



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

Rapport

2011

OVERVÅKNING FORURENSEDE HAVNER OG FJORDER

UNDERSØKELSE AV FREMMEDSTOFFER I FISK OG SJØMAT FRA ØLENFJORDEN

MONICA SANDEN & ROBIN ØRNSRUD

01.07.2012

Nasjonalt institutt for ernærings- og
sjømatforskning (NIFES)
Adresse: Postboks 2029 Nordnes, 5817 Bergen, Norge
Telefon: +47 55 90 51 00 Faks: +47 55 90 52 99
E-post: postmottak@nifes.no



Innhold

1.1 Oppsummering	3
1.2 Innledning	3
1.2.1 Bakgrunn og formål.....	4
1.2.2 Regelverk	4
1.3 Stoffgruppene som er inkludert i undersøkelsen.....	5
1.3.1 PCB	5
1.3.2 Klorerte pesticider	5
DDT.....	6
Toksafen.....	6
Klordan.....	6
Andre klorerte pesticider	7
1.3.3 Metaller	7
Uønskede metaller.....	7
Essensielle spormetaller	7
1.4 Materiale og metode.....	8
1.4.1 Innsamling og opparbeiding av prøver.....	8
1.4.2 Metoder	8
1.4.3 Statistisk analyse	10
1.4.4 Tabell over analyser utført samt akkrediteringsstatus	10
1.5 Resultat og diskusjon	11
1.5.1 Lengde, vekt, kondisjonsfaktor, levervekt, leverindeks og fettinnhold i lever.....	11
1.5.2 PCB	12
1.5.3 Klorerte pesticider	13
DDT.....	13
Toksafen.....	14
Klordan.....	14
Andre klorerte pesticider	15
1.5.4 Metaller	15
Uønskede metaller.....	15
Essensielle spormetaller	15
1.6 Konklusjon.....	16
1.7 Tabeller	17
1.8 Referanser	18

1.1 Oppsummering

I denne rapporten har vi undersøkt 92 torsk fra Ølenfjorden for innholdet av PCB og pesticider i lever og metaller i filet. Formålet med dette prosjektet har vært å få utvidet og oppdatert kunnskap om nivåene av PCB og pesticider i torskelever samt metaller i torskefilet som grunnlag for eventuelle nye vurderinger av kostholdsråd i disse områdene. Ulike posisjoner i Ølenfjorden ble valgt for å se om det er forskjeller mellom områder.

I denne rapporten ble det funnet forhøyede verdier (over grenseverdien) av sum PCB6 (kongenerene 28, 52, 101, 138, 153 og 180) i torskelever innerst i Ølenfjorden. Både i Ølsvågen ved et industriområde og i Ølsjøen ble PCB6 målt over øvre grenseverdi. For de målte pesticidene ble det funnet forhøyede verdier av samtlige pesticider bortsett fra Gamma-HCH (lindan) i Ølsjøen. Men, basert på data i denne rapporten er det ikke grunn til å komme med anbefalinger om å iverksette kostholdsråd for Ølenfjorden i tillegg til det generelle rådet som allerede finnes for inntak av torskelever.

1.2 Innledning

Stortingsmelding nr. 12 (2001-2002) med tittelen ”Rent og rikt hav” har lagt et grunnlag for systematisk oppfølging av havner og fjorder i Norge som regnes som forurenset. Mattilsynet har i områder med høye nivåer av miljøgifter innført kostholdsråd og en oppdatert oversikt over havner, fjorder og innsjøer med kostholdsråd finner man på nettstedet Matportalen (www.matportalen.no) I tillegg kan man finne en oppsummering av de ulike undersøkelsene fram til 2005 i rapporten ”Kostholdsråd i norske havner og fjorder” (Økland, 2005) som ble utarbeidet for Statens forurensingstilsyn (SFT, nå Klima- og forurensningsdirektoratet, Klif), Mattilsynet og Vitenskapskomiteen for Mattrygghet (VKM). Nylig ble det gitt et generelt kostholdsråd for inntak av torskelever i alle norske fjorder og havner basert på en undersøkelse av torskelever fra 15 havner og fjorder og at det er fastsatt grenseverdi for summen av dioksiner og dioksinlike PCB i fiskelever (Nilsen et al., 2009). Miljøgiftene som har ført til kostholdsråd i norske havner og fjorder er bly, kadmium, kvikksølv, dioksiner og furaner, PCB (polyklorerte bifenyler), PAH (polyaromatiske hydrokarboner) samt HBCD (heksabromcyklododekan). I forhold til antall kostholdsråd er det PAH- og PCB-forurensning som dominerer (www.mattilsynet.no). Det er ingen kostholdsråd gitt på bakgrunn av forhøyede nivåer av klorerte pesticider i fisk og sjømat, men det er heller ikke utarbeidet noen øvre grenseverdier for klorerte pesticider i sjømat.

Denne rapporten beskriver resultater fra prosjektet ”Overvåkning av forurensete fjorder og havner - undersøkelse av fremmedstoffer i fisk og sjømat fra Ølenfjorden” (tiltaksnr 43391) gjennomført på bestilling fra Mattilsynet, seksjon for fisk og sjømat. Kontaktperson ved Mattilsynet har vært Mette Kristin Lorentzen ved Tilsynsavdelingen, seksjon for fisk og sjømat. Faglig ansvarlig ved Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) har vært Monica Sanden og Robin Ørnsrud. Teknisk ansvarlig for prosjektet har vært Anne Margrethe Aase. Innsamling av prøver ble utført av Kåre Heggebø, lokal fisker fra Ølen. Det ble analysert for 31 ulike pesticidforbindelser (inkludert noen nedbrytningsprodukter) og 7 ulike PCB kongener i torskelever og for 16 ulike metaller (inkludert både uønskede og essensielle metaller) i torskefilet. Alle analyser har blitt utført ved NIFES sine laboratorier for

fremmedstoff og for grunnstoffanalyser, ledet av hhv Annette Bjordal og Marita Eide Kristoffersen. Vi takker alle som har deltatt for innsatsen for å få gjennomført dette prosjektet.

1.2.1 Bakgrunn og formål

Ølenfjorden ble valgt som fokusområde basert på innspill fra lokale Mattilsynsmyndigheter. Ølenfjorden er en liten fjordarm som ligger ved utløpet av Hardangerfjorden i Sunnhordaland. I området rundt Ølenfjorden er det relativt høy industriell aktivitet og det foregår både kommersielt fiske og fiske på hobbybasis i fjorden. Industrien innerst inne i Ølenfjorden omfatter bl.a. skipsverftet West Contractors AS (heretter referert til som Westcon), Ølen Betong og Granberg garveri. I tillegg er det landbruk og annen industri (for eksempel slakteri, dataindustri, transportindustri og byggeverifirma) ved Ølen. Det er gjort miljøundersøkelser som har avslørt at sedimenter fra 3 posisjoner i strandsonen ved Westcons industriområde (i rapporten omtales Westcon som Ølen Skips AS) inneholdt svært høye konsentrasjoner av PCB. Alle seks sedimentprøvene som ble tatt inneholdt forhøyede konsentrasjoner (fra 29 til 613 µg/kg) av PCB (Klungesøyr and Wilhelmsen, 1991). Videre ble blåskjellprøver og flyndrefisk undersøkt i Ølenfjorden for blant annet PCB i 1992 (Havforskningsinstituttet, 1992). Samtlige blåskjellprøver og de fleste fisk hadde lave PCB nivåer. I flyndrelever hadde en fjerdedel konsentrasjoner av PCB på litt over bakgrunnsnivå. Basert på dette konkluderte Statens næringsmiddeltilsyns (nå Mattilsynet) miljøgiftgruppe i 1993 med at undersøkelsen ikke avdekket behov for kostholdsråd i Ølenfjorden. En nylig publisert miljøundersøkelse og risikovurdering utført av COWI AS etter oppdrag for Westcon, konkluderer med at tilstanden i sedimentene ikke er akseptable i forhold til miljømål og nasjonale retningslinjer. Det blir videre anbefalt tiltak for å gjøre noe med problemet (Cowi, 2011). Selv om Mattilsynet generelt fraråder å spise lever fra fisk man selv har fisket i skjærgården i Norge (www.matportalen.no), mangler det likevel nye undersøkelser som kan brukes for vurdering av mattrygghetsspørsmål i Ølenfjorden.

