



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

Rapport
2012

Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2011: Kvikksølv i djupvassfisk og skaldyr frå Hardangerfjorden samt miljøgifter i marine oljer

Amund Måge, Otte Bjelland, Pål Olsvik
Bente Nilsen og Kåre Julshamn

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

01.12.2012



INNHALDSFORTEGNELSE

Innholdsfortegnelse	2
1. Forord.....	4
2. Samandrag	5
3. English summary	6
4. Innledning/Introduction	6
3.1 Bakgrunn og formål.....	6
3.2 Regelverk.....	7
3.3 Stoffgruppene som er inkludert i programmet	7
5. Materiale og metode/Materials and methods.....	10
5.1 Marine Oljer	10
5.2 Innsamling av fisk og skaldyr.	11
5.3 Tabell over analyser utført samt akkrediteringsstatus	15
6. Resultat/Results	16
6.1 Miljøgifter i 10 marine oljer	16
Dioksin og dioksinliknande PCB	16
Perfluoreerte alkylstoff (PFAS) i oljer	18
Metall i oljer	18
6.2 Kvikksølv i djupvassfisk frå Hardangerfjorden.....	20
6.3 Metall i skaldyr frå Hardangerfjorden	25
7. Diskusjon/Discussion.....	26
7.1 Marine oljer	26
7.2 Kvikksølv i filet av djupvassfisk frå Hardangerfjorden	27
7.2.1 Brosme og blålange.	27
7.2.2 Lange	28
7.2.3 Andre fiskeartar	28
7.3 Skaldyr	29

8. Konklusjon/Conclusion.....	30
9. Referansar/References	30

1. FORORD

Denne rapporten omhandlar resultat av analysar av dioksin og dioksinliknande PCB (dl-PCB), PCB₆/PCB₇, polybromerte flammehemmere (PBDE), perfluoreerte alkylstoffer (PFAS) og metalla arsen, kadmium, kvikksølv og bly i 10 marine oljer. Desse er seks fiskeoljer, to seloljer, ei krillolje og ei blandingsolje. Vidare har prosjektet omhandla djupvassfisk og skaldyr frå Hardangerfjorden.

Prosjektet vert gjort som ei tinging frå Mattilsynet, Tilsynsavdelinga, Seksjon for fisk og sjømat.

Fagleg ansvarleg ved Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) har vore Amund Måge. Teknisk ansvarlig for prosjektet har vore Anne Margrethe Aase. Prosjektet har vore koordinert i høve til prøvetaking med Havforskningsinstituttet sitt prosjekt, EPIGRAPH, der Otte Bjelland har vore kontaktperson. Fleire båtar og fiskarar har også vore involvert i prøvetakinga i Hardangerfjorden.

Anne Margrethe Aase har stått for innkjøp av de konsumferdige fiskeoljeprøvane og har også vore ansvarleg for prøveregistrering, prøvesplitting og prøveflyt til dei ulike laboratoria. I tillegg har prøvemottak ved Anne Margrethe Aase, Manfred Torsvik og Vidar Fauskanger stått for homogenisering og frysetørking av prøvane.

Karstein Heggstad, Tadesse Negash og Jannicke A. Berntsen har vore ansvarlege for analyse av dioksin og dioksinliknande PCB. Dagmar Nordgård har vore ansvarlig for analyse av prøvane for PCB₇ og Pablo Cortez har vore ansvarleg for analysane av polybromerte difenyletere (PBDE). Kari Breistein Sæle, Kjersti Pisani, Pablo Cortez har vore ansvarlege for prøveopparbeiding for analyse for de organiske miljøgiftene. Jorunn Haugsnes, Tonja Lill Eidsvik, Berit Solli, Edel Erdal og Laila Sedal har vært ansvarlig for metallanalysane og Georg Smidt Olsen, Kari Pettersen og Elilta Hagos sto for bestemmingane av feitt.

Prosjektleiari hadde under planlegging lagt opp til grammet noko høgare rammer enn det som prosjektet enda ut med. Vi har også kunne lagt til ekstra problemstillingar ved å samarbeide med Havforskningsinstituttet og ved å trekkje inn masterstudentar. Vi søkte difor i samband med dette prosjektet om ekstra ekstern finansiering frå Hardangerrådet, men denne søknaden nådde dessverre ikkje opp. Dette førte også til at vi ikkje kunne fylgje opp med fleire stasjonar/artar enn det som ligg inne. Slik sett har masterstudent Ingvild Tverdal (eksamen juni 2012) og masterstudent Michael Lindberg (eksamen desember 2012) delteke i prosjektet. I tillegg har forskar Dr. Pål Olsvik både delteke i prosjektet og lagt på ekstra problemstillingar som vil verte rapportert i andre kanalar. Denne

rapporten trekkjer difor fram hovudlinjene av resultat med vekt på dei som kan ha innverknad på vurdering av sjømatstryggleik med omsyn på kvikksølv i Hardangerfjorden. Men vi er også godt fornøgd med at to masteroppgåver også fyller ut informasjonen.

Alle som har delteke i gjennomføringa av prosjektet fortener ei stor takk.

Bergen 01.12.2012, Amund Måge

2. SAMANDRAG

I dette prosjektet vart det analysert 10 marine oljer (seks fiskeoljer, to seloljer, ei krillolje og ei blandingsolje) for dioksin, dioksinliknande PCB, PCB₇, PBDE, perfluorerte stoff og metalla arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Resultata viste lave verdi for alle dei stoffa som vart bestemt.

Prosjektet inkluderte også prøvetaking av 150 brosmes fordelt på 12 stasjonar og 41 blålinger fordelt på åtte stasjonar i Hardangerfjorden. Desse artane vart fanga på line. I tillegg vart det fanga 29 langer fordelt på ni stasjonar og fire gråsteinbit fordelt på to stasjonar. Det var også fanga sjøkreps, hummer og krabbe frå tre stasjonar (Rosendal, Norheimsund og Måge). Fiskeprøvane vart analyserte for kvikksølv, mens skaldyra vart analyserte for arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Dei høgste verdiane av kvikksølv i brosmes vart funne i prøver frå Djonno i Eidfjord på 2,9 mg/kg våtvekt. For kvikksølv i brosmes vart det funne ein avtakande trend ut Hardangerfjorden, men i i heile Hardangerfjorden låg kvikksølvverdiane høgre enn 0,5 mg/kg våtvekt som er gjeldande maksimumsverdi i EU og Norge for lovleg omsetjing av fiskefilet til humant konsum. Kvikksølvnivåa i blålinge var noko lægre enn for brosmes, men framleis høgt. Også lange er forhøgja, men i mindre grad enn dei to andre artane og det er mogeleg å fiske denne arten i eit større område utan at verdiane er høgare enn grensa for kvikksølv. For andre fiskeartar og skaldyr er området noko påverka, men dagens kosthaldsråd dekkjer truleg det meste av mulige problemområde.

3. ENGLISH SUMMARY

In this project a total of 10 marine oils (six fish oils, two seal oils, one krill oil and one that is a mixture) have been analysed for dioxins, dioxin like PCBs, PCB₇, PBDE₇, perfluorated substances and the inorganic contaminants arsenic, cadmium, lead and mercury. The results showed low values for all the substances analysed.

The project also included sampling of 150 tusks divided on 12 stations, 40 blue ling from eight stations caught on long line in the Hardangerfjord. In addition, 29 ling samples from nine stations and four wolf fish from two stations were sampled. Also crayfish, lobster and crabs were samples from three stations (Rosendal, Norheimsund and Måge). The fish samples were analysed for mercury while the crustacea samples were analysed for arsenic, cadmium, lead and mercury. The highest values of mercury in tusk fillets were observed in the station Djønno in the Eidfjorden with a mean of 2,9 mg Hg/kg ww. A decreasing trend from the inner fjord system and outward against the coast was observed, but in the whole Hardangerfjord to the outermost stations the mean mercury level in fillets were above the EU and Norwegian limit of 0,5 mg Hg/kg ww for this species for commercial sales for human consumption. The levels in blue ling were slightly lower but still rather elevated compared to the limit. Also in the ling there was observed elevated levels of mercury in fillet but to a lesser degree than for the two other species and the area where it would be legal to sell is much larger. For the other fish species and the crustaceans one can observe that the area is influenced by heavy metals but any restrictions would probably be satisfactory covered by dietary guidelines already in place.

4. INNLEDNING/INTRODUCTION

4.1 Bakgrunn og formål

Overvakingsprogrammet "Miljøgifter i fisk og fiskevarer" har sin bakgrunn i Mattilsynet sitt ønske om å gå i djupna på spesielle miljøgiftproblemstillinger i sjømat. Innhaldet i prosjektet har variert

mykje ut frå Mattilsynet sine behov frå år til år og også ut frå råd frå NIFES: Det konkrete innhaldet for eitt år vert avtalt mellom NIFES og Mattilsynet før årets start (sjå til dømes Julshamn og Frantzen, 2010; Julshamn et al, 2011).

Programmet har dei siste 5 åra hatt eit fast delprosjekt av overvaking av organiske miljøgifter i marine oljer til humant konsum. Dette er vidareført i programmet for 2011 ved at 10 kommersielle marine oljer er kjøpt inn og analysert for organiske miljøgifter. Her er fokus på dioksin og dioksinliknande PCB.

