



MARINT RÅSTOFF TIL PRODUKSJON AV OLJE FOR HUMANT KONSUM

Dioksiner og PCB i marine arter som mulig råstoff for produksjon av marine oljer til humant konsum

Monica Sanden, Bente Nilsen, Sylvia Frantzen og Helge Hove (HI)



Tittel (norsk og engelsk):

Marint råstoff til produksjon av olje for humant konsum

Marine raw materials for production of oil for human consumption

Undertittel (norsk og engelsk):

Dioksiner og PCB i marine arter som mulig råstoff for produksjon av marine oljer til humant konsum

Dioxins and PCBs in marine species as potential for the production of marine oils for human consumption

Rapportserie:

Rapport fra Havforskningen 2019-40

ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2019-40

Dato:

03.10.2019

Forfatter(e):

Monica Sanden, Bente Nilsen, Sylvia Frantzen og Helge Hove (HI)

Forskningsgruppeleder(e): *Monica Sanden (Fremmed- og smittestoff (FRES))* Godkjent av: Forskningsdirektør(er): *Gro-Ingunn Hemre*

Programleder(e): *Livar Frøyland*

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15216

Oppdragsgiver(e):

Mattilsynet

Oppdragsgivers referanse:

Oda Walle Almeland

Program:

Trygg og sunn sjømat

Forskningsgruppe(r):

Fremmed- og smittestoff (FRES)

Antall sider:

22

Sammendrag (norsk):

Overvåkning av innholdet av organiske miljøgifter i det brede utvalget av konsumferdige marine oljer er viktig for å kontrollere at renseprosedyrene som benyttes er gode nok til å sikre at nivåene av de organiske miljøgiftene ikke overskrider EUs og Norges øvre grenseverdier for lovlig omsetning. Et utvalg av overvåkningsdata fra Havforskningsinstituttet sine overvåkningsserier tilbake til 2005 på dioksiner og dioksinlignende PCB (dl-PCB) og ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) har blitt vurdert for å få kunnskap om innholdet av uønskede stoffer i marine arter som kan være aktuelle som råstoff for produksjon av oljer til humant konsum. Nivåene av dioksiner, dl-PCB og PCB₆ per fettvekt viser at urensede oljer produsert av marint råstoff fra de fleste arter som er undersøkt, vil overstige grenseverdien for marine oljer til humant konsum. Renseprosesser er derfor i de fleste tilfeller nødvendig for å redusere innholdet av disse stoffene til et akseptabelt nivå. Øvre grenseverdier for marine oljer til humant konsum er 200 ng/g olje for PCB₆, 1,75 pg TE/g olje for sum PCDD/PCDF og 6 og 4 pg TE/g olje (EU og Norge) for dioksiner og dl-PCB.

Sammendrag (engelsk):

It is important to monitor the content of organic contaminants in marine oils intended for human consumption to evaluate if purification procedures are sufficient to ensure compliance with the Norwegian and EU regulations for legal trade. In this study, monitoring data from the Institute of Marine Research monitoring series from 2005 onwards on dioxins and dioxin-like PCBs (dl-PCBs) and non-dioxin like PCBs (PCB₆), have been evaluated to gain knowledge about the contents of undesirable substances in marine species that could have a potential as raw materials for the production of marine oils. Results show that the content of dioxins and dl-PCBs and PCB₆ in the investigated marine species (liver, muscle and whole fish) based on the fat weight, in most cases are non-compliant with respect to the regulations on marine oils intended for human consumption. If such raw materials are used for the production of oils, purification procedures will be necessary to bring the oils in line with the maximum level (ML) in Norway and EU for marine oils for human consumption. ML for marine oils intended for human consumption is 200 ng/g oil for PCB₆, 1,75 pg TE/g oil for sum PCDD/PCDF and 6 and 4 pg TE/g oil (EU and Norway) for dioxins and dl-PCBs.

Innhold

1	Innledning	5
2	Materiale og Metoder	7
3	Resultater og Diskusjon	8
3.1	Fettinnhold	8
3.2	Dioksiner og dl-PCB i muskelprøver	9
3.3	Dioksiner og dl-PCB i prøver av helfisk	10
3.4	Dioksiner og dl-PCB i leverprøver	11
3.5	Sum dioksiner og furaner (PCDD/PCDF)	12
3.6	Ikke-dioksinlignende PCB (PCB ₆) i muskelprøver	13
3.7	Ikke-dioksinlignende PCB (PCB ₆) i prøver av helfisk	14
3.8	Ikke-dioksinlignende PCB (PCB ₆) i prøver av fiskelever	15
3.9	Dioksiner og PCB i andre arter og vev	17
4	Oppsummering	18
5	Konklusjon	19
6	Referanser	20

1 - Innledning

Kosttilskudd med marine oljer inneholder ulike mengder fettløselige vitaminer (A og D) og marine langkjedede omega-3-fettsyrer (EPA og DHA). Fiskeolje fremstilles av fet fisk, som sild, makrell, laks, ansjos og sardiner eller fra fiskelever fra særlig torsk, men også sei og hyse og i sjeldnere tilfeller fra havmus og hai. Fiskeolje kan også produseres fra marint restråstoff som oppstår når fisken sløyes og videreforedles.

Marint restråstoff utgjør i dag en viktig ressurs i norsk fiskeri- og havbruksnæring og blir produsert både fra pelagisk, hvitfisk og laksefisk. Hoder, tunger, lever, rogn og melke er de mest kjente restråstoffprodukter, men avskjær, skinn, bein, rygger, mager, tarmer og svømmeblære blir også brukt. I 2018 ble det produsert totalt 110.000 tonn marine oljer basert på restråstoff fra laks og ørret (70%) og pelagisk restråstoff (26%) (Richardsen et al 2018). Sel, krill, hvalspekk, raudåte og marine mikroalger kan også brukes i fremstillingen av marine oljer. Oljene framstilles vanligvis ved en prosess som involverer koking, pressing og sentrifugering og selges som regel til forbruker i flytende form på flaske, kapsler eller i vingummiformat til barn. Antioksidanter blir vanligvis tilsatt oljen for å forhindre at den oksideres. De aller fleste marine oljene som selges som kosttilskudd er grundig raffinert og rensset, men det finnes noen nisjeprodukter som er mer skånsomt bearbeidet, disse blir ofte kalt kaldpressede.

Overvåkning av organiske miljøgifter i det brede utvalget av konsumferdige marine oljer er viktig for å kontrollere at nivåene av de organiske miljøgiftene ikke overskrider EUs og Norges øvre grenseverdier for lovlig omsetning. Havforskningsinstituttet (tidligere NIFES) gjennomfører årlig en slik overvåkning på oppdrag fra Mattilsynet gjennom overvåkingsprogrammet Miljøgifter i fisk og fiskevarer (Nilsen og Måge, 2015 og 2016, Nilsen et al 2017), et program startet av Mattilsynet for å kartlegge ulike miljøgiftproblemstillinger knyttet til norsk sjømat. Resultatene for prøver tatt ut i dette programmet har vist at kosttilskudd av visse marine oljer har høyere innhold av dioksiner og PCB enn grenseverdiene tillater. I perioden 2007-2017 har totalt 134 prøver av kommersielle marine oljer til humant konsum vært analysert i dette overvåkingsprogrammet. Både fiskeoljer, seloljer, krilloljer, en raudåteolje, en hvalolje og en marin mikroalgeolje har vært undersøkt, og blant disse oljene har kun to havmusleveroljer og en haileverolje analysert i 2014, en havmusleverolje, en selolje og en hvalolje analysert i 2015 og en torskeleverolje og en havmusleverolje i 2016 hatt overskridelser av grenseverdiene for organiske miljøgifter (Nilsen og Måge, 2015 og 2016, Nilsen et al 2017). De fleste av oljene med nivåer over grenseverdiene har vært kaldpressede oljer. Oljer fra havmuslever, hailever og hval hadde ikke vært undersøkt før 2014.

Mattilsynet håndterer overskridelser ved å følge opp produsentene for å sikre at de følger regelverket og lar seg godkjenne og dermed underlegger seg tilsyn fra Mattilsynet. Et viktig punkt i tilsynet er å revidere kvalitetssikringssystemet til virksomhetene. Kravspesifikasjoner, mottakskontroll av råstoff, produksjonsprosess, sluttproduktkontroll og sporing er aktuelle punkter ved revisjon av en produksjonsvirksomhet når det gjelder uønskede stoffer. Det er nødvendig å

ha kunnskap om uønskede stoffer i råstoffet for å kunne sikre trygge produkter som er i samsvar med de fastsatte grenseverdiene.