På bakgrunn av dette ble det valgt å gjøre analyser av metaller (både uønskede metaller og essensielle metaller), PCB (totalt 7 kongenerer) og pesticider (31 ulike forbindelser) på torsk fra fire lokaliteter; to steder innerst i Ølenfjorden, ved utløpet av Ølenfjorden og et referansepunkt utenfor Ølenfjorden (se Figur 1). Metaller ble analysert i filet fra 25 torsk (17 fra referansepunkt 4) fanget fra de ulike posisjonene. PCB og pesticider ble analysert i lever fra 5 samleprøver (4 fra referansepunkt 4) fra de samme fiskene og posisjonene. Samtidig ble kjønn, vekt, lengde og levervekt og leverfett registrert for all innsamlet torsk, til sammen 92 prøver.

1.2.2 Regelverk

For å beskytte befolkningen mot matvarer med høye konsentrasjoner av miljøgifter er det i Norge og EU innført felles øvre grenseverdier for en rekke miljøgifter i mat. Grenseverdiene gjelder omsetning, og sjømat med et innhold av miljøgifter som overstiger den øvre grenseverdien er ikke tillatt å omsette. Mattilsynet legger blant annet disse verdiene til grunn når det vurderes om det skal iverksettes kostholdsråd fordi man mener at de som fisker og fangster til eget bruk skal ha samme beskyttelse som de som kjøper maten sin.

EU og Norge har fastsatt grenseverdier for omsetning av fisk til humant konsum for kadmium, kvikksølv, bly, PCB, PAH og sum dioksiner og dioksinlignende PCB (European Commission, 2006). NIFES sin sjømatdatabase er brukt for å sammenligne resultater i denne rapporten med historiske data. Vi har også brukt SFT (nå Klif) sitt klassifiseringssystem for å diskutere resultatene i denne rapporten der vi ikke har øvre grenseverdier å forholde oss til. Dette systemet har satt klassifiseringsgrenser for å angi hvor forurenset et område er. Grensene er basert på nivåer av ulike miljøgifter i noen få indikator arter. Det er fem ulike klasser, fra I (ubetydelig – lite forurenset) til V (meget sterkt forurenset) (SFT, 1997).

I denne rapporten er noen av de analyserte verdiene for stoffgruppene under kvantifiseringsgrensen (limit of quantification, LOQ). Det vil si at nivåene av det analyserte stoffet er så lavt at man med dagens metoder ikke kan kvantifisere mengden. Metodens kvantifiseringsgrense avhenger bl.a. av matrisen og blir beregnet for hver enkelt analyse. Da blir resultatet gitt som lavere enn LOQ (<LOQ). For å kunne ta med i beregningene alle resultater har vi satt konsentrasjoner som er mindre enn kvantifiseringsgrensen (LOQ) lik LOQ. Dette prinsippet kalles ”upperbound LOQ” og vanlig å bruke ved rapportering av miljøgifter i mat. Det reelle tallet som ikke er kvantifiserbart, vil da i virkelighet være lavere enn LOQ. Man kan tenke seg at ”upperbound LOQ” prinsippet gir oss ”føre var” verdier og ikke reelle verdier.

1.3 Stoffgruppene som er inkludert i undersøkelsen

1.3.1 PCB

Polyklorerte bifenyler (PCB) ble tidligere brukt i kabler, elektriske transformatorer, hydrauliske pumper og bygningsmaterialer som betong, maling og isolerglass. PCB er en gruppe syntetiske klororganiske forbindelser som er giftige, tungt nedbrytbare og akkumuleres oppover i næringskjeden. Kjemisk består PCB-forbindelser av to aromatiske ringer som kan ha 1-10 kloratomer koblet til seg. Fordi dette er svært fettløslige forbindelser, finner man dem i fettholdig mat som torskelever og fet fisk. På 1970-80-tallet ble det innført forbud eller strenge restriksjoner mot bruk av PCB, men fortsatt blir produkter som inneholder PCB kastet eller behandlet på måter som gir utslipp til miljøet. PCB blir transporter med luft og havstrømmer og over halvparten av kostholdsrådene i norske fjorder skyldes i hovedsak forurensning med PCB. Vi vet at PCB er kreftfremkallende og kan skade forplantningsevnen. Miljøvernmyndighetene har laget en handlingsplan for å redusere nye tilførsler av PCB. I denne undersøkelsen har vi analysert syv PCB forbindelser (28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180), men fordi lovverket har satt øvre grenseverdi for summen av seks av disse forbindelsene, er det sum PCB6 (28, 52, 101, 138, 153 og 180) som blir rapportert her. PCB118 er inkludert i dioksinlignende PCB.

1.3.2 Klorerte pesticider

De fleste klorerte pesticider som finnes i miljøet i dag er, eller har vært, brukt til bekjempelse av insekter. Felles for klorerte pesticider er at de har ett eller flere kloratomer i sin struktur. I

dag er de aller fleste forbudt på verdensbasis, men på grunn av liten nedbrytning og høy fettløselighet finnes mange av disse pesticidene fortsatt i marine og terrestriske næringskjeder. Det er viktig å være klar over at lufttransport er en mulig transportvei for klororganiske miljøgifter. Avsetning av disse stoffene fra langtransportert forurenset luft via nedbør gjør at man kan gjenfinne stoffet i områder de aldri har vært i bruk. Det er påvist lave konsentrasjoner av klorerte pesticider i marine prøver, men per i dag finnes det ingen øvre grenseverdier for pesticider i fisk og sjømat. I denne rapporten er 31 ulike pesticid forbindelser analysert.

DDT

DDT (diklor-difenyl-trikloretan) ble brukt intensivt over hele verden i perioden fra 2. verdenskrig til ut på 1970-tallet som et insektmiddel. Stoffet er svært lite nedbrytbart og har blitt vurdert som et miljøproblem siden slutten av 1960-tallet. Vi analyserer på to isomere former av utgangsstoffet DDT (o,p- og p,p-) og de samme to også i nedbrytingsproduktene DDE og DDD. Generelt vil en høy ratio (total DDE/total DDT) indikere gammelt utslipp som har blitt konvertert til DDE. En lav ratio derimot indikerer nylige utslipp av DDT, da denne ikke har rukket å bli konvertert til nedbrytningsproduktet; DDE (Strandberg and Hites, 2001). DDE er antatt å være en hormonhermer.

Toksafen

Dette er en av de mest omtalte pesticider. Forbindelsen blir brukt som insektmiddel mot skadedyr, særlig ved dyrking av bomull og soyabønner. Toksafen er meget effektivt og svært billig å produsere, og er derfor på verdensbasis et av de mest anvendte plantevernmidler. Toksafen er en kompleks blanding av mange relativt like klorerte komponenter. Enkelte av komponentene i blandingen kan gi alvorlige helseeffekter, og antas å være hormonhermende. Toksafen inngår i den globale POP (persistente organiske miljøgifter) -konvensjonen (Stockholmkonvensjonen, vedatt 2001) med mål om total utfasing. Det ble forbudt i Europa og USA i løpet av 1980-årene, men er fremdeles i bruk i Russland, Sør-Amerika, Afrika og Asia. Toksafen er et eksempel på en miljøgift som meget effektivt transporteres gjennom luft og i havet. Denne har i liten grad vært benyttet i Europa og ikke i Norge, likevel gjenfinner man toksafen i for eksempel tran fra fisk i Nordsjøen i nivåer som gjør at den må renses (www.klif.no). I henhold til lovverket presenteres dette som summen av toksafenkomponentene nummerert 26, 50 og 62. Vi måler også toksafen 32, og fra 2009 også sum av toksafen 40+41 og toksafen 42, men disse inngår ikke i grenseverdien og blir derfor ikke rapportert her.

