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen - Rapport fra Overvåkingsgruppen 2021. Rapport fra havforskningen **2022-3:** 87. https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=54784&25976793

Frantzen, S., et al. (2024a). Levels of mercury, arsenic, cadmium and lead in Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) from northern European waters. Marine Pollution Bulletin **200**: 116060.

Frantzen, S., et al. (2024b). Fremmedstoffer i villfisk 2023. Bestemmelse av uorganisk arsen, metylkvikksølv og PFAS i utvalgte sjømatprøver. Rapport fra havforskningen. **2024-27**. https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2024-27 - sec-3-8

Frantzen, S., et al. (2025). Fremmedstoffer i villfisk 2024. Mattilsynets kontrollprogram for villfisk og kartlegging av brosme fra Nordfjord, Storfjorden og Romsdalsfjorden. Rapport fra havforskningen. **2025-55**. https://nva.sikt.no/registration/0199c8c82a0e-086763f7-0870-41f9-97b3-8731437116fa

https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2025-55

Ho, Q. T., et al. (2023). Congener-specific accumulation of persistent organic pollutants in marine fish from the Northeast Atlantic Ocean. Journal of Hazardous Materials **457**: 131758.

Julshamn, K. and S. Frantzen (2009). Årsrapport 2008. Miljøgifter i fisk og fiskevarer - en rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i oljer, makrell, ål og Svolværpostei. NIFES-rapport. 26 s.

Julshamn, K. and S. Frantzen (2010). Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2009 - En rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB7, arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen i oljer til humant konsumMiljøgifter i fisk og fiskevarer 2009. NIFES-rapport 26 s.

Julshamn, K., et al. (2007). "Determination of arsenic, cadmium, mercury, and lead by inductively coupled plasma/mass spectrometry in foods after pressure digestion: NMKL Interlaboratory Study." Journal of AOAC International **90**: 844–856.

Julshamn, K., et al. (2011). Årsrapport 2010. Miljøgifter og mikroorganismer i fisk og fiskevarer - en rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB7 polybromerte flammehemmere (PBDE), perfluorerte alkylstoffer (PFAS), tungmetaller og Salmonella i oljer til humant konsum, brisling og brislingprodukter fersk. Bergen, NIFES. **30 s.** https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/bitstream/handle/11250/3057026/%C3%85rsrapport 2010 Milj%C3%B8gifter og mikrorganismer i fisk og fiskevarer endelig versjon oktober 2011-alle%2Bam.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Julshamn, K., et al. (2012a). "Total and inorganic arsenic in fish samples from Norwegian waters." Food Additives & Contaminants Part B-Surveillance **5**(4): 229–235.

Julshamn, K., et al. (2012b). Årsrapport 2011. Mattilsynets program: Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann: Delrapport I: Undersøkelser av miljøgifter i taskekrabbe. NIFES-rapport. 52 s. http://nifes.no/report/arsrapport-fremmedstoffer-i-villfisk-2011-delrapport-1-undersokelser-av-miljogifter-i-taskekrabbe/

Julshamn, K., et al. (2013a). A baseline study of levels of mercury, arsenic, cadmium and lead in Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) from different parts of the Barents Sea. Marine Pollution Bulletin **67**(1–2): 187–195.

Julshamn, K., et al. (2013b). A baseline study of metals in cod (*Gadus morhua*) from the North Sea and coastal Norwegian waters, with focus on mercury, arsenic, cadmium and lead. Marine Pollution Bulletin **72** (1): 264–273.

Julshamn, K., et al. (2013c). Mattilsynets program: Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2012 – Undersøkelse av fremmedstoffer i kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) og oljer. NIFES-rapport. 28 s. https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/handle/11250/3057022

Julshamn, K., et al. (2015). Heavy metals and POPs in red king crab from the Barents Sea. Food Chemistry **167**: 409–417.

Kögel, T., et al. (2021). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i hyse - Tungmetaller, sporelementer og organiske miljøgifter i hyse (*Melanogrammus aeglefinus*) fra Skagerrak, Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Rapport fra Havforskningen **2021-35:** 60. https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=48066&92043089

Meier, S., et al. (2006). Validation of a one-step extraction/methylation method for determination of fatty acids and cholesterol in marine tissues. Journal of Chromatography A **1104**(1): 291–298.

Merkle, S., et al. (2017). Impact of fish species and processing technology on minor fish oil components. Food Control **73**: 1379–1387.

Måge, A., et al. (2012). Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2011: Kvikksølv i djupvassfisk og skaldyr frå Hardangerfjorden samt miljøgifter i marine oljer. NIFES-rapport 31 s. http://nifes.no/report/miljogifter-i-fisk-og-fiskevarer-2011/

Nilsen, B. M., et al. (2010). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i blåkveite (*Reinhardtius hippoglossoides*). NIFES-rapport 42 s. https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapporter-nifes/2010/basisundersokelse-av-fremmedstoffer-i-blakveite

Nilsen, B. M., et al. (2012). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i sei (*Pollachius virens*) fra Norskehavet og Barentshavet. Sluttrapport. NIFES-rapport, 44 s. http://nifes.no/wp-content/uploads/2013/04/Basisundersokelse-sei-20131.pdf

Nilsen, B. M., et al. (2013). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i sei (*Pollachius virens*) fra Nordsjøen. Sluttrapport for prosjektet "Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann". NIFES-rapport. 56 s. http://nifes.no/report/basisundersokelse-av-fremmedstoffer-i-sei-pollachius-virens-fra-nordsjoen/

Nilsen, B. M., et al. (2017). Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2016: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. NIFES-rapport. 21 s. https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapporter-nifes/2016/rapport-marine-oljer-2015?_gl=1*wtyrvw*_up*MQ..*_ga*MTk1NzMwMzcxNC4xNzc2ODQ0NDE1*_ga_ST62YQW615*czE3NzY4NDQ0MTU