Hovudfokus på programmet vart likevel denne gongen valt å vere ei nærmare undersøking av djupvassfisk innover i Hardangerfjorden. Bakgrunnen her er at ein for det første gjennom KLIF si årlege overvaking av miljøsituasjonen i Sør fjorden, med vekt på metall, i mange år har sett at konsentrasjonen av kvikksølv i djupvassfisk er forhøga i Sør fjorden (sjå for eksempel Ruus m fl., 2010)

Ambisjonane i programmet var å få ut mest mulig kunnskap ut frå avgrensa midlar og vi såg at opphavlege planar var omfattande ut frå tilgjengelege ressursar. Vi søkte difor for første gong også om ekstern finansiering knytt til Mattilsynet si overvaking frå Hardangerrådet, men denne søknaden vart dessverre avslått. Dette førte også til at vi ikkje kunne fylgje opp med fleire stasjonar/artar enn det som ligg inne..

3.2 Regelverk

Vi forholdt oss i denne overvakinga primært til Matlova med forskrifter som i prinsippet har same øvre grenseverdier som EU gjennom forordning (EC) 1881/2006. Når det gjeld dioksin og dioksinliknande PCB, samt ikkje dioksinliknande PCB kan det vere nyttig å vere klar over at nytt regelverk vart gjort gjeldande frå 01.01.2012, noko som også inkluderer nye omrekningsfaktorar for giftigheit av dioksin og dioksinliknande PCB.

3.3 Stoffgruppene som er inkludert i programmet

Dioksin og dioksinliknande PCB

Dioksin er ei gruppe på 75 kongenarar av polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (PCDD) og 135 kongenar av polyklorerte dibenzofuraner (PCDF). Dei mest toksiske kongenerane er 2,3,7,8-tetraklordibenzo-p-dioksin (TCDD) og denne har vist seg å være humankarsinogen i tillegg til å ha negative effektar både nevrologisk og immunologisk.

Polyklorerte bifenylyl (PCB) er ei gruppe sambindingar som består av til saman 209 forskjellige kongenar som kan delast i to grupper i henhold til dei toksiske eigenskapane. Tolv av kongenarane viser toksikologiske eigenskapar svært lik dei som finnes hos dioksin, og er derfor gruppert som dioksinliknande PCB (dl-PCB). Dei øvrige PCB-kongenarane viser ikkje dioksinliknande toksisitet, men har ein annan toksikologisk profil.

Konsentrasjonane av dioksin og dioksinliknande PCB blir berekna med basis i WHO's toksiske ekvivalens faktorar (TEF) frå 1998 og justert i 2005, og konsentrasjonane blir oppgjeven som ng TE/kg prøve. I denne rapporten er det bruke TEF-1998 sidan det var denne som var den gjeldande i 2011.

PBDE

Polybromerte flammehemmarar (polybromerte difenyletere; PBDE) vert brukt som tilsetningar i ei rad produkt, som til dømes elektriske artiklar, elektroniske kretskort, tekstilar og bygningsmaterialar. Det er overvegande tre kommersielle PBDE-blandingar som vert produsert, med varierende grad av bromering av dei aromatiske ringane. Disse er dekabromdifenylyter, oktabromdifenylyter og pentabromdifenylyter. Disse blandingane har ulik samansetning og reinleik. I dei fleste toksisitetstudiane er ein eller fleire av desse blandingane brukt. Den fullbromerte PBDE (deka-BDE) vert minst absorbert, raskt eliminert og bioakkumulerer lite. Kongenarne med lågare molekylvekt (tri- til heksa-BDE) vert nesten fullstendig absorbert, langsamt eliminert, bioakkumulerer og er meir bioaktive enn deka-BDE. Dekka-BDE kan omdannast til dei meir bioaktive formene. Det er ukjent i kva grad dei lågbromerte formene i miljøet kommer frå bruk av lågbromerte kommersielle blandingar eller frå nedbrytning av deka-BDE.

Det er i det siste tiåret blitt stor interesse omkring spreiding og oppkonsentrering av bromerte flammehemmarar i miljø og matvarer. I same periode er analysemetodane blitt betre og den nødvendige instrumenteringa er blitt meir vanlig. Tilfanget av gode data er såleis aukande, men datagrunnlaget for polybromerte flammehemmarar i matvarer, inkludert sjømat, er framleis noko avgrense. Det er naudsynt å overvake desse sambindingane for å vurdere eksistensen og eventuell risiko.

PFAS

Perfluorerte alkylstoff (PFAS) er ei samlenemning på eit stort tal på menneskeskapte sambindingar med unike eigenskapar. Sambindingane vert brukt i impregnering, papir til innpakking av mat, brannslukkingsapparat, smøring (inklusive ski) og polering. Dei er både vann- og smussavvisande. PFAS er bygd opp av ei perfluorert alkylkjede (karbonkjede der alle hydrogenatoma er bytta ut med

fluoratom) med en funksjonell gruppe (for eksempel sulfonsyre, karboksylsyre eller sulfonamid) i enden. Dei to vanligaste PFAS er perfluoroktankarboksylsyre (PFOA) og perfluoroktansulfonsyre (PFOS). FN har gjennom Stockholmkonvensjonen sett PFOS opp på B-lista, som betyr at land som har underskrevet konvensjonen forpliktar seg til å avgrense produksjon og bruk av denne sambindinga. Slike avgrensingar har blitt implementert i EU gjennom direktiv 2006/122/ECOF (tillegg til direktiv 76/769/EEC) og i Norge gjennom forskrift 2004-06-01 nr. 992 (produktforskrifta) som forbyr produksjon, import, eksport og omsetting av tekstilar, impregneringsmiddel og brannskum som inneheld meir enn 0,005 vektprosent PFOS. PFOS er også en kandidat for å komme på lista til LRTAP, som er FNs konvensjon for langtransportert forureining. I 2008 ga European Food Safety Authority (EFSA) ut ei vitenskapelig vurdering av PFOS og PFOA der det vart påpeika at stoffa har uavklart påverknad på organismar. EFSA tilrådde derfor at meir data med omsyn på nivå av PFAS i mat og menneskjer måtte framskaffast. EU har gjennom kommisjonsanbefaling 2010/161/EU tilrådd at PFOS og PFOA samt forløparar som PFOSA bør overvakast. I tillegg vert det tilrådd at blant anna stoff med varierende kjedelengder (C4-C15) av perfluorete karboksylsyrer og sulfonsyrer bør overvakast. EU har ikkje fastsett grenseverdiar for PFAS i mat og heller då ikkje i fisk og sjømat.

Tungmetall

Tungmetalla er naturlige førekomande men kan oppstå i høge og skadelege konsentrasjonar med oppkonsentrering. Kvikksølv er den av miljøgiftene som gjev mest problem i høve til forhøgja konsentrasjonar i sjømat. Naturlege kjelder til kvikksølv er vulkansk aktivitet og annan avgassing frå jorda si overflate. Andre kjelder inkluderer avfallsforbrenning, metallindustri og forbrenningsprosessar. Det finns ulike formar av kvikksølv, både uorganiske og organiske formar. Hovudforma i fisk og annan sjømat er metylkvikksølv, og denne forma representerer den største helseisikoen. Dei høgste nivåa av kvikksølv i mat finns i gamal rovfisk som for eksempel makrellstørje (tunfisk) og blåkveite men det er vel kjent at også djupvassfisk som brosme og lange akkumulerer meir kvikksølv enn annan fisk.. Metylkvikksølv vert absorbert i tarmen og kan kryssa morkaka, blod-hjernebarrieren og vert skilt ut i morsmjølk. Metylkvikksølv er nevrotoksisk og spesielt er hjernen til fosteret utsett. Metylkvikksølv kan føre til forstyrringar både i kognitiv og motorisk utvikling. Mattilsynet gjev kostråd ved overskridingar.

Kadmium er eit tungmetall som er naturleg utbredt i jordskorpa, og det finns ofte saman med sink. Metallet vert brukt i mange industrielle prosessar og er også knytt til gruvedrift. Typiske bruksområde er som stabilisator og pigment i plastprodukt, i galvanisering og i batteriproduksjon. Kadmium vert i

liten grad akkumulert i fiskemuskel, men meir i skaldyr og skjell. Det siste gjeld også bly som har blitt ein mindre og mindre problem etter at det vart slutt på blyhaldig bensin.

For arsen er det førebels ikkje fastsett nokon øvre grenseverdi verken for fiskemuskel, -lever eller i skaldyr. Arsen i uorganisk form er giftig, men i fisk ligg arsen føre i den harmlause organiske forma arsenobetain (EFSA, 2009), og kun ein svært liten del fins som uorganisk arsen (Julshamn m. fl., 2012).

5. MATERIALE OG METODE/MATERIALS AND METHODS

Overvåkingsprogrammet har i 2011 bestått av innsamling av 10 marine oljer til humant konsum samt innsamling av hovudsakleg djupvassfisk og ein del annan fisk samt skaldyr frå Hardangerfjorden.

5.1 Marine Oljer

Ti ulike marine oljer vart kjøpt inn frå ulike butikkar i Bergensområdet i september 2011 av personell frå NIFES. Karakteristika av oljene er vist i tabell 1 og det vart kjøpt inn fiskeolje, selolje, ei krillolje og ei olje som er ei blanding av sel- og olivenolje.

Tabell 1. Oversikt over produktnavn på dei analyserte fiske- og krilloljene, alle kjøpt i butikk i Bergensområdet i 2011. / Overview of product names of different analysed fish-, seal- and krill oils, all purchased in different shops in the Bergen area in 2011.