Klordan

Klordaner er en blanding av flere forbindelser og er et plantevernmiddel som brukes som ikke-systemisk insekticid og akaricid og brukes også til termittbekjempelse og beskyttende behandling av jordkabler. Klordaner langtransporteres med luft og havstrømmer og er i dag forbudt i de fleste land.

I vurderingen av disse pesticidene har vi summert formene *cis*- og *trans*- klordan pluss *cis*- og *trans*- nonaklor og oksyklordan og som da inngår i sum klordan. For noen av klordanforbindelsene har vi brukt ”upperbound LOQ” (se regelverksavsnittet for en forklaring).

Andre klorerte pesticider

En hel rekke klorerte pesticider har blitt analysert i denne rapporten (aldrin, dieldrin, isodrin, mirex, heptaklor, endosulfan, HCH og HCB), men her introduserer vi kun de pesticider som var kvantifiserbare og som blir rapportert i tabellen senere. Dieldrin er et klorinert organisk pesticid som er forbudt og har aldri vært i bruk i Norge. Dieldrin regnes som kreftfremkallende, og er meget persistente i miljøet og det finnes et forbud mot bruk i hele Europa. Mirex er en relativt ”ny” pesticid og er et klorinert hydrokarbon. Mirex ble kommersialisert som ett insektisid men ble senere forbudt. Heksaklorbensen (HCB) er et industrielt biprodukt, men også benyttet som fungicid og ble blant annet brukt som plantevernmiddel i enkelte land fram til 1965. Heksaklorbenzen kan gi alvorlige skader på helse og miljø. Stoffet kan spres over store avstander med hav- og luftstrømmer. De norske utslippene har blitt redusert med over 90 prosent siden 1995. Gamma-HCH (lindan) er et neurotoksin og i dag er det internasjonale forbud mot bruken av lindan i landbruket.

1.3.3 Metaller

Uønskede metaller

Toksisiteten av arsen er avhengig av kjemisk form og valens. Arsen er et grunnstoff som finnes i relativt høye konsentrasjoner i sjømat og kan være bundet i både uorganiske og organiske kjemiske forbindelser. Organisk bundet arsen anses for å være lite giftig, mens uorganisk arsen er meget giftig. I denne rapporten har vi målt totalt arsen som gir oss summen av uorganisk og organiske arsen. Det finnes ikke øvre grenseverdi for total arsen i sjømat. Kvikksølv eksisterer i naturen som elementært kvikksølv, kvikksølvsalter og organiske kvikksølvforbindelser. Disse formene har ulik giftighet der uorganisk kvikksølv er relativt ufarlig, mens organisk kvikksølv (metylkvikksølv) kan føre til skader på blant annet nervevev. Fisk er hovedkilden til kvikksølv hos mennesker og mange av kostholdsrådene gitt i norske fjorder og havner, skyldes forhøyede verdier av kvikksølv i sjømat og fisk. Grenseverdien for kvikksølv i fiskekjøtt er 0,5 mg/kg våtvekt i de fleste fiskearter og verdier under 0,1 mg/kg våtvekt blir regnet som ubetydelig forurenset (SFT tilstandsklasse 1). Kadmium finner man hovedsakelig som et biprodukt ved sinkproduksjon fra metall og gruveindustri. Langtransporterte tilførsler av Cd er nesten tre ganger så store som de norske utslipp men både norske og langtransporterte utslipp har blitt redusert de siste tiårene (www.miljostatus.no). De fleste kadmiumforbindelser er akutt giftige for både vannlevende og landlevende dyr. Grenseverdi for kadmium i fiskekjøtt til humant konsum er 0,05 mg/kg våtvekt. Bly er et annet giftig metall med både akutte og kroniske helse og miljøeffekter. I likhet med kvikksølv er organiske former av bly de mest giftige. Utslippene er lavere nå enn tidligere, mye på grunn av overgangen til blyfri bensin. Grenseverdi for bly i fiskekjøtt til humant konsum er 0,2 mg/kg våtvekt.

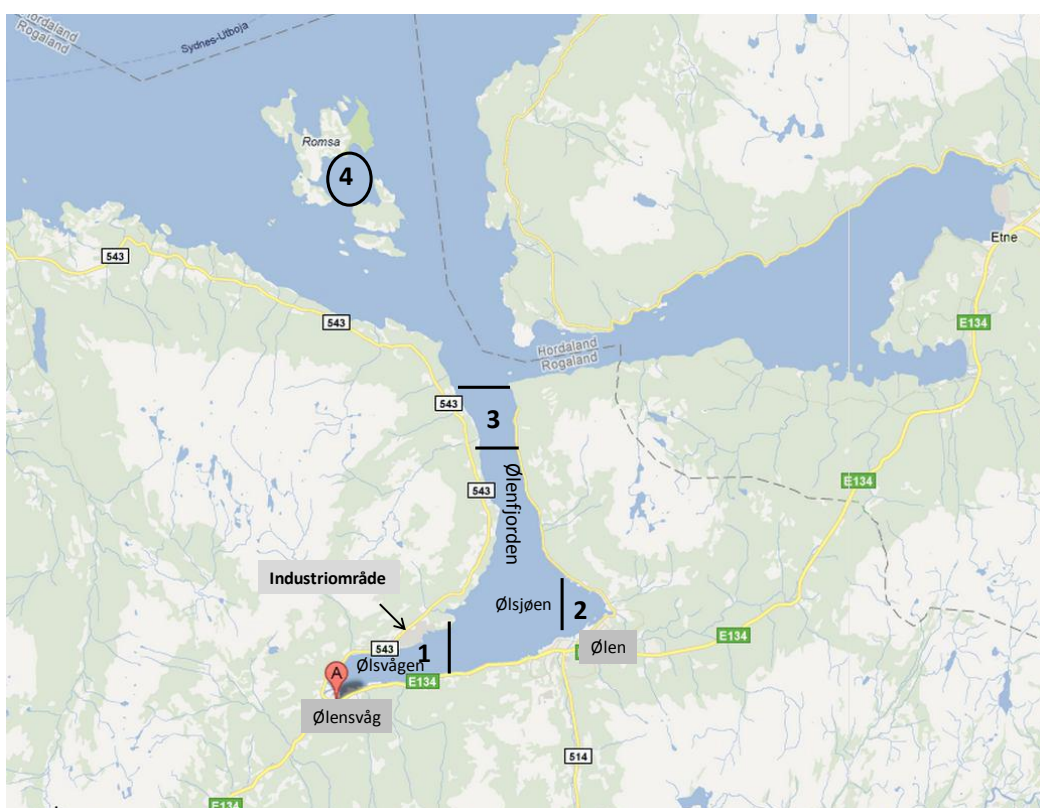
Essensielle spormetaller

Det ble påvist høye konsentrasjoner av blant annet sink og kobber i slammet i overvannskummer på Westcons industriområde (Cowi, 2011). Selv om sink og kobber er essensielle spormetaller kan de i høye konsentrasjoner være giftige og kan bioakkumuleres i blant annet torsk via for eksempel krabbe og blåskjell.