Mattilsynet skal også gi forbrukere tilstrekkelig informasjon slik at de kan velge trygge og lovlige produkter. Dette gjelder også for kosttilskudd av marint råstoff. For å kunne gjennomføre disse tiltakene på en god måte, har Mattilsynet behov for kunnskap om innholdet av uønskede stoffer i aktuelle marine råstoff for produksjon av oljer til humant konsum. I denne rapporten blir det gitt en oppsummering av utvalgte data fra ulike overvåkningsserier tilbake til 2005 der nivåene av dioksiner og dioksinlignende PCB (dl-PCB) og ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) er beregnet på fettvektbasis for ulike marine arter. På grunnlag av disse dataene er det utredet og identifisert hvilke marine råstoff som har så høye nivåer av dioksiner og dl-PCB og PCB₆ i fettet at rensing vil være nødvendig for å bringe oljen i samsvar med øvre grenseverdi for marine oljer til humant konsum (EU, 2018; Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler).

2 - Materiale og Metoder

Et utvalg av overvåkningsdata på dioksiner og dioksinlignende PCB (dl-PCB) og ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) fra Havforskningsinstituttets egne overvåkningsserier samt fra ulike prosjekter gjennomført på oppdrag for Mattilsynet tilbake til 2005, ble hentet ut fra vår interne LIMS database. Siden alle tallene i databasen er gitt på våtvekt ble det gjort en omregning fra våtvekt til fettvekt. Dataene innsamlet i LIMS databasen er hovedsakelig matriser som ikke direkte betegnes som marint restråstoff (muskel, lever og helfisk). I tillegg, for å få en størst mulig artsdiversitet for de ulike matrisene i beregningene har vi også tatt med datapunkter med n mindre enn 10. For lever varierte n fra mindre enn 10 til 3000 prøver per art, for muskel varierte n fra mindre enn 10 til 800 prøver per art og for hel fisk varierte n fra mindre enn 10 til 35 prøver per art

Formelen for omregning fra våtvekt til fettvekt er gitt nedenfor og verdien for fettinnhold er bestemt ved å bruke etylacetat-metode (Julshamn et al 2013). Omregningene ble gjort for alle prøvene i hele datasettet slik at man har tatt hensyn til fettprosent i hver individuelle fisk og hvert organ. Etter omregning fra våtvekt til fettvekt for dioksiner og dioksinlignende PCB (dl-PCB) og ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) har vi valgt å fremstille dataene ved å bruke median fordi middelveiden ofte vil være influert av ekstremverdier. Fettinnholdet som fremkommer med denne metoden tilsvarer målinger som oppgis på etiketten til de fleste matvarer vi kjøper i butikken, og disse verdiene er en god basis for simulerte verdier i olje. I datamaterialet er det noen arter/organ kombinasjoner der nivåene er målt i et lavt antall individer og dette vil i noen tilfeller påvirke dataenes representativitet.

Estimatene av fremmedstoffer på fettvektbasis for ulike marine arter er basert på forutsetningene om at alt fett målt med etylacetat-metoden blir ekstrahert og at dioksiner og PCB vil følge fett under en prosesseringen til marine oljer.

Formel for omregning:

$RF = \text{Fettinnhold (g/100g)}$.

$C(vv)$, $C(fv)$ = konsentrasjon på henholdsvis våtvekt (vv) og fettvekt (fv) basis.

100: korreksjonsfaktor som korrigerer for at RF har skala /100g, mens $C(fv)$ skal ha skala /1g.

$$C(fv) = 100 * (C(vv)/RF)$$

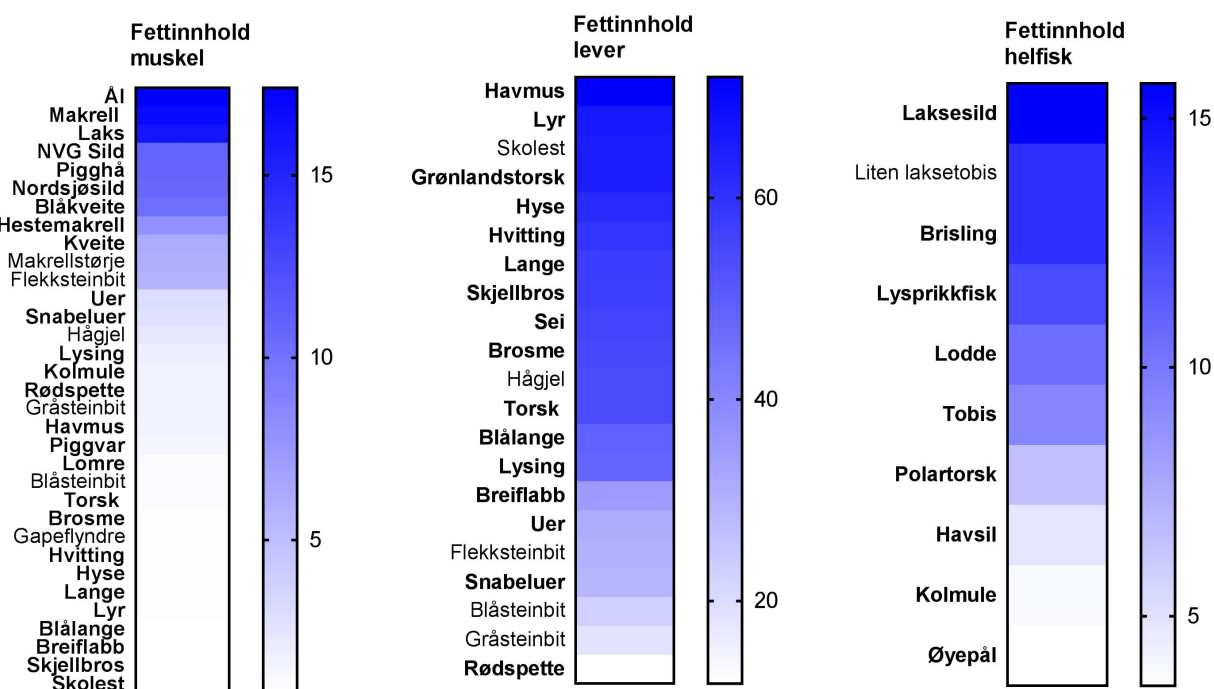
Analysemetodene benyttet til å bestemme organiske miljøgifter og fettinnhold i prøvene er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025 (Julshamn et al 2013). Ved bestemmelse av dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB) har syv kongenere av dioksiner (PCDD), ti kongenere av furaner (PCDF), fire kongenere av non-orto PCB (PCB-77, -81, -126 og -169) og åtte kongenere av mono-orto PCB (PCB-105, -114, -118, -123, -156, -157, -167 og -189) blitt kvantifisert. Toksiske ekvivalentverdier (TE) er bestemt ved å multiplisere konsentrasjonene med kongenernes toksiske ekvivalensfaktorer, WHO-TEF 2005. Ved beregning av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB for vurdering opp mot EUs og Norges grenseverdier ble konsentrasjoner av kongenere mindre enn kvantifiseringsgrensen (LOQ) satt lik LOQ (upperbound LOQ eller øvre konsentrasjoner) slik regelverket for grenseverdier krever (EU, 2018 Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler). Ved bestemmelse av ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) ble følgende seks kongenere kvantifisert: PCB -28, -52, -101, -138, -153 og -180. Sum PCB₆ ble beregnet med upperbound LOQ slik regelverket krever når verdiene skal vurderes opp mot EUs og Norges øvre grenseverdier.

3 - Resultater og Diskusjon

3.1 - Fettinnhold

Gjennomsnittlig fettinnhold i muskel, lever og helfisk varierte fra mindre enn 1,0 g fett per 100 g prøve i muskel av skolest til over 70 g fett per 100 g prøve i lever fra havmus (Figur 1). Lever av havmus, lyr, skolest, grønlandsk torsk og hyse hadde høyest nivå av fett med over 60 g per 100 g. Blant muskelprøvene ble det høyeste fettinnholdet funnet i muskel av ål, makrell og oppdrettslaks med fettinnhold på over 15 g per 100 g, og blant prøvene av helfisk hadde laksesild, tobis og brisling et fettinnhold over 13 g per 100 g. Figur 1 gir en totaloversikt over fettinnholdet i de ulike marine arter for de tre ulike organfraksjoner. Det høyeste fettinnholdet i muskel finner vi i de fete fiskeslagene ål, makrell, laks og sild, mens magre fiskearter som for eksempel torsk, hyse og skolest har lavt fettinnhold i muskel, men høyt fettinnhold i lever.