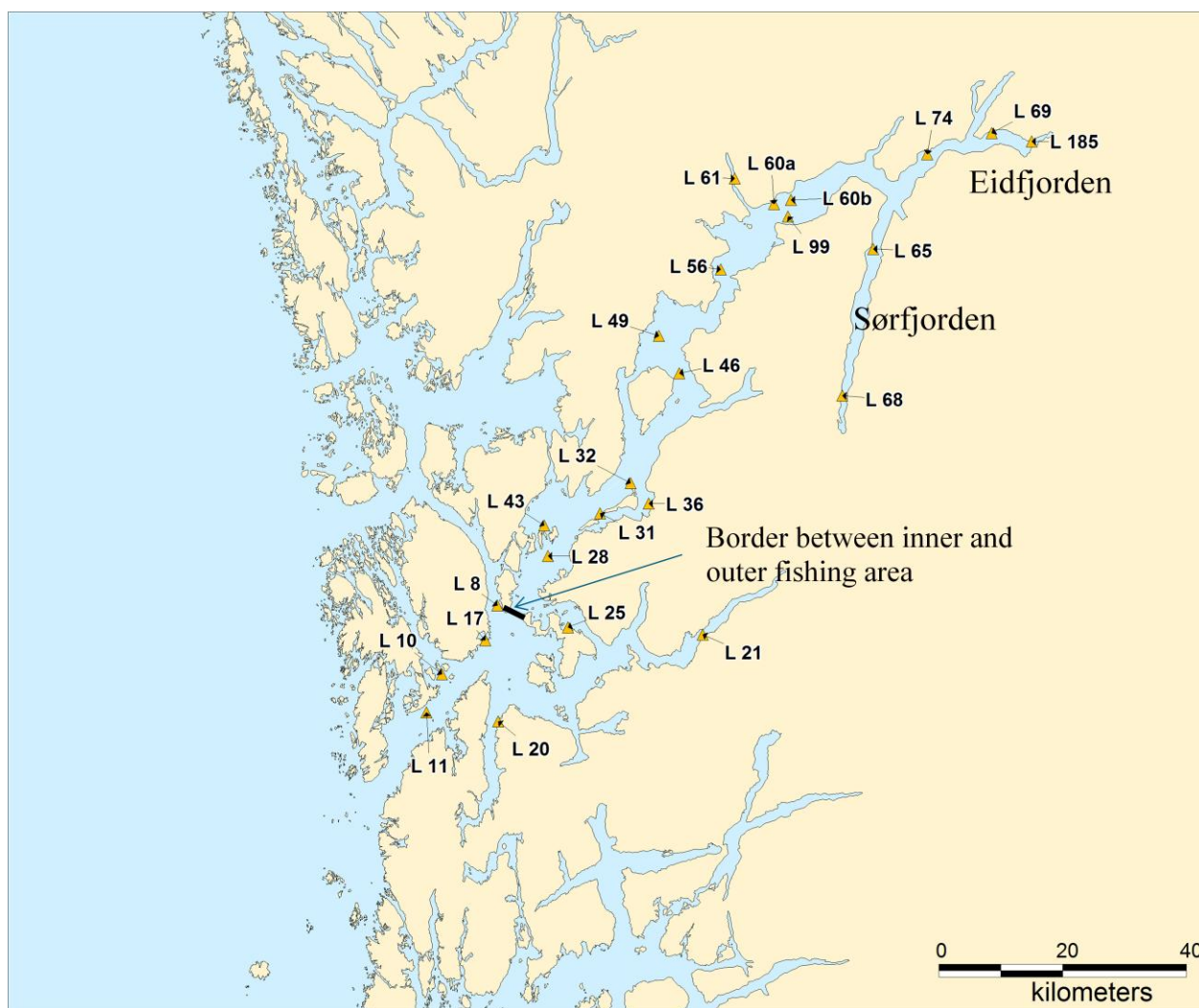
Produktnavn	Prøve type
Product name	Sample type
Biopharma Krillolje	Krillolje/Krill oil
Biopharma Naturlig Omega-3	Fiskeolje/Fish oil
Møllers Pikasol	Fiskeolje/Fish oil
Medica Nord Ruis omega-3 selolje	Selolje/Seal oil
Nycomed Apotekets tran	Fiskeolje/Fish oil
Axellus Triomar Memorex	Fiskeolje/Fish oil
Axellus Triomar Ledd	Fiskeolje/Fish oil
Nycomed Selolje 1000 mg	Selolje/Seal oil
Olivita olje	Sel- og olivenolje/Seal and olive oil
Sunkost Omega 3	Fiskeolje/Fish oil

5.2 Innsamling av fisk og skaldyr.

Hovudmålet med denne delen av programmet var å verifisera og skaffa utfyllande informasjon om dei forhøgja verdiane av kvikksølv som vart funne i brosmefilet fangsta ved Steinstøberget i Kvam kommune i samband med Kristine Kvangarsnes si masteroppgåve. Brosme fins på til dels store djup i våre fjordar og Hardangerfjorden er til dels svært djup slik at det var nødvendig med eit omfattande linefiske for å få dette til.

Med dei økonomiske ressursane som var tilgjengeleg var det ikkje mulig å bestille fising kun til vårt prosjekt, men det var mogeleg å hekte seg på eit pågåande strategisk instituttprosjekt ved Havforskningsinstituttet, Epigraph, (*Ecological Processes and Impacts Governing the Resilience and Alternations in the Porsangerfjord and the Hardangerfjord*). Dette prosjektet hadde to element relevant for vår prøvetaking slik at NIFES kunne inngå eit samarbeid og utnytta den planlagde prøvetakinga i det prosjektet slik at vi kunne bruke meir på analysar i vårt prosjekt. Dette gjaldt oppfølging av linefiske og også fiske med trollgarn ut frå ei samanlikning med kva ein faktisk fekk inn ved likt fiske frå 50-talet og i dag (altså 2010-2011). Detaljer om linefisket er gitt i utkast til internasjonal artikkel (Bjelland et al., 2012) som ligg ved denne rapport og stasjonane er vist i figur 1.

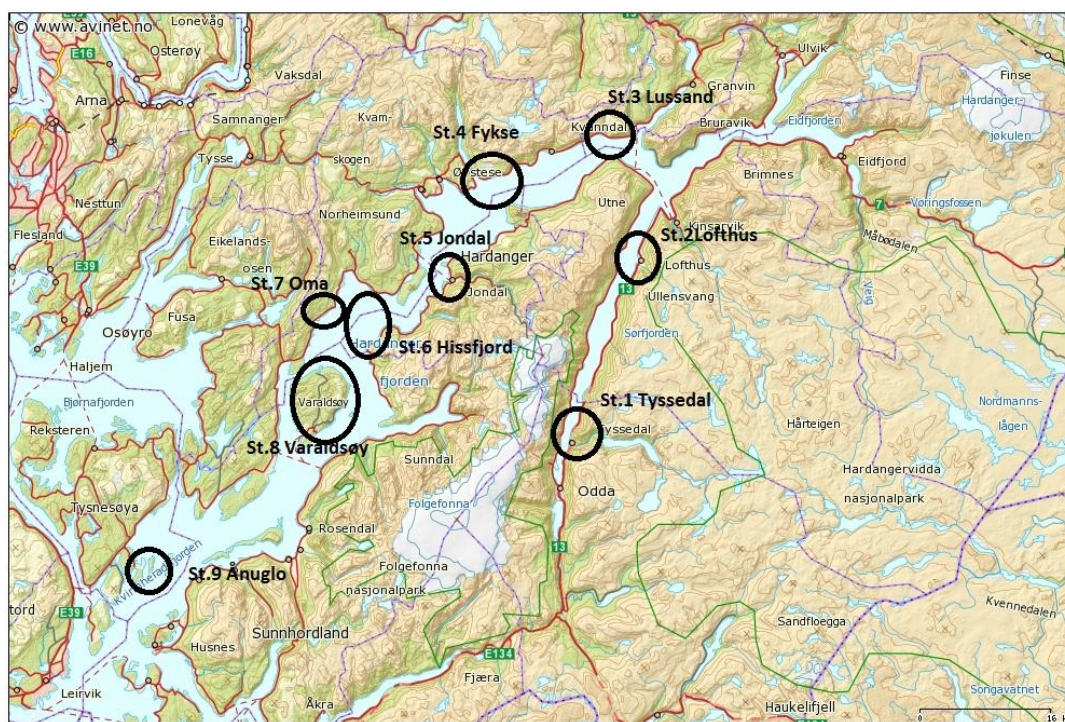
Detaljar om fiskebåt, djupn av fiskeing og angling er gjeve i tabell 2. Det vart under linefisket fiska totalt 150 brosmer fordelt på 12 stasjonar og 41 blålanger fordelt på 8 stasjonar i Hardangerfjorden. Det vart vidare fanga inn lange i same prosjekt, men denne arten vart først og fremst fanga under trollgarnfisket. Områda det vart fiska i er vist i figur 2. Frå trollgarnfisket vart det fangsta totalt 29 langer fordelt på 9 stasjonar/område og vidare totalt 4 steinbit frå to stasjonar.



Figur 1. Stasjonar fiska med line i 2010-2011, detaljar i tabell 2. Skilje mellom indre og ytre fiskeområde er markert. Berre fisk frå indre fiskeområde er analysert. Figure 1. Stations fished by longlines during 2010-2011, further details in Table 2. The border between fishing areas is indicated. Only fish from inner fishing area have been analysed.

Tabell 2. Linestasjonar der det vart fanga brosmе og blålange for kvikksølvanalysar i perioden desember 2010 til september 2011. Table 2. Longline stations used for capturing tusk of blue ling for mercury determinations in the period December 2010 – September 2011.