1.4 Materiale og metode

1.4.1 Innsamling og opparbeiding av prøver

Prøveinnsamling av torsk ble utført i perioden november 2011- januar 2012 av Kåre Heggebø, lokal fisker. Fangstposisjoner er vist i kart i figur 1. Posisjon 1 er i Ølsvågen med Ølensvåg bygd helt innerst og torsken er fisket i tidsrommet 1.-5. desember 2011. Posisjon 2 er i og rundt Ølen i Ølsjøen og torsken er fisket i tidsrommet 10.-11. november 2011. Posisjon 3 er ved utløpet av Ølenfjorden og torsken er fisket i perioden 6.-12. desember 2011. Posisjon 4 er ett referansepunkt med posisjon i Romsasundet og torsken er fisket i månedsskiftet desember/januar 2011/2012. Det ble brukt trollgarn med fangstdybde 0-10 meter. Fisken ble fryst hel og sendt til NIFES sitt prøvemottak som ”Ekspress over natt” forsendelse.



Figur 1 Kartutsnitt over Ølenfjorden og omegn med fangstposisjoner indikert (1-4). Beliggenhet for industriområde i Ølsvågen er markert med pil. (www.finn.no). De to tettstedene Ølensvåg og Ølen er også markert på kartet.

Ved prøvemottaket til NIFES ble rund fisk tint og lengde, vekt og kjønn ble bestemt. Leveren ble tatt ut, veid og homogenisert før samleprøver bestående av fem lever ble laget og sendt til analyse av PCB og klorerte pesticider. Muskelprøver (filet) ble tatt ved disseksjon av den ene halve siden og der hver prøve ble homogenisert og frysetørket før individprøver ble sendt til analyse av metaller.

1.4.2 Metoder

Vann (tørrestoff) (metode nr. 097)

Prinsippet for metoden er gravimetri. Tørrstoffinnholdet ble bestemt ved tørking av finmalt homogen prøve i varmeskap ved 104°C til konstant vekt.

Bestemmelse av totalt fettinnhold med etylacetat-metode (NIFES metode nr. 091)

Prinsippet for metoden er gravimetri. Prøvene ble ekstrahert med etylacetat, etylacetat ble dampet av og fettene ble veid. Laboratoriet har deltatt i SLP (sammenlignende laboratorieprøvninger, ringtester) med metoden siden 1998 med godt resultat.

Bestemmelse av metaller med ICPMS (NIFES metode nr. 197)

Frysetørket materiale fra muskelprøve av torsk ble brukt til bestemmelse av metaller. Metoden baserer seg på dekomponering av prøven i salpetersyre og hydrogenperoksid og oppvarming i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200). Målingene ble gjort vha induktiv koplet plasma-massespektrometer (ICPMS, Agilent 7500c). Ekstern kalibrering (standardkurve) ble brukt til kvantitativ bestemmelse av metaller med rodium som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet. Metoden er akkreditert og riktighet og presisjon for metallbestemmelsene blir rutinemessig bestemt ved analyser av sertifisert referansemateriale (SRM) og ved deltagelse i sammenlignende laboratorieprøvninger.

Bestemmelse av PCB7 med GC-MS (NIFES metode nr. 137)

Frysetørket prøve ble tilsatt intern standard (PCB-53) og blandet med hydromatriks før ekstraksjon med heksan på ASE 300 under hevet trykk og temperatur. Fettet ble brutt ned online ved at ASE-cellen ble pakket med svovelsyreimpregnert silicagel. Ekstraktet ble videre syrebehandlet med konsentrert svovelsyre for å bryte ned rester av fett. Prøven ble analysert på GC-MS i SIM mode med electron impact (EI) ionisering. Kvantifiseringen av de ulike analyttene baseres på intern standard og en ett-punkts kalibreringskurve, lineær gjennom origo. For kvalitetssikring av metoden ble det analysert blank og kontrollprøve sammen med prøven, og metoden prøves i minimum en ringtest per år. Metoden kvantifiserer PCB7 (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180). I denne rapporten bruker vi PCB6 og for å få denne har vi subtrahert kongeren; PCB118 fra sum PCB7. Metoden er akkreditert.

Analyse av klorerte pesticider med GC-MS (NIFES metode 380)

Prøvematerialet ble blandet med hydromatriks, tilsett intern standard (en blanding av 13C merket pesticid (Cambridge Isotope Laboratories, USA)) og ekstrahert med heksan ved hjelp av Accelerated Solvent Extractor (ASE 300™, Dionex, USA). Ekstraktet ble oppkonsentrert ved hjelp av nitrogen og varme (Turbovap II™ Zymark, USA) og deretter delt i to like deler. Videre opprensing og analyse ble utført etter to ulike metoder:

1. Opprensing ved bruk av konsentrert svovelsyre, deretter sluttbestemmelse på GC-MS med electron impact (EI) ionisering. DDT og metabolitter, heksaklorbenzen (HCB) og pentaklorbenzen ble bestemt med denne metoden.
2. Opprensing ved bruk av acetonitril, 10 % heksan i acetonitril og 2 % etylacetat i heksan på et automatisert SPE system, ASPECT™ XL4 (Gilson, Middleton WI, USA). Tre ulike SPE-kolonner ble brukt; Chem Elut™, QuEChERS og BondElut C18. Sluttbestemmelse på GC-MS i NCI. Følgende analytter ble bestemt ved denne metoden: toksafen (26, 32, 40+41, 42a, 50 og 62), cis- og transklordan, oksyklordan, cis- og trans nonaklor, aldrin, dieldrin, isodrin, heptaklor, heptaklor A, α - og β -endosulfan, endosulfan sulfat, mirex og heksaklor sykloheksan (HCH, α -, β - og γ -isomere). For begge metodene ble analysen utført med GC-MS (TRACE GC Ultra™/DSQ™ Single

Quadrupole GC/MS, Thermo Finnigan, Bremen, Tyskland) i SIM modus. Gasskromatografen var utstyrt med ei Rtx-5ms kolonne (Restek, USA). Sammen med hver prøveserie ble det opparbeidet en kalibreringskurve som ble brukt til kvantifisering. Følgende 17 parametre ble akkreditert i 2011: DDT og metabolitter, HCB, (HCH, α -, β - og γ -isomere), cis- og transklordan, trans nonaklor, pentaklorbenzen, dieldrin, mirex, endosulfan og toksafen-62.

1.4.3 Statistisk analyse

Alle statistiske analyser ble utført ved hjelp av programvaren Statistica™ 7 (StatSoft Inc., Tulsa, USA), i tillegg ble GraphPad Prism 5 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA) brukt for å lage de grafiske fremstillingene.

Lengde, vekt, kondisjonsfaktor, levervekt, leverindeks og fettinnhold i lever samt konsentrasjoner av PCB, klorerte pesticider og metaller for de ulike posisjonene ble sammenlignet med enveis variansanalyse (ANOVA) eller Kruskal-Wallis ikke-parametrisk ANOVA. Dataene ble undersøkt med hensyn på forutsetningen om at variansene i de ulike gruppene må være forholdsvis homogene for å kunne utføre ANOVA, og der hvor forutsetningen ikke var oppfylt ble Kruskal-Wallis benyttet.

1.4.4 Tabell over analyser utført samt akkrediteringsstatus

Alle analyser som er beskrevet i denne rapporten er akkrediterte (ISO 17025) av Norsk akkreditering (NA) bortsett fra 14 av parametrene i pesticid analysen (17 av pesticid parametrene ble akkreditert i 2011, se fotnote under Tabell 1). Oversikt over analyseparametre, antall analyser og hvilket organ analysen er gjort vises i Tabell 1. Alle analysene er utført ved Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES).

Tabell 1 Analyseparametre, tall på analyserte prøver og i hvilket fiskeorgan.