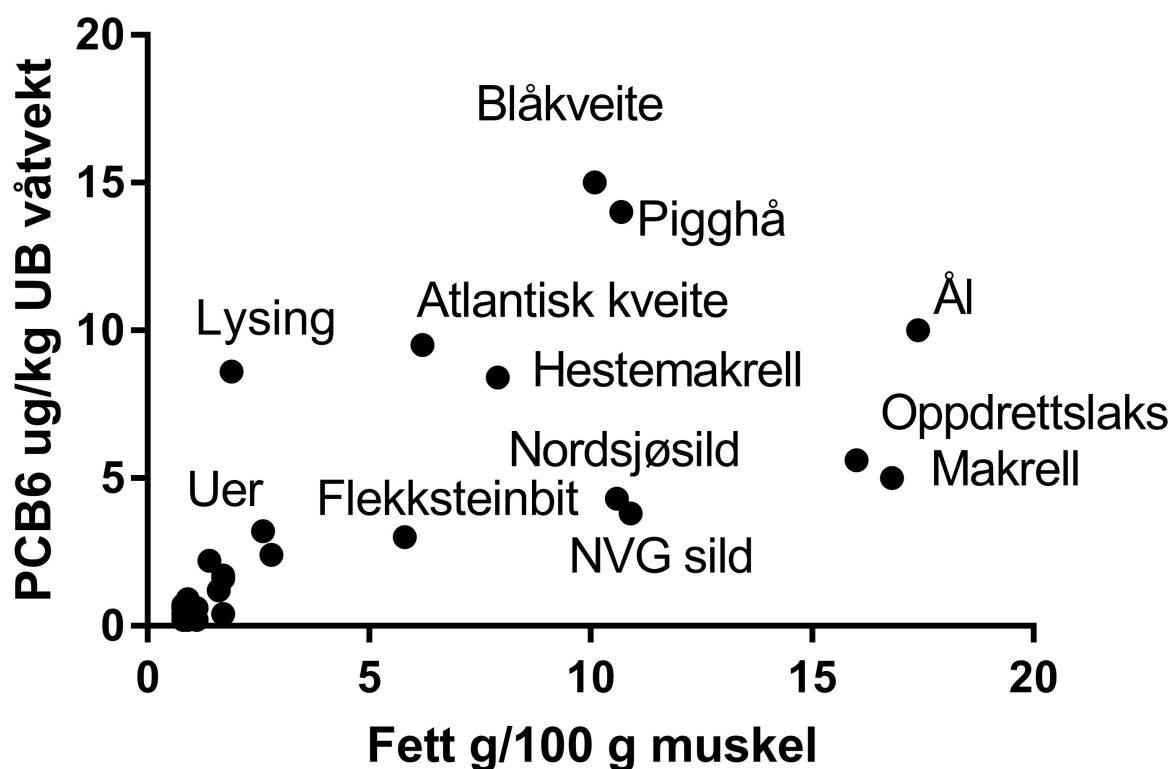
Fettinnhold g/100g



Figur 1 Medianverdi av fettinnhold (g/100g) gitt for de ulike marine arter for tre ulike organfraksjoner (muskel, lever og helfisk) fremstilt som varme-kart. Fargene i skalaen til høyre for hver organfraksjon-kolonne angir mengde fett og fargeskalaene går i graderinger fra høye verdier (blå) til lave verdier (hvit). Det er ulike graderinger på skalaen for muskel, lever og helfisk. Marine arter angitt med fet skrift henviser til prøveantall med N større enn 10.

Organiske miljøgifter slik som dioksiner og PCB er fettløselige og blir lagret i fettrike organer, men det er ikke alltid slik at fete fiskeslag har høye nivåer av organiske miljøgifter da blant annet alder og diett er faktorer som påvirker denne sammenhengen. Figur 2 viser som et eksempel sammenhengen mellom fettinnhold i muskel og nivåene av PCB6 i muskel gitt som µg/kg våtvekt, og vi ser at noen fiskeslag skiller seg ut. Spesielt ser vi at oppdrettslaks plasserer seg langt nede mot høyre (relativt høyt fettinnhold og relativt lavt innhold av PCB6) noe som skyldes høy andel av føringredienser fra planteriket i dietten til oppdrettslaksen. De andre marine artene i denne studien er villfisk som avhengig av hvor de er i næringsnett, vil akkumulere organiske miljøgifter over tid, slik at her vil størrelse (alder) være

en avgjørende faktor. Figur 2 viser også at blåveite og norsk vårgytende sild (NVG-sild) har omtrent likt innhold av fett i muskel, men fordi blåveite er høyere i næringskjeden (rovfisk) sammenlignet med NVG-sild som spiser plankton, vil nivåene av de organiske miljøgiftene være lavere i NVG-sild fordi de er lenger nede i næringsnett.



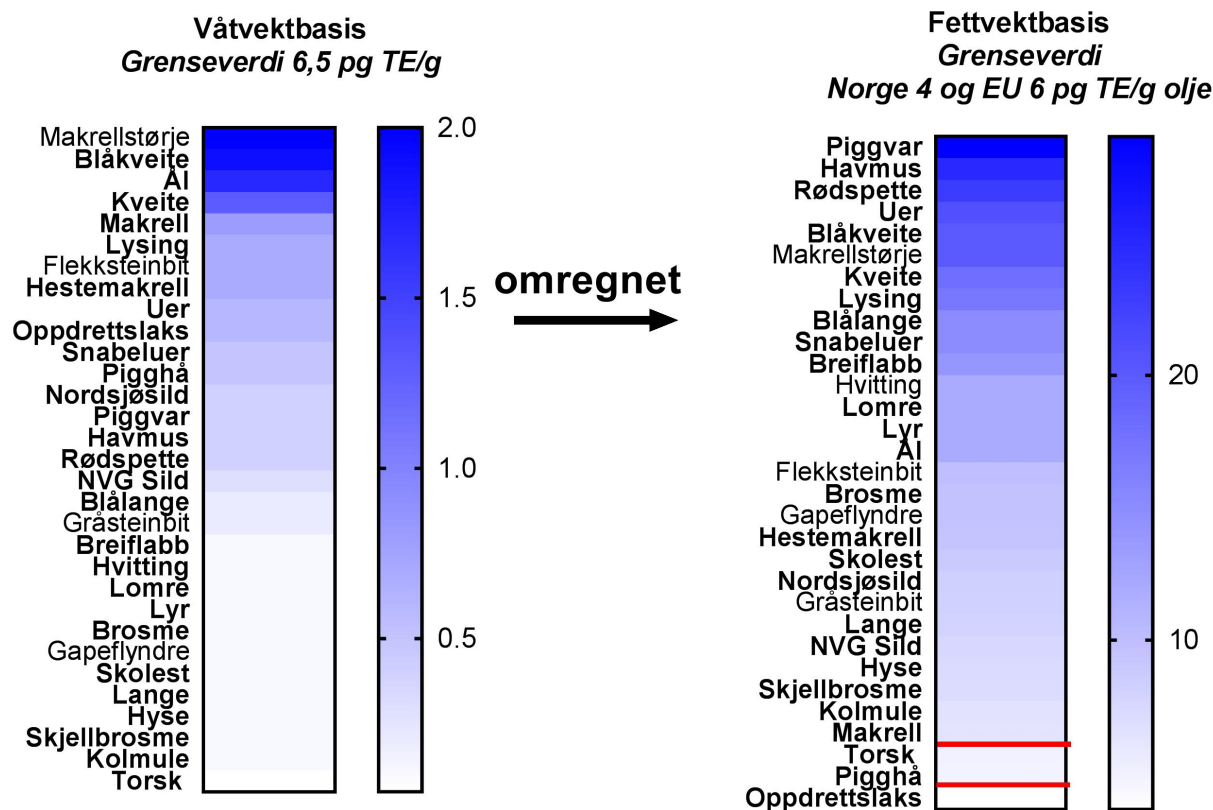
Figur 2 Sammenheng mellom medianverdier for fettinnhold i muskel (g/100 g) og medianverdier for PCB₆ i muskel (µg/kg våtvekt) for fiskeartene i denne studien.

3.2 - Dioksiner og dl-PCB i muskelprøver

De samlede resultatene for sum dioksiner (PCDD), furaner (PCDF) og dl-PCB i muskelprøver fra 31 ulike fiskearter gitt som våtvekt og omregnet til fettvekt er presentert i Figur 3. Alle verdiene i Figur 3 er medianverdier og figuren viser ikke variasjonen knyttet til størrelse på fisken, geografisk område eller årstidsvariasjoner. Medianverdiene for dioksiner og dl-PCB (UB) gitt som våtvekt for de ulike fiskeslagene viser stor variasjon, fra 2 pg TE/g i makrellstørje til 0,1 pg TE/g i blant annet torsk, hvitting, skolest, kolmule og skjellbrosme.