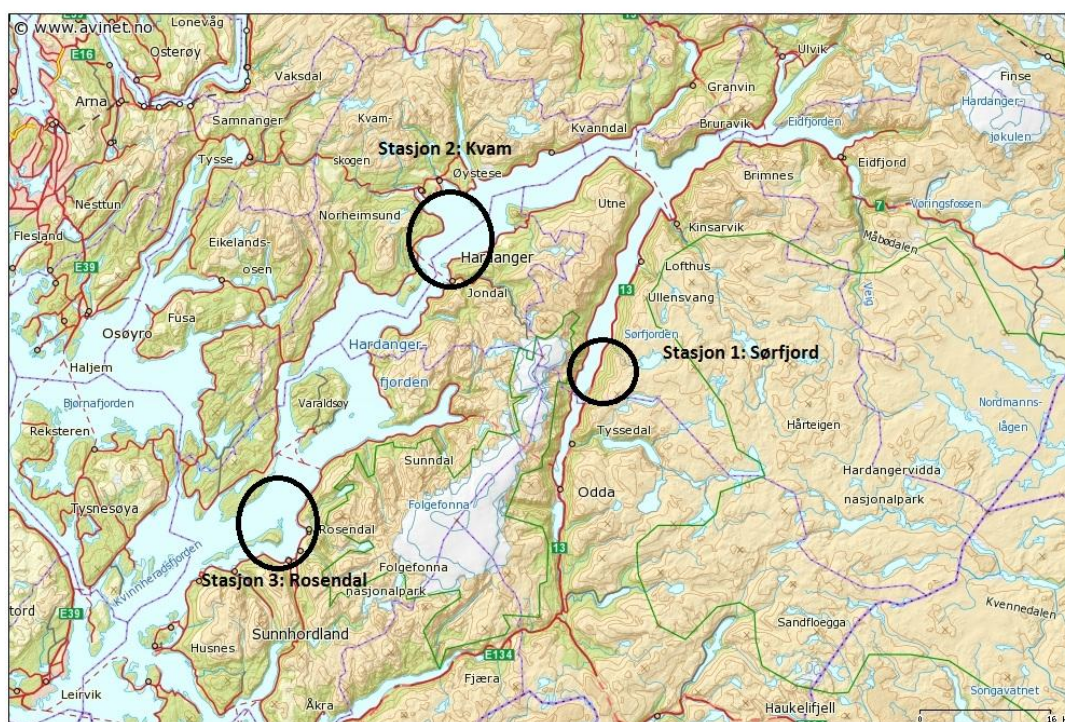
Station number	Date	Name of station	Vessel name	Depth range	Number of hooks
L 31	13.12.2010	Mjødnasund	Stauper	60-410 m	600
L 32	08.12.2010	Kalven	Stauper	200-610 m	600
L 43	04.04.2011	Onarheimsfjorden	Stauper	100-130 m	600
L 46	07.04.2011	Sild	Stauper	500-678 m	600
L 49	05.04.2011	Hissfjorden	Stauper	90-464 m	600
L 56	07.06.2011	Jondal	Ramona	245-840 m	600
L 60a	08.06.2011	Steinstøberget	Ramona	200-800 m	400
L 60b	08.06.2011	Ålvik	Ramona	150-470 m	400
L 65	04.09.2011	Lofthus	Stauper	150-350 m	400
L 68	03.09.2011	Tyssedal	Stauper	90-160 m	400
L 69	06.09.2011	Eidfjord	Stauper	200-360 m	400
L 74	05.09.2011	Djønno	Stauper	250-400 m	400
L 99	16.06.2011	Samlanes	Ramona	200-580 m	400



Figur 2. Stasjonar/område for fiske etter lange og steinbit med trollgarn i 2010-2011 (Basiskart henta frå Norges Kartverk, www.kartverket.no). Figure 2. Stations fished by nets for ling and wolf fish 2010-2011. (Map found at Norwegian Mapping Authority, www.kartverket.no)

Når det gjeld skaldyr så er stasjonane vist i figur 3. Her vart det brukt ulike reiskap. I Sørffjorden skjedde fangst av skaldyr med trollgarn og det vart teke opp fem hummar og 10 krabbe på stasjonen

ved Måge. Dette vart supplert med 10 sjøkreps, 10 hummar og tre krabbe frå området Norheimsund/Vikøy (Stasjon 2 Kvam). Desse vart fiska av fiskar Ørjan Moe med base i Vikøy i november 2011. Vidare vart det fiska 10 hummar, 10 sjøkreps og 10 krabbe frå området ved Rosendal i oktober til desember 2011. Desse vart fiska med teiner av fiskar Tore Hartvik Kristensen med base i Rosendal.



Figur 3. Stasjonar for fangst av skaldyr (basiskart henta frå Norges Kartverk, www.kartverket.no).

Figure 3. Stations for sampling of shellfish (map found at Norwegian Mapping Authority, www.kartverket.no).

Fisk vart transportert fersk til NIFES sitt prøvemottak og vart så frosen ned før disseksjon.

Frå hummar og sjøkreps vart kun muskel frå hale analysert, med eitt unntak og det var at vi også analyserte klokjøtt i hummar frå Sør fjorden. Frå krabbe vart både brunmat og klokjøtt analysert.

5.3 Tabell over analyser utført samt akkrediteringsstatus

Analysane vart utført ved NIFES sitt laboratorium. Følgjande analyttar vart inkludert i dei kjemiske analysane: PCDD, PCDF og dl-PCB (PCDD/F og dl-PCB) og bromerte flammehemmere (PBDE), arsen, kadmium, kvikksølv og bly. I tillegg vart tørrstoff analysert i fiskeprøvene og feitt i oljeprøvene. Analysemetodane sine prinsipp, status og kvantifiseringsgrense (LOQ) er gjevne i tabell 3. Analysemetodane som vert brukt er akkreditert etter NS-EN-ISO 17025. For metod detaljar angåande kvantifiseringsgrenser og usikkerheit viser vi til fjorårets rapport (Julshamn et al., 2011).

Tabell 3. Ulike analyttar inkludert i arbeidet, metode brukt, status for metoden si akkreditering og metodane si kvantifiseringsgrense (LOQ).

Table 3. Analyses performed, analytical methods used, status of the methods used in terms of accreditation, and limits of quantification (LOQ).

Analytt Analyte	Metodeprinsipp Method	Status	
		(Akkreditering) (Accreditation)	LOQ ^{a)}
Arsen/arsenic	ICP-MS	Ja/Yes	0,03 mg/kg
Kadmium/cadmium	ICP-MS	Ja/Yes	0,01 mg/kg
Kvikksølv/mercury	ICP-MS	Ja/Yes	0,004 mg/kg
Bly/lead	ICP-MS	Ja/Yes	0,03 mg/kg
PCDD/PCDF	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0,008-0,4 pg/g (matriseavhengig)
dl-PCB	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0,01-0,5 pg/g
PBDE	GC-MS	Ja/Yes	30 pg/g
PFAS	LC-MS/MS	Ja/Yes	0,3 µg/kg ^{b)} (matrise/analyttavhengig)
Feitt/Fat	Gravimetry	Ja/Yes	10 mg/100 g
Tørrstoff/Dry matter	Gravimetry	Ja/Yes	Prosent

a) Basert på tørr prøve. LOQ er matriseavhengig for dei organiske halogenerte sambindingane/ Based on dry sample. LOQs are matrix dependent for the halogenated organic compounds. b) Basert på våtvekt/Based on wet weight.

6. RESULTAT/RESULTS

6.1 Miljøgifter i 10 marine oljer

Dioksin og dioksinliknande PCB

Resultat frå målingar av feitt, dioksin (PCDD og PCDF) samt dioksinliknande PCB (non-orto- og mono-orto) er gitt i tabell 4. Sidan dette gjeld tal frå 2011 er alt relatert til 1998 TEF. Dioksin ligg i området 0,9 til 1,7 ng TE/kg olje. Nivåa av dioksinliknande PCB varierer frå 0,28 til 1,67 ng TE/kg olje. Totalsummen for dioksin og dioksinliknande PCB varierer frå 1,21 til 2,96 ng TE/kg.

Tabell 4. Innhaldet av feitt, sum dioksin (PCDD), sum furaner (PCDF), sum PCDD/F sum non-orto- PCB, sum mono-orto PCB, sum dl-PCB og sum PCDD/F + dl-PCB (ng WHO-TE/kg olje, TEF-1998 "upper bound LOQ") i 10 prøvar av olje og tran til humant konsum kjøpt i butikk i Bergensområdet i 2011.

Table 4. Content of fat, dioxins (PCDD), furans (PCDF), non-ortho PCBs, mono-ortho PCBs, sum of dl-PCBs as well as sum of PCDD/F + dl-PCB (ng WHO-TEQ/kg oil, using TEF-1998; upper bound LOQ) in oil samples for human consumption purchased in different shops in the Bergen area in 2011.

Produkt Product	Fett Fat	PCDD	PCDF	Sum PCDD/F	Non- ortho PCB	Mono- ortho PCB	Sum	
							Sum dl-PCB	PCDD/ F + dl-PCB
	(g/100 g)	----- ng TEQ/kg -----			-----			
Biopharma Krillolje	100	0,64	0,42	1,06	0,12	0,23	0,35	1,41
Biopharma Naturlig Omega-3	100	0,95	0,42	1,37	0,40	0,27	0,67	2,04
Møllers Pikasol	100	1,17	0,49	1,66	0,38	0,28	0,65	2,31
Medica Nord Ruis omega-3 selolje	100	0,71	0,31	1,02	0,09	0,45	0,54	1,56
Nycomed Apotekets tran	100	0,86	0,43	1,29	0,60	1,07	1,67	2,96
Axellus Triomar Memorex	99	1,10	0,47	1,58	0,09	0,30	0,39	1,96
Axellus Triomar Ledd	93	0,91	0,38	1,29	0,06	0,24	0,30	1,59
Nycomed Selolje 1000 mg	100	0,72	0,38	1,11	0,22	0,98	1,20	2,31
Olivita olje	99	0,53	0,41	0,94	0,12	0,51	0,64	1,57
Sunkost Omega 3	100	0,67	0,25	0,92	0,09	0,20	0,28	1,21
Grenseverdi EU 2011				5,0				10
Tilleggsgrense Norge 2011							3,0	5,0

Ikkje dioksinliknande PCB og PBDE.