Nilsen, B. M., et al. (2020). Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2019 — Organiske miljøgifter, tungmetaller, 3-MCPD og glysidylestere i marine oljer til humant konsum. Rapport fra havforskningen **2020-25**. https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2020-25

Nilsen, B. M., et al. (2021). Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2020 — Organiske miljøgifter, tungmetaller, 3-MCPD og glysidylestere i marine oljer til humant konsum. Rapport fra Havforskningen **2021-36** . https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2021-36?_gl=1*ycej66*_up*MQ..*_ga*MTk1NzMwMzcxNC4xNzc2ODQ0NDE1*_ga_ST62YQW615*czE3NzY4NDQ0MTU

Nilsen, B. M., et al. (2022). Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2021 — Organiske miljøgifter, tungmetaller, 3-MCPD og glysidylestere i marine oljer til humant konsum. Rapport fra Havforskningen **2022-25** . https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2022-25/

Nilsen, B. M., et al. (2025). Evaluation of contaminants in wild-caught Norwegian seafood — Prioritization of species for risk-based monitoring. Rapport fra havforskningen **2025-49** . https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-en-2025-49

Nilsen, B. M. and A. Måge (2014). Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2013: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. NIFES-rapport **16 s.**

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

Nilsen, B. M. and A. Måge (2016a). Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2015: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-

dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. NIFES-rapport. 21 s.

Nilsen, B. M. and A. Måge (2016b). Oppfølging av basisundersøkelse blåkveite. Juni-2015. NIFES-rapport. 19 s. https://issuu.com/nifes-pdf/docs/oppfolging-av-basisundersokelse-blakveite-2015?e=14823531%2F33893995

Nilsen, B. M. and M. Sanden (2018). Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2017 – Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer til humant konsum. Rapport fra Havforskningen **29-2018** . https://hdl.handle.net/11250/2570010

Nilsen, B. M. and M. Sanden (2019). Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2018 — Organiske miljøgifter, tungmetaller, 3-MCPD og glysidylestere i marine oljer til humant konsum. Rapport fra havforskningen **2019-33**. https://www.hi.no/en/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2019-33

Ruttens, A., et al. (2012). Arsenic speciation in food in Belgium: Part 1: Fish, molluscs and crustaceans. Journal of Geochemical Exploration **121**: 55–61.

Schmeisser, E., et al. (2005). Direct measurement of lipid-soluble arsenic species in biological samples with HPLC-ICPMS. Analyst **130**(6): 948–955.

Sele, V., et al. (2012). Arsenolipids in marine oils and fats: A review of occurrence, chemistry and future research needs. Food Chemistry **133**(3): 618–630.

Sele, V., et al. (2013). Detection of arsenic-containing hydrocarbons in a range of commercial fish oils by GC-ICPMS analysis. Analytical and Bioanalytical Chemistry **405**(15): 5179–5190.

Sissener, N. H., et al. (2018). Erucic Acid (22:1n-9) in Fish Feed, Farmed, and Wild Fish and Seafood Products. Nutrients **10**(10): 1443.

Tibon, J., et al. (2021). Speciation analysis of organoarsenic species in marine samples: method optimization using fractional factorial design and method validation. Analytical and Bioanalytical Chemistry **413**(15): 3909–3923.

Tibon, J., et al. (2022). Arsenic species in mesopelagic organisms and their fate during aquafeed processing. Chemosphere **302**: 134906.

Van den Berg, M., et al. (2006). The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. Toxicological Sciences **93**(2): 223–241.

Wiech, M., et al. (2017). Effects of cooking and freezing practices on the distribution of cadmium in different tissues of the brown crab (*Cancer pagurus*). Food Control **75**: 14–20.

Wiech, M. (2018). Cadmium in brown crab *Cancer pagurus* in Norwegian waters. Institute of Biology. Bergen, University of Bergen. PhD: 172 s.

Wiech, M., et al. (2020). Cadmium in brown crab Cancer pagurus. Effects of location, season, cooking and multiple physiological factors and consequences for food safety. Science of the Total Environment **703**: 134922.

Wolle, M. M., et al. (2019). Market Basket Survey of Arsenic Species in the Top Ten Most Consumed Seafoods in the United States. Journal of Agricultural and Food Chemistry **67**(29): 8253–8267.

Zelinková, Z., et al. (2006). Fatty acid esters of 3-chloropropane-1,2-diol in edible oils. Food Additives & Contaminants **23**(12): 1290–1298.

6 - Vedlegg

Tabell 24 Fysiske parametre og fettinnhold i prøvene tatt ut i kontrollprogrammet. Gjennomsnittlig vekt (g) er gitt for alle prøvene. For fisk er gjennomsnittlig lengde (cm) gitt, for krabbene er bredde (cm) på ryggskjoldet gitt og for reker er lengde (mm) på ryggskjoldet gitt. Fettinnhold (g/100 g) er gitt for de artene der dette er målt. For hver art er gjennomsnitt (mean), standardavvik (sd), minste og største verdi (min, max), median og kvartiler (q25 og q75) vist.