EUs og Norges øvre grenseverdi for mattrygghet for dioksiner og dl-PCB i fiskemuskel er 6,5 pg TE/g (10 pg TE/g for vill ål) og det var ingen enkeltprøver i datamaterialet som oversteg denne øvre grenseverdien. Når det gjelder grenseverdier for dioksiner og dl-PCB i marine oljer til humant konsum, så er grenseverdiene ulike i EU og Norge. I EU er grenseverdien på 6 pg TE/g olje, mens den er på 4 pg TE/g olje i Norge. Omregnet til fettvekt ser vi at det kun er oppdrettslaks som er under Norges øvre grenseverdi på 4 pg TE/g olje, og kun oppdrettslaks, torsk og pigghå som er under EUs øvre grenseverdi på 6 pg TE/g olje for marine oljer til humant konsum. Disse resultatene tyder på at dersom muskel av artene som er undersøkt her skal benyttes til fremstilling av marine oljer, må oljene fra de aller fleste artene trolig renses for å redusere innholdet av dioksiner og dl-PCB før lovlig omsetning til humant konsum (kosttilskudd) i EU og Norge.

Total TE sum dioksiner og dl PCB pg/g muskel



Figur 3 Medianverdier av dioksiner og dl-PCB i muskel for de ulike marine arter på våttvektbasis og fettvektbasis fremstilt i varmekart (heatmaps). Fargene i skalaen til høyre for hver kolonne angir mengde dioksiner og dl-PCB (pg TE/g) på henholdsvis våttvektbasis og fettvektbasis og går i graderinger fra høye verdier (blå) til lave verdier (hvit). Det er ulike graderinger på skalaen mellom våttvekt- og fettvektbasis. Rød linje markerer EU og Norges øvre grenseverdi på henholdsvis 6 og 4 pg TE/g olje. Marine arter angitt med fet skrift henviser til prøveantall med N større enn 10.

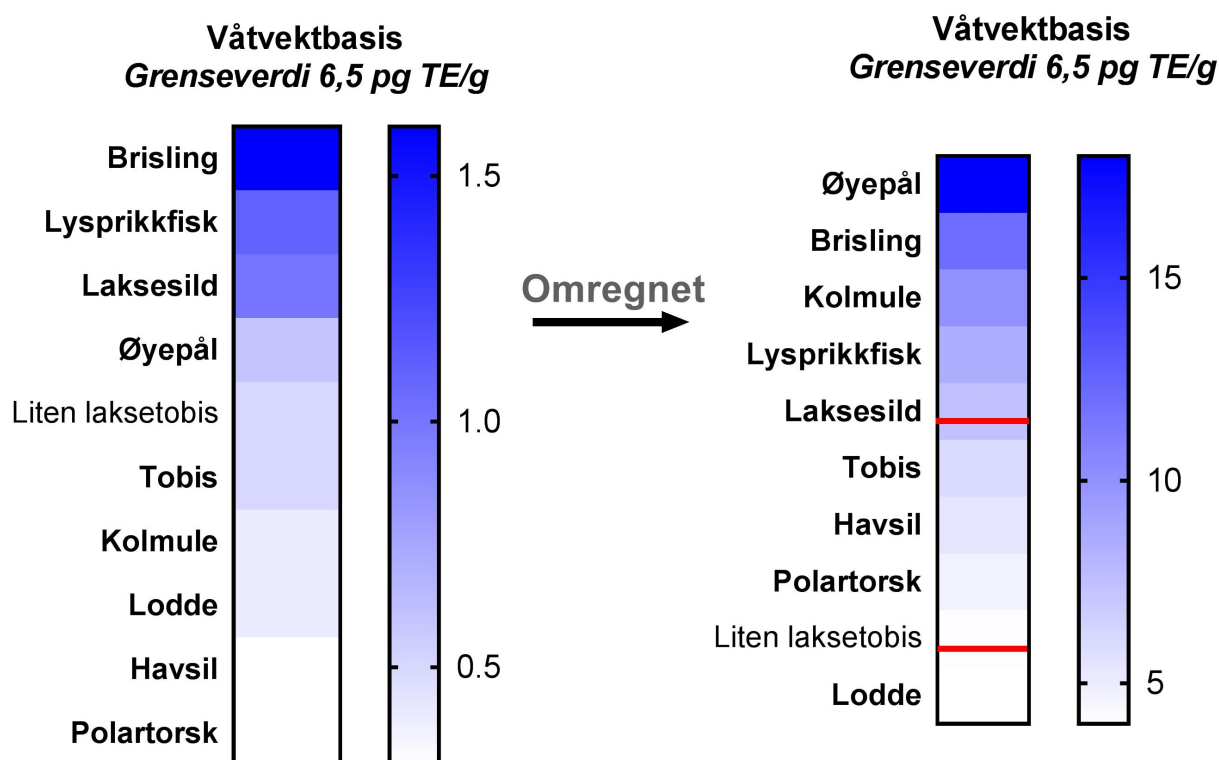
3.3 - Dioksiner og dl-PCB i prøver av helfisk

De samlede resultatene for sum dioksiner (PCDD), furaner (PCDF) og dl-PCB i helfisk av 10 ulike fiskearter gitt som våttvekt og omregnet til fettvekt er presentert i Figur 4. Alle verdiene i Figur 4 er medianverdier og figurene viser ikke variasjonen knyttet til størrelse på fisken, geografisk område eller årstidsvariasjoner. Medianverdiene for dioksiner og dl-PCB (UB) gitt som våttvekt for de ulike fiskeslagene viser stor variasjon fra 1,6 pg TE/g i brisling til 0,3 pg TE/g i havsil og polartorsk. EUs og Norges øvre grenseverdi for mattrygghet for dioksiner og dl-PCB i fiskemuskel er 6,5 pg TE/g (10 pg TE/g for vill ål) og denne gjelder også for hel fisk som spises hel (EU, 2018; Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler).

Medianverdiene for helfisk oversteg ikke denne grenseverdien og det var heller ingen enkeltprøver av helfisk i datamaterialet som oversteg øvre grenseverdi for fiskemuskel. Omregnet til fettvekt ser vi at det kun er lodde som er under Norges øvre grenseverdi på 4 pg TE/g olje og tobis, havsil, polartorsk, laksetobis og lodde som er under EUs øvre grenseverdi på 6 pg TE/g olje. Disse resultatene tyder på at dersom helfisk av artene som er undersøkt her skal

benyttes til fremstilling av marine oljer, må oljene trolig renses for å redusere innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i 50% og 90% av de marine fiskeartene før lovlig omsetning til humant konsum (kosttilskudd) i henholdsvis EU og Norge. Ettersom både kolmule, lodde, tobis/havsil og øyepål er industrifisk som benyttes til produksjon av fiskefôr, er det også interessant å sammenligne nivåene i disse artene med grenseverdier for dioksiner og dl-PCB som gjelder fôrmidler i Norge og EU. Selv om helfisk av øyepål hadde det høyeste nivået av dioksiner og dl-PCB på 18 pg/ TE g olje, så var nivået likevel under øvre grenseverdi gitt for fiskeolje (20 pg/ TE g olje) i fôrforskriften (EU, 2017; Forskrift om fôrvarer).