Innhaldet av PCB og PBDE er gitt i Tabell 5. Vi ser for PCB₇ større variasjon enn for dioksina med verdiar for PCB₇ mellom 1,6 og 70 µg/kg olje. Det same gjeld for PBDE. Ettersom EU har gitt nytt matregelverk for ikkje-dioksinliknande PCB basert på PCB₆ frå 2012 vil det vere naturleg å gje opp både verdiar for PCB₆ og PCB₇ for at analysedata kan brukast både til miljøvurderingar og matvurderingar. EU har satt ei maksimumsgrense for PCB₆ i fiskeolje på 200 µg/kg, og resultat viste at ingen av oljene oversteig denne grenseverdien.

Tabell 5. Innhaldet av fett, sum PCB₆ (PCB-28, 52, 101, 138, 153, og 180), sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, og 180) og sum PBDE₇ (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183) i diverse olje- og tranprøver til humant konsum kjøpt i forskjellige forretningar i Bergensområdet i 2011.

Table 5. Contents of fat, sum PCB₆ (PCB-28, 52, 101, 138, 153, og 180), sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, and 180) and sum PBDE₇ (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 and 183) in oil samples for human consumption purchased in different shops in the Bergen area in 2011.

Produkt/Product	Fett/Fat (g/ 100g)	PCB ₆ (µg/kg)	PCB ₇ (µg/kg)	PBDE ₇ (µg/kg)
Biopharma Krillolje	100	1,6	1,7	0,22
Biopharma Naturlig Omega-3	100	7,4	7,6	0,49
Møllers Pikasol	100	3,65	3,8	0,60
Medica Nord Ruis omega-3 selolje	100	21,9	23	4,2
Nycomed Apotekets tran	100	41	44	5,8
Axellus Triomar Memorex	99	3,4	3,7	0,34
Axellus Triomar Ledd	93	1,6	1,8	0,39
Nycomed Selolje 1000 mg	100	66	70	12
Olivita olje	99	33	35	5,8
Sunkost Omega 3	100	2,0	2,1	0,24

Perfluorerte alkylstoff (PFAS) i oljer

Det var ikkje kvantifiserbare utslag for nokon av PFAS i dei undersøkte prøvane (tabell 6). Dette er i tråd med tidlegare studiar som har vist at PFAS ikkje vert akkumulert i marint feitt i motsetning til feittløyslege miljøgifter som til dømes dioksin, PCB og PBDE.

Tabell 6. Innhald av ulike PFAS-sambindingar ($\mu\text{g}/\text{kg}$ olje) i diverse marine oljer til humant konsum kjøpt i Bergensområdet i 2011. Produkt, sjå tabell 6 over.

Table 6. Content of PFCs ($\mu\text{g}/\text{kg}$ oil) in samples of oil for human consumption purchased in different shops in the Bergen area in 2011. Products, see table 6 over.

Produkt/ Product	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDCS	PFOSA	PDBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUdA	PFDoDA	PFTtDA	PFTeDA	PFHxDA	PFODA
Alle produkter/ All products	<4,5	<0,9	<1,5	<0,9	<2,7	<3	<3	<1,5	<3	<1,8	<1,5	<0,9	<1,5	<2,4	<2,4	<2,4	<24	<24

Metall i oljer

Konsentrasjonane av grunnstoffa arsen, kadmium, kvikksølv og bly i ulike marine oljer til humant konsum er gitt i tabell 7. Av desse er det arsen som fins i størst konsentrasjon i dei enkelte oljene.

Konsentrasjonane av arsen varierte frå 0,07 til 3,4 mg/kg olje. Den høgste konsentrasjonen vart som tidlegare funne i prøven av krillolje, mens fiskeoljene og seloljene hadde lægre konsentrasjonar. Arsen i oljer ligg truleg føre som arsenolipid og NIFES har eit doktorgradsprogram i gang på dette tema.

Tilsvarande konsentrasjonar av arsen i krillolje har vorte funne tidlegare (Julshamn med fleire, 2011 og Julshamn and Frantzen, 2010). Konsentrasjonane av kadmium varierte mellom <0,004 og 0,006 mg/kg olje, mens konsentrasjonane av bly og kvikksølv i alle prøvene var lågare enn den respektive LOQ på 0,03 mg/kg olje for begge.

Tabell 7. Innholdet av arsen, kadmium, kvikksølv og bly i diverse marine oljer til human konsum kjøpt i Bergensområdet i 2011.**Table 7. Content of arsenic, cadmium, mercury and lead in samples of oil for human consumption purchased in shops in the Bergen area in 2011.**

Produkt Product	Arsen (mg/kg olje)	Kadmium (mg/kg olje)	Kvikksølv (mg/kg olje)	Bly (mg/kg olje)
Biopharma Krillolje	3,4	< 0,004	<0,03	< 0,03
Biopharma Naturlig Omega-3	0,11	< 0,004	<0,03	< 0,03
Møllers Pikasol	0,12	< 0,004	<0,03	< 0,03
Medica Nord Ruis omega-3 selolje	0,11	< 0,004	<0,03	< 0,03
Nycomed Apotekets tran	0,10	< 0,004	<0,03	< 0,03
Axellus Triomar Memorex	0,16	< 0,004	<0,03	< 0,03
Axellus Triomar Ledd	0,64	0,006	<0,03	< 0,03
Nycomed Selolje 1000 mg	0,07	< 0,004	<0,03	< 0,03
Olivita olje	0,05	< 0,004	<0,03	< 0,03
Sunkost Omega 3	0,06	< 0,004	<0,03	< 0,03

6.2 Kvikksølv i djupvassfisk frå Hardangerfjorden.

Kvikksølvnivåa i filet frå dei to djupvannsfiskane brosme og blålange, som går til humant konsum og som i hovudsak er fiska på line, er presentert i tabell 8. Gjennomsnittsverdien for kvikksølv i brosmefilet viste ein synkende tendens frå stasjon til stasjon utover fjordsystemet frå 1,9 mg /kg i Tyssedal til 0,75 mg /kg i Onarheimsfjorden. Dei brosmene med aller høgst gjennomsnittsverdi av kvikksølv i filet vart fanga ved Djonno i Eidfjorden med eit snitt på 2,9 mg/kg våtvekt.

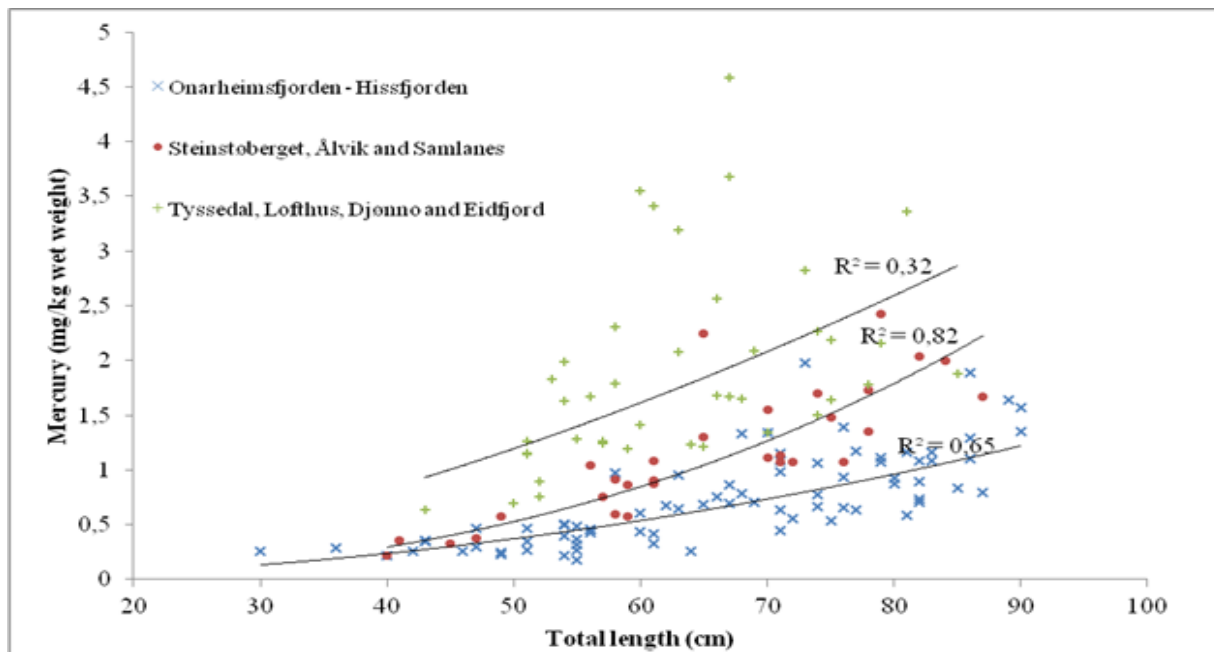
Tilsvarande tendens vart funnen for blålange. Her var også dei høgste verdiane funne i Eidfjorden med eit snitt på 1,7 mg Hg/kg våtvekt og lægste snittverdi er i Jondal med 0,8 mg Hg/kg våtvekt.

Tabell 8. Kvikksølvkonsentrasjonar (mg/kg våtvekt) i filet av brosme (*Brosme brosme*) og blålange (*Molva dypterygia*) frå ulike posisjonar i Hardangerfjorden. Snitt vekt (g) og snitt total lengde (TL) (cm) av dei undersøkte fiskane er og gjeve. Standaravvik i parantes.