Species	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75
Weight (g)								
Atlantic cod	13	3273	2363	831	8600	2305	1914	3934
Greenland halibut	7	2520	1103	1256	3860	2845	1517	3120
Haddock	2	1209	392	931.6	1486.5	1209	1070	1348
Herring	2	418	116	336.1	500	418	377	459
Ling	3	4571	1490	3145	6117	4450	3797	5283
Mackerel	13	416	70	295	528.8	424	376	478
Saithe	7	2073	822	535.6	2730	2450	1853	2545
Tusk	8	1984	692	1300	3458	1821	1495	2218
Brown crab	5	496	80	381	580.2	486	470	565
Snow crab	10	473	325	135	1012	443	229	598
Red king crab	10	2119	461	1202	2789	2072	1883	2415
Shrimp	15	8.36	3.3	4.4	17	7.3	6.6	9.0
Length (cm)/carapax width (cm)/carapax length (mm)								
Atlantic cod	13	63.6	13.9	41	89	62	55	69
Greenland halibut	7	50.7	19.5	23	71	52	38	67
Haddock	2	49.1	3.9	46	52	49	48	50
Herring	2	31.2	1.7	30	32	31	31	32
Ling	3	83.4	20.6	67	107	76	72	92
Mackerel	13	35.7	2.1	32	39	36	35	37
Saithe	7	56.3	14.3	36	74	58	46	67
Tusk	8	50.5	5.9	43	60	51	46	54
Brown crab	5	15.5	0.8	15	17	16	15	16
Snow crab	10	34.5		35	35	35	35	35
Red king crab	10	15.4	1.8	12	18	16	15	16
Shrimp (mm)	15	23.0	2.8	18	29	23	22	23
Fettinnhold (g/100 g)								
Atlantic cod	0							
Greenland halibut	7	9.73	3	5.4	13	11	7.2	12
Haddock	2	1.11	0	0.78	1.4	1.1	0.94	1.3
Herring	2	7.99	1	7.0	9.0	8.0	7.5	8.5
Ling	0							

Species	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75
Mackerel	13	23.9	6	17	33	21.5	19	29
Saithe	7	1.13	0	0.71	1.9	1.0	0.85	1.3
Tusk	0							
Brown crab	5	8.82	3.51	4.44	14	8.7	7.8	9.0
Snow crab	10	1.34	0	0.91	1.7	1.4	1.1	1.6
Red king crab	10	1.07	1	0.19	2.3	0.9	0.82	1.3
Shrimp	15	1.94	1	0.84	2.9	1.9	1.6	2.2

Tabell 25 Målte konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av en rekke elementer i filet av fisk og krepsdyr tatt ut i kontrollprogrammet for villfisk 2025. For hver art er gjennomsnitt (mean), standardavvik (sd), minste og største verdi (min, max), median, kvartiler (q25 og q75) og andel prøver <LOQ (<LOQ%) vist.

Species	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ%
Cu									
Browncrab_bm	5	35.6	10.7	22	48	39	27	41	0
Browncrab_claw	5	10.7	0.5	10	11	11	11	11	0
Cod	13	0.163	0.022	0.13	0.20	0.16	0.15	0.18	0
Greenl.halibut	7	0.113	0.013	0.10	0.14	0.11	0.10	0.12	0
Haddock	2	0.151	0.028	0.13	0.17	0.15	0.14	0.16	0
Herring	2	0.881	0.001	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0
Kingcrab	10	5.86	1.27	3.5	7.0	6.3	5.0	6.9	0
Ling	3	0.126	0.029	0.09	0.14	0.14	0.12	0.14	0
Mackerel	13	0.622	0.065	0.54	0.75	0.63	0.57	0.66	0
Saithe	7	0.382	0.077	0.26	0.46	0.42	0.34	0.42	0
Shrimp	15	8.81	4.22	4.3	20.2	7.1	6.3	9.9	0
Snowcrab	10	5.79	1.54	4.0	8.4	5.5	4.6	7.0	0
Tusk	8	0.119	0.005	0.11	0.13	0.12	0.12	0.12	0
Fe									
Browncrab_bm	5	37.2	17.8	27	69	29	28	33	0
Browncrab_claw	5	3.76	0.16	3.6	4.0	3.7	3.7	3.9	0
Cod	13	0.856	0.185	0.66	1.2	0.82	0.70	1.0	0
Greenl.halibut	7	0.670	0.140	0.53	0.92	0.64	0.56	0.74	0
Haddock	2	0.902	0.074	0.85	0.95	0.90	0.88	0.93	0
Herring	2	10.8	0.8	10	11	11	11	11	0
Kingcrab	10	0.895	0.129	0.67	1.1	0.95	0.82	0.97	0
Ling	3	0.875	0.216	0.63	1.1	0.94	0.79	1.0	0
Mackerel	13	7.08	0.96	5.2	9.3	7.1	6.6	7.3	0
Saithe	7	2.66	0.70	1.3	3.3	2.6	2.5	3.2	0

Species	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ%
Shrimp	15	2.44	0.50	1.5	3.6	2.4	2.2	2.6	0
Snowcrab	10	2.26	0.90	1.5	4.7	2.0	1.8	2.3	0
Tusk	8	0.877	0.193	0.60	1.13	0.91	0.71	0.98	0
Mn									
Browncrab_bm	5	3.44	2.16	2.2	7.2	2.4	2.3	3.1	0
Browncrab_claw	5	0.234	0.037	0.19	0.27	0.24	0.20	0.27	0
Cod	13	0.0827	0.0340	0.046	0.17	0.076	0.060	0.086	0
Greenl.halibut	7	0.0397	0.0089	0.031	0.055	0.037	0.034	0.043	0
Haddock	2	0.124	0.087	0.06	0.19	0.12	0.09	0.16	0
Herring	2	0.279	0.073	0.23	0.33	0.28	0.25	0.30	0
Kingcrab	10	0.139	0.036	0.10	0.21	0.13	0.11	0.15	0
Ling	3	0.0397	0.0023	0.037	0.041	0.041	0.039	0.041	0
Mackerel	13	0.0982	0.0215	0.07	0.14	0.11	0.08	0.11	0
Saithe	7	0.0919	0.0374	0.04	0.15	0.07	0.07	0.12	0
Shrimp	15	0.230	0.058	0.13	0.33	0.25	0.18	0.26	0
Snowcrab	10	0.249	0.093	0.16	0.48	0.22	0.19	0.29	0
Tusk	8	0.114	0.062	0.08	0.26	0.10	0.08	0.11	0
Se									
Browncrab_bm	5	1.62	0.20	1.3	1.9	1.6	1.6	1.7	0
Browncrab_claw	5	1.24	0.35	1.0	1.9	1.1	1.0	1.2	0
Cod	13	0.250	0.036	0.21	0.34	0.25	0.22	0.27	0
Greenl.halibut	7	0.482	0.138	0.34	0.65	0.41	0.38	0.61	0
Haddock	2	0.327	0.022	0.31	0.34	0.33	0.32	0.34	0
Herring	2	0.344	0.045	0.31	0.38	0.34	0.33	0.36	0
Kingcrab	10	0.248	0.038	0.20	0.33	0.24	0.22	0.27	0
Ling	3	0.384	0.035	0.36	0.42	0.37	0.36	0.40	0
Mackerel	13	0.412	0.046	0.36	0.54	0.40	0.39	0.43	0
Saithe	7	0.245	0.044	0.19	0.30	0.22	0.21	0.29	0
Shrimp	15	0.398	0.066	0.30	0.51	0.39	0.34	0.45	0
Snowcrab	10	0.825	0.194	0.62	1.1	0.77	0.69	1.0	0
Tusk	8	0.366	0.051	0.32	0.46	0.35	0.33	0.39	0
Zn									
Browncrab_bm	5	46.8	16.3	24	62	53	36	59	0
Browncrab_claw	5	79.0	3.7	73	83	80	78	81	0
Cod	13	3.50	0.32	2.9	4.1	3.5	3.3	3.6	0
Greenl.halibut	7	2.76	0.52	2.2	3.6	2.9	2.3	3.0	0