Total TE sum dioksiner og dl PCB pg/g helfisk

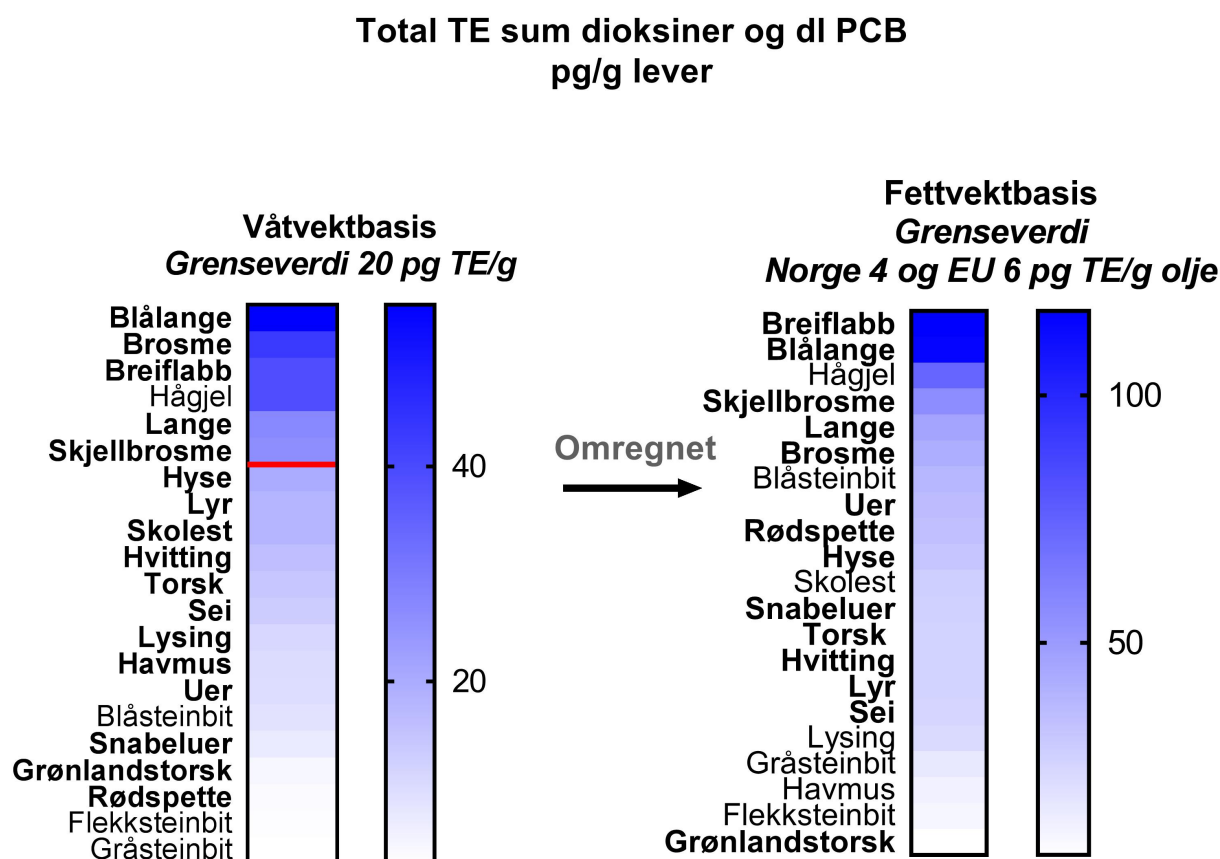


Figur 4 Medianverdi av dioksiner og dl-PCB i helfisk for de ulike marine arter gitt på våtvektbasis og fettvektbasis fremstilt i varmekart (heatmaps). Fargene i skalaen til høyre for hver kolonne angir mengde dioksiner og dl-PCB (pg TE/g) på henholdsvis våtvektbasis og fettvektbasis og går i graderinger fra høye verdier (blå) til lave verdier (hvit). Det er ulike graderinger på skalaen mellom våtvekt- og fettvektbasis. Rød linje markerer EU og Norges øvre grenseverdi på henholdsvis 6 og 4 pg TE/g olje. Marine arter angitt med fet skrift henviser til prøveantall med N større enn 10.

3.4 - Dioksiner og dl-PCB i leverprøver

De samlede resultatene for sum dioksiner (PCDD), furaner (PCDF) og dl-PCB i lever fra 21 ulike fiskearter gitt som våtvekt og omregnet til fettvekt er presentert i Figur 5. Alle verdiene i Figur 5 er medianverdier og figuren viser ikke variasjonen knyttet til størrelse på fisken, geografisk område eller årstidsvariasjoner. Medianverdiene for dioksiner og dl-PCB (UB) gitt som våtvekt for de ulike fiskeslagene viser stor variasjon, fra 55 pg TE/g i blålange til 3 pg TE/g i gråsteinbit.

EUs og Norges øvre grenseverdi for mattrygghet for dioksiner og dl-PCB i fiskelever er 20 pg TE/g våtvekt og medianverdiene for både skjellbrosme, lange, hågjel, breiflabb, brosme og blålange oversteg øvre grenseverdi gitt for fiskelever. Omregnet til fettvekt viser resultatene at alle fiskeleverprøvene i vårt datamateriale overstiger både Norges øvre grenseverdi på 4 pg TE/g og EUs øvre grenseverdi på 6 pg TE/g olje. Disse resultatene tyder på at dersom lever av artene i dette datamaterialet benyttes til framstilling av marine oljer, ville det for alle artene være behov for rensing av oljene for å redusere innholdet av dioksiner og dl-PCB før lovlig omsetning til humant konsum (kosttilskudd) i EU og Norge.



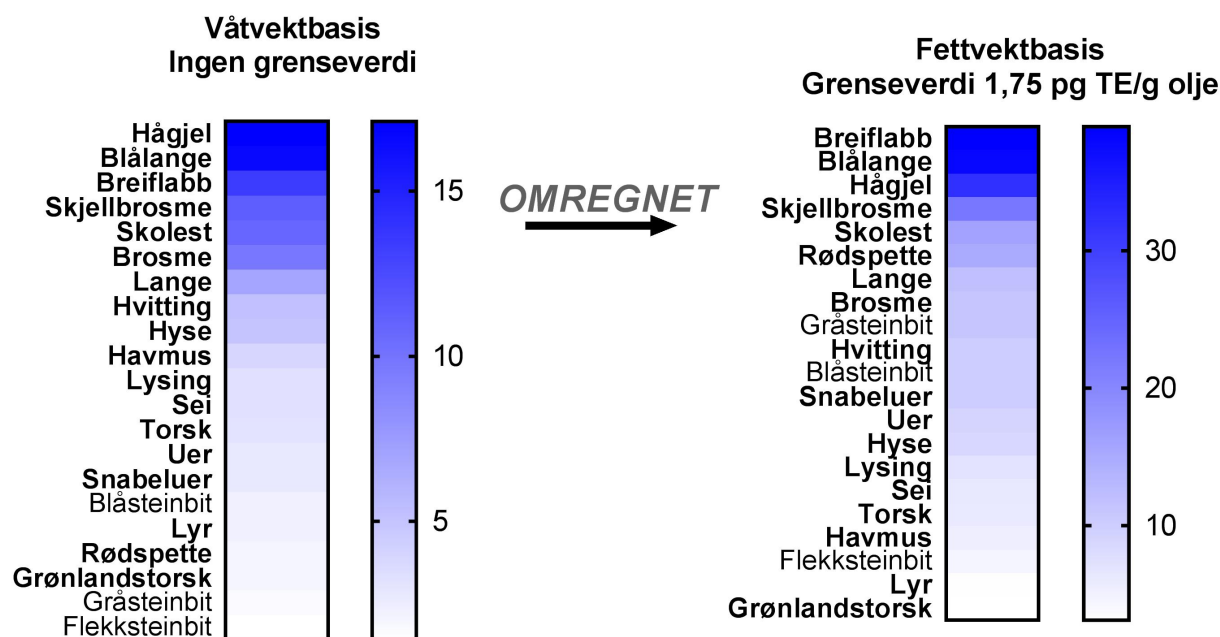
Figur 5 Medianverdier av dioksiner og dl-PCB i lever av ulike marine arter gitt på våtvektbasis og fettvektbasis fremstilt i varmekart (heatmaps). Fargene i skalaen til høyre for hver kolonne angir mengde dioksiner og dl-PCB (pg TE/g) på henholdsvis våtvektbasis og fettvektbasis og går i graderinger fra høye verdier (blå) til lave verdier (hvit). Det er ulike graderinger på skalaen mellom våtvekt- og fettvektbasis. Rød linje markerer EU og Norges øvre grenseverdi på 20 pg TE/g våtvekt for fiskelever og EU og Norges øvre grenseverdi på henholdsvis 6 og 4 pg TE/g olje for marine oljer. Marine arter angitt med fet skrift henviser til prøveantall N større enn 10.

3.5 - Sum dioksiner og furaner (PCDD/PCDF)

Øvre grenseverdi som gjelder for sum dioksiner og furaner i Norge og EU i marine oljer til humant konsum er 1,75 pg TE/g olje. Kort oppsummert ser vi de samme trendene som for sum dioksiner og dl-PCB og vi gir derfor bare en kort oppsummering her på de ulike leverprøvene i vårt datamateriale (Figur 6). Medianverdiene for sum PCDD/PCDF (UB) i lever gitt som våtvekt for de ulike fiskeslagene viser stor variasjon fra 17 pg TE/g i hågjel til 1,4 pg TE/g i flekksteinbit. Det er ingen øvre grenseverdier i EU eller Norge for sum PCDD/PCDF i fiskelever. Omregnet til fettvekt viser resultatene at lever fra alle artene i vårt datamateriale overstiger Norges og EUs øvre grenseverdi på 1,75 pg TE/g. Resultatene tyder dermed på at dersom fiskelever fra artene i dette datamaterialet skulle benyttes til framstilling av

marine oljer, ville det for alle artene være behov for rensing av oljene for å redusere innholdet av dioksiner og furaner før lovlig omsetning til humant konsum (kosttilskudd) i EU og Norge.