Table 8. Mercury levels (mg/kg wet weight) in filets of tusk (*Brosme brosme*) and blue ling (*Molva dypterygia*) at different locations in the Hardangerfjord. Mean weights (g) and mean total lengths (TL) (cm) of the examined specimens are given. Figures in brackets are standard deviations.

Station number (cf. figure 1)	<i>Brosme brosme</i>				<i>Molva dypterygia</i>			
	N	Mean TL	Mean weight	Mean Hg	N	Mean TL	Mean weight	Mean Hg
L 68 Tyssedal	2	73,5 (7,8)	4502 (1411)	1,91 (0,36)	1	86	2082	1,06
L 65 Lofthus	8	62 (9,6)	2501 (1244)	1,36 (0,28)	5	93,6 (8,7)	2948 (787)	1,4 (0,4)
L 74 Djonno	7	72,0 (9,7)	4226 (1571)	2,88 (1,06)				
L 69 Eidfjord	24	59,8 (8,2)	2422 (1140)	1,78 (0,80)	2	91,0 (17,0)	2780 (1527)	1,67 (1,47)
L 60b Ålvik	8	60,6 (13,9)	2743 (1746)	0,95 (0,63)				
L 60a Steinstøb,	9	64,7 (9,1)	2907 (1166)	1,00 (0,35)	14	97,6 (13,8)	3604 (1575)	1,38 (1,15)
L 99 Samlanes	13	67,8 (14,1)	3595 (1932)	1,37 (0,63)	6	82,2 (11,8)	1872 (863)	0,85 (0,25)
L 56 Jondal					6	93,3 (16,2)	3053 (1722)	0,80 (0,29)
L 49 Hissfjorden	12	57,8 (18,2)	2772 (2177)	0,66 (0,40)	3	82,7 (4,5)	1905 (389)	0,81 (0,37)
L 46- Sild/Varaldsøy	1	76 (14,1)	6111	0,94	4	83,0 (5,7)	1983 (555)	1,08 (0,98)
L 32-Kalven	12	78,7 (7,7)	6269 (1911)	0,89 (0,21)				
L 31- Mjødnasund	32	66,1 (12,5)	3717 (2105)	0,68 (0,47)				
L 43- Onarheimsfjord	22	63,6 (13,8)	3621 (2413)	0,75 (0,41)				

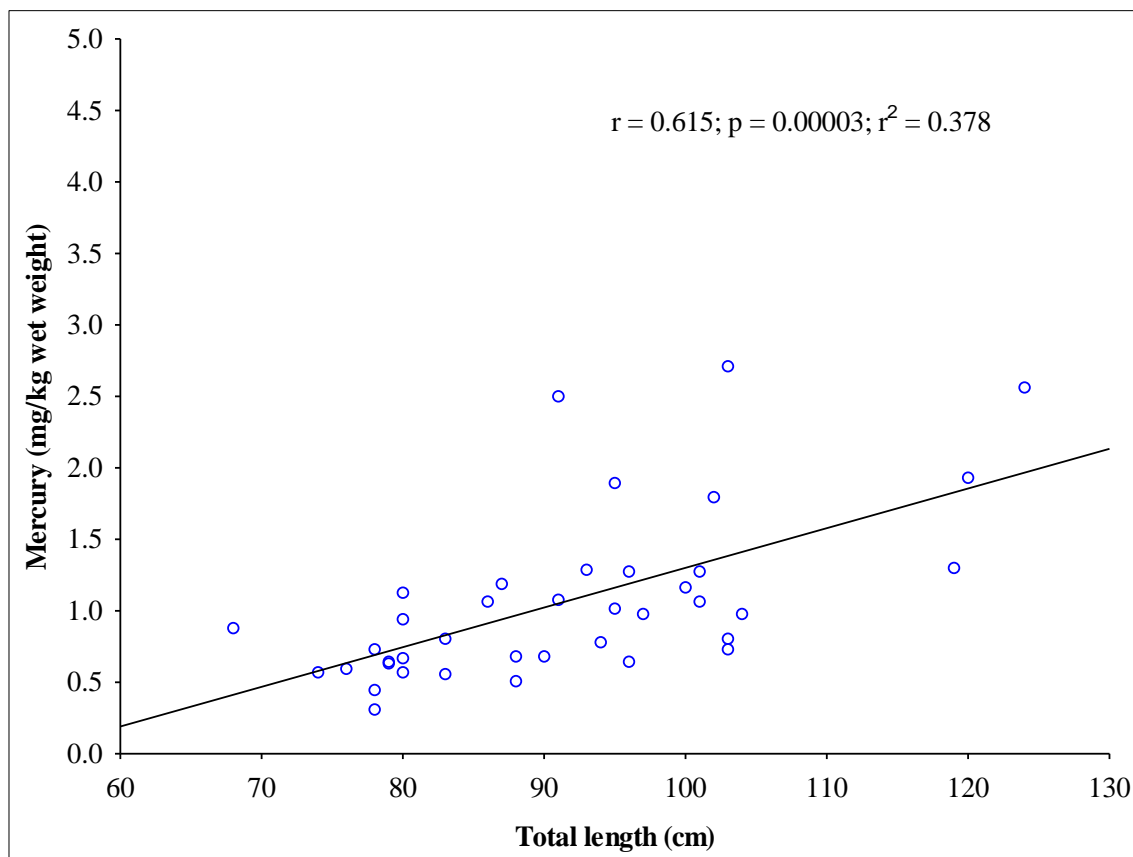
I figur 4 ser vi vidare at det er ein signifikant samanheng mellom størrelse og kvikksølvinnhald i brosmene og samstundes at posisjon også er avgjerande. Vi har her gruppert brosmene i tre område.



Figur 4. Korrelasjon mellom kvikksølvnivå (mg/kg våtvekt) i filet og total lengde (cm) av brosme (*Brosme brosme*) frå ulike område i Hardangerfjorden.

Figure 4. Correlation between mercury levels (mg/kg wet weight) in fillets and total length (cm) of tusk (*Brosme brosme*) in different parts of the Hardangerfjord.

Vi har færre enkeltdata for blålange og vi har her sett på korrelasjonen uavhengig av geografisk posisjon (Figur 5). Her var korrelasjonen mellom storleik og kvikksølv ikkje særleg sterk i utgangspunktet, men dersom vi tok ut ein blålange på berre 1,6 kilo med heil 4,7 mg Hg/kg frå Steinsberget vart korrelasjonen svært sterk ($p < 0,001$). Ei ser også at korrelasjonen vekt mot kvikksølv og lengde mot kvikksølv er svært like for denne arten.



Figur 5. Korrelasjon mellom kvikksølvnivå (mg/kg våtvekt) i fillet og total lengde (cm) av blålange (*Molva dypterygia*) frå heile datamaterialet, men etter å ha teke ut ein prøve som var spesielt høg i Hg utan å vera stor.

Figure 5. Correlation between mercury levels (mg/kg wet weight) in fillets and total length (cm) of blue ling (*Molva dypterygia*) from all stations with one outlier exempted from the material.

Når det gjeld vanleg lange (*Molva molva*), fekk ein lite av denne gjennom fisket med djupvassline, men denne arten vart likevel fangsta i samband med prøvefisket med trollgarn. Resultata for kvikksølvanalysar i filet er gjeve i tabell 9. Talet på fisk er her avgrensa, men vi ser igjen den same trenden med høgast nivå innerst i fjordsystemet, 1,8 mg/kg i ei enkelt lange frå Tyssedal, og lågare nivå utover og ned til 0,13 mg Hg/kg i ei enkelt lange frå Ånuglo. Generelt er kvikksølvnivåa i lange noko lågare enn for dei to meir typiske djupvassartane, og på 6 av 9 stasjonar av snittkonsentrasjonen under 0,5 mg Hg/kg. Også stasjonen i Hissfjorden vil vera akkurat innanfor om ein tek omsyn til utvida usikkerheit.

Det kan nemnast at under arbeidet med Kristine Kvangarsnes si masteroppgåve vart det fiska ei lange på heile 31 kg inne i Sørfjorden. Vi fekk ein filetprove av denne og den viste ”berre” 0,9 mg Hg/kg. Sjølv om det er godt over grenseverdi for denne arten var det likevel forbausande lågt.

Tabell 9. Konsentrasjon av kvikksølv i lange (*Molva molva*) frå ni ulike stasjonar langs Hardangerfjorden. Gjennomsnittskonsentrasjon \pm standardavvik (SD) samt min. og maks. verdi er gjeve (mg/kg våtvekt). I tillegg er vekt (g) og lengde (cm) gjevne.

Table 9. Mercury concentration of ling (*Molva molva*) at nine stations in the Hardangerfjord. Mean concentrations \pm standard deviation (SD) and range is shown (mg/kg wet weight). In addition, weight (g) and length (cm) are given.

Lokalitet Locality	N	Vekt/ Weight (g)	Lengde/ Length (cm)	Hg Snitt/Mean \pm SD	Hg Range
St.1. Tyssedal	1	1135	72	1,76	-
St.2. Lofthus	1	2820	84	0,40	-
St.3. Ålvik-Lussand	6	3760 \pm 2068	97 \pm 20	1,01 \pm 0,63	0,46-2,02
St.4. Fykse	3	1805 \pm 169	68 \pm 2	0,30 \pm 0,04	0,27-0,34
St.5. Jondal	4	877 \pm 520	53 \pm 11	0,11 \pm 0,05	0,06-0,17
St.6. Hissfjorden	7	2120 \pm 877	73 \pm 11	0,63 \pm 0,20	0,35-0,89
St.7. Oma	1	1044	58	0,10	-
St.8. Varaldsøy	5	2234 \pm 1264	73 \pm 11	0,24 \pm 0,07	0,14-0,30
St.9. Ånuglo	1	1004	58	0,13	-

Vanleg gråsteinbit er i prinsippet ingen djupvassart, men vi tok med 4 prøvar frå 2 stasjonar (Tabell 10) der resultatata ligg rundt 0,1 mg Hg/kg i Jondal og litt høgare for den eine steinbiten frå Varaldsøy.