Species	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ%
Haddock	2	3.11	0.36	2.9	3.4	3.1	3.0	3.2	0
Herring	2	7.15	0.58	6.7	7.6	7.2	7.0	7.4	0
Kingcrab	10	32.3	6.4	24	40	32	27	38	0
Ling	3	4.23	0.13	4.1	4.4	4.2	4.2	4.3	0
Mackerel	13	5.22	0.88	3.5	6.5	4.9	4.6	5.8	0
Saithe	7	3.86	0.72	2.6	4.7	3.8	3.6	4.3	0
Shrimp	15	12.3	1.5	10	15	12	11	13	0
Snowcrab	10	30.1	4.1	23	37	31	29	32	0
Tusk	8	4.12	0.54	3.3	4.7	4.4	3.7	4.5	0
Cr									
Browncrab_bm	5	0.0813	0.1042	0.020	0.267	0.040	0.035	0.044	0
Browncrab_claw	5	0.0131	0.0042	0.010	0.020	0.011	0.010	0.014	20
Cod	13			<0.004	0.015	<0.005	<0.004	0.005	77
Greenl.halibut	7	0.0080	0.0029	0.005909	0.012635	0.006	0.006	0.009598	43
Haddock	2			<0.004	<0.005				100
Herring	2			<0.007	<0.007				100
Kingcrab	10	0.0077	0.0053	<0.004	0.020	0.0055	0.0050	0.0066	30
Ling	3	0.0083	0.0030	<0.005	0.011	0.0092	0.0071	0.010	33
Mackerel	13			<0.008	0.017	<0.01	<0.009	0.010	92
Saithe	7			<0.003	0.0075	<0.005	<0.0045	0.005	86
Shrimp	15	0.0123	0.0093	0.0051	0.036	0.0083	0.0071	0.012	0
Snowcrab	10	0.0167	0.0040	0.011	0.020	0.019	0.013	0.020	40
Tusk	8			<0.004	0.011	<0.005	<0.0048	0.0053	75
V									
Browncrab_bm	5	0.451	0.461	0.08	1.21	0.33	0.11	0.51	0
Browncrab_claw	5	0.0268	0.0147	0.012	0.047	0.029	0.013	0.032	0
Cod	13			<0.0008	0.0025	<0.0009	<0.0009	0.0014	54
Greenl.halibut	7	0.0016	0.0005	<0.001	0.0025	0.0016	0.0012	0.0017	29
Haddock	2	0.0054	0.0060	0.0012	0.0097	0.0054	0.0033	0.0075	0
Herring	2	0.0026	0.0006	0.0021	0.0030	0.0026	0.0024	0.0028	0
Kingcrab	10	0.0034	0.0025	0.0012	0.0095	0.0024	0.0020	0.0040	0
Ling	3			<0.0008	<0.001				100
Mackerel	13	0.0085	0.0096	<0.002	0.0391	0.0056	0.0037	0.0084	8
Saithe	7	0.0024	0.0026	0.0007	0.0074	0.0011	0.0010	0.0030	29
Shrimp	15	0.0199	0.0093	0.0075	0.047	0.018	0.015	0.022	0
Snowcrab	10	0.0100	0.0039	0.0056	0.017	0.010	0.0067	0.012	0

Species	n	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ%
Tusk	8			<0.0009	0.0012	<0.00095	<0.0009	0.0010	75
Co									
Browncrab_bm	5	0.161	0.056	0.10	0.25	0.15	0.13	0.17	0
Browncrab_claw	5	0.0194	0.0028	0.016	0.022	0.020	0.017	0.022	0
Cod	13			<0.004	<0.005				100
Greenl.halibut	7			<0.004	<0.007				100
Haddock	2			<0.004	<0.005				100
Herring	2			<0.007	<0.007				100
Kingcrab	10	0.0178	0.0064	0.0086	0.028	0.016	0.015	0.022	0
Ling	3			<0.004	<0.005				100
Mackerel	13			<0.008	<0.01				100
Saithe	7			<0.003	<0.005				100
Shrimp	15	0.0154	0.0054	0.0080	0.027	0.015	0.011	0.019	0
Snowcrab	10	0.175	0.075	0.08	0.28	0.20	0.10	0.23	0
Tusk	8			<0.004	<0.005				100
Ag									
Browncrab_bm	5	0.624	0.331	0.21	1.12	0.55	0.52	0.72	0
Browncrab_claw	5	0.279	0.044	0.23	0.34	0.28	0.25	0.29	0
Cod	13			<0.002	<0.002				100
Greenl.halibut	7			<0.002	<0.003				100
Haddock	2			<0.002	<0.002				100
Herring	2			<0.003	<0.003				100
Kingcrab	10	0.0041	0.0025	0.0014	0.0082	0.0031	0.0021	0.0063	20
Ling	3			<0.002	0.0031	<0.002	<0.002	0.0025	67
Mackerel	13			<0.003	<0.005				100
Saithe	7			<0.001	0.0021	<0.002	<0.002	0.002	86
Shrimp	15	0.103	0.041	0.05	0.18	0.10	0.07	0.13	0
Snowcrab	10	0.236	0.083	0.16	0.45	0.21	0.19	0.23	0
Tusk	8			<0.002	0.0020	<0.002	<0.002	0.002	88