<i>Parameter</i>	<i>Antall analyser</i>	<i>Organ</i>
Organiske miljøgifter		
PCB ₆	19	Lever (samleprøver)
Klorerte pesticider (inkl. DDT) ¹	19	Lever (samleprøver)
Metaller - Uorganisk		
Totalt As, Cd, Pb, Hg, Zn, Cu	92	Filet (individprøver)

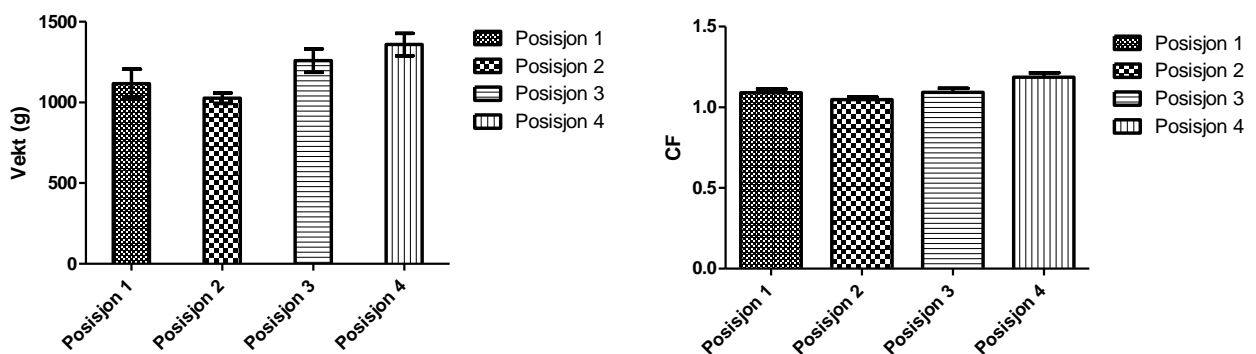
¹ Følgende parametre ble akkreditert i 2011: DDT og metabolitter, HCB, (HCH, α -, β - og γ -isomere), cis- og transklordan, trans nonaklor, pentaklorbenzen, dieldrin, mirex, endosulfan og toksafen-62.

1.5 Resultat og diskusjon

I dag finnes det ingen spesifikke kostholdsråd for Ølenfjorden selv om det finnes betydelig med industriell aktivitet her i tillegg til landbruk. Denne fjorden er ikke nødvendigvis viktig for profesjonelle fiskere og fangstmenn, men fiske og fangst er også en viktig del av friluftslivet for den generelle befolkningen. Det er fastsatt et generelt kostholdsråd der Mattilsynet fraråder de som fisker til eget bruk fra å spise lever av fisk tatt i skjærgården. Mattilsynet har basert dette kostholdsrådet på resultatene av en undersøkelse av torskelever fra 15 havner og fjorder (Nilsen et al., 2009) og at det er fastsatt grenseverdi for summen av dioksiner og dioksinlike PCB i fiskelever. I denne undersøkelsen har vi sett på seks ulike kongenere av ikke-dioksinlignende PCB og flere klorerte pesticider i torskelever, i tillegg til en rekke uønskede og essensielle metaller i torskefilet fra Ølenfjorden. Totalt ble 92 torsk analysert våren 2012. Før resultatene for de ulike stoffgruppene, presenteres noen beskrivende data for torsken som ble fanget.

1.5.1 Lengde, vekt, kondisjonsfaktor, levervekt, leverindeks og fettinnhold i lever

Torsken som ble samlet inn i dette prosjektet veide fra 653 g til 2583 g med et gjennomsnitt på 1176 g. Fiskens lengde varierte fra 38 cm til 66 cm med et gjennomsnitt på 47 cm. Gjennomsnittlig lengde og vekt av fisken varierte mellom posisjonene som vist i figur 2. Fisk fanget fra posisjon 4 hadde signifikant høyere vekt sammenlignet med fisk fanget i posisjon 2.



Figur 2 Viser vekt og kondisjonsfaktor (CF) av fisken mellom de ulike posisjonene gitt som gjennomsnittsverdier \pm SEM. For hver posisjon er det 25 fisk som er analysert bortsett fra posisjon 4 der 17 fisk er analysert.

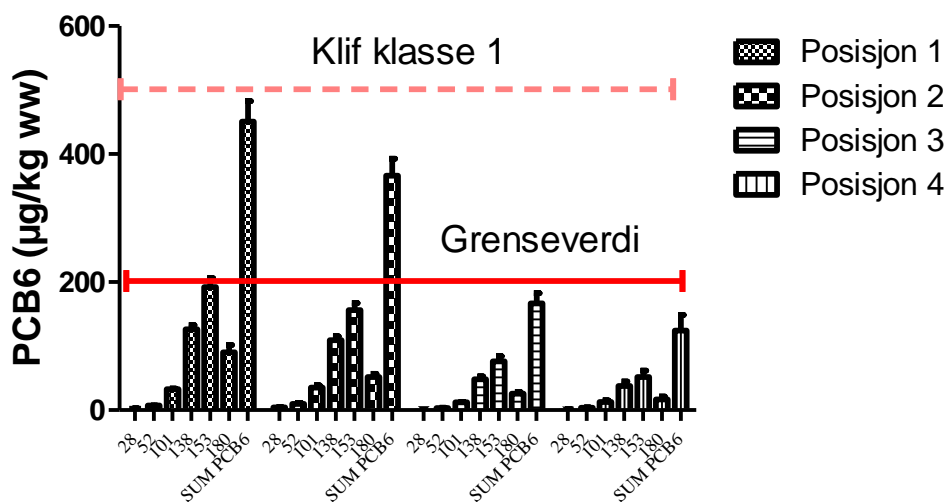
All fisken ble kjønnsbestemt og 42 % av fisken var hunnkjønn og innenfor hver posisjon varierte det fra 29 % i posisjon 4, 32 % i posisjon 1, 48 % i posisjon 2 og 56 % i posisjon 3. Det var ingen korrelasjon mellom vekt og kjønn. Kondisjonsfaktor som blir beregnet basert på forholdet mellom vekt og lengde varierte fra 0,8 til 1,5 med et gjennomsnitt på 1,1. Denne faktoren kan fortelle oss noe om kondisjonen til fisken (om den er rund eller slank) og

resultatene viste at fisken fanget i posisjon 4 var signifikant ($p < 0.05$) rundere sammenlignet med fisk fanget i posisjon 1, 2 og 3.

Levervekten varierte fra 7 g til 230 g med et gjennomsnitt på 42 g. Leverindeksen blir beregnet basert på forholdet mellom levervekt og fiskevekt varierte i dette studiet fra 1 til 15. Denne indeksen forteller noe om energistatusen til fisken og kan også gi indikasjoner på ulike sykdomstilstander. Det var fem fisker som hadde en leverindeks over 10, en fisk i posisjon 3 (hunnfisk) og fire fisker i posisjon 4 (alle hannfisker). Gjennomsnittlig leverindeks for alle fiskene var 3,3 (median 2,7). Fettinnholdet i lever ble beregnet av samleprøver og varierte fra 32 til 86 % med et gjennomsnitt på 51 %. De ekstreme verdiene (både den laveste og høyeste verdien) ble funnet i posisjon 4.