Tabell 10. Konsentrasjon av kvikksølv i gråsteinbit (*Anarhichas lupus*) frå 2 ulike stasjonar langs Hardangerfjorden. Gjennomsnittskonsentrasjon \pm standardavvik (SD) er gjevne (mg/kg våtvekt). I tillegg er vekt (g) og lengde (cm) gjevne.

Table 10. Mercury concentration of catfish (*Anarhichas lupus*) at 2 stations in the Hardangerfjord. Mean concentrations \pm standard deviation (SD) and range is shown (mg/kg wet weight). Weight (g) and length (cm) are also given.

Lokalitet Locality	N	Vekt/ Weight (g)	Lengde/ Length (cm)	Hg Snitt/Mean \pm SD	Hg Range
St.5. Jondal	3	4325 \pm 1369	78 \pm 7	0,12 \pm 0,02	0,09-0,13
St.8. Varaldsøy	1	4915	81	0,19	-

6.3 Metall i skaldyr frå Hardangerfjorden

I og med at det for skaldyr i mykje større grad enn i fiskefilet, har vore interesse for fleire metall enn kvikksølv, vel vi å presentere data også for arsen, kadmium og bly i Tabell 11. Hummar vart fiska i alle tre områda. Vi ser at halekjøtt (men ikkje klokjøtt) var forhøgja på kvikksølv i Sørfjorden (0,62 mg/kg) mens det lenger ute i Kvam og Kvinnheradsområdet var rundt 0,2 mg/kg våtvekt.

Tabell 11. Gjennomsnittskonsentrasjon (min.-maks.) av arsen, kadmium, kvikksølv og bly (mg/kg våtvekt) i prøvar av skaldyr fanga i Hardangerfjorden hausten 2011. EU og Norge sine øvre grenseverdiar er vist. (H=hale, K= klokjøtt, B=brunmat).

Table 11. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury and lead (mg/kg wet weight) in samples of shellfish from the Hardangerfjord in fall 2011. EU's and Norway's maximum levels are given. (T=Tail, C=Claw meat, B=Brown meat)

Lokalitet Locality	Vekt (g)	Arсен Arsenic (mg/kg ww)	Kadmium Cadmium (mg/kg ww)	Kvikksølv Mercury (mg/kg ww)	Bly Lead (mg/kg ww)	
EU-grense/limit			0,5	0,5	1,0	
----- Gjennomsnitt/Mean ± SD -----						
St.1. Sørfjorden						
HummerK/LobsterC	5	584±187	7,0±1,8	0,055±0,025	0,28±0,07	0,08±0,12
HummerH/LobsterT	5	584±187	5,1 ±0,9	0,067 ±0,019	0,62±0,13	0,05±0,02
KrabbeK/CrabC	10	537±281	17,0 ±9,2	0,03 ±0,02	0,22 ±0,14	0,10±0,08
KrabbeB/CrabB	10	537±281	9,9 ±4,3	4,2 ±6,0	0,62±1,46	0,56±0,44
St.2. Kvam						
HummerH/LobsterT	10	412±38	5,1 ±1,3	0,049 ±0,014	0,21±0,08	0,04±0,05
KrabbeK/CrabC	3	537±281	17,6 ±1,6	0,048 ±0,033	0,06 ±0,03	0,04±0,02
KrabbeB/CrabB	3	521±205	10,7 ±3,4	0,74 ±0,63	0,06 ±0,020	0,17±0,05
Sjøkreps/CrayfishT	10	92±52	24,6±9,9	0,091±0,053	0,50±0,13	0,19±0,09
St.3. Rosendal						
HummerH/LobsterT	10	517±186	8,0 ±1,9	0,160 ±0,148	0,18±0,05	0,02±0,01
KrabbeK/CrabC	10	560±214	25,3 ±13,4	0,105 ±0,184	0,12 ±0,07	0,01±0,01
KrabbeB/CrabB	10	560±214	18,9 ±11,6	1,03 ±1,21	0,06 ±0,02	0,12±0,10
Sjøkreps/CrayfishT	10	123±49	23,2±5,5	0,090±0,044	0,20±0,03	0,03±0,01

Krabbe viste låge verdiar for kvikksølv på alle stasjonar, men noko høgare i Sørfjorden enn i Kvam og Kvinnherad. Vi ser også at krabben i Hardangerfjorden har låge verdiar av kadmium i klokjøtt frå rundt 0,1 mg/kg vv og nedover. Brunmaten av krabbe har heller ikkje særleg høg kadmiumkonsentrasjon verdi samanlikna med verdiar frå andre stader i landet.

Vi ser vidare at sjøkreps frå Kvam låg akkurat på grenseverdi for kvikksølv på 0,5 mg/kg, men hadde sunke til 0,2 mg/kg lenger ute i fjorden ved Rosendal.

7. DISKUSJON/DISCUSSION

7.1 Marine oljer

Det vart som tidlegare funne relativt låge verdiar av organiske miljøgifter i dei marine oljene. For summen av dioksin og dioksinliknande PCB låg nivå mellom 1,2 og 3,0. Dette er nokolunde som tidlegare. I 2010 vart det funne verdiar opp til 2,7 ng TE/kg. Snittet i år er nok litt høgare enn tidlegare, men det skuldast at vi ikkje har med dei aller lågaste verdiane, noko som igjen er eit resultat av noko varierende grunnlinje og bruk av Upper Bound metode for summering av dei 29 kongenerane som inngår. Ingen oljer er nær grensa for humant inntak på 5 ng TE/kg som var gjeldande grense i Norge i 2011. I 2012 er både toksikologiske faktorar og grenseverdiar noko endra slik at det vert litt større utfordring med å samanlikna med tidlegare data. Endringane er vurdert som små.

I og med at lovverket vart endra til å inkludere også ikkje dioksinliknande PCB frå 2012 har vi også teke med desse både som PCB₆ som det nye lovverket baserer seg på og PCB₇ som har vore det vanlege å rapportere tidlegare. Endringa er at ein av dei PCB kongenerane som har inngått i PCB₇, nemleg PCB-118, også inngår i dei dioksinliknande PCB-ar og fylgjeleg er teke ut av lovverket og analyseoppsettet for dei ikkje dioksinliknande PCB. I snitt var skilnaden mellom PCB₆ og PCB₇ i dette materialet berre drygt 6 % (18,1 µg/kg for PCB₆ og 19,2 µg/kg for PCB₇). Denne skilnaden kan i andre tilfelle vere større, men det skulle ut frå dette også vera mogeleg å samanlikna med tidlegare PCB-data sjølv om ein no vil bruke PCB₆. For ikkje dioksinliknande PCB ser ein likevel at det er stor variasjon mellom oljene frå svært låge verdiar rundt 1-2 µg/kg opp til 66 µg/kg for PCB₆. I 2011 var det ikkje grenseverdi for denne parameteren, men det er altså innført ei grense på 200 µg/kg (feittvekt) frå januar 2012. Sjølv den høgste olja i dette arbeidet er framleis godt under denne grenseverdien. Dei store skilnadene i konsentrasjon reflekterer nok både kva område råstoffet er henta frå, ulik grad av reinsing, samt kva råstoff som er nytta.

Som tidlegare finn vi ikkje dei nyare perfluoreerte forbindelsane i marine oljer.

For metall ser vi framleis låge verdiar med ein interessant forhøgja verdi av arsen i krillolje samanlikna med andre marine oljer. Ingen av verdiane er problematiske i høve til mattryggleik.

7.2 Kvikksølv i filet av djupvassfisk frå Hardangerfjorden

7.2.1 Brosme og blålange.

Bakgrunnen for at dette overvåkingsprosjektet vart fokusert på djupvassfisk i Hardangerfjorden var dei data som kom fram i ei masteroppgåva ved NIFES/UiB der ein i brosmen fann eit snitt på 1,5 mg Hg/kg våtvekt i brosmen frå Steinstøberget nær mellom Fykse og Ålvik. Dette var eit relativt stort materiale på 25 fisk slik at det var viktig å få stadfesta om det var så høge nivå i brosmen så langt ute i fjorden.

Fisken i samanband med den masteroppgåva (Kvangarsnes, 2011) gav for øvrig svært stor brosmen ved denne stasjonen med eit snitt på over 5 kg. Denne gongen fekk vi noko mindre brosmen og noko lågare snitt på 2,9 kilo og eit snitt på kvikksølv på 1,0 mg/kg. Kvikksølvnivå i same område vart no også stadfesta ved at fisken frå nærliggjande stasjonar slik som Samlanes på andre sida av fjorden også viste kvikksølvverdiar i same konsentrasjonsområde. Der hadde dei fiska brosmene ei snittvekt på 3,6 kg og kvikksølvnivået låg på 1,4 mg Hg/kg i snitt. Sjølv om materialet analysert ikkje vart så stort i talet på fisk som planlagt gjev datamaterialet gode indikasjonar på korleis situasjonen er for kvikksølvnivå i ulike fiskeartar i Hardangerfjordsystemet.

Det fins lengre dataseriar på djupvassfisk i Sørfjorden gjennom KLIF/SFT sitt overvåkingsprogram utført av NIVA/Hardanger Miljøsektor (Ruus m fl. 2010). Dei høge verdiane inne i Sørfjorden var difor ikkje overraskande og låg på nivå med det som er rapportert i det overvåkingsprogrammet.