Sum PCDD+PCDF pg/g TE i lever, som UB LOQ sum



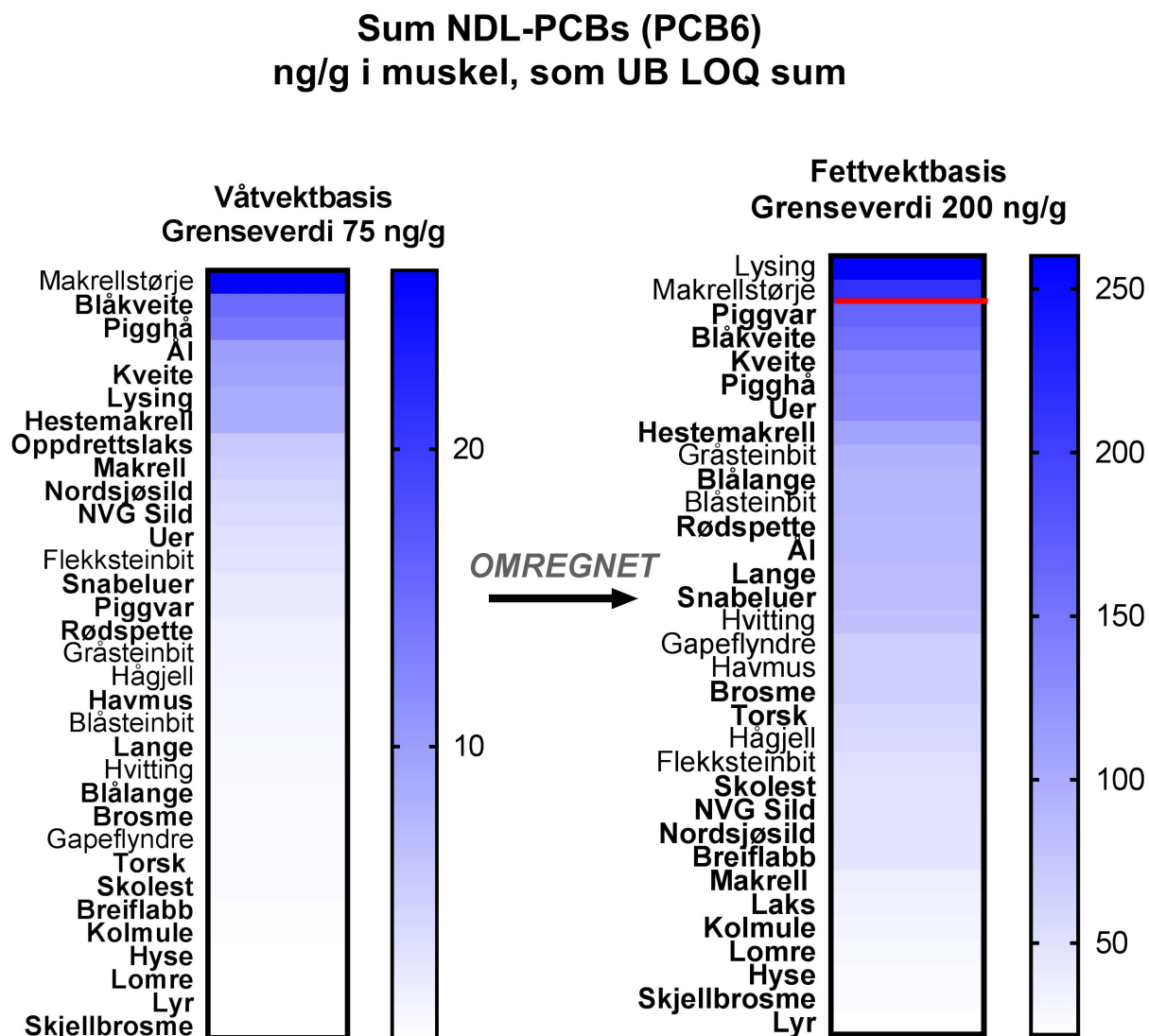
Figur 6 Medianverdi av dioksiner og furaner (sum PCDD+PCDF) i lever for de ulike marine arter gitt på våttvektbasis og fettvektbasis fremstilt i varme-kart. Fargene i skalaen til høyre for hver kolonne angir mengde dioksiner og furaner (pg TE/g) på henholdsvis våttvektbasis og fettvektbasis og går i graderinger fra høye verdier (blå) til lave verdier (hvitt). Det er ulike graderinger på skalaen mellom våttvekt- og fettvektbasis. EU og Norges øvre grenseverdi for fiskelever er på 1,75 pg TE/g olje. Marine arter angitt med fet skrift henviser til prøveantall med N større enn 10.

3.6 - Ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) i muskelprøver

De samlede resultatene for ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) for muskelprøver av de ulike fiskeartene gitt som våttvekt og omregnet til fettvekt er presentert i Figur 7. Alle verdiene i Figur 7 er medianverdi og figuren viser ikke variasjon knyttet til størrelse på fisken, geografisk område eller årstidsvariasjoner. Medianverdiene for PCB₆ (UB) gitt som våttvekt for de ulike fiskeslagene viser stor variasjon, fra 26 ng/g i makrellstørje til 0,2 ng/g i skjellbrosme, hyse, lomre og lyr. EUs og Norges øvre grenseverdi for mattrygghet for PCB₆ i muskel er 75 ng/g våttvekt (300 ng/g for ål) og selv om ingen av medianverdiene overstiger denne grensen, er det noen enkeltprøver i datamaterialet som viser høyere konsentrasjoner enn øvre grenseverdi for PCB₆ (blant annet for kveite og blåkveite).

Man kan lese mer om fremmedstoffer i Atlantisk kveite og blåkveite i kartleggingsundersøkelsene og oppfølgingsundersøkelsene (Nilsen et al 2010, 2011, 2012; Nilsen og Måge 2014, 2015, 2016; Nilsen et al 2016). Omregnet til fettvekt ser vi at det er lysing og makrellstørje som har de høyeste verdiene og som overstiger EU og Norges øvre grenseverdi for PCB₆ på 200 ng/g olje for marine oljer. Disse resultatene tyder på at dersom muskel av

lysing eller makrellstørje skal benyttes til fremstilling av marine oljer, må oljene trolig renses for å redusere innholdet av PCB6 før lovlig omsetning til humant konsum (kosttilskudd). Vi ser også at piggvar, blåkveite, kveite pigghå og uer har relativt høye verdier av PCB6 ved omregning fra våtvektbasis til fettvektbasis, men ingen av medianverdiene overstiger øvre grenseverdi gitt for marine oljer til humant konsum.



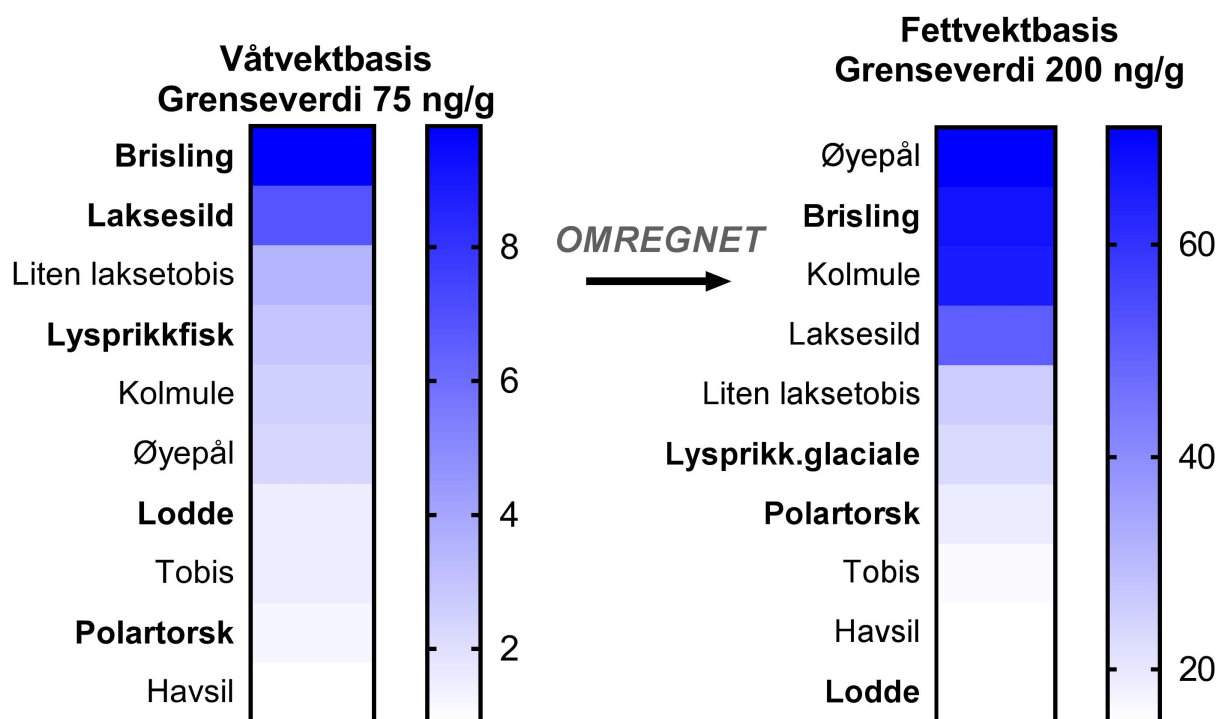
Figur 7 Medianverdier av PCB₆ i muskel for de ulike marine arter gitt på våtvekt- og fettvektbasis fremstilt i varmekart. Fargene i skalaen til høyre for hver kolonne angir mengde PCB₆ (ng/g) på henholdsvis våtvektbasis og fettvektbasis og går i graderinger fra høye verdier (blå) til lave verdier (hvit). Det er ulike graderinger på skalaen mellom våtvekt- og fettvektbasis. Rød linje for fettvektbasis markerer EU og Norges øvre grenseverdi på 200 ng/g olje. Grenseverdien for PCB₆ på våtvektbasis i fiskemuskel er 75 ng/g våtvekt (300 ng/g for vill ål). Marine arter angitt med fet skrift henviser til prøveantall med N større enn 10.