1.5.2 PCB

Resultatene i denne undersøkelsen viser at alle fiskene fanget i posisjon 1 og 2 hadde et meget høyt innhold av sum PCB6 i lever og over grenseverdien som er på 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våt vekt (European Commission, 2011). Sum PCB6 ble analysert i samleprøver av torskelever fra de ulike lokalitetene og varierte fra 63 til 546 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våt vekt og der de tre høyeste verdiene ble funnet i posisjon 1. Figur 3 viser sum PCB6 samt innholdet i torskelever av de ulike PCB kongenerne. I alle posisjonene er det PCB-153 som dominerer etterfulgt av PCB-138. Posisjon 1 og 2 har gjennomsnittsverdier på PCB6 på henholdsvis 451 $\mu\text{g}/\text{kg}$ og 366 $\mu\text{g}/\text{kg}$ noe som er godt over grenseverdien på 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Posisjon 3 og 4 har gjennomsnittsverdier på PCB6 på henholdsvis 167 $\mu\text{g}/\text{kg}$ og 124 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Det var kun en analysert prøve fra posisjon 3 som overskred grenseverdien og hadde 215 $\mu\text{g}/\text{kg}$ av PCB6. Sammenlignet med historiske data fra NIFES sin sjømatdatabase (2005-2008) der innholdet av PCB7 (som inkluderer også PCB-118) i lever fra villfanget Atlantisk torsk i snitt ligger mellom 60-165 $\mu\text{g}/\text{kg}$, er verdiene funnet i Ølenfjorden høyere. Hadde PCB-118 blitt inkludert ville PCB7 vært mellom 10 og 20 % høyere enn PCB6. Statens forurensningstilsyn har laget klassifisering av miljøtilstand ut fra organiske miljøgifter i organismer og satt at nivåer mellom 500-1500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ av PCB7 indikerer en moderat forurensning (SFT, 1997). Det var en prøve som var på 546 $\mu\text{g}/\text{kg}$ og denne prøven ble fanget i posisjon 1.



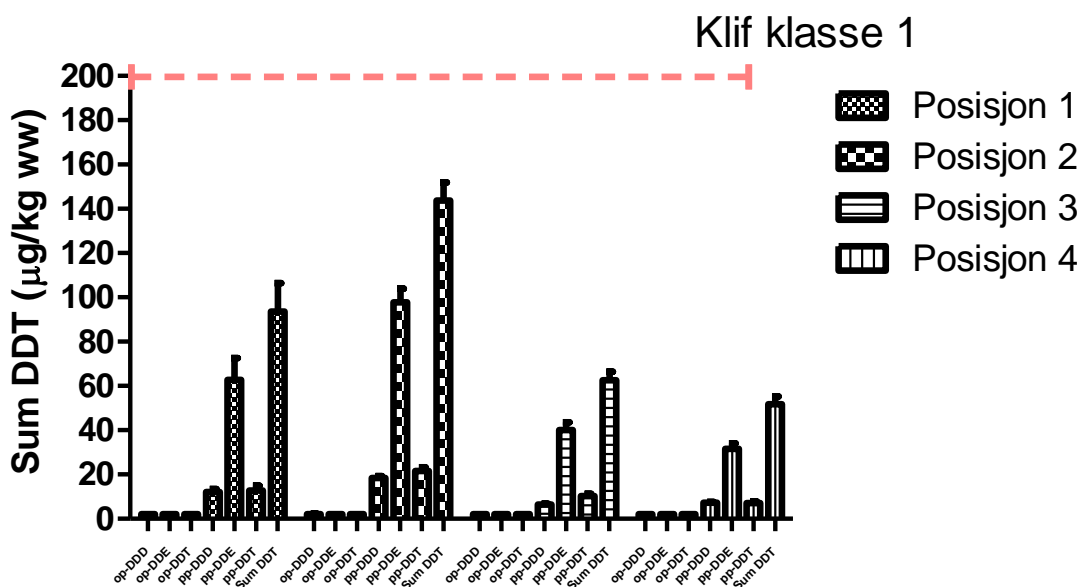
Figur 3 Innholdet av kongenerne PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 og PCB-180 og sum PCB6 i torskelever fra de fire ulike posisjonene gitt som gjennomsnittverdier \pm SEM (våtvekt). Grenseverdien er angitt i figuren og er 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. Klima- og forurensningsdirektoratets (Klif) øvre grense for tilstandsklasse 1 (ubetydelig og lite forurenset) er på 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt.

1.5.3 Klorerte pesticider

Det finnes per i dag ingen øvre grenseverdier for rester av pesticider i sjømat, derfor har vi sammenlignet med nivåene funnet i villfanget torsk fra åpent hav (Barentshavet/Norskehavet) og i tillegg brukt Klif sitt klassifiseringssystem. Alle analyserte verdier av pesticider i denne rapporten var sammenlignbare med data funnet i villfanget torsk fra åpent hav og lå også godt under Klif sin tilstandsklasse 1 som indikerer et ubetydelig og lite forurenset miljø. Men, det ble observert at posisjon 2 gjennomgående hadde de høyeste snittverdiene for alle analyserte pesticider bortsett fra Gamma-HCH (Lindan).

DDT

Resultatene i denne undersøkelsen viser at innholdet av sum DDT ligger godt under Klif sin øvre grense for tilstandsklasse 1 som indikerer at området er ubetydelig og lite forurenset (Figur 4 og Tabell 2). Snittverdien for alle analysene er 90 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt med minimums verdi på 46 $\mu\text{g}/\text{kg}$ og maksimumsverdi på 170 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Posisjon 1 og 2 hadde signifikant høyere nivåer av sum DDT sammenlignet med posisjon 3 og 4. Grenseverdier for rester av sum DDT i sjømat finnes ikke. Dersom vi sammenligner våre tall med sum DDT i torskelever fra Barentshavet fra 2000-2009 (www.miljostatus.no), er verdiene i denne rapporten sammenlignbare. Men sammenlignet med nivåer av sum DDT i villfanget torsk (lever) fra Barentshavet som viste en snittverdi på 60 $\mu\text{g}/\text{kg}$ i 2005 (NIFES sjømatdatabase), er verdiene i denne rapporten noe høyere. Fisk analysert fra posisjon 2 viser den høyeste snittverdien på 143 $\mu\text{g}/\text{kg}$ etterfulgt av snittverdien funnet i posisjon 1 på 94 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Resultatene viser ellers at pp-DDE er den mest dominerende metabolitten av DDT, og den utgjør i denne undersøkelsen mer enn 50 % av sum DDT. En slik ratio mellom totalt DDE og total DDT indikerer gammelt utslipp av DDT siden mesteparten har blitt konvertert til DDE.



Figur 4 Innholdet av to isomere former av utgangsstoffet DDT (o,p- og p,p-) og de samme to i nedbrytingsproduktene DDE og DDD, samt sum DDT i torskelerver, gitt som gjennomsnittverdier \pm SEM (våtvekt). Det finnes ingen grenseverdier for sum DDT i sjømat. Klif sitt klassifiseringssystem definerer tilstandsklasse 1 (200 $\mu\text{g}/\text{kg}$) som ubetydelig, lite forurenset og tilstandsklasse 2 (200-500 $\mu\text{g}/\text{kg}$) som moderat forurenset. Grenseverdier for rester av sum DDT i sjømat finnes ikke.

Toksafen

Resultatene viser at gjennomsnittsverdien for alle analysene var 7,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ med en minimumsverdi på 5,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ og maksimumsverdi på 12,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Den høyeste verdien ble funnet i posisjon 2. Posisjon 2 hadde signifikant høyere nivåer av toksafen 26 sammenlignet med posisjon 1. Tabell 2 viser resultatene fra analysene og vi ser at toksafen 50 er den dominerende forbindelsen i dette studiet. Sammenlignet med NIFES sin sjømatdatabase (2006-2007) der snittverdiene varierer fra 69 til 75 $\mu\text{g}/\text{kg}$ i lever fra villfanget torsk, er resultatene i denne rapporten mye lavere. Her må det kommenteres at i denne rapporten innbefatter sum toksafen bare tre forbindelser (26, 50 og 62), mens sum toksafen i NIFES sin sjømatdatabase innbefatter fire forbindelser av toksafen (26, 32, 50 og 62).