Tabell 26 Alle målte perfluorerte alkylstoffer (PFAS) i filet av fisk og krepsdyr tatt ut i kontrollprogrammet for villfisk i 2024. Antall analyserte prøver (n), minste og største verdi (min-max), antall resultater over LOQ (>LOQ) er gitt. Hvor minst halvparten av prøvene >LOQ, er gjennomsnittet (mean) gitt.

Greenland halibut	n	mean	min	max	>LOQ
FOSA	7		<0.1	<0.5	
PFBS	7		<0.1	<0.1	
PFDA	7		<0.1	<0.1	

PFDoDA	7		<0.1	<0.5	
PFDoDS	7		<0.1	<0.5	
PFDS	7		<0.1	<0.1	
PFHpA	7		<0.2	<0.2	
PFHpS	7		<0.1	<1	
PFHxA	7		<0.5	<1	
PFHxDA	6		<0.3	<1	
PFHxS	7		<0.1	<0.1	
PFNA	7		<0.1	<0.5	
PFNS	7		<0.1	<0.1	
PFOA	7		<0.1	<0.2	
PFOS	7		<0.2	0.28	4
PFPeA	7		<0.2	<0.5	
PFPeS	7		<0.1	<0.1	
PFTeDA	7		<0.1	<0.5	
PFTrDA	7		<0.5	<1	
PFUnDA	7		<0.2	<1	
PFUnDS	7		<0.1	<0.2	
Tusk	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	8		<0.1	<0.5	1
PFBS	8		<0.1	<0.1	
PFDA	8		<0.1	<0.1	
PFDoDA	8		<0.1	<0.5	
PFDoDS	8		<0.1	<0.5	
PFDS	8		<0.1	<0.1	
PFHpA	8		<0.2	<0.2	
PFHpS	8		<0.1	<1	
PFHxA	8		<0.5	<1	
PFHxDA	7		<0.3	<1	
PFHxS	8		<0.1	<0.1	
PFNA	8		<0.1	<0.5	
PFNS	8		<0.1	<0.1	
PFOA	8		<0.1	<0.2	
PFOS	8		<0.1	0.23	2
PFPeA	8		<0.2	<0.5	
PFPeS	8		<0.1	<0.1	
PFTeDA	8		<0.1	<0.5	

PFTrDA	8		<0.5	<1	
PFUnDA	8		<0.2	<1	
PFUnDS	8		<0.1	<0.2	
Haddock	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	2		<0.1	<0.1	
PFBS	2		<0.1	<0.1	
PFDA	2		<0.1	<0.1	
PFDoDA	2		<0.1	<0.1	
PFDoDS	2		<0.1	<0.1	
PFDS	2		<0.1	<0.1	
PFHpA	2		<0.2	<0.2	
PFHpS	2		<1	<1	
PFHxA	2		<1	<1	
PFHxDA	2		<0.3	<0.3	
PFHxS	2		<0.1	<0.1	
PFNA	2		<0.1	0.21	1
PFNS	2		<0.1	<0.1	
PFOA	2		<0.1	<0.1	
PFOS	2		<0.2	0.28	1
PFPeA	2		<0.2	<0.2	
PFPeS	2		<0.1	<0.1	
PFTeDA	2		<0.1	<0.1	
PFTrDA	2		<1	<1	
PFUnDA	2		<1	<1	
PFUnDS	2		<0.1	<0.1	
Brown crab, brown meat	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	3		0.47	<1	1
PFBS	2		<0.5	<0.5	
PFDA	3		0.17	<0.5	1
PFDoDA	3		<0.2	<0.5	
PFDS	3		<0.2	<0.5	
PFHpA	3		<0.1	<0.5	
PFHpS	3		<0.1	<0.5	
PFHxA	3		<0.5	1	
PFHxDA	1		<0.5	<0.5	
PFHxS	3		<0.2	<0.5	1
PFNA	3		0.15	<0.5	1

PFNS	3		<0.1	<0.2	
PFOA	3		0.25	<0.5	1
PFOS	3		<0.5	0.71	1
PFPeA	3		<1	<5	
PFPeS	3		<0.5	<0.5	
PFTeDA	3		<0.5	<5	
PFUnDA	3		<0.5	0.58	1
PFUnDS	2		<5	<5	
Brown crab, claw meat	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	5		0.76	<1	1
PFBS	4		<0.5	<0.5	
PFDA	5		<0.1	<0.5	
PFDoDA	5		<0.2	<0.5	
PFDS	5		<0.2	<0.5	
PFHpA	5		<0.1	<0.5	
PFHpS	5		<0.1	<0.5	
PFHxA	5		<0.5	1	
PFHxDA	1		<0.5	<0.5	
PFHxS	5		<0.2	<0.5	
PFNA	5		<0.1	<0.5	
PFNS	5		<0.1	<0.2	
PFOA	5		0.14	<0.5	1
PFOS	5		0.27	0.5	1
PFPeA	5		<1	<5	
PFPeS	5		<0.5	<0.5	
PFTeDA	5		<0.5	<5	
PFUnDA	5		<0.5	<0.5	
PFUnDS	4		<5	<5	
Red king crab	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	10		<0.2	<1	
PFBS	10		<0.1	<0.5	
PFDA	10		<0.1	<0.5	
PFDoDA	10		<0.2	<0.5	
PFDS	10		<0.2	<0.5	
PFHpA	10		<0.1	<0.5	
PFHpS	10		<0.1	<0.5	
PFHxA	10		<0.5	<1	