3.7 - Ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) i prøver av helfisk

De samlede resultatene for ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) for helfisk fra 10 ulike fiskearter gitt på våtvektbasis og omregnet til fettvekt er presentert i Figur 8. De artene som er analysert hele er små fisk, i hovedsak planktonetere, og altså da lavt i næringskjeden. Alle verdiene er medianverdier og figuren viser ikke variasjon knyttet til størrelse på fisken, geografisk område eller årstidsvariasjoner. Medianverdiene for PCB₆ (UB) gitt på våtvektbasis for de ulike fiskeslagene viser stor variasjon fra 10 ng/g i brisling til 0,9 ng/g i havsil. EUs og Norges øvre grenseverdi for

mattrygghet for PCB₆ i muskel er 75 ng/g våtvekt (300 ng/g for ål) og ingen verdier i helfisk oversteg denne grensen. Omregnet til fettvekt ser vi at det er øyepål, brisling og kolmule som har de høyeste verdiene, men ingen av prøvene overstiger EU og Norges øvre grenseverdi for PCB₆ på 200 ng/g olje for marine oljer. Disse resultatene tyder på at dersom helfisk av artene undersøkt her skal benyttes til fremstilling av marine oljer, er det trolig ikke behov for rensing for å redusere innholdet av PCB₆ før lovlig omsetning til humant konsum (kosttilskudd). Tar man derimot hensyn til grenseverdiene som gjelder for dioksiner og dl-PCB i arter av helfisk undersøkt her, må de fleste oljene trolig likevel renses før lovlig omsetning til humant konsum (se Figur 4). Ettersom både kolmule, lodde, tobis/havsil og øyepål er industrifisk som benyttes til produksjon av fiskefôr, er det også interessant å sammenligne nivåene av PCB₆ i disse artene med grenseverdier som gjelder fôrmidler i Norge og EU som for mange stoffer er lavere enn grenseverdiene for mattrygghet. Nivåene av PCB₆ i helfisk av kolmule og øyepål var etter omregning henholdsvis 65 og 71 ng/g olje, klart lavere enn øvre grenseverdi gitt for fiskeolje (175 ng/g olje) i fôrforskriften (EU, 2017; Forskrift om fôrvarer).

Sum NDL-PCBs (PCB₆) ng/g i helfisk, som UB LOQ sum

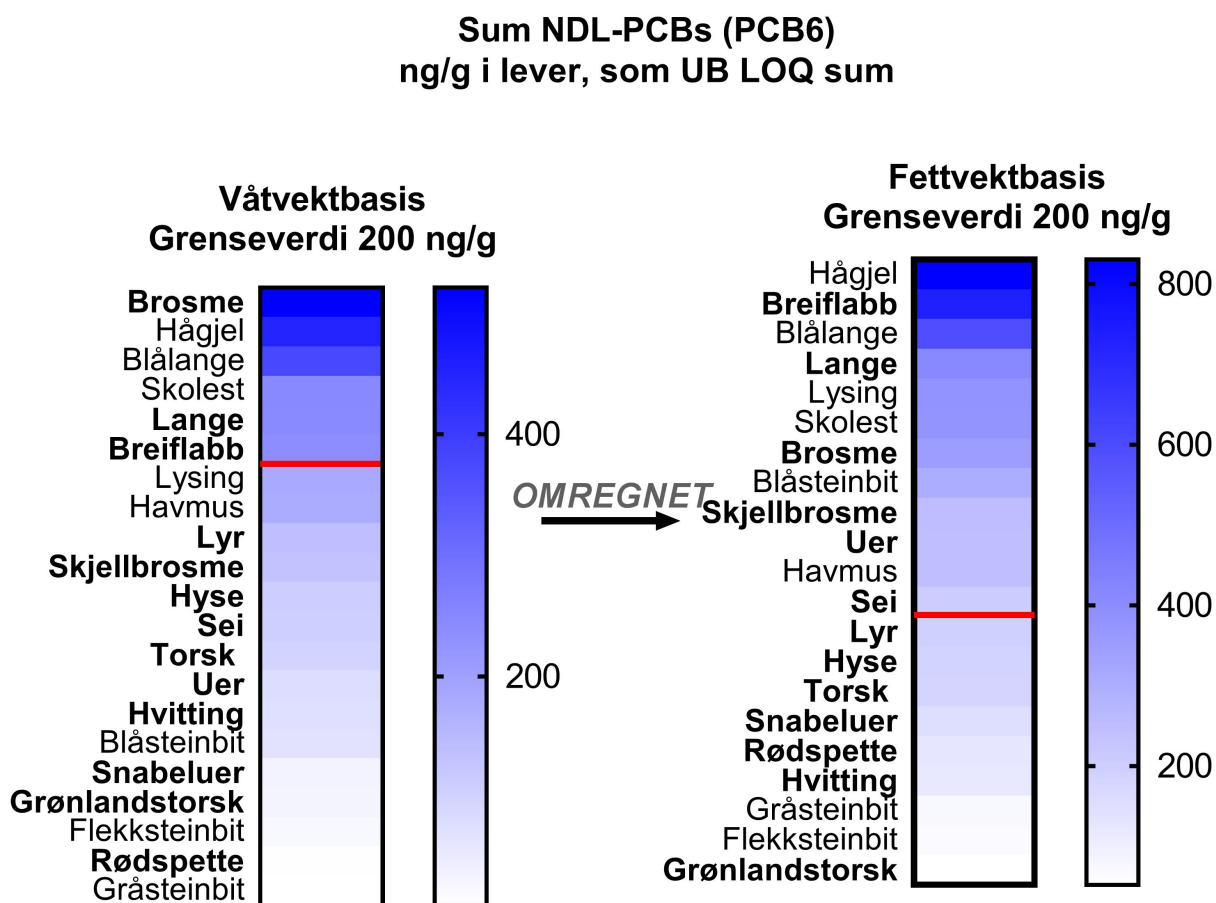


Figur 8 Medianverdier av PCB₆ i helfisk for de ulike marine arter gitt på våtvekt- og fettvektbasis fremstilt i varmekart. Fargene i skalaen til høyre for hver kolonne angir mengde PCB₆ (ng/g) på henholdsvis våtvektbasis og fettvektbasis og går i graderinger fra høye verdier (blå) til lave verdier (hvit). Det er ulike graderinger på skalaen mellom våtvekt- og fettvektbasis. EU og Norges øvre grenseverdi for marine oljer er på 200 ng/g olje mens grenseverdien for PCB₆ på våtvektbasis i fiskemuskel/helfisk er 75 ng/g våtvekt (300 ng/g for vill ål). Marine arter angitt med fet skrift henviser til prøveantall med N større enn 10.