Klordan

Fem former av klordan ble analysert i torskelerverprøvene (*cis*- og *trans*- klordan pluss *cis*- og *trans*- nonaklor og oksyklordan) og resultater er gitt både av de enkelte former og summen av klordan forbindelsene. Posisjon 2 hadde signifikant høyere nivåer av formen *cis*- og *trans* nonaklor sammenlignet med posisjon 3 og 4. Snittet for alle prøvene for sum klordan var 18,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt, den laveste verdien ble funnet i posisjon 4 (8,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$) og den høyeste verdien ble funnet i posisjon 2 (94,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Den høyeste gjennomsnittsverdien ble funnet i posisjon 2 (36,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$), men denne var ikke signifikant høyere sammenlignet med noen av de andre posisjonene. *Trans*-nonaklor var den dominerende forbindelsen i dette studiet og utgjorde cirka 40 % av sum klordan. Sammenlignet med nivåer i lever fra villfanget torsk fra Barentshavet som hadde et konsentrasjonsområde på 6-45 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt av *trans*-nonaklor, er nivåene i denne rapporten (3-28 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt), noe lavere.

Andre klorerte pesticider

Resultatene viser at for alle forbindelsene av endosulfan, aldrin, alfa-HCH, heptaklor, heptaklor A og isodrin var nivåene under LOQ som varierte fra $<0,4$ - $<3,5$ $\mu\text{g/kg}$ våtvekt. Nivåene av dieldrin var gjennomgående veldig like for alle posisjonene med ett gjennomsnitt på $10,8$ $\mu\text{g/kg}$ og der de høyeste verdiene ble funnet i posisjon 1 og 2 og de laveste verdiene i posisjon 3 og 4. Det høyeste gjennomsnittet ble funnet i posisjon 2 ($12,4$ $\mu\text{g/kg}$), men det var ikke signifikant høyere sammenlignet med de andre posisjonene. Nivåene av HCB varierte fra $7,0$ $\mu\text{g/kg}$ våtvekt til $13,0$ $\mu\text{g/kg}$ våtvekt og der den høyeste verdien ble funnet i posisjon 2 ($13,0$ $\mu\text{g/kg}$ våtvekt) og de laveste verdiene i de tre andre posisjonene (7 $\mu\text{g/kg}$ våtvekt). Posisjon 2 hadde den høyeste snittverdien på $10,2$ $\mu\text{g/kg}$ våtvekt, men det var ikke signifikant høyere sammenlignet med de andre posisjonene. Sammenlignet med nivåer i lever rapportert for villfanget torsk fra Barentshavet som hadde et gjennomsnittsspenn på 14 - 18 $\mu\text{g/kg}$ våtvekt av HCB (2006-2008 hhv), er nivåene i denne rapporten noe lavere. Nivåene av Gamma-HCH (lindan) og Mirex var lave og nær kvantifiseringsgrensene (LOQ $<0,6$ $\mu\text{g/kg}$). Det var ingen forskjeller mellom posisjonene.

1.5.4 Metaller

Uønskede metaller i sjømat har ført til kostholdsråd i mange fjorder og havner og for både kadmium, kvikksølv og bly finnes det øvre grenseverdier. Nivåene av kvikksølv, kadmium og bly var godt under øvre grenseverdier. Vi så heller ingen unormale (forhøyede eller reduserte) verdier i av de essensielle spormetallene.

Uønskede metaller

I denne gruppen finner man resultatene for total arsen, kvikksølv, kadmium og bly (Tabell 3). De høyeste gjennomsnittsverdiene for total arsen ble funnet i posisjon 3 og 4 (henholdsvis $6,2$ og $5,9$ mg/kg våtvekt) og disse var signifikant høyere sammenlignet med posisjon 2 ($3,0$ mg/kg). Sammenlignet med data fra NIFES sin sjømatdatabase der gjennomsnittsverdiene for total arsen i villfanget torskefilet varierer fra $4,0$ til $16,0$ mg/kg , er verdiene i denne rapporten noe lavere og innenfor normalområdet. Arsen i sjømat forekommer vanligvis i en organisk form og er ufarlig for oss sammenlignet med de giftige uorganiske former. Konsum av sjømat med de rapporterte verdier av arsen er derfor trygt. Nivåene for kvikksølv, kadmium og bly i prøvemateriale var alle svært lave (lavere eller like over LOQ). Kvikksølvnivåene i torskefileten var bare $1/10$ av øvre grenseverdi på $0,5$ mg/kg som gjelder for de fleste fiskearter (European Commission, 2006). Kadmiumnivåene var veldig lave og som vi kan se i Tabell 3, ble det kun funnet kvantifiserbare nivåer i posisjon 1 (høyeste verdi $0,005$ mg/kg). Dette er $1/10$ av øvre grenseverdi gitt for kadmium i fisk og sjømat som er $0,05$ mg/kg . Det var ikke noen av prøvene som hadde kvantifiserbare nivåer av bly (LOQ $0,007$ mg/kg).

Essensielle spormetaller

I denne gruppen finner man resultatene for sink og kobber (Tabell 3). Resultatene for sink var like i alle posisjonene og er sammenlignbare med villfanget torsk i Barentshavet og Norskehavet (www.nifes.no). Snittverdiene for mengde sink i alle prøvene var $3,7$ mg/kg . Den høyeste måleverdien for sink ble funnet i posisjon 3 ($9,1$ mg/kg). Innholdet av sink i villfanget torsk fra Barentshavet har variert fra 2 - 4 mg/kg i perioden 2006-2007. Nivåene for kobber er sammenlignbare med de nivåene man har funnet i villfanget torsk fra Barentshavet

og Norskehavet og snittet for alle prøvene i denne undersøkelsen var 0,2 mg/kg. Den høyeste verdien for kobber ble funnet i posisjon 4 (0,6 mg/kg). Innholdet av kobber i villfanget torsk fra Barentshavet har variert fra 0,2-0,3 mg/kg i samme periode. Vi fant ingen forhøyede nivå av sink og kobber i Ølenfjorden som kan representere et mattrygghetsproblem.

1.6 Konklusjon

PCB6 var den eneste stoffgruppen som ble detektert over øvre grenseverdi og de høyeste verdiene ble funnet i torskelever fanget i området rundt Westcons industriområde (posisjon 1). Man kan se en tydelig nedgang i PCB6 innholdet i torskelever fra posisjon 1 og 2 til verdier under grenseverdien i posisjon 3 og 4. Det er verdt å påpeke at torsken som ble analysert i denne rapporten hadde en snittvekt på 1,1 kg (\pm SD 0,4 kg) noe som blir regnet som en liten torsk. Vi vet at det er en sammenheng mellom torskens vekt (alder) og innholdet av persistente miljøgifter. Det er en mulighet for at større torsk i dette området inneholder høyere konsentrasjoner av de målte miljøgifter. Videre ble det funnet forhøyede verdier av alle klorerte pesticider bortsett fra Gamma-HCH (lindan) i posisjon 2. Det finnes ikke øvre grenseverdier for rester av pesticider i sjømat, men vi har sammenlignet med historiske data fra NIFES sin sjømatdatabase. Det var kun for sum DDT at en noe forhøyet konsentrasjon ble observert, særlig i posisjon 2, i forhold til analyser gjort på villfanget torsk fra åpent hav. Vi ser at det er nedbrytningsproduktet DDE som dominerer og som indikerer at dette er gammelt utslipp av DDT. Selv om det ble funnet forhøyede konsentrasjoner av noen klorerte pesticider i posisjon 2, finnes det ikke grunnlag for å si om dette stammer fra gammelt utslipp lokalt eller om det har blitt langtransportert via luft eller havstrømmer. For metallene ble det funnet litt forhøyede verdier av kadmium i Ølsvågen men ikke alarmerende i forhold til de grenseverdiene som finnes for fisk og sjømat.

Basert på resultatene i denne rapporten ser vi ingen grunn til å komme med anbefalinger om kostholdsrad for Ølenfjorden i tillegg til det generelle rådet som allerede finnes for torskelever i fjorder og havner.