PFHxDA	5		<0.5	<0.5	
PFHxS	10		<0.2	<0.5	
PFNA	10		<0.1	<0.5	
PFNS	10		<0.1	<0.2	
PFOA	10		<0.1	<0.5	
PFOS	10		<0.2	<0.5	
PFPeA	10		<1	<5	1
PFPeS	10		<0.5	<0.5	
PFTeDA	10		<0.5	<5	
PFUnDA	10		<0.5	<0.5	
PFUnDS	5		<5	<5	
Snow crab	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	10	0.232	<0.2	0.36	8
PFBS	10		<0.1	<0.1	
PFDA	10		<0.1	0.12	1
PFDoDA	10		<0.5	<0.5	
PFDS	10		<0.2	<0.2	
PFHpA	10		<0.1	<0.1	
PFHpS	10		<0.1	<0.1	
PFHxA	10		<1	<1	
PFHxDA	10		<0.5	<0.5	
PFHxS	10		<0.5	<0.5	
PFNA	10	0.118	<0.1	0.16	5
PFNS	10		<0.1	<0.1	
PFOA	10		<0.1	<0.1	
PFOS	10	0.225	<0.2	0.32	5
PFPeA	10		<5	<5	
PFPeS	10		<0.5	<0.5	
PFTeDA	10		<0.5	<0.5	
PFUnDA	10		<0.5	0.55	1
Ling	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	3		0.13	<0.5	1
PFBS	3		<0.1	<0.1	
PFDA	3		<0.1	<0.1	
PFDoDA	3		<0.1	<0.5	
PFDoDS	3		<0.1	<0.5	
PFDS	3		<0.1	<0.1	

PFHpA	3		<0.2	<0.2	
PFHpS	3		<0.1	<1	
PFHxA	3		<0.5	<1	
PFHxDA	3		<0.3	<1	
PFHxS	3		<0.1	<0.1	
PFNA	3		<0.1	<0.5	
PFNS	3		<0.1	<0.1	
PFOA	3		<0.1	<0.2	
PFOS	3		<0.1	<0.2	
PFPeA	3		<0.2	<0.5	
PFPeS	3		<0.1	<0.1	
PFTeDA	3		<0.1	<0.5	
PFTrDA	3		<0.5	<1	
PFUnDA	3		<0.2	<1	
PFUnDS	3		<0.1	<0.2	
Mackerel	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	13		<0.1	<0.5	
PFBS	13		<0.1	<0.1	
PFDA	13		<0.1	<0.1	
PFDoDA	13		<0.1	<0.5	
PFDoDS	13		<0.1	<0.5	
PFDS	13		<0.1	<0.1	
PFHpA	13		<0.2	<0.2	
PFHpS	13		<0.1	<1	
PFHxA	13		<0.5	<1	
PFHxDA	5		<0.3	<1	
PFHxS	13		<0.1	<0.1	
PFNA	13		<0.1	<0.5	
PFNS	13		<0.1	<0.1	
PFOA	13		<0.1	<0.2	
PFOS	13		<0.1	<0.2	1
PFPeA	13		<0.2	<0.5	
PFPeS	13		<0.1	<0.1	
PFTeDA	13		<0.1	<0.5	
PFTrDA	13		<0.5	<1	
PFUnDA	13		<0.2	<1	
PFUnDS	13		<0.1	<0.2	

Shrimp	n	mean	min	max	>LOQ
FOSA	15		<0.2	<1	1
PFBS	14		<0.1	<0.5	
PFDA	15		0.14	<0.5	7
PFDoDA	15		<0.2	<0.5	
PFDS	15		<0.2	<0.5	
PFHpA	15		<0.1	<0.5	
PFHpS	15		<0.1	<0.5	
PFHxA	15		<0.5	<1	
PFHxDA	7		<0.5	<0.5	
PFHxS	15		<0.2	<0.5	
PFNA	15		0.12	<0.5	7
PFNS	15		<0.1	<0.2	
PFOA	15		<0.1	<0.5	
PFOS	15	0.642	0.31	1.4	11
PFPeA	15		<1	<5	
PFPeS	14		<0.5	<0.5	
PFTeDA	12		<0.5	<5	
PFUnDA	12	0.563	0.5	0.85	6
PFUnDS	8		<5	<5	
Saithe	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	7		<0.1	<0.5	2
PFBS	7		<0.1	<0.1	
PFDA	7		<0.1	<0.1	
PFDoDA	7		<0.1	<0.5	
PFDoDS	7		<0.1	<0.5	
PFDS	7		<0.1	<0.1	
PFHpA	7		<0.2	<0.2	
PFHpS	7		<0.1	<1	
PFHxA	7		<0.5	<1	
PFHxDA	6		<0.3	<1	
PFHxS	7		<0.1	<0.1	
PFNA	7		<0.1	<0.5	
PFNS	7		<0.1	<0.1	
PFOA	7		<0.1	<0.2	
PFOS	7		<0.1	<0.2	
PFPeA	7		<0.2	<0.5	