Det som er nytt i denne undersøkinga er for det første at vi har fylgt opp djupvassfisk i Eidfjorden som er ein sidefjord og noko overraskande fann vi der høgare nivå av kvikksølv i brosmen ved stasjonen Djonno enn det vi fann inne i Sørfjorden. På Djonno viste brosmefilet ein snittverdi på heile 2,9 mg Hg/kg våtvekt.

Det vart etter dei rapporterte funna til Kvangarsnes (2010) ved Steinstøberget gitt eit nytt kosthaldsråd mot fangst av djupvassfisk innanfor ei linje mellom Jondal og Tørrvikebygd. I dette arbeidet er det også fiska og analysert brosmen på ei rad stasjonar mellom denne linja og den grensa Havforskningsinstituttet har sett for Ytre Hardangerfjord. I dette området ser vi at nivå er lægre og ligg mellom 0,5 og 1,0 mg Hg/kg for alle dei rapporterte stasjonane. Sjølv om vi altså ser ein fallande trend utover i fjordsystemet vil alle dei undersøkte stasjonane falle utanfor lovleg omsetjing både for brosmen og blålange. Dette sjølv om ein tek omsyn til at ein skal trekkje frå utvida usikkerheit på 20 %-25%

for kvikksølvanalysar. Med analyseusikkerheit på 20% vil det seie at alle parti med snittkonsentrasjon over 0,63 mg Hg/kg våtvekt for fisk som har grense på 0,5 mg Hg/kg våtvekt ikkje ville vere lovleg å omsetja. I høve til å gje kosthaldsråd for fritidsfiske vert normalt snittverdi brukt og den ligg då i område 0,66 til 0,94 mg Hg/kg for brosme og mellom 0,80 og 1,1 for blålange.

Grenseverdien som Norge og EU nyttar for kvikksølv på 0,5 mg Hg/kg er fastsett i direktiv 1881/2006 og der er det gitt ganske mange unntak i direktivet for fiskeartar som normalt akkurat vert gamle, store og som då akkumulerer meir kvikksølv enn typiske andre artar. Desse har grense på 1,0 mg Hg/kg våtvekt. På denne lista er typiske brosmeliknande artar som kingklip (*Genypterus capensis*) og pink cusk eel (*Genypterus blacodes*). Vidare er seintveksande, store norske fiskeartar som steinbit, kveite og breiflabb på denne lista. Vi har tidlegare vist at brosme også i relativt mindre påverka område som vest av Sotra og vest av Karmøy også akkumulerer kvikksølv heilt opp rundt grenseverdien på 0,5 (Kvangarsnes m. fl, 2013). Tilsvarende høge analysedata for brosme og lange har også nyleg vore publisert av Beylich og Ruus (2011) i andre fjordområde. Det er klart at om ein skal vurdere å flytte artar til lista med høgare grense må ein også ta omsyn til om arten vert omsett i stort volum. Brosme er ein art med relativt lågt fiska volum på rundt 15 000 tonn/år i mens dei tre store torskefiskane i volum torsk, sei og hyse alle ligg relativt høgt over dette på henholdsvis 340 000, 160 000 og 190 000 tonn (Fiskeridirektoratet, 2012)

7.2.2 Lange

Ut frå at vi ikkje fekk lange på djupvassline, men heller i trollgarn på grunnare farvatn, har vi fått ein indikasjon på at denne arten står lange gjerne litt høgare i vass-søyla enn brosme og blålange. Målingane av kvikksølv viser at snittverdien for kvikksølv er over 0,5 mg/kg våtvekt på tre av ni geografisk stasjonar. For den ytterste av desse er den på 0,63 mg Hg/kg våtvekt som er grensa som vil vera gjeldane for omsetjingsforbod om ein tek omsyn til måleusikkerheit på 20% og såleis i prinsippet lovleg å omsetje. Men det vil jo også vera ein risiko for å få parti med for høge verdiar. Såleis kan det vurderast om dagens grense for kosthaldsråd lange kan stå. Vi ser likevel at for lange er kvikksølvnivået godt under 0,5 mg/kg i snitt i store deler av området, også langt inne i fjordsystemet.

7.2.3 Andre fiskeartar

Vi fekk berre inn fire steinbit av andre artar, sjølv om vi hadde håpa på å få inn fleire potensielle problemartar. Dei fire steinbitane var relativt låge i kvikksølv frå 0,09 til 0,19 mg Hg/kg.. I høve til

omsetjing må det her også nemnast at steinbit er på den tidlegare nemnde untakslista i EU 18812006 og har øvre grenseverdi på 1,0 mg Hg/kg i høve til omsetjing.

I KLIF si overvaking av Hardangerfjorden/Sørfjorden er det også fiska torsk og flyndre i Sørfjorden årleg i rundt 25 år. Vidare inngår Strandebarm litt utanfor Norheimsund som referanseområde for Sørfjorden i det overvaksingsprogrammet og det fins lange tidsseriar for desse artane. Torsk frå Strandebarm-stasjonen har vist jamt over verdiar for kvikksølv i området mellom 0,04 og 0,11 mg Hg/kg (Ruus m. fl. 2011) dei siste 10 åra. I same rapport er det vist at innerst i Sørfjorden har nivået av kvikksølv i torskefilet variert til dels mykje etter spesielle utsleppshendingar, men etter ei spesiell hending i 2000/2001 med Hg-utslepp som gav spesielt forhøga verdiar, har nivået frå 2003 og fram til i dag variert mellom 0,15 og 0,31 mg Hg/kg. Med bakgrunn i desse rapportane og lange tidsseriar er det kosthaldsråd for torsk frå Sørfjorden i høve til gravide men torsken er sjølvstekt grei for omsetjing.

7.3 Skaldyr

Dei nye data vi har fått inn i dette arbeidet viser at situasjonen for dei tre undersøkte skaldyrartane, krabbe, hummar og sjøkreps ikkje vil gje nye restriksjonar. På bakgrunn av først og fremst tidlegare data på blåskjel føreligg det eit generelt kosthaldsråd om ikkje å ete skaldyr i Sørfjorden. Krabbedata i denne undersøkinga gjev ikkje grunnlag for å oppretthalde dette. Litt høge data på kvikksølv i hummar kan gje grunnlag for å halde på kosthaldsrådet for denne arten.

Når det gjeld sjøkreps så var det stor skilnad mellom sjøkreps frå Rosendal og Kvam. Dersom det hadde vorte fiska sjøkreps lenger inn i fjorden kunne ein risikere høgare kvikksølvverdiar og hare for overskridingar. Kosthaldsrådet som gjeld for Sørfjorden gjeld også for sjøkreps. Her bør ein truleg gå vidare med å framskaffa meir data, til dømes også i Eidfjorden.

8. KONKLUSJON/CONCLUSION

I dette arbeidet har vi studert spesielt kvikksølvkonsentrasjonen i djupvassfisk fangsta på store djup med line. Vi viser i denne rapporten at djupvassfiskane brosme og blålange i store deler av Hardangerfjordbassenget heilt ut til Tysnes har gjennomsnittleg kvikksølvkonsentrasjonar over 0,5 mg Hg/kg våtvekt som er gjeldande grense for dei fleste fiskartar. Verdiane er så høge at fisken ikkje er omsetjeleg matvare og at det er naturleg å vurdere grunnlag for utvida kosthaldsråd. Også lange er forhøgja, men i mindre grad og mange av stasjonane som er prøvetekne er innanfor gjeldande grenseverdi.. For andre fiskeartar og skaldyr er området noko påverka, men dagens kosthaldsråd dekker truleg det meste av mulige problemområda.

9. REFERANSAR/REFERENCES

Beylich, B. og Ruus, A., 2011. Overvåking av miljøgifter i dypvannsfisk. Rapport til KLIF. NIVA-rapport til KLIF, TA 2872, 66 sider.

Fiskeridirektoratet, 2012. Norske fiskerier 2011. (www.fiskeridir.no/statistikk)

Julshamn, K. og Frantzen, S., 2010. Miljøgifter i fisk og fiskevarer. En rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇, arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen i oljer til humant konsum. Årsrapport 2009. Rapport til Mattilsynet, 13 sider.

Julshamn, K., Frantzen, S., Valdersnes, S. & Lunestad, B.T., 2011. 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. Årsrapport 2010. Rapport til Mattilsynet, 30 sider.

Kvangarsnes, Kristine, 2010. Kvikksølv i brosme fiska langs den norske kyststraumen - samanlikning med brosme fiska nær U-864 utanfor Fedje og frå dei opne havområda. Masteroppgåve i miljøkjemi, Universitetet i Bergen, 110 sider.

Kvangarsnes, K., Frantzen, S., Julshamn, K., Sæthre, L.J., Nedreaas, K. & Maage, A., 2012. Distribution of mercury in a gadoid fish species, tusk (*Brosme brosme*), and its implication for food safety. *Journal of Food Science and Engineering*, 2: 603-615..

Lindgren, M., 2012. Methylmercury in fish and shellfish – The distribution of methylmercury in fish and shellfish from the Hardangerfjord. Masteroppgåve i miljøkjemi, Universitetet i Bergen, 103 sider.

Ruus, A., Skei, J., Green, N. og Schøyen, M., 2010. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2009. Metaller i vannmassene, Miljøgifter i organismer. Rapport til KLIF, NIVA-rapport 6018-2010, 92 sider.

Tverdal, Ingvild Foldøy, 2012. Sammenligning av kadmiumpkonsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) og taskekrabbe (*Cancer pagurus*) fra utvalgte lokaliteter langs norskekysten. Masteroppgåve i miljøkjemi, Universitetet i Bergen, 152 sider