1.7 Tabeller

Tabell 2. Gjennomsnittsinhold og konsentrasjonsområde av ulike pesticider ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) i torskelever fanget i fire ulike posisjoner i Ølenfjorden, samt grenseverdier der disse finnes. Resultatene er gitt som gjennomsnitt med minimumsverdier og maksimumsverdier i parentes.

Pesticide $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt	Posisjon 1 (n=5)	Posisjon 2 (n=5)	Posisjon 3 (n=5)	Posisjon 4 (n=4)	Alle (n=19)
pp-DDE	62,8 (41,0 -95,0)	97,8 (82,0-117,0)	40,0 (32,0-53,0)	31,5 (27,0-39,0)	59,4 (27,0-117,0)
pp-DDD	12,0 (8,0-15,0)	18,4 (15,0-20,0)	6,4 (6,0-8,0)	7,3 (7,0-8,0)	11,2 (6,0 – 20,0)
pp-DDT	12,8 (8,6-20,0)	21,5 (18,0-27,7)	10,2 (6,0-12,0)	7,0 (6,0-9,0)	13,2 (6,0 - 27,7)
Sum DDT	93,6 (65,3-135)	143,8 (121,0-169,7)	62,6 (52,0-76,0)	51,8 (46,0-62,0)	89,8 (46,0 – 169,7)
Grenseverdi					
Toksafen-26	2,6 (2,0-3,4)	3,9 (3,3-5,2)	3,0 (2,3-4,6)	3,6 (3,4-3,8)	3,2 (2,0-5,2)
Toksafen-50	3,9 (3,0-5,3)	4,8 (4,0-6,5)	3,4 (2,9-5,1)	4,2 (3,9-4,5)	4,0 (2,9-6,5)
Toksafen-62 *	0,6 (0,6-0,6)	0,6 (0,6-0,6)	0,7 (0,6-0,9)	0,6 (0,6-0,8)	0,6 (0,6-0,9)
Sum Toksafen	7,0 (5,6-9,3)	9,2 (7,9-12,3)	7,0 (5,9-10,6)	8,4 (8,0-8,8)	7,9 (5,6-12,3)
Grenseverdi					
Cis-klordan	2,6 (2,2-2,9)	10,2 (4,7-32,0)	2,3 (1,9-3,2)	2,6 (2,2-3,2)	4,5 (1,9-32,0)
Trans-klordan *	0,2 (0,2-0,2)	2,0 (0,3-8,5)	0,2 (0,2-0,2)	0,3 (0,2-0,5)	0,7 (0,2-8,5)
oksyklordan	2,4 (2,3-2,7)	5,9 (2,6-17,0)	2,5 (1,6-2,9)	1,4 (1,1-1,7)	3,1 (1,1-17,0)
Cis-nonaklor	2,9 (2,2-3,7)	4,8 (3,0-8,6)	1,9 (1,7-2,2)	1,5 (1,3-1,9)	2,8 (1,3-8,6)
Trans-nonaklor	6,9 (5,0-8,3)	13,7 (8,5-28,0)	5,0 (4,5-5,7)	3,9 (3,4-4,4)	7,5 (3,4-28,0)
Sum Klordan	15,0 (11,9-17,8)	36,7 (19,3-94,1)	11,8 (11,2-12,9)	9,7 (8,7-11,4)	18,7 (8,7-94,1)
Grenseverdi					
Dieldrin	10,4 (7,9-15,0)	12,4 (11,0-14,0)	10,2 (9,3-11,0)	10,1 (9,3-12,0)	10,8 (7,9-15,0)
HCB	8,3 (7,0-10,0)	10,2 (9,0-13,0)	8,2 (7,0-9,0)	8,8 (7,0-10,0)	8,9 (7,0-13,0)
Gamma-HCH (lindan)*	0,6 (0,6-0,6)	0,6 (0,6-0,8)	0,8 (0,6-1,1)	1,1 (0,6-1,9)	0,8 (0,6-1,9)
Mirex *	0,7 (0,6-0,8)	0,9 (0,7-1,1)	0,8 (0,6-0,9)	0,6 (0,6-0,8)	0,8 (0,6-1,1)

*Brukt ” upper bound LOQ” i utregningne for følgende pesticider - Toksafen 26 (<0,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Trans-klordan (<0,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Gamma-HCH (<0,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Mirex (<0,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Pesticider analysert, men ikke rapportert i tabell da alle nivåer var < LOQ: op DDD, DDE, DDT (<2,0), Alfa-endosulfan (<0,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$), beta-endosulfan (<0,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$), endosulfan-sulfate (<0,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Aldrin (<0,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Alfa-HCH (<0,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Heptaklor (<0,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Heptaklor A (<0,4 - < 0,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Isodrin (<1,5 - < 3,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Tabell 3. Gjennomsnittsinhold og konsentrasjonsområde av ulike metaller (mg/kg våtvekt) i torskefilet fanget i fire ulike posisjoner i Ølenfjorden, samt grenseverdier der disse finnes. Resultatene er gitt som gjennomsnitt med minimumsverdier og maksimumsverdier i parentes.

Metaller mg/kg våtvekt	Posisjon 1 (n=25)	Posisjon 2 (n=25)	Posisjon 3 (n=25)	Posisjon 4 (n=19)	Alle (n=92)
<i>Uorganiske metaller*</i>					
Total Arsen	4,26 (1,72-11,5)	3,04 (1,01-11,00)	6,23 (0,00-16,1)	5,91 (0,94-12,40)	4,77 (0,00-16,10)
Grenseverdi					
Kvikksølv	0,06 (0,04-0,14)	0,05 (0,03-0,10)	0,05 (0,00-0,14)	0,05 (0,02-0,08)	0,05 (0,00-0,14)
Grenseverdi	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Kadmium	0,002 (0,001-0,005)	<0,001	<0,001	<0,001	0,001 (<0,001-0,005)
Grenseverdi	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<i>Essensielle metaller</i>					
Sink Zn	3,66 (2,89-4,60)	3,43 (3,03-4,29)	3,80 (0,10-9,11)	4,07 (3,29-5,78)	3,71 (0,10-9,11)
Kobber Cu	0,24 (0,16-0,40)	0,18 (0,14-0,32)	0,19 (0,02-0,36)	0,31 (0,18-0,64)	0,22 (0,02-0,64)

*Bly har blitt analysert i alle prøver, men viste veldig lave nivåer i alle prøver. Nivåene var like over eller under LOQ (LOQ bly <0,005-<0,007 mg/kg). Øvre grenseverdi for bly i fiskekjøtt er 0,3 mg/kg våtvekt (European Commission, 2006).

1.8 Referanser

- COWI 2011. Prøvetaking av sjøsediment i Ølsvågen og Trinn 2 Risikovurdering. Cowi.
- EUROPEAN COMMISSION, E. 2006. Commission regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, L 364/5.
- EUROPEAN COMMISSION, E. 2011. COMMISSION REGULATION (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, L 320/18.
- HAVFORSKNINGSINSTITUTTET 1992. PCB i Ølenfjorden, Havforskningsinstituttet, Bergen.
- KLUNGSØYR, J. & WILHELMSEN, S. 1991. Kartlegging av PCB i sedimenter fra Ølensvåg. Havforskningsinstituttet, Bergen.
- NILSEN, B., FRANTZEN, S. & JULSHAMN, K. 2009. Fremmedstoffer i Villfisk med vekt på Kystnære Farvann En undersøkelse av innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra 15 fjorder og havner langs norskekysten. NIFES, Bergen.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT veiledning 97:03.
- STRANDBERG, B. & HITES, R. A. 2001. Concentration of organochlorine pesticides in wine corks. *Chemosphere*, 44, 729-735.
- ØKLAND, T. E. 2005. Kostholdsrad i norske havner og fjorder., Bergfald & Co. Oslo.