PFPeS	7		<0.1	<0.1	
PFTeDA	7		<0.1	<0.5	
PFTrDA	7		<0.5	<1	
PFUnDA	7		<0.2	<1	
PFUnDS	7		<0.1	<0.2	
Herring	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	2		<0.1	<0.1	
PFBS	2		<0.1	<0.1	
PFDA	2		<0.1	<0.1	
PFDoDA	2		<0.1	<0.1	
PFDoDS	2		<0.1	<0.1	
PFDS	2		<0.1	<0.1	
PFHpA	2		<0.2	<0.2	
PFHpS	2		<1	<1	
PFHxA	2		<1	<1	
PFHxDA	2		<0.3	<0.3	
PFHxS	2		<0.1	<0.1	
PFNA	2		<0.1	<0.1	
PFNS	2		<0.1	<0.1	
PFOA	2		<0.1	<0.1	
PFOS	2		<0.2	<0.2	
PFPeA	2		<0.2	<0.2	
PFPeS	2		<0.1	<0.1	
PFTeDA	2		<0.1	<0.1	
PFTrDA	2		<1	<1	
PFUnDA	2		<1	<1	
PFUnDS	2		<0.1	<0.1	
Cod	**n**	**mean**	**min**	**max**	**>LOQ**
FOSA	13		<0.1	<0.5	
PFBS	13		<0.1	<0.1	
PFDA	13		<0.1	<0.1	
PFDoDA	13		<0.1	<0.5	
PFDoDS	13		<0.1	<0.5	
PFDS	13		<0.1	<0.1	
PFHpA	13		<0.2	<0.2	
PFHpS	13		<0.1	<1	
PFHxA	13		<0.5	<1	

PFHxDA	13		<0.3	<1	
PFHxS	13		<0.1	<0.1	
PFNA	13		<0.1	<0.5	1
PFNS	13		<0.1	<0.1	
PFOA	13		<0.1	<0.2	
PFOS	13		0.11	0.24	4
PFPeA	13		<0.2	<0.5	
PFPeS	13		<0.1	<0.1	
PFTeDA	13		<0.1	<0.5	
PFTrDA	13		<0.5	<1	
PFUnDA	13		<0.2	<1	
PFUnDS	13		<0.1	<0.2	

Tabell 27 Konsentrasjoner av ulike PBDE-kongenere i hver av artene analysert i kontrollprogrammet 2025. Antall (N), gjennomsnitt (mean), standardavvik (sd), minste (min) og største (max) verdi, samt median og 25- og 75-persentiler (q25 og q75) er gitt. Andel prøver med resultat <LOQ er vist (<LOQ%).

	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ%
	Greenland halibut, N = 7							
PBDE28	0.0367	0.0370	0.006	0.102	0.017	0.008	0.057	0
PBDE47	0.343	0.233	0.084	0.74	0.33	0.16	0.46	0
PBDE66	0.0131	0.0110	0.003	0.032	0.008	0.005	0.020	0
PBDE99	0.0093	0.0048	<0.0043	0.016	0.0083	<0.00495	0.0133	43
PBDE100	0.0847	0.0629	0.018	0.186	0.068	0.034	0.126	0
PBDE119	0.0063	0.0043	0.0021	0.0126	0.0052	0.0025	0.0097	0
PBDE138			<0.0017	<0.0029	<0.0024	<0.002	<0.0025	100
PBDE153	0.0117	0.0092	0.002	0.026	0.009	0.005	0.018	0
PBDE154	0.0917	0.0756	0.019	0.222	0.058	0.034	0.137	0
PBDE183			<0.00063	<0.0022	<0.0013	<0.00097	<0.0018	100
	Haddock, N = 2							
PBDE28	0.0003	0.0001	<0.00027	0.0004				50
PBDE47	0.0033	0.0021	0.0018	0.0048				0
PBDE66			<0.00027	<0.00048				100
PBDE99			<0.0008	<0.0024				100
PBDE100			<0.00027	<0.00097				100
PBDE119			<0.00027	<0.00036				100
PBDE138			<0.00097	<0.0011				100
PBDE153			<0.00027	<0.00073				100
PBDE154			<0.00027	<0.00073				100

	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ%
PBDE183			<0.00027	<0.00073				100
	Herring, N = 2							
PBDE28	0.0079	0.0032	0.0057	0.0102				0
PBDE47	0.109	0.059	0.067	0.15				0
PBDE66	0.0044	0.0023	0.0028	0.0061				0
PBDE99	0.0077	0.0013	0.0068	0.0086				0
PBDE100	0.0223	0.0119	0.014	0.031				0
PBDE119	0.0031	0.0020	0.0017	0.0045				0
PBDE138			<0.0027	<0.0027				100
PBDE153	0.0022	0.0003	<0.002	0.0024				50
PBDE154	0.0281	0.0149	0.018	0.039				0
PBDE183			<0.002	<0.002				100
	Mackerel, N = 13							
PBDE28	0.0114	0.0027	0.007	0.016	0.011	0.010	0.013	0
PBDE47	0.148	0.043	0.089	0.21	0.15	0.12	0.19	0
PBDE66	0.0233	0.0097	0.013	0.043	0.021	0.016	0.029	0
PBDE99	0.0406	0.0197	<0.015	0.072	0.039	0.024	0.062	8
PBDE100	0.0444	0.0174	0.026	0.077	0.040	0.029	0.057	0
PBDE119	0.0075	0.0033	0.0034	0.0135	0.0068	0.0048	0.0099	0
PBDE138			<0.0038	<0.0063	<0.0053	<0.0049	<0.0057	100
PBDE153	0.0088	0.0037	<0.0045	0.0145	0.0086	0.0057	0.0101	8
PBDE154	0.0488	0.0195	0.027	0.088	0.042	0.034	0.061	0
PBDE183			<0.0029	<0.0047	<0.004	<0.0036	<0.0043	100
	Saithe, N = 7							
PBDE28	0.0007	0.0003	<0.00027	0.0011	0.0007	0.0005	0.0009	14
PBDE47	0.0165	0.0081	<0.0038	0.026	0.020	0.012	0.021	14
PBDE66			<0.00029	0.0010	<0.00049	<0.00039	<0.00060	86
PBDE99			<0.00080	0.0048	<0.0024	<0.0019	<0.003	86
PBDE100	0.0048	0.0024	0.0014	0.0084	0.0049	0.0034	0.0060	0
PBDE119			<0.00023	0.0008	<0.0005	<0.00032	0.0006	71
PBDE138			<0.00061	<0.0019	<0.001	<0.00094	<0.0013	100
PBDE153			<0.00026	<0.0014	<0.00073	<0.00057	<0.00088	100
PBDE154	0.0052	0.0031	0.0011	0.0100	0.0046	0.0035	0.0068	0
PBDE183			<0.00026	<0.0014	<0.00073	<0.00057	<0.00088	100
	Brown crab, brown meat, N = 5							
PBDE28			<0.0015	0.0025	<0.0022	<0.002	0.0022	60