3.8 - Ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) i prøver av fiskelever

De samlede resultatene for ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) for leverprøver fra 21 ulike

fiskearter gitt som våtvekt og omregnet til fettvekt er presentert i Figur 9. Alle verdiene er medianverdier og figuren viser ikke variasjonen knyttet til størrelse på fisken, geografisk område eller årstidsvariasjoner. Medianverdiene for PCB₆ (UB) gitt som våtvekt for de ulike fiskeslagene viser stor variasjon fra 521 ng/g i brosme til 11-12 ng/g i gråsteinbit og rødspette. EUs og Norges øvre grenseverdi for mattrygghet for PCB₆ i fiskelever er 200 ng/g våtvekt og både brosme, hågjel, blålange, skolest, lange og breiflabb oversteg denne grenseverdien. Ved omregning fra våtvekt til fettvekt er det 57% av fiskeartene i datamaterialet som overstiger grenseverdien gitt for marine oljer til humant konsum (200 ng/g olje). De laveste verdiene av PCB₆ på fettvektbasis i lever ble funnet i grønlandstorsk, flekksteinbit og gråsteinbit. Disse resultatene tyder på at dersom lever av artene i dette datamaterialet skulle benyttes til framstilling av marine oljer, ville det for 57% av artene trolig være behov for rensing av oljene for å redusere innholdet av PCB₆ før lovlig omsetning til humant konsum (kosttilskudd). Selv om lyr, hyse og torsk lagrer mesteparten av fett i leveren viser nivåene av PCB₆ etter omregning til fettvekt verdier under grenseverdien på 200 ng/g olje for alle disse artene.



Figur 9 Medianverdier av ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) i lever for de ulike marine arter gitt på våtvektbasis og fettvektbasis fremstilt i varmekart. Fargene i skalaen til høyre for hver kolonne angir mengde PCB₆ (ng/g) på henholdsvis våtvektbasis og fettvektbasis og går i graderinger fra høye verdier (blå) til lave verdier (hvit). Det er ulike graderinger på skalaen mellom våtvekt- og fettvektbasis. Røde linjer markerer EU og Norges øvre grenseverdi på 200 ng/g våtvekt for fiskelever og 200 ng/g olje for marine oljer. Marine arter angitt med fet skrift henviser til prøveantall med N større enn 10.

3.9 - Dioksiner og PCB i andre arter og vev

I vårt datamateriale har vi også analysert spekk av vågehval (N=46) og medianverdien viser et nivå av PCB6 på 99 ng/g våtvekt. Vi har ikke analysert fettinnholdet i disse prøvene, men siden dette er spekk kan vi anta et høyt innhold. Basert på dette datamaterialet (medianverdiene) og en antagelse om at hvalspekk inneholder 100% fett, tyder disse resultatene på at dersom spekk fra vågehval skal benyttes til framstilling av marin olje, er det kanskje ikke nødvendig med rensing av oljen i forhold til grenseverdien gitt for PCB6 før lovlig omsetning til humant konsum (kosttilskudd). Dersom vi ser på spekk fra enkeltindivider av vågehval var det imidlertid 23% av individene som var over grenseverdien på 200 ng/g olje, og olje fra disse individene måtte derfor trolig blitt renses for å redusere innholdet av PCB6 før lovlig omsetning. Det er også verdt å merke seg at vi ikke har data for dioksiner og dl-PCB i spekk fra vågehval, og vi kan derfor ikke vurdere om oljer framstilt fra spekk av vågehval kan overskride grenseverdiene for dioksiner og dl-PCB, slik at oljen derfor må renses av denne grunn.

Basert på et begrenset datamateriale av Antarktisk krill (kun tre samleprøver) tyder resultatene på at det ikke vil være behov for å rense marint råstoff fra Antarktisk krill før lovlig omsetning til humant konsum (kosttilskudd) når det gjelder både dioksiner og dl-PCB og PCB6. Basert på et begrenset datamateriale av rogn fra rødspette (kun fem individprøver, manglende fettanalyser) og antatt 100% fett i rogn tyder resultatene på at det ikke vil være behov for å rense marint råstoff fra rogn av rødspette før lovlig omsetning til humant konsum (kosttilskudd) både med hensyn til dioksiner og dl-PCB og til PCB6.

4 - Oppsummering

Det årlige overvåkingsprogrammet Miljøgifter i fisk og fiskevarer har vist at kosttilskudd av visse fiskeoljer har høyere innhold av dioksiner og PCB enn grenseverdiene tillater. Det er særlig kaldpressede oljer som har nivåer over grenseverdi gitt for marine oljer til humant konsum, for eksempel lite raffinerte oljer fra havmuslever, hailever, selolje og hvalolje. Et utvalg av overvåkingsdata fra Havforskningsinstituttet sine overvåkningsserier tilbake til 2005 på nivåer av dioksiner og dioksinlignende PCB (dl-PCB) og ikke-dioksinlignende PCB (PCB6) i ulike marine arter har blitt oppsummert og vurdert for å få kunnskap om innholdet av uønskede stoffer i noen marine arter som kan være mulig råstoff for produksjon av marine oljer til humant konsum.

For sum dioksiner og dl-PCB viser beregningene at oljer framstilt fra 100% av leverprøvene, 90-97% av muskelprøvene og 50-90% av prøvene fra helfisk måtte ha blitt rensset før lovlig omsetning til humant konsum. Oppdrettslaks var den eneste marine arten som hadde nivåer under både EU og Norges øvre grenseverdi for sum dioksiner og dl-PCB i muskel beregnet på fettvektbasis, mens lodde var den eneste marine arten som hadde nivåer under både EU og Norges øvre grenseverdi for sum dioksiner og dl-PCB i helfisk beregnet på fettvektbasis.

Når det gjelder PCB6 viser vårt estimat at for at nivåene av PCB6 skulle komme under øvre grenseverdi måtte oljer framstilt fra 57% av leverprøvene, 6% av muskelprøvene, men ingen av prøvene fra helfisk renses før lovlig omsetning til humant konsum.

For flere av artene og vevene har vi for lite datagrunnlag for å kunne konkludere i forhold til om renseprosesser er nødvendig.

5 - Konklusjon

Nivåene av dioksiner og dl-PCB og PCB6 beregnet på fettvektbasis for ulike marine arter viser at for de aller fleste arter og vev (muskel, lever og hel fisk) som er undersøkt, vil renseprosesser være nødvendig for å bringe oljene i samsvar med øvre grenseverdier i EU og Norge for disse stoffene i marine oljer til humant konsum.

6 - Referanser

EU (2018). Commission regulation (EC) No. 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union. Consolidated version 19.03.18. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1881-20180319&from=EN>

EU (2017). Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council of 7 May 2002 on undesirable substances in animal feed. Consolidated version 25.12.2017. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0032>

FOR-2002-11-07-1290: Forskrift om fôrvarer. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2002-11-07-1290>.

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

FOR-2018-07-09-1164: Forskrift om endring i forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler. <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2018-07-09-1164>

Julshamn, K., Nilsen, B.M., Duinker, A., Frantzen, S., Valdersnes, S., Nedreaas, K. og Måge A (2013). Basisundersøkelse fremmedstoffer i torsk (*Gadus morhua*). NIFES-rapport 2013.

Nilsen, B.M., Frantzen, S., Nedreaas, K. og Julshamn, K. (2010) (av fremmedstoffer i blåkkeite (*Rheinhardtius hippoglossoides*)). NIFES-rapport 2010-04-16.

Nilsen, B.M., Frantzen, S., Måge, A. og Julshamn, K. (2011) Oppfølging av basisundersøkelse blåkkeite. NIFES-rapport.

Nilsen, B.M., Måge, A. og Julshamn, K. (2012) Oppfølging av basisundersøkelse blåkkeite NIFES-rapport 2012-05-03.

Nilsen, B.M. og Måge, A. (2014) Oppfølging av basisundersøkelse blåkkeite- 2013. NIFES-rapport 2014-03-18.

Nilsen, B.M. og Måge, A. (2015) Oppfølging av basisundersøkelse blåkkeite- 2014. NIFES-rapport.

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

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

Mattilsynet, årsrapport 2015

Nilsen, B.M., Kjell Nedreaas og Måge, A. (2016). Kartlegging av fremmedstoffer i Atlantisk kveite (*Hippoglossus hippoglossus*). Sluttrapport for programmet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» 2013-2015. Rapport til Mattilsynet (ISBN: 978-82-91065-43-4), 81 sider.

<https://nifes.hi.no/report/atlantisk-kveite-sluttrapport/>

Nilsen, B.M, Sanden M og Måge, A. (2017) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2016: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. Mattilsynet, årsrapport 2016

Richardsen Roger, Myhre Magnus, Nystøyl Ragnar, Strandheim Gunn, Marthinussen Anders (2018). Analyse marint restråstoff. Tilgang og anvendelse av marint restråstoff i Norge. SINTEF rapport.

Wenzl, T., Haedrich, J., Schaechtele, A. Robouch, P., Stroka, J., Guidance document on the estimation of LOD and LOQ for measurements in the field of contaminants in feed and food. EUR 28099, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2016.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

E-post: post@hi.no

www.hi.no