	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ%
PBDE47	0.0241	0.0064	<0.015	0.030	0.027	<0.02	0.028	40
PBDE66			<0.0013	<0.0029	<0.0025	<0.002	<0.0027	100
PBDE99			<0.0064	<0.015	<0.013	<0.0099	<0.014	100
PBDE100	0.0064	0.0033	<0.0026	0.0098	0.0058	<0.0039	0.0096	40
PBDE119	0.0033	0.0023	<0.002	0.0073	0.0022	<0.0021	0.0027	40
PBDE138			<0.0026	<0.0059	<0.005	<0.0039	<0.0054	100
PBDE153			<0.003	0.0048	<0.0041	<0.0038	<0.0044	80
PBDE154	0.0110	0.0023	0.007	0.013	0.012	0.010	0.012	0
PBDE183			<0.0019	<0.0044	<0.0038	<0.003	<0.0041	100
	Brown crab, claw meat, N = 5							
PBDE28			<0.00051	<0.00061	<0.00056	<0.00054	<0.00059	100
PBDE47			<0.0051	<0.0061	<0.0056	<0.0054	<0.0059	100
PBDE66			<0.00068	<0.00082	<0.00075	<0.00072	<0.00079	100
PBDE99			<0.0034	<0.0041	<0.0037	<0.0036	<0.004	100
PBDE100			<0.0014	<0.0016	<0.0015	<0.0014	<0.0016	100
PBDE119			<0.00051	<0.00061	<0.00056	<0.00054	<0.00059	100
PBDE138			<0.0014	<0.0016	<0.0015	<0.0014	<0.0016	100
PBDE153			<0.001	<0.0012	<0.0011	<0.0011	<0.0012	100
PBDE154			<0.001	<0.0012	<0.0011	<0.0011	<0.0012	100
PBDE183			<0.001	<0.0012	<0.0011	<0.0011	<0.0012	100
	Red king crab, N = 10							
PBDE28			<0.00021	<0.00039	<0.00034	<0.00029	<0.00036	100
PBDE47			<0.0017	0.0039	<0.0034	<0.0030	0.0036	70
PBDE66			<0.00021	<0.00051	<0.00046	<0.00039	<0.00048	100
PBDE99			<0.00063	<0.0026	<0.0023	<0.0019	<0.0024	100
PBDE100			<0.00042	0.0010	<0.00091	<0.00081	0.0010	70
PBDE119			<0.00021	<0.00039	<0.00034	<0.00029	<0.00036	100
PBDE138			<0.00078	<0.001	<0.00091	<0.00086	<0.00096	100
PBDE153			<0.00021	<0.00077	<0.00069	<0.00059	<0.00072	100
PBDE154			<0.00041	0.0010	<0.0007	<0.00061	0.0007	70
PBDE183			<0.00021	<0.00077	<0.00069	<0.00059	<0.00072	100
	Snow crab, N = 10							
PBDE28			<0.0002	<0.00041	<0.000315	<0.00025	<0.00038	100
PBDE47	0.0025	0.0014	<0.00095	0.0041	0.0026	<0.0013	0.0038	50
PBDE66			<0.0002	<0.00055	<0.00038	<0.00025	<0.00050	100
PBDE99			<0.00061	<0.0027	<0.0016	<0.00076	<0.00255	100

	mean	sd	min	max	median	q25	q75	<LOQ%
PBDE100			<0.0002	<0.0011	<0.00061	<0.00025	<0.00099	100
PBDE119			<0.0002	<0.00041	<0.00032	<0.00025	<0.00038	100
PBDE138			<0.00081	<0.0011	<0.001	<0.00096	<0.001	100
PBDE153			<0.0002	<0.00082	<0.00049	<0.00025	<0.00076	100
PBDE154			<0.0002	<0.00082	<0.00049	<0.00025	<0.00076	100
PBDE183			<0.0002	<0.00082	<0.00049	<0.00025	<0.00076	100
	Shrimp, N = 15							
PBDE28			<0.00039	0.0007	<0.00049	<0.00046	0.0006	67
PBDE47	0.0078	0.0052	<0.0036	0.0247	0.0066	<0.0048	0.0084	33
PBDE66			<0.00048	<0.00069	<0.00061	<0.00059	<0.00065	100
PBDE99			<0.0024	<0.0035	<0.003	<0.003	<0.0032	100
PBDE100	0.0022	0.0017	<0.00095	0.0056	0.0014	<0.0012	0.0021	40
PBDE119			<0.00036	0.0005	<0.00046	<0.00045	<0.00049	93
PBDE138			<0.00095	<0.0014	<0.0012	<0.0012	<0.0013	100
PBDE153			<0.00072	<0.001	<0.00091	<0.00089	<0.00097	100
PBDE154			<0.00072	0.0028	<0.00091	<0.00089	0.0012	60
PBDE183			<0.00072	<0.001	<0.00091	<0.00089	<0.00097	100

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
Tlf: 55 23 85 00
E-post: post@hi.no
www.hi.no